

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине «Оборудование для
капитального ремонта скважин»
для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и
технологии
специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическое занятие 1 Выбор вышки	5
2. Практическое занятие 2 Талевая система	9
3. Практическое занятие 3 Оборудование, применяемое для вращения инструмента	14
4. Практическое занятие 4 Расчёт нагрузки на подъёмный крюк, ос- настки талевой системы	22
5. Практическое занятие 5 Райберы и фрезеры	25
6. Практическое занятие 6 Ловильные инструменты	28
7. Практическое занятие 7 Оборудование, применяемое при гидрав- лическом разрыве пласта (ГРП) ...	35
Литература.....	40

**Выбор вышки, оборудования и оснастки талевой системы
для производства работ в скважине**

Выбор необходимой установки, оборудования и инструмента для ремонта скважин производят исходя из категории ремонта и вида предстоящих работ. Для ремонта скважин используются стационарные вышки, передвижные установки, мачты. Основным критерием для выбора типа установки и оборудования является их грузоподъёмность и высота. В процессе ремонтных работ на вышку (мачту) действуют вертикальные и горизонтальные нагрузки. Выбор вышки производят по вертикальным нагрузкам, для чего определяют их максимальное значение, которое может испытывать вышка в процессе ремонта скважины.

Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности (РД 08-200-98) допустимая нагрузка на крюке не должна превышать 0,6 величины от расчётной массы бурильной колонны; 0,9 – от расчётной массы обсадной колонны; 1,0 – от величины указанного параметра при ликвидации прихвата.

Задача 1.1. Выбрать вышку, оборудование и оснастку талевой системы для производства работ в скважине, восстанавливаемой методом зарезки и бурения второго ствола. Исходные данные приведены в таблице 1.1.

Порядок решения задачи:

1. Определяем максимальную вертикальную нагрузку, действующую на вышку, по формуле:

$$P_{max} = P_{кр} + P_{хк} + P_{нк} + P_{тс}, \quad (1.1)$$

где $P_{кр}$ – максимальная нагрузка, действующая на крюк, кН;

$P_{хк}$, $P_{нк}$ - натяжение, соответственно, ходового и неподвижного концов талевых канатов, кН;

P_{mc} - вес талевой системы, кН.

2. Определим вес наиболее тяжёлой колонны бурильных или обсадных труб, спускаемых в скважину по формуле:

$$G = q_{BT}L + q_{з(М)}(L/l) + q_{УБТ}l_{УБТ}, \quad (1.2)$$

где: q_{BT} – вес 1 м бурильной трубы, Н;

L – длина колонны бурильных труб, м;

$q_{з(М)}$ – вес замка БТ или муфты ОК, соответственно, Н;

l – средняя длина трубы, м;

$q_{УБТ}$ – вес 1 м УБТ, Н;

$l_{УБТ}$ – длина УБТ, м.

3. Определим вес обсадной колонны («хвостовика») по формуле:

$$G = \left(q_{BT}L_{BT} + q_3 \frac{L_{\delta m}}{l} \right) + \left(q_{OK}L_{OK} + q_M \frac{L_{OK}}{l} \right), \quad (1.3)$$

где L_{BT} – длина БТ, на которых спускается "хвостовик", м;

L_{OK} – длина "хвостовика", м;

q_{OK} – вес 1м ОК, Н.

4. Из (1.2) и (1.3) определяем вес наиболее тяжёлой компоновки.

5. Определим статическую нагрузку, действующую на крюк, с учётом облегчения веса БТ в буровом растворе по формуле:

$$P_{KP} = kG_K \left(1 - \frac{\rho_{БР}}{\rho_M} \right), \quad (1.4)$$

где k – коэффициент, учитывающий затяжки и прихваты колонны

($k = 1,25 \div 1,30$);

G_K – вес наиболее тяжёлой колонны, кН;

$\rho_{БР}$ и ρ_M – плотность, соответственно, бурового раствора и материала труб, кг/м³; ($\rho_M = 7850$ кг/м³).

Таблица 1.1 – Исходные данные для выбора вышки, оборудования и талевой системы

№ п/п	Проект- ная глу- бина, м	Диаметр э/колонны , мм	Интервал вскрытия "окна", м	Диаметр, толщина стенки БТ, мм	Диаметр, длина УБТ, мм/м	Диаметр и длина "хвосто- вика", мм/м
1	1800	245	1600-1605	114/10	140/25	146/200
2	1810	168	1605-1610	102/10	114/30	140/250
3	1820	146	1610-1615	89/9	114/20	114/300
4	1830	168	1627-1630	89/11	108/25	114/230
5	1840	245	1620-1625	114/11	140/20	146/300
6	1850	146	1625-1630	102/9	114/20	114/100
7	1860	245	1630-1635	114/9	140/30	146/100
8	1870	168	1635-1640	114/8	114/40	140/100
9	1880	146	1645-1655	102/8	114/25	114/150
10	1890	245	1655-1665	114/7	140/35	146/150
11	1900	168	1665-1670	114/10	114/35	140/150
12	1910	146	1670-1675	114/9	114/40	114/200
13	1920	245	1675-1680	114/11	140/40	140/200
14	1930	168	1680-1685	114/9	114/45	114/250
15	1940	146	1685-1690	102/7	114/45	114/300
16	1950	245	1695-1700	114/11	140/45	140/250
17	1960	168	1700-1710	114/8	114/50	114/350
18	1970	146	1710-1715	102/8	114/25	114/400
19	1980	245	1715-1720	114/10	140/50	146/250
20	1990	168	1720-1730	114/9	114/55	114/400

* плотность бурового раствора – 1200 кг/м³

6. Исходя из максимальной нагрузки на крюке выбираем тип подъёмника для производства ремонтных работ.

7. Определяем вес талевой системы по формуле:

$$P_{TC} = q_{KB} + q_{TB} + q_{KP}, \quad (1.5)$$

где q_{KB} – вес кронблока, кН;

q_{TB} – вес талевого блока, кН;

q_{KP} – вес крюка, кН.

8. Определим число струн оснастки талевой системы по формуле:

$$n = \frac{P_{KP}}{P_{ITK} \eta_{TC}}, \quad (1.6)$$

где P_{ITK} – наибольшее тяговое усилие на набегающем конце талевого каната на I скорости подъёмника (лебёдки), кН;

η_{TC} – к.п.д. талевой системы, зависящий от числа шкивов кронблока и талевого блока (см. табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Зависимость к.п.д. от числа шкивов

Число шкивов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КПД (η_{TC})	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81

Согласно расчёта (1.6) принимается оснастка талевой системы.

9. Определяем допустимую глубину бурения второго ствола с учётом выбранной оснастки по формуле:

$$L_{don} = \frac{P_1(\beta^n - 1)}{q' \beta^n (\beta - 1)} - \frac{q_{УБГ} l_{УБГ}}{q'}, \quad (1.7)$$

где β – коэффициент, учитывающий трение в подшипниках шкивов и каната о шкивы ($\beta = 1,03$);

q' – вес 1 м БТ с учётом высадки концов и веса замков, Н.

