

j.f 9103...

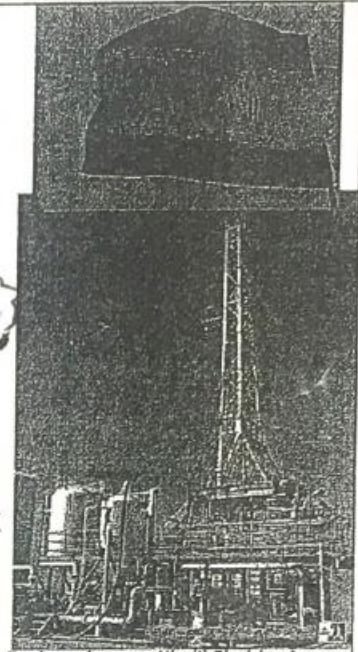
javad farzaneh

بدره بادیه روشن، بهار شستن با ملل  
که اگر مراد نیابم، به قدر وسیع بگویم

# In the name of GOD Fundamentals of Drilling Engineering

Khalil Shahbazi  
[shahbazi@put.ac.ir](mailto:shahbazi@put.ac.ir)  
Tel: 512-2330

➤ Textbook: The current notebook



1 Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

مرغم درون آتش و ماهی بدون آب

## References

- Applied Drilling Engineering  
By: Adam T. Bourgoyne Jr., Keith K. Millheim, Martin E. Chenevert, and F. S. Young Jr.
- Drilling by: J. P. Nguyen
- Well Design: Drilling & Production  
by: B. C. Craft, W. R. Holden, and E. D. Graves, Jr.
- Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids by: George R. Gray and H. C. H. Darley



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

در سرزمین من، مردم  
هر آنچه را که نمی فهمند  
به تمسخر می گیرند

مردان بزرگ، زیر بارهای گران، کمر خم نمی کنند، صحنه سپید می کنند و غم عدالت دارند

دانشنامه بی ایمان و دوستانه بی وفا

با کلاه این سرکنش، مثل دوتا دارم، خدا

کید، تنها به زبان باشد و رفتار بی نیست

هر چه در جمع همه مدعی و مقتدرند

## Grade Policy

- Quizzes: 20%
- Midterm Exam: 30%
- Final Exam: 50%
- Presence: Extra Marks

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Contents

- Rigs and equipment
- Drillstring design
- Hydraulics
- Bits
- Casings
- Effects of parameters on rate of penetration (ROP)
- Economics



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



## Why Study Drilling Engineering?

- The world needs energy
  - ✓ ■ In world: almost 62% of energy comes from oil and gas resources
  - ✓ ■ In Iran: almost 80% of energy comes from oil and gas resources



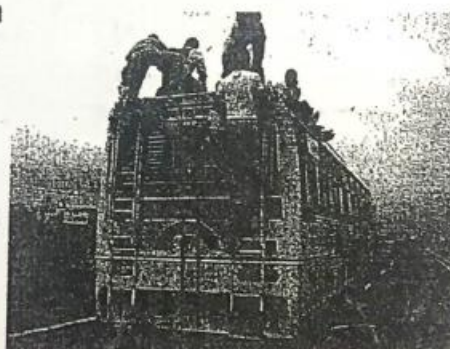
<sup>a</sup>Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Why Study Drilling Engineering? (Cont'd)

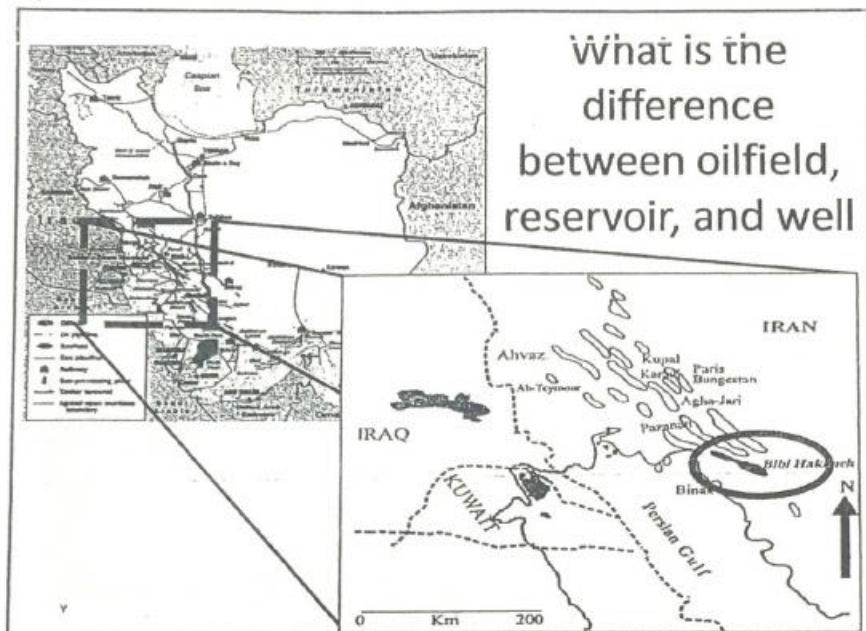
- ✓ ➤ Oil demand is increasing due to increasing of population (many products are made from oil)
- ✓ ➤ Existing reservoirs are depleting (their pressures and therefore their productions are decreasing with time)



<sup>a</sup>Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



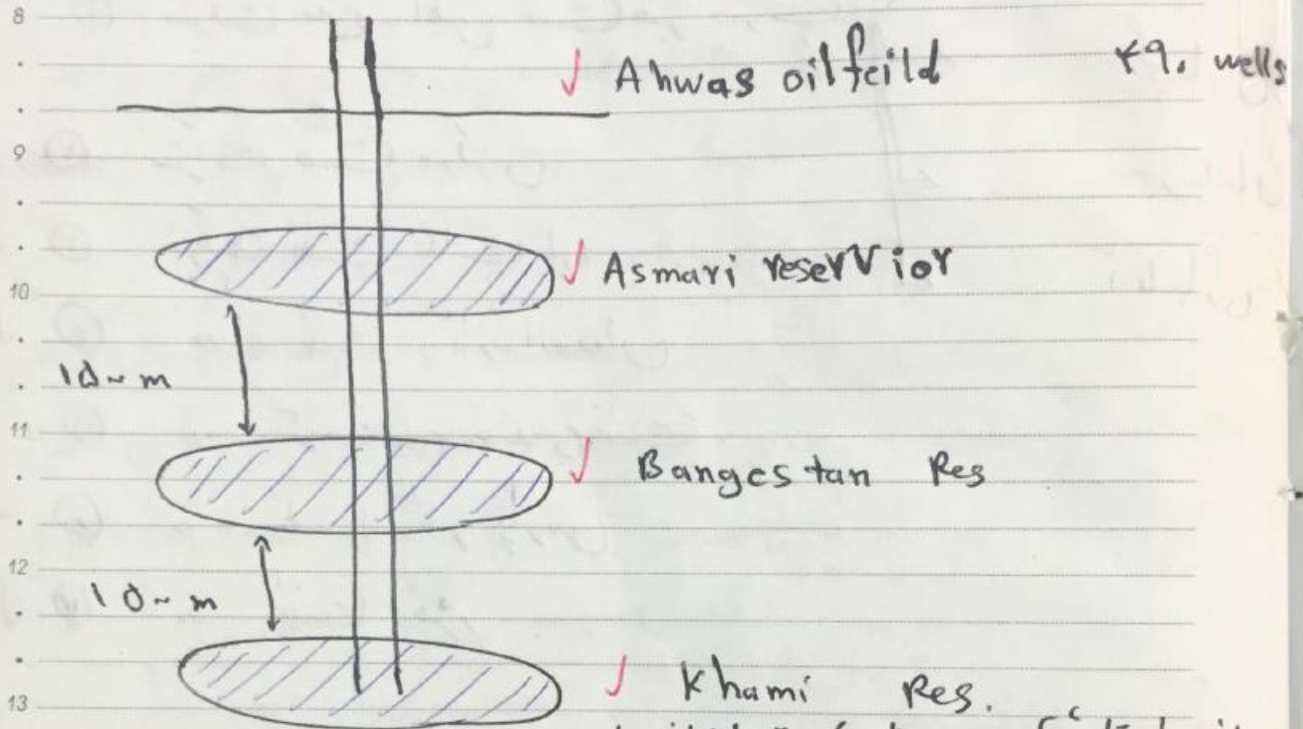


P

بیت

میدان: مجموعی از چند مخزن نفتی.

میدان اهواز ۳ مخزن نفتی دارد.



Khami Res.

این چاه تا شعاع ۳ تا ۴ متر اطراف را

drainage area

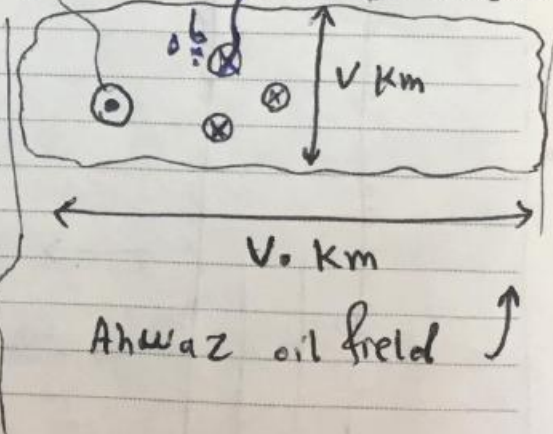
می تواند تخلیه کند

In Iran

① No of oilfield → ۱۵.

② No of Reservoirs → ۳۳.

③ No of wells → ۳۰۰۰

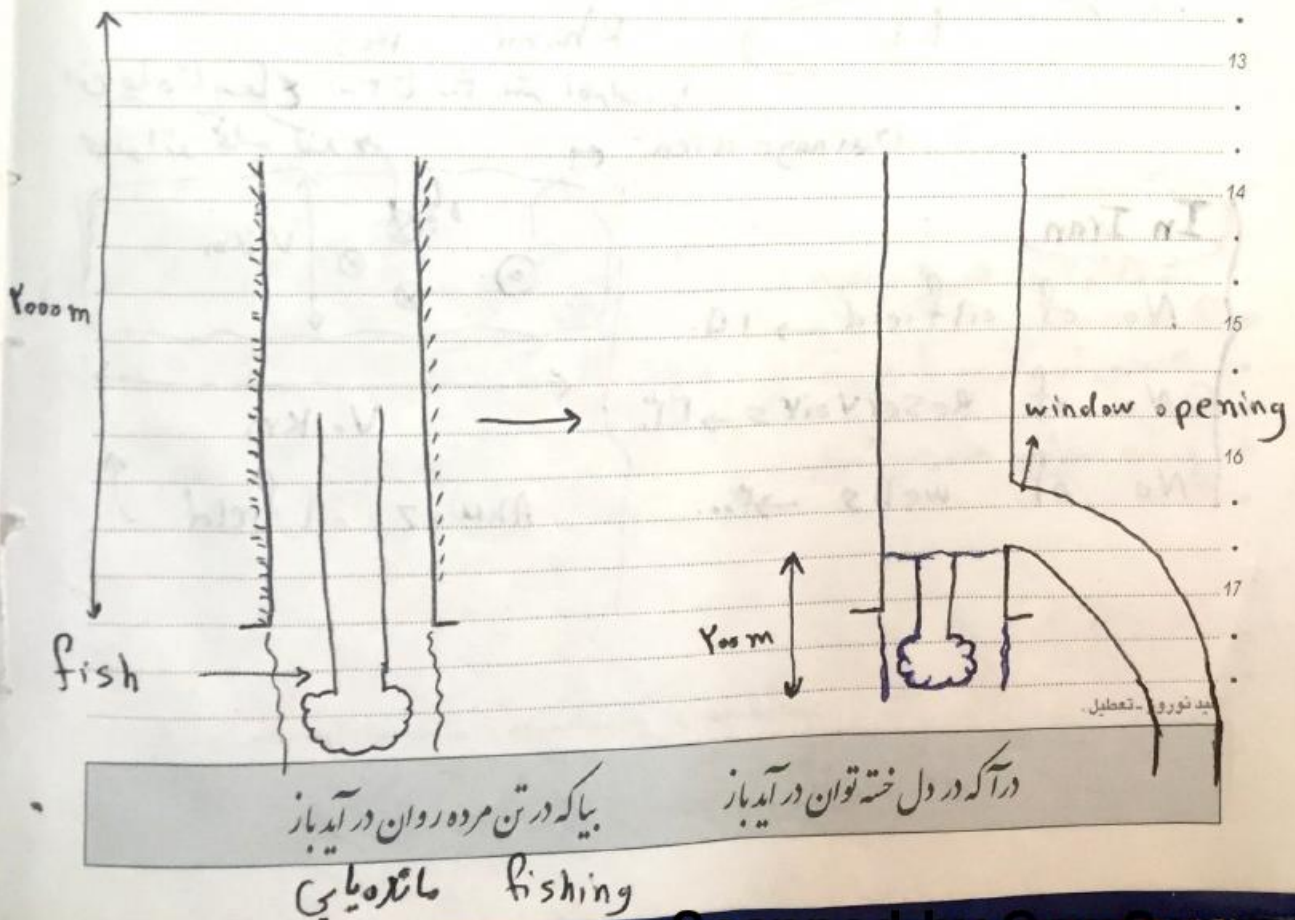


عید نوروز - تعطیل. هجوم ماموران ستم شاهی پهلوی به مدرسه فیضیه قم. آغاز عملیات فتح المبین.

عشاق را به ناز تو صد نیاز

ای سروناز حسن که خوش میروی ناز

- ★ شرکت ملی نفت
۱. شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب
۲. شرکت نفت مرکزی ✓
۳. شرکت نفت ملاقات ماره ✓
۴. نفت دماز اروندان ✓
۵. توسعین مهندسی نفت
۶. نفت دماز پارس ✓
۷. نفت خزر
- شرکت نفت دماز مارون
- کارون
- گیساران
- مجد سلیمان
- آغا جاری





به بیرون آوردن قطعی بریده شده fishing می گویند

در صورتی که شنی حفاری بنابر زینتی خراب شده و نتوان از آن

استفاده کرد (نتوان از ته چاه بیرون بیاوریم) یعنی نتوانیم

عملیات fishing را انجام دهیم، باید یک window

از بالا باز گردد و چاه را به صورت انحرافی حفر کرد.

به بیرون آوردن قطعی بریده شده، fishing می گوئیم

در حفاری جهت دار، بعد از حفاری محودی، نیاز به حفاری افقی داریم

اعتبار بیشتر شرکت ملی حفاری، بیشتر به فاکتور Service Com

بودن می باشد تا Contractor

:

UBD = under balanced drilling. عید نوروز - تعطیل

سوراخ کردن perforation = Casing فروردین

جمعه

در صورتی که موفق به مانده یابی نشدیم، باید اطراف fish را

بتون کرده و ~~open window opening~~ window opening کنیم

بوسه زن بر خاک آن وادی و مشکین کن نفس

ای صبا که بگذری بر ساعل رود ارس

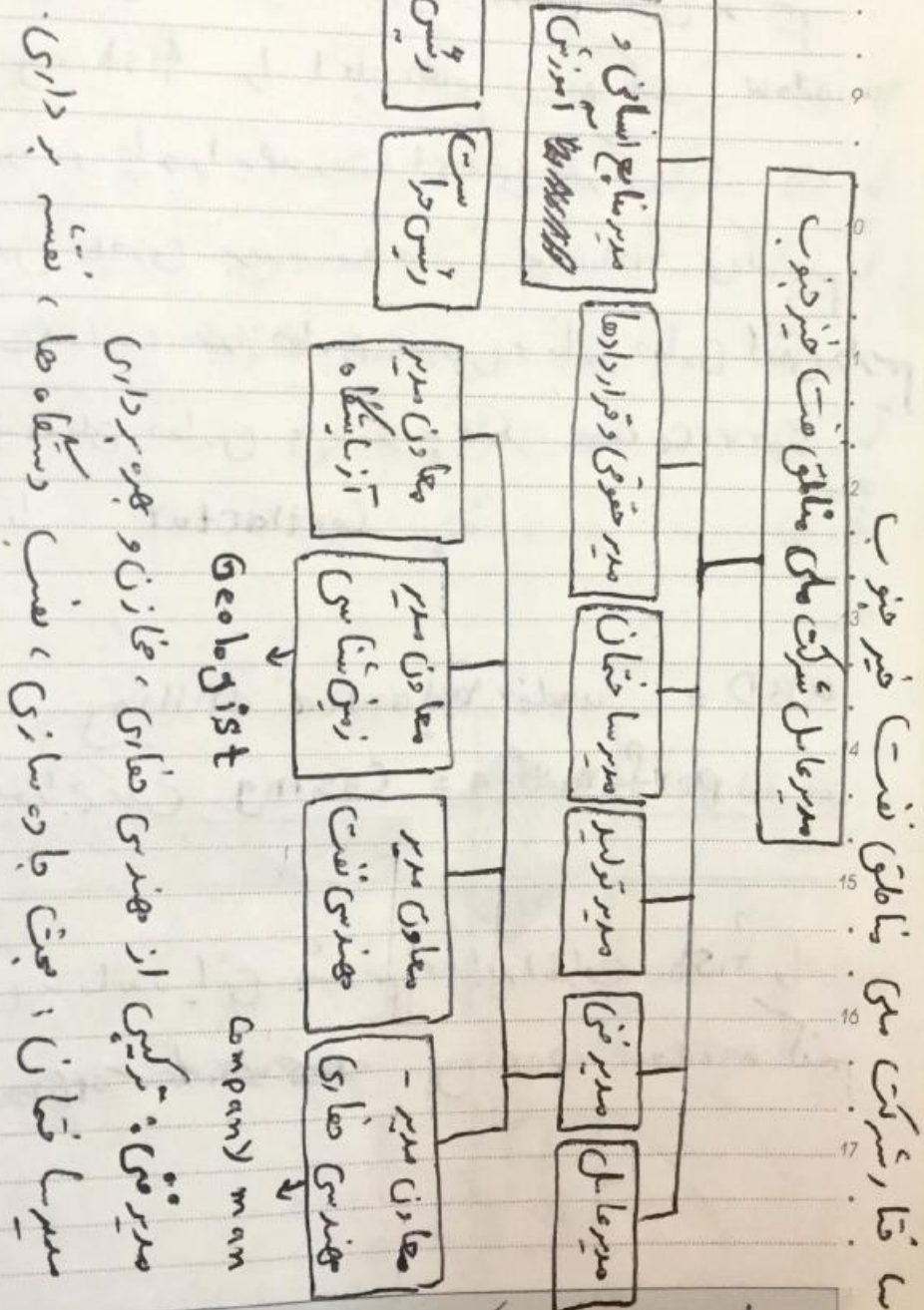


فروردین  
شنبه

26 Mar 2005

۱۵ مهر ۱۳۸۳

۱۳۸۳



که تا یکدم پیام ز دنیا و شر و شورش

شراب تلخی می خواهیم که مرد افکن بود زورش



تقسیم بندی چاه ها بر اساس عمق، مکان، فحش انجام می شود  
مثلاً بر اساس production

✓ ① wild Cat well: exploration wells.

به صورت محدودی حفری شود.

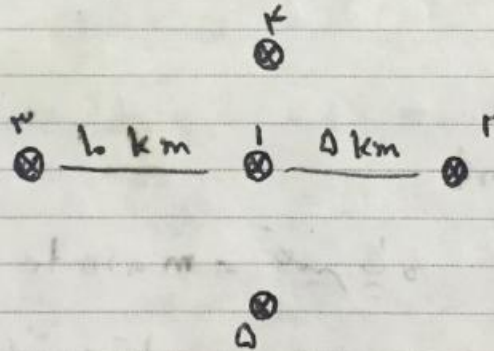
$$V_o = V_{tot} \cdot \phi \cdot S_o$$

✓ ② Delination wells:

چاه های توصیفی

✓ ③ Development wells:

چاه های توسعه ای



برای کسب اطلاعات  
از چاه ها بعد از حفری  
چاه اکتشافی

1) mud logging

2) Coring

3) well logging

4) well testing

کل در اندیشه که چون شوه کند در کارش

فکر بلبل همه آنت که کل شیدارش



★ در حین مداخلات حفاری می خواهیم توان تولید چاه را بسنجیم  
به این کار Well testing می گویند.

بعد از well test و بدست آوردن اطلاعات، اگر تفتی در چاه  
موجود باشد، اقدام به زدن چاه های appraisal  
می کنیم.

تقسیم بندی چاه ها بر اساس عمر مخزن:

- 1) exploration
- 2) Appraisal
- 3) Developement
- 4) work over = تعمیر چاه = maintenance  
برای نگه داشتن تولید.
- 5) Abandonment
- 6) injection and observational  
در حین از مخازن یافت نمی شود ولی مورد بالا  
حتماً هستند.

باز آبی و دل تنگ مرا مونس جان باش  
وین سوخته را محرم اسرار نهان باش



Contractor:

منظور از گروه چهار ضابط ذیل

بنای قرار داد به صورت زیر می باشد:

① Cost per foot

تمامی تسهیلات با پیمانکار است

② Cost per day

برای مواردی خوب است، که دو طرف شناخت کافی

از منطقه ندارند و پیش بینی مقدار هزینه برای هر دو طرف سخت است

③ ترکیبی از دو تای بالایی

قسمتی از قرار داد از نوع ① و قسمتی دیگر از قرار داد از نوع ②

می باشد، از سطح زمین تا جایی که ابتدای لایه های مخزن

Cost per foot و از لایه مخزن به بعد از Cost per day

استفاده می کنیم.

لایه های بالایی مخزن حساس نیستند و برای ما اهمیتی ندارند

ولی مخزن لایه مخزن برای اهمیت دارد و باید سالم بماند و

به آن آبیسی وارد نشود

به دور لاله قح کیروبی ریای باش  
به بوی کل نفی بدم صبا می باش



در  $\text{cost per foot}$  : پیمان کار، سریع می خواهد چاه را خف کند، که این کار باعث می شود پدر چاه در بیاورد. !!!

④ Turn key

کلید تحویل

در دکل حدود ۸۰-۷۰ نفر، زیر نظر رئیس دستگاه می باشند و ۵-۴ نفر روز کار و بقیه شب کار هستند.

۴۸ دکل قطاری برای مناطق نفت خیز کار می کند.

سیار ۴ to man  $10,000,000 \times 48$

هر  $\text{Company man}$  موظف است هر ۲۴ ساعت یک گزارش

به رئیس ناحیه بدهد هر روز ۶ صبح یک گزارش به رئیس ناحیه از طرف هر دکل ارسال می شود.

4 A.m

هر روز ساعت ۱۰ صبح این جلسه برگزار می شود تا عملکرد ۲۴ ساعت

گذشته هر دکل بررسی شود. هر ۲۴ ساعت یک بار، این تصمیمات عوض می شود.

برجای خارجیان صبر بلبل بیدش

باغبان کرپنج روزنی صحبت کل بیدش



۱۳۵۸۱۰

فروردین  
پنجشنبه  
۱۳۵۸  
۱۰  
۹  
۸  
۷  
۶  
۵  
۴  
۳  
۲  
۱



فروردین منطقه

10

11

12

13

depth = D

Horizontal departure = HD

فروردین

جمعه



۱۳۵۸۱۰

1.Apr.2005

۲۱ صفر ۱۳۲۶

HD، فاصله و دایره‌نویسی کند، بنابراین از لحاظ علمی، فتح کردن HD رافت تر از D است. در دنیا معمولاً  $HD > D$  و میزان فشاری

$H = 13 \text{ km}$  گزارش شده. اما در ایران فشاری افقی، زیر  $1 \text{ km}$

است، چون به تجهیزات خاص نیاز است، که در ایران موجود

نیست. البته به کمک پیمان کارهای خارجی و غیره می‌توان  $HD$  تا ۲-۳

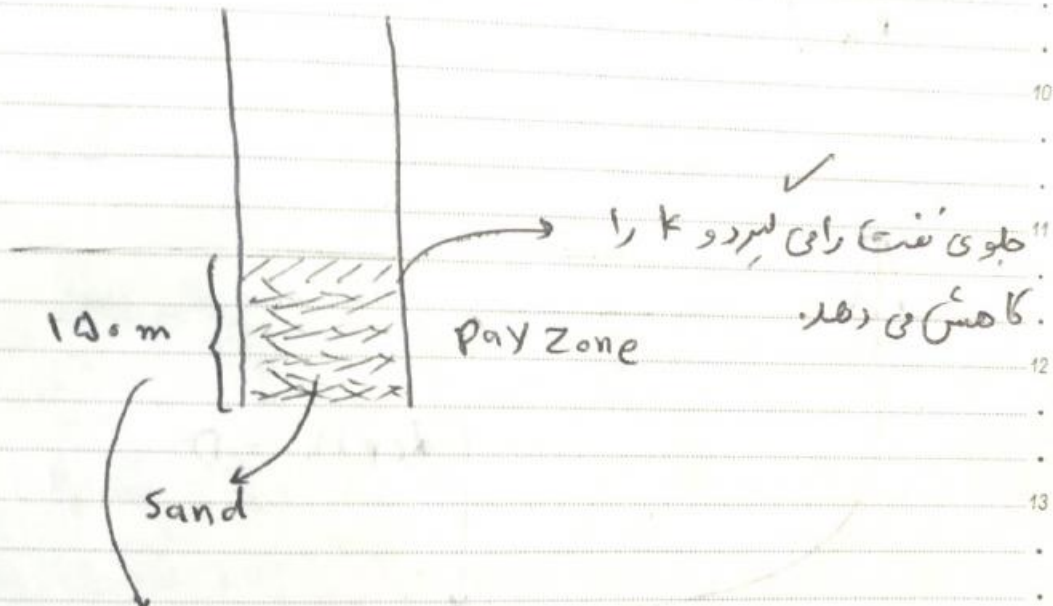
روز جمهوری اسلامی ایران - تعطیل

km در ایران جاری شده است

زین چمن سایه آن سرو روان ماراب

کلعداری زگلستان جهان ماراب

از سنگلات در حفاری → Sand production (Asphaltene) →  
 که بوسیله روش Coiled Tubing رفع می شود.



این ۱۵۰ متر را با روش  
 Coiled Tubing حفاری می کنیم.



## An Oil Supply Forecast for 2020

- ✓ ➤ Existing wells: 10%
- ✓ ➤ Development of existing oilfields (drilling new wells in the current reservoirs): 42%
  - One of the duties of National Iranian South Oilfield Company
- Enhanced oil recovery (EOR): 21%
- Non-conventional oil (heavy oil and bitumen): 7%
- New discoveries: 20%
  - The duty of Iranian Exploration Company

<sup>1</sup> Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## To Drill a Well, Parties Involved

- ✓ ➤ ① Oil Company or Owner or Well Operator (it owns the land)
  - In world: Exxon mobile, Shell, Conocophilips, Total, Statoil, British Petroleum (BP), Aramco
  - In Iran: National Iranian Oil Company (NIOC) on behalf of Islamic Republic of Iran *شرکت ملی نفت ایران*
- ✓ ➤ ② Contractor (it has the rig and personnel to drill the land)
  - In world: Akita Drilling, Beaver, Chinook, Ensign (almost 60 companies in Canada)
  - In Iran: National Iranian Drilling Company (NIDC), North Drilling Company and more than 10 private companies



<sup>1</sup> Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

باجب زمین

باجب دکا و پرسنل  
ای حفاری زمین است

پیمانکار

کارهایی مانند: سیان کاری، logging و ... تخصص دارند

➤ 3) Service Company (it has the expertise to do some technical jobs such as cementing, logging, ...)

- In world: Halliburton, Schlumberger, Baker Hughes, Weatherford, BJ
- In Iran: National Iranian Drilling Company (NIDC), North Drilling Company and more than 10 private companies.
- ⊗ ▪ NIDC should be known for its expertise as a service company than as a drilling company

➤ 4) Consultants



"Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Service Company Activities

- ✓ Drilling fluids
- ✓ Cementing
- ✓ Formation evaluations
- ✓ Directional drilling (window opening and mud motors)
- ✓ Well casing
- ✓ Drilling bits
- ✓ Coring
- ✓ Wellhead and well completion
- ✓ Well control
- ✓ Coiled tubing
- ✓ Unbalanced drilling and air drilling
- ✓ Well testing
- ✓ Well logging and perforation
- ✓ Wireline services
- ✓ Well stimulation (acidizing and hydraulic fracturing)
- ✓ Mud logging
- ✓ HSE (health, safety, and environment)
- ✓ Workover

"Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



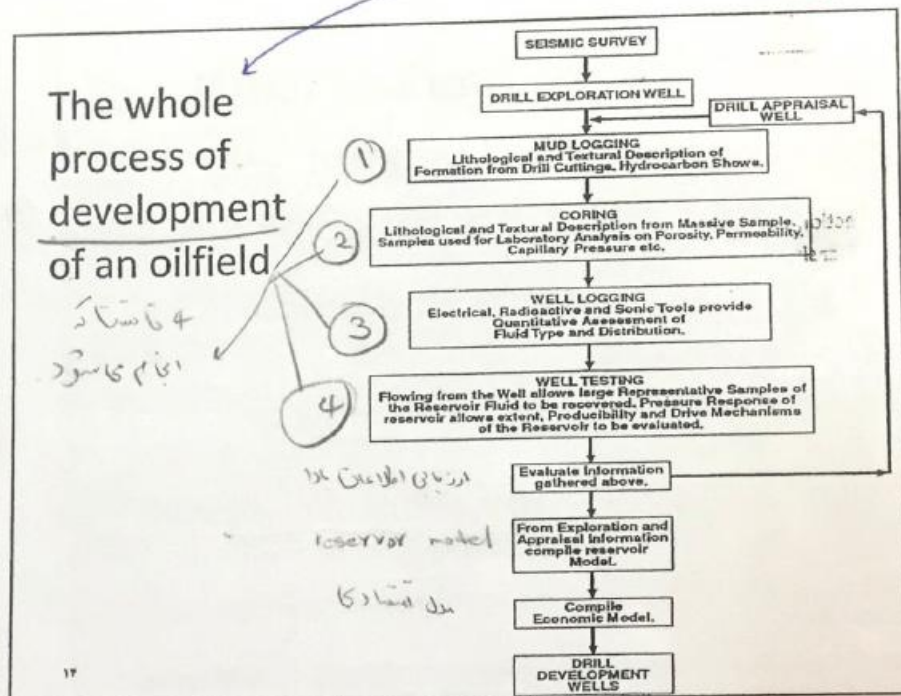
## Types of Wells (Based on Production)

- ① **Wildcat wells:** to discover a new petroleum reservoir  
 چاه های کبریتطور کشف مخزن نفتی جدید، حفری شوند.  
 مکان آن را زمین شناسان پیشنهادی دهد
- ② **Delineation (appraisal) wells:** after exploration to determine the size of the oil or gas field (top and bottom depths, thickness, dimensions, porosity, saturations, pressures, ...). So, oil or gas in place is determined.
- ③ **Development wells:** to produce more oil and gas from a known reservoir

Reservoir engineers recommend the location

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty - F Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## The whole process of development of an oilfield



## Types of wells (based on reservoir life)

The life of an oil or gas field can be sub-divided into the following phases:

- ① ▪ Exploration
- ② ▪ Appraisal
- ③ ▪ Development
- ④ ▪ Maintenance (workover) : تعمیر چاه (برای نگه داشتن چاه)
- ⑤ ▪ Abandonment : چاه های متروکه
- Other wells such as Injection wells, Observational wells may not exist in a specific oil or gas field

چاه های که برداشت از آن ، صرفی اقتصادی ندارد.

اطلاعات از ساختار زمین

برای چاه های توسعه ای مناسب است (چون ما اطلاعات کافی داریم)

## \* Types of Drilling Contracts (Bid Basis)

- ✓ ① Cost per foot of the hole drilled
  - It is good if we have previous experience in the area
  - Authority (all decisions) is with contractor
- ✓ ② Cost per day
  - It is good for areas where costs cannot be estimated
  - Authority (all decisions) is with oil company and it prepares the details of drilling procedure
  - Some decisions may be modified as drilling progresses

?



from surface to pay zone : Cost per foot  
in pay zone : Cost per day.

## Types of Drilling Contracts (Cont'd)

- 3. A combination of both (cost per foot and cost per day)
  - To a certain point or formation cost per foot and after that (especially in the reservoir) cost per day
- 4. Turnkey
  - Authority is with contractor

عبارت تمام کارهای که به Contractor سپرده شده است  
تمام کارهایی که انجام داده است را  
Contractor oil Company می دهد  
تحويل

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Persons at the Rig Site

- 1. The representative of oil company: Companyman ✓
- 2. A geologist from oil company
- 3. The responsible of rig operation and rig personnel supervision from contractor: Toolpusher
- 4. Numerous other persons (driller, technicians, cook, ...) under supervision of toolpusher
- 5. Guard (specially, in Iran)



مسئول عملیات حفاری

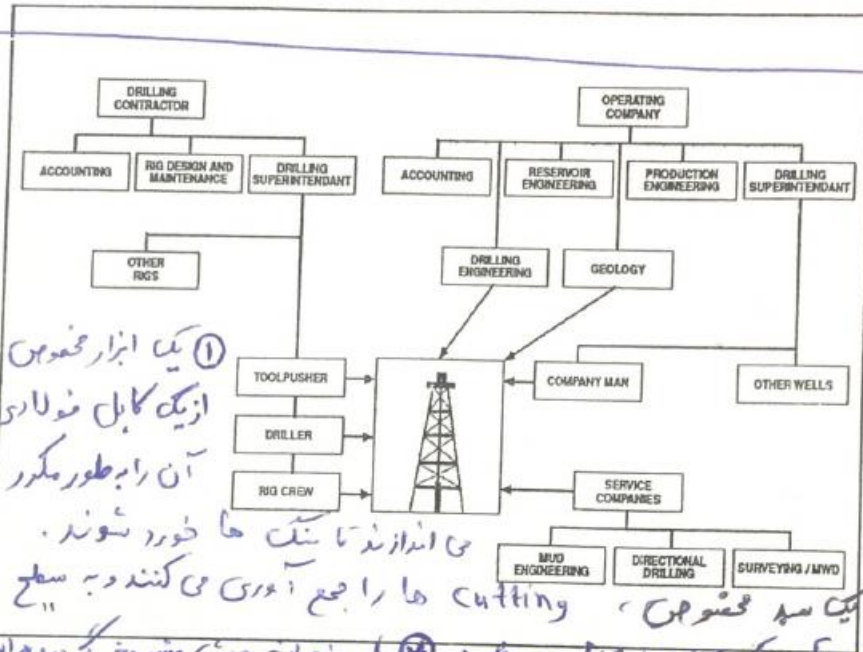
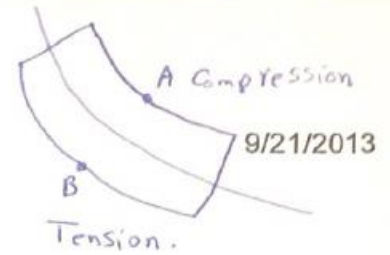
Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



⑤ اگر برای حفاری جهت دار از روش Rotary استفاده کنیم و  
لور را ۱۰۰ بار بر دقیقه چرخش دهیم، ۱۰۰ بار جای نقاط  
A و B تغییر می کند، و این چرخش زیاد، رشته سی حفاری را خسته  
و فرسوده می کند، پس نباید از روش Rotary استفاده کنیم.



① یک ابزار مخفی یا شیشه مخفی  
از یک کابل فولادی آویزان است و  
آن را به طور مکرر در داخل چاه  
می اندازند تا سنگ ها خورد شوند.

② بوسیله یک سد مخفی، cutting ها را جمع آوری می کنند و به سطح  
برای چاه های که عمیق استفاده می شود ⑤ امروزه این روش منسوخ گردیده است ⑤

## Drilling Techniques

حفاری ضربی

### A. Percussion drilling

#### 1. Cable-tool drilling

- ① ✓ An impact tool or bit suspended in the well from a steel cable is dropped repeatedly on the bottom of the hole to crush the rock
- ② ✓ A cutting basket traps the cuttings and cuttings are moved to surface
- ③ ✓ It was used for shallow wells
- ④ ✓ It is now largely obsolete
- ⑤ ✓ Its current applications
  - ❖ To drill water wells
  - ❖ To place explosive charges to obtain surface seismic data after explosion

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

این نوع چاه ها را حفاری کنند تا مواد منفجره در آن قرار دهند و  
با استفاده از امواج این مواد منفجره بتوانند عملیات seismic  
یا همان لرزه نگاری را انجام دهند.



درستن های سخت ، با استفاده از گازی که از درون یک ابزار خاص می گذرد ، این ابزارها شد یک چکش به صورت چکشی بر زمین برخورد می کند و زمین را سوراخ می کند .

## Percussion Drilling

- 2. Percussion tool used in air drilling
  - In hard rocks, gas flow through the tool causes a hammer to strike the rocks
  - It is similar to percussion hammer used by construction crews to break the concrete
  - The number of blows are around 1800 blows/min

تعریف bypass

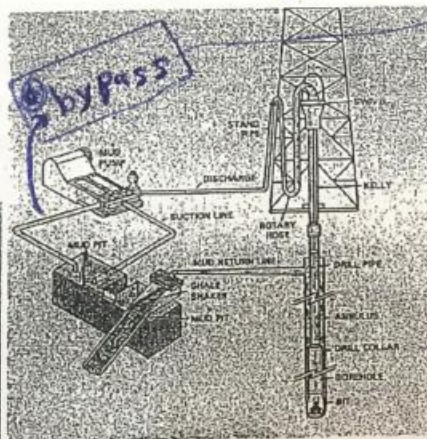
Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

اگر در روی گِل به چاه ، با مشکل روبرو شود ، باید راه دیگری باشد تا گل جمع شده در پمپ ، تجمع نکند و پمپ را دچار مشکل نکند ، همان لوله از پمپ به تانک کشیده می شود ، تا گل به تانک برگردد و به پمپ انرژی وارد نشود .

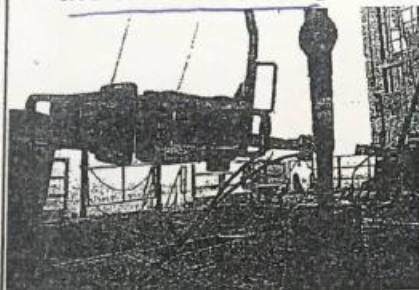
## Drilling Techniques (Cont'd)

### B. Rotary Drilling

- All the drillstring rotates
- It is suitable for vertical drilling
- Bit is turned by rotating the entire drillstring



drill collar  
وزن روی سته را ایجاد می کند



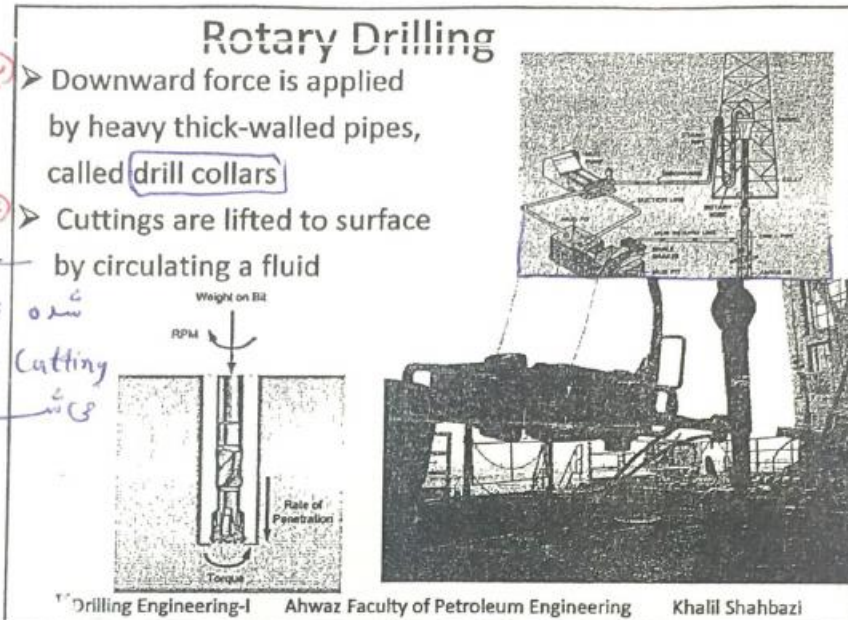
Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

بوسیله چرخش ایجاد شده ، Cutting ها با گل می آیند .

(11) برای انجام حفاری نیاز به گردش string داریم که توسط مینر دوار ، یک گشتاور به سازند وارد می شود . (مثلا ۱۰۰ دور بر دقیقه) .



نیروی که به سمت پایین به رشته حفاری وارد می شود، توسط لوله هایی که دیواره های حفاری دارند، فراهم می شود. این لوله ها Drill Collars نام دارند.

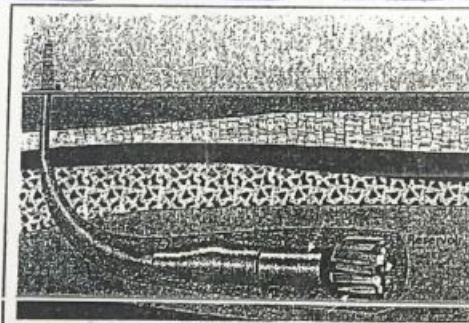


با چرخش ایجاد شده توسط سیال، Cuttings را بالا آورده می شوند

در روش downhole motor، از هل دادن string به جای وزن روی مته استفاده می شود. قسمت عمودی رشته حفاری (لوله) نقش هل دادن را بازی می کند.

## Drilling Techniques (Cont'd)

- **Downhole Motor:** The drillstring does not rotate and the energy of the drilling fluid rotates a **mud motor (downhole motor)** coupled with the bit
- It is good for **directional** and **horizontal** drilling



در روش downhole motor، مته را به mud motor وصل می کنند. کل رشته حفاری، در این حالت ساکن است و فقط سر می خورد، اما مته در حال چرخش است و این نیرو را می دهد.



برای هر مورد، یا متر را تغییر می دهیم، یا مثله جدید یا قوت را جایگزین کرده تا  
 تهی قدیم را بشکند

## Drilling Techniques (Cont'd)

Drill Collar،

برای وارد کردن

نیرو روی ته

استفاده می کنیم

Drill Collar باید در

قسمت محدودی

خفای قرار داده

شود

➤ D. Casing drilling In casing drilling, the casings are used as drillpipe and the bit is connected to the casings. So, there is no drillpipe for drilling

➤ When the target is reached

▪ The bit and its accessories are disconnected from the casing and are retrieved to surface. In some cases, they can be drilled by another bit

▪ The casing is cemented

## Rigs

خفای

➤ Land (onshore) rigs

▪ 1. Conventional rigs →

دکل های متحرک

در محل خفای ساخته می شوند

✓ They are built on location

در بعضی موارد، بعد از تکمیل

✓ In some cases, it is left over the hole after the well is completed

چاه، دکل را در همان

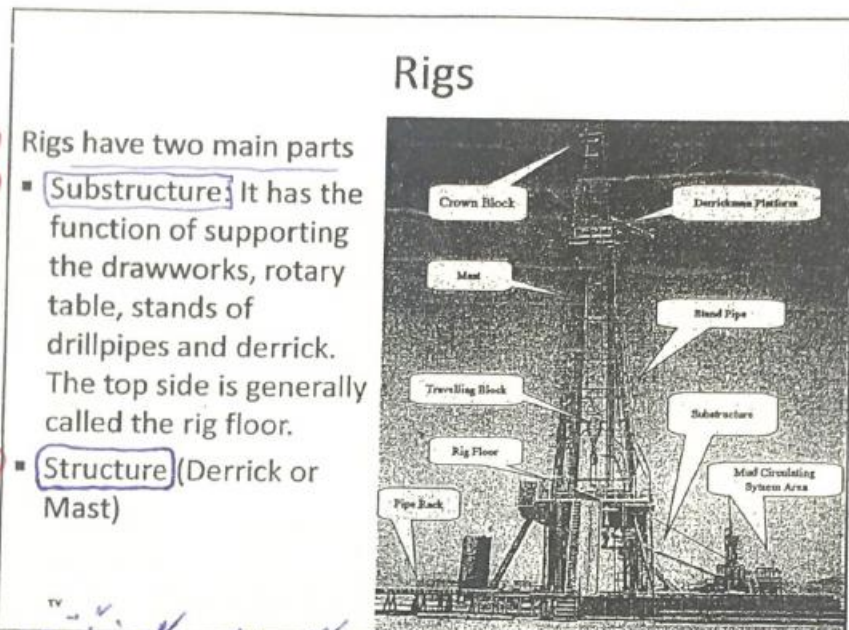
✓ The various rig components are skid-mounted so that the rig can be moved in units and connected easily

جا، ترک می کنند.



9/21/2013

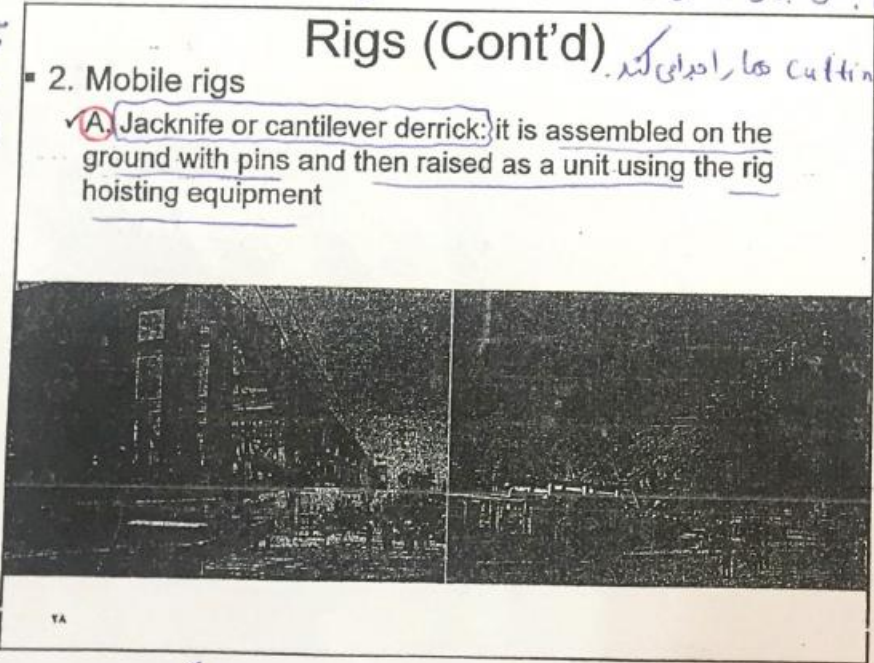
دکل دو قسمت دارد: (A) substructure : وزن دکل را تحمل می کنند - تجهیزات  
 Rotary table, derrick و drill pipes  
 فضای را روی آن قرار می دهند مانند Bop ها (شیرهای فشارگیر) در بطن آن نصب می شوند  
 قسمت بالایی آن Rig floor نامیده می شود



یک نفر در بالا ایستاده و  
 و سربلورها را  
 می گیرد و برای آوردن  
 و قرار دادن لوله ها  
 در چاه کمک می کند

از rig floor به بالا را گویند

mud pits: وقتی گل از چاه بیرون می آید و Cutting ها از گل جدا شده و گل به پیتا می افتد داخل این قتمن می رود  
 Drilling line: سیم بکسل برای راندن یا در آوردن ادوات و Casing ها رشته ای خطاری و ...  
 shale shaker: Cutting ها را جدا می کند



تمامی دکل های موبایلی  
 خطاری، از این نوع  
 است

تدوین

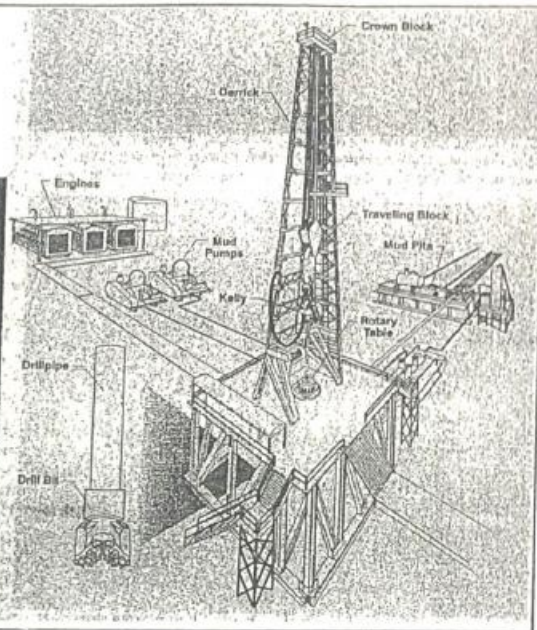
تطبیقات این نوع دکل را به روشی زمین به هم pin می کنند و با استفاده از تجهیزات  
 خاص (که برای بلند کردن دکل به کار می رود) دکل را برپا می کنند



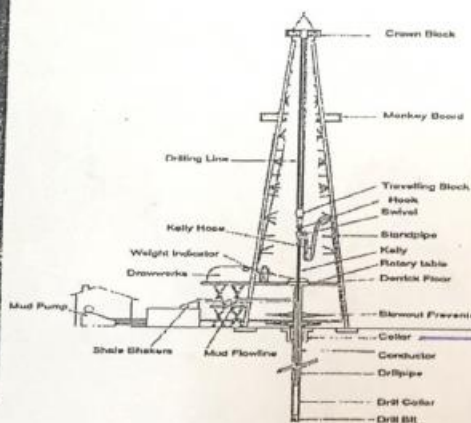
Celler : گودالی است ۱۱۵ x ۱۱۵ x ۱۱۵ که زیر دکل قرار دارد و Casing ها در آن قرار داده می شود.

