

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ по дисциплине

**Геофизические исследования в наклонных
и горизонтальных скважинах**

для студентов направления подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль) Геолого-геофизические технологии
в нефтегазовом деле

Ставрополь, 2026

Содержание

Практическая работа № 1.

Системы разработки нефтяных месторождений с применением горизонтальных скважин	6
--	---

Практическая работа №2

Способы бурения и типы профилей горизонтальных скважин	13
--	----

Практическая работа №3.

Геолого-технологическая классификация запасов нефти.	16
---	----

Практическая работа № 4.

Забойные телеметрические системы, принципы их построения	22
--	----

Практическая работа № 5

Каналы связи, применяемые в забойных телеметрических системах..	27
--	----

Практическая работа № 6.

Системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины	38
--	----

Практическая работа № 7.

Аппаратурно-методические комплексы геофизических исследований ГС	45
--	----

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	49
--------------------------------------	----

Практическая работа №1

Тема: Системы разработки нефтяных месторождений с применением горизонтальных скважин

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях
- Системы разработки месторождений нефти и газа
- Разновидности систем разработки месторождений нефти и газа
- Эффективность систем разработки месторождений нефти и газа

Теоретическая часть:

Около половины ГС пробурены в пластах, где большая проницаемость обеспечивается наличием трещин. Поскольку трещины в большинстве своем вертикальны, ГС может пересечь их гораздо больше, чем обычная скважина. Около 20% ГС пробурено в тонкослоистых коллекторах (в продуктивных толщах мощностью менее 25 м). Большая часть остальных - в истощенных пластах и плотных карбонатах. Во всех случаях при проводке ГС уменьшается возможность образования конуса обводнения или газового конуса, так как ГС характеризуются меньшей депрессией на пласт, чем обычные скважины.

Целесообразность проводки ГС меняется в зависимости от особенностей нефтегазового региона. В России, в Европе и на Среднем Востоке основными причинами являются низкая проницаемость и анизотропия проницаемости, при которой горизонтальный дренаж является наиболее эффективным. Вторая причина - стремление избежать образования конуса обводнения. Причем на Среднем Востоке ГС бурят, в основном, чтобы вскрыть маломощную нефтяную часть залежи с газовой шапкой или сильным водонапорным режимом пласта, а иногда и с тем и другим. В Калифорнии и на Аляске основной причиной является желание избежать образования газового конуса.

В России бурение ГС проводится с целью увеличения суточных дебитов при добыче нефти и газа из трудноизвлекаемых запасов, но уже появился первый опыт перехода от бурения одиночных к широкомасштабному промышленному освоению систем разработки на основе бурения сотен ГС в комбинации с вертикальными и наклонно-направленными скважинами на одном объекте (АС4-8 Федоровское месторождение, АО «Сургутнефтегаз»), особенностью которого является расположение эксплуатационного объекта между газовой шапкой и подошвенными водами.

Под разработкой нефтяного месторождения понимается управление процессом движения нефти по пласту к забоям добывающих скважин путем бурения добывающих и нагнетательных скважин, выбора системы их размещения, применения методов поддержания пластового давления, выбора рабочего агента для закачки в пласт, подбора оборудования и установления режима работы нагнетательных и добывающих скважин.

Системы разработки отдельных залежей и месторождения в целом различны. Залежь - всякое единичное скопление нефти. Если оно достаточно велико и рентабельно для разработки, залежь называется промышленной, если же залежи малы или пласт обладает низкими коллекторскими свойствами - залежь является непромышленной. Эти понятия относительны и меняются по мере развития науки, техники и технологий разработки.

Под месторождением нефти понимается совокупность залежей, контролируемых единым структурным элементом и заключенных в недрах одной и той же площади.

Размещение скважин осуществляется по равномерной (треугольной и квадратной) и неравномерной (в виде круговых или прямолинейных рядов-батарей) сеткам.

При равномерном размещении геометрия сетки скважин характеризуется расстоянием между скважинами (α), а при батарейном размещении - расстоянием между рядами (L_i) и расстоянием между скважинами в рядах ($2\sigma_i$), где i - номер ряда.

Плотность сетки (площадь, приходящаяся на одну скважину) для треугольной сетки составит $0,865\alpha^2$, для квадратной сетки - $1\alpha^2$, при батарейном размещении - $2\sigma_i L_i$. При равных значениях L_i и $2\sigma_i$ и шахматном расположении скважин в двух смежных рядах линейные батареи превращаются в равномерную треугольную систему размещения.

По признаку воздействия выделяются системы разработки без искусственного воздействия на пласт и с воздействием на него.

Месторождения разрабатываются без искусственного воздействия, когда естественной пластовой энергии достаточно для извлечения промышленных запасов и когда применение известных методов воздействия на пласт по тем или иным причинам (сложность геологических условий, свойства нефти и т.п.) не оправданы.

Во всех других случаях месторождения разрабатываются с применением методов искусственного воздействия на пласт.

Различают законтурное и внутриконтурное нагнетание рабочего агента.

При законтурном нагнетании осуществляется либо закачка воды в водонасыщенную часть, либо газа в газонасыщенную часть. Известна и комбинированная закачка.

Внутриконтурные системы более разнообразны: осевое, центральное, кольцевое, блочное, очаговое, площадное нагнетание агента.

К рабочему агенту предъявляется два основных требования: обеспечение пласта энергией для перемещения нефти к забоям скважин и обеспечение эффективного вытеснения нефти из пористой среды коллектора. Первое требование определяет темпы отбора и предотвращения падения дебитов скважин, второе — достижение высоких конечных коэффициентов нефтеотдачи.

В настоящее время более 90% объемов добычи осуществляется из месторождений, где применяются различные методы заводнения.

Многопластовые месторождения разрабатываются по следующим основным вариантам:

- раздельная разработка, когда каждый объект эксплуатируется самостоятельной сеткой эксплуатационных и нагнетательных скважин;
- совместная разработка, при которой несколько объектов эксплуатируются единой сеткой эксплуатационных и нагнетательных скважин;
- совместно-раздельная разработка, когда нефтяные скважины оборудуются установками для одновременно-раздельной закачки воды.

Анализ фактических данных, как отечественных, так и зарубежных, показывает, что можно создать новые системы разработки нефтяных, газонефтяных и газонефтеконденсатных месторождений с помощью ГС, РГС и многозабойных скважин (МЗС) различных конструкций, что позволит существенно увеличить текущие дебиты за счет увеличения площади фильтрации призабойной зоны и добиться заметного повышения конечных коэффициентов нефтеотдачи путем изменения направления фильтрационных потоков в пласте.

