

# Нефтегазопромысловое оборудование

## Лекция 1



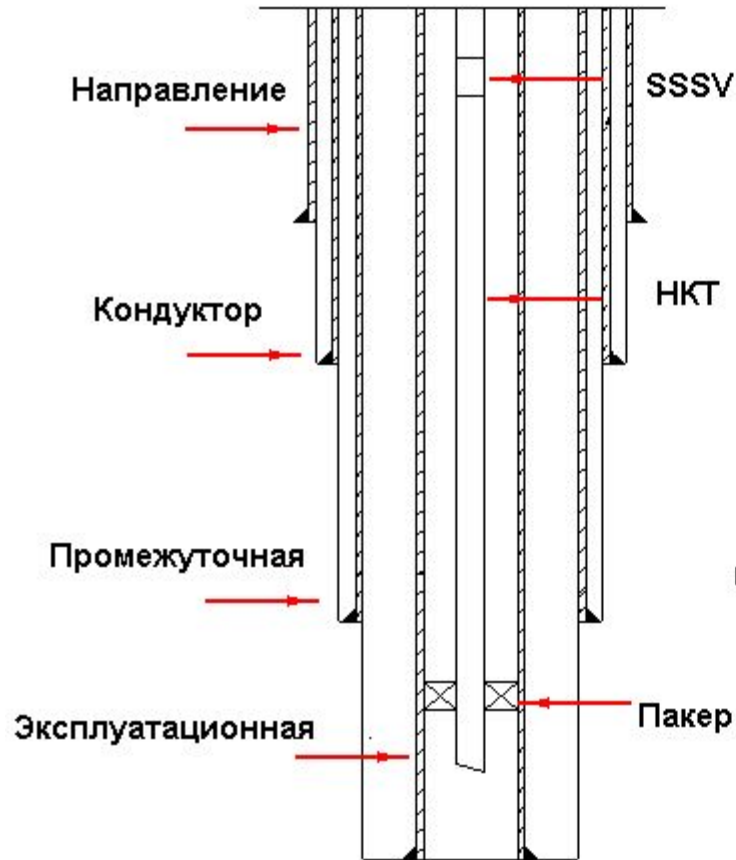
Доцент Царьков И.В.

# Виды оборудования

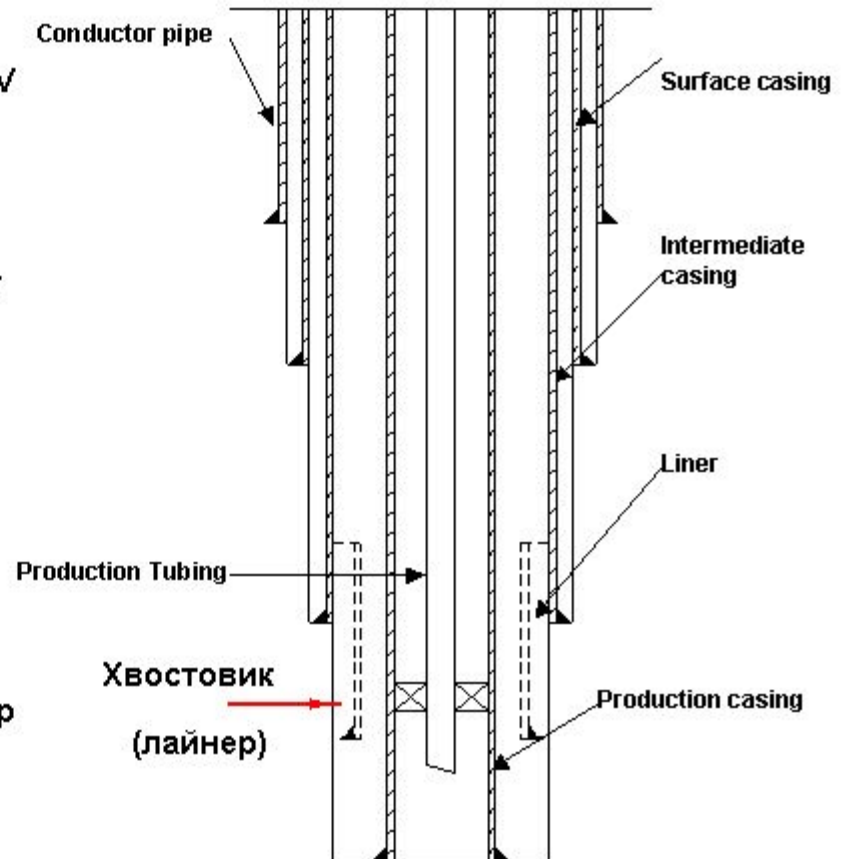
Оборудование, применяемое при различных эксплуатационных работах, можно подразделить на группы:

- оборудование для эксплуатации;
- оборудование для освоения;
- оборудование для подъема продукции;
- оборудование для воздействия на пласт;
- оборудование для проведения ремонтных работ;
- оборудование для сбора и подготовки нефти и газа к транспортированию.

# Конструкция скважины



Нормальный  
градиент давления  
(0.465psi/ft)



Аномально высокое  
давление

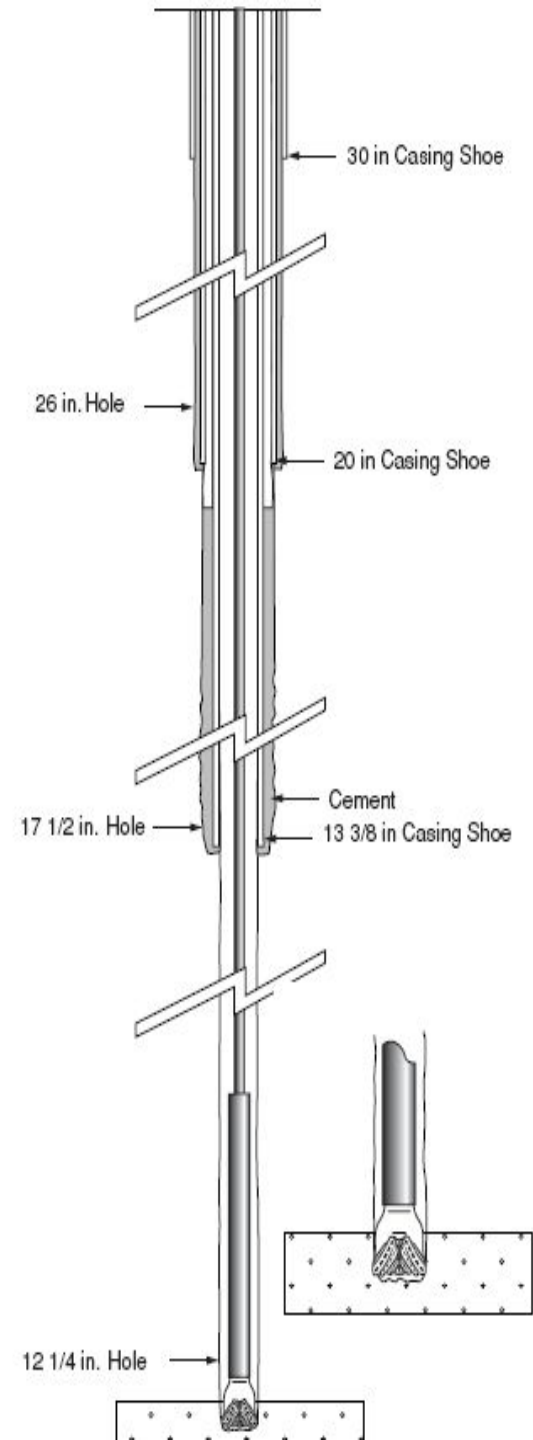
# Назначение ОК

- Предупреждение обвала стенок скважины.
- Изоляция трещиноватых пластов от поглощения.
- Изоляция зон с аномально высоким давлением.
- Обеспечение крепления колонной головки и ПВО.
- Обеспечение эффективной эксплуатации скважины.



# Типы ОК

- В идеале, было бы дешевле пробурить скважину долотом малого диаметра с последующей обсадкой от забоя до устья.
- Однако наличие зон с аномальным давлением, присутствие слабо сцементированных песчаников, разбухающих глинистых пропластков и т.д. заставляет обсаживать скважину по частям начиная с труб большего диаметра у устья и заканчивая меньшим при приближении к забою,
- т.е. спускать концентрично несколько типоразмеров ОК.



# Типы ОК

1. **Шахтное направление** – устанавливается (часто просто забивается) для предотвращения размыва слабых пород у поверхности. В основном используется при бурении в условиях шельфа. **Диаметры колонн до 42” в условиях Северного моря.**
2. **Направление** – служит для крепления стенок скважины сложенных из пород склонных к обвалу, отсечению возможных газовых карманов, для установления замкнутой циркуляции бурового раствора, защищает основание платформы в случае шельфового бурения. В некоторых случаях на направление устанавливается ПВО (превентор или дивертер). **Типовые диаметры для Среднего Востока – 18 5/8” – 20” (433-508 мм.), в условиях Северного моря 30” (762 мм.)**

## Типы ОК

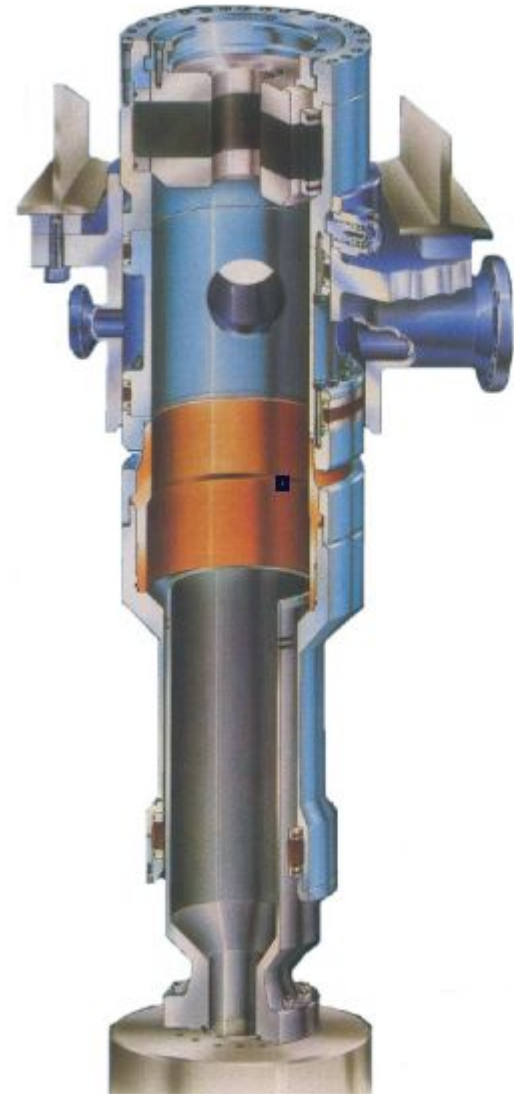
3. **Кондуктор** - служит для крепления стенок скважины на глубинах до 800 м, разобращения водоносных горизонтов, отсекающая возможных газовых карманов, монтажа ПВО.

Длина кондуктора должна выбираться с учетом обеспечения отсутствия поглощения у башмака колонны при росте гидростатического давления бурового раствора в ходе дальнейших операций (XLOT тест). Обычно башмак кондуктора является точкой начала набора кривизны скважины.

**Типовые диаметры для Среднего Востока – 13 3/8” (240 мм.), в условиях Северного моря 20” или 18 5/8”.**

# Типы ПВО

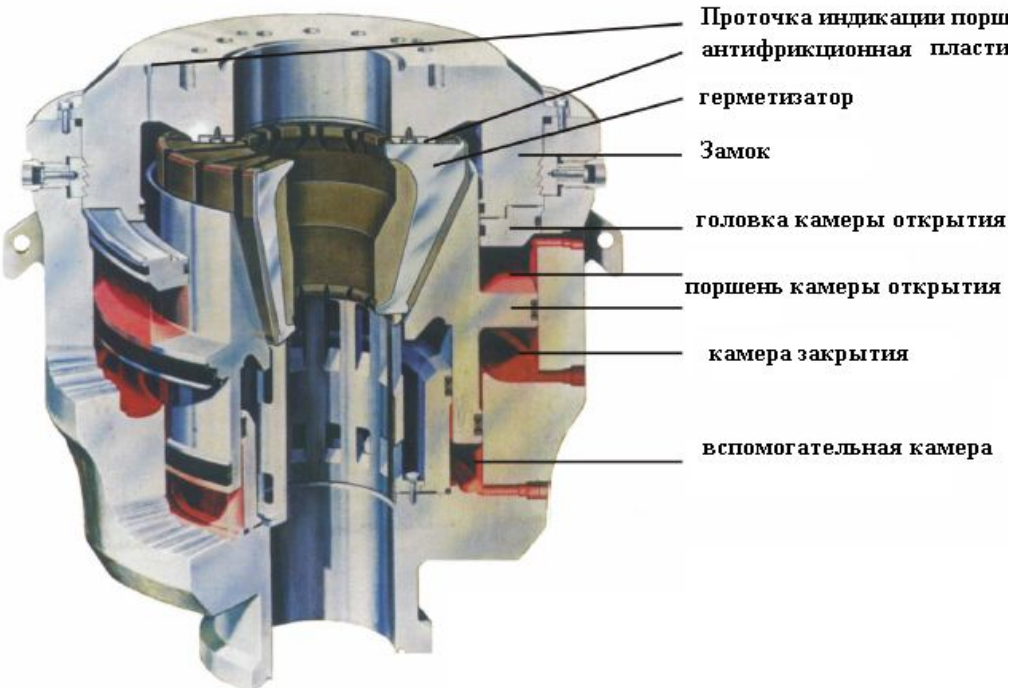
- Противовыбросовое оборудование обычно включает в себя универсальный превентор, плашечные превенторы, срезные превенторы.
- Для отвода газа от платформы при наличии на небольшой глубине газового кармана используется дивертер.



