



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

---

Ка ф е д р а «Бурение нефтяных и газовых скважин»

# **ОСЛОЖНЕНИЯ И АВАРИИ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

Методические указания по лабораторному практикуму

Самара  
Самарский государственный технический университет

2018

УДК 622.244.4

**Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин:** метод. рекоменд. по выполнению курсового проекта / Сост. О.А. Нечаева, Н.А. Демин- Самара; Самар. гос. техн. ун-т , 2018 - 94 с.

Изложены рекомендации по выполнению лабораторных работ на тренажерно-имитационном комплексе АМТ-231.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин»

Лабораторная работа №1  
**Управление программным интерфейсом имитационно –  
тренажёрного комплекса АМТ-231. Модели технологических задач.**

При работе с конкретной моделью тренажера “Проводка скважин” обучаемый видит изображение наземного оборудования буровой, визуализация которого представляет интерес для понимания изучаемых технологических процессов, а также, разреза скважины для наблюдения за скрытыми от глаз процессами. Кроме того, на экране присутствуют графики технологических параметров изменений характеризующих состояние модели и окна вывода их цифровых значений, информации об аномальных ситуациях и пульт управления ходом самой задачи и масштабом времени.

Каждая из моделей тренажера имеет свой набор используемого оборудования и свое, во многом сходное, изображение его на экране компьютера.

Для простоты работы с моделью органы управления представлены изображениями соответствующих узлов оборудования.

В тех местах экрана, где находятся управляющие органы, курсор меняет свой вид, информируя обучаемого о возможности соответствующего воздействия на управляющие параметры модели.

Часть оборудования, например, задвижки, дегазатор и блок очистки, меняют свое состояние с помощью одного нажатия левой кнопки мыши.

Другая часть, например: насосы, имеют сложное управление собранное из совокупности простых управляющих элементов на стилизованных изображениях пультов.

**Модель бурения**

Рис

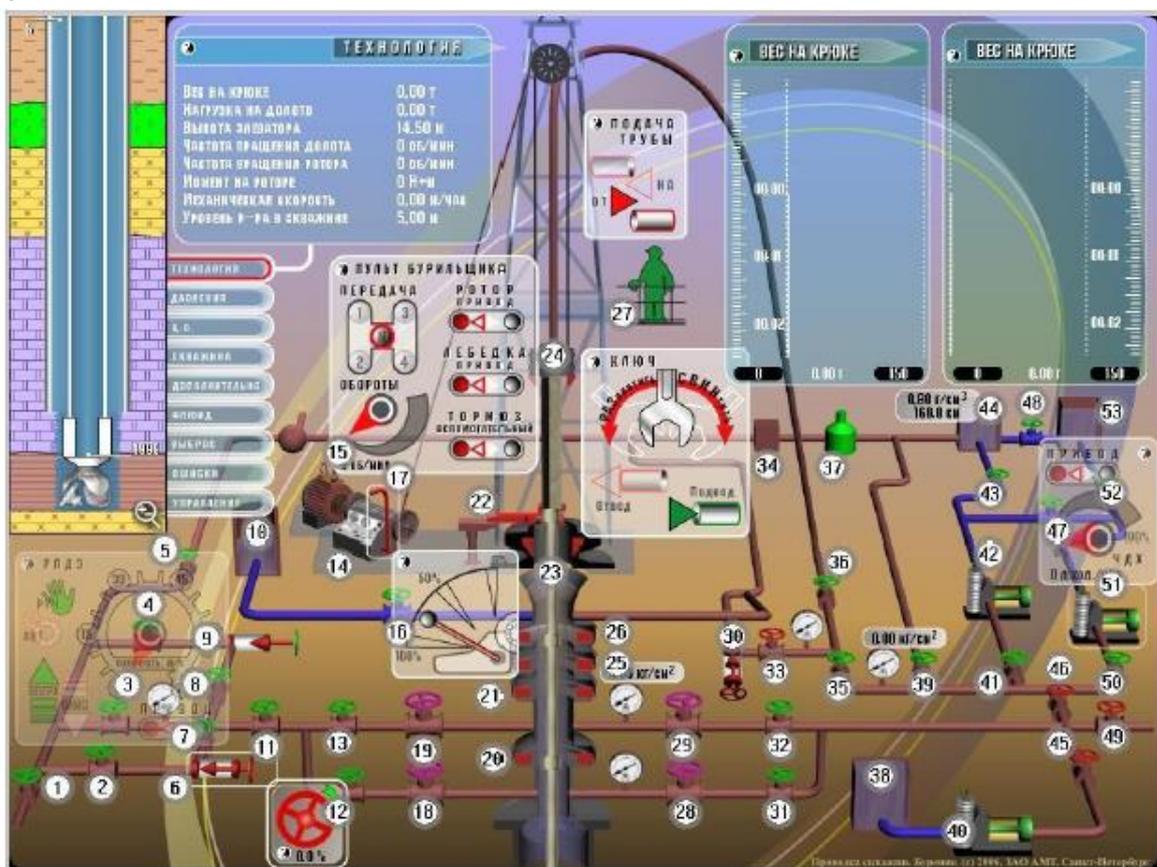


Рис. 1 Модель бурения

На рисунке 1 экрана модели изображены следующие органы управления:

1. задвижка сброса;
2. выходная задвижка дросселя 1;
3. задвижка линии отвода;
4. выходная задвижка дросселя 2
5. задвижка сброса в сепаратор;
6. дроссель 1;
7. входная задвижка дросселя 1;
8. входная задвижка дросселя 2;
9. дроссель 2;
10. доливная емкость;
11. входная задвижка линии дросселирования;
12. ручная задвижка линии дросселирования 2;
13. ручная задвижка линии дросселирования 1;
14. пульт бурильщика - управление лебедкой и ротором;
15. управление РПДЭ;
16. задвижка доливной емкости;
17. ручка тормоза лебедки;
18. гидрозадвижка линии дросселирования 2;
19. гидрозадвижка линии дросселирования 1;

20. плашечный превентор 2 (трубные плашки);
21. глухой превентор (глухие плашки);
22. ключ АКБ
23. клинья ротора;
24. элеватор;
25. плашечный превентор 1 (трубные плашки);
26. универсальный превентор;
27. свечеподающее устройство (СПУ);
28. гидрозадвижка линии глушения 2;
29. гидрозадвижка линии глушения 1;
30. дроссель 3;
31. ручная задвижка линии глушения 2;
32. ручная задвижка линии глушения 1;
33. задвижка линии обратной промывки;
34. блок очистки (вибросита);
35. задвижка стояка 1;
36. задвижка стояка 2;
37. дегазатор;
38. дополнительная емкость;
39. задвижка сброса в емкость;
40. дополнительный насосный агрегат;
41. выходная задвижка насоса 1;
42. буровой насос 1;
43. выходная задвижка емкости 1;
44. емкость 1;
45. задвижка подсоединения насосного агрегата;
46. задвижка обратной промывки;
47. разделительная задвижка насосов;
48. разделительная задвижка емкостей;
49. задвижка сброса;
50. выходная задвижка насоса 2;
51. буровой насос 2
52. выходная задвижка емкости 2;
53. емкость 2.

Ниже перечисляются управляющие органы на буровой, управление которыми требует сложного пульта в имитационном варианте работы.

### **Насосный агрегат**

Управление насосным агрегатом (40 по списку) состоит из объединения элементов управления приводом, передачей и оборотами вала двигателя.





### **Буровой насос**

Управление буровыми насосами (42 и 51 по списку) состоит из объединения элементов управления приводом и ходов насоса



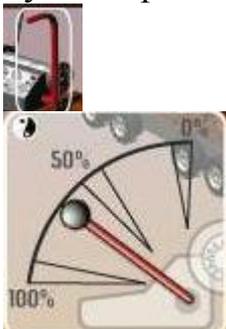
### **Дроссель**

Задвижки дросселей (6, 9 и 30 по списку) управляются как вращательными движениями мыши при нажатой левой клавиши (точно), так и перемещением её в соосном с изображением задвижки направлении (грубо).



### **Тормоз лебедки**

Управление лебедкой разделено на управление ручкой тормоза и двигателем. Ручка тормоза лебедки (17 по списку) имеет свой пульт управления



### Пульт бурильщика

Двигатель лебедки (14 по списку) управляется с пульта бурильщика, который объединяет элементы управления оборотами вала двигателя, передачей лебедки-ротора, приводом лебедки, приводом ротора и вспомогательным тормозом



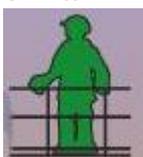
### РПДЭ

Управление РПДЭ (15 по списку) объединяет выбор направления и режима подачи, а также уставку по скорости подачи или нагрузке на долото.



### Свечеподающее устройство (СПУ)

Управление свечеподающим устройством (27 по списку) привязано к фигурке **верхового** и состоит из двух переключателей **на скважину - от скважины**.





### Ключ АКБ

АКБ (22 по списку) объединяет элементы переключателя **подвод-отвод** и трехпозиционный переключатель **развинтить-нейтраль-свинтить**.



Дегазатор, блок очистки, превенторы, клинья и задвижки управляются кликом мыши. Одно нажатие левой кнопки мыши над изображениями этих элементов переводит их в противоположное предыдущему состояние. Плотность раствора управляется перемещением мыши в вертикальном направлении.

## Модель СПО

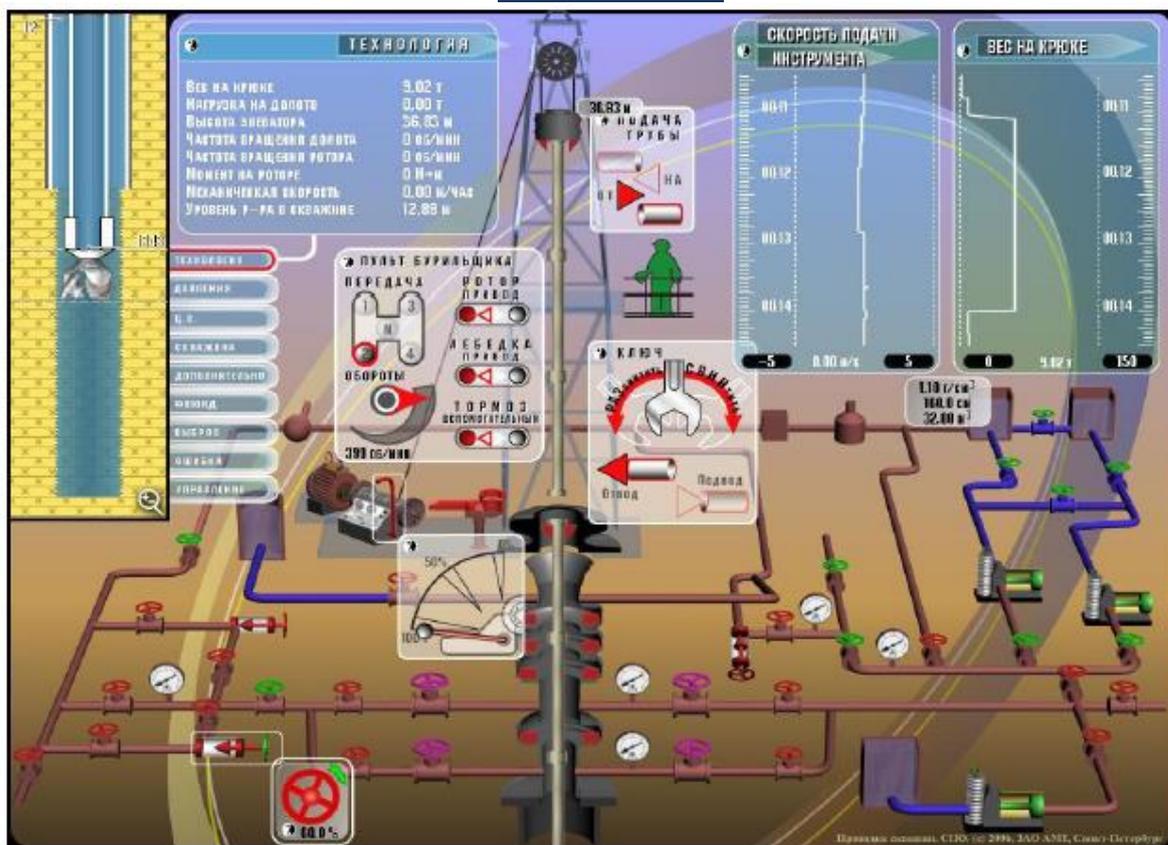


Рис. 2 Модель СПО

Управление задачей СПО аналогично управлению задачей бурения. Используются те же органы и способы управления.

## Модель глушения

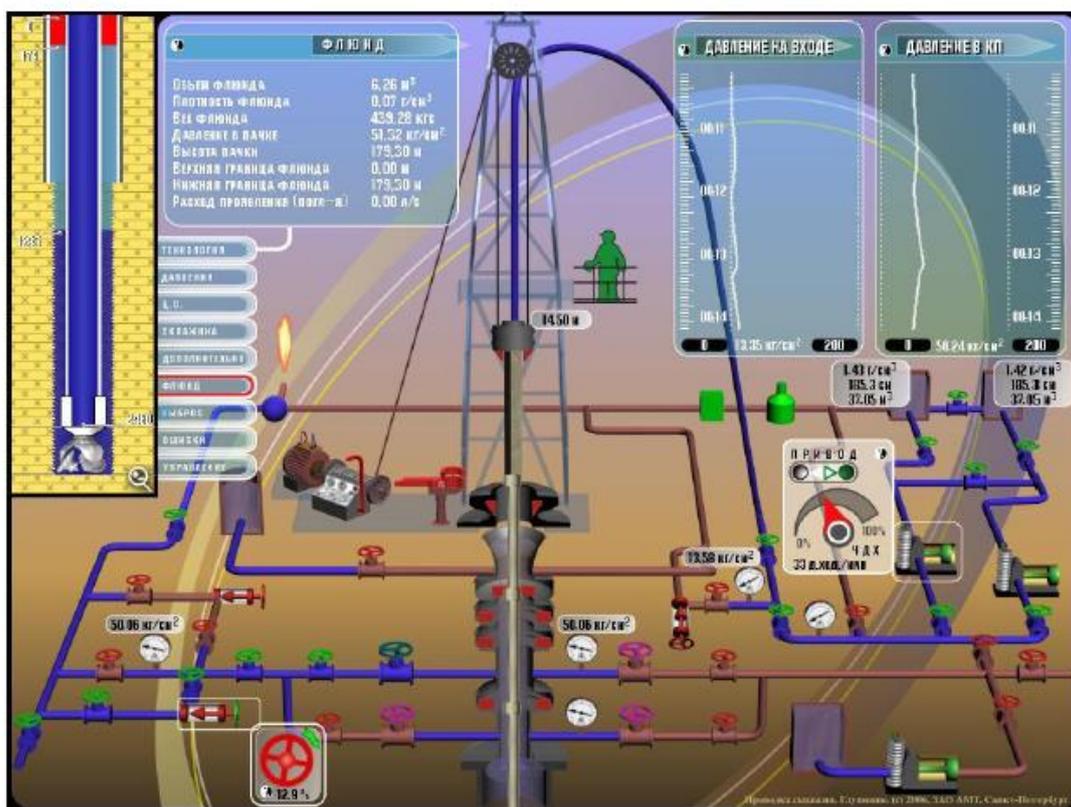


Рис. 3 Модель глушения

Управление задачей глушения скважины аналогично управлению задачей бурения и СПО. Используются те же органы и способы управления.

## Модель цементирования

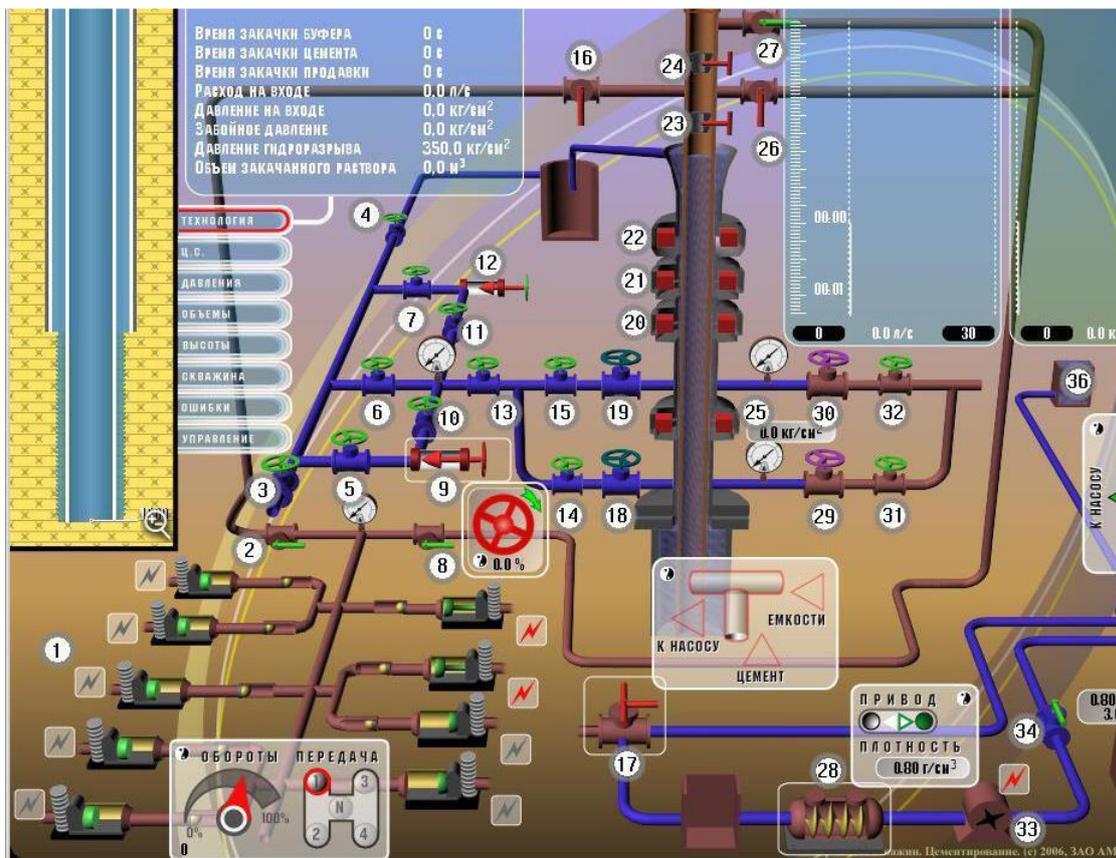


Рис. 4 Модель цементирования

На рисунке 4 экрана модели изображены следующие органы управления:

1. цементировочные насосы;
2. пробковый кран 2;
3. задвижка сброса;
4. задвижка сброса в сепаратор;
5. выходная задвижка дросселя 1;
6. задвижка линии отвода;
7. выходная задвижка дросселя 2;
8. пробковый кран 3;
9. дроссель 1;
10. входная задвижка дросселя 1;
11. входная задвижка дросселя 2;
12. дроссель 2;
13. задвижка линии дросселирования;
14. ручная задвижка линии дросселирования 2;
15. ручная задвижка линии дросселирования 1;
16. пробковый кран буферной жидкости;
17. трехходовой кран;
18. гидрозадвижка линии дросселирования 2;

- 19.гидрозадвижка линии дросселирования 1;
- 20.глухой превентор (глухие плашки);
- 21.плашечный превентор 1 (трубные плашки);
- 22.универсальный превентор;
- 23.стопор нижней пробки;
- 24.стопор верхней пробки;
- 25.плашечный превентор 2 (трубные плашки);
- 26.пробковый кран цементного раствора;
- 27.пробковый кран продавочной жидкости;
- 28.смесительная машина;
- 29.гидрозадвижка линии глушения 2;
- 30.гидрозадвижка линии глушения 1;
- 31.ручная задвижка линии глушения 2;
- 32.ручная задвижка линии глушения 1;
- 33.водоподающий насос;
- 34.пробковый кран 1;
- 35.емкость цементирувочного агрегата 2;
- 36.емкость цементирувочного агрегата 1;
- 37.переключатель емкостей.

Ниже перечисляются управляющие органы на буровой, управление которыми требует сложного пульта.

### Смесительная машина

Управление смесительной машины (28 по списку) объединяет управление приводом и плотностью



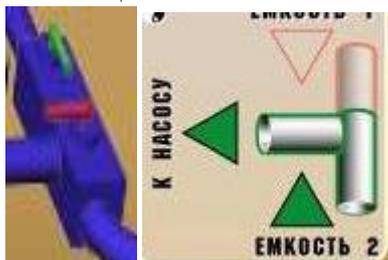
### Цементирувочные насосы

Управление насосами (1 по списку) состоит из объединения элементов управления приводом, передачей и оборотами вала двигателя, причем привод управляется кликом мышки по изображению насоса



### Переключатель емкостей

Переключатель емкостей (37 по списку) управляется выбором позиции или источника с помощью клика мыши. Выбранное соединение окрашивается зеленым цветом.



### **Трехходовой кран**

Трехходовой кран (17 по списку) управляется выбором позиции или источника с помощью клика мыши. Выбранное соединение окрашивается зеленым цветом



### **Дроссель**

Задвижки дросселей (9 и 12 по списку) управляются как вращательными движениями мыши при нажатой левой клавиши (точно), так и перемещением её в соосном с изображением задвижки направлении (грубо).



Превенторы, пробковые краны, стопоры пробок и задвижки управляются кликом мыши. Одно нажатие левой кнопки мыши над изображениями этих элементов переводит их в противоположное предыдущему состояние.

Плотность раствора управляется перемещением мыши в вертикальном направлении.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:**

1. Включить компьютеры
2. Загрузить программу АМТ-231
3. Ввести имя пользователя и пароль
4. Далее выбрать «индивидуальная работа» или «работа в бригаде»

5. Далее определить технологическую модель выполняемых задач - БУРЕНИЕ, СПУСКО-ПОДЪЁМ, ГЛУШЕНИЕ, ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ.
6. Затем выбрать сценарий работы (например, СПО-2460Г)
7. Далее на экране появляется визуализация программы и можно решать определённую технологическую программу.