Эксплуатация вышек и мачт.

В процессе эксплуатации вышек и мачт их следует периодически осматривать после установки; до и после транспортирования в собранном виде; перед производством сложных работ (ловильных, расхаживания прихваченного инструмента, спуска обсадной колонны и т.п.); после сильного ветра (на открытой местности свыше 8 баллов и в лесной – 10 баллов) и открытых нефтепроявлений.

При осмотре вышек и мачт особое внимание следует обращать на:

- 1) прямолинейность ног и зазоры в стыках труб.
- 2) состояние фундаментов (деформацию, трещины, коррозию и другие дефекты).
- 3) состояние сварных швов, диагональных тяг, балконов, лестниц, ограждений и оттяжек.

Необходимо следить за болтовыми соединениями всех узлов вышки или мачты – они должны быть надёжно затянуты и укреплены контргайками. Выявленные дефекты необходимо немедленно устранить.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Талевая система

Талевая система предназначена для кинематической и динамической связи между лебёдкой и поднимаемым грузом. Талевая система состоит из кронблока, талевого блока, крюка, талевого каната и направляющего ролика. С 1978 года производят оборудование талевой системы нового нормального ряда, в основу которого положены: высокая степень унификации между типоразмерами, а также отдельными видами изделий, простота и удобство обслуживания в промышленных условиях, безопасность и надёжность работы как отдельных узлов, так и оборудования в целом.

Талевые канаты выпускаются промышленностью различных конструкций и диаметров в зависимости от назначения, условий работы и предъяв-

ляемых к ним требований. Канаты различают по назначению, механическим свойствам, виду покрытий поверхности проволоки, способу и направлению свивки, типу касания проволоки. В обозначении каната указываются все его отличительные признаки. Например, канат грузовой диаметром 21 мм из проволоки марки I, оцинкованный по группе СС, левой односторонней свивки, нераскручивающийся, с временным сопротивлением разрыву проволоки 160 кгс/мм² по ГОСТ 7679-69 обозначается: канат 21,0-Г-1-СС-Л-ОН-160.

Правильный выбор конструкции талевого каната в подъёмных агрегатах имеет большое значение для его нормальной эксплуатации и этот выбор определяет также общую его массу, размеры и массу талевой системы, элементов лебёдки, вышки и всей установки в целом. Основное требование, предъявляемое к применяемым в подъёмных агрегатах стальным канатам – обеспечение заданного расчётного разрывного усилия при конструкции с оптимально-минимальным диаметром, минимальными массой и жёсткостью.

Рисунок 2.1. – Унифицированный кронблок (1.9)

Рисунок 2.2. – Унифицированный крюкоблок (1.12)

Таблица 2.1 – Техническая характеристика унифицированных кронблоков

Показатели	КБЭ-12,5	КБЭ-20	КБЭ-32	КБЭ-50	КБЭ-80	КБЭ-125
Грузоподъёмность, т	12,5	20	32	50	80	125
Число канатных шкивов	2	3	3	4	4	6
Диаметр канатных шкивов по дну жёлоба, мм	400	450	560	670	800	800
Диаметр талевого ка-	16,0	18,5	22,5	26,0	28,0	28,0

ната, мм						
Масса, кг	102	162	390	529	700	1120

Таблица 2.2 – Техническая характеристика унифицированных крюкоблоков

Показатели	КрБЭ- 12,5	КрБЭ- 20	КрБЭ- 32	КрБЭ- 50	КрБЭ- 80	КрБЭ- 125
Грузоподъёмность, т	12,5	20	32	50	80	125
Тип						
Диаметр зева основ- ного рога, мм	70	70	100	100	170	170
Радиус зева боковых рогов, мм	—	—	70	76	105	105
Расстояние между осями боковых ро- гов, мм	—	—	155	170	230	230
Число канатных шкивов	1	2		3		5
Диаметр канатных шкивов по дну жёло- ба, мм	400	450	560	670	800	800
Диаметр талевого каната, мм	16,0	18,5	22,5	26,0	28,0	28,0
Масса, кг	159	247	430	737	1450	2400

Эксплуатация талевой системы.

Для создания условий безопасности и безаварийной эксплуатации талевой системы необходимо обеспечить своевременный и правильный уход за ней, так как незначительные неисправности могут привести к серьёзным авариям и несчастным случаям.

Перед пуском талевой системы в работу необходимо проверить: плавность вращения канатных шкивов и степень износа канавок, лёгкость откидывания кожухов и надёжность их крепления, плавность поворачивания ствола крюка в стакане, исправность защёлки, надёжность крепления всех узлов, гаек, болтов, а также крепления кронблока к подкронблочным балкам, наличие смазки в подшипниках и шарнирах.

Таблица 2.3 – Карта смазки талевой системы

Место смазки	Применяемая смазка	Указания по смазке
Роликиподшипник канатных шкивов	Солидол УС-1 ГОСТ 1033-73 или солидол С ГОСТ 4366-76	Смазывать один раз в неделю, расход: по 200г на каждый шкив
Упорный шарикоподшипник крюка	—//—	Смазывать один раз в месяц, расход: по 500г
Шарнирное соединение серьги с корпусом крюка	—//—	Смазывать один раз в сутки, расход: по 20г
Шарнирное соединение зева крюка со стволом	—//—	Смазывать один раз в сутки, расход: по 20г
Защёлка крюка	—//—	Смазывать один раз в неделю
Стопор крюка	—//—	Смазывать один раз в неделю

Все замеченные неисправности должны быть устранены перед началом работы. В процессе эксплуатации талевой системы необходимо: проверять надёжность крепления всех узлов, при этом особое внимание следует обращать на надёжность крепления гаек и болтов; следить за износом канавок канатных шкивов; регулярно смазывать подшипники и шарнирные соединения; следить за чистотой смазки и за тем, чтобы не были загрязнены смазочные каналы; следить, чтобы канатные шкивы вращались свободно без заедания и шума в подшипниках; не допускать работы талевой системы при нагреве подшипников выше 70°C ; при обнаружении перегрева подшипники необходимо промыть керосином при помощи ручного насоса, а затем смазать; следить, чтобы канатные шкивы своими ребрами не задевали за кожух, а талевый канат при прохождении через прорези кожухов не задевал за их кромки; проверять лёгкость вращения крюка вокруг вертикальной оси и на пальце крепления к стволу.

При выявлении неисправностей или поломок в элементах талевой системы работы следует прекратить и произвести ремонт или замену неисправного оборудования. Работать с неисправным оборудованием категорически запрещается.