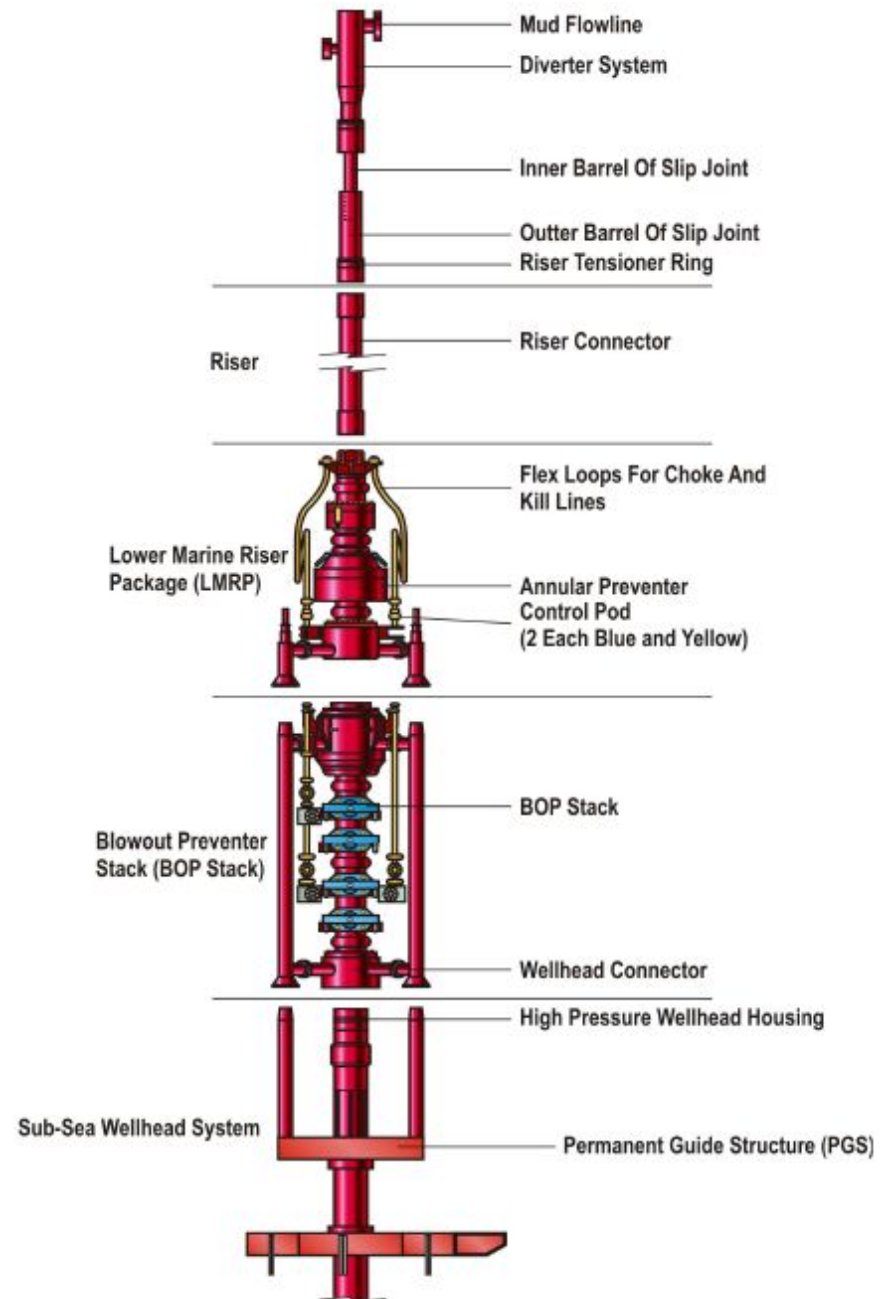
Дивертер



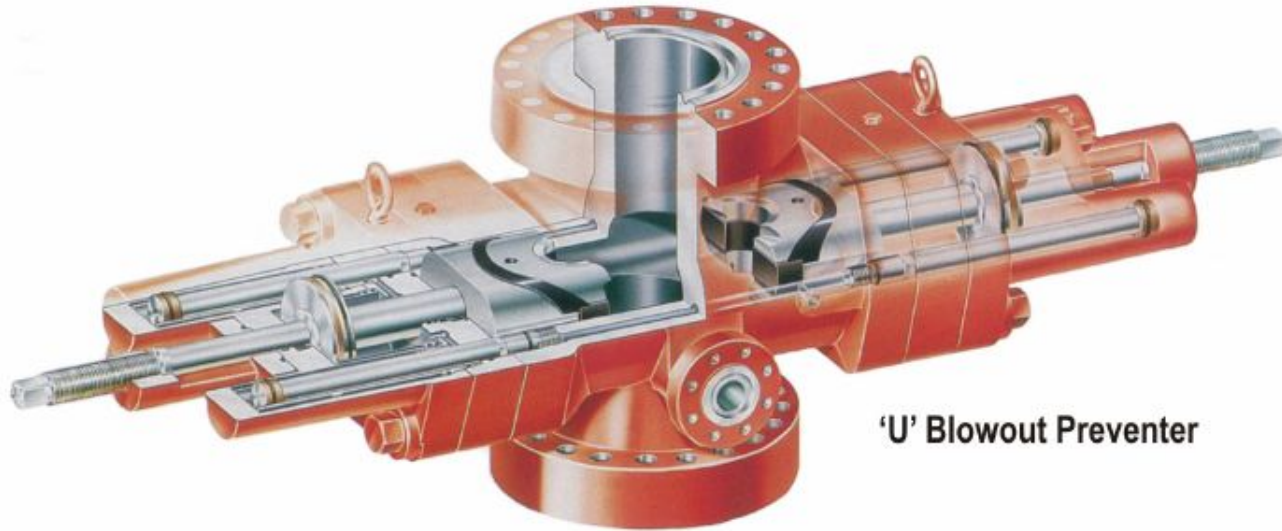
# Типы ПВО



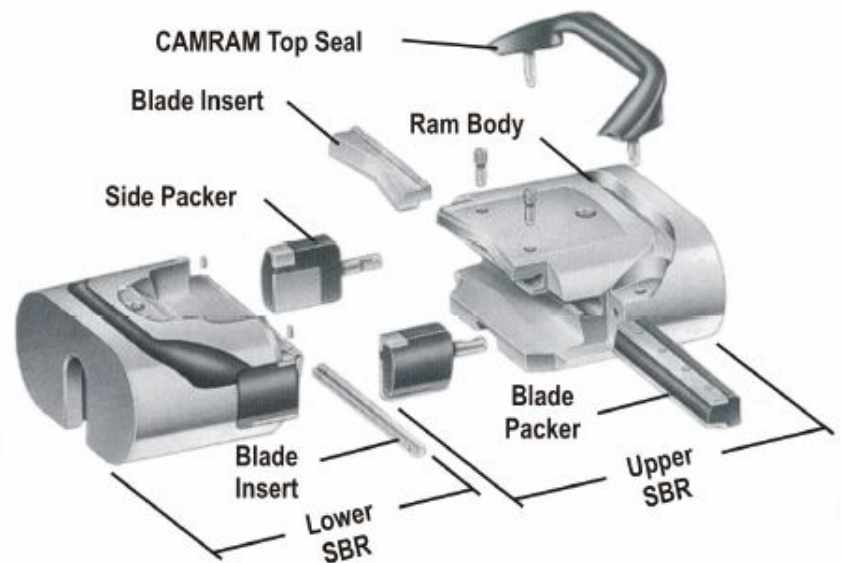
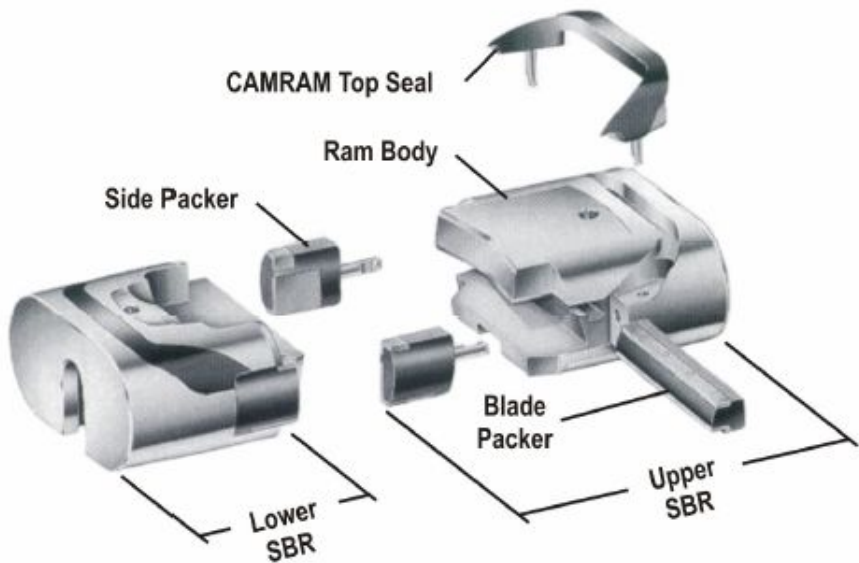
Универсальный превентор



# Типы ПВО



'U' Blowout Preventer



## Типы ОК

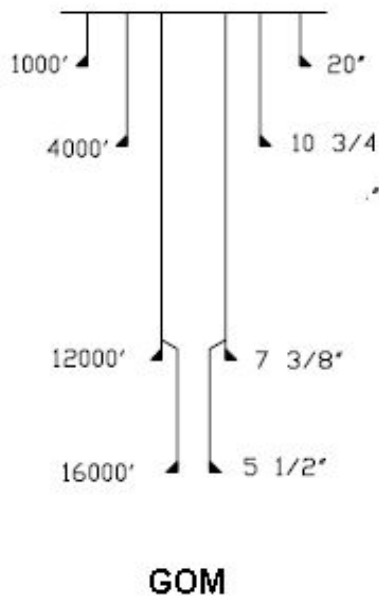
**4. Техническая (промежуточная) колонна** – служит для разобщения зон с аномальным давлением, нестабильных зон склонных к обвалам, кавернообразованию, зон склонных к поглощению. Данная колонна должна быть тщательно зацементирована с целью исключения заколонных перетоков. При наличии слабых пород тампонажные работы приходится проводить в две стадии с целью предотвращения поглощения цемента из-за высокой гидростатики.

**Типовые диаметры для Среднего Востока – 9 5/8” (235.8 мм.), в условиях Северного моря 13 3/8” - 9 5/8”.**

## Типы ОК

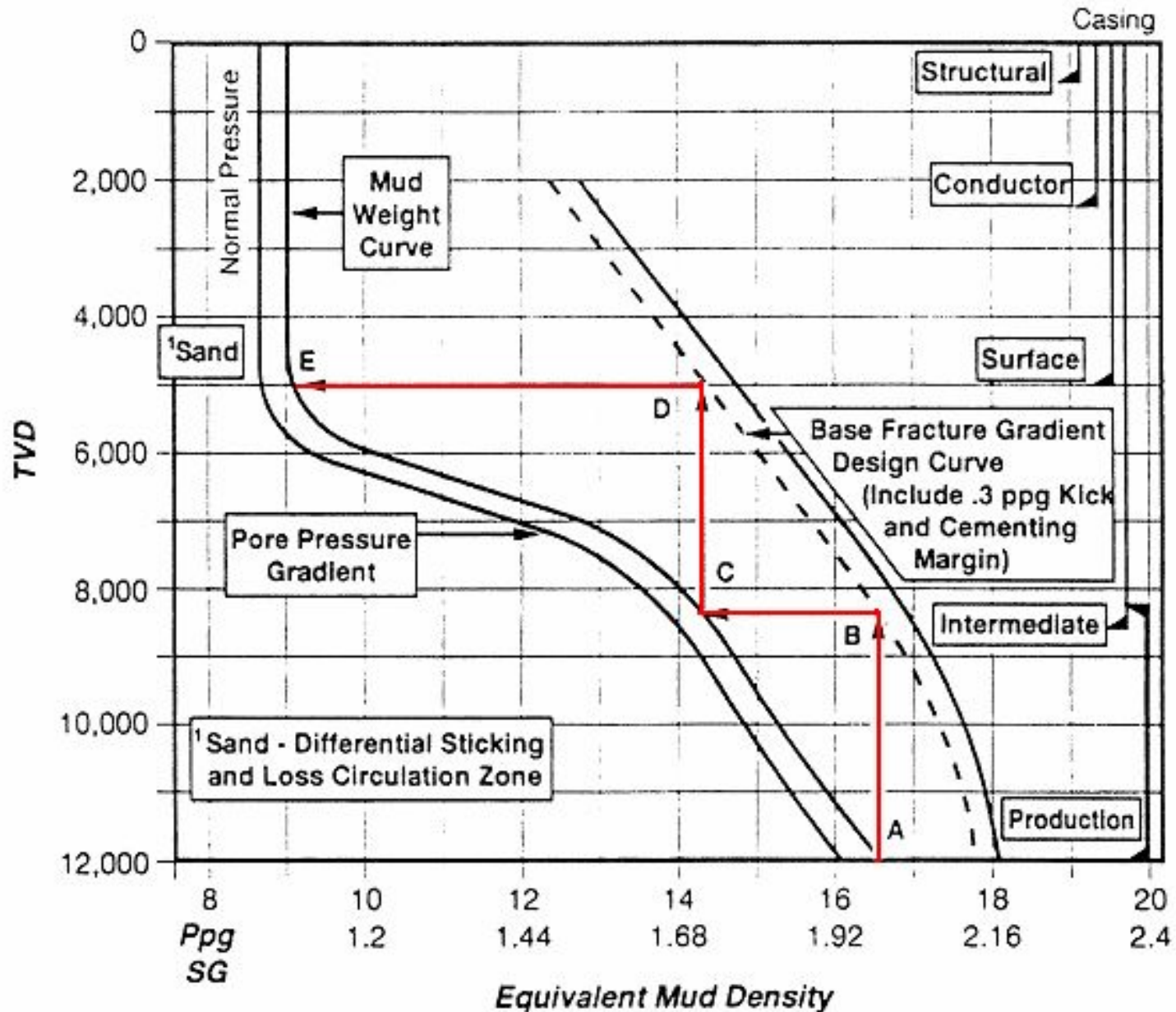
5. **Эксплуатационная колонна** – последняя колонна обеспечивающая сообщение продуктивного пласта со скважиной. Это колонна в которой непосредственно размещается подземное нефтегазопромысловое оборудование Типовой размер – от 7” (177,8 мм.) до 9 5/8” и выше, Типовые размеры в России – 5” и 6” соответственно (146 мм. и 168 мм.).
6. **Хвостовик (Лайнер)** - это колонна не достигающая поверхности скважины. Спускается с целью экономии металла и увеличения диаметра ствола эксплуатационной колонны. При установке на техническую колонну используется клиновая подвеска и пакер. В данном случае роль эксплуатационной колонны будет выполнять лайнер с технической колонной