9/21/2013

# Jackknife or cantilever derricks



# Jackknife or cantilever derricks



Celler

① نیاز به فضای لازم برای wellhead و Casing و BOP ها و  
 ② برای پیدار حفاری و برای دکل های بهره برداری (تا راحت تر به شیر ها دسترسی داشته باشند).

15



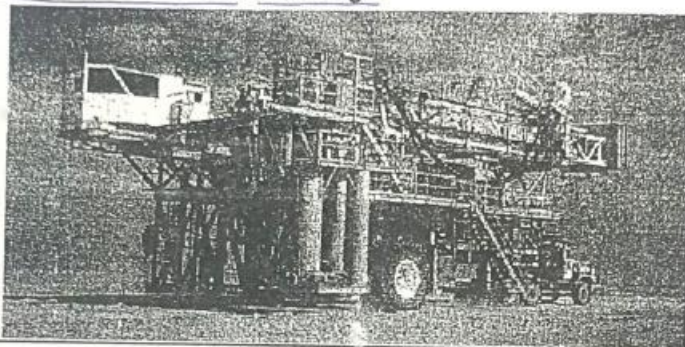
کولین Casing رانده شده در داخل چاه را Conductor می گویند  
 Casing گذاشتن، دو مشکل دارد: ① افزایش زمان و هزینه  
 ⑤ کاهش قطر چاه

9/21/2013

## Rigs (Cont'd)

### 2. Mobile rigs

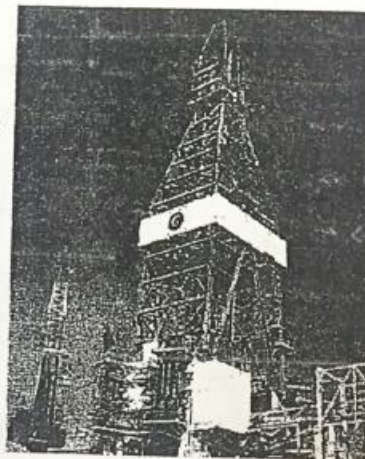
- ✓ (B) Portable mast: good for moderate depths, it is mounted on wheeled trucks or trailers (all hoisting system, engines and derrick as a unit)
- ✓ (C) Telescoped portable mast: it is raised to vertical position and then extended to full height



## A Jackknife Derrick

### ➤ Rigs must be able to

- ① support the weight of drillstring and casings which are hung from the rig
- ② give enough space (height) to accommodate the length of the equipment to be run



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

① وزن Casing ها و رشته ی حفاری ، که از دکل آویزان می شوند را تحمل کند  
 ② فضای کافی و ارتفاع کافی برای وسایل و تجهیزات داشته باشد. (حد اکثر ۹ متری را باید بتواند در خود جای دهد)



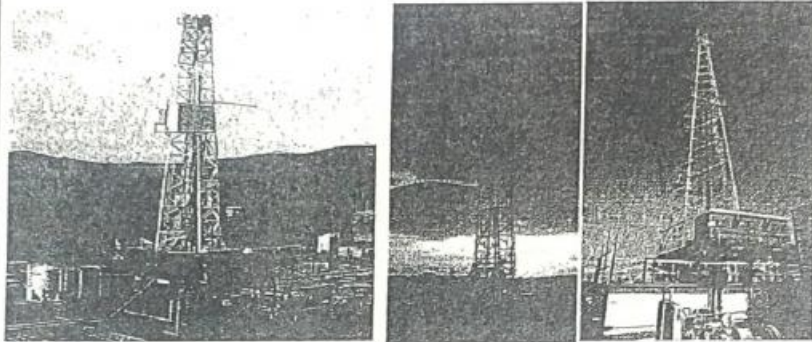
مقایسه بین دکل های derrick و mast :

derrick : با ارتفاع cross section آن کم می شود  
mast : با ارتفاع آن تغییر نمی کند. 9/21/2013

derrick : برای طایفه های مختلف استفاده می شود.  
mast : برای طایفه های کم محقق یا با محقق متوسط استفاده می شود.

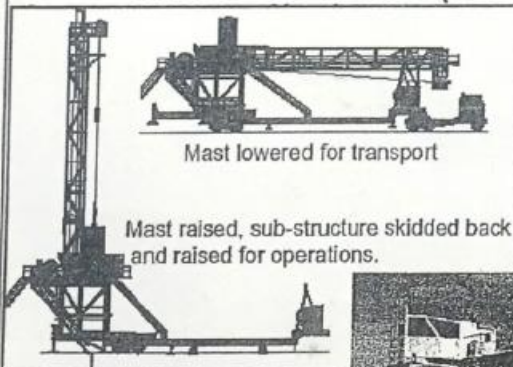
derrick نسبت به mast سبکتر است.

### Pyramidal Derrick (Trapezoidal)

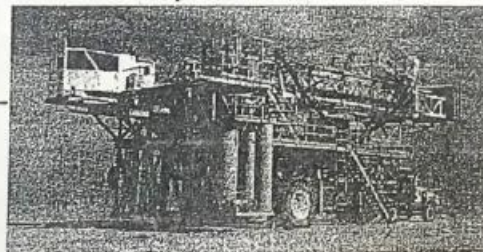


The cross section of a derrick is decreased with height

### Mast on Truck (Rectangular)



The cross section of a mast is constant with height



دکل برای Derrick مهندسی تر است. زیرا : ① مرکز ثقل آن پایین تر است و پایداری تر است

② هنگام فشاری، stress در قسمت های پایینی زیاد می شود و به خاطر نوع طراحی

طراحی، دکل Derrick تحمل بیشتری دارد.

③ نسبت به mast سبک تر است.

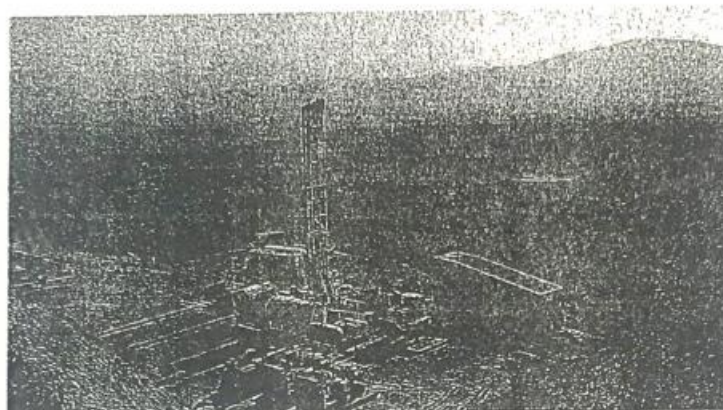
(17)



در دکل های mast ، گاهی اوقات ، نیاز نیست ماشین حمل و نقل دکل را جدا کنیم چون زمان فعالیت دکل کم است . (مثلا workover)

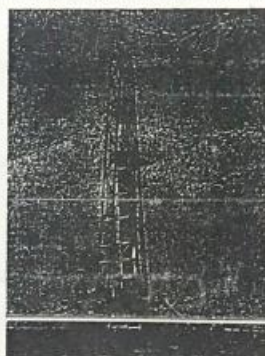
9/21/2013

## Mast on Truck



## Comparison between derrick and mast

➤ For a specified job, masts are heavier than conventional derricks . Therefore, masts are not usually found in offshore environments, where weight is more of a concern than in land operations.



اگر mast از derrick چتر است ، چرا از mast استفاده می کنیم ؟ چون mast به صورت تلسکوپی جمع می شود و به راحتی جابجایی می شود . در حالت بارها می کشد ، از mast و بارهای سنگین از derrick استفاده می کنیم

18

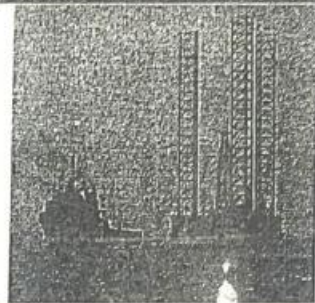
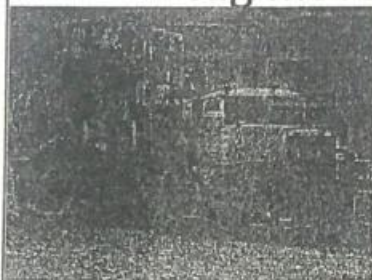


move in → عمل کردن قطعات → Rig up → using → Rig down

ریگ فرور رسیدن یک سازه بالا بردن شور

9/21/2013

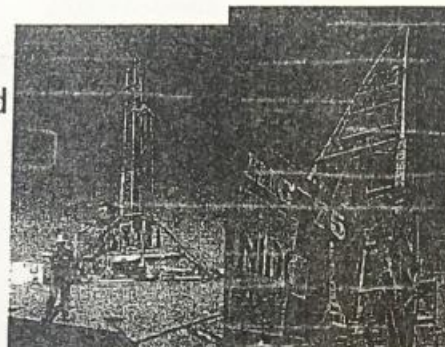
### Rig move in / move out



### Rig Up/ Rig Down

➤ To make ready for use, equipment must typically be

- ① moved onto the rig floor
- ② assembled
- ③ connected to power sources or pressurized piping systems



TA

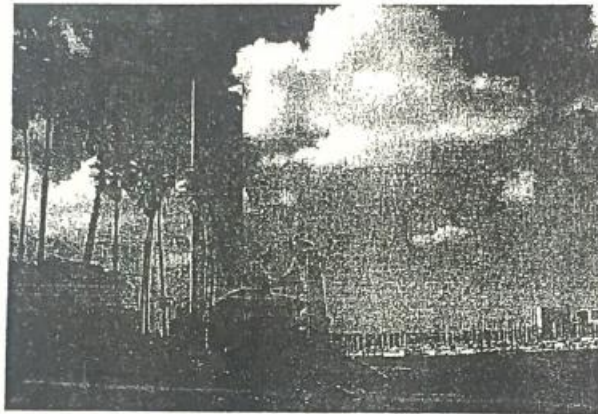


دکل های دریایی ، علاوه بر داشتن ویژگی های دکل های خشکی ، باید  
 دوپارستر دیگر داشته باشند ① محق آب ② مدت موج  
 یعنی دو پارستر دیگر را باید در نظر بگیریم .  
 "only god"

9/21/2013

## THUMS California

A drilling rig in a nice building to attract tourists



① آب را به داخل tank های زیر platform هدایت می کنیم تا دکل به کف دریا بچسبد  
 ② در پایان حفاری ، آب داخل tank را از آن خارج می کنیم (به کمک پمپ) و دکل را به مکان دیگری  
 انتقال می دهیم

## Marine (offshore) Rigs

### ① Submersible drilling barges (inland water drilling)

① By letting water to enter the tanks, the rig sits on the floor

② At the end of drilling, water is pumped out and the rig floats and is transferred to another location

③ A platform is needed to protect wellhead and surface production equipment

▪ This rig is suitable if

✓ There is no severe wave action

✓ Water depths are less than 20 ft



دکل های کرگالما  
 در آب فرو می روند و  
 در جاهای استفاده  
 می شوند که محق  
 آب کم است .

موج های خشن وجود  
 نداشته باشد

محق آب کمتر از 20 ft باشد



برای نصب این نوع دکل ها باید پایه ها را بالا برده تا به مخزن برزخورد کنند. سپس در جای مشخص شده پایه ها را پایین آورده (توسط hydraulic jacks) تا به زمین برزخورد کند (منظور کف دیاست) پس باید ارتفاعی ایجاد شود تا جایی که بلندترین موج ها نیز به دکل نرسد. 9/21/2013

این نوع دکل برای چاه های توسعه ای استفاده نمی شود

## 2 Bottom-Supported Mobile Rig (Jackup)

- ① They are towed to location with legs elevated
- ② On the location, the legs are lowered to the bottom until it reaches the seabed. Then, the platform is "jacked up" above the wave action by hydraulic jacks
- ③ They are suitable for water depths less than 350 ft (for example Persian Gulf)
- ④ They are mainly used for offshore exploratory drilling



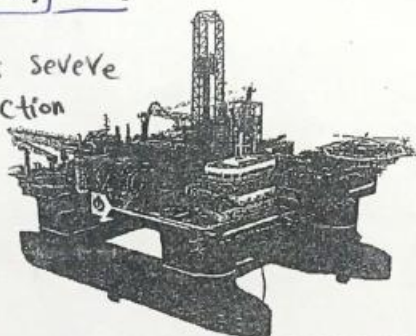
برای چاه های اکتشافی استفاده می شود.

در این نوع دکل، قسمتی از دکل، درون آب می رود. و برای چاه های توسعه ای استفاده نمی شود.

## 3. Semisubmersible Rigs

- ① They are anchored over the hole
- ② They are suitable for water depths less than 6000 ft (for example, Khazar sea)
- ③ They are mainly used for offshore exploratory drilling

there is severe wave action



دکل در چند نقطه anchored می شود (مربوط می شود) و در جهت افقی حرکت نمی کند.

توی آسمان ما اومد

دوراه برای جلوگیری از جابجایی این نوع دکل ها وجود دارد: ① لنگر انداختن (anchored)

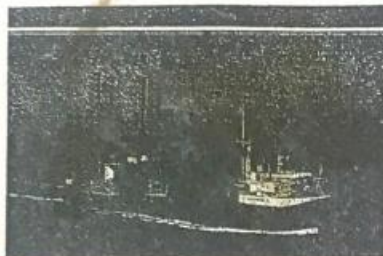
② Dynamic position ← برای محلی های خیلی زیاد. با استفاده از یک پروانه در خلاف جهتی که موج به آن نیرو وارد می کند، نیرو وارد می کنیم تا ثابت بماند. 21



چرا از سه دکل اول و برای چاه های توسعه ای استفاده نمی کنند ؟ به طور خلاصه برای  
کم کردن هزینه ها ، برای توسعه ای یک میدان نفتی در یک دریا ، از یک سکوی نفتی  
فشاری استفاده می شود بدین صورت که از هر سکو ، حدود ۳ تا ۴ چاه  
می توان حفر کرد. (نیاز به یک خط انتقال نفت داریم نه ۳ تا) (چاه ها به صورت

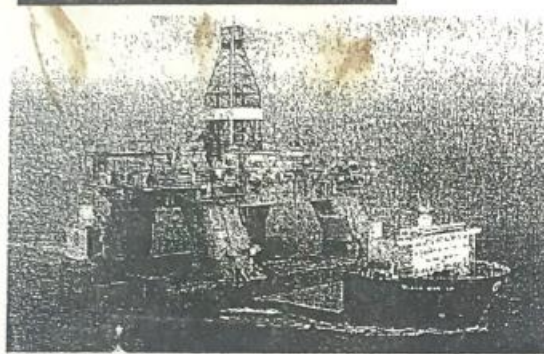
9/21/2013

directional حفر می شوند.)



Long distance movement is  
done by a special ship  
called **CAMEL**

بعد از خرابی چاه ها ، باز هم دکل ، باقی می ماند  
چون ممکن است ، بعداً چاه ها  
نیاز به تعمیر پیدا کنند .



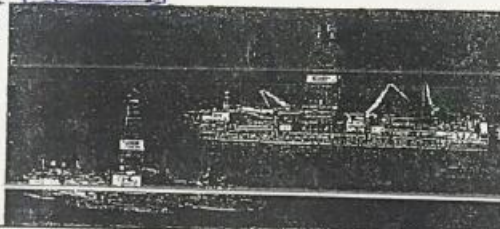
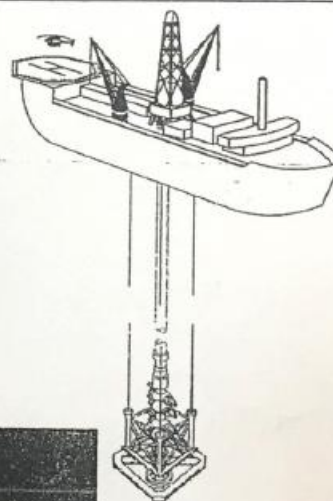
#### 4. Drillship Rigs

① They are anchored over  
the hole

② The ship always faces  
incoming waves to  
minimize the effects of  
the waves

③ They are suitable for  
water depths less than  
13000 ft (oceans)

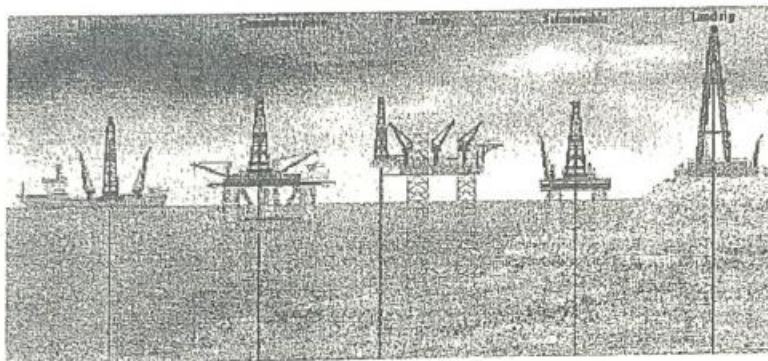
④ They are mainly used for  
offshore exploratory  
drilling



✓ به ده تنام  
سواب شدن با موج  
کشتی به سمت  
موج می چرخد  
تا کمترین نیروی  
آن وارد شود.



## Various Exploratory Rigs: Land and Offshore

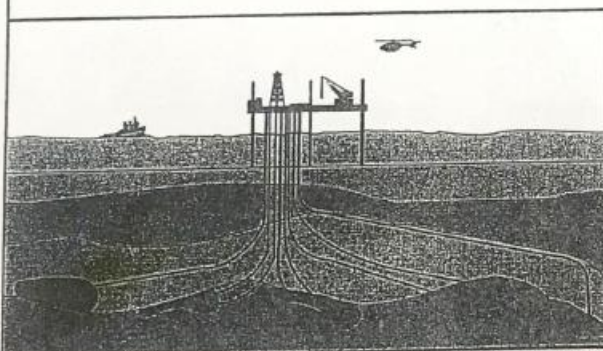


T.A.

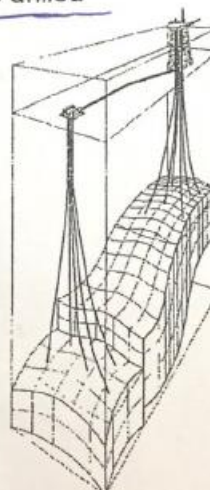
JJJJ

## Offshore Development Drilling

- Fixed platforms are used in order to reduce the costs
  - Many (for example, 40) directional wells are drilled from one platform

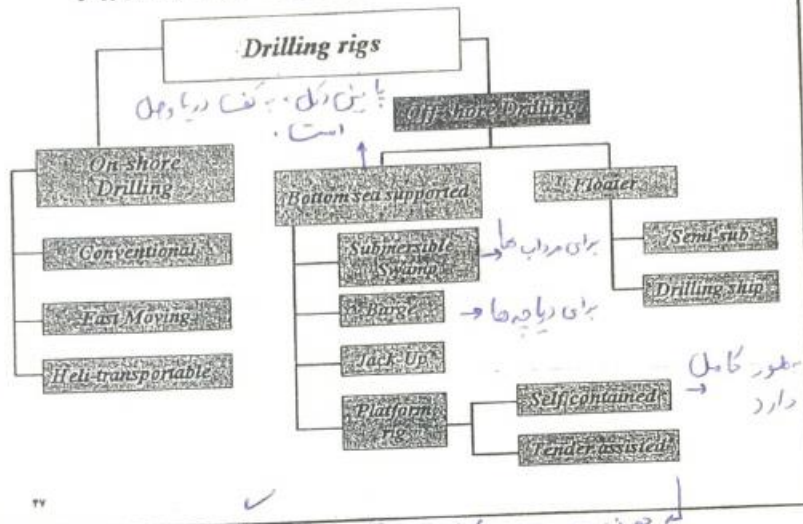


T.F.



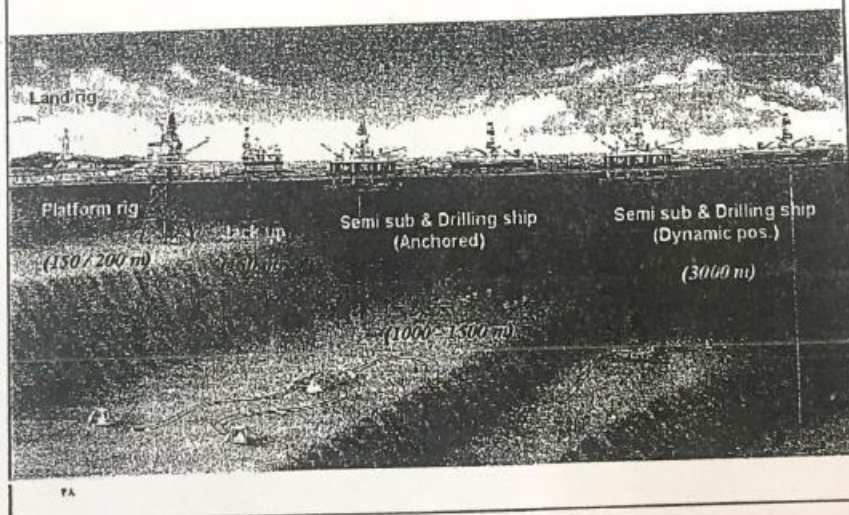


## Another Classifications of Rigs



له چون همی وسیله طور کامل در آن وجود دارد. (مثلا واحد تولید برق در کشتی قرار می گیرد).  
در کتا ران، قرار دارد. بانی وسیله و تجهیزات در یک کشتی

## Water depths of various rigs





در صورتی که نخواهیم فشاری آسانی انجام دهیم، از دکل نوع ۵ استفاده می‌کنیم  
چون می‌توانیم، تا جایی که می‌توانیم، پائین برویم، و اطلاعات از  
سازندگان بدست آوریم.

9/21/2013

## Selection of rigs

Rigs are selected based on Drawworks horsepower  
(HP) or maximum depth that can be reached

DUTY	I	II	III	IV	V
DRAWWORKS HP	700	1000	1500	2000	3000
MAX DEPTH WITH 5" DP	2500 m	3500 m	4500 m	5500 m	More

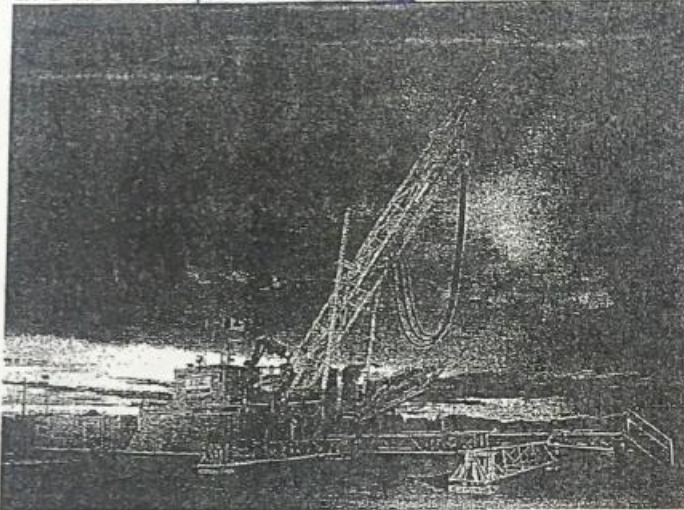
برای عمق‌های بسیار بالا از super rig استفاده می‌کنند که  
توان بالای ۳۰۰۰ HP داشته باشد.

برای انتخاب دکل، دو پارامتر مهم است: ① قدرت drawwork

② عمق حفاری (بیشترین عمق که می‌تواند  
برای چاه‌های کم عمق که در جهت افقی حفاری می‌شوند، استفاده می‌شود.

## Special Rigs: 1. Slant Rigs

They are used for shallow wells in horizontal drilling



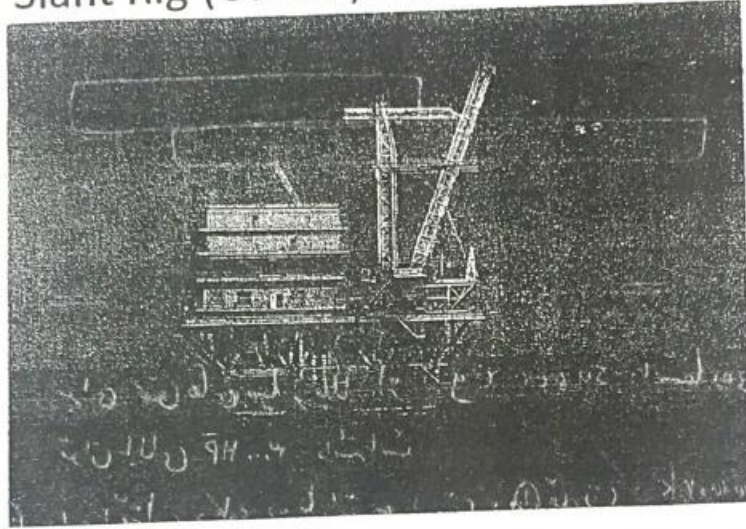
- برای چاه‌های کم عمق  
- به منظور حفاری از ابتدا  
جهت‌دار از این نوع  
دکل‌ها استفاده می‌شود.  
- دقت حفاری را زاویه‌دار  
می‌کنیم که سنگ‌های  
سفت در پس رویمان باشد

بیشتر در مناطقی استفاده می‌شود که لایه‌های کمی عمق باشد.



9/21/2017

Slant Rig (Cont'd): Abouzar rig in Iran



Slant Rig for River Crossings





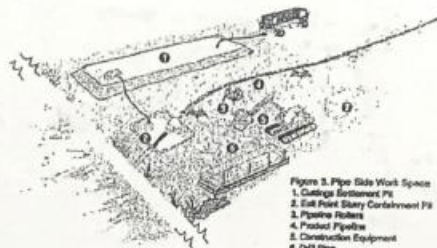
## Directional Crossing - Rig Side



- Figure 2. Rig Side Work Space
- 1. Pig Unit
  - 2. Control Cabin Power Unit
  - 3. Drill Pipe
  - 4. Water Pump
  - 5. Slurry Mixing Tank
  - 6. Cuttings Separation Unit
  - 7. Slurry Pump
  - 8. Barbed Wire Storage
  - 9. Power Generators
  - 10. Space Storage
  - 11. Site Office
  - 12. Site Office
  - 13. Entry Point Slurry Containment
  - 14. Cuttings Settlement Pit

27

## Directional Crossing - Pipe Side



- Figure 3. Pipe Side Work Space
- 1. Cuttings Settlement Pit
  - 2. Exit Point Slurry Containment Pit
  - 3. Power Hub
  - 4. Product Pipeline
  - 5. Construction Equipment
  - 6. Drill Pipe
  - 7. Space Storage

27

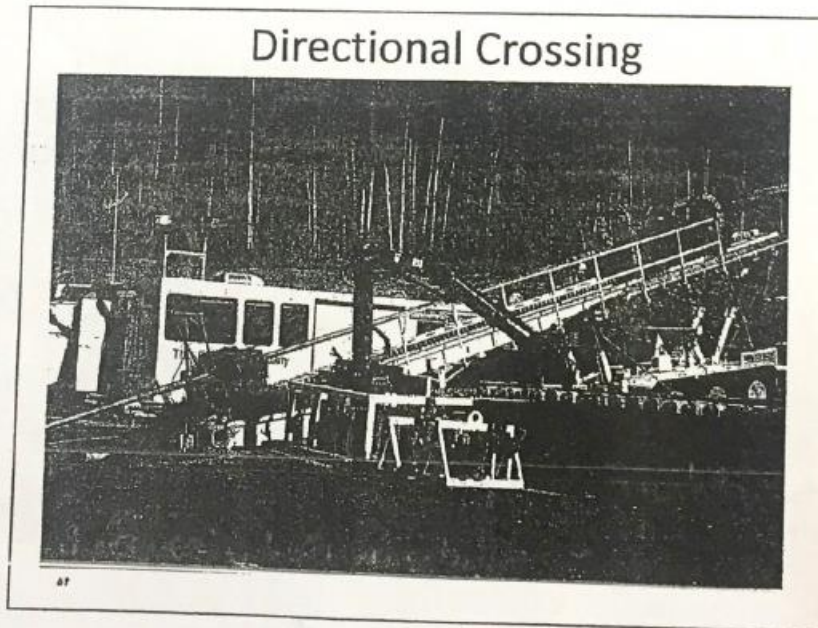
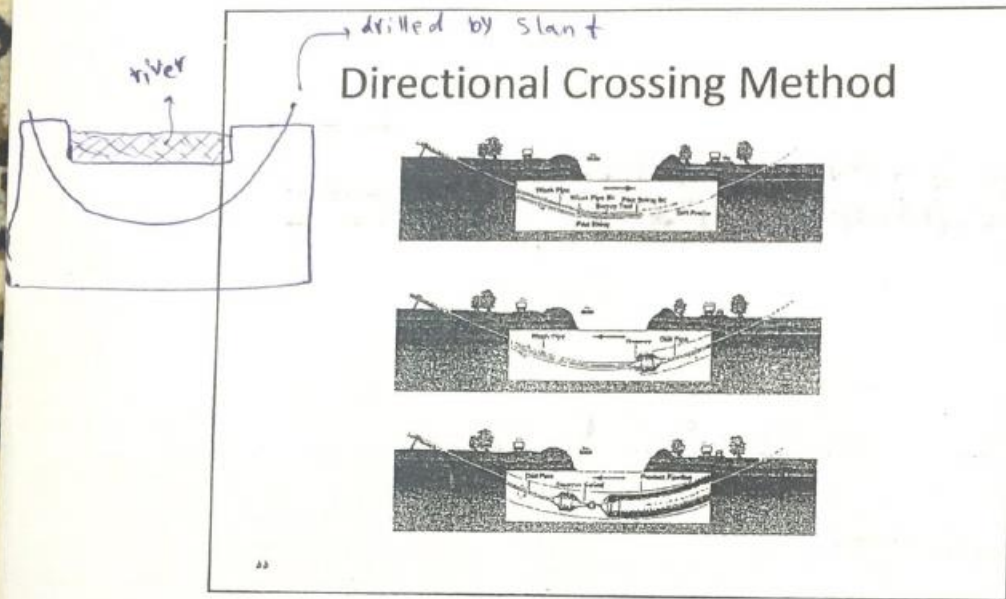


در رودخانه ها برای رد کردن لوله سه راه پیش رو داریم :

① زدن پل و رد کردن لوله از روی پل

② انداختن لوله در رودخانه . 9/21/2013

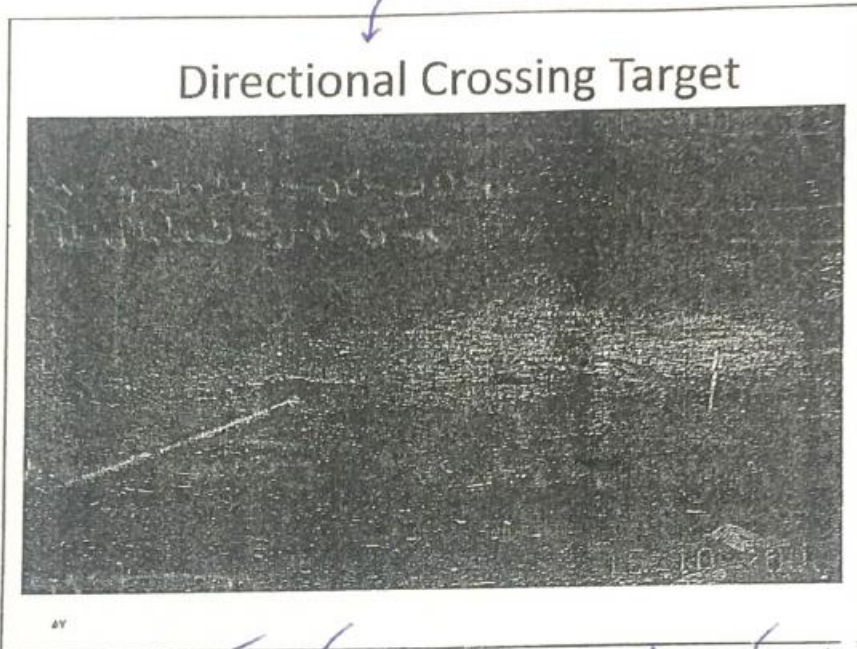
③ زیر رودخانه را حفاری کرده ( به صورت تونل ) و لوله را از آن عبور دهیم





- ① یک لوله پلیت که از نامیده می شود و دور یک تفرقه پیچیده شده است. در اینجا به جای استفاده از لوله های قطری ۳ فوتی، ما یک لوله قطری پیوسته دراز (چند هزار متری) داریم.
- ② در اینجا نیاز نداریم که لوله های قطری را به هم متصل کنیم. بنابراین زمان ذخیره می شود. 9/21/2013

این شکل، خطای اندازه گیری را نشان می دهد



در این حالت به جای اینکه لوله های ۹ متری را به هم وصل کنیم، یک از لوله های چند هزار متری استفاده می کنیم

### 2. Coiled Tubing

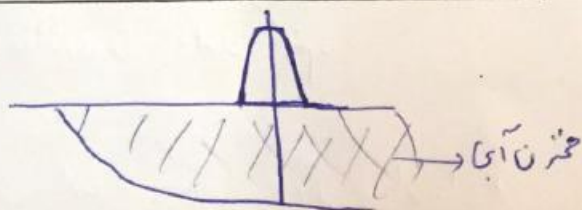
① > A long pipe called coil is wrapped around a pulley. Instead of 30 ft drillpipes, we have a long continuous drillpipe

② > There is no need for drillpipe connections, so, time is saved

⑤ آبیاز استفاده شده در لوله و قطر لوله (کریا به کوچک باشد)، در این لوله ها بسیار مهم است.

⑥ در این نوع قطری سلی بر قطری باید همیشه یک سول ۴-۵ km را طی کند. (کار بهوده)

خطای در سول و در اندازه گیری و در اندازه گیری





① ⑤ حرکتی طولی می شود ، بنابراین حرکت طولی آسان و سریع است  
 ② در این روش ، لوله ها را به هم متصل نمی کنیم (یک سره است) بنابراین در وقت  
 صرفه جویی می شود

9/21/2013

① ⑥ لوله ها نمی توانند بچرخند ، بنابراین از mud motor استفاده می کنیم

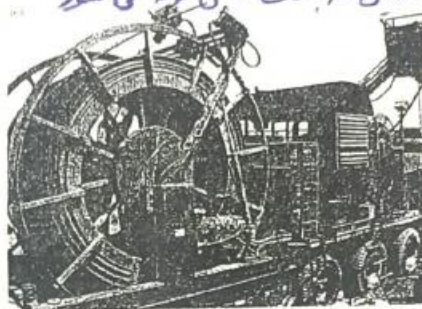
### Coiled Tubing (Cont'd)

#### Advantages:

- ① Rig is small, moving is simple and quick
- ② No pipe connection, time is saved

#### Disadvantages:

- ① Pipes cannot be rotated, mud motors should be used
- ② Pipes are bent around the pulley and straightened. They are under cyclic loading and fatigue. So, their life is short.
- ③ If a damage is occurred in the drillpipe, the whole upper section should be discarded
- ④ The drilling fluid flows from the inside of the entire coil which creates a big pressure drop



#### Applications:

- They are suitable for small jobs (maintenance or workover, such as acidizing)

② لوله ها حول تیر چرخه خم شده اند و سپس راست می شوند (Straight)

③ اگر لوله آسیب ببیند - کلی قسمت بالای لوله از جای که آسیب دیده به بالا را باید ببریم

④ سیال حفاری که در داخل

لوله flow می کند ، در کل طول لوله ، یک افت فشار زیادی را ایجاد می کند

### Types of Wells (Based on Final Depth)

- ① Shallow well: Final depth < 2,000 m, such as Masjed Solaiman oilfield
- ② Conventional well: Final depth from 2,000 m to 3,500 m such as Asmari reservoir in Ahwaz or Marun oilfield
- ③ Deep well: Final depth from 3,500 m to 5,000 m, such as Bangestan reservoir in Ahwaz or Marun oilfield
- ④ Ultra deep well: Final depth > 5,000 m, such as Khami reservoir in Ahwaz or Marun oilfield
- ⑤ Horizontal departures of more than 10,000 m are possible today with the help of advanced technologies such as

- measurements while drilling (MWD)
- logging while drilling (LWD)
- extended reach drilling (ERD) techniques

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

و ما بگیریم ، و دوباره ، رشته حفاری را وارد کنیم

در این نوع حفاری ، همزمان با حفاری سازند ، صفحات دیگر ته چاه مانند دما و فشار و ... را اندازه گیری می کنند





9/21/2013

### The Drilling Process :

- ✓ ▪ The operations involved in drilling a well can be best illustrated by considering the sequence of events involved in drilling the well shown in the following figure.
- The dimensions (depths and diameters) used in this example are typical of those found in the North Sea but could be different in other parts of the world.
- For simplicity, the process of drilling a land well will be considered below. The process of drilling a subsea well will be different.

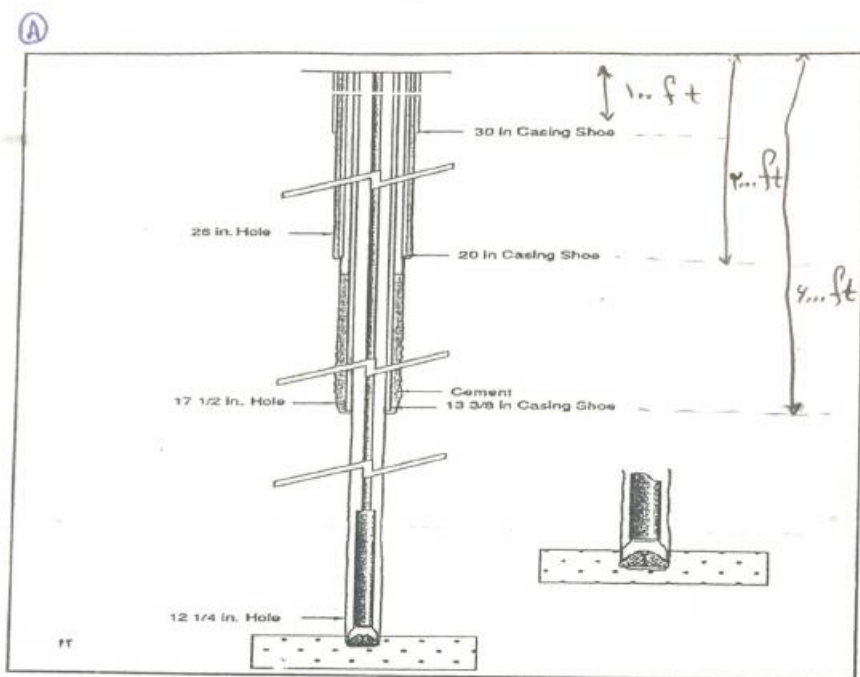
اولین کار برای حفاری، جاده سازی است، کرده هندسی ساختمان، این وظیفه را بر عهده دارد.  
در کنار جاده سازی، به همان کردن نقطه مورد نظر و شن زنی در آن محل به برداشته می شود

### The Drilling Process (Cont'd)

- The following description is only an overview of the process of drilling a well (the construction process ).
- The design of the well, selection of equipment and operations involved in each step will be dealt with in greater depth in subsequent chapters.
- ✓ • Before all, by the construction department, the road to the location should be made and the location area should be flatten

✓ عمل چاه، اگر چاه  
توسط آن باشد،  
توسط هندس  
مختار داده می شود.





(B)

### نظر فارسی Installing the 30" Conductor

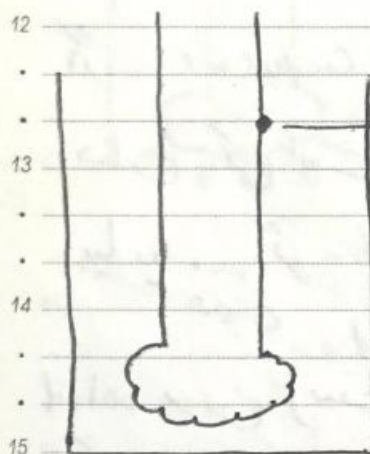
- The first stage in the operation is to drive a large diameter pipe to a depth of approximately 100 ft below ground level using a truck mounted pile-driver. (ترجمه)
- This pipe (usually called casing or, in the case of the first pipe installed, the conductor) is installed to prevent the unconsolidated surface formations from collapsing whilst drilling deeper. (ترجمه)
- Once this conductor, which typically has an outside diameter (OD) of 30" is in place the full sized drilling rig is brought onto the site and set up over the conductor, and preparations are made for the next stage of the operation.

اگر در بعضی از جاها، سنگ، سخت باشد، با یک پیل میکانیکی زمین را عمیق  
می کنیم و سپس Conductor را ساغول کرده و پشت آن را  
بتون می کنیم (کو بیدن نداریم).



دیساد وان تاجه <sup>۳۵</sup>

- ② لوله ها ، حول قزقره خم شده اند و پس راست می شوند (straight) ، که این کار باعث حساسی لوله می شود .
- ③ اگر لوله آسیب ببیند ، کل قسمت بالای لوله ( از جایی که آسیب دیده به بالا ) را باید ببریم .
- ④ سیال حفاری که در داخل لوله ساکن می کند ، در کل طول لوله ، یک افت فشار زیادی را ایجاد می کند
- Applications ، برای کارهای کوچک مثل ، کارهای تعمیراتی یا اسیدکاری مناسب است .



سوراخ شده

هرگاه whashout صورت گیرد ، (سوراخ شدن لوله حفاری) ، تمام گل حفاری ، از جهت های متفرقه خارج می شود ، و قسمتی از آن از سوراخ ایجاد شده خارج می شود .

می پارم به تراز چشم خود چشمش

یارب این نوکل خندان که پردی بنش



ص ۳۲

دومین کار در حفاری، راندن اولین Casing (Conductor) است. این Conductor ۳۰ اینچی است و تا عمق ۵۰ فوتی به زمین وارد می شود، (و با کوبیدن) این مرحله هم توسط مهندسی ساختمان انجام می شود.

اگر Conductor را نصب نکنیم، چون در سطح زمین هستیم، با شروع حفاری ممکن است، قطر چاه زیاد شود و چاه ریزش کند و دکل پایین بیاید. اگر Conductor را قراریم، اطراف چاه حالت همبستگی

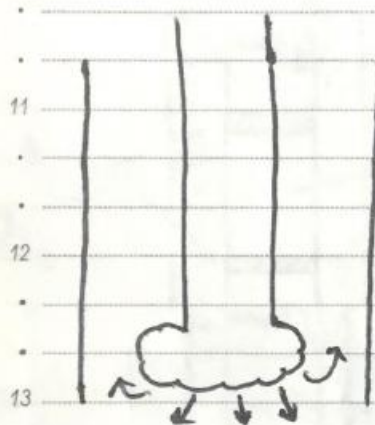
Solid بودن (سفت بودن) خود را از دست می دهد و چاه ریزش می کند. (Collapse صورت می گیرد).

در مرحله بعد، گروه حفار، وارد عمل شده و دکل را نصب می کنند (روی Casing)

برد از من قرار و طاقت و هوش  
بت شکنین دل یمین بنا گوش



چون در Conductor سنگ وجود دارد بنابراین برای خارج کردن سنگ ها از درون آن ، با یک سبی ۲۴ اینچی ، از سطح زمین شروع به حفاری می کنیم . تا عمق ۲۰۰ فوتی حفاری می کنیم . قطر سبیل ۲۴" می باشد چون قطر داخلی Conductor ، ۲۸" است .



چون سیالی که از ته بیرون می آید ، با سرعت خارج می شود ، باعث می شود ، قطر دیواره سی چاه بیشتر شود ، به این فرایند washout می گویند .

اگر گل دیواره نرم باشد : washout ↑

اگر گل دیواره سفت باشد : washout ↓

به این حالت gauge می گویند bit size = hole size ⇒

hole size ≤ 1.05 bit size over gauge

hole size < bit size under gauge

فکرانی ما در حفاری ، این حالت است .

که دور شاه شجاعت می دلیر بنوش

سحر زانف غنیم رسد مرده بکوش



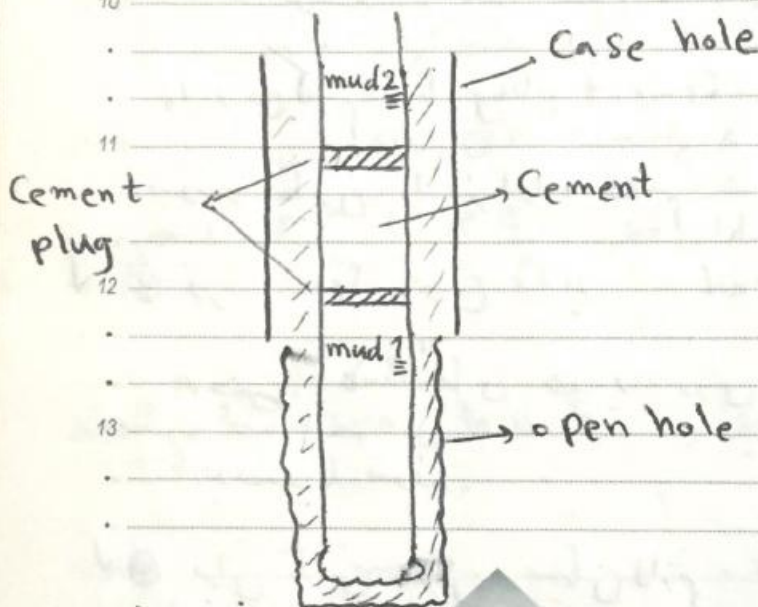
- ۸
- ۹
- ۱۰
- ۱۱
- ۱۲
- ۱۳
- ۱۴
- ۱۵
- ۱۶
- ۱۷
- بعد از درآوردن Cutting ها نوبت به Casing بعدی می‌رسد  
این Casing که surface casing نام دارد، کار محافظت  
از لایه‌های آب‌های شیرین زیر زمینی را بر عهده دارد.  
در حفره‌ی ۲۴ اینچی، Casing ۲۰ اینچی می‌رازم طول  
هر Casing، ۴ فوت است. حال پست Casing را  
سیمان می‌کنیم.

