صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران

# آشنایی با دکلهای حفاری

مدیریت پشتیبانی ساخت تجهیزات مکانیک، برق و ابزار دقیق

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت پشتیبانی

# ساخت و تهیه

کالای نفت تهران

# آشنایی با دکلهای حفاری


مقدمه ۵
اطلاعات اصلی ۶
۱ – سیستم قدرت Power System ۶
۲ – سیستم بالاکش Hoisting System ۱۰
۳ – سیستم چرخشی Rotating System ۱۷
۴ – سیستم جریان و گردش سیال حفاری Circulating System ۲۶
۵ – تجهیزات کنترل چاه Well Control Equipment ۳۰
۶ – تجهیزات کمکی Auxiliariel ۳۶
۷ – ظرفیتهای مورد نیاز ساخت داخل ۳۹
۸ – استانداردهای کنترل کیفیت ۳۹
۹ – سازندگان ۴۰

## مقدمه

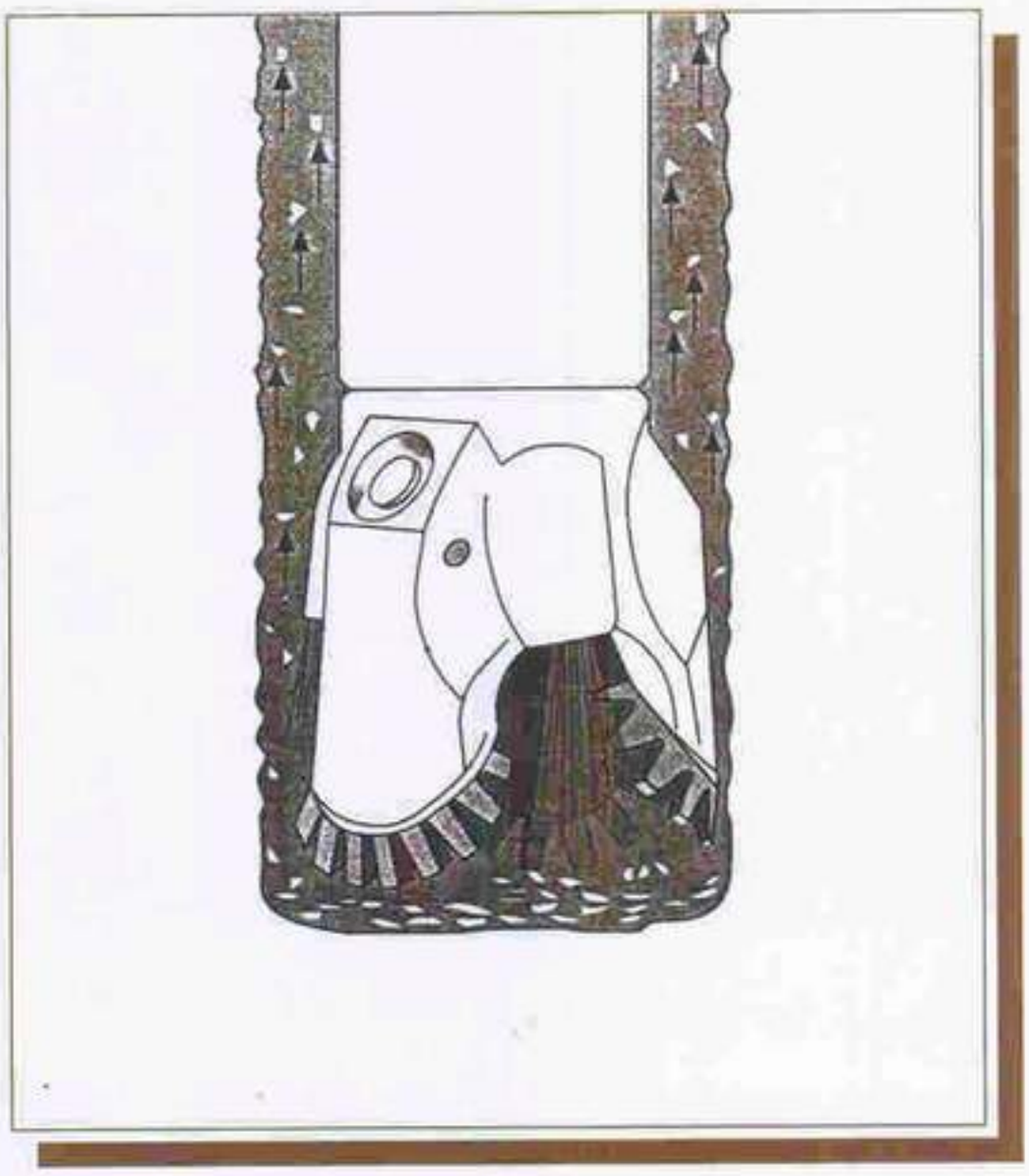
از آنجا که نفت و گاز، به طور عادی در سطوح زیرین زمین پیدا می‌شوند، وسایل وتجهیزات خاصی برای یافتن و استخراج آنها به سطح زمین باید مورد استفاده قرار بگیرند. حفاری در حدود هزاران فوت در زمین، انتقال ذرات و سنگهای جدا شده از ساختار درونی زمین، حفاظت‌چاه از ریزش به داخل، یافتن لایه خاص و مشخصی که نفت و گاز احتمالا در آن به دام افتاده‌اند، و تهیه تجهیزات لازم برای بیرون کشیدن نفت و گاز به سطح، به مهارت و خبرگی قابل ملاحظه، آزمایشگاه و تجهیزات و وسایل نیاز دارد. تجهیزات اولیه در این فرایند، دکل حفاری چرخشی به همراه مولفه‌ها و بخشهای آن می‌باشد. یک دکل حفاری چرخشی چه روی زمین یا روی دریا و سکوی دریایی نصب شده باشد، می‌تواند به عنوان کارخانه طراحی شده‌ای برای تولید فقط یک محصول یعنی یک چاه نفت یا همانطور که در تجارت Hole نامیده می‌شود، در نظر گرفته شود. از آنجائیکه پس از حفر چاه و رسیدن به نفت یا گاز مورد نظر دیگر نیازی به دکل حفاری نمی‌باشد ، لذا می‌بایست دکل را بصورت پرتابل و قابل حمل ساخت و یا پس از اتمام عملیات حفاری اعضا و قطعات آن را از یکدیگر جدا کرد و انتقال داد. قابل حمل بودن دکل، قابلیت حفاری و یا ایجاد چاه توسط آن را محدود نمی‌سازد. قابلیت حمل سریع‌تر و ساده‌تر، دکل را با ارزشتر و مؤثرتر می‌سازد بطوری که می توان از آن بیشتر استفاده نمود . علت اینکه یک دکل باید قابل حمل و پرتابل باشد، آن است که هر مولفه وجزئی بتواند به اجزاء کوچک تقسیم گردد و از راه خشکی توسط کامیونها، هواپیماهای باری یا هلیکوپترها، و یا با یدک کشیدن در دریا به محل‌جدید عملیات تغییر مکان یابد.

شکل ۱ ـ یک دکل حفاری زمینی (خشکی)

## فصل اول- اطلاعات اصلی

به هنگام عملیات حفاری و به منظور ایجاد درگیری مؤثر بین مته‌ها (BITS) و ساختار زمین می‌بایست نیروی عمودی بر روی مته‌ها اعمال شود.
برای این منظور و برای انتقال حرکت دورانی از سطح چاه به مته‌ها از یک رشته لوله توخالی متصل به مته بنام لوله‌های حفاری (Drilling Pipe) استفاده می‌شود.
این لوله‌های توخالی دارای دو هدف اصلی می‌باشند:
۱ تامین وزن مورد نیاز جهت کندن ساختار زمین توسط مته
۲ تامین یک مسیر عبور و گذر برای جریان یافتن سیال حفاری به سمت مته در هنگام چرخش
گل حفاری مته را خنک و روان کرده و قطعات بریده شده سنگ را از انتهای چاه به سطح زمین حمل می‌کند.
تجهیزات در سطح، براده‌ها و خرده‌های‌ریز را جدا کرده و گل تسویه شده مجدداً توسط پمپ گل(Mud Pump) به داخل چاه پمپ می‌شود.

همچنان که چاه عمیق‌تر می‌شود، کارگران حفاری باید لوله‌های بیشتری را به لوله‌های قبلی متصل نمایند. قبل از تکمیل چاه طول این ساقه حفاری‌ممکن است به هزاران فوت برسد. در زمان انجام حفاری، ساقه حفاری به دلایل‌مختلفی ممکن است از چاه بیرون کشیده (tripped) شود که این دلایل شامل، تعویض مته، انجام آزمایشها در ساختار زیرین زمین یا برای آستر کردن سیمان کاری دیواره چاه می‌باشد . برای اجرای این عملیات یعنی خارج کردن لوله‌ها از چاه، به جریان درآوردن و به جریان انداختن گل حفاری ، دوران مته و نوعی عملیات دیگر که در آینده شرح داده خواهد شد نیاز به تجهیزات خاصی می‌باشد که توضیح آنها در پی خواهد آمد.



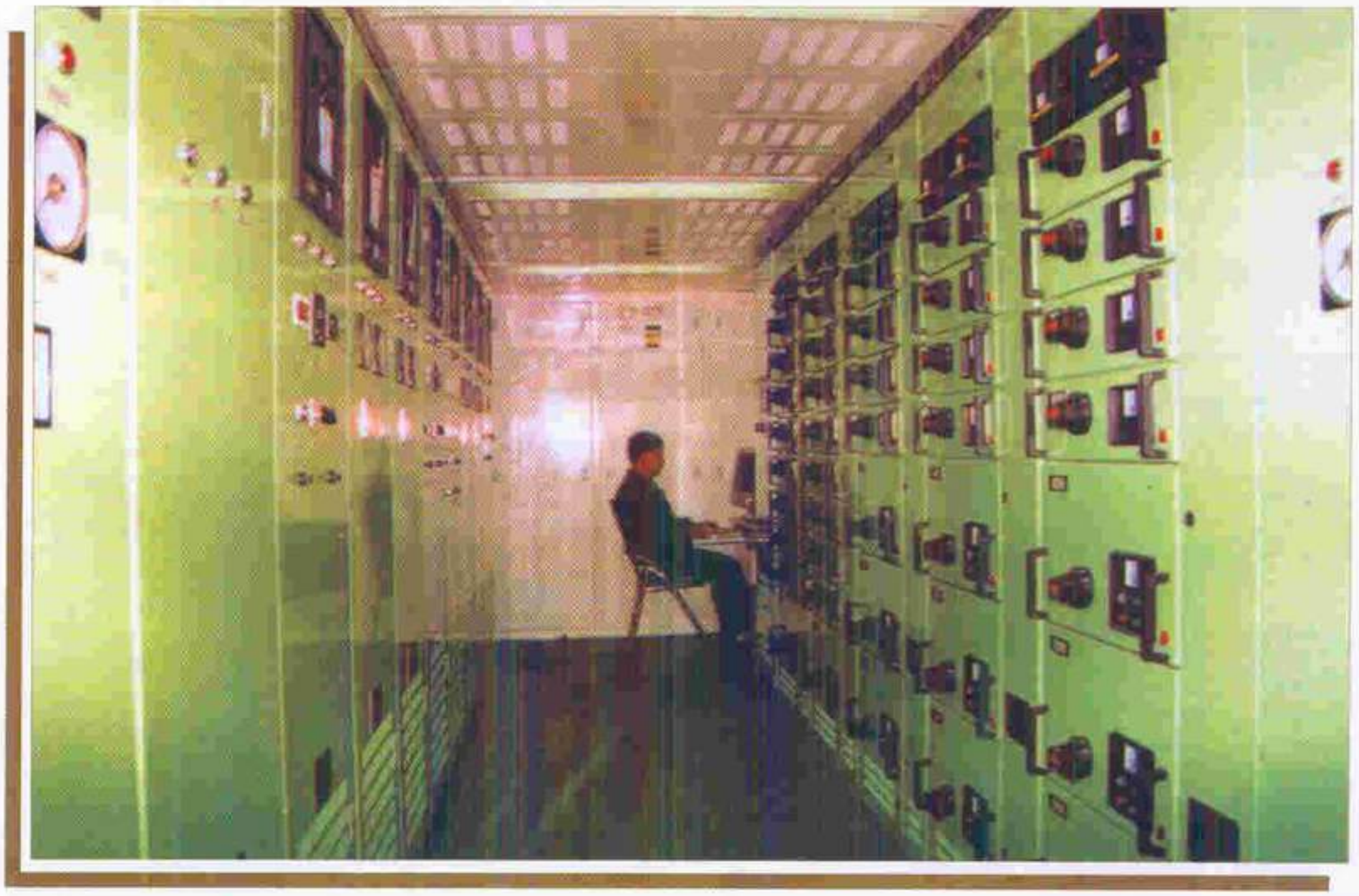
شکل ۲ ـ طرز خنک کاری و روانکاری مته توسط گل حفاری

## فصل اول – سیستم قدرت

Power System

### معرفی و آشنایی Introduction

انرژی مورد نیاز برای به حرکت در آوردن‌اجزاء ماشین‌توسط سیستم قدرت تأمین می‌گردد. توان مورد نیاز توسط تعدادی ژنراتور که با سوخت دیزل کار می کنند تأمین می‌گردد.
یک دکل حفاری (Rig) به ۲ تا ۴ موتور بسته به اینکه چاه تا چه عمقی حفرخواهد شد، نیاز دارد. دکلهای حفاری(Rigs) عادی دارای ۳ تا ۵ موتور با قدرت ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ اسب بخار می‌باشد که با هم توانی بین ۱۵۰۰ تا ۷۵۰۰ اسب بخار تولید می‌کنند. توان تولید شده توسط دو روش مکانیکی و الکتریکی به اجزای دکل‌منتقل می‌شود. در یک دکل مکانیکی (Mechanical Rig) ، تسمه‌ها، زنجیرها، چرخ‌های دندانه‌دار و پولی‌ها قدرت موتور را به سایر اجزای دکل (Rig) انتقال می‌دهند. دکلهای الکتریکی( Electric Rigs) به تسمه‌ها، زنجیرها، چرخ‌های دندانه‌دار یا پولی‌ها نیاز ندارند و قدرت الکتریکی از محرکهای اولیه به موتورهای الکتریکی در هر جزء منتقل می‌گردد. امروز دکل‌های مکانیکی منسوخ شده‌اند و بیشتر از دکل‌های الکتریکی استفاده می‌شود زیرا مونتاژ و نگهداری آنها از انواع مکانیکی بسیار آسانتر بوده و همچنین ضریب اطمینان آنها نیز بمراتب بالاتر است.



شکل ۳ ـ محرکهای اولیه

## ۱ – ۱ – محرکهای اولیه Prime Movers

محرکهای اولیه (شکل ۳) انرژی بدست آمده توسط احتراق یک سوخت را به انرژی‌حرکتی و نیرو تبدیل می‌کنند. همانطوری‌که گفته شد یک دکل حفاری (Rig) ممکن‌است به ۳ تا ۵ موتور نیاز داشته باشد و مجموع قدرت موتور دکل (Rig) ممکن‌است دربازه‌ای بین ۱۵۰۰تا ۰۰ ۷۵ اسب بخار یا ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلو وات قرارداشته باشد.درگذشته هنگامی که تقاضای گاز طبیعی بسیار محدود و گاز طبیعی ارزان بود استفاده از مقدار زیاد گاز طبیعی برای تولید بخار به عنوان محرک اولیه در یک دکل حفاری (Drilling Rig) هزینه کمی داشت. در حال حاضر بسیاری از دکلها(Rig) از موتورهای احتراق داخلی به عنوان محرکها یا حرکت دهنده‌های اولیه(Prime Mover) استفاده می‌کنند. بسیاری از این موتورها دیزل هستند. موتورهای دیزل گشتاور بیشتری در سرعتهای کم نسبت به موتورهای بنزینی تولید می‌کنند. امکان تولید گشتاور بالا در سرعتهای پایین در هنگام حرکت دادن وسایل سنگین روی یک دکل(Rig)، یک امتیاز به حساب می‌آید. استفاده از موتورهای با سوخت بنزین به علت مصرف بالای بنزین، فرار بودن آن و ایجاد خطر آتش سوزی و انفجار در دکلها معمول نمی‌باشد.

## ۲ – ۱ – محرکها Drivers

وظیفه این سیستم جدا از اینکه دکل (Rig) روی زمین باشد یا در دریا انتقال قدرت از محرکهای اولیه یا موتورهای دیزل به اجزای مختلف دکل می‌باشد. به این سیستم انتقال قدرت، محرک (Driver) می‌گویند.

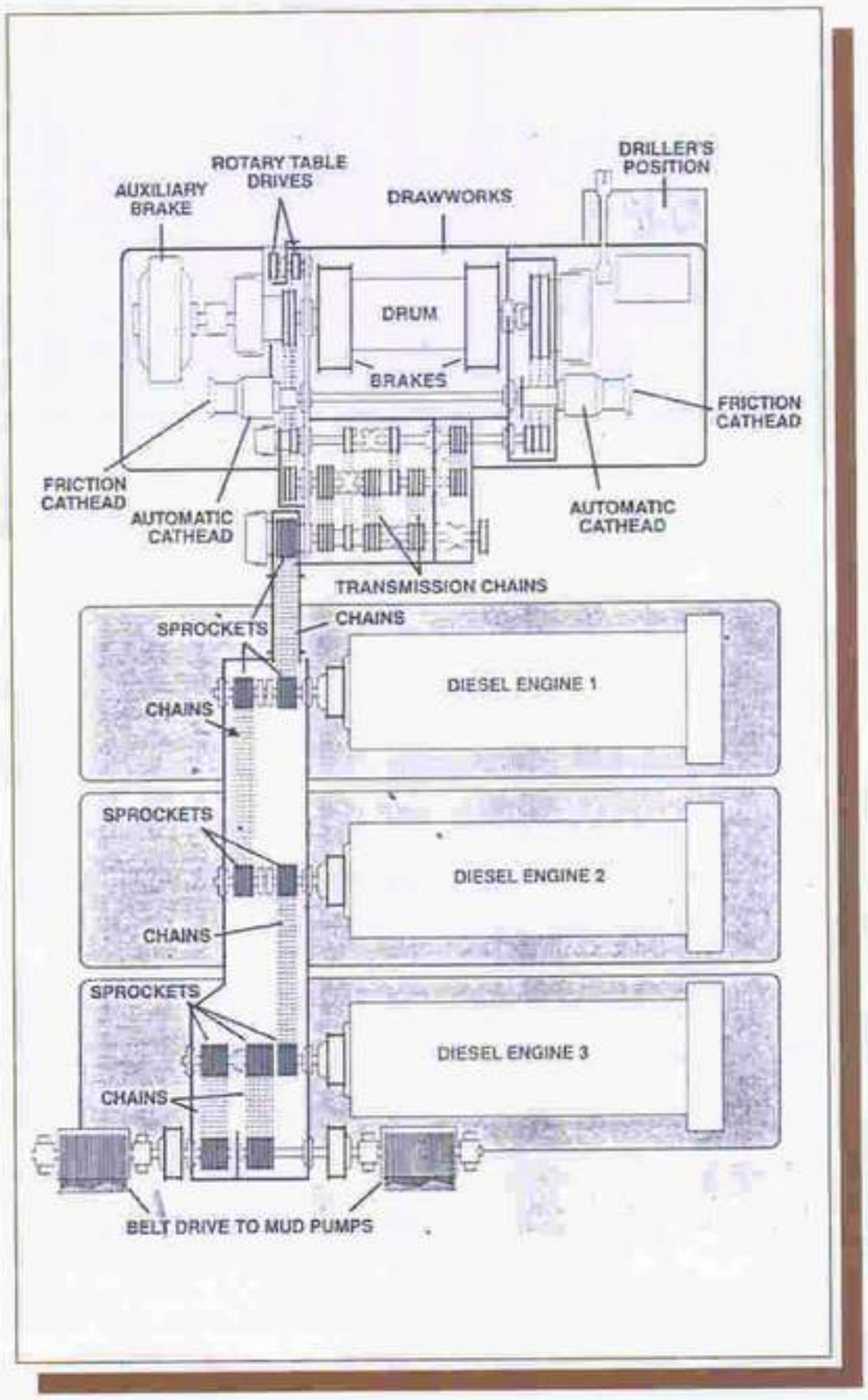
### ۱-۲-۱- رانشگر مکانیکی Mechanical Driver

روی یک دکل دارای محرک مکانیکی(Mechanical Drive)، قدرت از موتورها به وینچ اصلی (Drawworks) ، پمپها، و سایر ماشین آلات دکل (Rig Machinary) توسط یک سیستم مکانیکی تحت عنوان Compound (شکل ۴) منتقل می‌شود. این ترکیب(Compound) از کلاچها، کوپلینگها، چرخ‌های دندانه‌دار، زنجیرها، تسمه‌ها،پولی‌ها و شافتها تشکیل شده است .(شکل ۵)

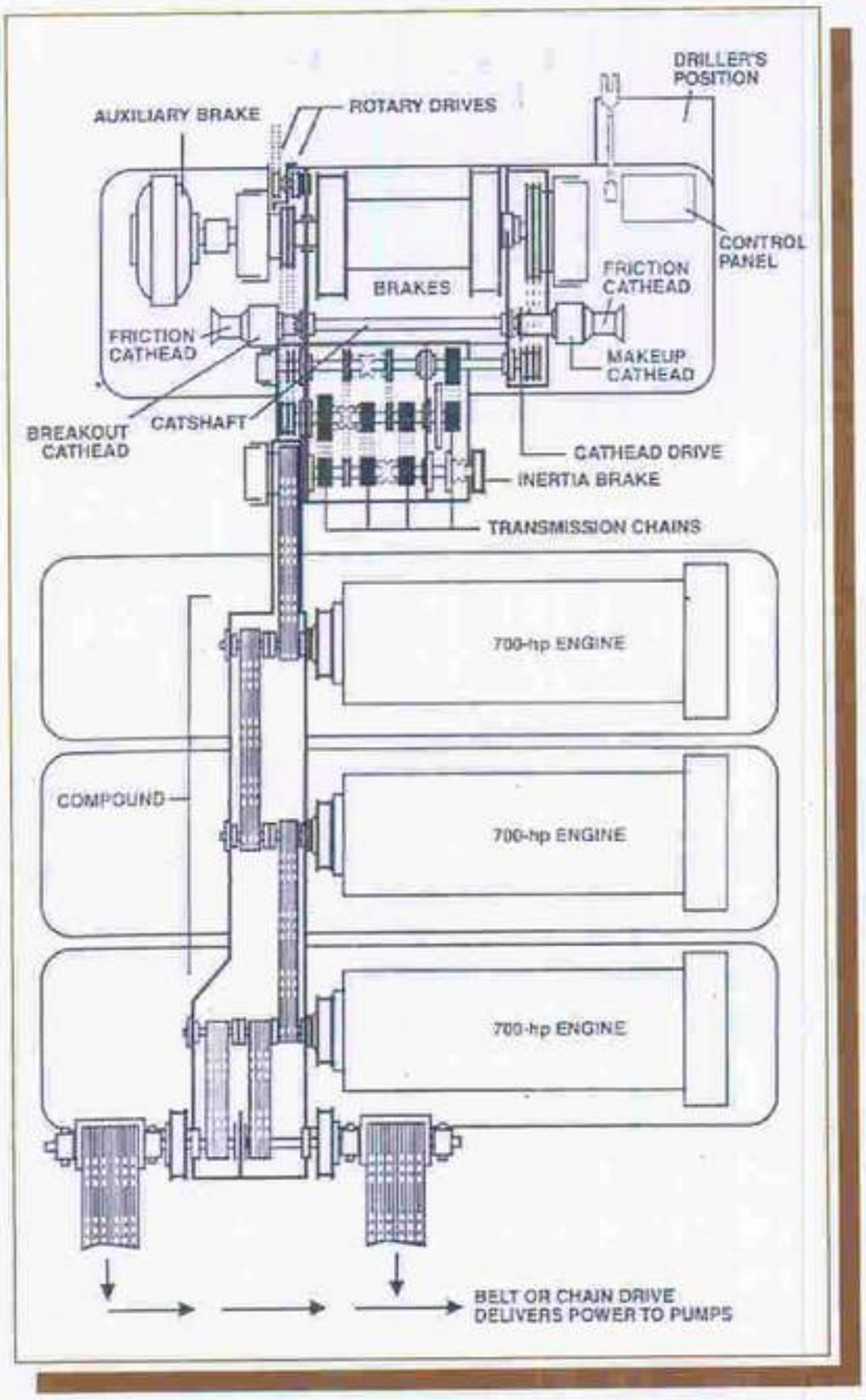
### ۲-۲-۱- محرک دیزل الکتریکی Diesel-Electric

روی یک دکل دیزل – الکتریکی، موتورهای دیزل، ژنراتورهای بزرگ الکتریکی را به‌حرکت در آورده و نیرو و انرژی حاصل توسط کابلها به سوئیچهای کنترل دکل فرستاده می‌شود.
دکلهای الکتریکی به دلایل ذیل جایگزین دکلهای مکانیکی بزرگ شده‌اند:

۱. آنها را می‌توان سریع‌تر برپا کرد و بنابراین دارای ارزش و کارایی بیشتری هستند.
۲. راندمان و کارآیی سیستمهای الکتریکی بیشتر است.
۳. سیستمهای الکتریکی دارای قابلیت ذخیره انرژی می‌باشند.



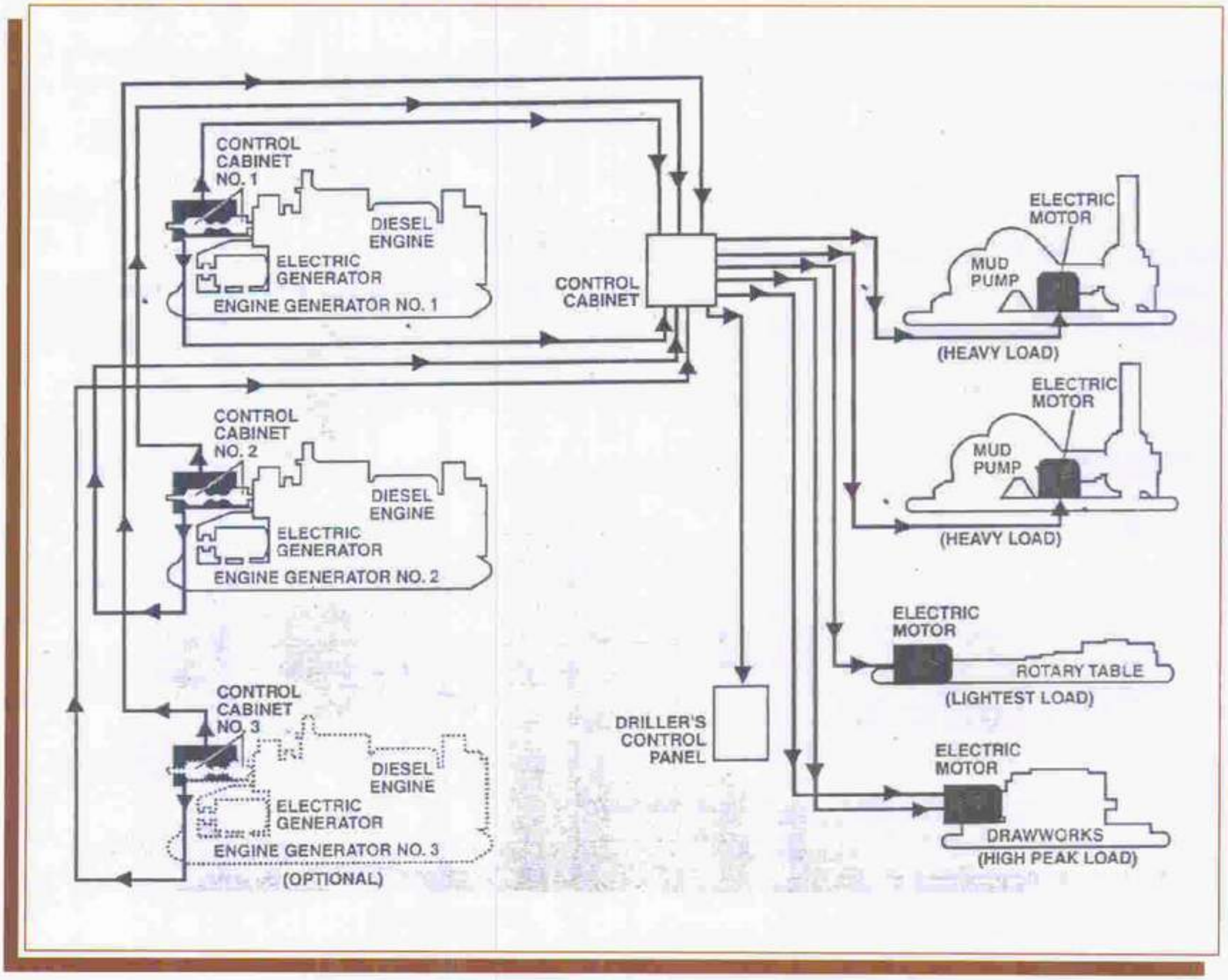

شکل ۴ ـ ترکیب مکانیکی




شکل ۵ ـ ترکیب مکانیکی

۴ این سیستمها امکان ایجاد زیرساختهای (Substructures) بلند مورد نیاز برای حفاری عمیق‌تر،را ممکن می‌سازند.
۵ این سیستمها صدای کمتری تولید می کنند.
۶ بعلت نیاز به فضای کمتر، برای استفاده در سکوهای دریائی مناسب می‌باشند.
۷ امکان نصب این سیستمها در فاصله دورتری از دکل وجود دارد.

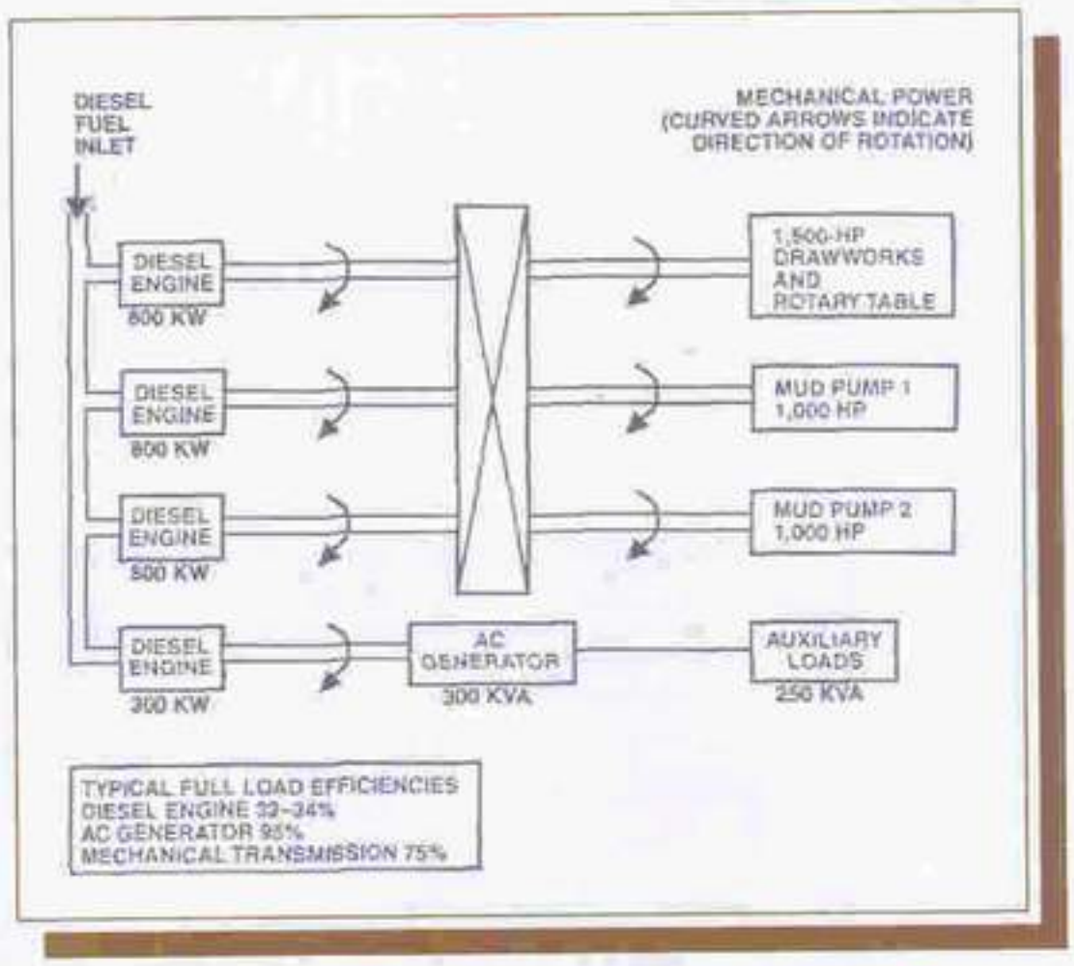
روی یک دکل دیزل – الکتریکی ، محرکها ژنراتورها را به دوران درآورده و باعث تولید جریان متناوب AC که دارای خاصیت کنترل و انتقال راحتی است می‌شود. یکسو کننده‌ها جریان برق AC را به‌جریان برق مستقیم DC تبدیل می کنند که این نوع جریان به سمت موتورها هدایت‌می‌شود. وقتی که موتورها توسط جریان DC قدرت گرفتند، کنترل سرعت آنها راحت و آسان می‌شود.