# Типовые конструкции скважин

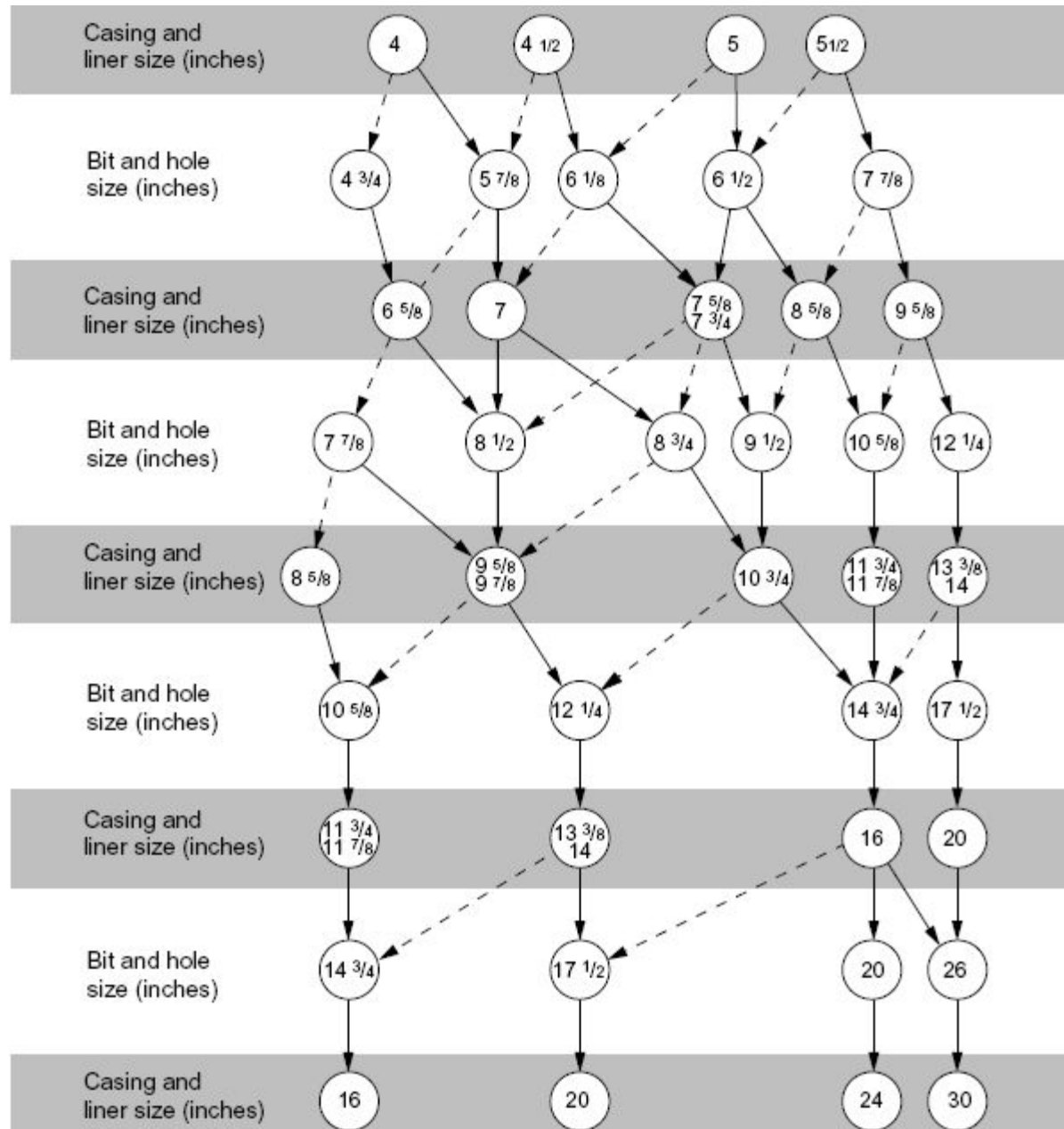




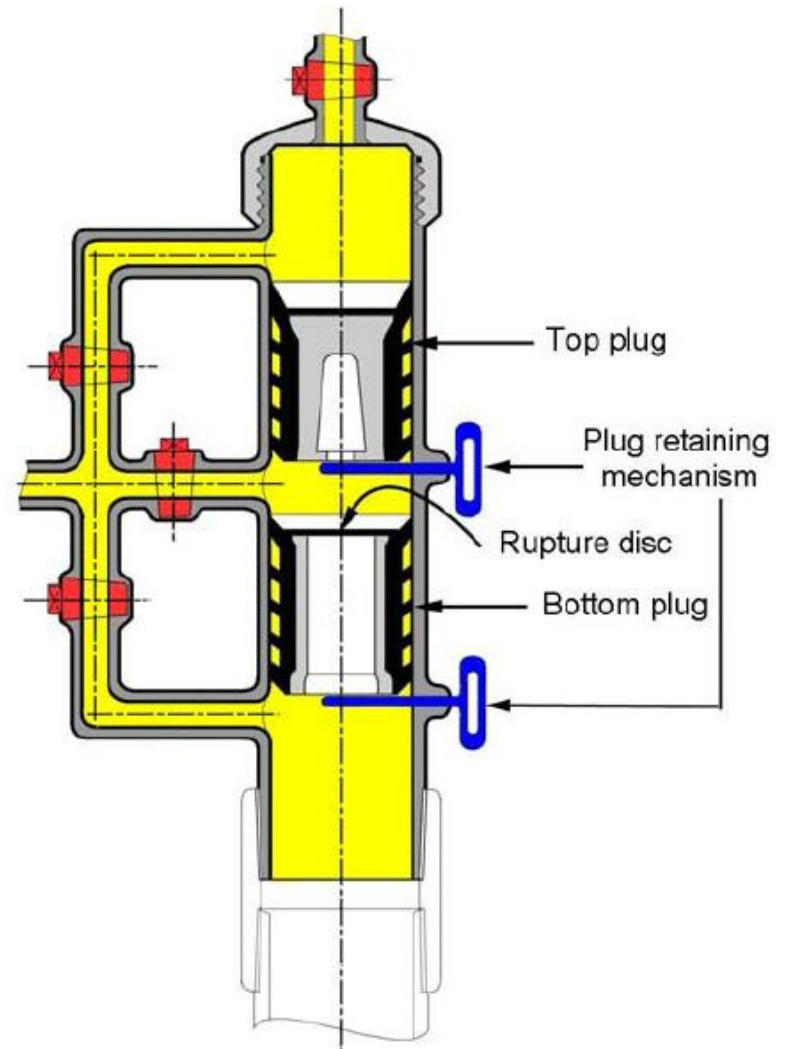
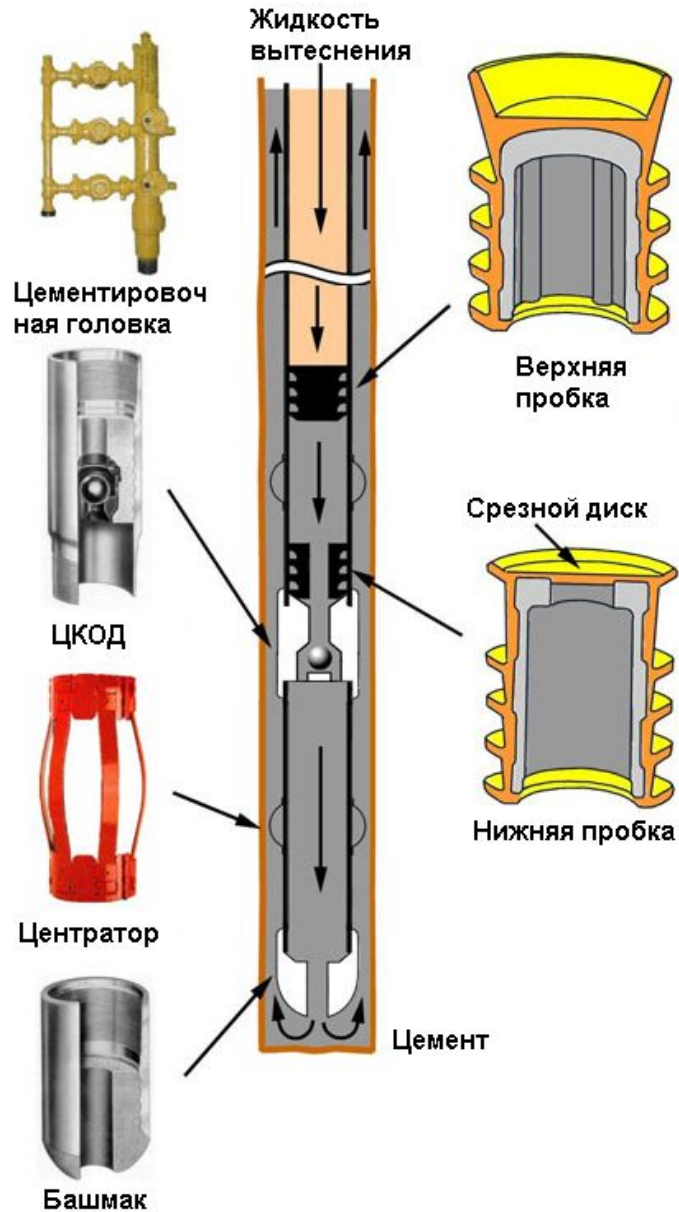
# Выбор длин обсадных колонн API



# Выбор диаметра ОК API



# Оборудование для цементации





# Цементаж



В первую очередь спускают башмак (float shoe), он будет направлять колонну.

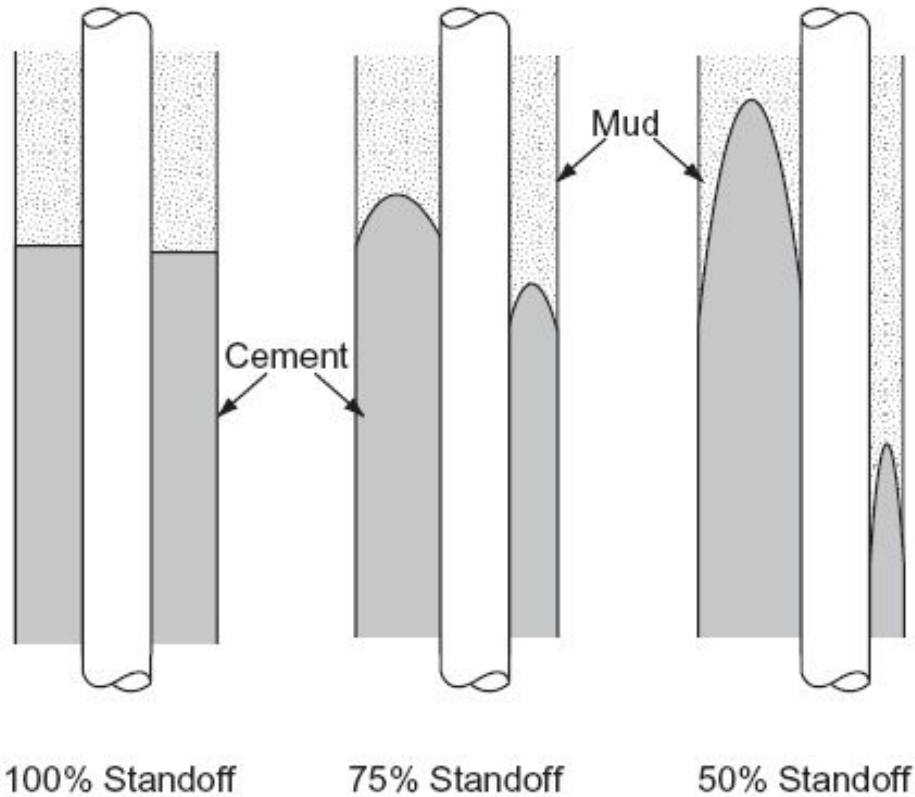
# Цементаж



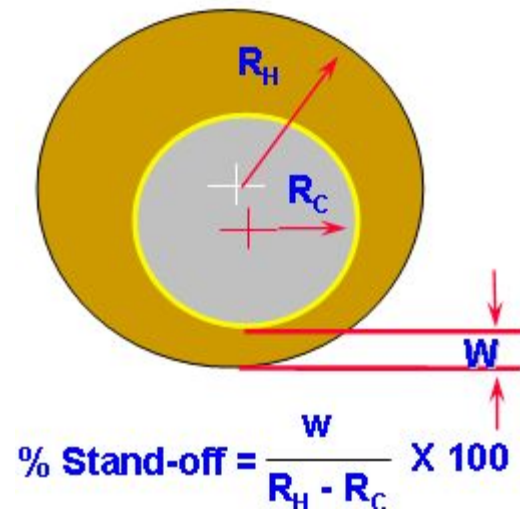
Следующий шаг – спуск 1 – 2 х обсадных труб с установкой float collar (ЦКОД). Расстояние между float shoe и float collar образует “shoe track”.