### **ЗАДАНИЕ:**

На программно-тренажёрном комплексе выберите:

- 1) модель БУРЕНИЕ (турбинный способ на нефть);
- 2) модель СПО (глубина 2460 м)
- 3) модель ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ (глубина 1500 м)
- 4) модель БУРЕНИЕ (роторный способ, глубина 1230 м);
- 5) модель БУРЕНИЕ (роторный способ, глубина 2005 м);
- 6) модель ВЫБРОС (глубина 2460 м).

Для модели СПО (глубина 2460 м) определите:

1. Плотность в ёмкости 1
2. Плотность в ёмкости 2
3. Уровень раствора в скважине
4. Глубина скважины
5. Глубина спуска инструмента
6. Высота элеватора

Для модели БУРЕНИЕ, турбинный способ, глубина 2005 м определите:

1. Пластовое давление
2. Плотность в ёмкостях 1 и 2
3. Температура на входе
4. Частота вращения долота
5. Механическая скорость
6. Длина колонны УБТ

Для модели ВЫБРОС (глубина 2460 м) определите:

1. Пластовое давление
2. Забойное давление
3. Дифференциальное давление
4. Плотность флюида
5. Уровень раствора в скважине
6. Верхняя граница флюида

## **Лабораторная работа №2**

### **Освоение процесса выполнения спуско-подъемных операций с использованием программно-тренажерного комплекса АМТ-231**

#### **Спуско-подъемные операции**

Технология бурения нефтяных и газовых скважин включает в себя периодический подъем и спуск колонны бурильных труб для смены сработавшегося долота. В среднем через каждые пять поднятых свечей осуществляется долив бурового раствора в скважину. Спуск труб в скважину состоит из аналогичных операций, выполняемых в обратной последовательности. В процессе подъема и спуска свечи бурильщик осуществляет постоянный контроль за показаниями индикатора веса, что позволяет ему оценивать состояние скважины и менять скорости подъема и спуска колонны. Постоянное наблюдение за положением талевого блока для предупреждения аварийных ситуаций и своевременного воздействия на органы управления и постоянную фиксацию номера опускаемой или поднимаемой свечи для своевременного принятия мер при прохождении известного опасного интервала скважины.

Одним из элементов обучения бурового персонала является обучение методам управления буровой установкой при реализации технологических операций, из которых состоят процессы спуска и подъема бурового инструмента. Для этой цели служит ТРЕНАЖЕР-ИМИТАТОР БУРЕНИЯ, включающий необходимые для этой цели пульта и посты управления, комплекс показывающих приборов, а также комплекс имитационных и учебно-тренировочных задач.

Задача “СПО” тренажера-имитатора бурения обеспечивает:

- практическое обучение управлению буровой установкой в процессе спуска или подъема бурового инструмента.
- обучение распознаванию осложнений и аварийных ситуаций.
- привитие навыков быстрого и безаварийного проведения спуско-подъемных операций.

#### **Методика управления процессами СПО**

Все операции, осуществляемые в СПО, можно разбить на четыре подпроцесса:

- подъем загруженного элеватора;
- подъем незагруженного элеватора;
- спуск загруженного элеватора;
- спуск незагруженного элеватора.

#### **Подъем загруженного элеватора**

Подъем колонны из скважины рассматривается как единый подпроцесс, хотя с точки зрения управления он состоит из трех участков, каждый из которых является самостоятельной операцией:

- разгон элеватора и подхват колонны бурильных труб, удерживаемой клиньями,
- подъем колонны с установившейся скоростью
- остановка загруженного элеватора в положении, обеспечивающем наименьшие затраты времени на последующую подгонку замка свечей в рабочую зону ключа АКБ.

Разгон элеватора с подхватом бурильной колонны осуществляется следующим способом:

- включается передача, отличная от нейтральной;
- включается ШПМ привода лебедки;
- ручка газа (обороты вала двигателя) переводится в положение, соответствующее рабочему значению оборотов вала двигателя, т.е. отличное от холостого хода;
- ленточный тормоз лебедки переводится в нерабочее положение (положение “не зажат”).

Подъем загруженного элеватора определяется только характеристикой буровой установки. В этом смысле процесс, с точки зрения воздействия на него бурильщика, следует рассматривать как неуправляемый.

Остановка загруженного элеватора осуществляется одним из способов:

- остановка за счет отключения ШПМ привода лебедки;
- наложения ленточного тормоза (положение “зажат”);
- ручка газа (обороты вала двигателя) переводится в положение, соответствующее холостому ходу;

### **Подъем незагруженного элеватора**

Этот подпроцесс может рассматриваться как частный случай подъема и остановки загруженного элеватора. Основные закономерности и методы управления те же.

### **Спуск загруженного элеватора**

Спуск загруженного элеватора из всех подпроцессов СПО спуск загруженного элеватора в наименьшей степени зависит от характеристик буровой установки: мощности привода, кинематики и т.д.

Взаимодействие органов управления при спуске загруженного элеватора, по сравнению с другими подпроцессами, минимально. Режим управления определяется только характером использования ленточного и вспомогательного тормозов лебедки. Широкая возможность варьирования параметрами процесса с помощью тормозов лебедки делают его всецело зависящим от субъективных качеств бурильщика.

### **Спуск загруженного элеватора осуществляется одним из трех способов:**

- спуск реализуется с помощью ленточного тормоза, который накладывается только на участке замедления;

- ленточный тормоз накладывается не только для остановки системы, но и для поддержания установившейся скорости движения;
- осуществляется совместное использование вспомогательного и ленточного тормозов, причем последний накладывается только на участке замедления.

### **Спуск незагруженного элеватора**

Существует два принципиально различных способа управления процессом:

- спуск незагруженного элеватора со свободным разгоном;
- спуск незагруженного элеватора с принудительным разгоном (только для установок с электроприводом).

При первом способе управления продолжительность процесса зависит в основном от свойств талевого системы и лебедки. Второй способ характеризуется необходимостью довольно сложного взаимодействия органов управления лебедкой (в тренажере-имитаторе бурения второй способ не моделируется).

### **Имитация СПО**

Задача “Имитация СПО” позволяет имитировать процессы спуска или подъема инструмента и предназначена для отработки у обучаемого навыков спуско-подъемных операций.

Для запуска задачи необходимо установить органы управления тренажера и начальные значения параметров в исходное положение, для чего:

- открыть универсальный преентор (на пульте преенторов);
- открыть плашечные преенторы (на пульте преенторов и посту устьевого оборудования);
- открыть глухой преентор (на пульте преенторов и посту устьевого оборудования);
- закрыть задвижки линий дросселирования (на пульте преенторов и посту устьевого оборудования);
- закрыть задвижку долива раствора;
- закрыть задвижки линий глушения (на пульте преенторов и посту устьевого оборудования);
- выключить привод лебедки;
- зажать ленточный тормоз;
- выключить привод ротора;
- выключить привод РПДЭ;
- поднять клинья ротора, при условии подъема инструмента с наверхнутой ведущей трубой непосредственно от забоя скважины, или опустить клинья ротора, при условии спуска инструмента или подъема инструмента при нахождении долота не у забоя - ведущая труба не наверхнута;
- отвести ключ от скважины;
- ключ установить в нейтральное положение;

- закрыть элеватор, при работе с ведущей трубой;
- открыть элеватор, при работе без ведущей трубы (работа со свечой);
- установить плотность раствора в емкостях 1 и 2
- поднятие клиньев ротора.

Неправильная установка начальных условий исключает старт задачи!

### **Подъём колонны на длину свечи**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- установить ШПМ привода лебедки в положение “ВКЛ.”;
- включить нужную передачу и добавить оборотов вала двигателя при помощи ручки газа;
- отжать тормоз лебедки;
- скорость подъема инструмента регулировать при помощи ручки газа;
- по жидкокристаллической мнемосхеме на пульте бурильщика контролировать положение талевого блока, также появление фигурки “Верхового” при попадании замка свечи в зону ключа;
- при достижении замка-стыка свечей рабочей зоны ключа (на жидкокристаллической мнемосхеме на пульте бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”), выключить вращение лебедки и наложить ленточный тормоз.

Примечание 1: Рабочая зона ключа в тренажере-имитаторе равна 0-1 м над столом ротора.

### **Постановка колонны на клинья ротора**

Эта операция включает в себя следующее действие:

- педаль клиньев ротора переключается в положение “опущены”, при этом на индикационной жидкокристаллической мнемосхеме появляются опущенные клинья ротора.

### **Разгрузка талевого системы**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- отжать тормоз лебедки, по показывающему прибору веса на крюке контролировать разгрузку талевого системы;
- при показаниях датчика веса на крюке, соответствующих весу элеватора и талевого системы - зажать тормоз лебедки.

### **Отвинчивание свечи**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- подать буровой ключ “К скважине”;
- рукоятку включения ключа перевести в положение “Развинчивание”, по окончании развинчивания на индикационной мнемосхеме появляется развинченная колонна;

- рукоятку включения ключа перевести в нейтральное положение;
- буровой ключ перевести в положение “От скважины”.

### **Установка отвинченной свечи на подсвечник**

Эта операция заключается в том, чтобы:

- СПУ (свече-подающее устройство) перевести в положение “К скважине”;
- открыть элеватор, при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика индицируется открытое состояние элеватора;
- СПУ отвести “От скважины” (свеча должна исчезнуть с жидкокристаллической мнемосхемы).

### **Спуск незагруженного элеватора**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- отжать тормоз лебедки;
- по показаниям жидкокристаллической мнемосхемы отслеживать положение талевого блока, его высоту;
- при достижении талевым блоком высоты 0-1 м зажать тормоз лебедки (при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”).

### **Захват элеватором бурильной колонны**

Эта операция заключается в том, чтобы закрыть элеватор. При этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика отражается закрытое состояние элеватора.

### **Разгон с подхватом колонны бурильных**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- включить вращение лебедки;
- отжать тормоз лебедки;
- контролировать показания датчика веса на крюке;
- при весе на крюке больше веса колонны поднять клинья ротора.

### **Поднятие клиньев ротора**

Эта операция заключается в переводе педали клиньев ротора в положение “подняты”. При этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика отражается поднятое состояние клиньев ротора.

В процессе подъема колонны необходимо следить за состоянием уровня раствора на устье по параметру “Уровень раствора в скважине”, выводимому на пульт бурильщика. При падении уровня раствора ниже допустимого предела бурильщик должен открыть доливную задвижку на пульте устьевого оборудования и следить за показаниями уровня раствора в скважине. При достижении уровня раствора устья скважины необходимо закрыть доливную задвижку. Возможен также непрерывный долив раствора.

## **Спуск инструмента**

Спуск инструмента разбивается на несколько повторяющихся операций:

- спуск колонны на длину свечи
- постановка колонны на клинья ротора
- разгрузка талевой системы
- открытие элеватора
- подъем незагруженного элеватора
- захват свечи элеватором
- свинчивание свечи
- подхват бурильной колонны
- поднятие клиньев ротора

## **Спуск колонны на длину свечи**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- вращение лебедки переводится в положение “ВЫКЛ.”;
- отжимается тормоз лебедки;
- по стрелочному прибору контролируется положение талевого блока;
- при достижении талевым блоком высоты 0-1м зажимается тормоз лебедки (при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”).

## **Постановка колонны на клинья ротора**

Эта операция заключается в переводе педали клиньев ротора в нижнее положение (опускаются клинья ротора) при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика должно отобразиться закрытое состояния клиньев ротора.

## **Разгрузка талевой системы**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- отжать тормоз лебедки, по показывающему прибору веса на крюке контролировать разгрузку талевой системы;
- при показаниях датчика веса на крюке, соответствующих весу элеватора и талевой системы, зажать тормоз лебедки.

## **Открытие элеватора**

Эта операция заключается в том, чтобы открыть элеватор. При этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика отображается открытое состояние элеватора.

## **Подъем незагруженного элеватора**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- вращение лебедки переводится во включенное положение;
- отжимается тормоз лебедки;

- скорость подъема элеватора регулируется изменениями положения ручки газа;
- по жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика контролируется положение талевого блока;
- при достижении замка-стыка свечей рабочей зоны ключа, выключается лебедка, зажимается тормоз лебедки.

### **Захват свечи элеватором**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- СПУ подается к скважине;
- закрывается элеватор, при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика отражается закрытое состояние элеватора;
- СПУ отводится от скважины.

### **Свинчивание свечи**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- буровой ключ подается “К скважине”;
- рукоятка включения ключа переводится в положение “Свинчивание”, по окончании свинчивания на индикационной мнемосхеме индицируется собранное состояние бурильной колонны (колонна собрана);
- рукоятка включения ключа переводится в нейтральное положение;
- буровой ключ отводится “От скважины”.

### **Подхват бурильной колонны**

Эта операция включает следующую последовательность действий:

- включается вращение лебедки;
- отжимается тормоз лебедки;
- контролируются показания датчика веса на крюке;
- при весе на крюке большем веса колонны, тормоз лебедки зажимается, вращение лебедки выключается.

### **Поднятие клиньев ротора**

Эта операция подразумевает перевод педали клиньев ротора в верхнее положение, при этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика отображается поднятое состояние клиньев ротора (клинья подняты).

### **Ошибки управления и их устранение**

При управлении программно-тренажёрным комплексом в процессе имитации СПО возможны ошибочные действия, которые при управлении буровой установкой могли бы привести к поломкам оборудования или авариям в скважине.

Реакция ИМИТАТОРА БУРЕНИЯ на такие ошибки состоит в следующем:

- выдается сигнал об ошибке - загорается красная лампочка на пульте бурильщика, пульте ЦС, пульте управления цементированием и стойке показывающих приборов (в инженерном варианте красный сигнал появляется в левом верхнем углу экрана);
- если ошибка изменяет параметры технологического процесса, то эти изменения отражаются на показывающих контрольно-измерительных приборах (в инженерном варианте в окнах оперативной информации).
- название ошибки и начисленное штрафное время записывается в журнал (протокол выполнения задачи) обучаемому, которые после выполнения задачи можно вывести на печатающее устройство.

Ниже приводится перечень возможных ошибок управления, описание реакции на ошибки, способы исправления ошибок, если они не приводят к необратимым (для условий буровой установки) последствиям:

### 1) Ошибка стартовых условий

Эта ошибка означает, что перед стартом задачи органы управления пультов и постов тренажера не приведены в исходное положение, о чем говорилось выше.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Реакция:</b>           | выдается сигнал ошибки - задача не стартует.   |
| <b>Способ устранения:</b> | проверить положение органов управления тренажера и привести их в соответствии вышеуказанными требованиями; |

### 3) Клинья ротора опущены

Конструкция тренажера дает возможность опустить клинья ротора в процессе бурения. Однако это действие считается ошибочным.

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| <b>Реакция:</b>           | сигнал ошибки         |
| <b>Способ устранения:</b> | поднять клинья ротора |

### 4) Закрыт универсальный (плащечный) превентор

Закрытие любого из превенторов в процессе бурения считается ошибкой, за исключением ситуации наличия нефтегазопроявления.

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| <b>Реакция:</b>           | выдается сигнал ошибки     |
| <b>Способ устранения:</b> | открыть закрытый превентор |

### 5) Удар о ротор

Посадка вертлюга на ротор (высота талевого блока над ротором равна 0м) или свечи считается ошибкой.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Реакция:</b>           | сигнал ошибки, прекращение подачи инструмента |
| <b>Способ устранения:</b> | приподнять инструмент                         |

### 6) Переподъем ведущей трубы (квадрата)

Подъем талевого блока с бурильной колонной при вращении ротора на высоту, большую длины ведущей бурильной трубы считается ошибкой, означающей, что ведущая бурильная труба вышла из ротора.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** либо опустить талевый блок на высоту менее длины ведущей трубы, либо остановить ротор

#### **7) Не включен блок очистки**

Если при бурении не включен блок очистки - это ошибка.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** включить блок очистки

#### **8) Перегрузка насоса**

Если давление на манифольде станет выше допустимого при данном диаметре цилиндрических втулок, происходит перегрузка насоса. Это возможно по двум причинам:

- расход раствора в скважину больше, чем позволяет сопротивление бурильной колонны и скважины;
- заблокирован выход раствора в бурильную колонну (например, закрыта задвижка прямой и обратной промывки).

При этом происходит прорыв мембраны предохранительного клапана и подача раствора в скважину прекращается.

**Реакция:** сигнал ошибки, давление на стояке возрастает до максимума, потом падает до нуля, расход раствора падает до нуля, изменение расхода становится равным нулю.

**Сопутствующие изменения:** При роторном бурении прекращается проходка. При бурении забойными двигателями останавливается турбобур, прекращается проходка и изменение нагрузки на долото.

**Способ устранения:** устранить первопричину перегрузки насоса - освободить проход раствора в скважину или уменьшить число двойных ходов в минуту, затем, выключить насос (якобы для замены мембраны) и включить его снова. Если ситуация произошла при бурении забойными двигателями, необходимо ликвидировать ситуацию "Остановка забойного двигателя".

## 9) Остановка забойного двигателя

Остановка забойного двигателя может произойти по следующим четырем причинам:

- велика нагрузка на долото;
- увеличение момента на долоте сверх допустимого за счет перехода в породу с большим удельным моментом;
- снижение величины расхода раствора через долото;
- рост момента на долоте за счет износа опор.

**Реакция:** при подаче с лебедки в режиме выбуривания нагрузка на долото не меняется, при бурении с вращением ротора момент на роторе равен тормозному моменту забойного двигателя.

**Способ устранения:** подорвать инструмент, устранить причину остановки забойного двигателя

## 10) Заклинка опор долота

Заклинка опор долота возникает после израсходования их ресурса в процессе бурения в результате разрушения тел качения или их дорожек в шарошках.

Время от начала работы долота до израсходования ресурса опор тем меньше, чем больше частота вращения и нагрузка на долото.

Преждевременный износ опор возникает вследствие либо неправильно выбранного или неправильно установленного режима бурения, либо из-за дефектов изготовления долота. После заклинки опор, если продолжать бурение, наступает разрушение долота с потерей шарошек на забое.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки, при роторном бурении - возрастание момента на роторе и давление на входе, при турбинном бурении - возрастание давления на входе, колебания давления на входе.

**Способ устранения:** Указанная ситуация необратима. В условиях реальной буровой бурение прекращают и поднимают инструмент для замены долота. В условиях Имитатора необходимо выключить задачу, или, если ситуация внешняя, снять данную ситуацию.

## 11) Проявление

Проявление в процессе бурения возникает тогда, когда пластовое давление на глубине вскрытия продуктивного пласта существенно превышает забойное давление. Это происходит, как правило, когда неправильно выбрана плотность циркулирующего бурового раствора или если вскрывается пласт с аномально высоким пластовым давлением.

### Реакция:

сигнал ошибки, величина расхода на выходе больше расхода на входе, постепенное повышение уровня раствора в приемной емкости и снижение давления на входе в скважину, появление газосодержания в растворе и падение плотности раствора на выходе. В зонах АВПД возможно повышение температуры и рост момента на роторе, а также появление затяжек и посадок при движении инструмента

### Способ устранения:

В условиях реальной буровой производится оценка опасности проявления и далее либо продолжается бурение, либо принимаются меры по утяжелению раствора. Иногда для этого прекращают бурение. В этом случае следует перейти к закрытию скважины и глушению нефтегазоводопроявления для чего: выключить РПДЭ, остановить вращение ротора, вывести квадрат из стола ротора (т.е. поднять талевый блок на высоту больше чем длина квадрата), остановить подачу инструмента, выключить насосы, открыть задвижку на линии дросселирования, закрыть универсальный или плащечный превентор и загерметизировать скважину (после указанных действий происходит безвозвратный переход из задачи бурения в задачу “Имитация выбросов”) и приступить к глушению нефтегазоводопроявления согласно методике,

описанной в задаче “Имитация выбросов”.

## 12) Поглощение

Поглощение раствора возникает при превышении забойным давлением пластового. Это происходит при вскрытии продуктивного пласта при неправильном выборе плотности бурового раствора, при входе в зону трещиноватых и кавернозных пород или при гидроразрыве пластов ввиду высокой плотности бурового раствора.

В Имитаторе Бурения моделируется первая причина поглощения.

### Реакция:

сигнал ошибки, величина расхода на выходе менее расхода на входе, постепенное понижение уровня раствора в приемной емкости, снижается давление на входе в скважину

### Способ устранения:

В условиях реальной буровой при поглощении, если оно не велико, бурение производится с поглощением, добавляя раствор в приемную емкость. Если поглощение существенно и грозит потерей циркуляции, бурение прекращают и переходят к специальным работам по ликвидации поглощения. В условиях Имитатора для выхода из ситуации: уменьшить расход бурового раствора в скважину с целью снижения потери напора в кольцевом пространстве. Если предыдущий способ не поможет, продолжить бурение, закачивая раствор уменьшенной плотности

## 13) Полет инструмента

Если в процессе бурения будет открыт элеватор, произойдет полная разгрузка бурильной колонны на забой (при долоте над забоем - падение инструмента на забой).

### Реакция:

сигнал ошибки, вес на крюке равен весу талевого блока с элеватором, нагрузка на долото равна весу инструмента в промывочном

**Сопутствующие ситуации:**

растворе  
при роторном бурении - перегрузка долота и перегрузка ротора (если было вращение), при бурении забойными двигателями - перегрузка долота и остановка забойного двигателя.

**Способ устранения:**

Закреть элеватор или выключить задачу

**14) Перегрузка ротора**

Если момент на роторе превысит допустимую величину, произойдет перегрузка и поломка ротора.

**Реакция:**

сигнал ошибки, частота вращения ротора падает до нуля, момент на роторе падает до нуля

**Способ устранения:**

выключить привод ротора, уменьшить заданную частоту вращения до нуля, оторвать долото от забоя, включить привод ротора, отрегулировать частоту вращения ротора

**15) Блокирована емкость 2**

Если хотя бы один насос качает раствор из емкости 2, раствор из скважины поступает в приемную емкость, а задвижка между емкостями закрыта, то приемная емкость наполняется, тогда как из емкости приготовления раствор выкачивается. Такое состояние считается ошибкой.