شکل ۶ـ محرك الکتریکی

## ۳-۱- چیدمان دکل حفاری Land Rig Layout

چیدمان سیستم‌های یک دکل دارای استاندارد ثابتی نیست. محرکهای اولیه (Prime Movers)، وینچ اصلی (Drawworks) پمپها ، و محرک فوقانی ( Top Drive ) می‌توانند به




شکل ۷ ـ انواع سیستم قدرت دکل

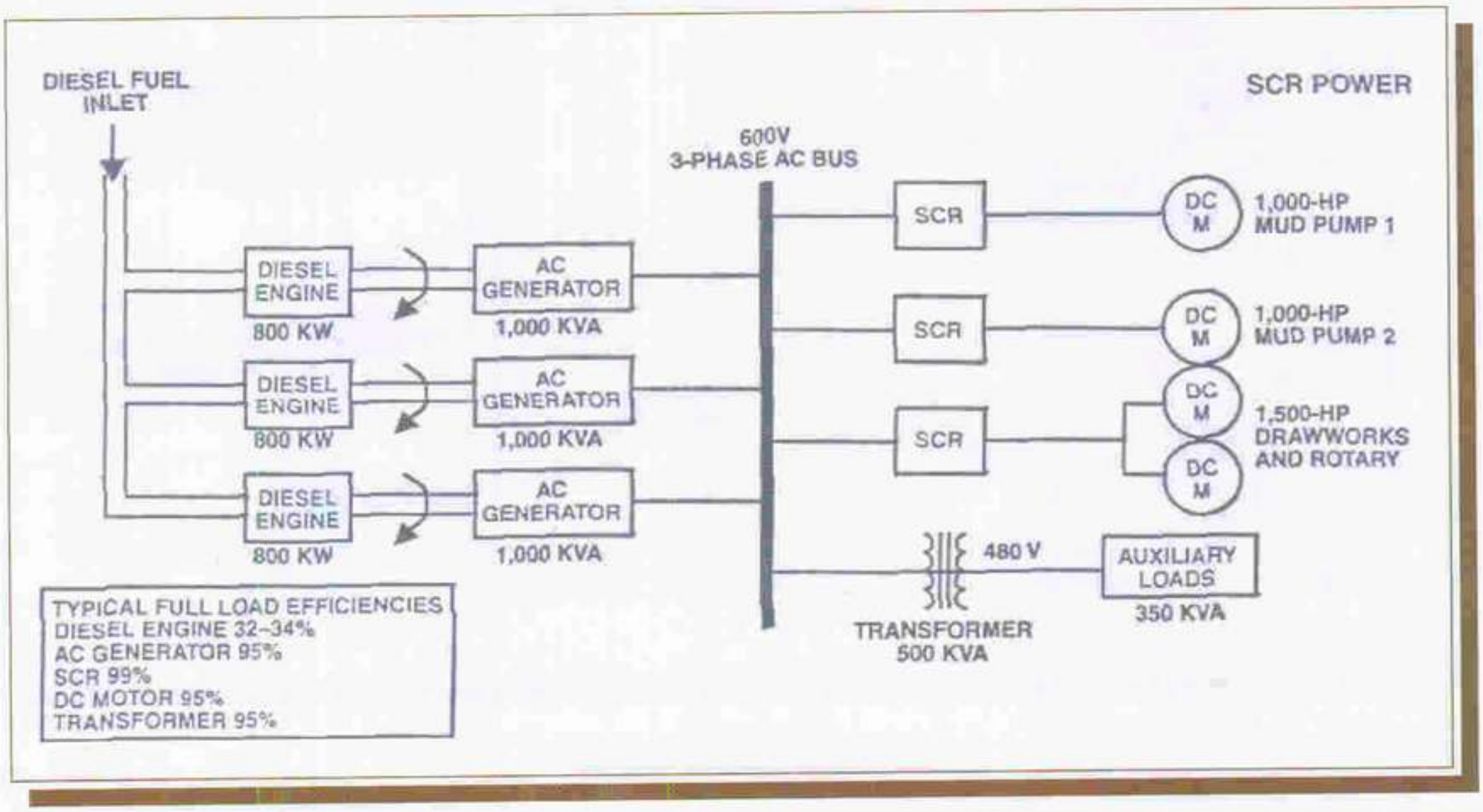
روشهای مختلفی جای‌گذاری شوند که این امر بسته به خواست و نظر مقاطعه‌کار حفاری (Drilling Contractor) دارد شکل( ۸ ) . سیستم بالا بر ( Hoisting System) ، در هنگام بالا آوردن لوله یا قرار دادن جداره در جای خود، به سنگین‌ترین و بیشترین منبع تغذیه و تامین قدرت نیاز دارد. دومین استفاده‌کننده قدرت ، سیستم به جریان انداز سیال حفاری می‌باشد. پمپهای گل حفاری، می‌توانند خودشان منبع قدرت داشته باشند و یا می‌توانند از همان موتورهایی که چرخنده (Rotary) یا محرک فوقانی (Top Derive) را می‌چرخانند، هر کدام که قدرت کمتری بخواهد، استفاده نمایند.

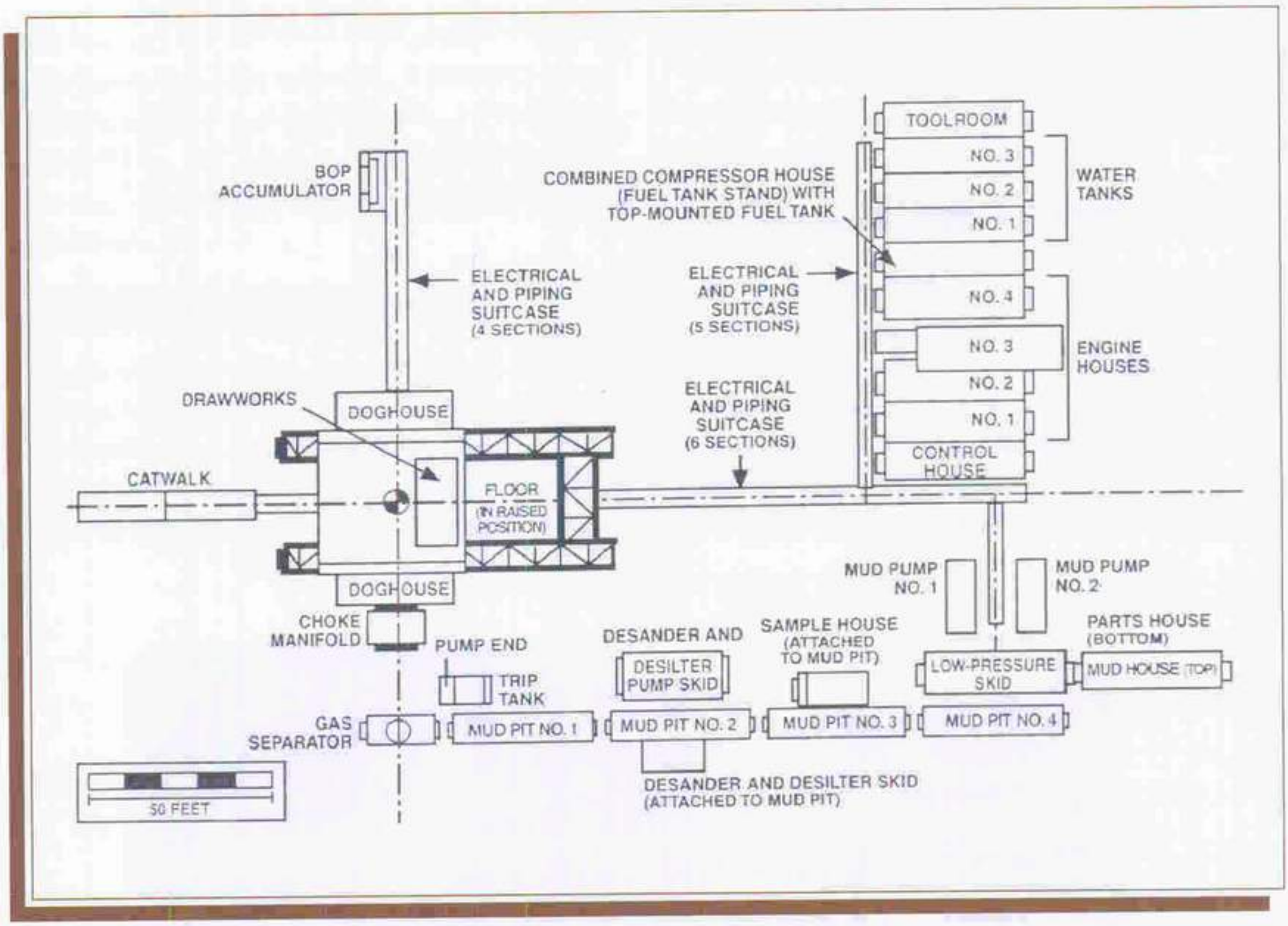
## فصل دوم - سیستم بالا بر

## Hoisting System

### معرفی Introduction

سیستم بالا بر، ساقه حفاری ( Drill Stem ) را درون چاه بالا و پایین برده و همچنین رشته جداری (Casing String) را در داخل چاه پایین می برد. سیستم بالا کشیدن از زیر






شکل ۸ ـ چیدمان یک دکل بزرگ زمینی یا خشکی

ساختار و شالوده(Substructure)، دکل حفاری(Derrick)، وینچ اصلی (Drawworks)که بعضی اوقات Hoist نامیده می‌شود، بلوک تاج (Crown Block)، بلوک انتقال (Traveling Block) قلاب(Hook) و کابل حفاری ( Wire Rope) تشکیل شده است.

## ۱-۲- زیر ساختار The Substructure

بنیان یا زیرساختار، وظیفه تحمل وزن دکل حفاری(Derrick)، میز چرخنده (Rotary Table) وتمام بار ساقه‌حفاری وقتی که ساقه درون چاه معلق است یا بصورت ایستاده در دکل قرار دارد را بر عهده دارد. همچنین زیرساختار وظیفه تحمل وزن رشته جداری(Casing String) را هنگامی که جداره در حال وارد شدن به چاه می‌باشد بر عهده دارد. همچنین ارتفاع و بلندی زیرساخت، می بایست فضای کافی جهت نصب شیرهای فوران‌گیر (BOP) را تأمین نماید. سطح کف دکل(Rig Floor) همچنین محل نصب وینچ اصلی (Drawworks)، صفحه کنترل حفاری، اتاق کار حفار و سایر تجهیزات میباشد.

## ۲-۲-رده‌بندی بار دکل ها Derrick load Rating

رده بندی دکل‌ها (Derricks) بر اساس میزان بارعمودی که می‌توانند حمل کنند و سرعت بادی که در برابر وزیدن آن از اطراف می‌توانند تحمل کنند انجام می شود.
مقدار و مجموع ظرفیت تحمل بار دکل (Derrick)

ممکن است بین ۲۵۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰۰ پوند (۱۱۰ الی ۶۶۰ تن ) یـا بیشتر تغییر نماید . یک دکـل ( Derrick ) عـادی می‌تواند در برابر بادهایی با سرعت ۱۰۰ الـی ۱۳۰ مایـل در ساعت (۱۶۰ الی ۲۱۰ کیلومتر در ساعت) با قفسه‌های پر از لوله و بدون نیاز به‌سیمهای متصل به قلابهای‌متصل به زمین مقاومت نماید.

### ۳-۲-ارتفاع دکل Derrick Height

ارتفاع یک دکل (Derrick) در حجم و ظرفیت تحمل بار آن تاثیر ندارد امـا ارتفاع، طـول قسمتـی از ساقه حفـاری کـه خدمه (Crew) می‌توانند در چاه وارد کنند را محدود می کند . دکلهـا (Derricks) بـه طور عـادی دارای ارتفـاع ۱۳۵ تا ۱۴۵ فوت (۴۱ تا ۴۴متـر) می‌باشنـد. بلـوک تـاج (Crown Block) باید در ارتفاع کافی در بالای کف دکل باشد. این ارتفاع اجازه گردآوری و انبار کردن موقتی ساقه حفاری (Drilling Stand) در هنگام بیرون کشیدن از چاه به منظورتعویض مته یا دلایل دیگر را می‌دهد.

### ۳-۲-ارتفاع دکل Derrick Height

وینچ اصلی که بعضی اوقات به آن بالابر (hoist) گفته می‌شود، در اصل یک استوانه بزرگ است که کابل حفاری را به داخل یا خارج می‌پیچاند و ساقه حفاری ومته‌را بالا یا پایین می‌برد . ازتجهیـزات مخصوص بکاربرده شده روی‌وینچ هاCatHead ها هستندکه برای سرهم‌کردن(Make Up) و ازهم جدا کردن (Break Out) لوله ها بکار می رود. وینچ‌اصلی(Drawworks) ها شامل یک استوانه دوار به شکل یک قرقره‌بسیار بزرگ که

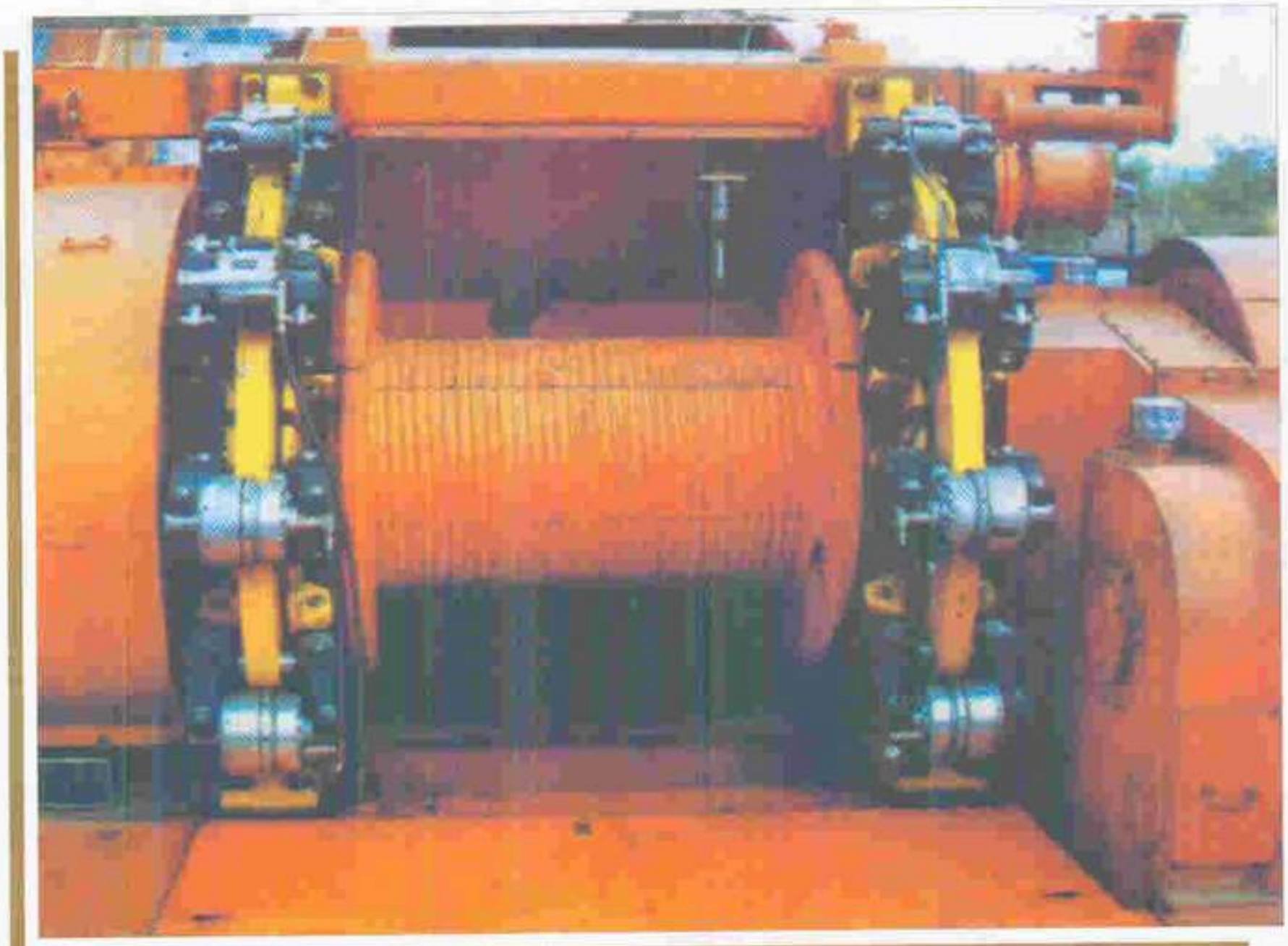
کابل حفاری (Drilling Line) به دورآن پیچیده شده است، می باشند. هنگامی که وینچ اصلی (Drawworks) درحال کارکردن هستند، طبلک یا قرقره می‌چرخد و بسته به جهت دوران آن، باپیچاندن کابل حفاری بلوک انتقال را بالا می‌برد یا با آزاد کردن کابل بلوک را پایین می‌آورد.
ساقهٔ حفاری به بلوک انتقال (Traveling Block) متصل شده و بنابراین با آن بالا یا پایین می‌رود.

## ۲-۵- طبلک فرعی و کت شافت
## The Catshaft and Catheads

Catshaft یک محور متصل شده بین وینچ اصلی و طبلک فرعی است و انتقال دهنده قدرت از وینچ اصلی به طبلک فرعی (Cathead) می‌باشد. حفاران برای سرهم بندی رشته حفاری از طبلک فرعی (Cathead) مخصوص سرهم بندی استفاده می‌نمایند که درسمت حفاری کننده منجنیق قرار دارد. یک زنجیر متصل به انبر مخصوص (Tong) به دور قرقره مخصوص (Cathead Spool) پیچانده می‌شود و توسط یک کارگر، انبر به دور لوله سفت می‌گردد و با چرخیدن محور Cathead و کشیده شدن زنجیر، اتصال لوله ها محکم و سفت می‌گردد. Cathead مخصوص جداسازی (Break out) درست در موقعیت مقابل Cathead سرهم بندی (Make Up) قرار دارد و بصورتی که در بالا توضیح داده شد لوله ها را از هم جدا می‌کند.

## ۲-۶- سیستم ترمز The Brake System

سیستم ترمز وینچ اصلی به حفاران توانایی کنترل حرکت هزاران پوند لوله حفاری یا جداره را می‌دهد. روی اکثر دکلها دو



سیستم ترمز وجود دارد. یکی ترمز اصلی که بصورت مکانیکی است و می‌تواند بار را کاملا متوقف نماید. هنگامی که آن ترمز خلاص می‌باشد، قرقره وینچ اصلی کابل حفاری را برای پایین آوردن بلوک انتقال آزاد می‌کند . سیستم دوم ترمز کمکی بصورت هیدرولیکی یا هیدروماتیک است و می‌تواند سرعت پایین روی بلوک انتقال را کنترل کند، اگرچه نمی‌تواند بلوک را بطور کامل متوقف کند. ترمز کمکی مقداری از مومنتوم تولید شده توسط یک بار سنگین را جذب می‌کند که این کار به ترمز اصلی اجازه می‌دهد تا مؤثرتر و با کارآیی بیشتری عمل نماید.

## ۷-۲- سیستم انتقال
## The Transmission System

سیستم انتقال قدرت وینچ اصلی به حفار امکان انتخاب یک بازهٔ گسترده ازسرعت بالا کشیدن لوله را می‌دهد . قرقرهٔ روی وینچ اصلی می‌تواند حداقل ۴ و معمولا به اندازهٔ ۸ سرعت مختلف را داشته باشد.

## ۸-۲- بلوکها و کابلهای حفاری
## The Blocks and Drilling Line

بلوک تاج (Crown Block)، بلوک انتقال (Traveling Block) و کابل حفاری بار مربوط به لوله را در دکل، چه زمان پایین فرستادن لولـه درچاه یا بیرون کشیدن لولـه از چاه ، تحمل می‌کنند. بلوک انتقال به وسیلهٔ کابل حفاری (Wire Rope) از بلوک تاج معلق می‌باشد. در طول مدت حفاری، باری که بلوکها و کابل حفاری باید تحمل کنند شامل قلاب(Hook) ، مفصل گردان( Swivel ) یا محرک فوقانی ( Top Drive ) ، لوله های چهار پر(Kelly) ، لولهٔ حفاری، وزنه‌های حفاری و متهٔ متصل شده به انتهای وزنـه های حفاری می‌باشـد . در زمان سیمان کاری دیوارهٔ چاه ، یک رشته از لولـه مخصوص که به آن جداره (Casing) گفته می‌شود باید در داخل چاه پایین فرستاده شود و سیمانکاری صورت‌گیرد. رشته جداری معمولا بار سنگین‌تر از لولهٔ حفاری و وزنه‌ها را به سیستم اعمال می نماید. بلوکها باید برای تحمل بارهای سنگین، قوی باشند و اصطکاک نیز باید تا حد ممکن در بلوکها حذف شود. بنـابراین بسیار مهم است کـه یاتاقانـها بخوبی ساخـته و و بطور مناسب روغنکاری و روانکاری شوند.

در برخی از دکلهای حفاری برا ی ایمنی بیشتر از یک سیستم بالا بر هوائی (Air Hoist) برای بالاکشیدن بارهای سبک استفاده می‌گردد.

## ۹-۲- بلوک تاج The Crown Block

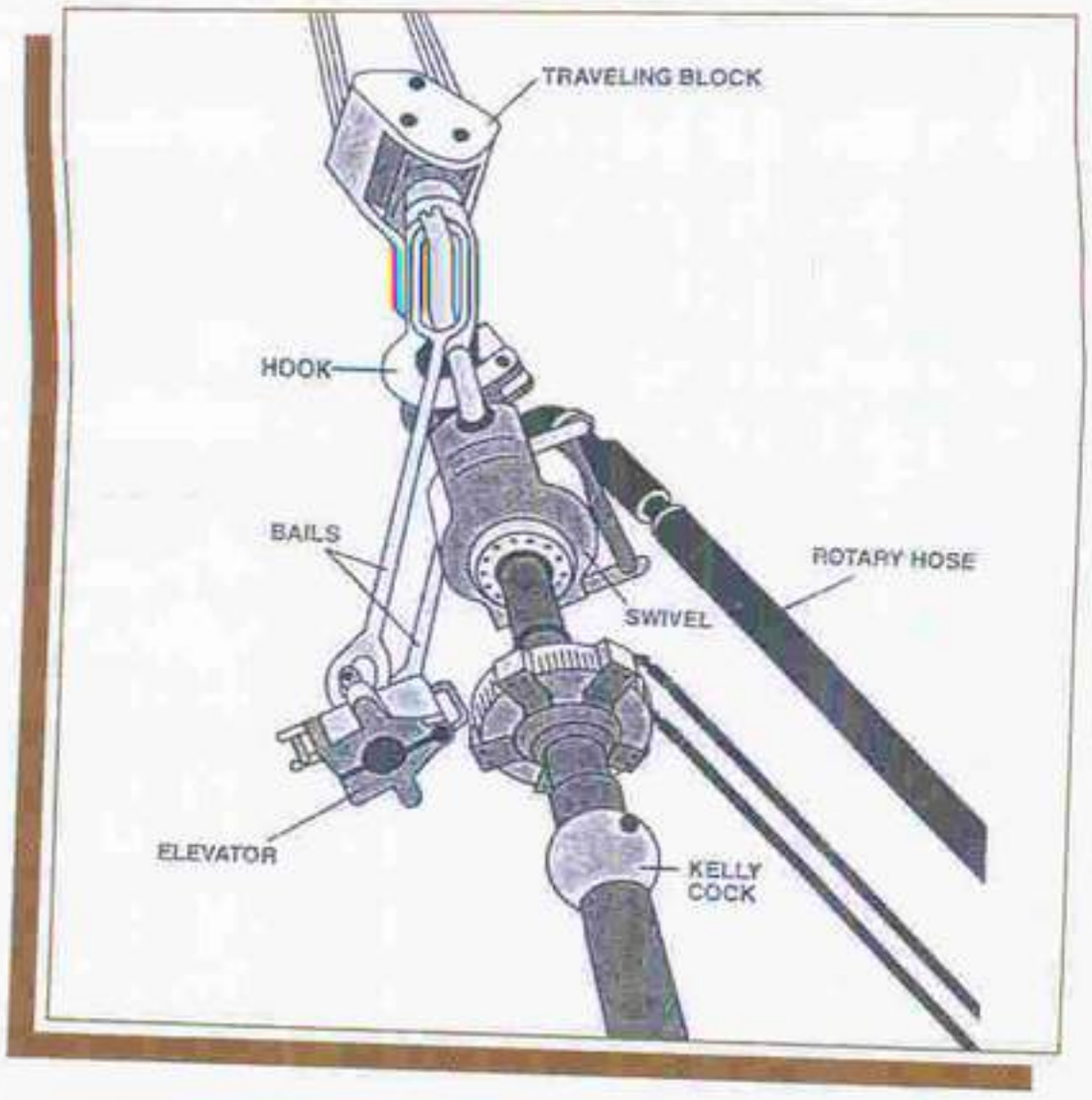
بلوک تاج یک مجموعه ثابت از پولی‌های بزرگ یا قرقره‌های شیاردار (Sheave) است که در بالای دکل نصب شده است (شکل ۱۱) . وظیفه بلوک تاج ، انتقال وزن رشته حفاری از وینچ اصلی توسط کابل حفاری به دکل می‌باشد. قطر قرقره و چرخ شیارداری که کابل حفاری از دور آن عبور کرده معمولاً ۵ فوت (۱/۵ متر) یا بیشتر می‌باشد و قطر پینهایی که چرخ شیاردار روی آنها می‌چرخد ممکن است ۱ فوت و یا بیشتر باشد.

شکل ۱۱ ـ بلوک تاج

## ۱۰-۲- بلوک انتقال The Traveling Block

کابل حفاری بلوک انتقال(Traveling Block) را از بلوک تاج (Crow Block)، آویزان می‌کند. برخلاف بلوک تاج، بلوک انتقال در دکل حفـاری ثابت نبوده و بهمراه لوله ها و بلوک رشته حفاری به بالا و پائین حرکت می‌نماید و همانند بلوک تاج ، بلوک انتقال هم دارای چندین چـرخ و قرقرهٔ شیاردار می‌باشد. (شکل ۱۲) متعلقات و ملحقات بلوک انتقال شامل یک فنر برای عمل کردن به عنوان جاذب شوک و یک قلاب بزرگ که تجهیزات آویزان کردن رشتهٔ حفاری به آن متصل شده است ،

می باشد. قلاب روی بلوک انتقال می‌تواند به یک میلهٔ فولادی استوانه‌ای که به آن Bail ( شبیه به دستهٔ یک سطل است ) گفته می شود، متصل گردد. دو bail دیگر که معمولاً به آنها Links یا اتصالات گفته می‌شود بالابرها (Elevators) را به قلاب متصل می کنند( شکل ۱۳) بالابرها یک مجموعه از گیره‌ها (Clamps) هستند که کمک چرخان‌ها (Rotary Helpers) آنها را روی لوله‌های حفاری محکم چفت می کنند برای آن که حفاران بتوانند لوله‌های رشته حفاری رابه داخل چاه بفرستند و یا از داخل چاه بیرون بکشند.

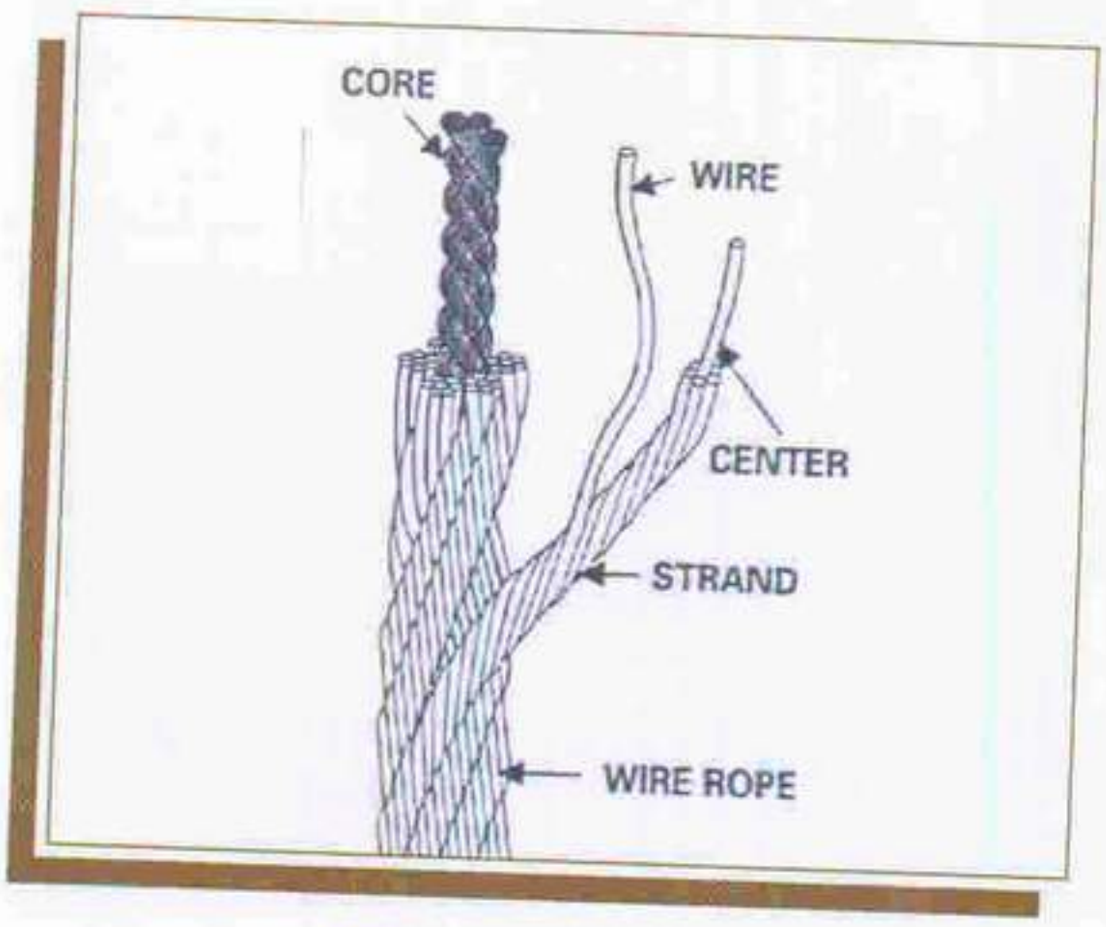



شکل ۱۳ ـ ملحقات بلوک انتقال

شکل ـ ۱۲ ـ بلوک انتقال

## ۱۱-۲- کابل حفاری Drilling Line

کابل حفاری، از بهم بافتن چندین رشته سیم فولادی طبق شکل۱۴ ساخته می‌شود. کابل حفاری به طور خاص برای بلند کردن بارهای‌سنگین موجود روی سکو ( Rig ) طراحی شده است.




شکل۱۴ ـ کابل حفاری

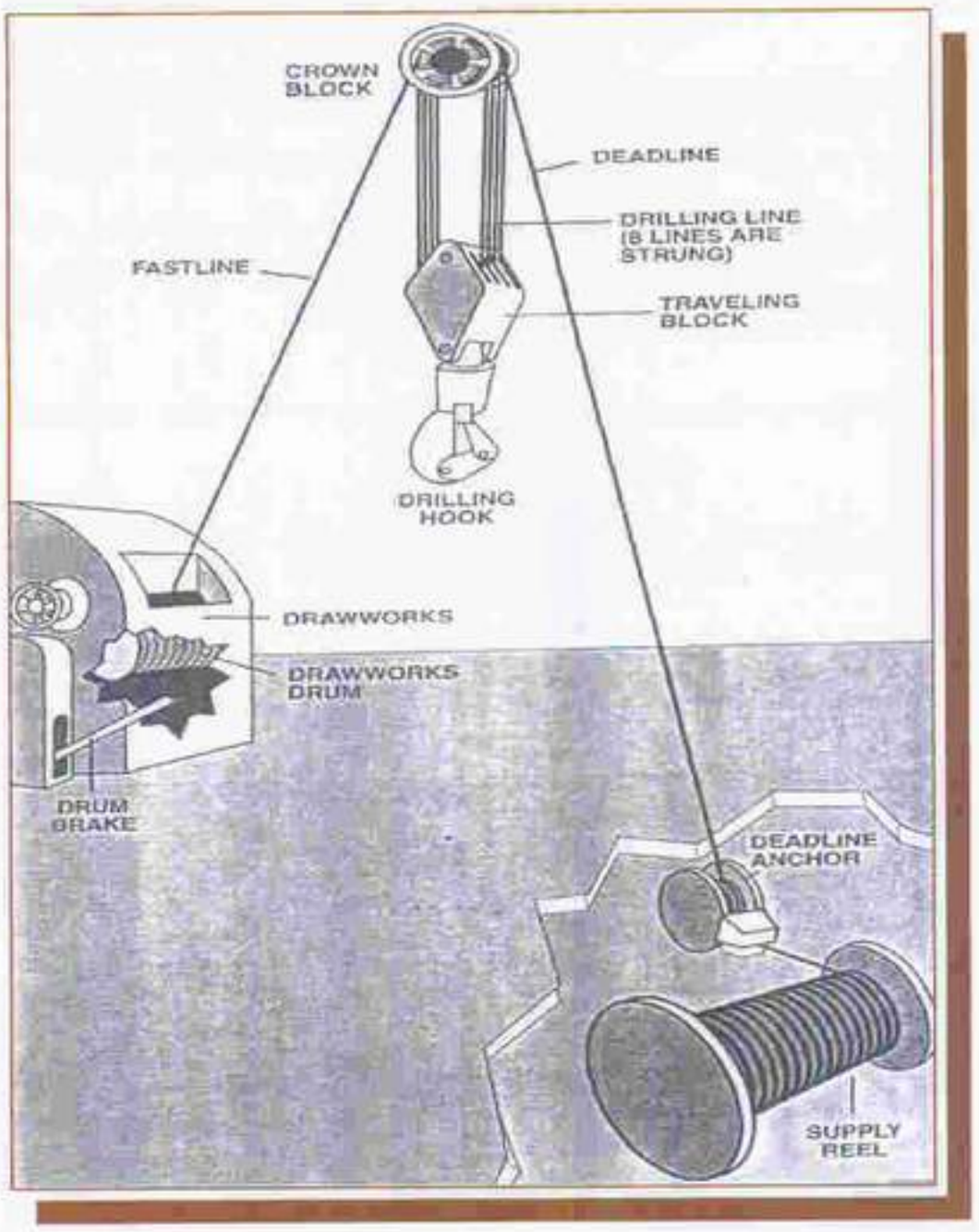
## ۱۲-۲-انداختن کابل در قرقره‌ها String Up

کابل حفاری ممکن است در دکل بصورت پیچیده شده روی یک قرقره‌آماده باشد. بنابراین می‌بایست آنرا در قرقره های بلوکها انداخت. عملیات انداختن کابل در قرقره ها (String Up) به صورت زیر می‌باشد:

گرفتن سر کابل و رد کردن سر آن از روی پولی بلوک تاج و سپس رد کردن از روی پولی اول بلوک انتقال که روی کف دکل درون یک گهوارهٔ ثابت نگهداشته شده است . پس از عبور سیم از روی بلوک انتقال مجدداً کابل را بالا برده و از یکی دیگر ازچرخهای شیار دار بلوک تاج عبور می‌دهند. این کار متناوباً انجام می‌شود تا زمانی که کابلها به اندازه‌ای که تحمل وزن مورد نظر را داشته باشند از روی پولی ها عبور نمایند. تعداد چرخهای شیاردار روی بلوک تاج همیشه یکی بیشتر از تعداد چرخها روی بلوک انتقال می‌باشد. یک کابل کشی ۱۰ کابله به ۶ چرخ شیاردار روی بلوک تاج و ۵ پولی روی بلوک انتقال نیاز دارد. چرخ اضافی روی بلوک تاج مربوط به کابل مرده یا Dead Line می‌باشد. میزان کابل مصرفی به عمق چاه و وزن لوله ها بستگی خواهد داشت. بعد از آنکه کابل حفاری برای آخرین بار از روی بلوک تاج گذشت، کارگران سر سیم را بطرف وینچ اصلی می کشند و در داخل قرقره آن بار محکم می کنند. سپس وینچ اصلی را روشن کرده و چندین دور آن را می گردانند. به آن بخش از کابل که بین بلوک تاج و قرقرهٔ کابل قرار دارد و در داخل یک مهار(Anchor) محکم شده کابل مرده ( Dead Line) گفته می‌شود . در انتها با جمع کردن کابل‌توسط وینچ اصلی ، بلوک انتقال از روی زمین بلند شده و در ارتفاع مورد نظر قرار می گیرد.