Таблица 2.4 – Возможные неисправности талевой системы и способы их устранения

Возможные неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
Кронблоки и талевые блоки		
Шкивы не вращаются	Поломка подшипников	Заменить подшипники
Шум в подшипниках шкива	Большой износ подшипников	Заменить подшипники
Ступицы шкивов сильно греются	Недостаточное количество смазки в подшип-	Добавить смазки

	никах	
	Загрязнённость смазки	Промыть маслопроводы и смазать свежей смазкой
Задевание реборд шкивов о кожух	Деформирован кожух	Выправить кожух
Крюки и крюкоблоки		
Не обеспечен рабочий ход крюка	Ослабла или сломалась пружина	Заменить пружину
Не закрывается защёлка зева крюка	Сломалась пружина или фиксатор	Заменить пружину или фиксатор
Не стопорится крюк	Сломалась пружина или фиксатор	Заменить пружину или фиксатор

Контрольные вопросы:

1. Назначение талевой системы.
2. Составные части талевой системы.
3. Талевые канаты.
4. Устройство кронблока.
5. Устройство талевого блока.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Оборудование, применяемое для вращения инструмента

К этому оборудованию относятся ротор и вертлюг. Ротор предназначен для вращения колонны бурильных труб при выполнении различных работ по капитальному ремонту скважин, удержания колонны бурильных труб в процессе спуско-подъёмных операций (СПО).

Ротор Р-200 представляет собой конический редуктор, ведомая шестерня которого посажена на стол. Стол, оснащённый устройством для стопорения, опирается на роликовый сферический опорный подшипник. Для привода ротора предназначен вал с малой конической шестерней. Корпус его представляет собой жёсткую конструкцию, внутренняя часть которой заполнена маслом. Вкладыши-зажимы для ведущей трубы фиксируются в столе с помощью защёлок.

Привод ротора осуществляется механическим (цепная или карданная передача) или гидравлическим способом (по схеме насос – гидравлический двигатель). Привод также может осуществляться от общего двигателя подъёмного оборудования. В этом случае предусматривается привод к ротору (звёздочка, кардан, гидропривод) и от индивидуального привода к ротору.

Таблица 3.1 – Техническая характеристика роторов

Показатели	Р-560 Ш-8	Р-410	Р-360	Р-200	Ротор агрегата А-50А
Максимальная статическая нагрузка на стол, тс	160	75	125	125	50
Передаваемая мощность, кВт	257,5	95,6	88,3	88,3	95,6
Допустимая частота вращения стола, об/мин.	320	250	300	300	300
Диаметр проходного отверстия стола, мм	560	410	360	200	142
Тип привода	цепной			цепной, карданный	гидравлический
Масса, кг	5000	2680	1230	880	

Эксплуатация роторов.

Перед пуском ротора в работу проверяют: правильность его монтажа; состояние стопорного устройства стола ротора (во время пуска и работы ро-

тора стопорное устройство должно находиться в открытом положении, так как включение ротора с закрытым стопорным устройством приведёт к поломке отдельных его узлов); состояние зубчатой передачи и подшипников путём вращения вручную ведущего вала (ведущий вал должен проворачиваться усилием одного рабочего плавно, без заеданий и толчков); состояние защёлок крепления вкладышей и зажимов (защёлки должны легко поворачиваться от действия одного рабочего); уровень масла и качество смазки в роторе, а также смазку трущихся поверхностей клиньев; состояние и надёжное крепление гаек, шпилек и пробок.

В процессе эксплуатации ротора проверяют: надёжность крепления всех узлов; следят за уровнем и качеством смазки в роторе; регулярно смазывают трущиеся поверхности и заменяют смазку согласно карте смазки; промывают поверхность стола ротора во избежание попадания бурового раствора в масляные ванны; следят, чтобы через уплотнение ведущего вала не протекало масло; следят за состоянием подшипников (при повышении температуры выше 70°C прекращают работу и устраняют причины перегрева подшипников); следят за исправностью стопорного устройства и защёлок.

Таблица 3.2 – Карта смазки ротора

Место смазки	Применяемая смазка	Указания по смазке
Ванна приводного вала	Индустриальное масло 45	Промывка керосином и заполнение ванны свежим маслом производится не реже 1 раза в 2-3 мес. Уровень масла контролируется щупом. По мере необходимости масло доливается.
Вспомогательная опора		
Коническое зацепление и основная опора		

Таблица 3.3 – Возможные неисправности при работе ротора

15
и способы их устранения

Возможные неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
Корпус ротора сильно нагревается	В масляной ванне недостаточно или много масла.	Добавить масло до уровня или слить излишнее масло.
	Загрязнённость масла.	Сменить масло. Проверить состояние уплотнений.
Односторонний нагрев ротора	Несовпадение оси вышки с центром стола ротора.	Проверить правильность центровки, произвести центровку.
Стол ротора при вращении вибрирует	Большой люфт в опорах стола.	Отрегулировать люфт.
Заедание стола ротора	Выход из строя опор стола ротора.	Направить ротор на ремонт.
Масло в ванне быстро загрязняется	Попадание в ванну промывочной жидкости.	Проверить исправность лабиринтного уплотнения.
Коническая пара работает с ударами	Неправильно отрегулирован зазор между зубьями конической пары.	Отрегулировать зазор между зубьями конической пары подбором прокладок под крышку приводного вала.
	Большой износ зубьев или их излом.	Направить ротор на ремонт.

Вертлюг – соединительное звено между талевой системой и буровым инструментом, подвешенным к вращающейся части вертлюга. Он обеспечивает свободное вращение инструмента и подачу промывочной жидкости через колонну труб к забою скважины.

Различают два типа вертлюгов: промывочные (ВП) и эксплуатационные (ВЭ). Промывочные вертлюги предназначены для нагнетания через них промывочной жидкости к забою скважины. Вертлюг подвешивают к элеватору таким образом, что масса колонны передаётся на элеватор через ствол вертлюга, минуя корпус, который воспринимает нагрузку только от давления прокачиваемой жидкости и массы промывочного шланга.

Таблица 3.4 – Техническая характеристика вертлюгов

Показатели	Тип вертлюга	
	ВП50×160	ВП80×200
Грузоподъёмность, тс	50	80
Диаметр проходного отверстия ствола корпуса, мм	60	75
Давление прокачиваемой жидкости, кгс/см ² :		
– пробное	160	200
– рабочее	240	300
Масса, кг	40	90

Эксплуатационный вертлюг ВЭ-50 состоит из двух частей: неподвижной и вращающейся. Неподвижную часть составляют корпус, крышка, серьга и отвод буровой трубы. К вращающейся части вертлюга относится ствол, установленный на трёх подшипниках, которые обеспечивают надёжное центрирование его относительно корпуса и восприятие осевой и радиальной нагрузок, возникающих при работе. В качестве основной средней опоры при-

менён упорный шариковый подшипник. Верхний подшипник – роликовый конический, нижний – подшипник скольжения.

Таблица 3.5 – Техническая характеристика вертлюгов типа ВЭ

Показатели	Тип вертлюга	
	ВЭ-50	ВЭ-80
Максимальная нагрузка на ствол, тс	50	80
Частота вращения ствола, об/мин	150	150
Диаметр проходного отверстия, мм	60	75
Максимальное давление прокачиваемой жидкости, кгс/см ²	160	200
Масса, кг	150	420

Эксплуатация вертлюгов.