**Реакция:**

сигнал ошибки, уровень в приемной емкости растет, в емкости приготовления падает

**Способ устранения:**

открыть задвижку между емкостями

**16) Блокированы емкости**

Если в ситуации, описанной выше закрыта выходная задвижка приемной емкости, то блокируются обе емкости.

**Реакция:**

сигнал ошибки, уровень в приемной емкости растет, в емкости 2 падает, но уровень в приемной емкости растет быстрее

**Способ устранения:**

установить задвижки в положение, обеспечивающее свободный проход раствора от скважины к насосам

**17) Не включен дегазатор**

Если содержание газа в растворе больше нуля, а дегазатор не включен, это считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** включить дегазатор

### 18) Обрыв бурильных труб (БТ)

Превышение веса на крюке выше величины прочности бурильных труб вызывает обрыв колонны и является ошибкой.

**Реакция:** сигнал ошибки, уменьшение веса на крюке, давления на входе, момента ротора.

**Способ устранения:** ошибка считается фатальной (необратимой), поэтому устранить ее нельзя. Учебное задание считается невыполненным. Требуется перезапуск задачи

### 19) Перегруз клиньев

Попытка поднять клинья, когда вес на крюке меньше веса колонны считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** опустить клинья, набрать вес на крюке до расчетного

### 20) Падение свечи

Открытие элеватора со взятой свечей вызывает падение свечи и является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** закрыть элеватор

### 21) Не разгружена талевая система

Попытка раскрутить трубы при неразгруженной талевой системе является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** отвести ключ и разгрузить талевую систему (посадить колонну на клинья)

### 22) Ключ не на замке

Попытка свинчивания (развинчивания) труб, когда замок бурильных труб находится не в зоне ключа является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** выключить ключ и подвести замок труб в зону ключ

### 23) Не поднята ведущая труба

Попытка опустить клинья, когда ведущая труба не поднята над столом ротора является ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

поднять клинья и поднять ведущую трубу (квадрат) над столом ротора (высота талевого блока должна быть больше длины квадрата не более чем на 1 м, на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”)

#### **24) Неправильная остановка элеватора**

Попытка закрыть элеватор, когда он не находится на высоте установки ведущей трубы или свечи (имитация свечеподачи) является ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

открыть элеватор и поднять или опустить его на нужную высоту (высота квадрата, одной, двух или трех труб). При этом на жидкокристаллической мнемосхеме пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”

#### **25) Ошибка включения ротора**

Попытка включения ротора, когда колонна стоит на клиньях и не взята ведущая труба является ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

выключить ротор

#### **26) Переподъем элеватора**

В настоящей версии тренажера подъем талевого блока на высоту, большую максимальной длины свечи считается ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

опустить талевый блок на высоту менее максимальной длины свечи

#### **27) Ключ вращается**

Вращение ключа при операциях несвязанных со свинчиванием (развинчиванием) инструмента является ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

перевести ключ в нейтральное положение

## 28) Преждевременное открытие элеватора

Открытие элеватора, когда свечеподающее устройство не находится в положении “к скважине” или ключ вращается является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** закрыть элеватор

## 29) Слом клиньев инструментом

Попытка закрыть клинья при движущейся вниз колонне является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** поднять клинья или остановить колонну

## 30) Ошибка включения насосов

Включение насоса при не повернутой ведущей трубе считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** выключить насосы, повернуть ведущую трубу

## 31) Открыта задвижка линии дросселирования

Открытая задвижка линии дросселирования при бурении и спуско-подъемных операциях (за исключением случая, когда есть нефтегазопроявление) является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** закрыть линию дросселирования

## 32) Нет раствора в доливной емкости

Отсутствие раствора в доливной емкости (уровень раствора равен 0) является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** в данной версии тренажера эта ситуация устраняется только перезапуском задачи

## 33) Обрыв талевого каната

Превышение веса на крюке, с учетом оснастки талевой системы, над максимальным значением прочности каната приводит к разрыву каната и является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** ошибка считается фатальной. Учебное задание не засчитывается. Требуется перезапуск задачи

## 34) СПУ над устьем

Ситуация, когда свечеподающее устройство не было переведено в положение “от скважины” после подачи или взятия свечи является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

### **35) СПУ подано рано**

Несвоевременная подача свечеподающего устройства в положение “к скважине” (до отвинчивания свечи от колонны) является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

### **36) Подача СПУ при движении элеватора (поломка СПУ)**

Попытка движения колонны, когда свечеподающее устройство находится в положении “к скважине” является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** прекратить движение колонны или перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

### **37) Не подана свеча**

Закрытие пустого элеватора, когда не подана свеча является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** открыть элеватор

### **38) Включен привод РПДЭ**

Использование РПДЭ при спуско-подъемных операциях является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** выключить привод РПДЭ

### **39) Открыта задвижка между емкостями**

Если в емкостях разная плотность раствора и при этом открыта задвижка между емкостями, то данная ситуация считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** закрыть задвижку между емкостями

### **40) Ключ на устье**

Данная ситуация возникает в следующих случаях:

- при попытке подвести ключ к скважине во время бурения или промывки;
- при попытке подвести ключ к скважине, когда элеватор без колонны труб (без свечи);
- при попытке подвести ключ к скважине, когда элеватор со свечой, но низ свечи находится не в зоне ключа;

- при попытке подвести ключ к скважине, когда колонна труб не на клиньях;

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** отвести ключ от скважины

#### **41) СПУ не на уровне элеватора**

Данная ситуация возникает в следующих случаях:

- при попытке подать СПУ (свече-подающее устройство) к скважине когда элеватор находится не на нужном уровне и подать свечу невозможно;

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** отвести СПУ от скважины

#### **42) Падение трубы**

Открытие элеватора со взятой трубой вызывает падение трубы и является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** закрыть элеватор

#### **43) Открыта задвижка линии глушения**

Открытие линии глушения во время процессов бурения или спуско-подъема считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** закрыть линию глушения

#### **44) Опасное проявление**

Превышение объема поступившего в скважину флюида свыше критического (критический объем флюида задается в сценарии) считается ошибкой и вызывает ситуацию “Опасное проявление”.

**Реакция:** сигнал ошибки, признаки проявления, объем поступившего в скважину флюида выше критического  
**Способ устранения:** ликвидация нефтегазопроявления

### **Возможные аварийные ситуации и осложнения при СПО**

В процессе подъема и спуска инструмента на буровой установке и в скважине могут возникать различные нештатные ситуации, нарушающие нормальное течение технологического процесса.

Все нештатные ситуации можно разделить на ситуации, возникающие в результате неправильных действий бурильщика по управлению объектом и ситуации, связанные с геологической обстановкой в скважине и износом оборудования.

Ситуации, возникающие в результате неправильных действий бурильщика при управлении процессом спуска и подъема инструмента, их внешние признаки и способы выхода из ситуаций описаны в подразделе.

Бурильщик распознает эти ситуации по показывающим приборам. К ситуациям, связанным с осложнениями геологической обстановки в скважине и износом оборудования относятся:

1. обрыв талевого каната;
2. обрыв бурильной колонны;
3. проявление;
4. поглощение;
5. прихват инструмента;
6. затяжка инструмента;
7. посадка инструмента.

Наличие ситуации и ее вид бурильщик распознает по изменению параметров процесса СПО, отражающих на посту показывающих приборов. Ниже описаны признаки ситуаций.

### **Проявление**

Проявление возникает тогда, когда пластовое давление существенно превосходит забойное на глубине вскрытого продуктивного пласта. Причины возникновения данной ситуации могут быть следующими:

- недостаточная величина плотности бурового раствора в скважине, установленная переключателем на пульте “циркуляционной системы” при установке начальных параметров;
- превышение ограничений скорости подъема инструмента по гидродинамическим условиям вскрытого продуктивного пласта - требует уменьшения скорости подъема инструмента.
- уменьшение забойного давления вследствие падения уровня раствора в скважине при подъеме инструмента или в результате поглощения раствора.

### **Внешние признаки:**

- постоянный рост уровня раствора в приемных емкостях и наличие расхода на выходе после старта задачи до начала спуска или подъема инструмента;
- при подъеме инструмента из скважины требуемый объем долива меньше объема поднятых труб.

### **Поглощение**

Поглощение возникает при превышении забойным давлением пластового. Причины возникновения данной ситуации могут быть следующими:

- большая величина плотности бурового раствора на входе в скважину, заданная при установке начальных значений параметров;
- превышение ограничений скорости спуска инструмента - данная причина требует уменьшения скорости спуска.

### **Внешние признаки:**

- при спуске инструмента в скважину вытесняемый объем бурового раствора (прирост объема в емкостях меньше объема спущенных труб).

## **Обрыв талевого каната**

Обрыв талевого каната возникает при перегрузке талевой системы. Данная ситуация может возникнуть при нагрузке талевой системы во время прихвата бурильной колонны, если вовремя не будет выключена лебедка.

### **Внешние признаки:**

- резкое падение показаний датчика веса на крюке и падение элеватора (положение талевого блока равно 0 м).

Исправить данную ситуацию невозможно, поэтому имитация прекращается. В процессе отработки навыков СПО бурильщик может допустить различные ошибки, связанные с управлением.

## **Посадка инструмента**

Посадка инструмента характеризуется уменьшением веса на крюке при спуске инструмента, причем чем выше скорость спуска инструмента, тем больше уменьшение показаний датчика веса на крюке.

## **Затяжка инструмента**

Затяжка инструмента характеризуется уменьшением веса на крюке при подъеме инструмента, причем, чем выше скорость подъема, тем больше увеличение показаний датчика веса на крюке.

## **Прихват инструмента**

Прихват инструмента характеризуется резкими изменениями показаний датчика веса на крюке при движении талевого блока вверх или вниз.

## **Контроль скважины при СПО**

Задача “Контроль скважины при СПО” предназначена для обучения быстрому и безошибочному распознаванию нештатных ситуаций, возникающих в процессе СПО. Все нештатные ситуации, моделируемые задачей “СПО” разделяются на внутренние и внешние.

Внутренние ситуации - это ситуации, возникающие в результате неправильных действий обучаемого по управлению объектом. Эти ситуации описаны выше.

Внешние ситуации - это ситуации, связанные с осложнениями геологической обстановки. В настоящей версии тренажера эти ситуации заложены в сценарии обучения на определенных глубинах скважины или вызываются из задачи, используя закладку “ЗАПУСК”. К ним относятся:

- обрыв талевого каната;
- обрыв бурильной колонны;
- проявление;
- поглощение;
- прихват инструмента;
- затяжка инструмента;
- посадка инструмента.

Как видно из перечня, некоторые ситуации могут быть как внутренними так и внешними. Запуск задачи и дальнейшее управление спуско-подъемными операциями осуществляется согласно правилам, изложенным выше. При возникновении нештатной ситуации внутренней или внешней загорается сигнал ошибки на пультах бурильщика и ЦС, а также стойке показывающих приборов, левом верхнем углу экрана дисплея, и начинает начисляться штрафное время. Счет штрафного времени прекращается в момент ликвидации ситуации, или, если ситуация необратима, в момент выключения задачи. При появлении сигнала ошибки следует проанализировать состояние технологических параметров и положение органов управления тренажера.

Если в результате анализа выявится одна из внешних ситуаций, перечисленных выше, назовите эту ситуацию инструктору. Инструктор в свою очередь должен вызвать на экран компьютера список возможных внешних ситуаций с помощью закладки “Запуск” снять названную ситуацию. Если ситуация распознана правильно, она снимается.

Если в результате анализа выявится внутренняя ситуация, необходимо осуществить выход из нее согласно правилам описанным выше.

При выявлении ситуации, которая может быть как внешняя, так и внутренняя, сначала надо попробовать снять ее как внешнюю согласно изложенным выше правилам. Если это не удастся осуществите выход из ситуации с помощью управления.

Если в результате управления процессом СПО будет совершена внутренняя нештатная ситуация, относящаяся к разряду фатальных, ИМИТАТОР Бурения прекращает задачу и ставит оценку “не выполнено” в личный журнал учебных занятий обучаемого.

К разряду фатальных ситуаций относятся: обрыв талевого каната, обрыв бурильной колонны и полет инструмента.

Результатом решения задачи является выполнение задания и конкретное штрафное время. Чем меньше ошибок управления будет допущено и, чем быстрее распознаны нештатные ситуации в процессе СПО от начальной до заданной в сценарии глубины, тем лучше будет результат решения задачи.

#### **Задание:**

1. Выбрать на программно-тренажёрном комплексе АМТ-231 модель «Спуско-подъёмные операции» и выполнить технологическую задачу по спуску инструмента до забоя и подъёму инструмента до заданной преподавателем высоты с минимальным штрафным временем.

### **Лабораторная работа № 3**

#### **Определение вида осложнений, возникающих при бурении скважин роторным способом**

##### **(с использованием программно-тренажёрного комплекса)**

Бурение является основным процессом, обеспечивающим проводку скважины. Оно состоит из разрушения породы забоя, уборки разрушенной породы из призабойной зоны и крепления стенок скважины от обрушения.

Разрушение породы осуществляется вращающимся на забое долотом, которое на бурильных трубах подается в направлении забоя по мере его продвижения. Уборка разрушенной породы осуществляется путем закачки в бурильные трубы промывочной жидкости (бурового раствора), которая, выходя из отверстий долота, подхватывает разрушенную породу (шлам) и выносит ее по пространству между бурильными трубами и стенками скважины на поверхность.

Если не рассматривать крепление стенок скважины, которое обеспечивается как за счет свойств бурового раствора, так и за счет спуска в скважину обсадных колонн, то процесс бурения скважины можно считать состоящим, в основном, из трех взаимосвязанных процессов: вращения долота, подачи его к забою и промывки скважины. Эти процессы осуществляются с помощью буровой установки и бурового инструмента.

Таким образом, одним из элементов обучения бурового персонала является обучение методам управления буровой установкой при реализации перечисленных технологических процессов. Для этой цели служит **ТРЕНАЖЕР - ИМИТАТОР БУРЕНИЯ**, включающий описанные ранее пульта (посты) управления, комплекс показывающих приборов, а также комплекс имитационных и учебно-тренировочных задач, частью которого является **УТК “БУРЕНИЕ”**

В УТК “БУРЕНИЕ” входят задачи:

**“Имитация бурения”** - обеспечивающая практическое обучение управлению буровой установкой в процессе проводки скважины.

**“Предотвращение аварии при бурении”** - обеспечивающая практическое обучение распознаванию осложнений и аварийных ситуаций при бурении.

### **Методика управления процессами бурения**

Реализация процесса бурения **ИМИТАТОРОМ БУРЕНИЯ** состоит из реализации трех основных технологических процессов:

- промывки;
- вращения;
- подачи долота.

Кроме того, после углубки ствола на длину одной бурильной трубы необходимо наращивать бурильную колонну. В этом случае процесс непосредственно бурения прерывается процессом наращивания. В начале рейса и после каждого наращивания осуществляется спуск к забою с вращением.

В реальном процессе бурения перед подходом к забою бывает необходимость в проработке части ствола. В условиях данной версии тренажера проработка не моделируется.

### **Промывка**

Реализация процесса промывки скважины состоит из управления подачей раствора (закачкой раствора) в скважину, обеспечения движения раствора на поверхности (в циркуляционной системе и манифольде), управления

очисткой раствора от выбуренной породы и газа, попадающего в раствор при перебурировании продуктивных пластов и обеспечения приготовления и обработки раствора (добавление химреагентов, утяжеление).

Управление подачей раствора обеспечивается включением или выключением одного или двух насосов и регулированием числа двойных ходов в минуту их поршней. Регулирование осуществляется в пределах от 10 до 100 двойных ходов в минуту. При одновременной работе двух насосов рекомендуется устанавливать на каждом из них одинаковое число двойных ходов.

Управление движением раствора в циркуляционной системе и манифольде обеспечивается открытием и закрытием соответствующих задвижек. Для обеспечения поступления раствора в бурильную колонну всегда должны быть открыты задвижки стояка и закрыты задвижки линии обратной промывки, сброса в ёмкость и задвижка обратной промывки. Состояние остальных задвижек определяется тем, из какой емкости и каким насосом забирается раствор. При этом должно обеспечиваться поступление раствора в эту емкость из скважины. К этим задвижкам относятся выходные задвижки насосов и емкостей и разделительные задвижки насосов и емкостей.

Управление очисткой раствора подразумевает включение (выключение) блока очистки и дегазатора.

Процессы приготовления и обработки раствора в данной версии тренажера не рассматриваются. Принять, что утяжеление раствора осуществляется где-то вне системы. Закачка раствора заданной плотности в скважину осуществляется установкой на пульте циркуляционной системы вариатора плотности раствора на желаемую величину.

Контроль промывки осуществляется с помощью стрелочных и цифровых показывающих приборов, на которых отражаются:

- число двойных ходов поршней в минуту для насосов 1 и 2;
- расход раствора в скважину;
- давление в манифольде;
- уровни раствора в емкостях 1 и 2;
- изменение расхода раствора на выходе (отношение расхода на выходе из скважины к величине расхода на входе в скважину в процентах);
- плотность раствора на входе и выходе;
- температура раствора на входе и выходе;
- содержание газа в растворе.

Указанный комплекс приборов позволяет оценивать весь процесс промывки. Так работа насосов контролируется по величине числа двойных ходов для каждого из насосов, наличие движения раствора в скважину - по величине расхода в скважину и давления на стояке (в манифольде).

Таким образом, наличие двойных ходов поршней при отсутствии расхода и давления говорит о неисправности насосов, падение давления на стояке без изменения расхода свидетельствует о нарушении целостности бурильной колонны.

При нормальном процессе промывки прибор, показывающий изменение расхода стоит на отметке какой-то. Если величина изменения более этой отметки, имеет место проявление, если меньше - имеет место поглощение. Соответственно, при проявлении растет уровень раствора в приемных емкостях, а при поглощении уровень уменьшается.

## **Вращение**

Управление вращением при роторном бурении осуществляется путем включения (выключения) привода ротора и регулирования частоты его вращения в пределах от 0 до max оборотов в минуту (используя ручку газа и ручку скорости работы ротора). Контроль осуществляется по указателю частоты вращения и моментомеру на посту показывающих приборов.

При бурении забойными двигателями, управление вращением осуществляется за счет управления расходом бурового раствора и нагрузкой на долото.

## **Подача**

Подача инструмента (перемещение талевого блока и верхнего конца бурильной колонны) осуществляется с целью доведения долота до забоя или подъема его от забоя и регулирования нагрузки на долото. Подача осуществляется с лебедки, либо при помощи регулятора подачи долота.

Управление подачей томоса лебедки осуществляется при выключенном приводе лебедки и регулятора подачи долота путем регулирования скорости перемещения верхнего конца инструмента изменением тормозного усилия от ручного тормоза лебедки. При подаче инструмента с тормоза лебедки на забой положение талевого блока контролируется по приборам на пульте бурильщика, после того как долото коснется забоя подача дополнительно контролируется по весу на крюке и нагрузке на долото, отражаемых на индикаторах поста показывающих приборов.

Приподъем долота от забоя осуществляется путем включения привода лебедки и ослабления усилия ручного тормоза при регулировании скорости ходового конца каната. При этом, если установлена скорость, слишком большая для данного веса инструмента и мощности лебедки, то подъем происходить не будет. Контроль движения инструмента осуществляется по тем же приборам, что и при подаче с тормоза.

Управление в режиме “Автомат” (управление в режиме РПДЭ) реализуется путем включения привода регулятора подачи долота, установкой переключателя режимов на “Автомат” и установкой вариатора нагрузки на долото в желаемое положение. При этом привод лебедки должен быть выключен, ручной тормоз лебедки полностью отжат. При таком положении органов управления, если долото находится над забоем, талевый блок и верхний конец инструмента перемещаются вниз с максимальной, для данного регулятора, скоростью подачи (75 м/ч). После того, как долото коснется забоя, регулятор подачи отрабатывает установленную вариатором нагрузку на долото, уравнивая скорость подачи со скоростью перемещения

долота (механическая скорость бурения). Перемещение талевого блока контролируется по приборам на пульте бурильщика, а нагрузка на долото по стрелочному прибору на посту показывающих приборов.

Управление в режиме “Ручное” осуществляется по скорости подачи верхнего конца бурильной колонны. Для этого переключатель режимов ставится в положение “Ручное”, переключатель направления подачи в положение “Низ” и далее вариатором устанавливается желаемая скорость подачи. Если поставить переключатель направления в положение “Верх”, то будет производиться подъем инструмента. Контроль осуществляется по тем же приборам, что указаны выше.

Из изложенного видно, что управление процессами имитации бурения и контроль процесса по приборам на ИМИТАТОРЕ БУРЕНИЯ аналогичны управлению буровой установкой в процессе бурения скважины. В соответствии с этим должна строиться логика поведения в процессе обучения бурению.

## **Имитация бурения**

Задача “Имитация бурения” осуществляет моделирование рассмотренных выше технологических процессов, т.е. осуществляет преобразование входных сигналов, поступающих от органов управления тренажера, в зависимости от условий, заданных сценарием обучения, в выходные сигналы на показывающих приборах и на пульте инструктора. Так создается впечатление о реализации с помощью ИМИТАТОРА БУРЕНИЯ процесса проводки скважины и управление течением этого процесса.

Задача предназначена для обучения методам управления буровой установкой при бурении скважины и наращивания бурильной колонны.

Перед стартом задачи необходимо установить органы управления тренажера в исходное положение, состоящее в следующем:

- бурильная колонна висит над забоем, ручной тормоз лебедки зажат максимальным усилием;
- привод регулятора подачи (РПДЭ) выключен;
- привод лебедки выключен;
- привод ротора выключен;

Для начала бурения до старта имитации или после старта обеспечьте включение промывки скважины, для этого:

- откройте задвижки стояка 1 и 2;
- закройте задвижку обратной промывки;
- откройте выходную задвижку того насоса, который предполагается включить;
- откройте выходную задвижку приемной емкости, если предполагается забирать раствор из нее;
- откройте выходную задвижку дополнительной емкости приготовления раствора, если предполагается забирать раствор из нее;

- при заборе раствора из дополнительной емкости приготовления откройте задвижку между емкостями;
- установите вариатором плотность раствора в емкостях 1 и 2;
- закройте задвижку линии обратной промывки;
- закройте ручную задвижку линии глушения 1 и 2;
- закройте гидроуправляемую задвижку линии глушения 1 и 2;
- закройте ручную задвижку линии дросселирования 1 и 2;
- закройте гидроуправляемую задвижку линии дросселирования 1 и 2;

Чтобы исключить возможность возникновения аварийной ситуации одновременно со стартом задачи, убедитесь в правильном положении элементов оборудования, в том числе:

- все превенторы открыты;
- элеватор закрыт;
- клинья ротора подняты;
- ключ не вращается и отведен от устья скважины.

