

1.1 Технология каротажа скважины

Скважина как объект геофизических исследований оказывает существенное влияние на специфику геофизических методов и технологию их проведения. Скважина позволяет проводить измерения во внутренних точках среды. Вместе с тем ее наличие усложняет структуру изучаемых физических полей, что приводит к серьезным трудностям при решении исследовательских задач.

После завершения бурения и проведения геофизических исследований в открытом стволе, скважину обсаживают стальной колонной и цементируют для укрепления ее ствола и разобщения пластов. Обсадка практически исключает применение электрических, электромагнитных и магнитных методов, и в той или иной степени искажает показания радиоактивных, сейсмоакустических, термических датчиков.

Схема установки для геофизических исследований скважин показана на рисунке 1.1.

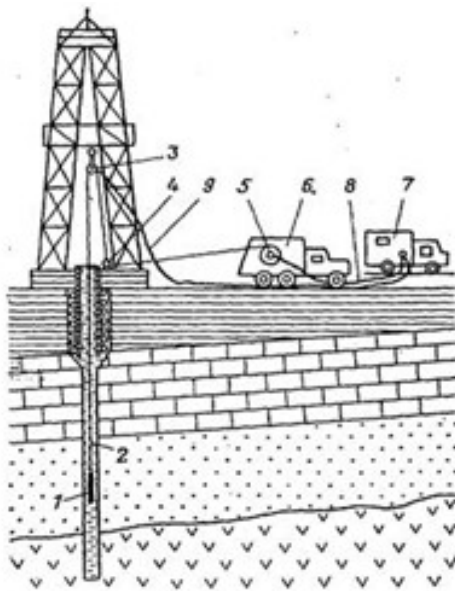


Рисунок 1.1 – Схема установки для исследования скважин

		Каротаж		представляет собой геофизические исследования	
Изм.		Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Пешкова М.Н.		4ЭП63а1.1.00.000000ПЗ	
Провер.		Горячев В.Ф.		1 Технологическая часть	
Реценз.					
Н.контр.		Горячев В.Ф.			
Контр.		Соловьев В.А.			
				Кафедра ЭПАПУ	

Для проведения каротажа в скважину на специальном каротажном кабеле спускается каротажный зонд. На земной поверхности с помощью аппаратуры, входящей в комплект каротажной станции, регистрируется информация, поступающая с измерительной установки в процессе перемещения зонда по стволу скважины. Каротажная диаграмма отображает непрерывное изменение физических параметров по стволу скважины в заданном масштабе параметра и глубины [9, 16, 17].

Каротажные работы относятся к геофизическим исследованиям, и их проводят перед гидродинамическими исследованиями скважин в соответствии с рисунка 1.1 [18]. К кабелю 2, намотанному на барабан лебедки 5 подъемника 6, подсоединяется скважинный прибор 1, в котором находятся датчики и электронные узлы. Прибор опускают в скважину через направляющий блок 4 и блок-баланс 3. Выполняя грузонесущие функции, кабель 2 служит также для подачи питания и сигналов управления к скважинному прибору и передачи информации на поверхность. Кабель соединен с геофизической лабораторией 7 через соединительный провод 8. Такой полевой информационно-измерительный комплекс, включающий подъемник и лабораторию, называют каротажной станцией.

При проведении геофизических исследований в относительно неглубоких скважинах обычно используются каротажные станции, объединяющие в единый блок спуско-подъемное оборудование (каротажный подъемник) и каротажную лабораторию, включающую в себя измерительную и регистрирующую аппаратуру, а также источники питания.

Каротажный подъемник станции оборудован лебедкой с электроприводом. Привод лебедки осуществляется через ступенчато- или плавно регулируемый электропривод. На барабане лебедки намотан бронированный трехжильный каротажный кабель, нижний конец которого имеет стандартный кабельный наконечник, предназначенный для механического и электрического соединения кабеля с каротажными зондами и скважинными приборами, оборудованными в своих верхних частях соответствующими стандартными головками. Равномерная укладка кабеля на

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

барабан лебедки, при подъеме скважинного прибора, обеспечивается автоматическим кабелеукладчиком, работа которого, в случае необходимости, подправляется ручным коллектором.