Перед сборкой вертлюга с ведущей трубой необходимо проверить следующее:

1. Плавность вращения ствола. Ствол должен поворачиваться под действием усилия, приложенного одним рабочим к рукоятке ключа; если он не вращается, необходимо ослабить уплотнение внутренней трубы; если же и после этого ствол не проворачивается, то вертлюг отправить на ремонт.
2. Надёжность крепления горловины, крышки вертлюга и нижнего фланца.
3. Уровень и качество масла в вертикальном положении вертлюга. При необходимости масло добавляют или заменяют свежим.
4. Состояние нижнего уплотнения. При утечке масла через уплотнение, заменяют асбографитовые манжеты и севанитовые кольца. Полость севанитового уплотнения набивают густой смазкой.
5. Состояние штропа путем внешнего осмотра, его вращаемость и наличие смазки в пальцах.

В процессе эксплуатации необходимо проверять: надёжность крепления всех узлов вертлюга; состояние масла и его уровень в ванне; состояние подшипников, уплотнения и переводника. В случае повышения температуры подшипников выше 70°C прекращаются работы и устанавливаются причины перегрева.

Таблица 3.6 – Карта смазки вертлюгов

Место смазки	Применяемая смазка	Указания по смазке
Опоры вертлюга	Масло цилиндрическое	Масло заливается через отверстие в крышке. Масло меняется через 3 месяца работы, доливать по мере необходимости.
Пальцы штропа	Солидол УС-3	Смазывать один раз в смену ручным насосом.
Нижнее и верхнее уплотнения		

Таблица 3.7 – Возможные неисправности при работе вертлюга
и способы их устранения

Возможные неисправности	Причины неисправности	Способ устранения неисправности
Корпус вертлюга сильно нагревается	В масляной ванне много или недостаточно масла.	Долить масло до уровня или слить излишнее.
	Загрязнённость масла.	Сменить масло. Проверить состояние уплотнений.
	Неправильно отрегулирован люфт упорных подшипников.	Проверить регулировку.

Ствол вертлюга проворачивается с большим усилием или совсем не проворачивается.	Сильно зажаты сальниковые уплотнения.	Ослабить затяжку уплотнений не нарушая герметичности.
	Неправильно отрегулирован люфт упорных подшипников.	Отрегулировать люфт посредством вращения зажимной гайки верхнего упорного подшипника (за один оборот гайки люфт меняется на 2 мм).
	Разрушен сепаратор основного или верхнего упорного подшипника.	Направить вертлюг на ремонт.
Ствол вертлюга имеет большой радиальный люфт.	Центрирующие подшипники ствола изношены.	Направить вертлюг на ремонт.
Течь масла через нижнее уплотнение.	Недостаточно затянуты сальники.	Подтянуть сальники.
	Износ сальников.	Заменить сальники.
Течь жидкости через уплотнение.	Недостаточная затяжка манжет или их износ.	Подтянуть манжеты или поставить новые.
	Большой износ или промыв внутренней трубы.	Заменить внутреннюю трубу.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и устройство ротора.
2. Эксплуатация роторов.
3. Карта смазки роторов.

4. Конструкция вертлюгов.
5. Эксплуатация вертлюгов.
6. Карта смазки вертлюгов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Расчёт нагрузки на подъёмный крюк, оснастки талевой системы и рационального использования мощности подъёмника

Задача 4.1. Требуется определить вес груза на крюке, рациональную оснастку талевого каната и рациональное использование мощности подъёмника АЗИНМАШ-43П при следующих условиях работы: глубина подъёма НКТ $L = 4000$ м; диаметр труб $d = 73$ мм; вес 1 м труб с высаженными концами и муфтами $q = 95,5$ Н; вес подвижной части талевой системы (крюк, элеватор и талевый блок) $Q_0 = 5$ кН; длина одного колена труб $l = 16$ м; к.п.д. талевой системы $\eta_T = 0,86$.

Вес груза на крюке

$$Q = ql + Q_0 = 95,5 \cdot 4000 + 5 \cdot 10^3 = 387 \cdot 10^3 \text{ Н} \quad (4.1)$$

Число струн оснастки талевого каната определяется по величине усилия, развиваемого подъёмником на первой скорости

$$K = \frac{Q}{P_1 \eta_T}, \quad (4.2)$$

где Q – вес груза на крюке, кН;

P_1 – тяговое усилие подъёмника на первой скорости (Таблица 4.1), $P_1 = 73,5$ кН.

По формуле (4.2)

$$K = \frac{387 \cdot 10^3}{73,5 \cdot 10^3 \cdot 0,86} = 6,1.$$

Принимаем оснастку 3×4 .

Таблица 4.1 – Техническая характеристика подъёмника АЗИНМАШ-43П

Скорость подъёмника	Частота вращения барабана n , об/мин.	Тяговое усилие, кН	Средняя скорость намотки на барабан, м/с
I	35,0	73,5	0,88
II	58,3	44,5	1,46
III	96,0	27,0	2,42
IV	159,0	16,3	4,00

Определим число колен труб, которые следует поднимать на каждой скорости:

на первой скорости

$$Z_I = A \frac{n_I}{n_I} - B,$$

где
$$A = \frac{k\eta_T}{ql} P_1 = \frac{6,0 \cdot 0,86}{95,5 \cdot 1,6} \cdot 73,5 \cdot 10^3 = 248$$

$$B = \frac{Q_0}{ql} = \frac{5 \cdot 10^3}{95,5 \cdot 16} = 3,27$$

и
$$Z_I = 248 \cdot \frac{35}{35} - 3,27 \cong 245;$$

на второй скорости

$$Z_{II} = A \frac{n_I}{n_{II}} - B = 248 \cdot \frac{35}{58,3} - 3,27 \cong 146;$$

на третьей скорости

$$Z_{III} = A \frac{n_I}{n_{III}} - B = 248 \cdot \frac{35}{96,0} - 3,27 \cong 87;$$

на четвёртой скорости

$$Z_{IV} = A \frac{n_I}{n_{IV}} - B = 248 \cdot \frac{35}{159,0} - 3,27 \cong 51;$$

Общее число колен в колонне труб

$$Z = \frac{L}{l} = \frac{4000}{16} = 250.$$

Следует поднимать:

на первой скорости

$$Z_I - Z_{II} = 250 - 146 = 104 \text{ колена};$$

на второй скорости

$$Z_{II} - Z_{III} = 146 - 87 = 59 \text{ колен};$$

на третьей скорости

$$Z_{III} - Z_{IV} = 87 - 51 = 36 \text{ колен};$$

на четвёртой скорости поднимают оставшиеся 51 колено.