После старта задачи проверьте состояние выходных параметров на посту показывающих приборов и мнемосхеме (в инженерном варианте по оперативной информации), в том числе:

- вес на крюке не равен нулю, нагрузка на долото равна нулю;
- не горит сигнал ошибки на пультах (и на экране).

При выполнении указанных условий приступите к бурению, при невыполнении - еще раз проверьте правильность выполнения вышеописанных действий.

Включите блок очистки раствора. Если бурение роторное или турбинное с проворотом инструмента ротором, то необходимо включить привод ротора. Ориентируясь по показаниям стрелочного прибора, установите при помощи ручки газа необходимую частоту вращения ротора.

При большом расстоянии до забоя спуск к забою целесообразно производить с тормоза лебедки. Спуск к забою с тормоза лебедки осуществляйте путем попеременного уменьшения и увеличения тормозного усилия (то приподнимая, то опуская рукоятку тормоза), чтобы не допустить сильного разгона инструмента. Следите за движением талевого блока по указателю высоты талевого блока на пульте бурильщика. Когда до забоя останется менее одного метра, следите за показаниями нагрузки на долото на посту показывающих приборов. С появлением нагрузки на долото снова затормозите и потом толчками ослабляйте тормоз, плавно доведите нагрузку на долото до заданной.

Работа с тормоза лебедки требует навыка и хорошей реакции. Промедление с торможением может вызвать резкое увеличение нагрузки на долото вплоть до его перегрузки.

**Для спуска к забою и последующего бурения с помощью регулятора подачи долота (РПДЭ) с автоматическим регулированием нагрузки на долото выполните последовательно следующие операции:**

- установите переключатель режима работы регулятора подачи долота (РПДЭ) в положение “Автомат”;

- установите вариатор нагрузки на долото в нулевое положение;
- включите привод регулятора подачи долота;
- уберите тормозное усилие, поставив рукоятку тормоза в крайнее верхнее положение;
- вариатором установите заданную нагрузку на долото.

**Для спуска к забою и последующего бурения с помощью регулятора подачи долота при регулировании скорости подачи в ручном режиме последовательно выполните следующие операции:**

- установите переключатель режима работы регулятора подачи в положение “Ручное”;
- установите переключатель направления подачи в положение “Низ”;
- установите вариатор регулирования скорости подачи в нулевое положение;
- включите привод регулятора подачи;
- уберите тормозное усилие, поставив рукоятку тормоза в крайнее верхнее положение;
- вариатором установите желаемую скорость подачи;

После постановки долота на забой, с помощью вариатора скорости подачи, ориентируясь на стрелочный прибор на посту показывающих приборов, доведите нагрузку на долото до нужной величины и поддерживайте ее, уравнивая скорость подачи с механической скоростью.

**Для перехода от подачи с тормоза лебедки к подаче с помощью РПДЭ, последовательно выполните следующие операции:**

- затормозите лебедку, опустив рукоятку тормоза в крайнее нижнее положение;
- установите нужный режим работы регулятора подачи долота;
- установите вариатор нагрузки на долото или скорости подачи (в зависимости от режима работы) в нулевое положение;
- включите привод регулятора подачи;
- уберите тормозное усилие, поставив рукоятку тормоза в крайнее верхнее положение;
- вращая вариатор нагрузки (или скорости) доведите нагрузку на долото до нужной величины.

**Для перехода от подачи с РПДЭ к подаче с тормоза лебедки последовательно выполните следующие операции:**

- выставьте вариатор нагрузки или скорости подачи (в зависимости от режима работы регулятора) в нулевое положение;
- затормозите лебедку, опустив рукоятку тормоза в крайнее нижнее положение; - • • выключите привод регулятора подачи;
- регулируйте скорость подачи, ослабляя тормозное усилие.

**Если при подаче инструмента с тормоза лебедки необходимо приподнять инструмент от забоя, то последовательно выполните следующие действия:**

- затормозите лебедку опустив рукоятку тормоза в крайнее нижнее положение;

- выключите привод ротора;
- установите скорость отличную от нейтральной;
- включите привод лебедки;
- уберите тормозное усилие, поднимая рукоятку тормоза;
- ручкой газа установите необходимую скорость подъёма;
- следите за уменьшением нагрузки на долото и перемещением талевого блока;
- для остановки подъема затормозите лебедку, выключите привод лебедки.

**Если при подаче с РПДЭ необходимо приподнять инструмент от забоя, последовательно выполните следующие операции:**

- установите вариатор скорости подачи РПДЭ в нулевое положение;
- если работа осуществлялась в режиме “Автомат”, перейдите в режим “Ручное”;
- установите переключатель направления подачи в положение “Верх”;
- вариатором установите нужную скорость подъема;
- для остановки подъема установите вариатор в нулевое положение.

**Если длина интервала бурения предполагается больше, чем позволяет длина ведущей бурильной трубы, то, после того как высота талевого блока над ротором станет равной около 0.5м (по прибору на пульте бурильщика), необходимо произвести наращивание бурильной колонны. Для этого необходимо осуществить следующую последовательность действий:**

- прекратить подачу инструмента (при подаче с лебедки затормозить барабан ручным тормозом, при подаче с РПДЭ в режиме “Ручное” установите вариатор скорости подачи в нулевое положение, при подаче с РПДЭ в режиме “Автомат” перевести сначала в режим “Ручное”, либо на подачу с лебедки);
- дождаться падения нагрузки на долото до нуля;
- приподнять инструмент на 3-5 метров от забоя;
- при роторном бурении выключить ротор;
- при работе с РПДЭ подачи перейти на лебедку и выключить привод регулятора подачи долота;
- выключить приводы насосов, выключить блок очистки и дегазатор;
- поднять бурильную колонну, установив соединение ведущей трубы с бурильной колонной на уровне ключа (высота талевого блока над ротором равна длине квадрата плюс 1 м) (при этом на жидкокристаллической панели пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”);
- опустить клинья ротора;
- ослабляя тормоз лебедки, передать вес колонны от талевого блока клиньям ротора (вес на крюке должен стать равным весу талевого блока с элеватором);
- подать ключ на скважину, отвернуть ведущую бурильную трубу, убрать ключ отскважины;

- подать свечеподающее устройство в положение “к скважине”;
- открыть элеватор;
- убрать ведущую бурильную трубу, подав свечеподающее устройство в положение “от скважины”;
- опустить элеватор до высоты талевого блока над ротором равной высоте одной трубы плюс 1 м (на жидкокристаллической панели должна появиться фигура верхового);
- подать свечеподающее устройство в положение “к скважине”;
- взять одиночную бурильную трубу (т.е. закрыть элеватор);
- убрать свечеподающее устройство от скважины;
- подать ключ на скважину, завинтить трубу, убрать ключ от скважины;
- включив привод лебедки и приподнимая инструмент, передать вес от клиньев к элеватору (до полного веса на крюке), после чего затормозить и выключить привод лебедки;
- поднять клинья ротора;
- опустить бурильную колонну с навинченной одиночной трубой в скважину до высоты талевого блока над ротором равной 0-1 м (при этом на жидкокристаллической панели пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”);
- опустить клинья ротора;
- передать вес от талевого блока на клинья (вес на крюке снижается до веса элеватора, талевого блока и крюка);
- открыть элеватор;
- поднять пустой элеватор на высоту равной высоте квадрата плюс 1 м (при этом на жидкокристаллической панели пульта бурильщика должна появиться фигурка “Верхового”);
- подать свечеподающего устройство на скважину;
- взять ведущую бурильную трубу (т.е. закрыть элеватор);
- убрать свечеподающее устройство от скважины;
- подать ключ на скважину, навинтить ведущую бурильную трубу, убрать ключ от скважины;
- включив привод лебедки, передать вес колонны от клиньев ротора талевому блоку, доведя вес на крюке до полного, зажать тормоз, выключить привод лебедки;
- поднять клинья ротора;

## **Предотвращение аварий при бурении**

Задача “Предотвращение аварий при бурении” предназначена для обучения быстрому и безошибочному распознаванию нештатных, в том числе аварийных ситуаций, возникающих в процессе бурения скважины. Под нештатной ситуацией, возникающей в процессе бурения на буровой установке и в скважине, понимается ситуация, нарушающая нормальное течение технологического процесса. Термин “нештатная” применяется как

более общий, чем “аварийная”: так ситуация “Остановка турбобура” при турбинном бурении нарушает ход технологического процесса, но не является аварийной, т.е. не вызывает необратимых последствий, в то время как ситуация “Обрыв бурильной колонны” - это аварийная ситуация, прерывающая процесс бурения и требующая специальных мероприятий для ее ликвидации. Несвоевременное ее распознавание может привести к более тяжелым последствиям. Обе упомянутые ситуации являются нештатными, но аварийной является только вторая.

Все нештатные ситуации, моделируемые УТК “БУРЕНИЕ”, разделяются на внутренние и внешние.

**Внутренние ситуации** - это ситуации, возникающие в результате неправильных действий обучаемого по управлению объектом и контролируемые задачей “Имитация бурения”. К ним относятся все ситуации описанные выше.

**Внешние ситуации** - это ситуации, возникающие в процессе бурения не в результате ошибок обучаемого, а по независящим от него причинам (в условиях реальной буровой, например, из-за дефектов инструмента, при попадании в зону аномально высоких пластовых давлений и т.п.).

В настоящей версии тренажера эти ситуации заложены в сценарии обучения и привязываются к глубине забоя. Также эти ситуации могут быть вызваны из задачи при помощи закладки “ЗАПУСК”. К ним относятся:

- остановка турбобура;
- заклинка опор долота;
- проявление;
- поглощение;
- обрыв бурильных труб;
- обрыв утяжеленных бурильных труб;
- промыв бурильной колонны;
- сальник на долоте;
- неисправность насоса.

Как видно из перечня некоторые ситуации могут быть как внутренними, так и внешними.

### **Методическое обоснование задачи**

Обучение распознаванию и ликвидации нештатных ситуаций на ИМИТАТОРЕ обладает следующими преимуществами:

- ошибки обучаемого, грозящие в условиях буровой поломками оборудования и инструмента или тяжелыми авариями в скважине, не разрушают оборудования Имитатора;
- неоднократное повторение ошибок с фиксацией каждой и заострением внимания обучаемого на фактах ошибок и возможных их последствиях позволяет создать внутренние блокировки в сознании обучаемого, уменьшающие вероятность таких ошибок в реальных условиях;

- имеется возможность приучить обучаемого к быстрому анализу показаний датчиков и создать навыки распознавания нештатных ситуаций по совокупности показаний, особенно для ситуаций, редко возникающих в реальных условиях;
- имеется возможность самостоятельной тренировки обучаемого даже без постоянного участия инструктора за счет сигнализации о нештатных ситуациях;
- возможно создание условий для объективной, независимой от инструктора, оценки знаний и навыков обучаемого по ведению процесса бурения.

Внутренние нештатные ситуации, вызванные ошибками управления процессом бурения, их внешние признаки (реакция Имитатора на ошибки) и способы выхода из ситуаций описаны выше. Обучаемый распознает эти ситуации по совокупности изменений параметров процесса, отражаемых на посту показывающих приборов и нанемосхеме пульта бурильщика. Инструктор имеет возможность узнать, какая допущена ошибка, вызвав на экран своего пульта информацию о ситуациях.

Как указывалось выше внешние нештатные ситуации возникают при достижении долотом определенной глубины в процессе бурения. Наличие ситуации и ее вид обучаемый должен распознать по изменению параметров процесса. Инструктор может узнать о ситуации аналогично как и в случае внутренних нештатных ситуаций. Ниже описаны признаки ситуаций.

Ситуация **“Обрыв бурильных труб”** возникает в процессе бурения, если в скважину спущена дефектная бурильная труба, при перегрузке бурильной колонны крутящим моментом и т.п. Ситуация характеризуется следующими основными признаками:

- уменьшение веса на крюке;
- уменьшение момента на роторе в случае роторного бурения;
- уменьшение давления нагнетания.

Уменьшение веса на крюке происходит из-за того, что часть колонны бурильных труб, утяжеленные бурильные трубы и долото остаются на забое. Момент на роторе становится равным моменту холостого вращения оставшейся после обрыва части бурильной колонны. Давление нагнетания уменьшается на величину потерь напора внутри оторванной и оставшейся на забое части колонны бурильных труб и УБТ, в долоте и в кольцевом зазоре за оборванной частью инструмента.

При возникновении такой аварии в условиях буровой процесс бурения прекращается, верхнюю часть бурильной колонны поднимают на поверхность и приступают к ловильным работам с целью подъема из скважины оставленной части бурильной колонны.

**“Обрыв утяжеленных бурильных труб”** обусловлен теми же причинами и характеризуется теми же изменениями параметров, однако величина изменений относительно меньше, чем в предыдущем случае.

Вес на крюке может не измениться, и изменение будет замечено лишь при при-подъеме инструмента. Меньшая величина изменения связана с

меньшей, по сравнению с предыдущим случаем, частью бурильной колонны, оставленной на забое в результате обрыва.

Ликвидация аварии осуществляется также как в предыдущем случае.

**“Промыв бурильной колонны”** возникает при появлении трещин в теле бурильной трубы или при нарушении вследствие износа герметичности замкового соединения. Признаками промыва являются следующие изменения параметров:

- уменьшение давления на стояке при неизменном расходе;
- некоторое возрастание момента на роторе (при роторном бурении);
- падение температуры раствора на выходе;
- появление затяжек и посадок при движении колонны.

Уменьшение давления в напорном трубопроводе связано со снижением расхода бурового раствора через долото, т.к. часть раствора уходит через место промыва колонны выше долота. Момент на роторе возрастает в связи с ухудшением промывки забоя и возрастанием за этот счет момента на долоте. Одновременно, из-за ухудшения промывки забоя падает механическая скорость, что может быть обнаружено по уменьшению скорости подачи при поддержании постоянной нагрузки на долото.

В реальных условиях при обнаружении промыва необходимо поднять бурильную колонну и заменить бурильную трубу или соединение. Невнимание к промыву может привести к обрыву бурильной колонны с гораздо большей потерей времени на ликвидацию.

Ситуация **“Сальник на долоте”** возникает при бурении в пластичных глинистых породах при недостаточной очистке забоя из-за недостаточного расхода или несоответствующего условиям бурения качества бурового раствора.

Ситуация имеет следующие внешние признаки:

- увеличение давления на стояке;
- увеличение момента на роторе;
- увеличение в 5-12 раз амплитуды колебаний момента на роторе.

При этом, если приподнять долото от забоя, момент на роторе уменьшается, а амплитуда колебаний момента останется неизменной. Указанная совокупность признаков в полном объеме проявляется только при роторном бурении. При турбинном бурении с вращением ротора отсутствуют колебания момента на роторе, при бурении без вращения ротора нет показаний величины момента на роторе. Сальник на долоте в этом случае распознается только по росту давления. Под ситуацией **“Неисправность насоса”** понимается промыв клапана, повреждение выходного патрубка и другие причины, вызывающие уменьшение расхода раствора на входе при неизменном числе двойных ходов поршней в минуту. Признаками ситуации являются:

- снижение величины расхода бурового раствора в скважину;
- падение давления на стояке как следствие уменьшения расхода.

В условиях буровой при возникновении такой ситуации бурение останавливают и устраняют неисправность.

Остальные внешние ситуации, в том числе: **“Остановка турбобура”**, **“Заклинка опор долота”**, **“Проявление”**, **“Поглощение”** ничем не отличаются признаками от таких же внутренних ситуаций, описанных выше.

Внешние ситуации, поскольку они возникают не в результате ошибок управления, а автоматически при подходе долота к заданной в сценарии глубине, не могут быть ликвидированы с помощью каких-либо управляющих воздействий со стороны обучаемого. Снятие их осуществляется инструктором, либо (в инженерном варианте) обучаемым на закладке **“Взов”** утверждением соответствующей ситуации. Если ситуация распознана правильно, то после ее утверждения и нажатия кнопки **“СТОП”** она снимается и восстанавливается нормальный процесс.

При подготовке сценария для обучения распознаванию аварийных ситуаций необходимо избегать включения в сценарий аварийных ситуаций, не характерных для данного способа бурения как то: **“Остановку турбобура”** для роторного бурения или **“Обрыв бурильной колонны”** для турбинного.

При возникновении нештатной ситуации внутренней или внешней загорается сигнал ошибки на пульте бурильщика, пульте ЦС и стойке показывающих приборов и в левом верхнем углу экрана дисплея, и начинает начисляться штрафное время. Счет штрафного времени прекращается в момент ликвидации ситуации или (если ситуация необратима) в момент выключение задачи.

### **Выполнение задачи**

Запуск задачи, начало и дальнейшее управление процессом бурения осуществите согласно правилам, изложенным выше. Постарайтесь запомнить величины основных технологических параметров по данным поста показывающих приборов.

При появлении сигнала ошибки проанализируйте состояние технологических параметров процесса и положения органов управления тренажера.

Если при этом подача инструмента осуществлялась с ручного тормоза лебедки, то, учитывая высокую чувствительность тренажера к тормозному усилию, рекомендуется затормозить барабан (остановить подачу). Если осуществлялся приподъем инструмента лебедкой, рекомендуется затормозить барабан и выключить привод лебедки.

Анализ начинайте с основных параметров: веса на крюке, давления в напорном трубопроводе и момента на роторе (при вращении ротора), переходя затем к остальным. После анализа показаний датчиков, если они не вызывают сомнений, проверьте правильность положения органов управления.

Если в результате анализа выявится одна из ситуаций, перечисленных выше в списке внешних, назовите эту ситуацию инструктору. Инструктор, после того как ему названа ситуация, должен выбрать закладку **“Вызов”** и снять названную ситуацию.

Если ситуация распознана правильно, она снимается. Если ситуация распознана неправильно, надо повторить анализ.

Если в результате анализа выявится внутренняя ситуация, необходимо осуществить выход из нее согласно правилам выхода из ситуации, изложенных выше.

При выявлении ситуации, которая может быть как внешней, так и внутренней, сначала попытайтесь снять внешнюю. Если это не удастся, осуществите выход из ситуации с помощью управления.

Чем меньше ошибок управления будет допущено, и чем быстрее будут распознаваться ситуации при бурении от начальной до заданной в сценарии конечной глубины, тем меньше будет штрафное время и лучше результат решения задачи.

**Задание:**

1. Выбрать на программно-тренажёрном комплексе АМТ-231 модель «Бурение» (роторный способ).
2. Определить основные параметры режима бурения
3. Изменяя осевую нагрузку  $G$  (5т, 10т, 20 т) – определить оптимальную механическую скорость при неизменных параметрах –  $\tau$  (частота вращения долота) и  $\Theta$  (расход промывочной жидкости).
4. Изменяя частоту вращения долота  $\tau$  (100 об/мин, 200 об/мин, 300 об/мин) – определить оптимальную механическую скорость при определённой осевой нагрузке  $G$  (выбранной в пункте 3) и неизменном  $\Theta$  (расход промывочной жидкости).
5. Изменяя расход промывочной жидкости  $\Theta$  (20 л/с, 30л/с, 40 л/с) – определить оптимальную механическую скорость при выбранных параметрах –  $\tau$  (частота вращения долота) и  $G$  (осевая нагрузка).
6. Сделать выводы о рациональном режиме бурения с оптимальными параметрами.
7. Нарисовать графики зависимости  $V_{\text{мех}}$  от  $G$ ,  $\tau$  и  $\Theta$ .

**Лабораторная работа №4**  
**Определение вида осложнений, возникающих при бурении скважин**  
**турбинным способом**  
**(с использованием программно-тренажёрного комплекса)**

**Ошибки управления и их устранение**

При управлении ИМИТАТОРОМ БУРЕНИЯ в процессе имитации бурения возможны ошибочные действия, которые при управлении буровой установкой могли бы привести к поломкам оборудования или авариям в скважине.

Реакция ИМИТАТОРА БУРЕНИЯ на такие ошибки состоит в следующем:

- выдается сигнал об ошибке - загорается красная лампочка на пульте бурильщика, пульте ЦС, пульте управления цементированием и стойке показывающих приборов (в инженерном варианте красный сигнал появляется в левом верхнем углу экрана);
- если ошибка изменяет параметры технологического процесса, то эти изменения отражаются на показывающих контрольно-измерительных приборах (в инженерном варианте в окнах оперативной информации).
- название ошибки и начисленное штрафное время записывается в журнал (протокол выполнения задачи) обучаемому, которые после выполнения задачи можно вывести на печатающее устройство.

Ниже приводится перечень возможных ошибок управления, описание реакции на ошибки, способы исправления ошибок, если они не приводят к необратимым (для условий буровой установки) последствиям:

**1) Ошибка стартовых условий**

- 2) Эта ошибка означает, что перед стартом задачи органы управления пультов и постов тренажера не приведены в исходное положение, о чем говорилось выше.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки - задача не стартует.

**Способ устранения:** проверить положение органов управления тренажера и привести их в соответствии вышеуказанными требованиями;

**2) Не собран инструмент**

Эта ошибка вызвана пуском насоса во время наращивания, не навёрнута ведущая бурильная труба.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** выключить насос (насосы), навернуть ведущую бурильную трубу.

**3) Закрыт универсальный (плашечный) превентор**

Закрытие любого из превенторов в процессе бурения считается ошибкой, за исключением ситуации наличия нефтегазопроявления.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки  
**Способ устранения:** открыть закрытый превентор.