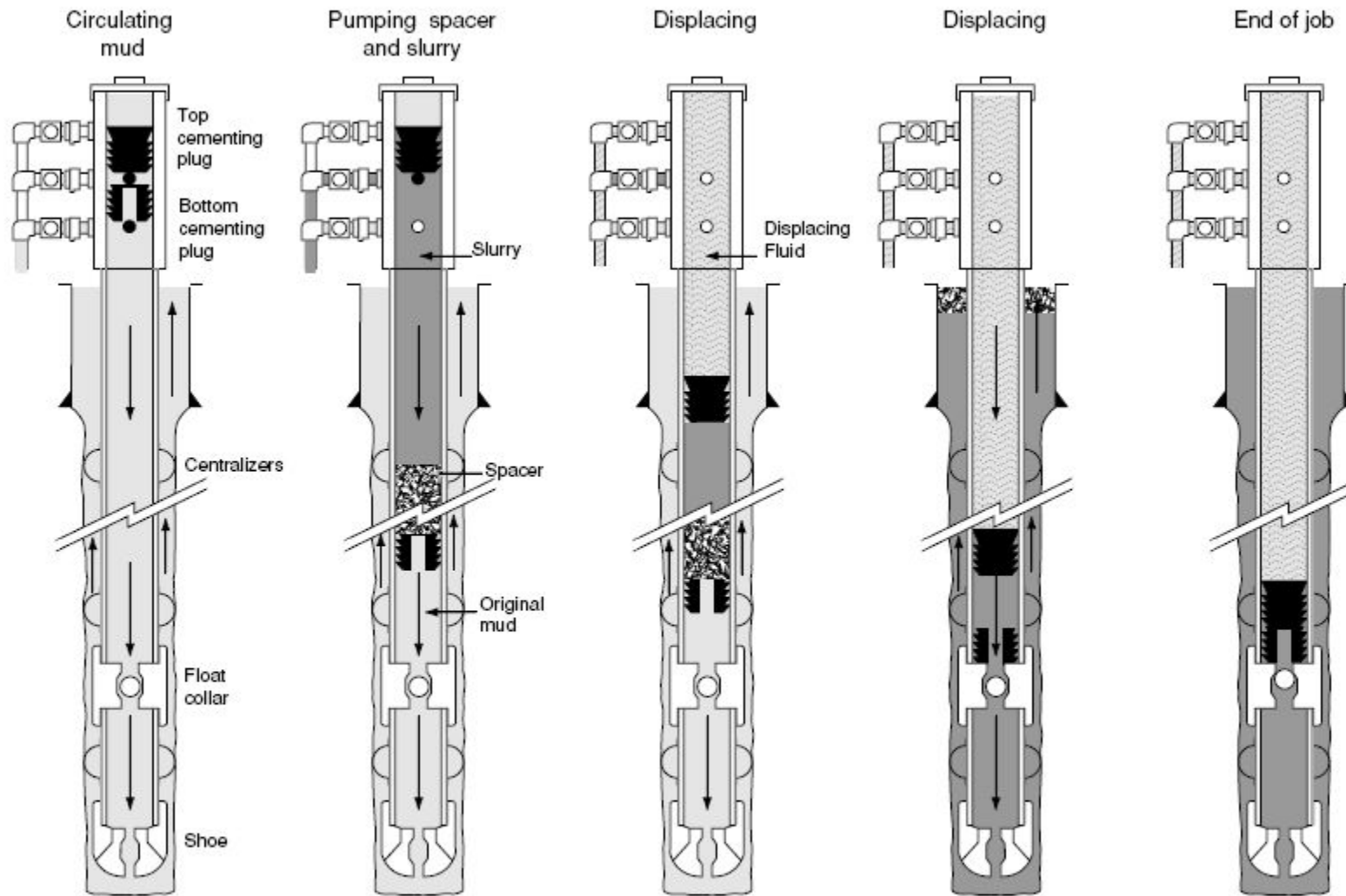
# Цементаж



# Channeling

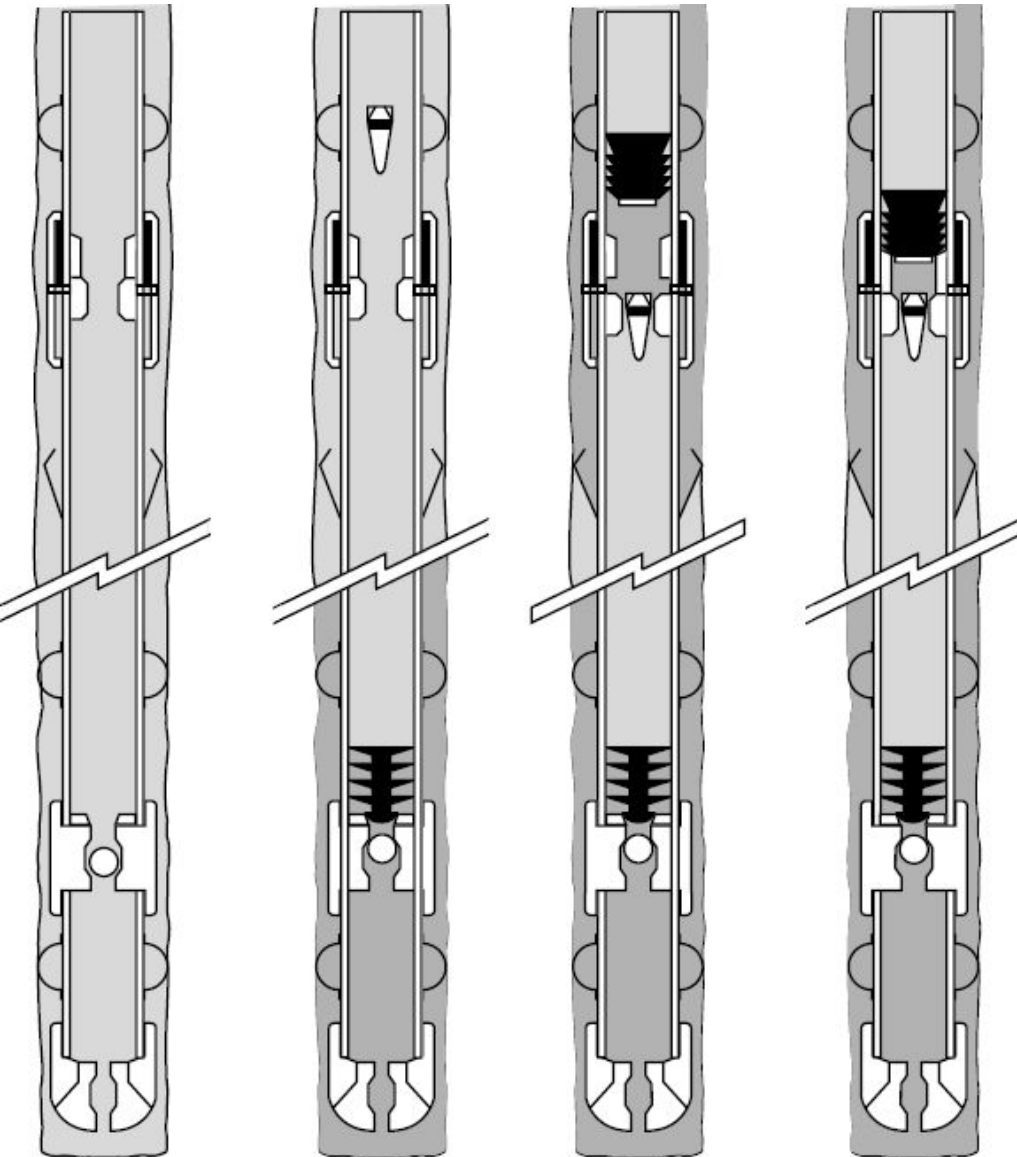


# Одноступенчатый цементаж

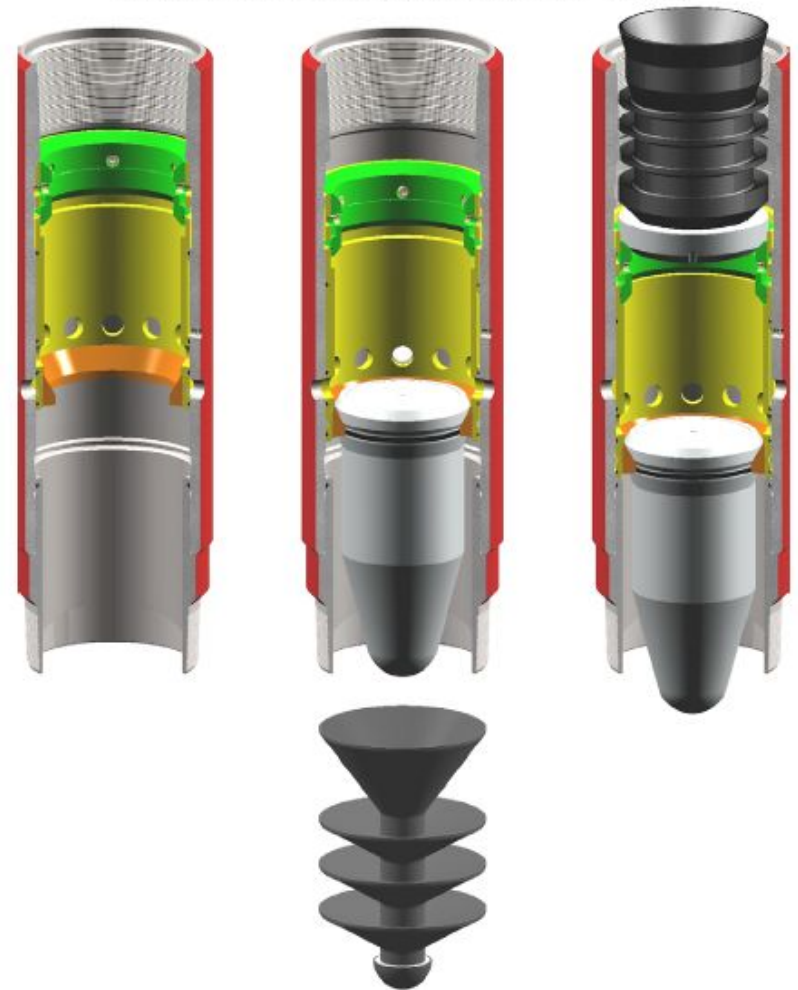


- Plug release pin in
- Plug release pin out

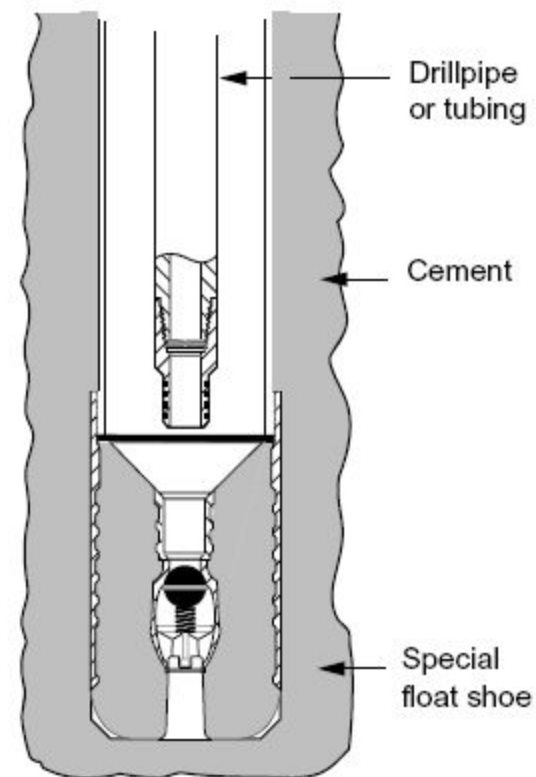
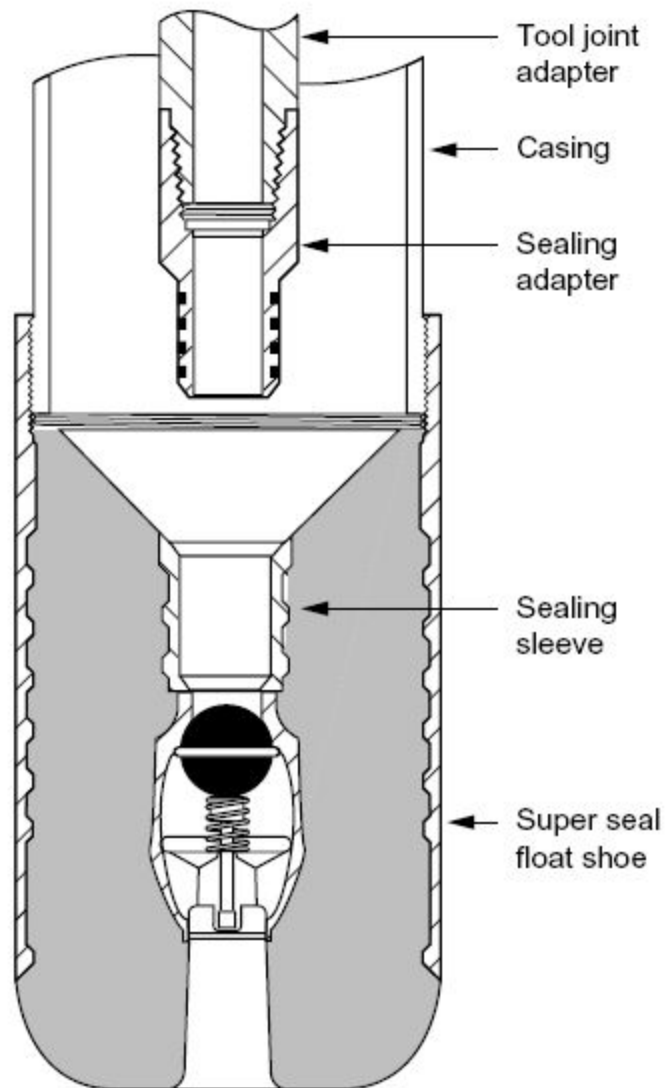
# Stage Cementing



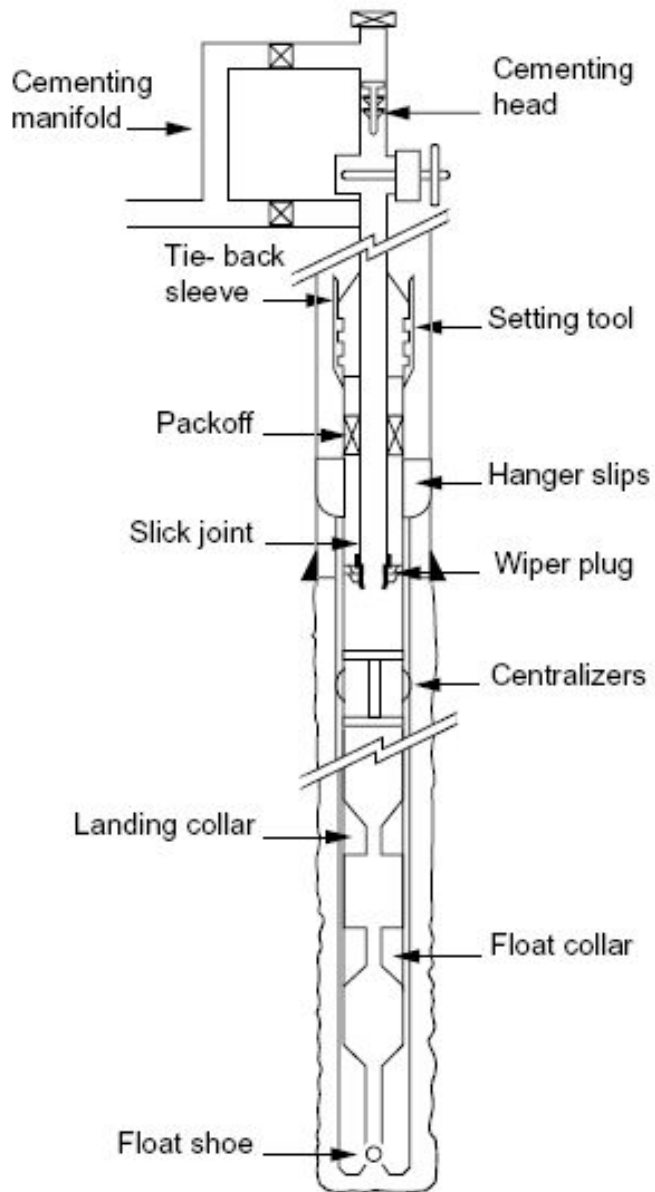
MODEL 751E STAGE CEMENTING TOOL



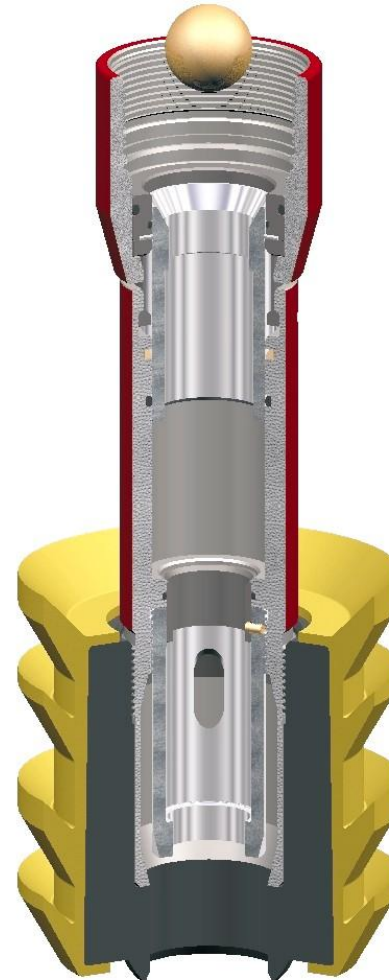
# Stinger Cementing



# Liner Cementing

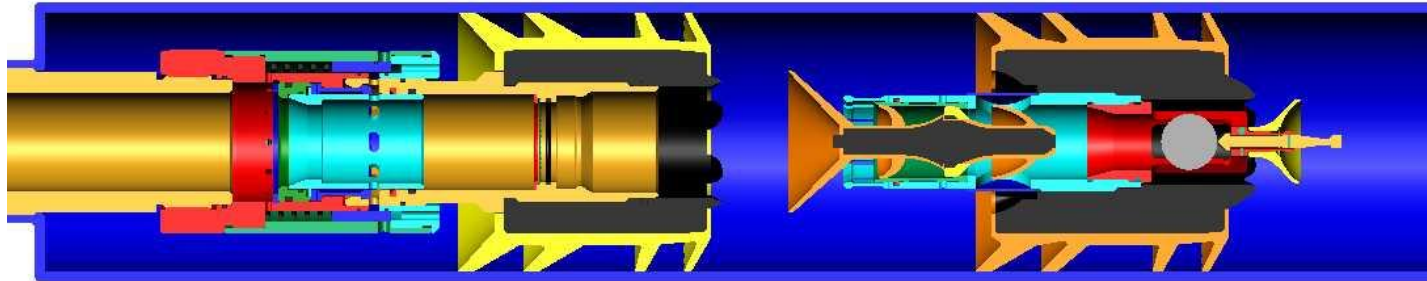
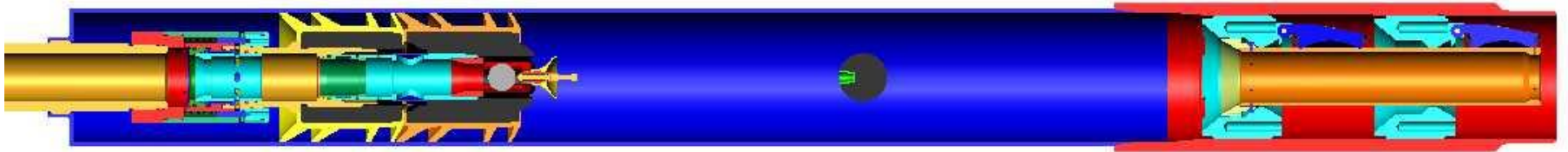