گفت یخشند که می‌نوش

باتنی از گوشه میانه دوش



برای سیان کاری در ۲۰۰۰ فوتی ، باید اندازه های open hole ، عمق ، و Case hole را بدست آوریم . (راشته با سیم) .  
در تمامی مراحل حفاری ، کل حفاری همواره در داخل چاه وجود دارد .



روز سلامتی (روز جهانی بهداشت) . روز وقف .

در سیان کاری ، Casing ، mud ② ، را که با فشار وارد کنیم ، Cement plug ها یا مین می آیند ، (بین این دو پلاک ها سیان است) این کار را تا جایی ادامه می دهیم که Cement plug با مین تریه

رحلت حضرت رسول اکرم (ص) و شهادت حضرت امام حسن مجتبی (ع) - تعطیل - شهادت آیت ا... سید محمد باقر صدر و خواهر ایشان بنت الهدی به توسط رژیم بعث عراق .

دلم از عشو شیرین شکر خانی تو خوش

ای همه شل تو مطبوع و همه جای تو خوش



پایین ترین نقطه چاه رفته و در اثر فشار بالا شکند و  
 سیان ها را در اطراف casing به بخش کند و سیان در اطراف  
 casing بالا بیاید. فشار را ادامه دارد تا Cement plug بالای  
 به ته برسد، بعد از مدتی که سیان خشک شد، متدی بعدی را  
 وارد می کنیم تا Cement plug باقی مانده توسط این متدی شکسته  
 شود و فشار را نیز ادامه دهیم.

در ۲۰۰ فوتی، باید well head مناسب قرار داد  
 همچنین باب های جدید، روی well head و بالای Celler  
 باید نصب شوند.

برای تامین میزان سیان لازم، ابتدا با plug گیری، قطر چاه  
 را منسجم، سپس از طریق محاسبات، حجم سیان لازم را اندازه گرفته  
 و در یک safety factor (مثلا ۱.۵) ضرب می کنیم. به این دلیل  
 که وقتی سیان به پشت casing رانده می شود، ممکن است  
 با گسل مخلوط شود.  
 حفاری

شهادت حضرت امام رضا (ع) - تعطیل

کنار آب و پای بید و طبع شریاری خوش  
 معاشر و لبریز شیرین و ساقی گلخزاری خوش



۸ ۴ تا عمق ۲۰۰۰ فوتی را با بوبون BOP فشاری می‌کنیم.

۹ ۴ BOP ها همواره روی آخرین casing نصب می‌شوند.

۱۰ در مرحله‌ی بعد ، قفسی  $\frac{1}{4}$  اینچی را وارد casing

۱۱ ۲. اینچی می‌کنیم ، تا ۹۰۰۰ فوتی فشاری کرده ، سپس مترا

در آورده و casing بعد را می‌رانیم ، این casing که

۱۲ intermediate نام دارد ، دارای قطر  $\frac{5}{8}$  ،  $\frac{1}{2}$  ،  $\frac{3}{8}$  ،  $\frac{1}{4}$  اینچی

می‌باشد.

۱۳ ۴ در این مرحله نیز well head جدید و BOP های جدید نصب می‌شوند.

۳۸

۱۵ تشخیص لایه‌ی نفتی توسط Cutting ها را mud logging

می‌گویند.

پس از رسیدن به لایه‌ی نفتی ، ۴ تست را روی چاه انجام می‌دهیم:

۱۶ Coring ۲

۱ mud logging

۱۷ well test ۴

۳ well logging

به ترتیب اهمیت و اولویت

هجرت حضرت رسول اکرم (ص) از مکه به مدینه . شهادت امیر سپهبد علی صیاد شیرازی .

لیکنش مهر و وفایت خدایا بدش

مجمع خوبی و لطف است عذار چو مش



11 Apr 2005

۲ ربیع الاول ۱۳۲۶

۱۳۸۱۲

۲۲

فروردین

دوشنبه

- ۸ باید بدانیم در Coring ، رشتی حفاری ، بایک سری محسوس  
فرستاده می شود .
- ۹ همچنین باید بدانیم در well logging ، چاه باید از تجهیزات  
تقی ، خالی باشد .
- ۱۰ باید به این نکته توجه داشت که زمانی می توانیم well logging  
انجام دهیم که لایه ی تقی ، را کاملاً حفاری کرده ایم .
- ۱۱ قبل از well logging ، باید Coring صورت بگیرد .
- ۱۲ Coring از همه گران تر است ، به همین دلیل در همدی چاه ها  
انجام نمی شود .

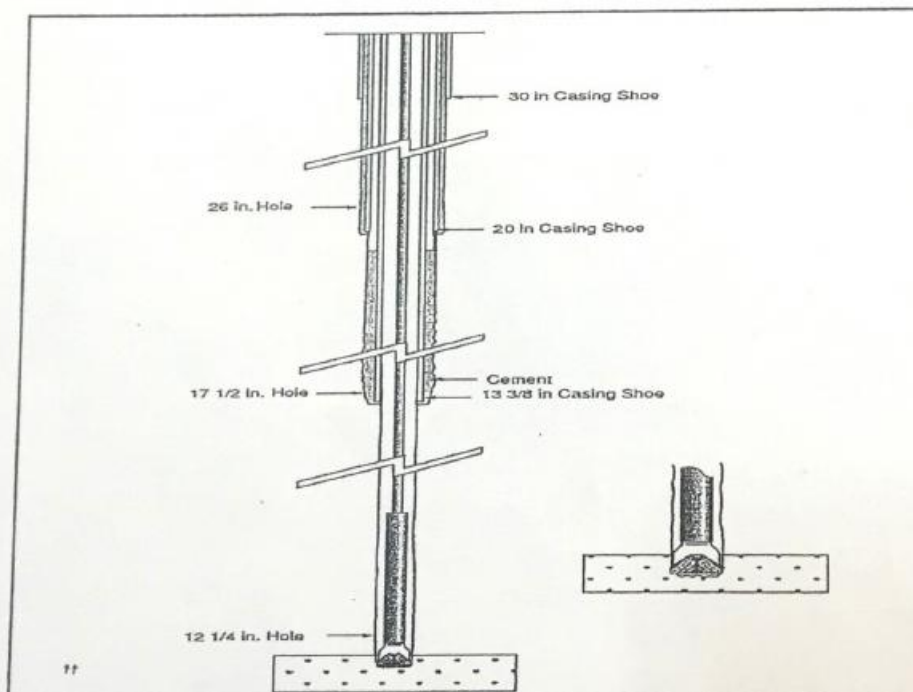
۱۴ Coring > well test > logging  
well  
= از نظر هزینه

دلم رمیده شد و غافلم من درویش  
که آن شکاری سرگشته را چه آید پیش



## Drilling and Casing the 26" Hole

- ✓ ■ The first hole section is drilled with a drillbit, which has a smaller diameter than the inner diameter (ID) of the conductor. Since the ID of the conductor is approximately 28" a 26" diameter bit is generally used for this hole section. inner diameter
- ✓ ■ This 26" hole will be drilled down through the unconsolidated formations, near surface, to approximately 2000 ft.





① اگر امکانش وجود داشت می توانیم کل طول چاه را از سطح اعلى مورد نظر با یک  
 متر و یک سایز (size) چاه حفاری کنیم ، اما این کار ممکن نیست زیرا مشکلات  
 زمین شناسی و مشکلات فشار لایه های مختلف وجود دارد . مثلاً یک لایه ممکن است  
 متارکمی داشته باشد و فشار کل از لایه ی مورد نظر خیلی بیشتر باشد و حجم زیادی از کل به  
 داخل سازند نفوذ کند (mud loss) همین متارکمی لایه ممکن است خیلی زیاد باشد

9/21/2013

① (بالا)  
 ← برای جلوگیری از  
 نطرات چاه ،  
 مجبوریم مرحله به مرحله  
 casing گذاری  
 کنیم بنابراین  
 با افزایش عمق  
 حفاری ، قطر چاه  
 مرحله به مرحله  
 کاهش می یابد

- If possible, the entire well, from surface to the reservoir would be drilled in one hole section. However, this is generally not possible because of geological and formation pressure problems which are encountered whilst drilling.
- The well is therefore drilled in sections, with casing being used to isolate the problem formations once they have been penetrated. This means however that the wellbore diameter gets smaller and smaller as the well goes deeper and deeper.
- The drilling engineer must assess the risk of encountering these problems, on the basis of the geological and formation pressure information provided by the geologists and reservoir engineers, and drilling experience in the area. The well will then be designed such that the dimensions of the borehole that penetrates the reservoir, and the casing that is set across the reservoir, will allow the well to be produced in the most efficient manner possible.
- In the case of an exploration well, the final borehole diameter must be large enough to allow the reservoir to be fully evaluated.

و فوراً از  
 چاه داشته باشیم  
 بنابراین با casing  
 گذاری قطر چاه  
 در طول زمان حفاری  
 کاهش می یابد  
 ولی از خطرات  
 نامبرده می توانیم  
 با casing گذاری  
 جلوگیری کنیم .

در چاه اکتشافی ، قطر نهایی چاه باید به اندازه ی کافی بزرگ باشد تا  
 بتوانیم مخزن را مورد ارزیابی قرار دهیم

### Drilling and Casing the 26" Hole (Cont'd)

- Whilst drilling the 26" hole, drilling fluid (mud) is circulated down the drillpipe, across the face of the drillbit, and up the annulus between the drillpipe and the borehole, carrying the drilled cuttings from the face of the bit to surface.
- At surface, the cuttings are removed from the mud before it is circulated back down the drillpipe, to collect more cuttings.

28



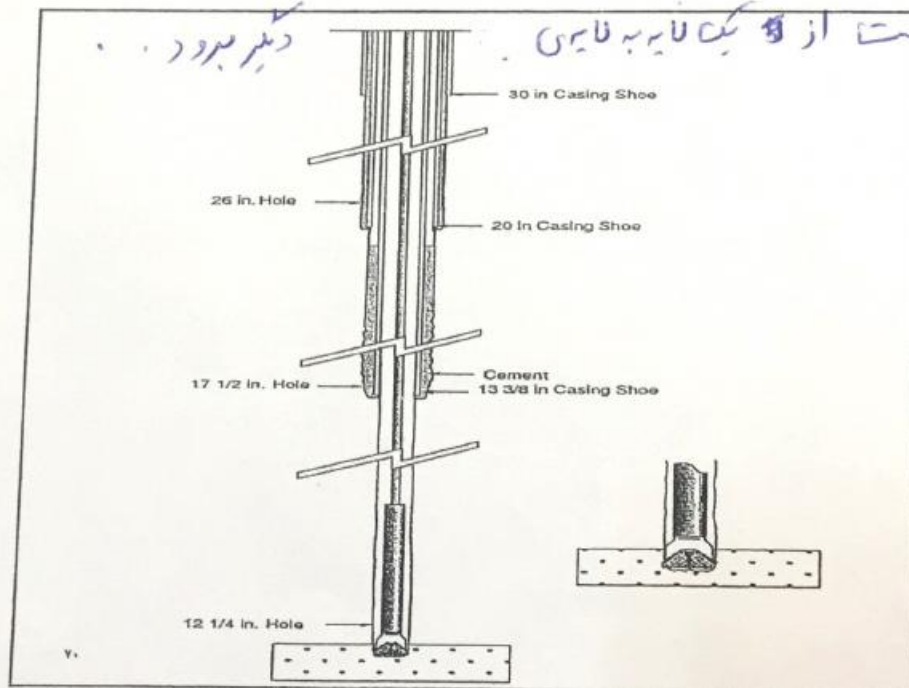
فضای خالی بین casing و bore hole را با سیان پری کنیم . این کار ای کنیم  
 تا casing به دیواره‌ی چاه غلاف شود (توسط سیان) . همچنین از پایین رفتن  
 casing جلوگیری می‌کند . و همچنین به مجرای است تا mud بتواند  
 در داخل annulus حرکت کند

9/21/2013

### Drilling and Casing the 26" Hole (Cont'd)

- ② When the drillbit reaches approximately 2000 ft, the drillstring is pulled out of the hole and another string of pipe (surface casing) is run into the hole. (surface casing)
- This casing, which is generally 20" OD, is delivered to the rig in 40 ft lengths (joints) with threaded connections at either end of each joint. out diameter
- The casing is lowered into the hole, joint by joint, until it reaches the bottom of the hole.
- Cement slurry is then pumped into the annular space between the casing and the borehole. This cement sheath acts as a seal between the casing and the borehole, preventing cavings from falling down through the annular space between the casing and hole, into the subsequent hole and/or fluids flowing from the next hole section up into this annular space. غلاف / غلاف‌گر

نکته مهمی: یکی دیگر از وظایف سیان کاری این است که نمی‌گذارد سیال داخل سازند که  
 بیست سیان است از یک لایه به لایه دیگر برود





## Drilling and Casing the 17 1/2" Hole

- ✓ ▪ Once the cement has set hard, a large spool called a wellhead housing is attached to the top of the 20" casing. روی Cellar نصب می شود تا به سطح زمین برسد.
- This wellhead housing is used to support the weight of subsequent casing strings and the annular valves known as the Blowout prevention (BOP) stack which must be placed on top of the casing before the next hole section is drilled.

۷۷

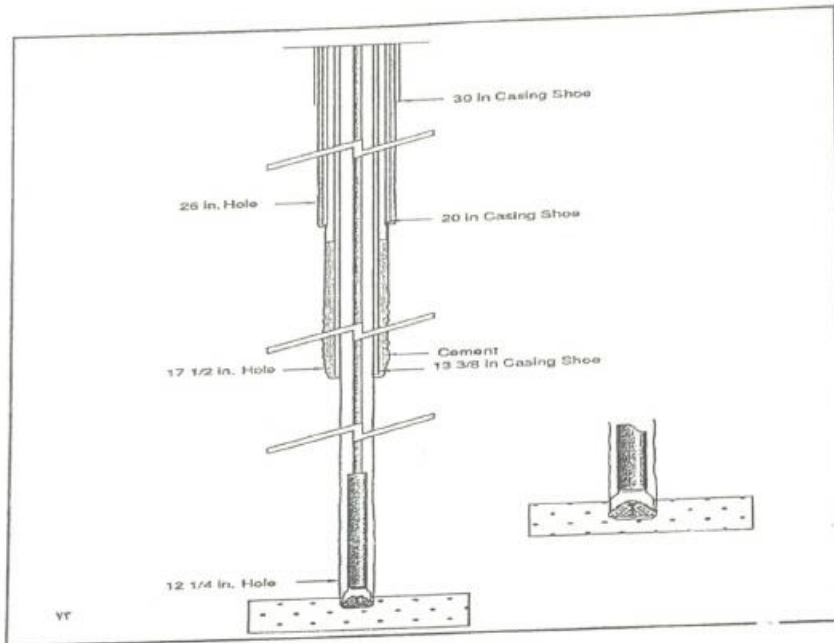
## Drilling and Casing the 17 1/2" Hole (Cont'd)

- When the BOPs have been installed and pressure tested, a 17 1/2" hole is drilled down to 6000 ft. bit
- Once this depth has been reached the troublesome formations in the 17 1/2" hole are isolated behind another string of casing (13 5/8" intermediate casing). surface casing
- This casing is run into the hole in the same way as the 20" casing and is supported by the 20" wellhead housing whilst it is cemented in place.

۷۸

تا آنکه متریال قبل از عملی شود





### Drilling and Casing the 17 1/2" Hole (Cont'd)

- ✓ ■ When the cement has set hard the BOP stack is removed and a wellhead spool is mounted on top of the wellhead housing. نصب سطل ۲ سوار شد.
- ✗ ■ The wellhead spool performs the same function as a wellhead housing except that the wellhead spool has a spool connection on its upper and lower end whereas the wellhead housing has a threaded or welded connection on its lower end and a spool connection on its upper end.
- ✓ ■ This wellhead spool supports the weight of the next string of casing and the BOP stack which is required for the next hole section.

VT



حال، متهی بعدی، که ضخامتش  $12 \frac{1}{4}$  است را وارد کرده و تا رسیدن به لایه نفتی، حفاری را ادامه می دهیم.

9/21/2013 از دوراهی توان، رسیدن به لایه نفتی را تشخیص داد. (۱) با مشاهده نفت روی Cutting ها (۲) با کنترل سنسورهای نصب شده روی دکل (BOP) می توان وجود گاز را تشخیص داد.

### Drilling and Casing the 12 1/4" Hole

- ✓ ■ When the BOP has been re-installed and pressure tested a 12 1/4" hole is drilled through the oil bearing reservoir.
- ✓ ■ Whilst drilling through this formation, oil will be visible on the cuttings being brought to surface by the drilling fluid.
- ✓ ■ If gas is present in the formation, it will also be brought to surface by the drilling fluid and detected by gas detectors placed above the mud flowline connected to the top of the BOP stack.
- ✓ ■ If oil or gas is detected, the formation will be evaluated more fully.

۷۵

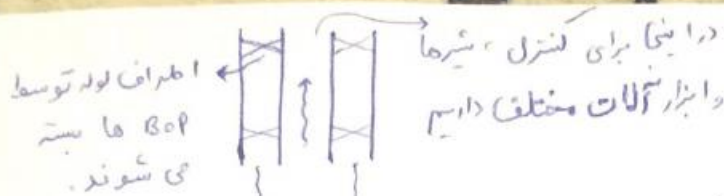
### Drilling and Casing the 12 1/4" Hole

- ✓ ■ The drillstring is pulled out and tools which can measure for instance: the electrical resistance of the fluids in the rock (indicating the presence of water or hydrocarbons), the bulk density of the rock (indicating the porosity of the rocks); or the natural radioactive emissions from the rock (indicating the presence of non-porous shales or porous sands) are run in hole.
- ✓ ■ These tools are run on conductive cable called electric wireline, so that the measurements can be transmitted and plotted (against depth) almost immediately at surface. These plots are called Petrophysical logs and the tools are therefore called wireline logging tools.

۷۶

لگراف هایی که توسط well log گرفته می شود.





9/21/2013

در well testing باید چاه را تا آخر حفاری کرده و چاه را خوار  
به تولید کنیم.

برای well test  
باید چاه را مجبور  
به تولید کنیم

## Drilling and Casing the 12 1/4" Hole

- ✓ <sup>دو باره بدست آوردن</sup> In some cases, it may be desirable to retrieve a large cylindrical sample of the rock known as a core.
- ✓ <sup>بر سر</sup> In order to do this, the conventional bit must be pulled from the borehole when the conventional drillbit is about to enter the oil-bearing sand.
- ✓ A donut shaped bit is then attached a special large diameter pipe known as a core barrel is run in hole on the drillpipe.

- ✓ <sup>⊕</sup> This coring assembly allows the core to be cut from the rock and retrieved.
- ✓ <sup>⊕</sup> Porosity and permeability measurements can be conducted on this core sample in the laboratory.
- ✓ In some cases, tools will be run in the hole which will allow the hydrocarbons in the sand to flow to surface in a controlled manner. These tools allow the fluid to flow in much the same way as it would when the well is on production.
- ✓ Since the produced fluid is allowed to flow through the drillstring or, as it is sometimes called, this test is termed a drill-stem test or DST.
- ✓ If all the indications from these tests are good, then the oil company will decide to complete the well.
- ✓ If the tests are negative or show only slight indications of oil, the well will be abandoned.

این چاه رست می باشد که این چاه، چاهی بهره برداری اقتصادی (بدون مخور) هست یا خیر  
39 تا این مرحله drilling engineering کاری کردند، حال، نوبت به Completion eng. است



۴۰

10. چون قرار است چاه ۵۰ ساله برای ما کار کند بنابراین

- ما نگران خوردگی casing هستیم ، بنابراین ما برای محافظت از آن
- production casing = production tubing از استفاده می کنیم .

12. • pay zone • قرار دارو • production tubing

• production tubing بر خلاف casing ، قابل تعویض است .

14. در بیان کار، دو کار دیگر باید انجام داد:

15 (1) گدازش well head جدید

• performance کر دینا

16  
 5) حیات production tubing بالائی pay zone قرار می گیرد؟؟

شب نشین کو می سربازان و زندام چو شمع

در وفای عشق تو مشهور خوبانم چو شمع



چون اگر پائینی نیاید، میان باینده مسیر اضافی را برای رفتن  
به این لوله می‌کند. همچنین در pay zone نمی‌توان packer  
نصب کرد. بنابراین، این قسمت از tubing دچار لرزش و  
ارتعاش می‌شود.

اگر packer نباشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

میان از بین production case و production tubing بالارفت  
و خوردگی ایجاد می‌شود.

۴۲  
ص

چرا ۱۰۰۰ m سیم بکسل (drilling line) دور قرتره

می‌پیچند؟ در صورتی که مقدار مورد نیاز، خیلی کمتر از این مقدار  
است؟ (حدود ۴۰۰ m). چون بعد از مدتی سیم بکسل‌ها فرسوده

می‌شوند و نیاز به drilling line جدید داریم به همین دلیل،  
برای مصرف چند بار، به دور آن، سیم می‌پیچند.

طالع اگر بدو دهد دانش آورم به کف  
گر بکشم ز بی طرب و بکشد ز بی شرف



✓ بیا بین هفتی ۴۲

ابزاری که برای ۱۵۰ گرمین به داخل چاه می فرستند ، به H.S  
نیاز ندارند ولی برای درآوردن و داخل بردن Drill string  
به H.S نیاز داریم ، ابزار Logging سبک بوده ، و توسط قهرقه  
خود به داخل چاه می رود (فرستاده می شود) .

trip حرکت از یک نقطه به یک نقطه دیگر و بازگشت به نقطه اول

۵۵

Kelly bushing دارای چهار pin است و داخل pin های

rotary bushing قرار می گیرد

روز بزرگداشت عطار نیشابوری

حفره های داخلی Kelly برای فرستادن گل (mud) استفاده

می شود

گرم تو دوستی از دشمنان ندارم باک

هزار دشمنم از میکنند قصد هلاک



۳۲

مراحل حفاری

① تا عمق ۱۰۰ ft حفاری کنیم  
اولین casing را می‌گذاریم (Conductor)

$$OD \text{ Conductor} = 3''$$

$$ID \quad \quad \quad = 2.8''$$

② سپس با تهی ۲۶'' تا عمق ۲۰۰ ft حفاری کنیم  
و سپس تا عمق ۲۰۰ ft surface casing را

می‌گذاریم  
bit = ۲۶'' → تا عمق ۲۰۰ ft

$$OD \text{ of } \text{surface casing} = 2''$$

③ سپس با تهی ۱۷ ۱/۴'' تا عمق ۴۰۰ ft حفاری کنیم و بعد از آن  
intermediate casing را تا عمق ۴۰۰ ft می‌گذاریم.

$$bit = 17 \frac{1}{4}'' \rightarrow \text{تا عمق } 400 \text{ ft}$$

$$OD \text{ of intermediate casing} = 13 \frac{5}{8}''$$

④ بعد با تهی ۱۲ ۱/۴'' تا خور مخزن حفاری کنیم و سپس  
production casing را می‌گذاریم

$$bit = 12 \frac{1}{4}'' \rightarrow$$

$$production \text{ casing} = 4 \frac{1}{2}''$$



⑤ و در آخر production tubing را جایگذاری کنیم

$$\text{od of tubing} = 4 \frac{1}{r}''$$

---



production tubing بر قفا production casing می تواند بعد از دستی تعویض شود.  
 اگر production tubing بر اثر عوامل مختلف ، پوسیده شود و یا رخنه ای در آن ایجاد شود باید آن را تعویض کنیم . فضای بین production tubing و production casing را توسط یک packer می پرانند تا از نفوذ سیال داخل سازند به داخل annulus جلوگیری شود .

9/21/2013

## Completing the Well

- ✓ If the well is to be used for long term production, equipment which will allow the controlled flow of the hydrocarbons must be installed in the well.
- ✓ In most cases, the first step in this operation is to run and cement production casing (9 5/8" OD) across the oil producing zone.
- ✓ A string of pipe, known as tubing (4 1/2" OD), through which the hydrocarbons will flow is then run inside this casing string.
- ✓ (۱۵۶) The production tubing, unlike the production casing, can be pulled from the well if it develops a leak or corrodes. The annulus between the production casing and the production tubing is sealed off by a device known as a packer.

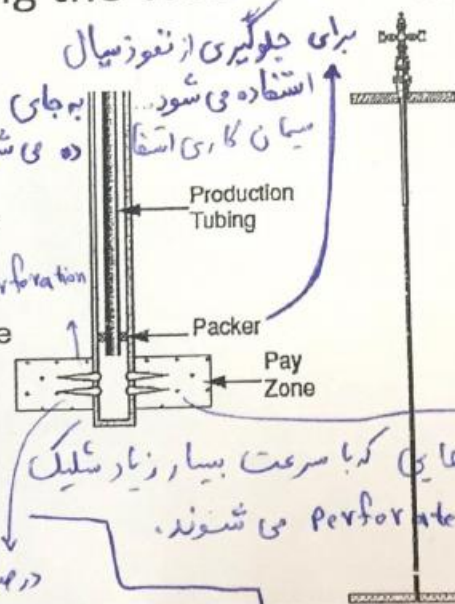
که سوال امکان : چرا Packer می زنیم ؟

## Completing the Well

"The packer is run on the bottom of the tubing and is set in place by hydraulic pressure or mechanical manipulation of the tubing string.

When the packer is positioned just above the pay zone, its rubber seals are expanded to seal off the annulus between the tubing and the 9 5/8" casing

The BOPs are then removed and a set of valves (Christmas Tree) is installed on the top of the wellhead



در صورتی که tube ما به اندازه ای گامی بزرگ باشد

که gun از داخل آن عبور کند و عمل سوراخ کردن casing را بعد از نصب آن ، انجام می دهیم .

در غیر این صورت قبل از نصب tube انجام می شود .

سوراخ شدن casing → شلیک → gun → casing



پست

## چرا packer می‌گذاریم؟

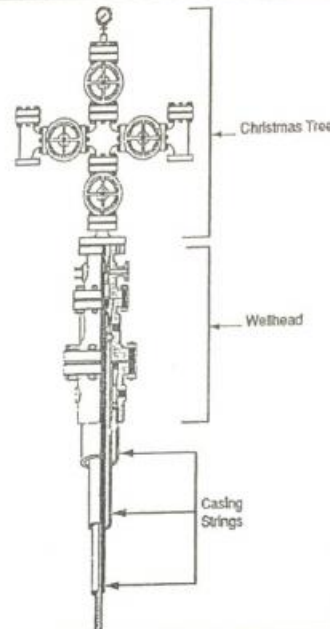
بعد از تکمیل چاه ، فضای بین Casing و tubing را با استفاده از packer می‌پوشانیم یعنی packer را در فضای annulus بین Casing و packer قرار می‌دهیم تا از نفوذ سیال داخل سازند به درون annulus جلوگیری کنیم .  
به دلیل اینکه سیال سازند خاصیت خوردگی دارد و همچنین خاصیت رسوب‌گذاری هم دارد ، بنابراین اگر به داخل annulus نفوذ کند باعث خوردگی و پوسیدگی Casing می‌شود ~~و~~ از طرفی می‌دانیم که امکان تعویض Casing وجود ندارد . بنابراین با استفاده از packer راه نفوذ سیال سازند را به درون annulus مسدود می‌کنیم . ~~و tubing~~  
tubing را می‌توانیم تعویض کنیم ، بنابراین اگر مشکلی برای tubing ایجاد شود می‌توانیم آن را تعویض کنیم .



9/21/2013

فرز Casing ← قبل از سیان کاری، روی دکل و rig floor می افتد.  
 قبل از خشک شدن سیان روی well head housing می افتد.  
 بعد از خشک شدن سیان، روی سیان می افتد.  
 چوبی Christmas Tree در زمان تولید، می توان بر میزان تولید، مدیریت داشت.

- ✓ The Xmas tree is used to control the flow of oil once it reaches the surface.
- ✓ To initiate production, the production casing is "perforated" by explosive charges run down the tubing on wireline and positioned adjacent to the pay zone.
- ✓ Holes are then shot through the casing and cement into the formation.
- ✓ The hydrocarbons flow into the wellbore and up the tubing to the surface.



۵) ادوات مورد نیاز برای گردشی کل جهت انتقال کدها به سطح زمین و همچنین سیستم ذخیره سازگی

### Rig Overview

① برای بالا و پایین بردن مجموعه قطعات مکانیکی در داخل چاه

➤ A typical drilling or service rig comprises of:

- ① Hoisting system
- ② Fluid circulation and storage systems
- ③ Rotary system
- ④ Power supply → تولید برق
- ⑤ Well control system
- ⑥ Well monitoring system

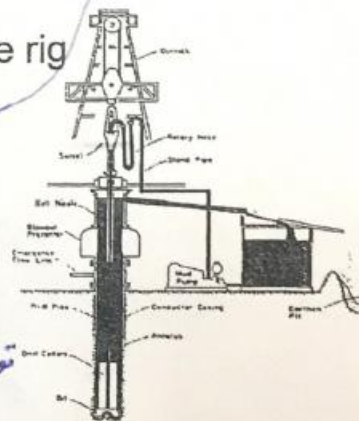


Fig. 1.4 - The rotary drilling process.

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

۵) در موردی که ما به یک لایه ای از نفت و یا گاز برخورد کردیم، که دارای فشار بالا می ست، (بالای فشار سطح) باید سیستمی باشد تا بتوان جریان fluid را کنترل کرد تا مانع از

آتش سوزی و ... بشود. (توسط BOP ها)



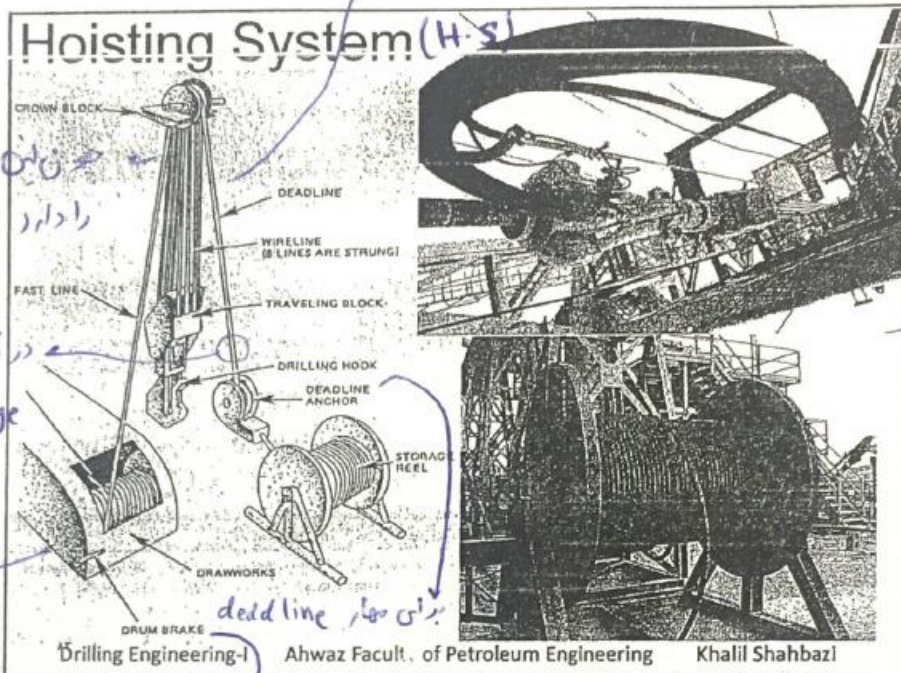
مست ۴۱

☆ بعد از سیان کاری production casing (ارتباط بین چاه و مخزن قطع می باشد ، بنابراین باید بین چاه و مخزن ارتباط برقرار کنیم تا تولید داشته باشیم .  
برای این منظور ، تفنگ های خاصی را به ته چاه می فرستند و در تفنگ را در مقابل oil zone ( ناحیه ی تولید نفت ) قرار می دهند و گلوله های را به ~~در~~ سمت casing پرتاب می کنند تا با سوراخ کردن casing و سیان پست casing ، میال بتواند از مخزن ، تولید شود .

---



چون این سیم حرکت ندارد، به آن **dead line** می گویند.



چون این سیم بیشترین سرعت را دارد، به آن **fast line** می گویند.  
در این قسمت با داشتن gauge می توان نیرو را اندازه گرفت.  
به صرف کنندگی عمده ای انرژی دکل است.  
ترمز برای نگه داشتن و hoisting از حرکت.

مقرره ای موجود در H.S حداقل ۲۷ متر است بالا و پایین جابه جایی شود (بین rig floor و monkey boards)

به سیم یکسری شکل پلاء **drilling line** می گویند.

### Hoisting System

➤ It provides lowering or raising drillstring, casing, and other subsurface equipment into or out of the hole. These activities consist of

- 1 Making a connection (adding a new joint)
- 2 Making a trip
- 3 Changing a dull bit
- 4 Running casing
- 5 Doing fishing

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

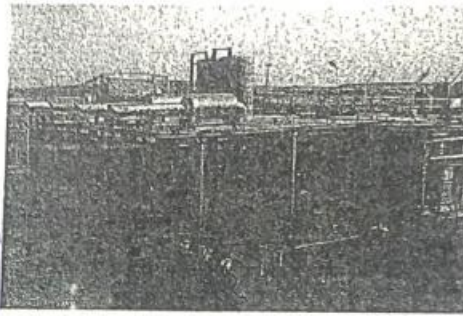
trip: حرکت از یک نقطه به یک نقطه دیگر. و از گشت به نقطه ی اول

تندی کند



## Rig Power System

- Diesel engines are used to produce power
- Power is transmitted using gears, chains, belts and clutches  $W_p(\text{watt})$
- Output power:  $P = T\omega = T(2\pi N / 60)$   $\rightarrow (\frac{N \cdot m}{s}) = (W)$   
 $(lb_f \cdot ft) / W \cdot m$   
 $rad/s$
- W in rad/s and N in RPM
- Input power:  $Q_i = w_f H$
- $w_f$ : the rate of fuel consumption,  $H$ : heating value.
- Heating values and densities of some fuels: Table 1.1
- Overall power system efficiency:  $E_t = \frac{P}{Q_i}$



## Exercise 1.1

- The following data were obtained on a diesel engine operating in a brake
- Engine speed (rpm)    Torque (ft-lbf)    Fuel consumption (gal/hr)
- 800                      1650                      15.7
- ✓ ➤ a. Compute the brake horsepower at each engine speed  
 توان خروسی

$$P = T\omega = TN(\text{rev/min})(2\pi \text{rad/1rev}) = 2\pi 1650(800) \text{ ft-lbf/min}$$

$$P = 2\pi 1650(800) \text{ ft-lbf/min} (1 \text{ hp} / 33000 \text{ ft-lbf/min}) = 251.33 \text{ hp}$$

Drilling Engineering-I    Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering    Khalil Shahbazi

$$1 \text{ hp} = 33000 \frac{\text{ft} \cdot \text{lbf}}{\text{min}}$$

تبدیل به



### Exercise 1.1

➤ The following data were obtained on a diesel engine operating in a prony brake

Engine speed (rpm)	Torque (ft-lbf)	Fuel consumption (gal/hr)
800	1650	15.7

✓ ➤ b. Compute the overall engine efficiency at each engine speed

$$Q_i = w_f H$$

➤ From table 1.1 for diesel:  $H = 19000 \text{ Btu/lbm}$ , density =  $7.2 \text{ lbm/gal}$

$$Q_i = 15.7 \text{ gal/hr} (7.2 \text{ lbm/gal}) (19000 \text{ BTU/lbm}) = 2147760 \text{ BTU/hr}$$

$$Q_i = 2147760 \text{ BTU/hr} (779 \text{ ft-lbf/1 BTU}) (1 \text{ hr/60 min}) (1 \text{ hp/33000 ft-lbf/min}) = 845 \text{ hp}$$

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

$$779 \text{ ft. lbf} = 1 \text{ Btu}$$

### Exercise 1.1

➤ The following data were obtained on a diesel engine operating in a prony brake

Engine speed (rpm)	Torque (ft-lbf)	Fuel consumption (gal/hr)
800	1650	15.7

✓ ➤ b. Compute the overall engine efficiency at each engine speed

$$E_i = \frac{P}{Q_i} = \frac{251.3}{845} = 0.297$$

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



### Exercise 1.1

➤ The following data were obtained on a diesel engine operating in a prony brake

Engine speed (rpm)	Torque (ft-lbf)	Fuel consumption (gal/hr)
800	1650	15.7

➤ c. Compute the fuel consumption in gallons per day for a 12-hour work day

$$w_f = 15.7 \text{ gal/hr} (12 \text{ hrs} / 1 \text{ working day}) = 188.4 \text{ gal/day}$$

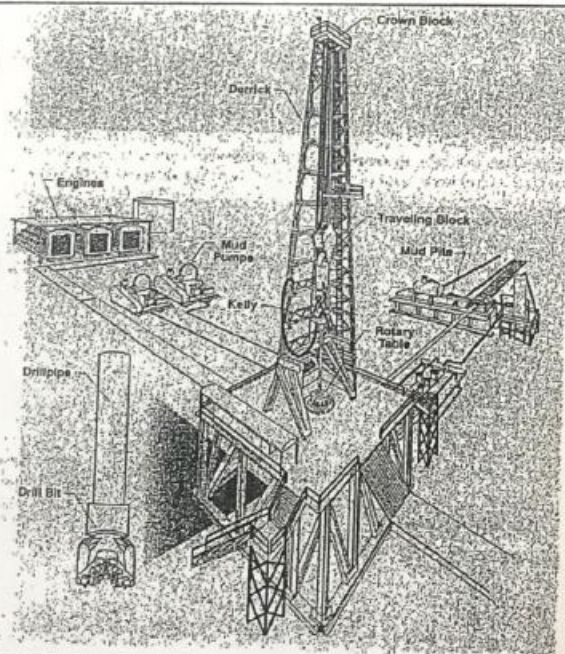
این مقدار را Toolpusher باید بداند.  
 چون تمامی تجهیزات زیر نظر Toolpusher است. با برای مقدار مصرف مصرفی را همیشه  
 باید کنترل کنند. Company man  
 Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

### A Derrick

اساس طراحی دکل:

➤ Derricks are designed based on

- ① ➤ Height
- ② ➤ Whitstand compressive loads
- ③ ➤ Allow wind loads



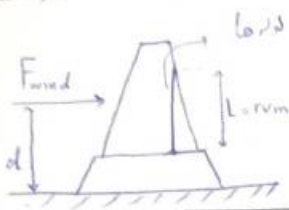


برای در نظر گرفتن اثر باد روی دکل (هنگام طراحی دکل) باید بدترین حالت ممکن را در نظر گرفت  
(در این حالت بیشترین گشتاور چپ کننده را داریم)

9/21/2013 ۱۱) لوله ها روی rig floor هستند

۱۲) بیشترین سرعت باد

۱۳) جهت باد (عمود بر دکل و لوله ها)



$$M = F \cdot d$$

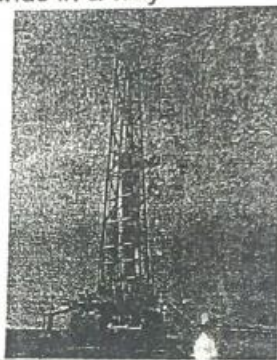
## Derrick Design

➤ API standard of derrick specifications and ratings: the best reference

➤ Allowable wind loads: **worst case**

- All the pipes and drill collar stands on the rig floor
- Wind direction perpendicular on the stands in a way that creates the highest moment

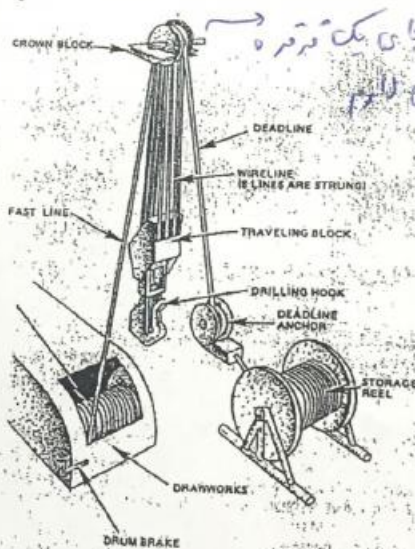
An overturning moment is created



سؤال امتحانی  
یا ترم

## Hoisting System (Block and Tackle)

➤ Hoisting system provides mechanical advantage to permit easier handling of large loads



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

سیستم های جابجایی  
یک نیروی مکانیکی  
را برای سازه ها می کنند  
که باعث می شود  
بارهای سنگین را  
آسان تر جابجا  
کنیم.

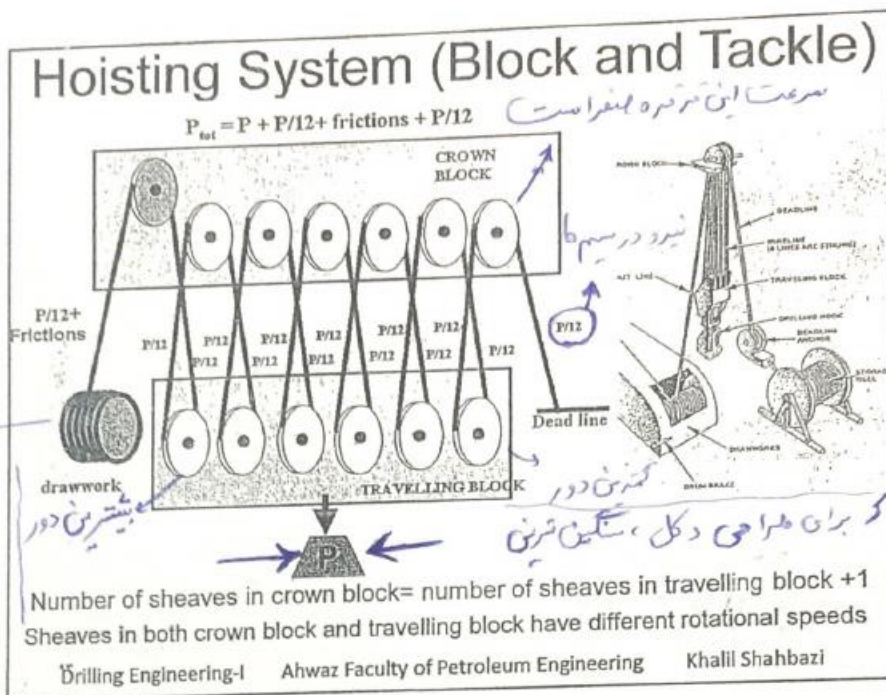
کدام سیستم جابجایی  
باعث می شود که نیروی لازم  
برای کشیدن تجهیزات  
توسط طناب و  
موتور خیلی کمتر  
شده و در نتیجه از  
قدرتهای برای  
طناب استفاده  
می کنیم.



هر چه تعداد فرکانس ها  $\uparrow$   $\leftarrow$  efficiency  $\downarrow$  ، امپدانس  $\uparrow$

9/21/2013

تمام قمره ها از یکدیگر مستقل هستند (روی یک محور نیستند) ، تعداد دور هر کدام با یکدیگر فرق می کند .  
تعداد قمره های crown block هوازی یکی بیشتر از قمره های traveling block است .



(اسم و پیر)

درودی، نیروی اعمال  
شده توسط

• drawwork

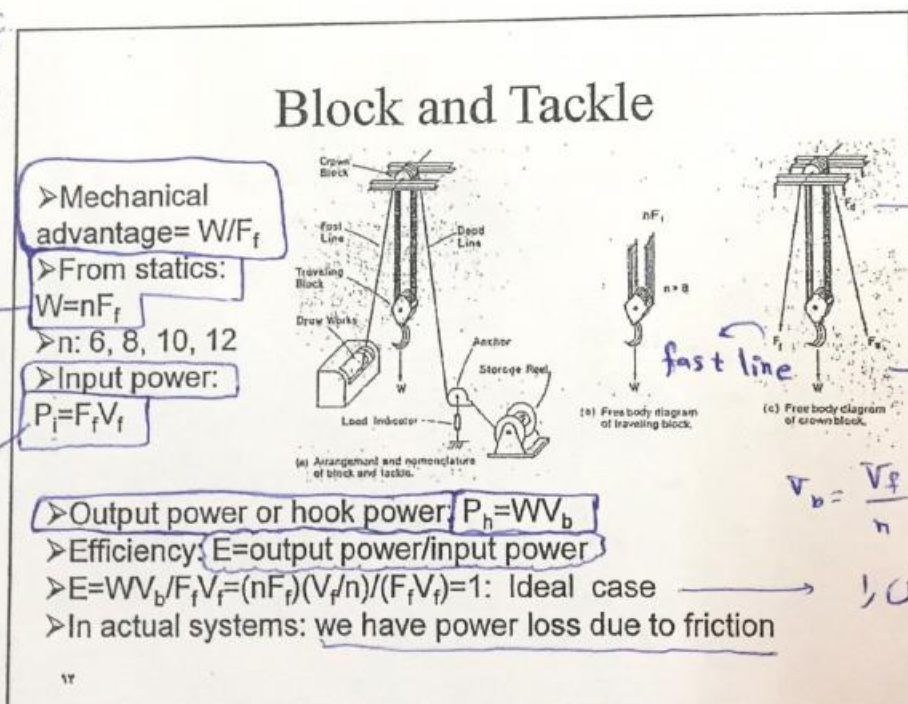
خرد جی، بالارقتن

ۛ اصطلاحات کلی  
قرقره ها را روی  
این قرقره اعمال  
می کنیم (یک قرقره)

↓ (است)

اگر اصطلاحان نامند

نیروی این جسم نیز  $\frac{1}{12}$  می شود.



$F_d$  - نیروی کشش

detrick, دار می شود

→ Storage reel

$$V_b = \frac{V_f}{n}$$

بازده ۱۰۰٪ اصطفا را  
در نظر نگرفتم.



## Drilling Line

Efficiencies are given in Table 1.2

Number of Lines (n)	Efficiency (E)
6	0.874
8	0.841
10	0.810
12	0.770
14	0.740

$$E = \frac{P_h}{P_i} = \frac{WV_b}{F_f V_f} = \frac{W \frac{V_f}{n}}{F_f V_f} = \frac{W}{n F_f} \Rightarrow F_f = \frac{W}{n E}$$

Assume a safety factor (SF) for wear and shock loading conditions

$$F_{fnew} = (SF) F_f$$

Select drilling line size

چون اصطفاک دارند، (با تفرقه ها) وزر فرسودن می شوند و در ارتباط با آب و هوا هستند

(در مجموع به دلیل فرسایش)

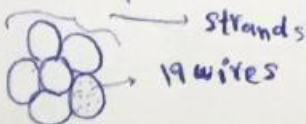
## Drilling Line (Cont'd)

Having  $F_{fnew}$  the diameter can be calculated from Table 1.4

Nominal Diameter (in.)	Approximate Mass (lbm/ft)	Nominal Strength	
		Improved Plow Steel (lbf)	Extra Improved Plow Steel (lbf)
1/2	0.46	23,000	26,600
9/16	0.59	29,000	33,600
5/8	0.72	35,800	41,200
3/4	1.04	51,200	58,800
7/8	1.42	69,200	79,600
1	1.85	89,800	103,400
1 1/8	2.34	113,000	130,000
1 1/4	2.89	138,800	159,800
1 3/8	3.50	167,000	192,000
1 1/2	4.16	197,800	228,000
1 5/8	4.88	230,000	264,000
1 3/4	5.67	266,000	306,000
1 7/8	6.50	304,000	348,000
2	7.39	344,000	396,000

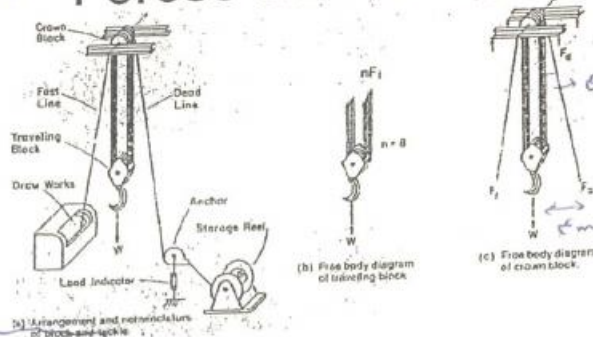
Six strands having 19 wires per strand.