#### 4) Удар о ротор

Посадка вертлюга на ротор (высота талевого блока над ротором равна 0м) или свечи считается ошибкой.

**Реакция:** сигнал ошибки, прекращение подачи инструмента

**Способ устранения:** приподнять инструмент

#### 5) Переподъем ведущей трубы (квадрата)

Подъем талевого блока с бурильной колонной при вращении ротора на высоту, большую длины ведущей бурильной трубы считается ошибкой, означающей, что ведущая бурильная труба вышла из ротора.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** либо опустить талевый блок на высоту менее длины ведущей трубы, либо остановить ротор

#### 6) Не включен блок очистки

Если при бурении не включен блок очистки - это ошибка.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** включить блок очистки

#### 7) Перегрузка насоса

Если давление на манифольде станет выше допустимого при данном диаметре цилиндрических втулок, происходит перегрузка насоса. Это возможно по двум причинам:

- расход раствора в скважину больше, чем позволяет сопротивление бурильной колонны и скважины;
- заблокирован выход раствора в бурильную колонну (например, закрыта задвижка прямой и обратной промывки).

При этом происходит прорыв мембраны предохранительного клапана и подача раствора в скважину прекращается.

**Реакция:** сигнал ошибки, давление на стояке возрастает до максимума, потом падает до нуля, расход раствора падает до нуля, изменение расхода становится равным нулю.

**Сопутствующие изменения:**

При роторном бурении прекращается проходка. При бурении забойными двигателями останавливается турбобур, прекращается проходка и изменение нагрузки на долото.

**Способ устранения:**

устранить первопричину перегрузки насоса - освободить проход раствора в скважину или уменьшить число двойных ходов в минуту, затем, выключить насос (якобы для замены мембраны) и включить его снова. Если ситуация произошла при бурении забойными двигателями, необходимо ликвидировать ситуацию “Остановка забойного двигателя”.

**8) Остановка забойного двигателя**

Остановка забойного двигателя может произойти по следующим четырем причинам:

- велика нагрузка на долото;
- увеличение момента на долоте сверх допустимого за счет перехода в породу с большим удельным моментом;
- снижение величины расхода раствора через долото;
- рост момента на долоте за счет износа опор.

**Реакция:**

при подаче с лебедки в режиме выбуривания нагрузка на долото не меняется, при бурении с вращением ротора момент на роторе равен тормозному моменту забойного двигателя.

**Способ устранения:**

подорвать инструмент, устранить причину остановки забойного двигателя

**9) Заклинка опор долота**

Заклинка опор долота возникает после израсходования их ресурса в процессе бурения в результате разрушения тел качения или их дорожек в шарошках. Время от начала работы долота до израсходования ресурса опор тем меньше, чем больше частота вращения и нагрузка на долото.

Преждевременный износ опор возникает вследствие либо неправильно выбранного или неправильно установленного режима бурения, либо из-за дефектов изготовления долота.

После заклинки опор, если продолжать бурение, наступает разрушение долота с потерей шарошек на забое.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки, при роторном бурении - возрастание момента на роторе и давление на входе, при турбинном бурении - возрастание давления на входе, колебания давления на входе.

**Способ устранения:**

Указанная ситуация необратима. В условиях реальной буровой бурение прекращают и поднимают инструмент для замены долота. В условиях Имитатора необходимо выключить задачу, или, если ситуация внешняя, снять данную ситуацию.

**10) Проявление**

Проявление в процессе бурения возникает тогда, когда пластовое давление на глубине вскрытия продуктивного пласта существенно превышает забойное давление. Это происходит, как правило, когда неправильно выбрана плотность циркулирующего бурового раствора или если вскрывается пласт с аномально высоким пластовым давлением.

**Реакция:**

сигнал ошибки, величина расхода на выходе больше расхода на входе, постепенное повышение уровня раствора в приемной емкости и снижение давления на входе в скважину, появление газосодержания в растворе и падение плотности раствора на выходе. В зонах АВПД возможно повышение температуры и рост момента на роторе, а также появление затяжек и посадок при движении инструмента

**Способ устранения:**

В условиях реальной буровой производится оценка опасности проявления и далее либо продолжается бурение, либо принимаются меры по утяжелению раствора. Иногда для этого прекращают бурение. В этом случае следует перейти к закрытию скважины и глушению нефтегазоводопрооявления для чего: выключить РПДЭ, остановить вращение ротора, вывести квадрат из

стола ротора (т.е. поднять талевый блок на высоту больше чем длина квадрата), остановить подачу инструмента, выключить насосы, открыть задвижку на линии дросселирования, закрыть универсальный или плащечный превентор и загерметизировать скважину (после указанных действий происходит безвозвратный переход из задачи бурения в задачу “Имитация выбросов”) и приступить к глушению нефтегазово-допроявления согласно методике, описанной в задаче “Имитация выбросов”.

## 11) Поглощение

Поглощение раствора возникает при превышении забойным давлением пластового. Это происходит при вскрытии продуктивного пласта при неправильном выборе плотности бурового раствора, при входе в зону трещиноватых и кавернозных пород или при гидроразрыве пластов ввиду высокой плотности бурового раствора.

В Имитаторе Бурения моделируется первая причина поглощения.

### Реакция:

сигнал ошибки, величина расхода на выходе менее расхода на входе, постепенное понижение уровня раствора в приемной емкости, снижается давление на входе в скважину

### Способ устранения:

В условиях реальной буровой при поглощении, если оно не велико, бурение производится с поглощением, добавляя раствор в приемную емкость. Если поглощение существенно и грозит потерей циркуляции, бурение прекращают и переходят к специальным работам по ликвидации поглощения. В условиях Имитатора для выхода из ситуации: уменьшить расход бурового раствора в скважину с целью снижения потери напора в кольцевом пространстве. Если предыдущий способ не поможет, продолжить бурение, закачивая

## 12) Перегрузка долота

Перегрузкой долота называется ситуация, при которой нагрузка на долото становится больше допустимой согласно характеристике долота. В реальных условиях при этом возможно разрушение долота.

Реакция:

сигнал ошибки, нагрузка на долото больше допустимой, прекращение проходки, что при подаче от регулятора в режиме “Автомат” вызовет остановку подачи, а в режиме “Ручное” и при подаче с лебедки - рост нагрузки на долото. Сопутствующие явления: при роторном бурении рост момента на роторе и амплитуды колебаний момента на роторе вплоть до перегрузки и остановки ротора, при турбинном бурении - остановка турбобура.

Способ устранения:

В условиях реальной буровой поломка долота является необратимой ситуацией, необходимо поднять долото и ликвидировать аварию. В условиях Имитатора ситуация обратима: приподнимая верхний конец бурильной колонны, уменьшить нагрузку на долото. После этого ликвидировать сопутствующие явления, если они имеют место

## 13) Блокирован насос 1

Если промывка осуществлялась насосом 1, то при неправильном положении задвижек возможна ситуация, исключающая нормальную закачку раствора в скважину. Ситуация возникает при трех вариантах положения задвижек:

- заблокировано поступление раствора на вход насоса (например, закрыта выходная задвижка емкости приготовления и задвижка, соединяющая насосы 1 и 2);
- закрыта задвижка стояка или выходная задвижка насоса.

Реакция:

сигнал ошибки, в первом случае - прекращение подачи насоса, во втором случае возникает перегрузка насоса.

Способ устранения:

манипулируя задвижками, устранить

блокировку насоса, затем ликвидировать последствия согласно приведенным выше правилам

#### **14) Полет инструмента**

Если в процессе бурения будет открыт элеватор, произойдет полная разгрузка бурильной колонны на забой (при долоте над забоем - падение инструмента на забой).

**Реакция:** сигнал ошибки, вес на крюке равен весу талевого блока с элеватором, нагрузка на долото равна весу инструмента в промывочном растворе

**Сопутствующие ситуации:** при роторном бурении - перегрузка долота и перегрузка ротора (если было вращение), при бурении забойными двигателями - перегрузка долота и остановка забойного двигателя.

**Способ устранения:** Закрыть элеватор или выключить задачу

#### **15) Включены лебедка и РПДЭ**

Одновременное включение приводов лебедки и регулятора подачи долота является ошибкой, т.к. на обычной буровой установке это невозможно, а конструкция Бурового Имитатора это допускает.

**Реакция:** сигнал ошибки, прекращение подачи инструмента. Сопутствующие изменения параметров: при бурении уменьшается нагрузка на долото с одновременным уменьшением механической скорости, при приподъеме от забоя в отсутствие вращения нагрузка на долото и вес на крюке не меняются

**Способ устранения:** выключить один из приводов, в зависимости от того, что должно работать, лебедка или РПДЭ.

#### **16) Включен РПДЭ, зажат тормоз**

Это сообщение означает, что включен регулятор подачи долота (РПДЭ) и зажат тормоз. Торможение барабана лебедки при включенном регуляторе подачи, когда задана нагрузка на долото в режиме "Автомат" или скорость подачи в "Ручном" режиме, является ошибкой.

**Реакция:** сигнал ошибки, прекращение подачи

**Способ устранения:**

инструмента, в связи с чем падает нагрузка на долото при бурении снять тормозное усилие или выключить привод РПДЭ

### **17) Блокирована емкость 2**

Если хотя бы один насос качает раствор из емкости 2, раствор из скважины поступает в приемную емкость, а задвижка между емкостями закрыта, то приемная емкость наполняется, тогда как из емкости приготовления раствора выкачивается. Такое состояние считается ошибкой.

**Реакция:**

сигнал ошибки, уровень в приемной емкости растет, в емкости приготовления падает

**Способ устранения:**

открыть задвижку между емкостями

### **17) Блокированы емкости**

Если в ситуации, описанной выше закрыта выходная задвижка приемной емкости, то блокируются обе емкости.

**Реакция:**

сигнал ошибки, уровень в приемной емкости растет, в емкости 2 падает, но уровень в приемной емкости растет быстрее

**Способ устранения:**

установить задвижки в положение, обеспечивающее свободный проход раствора от скважины к насосам

### **18) Не включен дегазатор**

Если содержание газа в растворе больше нуля, а дегазатор не включен, это считается ошибкой.

**Реакция:**

выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:**

включить дегазатор

### **19) Открыта задвижка обратной промывки**

Если в процессе бурения при прямой промывке будет открыта задвижка обратной промывки, то это считается ошибкой..

**Реакция:**

сигнал ошибки, расход в скважину падает до нуля, изменение расхода на выходе падает до нуля, давление на стояке падает до нуля

**Сопутствующие явления:**

при бурении забойными двигателями произойдет остановка забойного двигателя

**Способ устранения:**

закрыть задвижку обратной промывки, при бурении забойными двигателями ликвидировать остановку забойного двигателя

## 20) Обрыв бурильных труб (БТ)

Превышение веса на крюке выше величины прочности бурильных труб вызывает обрыв колонны и является ошибкой.

**Реакция:** сигнал ошибки, уменьшение веса на крюке, давления на входе, момента ротора.

**Способ устранения:** ошибка считается фатальной (необратимой), поэтому устранить ее нельзя. Учебное задание считается невыполненным. Требуется перезапуск задачи

## 21) Перегруз клиньев

Попытка поднять клинья, когда вес на крюке меньше веса колонны считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** опустить клинья, набрать вес на крюке до расчетного

## 22) Ошибка включения насосов

Включение насоса при не навернутой ведущей трубе считается ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** выключить насосы, навернуть ведущую трубу

## 23) СПУ над устьем

Ситуация, когда свечеподающее устройство не было переведено в положение “от скважины” после подачи или взятия свечи является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

## 24) СПУ подано рано

Несвоевременная подача свечеподающего устройства в положение “к скважине” (до отвинчивания свечи от колонны) является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

## 25) Подача СПУ при движении элеватора (поломка СПУ)

Попытка движения колонны, когда свечеподающее устройство находится в положении “к скважине” является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** прекратить движение колонны или перевести свечеподающее устройство в положение “от скважины”

## 26) Не подана свеча

Закрытие пустого элеватора, когда не подана свеча является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** открыть элеватор

## 27) Включен привод РПДЭ

Использование РПДЭ при спуско-подъемных операциях является ошибкой.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** выключить привод РПДЭ

## 28) Не взята ведущая труба (квадрат)

Данная ситуация возникает в следующих случаях:

- при попытке включить насосы не навернув ведущую бурильную трубу (квадрат);
- если вместо ведущей трубы (квадрата) берется простая бурильная труба.

**Реакция:** выдается сигнал ошибки

**Способ устранения:** взять ведущую трубу (квадрат)

### Задание:

1. Выбрать на программно-тренажёрном комплексе АМТ-231 модель «Бурение» (турбинный способ бурения).
2. Определить основные параметры режима бурения
3. Изменяя осевую нагрузку  $G$  (5т, 10т, 20 т) – определить оптимальную механическую скорость при неизменных параметрах –  $\tau$  (частота вращения долота) и  $\Theta$  (расход промывочной жидкости).
4. Изменяя частоту вращения долота  $\tau$  (600 об/мин, 800 об/мин, 1000 об/мин) – определить оптимальную механическую скорость при определённой осевой нагрузке  $G$  (выбранной в пункте 3) и неизменном  $\Theta$  (расход промывочной жидкости).
5. Изменяя расход промывочной жидкости  $\Theta$  (20 л/с, 30л/с, 40 л/с) – определить оптимальную механическую скорость при выбранных параметрах –  $\tau$  (частота вращения долота) и  $G$  (осевая нагрузка).
6. Сделать выводы о рациональном режиме бурения с оптимальными параметрами.
7. Нарисовать графики зависимости  $V_{\text{мех}}$  от  $G$ ,  $\tau$  и  $\Theta$ .

## **Лабораторная работа № 5**

### **Технология управления скважиной при газонефтеводопроявлениях.**

#### **Методы контроля давлений и ликвидации проявлений**

### **Ликвидация выбросов**

Ликвидация возникшего флюидопроявления состоит в удалении из скважины поступившего в нее флюида. Наиболее сложная ситуация имеет место при газопроявлении. В практике бурения скважин используют ряд методов, которые можно разделить на две группы:

- удаление флюида при поддержании постоянного давления на забое скважины (методы-плавного глушения);
- удаление флюида при изменяющемся давлении на забой скважины.

Методы плавного глушения проявлений наиболее рациональны, так как при их использовании значительно снижается вероятность возникновения других осложнений, связанных с увеличением давления в скважине.

При плавном глушении проявлений поступивший в скважину флюид удаляют путем промывки при закрытом превенторе и соответствующем противодавлении на устье, которое изменяют таким образом, чтобы обеспечить постоянное давление на забой. При этом дифференциальное забойное давление должно быть выбрано так чтобы предотвратить поступление новой порции флюида из пласта и в то же время не вызвать поглощения и других осложнений. Такая технология ликвидации проявлений способствует также сохранению коллекторских свойств пласта.

Следует отметить, что, если при глушении проявления создать противодавление, при котором объемы закачиваемой и выходящей жидкостей будут равны, то при подъеме газового пузыря его давление практически не изменится. Это приведет к росту давления в скважине (например, при подъеме пузыря до устья давление на забое будет примерно равно удвоенному пластовому давлению) и как следствие, к гидроразрывам пород с поглощением и последующим бурным проявлением. Поэтому при подъеме газовой пачки ее объем должен возрасти, а давление газа - снижаться.

Методы глушения проявления различаются по местонахождению колонны труб в скважине, последовательности проведения работ, способу контроля за давлением на забое. К плавным методам глушения проявлений относятся следующие методы :

- Метод бурильщика.
- Метод ожидания и утяжеления.
- Непрерывный метод.

#### **Метод бурильщика.**

При этом варианте проведения работ ликвидация выброса осуществляется в два этапа. На первом этапе (первый цикл циркуляции)

происходит вымывание флюида из скважины раствором старой плотности. В течении второго цикла в скважину закачивают утяжеленный буровой раствор требуемой плотности для уравнивания пластового давления.

#### **Метод ожидания и утяжеления.**

При этом варианте проведения работ скважину закрывают и готовят утяжеленный буровой раствор требуемой плотности. Флюид удаляют из скважины с одновременной закачкой утяжеленного бурового раствора.

#### **Непрерывный метод.**

При этом варианте проведения работ немедленно начинается вымыв пластового флюида с одновременным увеличением плотности бурового раствора с максимально возможной скоростью. При этом плотность бурового раствора следует повысить до значения, необходимого для глушения, в процессе циркуляции.

**Метод бурильщика** наиболее прост в использовании и позволяет немедленно начинать вымывание флюида. Однако при этом требуются по меньшей мере два полных цикла циркуляции для ликвидации проявления, что приводит к более высокому устьевому давлению, чем в двух других методах.

**Метод ожидания и утяжеления** позволяет заглушить скважину за один цикл циркуляции, а также обеспечивает снижение до минимума устьевого давления во время вымыва флюида.

**Непрерывный метод** позволяет начинать вымыв сразу же после закрытия скважины, но требует регулирования давления в бурильных трубах (при повышенной плотности бурового раствора), чтобы поддерживать постоянное давление на забое. Давление в обсадной колонне находится в диапазоне значений для первых двух методов.

Если во время начального вымыва плотность бурового раствора не может быть увеличена достаточно, чтобы обеспечить глушение скважины, то требуются по крайней мере два полных цикла промывки.

Если проявление произошло во время СПО или когда трубы находятся вне скважины, то по возможности колонна должна быть спущена до забоя, чтобы можно было использовать метод поддержания постоянного давления на забое. Для этого требуется обеспечить свободный или принудительный спуск труб в скважину через герметизированное устье.

Во всех трех перечисленных вариантах борьбы с нефте-газопроявлениями, давление в нагнетательной линии может служить показателем, контролирующим давление на забое, а его величина регулируется штуцером на выкидной линии превентора, т.е. противодавлением на устье.

Методы плавного глушения проявлений, основанные на контроле за давлением в нагнетательной линии, применимы в различных вариантах технологии проведения работ при поступлении в скважину любых флюидов. Важным их преимуществом является простота расчетов технологических параметров процесса глушения, а также отсутствие необходимости в достоверной информации о геометрических размерах кольцевого зазора в открытом стволе. Это предопределяет их широкое применение в зарубежной и отечественной практике.

К недостаткам этих методов глушения можно отнести необходимость использования постоянной подачи насоса, несинхронность изменения давлений в кольцевом пространстве, на устье и в нагнетательной линии и др.

Если во время вымыва пластового флюида забойное давление поддерживается постоянным, то по мере подхода к устью газ будет расширяться. Поскольку газ гораздо менее плотный, чем буровой раствор, увеличение длины газовой пачки вызывает снижение гидростатического давления и повышение давления в обсадной колонне. На длину газовой пачки и, следовательно, на давление в обсадной колонне влияют размер проявляющей зоны, интенсивность проявления, расширение газа по мере вымыва и геометрия ствола.

Принцип вымыва пластового флюида при постоянной подаче насоса и поддержании неизменного давления в бурительных трубах является основой всех методов ликвидации проявлений с поддержанием постоянного забойного давления.

При изменении плотности закачиваемого бурового раствора меняются как гидростатическое давление, так и потери давления на трение в бурительных трубах; таким образом, для поддержания постоянного забойного давления необходимо регулировать давление в бурительных трубах. Процедуры поддержания постоянного забойного давления во время изменения плотности бурового раствора для трех основных методов глушения различны.

При использовании метода бурильщика поступивший в скважину пластовый флюид полностью вымывается без изменения плотности бурового раствора, затрубное пространство и бурильные трубы заполняются буровым раствором одинаковой плотности; следовательно, по давлению в затрубном пространстве в этом случае можно точно судить о забойном давлении. Такая ситуация сохраняется до тех пор, пока плотность бурового раствора в затрубном пространстве не изменится. При прекращении циркуляции давление в бурильных трубах будет равно давлению в обсадной колонне, если весь пластовый флюид уже вымыт. После доведения плотности бурового раствора в емкостях до необходимого для глушения значения циркуляция восстанавливается и в это время поддерживается постоянное давление в затрубном пространстве.

Постоянное давление в обсадной колонне сохраняется до тех пор, пока бурильные трубы не заполнятся раствором необходимой для глушения плотности. Когда этот раствор достигает долота определяют давление циркуляции в бурильных трубах и поддерживают его постоянным, пока раствор данной плотности не достигнет устья. Если буровой раствор с требуемой для глушения плотностью полностью заполнит скважину, то давление в бурильных трубах и в обсадной колонне при остановке насосов будут равны нулю.

При использовании метода ожидания и утяжеления во время закачки бурового раствора для глушения, пластовый флюид все еще находится в затрубном пространстве. Поэтому давление в бурильных трубах - единственный надежный показатель забойного давления. Для поддержания постоянного забойного давления в бурильных трубах давление снижают по мере движения утяжеленного бурового раствора вниз по бурильной колонне. По мере нагнетания утяжеленного бурового раствора давление в бурильных трубах снижают, чтобы компенсировать увеличение плотности бурового раствора. Снижение давления нагнетания производится в соответствии с объемом закачанного бурового раствора, так что конечное давление нагнетания будет иметь место, когда утяжеленный буровой раствор достигнет долота. В дальнейшем это давление поддерживается до тех пор, пока утяжеленный буровой раствор не появится на выходе из скважины.

При использовании непрерывного метода вымыв пластовых флюидов начинается сразу же за стабилизацией давления после закрытия скважины. К увеличению плотности бурового раствора рекомендуется приступать как можно быстрее. Скорость наращивания плотности зависит как от подачи насоса, так и от эффективности системы приготовления бурового раствора. Необходимо отметить, что в случае проявления большой интенсивности равновесной плотности бурового раствора может оказаться недостаточно для глушения. Циркуляцию и утяжеление продолжают до тех пор, пока утяжеленный буровой раствор выровненной плотности не появится на устье. Дальнейшее утяжеление и промывку ведут циклами и заканчивают, когда буровой раствор с плотностью глушения достигнет устья.

При использовании всех трех методов для ликвидации проявления необходимо обеспечивать постоянное забойное давление во время вымыва флюида. Забойное давление поддерживается постоянным путем регулирования давления в бурильных трубах на уровне, зависящем от скорости закачки и плотности бурового раствора. Давление в бурильных трубах регулируется дросселем.

