

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Монтаж и эксплуатация бурового оборудования

Курс лекций

Автор: Епихин А.В.
ст. преп. каф. бурения скважин

Томск-2015 г.



Модуль 4

Лекция №10

- *Наземное оборудование для цементирования скважин*
- *Проектирование оборудования для цементирования скважин*



ТЕМА 1.

Наземное оборудование для цементирования скважин



Устьевое оборудование

Цементирующая
головка



Головки цементирующие предназначены для обвязки устья нефтяных, газовых и геологоразведочных скважин с целью: быстроразъёмного и герметичного соединения обсадной колонны с нагнетательными линиями цементирующих агрегатов или буровых насосов; предварительного размещения, фиксирования и последующего освобождения разделительных цементирующих пробок и управляющих элементов для устройств ступенчатого и манжетного цементирования; быстрого и беспрепятственного спуска в колонну через головку падающих пробок-бомб управления движением рабочих потоков буферной жидкости, бурового и тампонажного растворов по отношению к разделительным пробкам и управляющим элементам.



Цементирувочные агрегаты



Используются для нагнетания различных жидкостей при цементировании скважин в процессе бурения, а также для проведения других промывно-продавочных работ в газовых и нефтяных месторождениях. Данный агрегат также может использоваться при работах по капитальному ремонту, который может заключаться в укреплении фундаментных оснований и других работах, связанных с нагнетанием цементного раствора.



Цементосмесительные машины



Цементосмесительные машины и агрегаты предназначены для транспортировки сухих тампонажных материалов (глинопорошков) и механизированного приготовления тампонажных (глинистых) растворов.



Осреднительная емкость



Смонтированный на базе цементосмесительной машины агрегат, который позволяет повышать качество цементного раствора за счет обеспечения дополнительных циклов перемешивания.



Блок манифольда



Блок манифольда (БМ) предназначен для обвязки насосных установок с устьем скважины при цементировании скважин, гидроразрыве пластов и проведении других промывочно-продавочных работ.



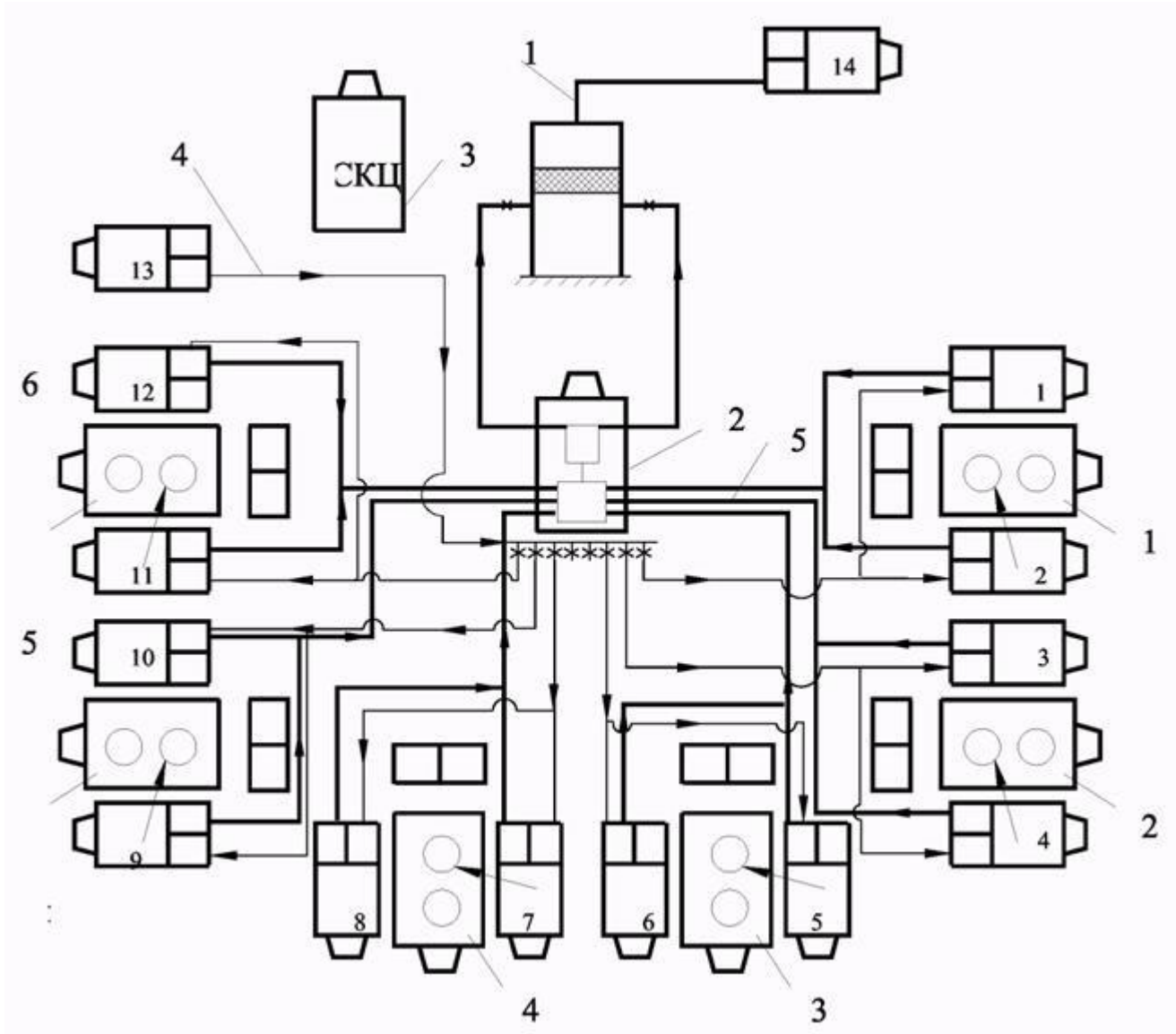
Станция контроля цементирования



Станция контроля цементирования предназначена для оперативного контроля и документирования процесса закачки цементных и тампонажных растворов при строительстве и ремонте нефтегазовых скважин и может использоваться в системах контроля технологических параметров закачки тампонажных, цементных и других растворов в скважину.



Расстановка оборудования при цементировании





ТЕМА 2.

Проектирование наземного оборудования для цементирования скважин



Проектирование наземного оборудования для цементирования

1. По расчетным значениям расхода и давлений на агрегатах (Q и $P_{\text{ЦА}}$) выбирается тип цементировочных агрегатов (ЦА) и их количество

$$n = Q/q + 1$$

где q — производительность одного ЦА на второй скорости при давлении $P_{\text{ЦА}}$;

1 — резервный агрегат.

2. Проектируется дополнительный агрегат в виде осреднительной емкости для приготовления тампонажных растворов для изоляции продуктивных горизонтов.

3. Определяется суммарная подача 3 насосов, работающих на скважину:

$$Q_{\text{МАХ}} = q_5 * n$$

где: q_5 - идеальная подача на 5-ой передаче, л/с;

n - количество ЦА без учёта резервного



Проектирование наземного оборудования для цементирования

4. Проверка возможности закачки тампонажного раствора на максимальной передаче. При необходимости, планирование дополнительных агрегатов для работы на осреднительную емкость.

5. Определение суммарной подачи дополнительных агрегатов.

6. Определение коэффициента запаса по производительности агрегатов работающих на осреднительную ёмкость

$$k_{\text{оср.ёмк.}} = Q_{\text{доп.}} / Q_{\text{мах.}}$$

7. Проверяется достаточно ли суммарного объёма мерных баков цементировочных агрегатов $V_{\text{МБ}}$ (в м^3) для воды затворения тампонажной смеси

$$n_{\text{ц.а.}} = V_{\text{в.}} / V_{\text{м.б.}}$$

где $V_{\text{в}}$ – объём воды затворения, м^3 ;

$V_{\text{м.б.}}$ – объём мерных баков цементировочных агрегатов;



Проектирование наземного оборудования для цементирования

8. Выбор и определение количества цементосмесительных машин

$$m = Q_v / q_{\text{см}},$$

где $q_{\text{см}}$ - производительность одной цементосмесительной машины.

9. По количеству необходимого сухого порошка, затариваемого в смесительные машины, определяется их количество.

$$n_{\text{с.м.}} = \Sigma G / G_1,$$

где ΣG – суммарное количество сухого порошка, необходимого для проведения цементирования.

10. Проведение дополнительных расчетов по п.9, с учетом недопущения смешивания цементов (количество машин рассчитывается отдельно для каждого типа цемента).



Вопросы для самопроверки

1. Определение и назначение цементирующей головки.
2. Назначение цементирующего агрегата.
3. Назначение цементосмесительной машины.
4. Назначение осреднительной емкости.
5. Назначение блока манифольда.
6. Назначение станции контроля цементирования.
7. Каким образом соединяется обвязка между агрегатами при цементировании?
8. Сколько проектируется резервных агрегатов?
9. Как определяется коэффициент запаса производительности агрегатов, работающих на осреднительную емкость?
10. Как рассчитывается количество цементосмесительных машин, если используется два типа тампонажных цемента.



Модуль 5

Лекция №11

- **Специальные средства для наклонно-направленного бурения: состав, типы, конструкции**
- **Проектирование и расчет специальных средств наклонно-направленного бурения для сооружения скважины**



ТЕМА 1.

Специальные средства для наклонно- направленного бурения: типы, классификации, конструкции



Классификация отклонителей

Отклонители разового действия

- Закрытые клинья, опускаемые на колонне бурильных труб.
- Закрытые клинья, опускаемые на колонне направляющих труб.
- Открытые неизвлекаемые клинья.
- Открытые извлекаемые клинья.

Отклонители непрерывного действия

- Кривая труба.
- Кривой переводник.
- Турбинный отклонитель (ТО).
- Отклонитель турбинный секционный (ОТС).
- Шпindel отклонитель (ШО).
- Отклонитель с эксцентричной накладкой.
- Винтовой забойный двигатель с механизмом искривления.
- Электробур с механизмом искривления.
- Шарнирный отклонитель.
- Центратор с изменяющимся диаметром.
- КНБК с центраторами и калибраторами.
- Роторные управляемые системы (РУС).