هر strand از 19 wires تشکیل شده است، برای ایند از هم باز شوند (جدا شوند)، باید به صورت حلقوی به هم پیچانده شوند (هم strand و هم wires)





## Forces on the Rig



$$F_d = W + F_s + F_f$$

At the first sheave (dead line):  $F_s = W/n$

At the last sheave (fast line), all losses are assumed to occur at this sheave:  $F_f = W/(En)$

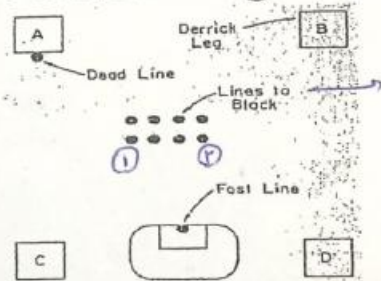
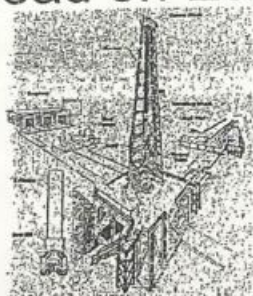
$$F_d = W + \frac{W}{n} + \frac{W}{En} \Rightarrow F_d = \left( \frac{1 + E + En}{En} \right) W$$

چون ارتفاع خیلی زیاد است، با تقریب خوبی می توان این زاویه را صفر در نظر گرفت.

فرض می کنیم تمام اصطکاک در Fast line است  
در نتیجه، اصطکاک همراست

این نیروی چهار پایه ای در کل، اعمال می شود. (همی پایین)

## Load on Each Derrick Leg



	total load	leg A	leg B	leg C	leg D
➤ Load source					
➤ Hook load	W	W/4	W/4	W/4	W/4
➤ Fast line	W/(En)	0	0	W/(2En)	W/(2En)
➤ Dead line	W/n	W/n	0	0	0
➤ Total load		$W(n+4)/4n$	W/4	$W(En+2)/4En$	$W(En+2)/4En$
➤ For $E \geq 0.5$ , maximum load is on leg A which is $W(n+4)/4n$					

چون در مرکز است، سهم هر پایه برابر است  $\frac{W}{4}$

طراحی ما باید بر اساس پایه ای باشد که بیشترین نیرو به آن اعمال می شود (A و leg)

dead line نمی تواند به C و یا D وصل شود، زیرا برای اینکه، سیمی که به آخرین قد قهره وصل است، بتواند بچرخد، باید مکان آن، در مقابل مکان fast line باشد.  
در هر سیمی که fast line به دور ① بچرخد، dead line باید به B وصل شود و اگر به دور ② بچرخد، باید به A وصل شود.



## Derrick Efficiency

➤ Maximum equivalent derrick load:  $F_{de}$

✓ ➤  $F_{de} = 4F_{\text{maximum}} = 4(W(n+4)/4n)$

✓ ➤  $F_{de} = W(n+4)/n$  leg A

✓ ➤ Derrick efficiency:  $E_d$

$$E_d = \frac{\text{actual derrick load}}{\text{maximum equivalent load}}$$

$$E_d = \frac{\left( \frac{1+E+En}{En} \right) W}{W \left( \frac{n+4}{n} \right)} \Rightarrow E_d = \frac{E(n+1)+1}{E(n+4)}$$

11

## Exercise 1.3

➤ A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor

✓ ➤ a) calculate the static tension in the fast line when upward motion is impending

➤ From table 1.2: for  $n=10$ ,  $E=0.81$

Number of Lines (n)	Efficiency (E)
6	0.874
8	0.841
10	0.810
12	0.770
14	0.740

$$F_f = \frac{W}{En} = \frac{200000}{0.81(10)} = 24691 \text{ lbf}$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

a) Considering safety factor of 1.5 for drilling line, Calculate the drilling line diameter

$$(F_f)_{\text{new}} = SF(F_s) = 1.5 \times 24691 = 37036.5 \text{ lbf}$$

$$D = \frac{r}{\lambda} \leftarrow \text{improved}$$

$$D = \frac{\Delta}{\lambda} \leftarrow \text{extra improved}$$



### Exercise 1.3

- A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor

- ✓ ➤ b calculate the maximum hook horsepower available

$$E = \frac{P_h}{P_i} \Rightarrow 0.81 = \frac{P_h}{800} \Rightarrow P_h = 648 \text{ hp}$$

به خاطر تفرقه هاد draw work حدود ۱۵۰ hp هدر می رود

در هدرتی که خوب مراقبت نشود (گرس گاری شود) هدر رفتن زیاد می شود

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Exercise 1.3

- A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor

- ✓ ➤ c calculate the maximum hoisting speed

$$P_h = W V_{block} \Rightarrow V_{block} = \frac{P_h}{W}$$

$$V_{block} = \frac{648 \text{ hp} (33,000 \text{ ft} - \text{lbf} / \text{min} / 1 \text{ hp})}{200,000 \text{ lbf}} = 106.9 \text{ ft} / \text{min}$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



### Exercise 1.3

- A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor
- ↙ ➤ (d) calculate the derrick load when upward motion is impending

$$F_d = \frac{1 + E + En}{En} W = \frac{1 + 0.81 + 0.81(10)}{0.81(10)} 200,000 = 244,691 \text{ lbf}$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Exercise 1.3

- A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor
- ↙ ➤ (e) calculate the maximum equivalent derrick load

$$F_{de} = \frac{W(n+4)}{n} = \frac{200,000(10+4)}{10} = 280,000 \text{ lbf}$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



یا خارج شدن لوله ها (trip out) به خاطر کم شدن لوله ها باید hook load کمتر شود ولی در صورتی که لوله گیر کرده باشد hook load به جای اینکه کمتر شود زیادتری شود. وقتی که لوله گیر کرده باشد باید آن را با زور کشید (draw work) زور بیشتری باید بزنند که ممکن است اتفاقات زیادی بیفتد.

9/21/2013

①  $F_d = W + F_p + F_s$  ، که با افزایش  $F_s$  ،  $F_d$  زیادتری شود که ممکن است باعث

### Exercise 1.3

collapse شدن لوله ها شود

➤ A rig must hoist a load of 200,000 lbf. The drawworks can provide a maximum input power of 800 hp. Ten lines are strung between the crown block and the traveling block and the dead line is anchored to a derrick leg on one side of the v-floor

② ممکن است

✓ ➤ (f) calculate the derrick efficiency factor

drilling line ببرد (نمی تواند)

مقاومت زیادی را تحمل کند -

③ ممکن است رشته های به دلیل نیروی زیاد گند شود (ببرد)

$$E_d = \frac{E(n+1)+1}{E(n+4)} = \frac{0.81(10+1)+1}{0.81(10+4)} = 0.873$$

④ مقاومت زیادی به

crown block بیاید.

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Exercise 1.6

➤ A driller is pulling on a stuck drillstring. The derrick is capable of supporting a maximum equivalent derrick load of 500,000 lbf, the drilling line has a strength of 51,200 lbf, and the strength of the drillpipe in tension is 396,000 lbf. If eight lines are strung between the crown block and traveling block and safety factors of 2.0 are required for the derrick, drillpipe, and drilling line, how hard can the driller pull trying to free the stuck pipe.

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



### Exercise 1.6 (Cont'd)

➤ Table 1.2: for  $n=8$ ,  $E=0.841$

$$F_{de} = \frac{W(n+4)}{n} \Rightarrow \frac{500,000}{2} = \frac{W(8+4)}{8} \Rightarrow W = 166,666.7 \text{ lbf}$$

$$F_f = \frac{W}{En} \Rightarrow \frac{51,200}{2} = \frac{W}{0.841(8)} \Rightarrow W = 172,237 \text{ lbf}$$

$$W_{\text{maximum}} = \frac{F_{\text{drillpipe strength}}}{\text{Safety factor}} \Rightarrow W_{\text{maximum}} = \frac{396,000}{2} = 198,000 \text{ lbf}$$

Therefore, Maximum force = 166,666.7 lbf

Drilling Engineering-I

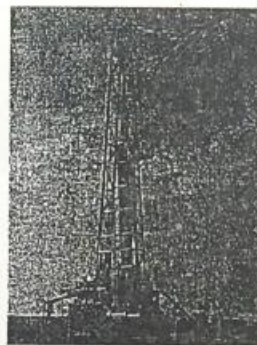
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Hoisting System

➤ It provides lowering or raising drillstring, casing, and other subsurface equipment into or out of the hole. These activities consist of

- ① Making a connection (adding a new joint)
- ② Making a trip
- ③ Changing a dull bit
- ④ Running casing
- ⑤ Doing fishing



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



این وسیله، وظیفه‌ی بالا یا پایین آوردن رشی حفاری و یا پایین بردن

Casing به داخل چاه و - را بر عهده دارد.

و ملاقات آن عبارتند از ① ایجاد Connection (افزانه کردن joint

جدید) ②

③ Trip ایجاد

④ تعویض سری حفاری

⑤ راندن Casing به داخل چاه

⑥ انجام عملیات fishing.

مرتب A :

① آن، روی drill floor قرار دارد و می‌تواند هم در جهت

عقبه‌ها و ساعت و هم در خلاف جهت عقربه‌های ساعت بچرخد

② آن، از اتاق حفار، کنترل می‌شود

③ آن، دارای یک تورفتگی مربعی شکل است و چهار سوراخ در هر گوشه

آن قرار دارد sleeve سلندر کلن بزرگ که master bushing نامیده

می‌شود، برای حفاظت از rotary table استفاده می‌شود

④ ترک (T) از طریق rotary table به Kelly متصل می‌شود

این ترک از طریق ۴ پین که در طول Kelly قرار دارد و به

عنوان Kelly bushing نامیده می‌شوند از R.T به Kelly

متصل می‌شود.

✓

مرتب B



۵۵ B

① یک bar است که به صورت ۴ گوشه یا شش گوشه (۴ پهنی یا ۵ پهنی)

می باشد و جنس آن فولاد است به طولی که وسط آن برای کشش  
سیال خفاری ، سوراخ شده است و طول آن از ۴ تا ۵۴ فوت می باشد .

② از آن برای انتقال سرعت چرخش از R.T به Kelly bushing  
به رشته خفاری استفاده می شود . این در حالی ست که رشته خفاری  
می توان در هین چرخش ، بالا و پایین پرود .

③ Kelly از میان K.B عبور می کند و K.B توسط

R.T چرخیده می شود

④ K.B یک inside profile دارد و Kelly هم یک out side profile

دارد و این دو به هم match شده اند البته باید تعدادی فضای

باز بین Kelly و K.B وجود داشته باشد (یعنی به هم پیچیده باشند)

تا Kelly آزادانه بتواند بالا و پایین بیاید (در حین چرخش)

⑤ Kelly از جنس فولاد خوب ساخته شده است .

⑥ یکی از قطعات گران قیمت رشته خفاری می باشد .

⑦ برای محافظت Kelly از خشکی زیاد به خاطر بازو بسته کردن

آن (توسط آچار) و جلوگیری از آسیب آن ، یک Kelly sub

یا Kelly saver sub در انتهای Kelly قرار می دهند

⑧ برای جلوگیری از برگشت گل خفاری به داخل رشته خفاری ویا برای جلوگیری از ورود

سیال داخل سازند (که بسیار زیاده دارد) به داخل رشته خفاری ، یک قطعه از

راچ بین Kelly و swivel قرار می دهند . این قطعه

Kelly Cock نام دارد .

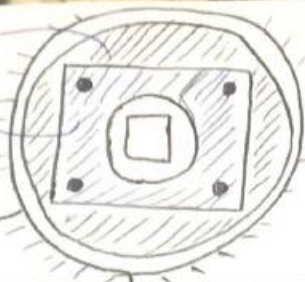
✓✓



rotary table

rotary bushing

master bushing



۱) می تواند در خلاف عقربه ها و یا در جهت عقربه ها

بچرخد (در حال حاضر با استفاده از موتور)

۲) در داخل rotary table قطعه ای به نام

9/21/2013

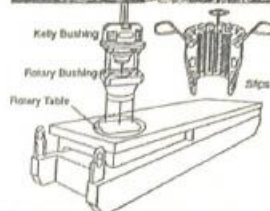
rotary bushing قرار دارد.

با چرخش موتور ← rotary table ← چرخد

rotary bushing

## Rotary Table

- ۱) It is located on the drill floor and can be turned in both clockwise and anti-clockwise directions
- ۲) It is controlled from the drillers console
- ۳) It has a square recess and four post holes
- ۴) A large cylindrical sleeve, called a master bushing, is used to protect the rotary table
- ۵) The torque from the rotary table is transmitted to the kelly through the four pins on a device which runs along the length of the kelly, known as the kelly bushing.

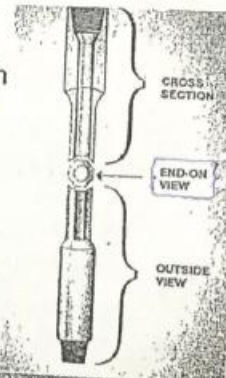


Drilling Engineering-I

Engineering Khalil Shahbazi

## Kelly

- ۱) An almost 40 or 54 feet long square or hexagonal steel bar with a hole drilled through the middle for a fluid path
- ۲) Is used to transmit rotary motion from the rotary table or kelly bushing to the drillstring, while allowing the drillstring to be lowered or raised during rotation
- ۳) The kelly goes through the kelly bushing which is driven by the rotary table
- ۴) The kelly bushing has an inside profile matching the kelly's outside profile (either square or hexagonal), but with slightly larger dimensions so that the kelly can freely move up and down inside



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



✓ پانزدهمین مبحث ۴۲

ابزاری که برای ۱۵۰ گرمی به داخل چاه می فرستند ، به H.S نیاز ندارند ولی برای درآوردن و داخل کردن Drill string به H.S نیاز داریم . ابزار Logging سبک بوده و توسط قهرقه‌ی خود به داخل چاه می رود (فرستاده می شود) .  
trip حرکت از یک نقطه به یک نقطه دیگر و بازگشت به نقطه اول

۵۵

Kelly bushing دارای چهار pin است و داخل pin های rotary bushing قرار می گیرد

روز بزرگداشت عطار نیشابوری

حفره های داخلی Kelly برای فرستادن گل (mud) استفاده می شود

هزار دشمنم از میکنند قصد هلاک  
کرم تو دوستی از دشمنان ندارم باک

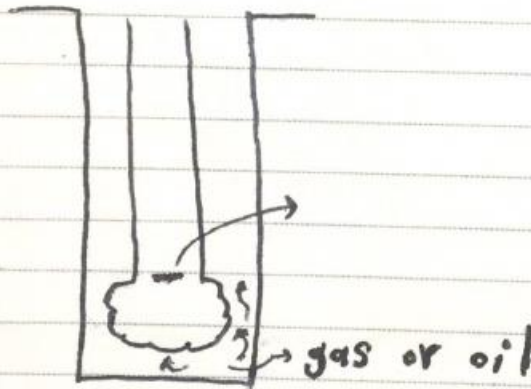


چیزا **Kelly** را به صورت مربعی می سازیم زیرا در صورتی که  
 به صورت دایره ای بگیریم، باید آن را با یک گیره به صورت محکم بگیریم  
 که در این صورت لوله ای تواند حرکت کند و سر نخورد و به پایین برود  
 ولی در صورت مربعی بودن، به راحتی در هم قفل شده و هم راحت  
 می تواند به پایین سر نخورد. بین **Kelly** و **Kelly bushing**  
 ۱ cm فاصله (درز) است برای سر خوردن،  
 کنترل **rotary table** در اتاق فشار است، بیرون آن،  
 دایره ای و داخل آن مربعی شکل است. بیشتر مواقع در فشاری، ساعت  
 گرد می چرخد برای کارهای جزئی، خلاف جهت می چرخد!  
 درون آن **rotary bushing** قرار می گیرد که اندازه ی آن باید با اندازه ی  
**rotary table** **fit** باشد. گاهی به طور کلی به  
**rotary bushing** و **rotary table** روی هم، **rotary table**  
 می گویند (مثلاً کتابی که به ما داده اند).



۵۶  
بیت

فرض کنیم بیک لایه‌ی پر فشار (مثل گاز) رسیدیم، که این گاز  
یا از طریق فاصله‌ای که بین مته و دیواره‌ی چاه است، بالای مته رود، یا  
وارد مته می‌شود و از طریق رشته‌ی فشاری بالا می‌رود، برای جلوگیری  
از این کار، (بالا رفتن گاز) در زیر Kelly یک شیر یکطرفه وصل  
می‌کنیم (در صورتی که بخواهیم منریب است را بالا ببریم یکی دیگر هم بالای  
آن وصل می‌کنیم) Kelly Cock →





چرا باید Kelly از جنس خوب باشد در حالی که قیمت آن گران است؟ چون اولین قطعه‌ای است که باله‌ها در ارتباط است و در صورتی که کج باشد یا مشکل داشته باشد باعث می‌شود چاه کج شود و یا خراب شود. 9/21/2013

Kelly شروع رشته‌ی حفاری می‌باشد، همواره یک تکه از آن (دون چاه و یک تکه‌ی آن روی rig floor همواره می‌توان از دون rig floor آن را دید.

### Kelly (Cont'd)

- ⑤ ➤ The kelly is made of high quality treated steel
- ④ ➤ It is an expensive part of the drillstring
- ③ ➤ To prevent it from excessive wear caused by making and breaking connections



چون Kelly گران قیمت است

برای محافظت از آن

از خوردگی در قسمت

پایین آن، قطعه‌ای

به نام

Kelly saver sub

وصل می‌کنند تا

موقعی که می‌خواهیم

Connection ها را

بالای Kelly

به خورد کردن

- a kelly sub (kelly saver sub) is mounted at the bottom end of it

- ② ➤ To prevent possible backward flow of the mud in case of an kick

- a kelly cock providing a backflow restriction valve is mounted either end of the kelly (often between kelly and swivel)

از دسته کنیم، آسیب نبیند.

قطعه‌ای وصل می‌کنند (valve)

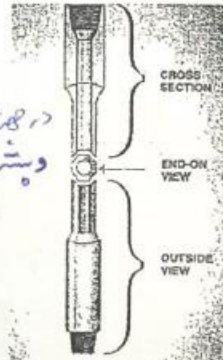
پایین هدف که اگر به لایه‌ی نفتی (یا به لایه‌ی پر فشاری)

بال از ممبرین رشته‌ی حفاری، بالا نباید، به این قطعه Kelly Cock می‌گویند.

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

### Kelly (Cont'd)

- Right handed on the lower end (pin)
- Left handed on the upper end (box)



صفت پایینی Kelly با این صفت شود

↑

در جهت راست چرخانده می‌شود

دسته می‌شود

Right handed

on the lower

end (pin)

Left handed

on the upper

end (box)

swivel ثابت است پس

در بالا و زود ها باید

باشند تا شل شوند.

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

پایین Kelly در

جهت راست چرخانده

می‌شود تا

Connection

های بین

Kelly, pipe

محکم شود.

بالای Kelly در

جهت چپ می‌چرخد

تا Connection

های بین Kelly

و swivel محکم

شود



مرحله A

- ① کیت adapter که R.T را به Kelly متصل می کند
- ② آن ها توسط pin ها که فولادی بزرگ به R.T وصل است
- ③ سرعت چرخش از R.T توسط 4 pin به K.B
- ④ منتقل می شود و از K.B به Kelly منتقل می شود.
- ④ سپس Kelly ، تمام رشته های فشاری را به چرخش در می آورد
- زیرا Kelly ، به قسمت بالایی رشته های فشاری متصل است.
- ⑤ اندازه گیری به محقق فشاری، نسبت به Kelly bushing می آید می شود.

مرحله B

- ① آن ها ، در هنگام اتصال لوله های فشاری یا جدا کردن آن ها از هم،
- کلی رشته های فشاری را نگه می دارد.
- ② آن ها به صورت مخروطی شکل ساخته شده اند و در قسمت بالایی
- لوله های فشاری ، آن را می بندند به طوری که لوله های فشاری به هم وصل
- و یا رشته های فشاری بتوانند از R.T آویزان بمانند تا بتوانیم
- عمل connection یا disconnection را در بالای لوله های فشاری
- انجام دهیم.
- ③ به واسطه قسمت داخلی slips ، به ظاهر اینگونه بتواند ، لوله را محکم
- گیرد ، آج دارد است.

✓  
in the name of the most Compassionate ✓

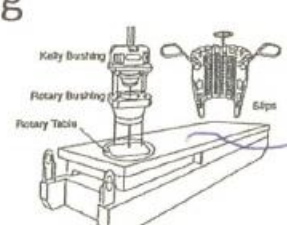
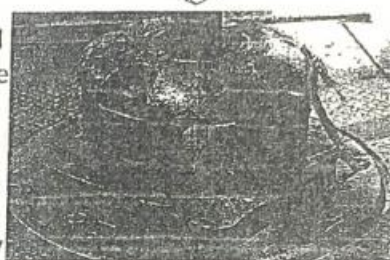


اندازه گیری عمق ضاری نسبت به Kelly bushing محاسبه می شود  
 وقتی می خواهیم Pipe جدید اضافه کنیم باید Kelly را در آورده و لوله را اضافه کنیم. اگر Kelly  
 9/21/2013 را دریاوریم، رشته ضاری می افتد. بنابراین باید رشته ضاری را به جای نگه داریم  
 و لوله را اضافه کنیم. پس رشته ضاری را به کمک slips به rotary bushing وصل  
 کرده و لوله را اضافه می کنیم.

### Kelly Bushing

رفیق دهنده

- ① > An adapter that connects the rotary table to the kelly
- ② > It is connected to the rotary table by four large steel pins
- ③ > The rotary motion from the rotary table is transmitted to the bushing through 4 pins, and then to the kelly itself through the square or hexagonal flat surfaces between the kelly and the kelly bushing
- ④ > The kelly then turns the entire drillstring because it is screwed into the top of the drillstring itself
- ⑤ > Depth measurements are commonly referenced to the kelly bushing

master bushing



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

در بهرستی که لوله ضاری سر بخورد و یا بین برود نشان می دهد که slips نسبت است و یا دندانها  
 آن از بین رفته است. داخل slips آج دارد است، با این خصوصیت اجازه نمی دهد که لوله سر بخورد.

### Slips

نوعی کلاف

- ① > They hang the drillstring while connecting or disconnecting (as in tripping in and tripping out)
- ② > They are made up of tapered, hinged segments, which are wrapped around the top of the drillpipe so that drillpipe can be suspended from the rotary table when the top connection of the drillpipe is being screwed or unscrewed.
- ③ > The inside of the slips have a serrated surface which grips the pipe

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

slips بین لوله ضاری و rotary bushing قرار می گیرد



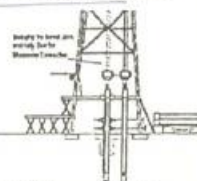
سیستم بالا رفتن Kelly bushing ، هم بالای ورودی آن قرار می‌گیرد  
آورده می‌شود تا محل اتصال (Connection) را بشکند و فقط برای انداختن  
slips باشد

9/21/2013

### Making a Connection (Adding a New Joint)

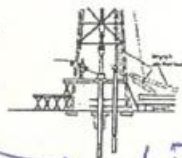
⊛ To drill further: When drilling ahead the top of the kelly will eventually reach the rotary table. At this point, a new joint of pipe must be added to the string in order to drill deeper.

- ✓ 1. Stop the rotary table, pick up the kelly until the connection at the bottom of the kelly saver sub is above the rotary table, and stop pumping
- ✓ 2. Set the drillpipe slips in the rotary table to support the weight of the drillstring, break the connection between the kelly saver sub and first joint of pipe, and unscrew the kelly

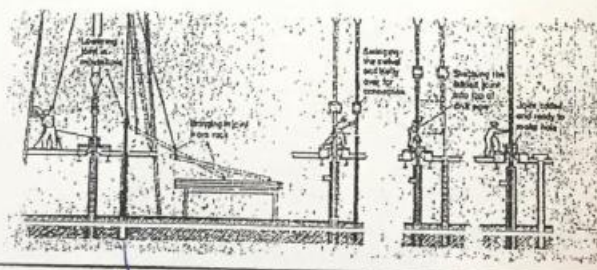


### Making a Connection (Adding a New Joint)

- ✓ 3. Swing the kelly over to the next joint of drillpipe which is stored in the mousehole (an opening through the floor near the rotary table)
- ✓ 4. Stab the kelly into the new joint, screw it together and use tongs to tighten the connection



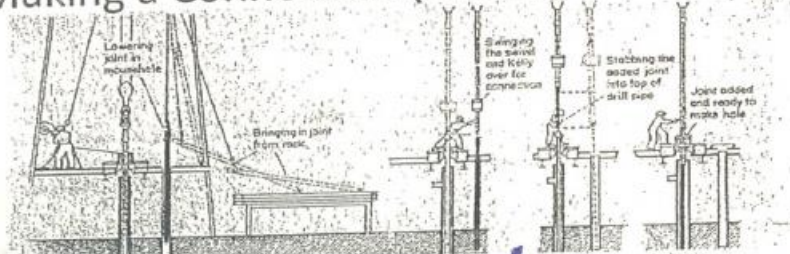
برای قرار گرفتن یک لوله ، جهت آماده بودن برای وصل کردن



mousehole



## Making a Connection (Adding a New Joint)



5. Pick up the kelly and new joint out of the mousehole and swing the assembly back to the rotary table
  6. Stab the new joint into the connection above the rotary table and make-up the connection
  7. Pick up the kelly, pull the slips and run in hole until the kelly bushing engages the rotary table
  - Start pumping, run the bit to bottom and rotate and drill ahead
- This procedure must be repeated every 30 ft as drilling proceeds

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

طول این قطعه باید طوری باشد که با بالا و پایین رفتن رشته ، بتواند باز و بسته شود .

کلی از طریق discharge line - Stand pipe - رسیس - rotary hose و در نهایت

به داخل swivel ریخته می شود

## Rotary (Kelly) Hose

1. A large-diameter (3 to 5 in. inside diameter), high-pressure flexible line used to connect the standpipe to the swivel
2. This flexible piping arrangement permits the kelly, the drillstring, and bit to be raised or lowered while drilling fluid is pumped through the drillstring



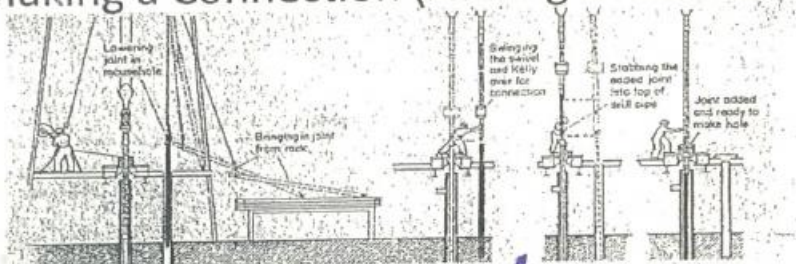
Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Making a Connection (Adding a New Joint)



- 5 Pick up the kelly and new joint out of the mousehole and swing the assembly back to the rotary table
  - 6 Stab the new joint into the connection above the rotary table and make-up the connection
  - 7 Pick up the kelly, pull the slips and run in hole until the kelly bushing engages the rotary table
  - Start pumping, run the bit to bottom and rotate and drill ahead
- This procedure must be repeated every 30 ft as drilling proceeds

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

با انداختن

طول این قطعه باید طوری باشد که بالا را و پایین رشت را بتواند باز بسته شود

کل از طریق discharge line - Stand Pipe - rotary hose در نهایت

به داخل swivel رخته می شود

## Rotary (Kelly) Hose

- 1 A large-diameter (3 to 5 in. inside diameter), high-pressure flexible line used to connect the standpipe to the swivel
- 2 This flexible piping arrangement permits the kelly, the drillstring, and bit to be raised or lowered while drilling fluid is pumped through the drillstring



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



کار این وسیله بالا و پایین بردن ادواتی است که زیر آن قرار دارند.

## Traveling Block

- ① ➤ The set of sheaves that move up and down in the derrick
- ② ➤ The wire rope through them is threaded back to the stationary crown blocks located on the top of the derrick
- ③ ➤ It gives great mechanical advantage to the action of the wire rope drilling line
- ④ ➤ It enables heavy loads (drillstring, casing and liners) to be lifted out of or lowered into the wellbore.



Traveling block



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

Swivel می چرخد ولی رشته را نمی چرخد و Kelly هم می چرخد.  
Swivel از بالا به hook وصل است و از پایین به Kelly

## Swivel

➤ A mechanical device that must simultaneously

- ① Suspend weight of the drillstring
- ② provide for rotation of the drillstring beneath it while keeping the upper portion stationary
- ③ permit high-volume flow of the fixed portion to the rotating portion without leaking high-pressure drilling mud



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

hook وصل می کنیم به برای اینکه بتوانیم  
swivel را هرگاه نیاز بود در آورده و  
وسایلی دیگر استفاده کنیم.

چرا Swivel را به

همزمان

باید مکانیزمی باشد تا  
تواند چرخش را ایجاد کند  
چون خود swivel  
ساخته شده است و رشته  
قطاری می چرخد.



صفت B :

- ① لوله‌ای است، انعطاف پذیر که فشار زیاد را تحمل می‌کند و قطر زیاد دارد (قطر داخلی آن از ۳ تا ۵ اینچ است) که برای اتصال stand pipe به swivel استفاده می‌شود  
② این لوله‌ای انعطاف پذیر <sup>طوری قرار گرفته است که</sup> و اجازت می‌دهد که Kelly ، drillstring ، bit و بالا و پایین بروند در حالی که سیال حفاری از داخل رشته حفاری، میپ می‌شود.

صفت A :

- ③ مجموعه‌ای از قطعه‌ها که در درون derrick ، بالا و پایین می‌رود  
④ طناب کابل از میان Traveling block بهی‌گردد به crown block (که ساکن می‌باشد) ، که در قسمت بالایی derrick قرار دارد.  
⑤

- ⑥ آن‌ها در است ورنه‌های سِلِس (مانند رشته حفاری) ، Casing  
... ( بالا یا سوراخ یا به درون well bore پایین می‌رود.



نکته ۱۵

یک وسیله مکانیکی که به طور همریان

- ① رشته قفاری را آویزان می کند (وزن آن را آویزان می کند)
- ② شرایط را برای پرسش رشته قفاری (که زیر آن قرار دارد) فراهم می کند در حالی که خودش و قسمت بالایی آن ساکن است
- ③ اجازه می دهد حجم زیادی از سیال قفاری (گل قفاری) از داخل آن عبور کند - بدون اینکه سیال قفاری از داخل swivel به بیرون رفته کند (با وجود فشار زیاد گل قفاری).

صداق A

- ① وسیله ای است با ظرفیت بالا که اجزای رشته قفاری را محکم می گیرد و با اعمال Torque مناسب به لوله های قفاری ~~توانایی اعمال~~ عمل شل کردن اتصال بین لوله ها (un screw) یا محکم کردن اتصال بین لوله ها (screw) را فراهم می کند.

- ② آن ها باید در دو جهت مخالف هم، استفاده شوند
- ③ یکی از Tong ها، وسیله ی زنجیر یا کابل و دیگری به Derrick و میل است (آبست است) و یکی دیگر به با شیری مکانیکی مناسب به پرسش درمی آید. (توسط نیروی مکانیکی Cathead)

✓




برای اول کار که می خواهیم Connection را بشکستیم و یا آخر کار که می خواهیم Connection را سفت کنیم از Tong استفاده می کنیم (برای زدن زور اول یا زور آخر)

9/21/2013

### Tongs

- ① Large-capacity, self-locking wrenches used to grip drillstring components and apply torque to unscrew (break) and screw (connect) the pipes together
- ② They must be used in opposing pairs
- ③ One set of tongs is tied off with a cable or chain to the derrick
- ④ The other is actively pulled with mechanical catheads



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

یک Stand می گویند به سه لوله ای متصل به هم

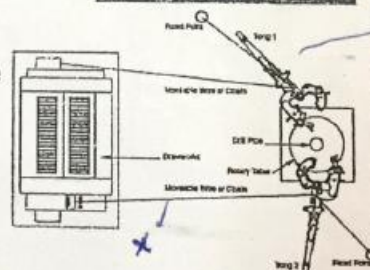
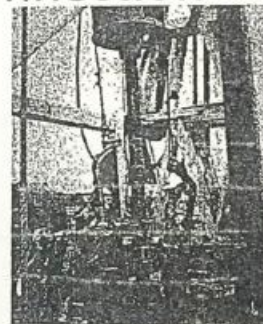
مکم گرفتن

تنگر کش

در unscrew کردن، یک Tong را که ثابت است، پایین Connection وصل می کنیم و Tong دیگر را که بالای Connection است، در خلاف جهت عقربه های ساعت می چرخانیم

### To Unscrew (Break) a Connection

- ① A stand (3 lengths of drillpipe) of pipe is raised up into the derrick until the lowermost drillpipe appears above the rotary table
- ② The roughnecks drop the slips into the gap between the drillpipe and master bushing in the rotary table to wedge and support the rest of the drillstring
- ③ The breakout tongs are latched onto the pipe above the connection and the make up tongs below the connection
- ④ With the make-up tong held in position, the driller operates the breakout tong and breaks out the connection



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

rotary

مکم انداختن

های آچایی که می چرخد باعث باز شدن لوله ها می شود

بالای Connection ها و خلاف جهت عقربه های ساعت می چرخد

برای باز کردن لوله بهترین است که لوله های که درون چاه هستند را ثابت نگه داشته و سه لوله ای بیرون را بچرخانیم



نکته ۱۵

کین وسیله را با سبکی که به طور همنوع

۱) رشته فکاری را آویزان می کند (وزن آن را آویزان می کند)

۲) شرایط را برای پرسش رشته فکاری (که زیر آن قرار دارد) فراهم

می کند در حالی که خودش و قسمت بالایی آن ساکن است

۳) اجازه می دهد حجم زیادی از سیال فکاری (گل فکاری) از داخل

آن عبور کند بدون اینکه سیال فکاری از داخل survive

به بیرون رفته کند (با وجود فشار زیاد گل فکاری).

هدف A

۱) وسیله ای است با ظرفیت بالا که اجزای رشته فکاری را محکم می گیرد

و با اعمال Torque مناسب به لوله های فکاری ، ~~اجزای رشته فکاری~~

عمل ~~شکل~~ کردن اتصال بین لوله ها

(un screw) یا محکم کردن اتصال بین لوله ها (screw)

را فراهم می کنند.

۲) آن ها باید در دو جهت مخالف هم ، استفاده شوند

۳) یکی از Tong ها ، بوسیله زنجیر یا کابل محکم به derrick

و میل است (تابناک است) و یکی دیگر با شیردین مکانیکی

مناسب به پرسش درمی آید . (توسط نیروی مکانیکی catheads)


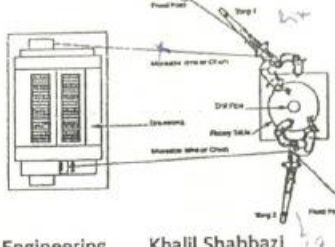
✓



برای ایجاد یک Connection ، یکی از Tong ها را در بالا قرار داده و ثابت می کنیم (در شکل عملی کنیم) و Tong دیگر را بالای Connection قرار داده و در جهت عقربه های ساعت می چرخانیم. 9/21/2013

### To Make a Connection

- The make-up tong is put above, and the breakout tong below the connection
- This time the breakout tong is fixed, and the driller pulls on the make-up tong until the connection is tight
- Although the tongs are used to break or tighten up a connection to the required torque, other means of screwing the connection together, prior to torquing up, are available

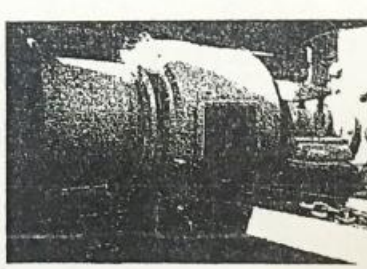
Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

این است و ثابت است

که بالا است و در جهت عقربه های ساعت می چرخد.

درست است. در جهت عقربه های ساعت می چرخد ← وظیفه ای این قطعه، سفت کردن است. Cathead

- A rotating spool that enables the driller to use the drawworks motor to apply tension to a chain connected to tongs
- The chain, acting at right angles to the tong handle, imparts torque to the connection being tightened



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



وظیفه‌ی چند دور اول چرخاندن جهت سفت کردن دارد و همچنین برای باز کردن

## Kelly spinner (spinning wrench)

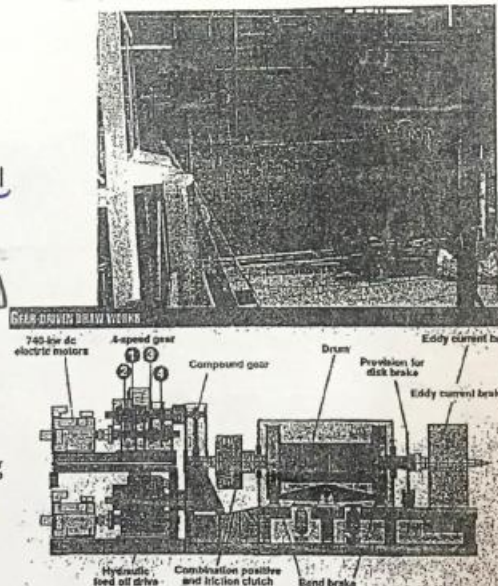
- ① A mechanical device for rotating the kelly, typically pneumatic.
- ② It is a relatively low torque device, useful only for the initial makeup of threaded tool joints.
- ③ It is not strong enough for proper torque of the connection or for rotating the drillstring itself.
- ④ The kelly spinner has largely replaced the infamous spinning chains, which were responsible for numerous injuries on the rig floor.



امروزه از چهار هوا استفاده می‌شود

## Drawworks

- ① The machine on the rig consisting of
  - a large-diameter steel spool
  - Brakes
  - a power source
  - auxiliary devices
- ② Function: to reel out and reel in the drilling line in a controlled fashion
- ③ It causes the traveling block and whatever may be hanging underneath it to be lowered into or raised out of the wellbore
- ④ The reeling out of the drilling line is powered by gravity and reeling in by an electric motor or diesel engine



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

حتی وقتی رشته‌ی  
ظاری یا سینی رود  
باید از ترس استفاده  
شود. ترسرها یا  
کمانی اند یا  
ضخا طوسی اند و  
چون زیاد استفاده  
می‌شوند زود  
راغ می‌کنند  
نیاز به سیستم  
خنک کننده دارد.

در reeling out ، نه تنها نیاز به موتور نداریم بلکه باید ترسرها هم بگیریم



ج. ۴

ص ۲۲ B

- ① یک قهره ی چرخان که قطار را قادری سازد تا از موتور drawwork استفاده کند تا به زنجیری که به Tong ها متصل است ، نیروی لازم را اعمال کند .
- ② زنجیری که به موتور راست گرد عمل می کند ، به دشی Tong وصل است و با ایجاد Torque مناسب در محل Connection لوله های حفاری ، عمل سفت کردن را ، ایجاد می کند

ص ۲۳ A

- ① یک دیسک میکانیکی برای چرخاندن Kelly است که تحت فشار هوا کار می کند .
- ② این دیسک ، به Torque کوچکی را اعمال می کند و وظیفه ی چند دور اول چرخاندن برقی سفت کردن (دوچرخین برای باز کردن) را بر عهده دارد (در tool joint ها)
- ③ این دیسک به اندازه ی کافی قوی نیست که بتواند ترکی را اعمال کند که بتواند محل Connect را سفت کند یا باعث ~~شود~~ چرخاندن رشتی حفاری شود .

④

✓ ✓



- بران trip کردن : fingerboard نیاز دارم  
 - دستی سراسیمه بود ها را در آورده و با نظم بخواهیم روی  
 floor ریگ بگذاریم  
 derrick man به کمک می کند

9/21/2013

جای که derrick man کاری کند

## Fingerboard (Monkeyboard)

- ① ✓ The working platform approximately halfway up the derrick or mast in which the derrickman stores drillpipe and drill collars in an orderly fashion during trips out of the hole in the pipe racks بار بند
- ② ✓ The entire platform consists of a small section from which the derrickman works (called the monkeyboard), and several steel fingers with slots between them that keep the tops of the drillpipe in place



Drilling Engineering-I

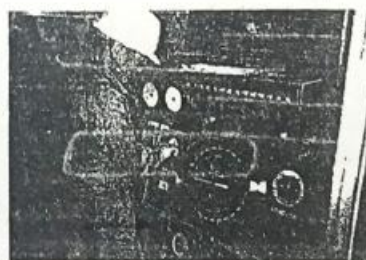
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

حفار کسی است که با ادوات سروکار دارد یا برسی efficiency دستگاه و نیز بر تجربه ای حفار است  
 حفار ها قبل از حفار بودن نقش های دیگری در دکل ایفا کرده است (تجربه دارد) (مثلا derrick man بوده است)

## Driller

- ① ✓ The <sup>نظارت</sup>supervisor of the rig crew
- ② ✓ Responsible for the <sup>تجربه</sup>efficient operation of the rigsite as well as the safety of the crew and typically has many years of rigsite experience
- ③ ✓ Most drillers have worked their way up from other rigsite jobs
- ④ ✓ He operates the pumps, drawworks, and rotary table via the driller's console
- ⑤ ✓ He operates the drawworks brake using a long-handled lever. Hence, the driller is sometimes referred to as the person who is "on the brake"



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



① یک ماشین است که در کنار دکل قرار دارد و شامل:

- یک قمرچه فولادی با قطر بزرگ
- ترمزها
- منبع قدرت
- وسایل های جانبی است

② وظیفه ی آن پیرون آوردن و داخل بردن کابل حفاری در قمرچه است

③ آن باعث می شود که Traveling block و یا هر چه که در زیر آن قرار دارد و به آن آویزان می شود را به داخل چاه هدایت کند یا از چاه بیرون بکشد (بالا و پایین بردن تجهیزات به داخل و بیرون well bore).

④ پیرون آمدن <sup>کابل</sup> حفاری از داخل قمرچه ای که در drawwork قرار دارد توسط نیروی جاذبه ی زمین اعمال می شود (توسط تجهیزات که به کابل آویزان است) و جمع کردن کابل توسط موتور الکتریکی یا ماشین دینامی اعمال می شود.



مبحث ۶۴ A

① یک platform است که در حدود  $\frac{1}{3}$  ارتفاع derrick mast قرار دارد به طوریکه derrickman در حین بیرون آوردن

لوله‌های حفاری و drill collar ها آن‌ها را ذخیره می‌کند (در monkey board)

② platform - از قسمت‌های کوچکی تشکیل شده است

که monkey board نام دارد و شامل میله‌های فولادی

که بین آن‌ها فاصله است و می‌باشند به طوری که قسمت

بالای لوله‌های حفاری در آن جا (monkey board) قرار می‌گیرد.

مبحث ۶۴ B

① ✓

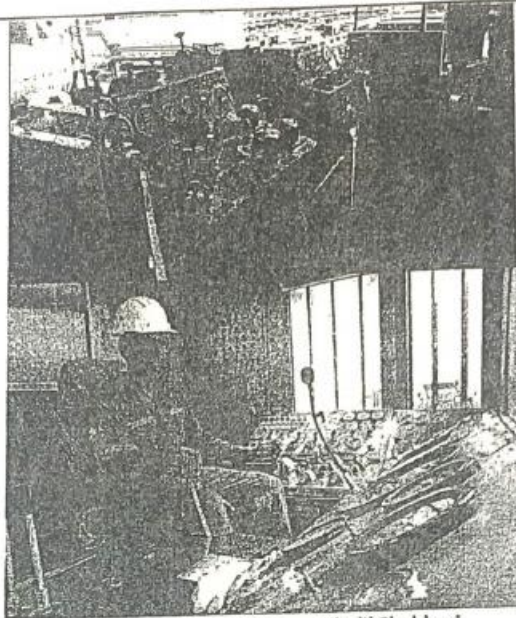
②



## Driller's Console

اتاق خنار

➤ A control room of gauges, control levers, and other pneumatic, hydraulic and electronic instrumentation



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Mud Engineer, Mud Logger

- ① ➤ The service company who provides the mud sends a mud engineer and a mud logger to the rig site
- ② ➤ They are constantly responsible for logging what is happening in the hole as well as maintaining the proper mud conditions

زیر نظر mud eng برای انتخاب می دهم

مهندس ماسه mud eng

مهندس ماسه mud eng

Service Company

(درس چاه)

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



پت 45 A

یک اتاق کنترل که شامل gauge ها ، اهرم های کنترل  
و دیگر تجهیزات هیدرولیکی و الکتریکی می باشد .

پت 40 B


- ① سروس کپانی که گلی را همراه می کند ، یک mud eng  
و mud logger هم به عمل دخل می فرستند
- ② آن ها به طور مداوم مسئول دوده گرفتن از آنچه که  
در داخل پاء اتفاق می افتد ، هستند .



۱۵) به عنوان یک اهل این در ارتفاع : همواره در ارتفاع باید ۳ نقطه از بدن با اهداف در تماس باشد  
 ۱۶) برای بالا رفتن derrickman باید این به طول ۳ m روی rig floor قرار دارد و یک  
 9/21/2013  
 سیم ، روی آن وجود دارد که به وزنه ای وصل است و تکیه می کند  
 derrickman راحت تر بالا رود و هنگام پایین آمدن از پرت شدن آن جلوگیری می کند

### Derrickman: First Duty

- ① On small land drilling crews, the derrickman is second in rank to the driller
- ② Larger offshore crews may have an assistant driller between the derrickman and the driller
- ③ A derrickman has one of the most dangerous jobs on the rig crew
- ④ Some modern drilling rigs have automated pipe-handling equipment such that the derrickman controls the machinery rather than physically handling the pipe




Drilling Engineering-I    Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering    Khalil Shahbazi

وظیفه D.m در هنگام Trip  
 جای دادن لوله ها در جای خود (سپار)  
 بیرون آوردن لوله ها از چاه  
 و در آوردن از جای  
 خود و تنظیم روی چاه  
 (برای داخل کردن لوله ها درون چاه)  
 است. این وظیفه D.m است

اگر دکل آسیب ببیند، (مثلا آتش بگیرد) طابای از monkey board به زمین وصل است که بوسیله آن  
 derrickman در کمترین زمان خود را به زمین می رساند

### Storage of doubles inside the derrick



stand سه لوله است و می تواند دو لوله ای هم باشد

Drilling Engineering-I    Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering    Khalil Shahbazi



مبتدا A  
① در دکل های کوچک (مخصوصاً در خشکی) ، derrick man ، عبد از حصار

قرار دارد .