При выборе расхода раствора для глушения проявления необходимо учитывать следующие факторы. Увеличение расхода ускоряет процесс глушения, повышает давление на пласт за счет сопротивления в кольцевом пространстве, а снижение расхода имеет преимущества в критических ситуациях. Это, в частности, обеспечение запаса давления в нагнетательной линии, снижение скорости утяжеления бурового раствора до уровня в соответствии с техническими возможностями устройств, получение резерва времени для принятия решений и т.д. Последняя группа требований более предпочтительна, и на практике рекомендуется применять один насос и поддерживать его подачу постоянно и равной 50% от максимально возможной подачи при установленных втулках.

## Лабораторная работа № 6

Освоение процесса глушения скважины с использованием программно-тренажёрного комплекса

**Последовательность действий обучаемого при работе с задачей “ИМИТАЦИЯ ВЫБРОСОВ” следующая:**

### **1. Установка стартовых значений**

На ПУЛЬТЕ БУРИЛЬЩИКА необходимо зажать тормоз лебедки, выключить лебёдку, ротор, РПДЭ.

На ПУЛЬТЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ установить плотность раствора в скважине исходя из пластовых условий, заданных в сценарии.

Начальную плотность раствора на входе рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\rho_{H0} = (P_{пл} + \Delta P_{заб}) / (0.1 \times H_0) \quad (17)$$

где:  $P_{пл}$  - пластовое давление, кг/см<sup>2</sup>;

$\Delta P_{заб}$  - диапазон безопасности на снижение забойного давления, кг/см<sup>2</sup>;

$H_0$  - глубина скважины, м.

## **2. Герметизация скважины**

Для этого необходимо выставить следующие значения на пультах бурильщика, циркуляционной системы, противовыбросового оборудования и постах устьевого оборудования, манифольда и блока дросселирования.

### **При роторном бурении**

1. Выключить привод РПДЭ.
2. Выключить ротор.
3. Поднять квадрат, чтобы он вышел из стола ротора, зажать тормоз.
4. Выключить лебедку.
5. Выключить насосы.
6. Закрыть обе линии глушения.
7. Открыть одну из линий дросселирования
8. Открыть задвижку линии дросселирования на блоке дросселирования.
9. Открыть входную и выходную задвижку дросселя, которым предполагается работать.
10. Приоткрыть дроссель на этой линии.
11. Закрыть один из превенторов - универсальный или плащечный (на верхней линии) или плащечный на нижней линии.
12. Закрыть плавно дроссель.
13. Закрыть входную задвижку дросселя (на случай если дроссель пропускает).

После герметизации устья скважины необходимо выждать 5 – 7 минут для стабилизации давления, замерить давление на входе и выходе. Если давление на входе меньше давления на выходе, то в скважине есть флюид.

### **При турбинном бурении**

1. Выключить привод РПДЭ.
2. Поднять квадрат, чтобы он вышел из стола ротора, зажать тормоз.
3. Выключить лебедку.
4. Выключить насосы.
5. Закрыть обе линии глушения.
6. Открыть одну из линий дросселирования
7. Открыть задвижку линии дросселирования на блоке дросселирования.
8. Открыть входную и выходную задвижку дросселя, которым предполагается работать.
9. Приоткрыть дроссель на этой линии.
10. Закрыть один из превенторов - универсальный или плащечный (на верхней линии) или плащечный на нижней линии.
11. Закрыть плавно дроссель.
12. Закрыть входную задвижку дросселя (на случай если дроссель пропускает).

### 3. Расчёт параметров процесса

После герметизации скважины для проведения работ по глушению нефтегазо-проявления необходимо рассчитать следующие параметры:

- объём поступившего в скважину флюида ( $\Delta W$ );
- высоту столба флюида в кольцевом пространстве скважины ( $L_{фл}$ );
- плотность поступившего флюида ( $\rho_{фл}$ );
- определить вид флюида в соответствии с неравенствами: если  $\rho_{фл} \leq 0.5$  г/см<sup>3</sup>, то флюид – газ; иначе – жидкость;
- пластовое давление;
- плотность бурового раствора, необходимую для глушения;
- рассчитать давление на входе, которое необходимо поддерживать при вымывании флюида.

### 4. Включение циркуляции

Для этого рекомендуется приоткрыть дроссель и включить один из насосов на половину максимальной производительности. Вымывание флюида можно осуществлять как раствором старой плотности, так и одновременно с закачкой утяжеленного раствора. Приготовление утяжеленного раствора имитируется путем задания значения новой плотности на задатчике плотности. Закачка утяжеленного раствора в скважину отображается другим цветом.

Границы корректности раствора по плотности:

$$\rho_{зад} + \Delta\rho_n < \rho_{ур} < \rho_{зад} - \Delta\rho_n \quad (18)$$

где:  $\rho_{ур}$  - плотность утяжеленного раствора, г/см<sup>3</sup>;

$\Delta\rho_n$  - точность регулирования по плотности, г/см<sup>3</sup> (0.01 г/см<sup>3</sup>).

В процессе вымывания флюида из скважины и закачки утяжеленного раствора рекомендуется поддерживать давление нагнетания таким образом, чтобы значение забойного давления попадало в следующие диапазоны безопасности:

$$P_{пл} < P_{заб} < P_{пгл} \quad (19)$$

Если выполняется неравенство:

$$P_{заб} > P_{пгл} \quad (20)$$

где:  $P_{пл}$  - пластовое давление, МПа;

$P_{заб}$  - забойное давление, МПа;

$P_{пгл}$  - давление начала поглощения (задается в сценарии), МПа

то имеет место аварийная ситуация “ПОГЛОЩЕНИЕ”. Для ее ликвидации рекомендуется приоткрыть дроссель.

Если выполняется неравенство:

$R_{зab} < R_{пл} (21)$  то имеет место аварийная ситуация “ПРОЯВЛЕНИЕ” или “ВТОРИЧНОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ”.

“ПРОЯВЛЕНИЕ” возможно в ситуации, когда скважина после запуска задачи еще не загерметизирована и нижняя граница флюида не оторвалась от забоя. В первом случае рекомендуется закрыть скважину, во втором - прикрыть дроссель.

Регулирование давления нагнетания, забойного давления и давления на выходе осуществляется дросселем.

Если в процессе ликвидации выброса давление на насосе превысило максимально допустимое значение, т.е.:

$$P_n > P_{n.max} (22)$$

где:  $P_n$  - текущее давление нагнетания, кг/см<sup>2</sup>;

$P_{n.max}$  - максимально допустимое значение для данной скорости, кг/см<sup>2</sup>;

то произошла аварийная ситуация “ПЕРЕГРУЗКА НАСОСА” и насос не работает. Чтобы “починить” насос нужно выключить его привод, а затем опять включить.

Если в процесс имитации был закрыт глухой превентор, то имеет место аварийная ситуация “ЗАКРЫТ ГЛУХОЙ ПРЕВЕНТОР”, так как инструмент находится на забое и закрывать глухой превентор нельзя. Для ликвидации ситуации необходимо открыть глухой превентор.

Циркуляция продолжается до тех пор, пока весь флюид не будет вымыт из КП скважины.

Если вымывание флюида осуществлялось раствором старой плотности, то после удаления флюида из КП рекомендуется закрыть скважину. При этом давления на входе и на выходе в закрытой скважине должны быть примерно одинаковы и равны первоначальному давлению на входе в закрытой скважине. После чего требуется приготовить и закачать в скважину утяжеленный раствор.

## **5. Приготовление раствора новой плотности**

Приготовление раствора новой плотности в емкостях можно с имитировать следующим образом:

- на задатчике плотности раствора в емкости 1 и емкости 2 задать новую плотность утяжеленного раствора.

## **6. Закачивание утяжеленного раствора**

После приготовления раствора новой плотности требуется включить циркуляцию и закачивать в скважину утяжеленный раствор до появления его на устье. В процессе закачки утяжеленного раствора рекомендуется поддерживать забойное давление таким образом, чтобы оно входило в диапазон безопасности (19). Для этого необходимо поддерживать на выходе постоянное давление, равное заданному давлению

на выходе, пока вся колонна бурильных труб не будет заполнена утяжеленным раствором. Когда утяжеленный раствор достигнет долота, записать давление нагнетания и поддерживать его постоянным до тех пор, пока утяжеленный буровой раствор не появится на устье.

Если вымывание флюида осуществляется раствором новой плотности, то после вымывания флюида из КП требуется время, чтобы утяжеленный раствор заполнил всю скважину и появился на устье. При этом в процессе заполнения утяжеленным раствором колонны бурильных труб и кольцевого пространства рекомендуется регулировать забойное давление так, как описано выше.

## **7. Герметизация скважины**

После вымывания флюида и заполнения всей скважины утяжеленным раствором необходимо загерметизировать скважину.

При закрытии заглушенной скважины давления на входе и на выходе должны быть равны нулю.

Если имеется давление на выходе, а на входе давление равно нулю, значит, в затрубном пространстве еще есть флюид. В этих условиях требуется восстановить циркуляцию и вымыть флюид.

Существование давление на входе означает, что плотность утяжеленного бурового раствора недостаточна и скважина не заглушена. При этом необходимо приготовить новый раствор, восстановить циркуляцию и закачать его в скважину.

Если скважина заглушена, следует проверить отсутствие течения через дроссель и открыть превентор. При этом гидростатическое давление в открытой скважине должно находиться в диапазоне:

$$P_{пл} < P_{гс.кп} < P_{пл} + \Delta P_{заб} \quad (23)$$

где:  $P_{гс.кп}$  - гидростатическое давление в КП, МПа.

На этом ликвидация выброса заканчивается.

## Лабораторная работа №7

### Освоение процесса цементирования с использованием программно-тренажёрного комплекса

#### Методика цементирования

Проницаемые пласты, вскрытые скважиной, разобщают друг от друга для того, чтобы устранить возможность перетока жидкости из одного объекта в другой или в атмосферу и таким образом предотвратить непроизводительное расходование запаса энергии в продуктивных горизонтах, проникновение в них чуждых вод и ухудшение коллекторских свойств, исключить опасность загрязнения окружающей среды, возникновения взрывов и пожаров на территории близ скважины, а также опасности несчастных случаев с людьми.

Основным методом разобщения пластов в настоящее время является цементирование, т.е. заполнения заданного интервала заколонного пространства скважины или участка обсадной колонны суспензией вяжущих материалов, способной в покое затвердевать и превращаться в практически непроницаемый камень.

В нефтегазодобывающей промышленности используют несколько способов цементирования. В зависимости от характера решаемых задач их можно разделить на следующие группы [24,25]:

- способы первичного цементирования;
- способы ремонтного цементирования;
- способы изоляции зон поглощения;
- способы установки цементных мостов.

Первичное цементирование осуществляется сразу же после спуска в скважину обсадной колонны и имеет целью разобщение проницаемых пластов друг от друга и защиту наружной поверхности обсадной колонны (ОК) от коррозии пластовыми жидкостями, а также повышение устойчивости стенок скважины и обсадной колонны.

Существует несколько способов первичного цементирования:

- одноступенчатый,
- многоступенчатый,
- манжетный,
- обратный.

Наиболее распространенным и часто встречающимся на практике способом цементирования является одноступенчатый способ [24,25,26]. Он заключается в следующем.

После окончания промывки скважины на обсадную колонну навинчивают цементировочную головку, в которую вставлены нижняя и верхняя разделительные пробки, удерживаемые от сползания вниз стопорами. К отводам головки просоединяют трубопроводы от цементировочных агрегатов (ЦА).

### **Цементирование осуществляется следующим образом.**

Через нижний отвод цементировочной головки в обсадную колонну закачивается буферная жидкость. При выходе тампонажного раствора в заколонное пространство буфер не позволяет цементу перемешиваться с промывочным раствором и таким образом предохраняет его от порчи, а также очищает стенки скважины от глинистой корки.

Вывинчивают стопор, удерживающий нижнюю пробку, и поверх нее в головку цементировочными насосами закачивают тампонажный раствор, который готовят с помощью специальных смесительных машин, установленных поблизости от скважины. Тампонажный раствор проталкивает нижнюю пробку по обсадной колонне.

После закачки в обсадную колонну тампонажного раствора в объеме, достаточном для заполнения заданного интервала заколонного пространства скважины и участка колонны ниже стопорного кольца, закрывают краны на нижних боковых отводах головки и вывинчивают стопор, удерживающий верхнюю разделительную пробку.

После того, как верхняя пробка войдет в обсадную колонну, вновь открывают краны на нижних боковых отводах головки и через них закачивают продавочную жидкость. В качестве продавочной обычно используют промывочную жидкость, которой была заполнена скважина либо воду. Нижняя пробка дойдя до упорного кольца в колонне, останавливается. Так как нагнетание жидкости в колонну продолжается, давление в ней после остановки нижней пробки быстро растет. Под воздействием разности давлений над пробкой и под ней мембрана в пробке разрушается и тампонажный раствор через проходной канал в пробке и отверстие в башмаке и башмачном патрубке вытесняется в заколонное пространство скважины.

Плотность тампонажного раствора в большинстве случаев больше, чем промывочной жидкости в скважине. Поэтому в процессе закачки цементного раствора, до его выхода в КП, давление в цементировочной головке будет понижаться и может дойти до нуля. Во избежание этого рекомендуется закачку цемента осуществлять с противодавлением на устье.

С момента начала вытеснения тампонажного раствора в заколонное пространство давление в цементировочной головке и в насосах увеличивается по мере продвижения верхней пробки вниз по колонне.

После посадки верхней пробки на нижнюю давление в колонне резко возрастает. Это служит сигналом для прекращения нагнетания продавочной жидкости в колонну - краны на головке закрывают, насосы останавливают, а скважину оставляют в покое на период твердения тампонажного раствора.

Если обсадная колонна оборудована прочным и герметичным обратным клапаном, после остановки насосов избыточное давление в цементировочной головке обычно стравливают, плавно приоткрывая один из кранов.

При цементировании длинных колонн, сигнал об остановке верхней пробки приходит на поверхность и регистрируется манометром на устье с запозданием на несколько секунд. Это опасно, так как закачка жидкости продолжается и под влиянием быстро возрастающего давления могут быть разрушены пробка, упорное кольцо или колонна. Во избежание этого целесообразно на некотором расстоянии от упорного кольца устанавливать сигнальное кольцо. Такое кольцо укрепляют в колонне при помощи тарировочных шпилек. Как только верхняя пробка сядет на сигнальное кольцо, давление в колонне резко возрастает. Этот скачок давления будет зафиксирован на поверхности и операторы своевременно смогут прекратить закачку продавочной жидкости.

Шпильки тарируются так, чтобы они срезались при повышении давления над верхней пробкой на 30-40атм. После срезания шпилек верхняя пробка вместе с сигнальным кольцом продолжает движение до схождения с нижней пробкой.

Пробки и сигнальное кольцо изготавливают из легко разбухающего материала. Нижняя пробка служит для предотвращения перемешивания тампонажного раствора с буферной жидкостью при движении по обсадной колонне и для сдирания пленки промывочной жидкости с внутренней поверхности труб. Верхняя пробка предотвращает перемешивание тампонажного раствора с продавочной жидкостью.

### **Имитация цементирования**

Задача “ИМИТАЦИЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ” моделирует процесс прямого одноступенчатого цементирования во времени и предназначена для отработки у обучаемых навыков безаварийного цементирования.

В процессе работы имитационной задачи не контролируются требуемые объемы буферного и цементного растворов и корректные диапазоны по плотности и расходу при закачке буфера, цемента и продавки, а только правильная последовательность действий и общие аварийные ситуации, такие как поглощение, проявление и т.д.

Модель имеет следующие ограничения и допущения:

- моделируется только прямое одноступенчатое цементирование;
- продуктивный и слабый по гидроразрыву пласты расположены на забое скважины. Последовательность действий обучаемого при работе с моделью “ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ” разбивается на следующие этапы.

### **Установка начальных значений**

На “пульте цементирования” необходимо органы управления привести в следующее состояние:

- установить плотность раствора в баках 1 и 2 согласно пластовому давлению в сценарии.
- переключатель емкостей в положение “ЗАКРЫТО”.
- трехходовой кран в положение “ЗАКРЫТО”.
- пробковый кран 1 в положение “ЗАКРЫТО”.
- привод водоподающего насоса в положение “ВЫКЛЮЧЕНО”.
- цементносмесительная машина в положение “ВЫКЛЮЧЕНО”.
- цементирувочный насос в положение “ВЫКЛЮЧЕНО”.
- количество цементирувочных насосов-1
- пробковый кран 2 в положение “ОТКРЫТО”
- пробковый кран 3 в положение “ОТКРЫТО”.

На “посту цементирувочной головки” необходимо органы управления привести в следующее состояние:

- пробковый кран буферной жидкости в положение “ЗАКРЫТО”.
- пробковый кран цементного раствора в положение “ЗАКРЫТО”.
- пробковый кран продавочной жидкости в положение “ЗАКРЫТО”.
- стопор верхней пробки в положение “ЗАКРЫТО”.
- стопор нижней пробки в положение “ЗАКРЫТО”.

Превенторы должны быть открыты, линии глушения закрыты.

Произвести СТАРТ задачи.

При неверной установке начальных условий старт задачи не производится и регистрируется ошибка начальных установок.

## **Лабораторная работа №8**

### **Ловильный инструмент, применяемый для ликвидации аварий [3]**

Для первоочередных работ по ликвидации наиболее распространённых видов аварий рекомендуется иметь на буровой следующий минимум ловильного и вспомогательного инструмента:

- колокол типа К для захвата за замок и УБТ;
- колокол сквозной типа К для захвата за замок, муфту, УБТ;
- колокол гладкий для захватазамок и УБТ;
- метчик универсальный типа МБУ;
- метчик специальный типа МСЗ;
- воронки к колоколам и метчикам;
- центрирующие приспособления к метчикам;
- ловитель шишечный одинарный (ЛБП);

- ловитель магнитный;
- гидротоклонитель ловильного инструмента.

Весь ловильный инструмент должен быть оснащён переводниками для соединения с бурильной колонной. Инструмент должен быть комплектным, размеры ловильного инструмента и его узлов должны соответствовать размерам элементов бурильной колонны и устройств, работающих в данной скважине. Наибольший наружный диаметр узлов ловильного инструмента или воронки к нему для работы в осложнённых условиях должен быть на 25-30 мм меньше диаметра скважины. В других случаях он должен быть меньше ствола скважины на 50-60 мм. Все ловильные инструменты, направляемые на буровую, независимо от средств транспортировки, должны сохранить целостность своих технико-технических параметров.

### **ЛОВИТЕЛИ С ПРОМЫВКОЙ**

Ловители с промывкой предназначены для ловли оставшейся в скважине бурильной колонны за трубу или замок или за то и другое одновременно с промывкой скважины через захватываемую часть оставшейся бурильной колонны.

Ловители изготавливают одинарные. Они захватывают элемент бурильной колонны только за один участок. На рис.5 приведена конструктивная схема ловителя. Он состоит из корпуса 2 с конической поверхностью в нижней внутренней части для движения плашек по ней и трубной резьбой на его концах для присоединения воронки 7. Внутри корпуса в специальные пазы впрессованы две шпонки, между которыми помещаются плашки 6 с ловильной резьбой специального профиля левого направления с внутренней стороны.

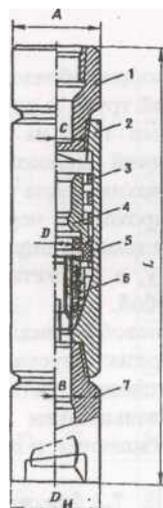


Рис.5 Ловитель с промывкой

Резьбой захватывается извлекаемая часть колонны за трубу или замковое соединение. Имеющиеся на боковых поверхностях плашек пазы позволяют им равномерно перемещаться вдоль шпонок. Для исключения расхождения плашек в верхней части устанавливаются кольцо и резиновая манжета 5, имеющая внутренний диаметр захватываемого элемента бурильной колонны, что позволяет герметизировать его внутри корпуса и надёжно осуществить циркуляцию. Сверху манжеты устанавливается нажимная втулка 4 с надетой на неё спиральной пружиной 3. Все узлы начиная от плашек до спиральной пружины поджимаются переводником 1.

Ловитель работает следующим образом: он присоединяется к колонне бурильных труб или к обсадной трубе и спускается на расчётную глубину. Лёгкими поворотами бурильных труб на 180-200° ловитель заводится в вертикальную часть оставленной колонны. Далее он опускается без вращения. В процессе спуска верхняя часть извлекаемой колонны, упираясь в плашки, раздвигает их и проходит через резиновую манжету. При последующей натяжке колонны плашки опускаются по корпусу и зажимают в ловитель бурильную колонну, а манжета 5 герметизирует пространство между корпусом ловителя и трубой.

Ловитель - инструмент освобождающегося типа. Для освобождения ловителя натянутую колонну резко опускают вниз на 20-30см. При этом плашки, закрепившиеся на колонне, остаются на месте, а корпус со шпонками опускается. При дальнейшем вращении колонны вправо с медленным подъёмом плашки сбиваются, и ловитель освобождается.

## МЕТЧИКИ

Метчики предназначаются для захвата за внутреннюю поверхность колонны труб, оканчивающуюся сверху муфтой или ниппелем бурильного замка, УБТ, переводником и, как исключение, высаженной частью бурильной трубы, и извлечения её из скважины.

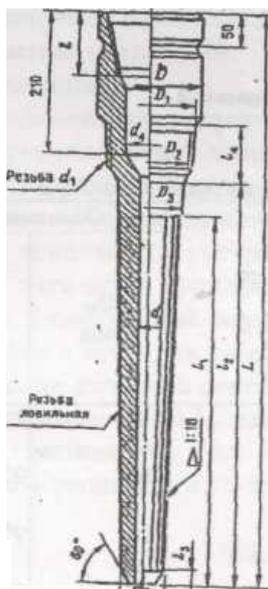


Рис.6 Метчик универсальный МБУ

Метчики выпускаются двух типов: универсальные (рис. 6) и специальные (рис. 7). Метчики бурильные универсальные (МБУ) применяют для захвата извлекаемой колонны ввинчиванием в тело элементов бурильной колонны. Метчики специальные (замковые) МСЗ используют для захвата ввинчиванием в замковую резьбу. Метчики изготовляют по ОСТ 26-02-1274-75. Метчики указанных типов выполняются с правой и левой резьбой.