Эффективные системы разработки с помощью ГС, РГС и МЗС могут быть спроектированы как для отдельных залежей, так и для многопластовых месторождений путем применения комбинированного способа размещения вертикальных и горизонтальных скважин.

В отличие от размещения вертикальных скважин в случае ГС появляются многочисленные разновидности линейной системы. На рис. 1.1 приведен пример линейного размещения ГС. Здесь горизонтальные стволы располагаются параллельно на

определенном расстоянии друг от друга. При линейном размещении в условиях монолитного пласта выделяются одно-, трех- и пятирядные системы закачки рабочего агента. Закачка рабочего агента проводится в нагнетательную ГС, расположенную в середине толщины продуктивного пласта. На рис. 1.1 дан пример однорядной системы закачки рабочего агента.

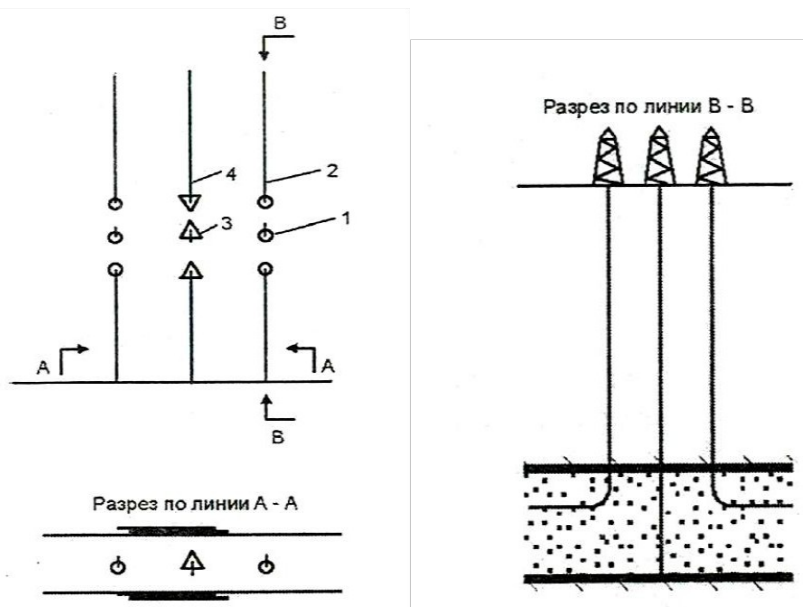


Рисунок 1.1-Линейное размещение горизонтальных добывающих и нагнетательных скважин: 1-добывающая вертикальная скважина; 2- добывающая горизонтальная скважина; 3- вертикальная нагнетательная скважина;4- горизонтальная нагнетательная скважина;

На рис. 1.2 дан пример однорядного линейного размещения скважин с пятиточечным объемным воздействием. Такое размещение нагнетательного ствола особенно выгодно при использовании тепловых методов воздействия, так как заметно уменьшаются потери тепла через кровлю и подошву пласта, и появляется возможность бурения большого числа скважин с одного куста, сохраняя простой трехинтервальный профиль ГС, что снижает затраты на подготовительные работы.

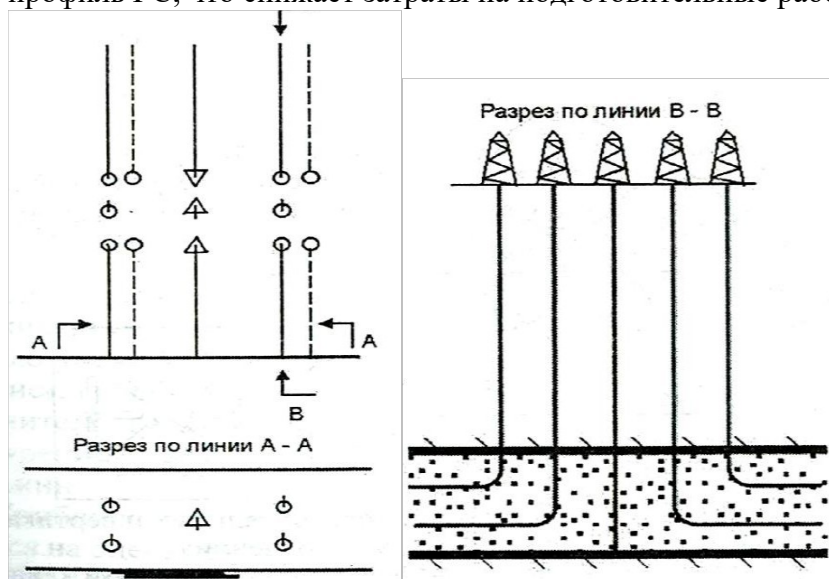


Рисунок 1.2-Линейное размещение горизонтальных скважин с пятиточечным объемным воздействием

Батарейная система чаще всего должна применяться в тех случаях, когда естественная и подаваемая с поверхности энергия равномерно распределяется по площади залежи. Это нефтяные оторочки, расположенные под мощной газовой шапкой, водонефтяные зоны в платформенных и массивных залежах, а также нефтяные оторочки, подпираемые снизу подошвенной водой. На рис. 1.3 показано размещение ГС, характерное для этих случаев.

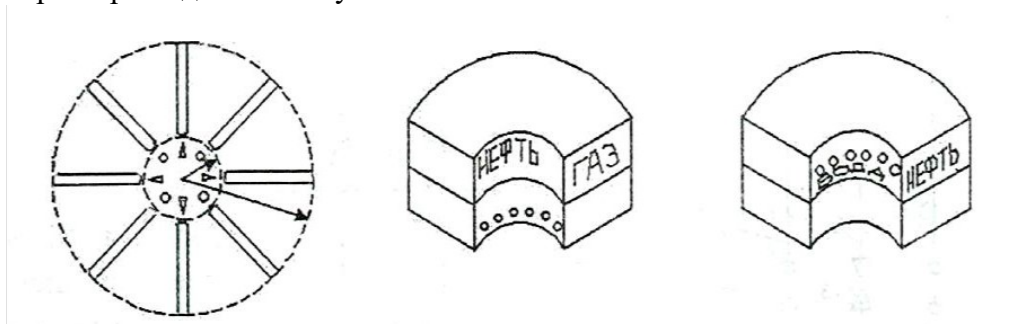


Рисунок 1.3-Батарейная система размещения горизонтальных скважин на нефтяных оторочках газонефтяных месторождений и в водонефтяных зонах