Закрытые клинья

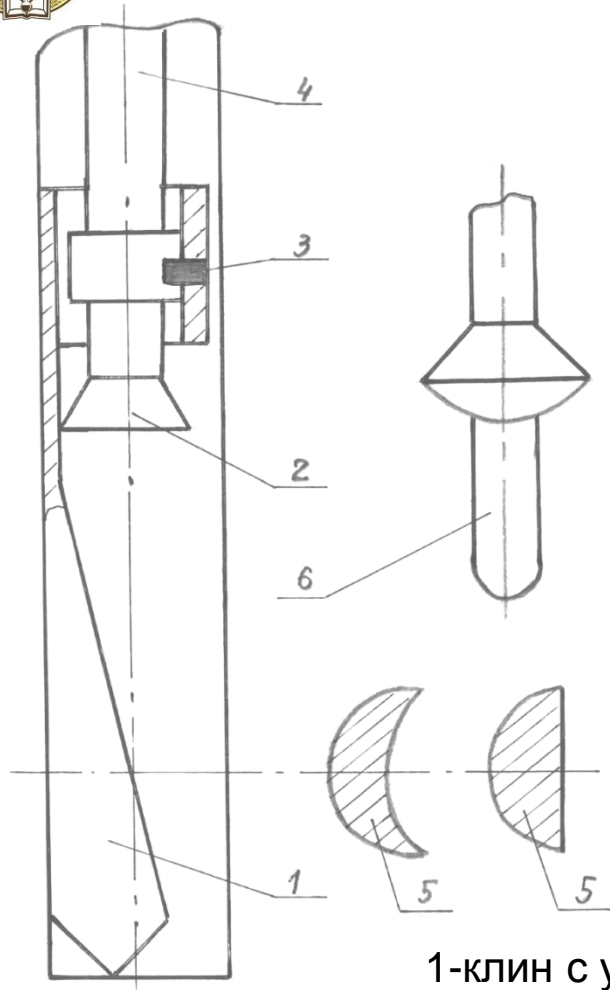
Закрытый клин, опускаемый на колонне бурильных труб

Преимущества:

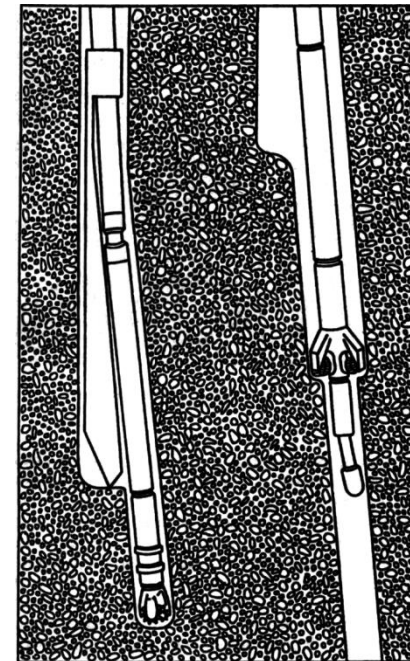
- минимальная вероятность осложнений при дальнейшей углубке ствола;
- сохранение диаметра скважины;
- возможность повторного использования.

Недостатки:

- искривление скважины ВОЗМОЖНО ТОЛЬКО С естественного забоя;
- резкий перегиб ствола.



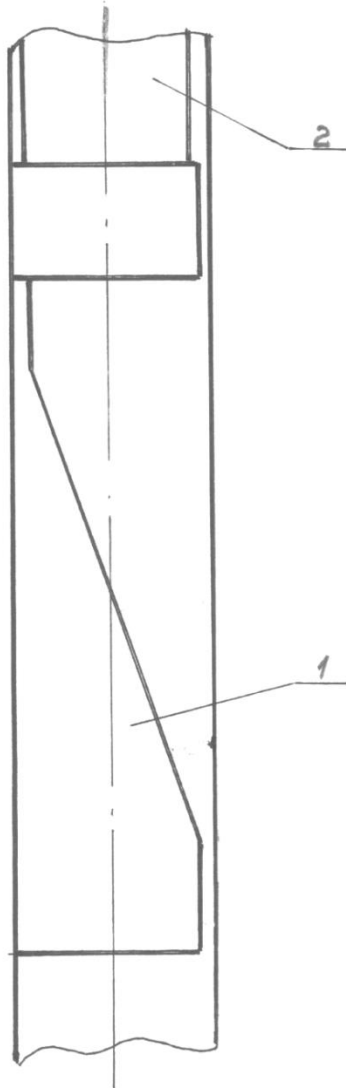
- 1-клин с узлом крепления; 2-долото;
 3-срезной болт; 4-бурильные трубы;
 5-варианты ложка клина;
 6-расширитель пилот-скважины.





Закрытые клинья

Закрытый клин, опускаемый на колонне направляющих труб



Преимущества:

- возможность забуривания нескольких стволов без подъема инструмента;
- после окончания работ клин может быть извлечен и использован повторно.

Недостатки:

- дополнительный расход труб;
- уменьшение диаметра дополнительного ствола;
- увеличение затрат времени на спуск дополнительной колонны труб.

1-клин;
2-колонна направляющих труб.



Открытые клинья

Открытый неизвлекаемый клин

Преимущества:

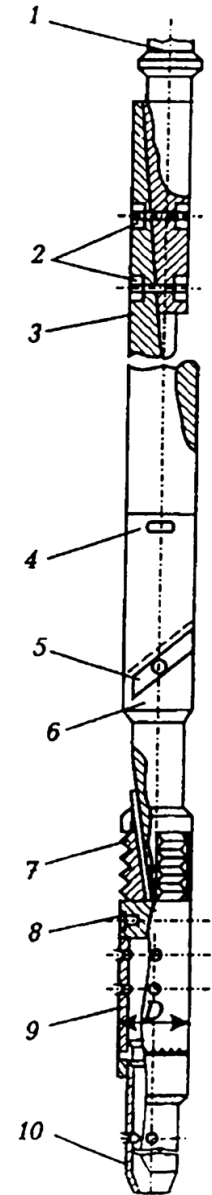
- диаметр дополнительного ствола может быть равен диаметру основного ствола;
- более надежное раскрепление клина.

Недостатки:

- возможны осложнения за счет посадки или проворота клина.

Схема отклонителя ОЗТ:

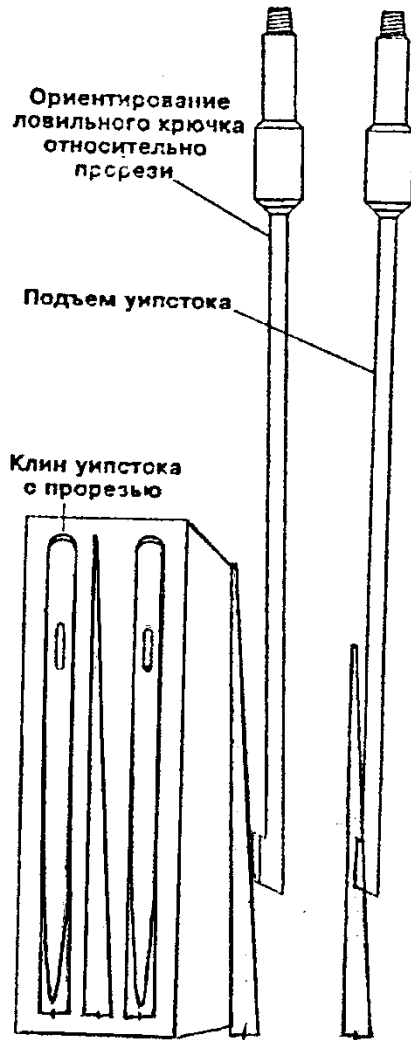
- 1-спускной клин; 2-болты; 3-клин-отклонитель;
4-надставка; 5-шпилька; 6-корпус; 7-плашка;
8-винт; 9-плашкодержатель; 10-специальный патрубок.



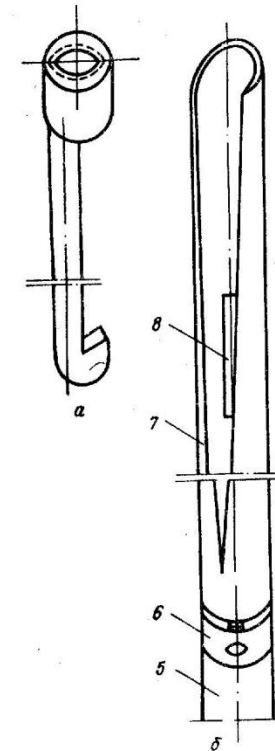


Открытые клинья

Извлекаемый открытый клин



Дополнительное преимущество перед неизвлекаемыми открытыми клиньями - извлечение из скважины, что позволяет спустить необходимый инструмент в основной ствол и использовать клинья повторно.





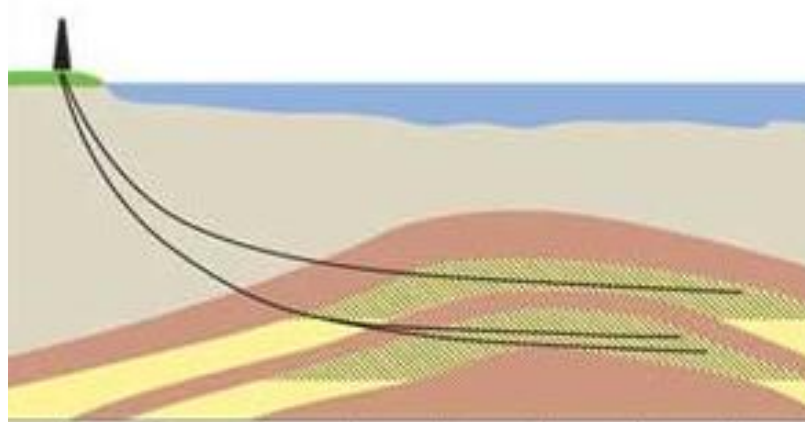
Кривая труба

Преимущества:

- простота изготовления;
- дешевизна;
- возможность применения в комплексе с другими отклонителями.

Недостатки:

- интенсивность искривления зависит от физико-механических свойств горных пород и режимов бурения;
- радиальные нагрузки на породоразрушающий инструмент и забойный двигатель;
- применение с турбобурами возможно только в скважинах большого диаметра;
- искривление скважины возможно только до зенитных углов в 45° .





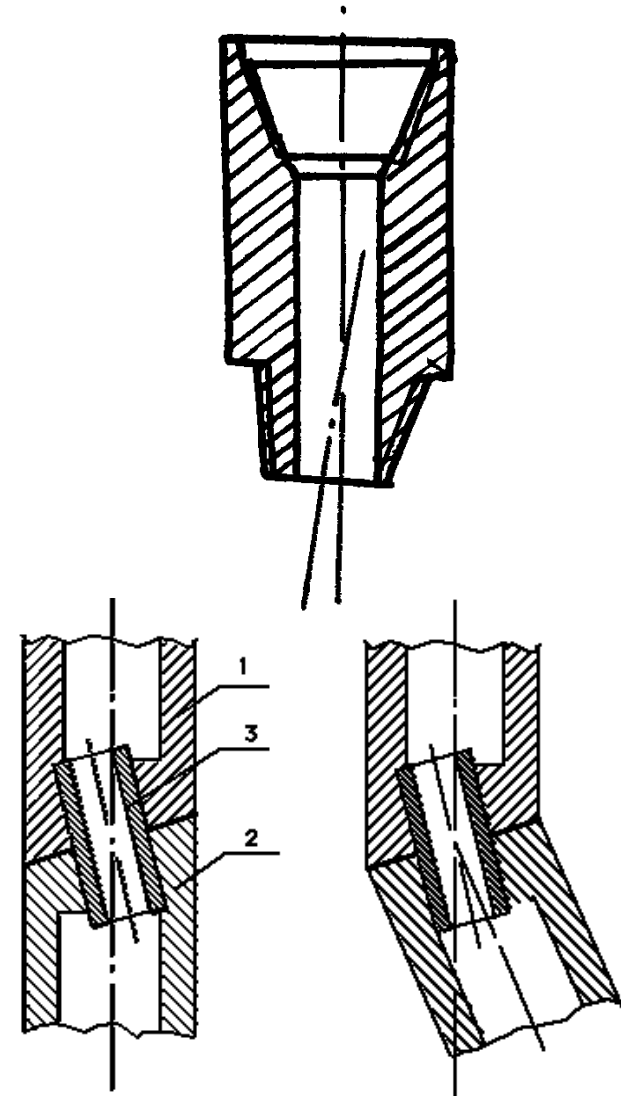
Кривой переводник

Преимущества:

- простота изготовления;
- дешевизна;
- возможность применения в комплексе с другими отклонителями.