Метчики с правой резьбой применяют для извлечения оставшейся колонны целиком, а с левой резьбой для отвинчивания и извлечения оставшейся колонны по частям. Метчики рекомендуют использовать в тех случаях, когда не удалось поднять колонну ловителем или в ходе ликвидации аварии требуются большие крутящие моменты и расхаживание бурильной колонны.

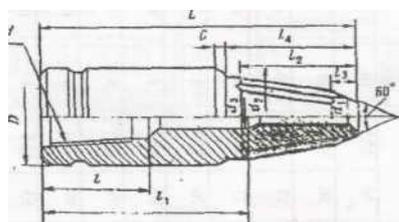


Рис. 7 Метчик специальный замковый (МСЗ)

После спуска колонны труб с метчиком на 3-5 м выше верха оставленной колонны восстанавливается циркуляция промывочной жидкости, уточняются вес спущенной колонны, давление и температура промывочной жидкости.



## **ТРУБОЛОВКИ**

Труболовки предназначены для извлечения из скважины труб разного назначения и других элементов, имеющих цилиндрическую форму. По конструкции захватного устройства труболовки подразделяются на цанговые и плашечные. Цанговой труболовкой вводимая верхняя часть извлекаемой трубы захватывается равномерно по всей поверхности. Надёжность и степень захвата труболовок зависит от конструкции и расположения плашек на корпусе и узлов удержания и перемещения. Труболовки также подразделяются на наружные и внутренние, соответственно захватывающие извлекаемые предметы за внутреннюю или наружную поверхность.

### **ТРУБОЛОВКА ВНУТРЕННЯЯ ОСВОБОЖДАЮЩАЯСЯ (ТВО)**

Труболовка ТВО (рис.9) предназначена для извлечения из скважины преимущественно обсадных и бурильных труб диаметром 140 мм и более с равнопроходным внутренним каналом. Ловильная цанга 5 выполнена в виде кольца, имеющего несколько разрезов, что даёт возможность концам цанги с насечкой деформироваться в радиальном направлении трубы. В нижней части цанга имеет заходный конус и внутреннюю коническую поверхность с конусностью  $7^\circ$ . Наружный диаметр ловильной цанги больше внутреннего диаметра захватываемой трубы на 1-5 мм. Подвижный конус 7 может перемещаться вдоль корпуса 4 и сжимать резиновое уплотнение 8. При подготовке труболовки проверяют соединение резьбы и уплотнение, перемещение гайки 2 совместно с цангой 5, свободное движение конуса 7 вдоль корпуса. Затем гайку 2 перемещают до упора в переводник 1, цангу 5 передвигают так, чтобы концы её находились против верхнего конца подвижного корпуса и зазор между ними был на 3-5 мм больше половины разницы между внутренним диаметром захватываемой трубы и наружным диаметром подвижного корпуса.

Труболовка работает следующим образом. Для захвата извлекаемых труб труболовку опускают до них, восстанавливают циркуляцию промывочной жидкости, промывают скважину и одновременно заводят труболовку внутрь трубы, а потом выключают циркуляцию промывочной жидкости.

Конус на направляемом наконечнике 9 обеспечивает беспрепятственный заход труболовки внутрь трубы. При дальнейшем опускании труболовки переводник 1, упираясь нижним торцом в гайку 3, соединённую с цангой 5, проталкивает её к месту захвата.

При последующем подъёме труболовки подвижный конус 7, упираясь в резиновое уплотнение 8, сжимает его, герметизирует кольцевое пространство и затем расклинивает цангу 5, создавая надёжный захват. Вновь восстанавливается циркуляция, и начинается подъём оставленных в скважине труб.

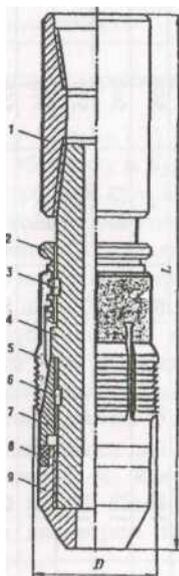


Рис.9 Труболовка внутренняя освобождающаяся(ТВО) для обсадных труб:

1-переводник; 2-гайка; 3,6-шпонки; 4-корпус; 5-ловильная цапга; 7-подвижный конус; 8-резиновое уплотнение; 9-наконечник

Если трубы не освободились, то ведут работы по их извлечению расхаживанием с натяжением в пределах допустимых величин прочности труб. При этом разгружать обсадную колонну не рекомендуется. Труболовка освобождается следующим способом: бурильную колонну разгружают на 50-100 кН меньше собственного веса и вращают вправо на 20-30 оборотов. Затем её вынимают.

### **ТРУБОЛОВКА ВНУТРЕННЯЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ (ТВУ)**

Труболовка ТВУ (рис.10) предназначена для извлечения из скважины насосно-компрессорных, бурильных и обсадных труб диаметром от 60 до 114 мм. Корпус труболовки выполнен в виде конуса, переходящего в верхней части в цилиндр. Резьба на корпусе обратная по отношению к резьбе соединяющей колонны, на которой труболовка спускается в скважину. Максимальный наружный диаметр конической части корпуса на 2-4 мм меньше внутреннего диаметра извлекаемых труб. Каждая втулка имеет наружную цилиндрическую и внутреннюю коническую поверхности. Наличие разрезов позволяет ловильным втулкам деформироваться в различных направлениях. Наружный диаметр ловильных втулок на 0,5-4 мм превышает внутренний диаметр аварийной трубы. При работе труболовку спускают до верха извлекаемых труб, восстанавливают циркуляцию промывочной жидкости, замеряют давление и спускают труболовку до посадки. Повышение давления промывочной жидкости указывает на вхождение труболовки в обсадную трубу. При отсутствии его поворотом

ротора на 30-50° перемещают труболовку. После захода труболовки в трубу циркуляцию промывочной жидкости прекращают и продолжают спуск труболовки, ловильные втулки сжимаются и входят внутрь трубы. При подъёме колонны труболовка заклинивает ловильные втулки, прижатые к захватываемой трубе, и поднимают колонну.

При необходимости труболовку освобождают следующим образом: натягивают её с усилием, превышающим на 30-100 кН вес колонны, и вращают, при этом корпус отсоединяется от переводника по левой резьбе и опускается. Труболовками в обсадной колонне можно работать без направления с воронкой.

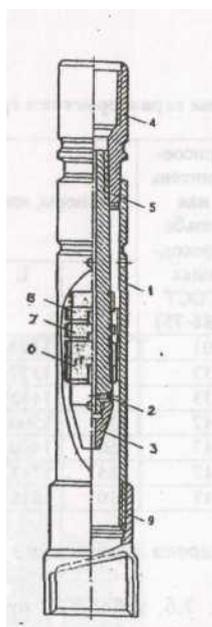


Рис.10. Труболовка внутренняя универсальная (ТВУ):

1-направление; 2-манжеты; 3-наконечник; 4-переводник; 5-корпус; 6,7,9- ловильные втулки; 8- воронка

В отличие от последней переводник имеет в нижней части конус для проталкивания ловильной втулки ниже замковой резьбы с целью захвата за внутреннюю часть УБТ. При необходимости захвата на большом расстоянии от присоединительной резьбы над ловильной втулкой устанавливается кольцо.

## ТРУБОЛОВКА ВНУТРЕННЯЯ ИЗВЛЕКАЕМАЯ (ТВИ)

Труболовка ТВИ предназначена для тех же целей, что и труболовка ТВУ, и имеет аналогичную конструкцию (рис. 11, 12). В отличие от последней она имеет одну ловильную втулку с двухсторонними разрезами и захватными крючками. Кроме того, переводник оснащён захватными пальцами 5, что исключает надобность в трех втулках и облегчает освобождение труболовки, которая извлекается полностью. Перед спуском в скважину ловильную втулку устанавливают так, чтобы тыльная часть захватного крючка ловильной втулки упиралась в палец переводника; в этом положении её и закрепляют на конусе. Для освобождения труболовки от прихваченных труб корпус резко опускают в нижнее положение и проворачивают вправо. При этом пальцы переводника зайдут в проушины захватных крючков. В процессе подъёма колонны труб ловильная втулка удерживается на пальцах и извлекается вместе с корпусом.

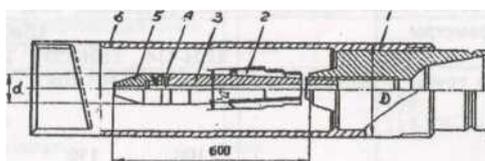


Рис.11 Труболовка внутренняя универсальная для утяжеленных буровых труб (ТВУ-УБТ): 1-переводник; 2-ловильная втулка; 3-корпус; 4-уплотнительный элемент; 5-наконечник; 6-направление

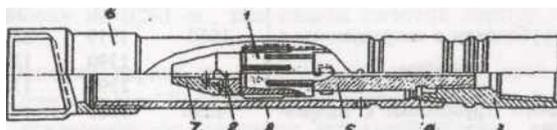


Рис.12. Труболовка внутренняя извлекаемая (ТВИ):  
1 -втулка ловильная; 2-корпус; 3-переводник; 4-манжета; 5-захватный палец; 6-воронка; 7-наконечник, 8-направление

## ТРУБОЛОВКА ВНУТРЕННЯЯ СПИРАЛЬНАЯ (ТВС-140)

Труболовка ТВС-140 (рис.13) предназначена для извлечения буровых и обсадных труб, имеющих отверстие с внутренним диаметром 117-126 мм. Труболовка освобождающаяся и обеспечивает герметизацию на участке захвата извлекаемого предмета с помощью уплотняющего узла. Особенность труболовки заключается в том, что опорные поверхности и захватывающая втулка выполнены в виде спирали, а это повышает надежность захвата и освобождения труболовки, а также её грузоподъемность. Для работы по извлечению аварийных труб труболовка спускается до захватываемых труб и

за 4-5 м от их торца медленно опускается до соприкосновения с ними. Затем труболовку приподнимают на 2-5 м, восстанавливают циркуляцию промывочной жидкости, фиксируют её давление и вес бурильной колонны, после чего при помощи спуска заводят труболовку в трубу. Если сразу это не удастся, то труболовку проворачивают влево на 1-2 оборота с одновременным спуском, пытаются завести её внутрь предмета с вращением. При входе в трубу захватывающая втулка заклинивает корпус труболовки в аварийной трубе, после чего она извлекается из скважины.

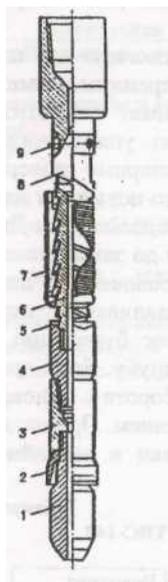


Рис.13.Труболовка внутренняя спиральная РГВС-14Ф: 1-наконечник;2-уплотнение манжетное; 3,4-персводники; 5-кольцо расцепное, 6-хор-лус; 7-втулка захватная; 8-втулка управляющая; 9-винт спиральный

Для освобождения труболовки необходимо:

- опустить труболовку на 0,5-1 м, тем самым сместив корпус труболовки вниз;
- вращением труболовки вправо на 2-3 оборота свинтить вниз захватную втулку, при этом она упрётся корпусом в расцепное кольцо, которое при вращении вправо исключает заклинивание захватной втулки при подъёме бурильной колонны;
- последующим подъёмом бурильной колонны извлечь труболовку из скважины.

Труболовка ТНП (рис.14) предназначена для извлечения из скважины бурильных и обсадных труб диаметром 114 и 125 мм. В нижней части корпуса 2 труболовки имеется кольцевая выточка для размещения конуса 7; выступ в нижней части шпинделя 3 предназначен для ограничения движения втулки 4 с цангой б.

В шпинделе имеются гнёзда для шпонки 5 и отверстие для прокачивания промывочной жидкости. Втулка имеет наружную резьбу; паз под шпонку внутри втулки обеспечивает свободное перемещение втулки вдоль шпинделя и передачу крутящего момента цанге. Труболовку спускают на бурильных трубах до торца извлекаемой трубы, которая заводится внутрь труболовки до упора в цангу 6. Так как внутренний диаметр ловильной резьбы цанги меньше наружного диаметра извлекаемой трубы, цанга с втулкой устанавливается на торце трубы. При дальнейшем спуске труболовки торец втулки 4 упирается в торец переводника 1, а втулка с цангой надвигается на трубу, охватывая её поверхность ловильной резьбой. Цанга перемещается по поверхности трубы до упора в переводник и заклинивается уплотнительным элементом 8, размещённым в воронке 9; для отсоединения от извлекаемой трубы труболовку опускают. Конус отходит от цанги, которая перемещается по резьбе втулки вверх и фиксируется в верхнем положении, исключая посадку цанги в конус. После вращения труболовки на 5-8 оборотов её поднимают.

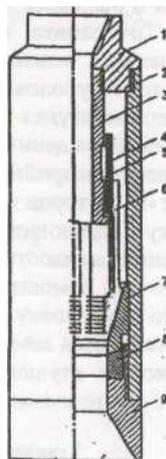


Рис.14. Труболовка наружная освобождающаяся (ТНП): 1-переводник; 2-корпус; 3-шпиндель; 4-втулка; 5-шпонка; 6-цанга; 7-конус; 8-уплотнительный элемент; 9-воронка

## **ТРУБОЛОВКА НАРУЖНАЯ СПИРАЛЬНАЯ ОСВОБОЖДАЮЩАЯСЯ (ТНС)**

Труболовка ТНС (рис.15) предназначена для захвата за наружную часть и извлечение из скважины оставшихся в ней труб. Корпус труболовки имеет внутренние спиральные наклонные поверхности с левым направлением витков, по которым перемещается захватывающая втулка цангового зажима с аналогичными спиральными витками по наружной поверхности. В нижней части корпуса размещены фрезер и уплотнения. Принцип работы труболовки такой же, как и труболовки ТВС-140.

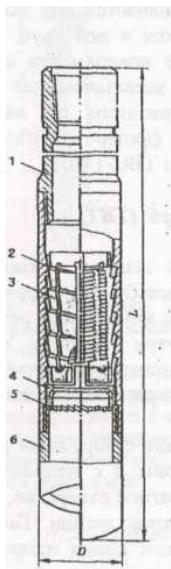


Рис.15. Труболовка наружная освобождающаяся (ТНС): 1-переводник; 2-корпус; 3-втулка захватывающая; 4-уплотнение; 5-фрезер; 6-воронка

## **ТРУБОЛОВКА ДЛЯ ВЕДУЩИХ ТРУБ (ТВТ)**

Труболовка ТВТ (рис.16) предназначена для захвата и извлечения ведущих труб. Переводник 1 имеет сверху замковую резьбу для соединения с корпусом 2. Последний представляет собой цилиндр с внутренней резьбой у концов с переводником и направлением 4. Внутри корпуса имеется цилиндрическая расточка, которая оканчивается выступом, ограничивающим перемещение цанги 3 вверх. Цанга состоит из кольца, удерживающих пластин и захватывающих клиньев.

Направление представляет собой корпусную деталь с наружной резьбой на концах для соединения с корпусом с одной стороны и с направляющей воронкой- с другой. Внутри направления имеется квадратное отверстие, стенки которого имеют наклонные пазы, углубляющиеся в края детали. По

пазам перемещаются захватывающие клинья цанги. С другого конца направление имеет коническую проточку для обеспечения ввода извлекаемой ведущей трубы внутрь труболовки. Труболовка обеспечивает захват ведущей трубы на любом расстоянии от её верхнего конца и допускает отвинчивание ведущей трубы. В последнем случае труболовка спускается на трубах с левой резьбой и должна иметь левую резьбу во всех соединениях. Собранный труболовку опускают на бурильных трубах до ведущей трубы. Проворотом и спусками последнюю заводят внутрь труболовки до упора в переводник. Так как расстояние между захватывающими клиньями меньше сторон квадрата ведущей трубы, цанга устанавливается на её корпус. При дальнейшем спуске труболовки цанга упирается в выступы на корпусе, клинья разжимаются и ведущая труба доходит до упора в переводнике. При последнем подъёме труболовки направление доходит до цанги и наклонными пазами зажимает клинья, в которых находится ведущая труба.

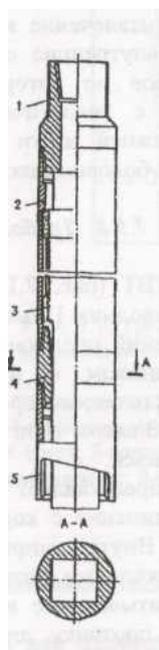


Рис. 16. Труболовка для ведущих труб (ТВТ)

## **ФРЕЗЕРЫ**

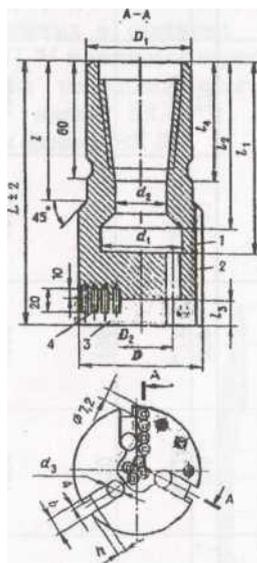
### **ФРЕЗЕРЫ ЗАБОЙНЫЕ (ФЗ)**

Фрезеры забойные (рис.17) предназначены для торцевого разрушения металлических предметов, оставленных в скважине. ФЗ режущего типа изготавливаются по ОСТ 26-02-1011-74 и являются неразборной конструкцией. Торцовая часть ФЗ запрессована режущими пластинами из

металло-керамического твёрдого сплава марки ВК-8 и заправлена припоем, армированным дроблёным твёрдым сплавом ВК-8.

Режущие кромки промывочных пазов наплавлены твердым сплавом релит. Присоединительная замковая резьба нарезана по ГОСТ 5286-75. Фрезеры изготавливают с правой и левой присоединительными резьбами. Левые резьбы имеют два пояска.

Фрезерами забойными рекомендуется работать с металлоуловителями, которые после каждого подъёма проверяют дефектоскопом.



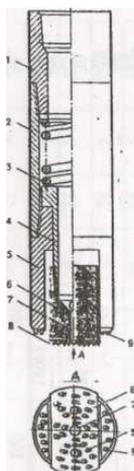
**Рис.17. Фрезер забойный (ФЗ).**

1-корпус; 2-наплавка релита; 3-истирающий участок фрезера; 4-режущие пластины

## ФРЕЗЕР ТОРЦОВЫЙ (ФТ)

Фрезер торцовый ФТ предназначен для разрушения металлических предметов в скважине (переводники, долота, трубы). Он состоит (рис. 18) из переводника 1, разъёмного корпуса 2 и 5, пружины 3, штока 4, режущей головки 6, циркуляционного канала 7, резцов 8 и штырей 9 из твёрдого сплава.

Отличительная особенность ФТ - наличие подпружиненной головки, улучшающей работу фрезера и обеспечивающей постоянный контакт с фрезеруемым предметом. Принцип работы фрезера торцового подобен работе фрезера забойного. Нагрузка на 1 см диаметра режущей головки составляет 0,5-0,6 кН, а упорные торцы - 15-25 кН. Частота вращения ФТ при работе на забое 40-60 об/мин при подаче насосов 8-12 л/с.

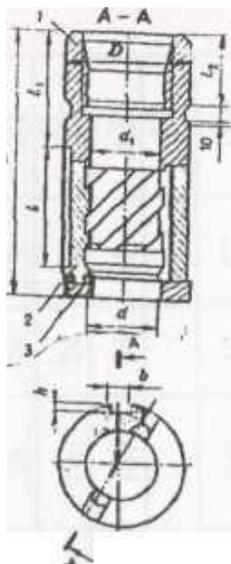


**Рис. 18. Фрезер торцовый (ФТ):**

1-переводник; 2,5-разъёмный корпус;  
3-пружина; 4-шток; 6-режущая головка;  
7-циркуляционный канал; 8-резцы  
9-штыри из твердого сплава

## ФРЕЗЕР КОЛЬЦЕВОЙ (ФК)

Фрезер кольцевой ФК предназначен для фрезерования прихваченных бурильных и насосно-компрессорных труб и насосных штанг. Он представляет собой (рис. 19) составную конструкцию, состоящую из головки 2 с присоединительной резьбой под соответствующие трубы, корпуса 1 с винтовыми пазами внутри и режуще-истирающим участком 3 на торце, армированным дроблёным ВК-8. Фрезеры изготавливаются как правыми, так и левыми. Направление винтовых пазов корпуса - обратное направлению присоединительной резьбы головки. Частицы дроблёного твёрдого сплава ВК-8 не должны выступать из-под припоя.



**Рис. 19. Фрезер кольцевой (ФК):**

1 - корпус; 2 - головка; 3 - режуще-истирающий участок

## КОМПЛЕКС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА (КРИЗ)

Комплекс режущего инструмента предназначен для вскрытия "окна" в обсадной колонне и последующего забуривания через него нового ствола скважины. Криз состоит из фрезера-райбера (рис. 20) и фрезера-долота (рис. 20). С помощью первого прорезается "окно" в обсадной колонне и благодаря направляющему штоку достигается плавный выход фрезера-райбера из колонны. Фрезером-долотом калибруются "окно" и часть ствола за ним.

Рабочие поверхности фрезера-райбера оснащены зубьями из твердосплавных пластин, а шток наплавлен релитом. Фрезер-райбер и фрезер-долото в верхней части корпуса имеют муфту с замковой резьбой для соединения с бурильной колонной. Комплекс работает следующим образом: спуском фрезера-райбера прорезают "окно" в обсадной колонне на длину до 1 м, а затем фрезером-долотом фрезеруют и калибруют "окно" необходимого профиля. Фрезер-райбер и фрезер-долото - комплексные конструкции.