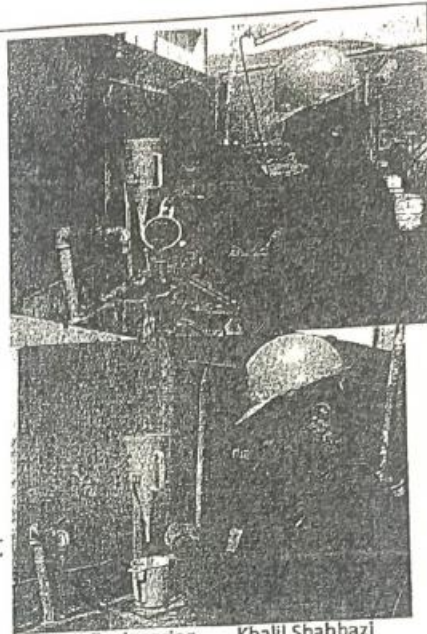
② در دکل های بزرگتر (مانند دکل های دریایی) ، کمک حصار ، بین حصار و derrick man قرار دارد . یعنی ، اول حصار ، عبد کمک حصار و بعد derrick man  
③ derrick man یکی از خطرناک ترین کارهای روی دکل را بر عهده دارد

④ به جای جابجایی لوله ها توسط نیروی بدنی (فیزیکی) که توسط derrick man صورت می گیرد - برخی از دکل های حصار مدرن کنترل جابجایی لوله ها را توسط ماشین های مخصوص (تجهیزات مخصوص) انجام می دهند ، که به طوری که derrick man وظیفه کنترل این دستگاه ها را بر عهده دارد .



### Derrickman: 2<sup>nd</sup> Duty

- In charge of the mud-processing area during periods of circulation
  - measuring mud density on a regular basis
  - conducting the Marsh funnel viscosity test on a regular basis when the mud is circulating in the hole
- The derrickman reports to the toolpusher
- He is instructed in detail by the mud engineer on what to add to the mud, how fast and how much



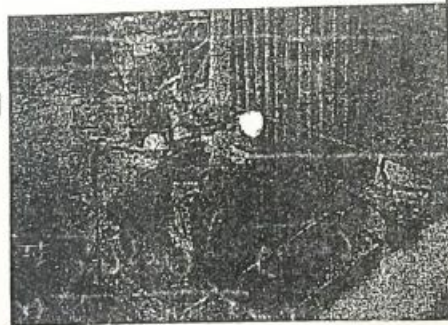
Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Roughneck (Floor Man)

- ① ➤ A low-ranking member of the drilling crew
- ② ➤ They usually perform semiskilled and unskilled manual labor that requires continual hard work in difficult conditions for many hours
- ③ ➤ After roughnecks understand how the rig operates and demonstrate their work ethic, they may be promoted to other positions in the crew



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



۴۷  
هنگامی که Trip نداریم ، دوشین و طیندن D.m اجرای شود  
اومی با سیت زیر نظر مهندس گل رفته و دستورات او را انجام دهد  
① دانسته ی گل را اندازه بگیرد

② Conducting the marsh funnel viscosity  
هنگامی که گل در حال  
چرخش به داخل خفه است. (اندازه گیری viscosity)

پس از اندازه گیری موارد بالا ، D.m گزارش را به toolpusher داده و  
toolpusher این گزارش را به مهندس گل می دهد و مهندس گل دستورات  
دارم را ، جهت استفاده از گل ، صادر می کند.

① پایین ترین رتبه ی ممکن را بروی دکل دارند.

② آن ها معمولاً کارهای semiskilled یا unskilled انجام می دهند  
به طوری که کار سخت مداوم را ، در شرایط سخت ، به مدت چند ساعت  
انجام می دهند.

③ بعد از اینکه roughneck ، خمیدگی چگونه دکل کاری کند (طریقه عملکرد  
دستگاه را خمیدگی) و از نظر اخلاقی ، خود را اثبات کرد به رتبه ها و  
position های بالاتر ارتقا می یابد.

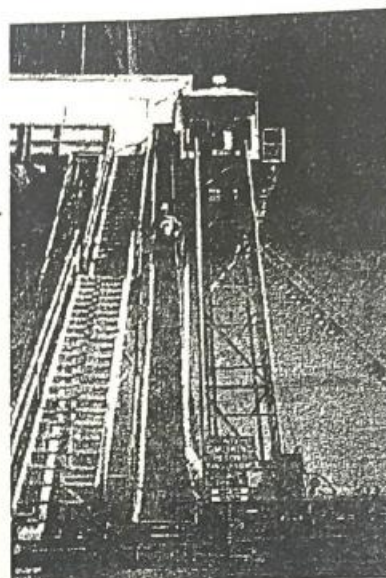
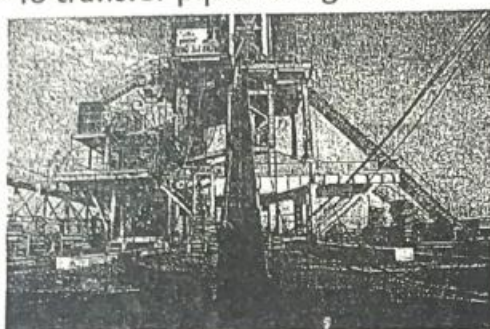
✓✓

۴۷



## Slide

- ① ➤ The escape device for workers on the rig floor should an emergency requires prompt evacuation
- ② ➤ It is similar to a child's playground slide, only longer and perhaps faster
- ③ ➤ To transfer pipes to rig floor



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

در هفت قسمت (از این که استفاده می شود)

## Making a Trip (Pull Out of Hole)

- Removing the drillstring from the hole to change a portion of the downhole assembly and then lowering the drillstring back to the hole bottom
- Round trip (trip in and trip out)

به سرفیس Trip می کنیم  
 ۱) برای بلند کردن Casing  
 ۲) برای لگ گرفتن  
 ۳) Wash out  
 ۴)

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

۵) عوض کردن سرفیس



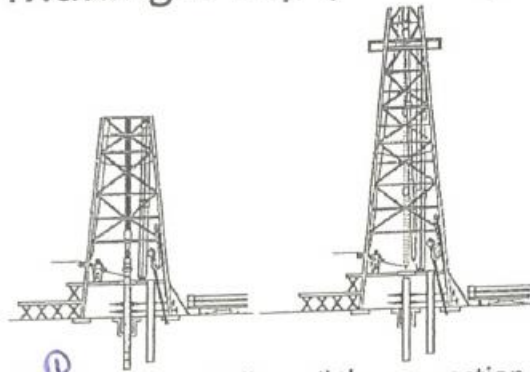
- ① یک وسیله‌ی فرار (دوگانه‌ای که دکل آسیب ببیند، مانند آتش‌نشان) برای کارگرهایی که روی rig floor کاری کنند، طوری که در مواقع ضروری نیاز است که سریع مکان را تخلیه کنند.
- ② این وسیله، شبیه سرسره‌ی کودکان در تفریگاه‌های باشد اما طول آن زیادتر است همچنین سریع‌تر هم می‌باشد.
- ③ برای انتقال لوله‌ها بر روی rig floor استفاده می‌شود.

javad farzaneh

✓



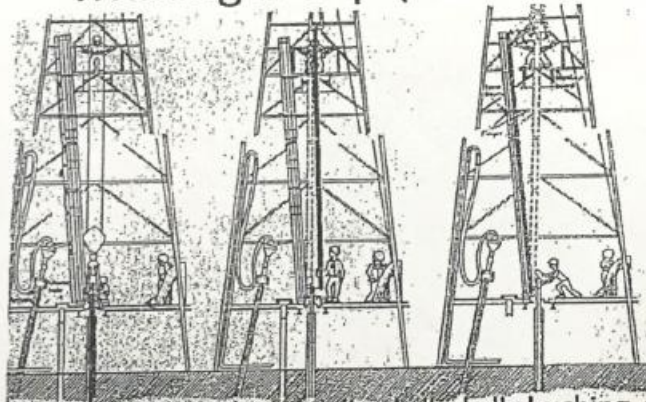
## Making a Trip (Cont'd)



- ① Stop the rotary, pick up the kelly until the connection at the bottom of the kelly saver sub is above the rotary table and stop pumping
- ② Set the drillpipe slips, break out the kelly and set the kelly back in the rat-hole (another hole in the rig floor which stores the kelly and swivel when not in use)

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

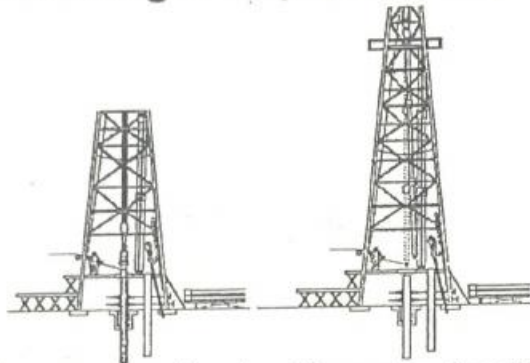
## Making a Trip (Cont'd)



- ③ Remove the swivel from the hook (i.e. kelly, kelly bushing, swivel and kelly hose all stored in rathole)
- ④ Latch the elevators onto the top connection of the drillpipe, pick up the drillpipe and remove the slips. Pull the top of the drillpipe until the top of the drillpipe is at the top of the derrick and a stand (3 joints of pipe) is exposed above the rotary table



## Making a Trip (Cont'd)

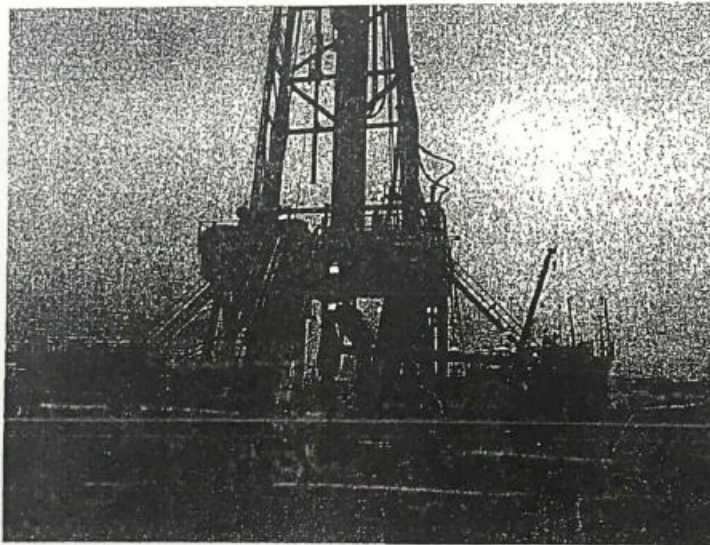


✕5 Roughnecks use tongs to break out the connection at the rotary table and carefully swing the bottom of the stand over to one side. Stands must be stacked in an orderly fashion

✕6 The Derrickman, on the monkey board, grabs the top of the stand, and sets it back in fingerboard

When running pipe into the hole it is the same procedure in reverse

## Tripping: Stands on the Rig Floor



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

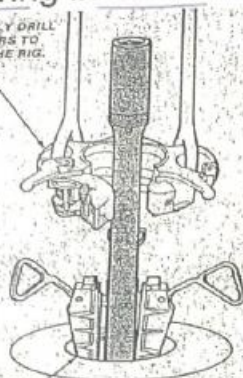
Khalil Shahbazi



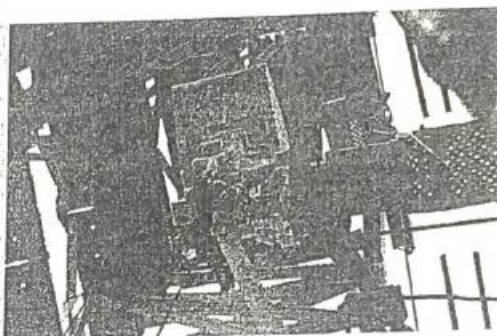
Elevators are used to raise and lower the drillstring in the hole

### Elevators

REQUIRES ONLY DRILL PIPE ELEVATORS TO HANDLE ON THE RIG.



NO SAFETY CLAMP IS REQUIRED AND REGULAR DRILL PIPE SLIPS ARE USED.



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Iron Roughneck

- On some rigs a mechanical device known as an iron roughneck may be used to make-up and break-out connections
- This machine runs on rails attached to the rig floor, and is easily set aside when not in use
- Its mobility allows it to carry out mousehole connections when the tracks are correctly positioned
- The device consists of a spinning wrench and torque wrench, which are both hydraulically operated
- Advantages offered by this device include
  - ✓ controlled torque
  - ✓ minimal damage to threads (thereby increasing the service life of the drillpipe)
  - ✓ reducing crew fatigue

Drilling Engineering-I

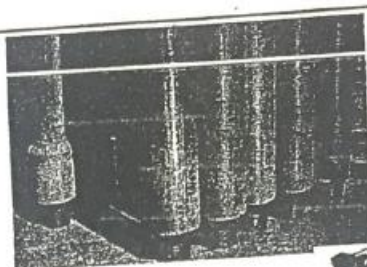
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Drill Collar

- ① They provide weight on bit by gravity for drilling
- ② They are thick-walled tubular pieces machined from solid bars of
  - ✓ steel, usually plain carbon steel
  - ✓ nonmagnetic nickel-copper alloy
  - ✓ other nonmagnetic premium alloys
- ③ The bars of steel are drilled from end to another end to provide a passage to pumping drilling fluids through the collars
- ④ The outside diameter of the steel bars may be machined slightly to ensure roundness
- ⑤ In some cases may be machined with helical grooves ("spiral collars")



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## The Dimensions of a Typical 10000 ft Drillstring

Components	Outside diameter (in.)	Inside diameter (in.)	Length (ft)
Bit	12 1/4	-	-
Drill collars	9	2 13/16	600
Drillpipes	5	4.276	9400

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



۷۲ A

① آن ها (drill collar ها) وزن روی مته را با نیروی گزاش فراهم می کنند. (به دلیل سنگین بودن)

② آن ها از دیوار های ضخیمی ساخته شده اند، جنس این لوله ها

- فولادی و گاهی اوقات فولاد کربنی

- آلیاژ نیکل-مس که nonmagnetic می باشد

- و دیگر آلیاژ های اعلا که می باشند.

③ وسط drill collar ، از یک انتها تا انتهای دیگر آن میری

برای عبور سیال حفاری ایجاد شده است

④ قطر بیرونی آن ها ممکن است طوری طراحی شده باشد که

از گرد بودن آن اطمینان حاصل کنیم.

⑤ در بعضی موارد ممکن است بیرون گتن به صورت مارپیچی باشد

⑥ برای کنترل حقن مقدار نیروی که به مته وارد می شود :

⑦ حفار، به دقت ، وزنی را که در سطح است (وزن رشتی حفاری)

کنترل می کند در حالیکه مته به ته چاه رسیده و بی چند سانت

از ته چاه فاصله دارد. ( bit off bottom )

⑧ رشتی حفاری د متهی حفاری به آرامی و با دقت پایین می روند

تا اینکه به ته چاه را رس کنند.



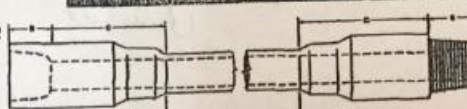
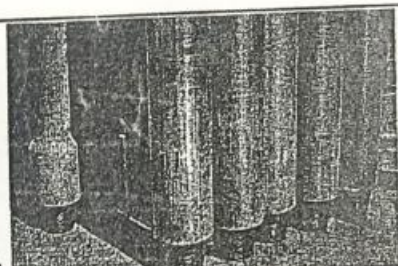
## Drill Collar (Cont'd)

- ✓ ① ➤ To accurately control the amount of force applied to the bit
  - ✓ ① ▪ the driller carefully monitors the surface weight measured while the bit is just off the bottom of the wellbore (bit off bottom)
  - ✓ ② ▪ the drillstring (and the drill bit) is slowly and carefully lowered until it touches bottom
  - ✓ ③ ▪ as the driller continues to lower the top of the drillstring, more and more weight is applied to the bit, and correspondingly less weight is measured as hanging at the surface
  - ✓ ④ ▪ if the surface measurement shows 20,000 pounds [9080 kg] less weight than with the bit off bottom, then there should be 20,000 pounds force on the bit (in a vertical hole)
  - ✓ ⑤ ▪ downhole Measurement While Drilling (MWD) sensors measure weight-on-bit more accurately and transmit the data to the surface

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Drillpipe

- ① ➤ Tubular steel conduit fit with special threaded ends called tool joints
- ② ➤ One end box, the other pin
- ③ ➤ API drillpipes of grades D, E, G, and S: Table 1.5
- ④ ➤ The drillpipe connects the rig surface equipment with the bottomhole assembly (BHA) and the bit to
  - ① ▪ pump drilling fluid to the bit
  - ② ▪ be able to raise and lower the BHA and bit
  - ③ ▪ rotate the bit



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



اداره مهر ۷۳ A

© همان طور که فشار پائین آوردن رشتی فشاری را ادامه می دهد  
نیروی بیشتری به ته وارد می شود (به خاطر وزن رشتی فشاری)  
بنابراین، ~~وزن کتری~~ دستگاهی که وزن رشتی فشاری را کنترل  
می کند، وزن کتری را نشان می دهد.

d) اگر قبل از اینکه ته به ته چاه برخورد کند، نیروی ۳۷۰,۰۰۰  
را نشان دهد بعد از اینکه ته به ته چاه برخورد کرد، نیروی ۳۰۰,۰۰۰  
را نشان دهد، تقسیم می گیریم که ۷۰,۰۰۰ نیروی ته  
وارد می شود.

e) سنسورهای موجود است که در حین فشاری می تواند  
وزن، نیروی ته را اندازه بگیرد (بازقت بالا) و اطلاعات را  
به سطح منتقل کند.

✓



ص ۷۳ B

انتها

- ① یک لوله فولادی که از دو لوله به صورت محصور رزوه شده است.  
دو انتهای آن را joints می نامند.
- ② کتی انتهای آن را box و انتهای دیگر آن را pin می نامند
- ③ در پی API لوله ها از S و E و G و D است

- ④ لوله حفاری ، تجهیزات سطح دکل را به تجهیزات پایین  
چاه و بسته متصل می کند تا : ⑤ سیال حفاری (گل حفاری)  
را به سوییته پمپ کند . ⑥ قادر باشد تجهیزات درون  
چاه و بسته را به بالای چاه ~~برساند~~ بیاورد و آن ها را  
دوباره به داخل چاه بفرستد . ⑦ متراپیچر فاند .

ص ۷۴ A

- ① دو انتهای لوله است که محل اتصال همدان به دیگر  
لوله های باشد و همچنین دو انتهای آن نیز است (از نظر  
قطر) و رزوه شده است .
- ② این اجزا ( joints ) به طور جدا از بدنه لوله حفاری  
ساخته شده است (یعنی از ابتدا به همراه لوله شیت)  
و این اجزا را به سهولت به لوله جوش می دهند.

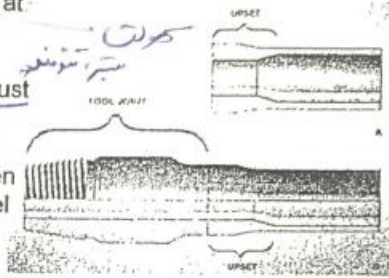
✓✓



چرا drill pipe را بکسر با سطح مقطع یکسان نگرفتیم و سطح مقطعش تغییر می کند؟ چون آچار را به آن جایی بندند و باعث ایجاد خراش های شدیدی که باعث گزند می شود. 9/21/2013  
 قطر، جلوگیری از خراب شدن لوله می کنیم. در بین که زردی شود، قطر آن کم می شود و منقبض تر می شود. این نخاست را افزایش می کنند تا لوله را در محل joint تقویت کند.

## Tool Joints

1. The enlarged and threaded ends of joints of drill pipe
2. These components are fabricated separately from the pipe body and welded onto the pipe at a manufacturing facility
3. They provide high-strength, high-pressure threaded connections that are sufficiently robust to survive the rigors of drilling and numerous cycles of tightening and loosening at threads
4. They are usually made of steel that has been heat treated to a higher strength than the steel of the tube body
5. The large-diameter section of the tool joints provides a low stress area where pipe tongs are used to grip the pipe. Small cuts caused by the pipe tongs do not significantly impair the strength or life of the joint of drill pipe



خراب کردن

Drilling Engineering-I

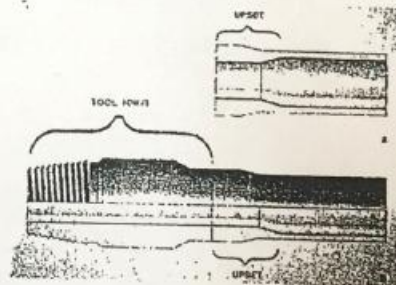
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Hardfacing

1. Tool joint is in direct contact with formation
2. Tungsten carbide hardfacing on the outer surface of the tool joint to reduce the abrasive wear by formation

فرسایشی



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



مبحث ۷۴ B

① tool joint ها به دلیل اینکه قطر بیشتری نسبت به بدنه ی لوله ی حفاری دارند، در تماس مستقیم با دیواره ی چاه هستند.

② Tungsten carbide hardfacing را به بدنه ی بیرونی tool joint ها اضافه می کنند تا ~~فرسایش~~ فرسایش آن توسط formation کاهش یابد.

مبحث ۷۵ B

① سیستم ~~گردش~~ گردش گل در دل، قلب عملیات حفاری است.

② اجزای آن عبارتند از:

- ایجاد کردن کنده های حفاری
- ذخیره (نگه داری) گل و ساختن گل
- پمپ کردن گل
- مخلوط کردن و قاطی کردن گل (به منظور یکدست کردن گل)

③

✓✓



B  $\sqrt{\Delta}$

① سیستم گردش گل، قلب عملیات جاری است

② اجزاء ۱۰۰

⑨ سیستم جدا کنندگی کند - ها ( جدا کردن می کنند - ها )

⑤ - بانک های نگهداری گل ، ساختن گل

(c) پمپ، برای پمپاژ

d) تجهیزات برای مایه کردن گل و یکپارچه کردن آن ↑

A <sup>vy</sup>cup

⑤ برای تمیز کردن چاه‌ارکند، های حفاری و خالی کردن چاه‌ارکند، ها

حفاظتی، با استفادہ کرو مٹی طاری .

② ایمان خدا، هدیه و استایکی کافی، برای ائمه از ۱۲۹۷

ب- لایه های تشکیل دهنده formation و borehole چیست؟  
ج- چاهکاری چیست؟

B NY

① ہنگامی کہ گل از داخل چاہ بیرون می آید آن را بروی

shale shaker هدایت می کنند

۲۹) آن‌ها از چند پرده‌ی لرزان (vibrating screens) تشکیل شده‌اند.

بہ طور پر کہ سٹی قبل از اس کے

... mud pits ...

این screen ها طوری طراحی شده اند که نمی گذارند particle های هرا کُل از آن ها بگذرد.



۳) همان با آذین گل، screen هم می لرزد تا سوراخ های آن  
گور نشود.

۴) اندازه ی mesh روی اغلب shale shaker با ۱۴ ApI mesh  
است، هر ۱۰ mesh screen، ۳ تا ۱۰ سوراخ در طول ۱  
دور دارد.

۵) بسیاری از Cutting ها که به خاطر سایش، خرد شده اند، از  
۱۰ mesh screen می گذرند به همین دلیل از mesh بهتر  
(10 opening per inch) باید استفاده کنیم

۶) screen ها را می توان به صورت سری قرار داد به طوری که mesh  
های بهتر در زیر قرار بگیرند.

۷) بعضی مواقع، screen ها به صورت موازی قرار می گیرند تا  
حجم بیشتری از سنگی جا به جا شود.

✓✓



هنگامی که در تیر چاه گیر کرده و drill pipe در حال گردش است ، اگر این حالت ادامه یابد ، drill pipe از یک جای برد . به این حالت twist-off می گویند . 9/21/2013

drill pipe در حالت twist-off دوگانه می شود ، تکی باقیمانده در چاه fish است . پس باید مانده یابی کرده و fish را بیرون بیاوریم .

### Twist-off

#### شکست پیچشی

- ① ➤ Torsional failure due to break in the subsurface drillstring
- ② ➤ Needs to be brought to surface by FISHING

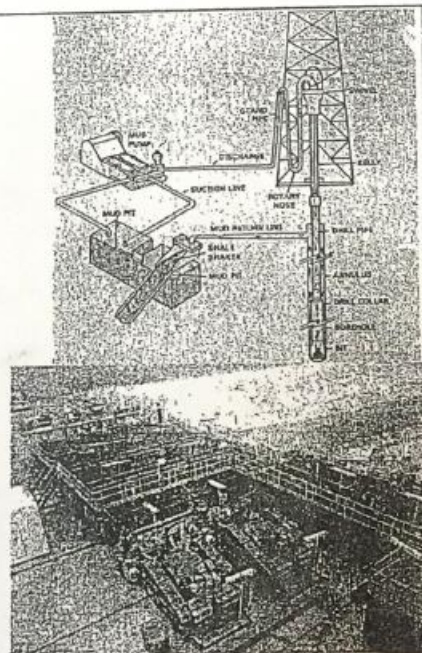
Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Circulating System

- ① ➤ The rig circulating system is the heart of the drilling operation
- ② ➤ Its components are:
  - Ⓐ ■ Solids removal system
  - Ⓑ ■ Storage tanks / mud pits
  - Ⓒ ■ Mud pumps
  - Ⓓ ■ Mixing equipment (hoppers)



Drilling Engineering-I

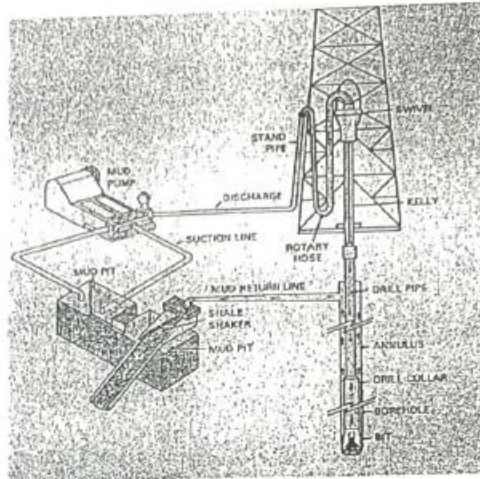
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Circulating System Functions

- ② ➤ To clean the hole of cuttings made by the bit
- ② ➤ To exert a hydrostatic Pressure sufficient to prevent formation fluids entering the borehole

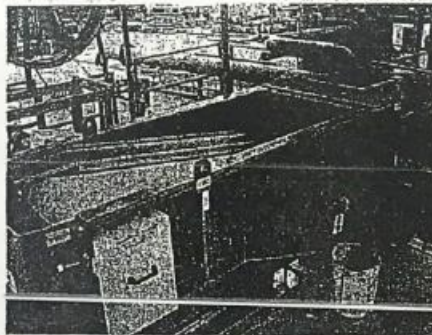
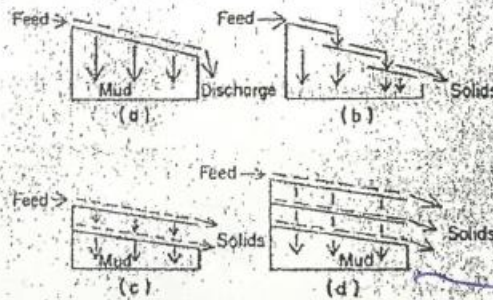


Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

• در حالت سری، هر شی، ذرات با اندازه های مختلف را جدا می کند.  
• در حالت موازی، برای سریع انجام شدن کار، دی تقسیم می شود.

## Solids removal system: Shale Shaker

- ① ➤ When the mud returns to the surface, it is led over shale shakers
- ② ➤ They are composed of one or more vibrating screens over which the mud passes before it is fed to the mud pits



سایر روزه ها در پایی  
کو کثیر از بالامیست

کل خااری از روی این سینی ها عبور کرده که دارای یک سری توری هستند. سینی خااری از روی آن ها عبور کرده و بی کنده ها از داخل آن عبور نمی کنند. برای اینکه کنده ها بر روی سینی نماند، یک سیستم shaker موجود است که با لرزاندن سینی ها باستانی شود که کل بر روی سینی ها تجمع نکند.



## Shale Shaker

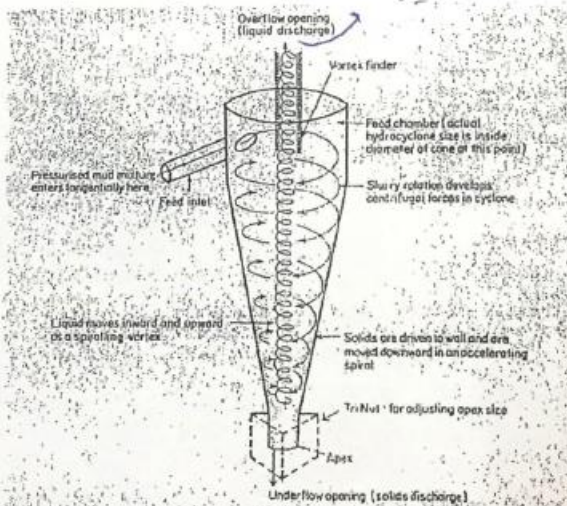
- ۵) > The screen is designed to remove the particles which will not pass through the mesh
- ۶) > At the same time the screen is vibrated to prevent blinding or plugging which would lower its efficiency
- ۷) > The size of the mesh on most shale shakers is 10 – 14 API mesh. A 10 mesh screen has 10 openings per inch along each side
- ۸) > Many of the cuttings will pass through the 10 mesh screen since they have disintegrated due to erosion and hydration. For this reason a finer mesh (80 openings per inch) may be used
- ۹) > The screens can be arranged in series so that a finer mesh is put beneath the coarser mesh
- ۱۰) > Sometimes the screens are arranged in parallel to handle larger volumes



وسایلی است که کندی های خاصی را با استفاده از Centrifugal action از گلی خاصی جدا می کند

## Hydrocyclone

> A hydrocyclone is a device that removes large particles from the fluid by centrifugal action



چند عاملی باعث می شود که سیال از لوله ای بالا بیرون رود و چون در مسیر رو به بالا افت فشار کمتر و وکترین تفاوت وجود دارد

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

گل کثیف همراه با کندی های خاصی (ذرات سنگین روی دیواره از پایین خارج می شوند)



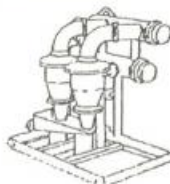
9/21/2013

تعداد mesh ها برای screen بستگی بر این دارد که چه مقداری خواهییم از hydrocyclone کار بگیریم. معمولاً در shale shaker از mesh هایی استفاده می شود که نتوانند ذرات با قطر ۸۰۰م را جدا کنند و بقیه را به desander می سپارند. چون اگر از قطرهای کوچک برای shale shaker استفاده کنیم سریعاً منافذ بسته می شوند.

عبارت shale shaker قرار می گیرد.

## Solids removal system: Desander

- ① Desander is a hydrocyclone device that removes large drill solids (diameter > 74 micron) from the whole mud system
- ② It should be located downstream of the shale shakers and degassers, but before the desilters or mud cleaners
- ③ A volume of mud is pumped into the wide upper section of the hydrocyclone at an angle roughly tangent to its circumference. As the mud flows around and gradually down the inside of the cone shape, solids are separated from the liquid by centrifugal forces
- ④ The solids continue around and down until they exit the bottom of the hydrocyclone (along with small amounts of liquid) and are discarded. The cleaner and lighter density liquid mud travels up through a vortex in the center of the hydrocyclone.



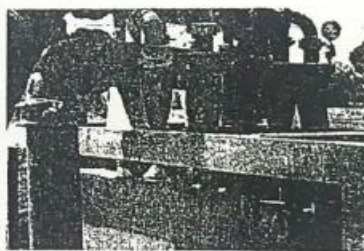
Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

مکان را جدا می کنند اما چون مشکلات زیادی در استفاده از آن وجود دارد از آن استفاده نمی کنند

برای گرفتن و جداسازی Cutting ها و Solid ها از مایع زیر استفاده می شود. به ترتیب استفاده نام شده اند: shale shaker ① Desander - ② Desilter ③

## Solids removal system: Desilter

- ① A hydrocyclone much like a desander except that its design incorporates a greater number of smaller cones
- ② It removes unwanted solids from the mud system
- ③ The smaller cones allow the desilter to efficiently remove smaller diameter drill solids (2micron < diameter < 74micron) than a desander does
- ④ The desilter is located downstream from the desander in the surface mud system



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

عبارت desander قرار می گیرد.



ص ۷۸ A

- ① یک وسیله hydro cyclone است و دارای که قطر آن ها از ۷۳ mm بزرگتر است راه از گل جدایی کند
- ② این وسیله بعد از shale shaker قرار می گیرد و بازهای (دو) کل را خارج می کند و همچنین قبل از desilter قرار می گیرد.
- ③ حجم گلی به قسمت بالای این وسیله پمپ می شود به طوری که کل درونی، محاس بر دیواره ای این وسیله می مخروطی شکل، وارد می شود و به صورت چرخشی پایین می آید به طوری که کنده های خفاری ریزه، (sand ها) استفاده از نیروی Centrifugal از liquid جدایی شوند.
- ④ کنده های خفاری، به طور پیوسته و آرام پائینی می آیند تا از قسمت زیرین این وسیله خارج شوند. کل خفاری تمیز که چغالی کته ی نسبت به کنده ها دارد، از قسمت بالای این وسیله خارج می شود.

✓



ص ۷۱ (ب)

۱) وسیله‌ای است شبیه به desander اما از تعداد زیادی از

وسایل‌های مخروطی شکل، تشکیل شده است

۲) این وسیله، کنده‌های خماری با قیما نده را از گل جدا می‌کند

۳) مخروط‌های کوچکتر به desilter اجازه می‌دهند تا ذرات ریز را با بازدهی

بیشتر جدا کنند (  $m \text{ بر } ۷۴ < \text{قطر} < m \text{ بر } ۲$  ) به طوری که ~~desander~~

تأثیر به جداسازی آن‌ها نیست.

۴) desilter جداگر desander قرار دارد.

✓✓



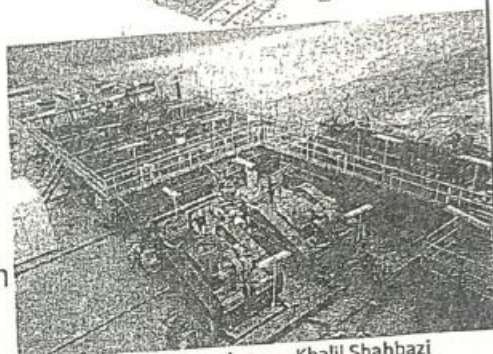
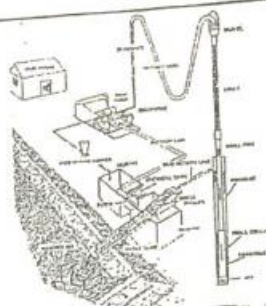
در تانک های گلی ، solid های بزرگتر با گذشت زمان ، ته نشین می شوند ، بنابراین می توان آن را به نوع Solid Removal داشت .

9/21/2013

ترجمه

## Mud Pits or Tanks

- ✓ ① They hold an excess volume of drilling mud
- ✓ ② Finer rocks are settled in these tanks
- ✓ ③ Entrained gas bubbles are released in these tanks
- ✓ ④ Drilling fluid of these tanks is used in emergency cases (such as lost circulation)



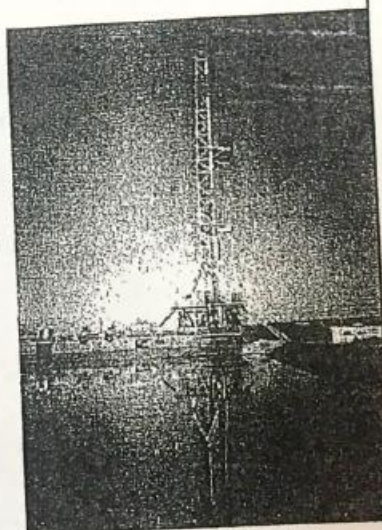
Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Earthen Reserve Pit ( گودال گلی )

- ✓ ① Earthen reserve pit is an open area near rig that is used to hold the following wastes
  - ✓ ① discarded drilling fluids
  - ✓ ② rock cuttings
  - ✓ ③ produced formation fluids during drilling and well testing
- ✓ ② Due to environment protection, Zero Discharge systems are used in which there will be no waste



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

از مایه های گودال گلی ، آلوده کردن محیط زیست است . بنابراین در سیستم های جدید ، از گودال گلی استفاده نکرده و آن را حذف کرده اند به این سیستم های بدون گودال گلی ،

Zero discharge systems می گویند



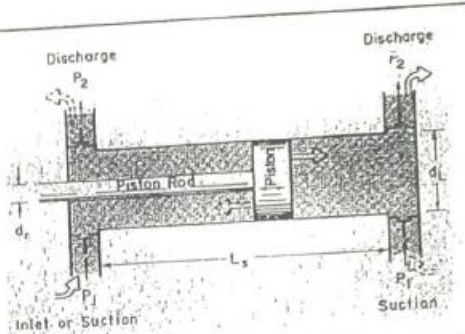
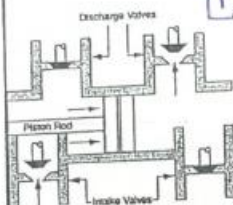
وقتی پیستون به سمت راست برود، سیال سمت راست را با فشار به بیرون می راند (Valve خروجی باز و ورودی بسته می شود) و سیال سمت چپ با حرکت پیستون به سمت راست مکیده شده و به داخل سیلندر می رود (Valve خروجی بسته و ورودی باز می شود) 9/21/2013

## Mud Pumps

Reciprocating positive displacement

- 1. **Two-cylinders (duplex):** double acting (forward and backward strokes)

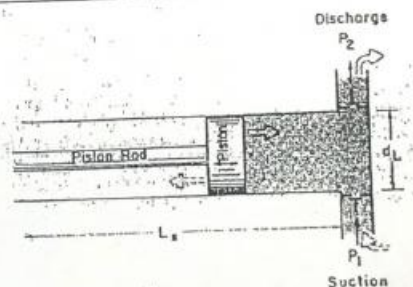
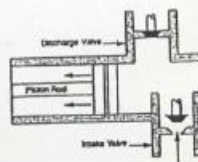
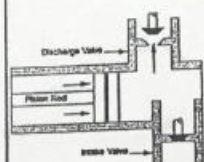
نگاه ها هم



هم در حرکت رو به جلو و هم در حرکت رو به عقب سیال به خروجی داده می شود بنابراین به آن double acting می گویند

## Mud Pumps

- 2. **Three-cylinder (triplex):** single acting (forward stroke)



چون فقط در حرکت رو به جلو سیال را به خروجی می دهد.

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



مبحث ۷۹ A

- ۱✓ آن ها، حجم افشانی از گل حفاری را نگه می دارند.
- ۲✓ Solid ها و یانک های درست تر، در این تانک ها ته نشین می شوند.
- ۳✓ در تانک های گل، گازهای داخل گل، بعد از گذشت زمانی، آزاد می شوند.
- ۴✓ از سیال حفاری در تانک ها، در موارد ضروری استفاده می شود.  
(چون ساخت آن زمان بر است)

مبحث ۷۹ B

- ۱✓ گودال سیل، یک محیط باز در کنار دکل است به طوری که گازهای زیر را انجام می دهد.
- ۲✓ discharge کردن سیال حفاری (که کارایی اش را از دست داده است)
- ۳✓ عمل دور انداختن Cutting ها
- ۴✓ دور انداختن سیال formation در طی عملیات حفاری یا well-testing
- ۵✓ به خاطر حفاظت از محیط زیست، سیم های جدیدی آمده است که waste ندارند.

✓



چون فرسودگی های کادر پایین برای یک سیلندر است و پمپ ها duplex است پس رابطه های بالا باید در 2 ضرب شود.  
 به خاطر آنکه ممکن است valve ها فرسوده (ساییده) شده باشند و یا نشتی داشته باشند و یا ایند ممکن است پیستون فرسوده شود، باید efficiency را تعریف کرده و رابطه ها را تصحیح کنیم.  
 9/21/2013

## Duplex Pump

- In forward movement

$$V_{fd} = \frac{\pi}{4} d_L^2 L_s$$

- In backward movement

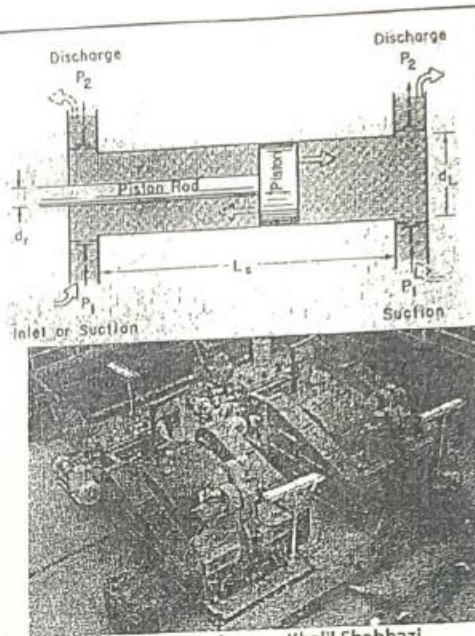
$$V_{bd} = \frac{\pi}{4} d_L^2 L_s - \frac{\pi}{4} d_r^2 L_s$$

$$V_i = \frac{\pi}{4} L_s (2d_L^2 - d_r^2)$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Duplex Pump (Cont'd)

- For one cylinder

$$V_i = \frac{\pi}{4} L_s (2d_L^2 - d_r^2)$$

- Duplex pump has two cylinders and assuming  $E_v$  as volumetric efficiency

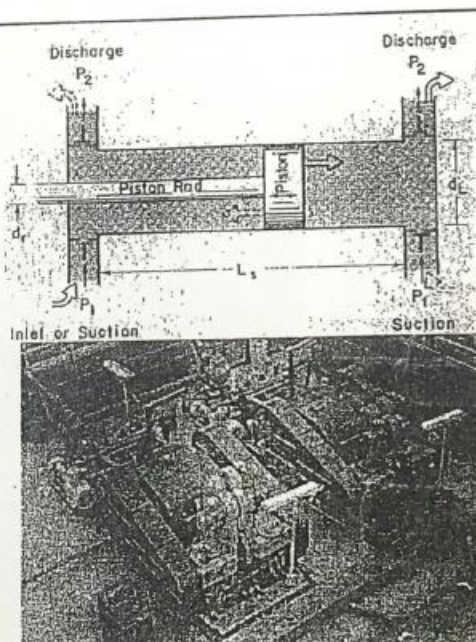
- Pump displacement per cycle (pump factor)

$$V_{duplex} = \frac{\pi}{2} L_s (2d_L^2 - d_r^2) E_v$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



44 strokes



\* مقایسه بین Triplex و duplex : ① duplex از این جهت که در حرکت رفت و برگشت خود ، به خروجی سیال می دهد بهتر است . ② خرابی در سیال در duplex بیشتر است ، چون هر دو طرف پیستون ، سیال می کشد و می کند و می توان آن را درون گامی کرد . ③ حرکت پیستون بیشتر است و سیال کشی بیشتر . بنابراین Triplex بیشتر مورد توجه قرار می گیرد . دلایل دیگری نظیر گام در B (گام در B)

9/21/2013

## Reciprocating Triplex Pump

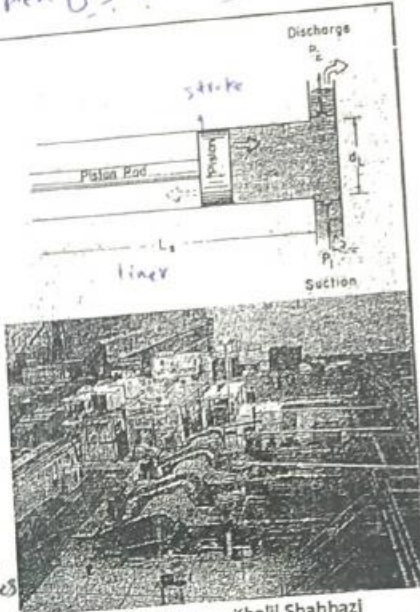
➤ For one cylinder

$$V_f = \frac{\pi}{4} d^2 L_s$$

➤ Triplex pump has three cylinders and assuming  $E_v$  as volumetric efficiency

➤ Pump displacement per cycle (pump factor)

$$V_{\text{triplex}} = \frac{3\pi}{4} d^2 L_s E_v \frac{\text{ft}^3}{\text{stroke}}$$



Drilling Engineering-I

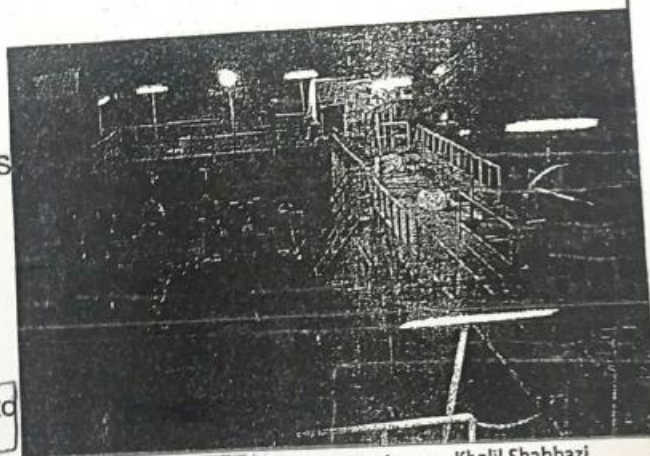
Ahwas Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

نام دیگری که به triplex می دهند.

## Mud Pumps

Industry prefers to use triplex pumps because triplex pumps



Drilling Engineering-I

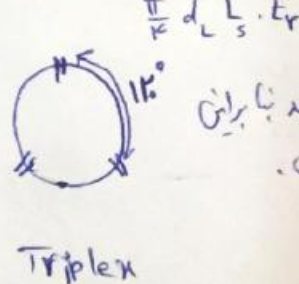
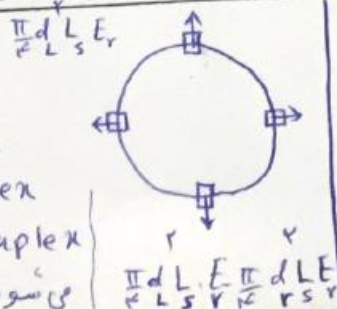
Ahwas Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

- are lighter
- are more compact
- have less pulsation
- are cheaper to operate

چیزی که برای duplex ها ، ۹۰° است .

پس در duplex ها بیشتر از Triplex ها است چون خودی duplex ها یکسان نیست و کم و زیاد می شود .



\* خودی ها برابرند بنابراین پالس کمتر است .

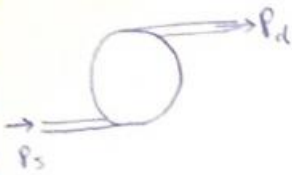
82



این دو عامل اصلی در تعیین cycle stroke گویند.

$$V_t = \frac{\pi}{4} d^2 L_s \cdot E_v \left( \frac{ft}{cycle} \right)$$

9/21/2013



## Pump Flow Rate

- > **Cycle or stroke:** one complete pump revolution
- > Flow rate: Knowing V (pump factor) and N (number of cycles per unit time, e.g. strokes per minute (SPM))

واحد می باشند

$$q = VN$$

$$\frac{L \text{ stroke}}{\text{min}} \times \frac{ft}{\text{stroke}} = \frac{ft}{\text{min}}$$

- > Pumps are generally rated according to their

- Hydraulic power ← توان هیدرولیکی
- Maximum pressure ← حداکثر فشار
- Maximum flow rate ← حداکثر دبی

پارامترهایی که براساس آن ساخته می شود:

- > Hydraulic power output of the pump (in horse power):  
Knowing P in psi and q in gal/min or gpm

$$P_H = \frac{\Delta P q}{1714}$$

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Importance of Pump Flow Rate

Flow rate is used in calculating the following parameters

- > Hydraulic horse power
- > Geological identification of layers (the time required cuttings to reach the shale shaker (Lag Time) are calculated from

$$t = \frac{V_{annulus}}{q}$$

وقت زمانی که طول می کشد تا کنده های حفاری به سطح زمین برسند را Lag time گویند.