## ۱۳-۲- نگهداری Maintenance

بدلیل اینکه کابلهای حفاری به طور مداوم در داخل چرخ‌های شیاردار حرکت می کنند باید به طور مستمر و مکرر مورد بازرسی قرار گیرند. معیار سایش در واحد تن، مایل یا مگاژول اندازه‌گیری می‌شود. وقتی که کابل بالابر ( ۱۲۰ تن ) بار را به اندازهء ۱ مایل یا ۱.۶ KMحرکت می‌دهد، کابل به اندازهٔ ۱ تن مایلTon-Mile (مگاژول Mega Joule ) سائیده می‌شود. برای حرکت دادن کابل سائیده شده، ابتدا بلوک انتقال را در داخل دکل آویزان می کنند بطوری که نتواند حرکت نماید و یا بلوک را روی کف در وضعیت ایستاده نگهمیدارند. در همان حال، کابل حفاری را از وسط چرخهای شیاردار بدون حرکت دادن بلوک انتقال، حرکت می‌دهند. سپس بستهای روی مهار کابل مرده راشل و لق می کنند. (شکل ۱۵ ) حفاران منجنیق را روشن کرده و طول مورد نیاز کابل‌حفاری را از وسط بست و مهار کابل مرده عبور داده و دور قرقرهٔ وینچ اصلی می‌پیچانند و به مقدار کافی کابل را از بست مهاری عبور می‌دهند تا اطمینان حاصل شود که نقاط سائیده شده روی کابل از روی قرقره ها جمع شده‌اند. در انتها، خدمه بستها و گیره‌های مهار کابل مرده را مجددا سفت و محکم می کنند و بلوک انتقال را از قیود آزاد می کنند. و به وضعیت کاری عادی باز می گردانند.




شکل ۱۵ ـ سیستم بالا کش

# فصل سوم – سیستم گردشی یا دورانی

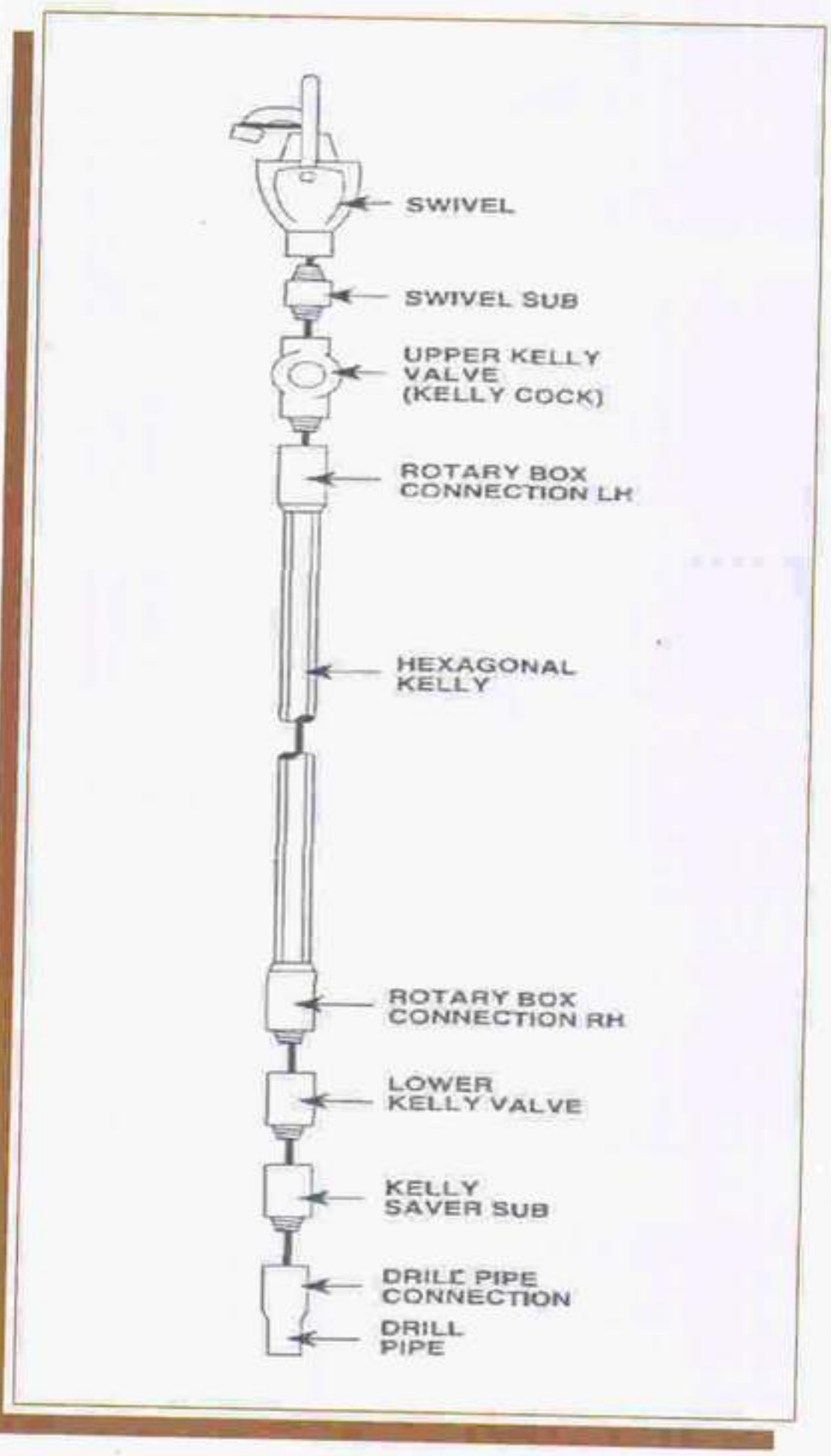
## Rotating System

### معرفی Introduction

وظیفه سیستم گردشی، دوران رشته حفاری و مته برای حفر یک چاه می‌باشد. تجهیزات سیستم دورانی از بالا تا پایین تشکیل شده است از:

۱ مفصل گردان (Swivel) یا محرک فوقانی(Top Derive)
۲ لوله چهارپر(Kelly)
۳ جانشین تبدیل لوله چهار پر (Kelly Saver Sub)
۴ میز چرخان(Rotary Table)
۵ لوله حفاری(Drill Pipe)
۶ بستهای لوله(Tool Joints)
۷ غلافها و وزنه‌های حفاری(Drill Collar)
۸ مته (Bit)

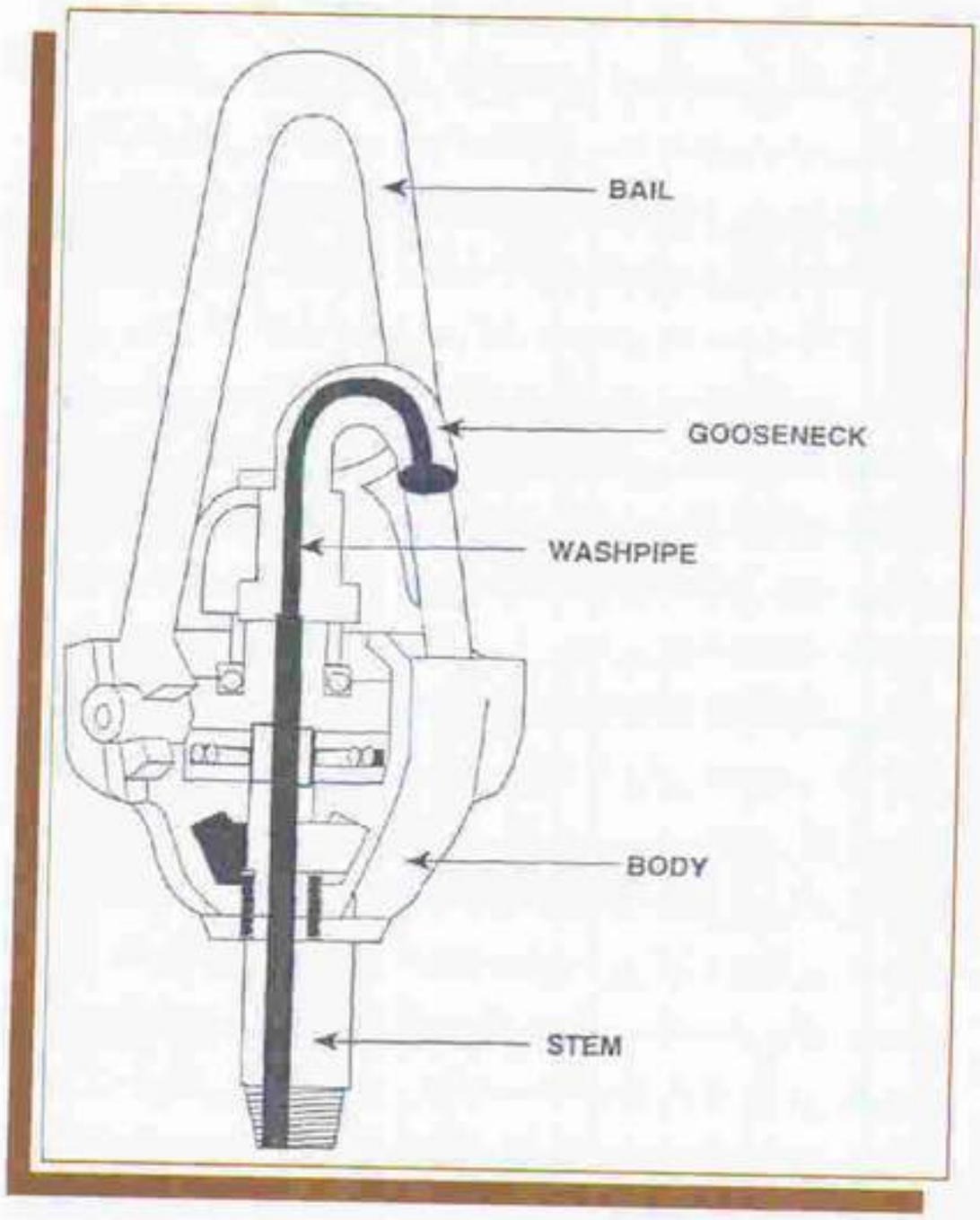
به مجموعه تجهیزات بین مفصل گردان (Swivel) و مته(Bit)، شامل لوله چهارپر، لوله حفاری و غلافهای حفاری اما بدون در نظر گرفتن میز چرخان‌ساقه حفاری (Drill Stem) می‌گویند (شکل۱۶) اگرچه برطبق نظر API، رشتهٔ حفاری یا Drill String همان لوله حفاری یا Drill Pipe می‌باشد.




شکل ۱۶ ـ ساقه حفاری

### ۱–۳– مفصل گردان Swivel

مفصل‌گردان یا Swivel یک وسیله مکانیکی قابل توجه و جالب است (شکل ۱۷)که به بلوک انتقال توسط یک میله یا




شکل۱۷ ـ مفصل گردان

دسته بزرگ (Bail) متصل شده است. این وسیله دارای سه کاربرد اصلی می‌باشد؛

۱ تحمل‌وزن ساقه حفاری.

۲ ایجاد امکان دوران ساقه حفاری.

۳ یک آب‌بندی فشاری محکم و راه گذر برای گل حفاری به درون ساقه حفاری ایجاد می‌نماید.

سیال حفاری تحت فشار بسیار زیادی می‌باشد که گاهی تا ۵۰۰۰ psi بالا می‌رود.

سیال از داخل محفظه شتر گلویی (Goose Neck) که یک لولهٔ منحنی شکل ضد سایش است توسط شلنگ چرخان (Rotary Hose) وارد مفصل گردان(Swivel) می‌شود.

وظیفه شلنگ چرخان ایجاد یک اتصال انعطاف پذیر بین مفصل گردان و پمپ گل حفاری می‌باشد.

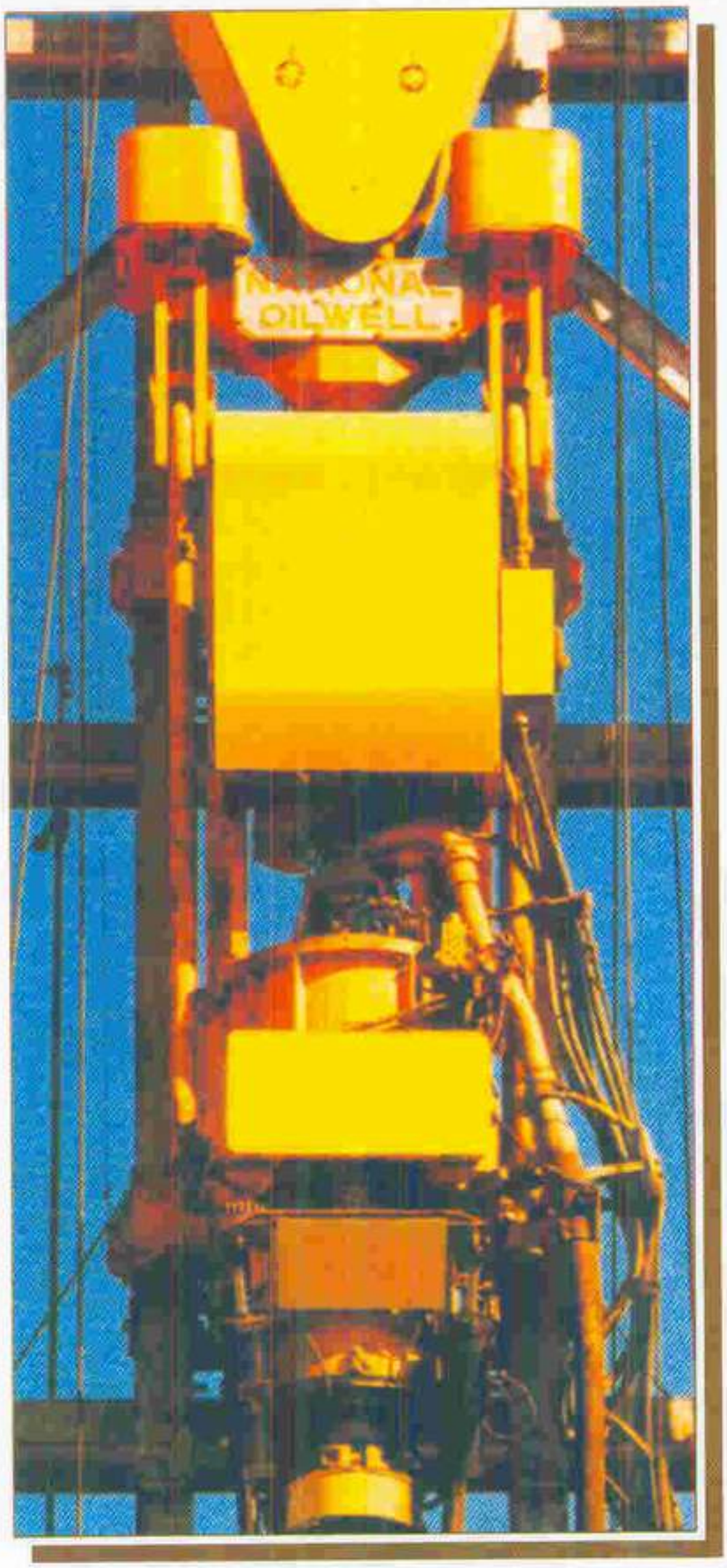
## ۲-۳- محرک فوقانی Top Drive

درتعدادی از چاههای نفت بخصوص سکوهای دریائی نفت، از یک نوع مفصل گردان قوی و قدرتمند (Powered Swivel) که به آن محرک فوقانی یا Top Drive گفته می‌شود، (شکل ۱۸) به جای مفصل گردان قراردادی استفاده می کنند.

محرک فوقانی از قلاب بلوک انتقال به جای مفصل گردان قراردادی یا Conventional Swivel آویزان می‌شود. تاپ درایو به دو ریل عمودی که به دکل متصل می‌باشد به گونه‌ای درگیر بوده که فقط امکان حرکت عمودی به سمت بالا و پایین را دارد. این ریلها تاپ درایو را از چرخیدن محافظت می‌نمایند.

یک موتور با کارآیی بالا در محرک فوقانی یا Top Drive یک شفت محرک رزوه شده را می‌چرخاند. هنگام استفاده از سیستم تاپ درایو نیازی به استفاده از لوله های چهارپر، میز چرخان(Rotary Table)، بوش میل چهارپر(Master Bushing) و بوش محرک میل چهارپر(Kelly Drive Bushing) نمی‌باشد.

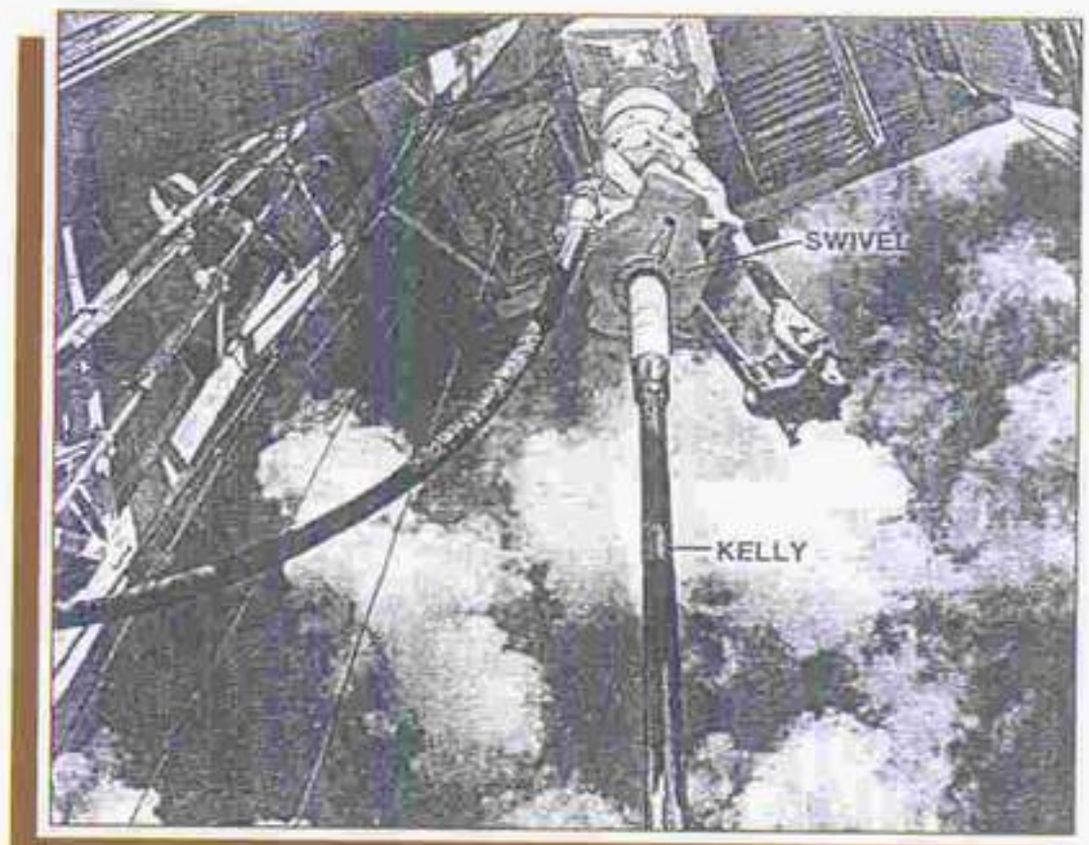
محرک فوقانی انتقال و جابجایی لوله را برای خدمه و کارکنان ایمن‌تر و راحت‌تر می‌سازد. در یک سیستم عادی کارگر تنها می‌تواند یک اتصال یا یک شاخه از لولهٔ حفاری را در هر بار هنگام عمیق‌تر شدن چاه، اضافه نماید، زیرا لوله چهارپر همیشه باید در تماس با بوش محرک میل چهارپر باشد.در یک سیستم محرک فوقانی، کارگر می‌تواند سه اتصال لوله را در یکزمان اضافه نماید زیرا محرک فوقانی دارای منبع قدرت مربوط به خود می‌باشد . یک واحد محرک فوقانی همچنین به هم بستن( Screwing ) و از هم جدا کردن(Unscrewing) لوله را ایمن‌تر می‌سازد. کارگر (Crew) واحد تاپ درایو، انبر (Tong)، را برای سرهم بندی و جداسازی لوله از رشته بطور مستقیم بکاری می‌برد که در این روش زنجیرها وکابلها ازطرف وینچ اصلی کشیده نمی‌شود.




شکل ۱۸ ـ تاپ درایو

## ۳-۳- لوله چهارپر Kelly

لوله چهارپر( kelly) به عنوان یک راه گذر و گذرگاه برای سیال حفاری در مسیر خود به داخل چاه عمل می کند و همچنین حرکت دورانی و چرخشی را به لوله حفاری و مته منتقل می کند. لوله چهارپر یک قطعه لوله‌ای چهار و یا شش وجهی می‌باشد. لوله چهارپر گرد و مدور نیست چون وجوه صاف و تخت آن به کلی اجازه می‌دهد تا در هنگامی که حفاران آن را از شکاف و منفذ چهار یا شش وجهی روی بوش محرک میل چهارپر (kelly Drive Bushing) پایین می‌فرستند از منفذ به راحتی عبور نماید. (شکل ۱۹) بوش محرک کلی (Bushing kelly Drive) در داخل یک بوش اصلی یا(Master Bushing) محکم می‌شود طوری که هنگام چرخش در داخل میز چرخان (Rotary Table) جفت می‌باشد (شکل ۲۰). همچنان که میز چرخان می گردد، بوش اصلی (Master Bushing) و بوش محرک کلی (Kelly Drive Bushing) هم می گردند که این باعث دوران کردن کلی (Kelly) می‌شود. لولهٔ حفاری که به انتهای کلی متصل می گردد هم می‌چرخد. یک کلی‌طبق استاندارد API، دارای ۴۰ فوت (m۱۲/۲) درازا می‌باشد. استانداردهای API همچنین طول انتخابی ۵۴ فوتی ( ۱۶/۵ متری ) کلی را مجاز شمرده است. از آنجایی که کلی استاندارد API، ۴۰ فوت می‌باشد، اکثر کلی‌ها این اندازه می‌باشند. کلی بلندتر با رنج ۳ لوله‌های حفاری، که دارای ۴۳ فوت یا ۱۳ متر طول می‌باشند و روی چاههای نفت شناور استفاده می گردد.



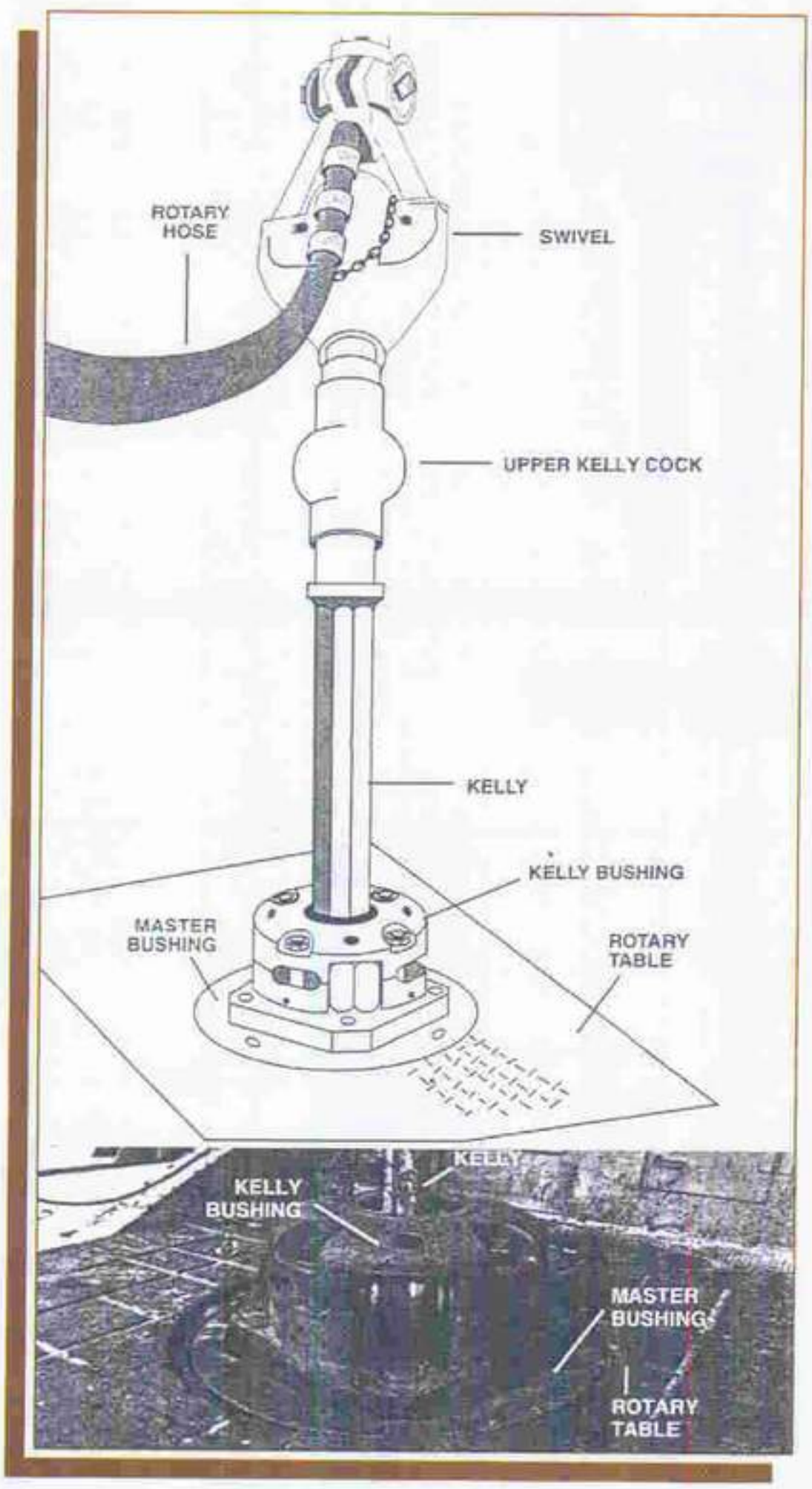

شکل ۱۹ ـ لوله چهارپر

## ۴-۳- شیرهای اطمینان لوله چهارپر

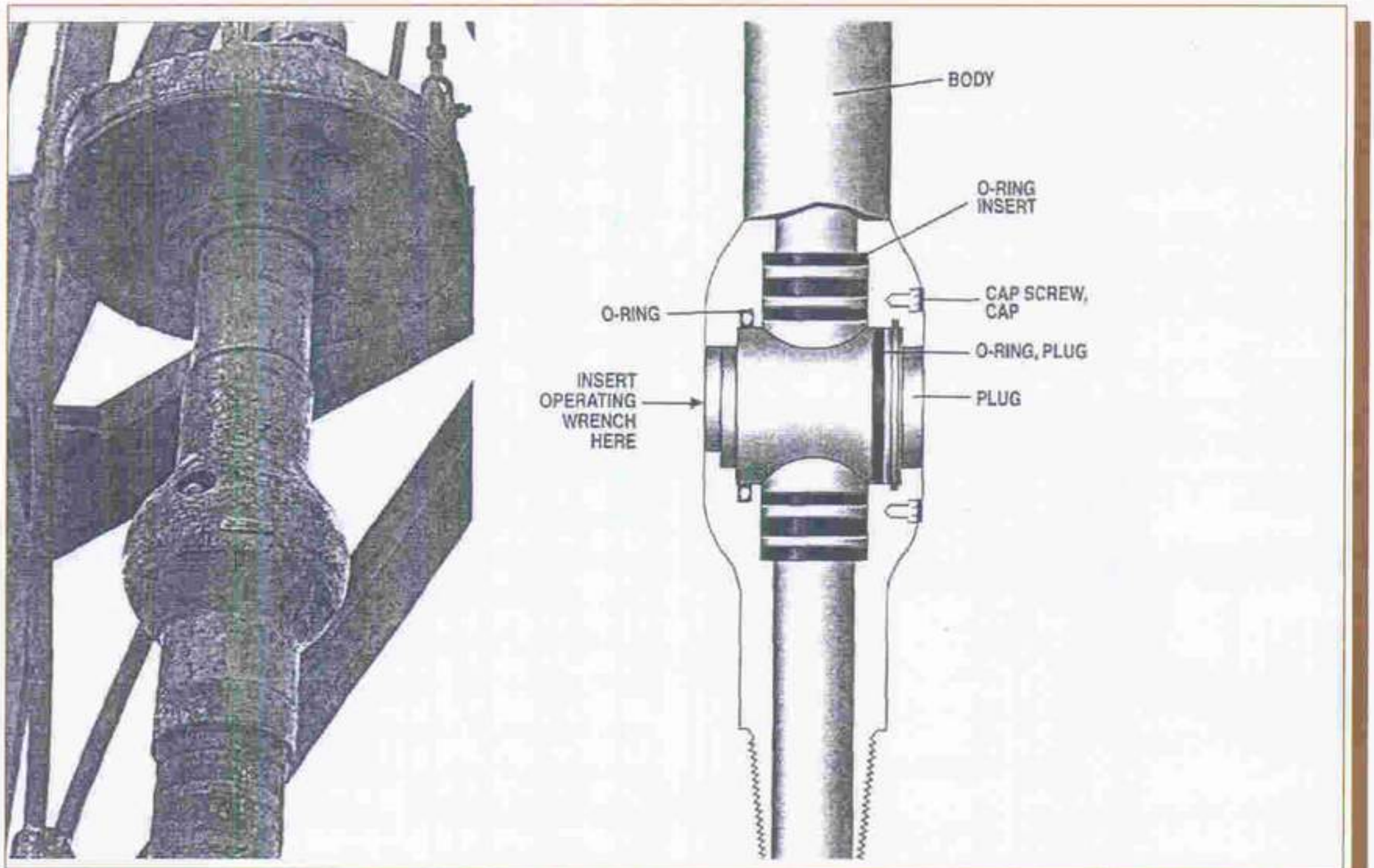
## Kelly Cocks

### ۱-۴-۳- شیر اطمینان فوقانی لوله چهارپر
### Upper Kelly Cock

جهت اطمینان از عدم افزایش ناگهانی فشار چاه از طرف داخل رشته حفاری، درست در بالای لوله چهارپر بسته می‌شود.




شکل ۲۰ ـ میز گردان



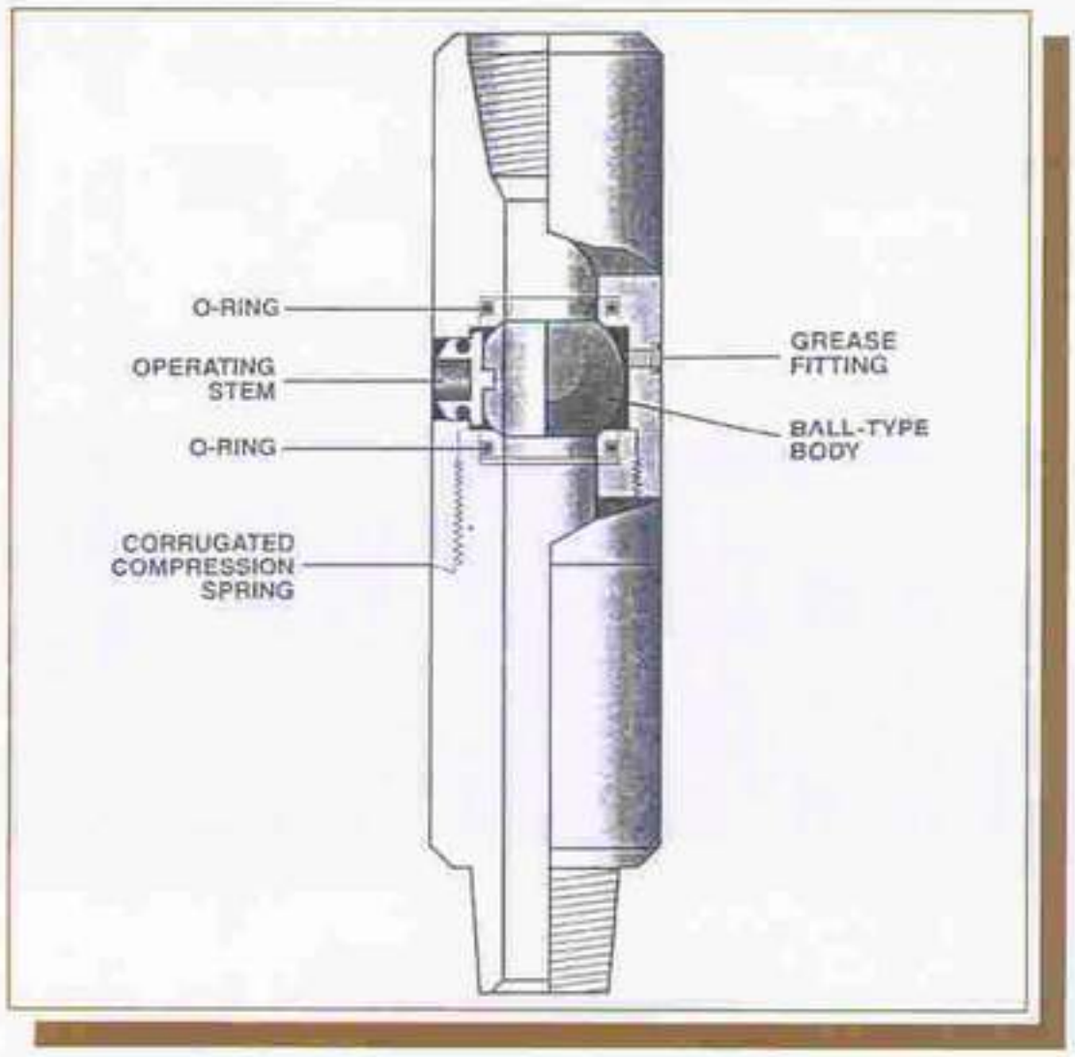

**شکل ۲۱ ـ شیر اطمینان فوقانی لوله چهارپر**

این شیر دارای یک آچار مخصوص است که باید همیشه در سکو و دریک مکان مشخص قرار داشته باشد. ( شکل ۲۱ )