Недостатки:

- интенсивность искривления зависит от физико-механических свойств горных пород и режимов бурения;
- радиальные нагрузки на породоразрушающий инструмент и забойный двигатель;
- применение с турбобурами возможно только в скважинах большого диаметра;
- искривление скважины возможно только до зенитных углов в 45° .



1- верхняя секция;
2- нижняя секция;
3-вал.



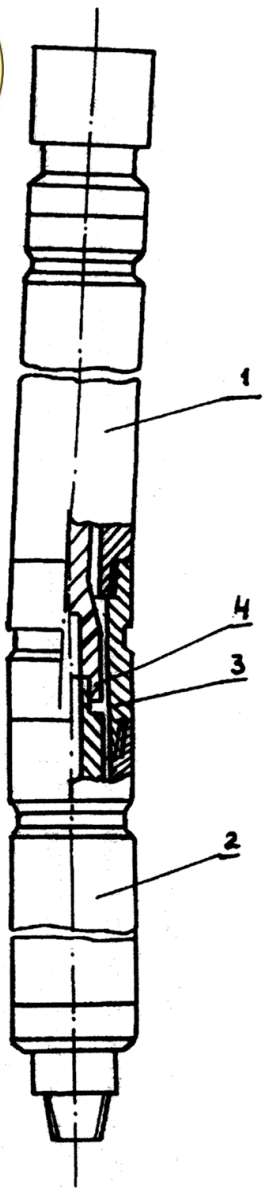
Турбинный отклонитель

Преимущества:

- возможность применения в скважинах малого диаметра;
- стабильность искривления;
- отсутствие резких перегибов ствола.

Недостатки:

- малый моторесурс кулачкового шарнира;
- дороговизна



- 1-турбинная секция;
- 2-шпindelь;
- 3-кривой переводник;
- 4-кулачковый шарнир.





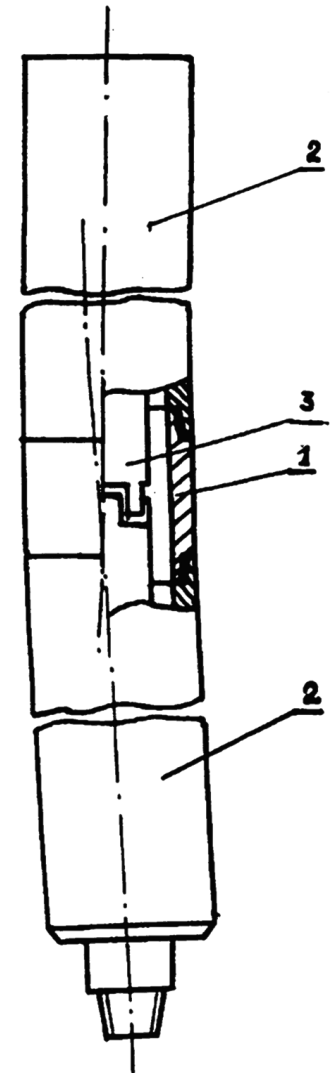
Шпиндель отклонитель

Преимущества:

- возможно применение с любым секционным турбобуром;
- увеличенный ресурс кулачкового шарнира за счет его гидравлической разгрузки;
- меньшие радиальные нагрузки на турбинные секции;
- простота обслуживания.

Недостатки:

- сложность конструкции;
- дороговизна.



1-кривой переводник;
2-разъемный корпус;
3-кулачковый шарнир.



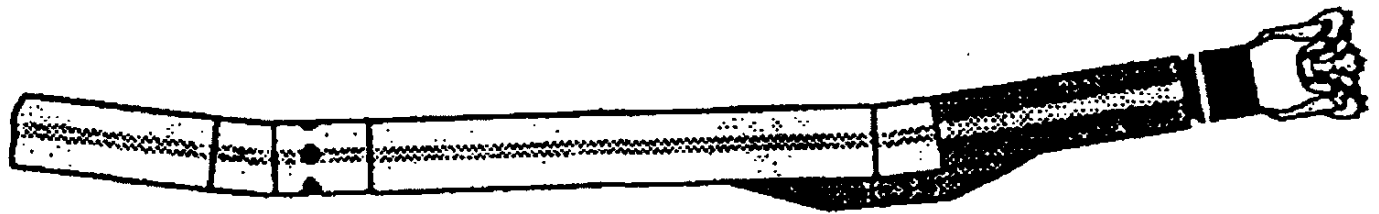
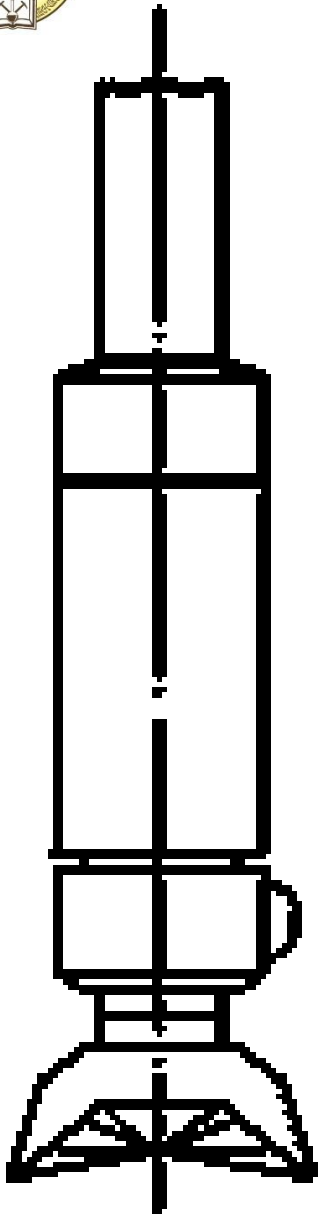
Отклонитель с накладкой

Преимущества:

- простота изготовления.

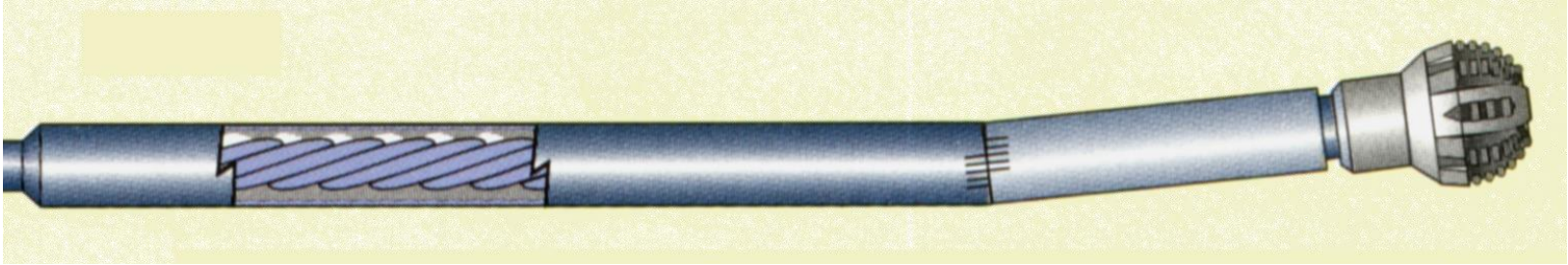
Недостатки:

- возможность «зависания» инструмента;
- радиальные нагрузки на породоразрушающий инструмент и забойный двигатель.





ВЗД отклонитель



С постоянным углом
искривления

С регулируемым углом
искривления

Преимущества:

- возможность применения в скважинах малого диаметра;
- стабильность искривления;
- отсутствие резких перегибов ствола.

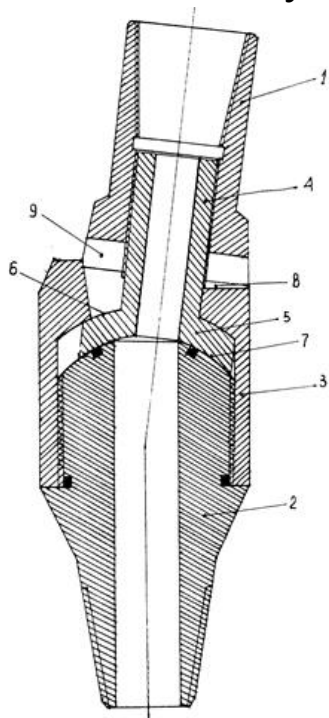
Недостатки:

- дороговизна.



Шарнирный отклонитель

Шарнирные компоновки чаще всего используются для строительства участков падения зенитного угла. В этом случае УБТ не ставится в низ КНБК, но под действием веса долота и направляющей штанги получается такой же эффект, как и для маятниковой компоновки. Шарнирная муфта принимает заданное положение и увлекает за собой остальную часть колонны.

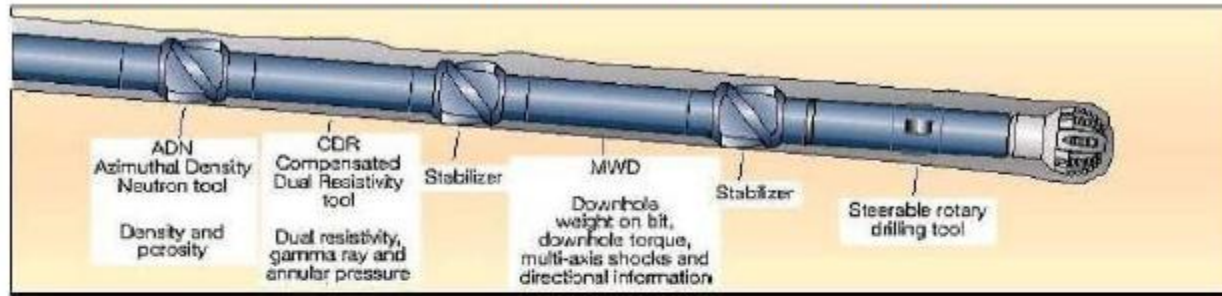


КНБК шарнирного типа для уменьшения зенитного угла для роторного бурения	КНБК шарнирного типа для уменьшения зенитного угла для турбинного бурения
5 элементов	7 элементов
БТ	БТ
Калибратор	УБТ
Шарнирная муфта	Турбобур
Направляющая штанга	Калибратор
Долото	Шарнирная муфта
	Направляющая штанга

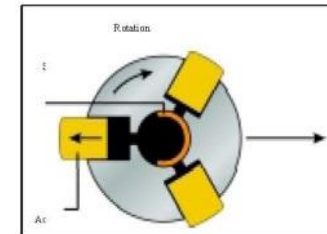
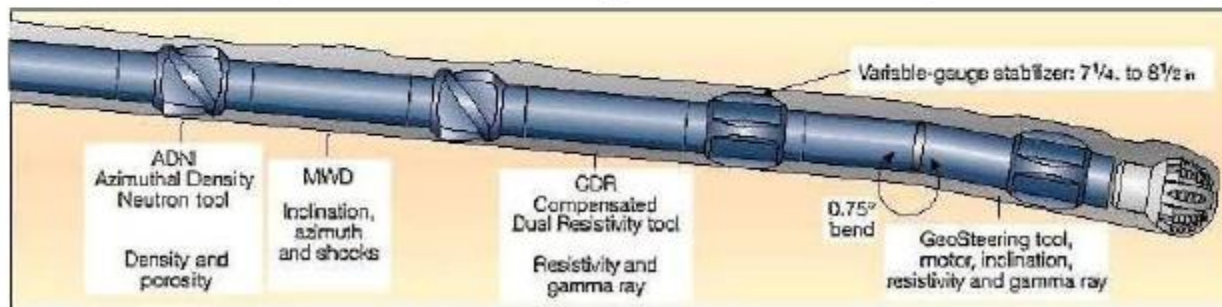