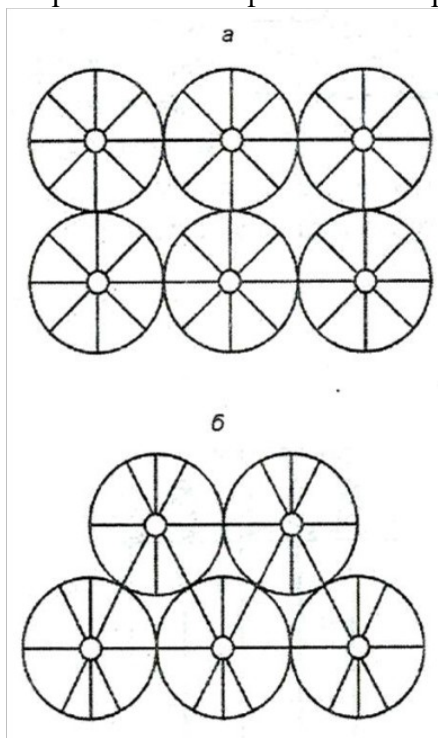


Рисунок 1.4- Квадратная (а) и треугольная (б) системы размещения батарей и горизонтальных скважин

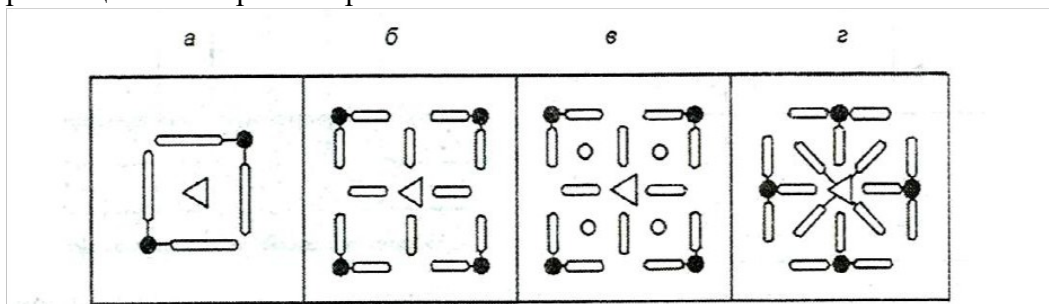


Рисунок 1.5-Смешанные системы размещения горизонтальных и вертикальных скважин при площадном заводнении: а- четырехканальное трехточечное заводнение; б- двенадцатиканальное пятиточечное заводнение; в- двенадцатиканальное девятиточечное заводнение; г- шестнадцатиканальное пятиточечное заводнение

Наиболее простые системы размещения батарей предлагаются для залежей с подгазовыми оторочками, водонефтяными зонами, а также по месторождениям, разработку которых предполагается вести без поддержания пластового давления. Во всех этих случаях размещение батарей ГС должно быть равномерным (по квадратной или треугольной сеткам). На рис. 1.4 приводятся схемы для этих двух вариантов расположения батарей. По аналогии с линейной системой размещение ГС в пределах отдельной батареи можно осуществить по схеме однорядного, пятиточечного и семиточечного объемного воздействия. Наиболее простые примеры разделения нагнетательных и добывающих ГС приведены на рис. 1.5. Здесь же представлены варианты, в которых предусматривается применение как горизонтальных, так и вертикальных скважин. Для того чтобы учесть наличие скважин двух типов, в название системы вводятся понятие количества каналов фильтрации, равных числу горизонтальных стволов и числу точек, соответственно числу вертикальных стволов.

Разделение добывающих и нагнетательных ГС в специальные батареи позволяет более гибко регулировать процесс разработки путем выбора надлежащей протяженности горизонтальных стволов и установления соответствующих режимов закачки и отбора из отдельных скважин.

На рис. 1.6 показана зависимость отношения дебита горизонтальной скважины к дебиту вертикальной скважины (q_g/q_v) от расстояния между скважинами (l) при $l/? > 0,9$, т.е. когда нескрытый промежуток между концами горизонтальных стволов составляет минимальную величину.

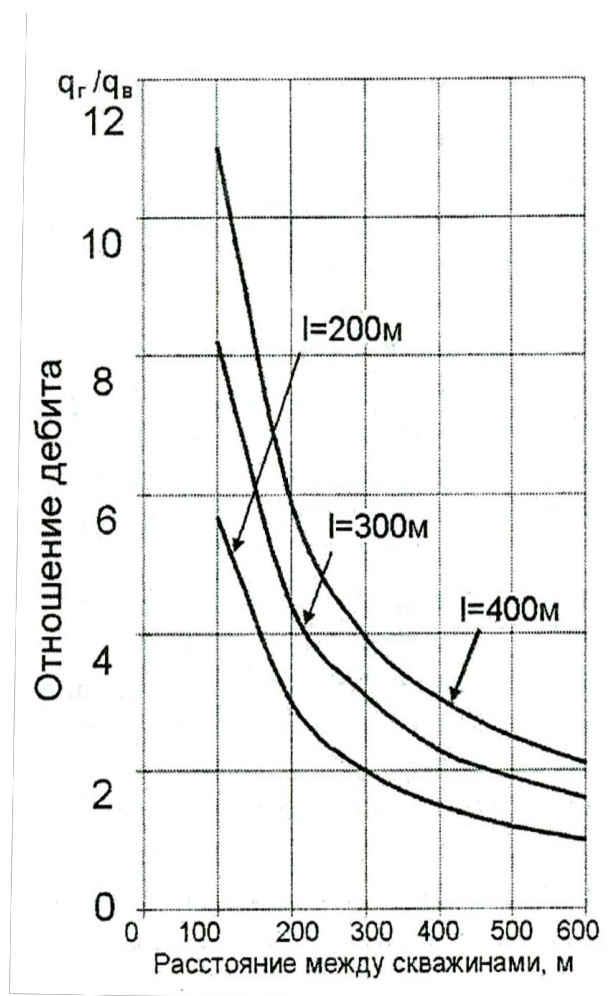


Рисунок 1.6 – Отношение дебита горизонтальной скважины к дебиту вертикальной в зависимости от расстояния между скважинами; l -длина горизонтального участка

Из рис. 1.6 следует, что эффективность ГС с точки зрения повышения дебитов тем выше, чем более плотную сетку вертикальных скважин они заменяют. При замене сетки вертикальных скважин 200х200 м ГС протяженностью 2 л = 400 м производительность залежи увеличивается более чем в 5 раз, если же ГС 2 л = 200 м заменяет вертикальную сетку 600х600, то увеличение производительности не произойдет, так как q_l/q_v в этом случае примерно равно 1.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения системы разработки с применением ГС и РГС, с одной стороны, определяется степенью увеличения дебитов против вертикальных скважин и повышением конечной нефтеотдачи, а с другой стороны - величиной дополнительных затрат на бурение ГС и РГС. Естественно, что затраты на бурение ГС выше, чем вертикальных или наклонно-направленных скважин.