### ۲ـ۴ـ۳) شیر اطمینان پایینی لوله چهارپر

### Lower Kelly Cock

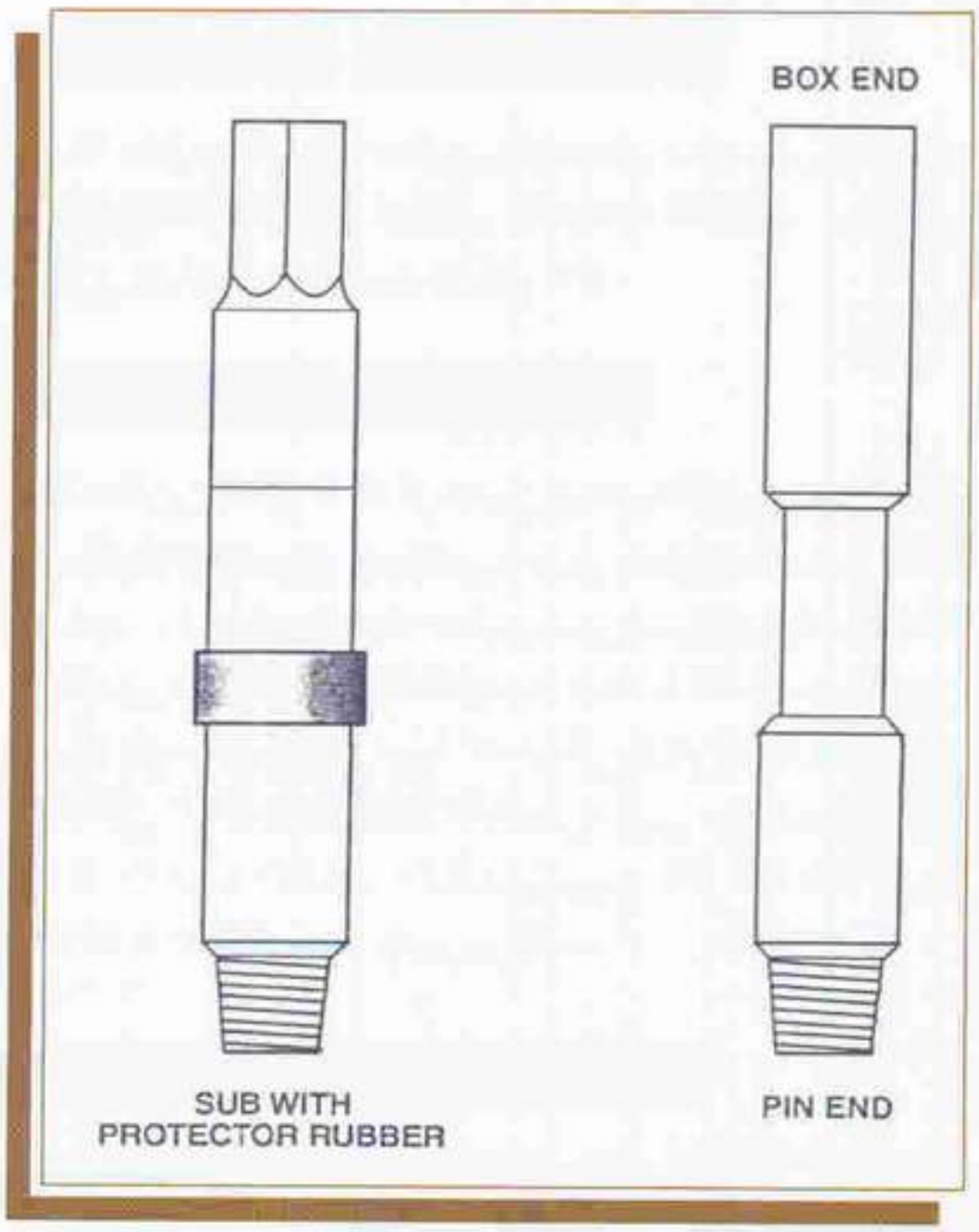
این شیر معمولا در انتهای تحتانی لوله چهارپر و تبدیل محافظ لوله چهارپر (Kelly Saver Sub) نصب می‌شود. وظیفه این شیر هم همان جلوگیری از افزایش ناگهانی فشار چاه می‌باشد و از آنجائیکه شیر فوقانی همیشه در دسترس نیست، این شیر باید حتما در محل خود نصب گردد.( شکل ۲۲ )




**شکل ۲۲ ـ شیر اطمینان تحتانی لوله چهارپر**

## ۵-۳- تبدیل محافظ کلی
## The Kelly Saver Sub

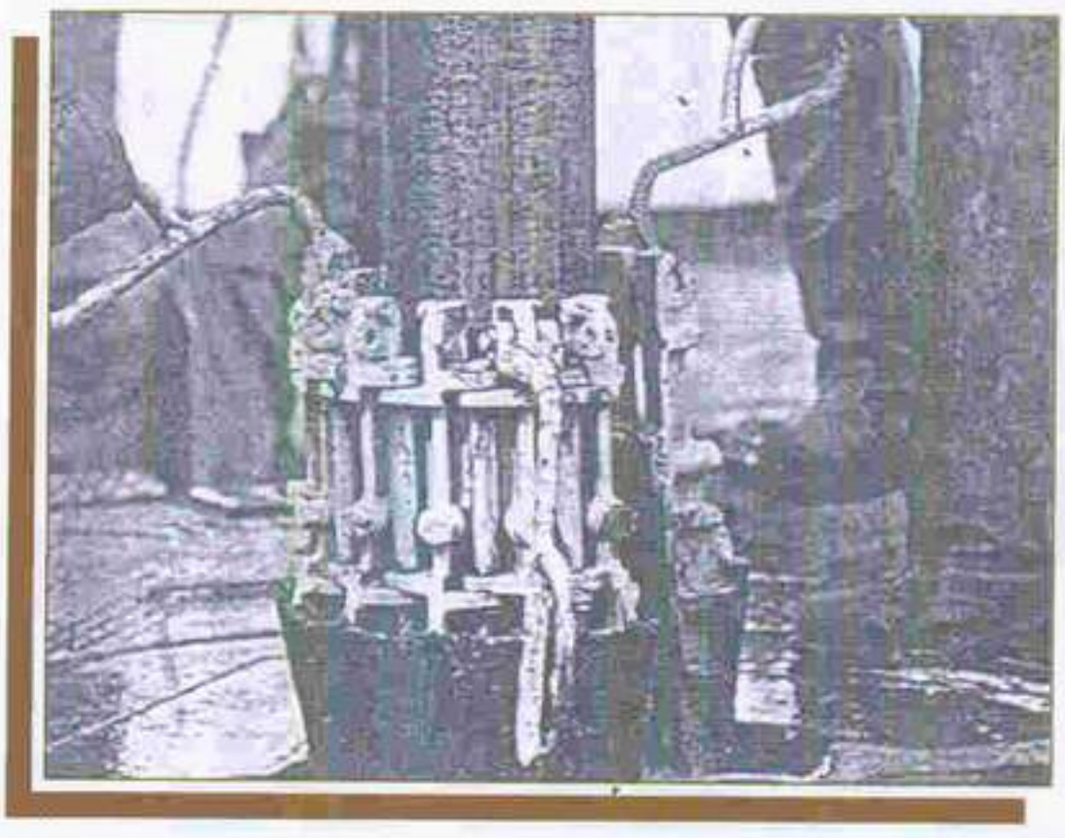
قطعه ایست که بین شیر اطمینان تحتانی لوله چهارپر و لوله حفاری قرار دارد و انتهای آن به بالای هر شاخه از لوله حفاری که به ساقه اضافه می‌گردد متصل است. وظیفه آن جلوگیری از سایش رزوه های شیر اطمینان تحتانی لوله چهارپر است چون قطعه تبدیل (Sub) ارزان‌تر از شیر تحتانی است(شکل ۲۳).

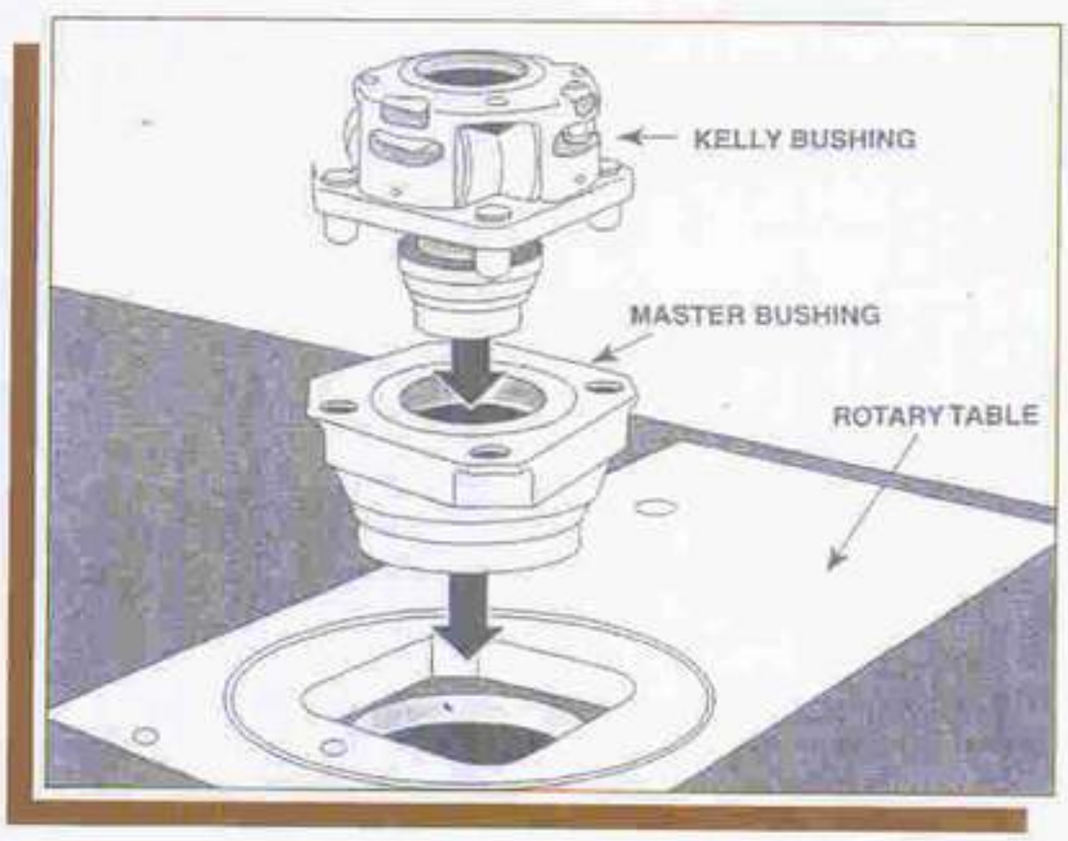



شکل ۲۳ ـ تبدیل محافظ لوله چهارپر

## ۶-۳- میز گردان The Rotary Table

در حقیقت حفاری دورانی نام خود را از میز گردان گرفته است. ( شکل۲۴ ) یک زنجیر از Compound یا ازیک موتور الکتریکی به میز گردان نیروی چرخشی می‌دهد.
بوش‌اصلی میل چهارپر (Master Bushing) در میز گردان محکم و چفت می‌شود و بوش کلی (Kelly Bushing) را می‌گرداند. (شکل ۲۴ ) میز چرخان همچنین به لوله‌گیر (Slip) امکان انجام وظیفه می‌دهد اسلیپ یا لوله‌گیر، یک وسیله چند تکه مخروطی است که این تکه‌ها محکم کنار هم ردیف شده‌اند و لوله را به صورت معلق در چاه نگه می‌دارد (شکل ۲۵).






شکل‌های ۲۴ و ۲۵ ـ میز گردان و لوله گیر

## ۷-۳- رشته حفاری Drill String

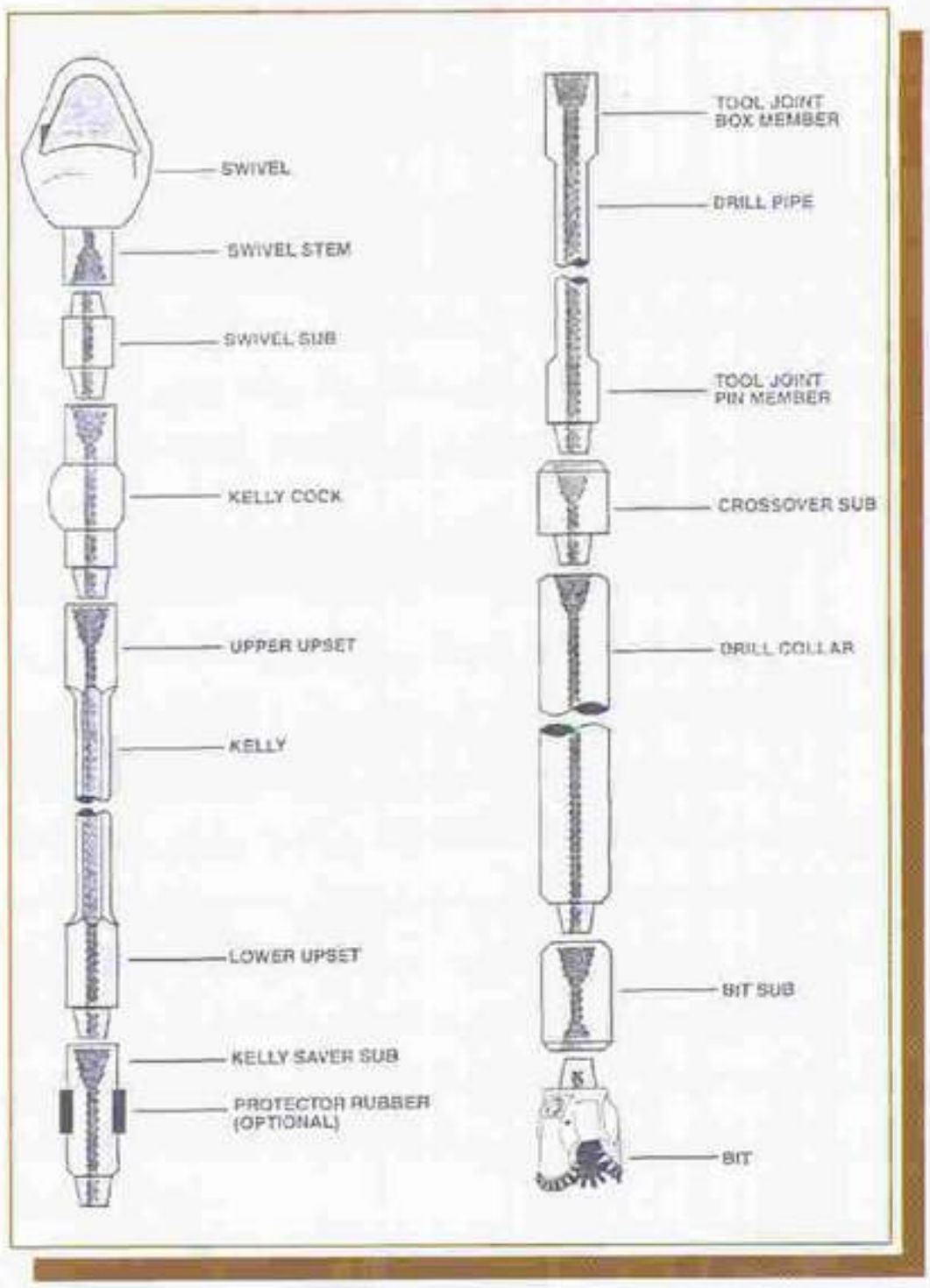
رشته حفاری از لوله حفاری و لوله‌های مخصوص با دیواره ضخیم با نام غلافهای حفاری (Drill Collars) یا وزنه‌های حفاری تشکیل شده است (شکل ۲۶) .

## ۸-۳- لوله حفاری Drill Pipe

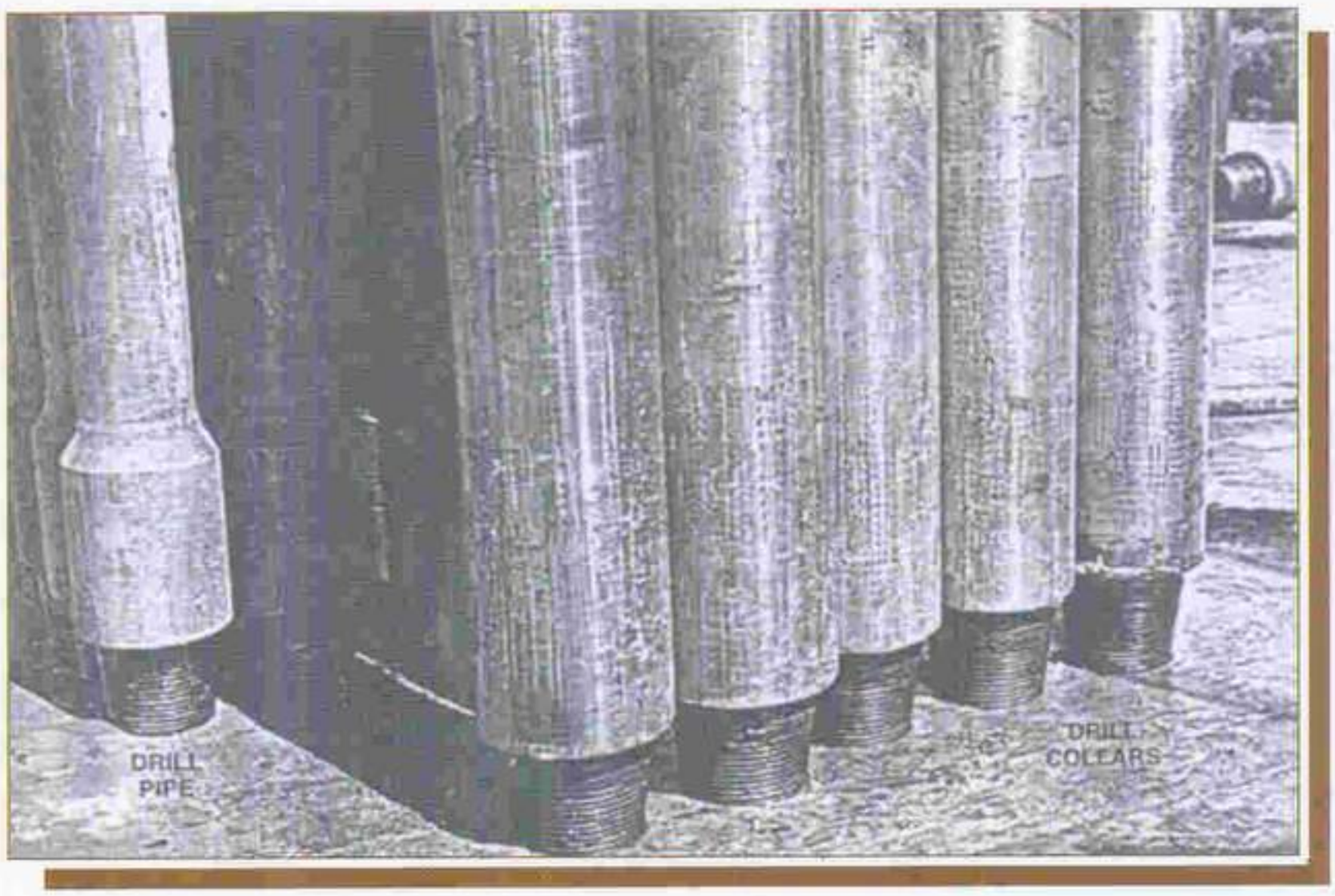
لوله حفاری (شکل ۲۷) از جنس فولاد یا آلومینیوم می‌باشد که برای انتقال نیروی چرخشی و سیال حفاری به مته استفاده می‌شود. یک شاخه از لوله حفاری بدون بستهای لوله (Joints Tool) می‌تواند از ۱۸ تا ۴۵ فوت ( ۵.۵ تا ۷.۱۳ متر ) طول داشته باشد. طولهای رنج ۱ که همگی کنار گذاشته شده‌اند از ۱۸ الی ۲۲ فوت (۵/۵ تا ۶/۷ متر) تغییر می کند. رنج ۲ از ۲۷ تا ۳۰ فوت (۸/۲ تا ۹/۱ متر) و رنج ۳ از ۳۸ تا ۴۵ فوت (۱۱/۶ تا ۱۳/۷ متر ) تغییر می کند.

## ۹-۳- اتصال لوله Tool Joints

به سرهای رزوه شده لوله‌حفاری، بستهای لوله (Tool Joints) گفته می‌شود و این بستها قسمتهای جدایی هستندکه یک سر آن به بدنه لوله حفاری جوش می شود و انتهای دیگر رزوه می شود. اگر انتهای بست لوله بصورت خارجی رزوه شده باشد

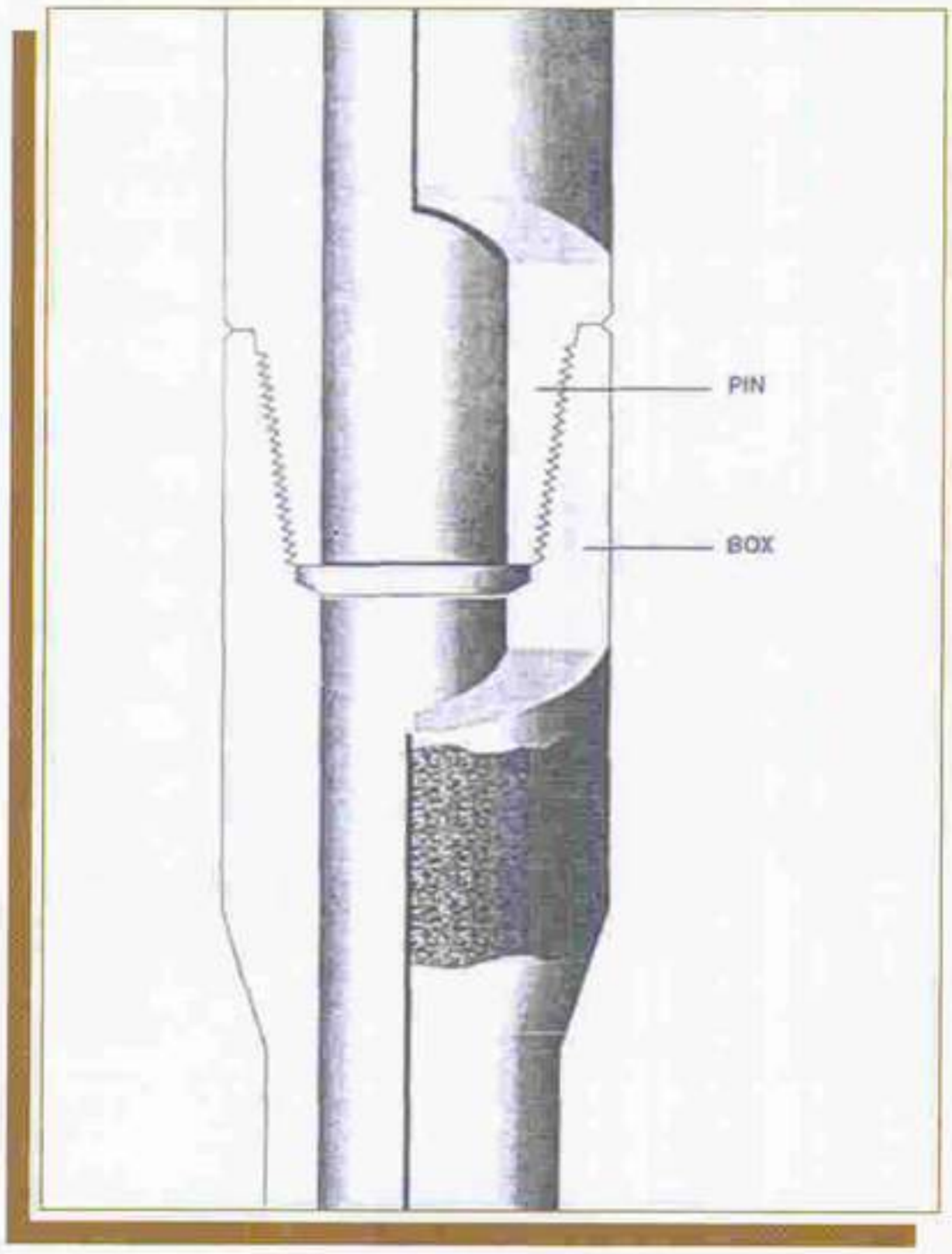



شکل ۳۲ ـ ساقه حفاری




شکل ۲۷ ـ لوله‌ها و غلافهای حفاری

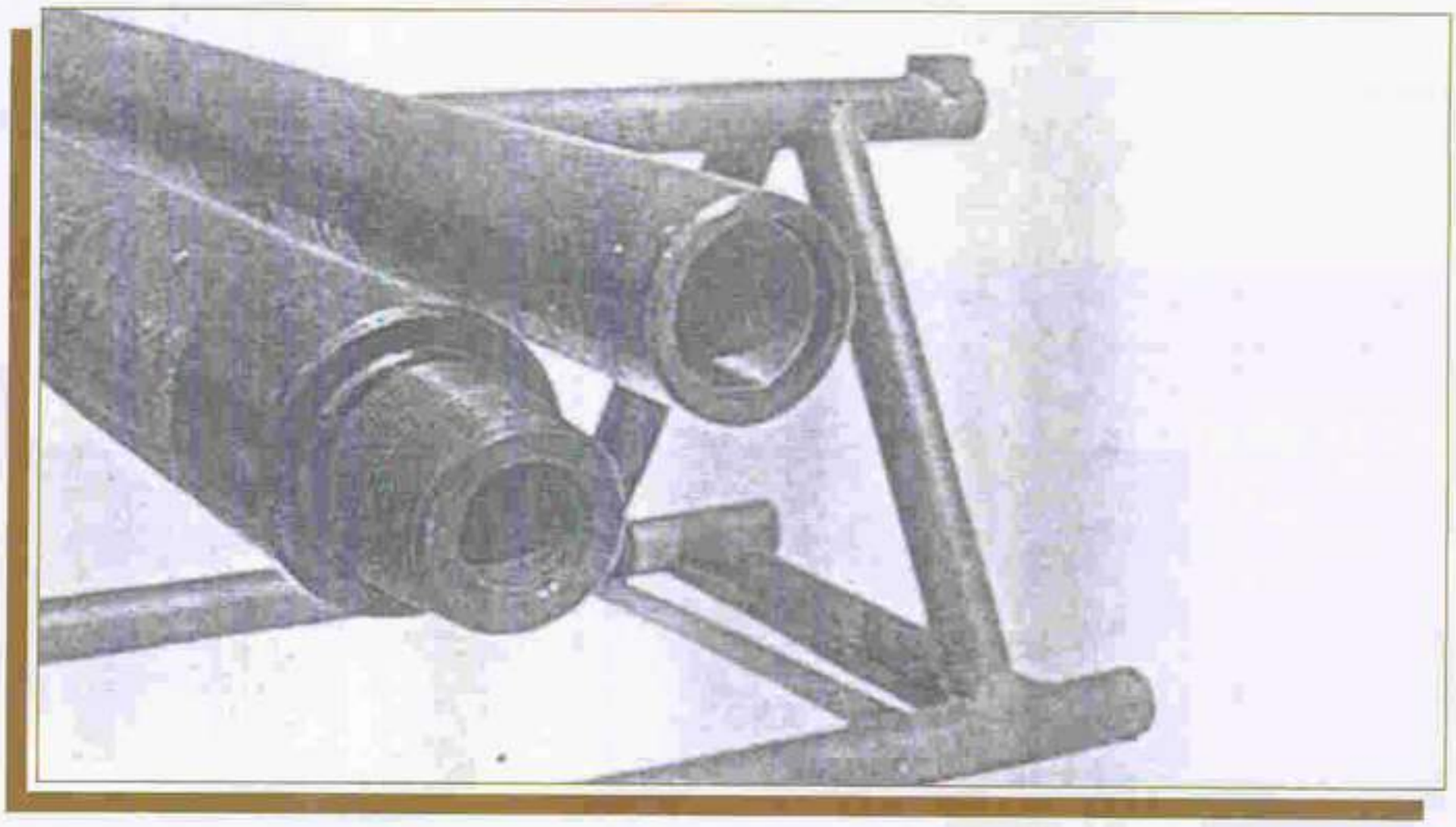
به آن Pin و اگـر بطور داخلی رزوه شده باشـد بـه آن Box می گویند. هنگامی که لوله ها به هم متصل می شوند Pin داخل Box فرو می رود و اتصال محکم می شود ( شکل ۲۸ ).




شکل ۲۸ ـ بست لوله

## ۱۰-۳- وزنه‌ها یا غلافهای حفاریDrill Collars

وزنه یا غلاف های حفاری لوله‌های فولادی هستند که گل حفاری را از وسط آنها می‌توان پمپ کرد (شکل ۲۹) . آنها از لوله‌های حفاری سنگین‌تر و دارای دیوارهٔ ضخیم‌تری می‌باشند و درانتهای رشته حفاری جهت قرار دادن وزن روی مته استفاده می‌شوند. این وزن مته را به طرف پایین فشار داده و باعث حفاری می گردد. همچنین وزنه‌ها و غلافهای حفاری وزن و سنگینی لازم را برای حفظ رشته حفاری نسبتا قابل انعطاف از خم شدن و تا شدگی، تامین می کند.
نیروی وزن غلافهای حفاری به همراه نیروی ناشی از جاذبه زمین باعث می شوند که مته، چاه را مستقیم حفر نماید.
بعلاوه آنها کمک می کنند تا مته چاه جدید را در امتداد چاهی که قبلاً حفر شده است حفر کند.



شکل ۲۹ ـ غلافهای حفاری

طول غلاف های حفاری ۳۰ یا ۳۱ فوت (۹ تا ۹/۳) می‌باشد و برخلاف لوله‌حفاری که دارای بست لوله جوش داده شده هستند، دارایPin ها وBox هایی روی هر انتهای خود غلاف می‌باشند. (شکل ۲۹) وزن آنها از ۱۶ الی ۳۷۹ پوند درهرفوت یا در حدود ۲۴ الی ۵۶۴ کیلوگرم در متر تغییر می کند.

## ۱۱-۳- مته‌ها Bits

مته به انتهای رشته حفاری متصل می‌گردد و برای بریدن یا کندن ساختار درونی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندازه قطر مته‌ها از ۷/۸ -۲ اینچ (۷۵/.۳ میلیمتر) تا ۳۶ اینچ (۹۱۴/۴میلیمتر) متغیر می‌باشد. معمولاً دو نوع مته برای حفاری استفاده می‌گردند : نوع مخروطی دوار (Roller Cone) و برنده ثابت (Fixed Cutter) که نوع دوم گران‌تر ولی سریع‌تر ازمته‌های مخروطی دوار، حفاری می کند.

### ۱-۱۱-۳- مته‌های مخروطی دوار Roller Cone Bits

مته‌های مخروطی دوار یا سخت (Rock) دارای مخروط‌های فولادی هستند که در هنگام چرخیدن مته در ساختار زمین درگیر شده و در آن می‌چرخند. اکثر مته‌های مخروطی دوار دارای سه مخروط می‌باشند اما مته های دو یا چهار مخروطی نیز وجود دارند.

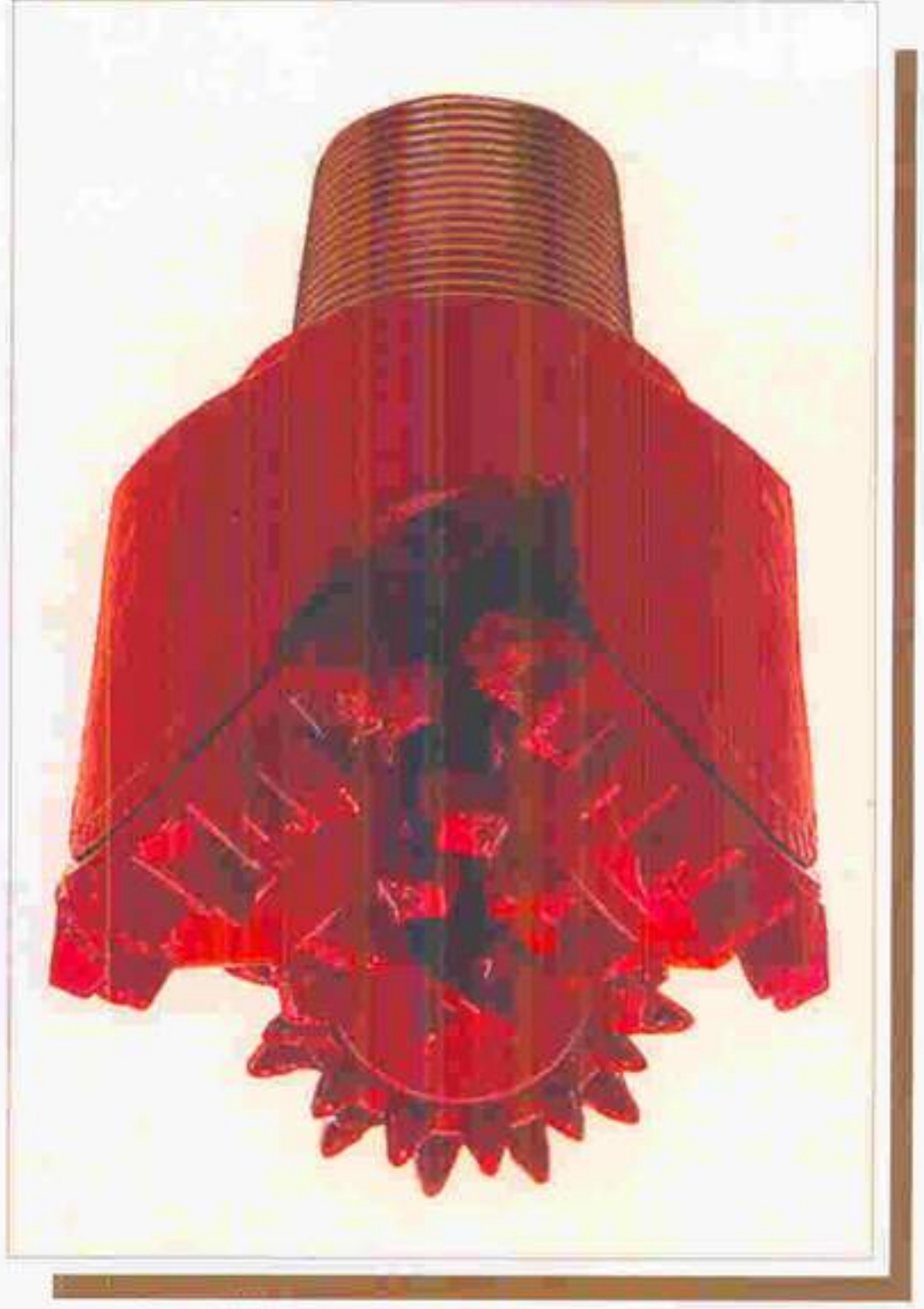
به منظور حفـاری در ساختـار زمین، تولید کنندگـان مته، دندانه هایی روی مخروط می تراشند و یا قطعات برنده و سخت (Cutting Segment) از جنس تنگستن کارباید به مخروط متصل می کنند ( شکل ۳۰).

مته‌های از جنس تنگستن کاربید دارای قیمت بیشتری از مته‌های دندانه فولادی می‌باشند اما عملکرد خوب و بهتر آنها می‌تواند قیمت بالایشان را جبران نماید. تمام مته‌های مخروطی دوار دارای راه گذریا نازل هایی هستند که در وسط آنها برای خروج سیال حفاری ایجاد شده است. این نازلها یک جریان سریع یا جت سیال حفاری را به اطراف و انتهای هر مخروط هدایت می کند و باعث خارج شدن و بیرون رفتن براده‌ها و ذرات کنده شده می‌شود. (شکل ۳۱)

به همین دلیل به این نوع مته، متهٔ جت (Jet Bit) نیز می گویند.

### ۲-۱۱-۳- مته‌های دارای برنده ثابت Fixed Cutter Bits

مته‌های الماسه (Diamond Bits) دندانه یا مخروط ندارند. بلکه در اطراف و انتهای سطوح آنها الماسهای صنعتی نصب شده‌است. (شکل ۳۲) از آنجایی که الماسها بسیار سخت هستند،



شکل ۳۰ ـ مته‌های مخروطی دوار

شکل ۳۱ ـ مته جت

شکل ۳۲ ـ مته‌های الماسه

مته‌های الماسه به طور خاص برای حفاری‌های سخت و ساختارهای دارای سنگهای سایا مناسب هستند اما می‌توانند به طور مفید و مؤثر در ساختارهای نرم نیز بکار برده شوند.