Роторные управляемые системы

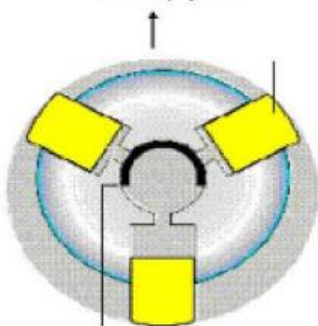
- Push-the-bit (приложение к долоту боковой силы)



- Point-the-bit (смещение оси вращения долота)

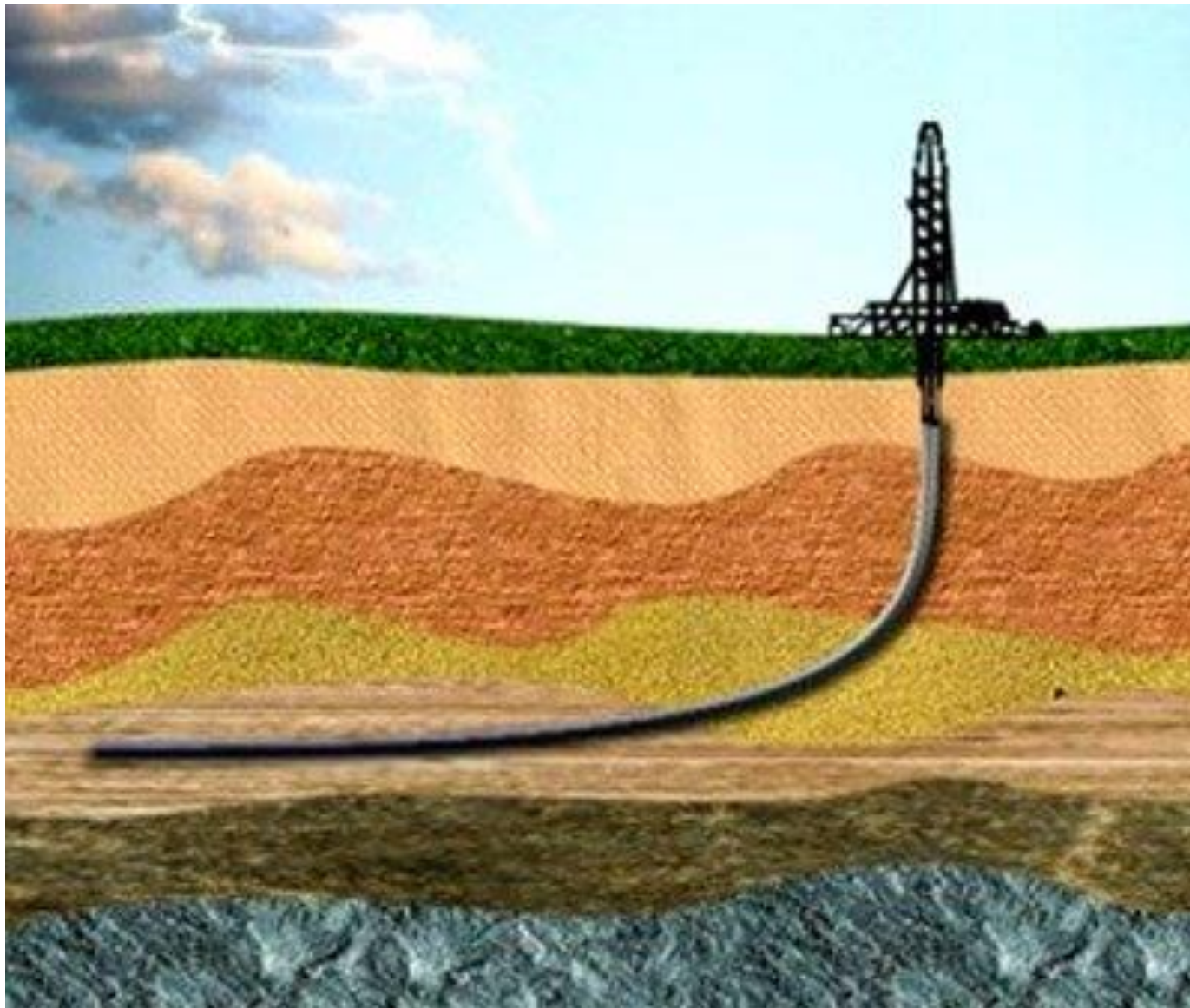


Набор угла



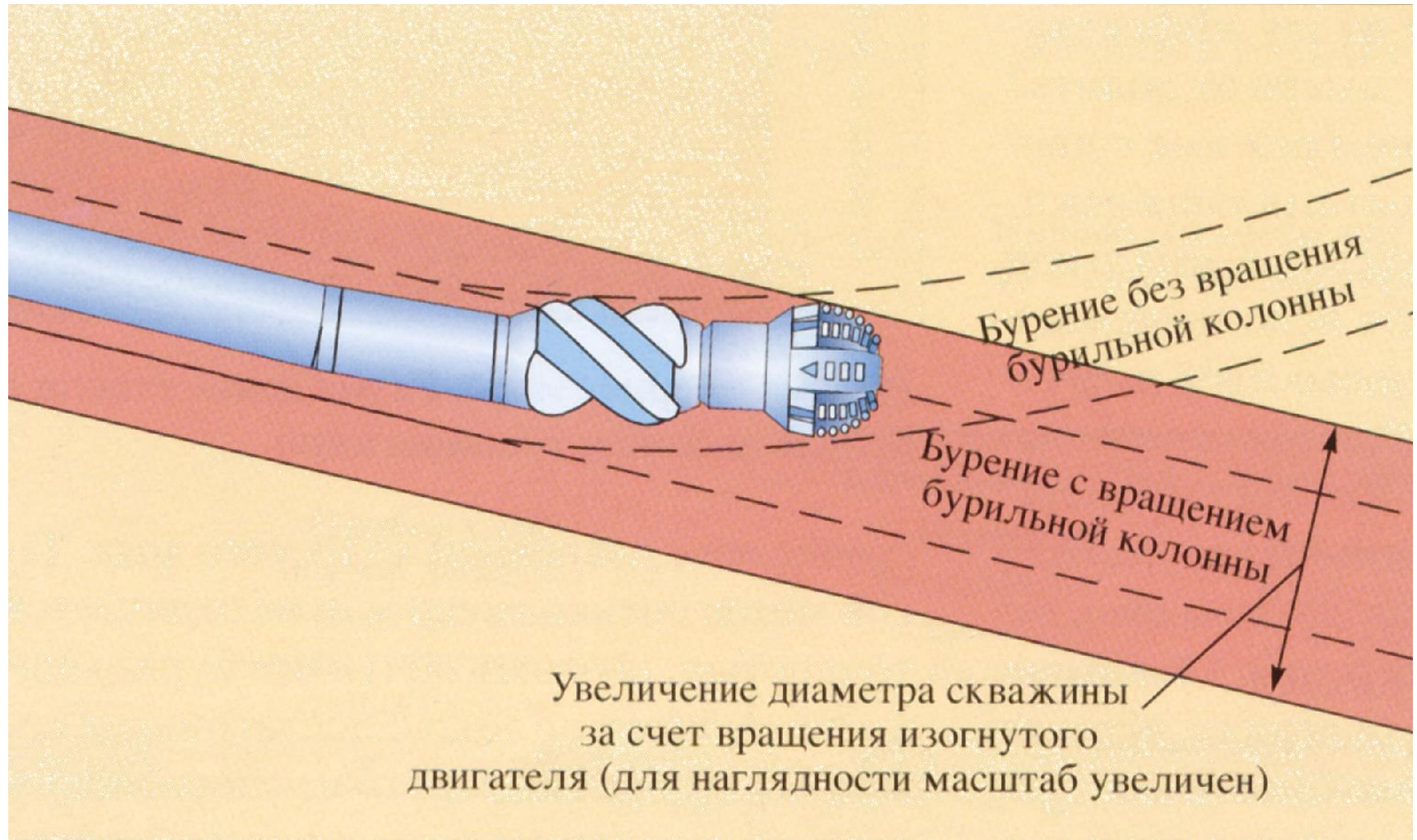


Как можно регулировать интенсивность без смены КНБК?





Как можно регулировать интенсивность без смены КНБК?





ТЕМА 2.

Проектирование специальных средств для наклонно-направленного бурения



Параметры выбора технических средств

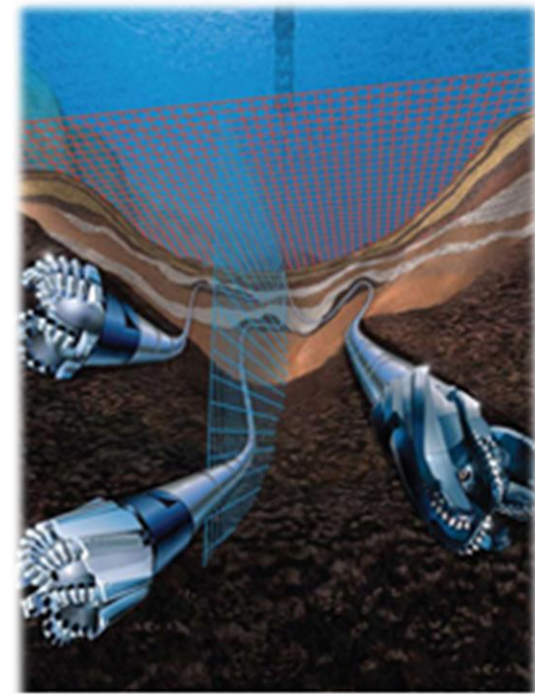
Тип профиля и количество интервалов

Характеристика интервалов искусственного искривления

Параметры конструкции скважины

Параметры режима бурения

Возможность совместной работы с другим оборудованием и в данных условиях в целом





Вопросы для самопроверки

1. Классификация отклонителей разового действия.
2. Классификация отклонителей непрерывного действия.
3. Достоинства и недостатки закрытого клина, опускаемого на колонне бурильных труб.
4. Достоинства и недостатки закрытого клина, опускаемого на колонне направляющих труб.
5. Достоинства и недостатки открытого неизвлекаемого клина.
6. Достоинства и недостатки открытого извлекаемого клина.
7. Достоинства и недостатки кривой трубы.
8. Достоинства и недостатки кривого переводника.
9. Достоинства и недостатки турбинного отклонителя.
10. Достоинства и недостатки шпинедля-отклонителя.
11. Достоинства и недостатки отклонителя с накладкой.
12. Достоинства и недостатки ВЗД отклонителя.
13. В чем конструктивное отличие ВЗД с постоянным углом искривления от ВЗД с регулируемым углом искривления.
14. Особенности эксплуатации шарнирных отклонителей.
15. Типы роторных управляемых систем.
16. Конструкция систем «push-the bit».
17. Конструкция систем «point-the bit».
18. Каким образом можно регулировать интенсивность искривления без смены КНБК?



Модуль 6

Лекция №12

- ***Оборудование для вскрытия продуктивного пласта, вызова притока, подземного и капитального ремонта скважин***
- ***Проектирование и расчет оборудования для вскрытия продуктивного пласта, вызова притока, подземного и капитального ремонта скважин***



ТЕМА 1.