Model 836 BC





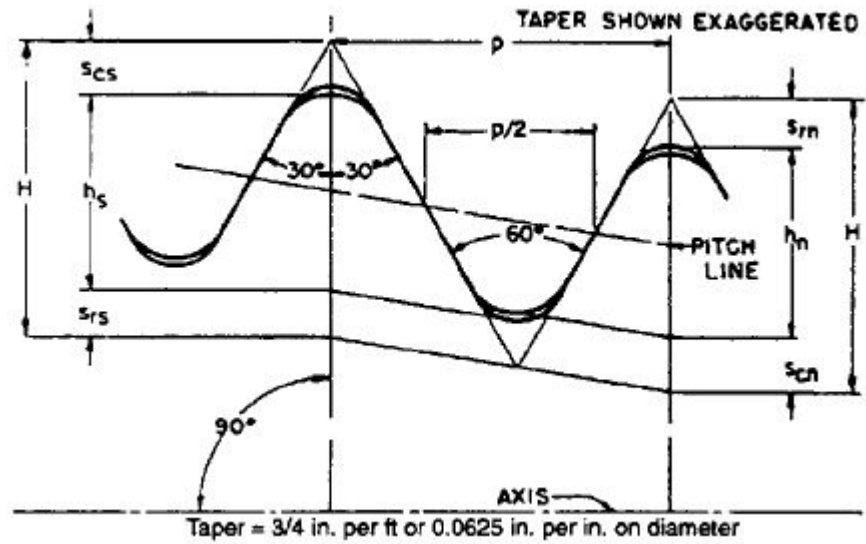
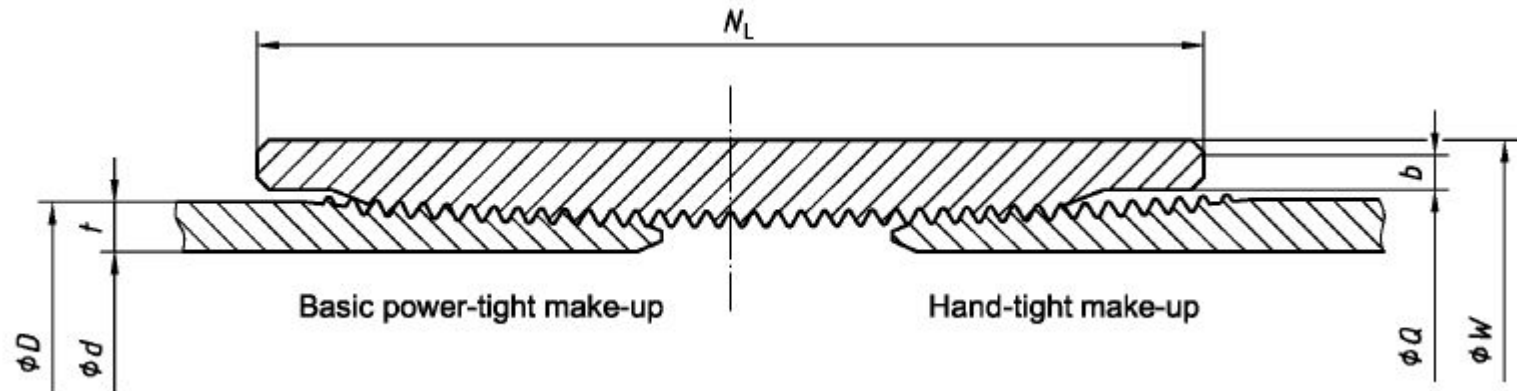
# Large Bore SSR Plug System



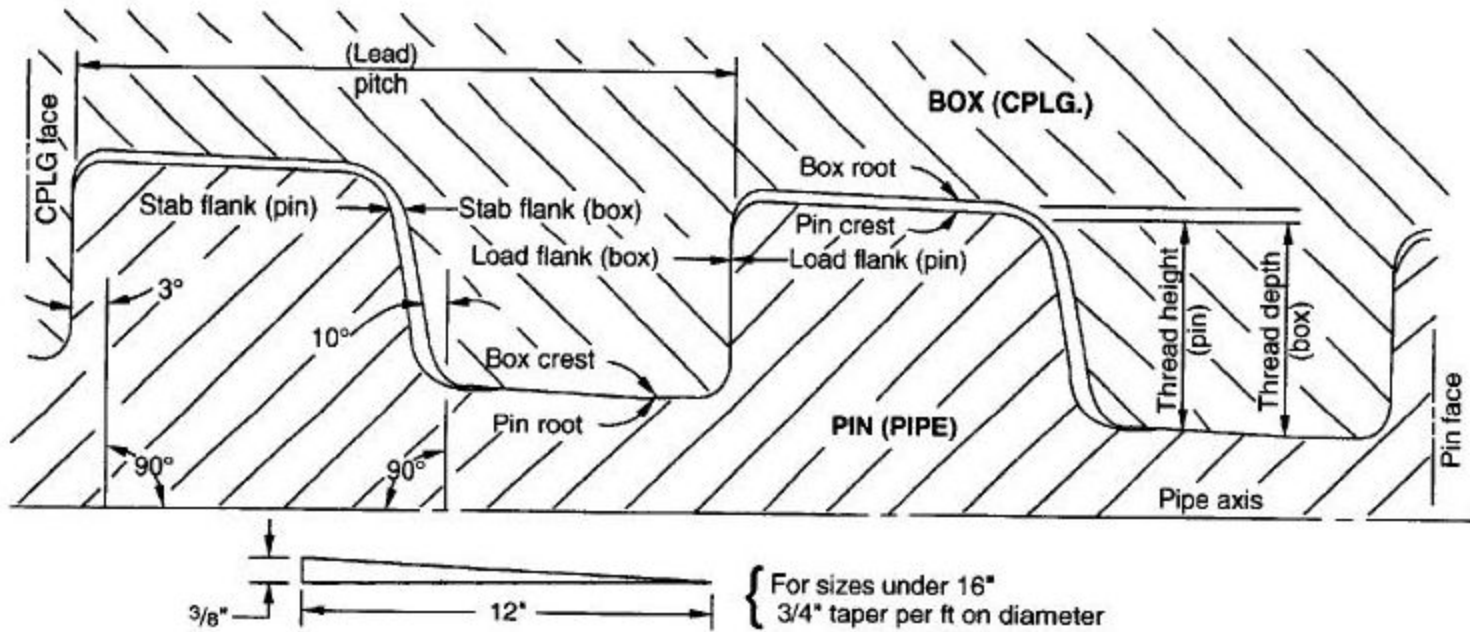
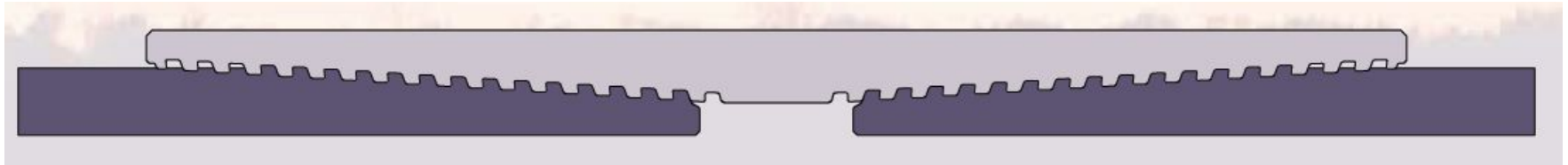
# Конструкция обсадных труб

- В России для крепления стенок скважин применяются обсадные трубы. Выпускаются трубы с короткой и удлиненной треугольной резьбой, с трапецеидальной резьбой типа ОТТМ и ОТТГ (с нормальным и уменьшенным диаметром муфт), а также трубы типа ТБО. Обсадные трубы бывают исполнения А и исполнения В.
- Кроме того, обсадные трубы классифицируются по наружному диаметру, толщине стенки и группе прочности материала. Гост 632 – 80.
  - наружный диаметр 114,3, 127,0, 139,7, 146,1, 168,3, 177,8 – 473,1, 508,0.
  - толщина стенки 5,2 – 16,1 мм.
  - группы прочности Д, Е, Л, М, Р, Т ( $\sigma_t = 380 - 950$  МПа.,  $\sigma_v = 550 - 1100$  МПа).
- Применяются обсадные трубы импортного производства по стандарту API (spec 5CT, 5B...) с резьбовыми соединениями треугольного профиля, Батресс, Экстрем Лайн.