## مته های فشرده الماس پلی کریستالین

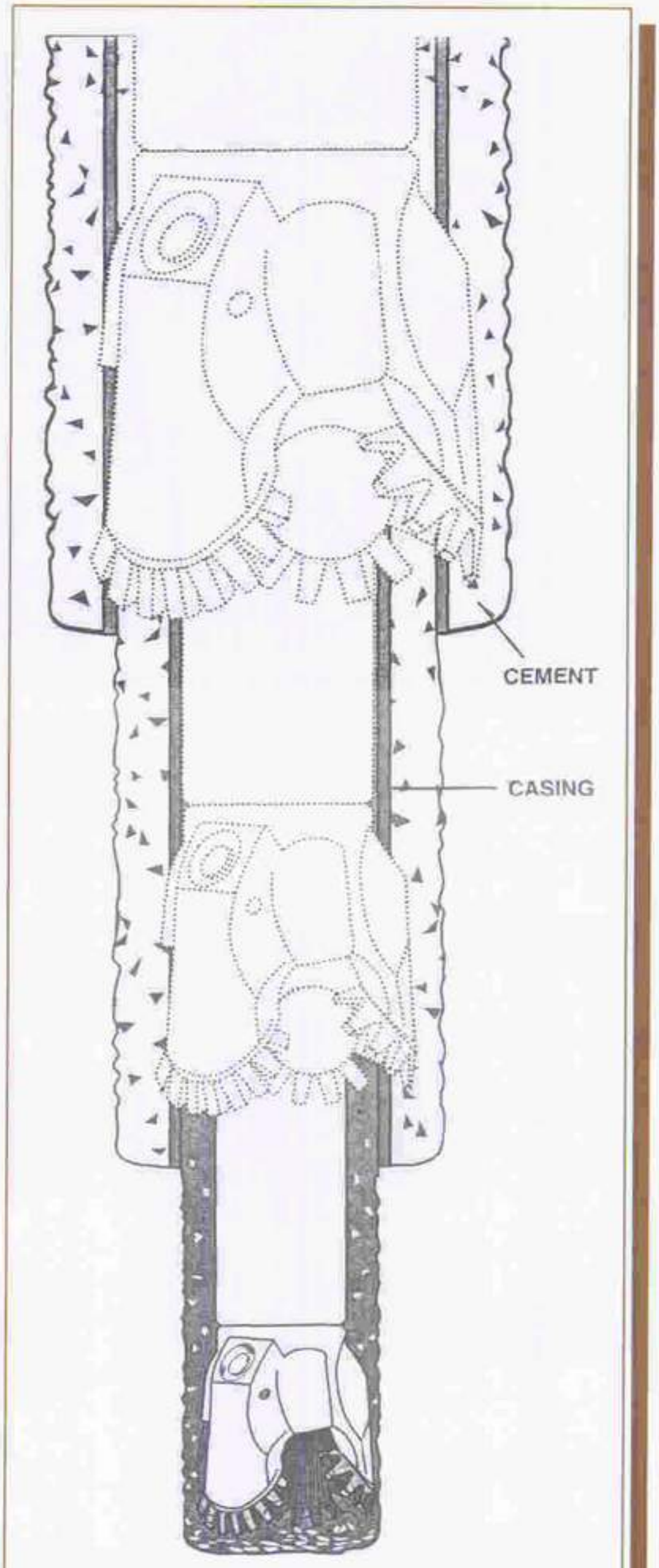
## Poly Crystalline Diamond Compact Bits

متهٔ الماس پلی کریستالین فشرده(PDC) به صورت برنده‌های الماس مصنوعی یا فشرده تولید می شود. برنده‌های PDC را در برجستگی‌ها یا تیغه‌های روی مته نصب می کنند.
(شکل ۳۳ ) قطعـات المـاس ساختار زمین را آنقدر خراش می‌دهد تا در نهایت کنده و تراشیده شود.
در این روش اعمال وزن کمتری روی مته جهت تأمین حفاری مؤثر و کارآمد مورد نیاز می‌باشد. این نوع مته‌ها مناسب‌ترین نوع برای حفاری در سنگ رس، خاک رس و سنگ ماسه‌ای می‌باشند.

شکل ۳۳ ـ مته PDC

### ۱۲-۳- قطر چاه Hole Diameter

حفر کردن یک چاه از سطح زمین تا عمق نهائی مورد نظر در یک مرحله امکان پذیر نمی‌باشد. بنابراین حفاری در ابتداء با یک متهٔ با قطر بزرگ شروع شده و چاهی با عمق کافی حفر می‌شود. این عمق به میزانی است که از لایه های حاوی سنگهای سست وگل ولای و خاک که می‌توانند به داخل چاه بریزند و ایجاد مشکل نمایند، عبور نماید . در این مرحله همچنین از سطوحی که حاوی آبهای سطحی نیز هستند، عبور می‌شود زیرا باید از این سفره‌ها به طور صحیح حفاظت شود تا سیال وگل حفاری آنها را آلوده نسازد. این قطعه از چاه که اولین قطعه آن است با لوله های جداری و سیمان کاری جداره‌گذاری میشود و دیواره چاه صاف و یکدست میگردد. البته قطر چاه را نیز کاهش می‌دهد. عمق این مرحله به نحوه قرارگیری لایه‌های زمین و سفره‌های آب زیرزمینی و استحکام لایه‌ها بستگی دارد. در چاههای با عمق بیش از ۳۰۰۰ فوت (۱۰۰۰ متر) عمق خاص دیگری نیز به عنوان مرحله دوم حفاری شده و بعد جداره‌گذاری می‌شود. در مرحله سوم نیز تا عمق نهائی حفاری صورت گرفته و چاه جداره‌گذاری می‌شود. بنابراین در هر مرحله از قطر چاه کاسته می‌شود که این کاهش، کاهش قطر مته را بدنبال دارد ( شکل ۳۴ ).




شکل ۳۴ ـ قطر چاه

## فصل چهارم - سیستم جریانی و گردشی

## Criculating System

### معرفی Introduction

این سیستم وظیفه دارد تا سیال حفاری را به سمت مته در انتهای چاه و سپس در جهت عکس به سمت سطح زمین به منظور تمیز کردن و تصفیه شدن به حرکت درآورد. در این سیستم، سیال حفـاری باید از میان ساقهٔ حفـاری به طرف پایین رفته و پس از یک گردش سریع از دور و اطراف به سمت بالا در فضای حلقوی بین ساقهٔ حفاری و دیوارهٔ چاه یا جداره جریان یابد (شکل۳۶). یک سیـستم گردشی از پمپهای گل، شیلنگ گردان(Rotary Hose)، مفصل گردان یا محرک فوقانی (Swivel or Top Drive)، ساقهٔ حفاری، مته، خط برگشت گل و مخازن گل برای حرکت سیال، تسویه گل و جریان مجدد آن بداخل چاه استفاده می کند.
تجهیزات نامبرده شده اعضای اصلی این سیستم می باشند

در صورتی که سیستم مذکور از هوا یا گاز بعنوان سیال حفاری استفاده نماید کمپرسور هم باید اضافه گردد).

## ۱-۴- سیال حفاری Drilling Fluid

اهداف اصلی استفاده از سیال حفاری عبارتند از:

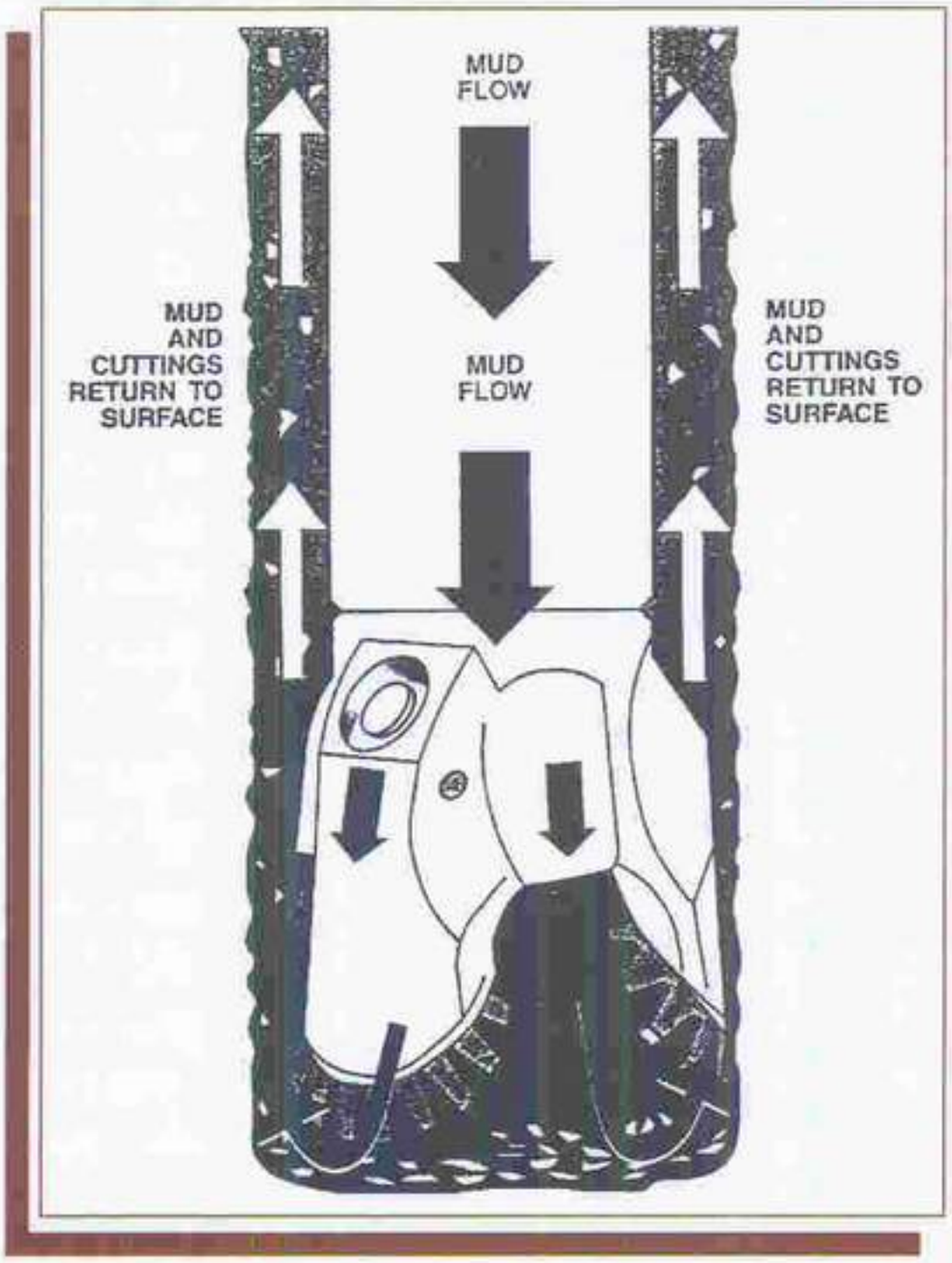
۱. تمیز کردن انتهای چاه از ذرات کنده شده
۲. خنک و روانکاری مته و ساقه حفاری
۳. خارج کردن براده‌ها از چاه
۴. تقویت دیواره‌های چاه بطوری که به داخل چاه ریزش نکنند
۵. جلوگیری از ورود سیالات موجود در ساختار زمین به داخل دیواره چاه

## ۲-۴- گلهای مایع Liquid Muds

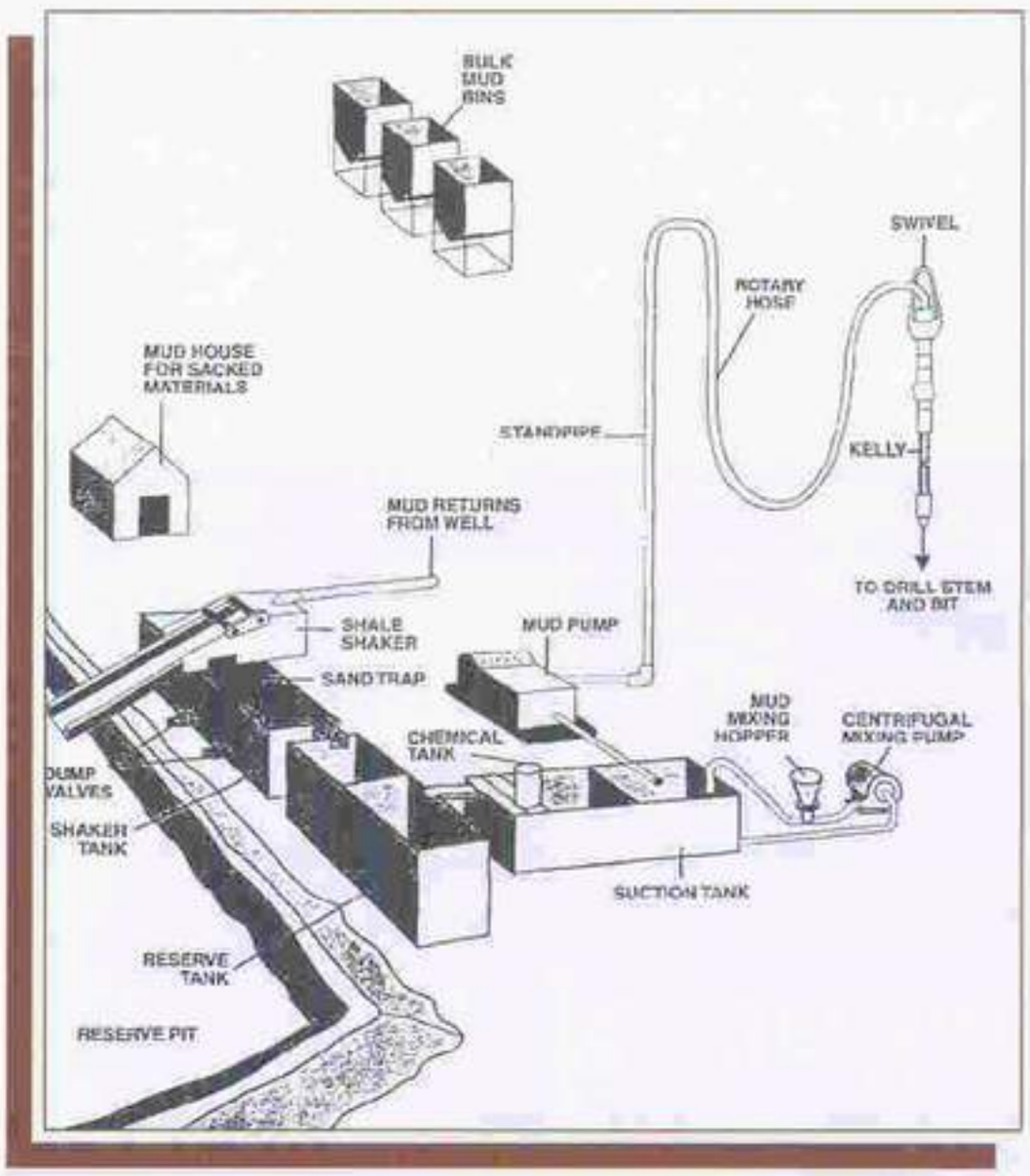
سیال درگردش معمولا یک مایع می‌باشد ولی در بعضی اوقات می‌توان از یک گاز یا هوا نیز به عنوان سیال حفاری استفاده کرد. یک سیال می‌تواند مایع یا گاز باشد. اگر سیال درگردش مایع باشد در بیشتر اوقات ترکیبی از آب است اگرچه گاهی اوقات از نفت یا گازوئیل هم استفاده می‌شود. به هر دو نوع سیال حفاری با بنیان آبی یا بنیان نفتی، گل حفاری ( Mud Drilling) یا گل (Mud) می‌گویند زیرا شبیه به گل می‌باشند. با وجود این بسیاری از گلهای حفاری مرکب می‌باشند.

افزودنیهای شیمیایی خاص و مواد سنگین کننده در آنها برای دست‌یابی به اهداف مورد نظر اضافه می‌شود. اضافه کردن بنتونیت (Bentonite) یا آتاپولگیت زمینی (Attapulgite Ground) به گل حفاری خاصیت Thixotropic می‌دهد. سیال Thixotropic تا زمانی که در حال حرکت می‌باشد مایع است و زمانی که از حرکت باز می‌ایستد برای مثال وقتی که حفاران پمپ گل را خاموش می‌کنند تبدیل به سیالی ژله مانند می‌شود و یا به حالت شبه جامد در می‌آید.

گلهای Thixotropic براده‌های ایجاد شده توسط مته را حمل کرده و وقتی که حفاری صورت می‌گیرد آنها را از چاه بالا




شکل ۳۶ ـ نحوه جریان سیال حفاری درون چاه




شکل ۳۵ ـ اجزای اولیه سیستم تصفیه گل حفاری

می‌آورند. وقتی که حفاری متوقف می‌شود برای مثال وقتی که کارگران یک اتصال را به هم می بندند یعنی زمان افزودن یک اتصال لوله به رشتهٔ حفاری که حفاران پمپ گل را متوقف می کنند، گل برای جلوگیری از سقوط براده‌ها به داخل چاه حالت ژله‌ای پیدا می کند. سولفات باریم که یک مادهٔ معدنی سنگین است جهت افزایش چگالی گل به آن افزوده می‌شود. مواد شیمیایی مانند کبرا چو (Quebracho)، لیگنیت (Lgnite) یا زغال سنگ قهوه‌ای، پلی‌مرها، لیگنوسولفاته‌های بهینه شده ( Modified Lignosulfate ) و تعدادی از فسفاته‌ها جهت کنترل ضخامت گل یا ویسکوزیته و افزایش قابلیت ذرات جامد در گل برای رسوب دادن یک لایه روی دیوارهٔ چاه، استفاده می‌شوند. رسوب گلی روی دیواره به جلوگیری کردن از ایجاد مزاحمت و مشکل از طرف سیالات موجود در ساختار زمین کمک می کند و فروریزی دیواره را کنترل می کند.

## ۳ – ۴ – هوا، گاز و کف Air, Gas, and Foam

در صورتی که ساختار زمین دارای سیالات با فشار بالا نباشد می‌توان از هوای فشرده، کف یا گاز طبیعی به عنوان سیال حفاری استفاده کرد. استفاده از این سیالات دارای معایب و مزایائی می‌باشد. هوا، گاز و کف، حفاری خیلی سریع را ممکن می‌سازند. از آنجایی که این سیالات بسیار سبک می‌باشند و چگالی کمی دارند، فشار انتهای چاه را خیلی زیاد افزایش نمی‌دهند. چگال کننده یک سیال، باعث افزایش فشار زیاد درانتهای چاه می‌شود . فشار در انتهای چاه تمایل دارد که براده‌های ایجاد شده توسط مته را در پایین نگهدارد بنابراین براده‌ها در مسیر حفاری قرار می گیرند و در نتیجه بُرنده های مته همیشه به راحتی نمی‌توانند سنگهای بریده نشده را حفر نمایند. و به جای آن براده‌هایی که توسط فشار سیال در پایین نگهداشته شده‌اند را مجددا می‌بُرد و حفر می کند. از آنجاکه هوا،گاز و کف سبک هستند، و فشار را در انتهای چاه خیلی افزایش نمی‌دهند در نتیجه ذرات بریده را نیز در ته چاه نگاه نمی‌دارند. براده‌ها فورا از انتهای چاه بالا آورده می‌شوند و مته به راحتی ساختار کنده نشده را حفر می کند.

از ایرادات این روش ایجاد رسوب روی دیواره چاه (Wall Cake) خواهد بود که علت تشکیل آن نیز تماس آب موجود در چاه‌ها با ذرات حفاری شده می‌باشد. این امر استفاده از هوا و گاز را بعنوان سیال حفاری بسیار محدود می‌نماید.

## ۴–۴– مخازن گل حفاری Mud Tanks

وظیفه اصلی این مخازن عبارتند از:

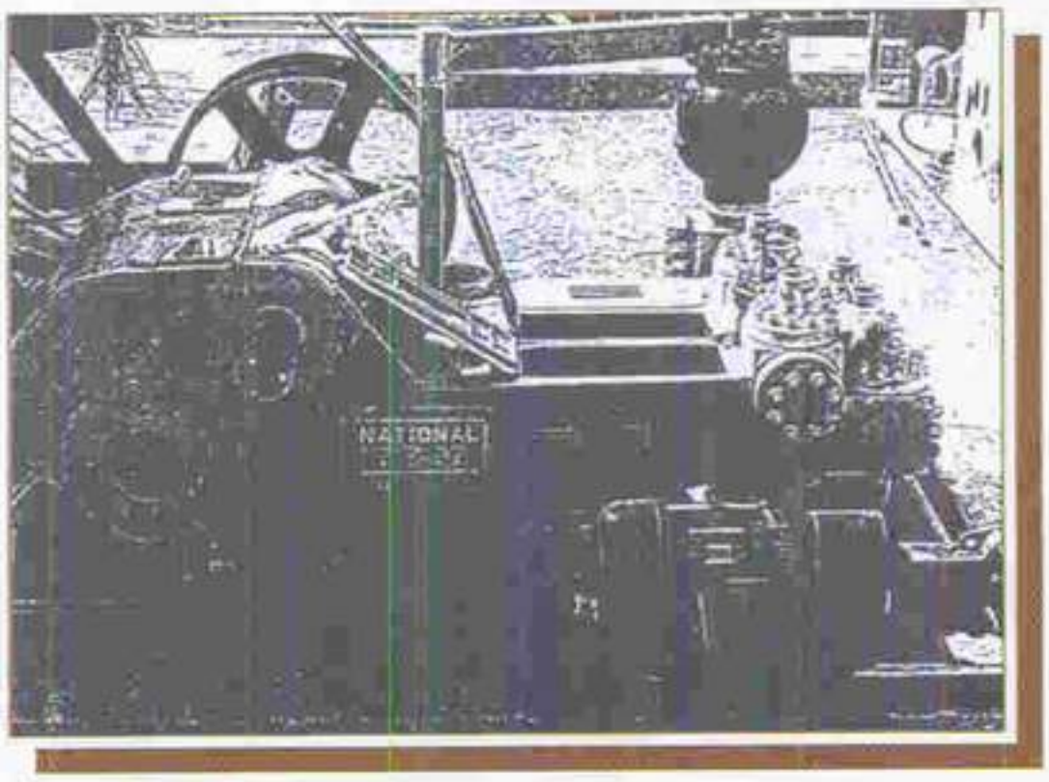
۱) جمع آوری و انباشتن گل جریان یافته از چاه، ۲) تامین و تدارک سیال جهت پمپ برای گردش سیال، ۳)ذخیره گل کافی برای تأمین سیال مورد نظر در موقعی که عمق چاه افزایش پیدا می کند و نیاز به گل بیشتری می باشد.

گل در مخازن گل به کمک یک قیف گل مخصوص (Hopper) ریخته می‌شود و با آب مخلوط می‌شود. از آنجائیکه این مواد سوزآور هستند باید هنگام ریختن آنها به داخل مخازن دقت لازم بعمل آید تا به کارگران آسیبی نرسد.

## ۵ – ۴ – پمپ های گل Mud Pomps

پمپ گل از اجزاء اولیه هر سیستم گردش سیال حفاری و از می‌باشد. فشار پمپ، سیال را از مخزن گل حفاری(pit) و از میان ساقه حفاری به مته و سپس به کمک ساختار حلقوی و برعکس به سمت مخزن(pit) منتقل می کند (شکل ۳۷ ).

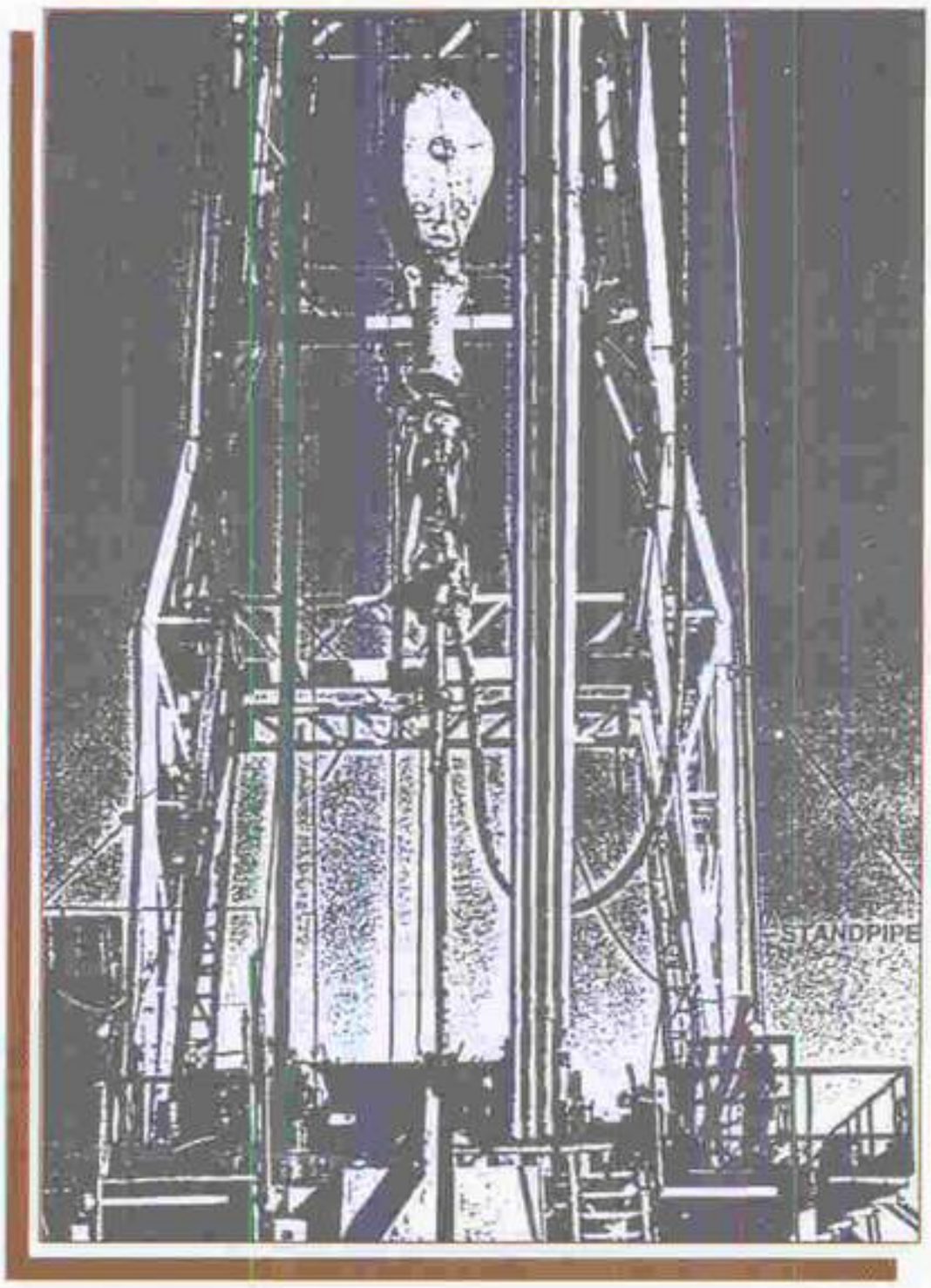
پمپها نیروی خود را از موتورهای الکتریکی که به طور مستقیم به آنها متصل شده‌اند دریافت می کنند و یا توسط Compound دوران می‌نمایند.



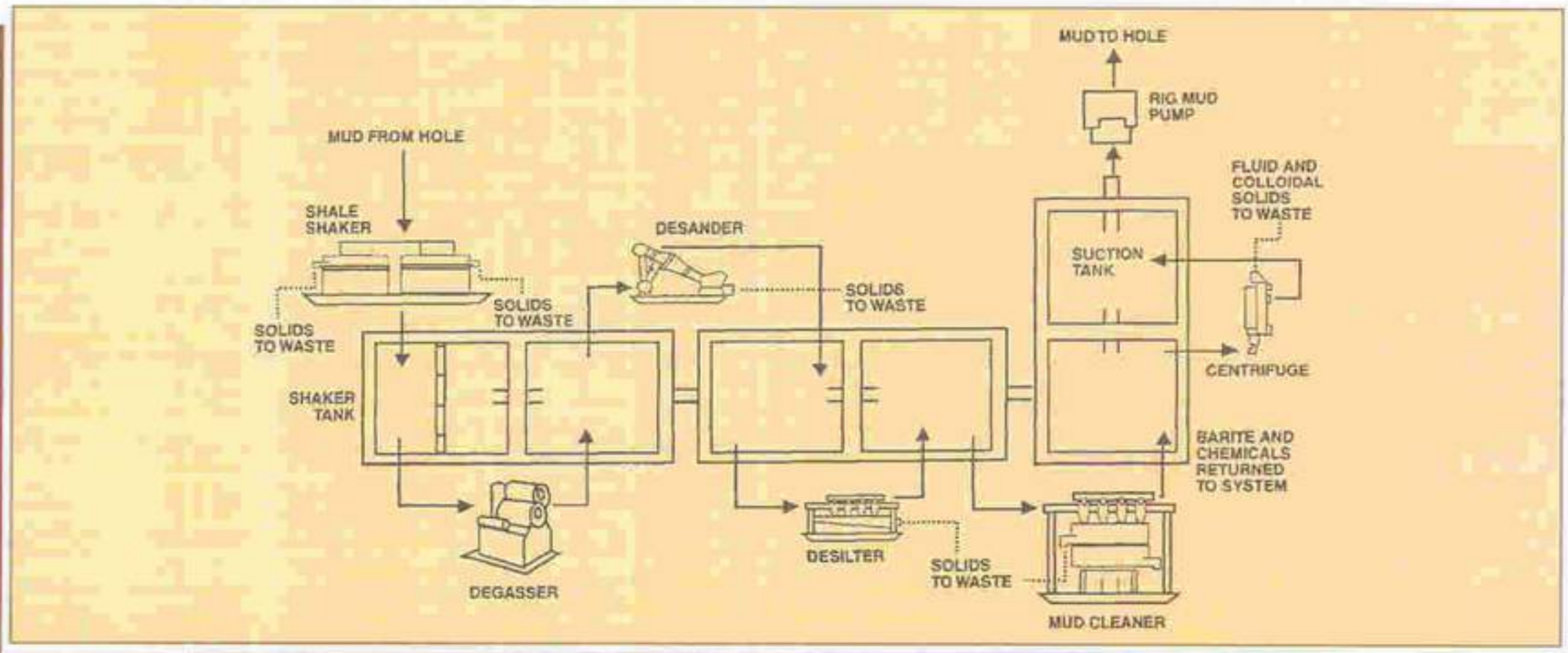

شکل ۳۷ ـ پمپ گل حفاری

## ۶-۴- سیکل و گردش گل حفاری
## The Mud Cycle

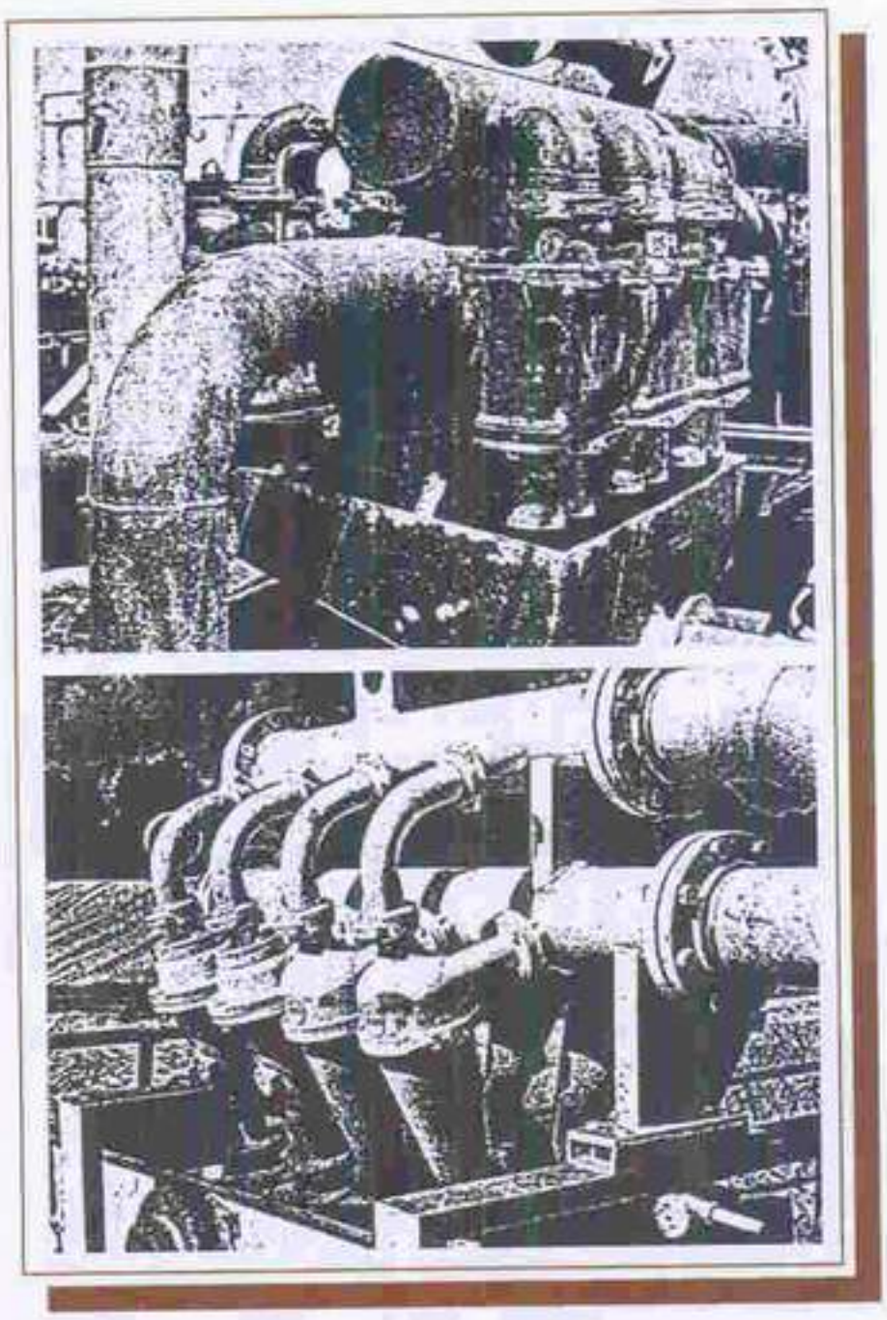
گل حفاری از تانک مکش گل و از میان لوله تخلیه به یک لولهٔ عمودی ایستاده، یا Standpipe پمپ می‌گردد. لولهٔ ایستاده یک لولهٔ فولادی می‌باشد که روی یکی از پایه‌های دکل بصورت عمودی نصب شده است (شکل ۳۸) گل حفاری از داخل لولهٔ ایستاده (Stand Pipe) به داخل یک شلنگ لاستیکی ، قابل انعطاف و محکم که به آن شلنگ گردان (Rotary Hose) یا شلنگ کلی ( kelly hose) می‌گویند پمپ می‌شود. شلنگ چرخان به مفصل گردان یا(Swivel) متصل شده است. گل حفاری وارد مفصل گردان (Swivel) یا واحد محرک فوقانی (Top Drive Unit) می‌شود و از میان کلی (Kelly)، لوله‌های حفاری و وزنه‌های حفاری به سمت پایین جاری‌می‌شود و از مته خارج می‌گردد. گل حفاری سپس یک گردش و دوران U شکل تند انجام داده و به سمت بالای چاه از میان ساختار حلقوی(Annulus) عازم می‌گردد. درانتها گل حفاری بوسیله یک لولهٔ فولادی یا خط برگشت گل (Mud Return Line) یا خط جریان (Flow line) چاه را ترک کرده و بر روی یک صفحهٔ مرتعش به نام (Shale Shaker)می‌ریزد.