Оборудование для вскрытия продуктивного пласта, вызова притока, подземного и капитального ремонта скважин

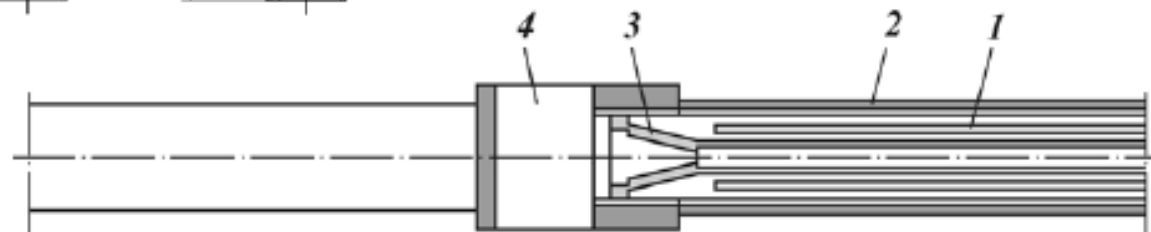
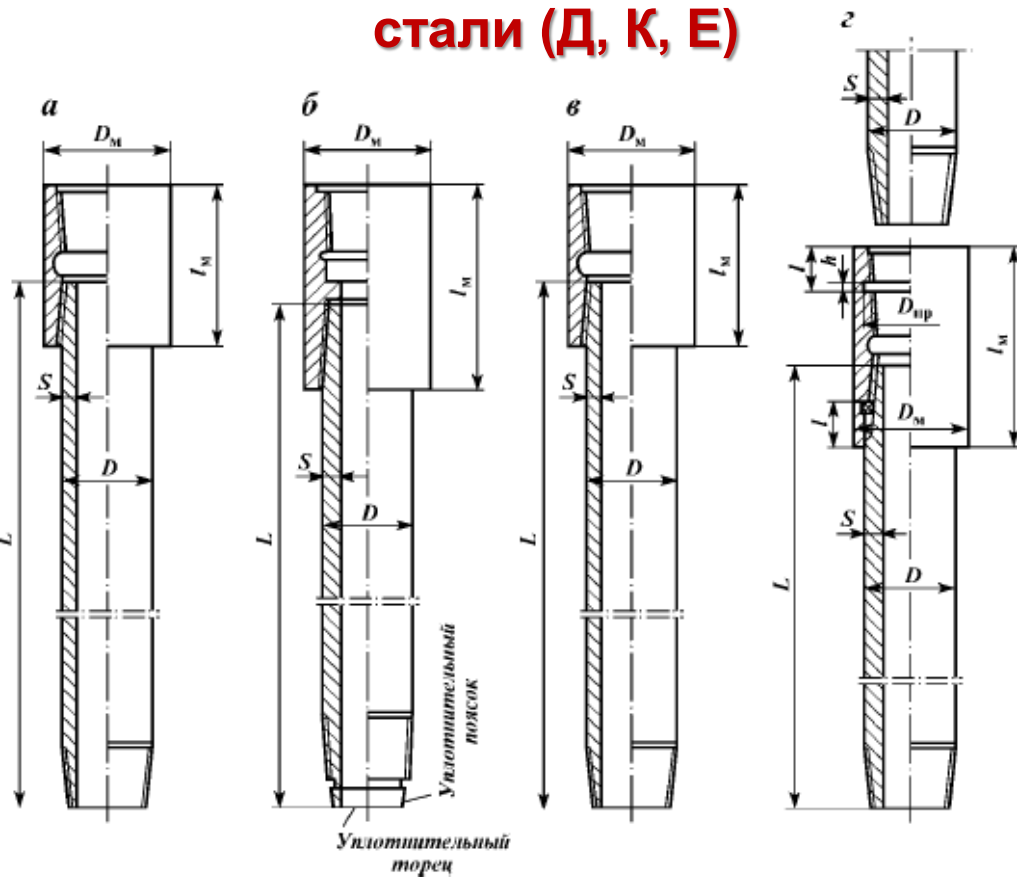


Подземное оборудование

Колонна насосно-компрессорных труб

По категории прочности
стали (Д, К, Е)

По типу исполнения





Оснастка колонны НКТ. Перфорация. Вызов притока

Сваб

Пакер

Перфоратор



Сваб представляет собой поршень, который подбирается по диаметру подъемных труб, спущенных в скважину, с уплотнением между корпусом поршня и стенками труб в виде манжет из нефтестойкой резины или прорезиненного тканевого ремня. В корпусе сваба имеется клапан, открывающийся вверх.

Сваб многократно спускается в фонтанные трубы на стальном канате при помощи буровой лебедки или лебедки подъемника и погружается под уровень жидкости на 30 – 70 м, а затем с наибольшей возможной скоростью поднимается вверх.

Используется для вызова притока.



Оснастка колонны НКТ. Перфорация. Вызов притока

Сваб

Пакер

Перфоратор

- ПВ - перепад давления направлен вверх;
- ПН - перепад давления направлен вниз;
- ПД - перепад давления направлен вниз и вверх.



- извлекаемые
- разбурываемые

- механические М,
- гидравлические Г
- гидромеханические ГМ
- набухающие

Пакер предназначен для герметичного перекрытия кольцевого пространства интервала испытания от остальной части ствола скважины.

Якорь предназначен для создания опоры на стенку необсаженной скважины при установке пакеров в процессе испытания нефтяных и газовых скважин.



Оснастка колонны НКТ. Перфорация. Вызов притока

Сваб

Пакер

Перфоратор

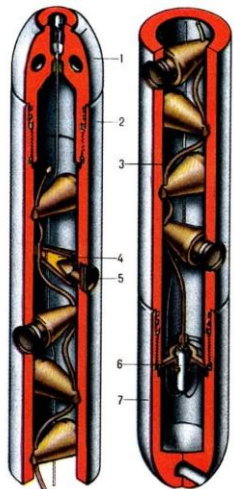
Гидропескоструйный

Гидромеханический

Кумулятивный

Пулевой

Торпедный



Перфорация обсадных колонн в интервале продуктивного пласта

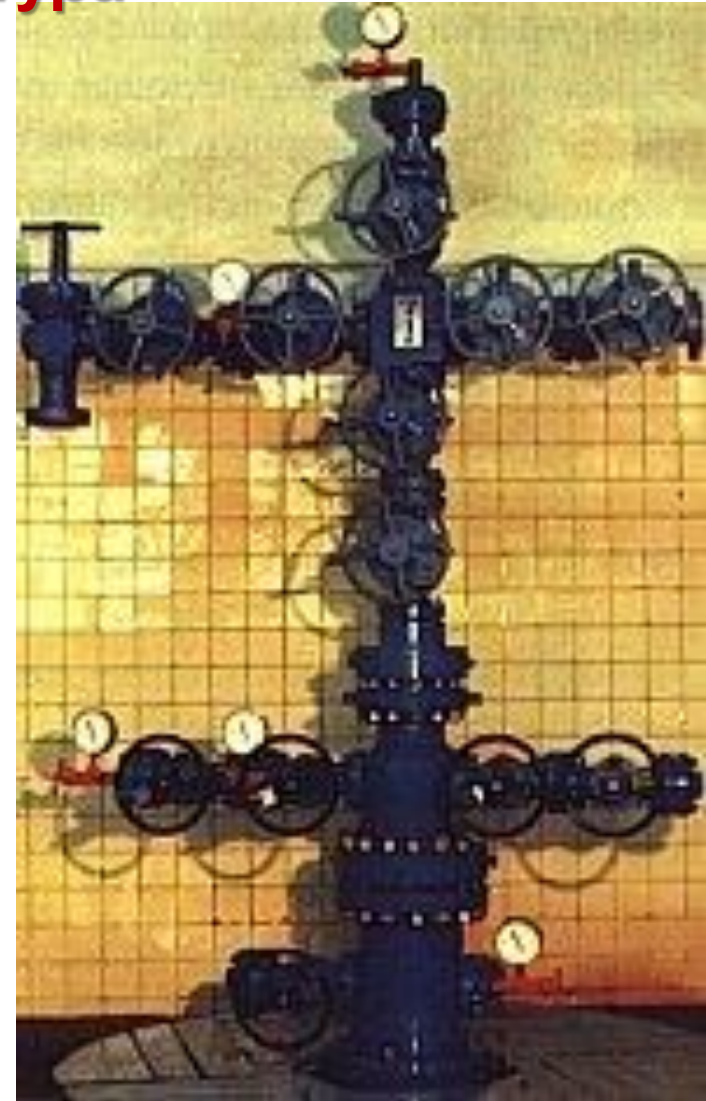


Устьевое оборудование

Фонтанная арматура

Позволяет эксплуатировать скважины в режимах фонтанном, нагнетательном и откачивания среды при помощи электропогружных и штанговых насосов.

С ее помощью осуществляется контроль и регулировка режимов работы скважин, проводятся исследовательские и ремонтные работы



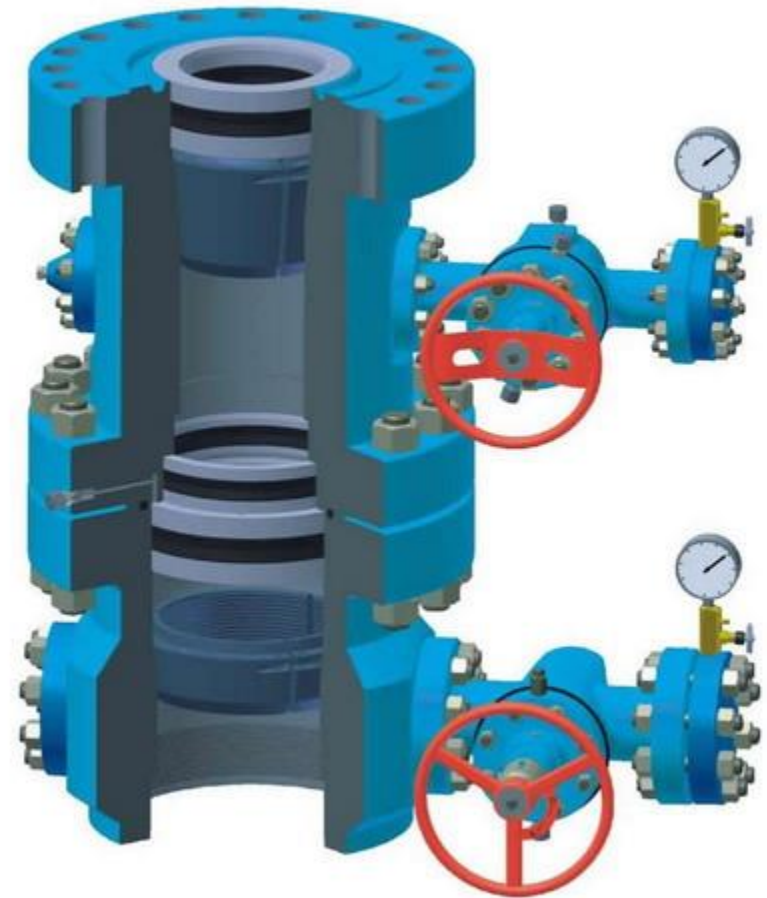


Устьевое оборудование

Колонная головка

Колонная головка жестко соединяет в единую систему все обсадные колонны скважины, воспринимает усилия от их веса и передает всю нагрузку кондуктору. Она обеспечивает изоляцию и герметизацию межколонных пространств и одновременно доступ к ним для контроля состояния стволовой части скважины и выполнения необходимых технологических операций. Колонная головка служит пьедесталом для монтажа эксплуатационного оборудования, спущенного в скважину.