На рис. 1.7 показано отношение стоимостей строительства горизонтальной и вертикальной скважин от числа пробуренных скважин, построенное по зарубежным источникам для месторождений Рос-по-Маре (Италия) и Прасхо-Бей (Аляска).

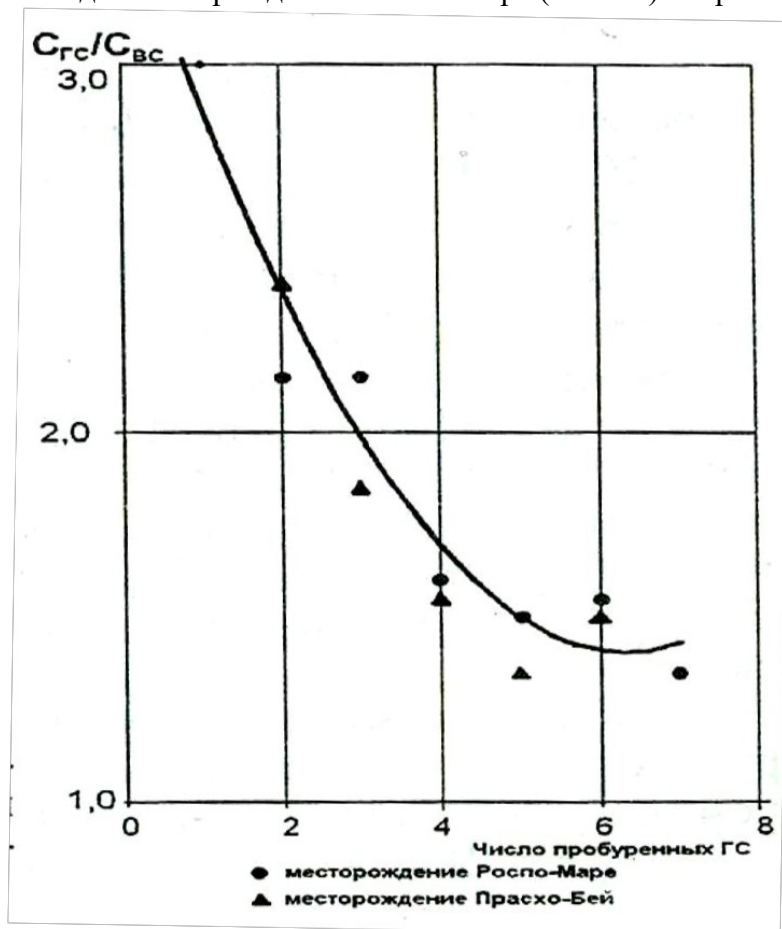


Рисунок 1.7 – Отношение стоимостей строительства горизонтальной и вертикальной скважин в зависимости от числа пробуренных скважин

Первые ГС дороже вертикальных в 2 — 3 раза, однако по мере освоения техники и технологии бурения и исследования ГС отношение стоимостей резко падает и стабилизируется на уровне 1,25 - 1,30, т.е. затраты на строительство ГС превышают затраты на вертикальные скважины на 25 - 30%.

Такая же закономерность получена при бурении ГС в Западной Сибири. Первые скважины были значительно дороже. При бурении последующих скважин отношение стоимостей ГС и ВС стабилизировались на уровне 1,3 - 1,4.

Таким образом, при массовом бурении ГС и РГС и правильном выборе системы разработки экономический эффект становится очевидным.

Особое внимание уделяется обоснованию длины ствола ГС в продуктивном пласте с учетом таких факторов, как глубина залегания пласта, затраты на бурение и обустройство скважины, ожидаемая добыча нефти и т.д.

Оборудование и материалы

Схемы расположения эксплуатационных и нагнетательных скважин. схемы расположения вертикальных и горизонтальных скважин. Диаграммы для работы.

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
 - Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение Целесообразности проводки ГС

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:

Задание 1: Определить геометрию сетки скважин.

Задание 2: Определить какое нагнетание рабочего агента.

а) законтурное

б) внутриконтурное

- Составить отчет;
- Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Плотность сетки?
- геометрия сетки?
- Методика разработки многопластовых месторождений?
- раздельная разработка?
- совместная разработка?

- совместно-раздельная разработка?
- экономический эффект от внедрения системы разработки с применением ГС и РГС?

Практическая работа № 2

Тема: Способы бурения и типы профилей горизонтальных скважин

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях
- Способы проводки ГС по признаку размещения бурового оборудования
- Типы профилей горизонтальных скважин
- Разновидности скважин, различающихся по способу проводки и конструкции

Теоретическая часть:

Способы проводки ГС по признаку размещения бурового оборудования делятся на бурящиеся с поверхности Земли, бурящиеся из шахтных камер, бурящиеся из скважин большого диаметра.

Наибольшее распространение нашел способ бурения ГС с поверхности как продолжение вертикальных и наклонно-направленных скважин (ННС). По способу бурения в этой группе выделяются разновидности. В отечественной практике обычно используются забойные двигатели (турбобур, электробур, винтовой двигатель). Этот способ называют советским методом или методом Григоряна. В США значительное место занимает роторный способ бурения как обычными, так и шарнирными трубами, называемый американским способом. В последнее время за рубежом все большее значение приобретает способ бурения с применением винтовых забойных двигателей (ВЗД), комбинируемый с вращением бурильной колонны. Для бурения из скважин большого диаметра применяется метод бурения гибкими (полужесткими) трубами, известный как метод Зублина.

Для бурения ГС из шахтных камер специальная буровая установка вместе с обслуживающим персоналом опускается в шахту. За рубежом этот метод использовал Ренни. В отечественной практике бурение ГС из шахтных камер использовано на Ярегском месторождении Республики Коми для теплового воздействия на продуктивный пласт-термошахтный способ разработки (метод И.К. Байбакова).

В БашНИПИнефти под руководством профессора Кагарманова Н.Ф. велись работы по созданию способа проводки горизонтальных скважин малого диаметра (ГСМД) из забоя скважины большого диаметра (СБД) с помощью бурового робота по безлюдной технологии.

В отечественной и мировой практике наиболее подготовлена к промышленному внедрению система разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений с применением ГС и РГС, бурящихся с поверхности как продолжение обычных вертикальных скважин и ННС.

По типу профиля выделяются две группы ГС.

Наиболее рациональным является трехинтервальный профиль, показанный на рис. 2.1а, где выделяется вертикальный участок 1, участок набора зенитного угла 2 и горизонтальный участок 3. Отклонение от вертикали в плане равно 10° , которое целиком определяется радиусом искривления R .