Таблица 4.2 – Варианты решения задачи

Исходные данные	1	2	3	4	5	6	7	8
Глубина спуска НКТ L , м	3900	3800	4000	4100	4000	4200	4000	3900
Диаметр трубы d , мм	73							
Вес подвешенной части талевой системы Q_3 , кН	5,0	5,5	5,1	5,0	5,2	5,3	5,4	5,1
Длина одного колена труб l , м	15	15,5	16	17	16,5	15,5	16	17
к.п.д. талевой системы η_m	0,85	0,87	0,86	0,85	0,86	0,87	0,84	0,85
Вес 1 м труб с высаженными концами и муфтами $q = 95,5 \text{ Н}$								

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

Райберы и фрезеры

Конусные райберы РК-1 предназначены для фрезерования внутренней поверхности верхнего повреждённого конца оставшихся в скважине насосно-компрессорных труб. Райбер – устройство с цилиндрическими и коническими участками с зубьями на их поверхности и сквозным отверстием для прохода промывочной жидкости. В верхней части райбер снабжён замковой резьбой для присоединения к бурильным трубам. Длина конусной части райбера обеспечивает фрезерование повреждённой трубы для последующего

спуска внутренней труболовки на глубину не менее 0,5 м. Райберы изготавливаются как с правой, так и с левой резьбой (рис. 5.1).

Для вскрытия "окна" в колонне, через которое в последующем предполагается бурить второй ствол, применяют комплект из трёх фрезеров-райберов типа ФРС, технологическая характеристика которых приведена в таблице 5.1. Райберы имеют форму усеченного конуса с продольными зубьями, усиленными пластинами из твёрдого сплава (рис. 5.2).

В целях ускорения процесса вскрытия "окна" в колонне вместо комплекта трёх фрезеров-райберов типа ФРС применяют комбинированный райбер, райбер-фрезер типа РПМ, универсальный райбер РУ, обеспечивающие за один рейс полное вскрытие "окна" в колонне.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика фрезеров-райберов ФРС

Шифр фрезера- райбера	Условный диаметр колонны	Основные размеры, мм			Масса, кг
		D_1	D	L	
ФРС-146-1	146	110	47	340	12
ФРС-146-2		120	62	425	20,5
ФРС-146-3		120	95	431	25,5
ФРС-168-1	168	130	50	380	26,0
ФРС-168-2		142	70	496	40,0
ФРС-168-3		142	110	500	46,0
ФРС-219-1	219	160	62	452	44,0
ФРС-219-2		174	76	640	73,5
ФРС-219-3		192	148	580	100,0
ФРС-273-1	273	192	74	545	70,0
ФРС-273-2		225	111	740	147,0
ФРС-273-3		245	190	672	180,0

Таблица 5.2 – Основные параметры комбинированного райбера

Наименование	Условный диаметр колонны		
	168	219	273
Наибольший диаметр D_3 , мм	142	193	245
Диаметр первой секции D_2 , мм	130	175	230
Наименьший диаметр D_1 , мм	50	60	80
Диаметр замка d , мм	110	145	145
Длина первой секции l_1 , мм	240	195	130
Длина второй секции l_2 , мм	120	125	260
Длина третьей секции l_3 , мм	60	120	130
Масса, кг	52	64	87

Комбинированный райбер (рис. 5.3) состоит из трёх секций, соединённых между собой. Секции имеют различные диаметры (D_1 , D_2 , и D_3) и длины (l_1 , l_2 и l_3) и по мере сработки могут быть заменены новыми. Первая нижняя секция длиной l_1 – основная (рабочая) с углом наклона к оси райбера $\alpha_1 = 8^\circ$. Она начинает протирать колонну с момента соприкосновения его с верхним концом отклонителя. Вторая секция длиной l_2 с углом наклона $1^\circ 30'$ расширяет "окно", протёртое первой секцией. Третья секция имеет цилиндрическую форму и обрабатывает стенки "окна".

Боковые поверхности секции райбера армированы пластинками из твёрдого сплава. Колонна протирается не одновременно всей поверхностью зуба райбера, а по мере его углубления, что облегчает условия работы райбера и бурильной колонны. Для циркуляции промывочной жидкости в процессе вскрытия "окна" в секциях имеются боковые отверстия, расположенные в шахматном порядке. Конструкция райбера – разборная. Основные размеры комбинированного райбера приведены в таблице 5.2.

Райберы-фрезеры РПМ предназначены для вскрытия "окна" в колоннах диаметром 146 – 273 мм. На цилиндрической и конической поверхностях корпуса прорезаны пазы, в которые запрессованы каскады режущих зубьев. В корпусе предусмотрены промывочные отверстия, через которые происходит циркуляция жидкости.

Рисунок 5.4. –

Режуще-истирающие кольцевые фрезеры ФК предназначены для фрезерования, выравнивания и очистки кольцевого пространства между колонной прихваченных насосно-компрессорных и бурильных труб, а также деформированных насосных штанг в обсаженных скважинах. Фрезер состоит из цилиндрического корпуса с равномерно расположенными противозаклинивающими каналами на наружной поверхности и рядом чередующихся пазов на внутренней. Нижний конец корпуса армирован дроблёным металлокерамическим твёрдым сплавом.

Рисунок 5.5. –

Перед спуском в скважину фрезер соединяют с приёмной трубой сваркой или посредством резьбы бурильных труб. Эту трубу свинчивают с колонной бурильных труб; она выполняет функции приёмника, внутрь которого входит офрезерованная насосно-компрессорная труба или другой аварийный предмет. Труба – приёмник изготавливается из бурильной трубы с таким расчётом, чтобы её внутренний диаметр был не меньше внутреннего диаметра фрезера. Для обеспечения нормального режима работы осевая нагрузка в начальный период фрезерования не должна превышать 0,5 тс при частоте вращения ротора 60 – 80 об/мин и подаче промывочного насоса не менее 10 л/с. Фрезеры изготавливаются с присоединительными резьбами правого или левого направления.

Таблица 5.3 – Техническая характеристика фрезеров ФК

Шифр	Условный	Размеры, мм	Масса, кг
------	----------	-------------	-----------

фрезера	диаметр колонны, мм	D	d	L	
ФК-90×61	114	90	61	300	8,0
ФК-90×61	114	95	74	160	4,0
ФК-90×61	127	104	75	300	10,0
ФК-90×61	140	112	82	180	7,0
ФК-90×61	140 и 146	118	89	320	12,5
ФК-90×61	146	124	96	180	7,0
ФК-90×61	168	136	102	350	17,5
ФК-90×61	168 и 178	140	110	350	16,0

Контрольные вопросы

1. Назначение райберов и фрезеров.
2. Типы райберов и фрезеров.
3. Конструкции райберов и фрезеров.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Ловильные инструменты

Неосвобождающиеся ловильные инструменты

Для извлечения из скважины оставленных в скважине насосно-компрессорных и бурильных труб, глубинных насосов, газовых якорей применяется ловильный инструмент. Ловильный инструмент изготавливают с правой или левой резьбой. Ловильный инструмент с правой резьбой применяют для извлечения оставшейся в скважине колонны труб целиком, а инструмент с левой резьбой пускается на левых трубах для развинчивания и извлечения колонны труб по частям.