Для определения глубины, на которой находится скважинный прибор, каротажный кабель размечается, т. е. на него через равные интервалы (обычно – 20 метров) наносятся метки, магнитные или вещественные. Магнитные метки представляют собой намагниченные участки кабеля. Вещественные – небольшие бандажи из изоляционной ленты, накладываемые на кабель. Для более надежной привязки к глубинам метки, кратные 100 метрам, делаются отличными от рядовых.

Считывание магнитных меток осуществляется с помощью датчика магнитных меток глубины (ДМГ), который формирует электрический сигнал «глубина-метка» в момент прохождения мимо него намагниченного участка кабеля. Вещественные метки контролируются визуально, при этом в момент их прохождения между роликами кабелеукладчика на диаграммной ленте ставится метка.

Верхний конец каротажного кабеля заправляется внутрь барабана лебедки и подключается к смонтированному на его вале коллектору, обеспечивающему электрическое соединение жил кабеля с измерительным оборудованием каротажной станции. Корпус коллектора закреплен на раме лебедки, а его вращающаяся часть крепится к валу. Жилы каротажного кабеля подключаются к клеммам на вращающейся части коллектора, а соединительный кабель с каротажной лаборатории (т. н. коллекторный провод) – к клеммам на его корпусе. Электрическое соединение жил каротажного кабеля с соответствующими жилами коллекторного привода осуществляется с помощью находящихся внутри коллектора металлических колец и прижимающихся к ним щеток.

Для проведения каротажа станцию устанавливают на расстоянии 10... 20 метров от устья скважины так, чтобы ось лебедки была горизонтальна и перпендикулярна к направлению на устье, и при необходимости затормаживают, подкладывая под колеса клинья (рисунок 1.1).

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Над устьем скважины надежно закрепляется блок-баланс таким образом, чтобы плоскость его колеса была перпендикулярна оси барабана лебедки и направлена на его середину, а пропущенный через блок-баланс кабель свободно опускался в устье скважины.

С осью блок-баланса соединяют механический и электронный датчики глубин, а на его раме, вблизи каротажного кабеля, размещают ДМГ. ДМГ и электронный датчик глубин соединяются кабелями со станцией. Станция надежно заземляется и только после этого разматывается и подключается сетевой провод.

Затем к каротажному кабелю подключается скважинный прибор (или зонд) и после проведения необходимых операций (эталонирование, запись стандарт-сигналов и т.п.), он опускается на несколько метров в устье скважины, после чего лебедка ставится на тормоз. На счетчиках глубин устанавливают нулевые показания, тормоз отпускается и начинается спуск скважинного прибора в скважину.

Скорость спуска не должна превышать 10 000 м/ч, она регулируется торможением барабана лебедки, которое производится плавно, без рывков. Процесс спуска контролируется и немедленно замедляется или вовсе прекращается в случае резкого провисания кабеля, что обычно свидетельствует об остановке скважинного прибора или его торможении.

Спуск прекращается сразу по достижении скважинным прибором забоя и лебедка ставится на тормоз. В любом случае на барабана лебедки должно оставаться не менее половины последнего ряда витков. Перепуск кабеля может привести к аварии в результате его складывания и образования петель. При прохождении башмака (нижнего конца) обсадной колонны и других технических опасных интервалов, к которым относятся резкие изменения диаметра скважины, обрезки металлических труб и пр., скорость спуска уменьшают.

Большинство каротажных исследований выполняется при подъеме скважинного прибора, для чего переключают режимы работы лебедки со спуска на подъем и включают ее привод. Сразу после отрыва скважинного

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прибора от забоя, регулируя возбуждение двигателя, устанавливают требуемую скорость подъема, которая в основном определяется техническими характеристиками используемой аппаратуры и решаемыми задачами.