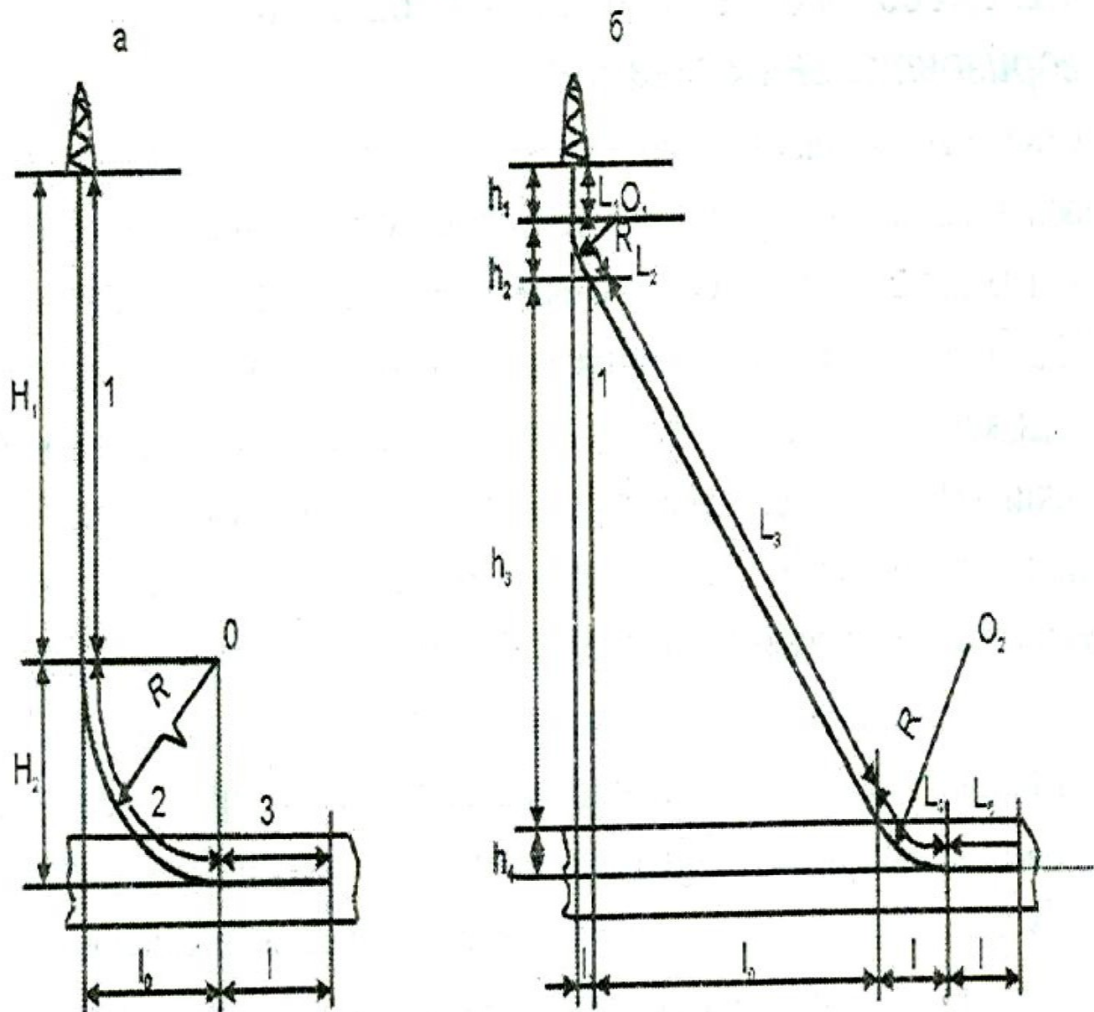


Рисунок 2.1-Типы профилей горизонтальных скважин

Различают три типа трехинтервальных профилей ГС: с малым, средним и большим радиусом. Сопоставление трехинтервальных профилей ГС и их техническая характеристика и способы применения показаны на рис. 2.1 [3].

Каждому радиусу соответствует определенная интенсивность искривления i , исчисляемая в градусах на 10 м проходки. При $R = 40-50$ м, $i = 14-11,50/10$ м; при $R = 140-220$ м, $i = 4-2,50/10$ м и при $R = 380-750$ м, $i = 1-1,50/10$ м.

Вторая группа ГС имеет пятиинтервальный профиль (рис. 2.1б).

Первый интервал представляет собой участок вертикального бурения, 2ой - набора зенитного угла до выхода на 3й наклонный ствол L_3 , 4й - участка набора зенитного угла до выхода на 5й горизонтальный ствол L_5 . Профили данного типа применяются при необходимости обеспечения большого отклонения точки вскрытия продуктивного пласта от вертикали, проходящей через устье скважины.

В работе даются определения разновидностей скважин, различающихся по способу проводки и конструкции.

Вертикальными называются скважины, в которых проектом бурения не предусматривается целенаправленное отклонение ствола от вертикали. В процессе проводки могут иметь место случайные отклонения от вертикали за счет естественного искривления.



Рис. 1.2. Горизонтальное бурение

Рисунок 2.2 – Горизонтальное бурение

Наклонно-направленными называются скважины, в которых проектом бурения предусматривается отклонение ствола от вертикали по заданной кривой и соответствующем азимуте.

Горизонтальными называются скважины, в которых интервал вскрытия продуктивного пласта стволом скважины более чем в два раза превышает толщину пласта.

Разветвленно-горизонтальными называются скважины, в вертикальной части ствола которых в точках, расположенных выше продуктивного пласта, забуривается несколько наклонных стволов, каждый из которых имеет интервалы вскрытия продуктивного пласта, не менее чем в два раза превышающие его толщину. Каждая РГС должна иметь возможность установления независимого, контролируемого и управляемого режима эксплуатации с помощью технических средств, называемых узлами разветвления.

Если протяженность горизонтального участка не превышает Многозабойными называются скважины, когда забуривание дополнительных стволов проводится в точках, находящихся в пределах продуктивного пласта. Если протяженность дополнительных стволов превышает более чем в два раза толщину пласта, скважины называются многозабойными горизонтальными (МЗГС).

ет более чем в два раза толщину пласта, то скважины называются разветвленными наклонно-направленными (РННС).

Оборудование и материалы

Схемы расположения эксплуатационных и нагнетательных скважин. Конструкции горизонтальных скважин. Диаграммы для работы.

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:

- отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
- нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
 - Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение способа бурения и типа профиля горизонтальной скважины

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:
- Задание 1: Определить способ бурения горизонтальной скважины.
- Задание 2: Определить тип профиля горизонтальной скважины.
- а) трехинтервальный
 - б) пятиинтервальный
- Составить отчет;
 - Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Способы проводки ГС?
- Типы профилей горизонтальных скважин?
- Разновидностей скважин, различающихся по способу проводки?
- Разновидностей скважин, различающихся по конструкции?
- Разветвленно-горизонтальными скважины?
- Многозабойные скважины?
- Разветвленные наклонно-направленные скважины?