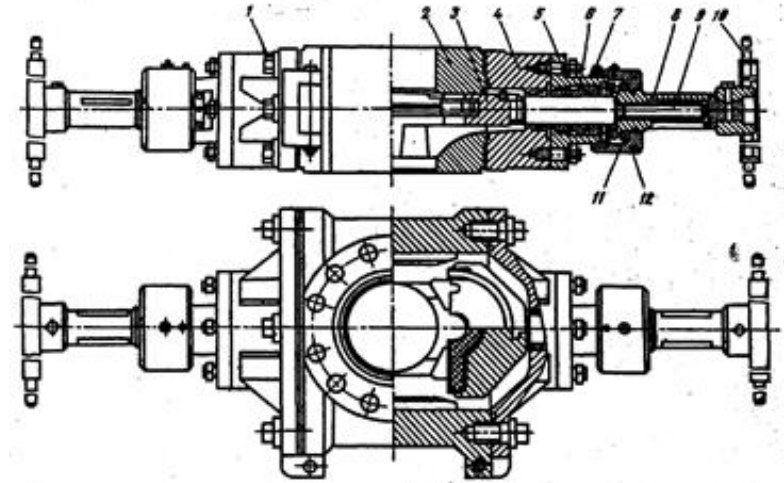
Во время бурения на ней монтируются превенторы противовыбросового оборудования, демонтируемые после окончания бурения.





Устьевое оборудование

Противовыбросовое оборудование



Технические характеристики

Наименование показателя	Значение для исполнений	
	ШПР 150x21-КВ 1(2,3)	ШПР 150x35-КВ 1(2,3)
1. Условный проход, мм	В	В
2. Рабочее давление, МПа	21	35
3. Нагрузка на плашки, кН	500	
4. Габаритные размеры, мм	1120 x 400 x 440	1120 x 400 x 520
5. Масса, кг	280	370

ПМТ1.1



Ручное управление



Устьевое оборудование

Противовыбросовое оборудование

Перфорационная задвижка

Устанавливается при перфорации и ПГД.

Используется при отсутствии в скважине труб.

Аварийная планшайба

Может быть использована только в случае отсутствия на устье автомата АПР или ротора.

Герметизирует устье при наличии и отсутствии труб.



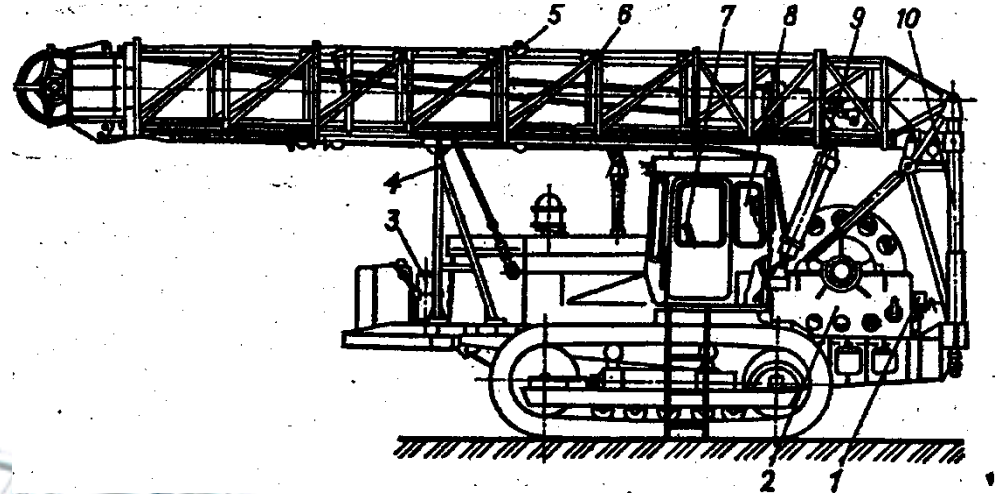


Наземное оборудование. Подъемные агрегаты

Проведение технологических операций по вызову притока, капитальному и текущему ремонту скважины, бурению дополнительных стволов.

На колесной базе

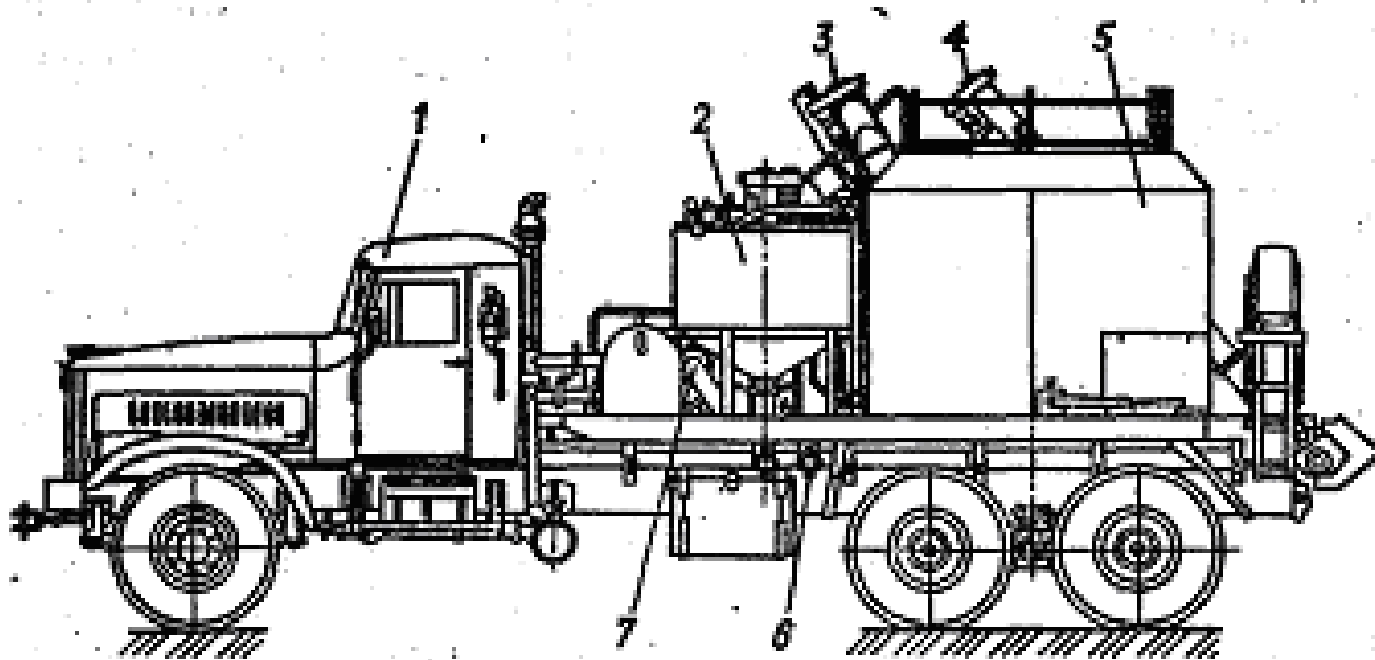
На гусеничной базе





Пескосмесительная машина

Предназначена для аккумуляирования и транспортирования песка, а так же приготовления песчано-жидкостной смеси, используемой при гидроразрыве пластов и гидropескоструйной перфорации. Агрегат может транспортировать сухой цемент и готовить цементные растворы.





Агрегаты для ГРП

Проведение технологических операций по реализации гидравлического разрыва пласта



Паровая передвижная установка ППУА



Используется в нефтегазовой отрасли для депарафинизации скважин, подземного и наземного оборудования, а также для подогрева трубопроводов и другого нефтепромыслового оборудования.



Агрегат для депарафинизации АДПМ42/150

Используется на нефтепромышленных предприятиях с целью извлечения из нефтяных скважин продуктов парафина и церезина, при помощи горячей нефти, в условиях окружающей среды от -45°C до $+40^{\circ}\text{C}$.



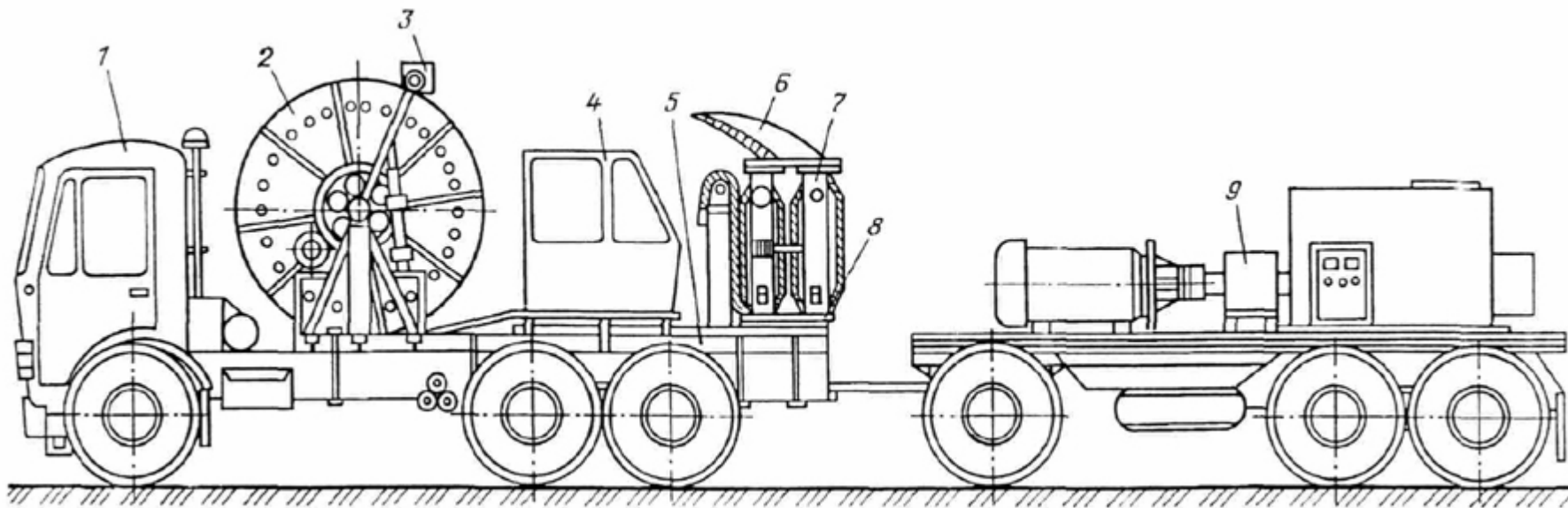
Автоцистерна



Транспортировка
технологических
жидкостей



Колтюбинговые технологии (оборудование)





Колтюбинговые технологии (оборудование)