شکل ۳۸ ـ نحوه قرارگیری لوله ایستاده




شکل ۳۸ ـ آرایش و جانمایی سیستم تصفیه گل



شکل ۴۰ ـ دستگاهای شن گیر و ماسه‌گیر

لرزاننده یا Shaker بعد از اینکه براده‌ها و ذرات ریز روی صفحهٔ لرزان پراکنده شدند آنها را الک می‌کند. در مکانهایی که محیط زیست آنها حساس و آسیب‌پذیر است هم در زمین و هم در دریا براده‌های Shaker قبل از آنکه دور ریخته شوند ابتدا جمع‌آوری و سپس تصفیه می‌گردند. گل حفاری که از Shale Shaker به مخزن و تانک گل ریخته می‌شود، تصفیه شده و توسط پمپ گل مجددا درون چاه به گردش در می‌آید. (شکل ۳۹)آرایش و جانمایی یک سیستم تصفیه گل را نشان می دهد. کارگرحفاری، آب، خاک رس، و سایر مواد را برای جبران ضایعات درون چاهی و تنظیم خواص گل طبق شرایط دیواره چاه در ساختار جدید اضافه می‌کند.

به دلیل وجود ذرات ریز شن و گل و لای در اکثر دیوارهٔ چاهها و برخورد گل حفاری با آنها دستگاههای ماسه‌گیر (Desilter) و شن‌گیر (desander) (شکل ۴۰) به طور عادی روی تانکهای گل جهت جدا کردن این ذرات بسیار کوچک نصب شده‌اند. چنانچه گل و لای و شن از گل جدا نگردند و به همراه گل حفاری به درون چاه ، جریان یابد ، اولاً گل را از نظر وزن مخصوص سنگین‌تر می نماید و ثانیاً باعث فرسایش و خوردگی سریع لوله های حفاری و دیگر سیستم گردش سیال می گردد.

### ۴-۷) گاززداها Degassers

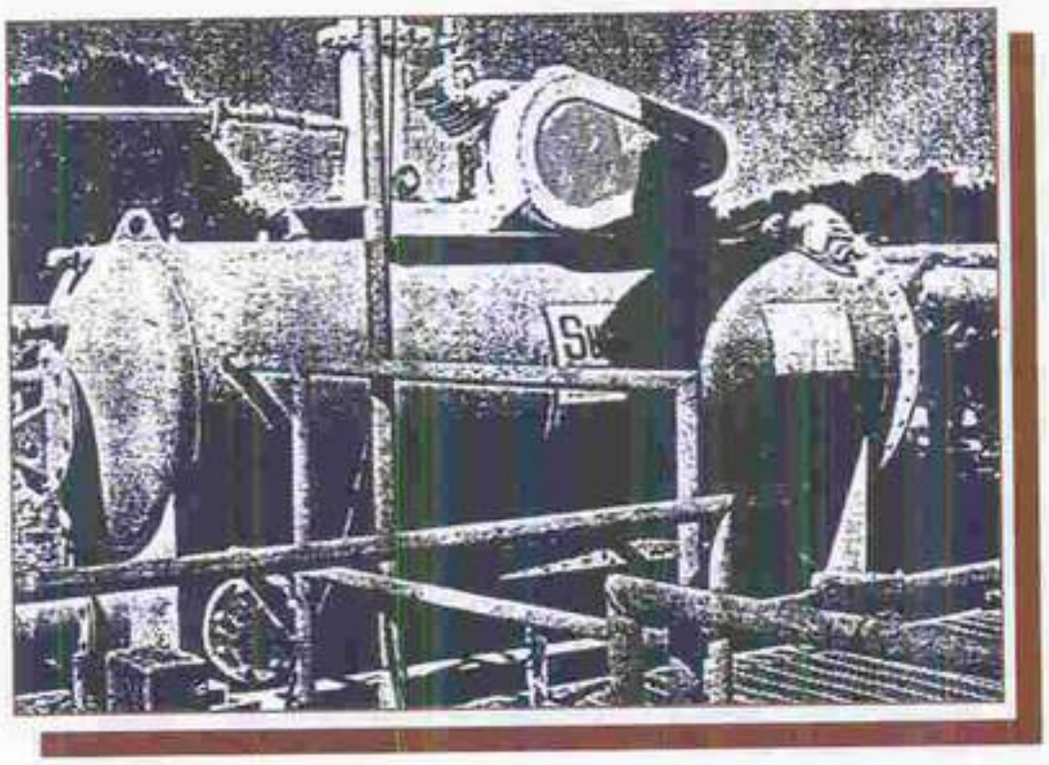
اگر یک ساختار حاوی گاز باشد برای جدا کردن این گاز از گل حفاری از دستگاهی بنام گاززدا استفاده می‌شود. گل برگشته از چاه قبل از آنکه مجددا بدرون چاه جریان یابد، توسط این وسیله گاززدایی می‌شود. (شکل ۴۱). Degasser ها به دو دستهٔ اتمسفری و خلأیی تقسیم می شوند. در نوع اتمسفری که تا دهه ۷۰ طراحی و ساخته می شد، گل به داخل مخزن پمپ شده و به سمت دیواره مخزن اسپری می شود. این برخورد باعث جدایی ذرات گاز از گل شده ، گل بدون گاز از ته مخزن خارج می شود. در نوع دوم یعنی Vacuum Fill Degasser گل همراه با گاز به داخل مخزن جریان می یابد. مخزن دارای صفحاتی چین دار است که گل از بین آنها عبور می کند. افزایش سطح و آشفته شدن جریان به علت وجود چین ها باعث افزایش کارایی دستگاه می گردد. گاز جدا شده از گل که در بالای مخزن جمع می شود بوسیله یک پمپ خلاء تخلیه می شود. گل حفاری حاوی گاز نباید مجددا به درون چاه وارد شود زیرا باعث کاهش وزن مخصوص گل شده و این امر به فوران چاه که پدیده خطرناکی می‌باشد کمک می کند.

## فصل پنجم - تجهیزات کنترل چاه

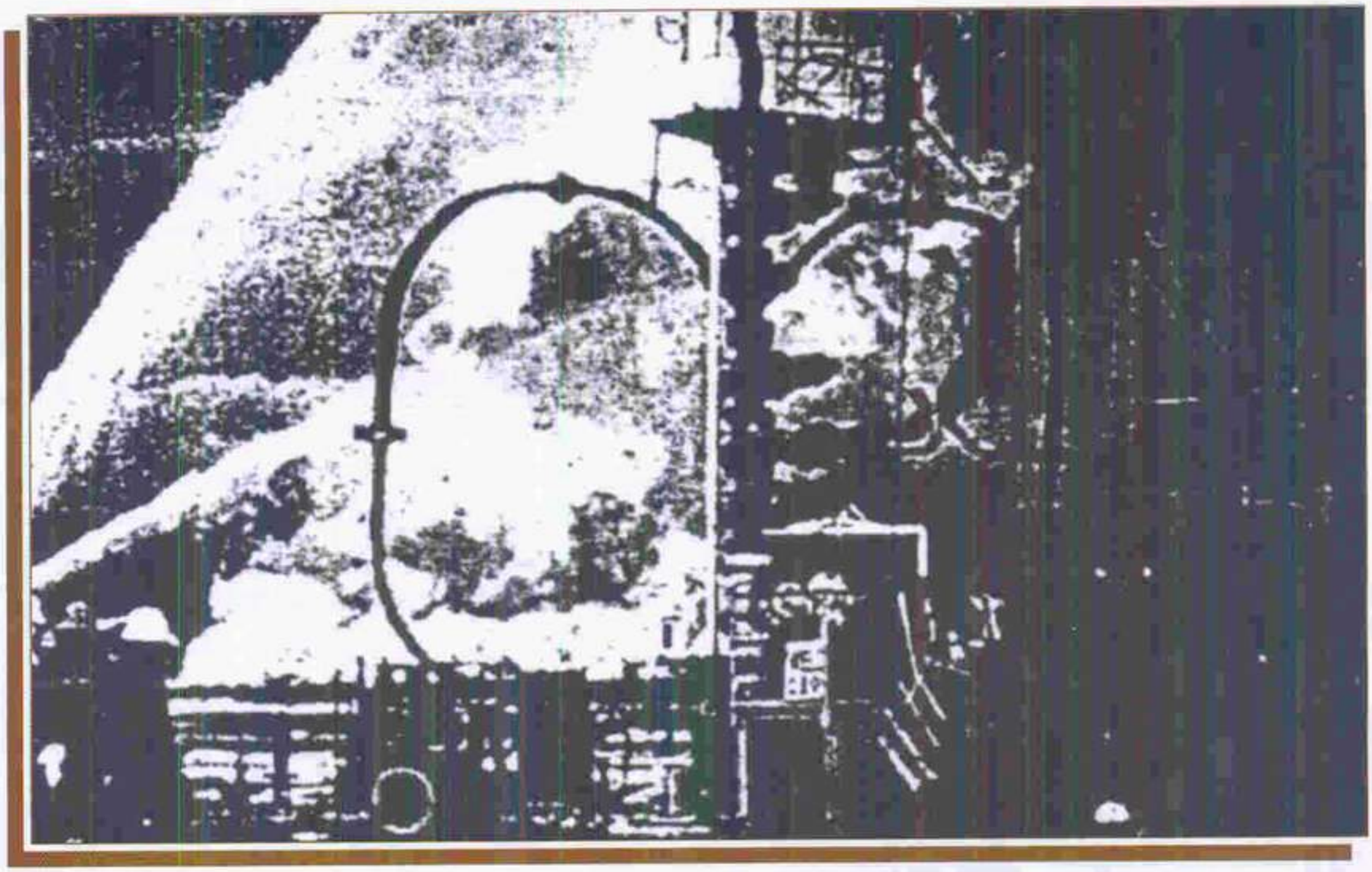
## Well-Control Equipment

### معرفی Introduction

تجهیزات کنترل ، تجهیزاتی است که از بروز فوران پیشگیری می کنند. فوران یک جریان غیرقابل کنترل از گاز، نفت یا سایر



شکل ۴۱ ـ دستگاه گاززدا Degasser



شکل ۴۲ ـ عملیات کنترل یک فوران

سیالات‌چاه به هوا یا یک ساختار زیرزمینی می‌باشد. فوران زمانی رخ می‌دهد که فشار ساختار درون چاه از فشار اعمال شده توسط ستون سیال حفاری بیشتر شود. فوران زندگی کارگران حفاری را به خطر می‌اندازد و می‌تواند سکوی حفاری که چندین میلیون دلار ارزش دارد ، نابود کند و مقدار زیادی از نفت مورد نیاز را تلف نماید. همچنین باعث آسیب‌رسانی به محیط زیست می‌شود. اگر چه فوران نسبتا نادر است ولی یک منظره وحشتناک و هراس‌انگیز می‌باشد. سیال (نفت، گاز یا آب نمک) معمولا با نیروی زیادی از چاه فوران می کند و باعث آتش سوزی و تولید گرمای شدید می‌شود بخصوص اگر سیال، حاوی گاز نیز باشد (شکل۴۲). مقدار صحیح گل حفاری با چگالی صحیح، از شکل گیری فوران و خروج سیالات درون چاه جلوگیری می‌نماید. اگر مته در یک ساختار که دارای فشار بیش از حد انتظار است حفاری انجام دهد، یا کارگر حفاری اجازه دهد سطح گل حفاری در چاه پایین بیاید، سیال ساختار ممکن است وارد چاه شود و این امکان هست که چاه دچار جهش و ضربه گردد (kick) . در زمان ضربه زدن، سیال ساختار (Formation Fluid) وارد چاه می شود و مقداری از گل حفاری را از چاه بیرون می راند.

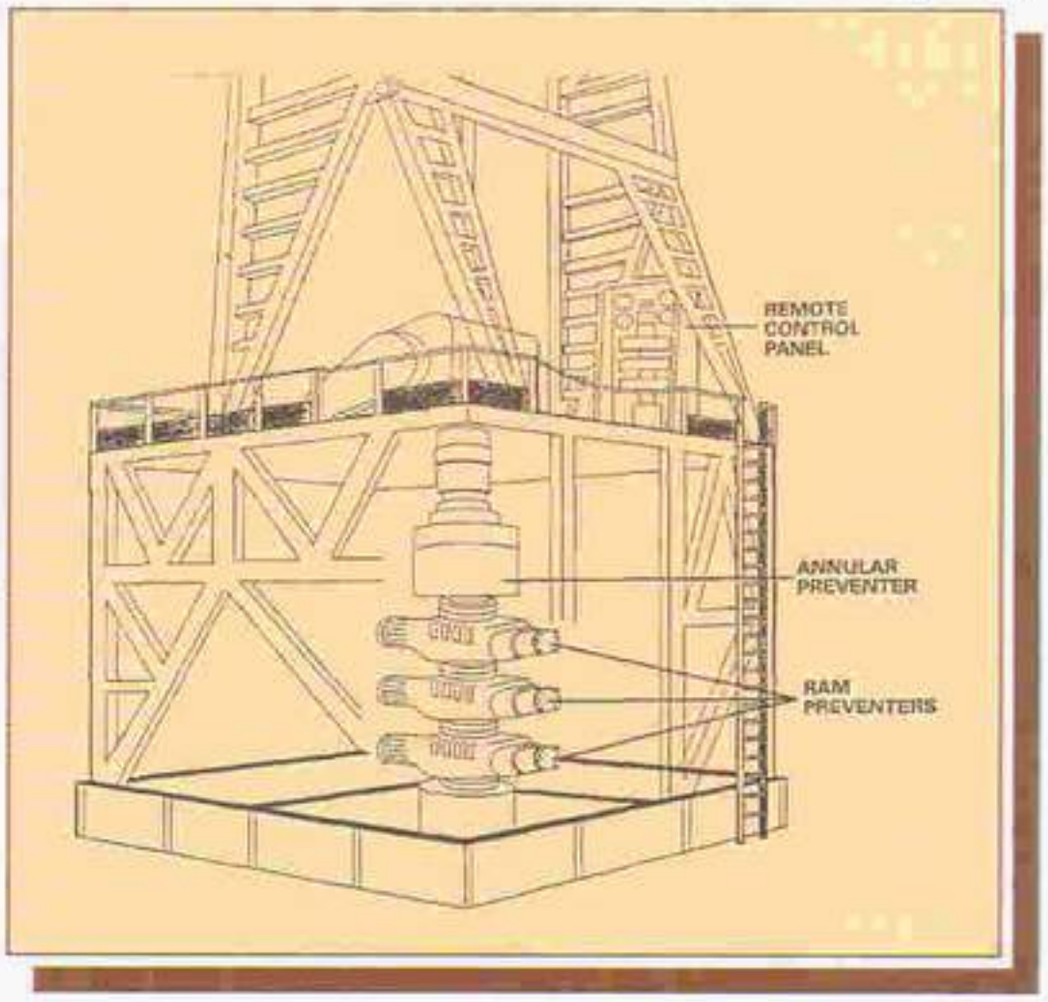
کارگر حفاری در اولین نشانه Kick یعنی زمانی که سطح گل حفاری در مخزن بالا می آید و گل از چاه جاری می شود بطوری که‌همزمان پمپ قطع یا خاموش می باشد، باید اعمال صحیح تعیین شده را انجام دهد.

تشخیص Kick معمولاً با کنترل کردن حجم گل در مخازن گل با استفاده از تجهیزاتی موسوم به Pit-Volume Indicator و یا به کمک دبی سنج هایی Flow Indicator که دبی گل حفاری را کنترل می کند انجام می شود. کنترل حجم گل در مخازن می تواند به تشخیص Kick کمک کند. افزایش حجم گل در مخازن نشانگر ورود سیال ساختار به درون چاه و کاهش حجم گل در مخازن بیانگر از دست رفتن‌گل حفاری و نفوذ آن به داخل زمین می باشد . دبی سنج ها به تسریع فرآیند تشخیص کمک می کنند. دبی سنج معمولاً روی خط برگشت گل نصب می شود و دبی گل خروجی از چاه را اندازه می گیرد. دبی سیال خروجی از پمپ نیز اندازه گیری

می شود. بیشتر بودن دبی خروجی از چاه نسبت به دبی پمپ، بیانگر وقوع پدیده Kick است. روش های فوق تنها هنگامی مؤثرند که پمپ گل فعال است به هنگام خاموش بودن پمپ و توقف گردش سیال، بیرون زدن گل از چاه نشانه ای بر وقوع Kick به شمار می آید. همچنین به هنگام بیرون کشیدن رشته حفاری از چاه حجم لوله خارج شده از چاه با سیال حفاری جبران می شود. اگر حجم سیال حفاری از لوله خارج شده کمتر باشد پدیده Kick رخ داده است.

## ۱-۵- فوران گیر ها Blowout Preventers

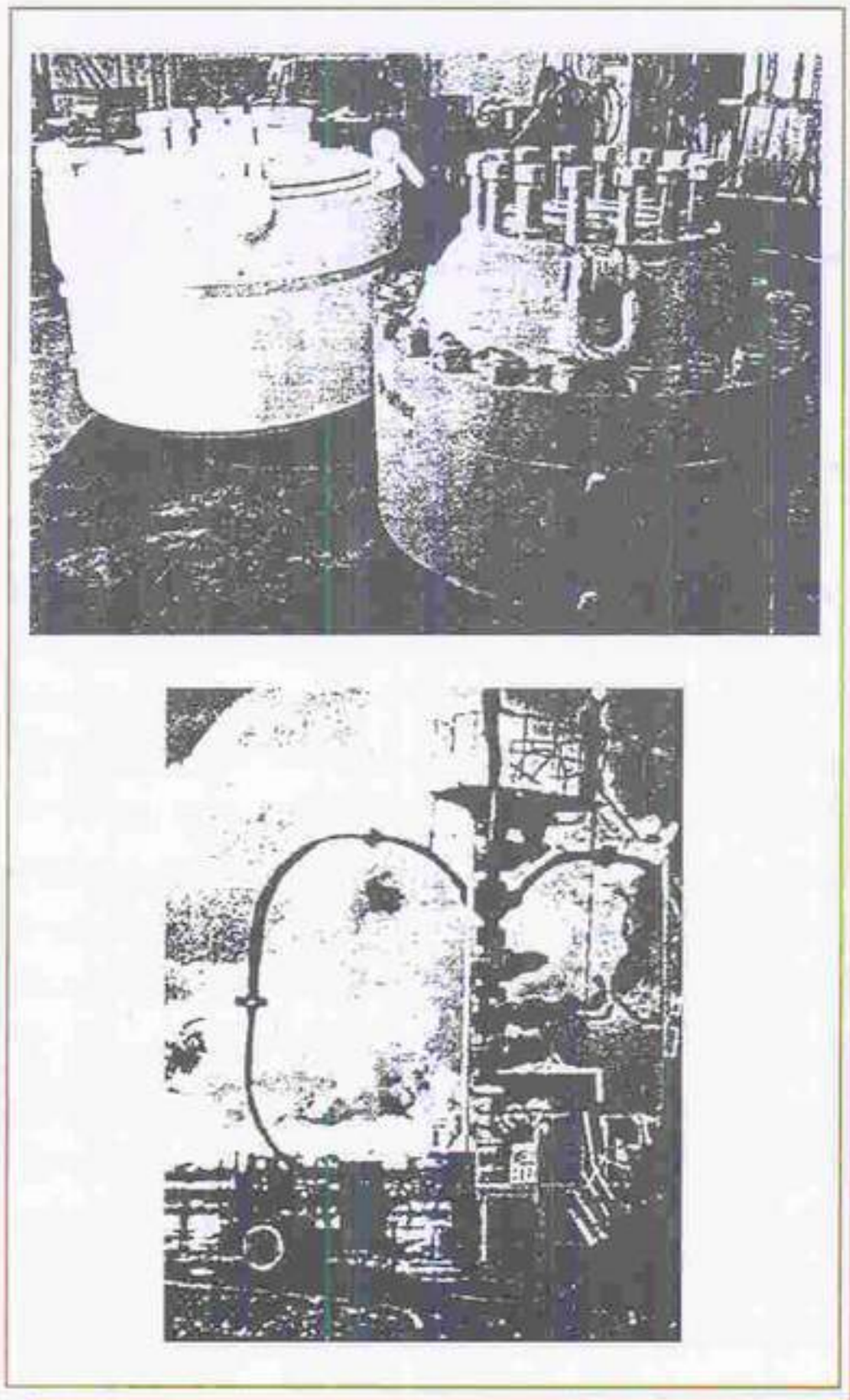
جلوگیری کننده‌های فوران (Bop) بهمراه سایر تجهیزات و تکنیکها برای بستن چاه و اجازه دادن به کارگران جهت کنترل ضربه ( Kick ) قبل از اینکه به فوران تبدیل گردد استفاده می‌شوند. معمولاً از چندین وسیلهٔ جلوگیری کننده از فوران که به مجموعه آنها Stack گفته می‌شود ، در بالای چاه استفاده می شود. یک Stack شامل جلوگیری کننده حلقوی در بالا و حداقل یک‌مسدود کننده لوله‌ای (Ram Pipe) و یک مسدود کننده کورکننده(Blind Ram) درپایین می باشد. این ترتیب و ترکیب تجهیزات به کارگر حفاری اجازه کنترل یک فوران در شرف وقوع (Impending Blowout) یا ضربه (Kick) را حتی اگر یکی یا بیشتر از جلوگیری کننده‌ها خراب باشد می‌دهد. همچنین در بعضی از تکنیکهای کنترل چاه به هر دوی جلوگیری کننده‌های ضربه‌زن (Ram) و حلقوی (Annular) نیاز می باشد (شکل ۴۳) .



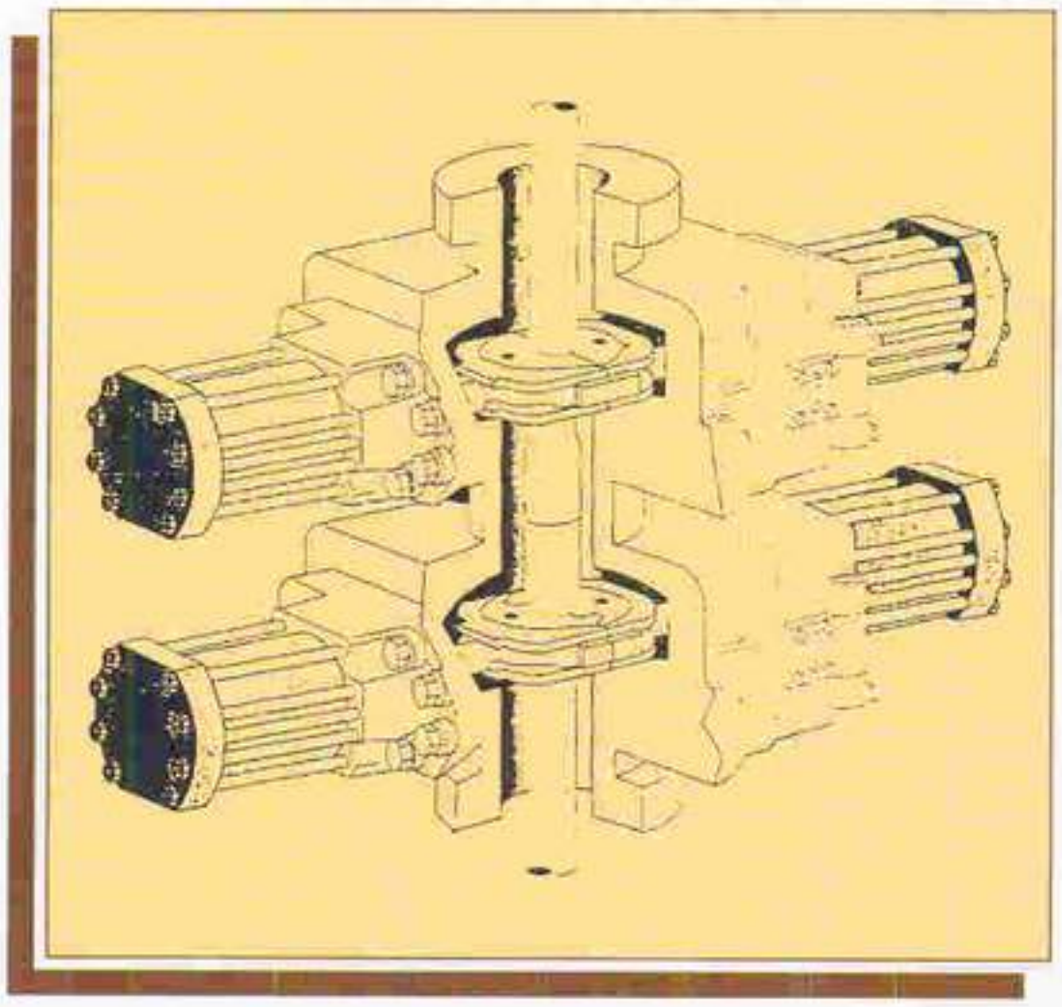

شکل ۴۳ ـ مجموعه فوران گیرها

## ۲-۵- فوران‌گیرهای حلقوی Annular Preventers

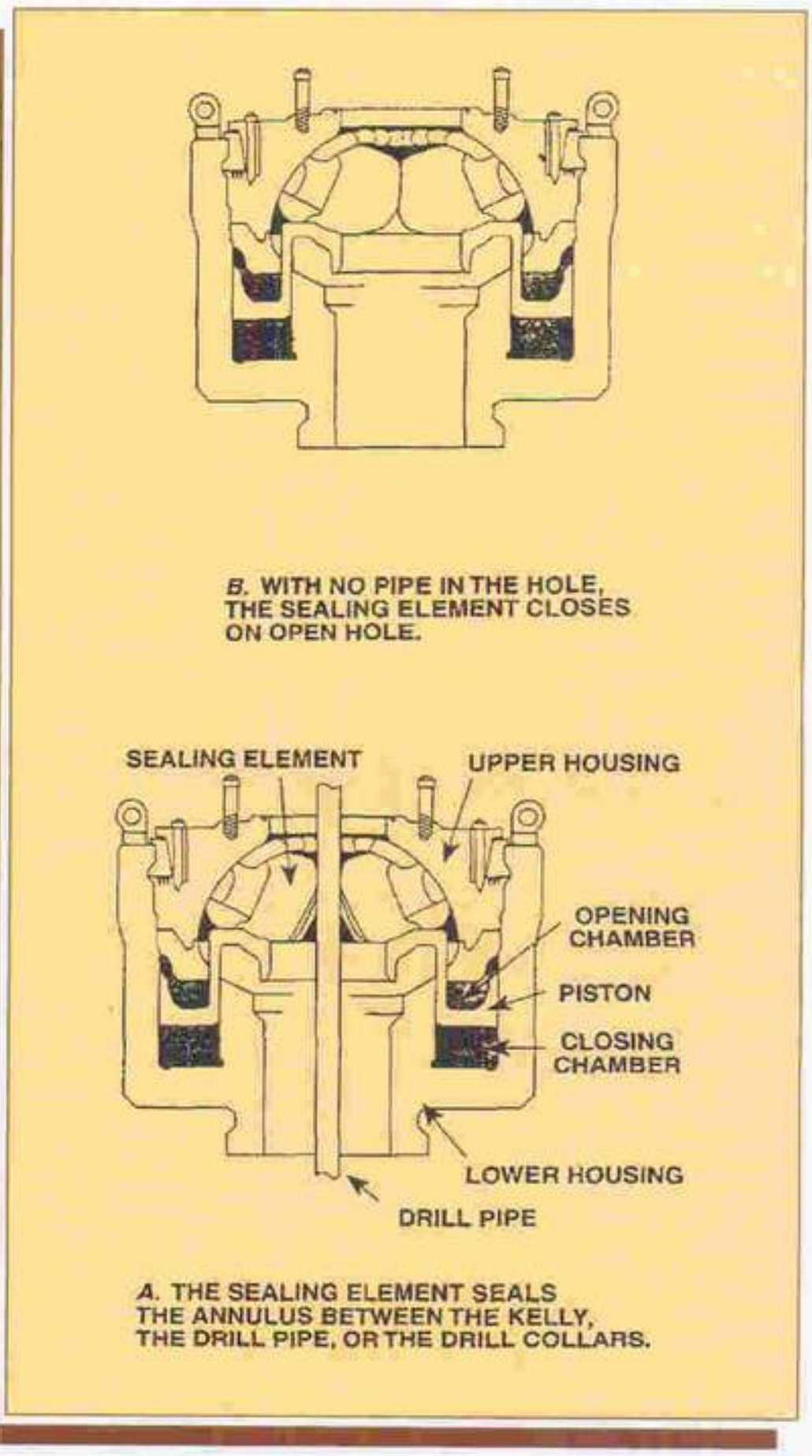
یک فوران‌گیر حلقوی (شکل ۴۴) دارای یک المان آب‌بندی لاستیکی می‌باشد که در هنگام عمل فاصله حلقه بین لوله حفاری یا غلافهای حفاری‌تا دیواره چاه را آب‌بندی و مسدود می‌کند. اگر هیچ قطعه‌ای از ساقه حفاری در داخل چاه نباشد. جلوگیری کننده حلقوی می‌تواند دهانه چاه را مسدود نماید. شکل ۴۵ عملکرد یک شیر فوران‌گیر حلقوی را در امر مسدود نمودن هر دو حالت چاه با لوله حفاری و چاه بدون لوله حفاری نشان می‌دهد.



شکل ۴۴



شکل ۴۶ ـ شیرهای فوران‌گیر صفحه‌ای




شکل ۴۵ ـ عملکرد فوران‌گیر حلقوی

## ۳-۵- فوران گیرهای مسدود کننده
## Ram Preventers

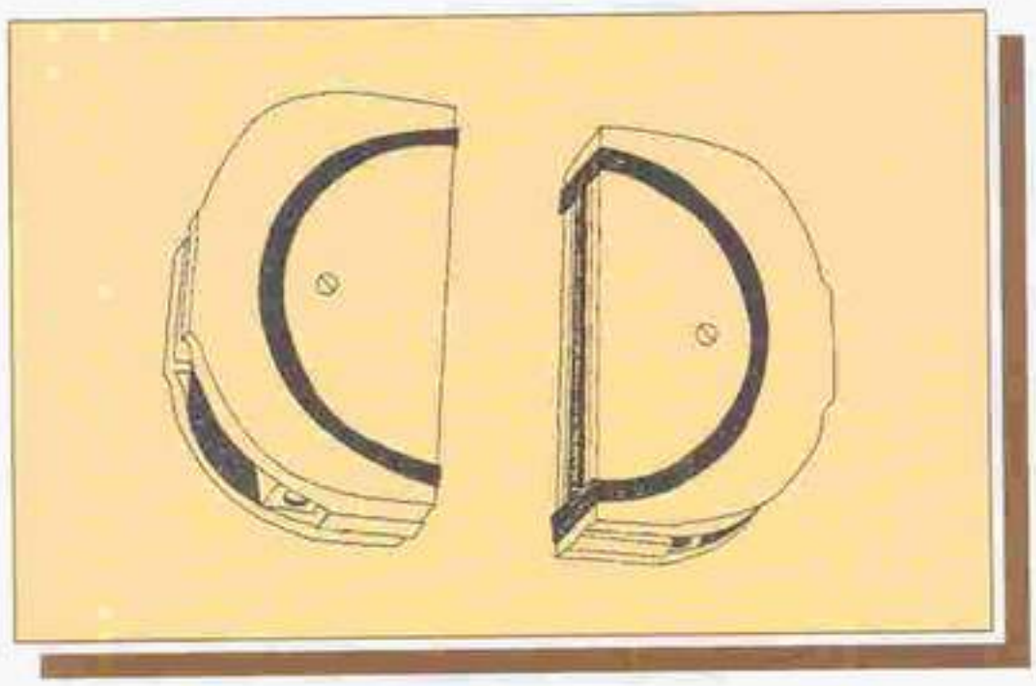
این فوران گیرها شیرهای فولادی بزرگی هستند که دارای المانهای آب بندی و انسداد می‌باشند. به یک نوع از این شیرها Pipe Ram گفته می‌شود زیرا روی لوله حفاری بسته می‌شود و فقط قادر به بستن چاه با لوله حفاری می‌باشد. (شکل ۴۶)

شیرهای فوران‌گیر کورکننده (Blind Ram Preventer) دارای دو صفحه کشویی می‌باشند و با حرکت به سمت یکدیگر موجب بستن چاه می شوند.

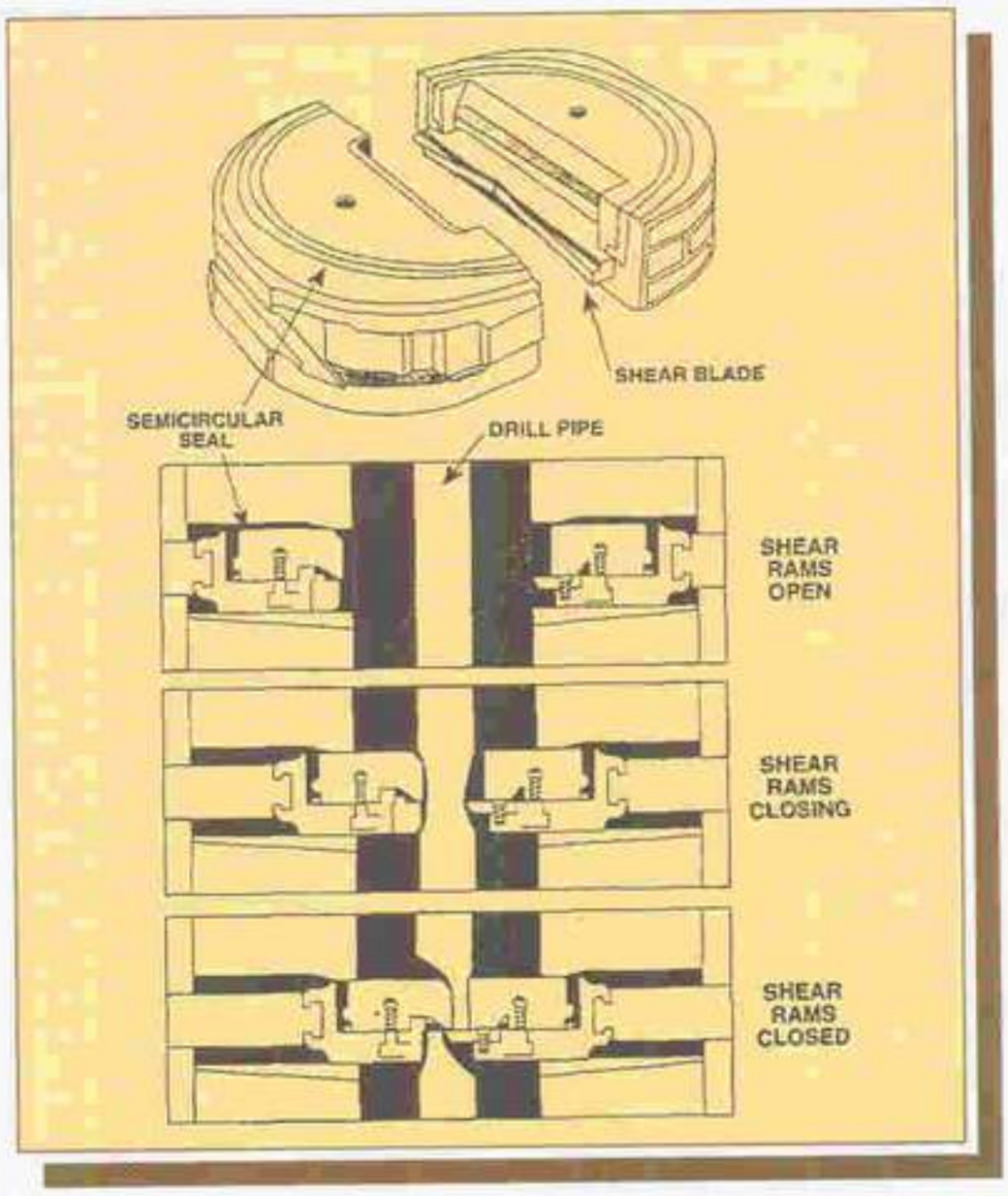
(شکل ۴۷ ) مسدود کننده‌های برشی کور کننده (Ram Blind-Shear) که اکثر اوقات درحفاری دریایی استفاده می شوند ، لولهٔ حفاری را کاملا بریده و چاه را مسدود می‌نمایند.