С приближением скважинного прибора к устью, скорость подъема снижается до минимальной и внимательно отслеживаются показания счетчиков глубин и предупредительная метка.

При появлении предупредительной метки, которая устанавливается на расстоянии около 10 м от конца кабеля и должна быть хорошо видимой, лебедка останавливается и скважинный прибор извлекается из устья вручную. После проведения необходимых операций, как правило, аналогичных выполняемым перед спуском, аппаратура отключается, а скважинный прибор отсоединяется.

Для привязки результатов измерений к глубинам, необходимо знать расстояние от роликов кабелеукладчика до поверхности земли у устья скважины («мертвый замер» - $H_{мз}$ на рисунке 1.1) и цену деления первой метки ($H_{ц.м.п.}$) – расстояние от точки записи СП (зонда) до метки, от которой отмерялись расстояния при разметке кабеля.

Перед проведением исследований бурение прекращают и буровой инструмент извлекают из скважины. Вместе с тем все большее распространение получают исследования скважин в процессе бурения.

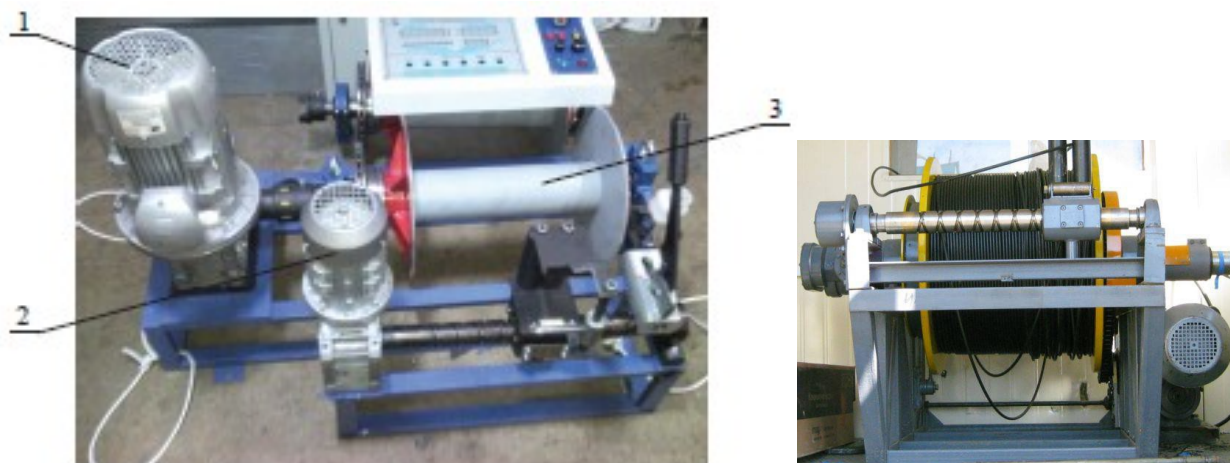
Таким образом назначением и областью применения каротажной лебедки является проведение спускоподъемных операций в процессе геофизических исследований в газовых и нефтяных скважинах глубиной до 5000 м геофизическим кабелем или проволокой различного диаметра.

При этом решаются основные задачи обеспечения заданных техническими требованиями скоростей и усилий в рабочих режимах спусков и подъёмов скважинной аппаратуры и оборудования, а также механизация и частичная автоматизация процесса работ.

1.2 Технические данные лебедки, требования к электроприводу подъема

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лебёдка с электроприводом ЛПК предназначена для проведения спускоподъемных операций в процессе геофизических исследований в газовых и нефтяных скважинах глубиной до 5 000 м геофизическим кабелем (или проволокой) различного диаметра. Общий вид лебедки представлен на рисунке 1.2, кинематическая схема – на рисунке 1.3.