Внутренняя труболовка ТВ предназначена для ловли за внутреннюю поверхность верхнего конца насосно-компрессорных труб и извлечения их из

скважины целой колонной или отвинчиванием по частям. Для извлечения 48 и 60 мм труб труболовки ТВ изготавливают в одноплашечном, а для 73-мм НКТ и более – в шестиплашечном изготовлении. Внутренние труболовки изготавливают как с правым, так и с левым направлением резьбовых соединений.

Наружная труболовка ТНЗ-168 предназначена для ловли за наружную поверхность муфты или тела НКТ, извлечения из скважины аварийных труб целой колонной или отвинчиванием их по частям в эксплуатационной колонне 168 мм и более.

Таблица 6.1 – Технические характеристики труболовок ТВ

Шифр труболов- ки	Работы в колонне диаметром, мм	Условный диаметр ло- вимых труб, мм	Грузоподъ- ёмность	Масса, кг	
				Трубо- ловки	Труболовки с цен- трирующими при- способлениями
ТВ-48-80	102-168	48	20	10,0	24-33
ТВ-60-92	114-196	60	25	12,5	53-63
ТВ-73-92	114-196	73	40	18,5	59,5-69,5
ТВ-89-110	140-245	89	60	29,0	77,0-105,0
ТВ-102-130	168-273	102	80	50,5	124,0-160,0
ТВ-114-130	168-273	114	100	55,0	129,0-171,5

Таблица 6.2 – Технические характеристики наружных труболовок ТНЗ

Шифр трубо- ловки	Работы в колонне условного диамет- ра, мм	Диаметр насосно- компрессорных труб, мм	Грузоподъ- ёмность, т	Масса, кг
ТНЗ-102	102	48	20	11,8
ТНЗ-114	114	18, 60	30	14,0
ТНЗ-146	146	60, 73	40	25,0

ТНЗ-168	168 и более	60, 73, 89	65	32
---------	-------------	------------	----	----

Универсальный эксплуатационный метчик МЭУ предназначен для извлечения насосно-компрессорных труб. Конструкция – единый массивный стержень, в котором совмещены удлиненный конус и цилиндр. В цилиндре нарезана внутренняя замковая резьба для соединения с бурильными трубами, а на поверхности удлиненного конуса (с конусностью 1:8) – резьба специального профиля (8 ниток на 25 мм длины резьбы с углом при вершине 55^0) для врезания в тело аварийных труб и 4 – 5 продольных канавок для выхода стружки при врезании. Метчик имеет сквозное отверстие для прохода струи промывочной жидкости. В целях обеспечения лучшего врезания метчика в тело аварийной трубы передние грани продольных канавок на режущей части метчика выполнены под углом 3^0 . Метчики МЭУ изготавливаются четырех типоразмеров с правым и левым направлением резьбы и поставляются без центрирующих приспособлений. Метчик может применяться с центрирующим приспособлением и без него. Если метчик без центрирующего приспособления, то его присоединяют непосредственно к колонне бурильных труб. Если применяют центрирующее приспособление, на присоединительную резьбу навинчивают головку, к которой затем присоединяют колонну бурильных труб.

Таблица 6.3 – Техническая характеристика МЭУ

Шифр метчика	Работы в эксплуатационной колонне диаметром, мм	Условный диаметр ловимых труб, мм	Грузоподъемность, т	Масса, кг
МЭУ-36-60	114-168	48	30	8,5
МЭУ-36-60	114-194	60, 73	45	12,7
МЭУ-36-60	140-273	89	60	21,0
МЭУ-36-60	168-273	102, 114	75	28,0

Универсальный бурильный метчик МБУ предназначен для ловли колонны бурильных труб. Он по конструкции отличается от конструкции метчика МЭУ наличием дополнительной наружной присоединительной резьбы под центрирующим устройством, а также конусностью ловильной резьбы (1:16).

Колокола К и КС предназначены для ловли насосно-компрессорных труб нарезанием резьбы на их наружной поверхности.

Несквозной колокол К – кованый стальной патрубок специальной формы; на его внутреннем верхнем конце нарезана резьба муфты бурильного замка для соединения с колонной бурильных труб, на которой колокол спускают в скважину.

Внутри нижней половины колокола нарезана "ловильная" резьба специального профиля, отличающаяся от профиля резьбы НКТ углом при вершине ниток резьбы (8 – 10 ниток на 25 мм длины резьбы, конусностью 1:16); для выхода стружки на внутренней поверхности колокола сделано 4 – 5 продольных канавок. Для облегчения нарезания резьбы на теле ловимой трубы и уменьшения при этом потребных усилий передние грани продольных канавок выполнены под углом 3^0 ; вершины ниток ловильной резьбы на колоколах заострены.

Сквозные колокола КС предназначены для ловли насосно-компрессорных труб за наружную поверхность верхней муфты в случаях, когда из них выступают концы труб меньшего диаметра или других стержневых предметов. Кроме того, иногда конец аварийных ловильных труб деформируется таким образом, что захватить их обычными несквозными колоколами К невозможно.

Освобождающиеся ловильные инструменты

Внутренняя освобождающаяся труболовка ударного действия ТВОК-114×168 предназначена для извлечения из скважины целой колонны начоч-

но-компрессорных труб диаметром 114 мм либо извлечения её по частям в эксплуатационной колонне диаметром 168 мм. Труболовка представляет собой цилиндрический корпус 5, в нижней части которого имеется наклонная плоскость с продольным выступом посередине. На этом выступе установлена плашка 6 с поводком 8. Плашка 6 свободно перемещается по наклонной плоскости корпуса; её движение вниз ограничивается клином 7, запрессованным в поперечный паз корпуса. На диаметрально противоположной стороне наклонной плоскости имеется эксцентричный выступ с гребенчатыми зубцами. Поводок 8 проходит через отверстия винта 11, который ввинчен в кольцо 2, свободно надетое на корпус. Положение кольца на корпусе фиксируется винтами 10 и 12, гладкие концы которых входят в соответствующие отверстия корпуса. На верхний конец поводка навинчена гайка 9. В продольных пазах корпуса на диаметрально противоположных его сторонах винтом 4 закреплены концы двух пластинчатых пружин 3. Корпус труболовки имеет сквозное промывочное отверстие. На верхнем конце корпуса нарезана коническая резьба для присоединения к 89-мм бурильной колонне с помощью муфты-переводника 1.

При ловле аварийных труб обычно труболовку, не доводя до верхнего конца последних, осторожно вводят в них до упора кольца 2 о верхний конец трубы. Осевая нагрузка, передаваемая на труболовку, не должна превышать 0,5 – 1,0 тс чтобы предотвратить преждевременное срезание винтов 10 и 12. Плашка, введённая в аварийную трубу труболовки под действием собственной массы, опускаясь вниз по наклонной плоскости, заклинивается между ловимой трубой и корпусом труболовки. При натяжении инструмента гребенчатые зубцы плашки и эксцентричного выступа корпуса врезаются в тело аварийной трубы и надёжно захватывают её.