Практическая работа № 3

Тема: Геолого-технологическая классификация запасов нефти

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях

- Классификация запасов нефти
- Запасы промышленных категорий
- Эффективность систем разработки месторождений нефти и газа
- Объекты доразведки с помощью ГС и РГС
- Задачи доразведки объектов с помощью горизонтальных и разветвленно-горизонтальных скважин

Теоретическая часть:

Запасы промышленных категорий (балансовые и извлекаемые) подразделяются на три группы (рис. 3.1):

- запасы, разрабатываемые по традиционной технологии;
- трудноизвлекаемые запасы, требующие создания новой технологии;
- труднодоступные запасы.



Рис. 1.3.

Рисунок 3.1- Запасы промышленных категорий (балансовые и извлекаемые) подразделяются на три группы

К группе запасов залежей, разрабатываемых по традиционной технологии, относятся запасы нефти, приуроченные к чисто нефтяным зонам коллекторов с высокими и повышенными емкостно-фильтрационными характеристиками (проницаемость выше

0,05 - 0,075 мкМ²), вязкостью 25 - 30 мПа·с, относительно низким содержанием сероводорода и парафина, при разработке которых обеспечивается достижение конечного коэффициента нефтеотдачи в пределах 0,35 - 0,40 и выше.

К группе трудноизвлекаемых отнесены запасы нефти, приуроченные к водонефтяным и газонефтяным зонам, нефтяным оторочкам нефтегазовых залежей, нефтегазоконденсатным и газонефtekонденсатным залежам, залежи высоковязких нефтей (вязкостью более 25 - 30 мПа·с), содержащие сероводород в нефтяном газе, высокопарафинистых нефтей с высокой температурой застывания, залежи с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД), а также приуроченные к низкопродуктивным слабопроницаемым прослоям и линзам, остаточные извлекаемые запасы относительно высокопроницаемых коллекторов с высокой степенью выработки (75 - 80%).

К группе труднодоступных отнесены запасы нефти, приуроченные к месторождениям континентального шельфа (первая подгруппа) и районов с тяжелыми природно-климатическими условиями, Удаленных от промышленных центров и коммуникаций на большие расстояния (вторая подгруппа). К ним отнесены месторождения Красноярского края, Якутии, Иркутской и Магаданской областей, при освоении которых существенно возрастает роль экономического фактора.

Роль и значение трудноизвлекаемых и труднодоступных запасов в структуре запасов и нефтедобыче будут постоянно возрастать, однако их практическое освоение в значительной мере зависит от создания и широкомасштабного внедрения принципиально новых систем разработки месторождений с помощью ГС и РГС, обеспечивающих существенное повышение конечной нефтеотдачи пластов, вовлечение в активную разработку неподвижных и малоподвижных запасов нефти большого числа уже освоенных и обустроенных месторождений старых нефтедобывающих районов и экономию капитальных вложений, исчисляемую миллиардами рублей.

В ближайшие несколько десятилетий *применение новых технологий и систем разработки может дать огромный экономический эффект:*

1. Применение новых информационно-диагностических технологий в геологии и геофизике с существенно повышенной разрешающей способностью при поиске и разведке нефтяных месторождений только в промышленно освоенных районах Западной Сибири позволит дать прирост извлекаемых запасов (даже для нынешних технологий разработки) около 3-4 млрд т с приростом годовой добычи 50 -70 млн тонн. Этот прирост добычи нефти стоит (по нынешним мировым ценам) 6-7 млрд долларов в год. При этом издержки на производство и транспорт этих дополнительных запасов первые 10 -20 лет не будут превышать 30 - 40%.

2. За счет использования новых технологий вскрытия пласта и заканчивания скважин будут увеличены дебиты скважин в два и более раз. Это позволит в Западной Сибири ввести в рентабельную разработку на уже разведанных месторождениях около 1,5 млрд тонн извлекаемых запасов и около 2,0 - 3,0 млрд т на недоазведанных территориях и пластах.

3. За счет использования горизонтальных скважин и новых экологически чистых технологических приемов для разработки нефтяных ловушек только под поймами рек будет вовлечено в разработку около 1,0 млрд т нефти, которая уже разведана, и около 2,0 млрд т, которые будут разведаны. Указанные запасы под поймами рек в настоящее время не могут разрабатываться из-за экологической опасности нынешних технологий.

4. За счет оптимизации разработки месторождений с помощью новых информационных технологий и использования методов отработки прискважинной зоны и пласта только методами закачки попутного местного газа, не беря в расчет более сложные методы повышения нефтеотдачи и конденсатоотдачи, можно будет довести коэффициент нефтеотдачи от 0,4 - 0,45 до 0,5, что даст увеличение ресурсов извлекаемой нефти только в промыслово-освоенных территориях Западной Сибири около 2,0 млрд т. Возможности повышения нефтеотдачи пластов с помощью горизонтальных скважин и гидроразрыва в

несколько раз больше, и теоретически коэффициент нефтеотдачи может быть доведен до 0,7, что в перспективе и практически может оказаться достижимым, если горизонтальные скважины и гидроразрыв использовать в комбинации с другими методами повышения нефтеотдачи: тепловыми воздействиями, закачкой химреагентов и т.д.

5. Если же проанализировать возможности новых технологий на территориях уже подвергшихся разведке, но еще промыслово не освоенных, то с учетом запасов на больших глубинах (3-5 км) в юрских пластах с малой проницаемостью, которые могут разрабатываться только горизонтальными скважинами с применением гидроразрыва пласта, то извлекаемые запасы на таких территориях и в таких пластах через 15-20 лет могут быть увеличены на 20 млрд т.

6. Что же касается всей территории Западной Сибири и ее еще не разведанных территорий и пластов, по оценкам некоторых специалистов, в настоящее время выявлена только одна четвертая часть нефтегазовых залежей. Удешевление и ускорение только поисков и разведки трех четвертей общего числа месторождений в дальнейшей перспективе даст экономию многих десятков млрд долларов, а эффективность использования этого дополнительного нефтегазового сырья на длительную перспективу — XXI в. — оценивается триллионами долларов. При этом геологические запасы нефти в Западной Сибири оценивают в 200 млрд т со средним коэффициентом нефтеотдачи 0,3 (и даже меньше при существующих технологиях). Новые технологии должны довести коэффициент нефтеотдачи до 0,45, т.е. до современного уровня для более «легких» залежей. Тогда эти новые технологии позволят извлечь только в Западной Сибири дополнительно 20-30 млрд т или 200 - 300 млн т ежегодной дополнительной добычи на весь XXI век. Потенциальные ресурсы газа оцениваются величиной около 100 триллионов кубометров, из которых разведано около 40 трлн м³. Неоткрытые запасы газа и конденсата относятся к глубоким сложно построенным горизонтам, поиск и добыча из которых эффективны только с применением новых технологий.