(شکل ۴۸) این نوع از شیرها به یک واحد سکوی دریایی متحرک در حالت اضطراری مثلا یک طوفان شدید و ناگهانی اجازهٔ ترک موقعیت را می‌دهند. کارگران‌مسدود کننده برشی کور کننده را طوری می‌بندند که لوله را می‌برد و چاه را به سرعت مسدود می‌نماید. از آنجا که کارگران حفاری نباید برای بیرون کشیدن رشته حفاری از چاه صبر نمایند، آنها می‌توانند دکل حفاری را به سرعت از محل دور نمایند. بعد از اینکه حالت اضطراری سپری شد، می‌توانند دکل حفاری را به جای اول بازگردانده و رشتهٔ بریده شده را در بیرون چاه بازسازی و اصلاح نمایند و عملیات حفاری را از سر بگیرند.

این عملیات که به( Cut And Run ) مشهور است، آخرین راه حل می‌باشد اما تعداد زیادی از دکلهای حفاری متحرک را از نابودی نجات داده است.



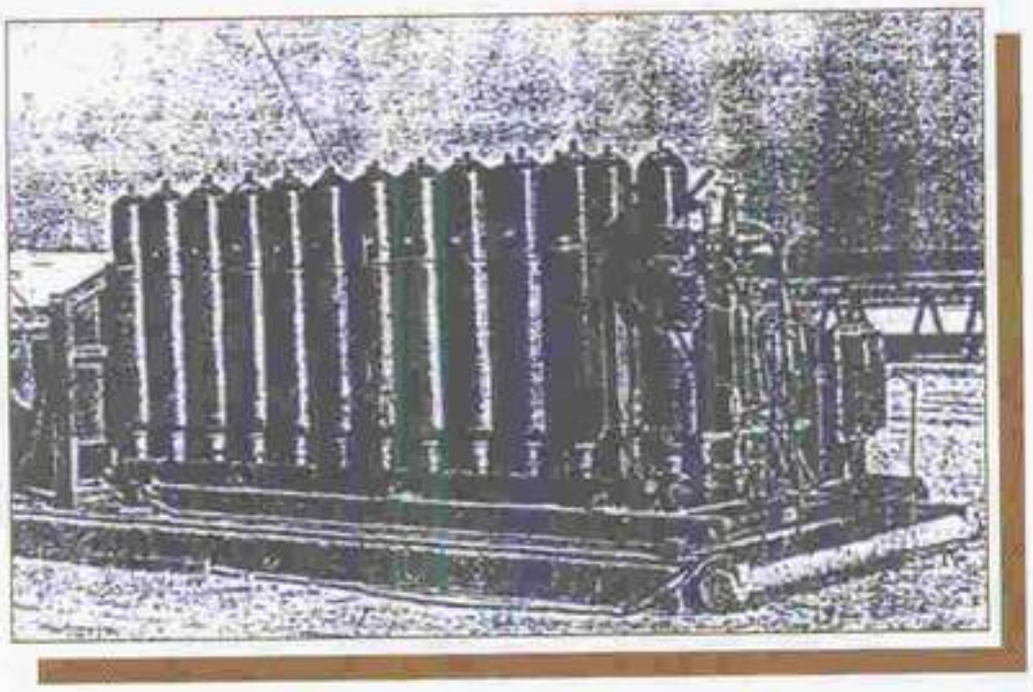
شکل ۴۷ ـ شیر فوران‌گیر کورکننده



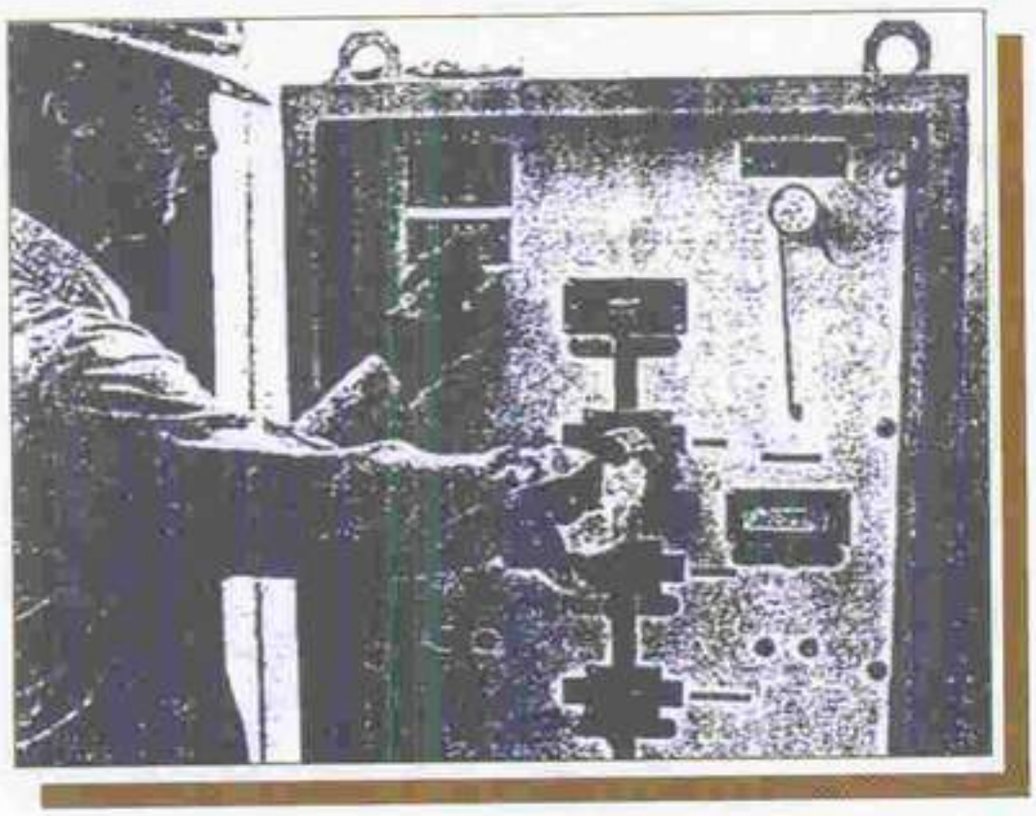

شکل ۴۸ ـ شیر فوران‌گیر برشی کورکننده

## ۴-۵- اکومولاتورها Accumulators

فوران گیرها ، بوسیله سیال هیدرولیک تحت فشار که دریک انبـاره یا اکومولاتور ذخیـره می شود ، باز و بسته می‌گردند (شکل ۴۹). بدلیل اینکه جلوگیری کننده‌ها باید به سرعت بسته شوند ، گـاز نیتروژن در کپسولهـای فـولادی ، سیال هیدرولیک را تحت فشار ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ پوند فشار بر اینچ مربع (حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ اتمسفر) قرار می‌دهد. لوله‌ها و خطوط فشار قوی سیال هیدرولیک را از اکومولاتور به Bop Stack حمل می‌کند.

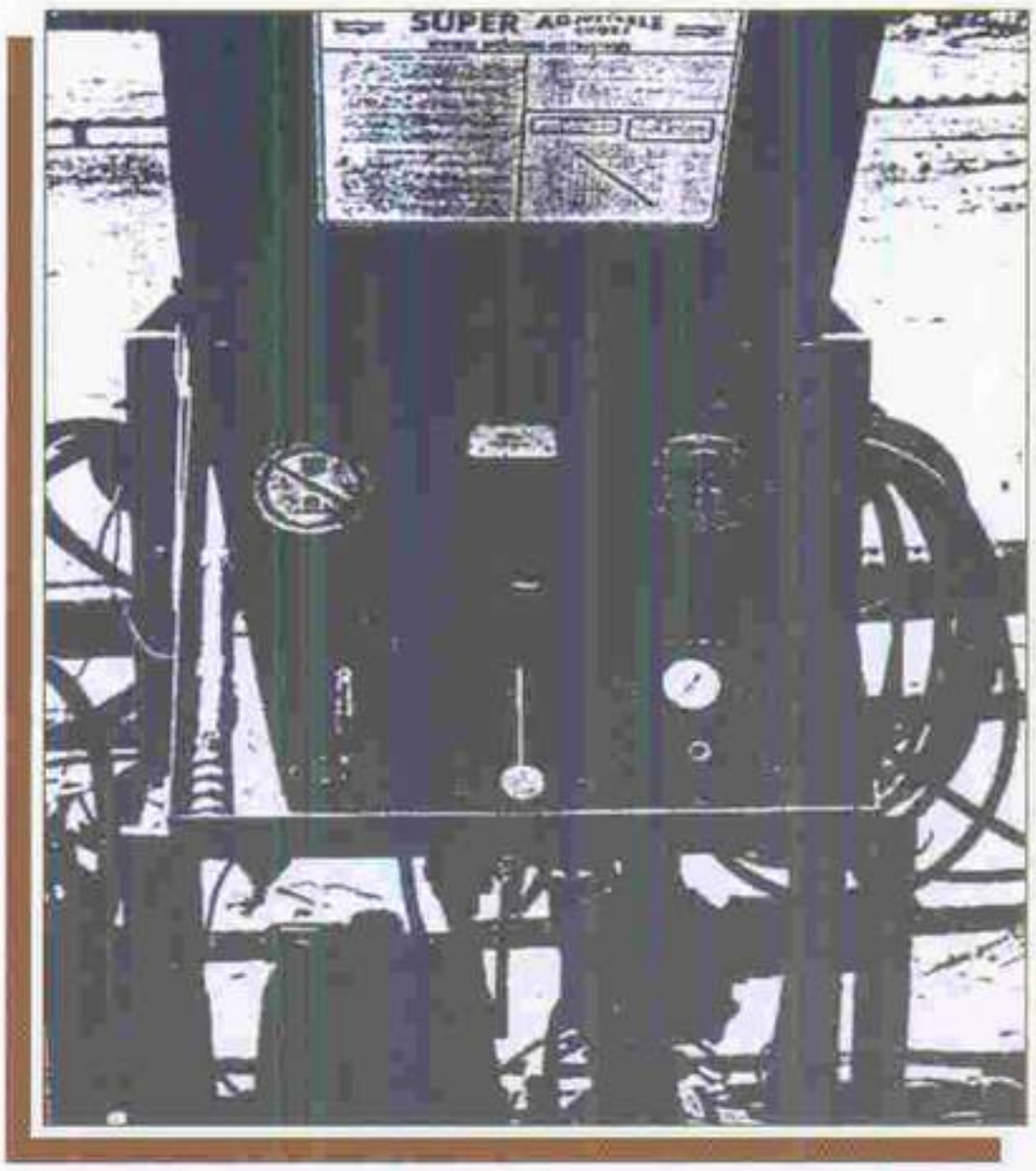


شکل ۴۹ ـ اکومولاتور



شکل ۵۰ ـ صفحه کنترل فوران‌گیرها

وقتی که کارگر حفار شیرهای کنترل را بکار می‌اندازد، سیال هیدرولیـک مسدود کننده‌ها را بکار می‌اندازد. یـک صفحه کنترل از راه دور (شکل ۵۰ ) که روی سطح دکل حفاری قرار دارد به طور عادی جهت کنترل فوران گیرها استفاده می‌شود. محل نصب اکومولاتور به طور معمول در فاصله ۵۰ فوتی (۱۵ متر) از کف دکل قرار می‌گیرد بطوری که اگر یک فوران و یا آتش‌سوزی رخ داد، این واحد آسیب ندیده و بتواند برای بستن فوران گیرها مورد استفاده قرار گیرد. روی دکلهای دریایی و سایتهایی که روی زمین بطور فشرده قرار دارند، اکومولاتورها تا جایی که عملی است دور از کف دکل نصب می‌شوند. در دمای پایین اکومولاتورها باید به طور مناسب پوشانده شونـد و برای به جـریان افتادن روغن هیـدرولیـک گرم شوند. در این موقع یک ضدیخ مانند اتیل گلیکول هم می‌تواند به سیال هیدرولیک اضافه شود.



شکل ۵۱ ـ صفحه کنترل کاهنده‌ها

## ۵-۵- چوکها یا کاهنده‌ها Chokes

یک چوک یک نوع شیر است که برای جلوگیری از ورود سیالات ساختاری در هنگام کشتن چاه مورد استفاده قرار می گیرد(Well Killing). چوکهای قدرت در انواع قابل تنظیم از راه دور ( Remote power-Adjustable ) ، یا دستی (Manual) وجود دارند. یک چوک قدرت قابل تنظیم (Power Adjustable Choke) بصورت پنوماتیکی یا هیدرولیکی از یک صفحهٔ کنترل از راه دور روی کف دکل (شکل ۵۱) عمل کرده و دارای یک ورودی و مدخل است که می‌تواند به داخل محدود یا فشرده شود.

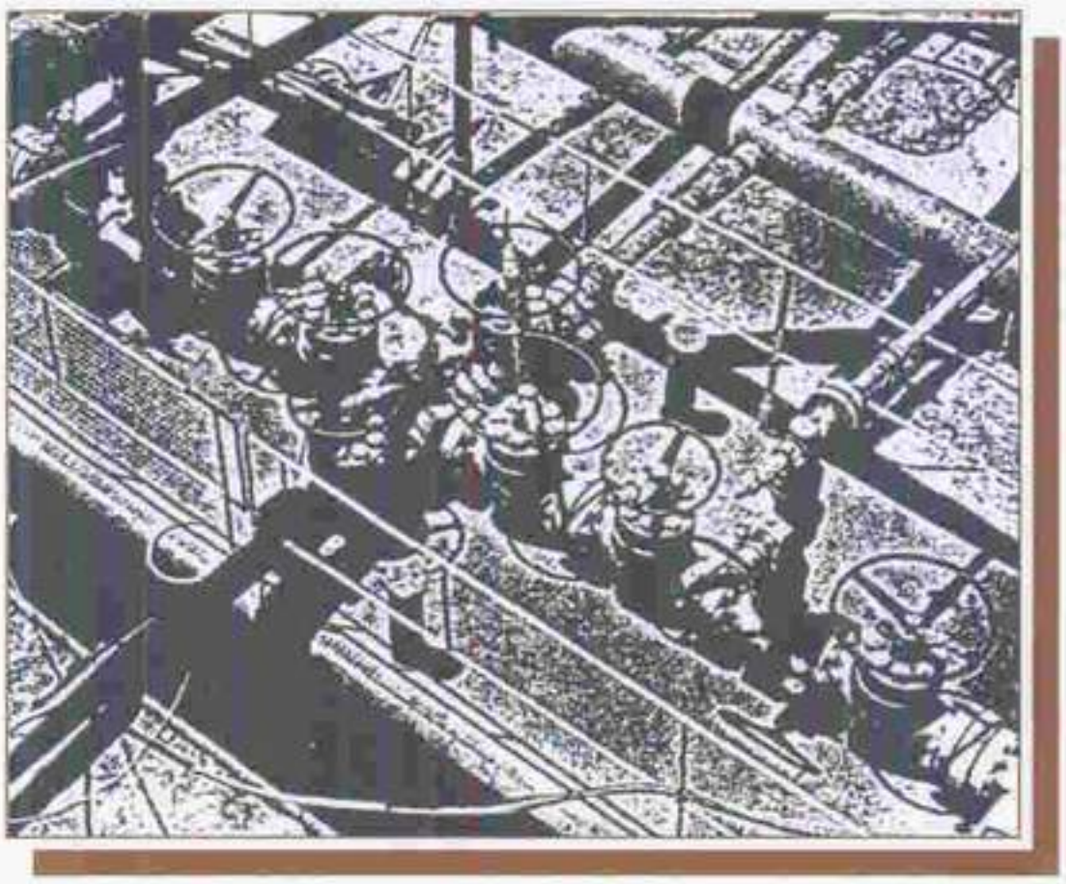
یک چوک قابل تنظیم دستی (Manually Adjustable) دارای یک اریفیس یا دهانه با اندازه متغیر است شبیه چوک (Power Adjustable) اما بصورت دستی کار می کند و با یک هندل می‌چرخد.

این چوک دارای یک محدود کنندهٔ جریان با اندازهٔ ثابت می‌باشد. در هر سه حالت نظر این است که چاه نتواند از طریق چوک به گردش کار خود ادامه دهد و فشار مخالف کافی (Back-Pressure) نتواند برای جلوگیری از ورود آتی سیالات ساختاری در هنگام فرایند تعطیل کردن یا کشتن چاه (Well-Killing) روی چاه نگهداشته شود.

## ۶-۵) منیفولدهای کاهنده Choke Manifolds

وقتی که یک ضربه یا Kick (یک جریان ناخواسته از ساختار زمین به سیال حفاری) رخ می‌دهد بستن و مسدود کردن درون چاه با یک یا بیشتر از یک دستگاه جلوگیری کنندهٔ فوران تنها مرحلهء اول می‌باشد. برای از سرگیری حفاری، کارگر حفاری باید ضربه یا Kick را به خارج چاه هدایت کند و گل حفاری با وزن مناسب را به درون چاه براند. گل با وزن مناسب فشار ساختار را متعادل کرده، بدین طریق چاه را تحت کنترل درآورده یا آن را می کشد. جهت کشتن (Kill) یک چاه یک مجموعه از شیرها که به آنها منیفولد یا چند راهه چوک گفته می‌شود به عنوان یک سیستم نصب می‌شوند (شکل ۵۲). بدلیل اینکه چوکها تحت فشار بالا مسدود شده یا سائیده و فرسوده می گردند، چوکهای متعددی بطور عادی نصب می‌شوند. آنها طوری چیده شده‌اند که امکان قطع کردن را از یکی به دیگری می‌دهد، لذا نام آن منیفولد چوک می‌باشد. یک منیفولد یک مجموعه از لوله‌ها و شیرها است که جریان را از یک لوله دریافت می کند و به چندین لوله دیگر هدایت می کند و این کار را به وسیله باز و بسته کردن شیرها انجام

می‌دهد. منیفولد چوک به مجموعه یا Stack جلوگیری کننده از فوران با یک لوله و خط چوک متصل است. وقتی که چاه توسط جلوگیری کننده‌های فوران بسته می‌شود، گل حفاری و سیال ساختار، از لوله چوک به خارج و از میان منیفولد چوک به بیرون جریان می‌یابند.

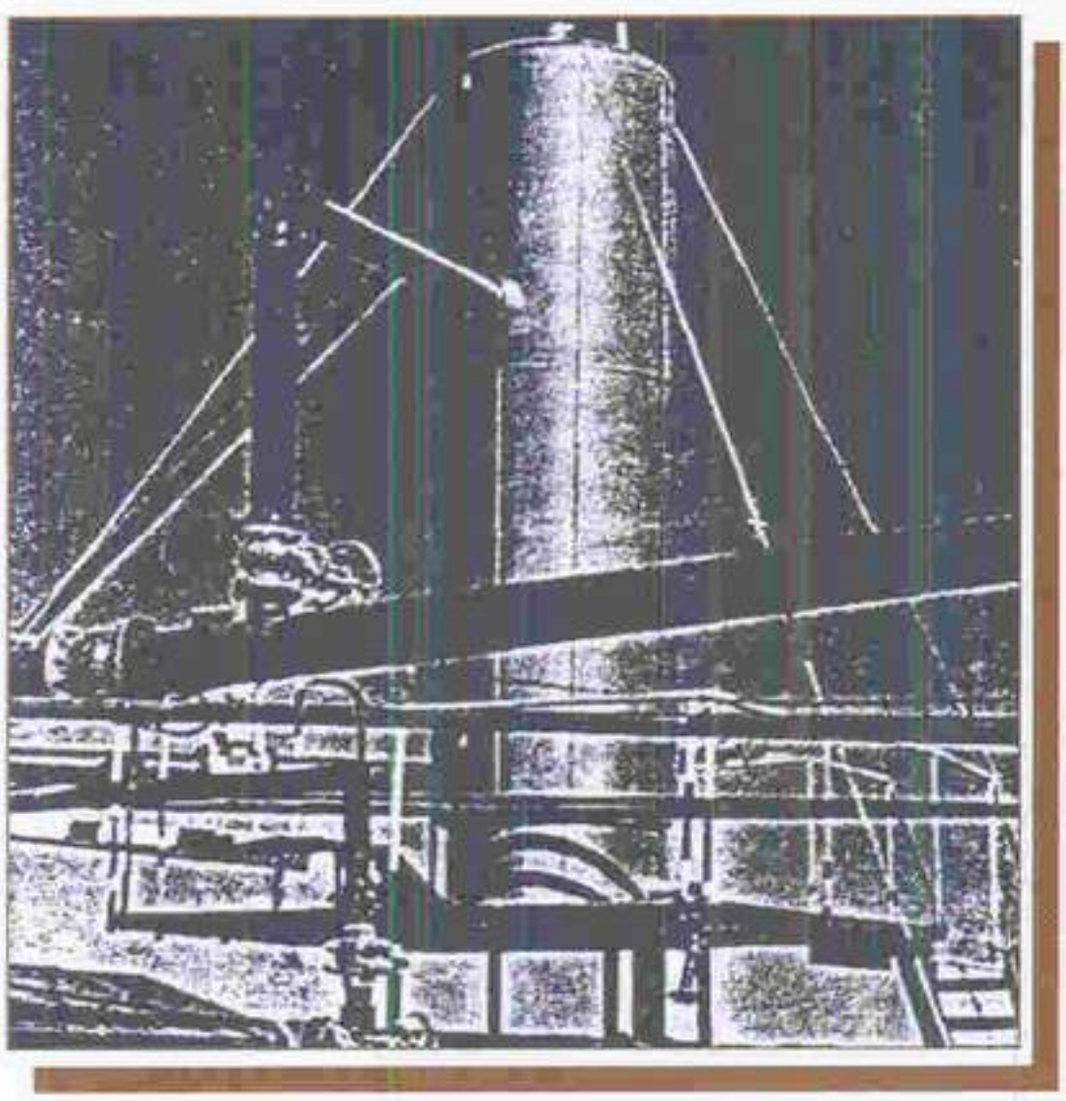


شکل ۵۲ ـ منیفولد کاهنده فشار بالا

## ۷-۵- جدا کننده گاز و گل
## Mud-Gas Separator

یک جداکننده گاز و گل (شکل ۵۳) گل قابل استعمال خارج شده از چاه در هنگامی که یک ضربه (Kick) شروع به جریان یافتن به بیرون می کند را ذخیره کرده و گاز قابل اشتعال را جدا می کند به این صورت که آن را در فاصلهٔ مطمئنی از دکل سوزانده و یا تخلیه می کند. بیشتر جدا کننده‌ها از یک شاخه لولهٔ با قطر بزرگ تشکیل شده اند. موج‌گیرها و تیغه‌های داخلی برای آرام کردن جریان گاز – گل استفاده می‌شوند. در انتها از یک لوله خمیده شکل (Goose neck) برای انتقال گل حفاری به Shaker Tank استفاده می‌شود.

گاز لوله را در بالا جایی که گاز می‌تواند بدون فشار معکوس خیلی زیاد روی گل‌حفاری شعله‌ور شود ترک و تخلیه می کند. تجهیزات کنترل چاه، نیاز دارند که کارگر حفاری آنها را لحظه به لحظه بازرسی کرده و بکار بیندازد تا مطمئن شود که آنها در شرایط کاری خوبی هستند. حفاریهای فورانی مکرر وقتی که حفاری در مکانهایی که انتظار می‌رود تا فشارساختاری به طور غیرمعمول زیاد باشد، یک امر عادی می‌باشند.



شکل ۵۳ ـ جدا کننده گاز و گل

# فصل ششم - تجهیزات کمکی
# Auxiliaries

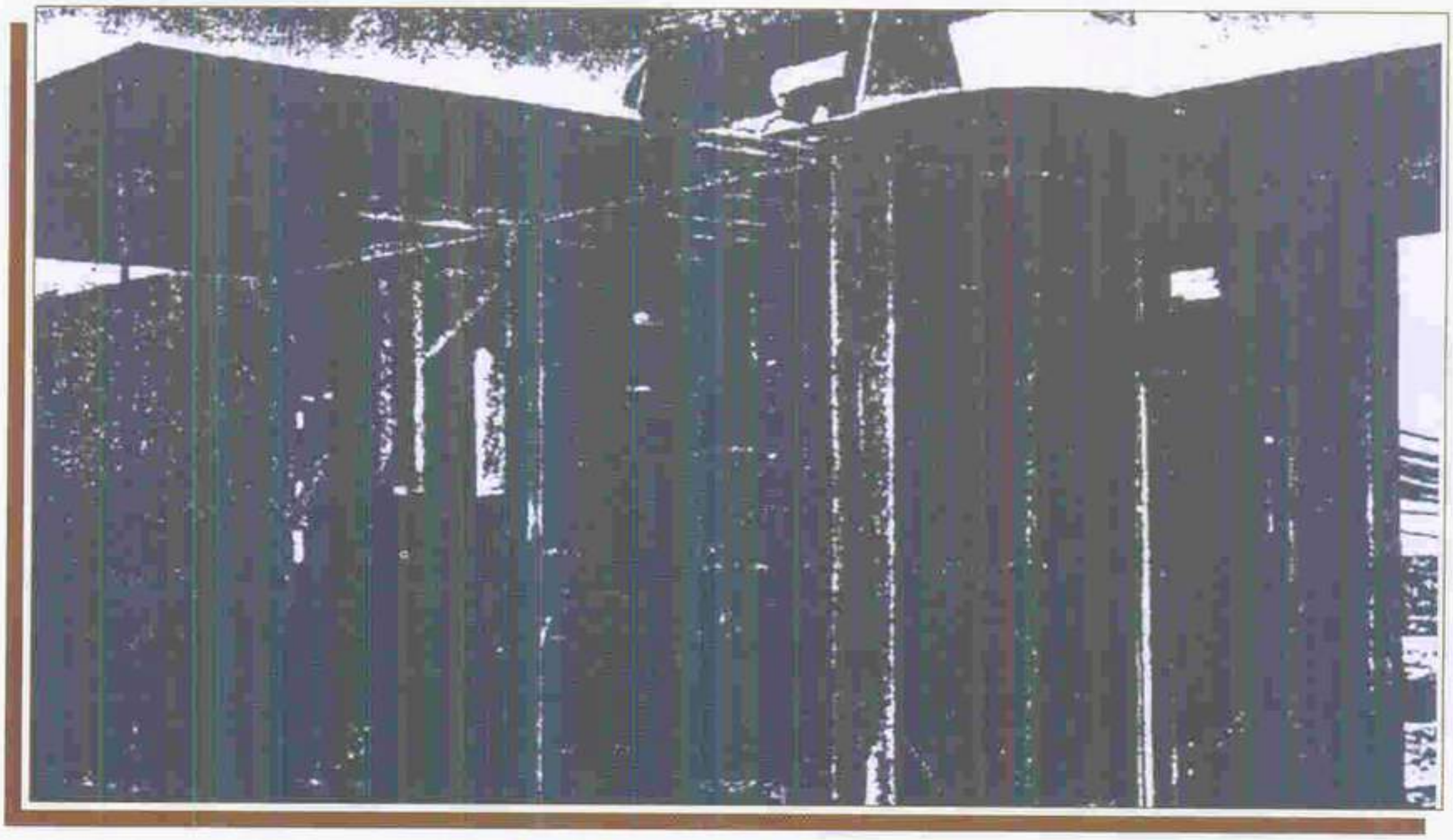
## معرفی Intruduction

علاوه بر تجهیزات اصلی که یک دکل حفاری را تشکیل می‌دهند، بسیاری از قطعات نسبتا فرعی‌تر و جزئی‌تر نیز مورد نیاز می‌باشند. سیستمهای قدرت و انرژی، بالا بردن، چرخاندن، به گردش درآوردن و کنترل چاه، همگی دارای تجهیزات پشتیبانی هستند که به واحدهای اصلی اضافه شده‌اند و برای دکل کار را ممکن می‌سازند. تعداد و نوع تجهیزات کمکی یافته شده روی دکل حفاری متأثر از چگونگی استفاده از دکل می باشد. متغیرهای زیادی از قبیل زمین، آب و هوا و شرایط

جوی، دوری از مرکز تامین و تهیه و نیازهای‌نقل و انتقال هم باید در نظر گرفته شوند.

## ۱-۶- ژنراتورهای الکتریکی
## Electric Generators

دکلهای حفاری مدرن به ژنراتورهای AC (شکل ۶۰) مجهز شده و تقریبا همیشه قدرت خود را از موتورهای دیزل می‌گیرند بطوریکه برای وینچ اصلیDrawwork، میزچرخان(RotaryTable) و پمپهای گل قدرت تامین می‌کنند. برق AC برای روشنایی دکل، موتور Shale Shaker ، همزن‌های مخازن گل، پمپهای گریز از مرکز، تجهیزات دکل، موتور فن‌های خنک کننده و تهویهٔ هوای خوابگاه کارگران استفاده می‌شود . بیشتر این ژنراتورها دارای ظرفیت ۳۰ الی ۵۰ کیلووات می‌باشند.
اما واحدهای بزرگتری نیز معمولا نصب می‌شوند.
در دکل، ژنراتورها می‌توانند بار قدرت اصلی دکل حفاری به استثنای انرژی مورد نیاز برای سیستمهای بالا بردن (Hoisting)، پمپ کردن (Pumping) و چرخاندن (Rotating) را با استفاده از تنها یک واحد حمل کنند. واحد دوم موتور – ژنراتور در رزرو نگهداشته می‌شود. اکثر دکلهای دریایی، الکتریکی هستند. آنها تنها قدرت AC تولید می‌کنند و آن را به یک مکان یا نقطهٔ مشترک توزیع می‌نمایند. از این نقطه مقداری از قدرت AC به ترانسفورماتورها برای خدمات رفاهی دکل‌حفاری از قبیل روشنایی، و به موتورهای کوچک شامل آنهایی که به پمپهای گریز از مرکز قدرت می‌دهند ارسال می‌شود. اکثر توان تولید شده به داخل یکسوکننده‌های کنترل شدهء سیلیکونی (SCR) هدایت می‌شود که برق AC را به DC تبدیل می‌کند. برق DC سپس به موتورهای بزرگ DC توزیع می‌شود. یکسوکننده‌های کنترل شدهء سیلیکونی (SCR) برق AC را به DC تبدیل می‌کنند که این برق DC درموتورهایDC که وینچ اصلی (Drawworks)، پمپهای گل (Mud Pumps) و میز چرخان (Rotary Table) را به حرکت در می‌آورند، توزیع می‌گردد.



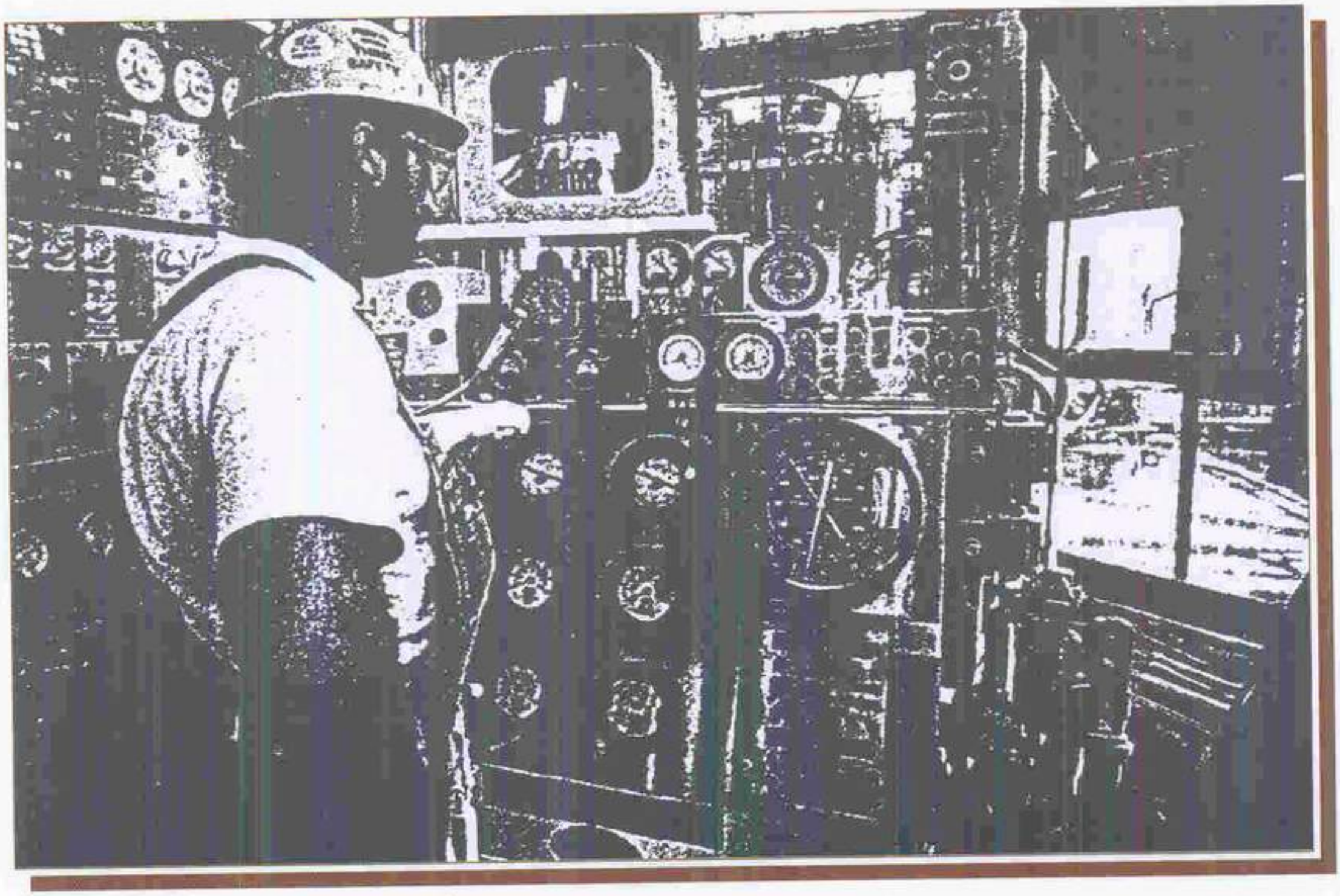
شکل ۵۴ ـ مجموعه موتور ژنراتور

## ۲-۶) کمپرسورهای هوا
## Air Compressors

در دکلهای حفاری مکانیکی توان لازم توسط یک یا چند موتور احتراق داخلی تامین می‌گردد و این توان توسط وسایل و تجهیزات مکانیکی از قبیل زنجیرها، چرخ‌های دندانه دار، کلاچها، و شفتها توزیع می‌گردد. یک کمپرسور کوچک معمولا روی Compound Engine جهت تامین و آماده‌سازی هوا برای کنترلها و کلاچهای پنوماتیکی، نصب می‌گردد. کمپرسور دارای یک مخزن برای ذخیره‌کردن هوای فشرده می‌باشد. در دکلهای حفاری دیزل- الکتریک که با به حرکت درآوردن ژنراتورهای برق توسط موتورهای دیزل،توان لازم تولید می‌شود، یک کمپرسور هوای فشرده که با نیروی الکتریکی کار می‌کند، هوای فشرده با فشار ۱۰۰ الی ۱۵۰ پوند بر اینچ مربع جهت فعال نمودن کنترل‌های پنوماتیک و همچنین جهت روشن کردن موتورهای دیزل، عملکرد بالابر هوایی (Air Hoist) و لوله‌گیرهای هوایی (Air Slips) و پمپهای هوایی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۳-۶- تجهیزات و ابزارهای کنترل حفاری
## Drilling Instruments

یک سیستم مجهزکنترل حفاری در حقیقت یک قطعهٔ کلیدی تمام دکلهای حفاری می‌باشد. (شکل ۵۵) تجهیزات نصب شده در این سیستم موقعیت و مکان حفاری در عمق چاه،(Driller) وزن ساقهٔ حفاری، سطح مخزن گل حفاری، فشار پمپ، سرعت چرخاننده ،کشش کابل و سایر متغیرها را نشان می‌دهد.
یک واحد ثبت وقایع وگزارشات گل حفاری که به طور معمول توسط شرکت خدمات مقاطعه کاری تدارک دیده شده ، می‌تواند جهت پیگیری و ردیابی هر نشانه و اثری از نفت یا گاز که توسط سیال حفاری در هنگام گردش بالا آورده شده مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۵۵ ـ سیستم کنترل حفاری

### ۴-۶- سایر امکانات و تجهیزات
### Other Facilities

دکلهای حفاری همچنین به طور کلی شامل تاسیسات ذخیره سوخت، محل تعویض لباس برای کارگران(Change House)، یک اتاق کوچک روی کف دکل به عنوان دفتر کار حفار و یک محل نگهداری برای ابزارهای کوچک (Dog House)، یک مکان برای نگهداری قطعات یدکی مربوط به پمپها و سایر تجهیزات (Tool House) و سایر امکانات می‌باشند.
دکلهای قرار گرفته در مکان‌های دوردست اغلب دارای یک خوابگاه یا کمپ کارگران (Bunk House) می‌باشند که گروههای حفاری (Crews) هنگامی که در عملیات حضور دارند در آنها زندگی می کنند. دکلهای دریایی با خوابگاه و اقامتگاه، به‌امکانات تهیه و سرو غذا، نیروگاه برق، تامین آب و امکانات تصفیه فاضلاب و همچنین امکانات ذخیره گل خشک کافی و مواد شیمیایی، سیمان، نفت و سایر امکانات مورد نیاز برای پرسنل روی دکل را به مدت چندین روزه عملیات حفاری مجهز می باشند. بیشتر دکلهای بزرگ می‌توانند اطلاعات عملیاتی را به طور مکرر توسط دستگاه مودم (Modem) به دفتر مرکزی شرکت انتقال دهند.