Для освобождения труболовки (если не удаётся извлечь аварийные трубы) инструмент резко опускают вниз. При этом винты 10 и 12, удержи-

вающие кольцо 2, срезаются и корпус труболовки свободно перемещается вниз. Плашки утапливаются в габариты корпуса, а выступ винта 11 с отверстием, упирающийся в гайку поводка, удерживает плашку в корпусе в верхнем положении. Освобождение труболовки происходит за счёт выхода концов пластинчатых пружин за пределы нижнего торца кольца, то есть за габариты корпуса труболовки. После подъёма труболовки для повторного её использования срезанные винты заменяют новыми, а кольца на корпусе труболовки устанавливают в исходное положение.

Внутренняя освобождающаяся труболовка гидравлического действия ТВГ-73-2-115 предназначена для извлечения целой колонны насосно-компрессорных труб диаметром 73 мм, либо извлечения их из скважины по частям в эксплуатационных колоннах диаметром 146 мм и более.

Труболовка ТВГ-73-2-115 состоит из механизма захвата, гидравлического механизма освобождения и промежуточных деталей.

Таблица 6.4 – Техническая характеристика труболовок гидравлического действия ТВГ

Шифр труболовки	Наруж- ный диаметр, мм	Диаметр извлекае- мых труб, мм	Эксплуата- ционная колонна, диаметр, мм	Растягивающая нагрузка, необхо- димая при отвин- чивании труб, тс	Грузо- подъём- ность, т	Масса, кг
ТВГ-60-1-92	92	60	114	2	25	35,0
ТВГ-73-1-92	92	73	114	5-6	40	48,3
ТВГ-73-2-115	115	73	146-373	5-6	40	65,0
ТВГ-89-2-115	115	89	146-273	7	60	78,0
ТВГ-114-1-132	132	114	168-273	10	90	120,0

Внутренняя освобождающаяся труболовка механического действия ТВМ-114-1-132 с блокирующим механизмом предназначена для извлечения целой колонны НКТ диаметром 114 мм или отвинчивания её по частям в 168-мм колонне. Труболовка ТВМ-114-1-132. состоит из механизмов: захвата, блокирующего и освобождающего. Механизм захвата у труболовок механического и гидравлического действия в основном аналогичны. Блокирующий механизм предотвращает преждевременное самопроизвольной освобождение плашек труболовки во время спуска последней в скважину с вращением. В собранном виде труболовку спускают в скважину на бурильных трубах диаметром 89 мм с левой резьбой.

Контрольные вопросы

1. Неосвобождающиеся ловильные инструменты.
2. Освобождающиеся ловильные инструменты.
3. Труболовка наружная и внутренняя.
4. Метчики МЭУ и МБУ.
5. Колокола сквозные и несквозные.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Оборудование, применяемое при гидравлическом разрыве пласта (ГРП)

В комплекс оборудования, применяемого при ГРП, входят: насосные агрегаты, пескосмесительные машины, автоцистерны для транспортировки жидкостей разрыва, арматуры устья скважины, пакеры, якоря и другое вспомогательное оборудование.

Насосные агрегаты 2АН-500, 3АН-500 и 4АН-700 предназначены для закачки рабочей жидкости при образовании трещины в пласте, жидкости песконосителя и жидкости для продавки песка в пласт. Тип и число насосных агрегатов определяется исходя из параметров обрабатываемого пласта: глу-

бины залегания, мощности, проницаемости, степени естественной трещиноватости. Насосный агрегат 4АН-700 монтируется на шасси грузового трёхосного автомобиля КрАЗ-257 и состоит из силовой установки 4УС-800, коробки передач ЗКПМ, трёхплунжерного насоса 4Р-700, манифольда и системы управления.

Техническая характеристика агрегата 4АН-700

Монтажная база	Трёхосный грузовой автомобиль КрАЗ-257
Грузоподъёмность, т	10 – 12
Двигатель автомобиля:	
– тип	ЯМЗ-238А
– наибольшая мощность, кВт	158
Силовая установка:	
– тип	4УС-800
– двигатель	В2-800ТК
Наибольшая мощность при частоте вращения вала 2000 об/мин, кВт	588,8
Коробка передач:	
– шифр	ЗКПМ
– наибольшая передаваемая мощность, кВт	530,7
– число ступеней	4
Насос:	
– тип	трёхплунжерный, горизонтальный, одинарного действия
– шифр	4Р-700
– максимальное допустимое давление, кгс/см ²	700

Манифольд:

– условный диаметр проходного сечения линии, мм:

– приёмной линии	130
– нагнетательной линии	50

– разборный трубопровод:

– число труб	6
– общая длина, м	23,5

Пескосмесительный агрегат 3ПА, предназначенный для транспортирования песка и приготовления песчаножидкостных смесей, монтируется на автомобиле КраЗ-257. Он состоит из бункера с вмонтированными шнековыми транспортёрами для подачи песка в смесительное устройство (мешалку), смесительного устройства вертикального типа, центрального вала, оснащённого тремя рядами лопастей, центробежного насоса, силовой установки, коробки отбора мощности и механизмов управления агрегатом. Все механизмы агрегата приводятся в действие тяговым двигателем через коробку отбора мощности и раздаточную коробку.

Пескосмесительный агрегат 4ПА предназначен для тех же целей, что и агрегат 3ПА. Этот агрегат позволяет приготавливать песчано-жидкие смеси и Тампонажные растворы в широком диапазоне концентраций для всех видов обработки скважин. Агрегат смонтирован на шасси автомобиля КраЗ-257 и состоит из пульта управления, аккумулятора, смесительного горшка, регулятора выдачи сыпучего материала, бункера, рабочего и загрузочного шнеков, пневмовибраторов, масляного и пескового насосов, монтажной рамы, регулятора уровня смеси в аккумуляторе, раздаточного и приёмного коллекторов. Привод насосов осуществляется от двигателя автомобиля; рабочий, загрузочный шнеки и лопастная мешалка приводятся в действие гидродвигателя-

ми; вибраторы включены в пневмосистему автомобиля. Управление силовыми агрегатами централизованное из кабины водителя. Техническая характеристика агрегатов 3ПА и 4ПА приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Техническая характеристика пескосмесительных агрегатов 3ПА и 4ПА

Показатели	3ПА	4ПА
Монтажная база	шасси автомобиля КрАЗ-257	
Двигатель автомобиля	ЯМЗ-238	
Насос	4ПС-9	
Подача насоса (песчаножидкостной смеси), м ³ /ч:		
– минимальная	60	
– средняя	130	
– максимальная	200	
Давление, развиваемое насосом, кгс/см ² :		
– минимальное	2,20	
– среднее	2,75	
– максимальное	3,00	
Полезная ёмкость бункера, м ³	–	6,5
Полезная ёмкость аккумулятора, м ³	–	1,0
Масса транспортируемого песка, т	10	9
Подача шнеков, т/ч:		
– минимальная	2	2
– максимальная	40	50

Автоцистерны применяются для транспортирования жидкости при ГРП, гидropескоструйной перфорации и других целей. Не рекомендуется

применять автоцистерны для транспортирования и перекачки агрессивных жидкостей.