7. При оценке дальних перспектив на 20 - 30 и более лет следует иметь в виду источники углеводородов, которые из-за особой сложности извлечения пока называют нетрадиционными источниками углеводородов - битумы, газогидраты и глинисто-углеводородные отложения баженовской свиты и низкопроницаемые коллекторы. Их запасы огромны, и к их разработке также надо готовиться заранее, а значит вести фундаментальные исследования по физике, механике, химии.

Исходя из вышеизложенного, предложенная ВНИИОЭНГ [76] геолого-технологическая классификация трудноизвлекаемых и труднодоступных запасов нефти позволяет более обоснованно внедрять оптимальные способы разработки и методы воздействия на продуктивные пласты.

Что же касается всей территории Западной Сибири и ее еще не разведанных территорий и пластов, по оценкам некоторых специалистов, в настоящее время выявлена только одна четвертая часть нефтегазовых залежей. Удешевление и ускорение только поисков и разведки трех четвертей общего числа месторождений в дальнейшей перспективе даст экономию многих десятков млрд долларов, а эффективность использования этого дополнительного нефтегазового сырья на длительную перспективу — XXI в. — оценивается триллионами долларов. При этом геологические запасы нефти в Западной Сибири оценивают в 200 млрд т со средним коэффициентом нефтеотдачи 0,3 (и даже меньше при существующих технологиях). Новые технологии должны довести коэффициент нефтеотдачи до 0,45, т.е. до современного уровня для более «легких» залежей. Тогда эти новые технологии позволят извлечь только в Западной Сибири дополнительно 20-30 млрд т или 200 - 300 млн т ежегодной дополнительной добычи на весь XXI век. Потенциальные ресурсы газа оцениваются величиной около 100 триллионов кубометров, из которых разведано около 40 трлн м³. Неоткрытые запасы газа и конденсата относятся к глубоким сложно построенным горизонтам, поиск и добыча из которых эффективны только с применением новых технологий.

Задачи доразведки объектов с помощью горизонтальных и разветвленно-горизонтальных скважин

Объектами доразведки с помощью ГС и РГС являются:

1. Широкие водонефтяные зоны залежей разрабатываемых нефтяных месторождений, которые эксплуатируются разной сеткой вертикальных скважин. Вертикальные добывающие скважины в водонефтяных зонах из-за конусообразования довольно быстро обводняются и не обеспечивают удовлетворительную выработку запасов нефти. С целью оценки остаточных запасов, уточнения строения локальных участков и выяснения возможности рентабельной эксплуатации остаточной водонасыщенной части пласта различных участков водонефтяных зон залежи рекомендуется пробурить единичные скважины с горизонтальными стволами, проведенные вблизи кровли продуктивного пласта. По результатам геофизических и гидродинамических исследований ГС и их эксплуатации определяются участки для разработки системой ГС и РГС.

2. Водонефтяные зоны залежей вновь вводимых в разработку нефтяных месторождений. Многолетний опыт разработки нефтяных зон залежей показал низкую эффективность их эксплуатации вертикальными скважинами, особенно там, где нефтенасыщенная часть пласта имеет малую толщину - менее 5 - 7 м. Поэтому с целью уточнения строения продуктивного пласта и сравнения добычных возможностей вертикальных и горизонтальных скважин в этих зонах рекомендуется бурение нескольких разведочных ГС, размещенных на различных его участках, которые будут органически вписаны в систему разработки залежи с помощью ГС и РГС.

3. Залежи нефти, приуроченные к сложно построенным терригенным коллекторам, в которых происходит опережающая выработка запасов нефти из хорошопроницаемых коллекторов, и добывающие скважины работают с обводненностью продукции на 80-90%, а запасы нефти изолированных линз и низкопроницаемых прослоев при существующих сетках вертикальных скважин вырабатываются слабо.

После многолетней эксплуатации скважин и неоднократной перфорации обсадной колонны в продуктивном интервале возникает вопрос о сохранности и качестве запасов нефти в изолированных линзах и низкопроницаемых прослоях. Ответ на этот вопрос может дать лишь бурение нескольких оценочных ГС на эти запасы, с проведением в них комплекса геофизических и гидродинамических исследований.

4. Залежи с небольшими запасами нефти, не вовлеченными в разработку - так называемые «возвратные объекты», в силу изношенности добывающих скважин более целесообразно разрабатывать самостоятельной сеткой скважин. Если их ввод в разработку традиционной технологией пока что является нерентабельным, то применение системы ГС и РГС может быть достаточно эффективным. Поэтому «возвратные объекты» должны быть доразведаны ГС с определением возможности и сроков ввода их в разработку.

5. Остаточные запасы нефти в карбонатных коллекторах с весьма низкими значениями коэффициента нефтеотдачи. За счет быстрого прорыва пластовых вод в добывающие скважины остаточные запасы могут быть значительными, поэтому доразведка и разработка их новой технологией с применением ГС и РГС является первостепенной задачей.

6. Целики нефти в застойных зонах крупных залежей нефти, приуроченных к структурам платформенного типа, разрабатываемых путем их разрезания рядами внутриконтурных нагнетательных скважин на самостоятельные блоки или участки. Доразведка целиков путем бурения ГС является более предпочтительной, так как вероятность выявления целиков нефти в застойных зонах с помощью ГС значительно выше, чем вертикальной скважиной.

7. Нефтяные оторочки в газовых скважинах, изученность которых чрезвычайно низка. Доразведку нефтяных оторочек следует осуществить ГС с последующим переходом на системы разработки с помощью ГС.

8. Выработанные залежи со значительными остаточными балансовыми запасами. Бурение оценочных ГС позволит определить возможность получения дополнительной добычи нефти из этих ГС.

Оборудование и материалы

Схемы расположения эксплуатационных и нагнетательных скважин. схемы расположения вертикальных и горизонтальных скважин. Диаграммы для работы.

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
 - Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение Целесообразности проводки ГС

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:
- Задание 1: Определить тип запасов нефти и газа.
- Задание 2: Определить задачи доразработки.
- Составить отчет;
 - Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- запасы, разрабатываемые по традиционной технологии?
- трудноизвлекаемые запасы?
- труднодоступные запасы?

- Задачи доразведки объектов с помощью ГС и разветвленно-горизонтальных скважин?
- Объекты доразведки с помощью ГС и РГС?