- > Kick release ← آزاد کردن kick

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

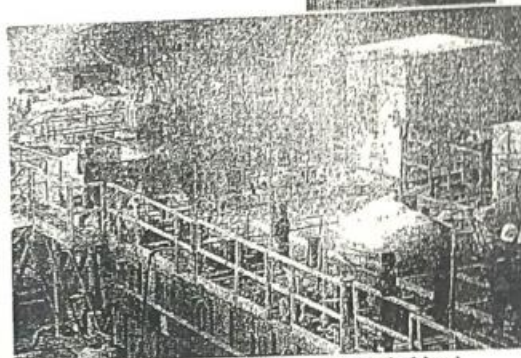
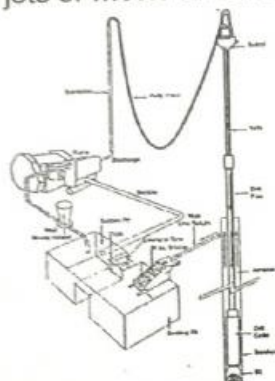
برای تعیین کردن جان و بیرون آوردن کنده های حفاری باید دبی را داشته باشیم.

راه دیگر برای محاسبه زمان رفت و برگشت گل، استفاده از باره ایست که به گل اضافه شود و هنگام برگشت گل، این ماده قابل مشاهده می باشد.



## Mud Mixing Equipment

- Dry mud additives: Hopper
- Liquid mud additives
  - Chemical tanks using mud jets or motor-driven agitators



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

### Exercise 1.15

- The mud logger places a sample of calcium carbide ( $\text{CaC}_2$ ) in the drillstring when a connection is made. The calcium carbide reacts with the mud to form acetylene ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) gas. The acetylene gas is detected by a gas detector at the shale shaker after pumping 4,500 strokes. The drillstring is composed of 9,500 ft of 5 in. 19.5 lbm/ft drillpipe and 500 ft of drill collars having an ID of 2.875 in. The pump is a double acting duplex pump with 6 in. liners, 2 in. rods, and 14 in. strokes and operates at a volumetric efficiency of 80%.
- a. estimate the number of pump cycles required to move the gas from the surface to the bit

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



در حفاری، صرف اول را Company man میزند به جز موقعی که به لایه های جدید (غیرقفسی) می رسند یا رسیدن به لایه های گازی می رسیم، که در آن مواقع، زمین شناس صرف اول را میزند (Company man) زمین شناس هر دو نمایندگی ملی حفاری اند. 9/21/2013

### Exercise 1.15

- a. estimate the number of pump cycles required to move the gas from the surface to the bit
- From table 1.15, ID=4.276 in

$$V_{inside} = 9500 \left( \frac{\pi \left( \frac{4.276}{12} \right)^2}{4} \right) + 500 \left( \frac{\pi \left( \frac{2.875}{12} \right)^2}{4} \right) = 969.43 \text{ ft}^3$$

$$V_{duplex} = \frac{\pi}{2} L_s (2d_L^2 - d_r^2) E_v = \frac{\pi}{2} (14) (2(6)^2 - 2^2) 0.8 \left( \frac{1 \text{ ft}^3}{12^3 \text{ in}^3} \right) = 0.6919 \text{ ft}^3$$

$$\text{Strokes} = \frac{V_{inside} (\text{ft}^3)}{V_{duplex} (\text{ft}^3 / \text{strokes})} = \frac{969.43}{0.6919} = 1400$$

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

### Exercise 1.15

- b. estimate the number of pump cycles required to move the gas from the bit to the shale shaker

$$\text{Strokes} = 4,500 - 1,400 = 3,100$$

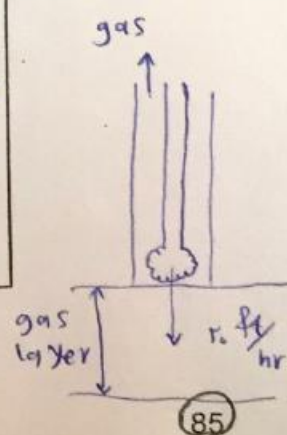
- c. If the penetration rate of the bit is 20 ft/hr and the pump speed is 60 cycles/min. How many feet are drilled by the bit before formation gas expelled from the rock destroyed by the bit travels from the bit to the surface

مدت زمانی که کندی حفاری از چاه به سطح زمین می رسد

$$\text{Time} = \frac{3,100 \text{ cycles}}{60 \text{ cycles/min}} = 51.667 \text{ min.} = 0.861 \text{ hr (lag time)}$$

$$\text{Feet drilled} = 20 \frac{\text{ft}}{\text{hr}} \cdot 0.861 \text{ hr} = 17.2 \text{ ft}$$

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



سؤال قسمت c: در مدت زمانی که ماسه به گاز رسیده است، چه مقدار حفاری شده است؟ (از زمانی که به لایه های گازی رسیده است تا زمانی که ماسه به لایه های گازی رسیده است، چه مقدار حفاری شده است؟)



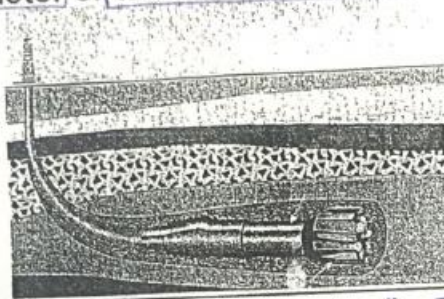
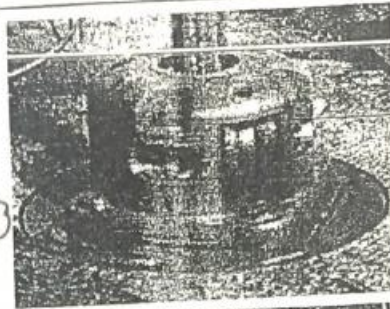
## Rotary Systems

All the drillstring rotates

- Rotary table
- Top drive or power swivel

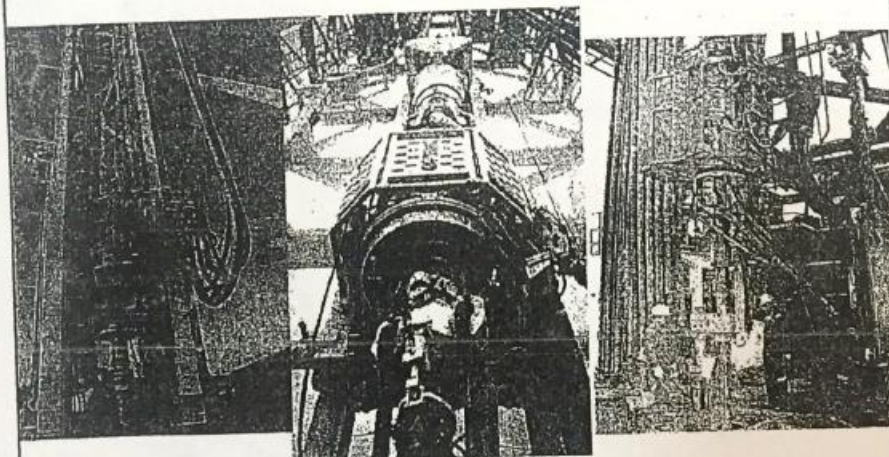
The drillstring does not rotate

- Downhole motor, mud motor or turbine motor



rotary table را در Swivel قرار دادیم ، Swivel در این حالت توان چرخاندن را دارد.

## Topdrive



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

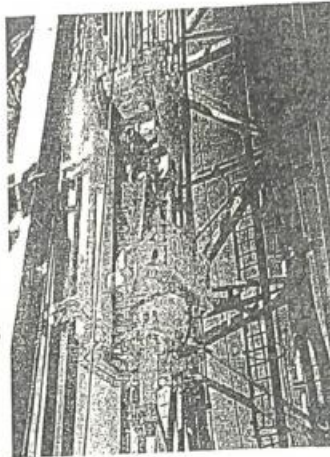
Khalil Shahbazi



## Topdrive

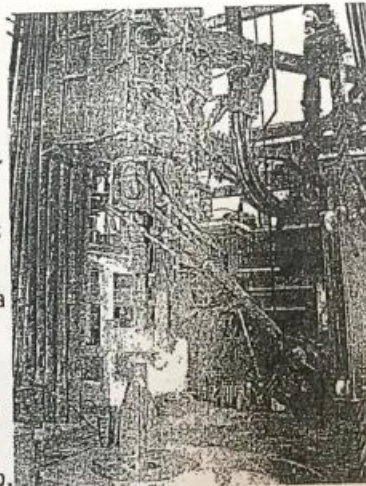
(سیستم تپی)

- ① ➤ Most offshore drilling rigs now have top drive systems installed in the derrick
- ② ➤ A top drive system consists of a power swivel, driven by a 1000 hp dc electric motor.
- ③ ➤ This power swivel is connected to the travelling block and both components run along a vertical guide track which extends from below the crown block to within 3 metres of the rig floor.
- ④ ➤ The electric motor delivers over 25000 ft-lbs torque and can operate at 300 rpm.
- ⑤ ➤ The power swivel is remotely controlled from the driller's console, and can be set back if necessary to allow conventional rotary table operations to be carried out.



## Topdrive (Cont'd)

- ④ ➤ A pipe handling unit which consists of a 500 ton elevator system and a torque wrench is suspended below the power swivel. These are used to break out connections.
- ⑤ ➤ A hydraulically actuated valve below the power swivel is used as a kelly cock.
- ⑥ ➤ A top drive system replaces the functions of the rotary table and allows the drillstring to be rotated from the top, using the power swivel instead of a kelly and rotary table
- ⑦ ➤ The power swivel replaces the conventional rotary system, although a conventional rotary table would generally, also be available as a back up.



سیستم power swivel جایگزین سیستم rotary table است. اگر rotary table می تواند به عنوان back up در دسترس باشد



میت ۱۷ A

① در بسیاری از دکل های حفاری امروزی سیستم top drive را در derrick

نصب می کنند.

② سیستم top drive توسط موتور الکتریکی DC که ۱۰۰۰ hp

قدرت دارد به حرکت در می آید.

③ این سیستم به travelling block وصل هست و هر دو آن ها

روی ~~پولیک~~ یک ریل عمودی (که در طول derrick قرار دارد) بالا و

پایین می آیند و این سیستم از زیر crown block تا ۳ متر بالای

rig floor جابجایی شود.

④ موتور الکتریکی حدود ۲۵,۰۰۰ ft.lb Torque را می فرستد تا

۳۰۰ rpm چرخش به محل در آید.

⑤ این سیستم از اتاق حفاره کنترل می شود. باید بدانیم، هر جا سیستم

Top drive وجود دارد، سیستم Kelly & Rotary table هم به عنوان

back up وجود دارد.

⑥ یک elevator که در زیر top drive قرار دارد ~~به~~ ~~در~~

و با اعمال شکر مناسب، Connection بین لوله ها را break می کند.

⑦ یک Valve هیدرولیکی در زیر Top drive قرار می گیرد که

Kelly Cock نام دارد. ( برای جلوگیری از برگشت سیال به داخل رشته حفاری )

⑧ سیستم Top drive، جایگزین سیستم Rotary table است

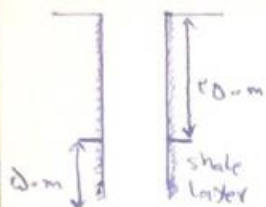
و رشته حفاری را از بالا می چرخاند. این کار را با استفاده از

power swivel به جای Kelly و Rotary table انجام می دهند.

⑨ در ~~م~~ خود خورده است.

✓✓

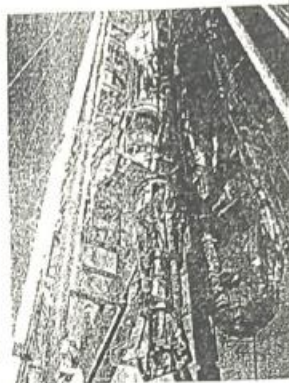




در صورتی که به لایه shale رسیدیم ، به هر فردی که در کمترین زمان این لایه را حفاری کنیم ، زیرا این لایه فاسدیت مشهور شدن دارد که ممکن است برای ما مشکل ساز شود . 9/21/2013  
 Top drive بجای Kelly استفاده می کنیم.

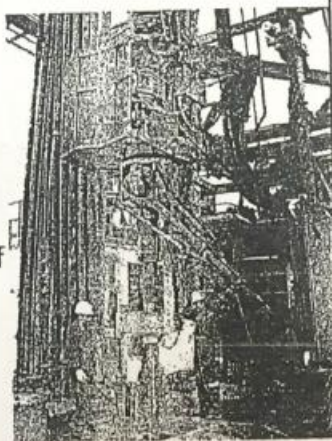
## Advantages of Topdrive

- ✓ ① It enables complete 90' (ft) stands of pipe to be added to the string rather than the conventional 30' singles. This saves rig time since 2 out of every 3 connections are eliminated. It also makes coring operations more efficient
- ✓ ② When tripping out of the hole, the power swivel can be easily stabbed into the string to allow circulation and string rotation to prevent stuck pipe, if necessary
- ✓ ③ When tripping into the hole, the power swivel can be connected to allow any bridges to be drilled out without having to pick up the kelly



## Procedure for adding a stand in topdrive

- ✓ ① Suspend the drillstring from slips, as in the conventional system, and stop circulation
- ✓ ② Break out the connection at the bottom of the power sub
- ✓ ③ Unlatch the elevators and raise the block to the top of the derrick
- ✓ ④ Catch the next stand in the elevators, and stab the power sub into the top of the stand
- ✓ ⑤ Make up the top and bottom connections of the stand
- ✓ ⑥ Pick up the string, pull slips, start pumps and drill ahead



Stand ها را از قبل بر روی rig floor به هم وصل می کنیم (هر ۳ واحد را به هم وصل می کنیم تا یک stand ایجاد گردد) . یعنی ابتدا به صورت یک یک روی rig floor آورده می شوند پس به صورت Stand در می آیند و قطب های عمیق می گردند . گاهی mouse hole را از زمان ابتدا ۲۷ متری می سازند تا Stand ها را در آن جای دهند.



هفت ۸

- ① به جای اضافه کردن کین لوله در هنگام حفاری کردن می توان ۳ لوله را با هم به رشتی حفاری اضافه کرد. پنا پدایش در وقت صرفه جویی می شود. همچنین عملیات Core گیری را با بازدهی بیشتری انجام می دهد.
- ② هنگامی که می خواهیم عملیات Trip out را انجام دهیم ممکن است رشتی حفاری در داخل چاه گیر کند که در این حالت باید زور بیشتری اعمال کنیم. بنابراین دو عامل: چرخیدن رشتی حفاری و گردش کلی از عوامل مهم برای رهایی از گرفتار شدن لوله در هنگام Trip out است.
- ③ در هنگام Trip in هم مانند Trip out دو عامل سرعت چرخش و گردش کلی انجام می گیرد (برای جلوگیری از گیر افتادن رشتی حفاری) بدون اینکه مجبور شویم از Kelly استفا ده کنیم.

هفت ۹

- ① وزن در قسمت بالای دکل افزایش می یابد بنابراین هرگز چرخ دکل در قسمت های بالای دکل قرار می گیرد که این کار به چپ شدن دکل منجر می کند (براشد و زش بارهای شدید)
- ② لاین های کنترل ~~هیدروکلی~~ و الکتریکی در طول دکل، بالا و پایین روند این عمل ممکن است برای این لاین ها مشکل ایجاد کرده و باعث فرسودگی لاین ها شود.

✓

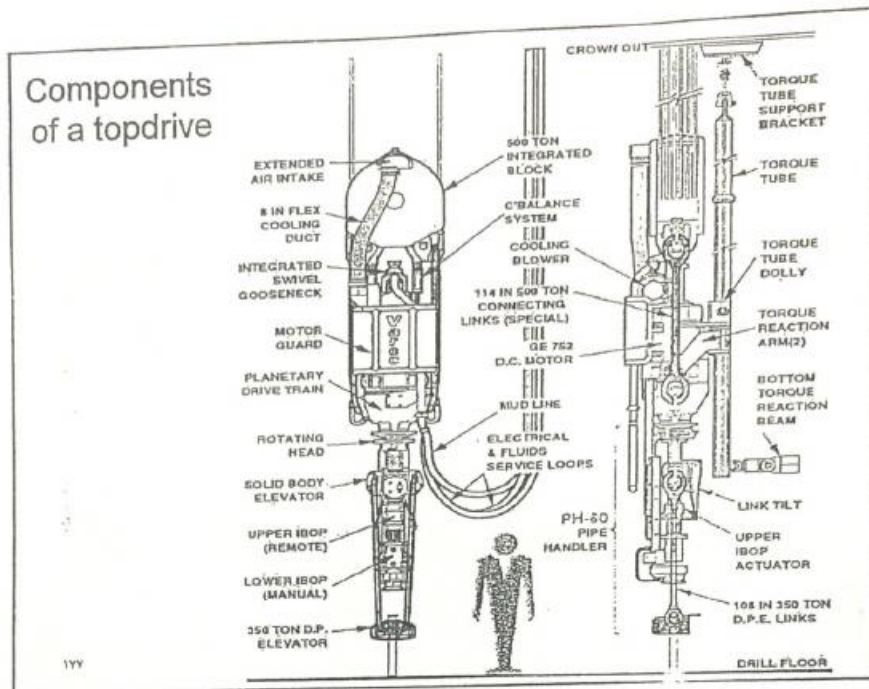


Drilling time {  
 (1) productive time (P.T)  
 (2) non productive time (NPT)

مدت زمانی که مشغول چرخش

مدت زمانی که مشغول نیست چرخش  
 9/21/2013  
 (تولید در چاه نمیشود)

به مثلاً زمان logging در چاه



## Comparison of rotary table with topdrive

### Rotary table

1. Rotary mechanism is fixed (it does not travel up and down)
2. Kelly is needed. So, when adding joints, only one pipe can be added
3. In tripping, kelly is in the rat hole. So, there is no rotation and circulation and we have stuck pipe. We can connect the kelly to the string, but it takes time and numerous efforts

### Topdrive

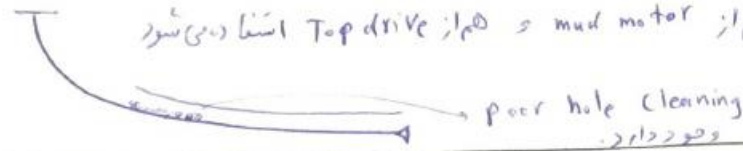
1. Rotary mechanism is free to travel up and down
2. Kelly is not needed. So, when adding joints, three pipes can be added. This causes the number of connections to be reduced and non productive time (NPT) to be reduced.
3. Since it can turn the drillstring during trips, we have less stuck pipe
4. Turns the drillstring by one or more motors (electric or hydraulic)
5. Drills more difficult extended-reach wellbores

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

طراحی های افقی توسط سیستم های Top drive انجام می گیرند.

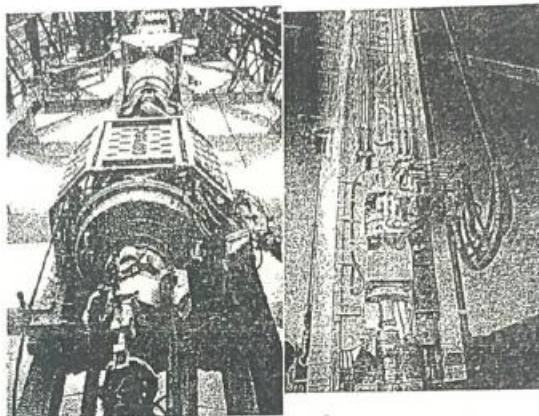


در هنگام حفاری جهت دار، سه توسط mud motor می چرخد و ریشی حفاری ثابت است  
و فقط سرپی خورد. در این نوع حفاری توسط mud motor نگه داری سوچو رانی است که کند های  
9/21/2013 حفاری تجمع کنند (هم از mud motor و هم از Top drive استفاده می شود)



## The disadvantages of a top drive

- ④ > The weight in the topside of the rig is increased. This may lead to overturning of the rig
- ⑤ > Electric and hydraulic control lines must go up and down inside the derrick.



چرا جریان AC را به DC تبدیل می کنند؟ چون موتورهای AC دور مستطی دارند ولی موتورهای DC دورهای متغیری دارند. بنابراین کارهای حفاری با موتورهای DC راه می افتد (از آن جایی که  $P = T \cdot \omega$ ، تعداد دور، رومی  $P$  مؤثر است)

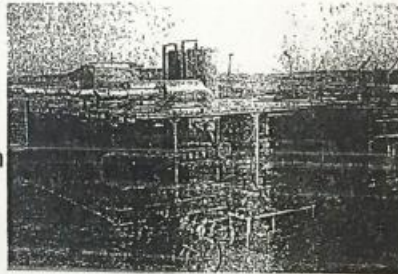
## Rig Power System

> Modern rigs are powered by diesel engines

① Diesel-electric type

Electricity (alternating current (AC)) is produced by diesel engines and by Silicon Controlled Rectifier (SCR), the AC is converted to direct current (DC)

Since in drilling the speed of rotation and torque are not fixed (they vary depending on formation), direct current is needed because dc motors give a wide range of speed-torque combination



دور شدن حفاری وابسته به  $\omega$  است، بنابراین سه های مختلف تعداد دورهای مختلف دارند پس باید از موتورهای با جریان DC استفاده کنیم تا دورهای مختلفی را بتوانیم برای چرخاندن سه های مختلف استفاده کنیم

⑨ برق (جریان AC) توسط موتورهای دیزلی تولید می شود و بوسیله SCR به جریان DC (جریان مستقیم) تبدیل می کنیم. به خاطر اینکه در حفاری، سرعت چرخش و Torque ثابت نیستند (بستگی به جنس formation دارد) به جریان مستقیم نیاز داریم زیرا موتورهای dc range، گسترده ان از سرعت و Torque را دارند



مرحله ۸ A

۱) به جای اضافه کردن لوله در هنگام حفاری کردن می توان ۳ لوله را با هم به رشتی حفاری اضافه کرد، پتا پزاین در وقت صرفه جویی می شود.

همچنین عملیات Core گیری را با بازدهی بیشتری انجام می دهد.

۲) هنگامی که می خواهیم عملیات Trip out را انجام دهیم ممکن است رشتی

حفاری در داخل چاه گیر کند که در این حالت باید ~~زور~~ بیشتری اعمال کنیم.

بنابراین دو عامل: چرخیدن رشتی حفاری و گردش گل از عوامل مهم برای رهایی از گرفتار شدن لوله در هنگام Trip out است.

۳) در هنگام Trip in هم مانند Trip out دو عامل سرعت

چرخش و گردش گل انجام می گیرد (برای جلوگیری از گیر افتادن رشتی حفاری) بدون اینکه مجبور شویم از Kelly استفاده کنیم.

مرحله ۹ A

۱) وزن در قسمت بالای دکل افزایش یابد بنابراین مرکز جرم دکل در قسمت های بالای دکل قرار می گیرد و در این باره به چپ شدن دکل کمک می کند (برای ضد وزش بارهای شدید)

۲) لاین های کنترل ~~هیدروکلی~~ و الکتریکی در طول دکل، بالای یا بین ی روند این عمل ممکن است برای این لاین ها مشکل ایجاد کرده و باعث فرسودگی لاین ها شود.

✓



## Rig Power System (Cont'd)

### ➤ 2. Direct-drive type

- Power is directly transmitted to rotary table, pumps, etc. by using gears, chains, belts, and clutches

### ➤ Comparison between two systems

- Advantages of direct-drive type

Lower initial cost

Greater performance by using hydraulic (oil) drives

- Advantages of diesel-electric type

Simple control system

Flexible control system

Minimum shock and vibration problems

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

مشکلات لرزشی و شوک، در آن، حداقل است

## Well Control System

- It prevents the uncontrolled flow of formation fluids from the wellbore into the wellbore

- Kick:** If formation pressure is greater than the pressure of the drilling fluid, it causes the formation fluids (oil, gas, water) to enter the wellbore

- Kill:** To control a kick or to stop and prevent flow of formation fluids into the wellbore

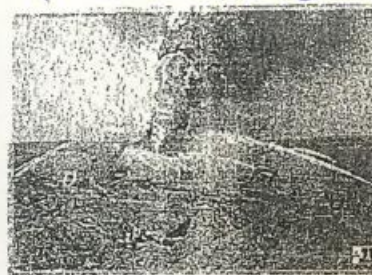
- Blowout:** Failure to control a kick

- Oil and gas flow on the rig floor
- Oil or gas may be ignited and lead to fire which may cause loss of lives and equipment, damage to the environment and the loss of oil or gas reserves

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



① اگر فشار سازند درونی از فشار سیال حفاری بیشتر باشد، باعث می شود که سیال درون سازند (فت آب گاز) به درون چاه بیاید

② برای کنترل kick

یا متوقف کردن یا

مانعت کردن از ورود

سیال درون سازند به درون چاه

اگر در کنترل کردن kick موفق نباشیم، پدیده Blow out اتفاق می افتد که در نتیجه نفت و گاز بر روی rig floor جریان می یابد و در صورت وجود جرقه، ممکن است که آتش سوزی اتفاق بیفتد و جان افراد در خطر شود



9/21/2013

- (a) دانسته می‌گردد، ناگهان، کم می‌شود  
(b) فشار سیال داخل formation، از چیزی که ما پیش بینی کرده ایم بیشتر است.

نکته ای مهمی: در صورت وجود fracture (شکستگی) در سازند ممکن است مقدار زیادی از کل درون چاه به داخل سازند نفوذ کند (mud loss) که در این صورت ارتفاع سیال درون چاه کم می‌شود و فشار ناشی از ارتفاع کل هم کم می‌شود (و فشار سازند به طور ناگهانی بر فشار تکمیلی می‌افتد)

هد سیال  
فشاری (کل)  
غلبه می‌کند  
kick و  
اتفاقی می‌افتد

## How Does a Kick Occur?

### 1. Underbalanced Kick

- Mud density is suddenly lightened
- A formation that has a higher pressure than predicted has been encountered.

### 2. Induced Kick

- Dynamic and transient fluid pressure effects, usually due to motion of the drillstring or casing, effectively lower the pressure in the wellbore below that of the formation

تأثیرات فشار هیدرواستاتیکی سیال حفاری (کل) به ظاهر حرکت رشته حفاری یا casing که باعث می‌شود فشار در داخل formation از فشار کل حفاری، بیشتر شود

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

یک فشار خطی که در قسمت پایین رشته حفاری (مته) بر وجود می‌آید (هنگام بالا کشیدن رشته حفاری) و در صورتی که سرعت بالا کشیدن رشته حفاری بیشتر باشد، احتمال اتفاقی افتادن kick هم بیشتر است

## Induced Kick

### Tipping out

- A vacuum pressure is created at the bottom which is called swab pressure
  - ✓ The faster the pipe removal, the higher the chance to have a kick
- drilling fluid level drops causing the pressure of drilling fluid on formation to decrease
  - ✓ makeup mud is added by a centrifugal pump
  - ✓ Trip tank: to monitor hole fill up volume

تکمیلی، در کنار تانک گلی که level آن، همواره اندازه گیری می‌شود

در هنگام بیرون کشیدن رشته حفاری از داخل چاه، سطح کل درون چاه پایین می‌آید بنابراین فشار کل بر روی سازند کاهش می‌یابد. چاه برای این کار با استفاده از پمپ سانتریفیوژ، به درون چاه سیال می‌پاشد. Trip tank از استفاده از درون چاه را مدام چک کنیم.



هنگامی که رشته حفاری را به درون چاه می فرستیم ، در پرتاب زیر پشته ، یک فشار افغانی بوجود می آید که به آن surge می گویند . هر چه سرعت حرکت رشته حفاری بیشتر باشد ، این فشار هم افزایش می یابد .

9/21/2013

این فشار افغانی باعث می شود که فشار بیشتری (علاوه بر شونگی) به سازند وارد شود و باعث شکستگی (fracture) در سازند شود . و در نتیجه مقدار زیادی از سیال به داخل سازند فرار کند (mud loss) و سطح سیال حفاری (ستون سیال) کاهش می یابد و در نتیجه این کار ما ممکن است که kick داشته باشیم .

## Induced Kick (Cont'd)

### ✓ A. When tripping in

- An extra pressure is created below the bit which is called surge pressure
- The higher the pipe movement, the higher the surge pressure
- Surge pressure causes the drilling fluid pressure exceed the fracture pressure of the formation and the formation to be fractured
- In a fractured formation, we have lost circulation (drilling fluid to enter into the formation) which leads to decreasing drilling fluid level and finally kick

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Well Control Systems Functions

- 1 Detect the kick
- 2 Close the well at the surface with pipe in or out
- 3 Circulate the well under pressure
- 4 Provide remote locations to actuate system under emergency situations
- 5 Accommodate maximum expected pressures
- 6 Move the drillstring under pressure (strip in or out)
- 7 Divert the flow away from rig personnel

که چون ممکن است ، سیال  $H_2S$  همراه خود داشته باشد باید آن را به دور دست ببریم و رها کنیم .

بستن چاه (چه دور  
درون چاه باشد چه  
بیرون چاه)

حرکت رشته حفاری  
به طرف بالا یا پایین  
در فشار ایجاد شده  
تحت

باید سیال را از چاه  
بیرون کنیم  
این را ایمنی و قابلیت کنیم  
که چون سیستم  
را بسته ایم و فشار  
بالاست ، ادوات  
حفاری باید بتوانند  
این فشار را تحمل  
کنند .



از کجا نفهمیم که kick اتفاق افتاده است؟

① افزایش ناگهانی سطح گل در داخل تانک گل (pit)

9/21/2013

② جریان داشتن گل به بیرون از چاه در حالی که پمپها کار نمیکنند.  
 ③ کاهش فشار پمپاز گل ④ هشدار وسایل سطحی که روی مخازن گل نصب شده اند. ⑤ افزایش دمای گل خروجی ⑥ افزایش ناگهانی سرعت حفاری

⑦ سقوط مته یا

کاهش ناگهانی

وزن روی مته (WOB)

## ✓ 1. Detect the kick

- ✓ Mechanical devices such as pit level indicators or mud flowmeters which trigger off alarms to alert the rig crew that an influx has taken place are placed on all rigs
- ✓ There are many signs that a driller will become aware of when a kick has taken place. The first sign that an kick has taken place could be a sudden increase in the level of mud in the pits.
- ✓ Another sign may be mud flowing out of the well even when the pumps are shut down (i.e. without circulating)
- ✓ Regular pit drills are carried out to ensure that the driller and the rig crew can react quickly in the event of a kick.

احتمال بالا آمدن نفت از درون رشته حفاری کم است

## 2. Close the well at the surface

■ The fluid can reach the surface from either :

① Inside the drillstring: There are two valves inside the drillstring that do not let the fluid to flow to the surface. They are

- ✓ The valve above the bit (a non-return check valve)
- ✓ Kelly valve or kelly cock (inside BOP)

② In the annulus: The most difficult section that needs special attention. So, BOP stack is required which is a series of "rams" that can be hydraulically closed around pipe or on the open hole to prevent fluids from flowing up the annulus

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

در صورتی که نفت از درون Annulus بالا بیاید با استفاده از BOP stack

که از یک سری ram تشکیل شده است (به صورت هیدرولیکی عمل می کنند)

در لوله را می بندند و یا اگر رشته حفاری داخل چاه نباشد

چاه را مسدود می کنند تا از ورود سیال سازنده به روی سطح جلوگیری کنند.

(94)

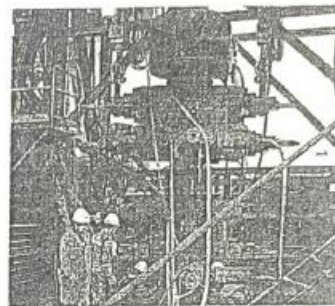


در دکاهای فنی، BOP دقیقاً زیر rig floor قرار می‌گیرد.  
 اما در دکاهای دریایی، BOP در کف دریا قرار می‌گیرد.

9/21/2013

## 2. Close the well at the surface (Cont'd)

- On land rigs or fixed platforms, the BOP stack is located directly beneath the rig floor



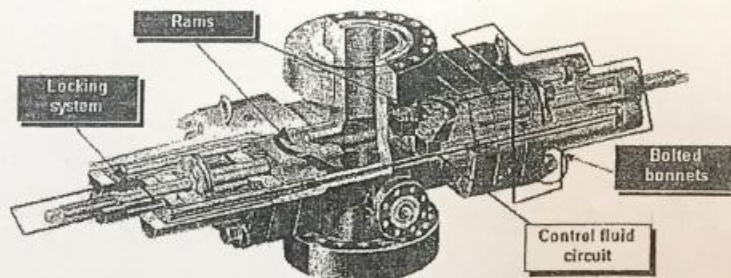
- On offshore rigs, the BOP stack is installed on the sea bed.
- In either case, the valves are hydraulically operated from the rig floor.

108

## Blowout Preventers (BOP)

- 1. Ram preventers: two opposing elements that close the well by moving to each other:

- Pipe rams: they match the outside diameter of pipes
- Blind rams: they are closed when no pipe in the hole
- Shear rams: Blind rams that shear the drillstring when closed



110



هم قطر با لوله بین در هفتی خور فضای خالی دارد و منظور محکم گرفتن  
 لوله‌ی فضای و جلوگیری از جابجایی آن استفاده می‌شود. معمولاً در هر دکل فضای  
 مناسب با اندازه لوله‌های فضای از چند Pipe Ram استفاده می‌شود.  
 هر Pipe Ram برای یک اندازه‌ی محفومین لوله مناسب است و بر حسب اندازه‌ی لوله  
 باید Pipe Ram مربوط به آن را در دوران نیم قرار داد.

9/21/2013

### Blowout Preventers (BOP)

- 2. **Annular preventer** (bag-type preventer or Hydril (the name of the company)): a ring of synthetic rubber that contracts in the fluid passage
- Other names: **Cameron** and **Shaffer**

عیب! فقط لوله‌های با قطر خاصی را پوشش می‌دهد.

### Pipe Rams

- A sealing element with a half-circle hole on the edge (to mate with another horizontally opposed pipe ram) sized to fit around drillpipe
- Most pipe rams fit only one size or a small range of drillpipe sizes
- They do not close properly around **drillpipe tool joints** or **drill collars**
- A new style is the variable bore ram, which is designed to properly seal on a wider range of pipe sizes

عیب گفته شده را تقریباً برطرف کرده و قطر Pipe Ram های بافتی شده

جدید کسی قابل تغییر و چند لوله با قطرهای مختلف را پوشش می‌دهد.



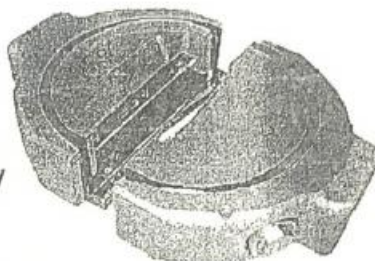
هنگامی که لوله ها را از چاه بیرون می کشند آن را می ببندند تا از وسایل روی دکل چیزی به درون چاه نیفتد ، و هنگامی هم که لوله ها در درون چاه باشند لوله ها را می جالدهی کند و می تواند جلوی مسیر جریان را بگیرد .

Blind Ram

9/21/2013

## Blind Rams

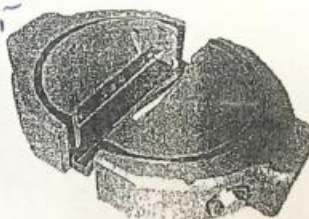
- ✓ > They are closed when no pipe in the hole
- ✓ > If they are closed with drillstring in the hole, they will flatten drillpipe but will not stop the flow from the well



Shear : به هنگام بسته شدن بالبه های تیغی خود لوله های حفاری را می برد و به داخل چاه می اندازد ، از Shear ram زمانی که سایر وسایل فولان گیر عمل نکنند به عنوان آخرین راه استفاده می کنند .

## Shear Rams

- ✓ > They are closed when all pipe rams and annular preventers fail (last resort) آخرین چاره
- ✓ > They may drop the drillstring in the hole
- ✓ > A set of pipe, or hang off rams must be placed below the shear rams to prevent the string from falling



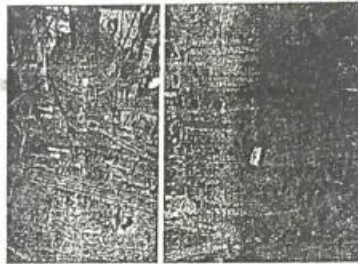
ضیقین hang off rams باید در زیر Shear ram قرار دهند تا از افتادن رشته حفاری به درون چاه جلوگیری شود .



## Annular (Hydril) Blowout Preventer

➤ The sealing element resembles a large rubber doughnut that is mechanically squeezed inward to seal on either pipe (drill collars, drill pipe, casing, or tubing) or the openhole

مانند شیرینی بزرگ و منبسط شده



➤ It does not prevent flow upward if it is close on kelly, tool joints, and spiral drill collars



➤ Advantage of annular type over ram type: to seal on a variety of pipe sizes

چلاندن و منبسط کردن

بزرگتری Annular به Ram

به برای سایزهای مختلف و انواع گوناگون

## Annular (Hydril) BOP (Cont'd)

➤ Most BOP stacks contain

- at least one annular BOP at the top of the BOP stack
- one or more ram-type preventers below

➤ Even though Annular (Hydril) BOP seen not as reliable in sealing over the openhole as around tubulars, the elastomeric sealing doughnut is required by API specifications to seal adequately over the openhole as part of its certification process



annular های که در تاییدیه API هستند مطمئناً عملکرد درستی دارند



عالمی کتعداد و نوع Bop ها مشخص می کند، فشار است.

۲۵۰

## BOP Stack Combinations

حفظ شود

### ➤ Classification based on International Association of Drilling Contractors (IADC)

Duty	working pressure (psi)	stack
Light	2000	2 rams or 1 annular
Low pressure	3000	2 rams and 1 annular
Medium pressure	5000	2 rams and 1 annular
High pressure	10000	3 rams and 1x5000 psi annular
Very high pressure	15000	3 rams and 1x10000 psi annular

تفاوت این دو در فشار است که ram ها باید تحمل کنند

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

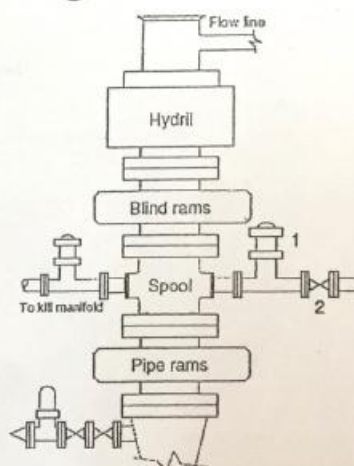
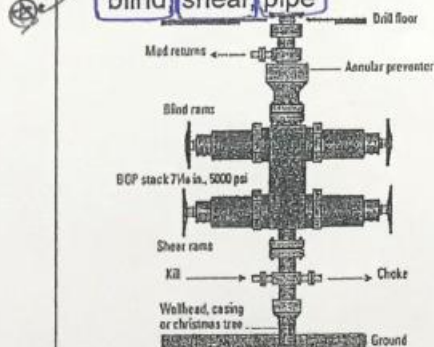
Khalil Shahbazi

## BOP Stack Configuration

Hydril  
بالا قرار می گیرد

➤ From top to bottom: Annular, shear, pipe, blind, pipe

➤ From top to bottom: Annular, blind, shear, pipe



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

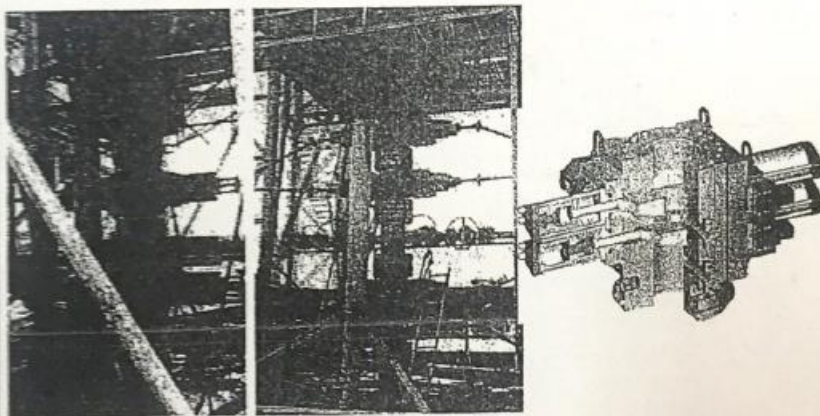
Khalil Shahbazi



### An Example of BOP Stack

- ✓ ➤ A pipe ram to close on 5-in. diameter drillpipe
- ✓ ➤ Another pipe ram for 4 1/2-in. drillpipe
- ✓ ➤ A blind ram to close on the openhole
- ✓ ➤ A shear ram that can cut and hang-off the drillpipe as a last resort آخرین چاره
- ✓ ➤ An annular preventer or two on the top of the stack

### BOP Stack





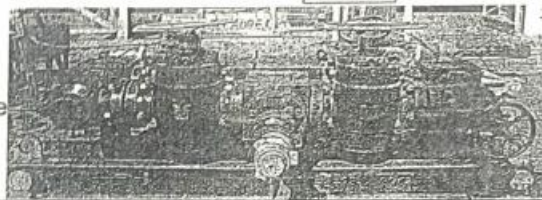
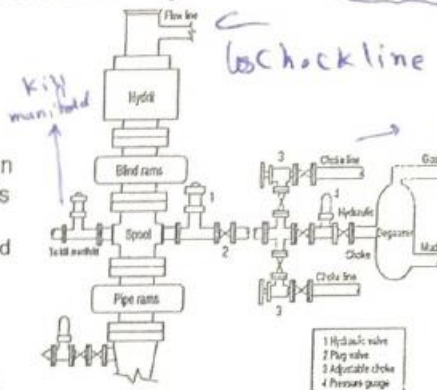
### 3. Circulate the well under pressure (kick release)

- To remove the formation fluids now trapped in the annulus, a high pressure circulating system is used
- Flow is circulated based on one of the following methods

- Driller's method
- Weight and wait method
- Volumetric method
- Bullheading method

➤ A choke manifold with an adjustable choke is used to control flow rates during the circulation.

➤ Heavier mud must be pumped down the drillpipe to control the formation pressure and the fluids in the annulus circulated to surface.



پمپاوری manifold و choke line  
در آن دی دی دفری  
و سا را تنظیم می کنیم

کار روشی برای  
خارج کردن kick  
قابل تنظیم

### 3. Circulate the well under pressure (kick release)

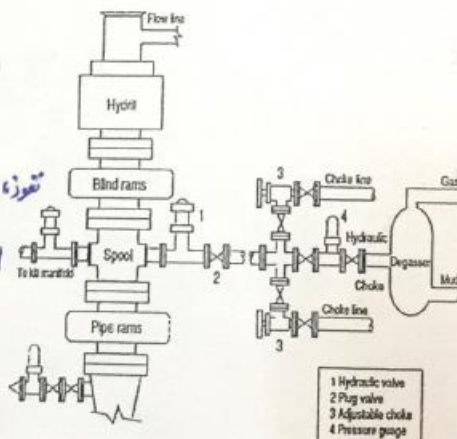
Case I: The drillstring is inside the hole

- Heavy mud is circulated slowly from the inside of the drillstring
- As the kick starts moving up the hole, the choke opening is restricted to hold enough back pressure on the formation to prevent any further influx

➤ The fluids are circulated out via the choke line, through the choke manifold, out to a gas/mud separator and a flare stack.

➤ Once the heavier mud has reached surface the well should be dead.

➤ The BOPs are opened and drilling is resumed





هشتمین

Case I: رسته‌ی حفاری در داخل چاه باشد:

- ① گلی حفاری از داخل رسته‌ی حفاری به آرامی به جریان درمی‌آید
- ② همان طور که kick به سمت بالای چاه حرکت می‌کند،
- choke (که در سرچاه قرار دارد) بیرون آمدن گلی از درون چاه را محدود می‌کند بنابراین باعث افزایش فشار در داخل چاه می‌شود و فشار بیشتری به سازند وارد می‌کند تا از نفوذ سیال هیدروکربوری به داخل چاه جلوگیری به عمل آید
- ③ سیال درون چاه با استفاده از choke line، از طریق choke manifold به بیرون می‌رود و گاز و نفت (سیال) به ست flare stack & separator هدایت می‌شود
- ④ هنگامی که گلی سنگین به سطح (سید) چاه باید گشته شده باشد
- ⑤ BOP ها را باز می‌کنیم و حفاری را ادامه می‌دهیم.



### 3. Circulate the well under pressure (kick release)

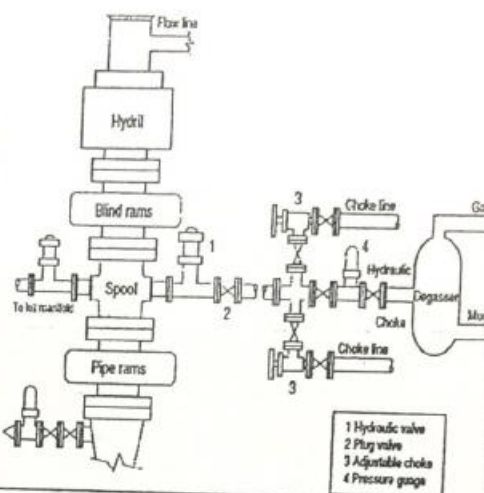
Case II: The openhole is closed or the shear ram has cut the string (no connection with the pumps):

➤ The heavier mud cannot be pumped from the kelly and inside of the drillstring.

➤ In this case, the heavier mud is pumped and injected from the kill manifold and kick is circulated out from choke manifold.

➤ In order to perform the well control techniques exactly

- We need to have various drills (pit, BOP, ...)
- Personnel should have certificates such as IWCF (International Well Control Forum) which is valid for two years



### Well control system preview

#### WELL CONTROL SYSTEM:

- 1 RIG FLOOR MUD MANIFOLD
- 2 INSIDE BOP
- 3 BOP STACK
- 4 CHOKES & KILL LINES
- 5 CHOKES & KILL MANIFOLD
- 6 BOP ACCUMULATOR
- 7 BOP CONTROL MANIFOLD





## Rig Power System

- ✓ ➤ Main power consumption systems are
  - Hoisting system
  - Circulating system
- ✓ ➤ In topdrive, both systems may work simultaneously. But, in rotary drilling using kelly they are not used simultaneously
- ✓ ➤ So, topdrive needs more power than kelly system for the same job (one of the disadvantages of topdrive)

T.O.B

## Rig Overview

➤ A typical drilling or service rig comprises of:

- ✓ ▪ Hoisting system
- ✓ ▪ Fluid circulation and storage systems
- ✓ ▪ Rotary system
- ✓ ▪ Power supply
- ✓ ▪ Well control system
- ✓ ▪ Well monitoring system

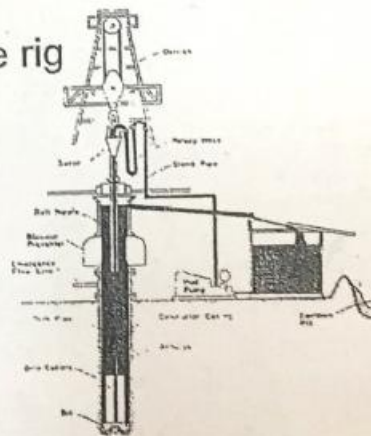


Fig. 1.4—The rotary drilling process.

Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Well Monitoring System

✓ We require to monitor the well constantly :

✓ To detect problems

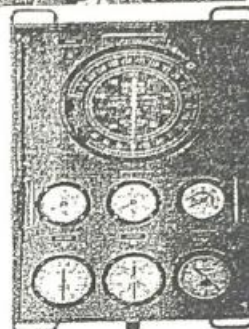
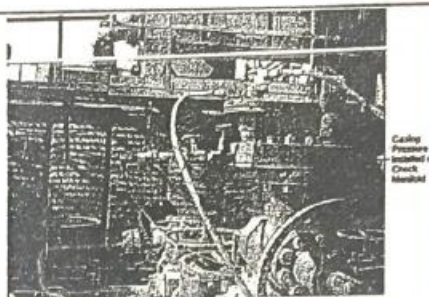
✓ For safety

✓ For efficiency considerations

✓ We need to have two types of instruments

✓ Sensors installed in the proper place to measure the property

✓ Gauges to show them



Drilling Engineering-I

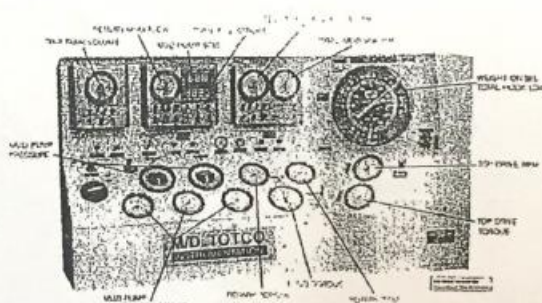
Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi



## Parameters That Are Monitored

- Depth
- Rate of Penetration (ROP)
- Hook load
- Rotary speed
- Rotary torque
- Pump flow rate
- Mud density
- Mud viscosity
- Mud pH
- Mud temperature
- Mud salinity
- Gas content of mud
- Hazardous gases (as  $H_2S$ )
- Pit level
- Return mud flow rate



Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

(17) weight on bit (WOB)

(18) Stand pipe pressure

(19) pump stroke per minute (SPM)



## Parameters That Are Monitored

➤ In directional and horizontal drilling :

✓ ▪ Inclination angle: The angle relative to vertical direction (0 for vertical drilling and 90 for horizontal drilling) → زاویه نسبت به خط عمود بر سطح زمین

✓ ▪ Azimuth: The clockwise angle relative to north → زاویه نسبت به شمال (ساعت گرد)

➤ These angles can be measured by measurement while drilling (MWD) tools : مسافت شیبی ، اندازه گیری از دور

① ✓ ▪ 1. Mud pulse-telemetry techniques: a pressure pulse from downhole is sent by the liquid drilling fluid from the inside of drillstring in the opposite direction of flow and it is received at standpipe and interpreted as a measured parameter at surface. If the mud contains gases, some errors occurs in the parameters.

② ✓ ▪ 2. Electromagnetic techniques: An electromagnetic wave is sent through the formations and is received by a receiver at surface. This is used when the drilling fluid contains gases

Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Monitoring devices

✓ ➤ ① Driller's console: Some parameters such as speed, torque, and WOB are shown by gauges. All the rigs have these driller's console. No records from the previous amounts.



✓ ➤ ② Geolograph: Pens are used to record some parameters such as pump pressure and speed on a paper. It is located on the rig floor. All the rigs have geolograph.



Drilling Engineering-I Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

توسط خودکار بر روی کاغذ جغرافی پارامترها را ثبت می کند



۱۵۰

### ① Mud pulse - telemetry techniques:

یک پالس فشاری از ته چاه ، در خلاف جهت حرکت گل از درون رشته ی فشاری به سمت سطح زمین فرستاده می شود و در stand pipe ، این پالس فشاری دریافت می شود و تفسیر می شود . اگر گل داخل رشته دارای حباب گاز باشد ، در اندازه گیری ها ، خطای ایجاد می شود .

### ② Electromagnetic techniques

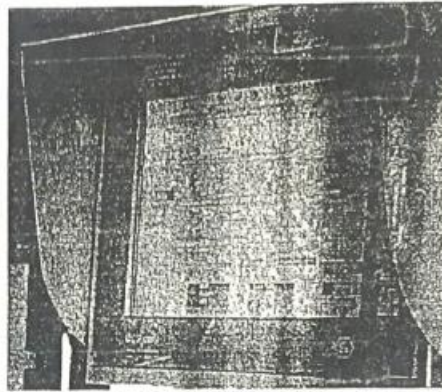
یک موج الکتریکی و مغناطیسی به درون سازند فرستاده می شود و توسط یک گیرنده در سطح زمین دریافت می شود . در این روش اگر گاز حضور داشته باشد ، باز هم به جواب می رسم ( یعنی در صورت وجود گاز ، مشکلی و یا خطایی در اندازه گیری بوجود نمی آید ) .



کتاب اطلاعات ازنگ حفاری

## Monitoring devices(Cont'd)

3. Mud logging: A centralized well monitoring system that is housed in a trailer and measures and records all the drilling parameters with a high resolution (in a fraction of seconds). This is an extra service and it is used in some rigs. The oil company should pay money, if it wants this service. So, this service is good for the locations that more information is needed from the formations (e.g., exploration and appraisal wells).

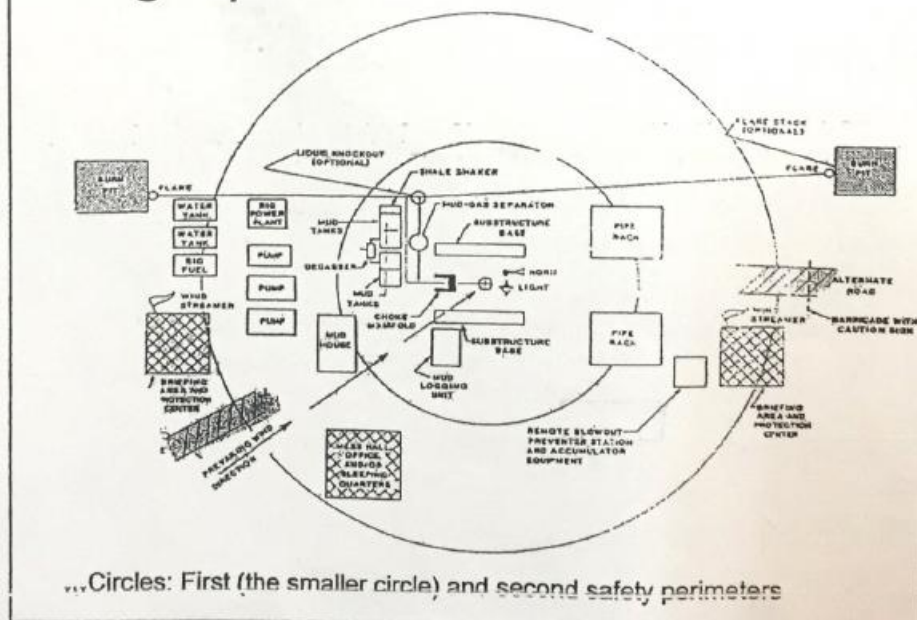


Drilling Engineering-I

Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Rig Layout





## Other components of the drillstring

✓ ➤ Heavy-weight drillpipe

✓ ➤ Jars

✓ ➤ Stabilizers

✓ ➤ Reamers

✓ ➤ Various subs

① ✓ Kelly sub

② ✓ Bit sub

③ ✓ Shock sub

④ ✓ Cross-over sub

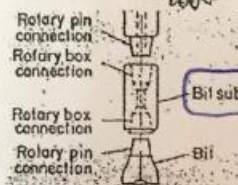
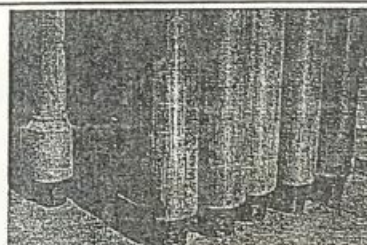
⑤ ✓ Swivel sub

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 1

sub ها joint های کوچکی هستند که

## Subs (substitutes)

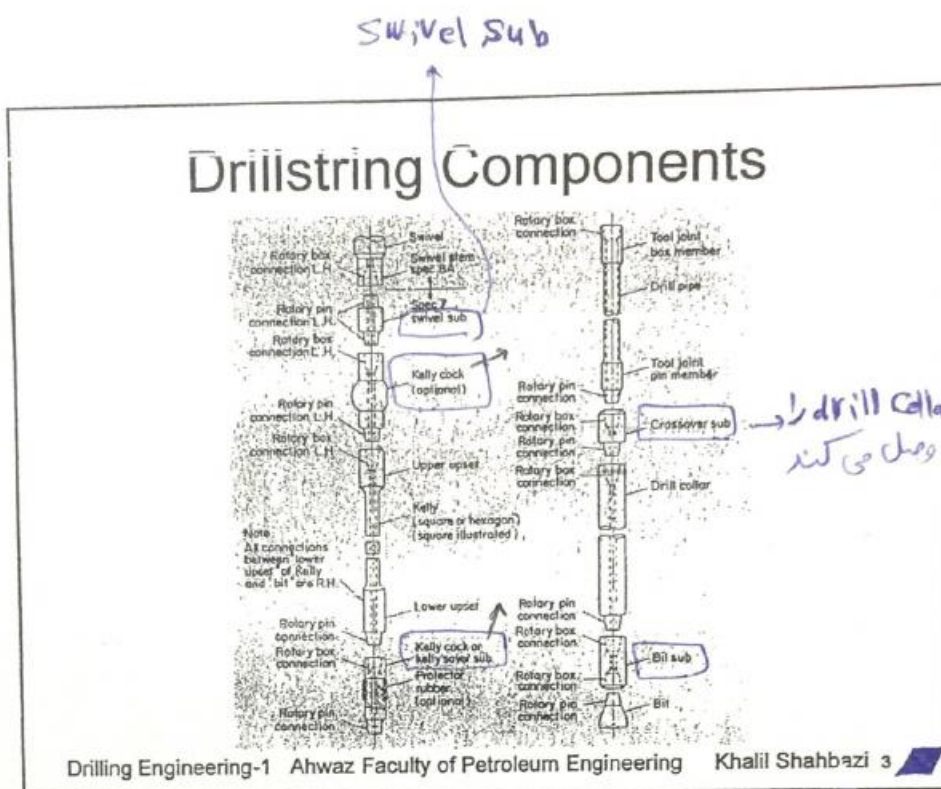
➤ Subs are short joints of pipe which act as crossovers (i.e. connect components which cannot otherwise be screwed together because of differences in thread type or size), e.g., bit sub



مقدار رابته drill collar  
و به ی کنند

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 2





## Drill Pipe Classification

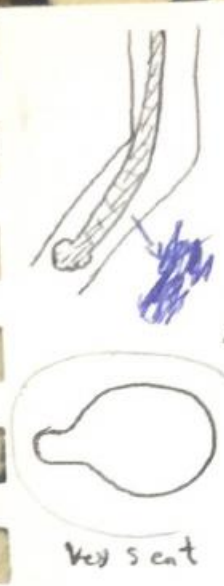
### ➤ Grades of drillpipes

- API steel grades for drill pipe

Steel grade	Min. yield [psi]	Max. yield [psi]	Min. tensile [psi]
E75	75,000	105,000	100,000
X95	95,000	125,000	105,000
G105	105,000	135,000	115,000
S135	135,000	165,000	145,000



وگا وگا : به یک تغییر ناگهانی در مسیر چاه گویند و پدیده ی مغزی است . هنگام حفاری اگر وگا وگا اتفاق بیفتد (مانند شکل) رشتی حفاری به سمت چپ می چسبد چون drill collar با دیدار در تماس است و بعد از آن drill pipe با آن در تماس است ، بنابراین چاه به صورت زیر در می آید



## Drill Pipe Classification (Cont'd)

➤ Non-API special H<sub>2</sub>S steel for drill pipes

Steel grade	Min. yield [psi]	Max yield [psi]	Min. tensile [psi]
DP-80 VH	80,000	95,000	95,000
DP-95 VH	95,000	110,000	105,000
MW-CE-75	75,000	90,000	95,000
MW-CX-95	95,000	110,000	105,000

صنفسی شده ، عبور کند (در حالتی که قطر متد از قطر ست چپ key seat بیشتر است)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

stabilizer می تواند مشکل key seat را حل کند به این صورت که stabilizer ناصبی مشخص شده را نزدیک می کند و متدی تواند از فضای ایجاد شده عبور کند .

## Length of One Drill Pipe

➤ API ranges

- Range 1: 18 to 22 [ft]
- Range 2: 27 to 30 [ft]
- Range 3: 38 to 45 [ft]

➤ Range 2 is widely used

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



قطر خارجی Heavy-Water با قطر خارجی drill pipe می باشد

9/21/2013

از این لوله ها برای کاهش تغییرات ناگهانی در سطح مقطع بین drill collar و drill pipe استفاده می شود. زیرا اگر بین آن ها از HDP استفاده نکنیم، به دلیل ایند استرس زیادی در این نقطه وجود دارد، باعث فرسودگی و یا شکستگی در این نقطه می شود.

## Heavy Weight Drill Pipe or Heavy Wall Drill Pipe

- ✓ > They are put between drill pipes and drill collars
- ✓ > Outside diameters ranging from 3-1/2 [in] to 5 [in]
- ✓ (با ۷) > They are used to reduce the sharp change of cross-area from drill pipe to drill collars which otherwise leads to fatigue failure



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Other Drillstring Components

### Stabilizers

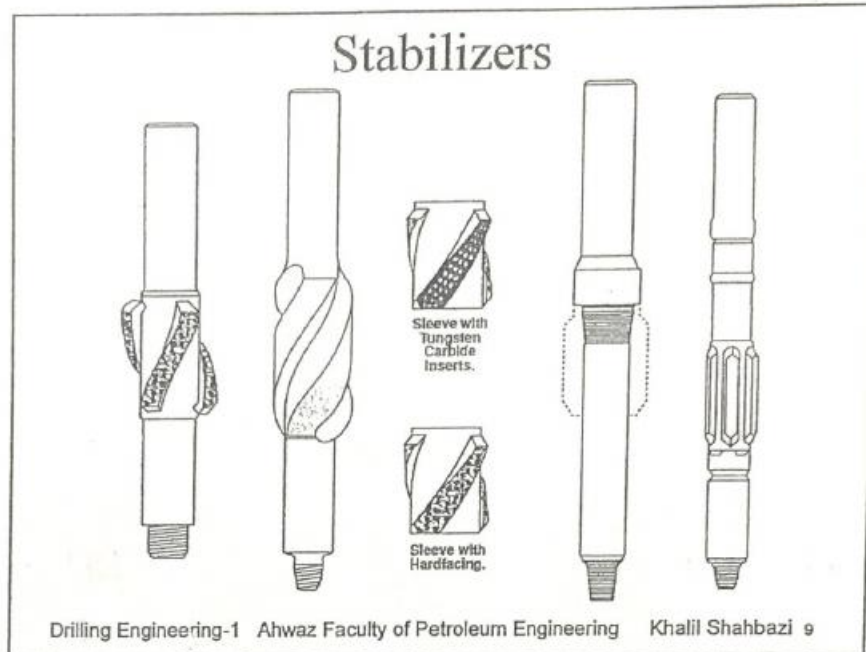
- ✓ (۱) Stabilizers consist of a length of pipe with blades on the external surface
- ✓ (۲) These blades may be either straight or spiral and there are numerous designs of stabilizers
- ✓ (۳) The blades can either be fixed on to the body of the pipe or mounted on a rubber sleeve (sleeve stabilizer), which allows the drillstring to rotate within it



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 8

که ۱ شامل قسمتی از لوله هستند به طوری که یک سری تیغه روی دیواره ی خارجی آن قرار دارند  
که ۲ این تیغه ها ممکن است به صورت مستقیم یا به صورت مارپیچی باشند و طراحی های زیادی  
از Stabilizer وجود دارد  
که ۳ این تیغه ها می توانند به بدنه ی یا دیواره ی لوله چسبیده باشند و یا طوری قرار بگیرد که لوله در داخل آن





نکته مانند (کمانی شدن)

### Functions of Stabilizers in Vertical Wells

- ① ✓ ➤ Reduce buckling and bending stresses on drill collars
- ② ✓ ➤ Allow higher WOB since the string remains concentric even in compression
- ③ ✓ ➤ Increase bit life by reducing wobble (i.e. all three cones loaded equally)
- ④ ✓ ➤ Help to prevent wall sticking
- ⑤ ✓ ➤ Act as a key seat wiper when placed at top of collars



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 10

التر در قسمت بالای  
Collar قرار بگیرد  
باعث از بین بردن  
Key seat می شود

ولا دو

① کاهش استرس کمانش و خم شدن در Drill Collar ها ② وزن بیشتری به روی Bit اعمال می کنیم زیرا رشته ی طاری هم مرکز با چاه می ماند (حتی در Compression) ③ با کاهش تکان خوردن متد در ته چاه عمر متد زیادی شود (متد به صورت formation only uniform درگیر است) ④ کمک می کند تا رشته ی طاری به دیواره ی چاه نچسبد.

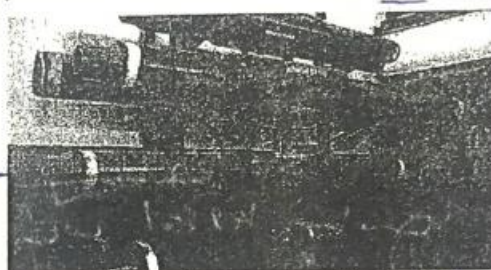


## Roller Reamer

- ✓ ➤ A roller reamer consists of stabilizer blades with rollers embedded into surface of the blade
- ✓ ➤ The rollers may be made from high grade carburised steel or have tungsten carbide inserts
- ✓ ➤ The roller reamer acts as a stabiliser and is especially useful in maintaining gauge hole
- ✓ ➤ It will also ream out any potential hole problems (e.g. dog legs, key seats, ledges)

a sudden change  
in direction of well.

key seat      dog leg  
می شود



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 11

Shock sub به طور کلی در بالای bit نصب می شود و استرس ناشی از درج درج کردن bit را کاهش می دهد (هنگامی که bit سفت طای سخت را حفاری می کند)

## Shock sub (vibration dampener)

- ✓ ➤ A shock sub is normally located above the bit to reduce the stress due to bouncing when the bit is drilling through hard rock
- ✓ ➤ The shock sub absorbs the vertical vibration either by using a strong steel spring, or a resilient (elastic) rubber element

درج و درج کردن

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 12

هنگامی که مت حفاری می کند شوک های را به صورت عمودی به رشتی حفاری وارد می کند ، با قرار دادن shock sub در بالای مت این شوک ها کاهش می یابد و توسط shock sub جذب می شوند .  
از این مت بسیار قوی و مایک ماری الاستیکی بسیار محکم ساخته شده است .

(12)



- ① با دار کردن مهر به رشته حفاری را که در درون چاه گیر کرده آزاد می کنند
  - ② جارها ی هیدرولیکی که با کشیدن رشته حفاری فعال می شوند و مهر را به سمت بالا وارد می کنند.
  - ③ جارها ی مکانیکی که در سطح زمین تنظیم می شود که چه وزنی روی آن قرار خواهد گرفت پس مهر را به سمت پایین وارد می کنند.
  - ④ جارها ی معروف در بالای drill collar ها قرار می گیرند.
- 9/21/2013

## Drilling Jars

- ① They deliver a sharp blow to free the pipe if it becomes stuck in the hole
- ② Hydraulic jars are activated by a straight pull and give an upward blow
- ③ Mechanical jars are preset at surface to operate when a given compression load is applied and give a downward blow
- ④ Jars are usually positioned at the top of the drill collars

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 13

## Drillstring Design

- There are four basic requirements which must be met when designing a drillstring
- ① The burst, collapse and tensile strength of the drillstring components must not be exceeded
- ② The bending stresses within the drillstring must be minimized
- ③ The drill collars must be able to provide all of the weight required for drilling
- ④ The BHA must be stabilized to control the direction of the well

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 14

- bottom hole assembly
- ⑤ Bending Stress در لوله ی حفاری (رشته حفاری) باید کمترین مقدار باشد
  - ⑥ drill collar ها باید وزنی را که برای حفاری لازم است، فراهم کنند
  - ⑦ تجهیزات ته چاه باید پایدار باشند تا جهت چاه را کنترل کنند.
- 113



## Design of a Stabilized String

- ✓ > A drilling bit does not normally drill a vertical hole. This is partly due to the forces acting on the string by sloping formations
- ✓ > When the slope (or dip) of the beds is less than 45 degrees the bit tends to drill up-dip (perpendicular to the layers)
- ✓ > If the dip is greater than 45 degrees it tends to drill parallel to the layers
- ✓ > In hard rocks, where greater WOB is applied, the resulting compression and bending of the drillstring may cause further deviation

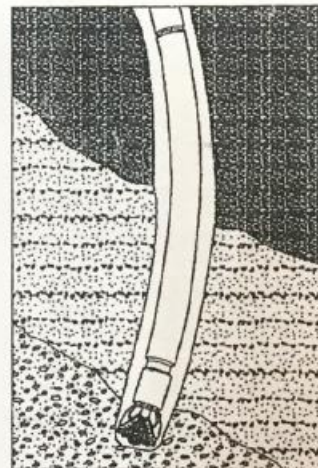
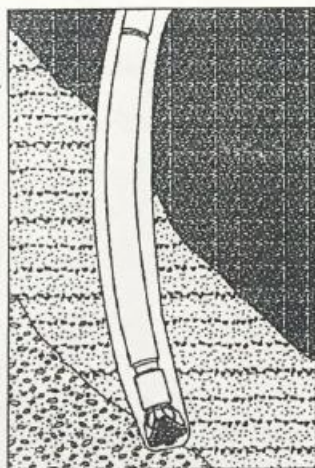
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi15

انحراف رشته  
ضرایب (از مسیر اصلی)

در سنگ های سخت ، هنگامی که وزن روی مته زیاد می شود ،  
زیادگی شود و انحراف رشته ضرایب هم زیاد می شود

bending هم

## Design of a Stabilized String (Cont'd)



شیب لایه ها بیشتر  
از ۴۵°  
بنابر این در جهت  
لایه ها ضرایب  
می کند

شیب لایه ها  
کمتر از ۴۵°  
بنابر این عمود بر  
لایه ها ضرایب می کند

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi16



این دو ارتطه اصلی میباشند.

① در این روش، رشتی حفاری، شامل drill collar ، reamers ، stabilizers است . هدف از این روش این است که مسیر را همواره با راستی چاه نگه داریم و انحراف چاه را به حداقل برسانیم.

9/21/2013

## Design of a Stabilized String (Cont'd)

There are two techniques for controlling deviation

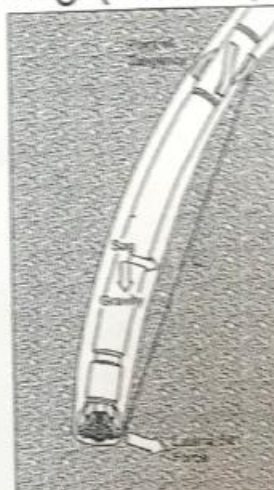
- ✓ ① Packed hole assembly:  
This is basically a stiff assembly, consisting of reamers, drill collars and stabilizers. The purpose of this design is to align the bit with the hole already drilled and minimize the rate of change in deviation



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 17

## Design of a Stabilized String (Cont'd)

- ✓ ② Pendulum assembly: The first stabilizer of a pendulum assembly is placed some distance behind the bit. The unsupported section of drill collar swing to the low side of the hole. A pendulum assembly will therefore tend to decrease the angle of deviation of the hole and tend to produce a vertical hole. This will tend to reduce deviation.

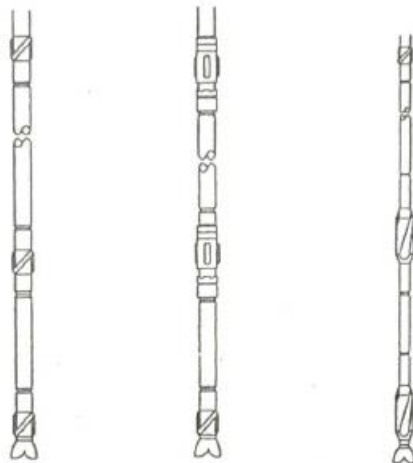


Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 18

115



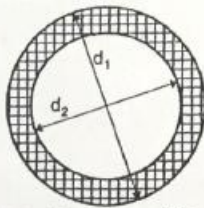
## Some typical bottom hole assemblies



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi19

## Bending Moments in String Design

- A useful parameter when considering bending of the drillstring is the section modulus =  $I/C$



- ✓ ➤ Where  $I$  is Moment of Inertia

$$I = \frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_2^4)$$

- ✓ ➤  $C$  is External radius of tube ( $d_1/2$ )

↓  
کوچکتر  
بزرگتر

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi20



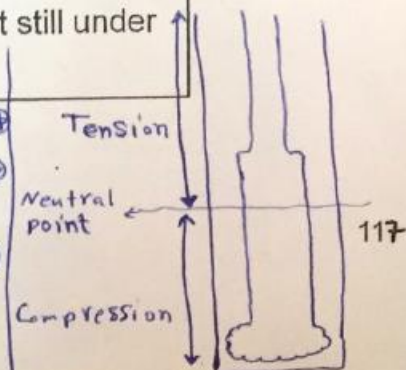
## Bending Moments in String Design (Cont'd)

- Field results have shown that if the ratio of section modulus between various string components is kept below 5.5 the failure rate is reduced
- In larger holes, or more severe drilling conditions, the ratio should be kept below 3.5
- These guidelines will eliminate abrupt changes in cross sectional area throughout the drillstring

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

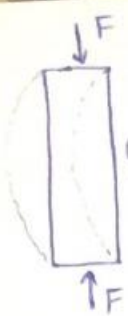
## Neutral Point قطه ای که تنش صفر است

- When the drillstring is lowered into the borehole
  - the total length of the drillstring is under tension due to its own weight کشش شدن
  - the weight is partly counterbalanced by the buoyancy
- To drill a well, the rock beneath the bit has to be destroyed partly by
  - weight on bit (WOB) which forces the bit against the rock
  - the lower part of the drill string is set under compression, leaving the upper part of it still under tension



درین روی منقطع شامل  
 در رشته ی خطی تا زمانی که منقطع نشده باشد تحت tension است  
 است ، اگرچه نیروی بوانشی مقداری از این tension را کاهش می دهد  
 وقتی منروی زمین می نشیند - اگر من به مقدار کمی با زمین درگیر  
 شده باشد مقداری از منروی Compression و بقیه ی رشته ی خطی  
 روی tension است .





با توجه به شکلی رو به رو چون طول لوله در حفاری زیاد است باید وزن روی ستر را توسط drill collar ها ایجاد کرد چون هم طولشان از طول لوله کمتر است و هم D (قطر) آن ها بیشتر است. بنابراین Neutral point همواره باید در drill collar باشد.

اگر به لوله ای در دو جهت نشان داده شده نیروی براندازه ی  $F$  وارد شود لوله دچار کمپاش می شود. برای جلوگیری از کمپاش لوله باید  $L$  را کاهش داد و قطر را افزایش دهیم.

## Neutral Point (Cont'd)

➤ According to Lubinski, the neutral point is defined as

- Point along the drillstring where it is divided into two parts, an upper part being suspended from the elevators and which is under tension as well as a lower part that generates the appropriate WOB and is under compression.

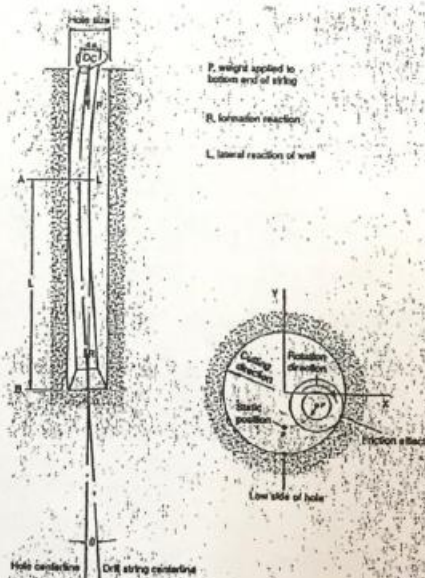
قسمتی قبل تر از این جادام

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## In Compression

- Due to high length/diameter ratio of drillstring
- it has a tendency to buckle

به سبب کمپاشی و خم شدن دارد



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



## Length of Drill Collars

- To reduce this buckling tendency
  - The drillstring is designed in such a way that the neutral point is located inside drill collars
  - This design criteria is often used to evaluate the length of required drill collars

با توجه به اینکه Neutral point باید همواره در drill Collar باشد می توان طول drill Collar را بدست آورد.

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Calculation of Neutral Point

- $l_n$  [ft]: distance of neutral point from the bottom of the hole
- WOB [lbm]: weight on bit applied
- $W_s$  [lbm/ft]: average weight in air of the tube per unit length
- $\rho_m$  [lbm/ft<sup>3</sup>]: average density of mud
- $A_s$  [in<sup>2</sup>]: cross-sectional area of the tubing wall  $\rightarrow \pi(r_o^2 - r_i^2)$
- $\rho_e$  [lbm/ft<sup>3</sup>]: density of mud in the annulus
- $A_e$  [in<sup>2</sup>]: area corresponding to tubing OD  $\rightarrow \pi r_o^2$
- $\rho_i$  [lbm/ft<sup>3</sup>]: density of mud in the tubing  $\rightarrow \pi r_i^2$
- $A_i$  [in<sup>2</sup>]: area corresponding to tubing ID  $\rightarrow \pi r_i^2$



$$A_s = \pi(r_o^2 - r_i^2)$$

$$A_e = \pi r_o^2$$

$$A_i = \pi r_i^2$$

$$A_s = A_e - A_i$$

وزن خطی لوله در هوا

تراکم (cutting) همراه خود دارد

D.C

$$\pi(r_o^2 - r_i^2)$$

$$\pi r_o^2$$

$$\pi r_i^2$$

تراکم در رشته حفاری

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

تفاوت  $\rho_e$  و  $\rho_i$  حدود ۱٪ است که اهمیتی ندارد و به صورت  $\rho_m$  در نظر گرفته می شود (برای حالتی که گاز درون کل نباشد)



9/21/2013

جواد بنار  
مدیر رو چار

## Calculation of Neutral Point

- ✓ In the absence of mud (drilling with air as drilling fluid)
  - $I_n = WOB/W_s$
- ✓ In the presence of drilling mud
  - ⑤.  $I_n = WOB/(W_s - \rho_m \cdot A_s/144)$
- ✓ When differential pressure is considered as well
  - $I_n = WOB/(W_s - \rho_m \cdot A_s/144 + \rho_f \cdot A_f/144)$

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

دقیقی برای فراهمی اقلات  
کلیاتی داخل و خارج  
نمودار اعمال کنیم

## Drilling Techniques

- ① Conventional or overbalanced drilling
  - Drilling fluid pressure is higher than reservoir pore pressure
  - Drilling fluid invades into the formation: formation damage
- ② Underbalanced drilling (UBD)
  - Drilling fluid pressure is lower than reservoir pore pressure
  - Formation fluid enters the wellbore: A continuous kick

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi28

از بدی های روش ① ایجاد

formation damage  
است چون فشار

کلی بیشتر از فشار رسا زنده است

فشاری داخل و خارج رفته و pore ها توسط ذرات کل فشاری

بسته می شوند این کار ایجاد مشکل برای تولید می شود (باعث پر شدن خلل و فرج می شود)

در این حالت م سیال  
فشاری را بالا می بریم

در این روش م سیال  
را کم می کنند

از بدی های این روش وجود kick پیوسته در چاه است

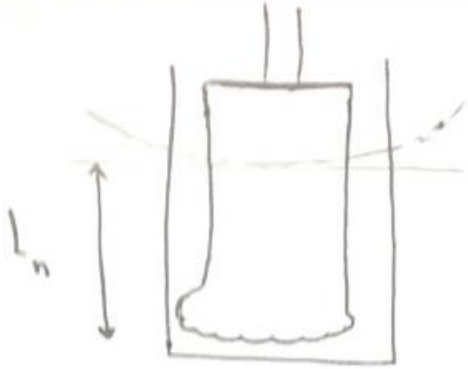
① فشار سیال فشاری از فشار سا زنده بیشتر است

② فشار سیال فشاری از فشار سا زنده کمتر است

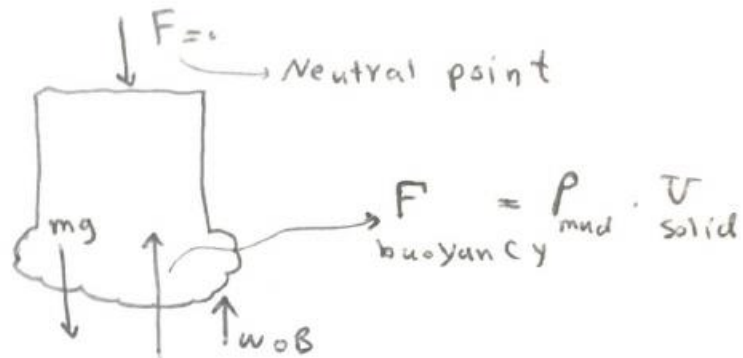


۱۲۰

## اثبات فرسول ۲



برای اثبات فرسول ۲، در ابتدا cross-section ای می‌زنیم تا رسته را در نقطه‌ی Neutral قطع کند



$$mg = w_s \cdot L_n$$

$$F_{\text{buoyancy}} = \rho_{\frac{g}{g_c}} \cdot V = \rho_{\text{mud}} \cdot V_{\text{solid}}$$

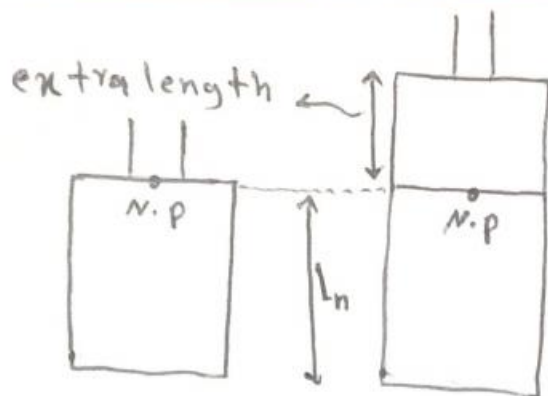
$$\sum F_y = 0 \rightarrow w_{oB} + \rho_m \cdot V_{\text{solid}} = w_s \cdot L_n$$

$\swarrow \quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow$   
 $lb_f \quad \quad \quad \frac{lb_w}{ft^3} \quad \quad \quad \frac{lb}{ft^3}$

$$\rightarrow w_{oB} + \rho_m \cdot \frac{A_s}{144} L_n = w_s \cdot L_n \rightarrow L_n = \frac{w_{oB}}{w_s - \frac{\rho_m}{144} \cdot A_s}$$

۱۲۱

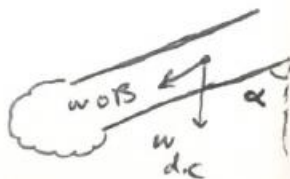




طول drill Collar ها را باید بیشتر از  $L_n$  در نظر بگیریم و به این ترتیب، تا اگر  $WOB$  افزایش یافت، وزن روی لوله ها نیفتد.

$$L_{\text{drill Collar}} = 1.2 L_n$$

در صورتیکه  $N.P$  را در مرکز  $d.c$  و  $d.p$  در نظر بگیریم، از این لحاظ که تعداد  $d.c$  کمتری استفاده می کنیم بهتر است، اما در صورتیکه بنا به دلایلی خواستیم وزن بیشتری را اعمال کنیم  $N.P$  ~~و~~ shift کرده و روی  $d.p$  قرار می گیریم و باعث buckling شده که این خوب نیست.

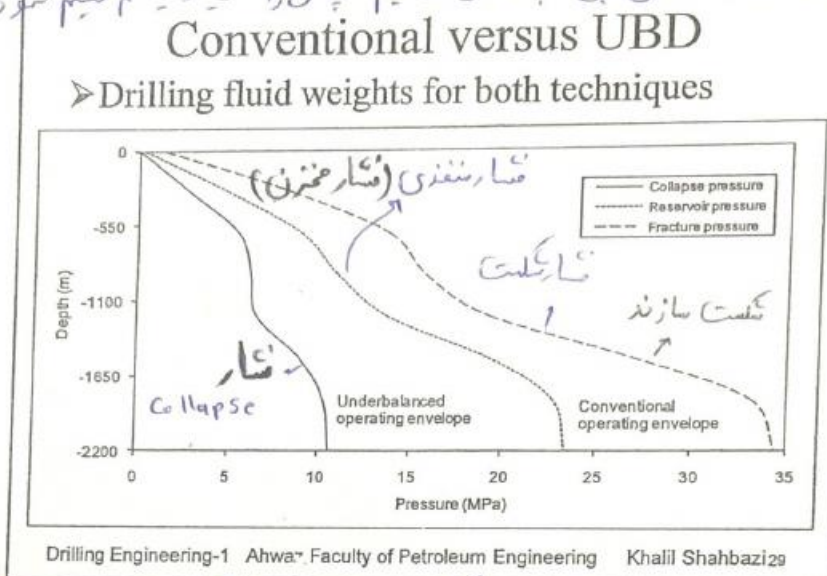


$$WOB = w_{d.c} \cdot \cos \alpha$$



از کجا بدانشیم حفاری Conventional است یا U.B.D ؟  
 سیستم Conventional - open است یا U.B.D - Close است . یعنی  
 9/21/2013 کل برگشتی در U.B.D با بیرون نیست ، چون Kick داریم باید پاه را  
 بسته باشند .

عاملی که مشخص می کند در دو روش قبل چه درمی توانیم چالایی را زیاد یا کم کنیم نمودار زیر است .



با جایی که فشار بیشتر از فشار شکست سازند نشود می توان م را افزایش داد چون اگر سازند بشکند mud loss داریم

- ### Functions of Conventional Drilling Fluids
- ✓ ➤ Major functions: to keep the existing well →
    - ✓ ▪ Control subsurface pressure → کنترل فشار سیال سازند
    - ✓ ▪ Cuttings transport → انتقال Cuttings ها
    - ✓ ▪ Support and stabilize the wellbore → پدار برساند
  - ✓ ➤ Minor functions → وظایف فرعی کل حفاری
    - ① ▪ Support weight of tubulars
    - ② ▪ Cool and lubricate the drillstring
    - ③ ▪ Transmit hydraulic horsepower to bit
    - ④ ▪ Provide medium for wireline logging
    - ⑤ ▪ Assist in the gathering of subsurface geological data and formation evaluation
    - ⑥ ▪ Cool and lubricate the bit
- Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi30

وظایف اصلی کل حفاری

فشار چاه تغییر نکند و پدار برساند

- ① گل می کند وزن اعمال شده به ۱۰۰۰۰ کم شود (به خاطر نیروهای بویانسی)
- ② خاک کشته و دکاهنده ی اصطکاکی در رشته ی حفاری ③ اتصال توان هیدروکی به مته (ایزای بریدنی)
- ④ محیط را برای انجام عملیات Logging ۱۰۰٪ گشتن آماده می کند
- ⑤ جمع آوری اطلاعات زمین شناسی اثر لایه های زیرین زمین
- ⑥ خاک کشته و دکاهنده ی اصطکاکی در مته



$$P_{\text{mud}} = 11.5 \text{ pcf} \rightarrow P_{\text{mud}} (\text{ppg}) = 8$$

$$\text{Solution: } P_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 42.4 \text{ pcf} = 11.33 \text{ ppg}$$

9/21/2013

$$P_{\text{mud}} = 11.5 \text{ pcf} \times \frac{11.33 \text{ ppg}}{42.4 \text{ pcf}} = 15.1517 (\text{ppg})$$

### Control Subsurface Pressure

فشار سائند توسط فشار  
هیدروستاتیکی که فشاری  
کنترل می شود

- Subsurface pressure is controlled by mud hydrostatic pressure
- Mud hydrostatic pressure,  $P_h = 0.052(MW)(d)$ , where  $P_h$  is in psi, MW: mud weight in pounds per gallon (ppg), and d: depth in feet
- Failure to control subsurface pressures
  - Kick
  - Blowout



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi31

① جریان سیال فشاری از تارل های مته یک جتی را بوجود می آورد تا Cutting ها را از ته چاه و دهانه می مته جمع آوری کند (ته چاه را تمیزی می کند)

### Cuttings Transport

② افت فشار در مته ، حدود ۵۰٪ فشار  
بسیار است . این باعث می شود تا  
سرعت سیال از تارل های مته حدود  
۸۰-۱۵۰ m/s برسد

- ① Fluid flowing from the bit nozzles exerts a jetting action to clear cuttings from the bottom of the hole and the bit
- ② Pressure drop across the bit is almost 50 percent of the pump pressure. This causes the fluid velocity in nozzles of 80 to 150 m/s → ۳۵۰
- ③ If the cuttings generated at the bit face are not immediately removed, they will be ground very fine, stick to the bit and in general retard effective penetration into uncut rock: bit balling



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi32

④ اگر Cutting ها خارج نشوند چای دندان های فشاری که لایه ها را فشاری می کند را  
پیدا کند و اجازه می درگیری مستقیم مته با سائند را نمی دهد (از درگیری مستقیم  
مته با سائند جلوگیری می کند) . به این پدیده bit balling می گویند

12-2



## Bit balling

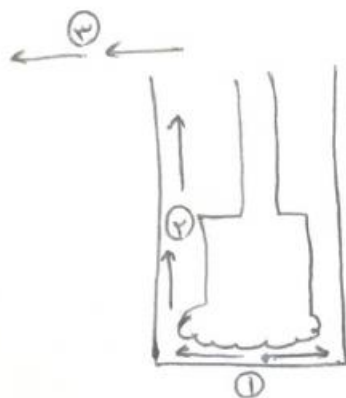
حفاری

زمانی اتفاق می افتد که در سازندهای نرم ، خرد های حفاری  
فضای بین دندانه ها را پر می کند و از نفوذ دندانه های متع  
سازند جلوگیری می کند . از دیگر دلایل bit balling این است  
که سیال حفاری هنگام خروج از نازل ها نمی تواند دندانه های  
مت را تمیز کند زیرا مت در هنگام حفاری ، Cutting ها  
به دندانه های آن می چسبند و اگر توسط گل حفاری تمیز  
نشوند بازدهی مت پایین می آید (سرعت حفاری گاهی  
می یابد) .



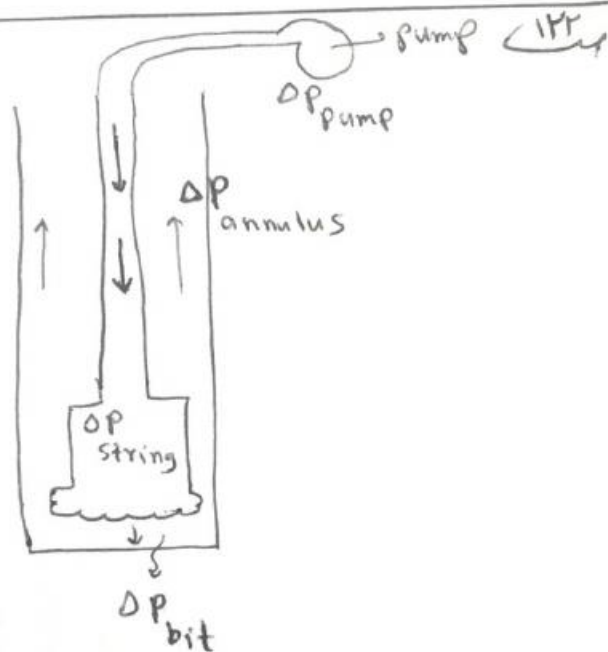
۱۲۲  
صف

انتقال Cutting ها ۳ جا مهم است :



- ① از زیر دندان به خارج از آن (به کناره)
- ② cutting ها از ته چاه به بالا میاید
- ③ cutting ها از ته بالای چاه خارج میشوند

$\Delta P_{bit}$  - ۵۰٪ افت فشار را به خود اختصاص داده است.



$$\Delta P_{bit} = \Delta P_{annulus} + \Delta P_{surface} + \Delta P_{string}$$

فشار ریپ باید آنقدر باشد تا بتواند برافت فشار مسیر غلبه کند:

$$\Delta P_{pump} = \Delta P_{surface} + \Delta P_{string} + \Delta P_{bit} + \Delta P_{annulus}$$



Consider a development onshore well  
(A NISOC well) to be constructed:  
(vertical well, Asmari formation)

15%

Cost item	prepared by	% of total cost
(personal & rig) ← Rig	Constructor (NIDC)	50%
drilling fluid	owner (NISOC)	10%
Cement		
Logging		
Casing - tubing - wellhead		
Bit		



① افزایش سرعت در دالیز به طور کلی برای انتقال <sup>کننده</sup> ها بهتر است. برای formation های سخت، سرعت سیال در دالیز ۲۵-۳۰ m/min است و برای سازندهای نرم، ۳۰-۴۰ m/min. 9/21/2013 می باشد.

② هر چه  $\mu$  بیشتر باشد بهتر است و باعث می شود cutting ها بهتر حرکت کنند (باعث بیشتر شدن نیروی بویانسی می شود).

### Factors Affecting Cuttings Transport

① **Velocity:** increasing annular velocity generally improves cuttings transport. Recommended annular (pipe) velocity : 25 to 30 m/min for hard formations and 30 to 40 m/min for soft formations. Variables include

- ✓ pump output
  - ✓ borehole size
  - ✓ drillstring size
- سرعت به این دلیل بیشتر است که در این نوع سازندها سرعت حفاری بیشتر است و مقدار بیشتری کنده داریم و سرعت باید بیشتر باشد تا بتواند گل، کنده ها را منتقل کند.

② **Density:** increasing mud density increases the carrying capacity through the buoyant effect on cuttings

③ **Viscosity:** increasing viscosity often improves cuttings removal

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi33

④ چرخش  $\pi Pe$  : در این حالت، لوله باعث می شود که cutting ها را از مناطق با سرعت سیال حفاری کمتر به مناطق با سرعت کل حفاری بیشتر منتقل دهد.

### Factors Affecting Cuttings Transport (Cont'd)

④ **Pipe rotation:** it tends to throw cuttings into areas of high fluid velocity from low velocity areas

⑤ **Hole angle:** increasing hole angle generally makes cuttings transport more difficult

#### Costs

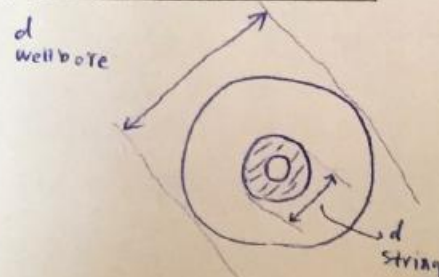
- Costs of drilling fluids = 10% of total costs of constructing a well

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi34

در ایران

۱۲٪ است

$$V_{ann} = \frac{q}{A} = \frac{q}{\pi (d_{hole}^2 - d_{pipe}^2)}$$





① در سطح باید Cutting ها را از گل حفاری جدا کرده و گل دوباره قابل استفاده شود

9/21/2013

② اگر تراشیم به طور مناسب، ته چاه را از کنده های حفاری تمیز کنیم یا ذرات ریز جامد را اندانیم معلق نگه داریم (در ته چاه ته نشین شوند) :

## Cuttings Transport (Cont'd)

- ① ➤ At the surface, the drilling fluid must release the cuttings for efficient removal
- ② ➤ Failure to adequately clean the hole or suspend drilled solids causes
  - ④ ▪ hole pack-off
  - ⑤ ▪ differentially stuck pipe
  - ⑥ ▪ inability to reach bottom with logging tools

④ کنده های حفاری در ته چاه جمع می شوند و ته چاه از Cutting ها

پرسی شود

⑤ باعث گیر لوله ی حفاری می شود

⑥ توانایی رساندن ابزار in و out به ته چاه را از دست می دهیم.