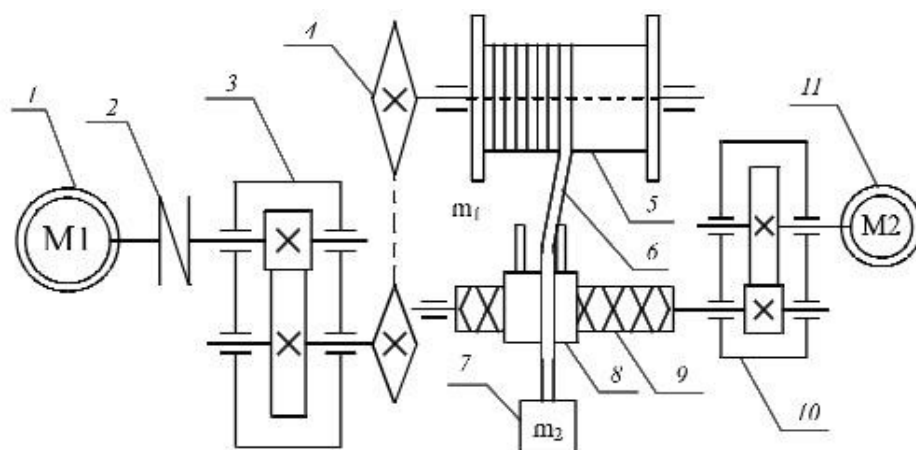


1 – электрический привод лебедки с асинхронным двигателем и редуктором;

2 – электрический привод кабелеукладчика;

3 – барабан для намотки каротажного грузонесущего кабеля

Рисунок 1.2 - Общий вид каротажной лебедки



1 – электродвигатель привода подъема; 2 – муфта упругая;

3 – редуктор привода подъема; 4 – цепная передача; 5 – барабан;

6 – кабель; 7 – геофизический зонд; 8 – каретка; 9 – винтовой вал;

10 – редуктор привода кабелеукладчика;

11 – электродвигатель привода кабелеукладчика

Рисунок 1.3 – Кинематическая схема каротажной лебедки

С помощью каротажной лебедки решаются следующие задачи:

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обеспечение заданных техническими требованиями скоростей и усилий в рабочих режимах спусков и подъёмов скважинной аппаратуры и оборудования;
- механизация и частичная автоматизация процесса работ.

1.3 Технические характеристики каротажной лебедки

Лебедка к подъемнику каротажному с электроприводом (далее - лебедка ЛПК, таблица 1.1) с асинхронным двигателем на 220 или 380 В, содержит в своём составе лебёдку и систему управления лебёдкой и контроля каротажа.

Питание электродвигателя каротажной лебедки осуществляется от внешнего источника переменного тока напряжением 220 или 380 В и частотой 50 Гц (промышленная сеть или дизель-генератор).

В состав лебёдки каротажной входят:

- рама;
- сменные барабаны (под кабель/проволоку) с возможностью быстрой замены;
- коллектор воздушный, щёточный типа КГ-4М (для лебедки под кабель);
- кабелеукладчик (проволокоукладчик) с измерительной системой, включающей в себя датчик меток глубин, механический счетчик глубин (дублер), датчик натяжения, датчик шагов квантования;
- тормозная система: два ленточных тормоза с ручным приводом;
- мотор-редуктор с электродвигателем;
- частотный преобразователь 220 или 380 В, 50 Гц.
- пульт управления лебедкой и контроля каротажа.