# Round Thread

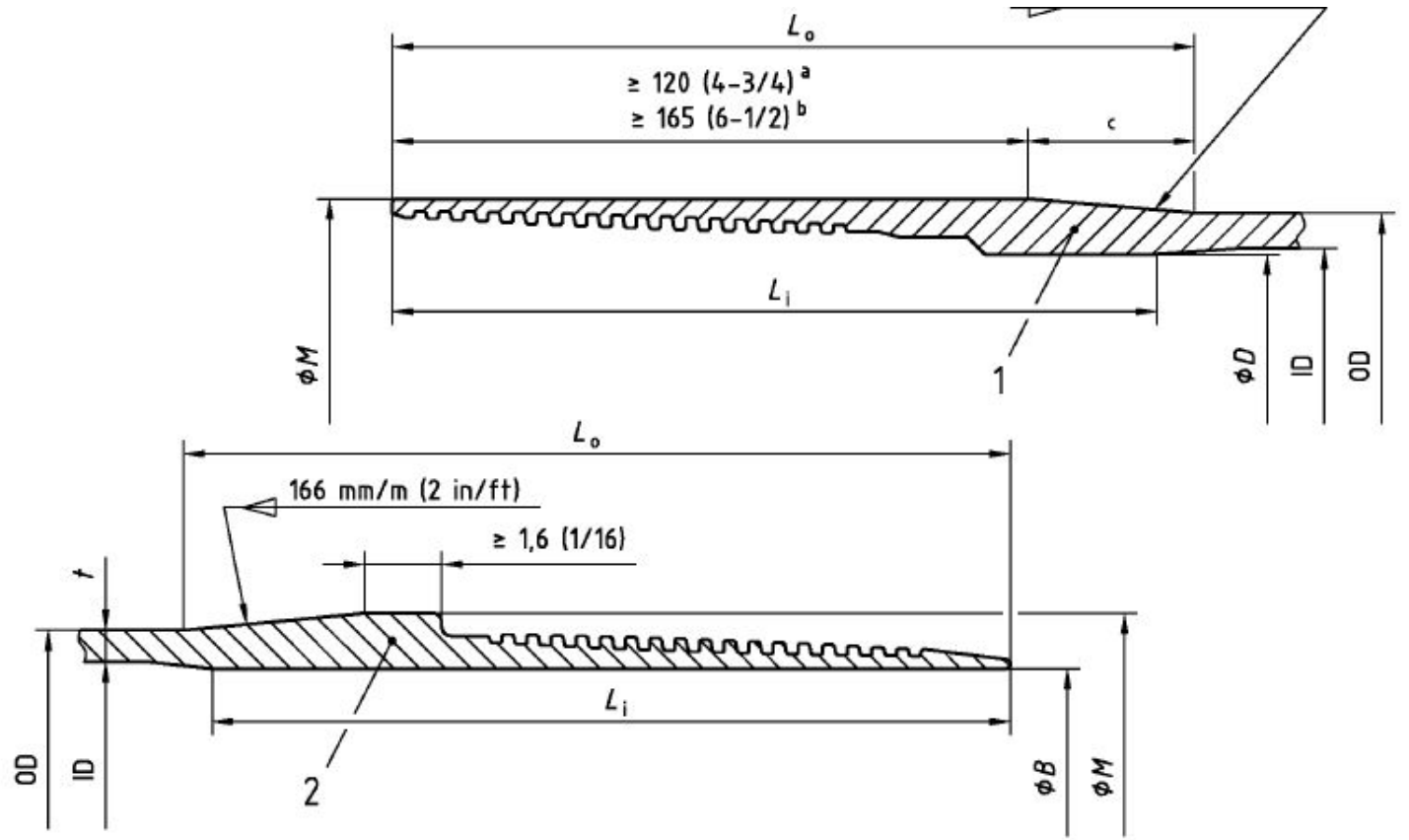


# Buttress

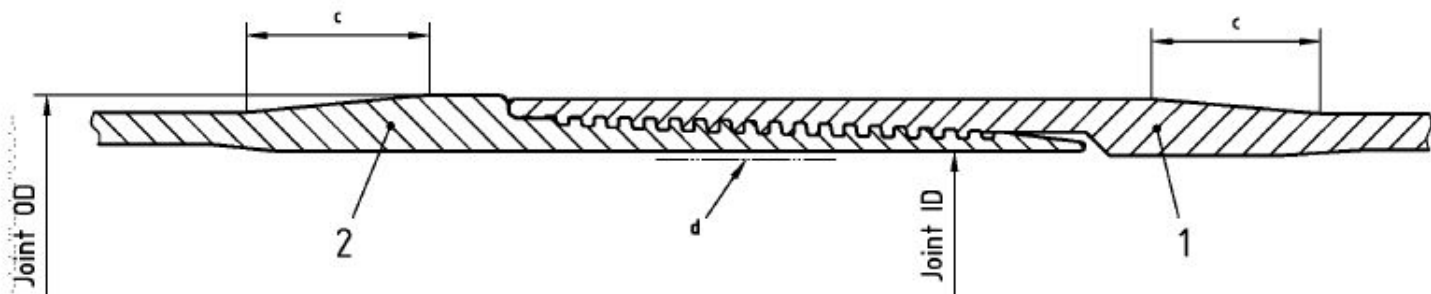


Резьба Buttress аналог OTTM

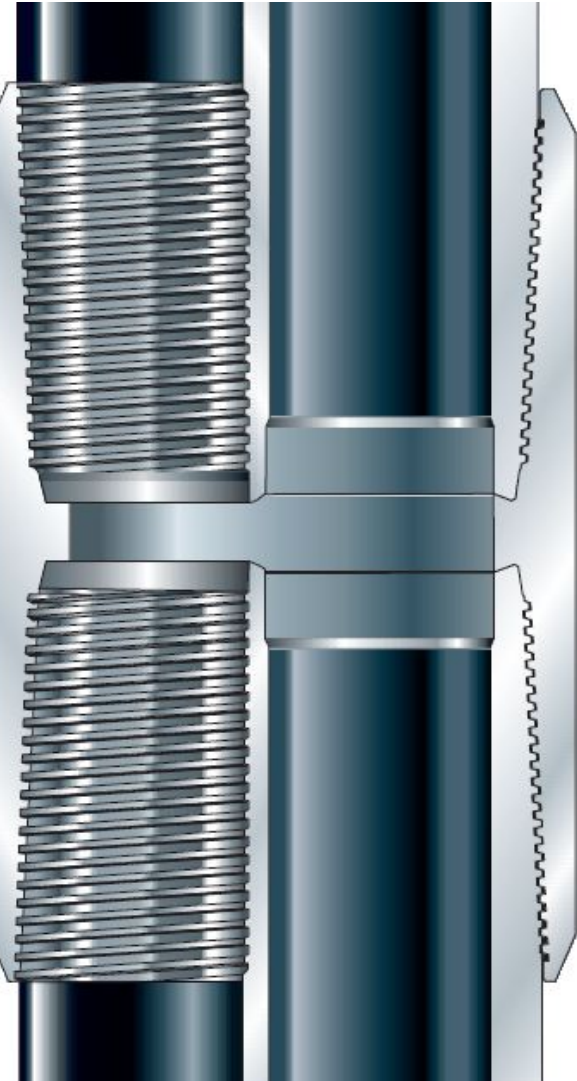
# Extreme Line



a) Box and pin members



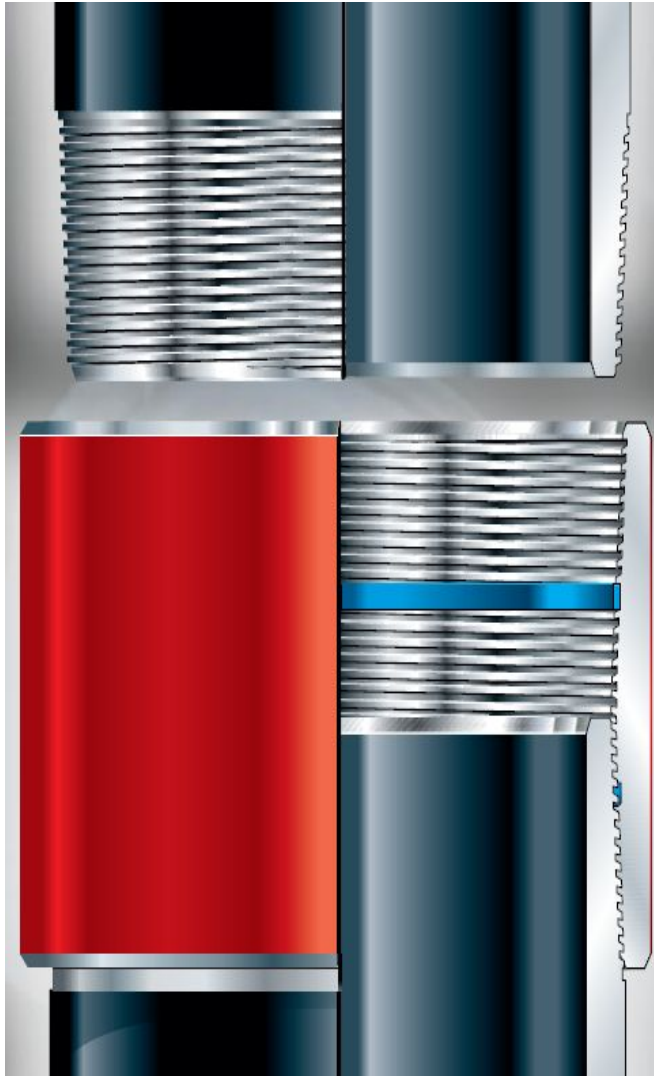
# Atlas Bradford



TC II



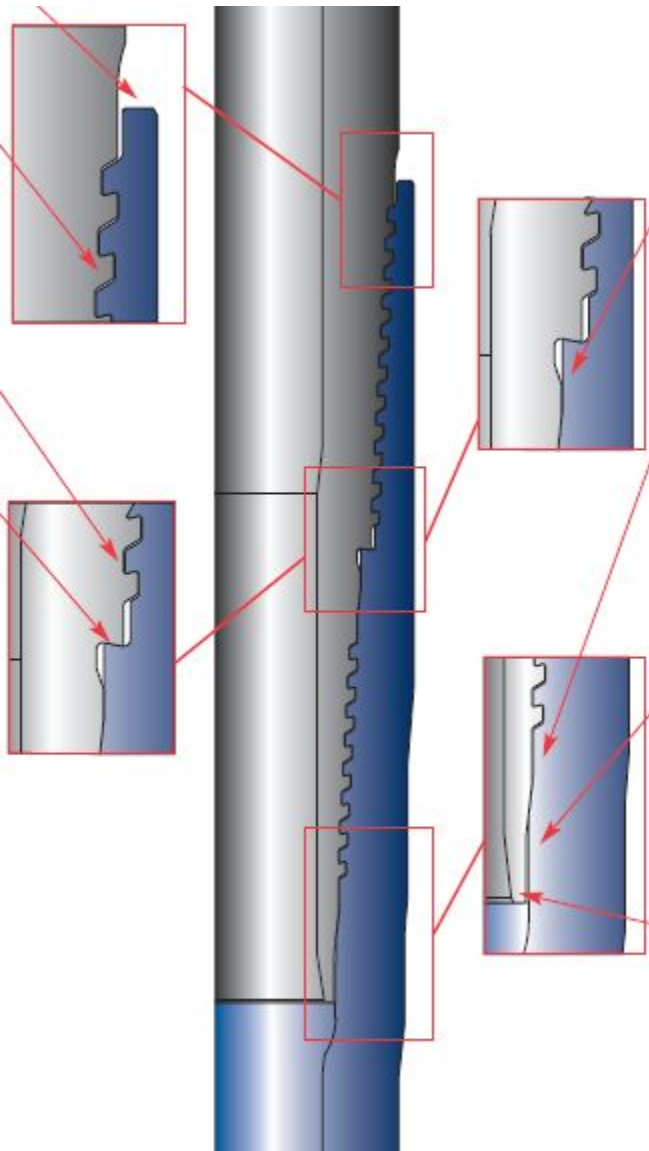
BIG NJO



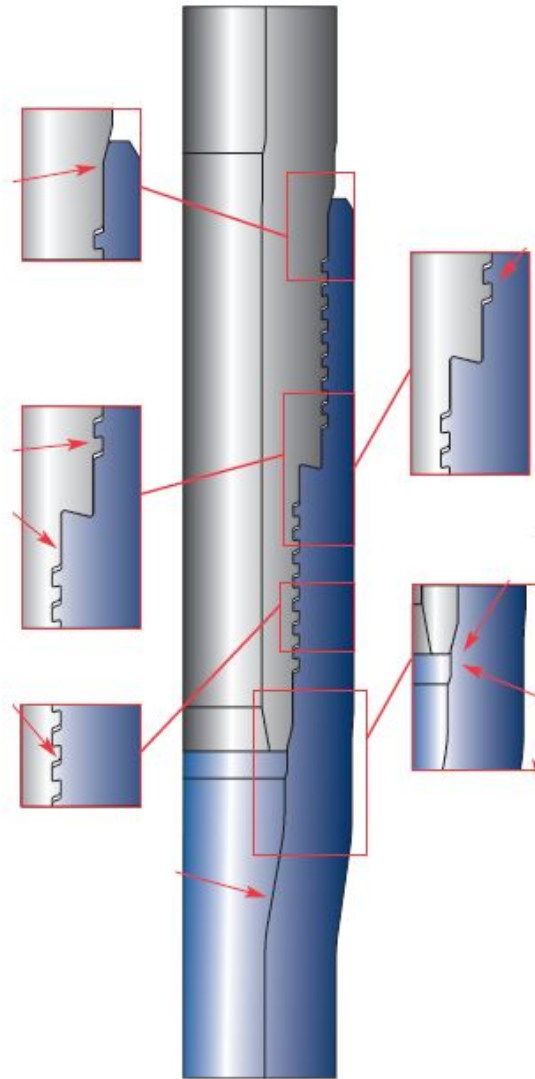
BTB



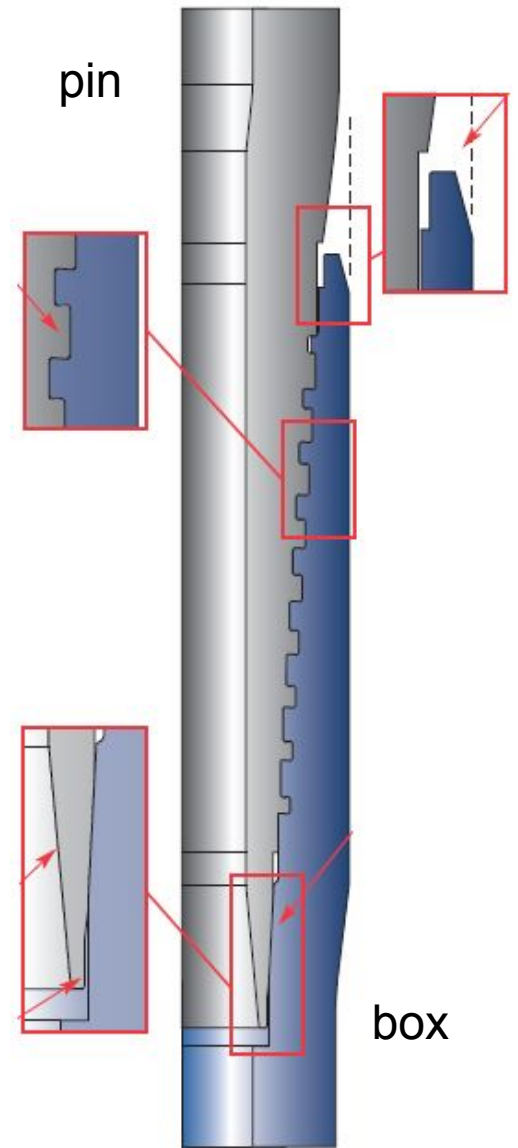
# HYDRIL



SuPreme LX



MAC II



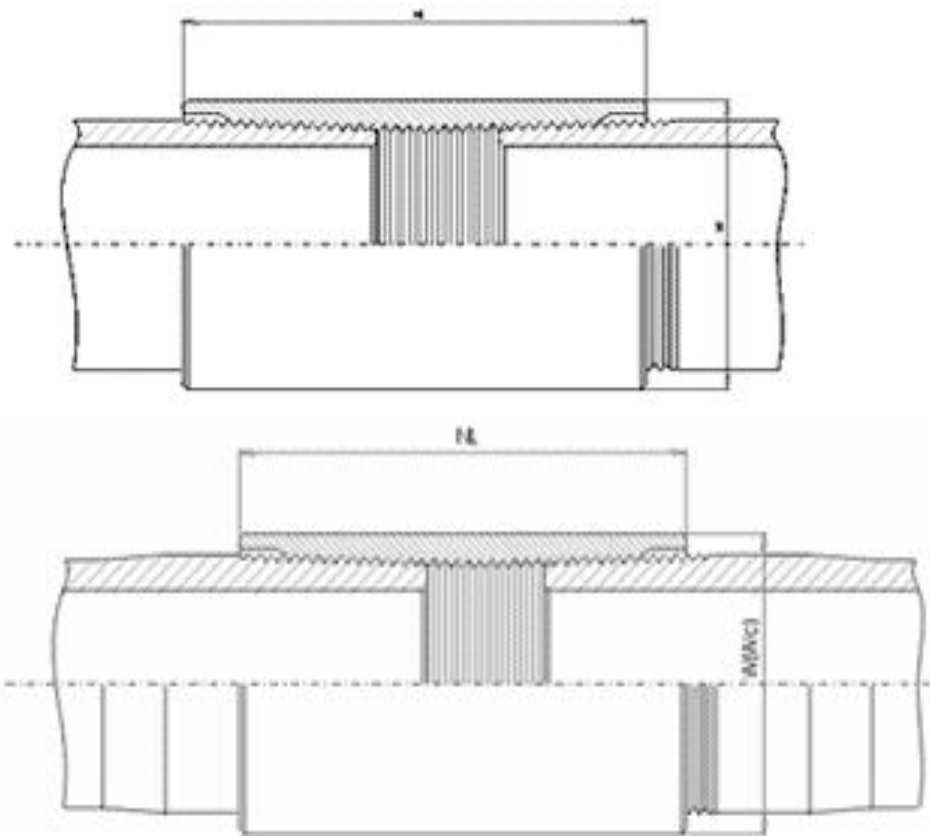
HYDRIL 523

# НКТ

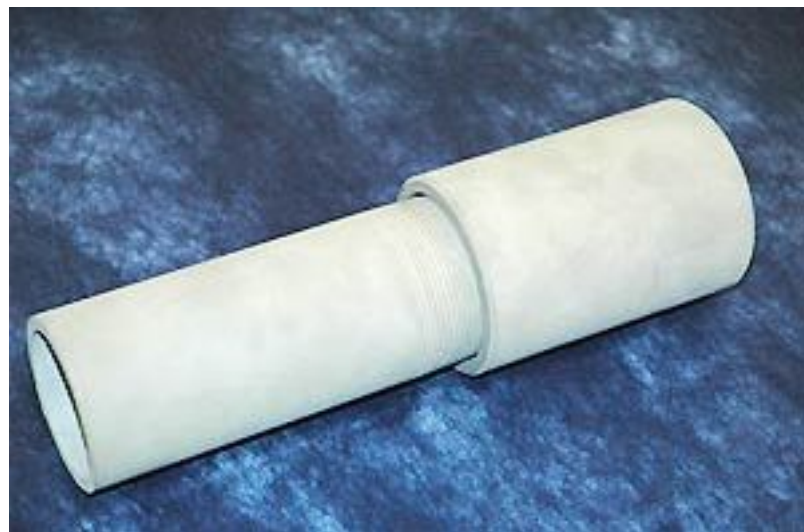
- Трубы с диаметром меньше 4.5” называют насосно–компрессорными (НКТ) и предназначены для добычи жидкости и газа из скважин и проведения различных ремонтных работ.
- По ГОСТ 633 – 80 выпускаются НКТ следующих типоразмеров:
  - с наружными диаметрами 27, 33, 42, 48, 60, 73, 89, 102, 114 мм.
  - Толщины стенок от 3.0 до 7.0
  - Гладкие, с высаженными наружу концами «В», гладкие высокогерметичные НКМ, безмуфтовые с высаженными наружу концами НКБ
  - Исполнение А и Б
  - Резьбы треугольного и трапецеидального профиля
  - Группы прочности Д,К,Е,Л,М,Р