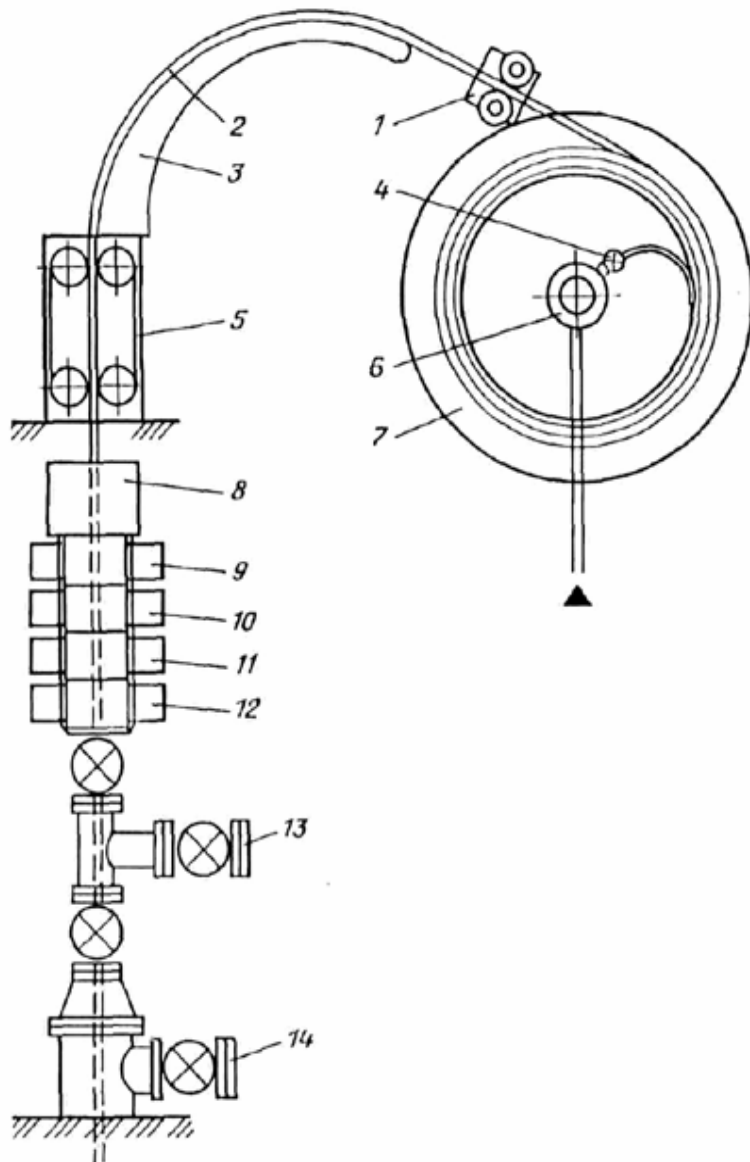


Схема оборудовании устья скважины и основных узлов агрегата при выполнении работ с гибкой трубой

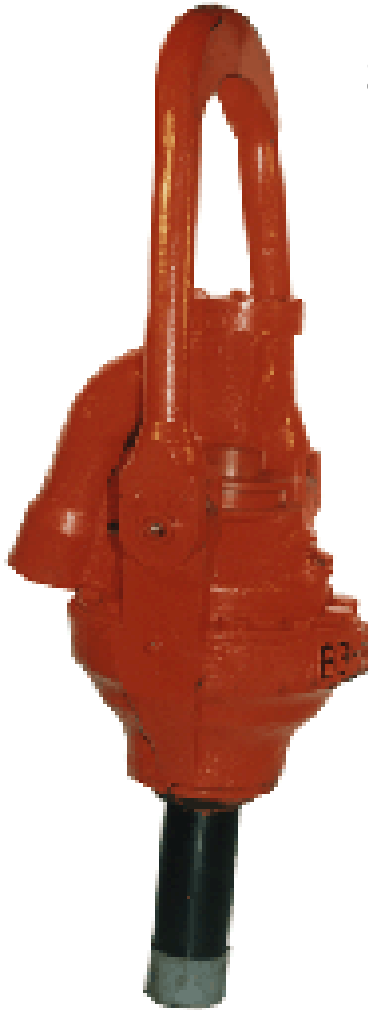
- 1 - укладчик трубы;
- 2 - колонна гибких труб;
- 3 - направляющая дуга;
- 4 - задвижка;
- 5 - транспортер;
- 6 - вертлюг;
- 7 - барабан с КГТ;
- 8 - герметизатор устья;
- секции превентора:
 - 9 -перекрывающая вес поперечное сечение,
 - 10 -с перерезывающими плашками,
 - 11 - с удерживающими плашками,
 - 12 - герметизирующая КГТ; отвод жидкости:
 - 13 - в полости НКТ;
 - 14 -из кольцевого пространства между ПКТ и эксплуатационной колонной



Технологическое оборудование

Вертлюги

эксплуатационный



**промывочный
(удаление
песчаных пробок)**





Технологическое оборудование

Классификация элеваторов

По конструктивной схеме:

- балочные (двухштропные);
- втулочные.

По назначению:

- трубные;
- штанговые.

По типу запорного устройства:

- створные (цилиндрические и призматические);
- втулочные (поворотные и раздвижные);
- челюстные.



Технологическое оборудование

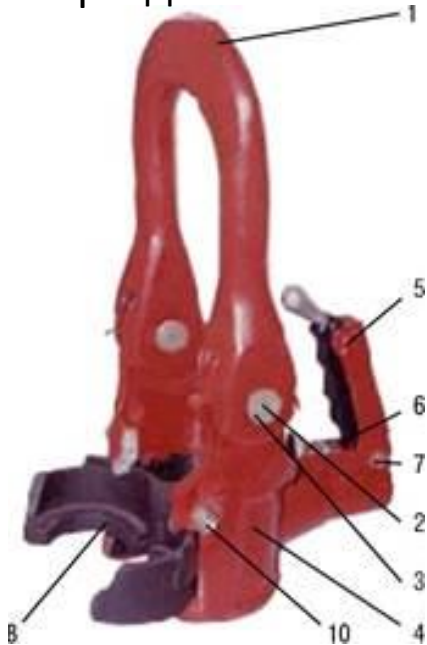
Балочный элеватор



Штанговый элеватор



Втулочный элеватор
раздвижной



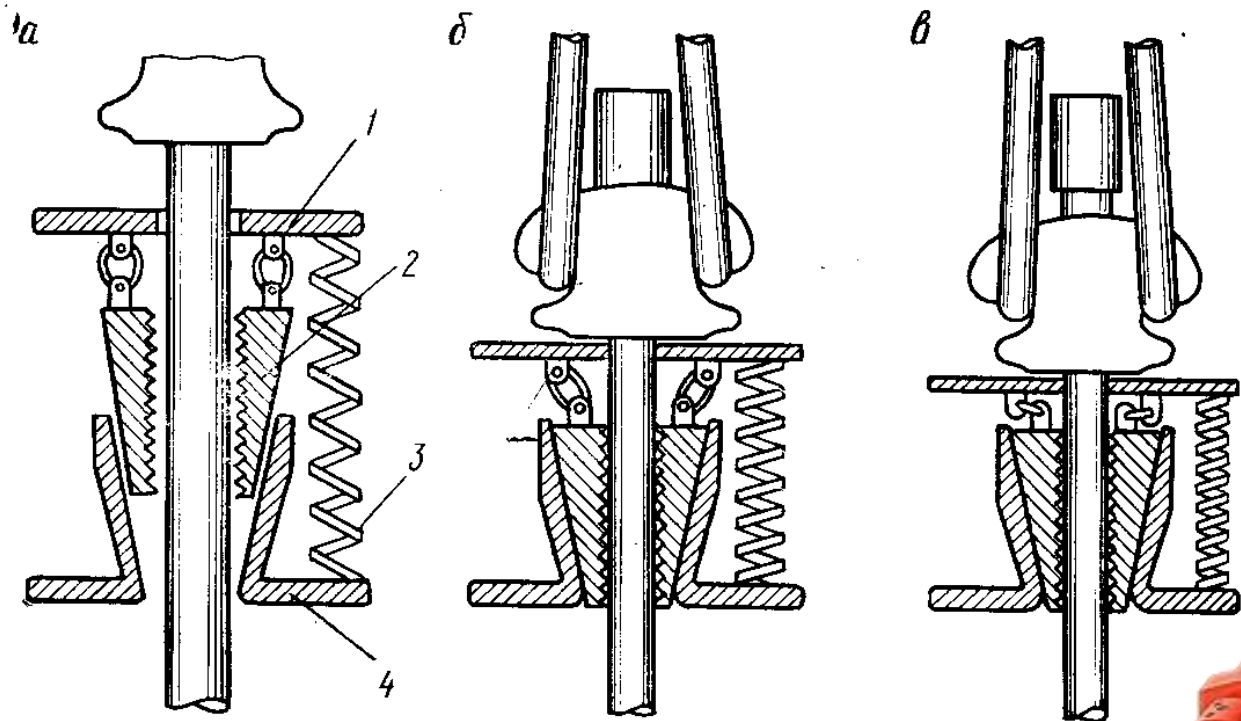
Втулочный элеватор
поворотный



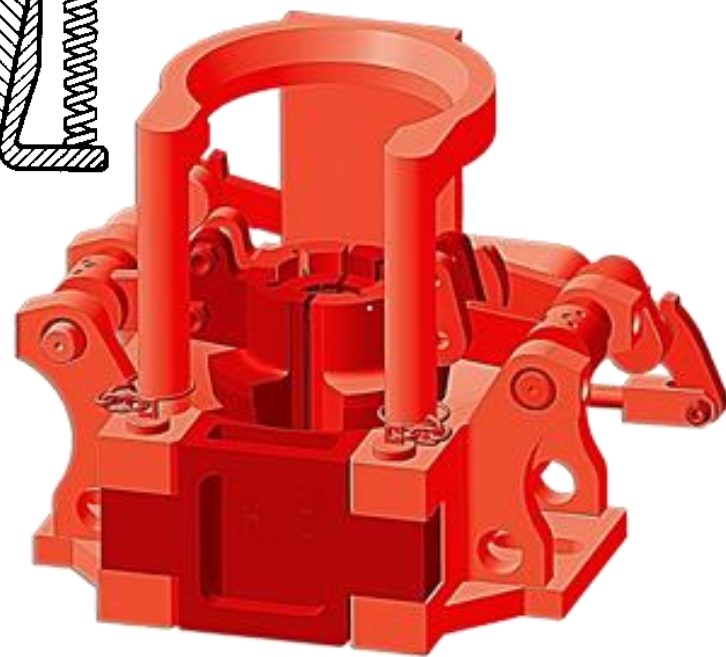


Технологическое оборудование

Спайдер (принцип работы)



Предназначены для захвата за трубу и удержания на весу колонны НКТ и обсадных труб при СПО.