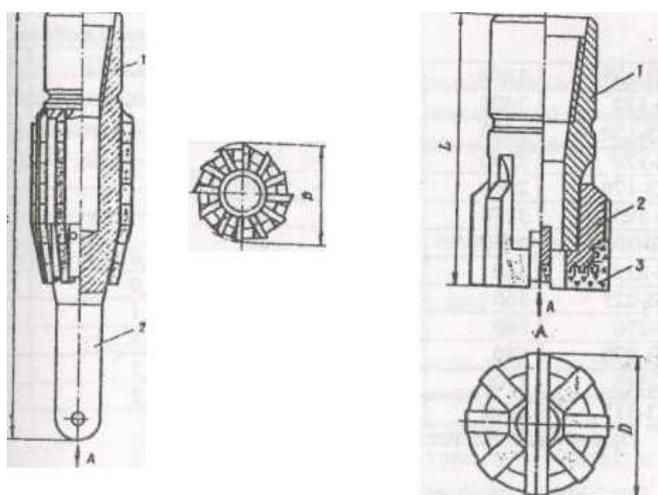


Рис. 20. Фрезер-райбер и фрезер-долото

### **ФРЕЗЕРЫ-ЛОВИТЕЛИ МАГНИТНЫЕ**

Фрезеры-ловители предназначены для извлечения из скважин металлических предметов, обладающих ферромагнитными свойствами, как путём прямого их захвата, так и с предварительным обуриванием. Эти фрезеры изготовляют двух видов: без механического захвата ФМ (рис. 21, а) и с механическим захватом ФМЗ (рис. 21, б). Магнитными фрезерами следует работать со шламометаллоуловителями с целью захвата неферромагнитных предметов (зубьев, штырьевых долот, предметов из легких сплавов и т.д.).

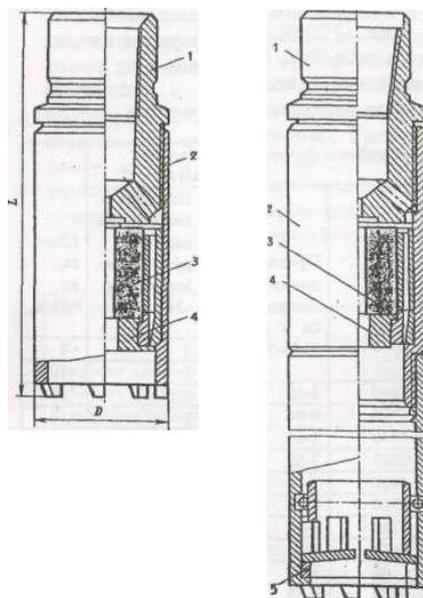
Перед спуском фрезера-ловителя необходимо определить его подъёмную силу, прикладывая к магниту и отрывая от него предмет, аналогичный извлекаемому. Не доходя 10-15 м до извлекаемого предмета, необходимо включить циркуляцию и спускать в дальнейшем с промывкой при подаче насосов 12-20 л/с, частоту вращения держать в диапазоне 20-60 об/мин.

Для лучшего извлечения предметов с забоя надо тщательно промыть скважину. Следует помнить, что ловители хорошо притягивают металлические предметы, если они находятся на расстоянии 1-2 см от полюса.

Перед подъёмом вращение фрезера останавливают и одновременно опускают, чтобы получить контакт с извлекаемым предметом. После отрыва от забоя на 10-25 м производят повторное нагружение (повышение нагрузки не должно превышать 50 кН), а перед подъёмом выключают циркуляцию

промывочной жидкости. При подъёме не допускаются резкие посадки и торможения.

После подъёма фрезер освобождают от металлических предметов и промывают. Разбирать фрезер-ловитель запрещается, так как это приводит к его размагничиванию. Ловители магнитные изготавливают согласно требованиям ОСТ 26-16-1606-78.



**Рис. 21 Фрезер-ловитель магнитный:**

а-типа ФМ; б-типа ФМЗ; 1-переводник; 2-корпус; 3-магнитная система; 4-нижний полюс магнита; 5-захватный узел

## **УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ С ЗАБОЯ МЕЛКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ**

### **ПРЕДМЕТОВ**

#### **ПАУК ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЙ**

Паук гидромеханический (рис. 22) предназначен для очистки забоя от металлических предметов. Он состоит из переводника 1, в верхней части которого установлен кожух 2, образующий вместе с переводником 1 шламометаллоуловитель, а по бокам имеющий отверстия 3 и 4 для установки стопорных шпилек и прохождения промывочной жидкости. Внутри переводника 1 размещён поршень 5, который верхней частью связан с корпусом захвата 7. В пазы 6 последнего вставлены подвижные захватывающие зубья 9, перекрытые накладками 10.

Паук гидромеханический работает следующим образом. Собранный в транспортное положение паук спускают в скважину на бурильных трубах;

когда до забоя остаётся 15 м, восстанавливают циркуляцию и осторожно опускают при вращении без нагрузки до забоя. Почувствовав забой, бросают в колонну шар 11 и вращают колонну на самой наименьшей частоте вращения ротора. Скважину углубляют с небольшой разгрузкой паука при этом шар садится в седло, поршень под давлением промывочной жидкости срезает шпильки 8 и толкателем выводит подвижные захватывающие зубья 9, которые перемещаясь по пазам и смыкаясь в центре, захватывают металл на забое. Поднятые над забоем во время промывки скважины металлические предметы попадают в шламометаллоуловитель. Циркуляция промывочной жидкости возможна через циркуляционные отверстия 4. Поднятый паук разбирают, захватывающие зубья с помощью винтового домкрата возвращают в исходное положение. Очищенный от шлама и металла паук собирают, смазывают и готовят к следующему применению.

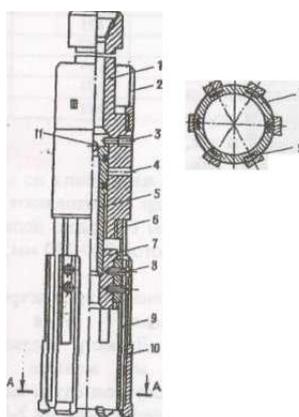


Рис. 22. Паук гидромеханический

### **ТРУБНЫЙ ПАУК**

Трубные пауки (рис. 23) предназначены для извлечения из скважины металлических предметов: лап, шарошек, кувалд и др. Изготавливают трубные пауки из обсадной трубы длиной 1,5-2,5 м так, чтобы её можно использовать повторно. В нижней части трубы нарезают зубья высотой 200-350 мм, которые потом подвергают обжигу.

Для предотвращения преждевременного загиба отдельные зубья делают бочкообразными. Диаметр паука должен быть на 30-50 мм меньше диаметра скважины. Перед спуском паука желательно проработать ствол скважины на 2-3 м выше забоя и затем углубить скважину на 0,3-0,5 м пикообразным долотом. После этого на забой спускают паук и создают нагрузку на него. Зубья паука сходятся, металлические предметы находящиеся на забое, вместе с частью породы заходят внутрь и остаются в пауке.

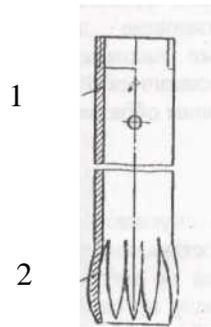
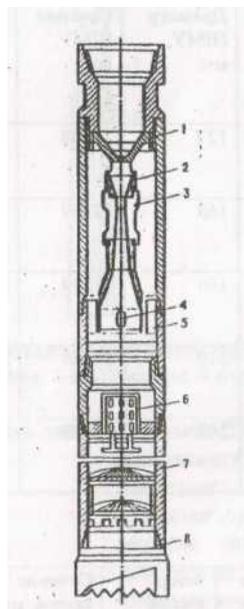


Рис.23. Трубный паук: 1-корпус; 2-зубья

### **ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЛОВИТЕЛИ МЕЛКИХ ПРЕДМЕТОВ**

Гидравлический ловитель (рис. 24) применяется для извлечения мелких предметов из скважины. Его работа основана на заталкивании обратной циркуляцией внутри устройства предметов, находящихся в скважине, потоком промывочной жидкости. Гидравлический ловитель работает следующим образом. После присоединения ведущей трубы за 10-15 м от забоя восстанавливается циркуляция промывочной жидкости. Вращая ловильный инструмент, спускают его до извлекаемых предметов. Ловителем на забое работают в течение 10-15 минут с интенсивной циркуляцией, периодически поднимая его над забоем.

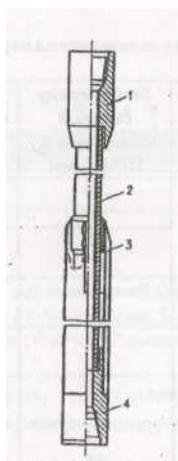


**Рис. 24. Металлоуловитель:**

1-сопло насоса; 2-горловина; 3-диффузор; 4-каналы; 8-воронка; 6-фильтр; 7-каналы вертикальные; 5-переводник

## ШЛАМОМЕТАЛЛОУЛОВИТЕЛИ

При ликвидации аварий в скважине во время удаления металлических предметов в компоновке с ловильным инструментом (ловителем магнитным и фрезерами) рекомендуется использовать шламометаллоуловители ШМУ-О или ШМУ-З открытого и закрытого типов, нашедшие широкое применение при очистке забоя от мелких металлических предметов (шариков и роликов опор долот, зубьев, мелких узлов кернорвателей, твердосплавных штырей долот и т.д.), особенно перед спуском алмазных долот. Шламоуловитель ШМУ-О конструкции ВНИИБТ (рис. 25) представляет собой вал, к которому с помощью трубной резьбы присоединяются трубный переводник и переводник-база. К последнему с помощью левой трубной резьбы присоединяется кожух. Длина кожуха на 1-1,5м меньше длины вала для обеспечения выпадения металла в карман ШМУ. Общая длина ШМУ ~ 8м. Выпадение металла происходит в связи с уменьшением скорости восходящего потока промывочной жидкости в местах увеличения кольцевого зазора. Поднятый с забоя металл улавливается кожухом.



**Рис. 25. Шламометаллоуловитель типа ШМУ-О:**  
1-трубный переводник; 2-вал; 3-кожух; 4-переводник-база

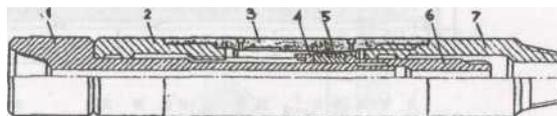
## УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАРНЫЙ МЕХАНИЗМ (ГУМ)

Гидравлический ударный механизм предназначен для ликвидации прихватов бурильных и обсадных колонн, испытателей пластов и так далее путем нанесения ударов, направленных снизу вверх либо сверху вниз в зависимости от сборки механизма. Он состоит (рис. 26) из шпинделя 1, переводников 2 и 7, цилиндра 3, имеющего две камеры разного сечения, бойка, 4, поршня 5 и штока 6. Вся система ГУМ герметизирована и заполнена маслом. Для работы с ГУМ отсоединяют неприхваченную часть колонны от

прихваченной с помощью ловильного инструмента, а если верх извлекаемой колонны оканчивается замковой резьбой нижнего переводника 7, то ГУМ соединяют с аварийной колонной. Закреплению замковой резьбы переводника 7 способствует наличие шлицевой пары у переводника 2 и шпинделя 1. Затем натягивают бурильную колонну с усилием, превышающим её вес на 200-500 кН. Вначале скорость шпинделя с поршнем будет небольшой, так как он движется вверх за счёт перетока масла из верхней полости (большой) в нижнюю (малую) через три последовательных отверстия. Пройдя 213 мм, поршень попадает в цилиндр 3 с продольными пазами. При этом площадь сечения для прохода масла из большой полости в малую увеличивается почти в 200 раз. Масло свободно перетекает вниз, шпиндель 1 мгновенно перемещается вверх и бойком 4 ударяет по нижнему концу переводника 2. Этот удар передаётся прихваченному инструменту через корпус цилиндра 3 и переводник 7. Для повторного удара перегоняют масло из нижней (малой) полости цилиндра в верхнюю, для чего на шпиндель дают основную нагрузку 10-20 кН, направленную вниз. ГУМ готов к повторному удару.

Для осуществления ударов, направленных вниз, ГУМ разбирают, цилиндр 3 вместе с поршнем 5 переворачивают и снова собирают.



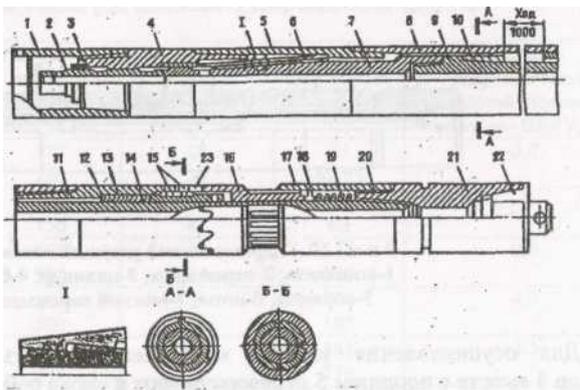
**Рис. 26. Гидравлический ударный механизм:**

1-шпиндель; 2-переводник; 3-цилиндр; 4-боек; 5-поршень; 6-шток; 7-нижний переводник

### **ВОЗБУДИТЕЛЬ УДАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

Возбудитель ударных колебаний (рис. 27) предназначен для ликвидации прихватов всех групп, за исключением прихватов, вызванных обвалами и осыпями горных пород и седиментацией твёрдой фазы.

Принцип работы возбудителя ударных колебаний (ВУК) основан на импульсно-динамическом воздействии на прихваченные трубы за счёт расцепления в геликоидальной резьбовой нарезке 1 при прохождении нагрузки. При этом шток 9 смещается на величину хода и блок-боёк 10 ударяется об уступ втулки 11. Удар передается через присоединительный переводник 4 прихваченному инструменту.



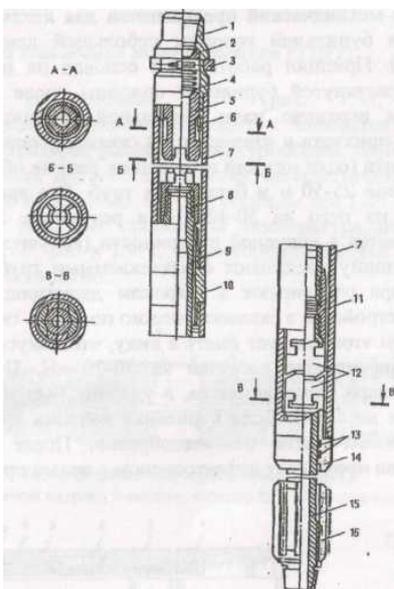
**Рис. 27. Возбудитель упругих колебаний (ВУК):**

1-колпак предохранительный; 2-регулирующий винт; 3-контргайка; 4-переводник присоединительный; 5-корпус-ная втулка; 6-муфта; 7-ниппель; 8-корпусный патрубок; 9-шток; 10-кольцо-боек; 11-втулка; 12-кольцо опорное; 13-манжета уплотнительная; 14-кольцо нажимное; 15-винт; 16-полумуфта кулачковая подвижная; 17-

штифт; 18-гайка; 19-пружина; 20-гильза; 21-переводник присоединительный верхний; 22-пробка предохранительная; 23-гайка манжетная

### ЯСС УДАРНО-ВИБРАЦИОННЫЙ

Ясс ударно-вибрационный конструкции АзНИПИ нефти предназначен для освобождения ударами с вибрированием прихваченной колонны при вращении её под натяжением (рис. 28). После отсоединения от прихваченной части колонны неприхваченных труб в скважину до торца извлекаемых труб опускают ясс. Затем под нагрузкой шпindel 15 заводят внутрь корпуса ясса на длину свободного хода и вращением вправо присоединяют к прихваченной колонне. При этом кулачки отбойной муфты 5 под действием пружин 4 заходят в зацепление с кулачками головки 8. Для освобождения буровой колонны её приподнимают на длину свободного хода ясса, затем резким опусканием буровой колонны наносят удары ударником 14 по наковальне 16. Осевые удары чередуют с вибрированием, для чего неприхваченную колонну натягивают с силой, превышающей её вес на возможно большую величину, и вращают. Во время вращения наклонные кулачки наконечников 12, приподнимаясь создают дополнительные силы натяжения и, соскакивая с кулачков, испытывают ударную нагрузку, которая затем через шпиндели и наковальню передаётся прихваченным трубам. Вовремя вращения буровой колонны с вибрацией структура в затрубном пространстве разрушается и буровая колонна освобождается.



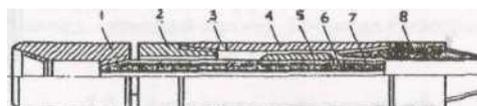
**Рис. 28. Ясс ударно-вибрационный:**

1-переводник; 2-кольцо; 3-хомут; 4-пружина; 5-муфта отбойная; 6-винты; 7-кожуха; 8-головка ударная; 9-шпindel верхний; 10-муфта соединительная; 11-муфта; 12-наконечник; 13-уплотнение; 14-ударник; 15-шпindel; 16-наковальня

## ЯСС МЕХАНИЧЕСКИЙ

Ясс механический предназначен для ликвидации заклинивания долот и элементов бурильной колонны небольшой длины ударами вверх (рис. 29). Принцип работы ясса основан на использовании потенциальной энергии растянутой бурильной колонны после рассоединения конусов паза. При этом верхнюю часть бурильной колонны отсоединяют над верхней границей прихвата и извлекают. В скважину опускают колонну из ловильного инструмента (если нижний переводник ясса не обеспечивает соединения), ясса, УБТ длиной 25-50 м и бурильных труб. Ясс вращают, одновременно снижая нагрузку на него на 30-40 кН, в результате конусная поверхность штока заклинивается в конусной поверхности (конусность Г) нижнего переводника. Затем колонну соединяют с извлекаемыми трубами и уменьшают нагрузку. Силу удара регулируют в широком диапазоне; увеличением нагрузки при зарядке устройства в скважине можно получить силу удара 100-800 кН.

При этом следует иметь в виду, что конусная пара рассоединяется, если сила удара меньше нагрузки на 30-70 кН. При последующем натяжении конусная пара рассоединяется, и ударник бьет по торцу упора. Число ударов доводится до 50-70. Если бурильная колонна при этом не освобождается, то работы яссом вести нецелесообразно. После 100 ударов все резьбовые соединения проверяют дефектоскопом с целью предупреждения поломок ясса.



**Рис. 29. Ясс механический:**

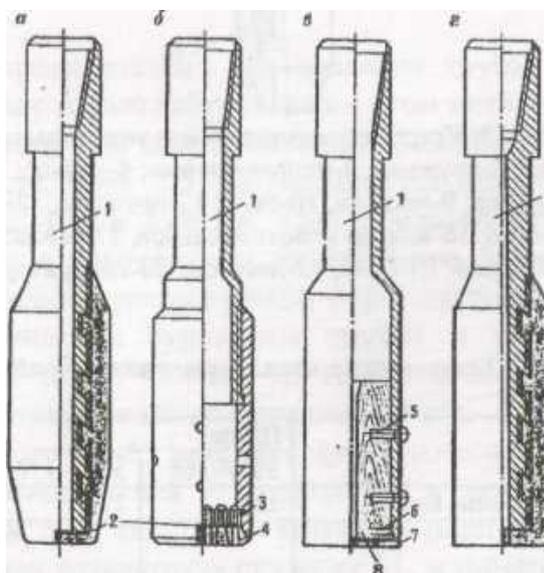
1 - переводник; 2-упор; 3-отверстие; 4-корпус; 5-съемный ударник; 6-шток круглого сечения; 7- конусная поверхность; 8-нижний переводник

## ПЕЧАТИ

Печати различных видов применяют для определения места и характера нарушения обсадной колонны, а также для получения информации о предмете, находящемся в скважине. Наибольшее распространение получили свинцовые печати. Печати свинцовые предназначены для получения на торцевой или боковой поверхности отпечатков предметов, находящихся в скважине. Наиболее употребительные типы свинцовых печатей приведены на рис. 30. Для определения поверхности смятия или разрыва обсадных труб используют коническую печать (рис. 30, а) - металлический стержень с отверстием внутри для промывочной жидкости и с кольцевыми проточками для прочной связи свинца с корпусом. В верхней части печати имеется резьба

для присоединения к бурильной колонне. Для определения характера слома бурильных труб и положения их в скважине применяют плоские печати (рис. 30, б,г). С помощью плоских печатей определяется также положение долота и металлических предметов, находящихся на забое.

Если вместо свинца используется другой материал, то его прикрепляют к деревянной пробке, установленной в корпус (рис. 30, в). Диаметр печати должен быть на 25 мм меньше диаметра скважины. Для получения отпечатка нагрузка на печать должна быть 15-50 кН. При изготовлении торцевой и боковой печатей по всей поверхности перед заливкой свинцом или другим вязущим материалом делают проволочную арматуру. Для получения отпечатков с внутренней поверхности обсадных и бурильных труб диаметром 146 и 168 мм применяют гидравлическую печать (ПГ).



**Рис. 30. Печати свинцовые:**

а-коническая; б, в, г-плоские; 1-корпус; 2-свинец; 3-фланец; 4-проволочная основа; 5-винт; 6-гвоздь; 7-алюминиевая оболочка; 8-пробка деревянная

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:**

1. Студентам представлена лекция-презентация по современному ловильному оборудованию отечественного и зарубежного производства.
2. Ознакомление с выставочными образцами ловильного оборудования, представленного на кафедре «Бурение нефтяных и газовых скважин».
3. В тетради студенты пишут отчёт по схеме: **НАИМЕНОВАНИЕ ЛОВИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**→ **ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ** →**КОНСТРУКЦИЯ**→**ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ**.

Список использованных источников:

1. Тренажёр-имитатор проводки скважин АМТ 231. Описание задач. Руководство пользователя, ЗАО «АМТ» Санкт-Петербург, 2007 (электронный учебник (установлен на каждом компьютере учебного класса)).
2. Сервер тренажеров АМТ-20. Руководство инструктора. ЗАО «АМТ» Санкт-Петербург, 2007 (электронный учебник).
3. Аварии при бурении скважин и их ликвидация: Учеб.пособ/А.М.Изосимов; Самар.гос.техн.ун-т/Самара, 2006, 96с.