# Треугольный профиль

Гладкие концы

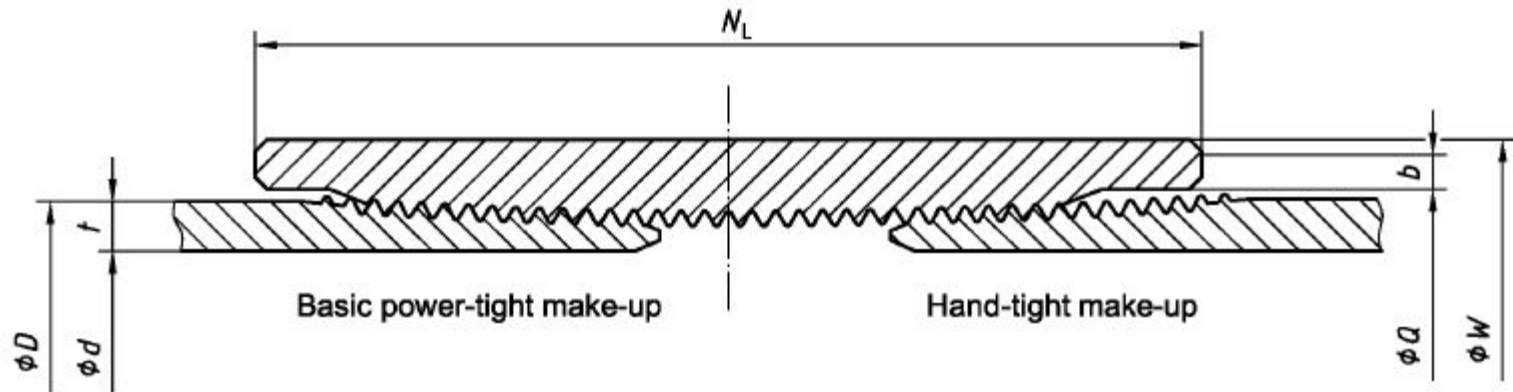


Высаженные концы

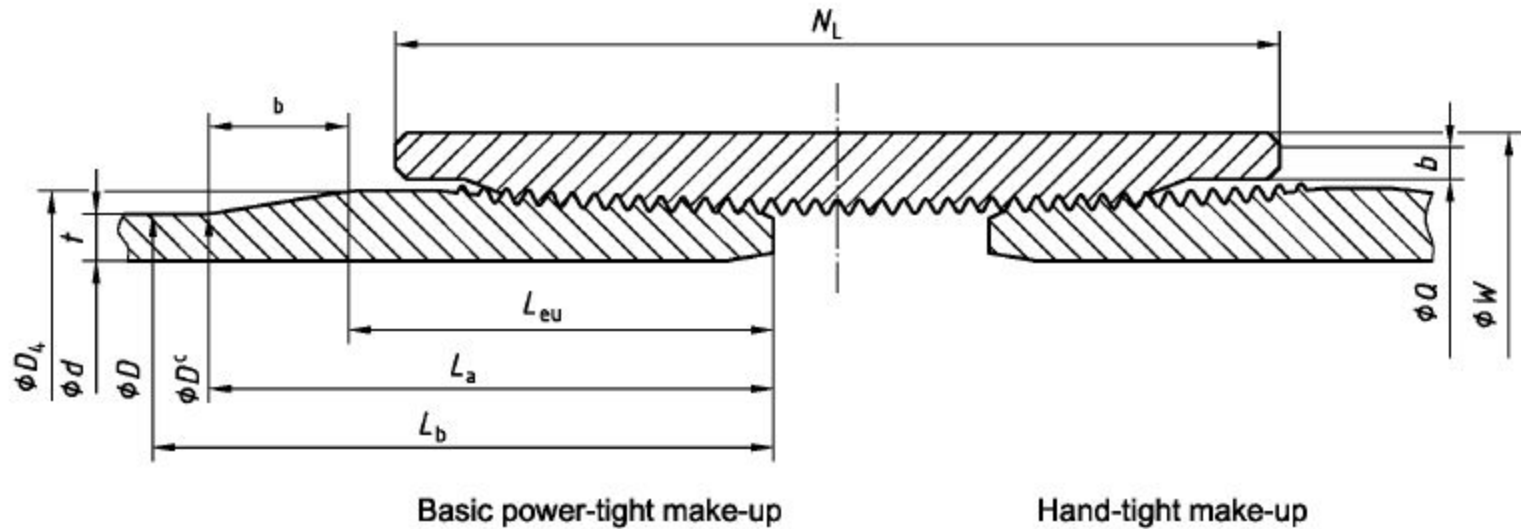


# Конструкция НКТ

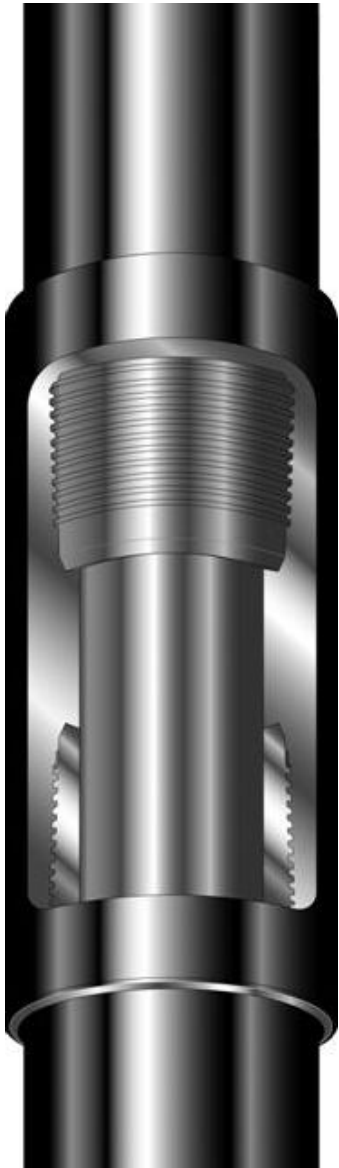
## Plane End



## External Upset



# Vallourec & Mannesmann VAM



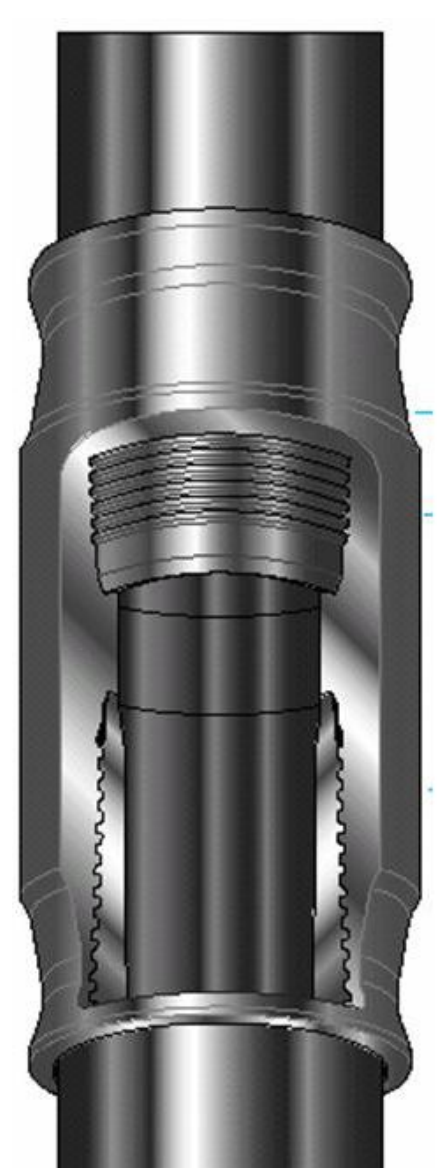
VAM TOP



DINO VAM



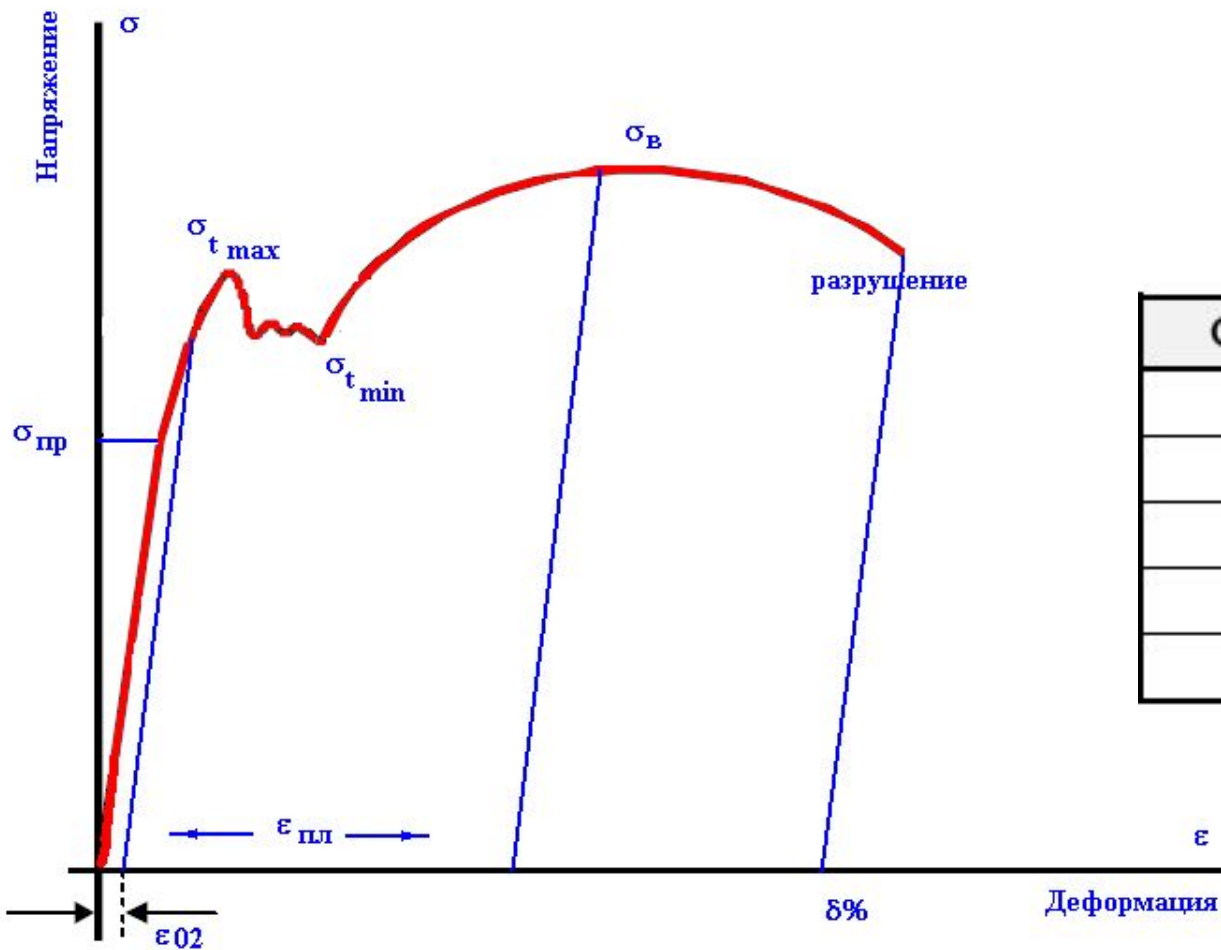
VAM SLJII



VAM TOP FE



# Группы прочности



Grade	Min. Yield Strength
H 40	40,000psi
J 55	55,000psi
C 75	75,000psi
N 80	80,000psi
etc.	

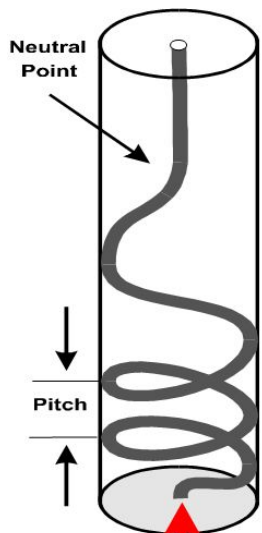
# Расчет

Формула Яковлева - Шумилова

$$P_{CT} = \frac{\pi D_c b \sigma_T 10^{-3}}{1 + \eta \frac{D_c}{2l} \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi)}$$

Внутреннее давление

$$P_{BH} = \frac{2 \cdot \delta \cdot [\sigma_T]}{D_H}$$

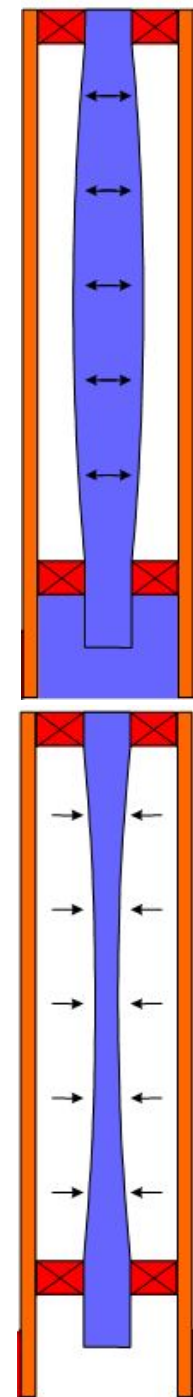


Формула Щербюка

$$P_B = \pi \left( \delta - \frac{h_1}{2} \right) \left[ \sigma_T d_c + 2 \Delta E_1 + \frac{2 h_2 E_1}{0,5 - \frac{D}{2l} \operatorname{tg}(11 - \beta)} \right]$$

Формула Саркисова

$$P_{kp} = 1,1 K_{\min} \left\{ \sigma_p + EK_0^2 \rho \left( 1 + \frac{3e}{2\rho^3 K_{\min}} \right) - \sqrt{\left[ \sigma_p + EK_0^2 \rho \left( 1 + \frac{3e}{2\rho^3 K_{\min}} \right) \right]^2 - 4 EK_0^2 \rho \sigma_p} \right\}$$



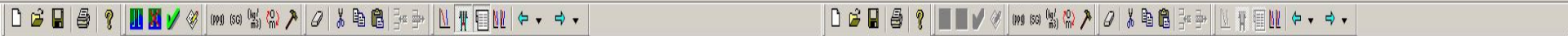
# Расчет TDAS

TDAS 6.1.6 - Tubular Design and Analysis System - Coursework Kantaria alternative final (0613811).wpf

TDAS 6.1.6 - Tubular Design and Analysis System - Coursework Kantaria alternative final (0613811).wpf

File Edit View Strings Tools Window Help

File Edit View Strings Tools Window Help



**String Model: 5" Tubing - Least Cost**

Pipe String	Pipe Ratings	Pipe Pro
1	559	10500

MD Top (ft): 559, MD Bottom (ft): 10500, ACC (Y/I): No

main: 09/03/2007 (KB-Grd: 30.0 ft)

Schematic - Actual

Surface  
20" Surface - Least Cost Section-1, 20, 19,250, 559.00, 157.1

Conductor  
30" Conductor - Least Cost, 30, 28,750, 559.00, 193.0

Surface  
20" Surface - Least Cost Section-2, 20, 19,000, 716.10, 865.9

Intermediate Csg  
13-3/8" Intermediate Csg - Least Cost Section-1, 13,308, 12,615, 559.00, 1498.7

Intermediate Csg  
9-5/8" Intermediate Csg - Least Cost Section-1, 9,518, 8,921, 559.00, 2567.0

Intermediate Csg  
13-3/8" Intermediate Csg - Least Cost Section-2, 13,308, 12,415, 2057.72, 2939.3

Tubing  
5" Tubing - Least Cost, 5, 4,408, 559.00, 9936.0

Intermediate Csg  
9-5/8" Intermediate Csg - Least Cost Section-2, 9,518, 8,835, 3126.02, 6953.0

Packer, 6 1/2, 6,500, 10495.00, 5.0

Production Liner  
7" Production Liner - Least Cost, 7, 6,276, 9779.00, 1315.0

- 1/3 evac-4798" str.
- 1/3 replc-4798" C.
- 1/3 replc-4798" S.
- press test-str #2
- 100 bbl kick-4798"
- Intermediate Csg
- 13-3/8" Intermediate C
- Installed Load
- 1/3 replc-8571" str.
- 1/3 replc-8571" C.
- 1/3 replc-8571" S.
- press test-str #3
- 100 bbl kick-8571"
- Intermediate Csg
- 9-5/8" Intermediate Csg
- Installed Load
- 1/3 evac-9342" str.
- 1/3 replc-8571" C.
- 1/3 replc-8571" S.
- 1/3 replc-9342" C.
- 1/3 replc-9342" S.
- press test-str #4
- 100 bbl kick-9342"
- Production Liner
- 7" Production Liner - S
- Installed Load
- surf tbg leak-static
- full evac-string #5
- surf tbg leak-hot
- Tubing
- 5" Tubing - String 6
- Installed Load
- alter perforating
- full evac-string #6
- hot full evac
- static shut in
- hot shut in