Таблица 1.1 – Технические данные каротажной лебедки

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диаметр используемого геофизического кабеля (провода), мм	6,3
Максимальная глубина исследования, м, не менее	2 000
Диапазон скоростей движения кабеля (провода) на среднем диаметре намотки на барабан лебедки, м/ч	20-2 000
Тяговое усилие кабеля (провода) на первых двух рядах намотки на барабан лебедки при максимальной скорости движения, Н, не менее	11 862
Мощность на барабане лебедки, кВт	4,95
Максимальный крутящий момент на барабане лебедки, кНм	1,77
Потребляемая мощность, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм:	
- длина	1 380
- ширина	1 160
- высота	750
Масса лебедки, кг	250

В систему управления и контроля каротажа входят:

- устройство для контроля скорости движения геофизического кабеля (провода), глубины спуска прибора в скважину, натяжения кабеля (провода), измеряемые параметры отображаются на световых цифровых индикаторах;
- устройство задания граничных величин натяжения.
- органы управления лебёдкой.

Система управления лебедкой обеспечивает возможность блокировки движения приборов при заданных значениях натяжения и глубины в требуемом интервале в ручном и автоматическом режиме.

Система управления лебедкой снабжается устройством звуковой световой сигнализации, аварийной остановки (отключение сети) при достижении нулевой отметки и/или программируемых значений по глубине, а также при достижении усилия на датчике натяжения заданной величины.

На каротажной лебедке используется специализированный кабель типа КГ (или проволока с подвешенным прибором). Кабель выполняет функцию троса, на котором удерживается вес прибора, опускаемого в скважину, и функцию электропитания геофизического зонда.

Каротажная лебедка (рисунок 1.2, 1.3) представляет собой механизм подъема с многослойной навивкой грузонесущего кабеля на барабан, в связи с этим укладке кабеля на барабан уделяется особое внимание. Она

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

осуществляется с помощью двух вертикально установленных направляющих роликов. Направляющие ролики перемещаются кареткой с помощью реверсивного винтового вала с прямоугольной резьбой. В процессе работы должна быть обеспечена синхронизация кабелеукладчика с барабаном лебедки. Лебедка оснащена двумя ленточными тормозами, охватывающими полуокружности обеих реборд бочки барабана.

Особенности работы лебедки. В случае несогласования скорости работы кабелеукладчика с частотой вращения барабана лебедки происходит некорректная укладка кабеля на барабан. В процессе подъема прибора при завышенной скорости работы кабелеукладчика происходит разреженная укладка кабеля, что негативно скажется на следующем слое и при дальнейшей укладке кабеля.

При пониженной скорости вращения кабелеукладчика происходит поджатие витков кабеля и очередной виток кабеля укладывается внахлест с предыдущим витком. В большинстве случаев, если на хлест вовремя не устранен, происходит срыв нахлестанного витка на место. При этом кабель сначала провисает, усилие натяжения уменьшается до нуля, затем резко восстанавливается до прежнего значения, что приводит к большим динамическим ударам, затухающим во времени. Это нарушает нормальную работу электропривода, что сказывается на долговечности работы всего оборудования каротажной лебедки. Частичное или полное устранение динамических ударов при срыве нахлестанных витков наматываемого кабеля является актуальной задачей [3-5].

Линейная скорость v проведения каротажа находится в диапазоне от 50 до 3 000 м/час или от $v_{\min}=0,014$ м/с до $v_{\max}=0,83$ м/с и зависит от методов геофизических исследований в скважине [6]. Минимальная или максимальная скорость вращения барабана также зависит от числа слоев кабеля на барабане. Необходимо, чтобы электропривод обеспечивал минимальную скорость подъема, при максимальном числе слоев каротажного грузонесущего кабеля на барабане, и максимальную скорость подъема, при наименьшем числе слоев кабеля.

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для приведенных ранее параметров каротажного подъемника эти условия выполняются при следующих угловых скоростях вращения двигателя: $\omega_{\text{дmin}} = 3,083$ рад/с и $\omega_{\text{дmax}} = 312,12$ рад/с. Диапазон регулирования скорости двигателя v будет равен $D = \omega_{\text{дmax}}/\omega_{\text{дmin}} = 101,2$.

					4ЭП63а1.1.00.010000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		