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazias

④

⑤

## Drilling Fluid Composition

- Continuous phase, base liquid, external phase: water, oil, synthetic oil
- Additives
  - Liquids: oil, water
  - Solids (clays)
    - ❖ Active solids: they react with water and dissolved chemicals as bentonite
    - ❖ Inactive or inert solids: no reaction with water and dissolved chemicals as barite and calcite
  - Chemicals: they restrict the activity of active solids as surfactants

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazias



هنوز ننوشتم

✓✓ اینی همش (همش یه قبل رو) کشادم سد از روی ختمه ~~هنوز ننوشتم~~!!!! 9/21/2013

## Drilling Fluid Composition (Cont'd)

### ➤ In oil based drilling fluids

- All solids are inactive because they do not react with the oil

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi37

## Drilling Fluids for Conventional Drilling

### ➤ Water-based drilling fluids

- Oil in water emulsion (direct emulsion)

### ➤ Oil-based drilling fluids

- Water in oil emulsion (invert emulsion)

### ➤ Synthetic-based drilling fluids

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi38



- ① ✓ عملیاتی در کار نیست و رشته‌ی حفاری و سیال حفاری (کل حفاری) ساکن است (پمپ ها کار نمی‌کنند)
- 9/21/2013 ✓ ② عملیات حفاری در حال انجام است ، سیال حفاری در حال گردش است (از داخل رشته‌ی حفاری پایین می‌رود و از annulus بالای آید) . پمپ ها روشن هستند

جایی که سیال باشد بحث hydraulic مطرح است .

## Chapter 4: Hydraulics

۳ وضع ممکن است بوجود بیاید → Well Conditions

- ✓ ① Static condition in which both the well fluid and drillstring are at rest
- ✓ ② A circulating operation in which the fluids are being pumped down the central pipe string and up the annulus
- ✓ ③ A tripping operation in which drillstring is being moved up or down through the fluid

(در حالتی که Trip out , Trip in داریم) (باعث بوجود آمدن حالتی می‌شود که سیال می‌شود)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Hydraulics

➤ The physics of the fluid flow in the wellbore is complicated

- Drilling fluids are non-Newtonian
- Transport of cuttings
- Transport of immiscible formation fluids
- Cross-section area is variable

تفاوتی که غیر قابل استخراج است

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



- ① محاسبی فشار هیدرواستاتیکی ته چاه  
 ② برای کنترل kick, blowouts شدن لوله ها  
 ③ جلوگیری از ترک خوردن لوله  
 ④ جلوگیری از ریزش سازند  
 ⑤ سیان گامی پست casing  
 ⑥ انتخاب اندازه ی نازل و متد (بنای انتخاب ته سرعت  
 ⑦ اندازگیون فشار surge و swab  
 ⑧ حرکت سیال خطای
- 9/21/2013

## ✓ Applications

- ① ➤ Calculation of subsurface hydrostatic pressures
  - ✓ ② ➤ To control kicks and blowouts
  - ✓ ③ ➤ To burst tubulars
  - ✓ ④ ➤ To collapse tubulars
  - ✓ ⑤ ➤ To fracture exposed formations
- ② ➤ Displacement of cement slurries
- ③ ➤ Bit nozzle size selection
- ④ ➤ Surge and swab pressures due to vertical pipe movements
- ⑤ ➤ Carrying capacity of drilling fluids

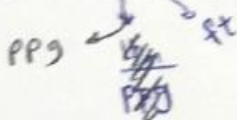
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 11

## Static Conditions

➤ For a liquid drilling fluid in a well at depth D

$$P_D = P_o + \rho g D \quad SI \quad units$$

$$P_D = P_o + 0.052 \rho D \quad Field \quad units$$



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 11



in field unit  $\rightarrow$  weight = mass  $(\rho_o = \rho_m)$   $w = m$

$\rho_s = \frac{m}{V_s} \rightarrow \rho_s = \frac{w}{V_s} \rightarrow V_s = \frac{w}{\rho_s}$

solid

9/21/2013

## Buoyancy

➤ Upward buoyant force = weight of displaced fluid

$$F_{bo} = \rho_m V = \rho_m \frac{W}{\rho_s}$$

$\rho_m$ : mud density,  $\rho_s$ : steel density: 65.5 lbm/gal = 490 lbm/ft<sup>3</sup>

Effective Weight:  $W_e = W - F_{bo} \rightarrow$  Completely suspended

➤ W: weight of drillstring in air

$$W_e = W \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho_s} \right)$$

buoyancy factor :

$$BF = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_s}$$

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

وزن موثری که بر  
دکل وارد می شود  
(در حالتی که هیچ جایی  
بین رشته و دیواره  
وجود نداشته  
باشد)

## ✓ Exercise

- ✓ ➤ In a vertical well, the drillstring consists of 10,000 ft of 5 in. , 19.5 lbf/ft drillpipes and 600 ft drill collars with 10 in. OD and 3 in. ID. The density of drilling fluid is 13 ppg. Calculate
- ✓ ➤ a. the maximum force exerted on the derrick
- ✓ ➤ b. the maximum stress in the drillpipes
- ✓ ➤ c. the maximum weight on bit
- ✓ ➤ d. the maximum stress in the drill collars

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

maximum stress occurs at connection between pipe and collar: compression



scraping → تراشیدن  
chipping → خرد کردن  
crushing → له کردن

9/21/2013

تیمت مه: ۵٪ هنرینه ها

## Chapter 5: Drilling Bits

➤ Everything on a drilling rig directly or indirectly assists the bit in crushing or cutting the rock

➤ Bit must be changed when it becomes excessively dull or stops making progress

➤ Most bits work by

■ Scraping the rock

■ Crushing the rock

■ Both

■ Hammering (pounding) the rock



CORED BIT (CBT)  
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

مه اگر خوب عمل کند هنرینه ها را کاهش می دهد اما اگر فرسوده شود و کند شود، هنرینه ها را افزایش می دهد

## Drilling Bits

➤ Drill bit selection is a complicated process

➤ When performed properly, it has a major impact on the total well cost

➤ Drill Bit Types → تقسیم بندی مه ها

① Roller Cone Bits  
(Rolling Cutter Bits)

② Fixed Cutter Bits  
(Drag Bits)

③ Coring Bits



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

① مه های گاجی غلطان (قدیس ست). هدی دندانها به صورت هیزمان با سنگ درساس

نیستند و در زمین فرو رفته و زمین را می شکند (crushing)

② roller ندارند و دندانها به بدنه وصل شده اند و با چرخش رشتی قطاری

دندانها و مه نیز می چرخند (scraping)

③ همان Drag bit است که برای Core گیری استفاده می شود.



Solid materials  $\left\{ \begin{array}{l} \text{brittle} \text{ شکسته} \\ \text{ductile} \text{ چکش خوار} \end{array} \right.$

9/21/2013

chip  $\rightarrow$  کنده حفاری

## Roller Cone Bits

- They comprise one, two or three cones having teeth sticking out of them
- Three cones bits are the most often applied type of drilling bits



این ها شامل ۲ یا ۳ گاج هستند که دندانهای روی گاج ها قرار گرفته اند

تعداد گاج های توانسته دو یا سه تا باشد که به گاجی آن متداول تر است  
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

$\left\{ \begin{array}{l} P \downarrow \rightarrow \text{سرعت حفاری} \uparrow \rightarrow \text{عمر بیشتر} \rightarrow \text{کنده ی بیشتر} \\ P \uparrow \rightarrow \text{سرعت حفاری} \downarrow \rightarrow \text{عمر کمتر} \rightarrow \text{کنده ی کمتر} \end{array} \right.$

## Roller Cones Bits (Cont'd)

- The cutting action of this bit
  - when the bit is rotated at the bottom of the hole, the teeth are pressed onto the formation below the bit and apply a force exceeding the compressive strength of the rock



متمم قبل از درگیر شدن با سازند.  
درگیر شدن متمم و ترک برداشتن  
و پل شدن ترک ها به هم  
شکستن کامل سازند توسط متمم

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

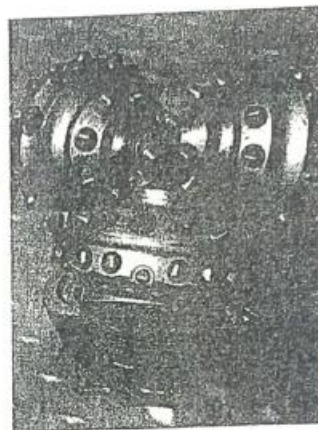
در فشارهای بالا، سنگ سبب به سواد  
ductile رفتار می کند و سازند سخت تر  
130 کند می شود و متمم زودتر فرسود  
می شود  
در فشارهای پایین سنگ ها  
بر راحتی شکسته می شوند (در فشارهای  
پایین، فشار سنگ به صورت brittle  
است)



① یک سری teeth (دندان‌های روی مت) روی مت قرار دارد که از under gauge شدن چاه جلوگیری کند و چاه را gauge نگه دارد. این دندان‌ها عمر بلندی دارند و جنس خوبی دارند. به این دندان‌ها gauge cutter می‌گویند. 9/21/2013

### Roller Cones Bits (Cont'd)

- ① ➤ The gauge of the hole drilled is maintained by the outside cutters which are also known as "gauge cutters"
- ② ➤ These teeth are very vulnerable to wear that increases in abrasive sandstone formations
- When the gauge cutters are worn out, the hole drilled is undergauge
- Cones are commonly heat treated and made of NiMo-steel
- Teeth are sometimes made of



(NiCrMo-steel)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

اجزای مت

Cone (1)

دندان‌ها

بدنه

gauge cutter

bearing

(محورها می که Cone ها)

بر روی آن‌ها می‌چرخند

جنس دندان‌ها باید از جنس Cone ها بهتر باشد.

### Roller Cones Bits (Cont'd)

- It was invented by Howard Hughes
- It has conical cutters or cones that have spiked teeth around them
- As the drillstring is rotated, the bit cones roll along the bottom of the hole in a circle
- As cones roll, new teeth come in contact with the bottom of the hole



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

محورها Cone ها

دلیل چرخش ریشی

فشاری است و به سطح

آن دندان‌ها تیرا

می‌زنند و درگیری می‌شوند

می‌زنند و راهی شکافت

میخ‌کوب شده

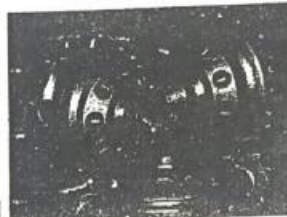
در Drag ، دردی دندان با می‌زنند و می‌زنند و می‌زنند ، دردی از دندان‌ها درگیرند. 137



- ① یک جت سیال حفاری با سرعت بالا به کنده های حفاری (سنگ های خرد شده) ته چاه برخورد می کند و کنده های حفاری را از ته چاه به بالای annulus انتقال می دهد.
- ② همان طور که این عمل اتفاق می افتد دندان های دیگر با ته چاه در تماس قرار می گیرند و باعث بوجود آمدن کنده های حفاری جدید می شوند.
- 9/21/2013

### Roller Cones Bits (Cont'd)

- ① ➤ A high-velocity fluid jet strikes the crushed rock chips to remove them from the bottom of the hole and up the annulus
- ② ➤ As this occurs, another tooth makes contact with the bottom of the hole and creates new rock chips
- ③ ➤ The process of chipping the rock and removing the small rock chips with the fluid jets is continuous
- ④ ➤ They are divided into two groups



سیال حفاری می تواند Cone ها را ببرد

کامچ و دندان از یک جنس هستند

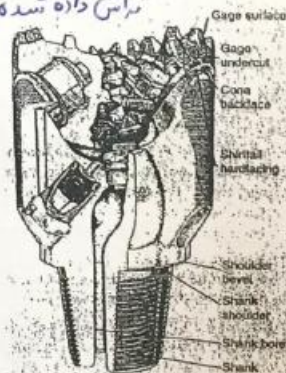
- Mill tooth bit
- Insert tooth bit

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

چون دندان ها و کامچ از یک جنس هستند، مقاومت قطعه بیشتری شود و شرایط خیلی سخت را می تواند تحمل کنند. (در کنش های مرشدید، لق می شوند)

### Mill Tooth Bit

- ✓ ➤ In mill tooth bits (steel tooth bits), the teeth are milled out of the same body of the cones
- ✓ ➤ These bits are very robust and tolerate severe drilling conditions
- ✓ ➤ They wear out relatively quickly
- ✓ ➤ They are not well suited for deeper wells
  - Because tripping constitutes a large time factor



زود تر ساییده می شود

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

هر چه با بین تر برویم، سنگ سخت تر خواهد شد و در نتیجه ساییده می شود، بیشتر خواهد شد.




- ① دندان‌های این نوع متعادل از tungsten Carbide ساخته شده که بر روی Cone تمراری گیرند  
 ② آن‌ها شوک ناشی از loading را نمی‌توانند تحمل کنند  
 ③ آن‌ها نمی‌توانند مسیر طولانی را حفاری کنند  
 ④ این متعادل‌ها گران‌اند اما بازدهی حفاری را بیشتر می‌کند
- 10/25/2011

← Cone ها و دندان‌ها دو قطعه‌ای مجزا از هم‌اند

### Insert Bits

- ① ➤ Insert bits (tungsten carbide bits) have teeth made of tungsten carbide which are fitted on the cone bodies
- ② ➤ They do not tolerate shock loadings
- ③ ➤ They can drill long sections before being worn out
- ④ ➤ Insert bits are more expensive than mill tooth bits



این متعادل‌ها از جنس فولاد ساخته می‌شوند (بیشتر) جنس دندان‌ها را بهتر می‌سازند (با برایش برای عمق‌های زیاد قابل استفاده‌اند و عمر بیشتری دارند)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۸۸

تکنولوژی جدید از insert bit ها است که روی دندان‌ها را با لایه‌ای از الماس پوشانده‌اند

### Inserts Bits (Cont'd)

- ✓ ➤ A new technology of insert bits coats the teeth with a layer of diamond
- These bits are known as tungsten carbide insert bits (TCI)
- They exhibit a significantly improved bit life in abrasive formations

سازند خورنده

این نوع متعادل‌ها ~~بیشتر~~ در سازند های خورنده ، عمر بیشتری دارند

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۸۸

نکته: در حفاری سازند های سخت ، از متعادل‌های با دانه های تفلستنی به شکل کوتاه و گرد و در حفاری سازند های نرم ، از متعادل‌های با دانه های تفلستنی به شکل بلند و نوک تیز استفاده می‌شود



① این متد، افزای متحرک ندارد و در شرایط مناسب می تواند مسافت زیادی را حفاری کند

10/25/2011

dragging, scraping

با توجه به اینکه مکانیزم حفاری این متد ها می باشد، در RPM بالا و WOB کم کاربرد دارند.

این متد ها در سازند های سخت، گازی چندانی ندارند.  
**Fixed Cutter Bits (Drag Bits)**

در formation های hard و abrasive

این نوع متد ها مدت

زمان بیشتری را برای

تراش دادن میازند

صرف می کنند

(~~در حفاری های~~)

① They have no moving parts (e.g. bearings) and can drill very long hole sections when the proper drilling conditions are given

② They exhibit higher bit rotation times (time the bit is cutting rock) at hard and abrasive formations

③ Diamond bits allow higher bit rotations which are given when downhole motors are applied

بنابراین میتوان تقسیم گرفت که در سازند های ...  
شروع کاربرد دارند

متدهای الماسی از این نوع اگر در mud motor قرار بگیرند (برای حفاری جهت دار)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

ROP بیشتری دارند

## Drag Bits (Cont'd)

➤ The design features خصوصیات طراحی

▪ The number and shape of cutting blades or stones شکل متد و تعداد دندان ها

▪ The size and location of water courses مسير اندازه و مکان نازل ها

▪ The metallurgy of the bit and cutting elements جنس متد و دندان ها

نازل ها

➤ They drill by plowing cuttings from the bottom of the borehole

شخم زدن خاکی های دانه

مکانیزم حفاری این متد ها، از نوع خاکی دانه است

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



## Drag Bits (Cont'd)

- دندانها از آبیاز خود لار
- Different types of drag bits
- Bits with steel cutter
  - Diamond bits
  - Polycrystalline diamond (PCD) bits
- از نوع الماس
- از الماس مصنوعی

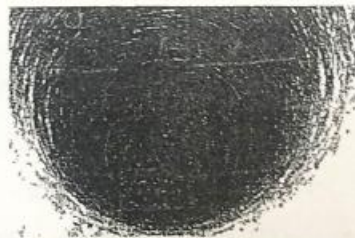


Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Bits and Holes

اگر ته نو و خوب باشد gauge

➤ A new and good bit drills a gauge hole



➤ A dull or a broken teeth bit drills an undergauge hole and reduces rate of penetration



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

اگر ته کند باشد و یا دندانهای آن شکسته شده باشد سرعت حفاری پایین می آید و چاه under gauge خواهد شد.



## Polycrystalline Diamond Compact (PDC) Bits



- They have an industrially manufactured diamond disk mounted on a tungsten carbide stud
- These bits are very expensive

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## PDC Bits

- These cutters are <sup>مصنوعی</sup> synthetic diamond disks about 1/8-in. thick and about 1/2 to 1 in. in diameter
- PDC bits are effective at drilling shale formations, especially when used in combination with oil-base muds



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



① آن ها می توانند سافت طولانی را با سرعت زیاد در حفره های گند  
 ③ متنی pdc از فولاد ساخته شده tungsten Carbide بر روی قسمت فولادی آن قرار می گیرد

10/25/2011

## Polycrystalline Diamond Compact (PDC) Bits

- ① They can drill very fast for long distances
- ② They are most often applied for
  - offshore drilling (high rig rates)
  - deep wells (tripping time)
- ③ The PDC bit itself consists of a steel body where the tungsten carbide parts are mounted on steel body
- ④ Bits that are totally constructed from tungsten carbide are called "matrix body bits"
- ⑤ Matrix body bits are more expensive than PDC bits but they exhibit less wear (e.g., loss of teeth in hole)

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

میان ساین کمتر است

همان drag است که دندان های آن از جنس pdc است

## Diamond Bits Versus Roller Bits

- Advantages of diamond bits over roller bits increase as
  - the depth increases
  - the borehole diameter decreases
- Disadvantages of the diamond bits compared to roller bits are
  - Have to be run in carefully (borehole has to be washed clean)
  - Normally high torques are introduced
  - Higher price

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

چون در این نوع  
 متنه ها (drag)  
 وقتی دندان ها با سازه  
 درگیر می شود - حتما باید  
 آن را بکشد تا بتواند  
 به چرخش خود ادامه  
 بدهد - که در هر یک  
 با زدن متنه  
 باشد به Torque  
 بیشتری نیاز داریم  
 و این در roller ها  
 این مشکل را نداریم

البته brittle است. چون در این نوع متنه ها البسه به کار رفته و البسه خود یک ماده  
 brittle است، برای راندن ویا در آوردن آن باید دقت کرد تا به دیواره ی چاه  
 برخورد نکند (بازاید - های دیواره ی چاه) و نسکند



## Advantages of Drag Bits over Rolling Cutting Bits

- ① ➤ Drag bits do not have rolling parts → غلطنده ندارد
- ② ▪ Rolling parts require strong and clean bearing surfaces
- ③ ▪ In small holes, space is limited to design both strong bit cutter elements and bearings
- ④ ➤ Less chance of drag bit breakage because it is made of one solid piece of steel
- ⑤ ▪ Less junk in the bottom of the hole
- ⑥ ▪ Less fishing (additional trips to the bottom of hole)
- ⑦ ▪ Less loss of rig time

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

① drag bit ها، قسمت های غلطنده ندارند

② قسمت های rolling باید قوی باشند، همچنین سطح یاتاقان ها باید

تمیز پوره

③ در جاهای با قطر کم، فضای محدودی برای طراحی دندانهای قوی و یاتاقان وجود دارد (در استفاده از rolling، محدودیت داریم)

④ drag bit ها شانس کمتری برای گسستن دارند زیرا آن ها از از یک تکه فولاد یک دست ساخته شده اند

⑤ آهن خورده (یا خورده آهن) کمتری در ته چاه باقی می ماند

⑥ fishing کمتری داریم

⑦ زمان هدرشده کمتری داریم

در کل، سرعت حفاری (ROP) رشته های ایسی نیست؛  
بیشتر است.



سہارا با عدد بیان ہی کنند

## Drill Bit Classification

- Drill bits are classified by IADC (International Association of Drilling Contractor) to identify similar bit types made from different manufacturers
- ✓ ● Roller Bit Classification
- ✓ ● Drag Bit Classification

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi21

## Roller Bit Classification

- The bit classification in use up to 1972 applied three digits سہ رقمی
- The new one applies four
- The first three digits of the old classification remained basically unchanged
- the additional fourth letter provides in general information about the bit characteristics

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi22



## Other Digits

- ✓ ➤ Second digit: numbers 1, 2, 3 and 4
- ✓ ➤ Third digit: numbers 1 to 7
- ✓ ➤ Fourth digit: A, B, C, D, E, G, H, J, L, M, S,  
T, W, X, Y, Z

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## نامگذاری استاندارد با حروف شروع می شود Drag Bit Classification

- The new classification, introduced 1981, also uses four digits
- First digit: The letters D, M, S, T and O define the type of cutter and the body material

- D: Natural diamond matrix body
- M: Matrix body PDC
- S: Steel body PDC
- T: TSP matrix body
- O: Other

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



① formation های نرم با نیروی Compressive پایین (اشکام سازند، کم است) و قدرت ظاهری بالا

5/26/2009  
② سازندهای متوسط تا متوسط پایین به سختی با نیروی Compressive بالا

③ سازندهای خورنده و نیمه خورنده (تأخیری خورنده) سخت

First Digit

معنی کردن

➤ The numbers 1, 2 and 3 designate steel tooth bits and correspond to increasing formation hardness

➔ رابطه داشتن

- ① • ① soft formations with low compressive strength and high drillability
- ② • ② medium to medium hard formations with high compressive strength
- ③ • ③ Hard semi-abrasive and abrasive formations

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi23

اعداد ۱، ۲ و ۳، مته های mill tooth را معنی می کنند و با افزایش سختی سازند، رابطه دارد.

اعداد ۴، ۵، ۶ و ۷ و ۸، مته های با tungsten Carbide insert هستند و معنی با افزایش سختی سازند، رابطه دارند.

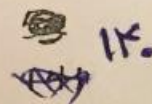
First Digit

➤ The numbers 4, 5, 6, 7 and 8 designate bits with tungsten carbide inserts and also correspond to increasing formation hardness

- ④ • ④ soft formations with low compressive strength and high drillability
- ⑤ • ⑤ soft to medium formations with low compressive strength
- ⑥ • ⑥ medium hard formations with high compressive strength
- ⑦ • ⑦ hard semi-abrasive and abrasive formations
- ⑧ • ⑧ extremely hard and abrasive formations

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi24

④ سازندهای نرم با نیروی Compressive کم و قابلیت ظاهری زیاد  
⑤ سازندهای نرم تا سازندهای متوسط با نیروی Compressive کم





## Other Digits

- ✓ ➤ Second digit: The numbers 1 to 9
- ✓ ➤ Third digit: The numbers 1 to 9
- ✓ ➤ Fourth digit: The numbers 0 to 9

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 27

## Factors that Affect the Rate Of Penetration

- ① ➤ Bit type
- ② ➤ Differential pressure
- ③ ➤ Formation characteristics
- ④ ➤ Drilling fluids properties
- ⑤ ➤ Operating conditions
- ⑥ ➤ Bit wear
- ⑦ ➤ Bit hydraulics

نوع

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi 18



④ Roller Cutter با دندانهای بلند، بیشترین سرعت حفاری را دارند. با شرط اینکه سازند نرم باشد (چون در سازندهای نرم، میزان نفوذ آن ها زیاد است و مقدار زیادی از سازند را می کند) 10/25/2011

## Bit Type

- ① The type of bit applied to drill a certain formation has a large impact on the achieved penetration rate
- ② Roller cutting bits with long teeth exhibit the highest penetration rates but :
  - They are only applicable at soft formations
- ③ At hard formations where drag bits are used, ROP is mainly a function of
  - size
  - amount of cutters
  - an optimum combination of drilling parameters

در سازندهای سخت

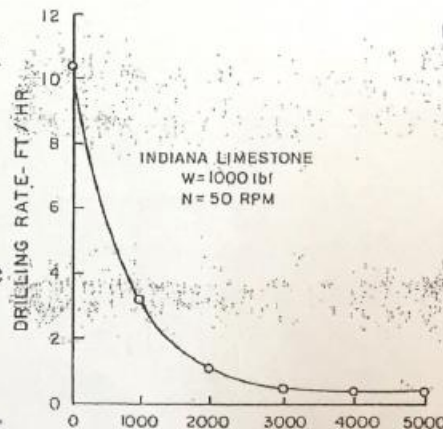
بیشترین ROP را dragها می دهند

که البته بستگی به پارامترهای دیگر دارد ←

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Differential Pressure

- Effect of differential pressure (wellbore pressure-formation pressure) on rate of penetration
- UBD gives high rate of penetrations



DP هر چه زیادتر باشد،

خوبی این است که

احتمال اتفاق افتادن

kick کمتر است.

( $P_{bh} - P_f$ ) - DIFFERENTIAL PRESSURE - PSI  
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

هر چه اختلاف فشار، بیشتر باشد

فشار منفذی

ROP کمتر است، بنابراین DP باید یک حد متوسطی داشته باشد. (نهایتاً ۳۰۰-۴۰۰ psi)

هر چه فشار روی سنگ بیشتر باشد آنرا ductile می کند



## Formation Characteristics

➤ The most important formation properties that determine the penetration rate are

- ✓ the elastic limit
- ✓ ultimate rock strength
- ✓ Permeability
- ✓ Abrasiveness
- ✓ gummy clay minerals content

و برای آنکه چسبندگی نداشته باشد ، چقدر در سازند وجود دارند

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Drilling Fluid Properties

➤ Properties influencing the penetration rate

- drilling fluid density (چگالی مایه) density
- rheological properties (viscosity)
- filtration characteristics (مقدار آب از مایه جدا شدن) mud cake
- solids content and distribution (توزیع و مقدار جامدات) برای مایه حفرت
- chemical composition

ترکیبات شیمیایی

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

مقدار solid در مایه وجود دارد و همچنین چگونگی چسبیدن آن ها



از A تا B افزایش نفوذ به کل باعث کاهش وزن و ROP زیاد می شود (شان می دهد که کل پایداری بودن)

$$\mu_A > \mu_B \Rightarrow V_A < V_B$$

در صورت عدم اتصال به موقع خرد های قطاری به سطح ، این خرد ها ، اطراف مترا می پاشند ( Bit Floundering ) و به عبارتی مترا را در خود مدفون می سازند و قسمت زیادی از انرژی مترا صرف خرد کردن آن ها می شود.



## فروسی Bit Wear

➤ As the bit is worn during drilling

- ↓ ▪ the penetration rate decreases →
- This reduction of ROP is generally less severe for insert bits as for milled tooth bits

↓  
زودتر ساییده می شود

سرعت رسوخ کمتر در سازند  
کاهش می یابد

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi .\*

## نازل Bit Hydraulics = عبور سیال از ته است

منظور

- ① ➤ It can improve the penetration rate dramatically
- ② ➤ The enhanced jetting action promotes
  - a better cleaning of the teeth
  - a better cleaning of the bottom of the hole
- ③ ➤ To improve the cleaning capacity of the bit
  - The number and location of nozzles should be selected properly

⑤ افزایش jet خروجی از نازل ها باعث می شود تا دندان های ته ، بهتر تمیز شوند

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi .\*

و همچنین ته چاه هم بهتر تمیز شود.

③ برای بهبود ظرفیت تمیز سازی ته ، تعداد و مکان نازل ها باید به طور مناسب انتخاب شود.



① از نو در چاه (دیواره) جلوگیری می کند  
 ② یک مسیر قابل اطمینان برای عبور سیال حفاری از ته چاه تا surface  
 10/25/2011 well head را support می کند و همچنین با استفاده از BOP ها

که بروی آن نصب می شوند ، فشار سازند را کنترل می کند  
 ④ آن ، damage شدن pay zone ها را به خاطر فشار بالای متغذی ، به حداقل می رساند

## Chapter 7: Casing Design

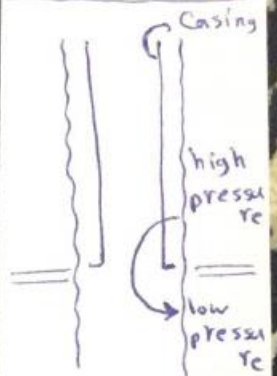
### ➤ Functions of Casing

- ① It prevents collapse (from caving in) of borehole
- ② It provides a high strength flow conduit <sup>مجرای آب</sup> for the drilling fluid to the surface
- ③ It provides support of well head equipment and safe control of formation pressure by BOPs
- ④ It minimizes damage to pay zones from high pressure formations

➤ Cost of tubulars = 18 % of completion a well

➤ Casings are provided by the oil company not by contractor

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi .v



اگر سیال یک لایه وارد  
 لایه ای دیگر شود ،  
 اصطلاحاً به آن

Cross flow می گویند . برای جلوگیری از اتفاق افتادن cross flow ، ما Casing می گذاریم .

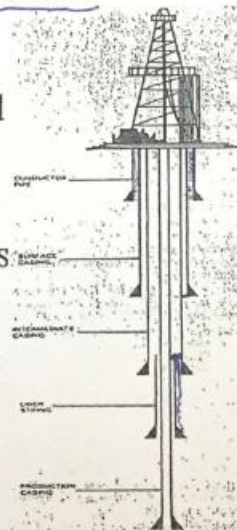
## Casings Versus Liners

➤ Casings extend from the desired depth to surface

➤ Liners extend from the desired depth to the shoe of the previous casing or liner

➤ There is an <sup>همپوشانی</sup> overlap between the liner and previous tubular

- Almost 30 m for oil reservoirs
- Almost 60 m for gas reservoirs



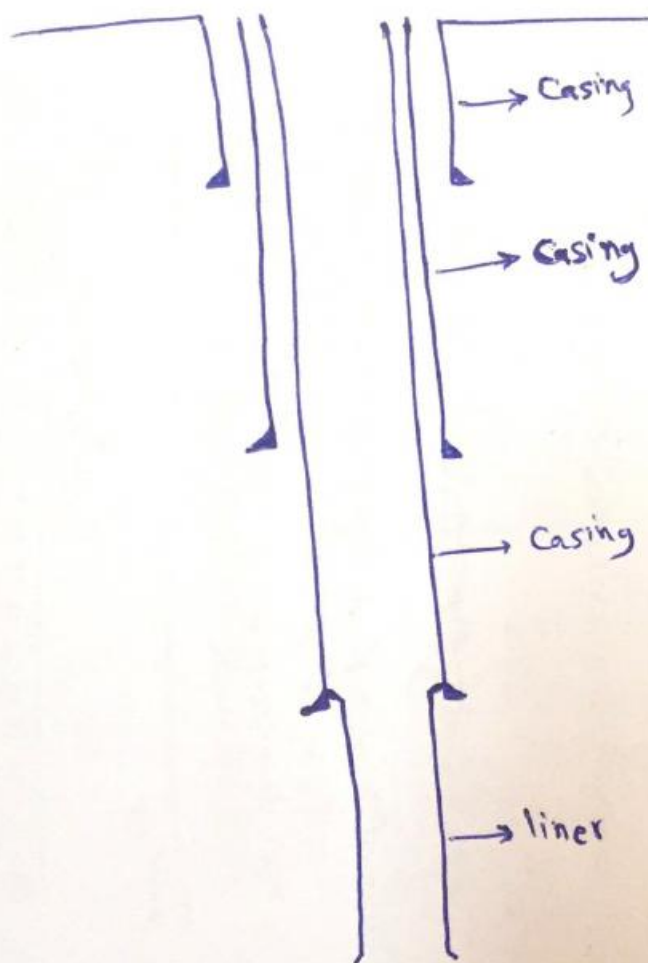
Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi .A

به خاطر اینکه اتصال ، قوی باشد بین Casing و liner ، آن ها را تا حدی روی هم قرار می دهند



## « Liner »

هدف از راندن لوله آستری (liner) همان اهداف راندن Casing است، با این تفاوت که liner تا سطح ادامه پیدا نمی‌کند بلکه درون آخرین لوله جداري توسط Liner hanger آویزان می‌شود



۱۴۷



خواه Liner :

① گاهش هزینه کلی رشته تولیدی (production string)  
و گاهش مدت زمان راندن و سیان کاری لوله ها .

② تکمیل چاه با وارد کردن وزن کمتر بر روی well head

لوله های سطحی

③ چاه با گاهش قطر کمتری همراه است و امکان رافراهم

می کند تا چاه را با هزینه ترین اندازه لوله تولیدی

( production tubing ) تکمیل کنیم .

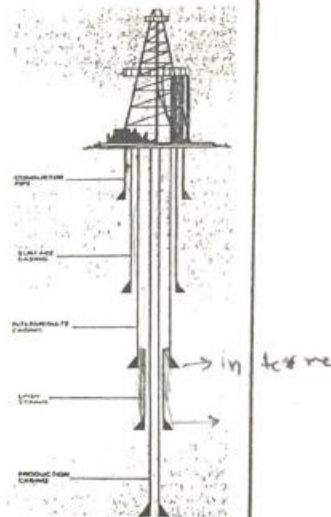
۱۴۷



سازش این Casing (intermediate) بستگی به سازند و فشار آن دارد  
 این Casing اگر نباشد بهتر است (اجباری نیست) . اگر نباشد باعث کاهش  
 زمان (دخیری زمان) ، کاهش هزینه و کاهش نیازن قطر چاه می شود .  
 10/25/2011

## Different Types of Casings

- Conductor casing: necessary
- Surface casing: necessary
- (بالای صخره) ➤ Intermediate casing: depends on the formations and their pressures, the less the better
- Production casing: necessary



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

برقرار ساختن گردش مایع از درون چاه ، به روی سطح و روی shale shaker ها  
 و همچنین جلوگیری از ریزش دیواره های سست درون چاه .

## Conductor Casing Functions

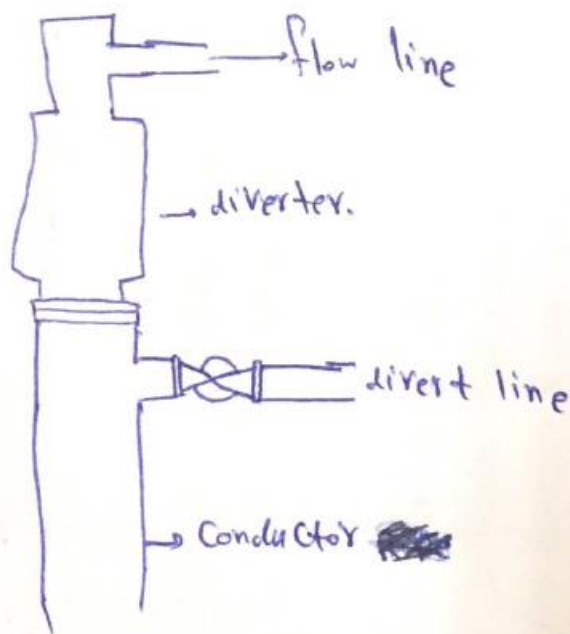
- to enable circulation of the drilling fluid to the shale shakers without eroding the unconsolidated surface sediments directly below the rig foundation
- to prevent the subsequent casings from corrosion
- to partly support the wellhead weight
- to divert an unexpected inflow of formation fluids into the wellbore away from the rig-site and the personal (by a diverter)
- to provide a base or partial support for the suspended weight of other casing strings

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

جلوگیری از خوردگی Casing بعدی  
 پشتیبانی از وزن well head ، support می کند .  
 با قرار دادن یک diverter بر روی این Casing ، می توان از فوران سیال  
 درین سازند پرفشار ، جلوگیری کرد . و در صورت فوران ، می توان آن را کنترل کرد  
 ترجمه در صحنه  
 بعد .



از آن جا که در هنگام بروز kick معمولاً این  
لوله‌ی ~~جدار~~ جداري بسته نمی شود ممکن است از  
diverter نیز همراه فلوین گیر ها استفاده شود ✓  
به طور کلی استفاده از diverter زمانی صورت می گیرد  
که تقسیم برنپستن چاه هنگام بروز kick می باشد  
بنابراین معمولاً قبل از نصب لوله‌ی جداري سطحی  
بایستی از diverter استفاده نمود .



۱۴۸۴



⑤ قسمتی از وزن casing بعدی را تحمل می کند

10/25/2011

## Conductor Casings

### ➤ Conductor setting depths and sizes

- Based on your book
  - Depths: 20 to 1,000 ft
  - Sizes: 9-5/8 in. to 30 in.
- Based on other references
  - Depths: 150 to 600 ft
  - Sizes: 20 in. to 36 in.

قطر خارجی

نظرات

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

① تا اینکه مانعی باشد در برابر سازند های که unConsolidate هستند و در نزدیکی سطح می باشد و محافظت کند از ریزش دیواره چاه به درون چاه.

## Surface Casing Functions

- ① ➤ To hold back the unconsolidated surface formations and prevent them from falling into the hole
- ② ➤ To protect the shallow, freshwater sands from contamination with drilling mud
- ③ ➤ To protect the subsequent casings from corrosion and partly support their weights
- ④ ➤ Serves as a base to hold the BOPs

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

⑤ برای محافظت از جلوه گیری از تپه های سطحی آب های شیرین و یا شش های آب های شیرین  
⑥ زیر زمین به داخل گل حفاری  
⑦ برای محافظت casing های بعدی از خوردگی و همچنین support  
⑧ کردن قسمتی از وزن آن ها.  
⑨ وزن BOP ها را تحمل می کند.

149

Scanned by CamScanner

konkur-naft.blogfa.com



10/25/2011

MW: mud weight

MW=11.5 Gachsaran 7 → low pressure

MW=12.5 Gachsaran 6-1 → high pressure

## Surface Casings

### ➤ Surface setting depths and sizes

- Based on your book
  - Depths: 300 to 5,000 ft
  - Sizes: 8-5/8 in. to 18-5/8 in.
- Based on other references
  - Depths: 300 to 5000 ft
  - Sizes: 17-1/2 in. to 24 in.

➤ Setting depth is determined by government or company policy not due to technical reasoning

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi

## Intermediate Casing

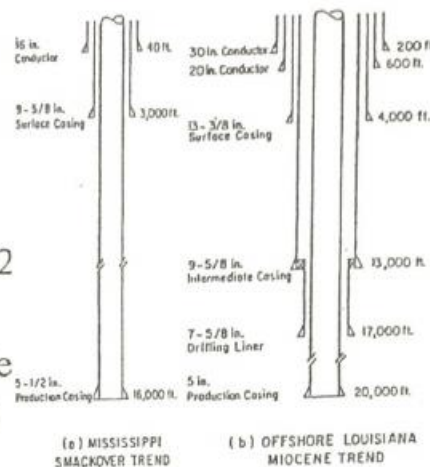
- They are set between surface and production casing
- There is a condition that will prevent the well from being drilled safely to total depth, so we need to run an intermediate casing
  - To shut off lost circulation zones →
  - To isolate troublesome shales
  - To isolate high pressure zones
  - To isolate salt zones

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi



## Intermediate Casing

- A purely technical casing
- One or more may be necessary
- Sizes: 9-5/8 in. to 17-1/2 in.
- Subsequent intermediate casings are set as liners

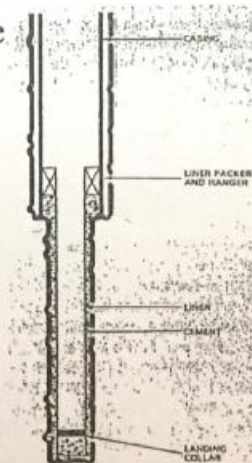


Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

## Liners

- Liners do not extend to the surface and are suspended from the bottom of the next larger casing
- Advantage: lower cost
- Disadvantage: problems arise from hanger seal and cement leakage



Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering

Khalil Shahbazi

در محل اتصال casing و liner  
ممکن است که نشتی سیال داشته باشیم و یا اینکه حتی  
نشتی هیدروکربن هم داشته باشیم.



10/25/2011

- ① به جز در مواردی که چاه به صورت open hole تکمیل می شود، این casing در production zone (یا در مختل هیدروکربوری) قرار می گیرد.
- ② این casing طوری طراحی می شود که در هنگام بستن چاه (shut in well) بیشترین فشار را تحمل کند.

## Production Casing

- ① ➤ It is set through the production zone except in open hole completion
- ② ➤ It is designed to hold the maximum shut-in pressure
- ③ ➤ It permits the tubing string to be maintained or replaced during the production life
  - The diameters range from 5 in. to 9-5/8
  - A production casing of 7 in. is popular

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۱۷

- ③ این casing این خاصیت را دارد که به باعث نگه داشتن production tubing می شود و همچنین این casing این اجازه را به ما می دهد که production tubing را در طول عمر پشته به دست بیاوریم و اگر نیاز از مختل، تعویض کنیم.

## Casing Grades

TABLE 7.1—GRADES OF CASING RECOGNIZED BY THE API

➤ Grade Code: letter-number

➤ The letter is arbitrary

➤ The number is the minimum yield strength in thousands of psi

API Grade	Yield Strength (psi)		Minimum Ultimate Tensile Strength (psi)	Minimum* Elongation (%)
	Minimum	Maximum		
H-40	40,000	80,000	60,000	29.5
J-55	55,000	80,000	75,000	24.0
K-55	55,000	80,000	95,000	19.5
C-75	75,000	90,000	95,000	19.5
L-80	80,000	95,000	95,000	19.5
N-80	80,000	110,000	100,000	18.5
C-90	90,000	105,000	100,000	18.5
C-95	95,000	110,000	105,000	18.0
P-110	110,000	140,000	125,000	15.0

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۱۸



## Casing Sizes and Weights

- Outside diameter of casings: 4.5 in. to 20 in.
- The details of all sizes in Table 7.6
- Some common ones are given here

TABLE 7.3—SPECIAL DRIFT DIAMETERS  
(Courtesy of Lone Star Steel)

OD Size (in.)	Weight T&C (lb/ft)	Wall Thickness (in.)	Drift Diameter (in.)	
			API	Special
7	23.00	0.317	6.241	6.250
	32.00	0.453	5.969	6.000
7½	46.10	0.595	—	6.500
8½	32.00	0.352	7.796	7.875
	40.00	0.450	7.600	7.625
8¾	49.70	0.557	—	7.500
9½	40.00	0.395	8.679	8.750
	43.50	0.435	8.599	8.625
	47.00	0.472	8.525	8.625
	58.40	0.595	8.279	8.375
9¾	59.20	0.595	—	8.500
9¾	62.80	0.625	—	8.500
10¾	45.50	0.400	9.794	9.875
	55.50	0.485	9.604	9.625
	65.70	0.595	9.404	9.504
11¾	60.00	0.489	10.616	10.625
	65.00	0.534	10.526	10.625
11¾	71.80	0.582	—	10.625
13¾	72.00	0.514	12.191	12.250
	86.00	0.625	11.969	12.000
13½	81.40	0.580	—	12.250
13¾	88.20	0.625	—	12.250

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۱۱

### ✓ Problem 4.13

- A derrick is capable of supporting 500,000 lbf. How many feet of 13-3/8, 72 lbm/ft casing could be supported by the derrick if the casing was run open-ended through 12 lbm/gal mud.
- From table 7.3: wall thickness= 0.514 in.
- OD= 13.375, ID=13.375-2(0.514)= 12.347 in.

$$A = \frac{\pi}{4} (OD^2 - ID^2) = 20.757 \text{ in.}^2$$

$$F_b = W - F_{bu} \Rightarrow 500,000 = 72x - 20.757(\text{in.}^2) \times (ft)(12 \text{ lbm/ft gal}) \left( \frac{1 \text{ ft}^3}{144 \text{ in.}^3} \right) \left( \frac{1 \text{ bbl}}{5.615 \text{ ft}^3} \right) \left( \frac{42 \text{ gal}}{1 \text{ bbl}} \right) \Rightarrow x = 8466 \text{ ft}$$

Drilling Engineering-1 Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering Khalil Shahbazi ۱۲





# جدول زمانبندی عملیات حفاری

میدان:	محل چاد:	شماره چاد:	شماره دکل:	شرح:			
دکل روز: پ ۹۵ و:	رشته روز پ: ۱۰۳ و:	شمع نهایی پ: ۳۲۸۰ و:	مخت چابچایی: پ: ۸ و:	خانه:			
اتسازده حفاره	۲۶"	۱۷-۱/۲"	۱۲-۱/۴"	۸-۱/۲"	۶-۱/۸"	۴-۱/۸"	جمع ساعات
شرح عملیات	پ	و	پ	و	پ	و	و
متراژ حفاری (متر)	۶۰	۲۰۲۴	۵۲۰	۶۶۶			
ساعات حفاری	۱۰	۱۸۰					
لوله پلاستیک لوله پایین		۸۰	۶۰	۶۰			
آزمایش فورانگیرها			۸	۸			
پرسازی چاه جلوگیری از هرزروی گل		۷۲	۳۰	۱۲			
اندازدگیری تحریف چاه / سرویس دکل		۶					
حفاری جهت دار		۳۹۶	۲۴۰	۲۷۲			
چهاره / آستری گذاری	۱۰	۲۵	۴۵	۴۵			
سیمان کاری	۲	۵	۴	۴			
برپایی و سائز سر چاه حفاری سیمان و گچ	۲۴	۵۰	۴۵				
آزمایش سائز				۷۲			
نمونه گیری							
گردش گل برای نمونه برداری سازند							
مغزه گیری							
عملیات تکمیل				۲۰۴			
عملیات خارج از برنامه							
جمع عملیات	۴۶	۸۲۴	۵۲۲	۶۷۲			۲۰۷۹
زمان رفته (تایم - خلاصه)							
شرایط چاه							
مانده پایی		۴۴	۳۰	۴۵			۱۱۹
کج کردن چاه							
سوراخ شدن و رفع انسداد لوله							
جمع زمانهای از دست رفته ناشی از بیش آمدها							
انتقارات متاثر از تغییر و تغییر وضعیت							
انتقارات و مبررات ملی حفاری	۲	۴۰	۲۰	۲۰			۸۲
جمع زمان از دست رفته آشکار							
جمع کل زمانهای از دست رفته							
جمع کل (دکل ساعت)	۴۸	۹۰۸	۵۸۲	۷۲۲			۲۲۸۰

توضیحات: عملیات تکمیل شامل تمیز سازی آستری و تست آن. پایین ریختن لوله ها براندن رشته تکمیلی و تاج چاه. مشبک کاری. تزریق پذیری و جریان چاه می باشد.

Bit size or hole size	24"-26"	17 1/2"	12 1/4"	8 1/2"	6 1/8"	4 1/8"
Casing size	18 5/8"-20"	13 3/8" or 13 5/8"	9 5/8"	7"	5"	3 1/2"

FGTE4520200