## فصل هفتم - ظرفیتهای مورد نیاز ساخت داخل

در حال حاضر به دو دستگاه دکل حفاری دریایی و ۹ دستگاه دکل حفاری زمینی و تعمیراتی نیاز می‌باشند و برای ده سال آینده حداقل نیاز به ۵ دستگاه دکل حفاری دریایی و ۲۰ دستگاه دکل حفاری زمینی و تعمیراتی خواهیم داشت.

## فصل هشتم - استانداردهای مربوط به اجزاء دکل های حفاری

| | |
|---|---|
| 1- API SPEC 4F | Specification for Drilling & Well Servicing Structures. |
| 2- API RP 4G | Recommended Practice for Maintenance & Use of Drilling & Well Servicing Structures. |
| 3- API SPEC 7 | Specification for Rotary Drill Stem Elements. |
| 4-API SPEC 7B-11C | Specification for Internal - Combustion Reciprocating Engines for Oil-Field Service. |
| 5-API RP 7C-11F | Recommended Practice for Installation, Maintenance & Operation of Internal - Combustion Engines. |
| 6- API SPEC 7 | Specification for Oil -Field Chain & Sprockets. |
| 7-API RP 7G | Recommended Practice for Drill Stem Design & Operating Limits. |
| 8-API SPEC 7K | Specification for Drilling Equipments. |
| 9-API RP 7L | Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, & Remanufacture of Drilling Equipments. |
| 10-API SPEC 8A | Specification for Drilling & Production Hoisting Equipment. |
| 11-API RP 8B | Recommended Practice for Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, & Remanufacture of Hoisting Equipments. |
| 12-API SPEC 8C | Specification for Drilling & Proceduction Hoisting Equipments. |

## استانداردها

| | |
|---|---|
| **13-API RP 9B** | Recommended Practice on Application, Care, & Use of Wire Rope for oil Field Service. |
| **14-API BULL D10** | Selecting Rotary Drilling Equipment. |
| **15-API SPEC 13A** | Specification for Drilling - Fluid Materials. |
| **16-API RP 13B-1** | Recommended practice Standard Procedure for Field Testing Water - Based Drilling Fluids. |
| **17-API RP 13C** | Recommended Practice for Drilling Fluid Processing Systems Evaluation. |
| **18-API SPEC 14A** | Specification for subsurface Safety Valve Equipments. |
| **19-API RP 14B** | Design, Installation, Repair & Operation of Subsurface Safety Valve Systems. |
| **20-API SPEC 16C** | Specification for choke & Kill Systems. |
| **21-API SPEC 16D** | Specification for Control Systems for Drilling Well Control Equipments. |
| **22-API RP 16E** | Recommended Practice for Design of Control Systems for Drilling Well Control Equipments. |
| **23-API RP 53** | Blowout Prevention Equipments Systems for Drilling Wells. |

## فصل نهم – سازندگان

**1- Keppel Fells**
**2- Maersk**
**3- Maritime Hydraulics**
**4- Crown Energy Technology**
**5- National Oilwell**
**6- Soilmec**
**7- Pride International**
**8- Ocean Rig**
**9- Industrial Expert**
**10- Hydraulift**
**11- Varco**
**12- Wirth**
**13- Bentec**
**14- P.P.L**
**15- ZPEP**
**16- CPTDC**
**17- Shengli Drilling**
**18- EIFFAGE Group**
**19- Cameron**
**20- Marotec**
**21- Atlantis Explorer**
**22- Gusto**

Manufacturing Support & Procurement (MSP) Kala Naft Co. Tehran

N.I.O.C

# An Introduction to Drilling Rigs

Directorate of Manufacturing Support for Mechanical, Electrical & Instrumentation

# IN THE NAME OF GOD

N.I.O.C

Manufacturing Support &
Procurement (MSP)
Tehran KALA NAFT Company

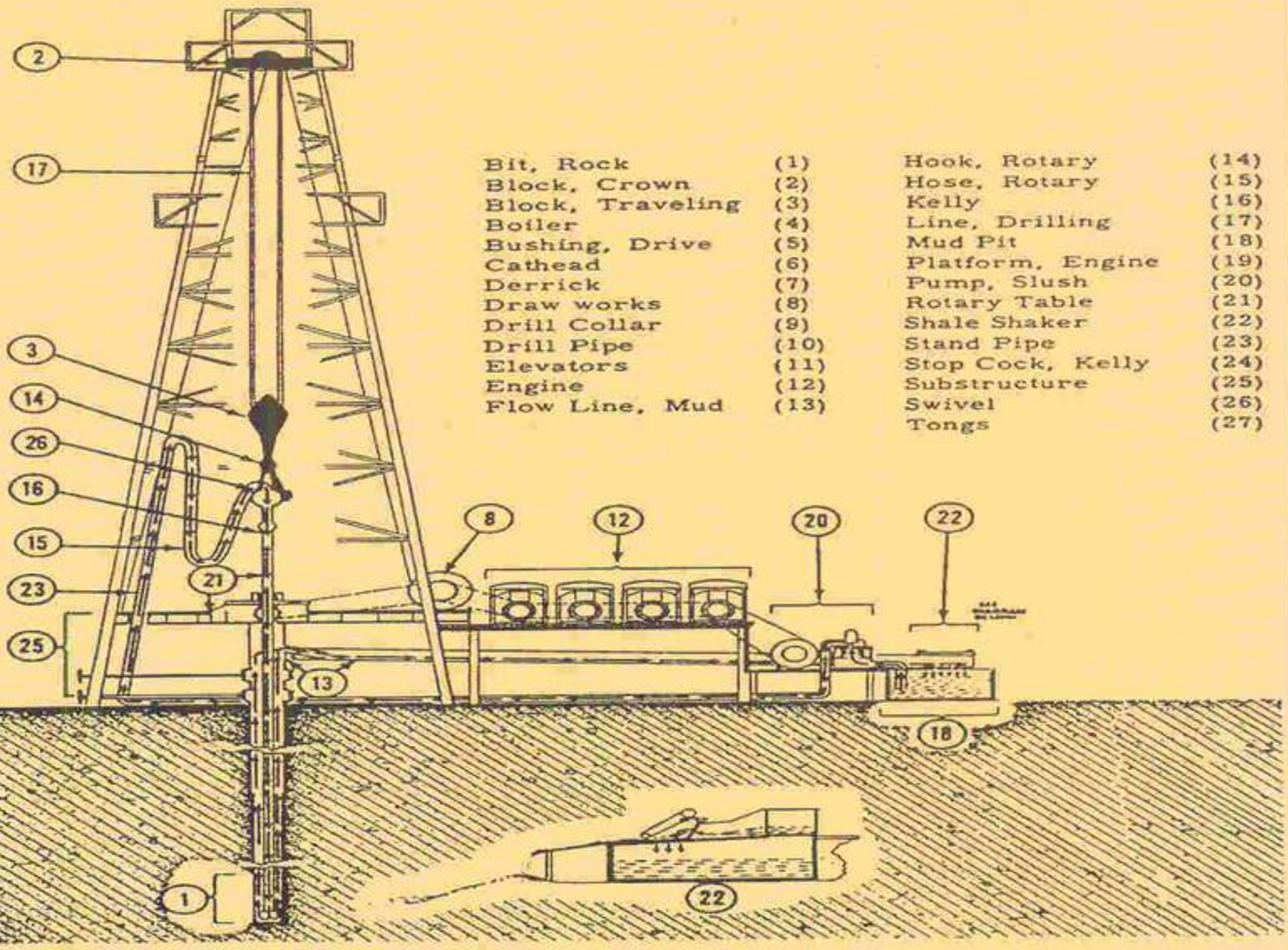
# INTRODUCTION TO DRILLING RIGS


| | |
|---|---|
| 1- Types of Land Rigs | 5 |
| 2- Drilling Rig Systems | 6 |
| 3- Rig Components | 7 |
| 4- Prospect for 10 Years | 15 |
| 5- Standards | 15 |
| 6- Manufacturers & Suppliers | 16 |

## 2. Drilling Rig System

1- Circulating System
2- Rotating System
3- Hoisting System
4- Power System
5- Blowout Preventers System
6- Structures

### BASIC RIG COMPONENTS




| | | | |
|---|---|---|---|
| Bit, Rock | (1) | Hook, Rotary | (14) |
| Block, Crown | (2) | Hose, Rotary | (15) |
| Block, Traveling | (3) | Kelly | (16) |
| Boiler | (4) | Line, Drilling | (17) |
| Bushing, Drive | (5) | Mud Pit | (18) |
| Cathead | (6) | Platform, Engine | (19) |
| Derrick | (7) | Pump, Slush | (20) |
| Draw works | (8) | Rotary Table | (21) |
| Drill Collar | (9) | Shale Shaker | (22) |
| Drill Pipe | (10) | Stand Pipe | (23) |
| Elevators | (11) | Stop Cock, Kelly | (24) |
| Engine | (12) | Substructure | (25) |
| Flow Line, Mud | (13) | Swivel | (26) |
| | | Tongs | (27) |

Basic components of a rotary drilling rig. Courtesy API.

*Standard Derricks*

# 3 - RIG COMPONENTS

## Definitions

### 1. Gin Pole

An "A" frame structure located at the top of standard derricks used to lift and lower the crown block into position.

### 2. Water Table

The water table is the walk around at the top of standard derricks which supports the crown block.

### 3. Crown Block

A series of sheaves affixed in the top of the derrick used to change the direction of pull from the draw works to the traveling block.

### 4. Derrick

Vertical structure that allows vertical clearance and strength to raise and lower the drill string. This structure with-stands two types of loading: compressive loading and wind loading.

Types of Derricks:

Triple- has the capacity of pulling 90' stands of pipe

Double- has the capacity of pulling 60' stands of pipe

Single- has the capacity of pulling 30'stands of pipe (one 30-ft joint)

Standard Derricks- Four sided structures that must be assembled and disassembled when transporting.

Portable Derricks- Telescoping and jackknife types. The telescoping derrick is raised and lowered in an extending and collapsing fashion and lowered in one piece, but may be disassembled to some degree after being lowered.

### 5. Stand

A stand generally consists of two to four joints of made-up drill pipe. The stand is generally used when running or pulling the drill string in and out of the hole.

### 6. Monkey board

(Stabbing board) The platform on which the derrick man works when tripping pipe.

### 7. Racking Fingers

Fingers or members where the stands are racked and secured while tripping pipe.

### 8. "A" Frame

The "A" frame structure on a jackknife used to raise and lower the mast. It also supports the derrick in the raised position.

### 9. Bull line and Sheaves

The large line and sheaves located on the "A" frame of a jackknife used to raise and lower the derrick.

### 10. Traveling Block

The block and tackle which is rigged with the crown block by multiples of drilling line strung between the crown block and the traveling block. The efficiency, En, can be computed as

$$En = 0.98n$$

Where

**En** is the overall hoisting efficiency n is the number of lines strung between the crown block and traveling block, and (in this case) 0.98 is the efficiency of each sheave.

### 11. Swivel

That part of the drill sting which connects the rotary hose to the drill string and allows circulation and rotation at the same time.

### 12. Kelly

The square or hexagonal member at the upper most part of the drill string (immediately below the swivel) that passes through a properly fitting bushing known as the kelly bushing or drive bushing. The drive bushing transmits rotary motion to the kelly which results in the turning of the drill string.

### 13. Kelly Bushing / Drive Bushing

That bushing which fits inside the rotary bushing and transmits rotary torque to the kelly.

### 14. Rotary Bushing

The bushing that fits inside of the rotary table opening. This is where the drill pipe and collar slips seat when the drill string is suspended from the rotary table for connections or tripping pipe.

### 15. Rotary

Transmits the rotary motion or torque from the power source to the drive bushing.

### 16. Kelly Cock

Safety valves located above and/or below the kelly. These valves are of a ball type and must be manually operated. Their primary purpose is to prevent flow up the drill string in case of emergencies. A third kelly cock is generally kept on the drill floor to be used in the drill string in the event flow up the drill string occurs while making a connection or tripping pipe.
(Federal leases, USGS, requires two kelly cock valves- above and below the kelly- and a third one on the drill floor in the opened position.) A secondary use of the kelly cock valve below the kelly is to prevent the loss of mud from the kelly while making a connection. This should be discouraged to prevent wear on the kelly cock valve.

### 17. Inside BOP Valve

This valve is also used to prevent flow up the drill string when the well kicks and a connection or tripping operations are under way. This valve operates like a check valve and is always kept in open position on the rig floor. This valve is required to be on the rig floor in the open position for Federal leases.

### 18. Kelly Saver Sub

A sub located blow the lower kelly cock valve. The function of this sub is to prevent wear on the kelly's threads and to centralize the kelly by means of a rubber protector, thus preventing wear on the kelly's hexagonal or square shape.

### 19. Elevators

The elevators are used for latching on to the tool joint or lift sub of the drill pipe or drill collars. This enables the lifting and lowering of the drill string while making a trip. The elevators are connected to the hoisting system (traveling block) by means of bails.

### 20. Bails

The bails connect the traveling block and elevators. They are solid steel bars with eyes at both ends.

## 21. Hook

The hook is located beneath the traveling block. This device is used to pick up and secure the swivel and kelly.

## 22. Slips

Latch around the drill pipe and seat in the rotary bushing in the rotary table. The slips support and transmit the weight of the drill string to the rotary table while making a connection or tripping pipe.

**A.** Drill Pipe
**B.** Drill Collar
**C.** Casing

## 23. Draw works

The principal parts of the draw works are the drum, the drum brakes, transmission, and cathead.

The principal function is to convert the power source into a hoisting operation and provide braking capacity to stop and sustain the weights imposed when lowering or raising the drill string.

**A.** the drum is housed in the draw works and transmits the torque required for hoisting and braking. It also stores the drilling line required to move the traveling block the length of the derrick.

**B.** The cathead is a shaft with a lifting head that extends on either side of the draw works and has two major functions. It is used in making up and breaking out tool joints in the drill string. It is also used as a hoisting device for heavy equipment on the drill floor.

**C.** This is done by wrapping the cat line (cat line is generally made of rope and is connected to a piece of chain used to tie on to equipment) around the lifting head. The number of turns of rope on the head and the tension provided by the operator controls the force of the pull.

**D.** The draw works contains all of the controls to divert the rig power to needed operations.

## 24. V-Door Ramp

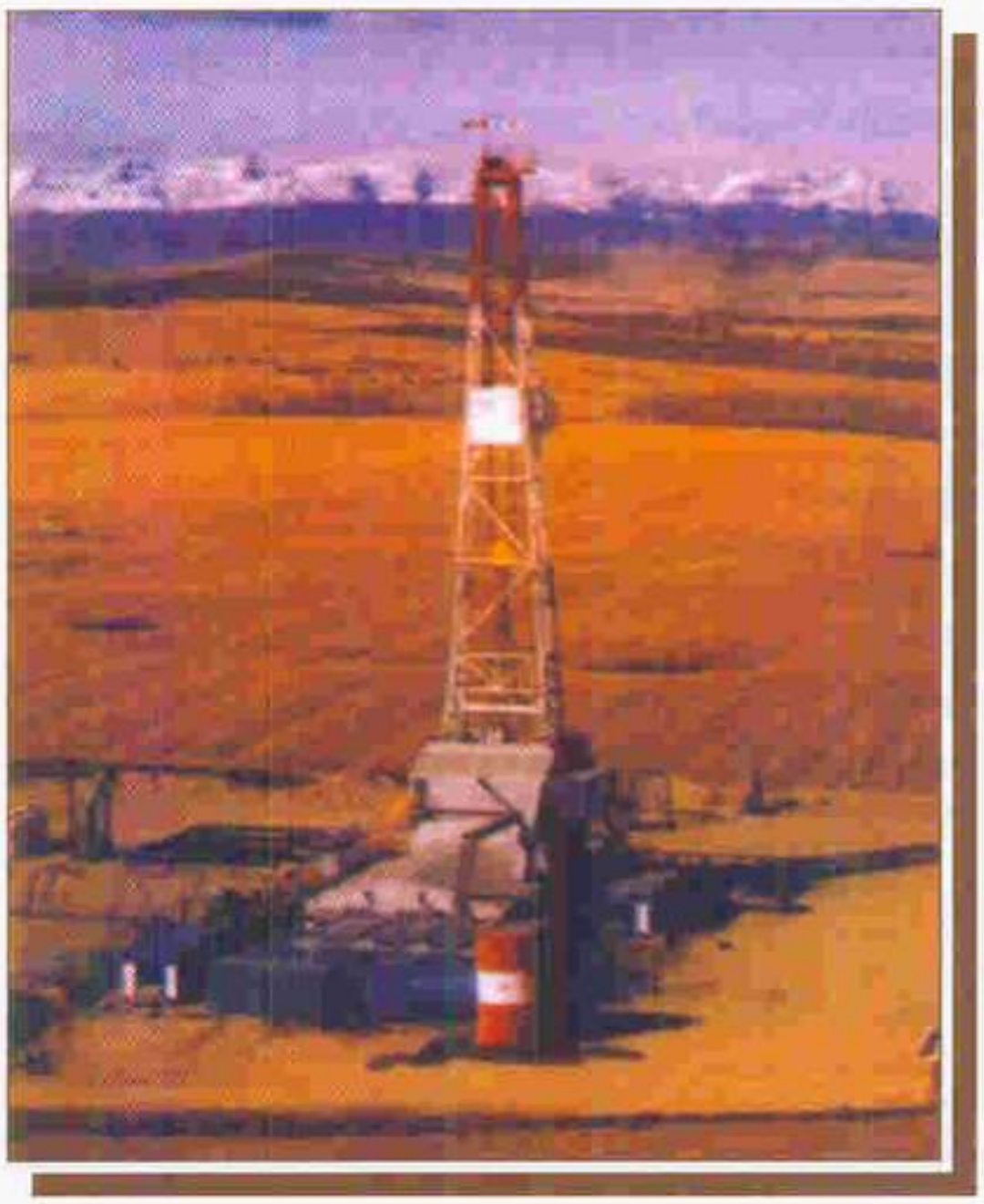
The ramp which connects the "V" door to the cat walk.

## 25. Sand line

The sand line is a small draw works system. The line is generally used for running surveys or fishing for lost surveys. These units are usually integral parts of the draw works.

## 26. Kelly Spinner

A pneumatic operated spinner located above the kelly. It is used to spin the kelly to make up tool joints when making connections. The kelly spinner can generally spin clockwise to speed up connections.



## 27. Tongs

Large wrench-like devices that are used to tighten up and break out tool joints or connections. The tongs are connected to the break out and make up catheads. Hydraulic tongs are generally used to make up casing and tubing, deriving power from a hydraulic unit.

## 28. Auxilliary Brakes

The draw works generally have two braking systems; the band-type brakes on the draw works drum, and the auxiliary brakes. The auxiliary brakes are used only when going in the hole on a trip. These are used to prevent burning the band-type brakes. The auxiliary brakes are of two types: hydro-dynamic or electromagnetic.

**A.** The hydro-dynamic type braking is provided by water being impelled in a direction opposite to the rotation of the drum. The brake is mounted on a shaft that can be engaged to the draw works.

**B.** The electromagnetic type braking is provided by two opposing magnetic fields. The magnitude of the magnetic fields is dependent on the speed of rotation and the amount of external excitation current supplied. In both types of auxiliary braking systems, the heat development must be dissipated using a liquid cooling system.

## 29. Deadline Reel and Clamp

The drilling line strung through the traveling block and to the draw works is secured by the deadline, which is wrapped around the deadline reel and clamped. This prevents the line from slipping and the traveling block from falling.

## 30. Mud Pumps

Mud pumps are used for circulating the drilling fluid down the drill pipe and out of the annulus. These are high-pressure and high-volume Pumps. They can be double - acting duplex pumps or single-acting triplex pumps.

A. The double - acting duplex pump has four pumping actions per pump cycle.

B. The single - acting triplex pump has three pumping actions per pump cycle.

## 31. Shale Shaker

The shale shaker is a contaminant removing device. It is used to remove the coarser drill cuttings from the mud. This is generally the first solids-removing device and is located at the end of the flow line. The shale shaker is composed of one or more vibrating screens though which mud returns pass.

## 32. Desander - Desilter

The desander and desilters are for contaminant or solids removal purposes. These devices separate sand-size particles from the drilling mud. Both devices operate like a hydro cyclone. The mud is pumped in at the top of the cyclone.

This causes the mud stream to hit the vortex finder which forces the mud down the cyclone in a whirling fashion towards the apex of the cyclone.
The heavier particles are forced outward faster than the smaller particles. The heavier particles on the outside of the whirling fluid are deposited out of the apex while the much smaller particles follow the path of the liquid and reverse their path in the center and flow out of the cyclone through the vortex finder.
If used as a desander or desilter, the waste product is deposited at the bottom and the fluid moving trough the vortex finder is returned to the active system. If used as a clay ejector, the under-flow contains barite particles which are returned to the mud system, while the fluid moving out of the vortex is deposited as waste.
The difference between the various operations of the desander, desilter, and clay ejector relate to the size of the cyclone.

| Cyclone Size | |
|---|---|
| Desander | 6" or larger |
| Desilter | 4" or larger |
| Clay Ejector | 2" or larger |

## 33. Decanting Centrifuge

A solids-control device which consists of a rotating cone- shaped drum which has a screw conveyer attached to its outer surface. Rotation of the cone creates a centrifugal force that throws the heavier particles to its outer housing. The screw conveyer moves the separated particles to the discharge.
This device has to be monitored closely in a water-based mud because it allows discharge of bentonite (gel). The bentonite controls viscosity and fluid loss. If allowed to operate for long periods of time without adding bentonite to the mud system, filtration control will be lost.

## 34. Degasser

This vessel is used for gas contamination removal. It consists of a vessel which has inclined flat surfaces in thin layers and a vacuum pump. The mud is allowed to flow over the inclined thin layers which helps break out entrained gas in the mud. The vacuum pump reduces the pressure in the vessel to about 5 psia which extracts the gas from the mud. This device is about 99% efficient.

## 35. Mud Gas Separator

This is generally the first device available to extract gas from the mud. It consists of a tower with baffle plates, which are flat plates that force the fluid through a certain path. The mud is allowed to flow in the tower over the baffle plates which separates some of the entrained gas. This device generally can extract 50% to 60% of the gas.

## 36. Accumulator

The accumulator is a hydraulic system that maintains and stores enough high-pressured fluid to operate every function of the blow-out preventors (BOP's) at least once and still have a reasonable reserve, as defined by the governing agency rules. The system has a pump which pumps the hydraulic fluid into storage bottles.
The storage bottles have floats which separate the hydraulic fluid from the gas (nitrogen) in the upper part of the chamber. As fluid is pumped into the chamber bottles, the gas is compressed, resulting in the pressure needed to move the hydraulic fluid to operate the BOP's.

## 37. Bag-Type Preventers (Annular Preventers)

This preventer is used the most because the rubber sealing element can conform to any shape or size conduit in the hole. The annular

Preventer can further collapse completely and seal the annulus with no conduit to the hole. (This is not recommended.)
The annular preventers consist of a rubber-covered, metal-ribbed sealing element. This element is caused to collapse and seal by allowing the pressurized hydraulic fluid from the accumulator to move a tapered, form-fitted cylinder against the rubber which causes collapse.
This type preventer is the most versatile because the drill string can be raised, lowered, and rotated while closed. There are two types of rubber sealing elements:

**A.** Real rubber sealing elements which wear much longer but should not be used with oil-base muds or known oil fields because of the adverse effect of the oil on the rubber.

**B.** Synthetic rubber sealing elements which do not last as long as the real rubber, but can be used with oil-base muds or in known oil fields.

## 38. Ram Preventers

This type BOP is used mainly as a backup to the bag-type preventer or for high-pressure situations.

**A.** The pipe rams have two rams on opposite sides that close by moving towards one another. The rams themselves have semicircular openings which match the diameter of pipe being used. Each different size pipe requires correctly sized rams.

**B.** If a tapered string is being used to drill a well, such as a 5" drill pipe and a 3-1/2" drill pipe, then two ram-type preventers must generally be used. This type preventer cannot allow the pipe to be worked through it.

**C.** The blind rams do have the semicircular opening of the pipe rams. Instead, the front surface of the blind rams is flat, and they can only be used to seal the annulus when there is no pipe in the hole.

**D.** The shear blind rams are designed to cut through the drill pipe and seal the hole. this type of preventer should only be used as a last resort.

## 39. Diverter System

The diverter system is used in conjunction with the annular preventer to divert the path of mud flow either overboard or through the mud gas separation facilities. This system is generally only used when drilling at shallow depths where the formation has a weak fracture gradient.
This system generally consists of a drilling spool with two 4" outlets. Attached to the outlets is a valve or valves which connect to a line leading away from the rig.

## 40. Choke Manifold

This is a system of valves and lines which are attached to the choke line, and in some cases, kill line. The manifold is used to help control a well that has kicked by diverting the flow to various functions such as an adjustable choke. It is designed for versatility in diverting the mud flow after experiencing a kick.

## 40. Choke Manifold

This is a system of valves and lines which are attached to the choke line, and in some cases, kill line. The manifold is used to help control a well that has kicked by diverting the flow to various functions such as an adjustable choke. It is designed for versatility in diverting the mud flow after experiencing a kick.

## 41. Adjustable Choke

The adjustable choke is usually hydraulically controlled from a remote panel located on the rig floor. The purpose of the adjustable choke is to hold the correct back pressure on a well when controlling a kick so as not to allow any more formation fluid into the hole and/or prevent breaking the formation down while controlling The well.

## 42. HCR Valve

The HCR valve is a hydraulically operated gate valve. This valve is used on diverter systems and choke lines leading from the blow out preventers. The advantage of the valve is that it can be operated remotely.

## 43. Float

The float is a check valve run in a special sub in the bottomhole assembly. It prevents any back-flow up the drill pipe. This should be run in shallow drilling operations to help control "shallow" kicks.

## 44. Under reamer

The under reamer is to increase the diameter of the hole without running a full gauge tool into the hole. It is hydraulically operated. As the pump pressure increases, a piston inside is driven down, thus forcing three arms with cones to extend. With arms extended, the hole can be opened to the designated size.

## 45. Hole Opener

The hole opener serves the same purpose as the under reamer, which is to enlarge the previously drilled hole. Unlike the under reamer, the hole opener is full-gauged.

## 46. Rat Hole

The steel casing extending below the rig floor where the kelly and swivel are stored while tripping.

## 47. Mouse Hole

A section of steel casing that extends below the rig floor where drill pipe is placed to be made up in the drill string or to the kelly. It is further used

in laying down drill pipe. The joint of drill pipe is broken off in the mouse hole, picked up with the sir hoist or catline, and moved out the V-door down to the catwalk.

### 48. Drill Collars

The drill collars are thick-walled heavy steel tubulars used to apply weight to the bit. The drill collars should take all of the compressive loading, leaving the drill pipe in tension.

### 49. Drill Pipe

The major part of the drill string is composed of drill pipe. Drill pipe is hot-rolled, pierced, seamless tubing. Drill pipe is specified by its outside diameter, weight per foot, steel grade, and range (length). The drill pipe transmits rotation, vertical movement and drilling fluid to the bit.

### 50. Heavyweight Drill Pipe

Thick-walled heavy drill pipe is used in lieu of drill collars. It is generally used in high-angled well where too many drill collars hamper drilling operations.

### 51. Standpipe

The standpipe is that pipe which carries mud from the rig floor into the derrick to the kelly hose. It must be pressure-tested to the working pressure of the BOP's.

### 52. Kelly Hose

The kelly hose is a section of high-pressured hose connecting the standpipe and the swivel. The kelly hose allows for the vertical movement of the drill string as well as circulation of fluid down the drill string.

### 53. Substructure

The substructure provides the support for the derrick and derrick loading. It also provides the necessary clearance beneath the rig floor for he preventor stack.

### 54. Keyway

The keyway is the opening on an inland barge or offshore jackup in which the drilling operations are performed.

### 55. Moon Pool

The hole through a floater or semi-submersible structure in which the drilling operations are performed.

### 56. Motion Compensator

A pneumatic, hydraulic surface unit that compensates for the heave of a drill ship or semi-submersible. This allows the drill string and bit to remain stationary with respect to the earth.

### 57. Bumper Subs

The bumper sub is a down hole motion compensator. It operates as a slip joint. Most bumper subs have a 3-5 feet stroke and can be run in tandem for motion exceeding 3-5 feet. The bumper sub is used on floating operations to reduce the heaving motion of drillships or semi-submersibles on the bits.

A disadvantage of the bumper sub is maintenance costs both for the tool itself and lost time due to tripping pipe when one fails. Furthermore, the position of the bumper sub is not ever really known while drilling operations are being carried out, so its effectiveness can be limited.

### 58. Pods and Control Lines

The pods and control lines are used in subsea operations; the control lines run from the accumulator to the pods which are located on the subsea BOP stack. These two devices are responsible for transmitting the hydraulic pressure from the accumulator to actuate the various functions of the subsea BOP stack.

### 59. Cat Walk

The cat walk is where the pipe is laid down from the drill floor. Any elevated walkway may be referred to as a catwalk.

## 4 - PROSPECT FOR 10 YEARS

The requirements for next 10 years will be approximately 5 Jack up & 20 Land & Work over Rigs.

## 5 - STANDARDS

| | |
|---|---|
| 1- API SPEC 4F | Specification for Drilling & Well Servicing Structures. |
| 2- API RP 4G | Recommended Practice for Maintenance & Use of Drilling & Well Servicing Structures. |
| 3- API SPEC 7 | Specification for Rotary Drill Stem Elements. |
| 4-API SPEC 7B-11C | Specification for Internal - Combustion Reciprocating Engines for Oil-Field Service. |
| 5-API RP 7C-11F | Recommended Practice for Installation, Maintenance & Operation of Internal - Combustion Engines. |
| 6- API SPEC 7 | Specification for Oil -Field Chain & Sprockets. |
| 7-API RP 7G | Recommended Practice for Drill Stem Design & Operating Limits. |
| 8-API SPEC 7K | Specification for Drilling Equipments. |
| 9-API RP 7L | Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, & Remanufacture of Drilling Equipments. |
| 10-API SPEC 8A | Specification for Drilling & Production Hoisting Equipment. |
| 11-API RP 8B | Recommended Practice for Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, & Remanufacture of Hoisting Equipments. |
| 12-API SPEC 8C | Specification for Drilling & Proceduction Hoisting Equipments. |

| | |
|---|---|
| **13-API RP 9B** | Recommended Practice on Application, Care, & Use of Wire Rope for oil Field Service. |
| **14-API BULL D10** | Selecting Rotary Drilling Equipment. |
| **15-API SPEC 13A** | Specification for Drilling - Fluid Materials. |
| **16-API RP 13B-1** | Recommended practice Standard Procedure for Field Testing Water - Based Drilling Fluids. |
| **17-API RP 13C** | Recommended Practice for Drilling Fluid Processing Systems Evaluation. |
| **18-API SPEC 14A** | Specification for subsurface Safety Valve Equipments. |
| **19-API RP 14B** | Design, Installation, Repair & Operation of Subsurface Safety Valve Systems. |
| **20-API SPEC 16C** | Specification for choke & Kill Systems. |
| **21-API SPEC 16D** | Specification for Control Systems for Drilling Well Control Equipments. |
| **22-API RP 16E** | Recommended Practice for Design of Control Systems for Drilling Well Control Equipments. |
| **23-API RP 53** | Blowout Prevention Equipments Systems for Drilling Wells. |

## 6 - MANUFACTURERS & SUPPLIERS

**1- Keppel Fells**
**2- Maersk**
**3- Maritime Hydraulics**
**4- Crown Energy Technology**
**5- National Oilwell**
**6- Soilmec**
**7- Pride International**
**8- Ocean Rig**
**9- Industrial Expert**
**10- Hydraulift**
**11- Varco**
**12- Wirth**
**13- Bentec**
**14- P.P.L**
**15- ZPEP**
**16- CPTDC**
**17- Shengli Drilling**
**18- EIFFAGE Group**
**19- Cameron**
**20- Marotec**
**21- Atlantis Explorer**
**22- Gusto**