Таблица 7.2 – Техническая характеристика пескосмесительных агрегатов
3ПА и 4ПА

Показатели	ЦР-500	ЦР-7АП	4ЦР
Транспортная база	МАЗ-500	КрАЗ-255Б	КрАЗ-257
Мощность двигателя, кВт	132,5	176,6	176,6
Ёмкость цистерны, м ³	5,5	7,5	9,0
Насос	трёхплунжер- ный 1В	центробежный, одноступенчатый	верти- кальный
Максимальная подача, л/с	13,4	14,4	16,7
Максимальное давление, кгс/см ²	10,0	7,3	10,0
Потребляемая мощность, кВт	14,6	14,6	21,9
Время заполнения цистерны, мин	7	7	9
Допустимая высота всасывания, м	6	6	6
Условный диаметр манифоль- да, мм:			
– всасывающей трубы	100	100	100
– нагнетательной трубы	50	50	50

Универсальная арматура устья 2АУ-700 предназначена для обвязки насосных агрегатов с устьем скважины при гидроразрыве пласта, гидропескоструйной перфорации, кислотных обработках и цементировании скважин. Арматура состоит из трубной и устьевого головки, запорной арматуры и элементов обвязок головок. Укомплектована она кранами с цилиндрической

пробкой, легко управляемыми при любом рабочем давлении. Устьевая головка снабжена резиновой манжетой, обеспечивающей спуск и подъем труб без герметизации устья скважины.

Техническая характеристика арматуры 2АУ-700

Максимальное допустимое давление на головке, кгс/см²

– трубной	700
– устьевой	320

Трубная головка:

– число соединений линий	2
– условный диаметр проходного сечения, мм	50

Устьевая головка:

– число соединяемых линий	2
– условный диаметр проходного сечения, мм	50

Краны проходные:

– условный диаметр проходного сечения, мм	50
– на контрольных линиях с зубчатым сектором, мм	25

Контрольные вопросы

1. Перечислите оборудование, применяемое для ГРП.
2. Техническая характеристика агрегата 4АН-700.
3. Техническая характеристика пескосмесительных агрегатов.
4. Техническая характеристика автоцистерны.
5. Техническая характеристика арматуры 2АУ-700.

ЛИТЕРАТУРА:

Основная литература:

1. Лобкин А.Н., Акопов С.А., Максименко И.Ю. Специальные агрегаты и механизмы на транспортной базе, применяемые в нефтегазодобыче. – М.: Недра, 2002 г.

Дополнительная литература:

2. Бухаленко Е.И., Абдуллаев Ю.Г. Монтаж, обслуживание и ремонт нефтепромыслового оборудования. – М.: Недра, 1985 – 391 с.
3. Муравьев В.М. Справочник мастера по добыче нефти. – М.: Недра, 1975 – 264 с.
4. Муравьев В.М. Спутник нефтяника. – М.: Недра, 1977 – 304 с.
5. Нефтепромысловое оборудование: Справочник /под ред. Е.И.Бухаленко. – М.: Недра, 1990 – 559 с.
6. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин /А.Д. Амиров, К.А.Карапетов, Ф.Д.Лемберанский и др. – М.: Недра, 1979 – 309с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Оборудование для
капитального ремонта скважин»
для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и
технологии специализация «Технология бурения нефтяных и газовых
скважин»

Ставрополь, 2026

Цель методических рекомендаций:

1. Методическое сопровождение процесса введения и реализации требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО), помощь при разработке рабочих учебных программ дисциплин образовательной программы (далее ОП).

2. Создания в образовательном учреждении учебно-методического обеспечения образовательного процесса.

Методические рекомендации определяют сущность самостоятельной работы студентов в вузе, ее назначение, планирование, формы организации и виды контроля.

Содержание

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО
2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов
3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. Требования к условиям реализации ОП:

- требования к обязательному минимуму содержания образовательной программы подготовки бакалавра, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим ФГОС ВО;

- в программу специалитета входит «Дисциплины (модули)», который включает дисциплины (модули), относящиеся к обязательной части программы и дисциплины (модули), относящиеся к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплины (модули), относящиеся к обязательной части программы специалитета, являются обязательными для освоения обучающимся вне зависимости от направленности (профиля) программы специалитета, которую он осваивает. Набор дисциплин (модулей), относящихся к обязательной части программы специалитета, вуз определяет самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. Дисциплины (модули), относящиеся к части, формируемой участниками образовательных отношений определяют направленность (профиль) программы специалитета. Набор дисциплин (модулей), относящихся к части, формируемой участниками образовательных отношений, определяет вуз самостоятельно в объеме, установленном настоящим ФГОС ВО. После выбора обучающимся направленности (профиля) программы, набор соответствующих дисциплин (модулей) становится обязательным для освоения обучающимся;

- максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем дисциплинам и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в рабочем учебном плане,
- в рабочих программах учебных дисциплин с распределением по разделам или конкретным темам.

2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:



3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Тестирование.
5. Письменный опрос.
6. Устный опрос.
7. Индивидуальное собеседование.
8. Коллоквиум.
9. Отчет о проделанной работе.
10. Защита рефератов или курсовой работы.
11. Творческий конкурс.
12. Интернет-конференции.
13. Контрольная работа.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

Методические указания для студентов по выполнению самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекциям;
2. Подготовка к практическим занятиям;
- 3 Самостоятельное изучение учебной литературы.

Перечень основной литературы:

1. Основы супервайзерского контроля при ремонте и реконструкции нефтяных и газовых скважин Электронный ресурс / Ваганов Ю. В., Кустышев А. В., Овчинников В. П., Кустышев И. А. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. - 160 с. - Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата «Нефтегазовое дело». - ISBN 978-5-9961-0877-0.
2. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. В 5 томах. Т.1 Электронный ресурс : Учебник для студентов вузов / С. В. Сенюшкин [и др.] ; ред. В. П. Овчинникова. - Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. - 576 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9961-1328-6.

Перечень дополнительной литературы:

1. Кульчицкий В.В. Буровой супервайзинг. Учебное пособие для вузов. М.: ИЦ РГУНГ, 2018 – 315 с.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности": Утв. Ростехнадзором России, приказ №534 от 15.12.2020 г.
3. Балаба В.И. Безопасность технологических процессов бурения скважин: Учебное пособие: В 2 частях. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – ч.1. – 296с.
4. Буслаева Е.М. Безопасность и охрана труда. [Электронный ресурс]: учебное пособие. Саратов, Ай Пи Эр Медиа, 2009.
5. Балаба В.И. Строительство скважин. Требования промышленной безопасности: Учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. – 2005. – 188 с.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. электронный курс лекций;
2. учебно-методическое пособие по выполнению практических занятий (электронная версия);
3. учебно-методическое пособие по организации и проведению самостоятельной работы (электронная версия).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://eLibrary.ru/> - Научная электронная библиотека
2. wwwURL: <http://www.biblioclub.ru/> - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
3. wwwURL: <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».