Технологическое оборудование

Инструмент для свинчивания/развинчивания

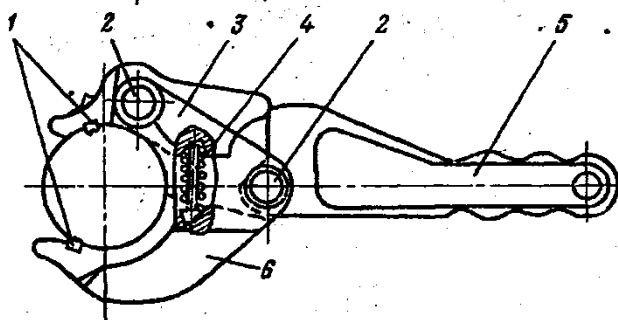
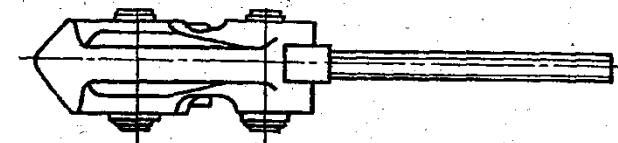
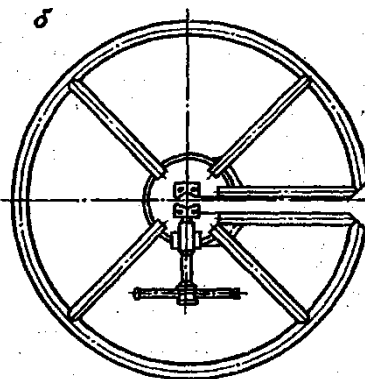
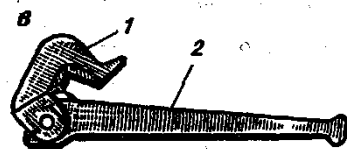
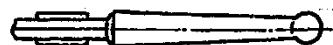
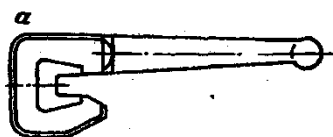
Ключ КТ

(ключ турбинный
челюстной)



Ключи штанговые

а-КШ: б – круговой КШК: в – КШШ16-25



Ключ цепной КЦН

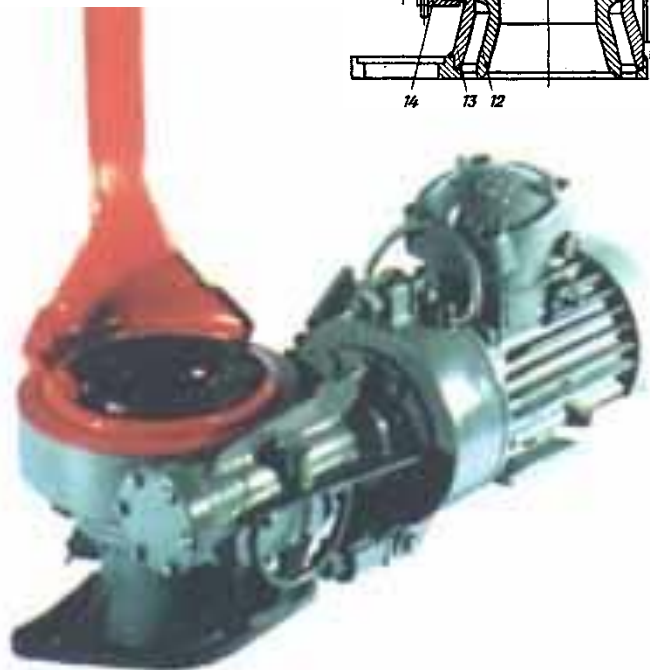
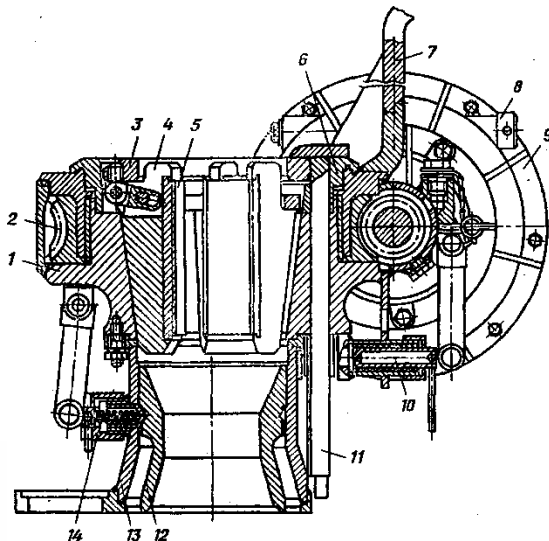




Технологическое оборудование

Инструмент для свинчивания/развинчивания

Автомат АПР-2 ВБ



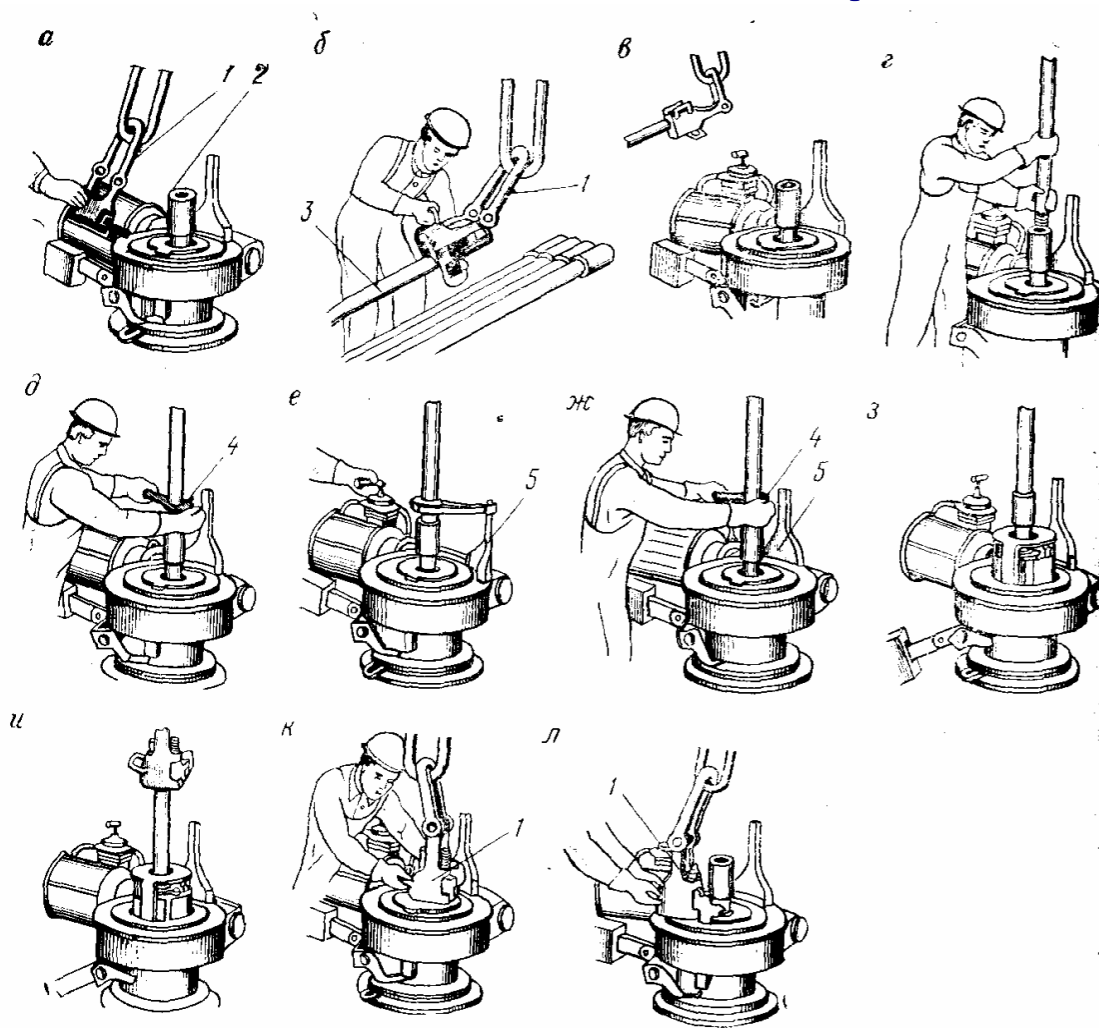
Ключ механический универсальный КМУ-50, КМУ-50, КМУ-ГП-50 КМУ-50 КМУ-ГП-50





Технологическое оборудование

Инструмент для свинчивания/развинчивания



Технология спуска труб с использованием автомата АПР



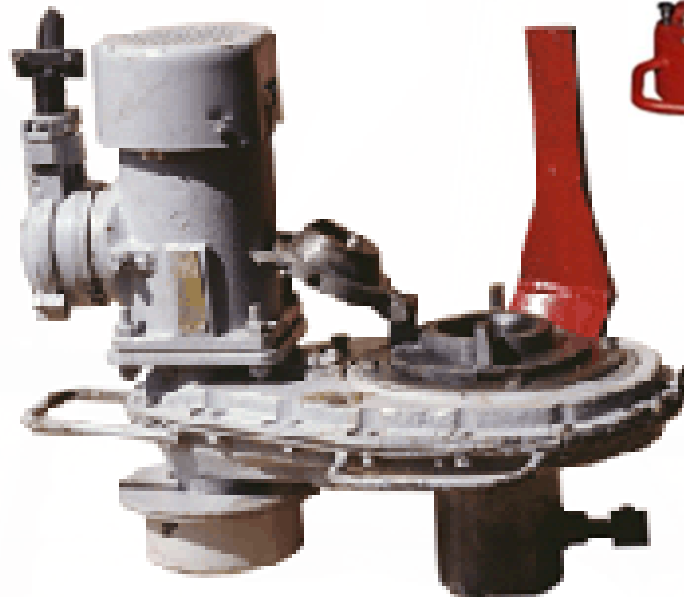
Технологическое оборудование

Инструмент для свинчивания/развинчивания

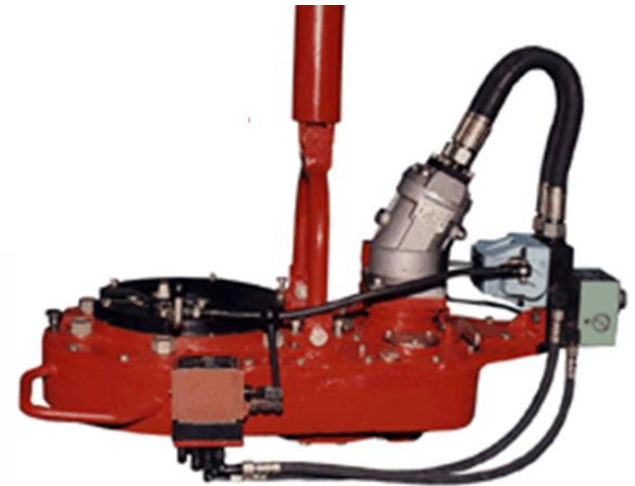
Ключ подвесной
гидравлический КПГ-12



Ключ
механический
штанговый



Ключ КМП-Г





ТЕМА 2.

Проектирование наземного оборудования для цементирования скважин



Критерии выбора оборудования

1. Оборудование выбирается по техническим параметрам, чтобы обеспечивать выполнение технологических операций в кратчайшие сроки и с минимальной себестоимостью.
2. Также одним из критериев являются условия проведения работ, что также может оказывать влияние на выбор исполнения оборудования.
3. Расчетам подвергаются только режимы спускоподъемных операций на различных скоростях лебедки агрегатов, которые проводятся по аналогии с расчетами для буровых установок.



Вопросы для самопроверки

1. Назначение сваба.
2. Назначение пакера.
3. Классификация пакеров по принципу срабатывания.
4. Классификация пакеров по направлению перепада давления.
5. Принцип работы набухающего пакера.
6. Принцип работы механического пакера.
7. Принцип работы гидравлического пакера.
8. Принцип работы гидромеханического пакера.
9. Назначение якоря.
10. Назначение перфораторов.
11. Принцип работы гидропескоструйного перфоратора.
12. Принцип работы гидромеханического перфоратора.
13. Принцип работы кумулятивного перфоратора.
14. Принцип работы пулевого перфоратора.
15. Назначение фонтанной арматуры.



Вопросы для самопроверки

16. Назначение колонной головки.
17. Какой тип превенторов используется при освоении скважин?
18. Классификация подъемных агрегатов по исполнению.
19. Назначение пескосмесительно машины.
20. Назначение агрегатов для ГРП.
21. Назначение паровой передвижной установки.
22. Назначение агрегата для депарафинизации.
23. Назначение автоцистерн.
24. Принцип колтюбинговых технологий.
25. Классификация элеваторов по конструктивной схеме.
26. Классификация элеваторов по назначению.
27. Классификация элеваторов по типу запорного устройства.
28. Назначение спайдера.
29. Ручной инструмент для свинчивания и развинчивания труб.
30. Для чего используется автомат АПР-2ВБ.

Спасибо за внимание!!!