Minimum DF: Triaxial, CISO, B/C Plot, B/C Table, T/C Plot, T/C Table, DF Plot, DF Table, Input Summary

5.000 15.000 N-80 BTC Steel

String Triaxial: 5.000 15.000 N-80 BTC Steel 559-10500 ft  
2\_05-19Y (Coursework Kantaria alternative final (0613811).wpf)

DF=1.25, DF=1.5, DF=1.1, DF=1.3

Legend:  
 - 1 VME = 80 ksi  
 - 2 VME DF = 1.25  
 - 3 API Operating  
 - 4 Load B- Installed Load  
 - 5 Load 1- after perforating  
 - 6 Load 2- full evac-string #6  
 - 7 Load 3- hot full evac  
 - 8 Load 4- static shut in  
 - 9 Load 5- hot shut in

March 09 2007, 10:03 AM

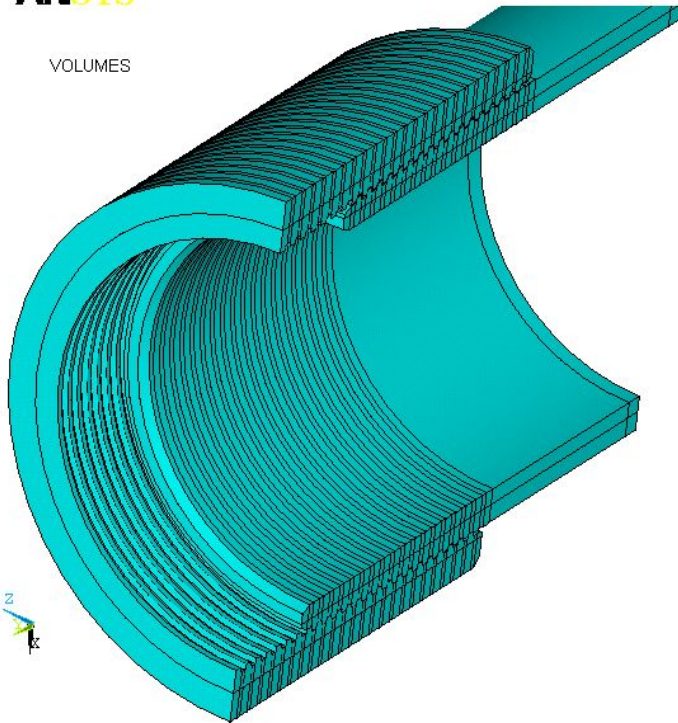
Input Output Measured depth at top of string Min: 0 Max: 30000 For Help, press F1 Min: N/A Max: N/A



# Применение МКЭ

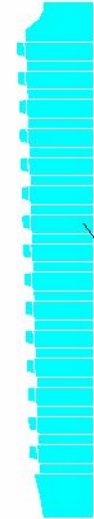
ANSYS

VOLUMES

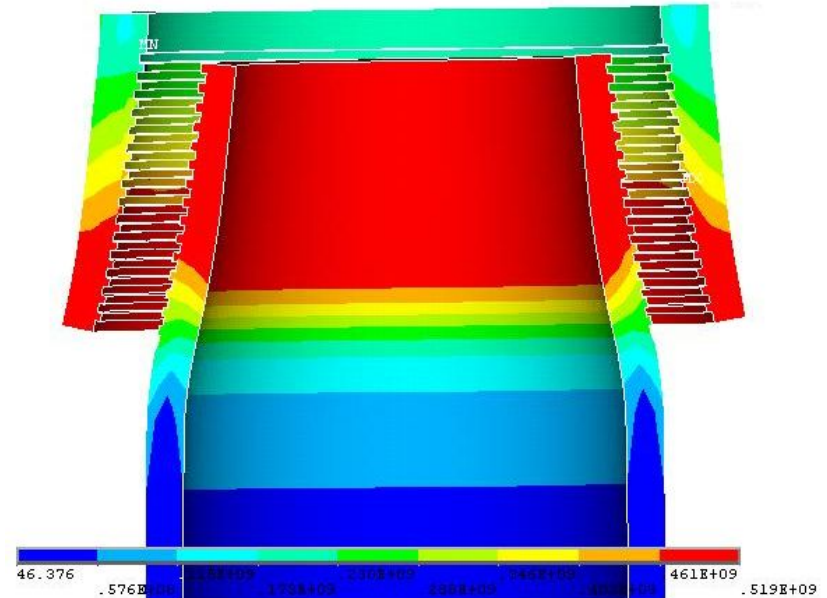
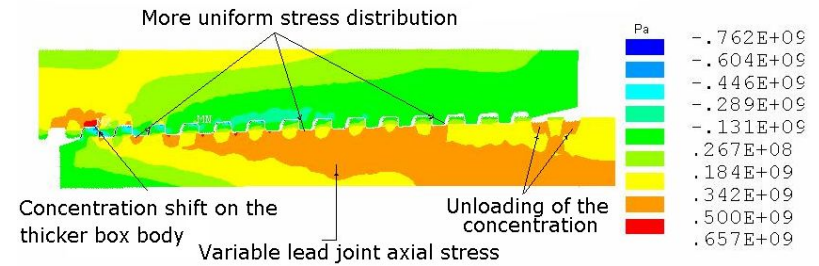
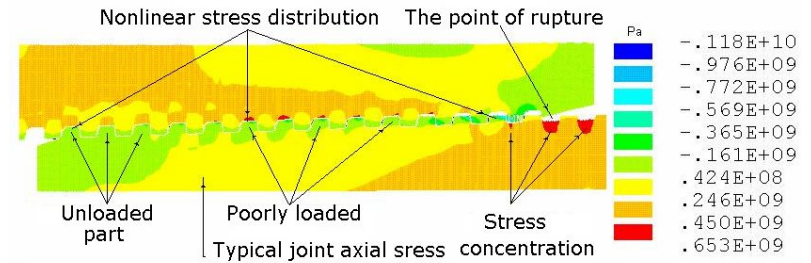


AREAS

BOX



PIN

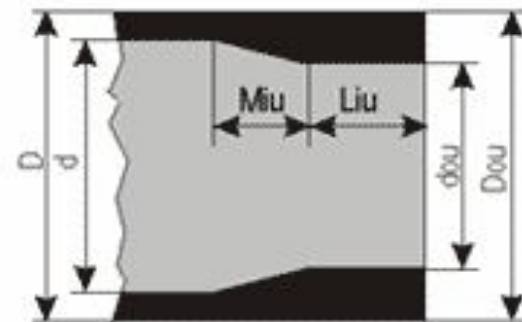




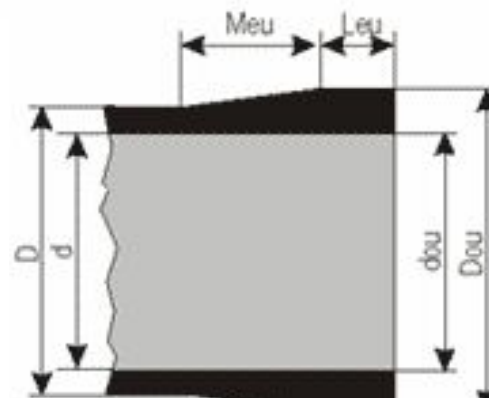
# Бурильные трубы

- Бурильные трубы приспособлены к длительному свинчиванию, развинчиванию. Промышленность выпускает трубы длиной 6, 8, 11.5 м., с наружным диаметром 60, 73, 89, 102 мм. Трубы диаметром 114, 127, 140, 168 мм. Выпускают длиной 11.5 м.
- Бурильные трубы изготавливают из стали тех же групп прочности, что и обсадные. Для уменьшения веса применяются алюминиевые трубы из сплава Д16Т.
- Для проведения ловильных работ, ремонтно – изоляционных и разбуривания цементных мостов с использованием забойных двигателей при капитальном ремонте скважин в основном применяются бурильные трубы с наружным диаметром 2 7/8”

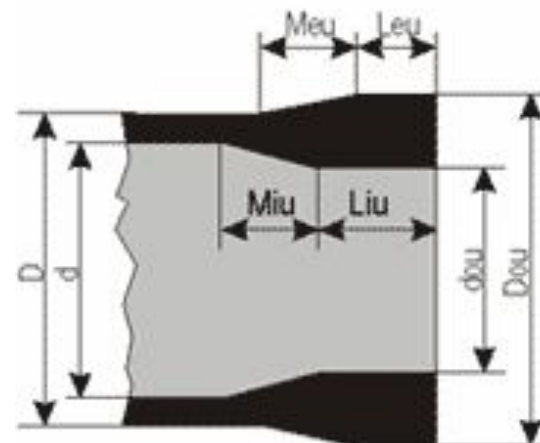
ПВ



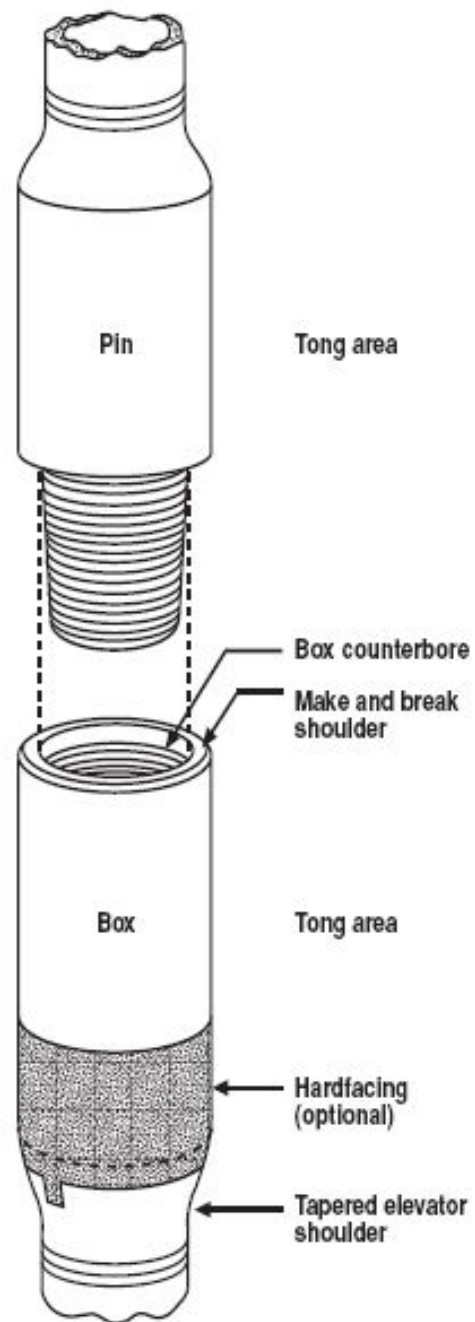
ПН



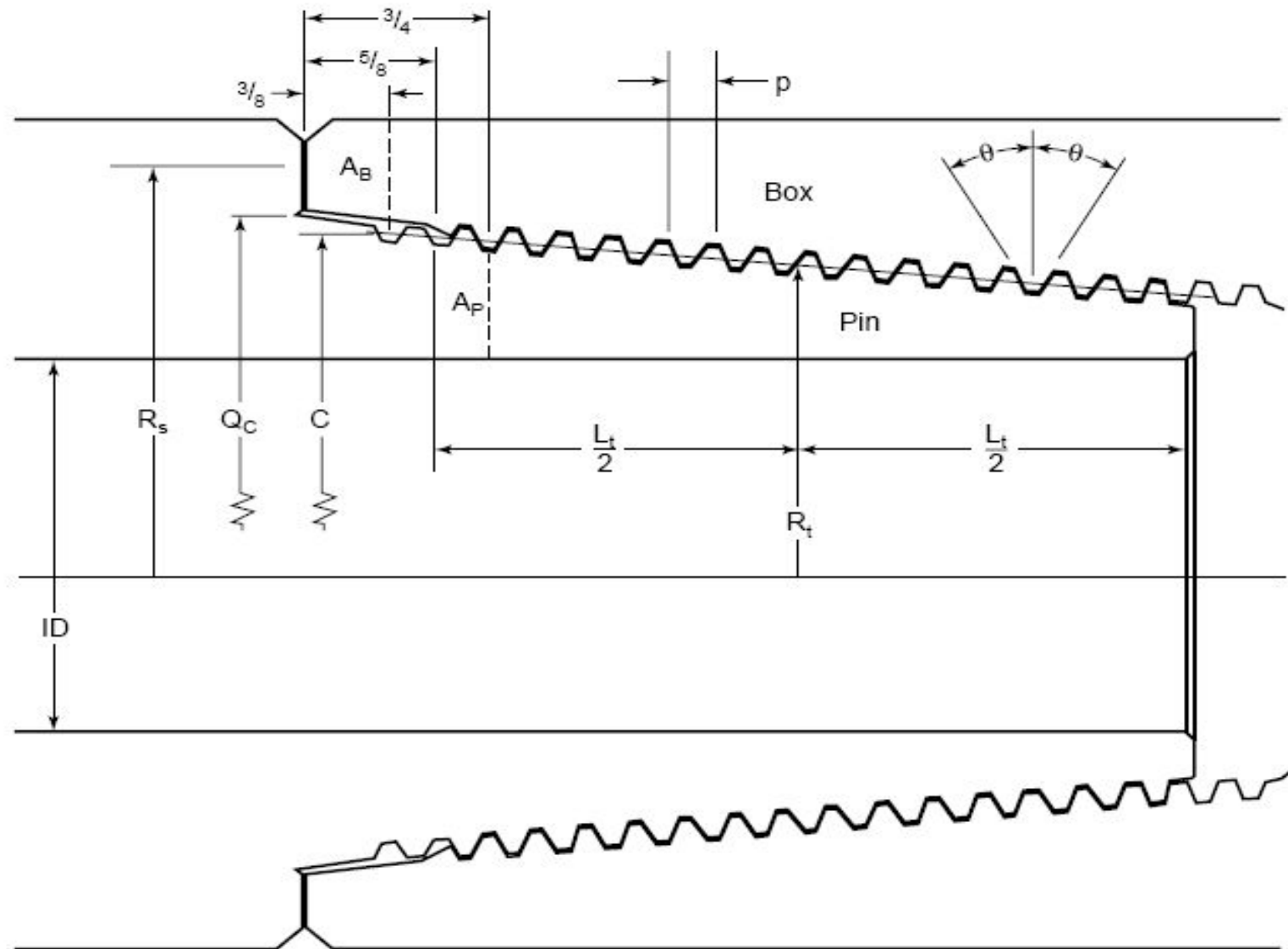
ПК







# Бурильные трубы



# Трубы для коммуникаций

- Для нефтепромысловых коммуникаций используются электросварные горячекатанные стальные трубы.
  - трубы стальные бесшовные, горячедеформированные – ГОСТ 8732 – 78, с наружным диаметром от 20 до 550 мм., с толщиной стенок от 2.5 мм, материал сталь 10, ЮГ2, 20, 12хн2а ....
  - Трубы стальные сварные для магистральных трубопроводов – Гост 20295 – 85, диаметром от 159 до 820 мм., сталь К50, К34, К60.
- Трубопроводы проектируются согласно правил установленных Госгортехнадзором.