Практическая работа № 4

Тема: Забойные телеметрические системы, принципы их построения и классификация

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях
- Забойные телеметрические системы
- принципы построения и классификация забойных телеметрических систем
- Эффективность забойных телеметрических систем разработки месторождений нефти и газа

Теоретическая часть:

Забойные телеметрические системы (ЗТС) для измерений в процессе бурения появились с целью получения данных о траектории ствола бурящейся скважины

Классификация ЗТС:

- 1) MWD система
- 2) LWD система

MWD-система - это инклинометр либо в чистом виде, либо с одним (ГК) или двумя геофизическими (ГК+БК) и технологическими датчиками, способными “привязать” ствол к геологической ситуации. Кроме инклинометрических параметров в процессе бурения нужны данные о технологических параметрах (нагрузка на долото, число его оборотов, давление, температура ПЖ на забое и др.), поэтому к оснащению систем MWD добавились и эти датчики.

Необходимы также сведения о геологической ситуации - о реперах-пластах, по которым можно “привязать” траекторию к конкретной геологической ситуации и провести ствол в наиболее рациональном «коридоре». Так в составе MWD-системы появились геофизические зонды, сначала естественного гамма-каротажа (ГК), а затем и зонды для измерения электрического сопротивления горных пород (токовый каротаж (ТК), боковой каротаж (БК), акустический каротаж (АК), радиоактивный (РК) и электрический каротаж (ЭК)).

LWD-система - комплекс (инклинометрия + зонды РК, ЭК, АК и др.), способный заменить или сократить до минимума промыслово-геофизические исследования после бурения ГС.

Классификационные критерии :

- Первым критерием, выбранным для классификации, является отнесение системы к классу MWD либо LWD (вид) с указанием расстояния от точки записи до породоразрушающего инструмента, что очень важно для своевременного принятия различных решений.

- Вторым критерием является канал связи (способ получения информации с забоя ГС), (подвид).

- Третьим критерием является комплекс решаемых системой геолого-технологических задач (группа). В последней графе названы системы, бывшие и находящиеся в эксплуатации в различное время, что дает представление об истории этого вида техники.

Необходимо отметить, что выбор канала связи играет большое значение как в объеме информации, передаваемой в реальном масштабе времени, так и в надежности и эксплуатационных качествах MWD и LWD-систем.

Системы с проводным каналом связи для геофизических исследований горизонтальных скважин

Проводной канал связи имеет малое затухание сигнала по длине линии связи и высокую пропускную способность по скорости передачи. При этом широко используется каротажный кабель, встроенные в бурильные трубы силовые отрезки токопровода, питающие забойный электродвигатель при бурении электробуром; их комбинации. Наиболее слабым звеном при использовании проводной линии связи «забой-устье» является повышенный износ кабеля за счет абразивных воздействий бурового раствора, малая надежность электросоединений между секциями кабеля при высоких давлениях и температурах. Разработка систем с проводным каналом связи отличается возможностью передать большой объем информации и сравнительной дешевизной.

Впервые перечисленные преимущества удалось реализовать в забойной телеметрической системе типа СТЭ, созданной Харьковским СКТБ ПЭ НПО «Потенциал» и институтом электромеханики при участии ВНИИБТ. Комплекс измерений включал измерения зенитного и азимутального углов, положение отклонителя, нагрузку на долото, число оборотов долота, крутящий момент на валу электродвигателя

Телеметрическая система СТЭ предназначена для контроля пространственного положения скважины и ориентации отклонителя при бурении наклонно-направленных и вертикальных скважин (рис. 4.1).

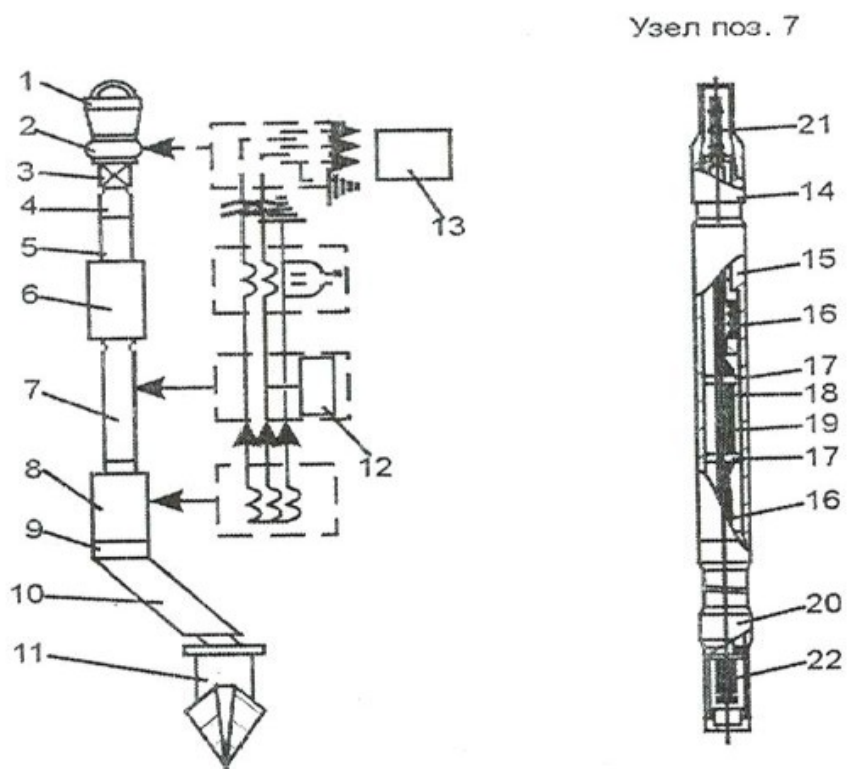


Рисунок 4.1- Забойная телеметрическая система, применяемая при бурении скважин электробуром: 1-вертлюг; 2-токосъемник; 3- ведущая труба; 4-обратный клапан; 5-бурильные трубы; 6- УБТ; 7-телеметрическая система; 8-электродвигатель; 9-механизм искривления; 10-шпиндель; 11-долото; 12-блок датчиков; 13-наземный пульт управления;

14-верхний переводник с фильтром; 15-немагнитный корпус; 16-осевой амортизатор; 17-радиальный амортизатор; 18-герметичный контейнер; 19-блок БГЭ (БГТ); 20-нижний переводник; 21-трехконтактный стержень; 22-трехконтактная муфта.

ЗТС типа СТЭ устанавливается над забойным электродвигателем и рассчитана на рабочее гидростатическое давление 75 МПа и температуру до 100°C. Контроль траектории осуществляется путем непрерывного измерения азимута и зенитного угла при известной бурильной колонны труб. Соответствующие датчики основаны на использовании естественных векторов магнитного поля Земли и вектора гравитации. Положение отклонителя может контролироваться на участках с любым зенитным углом. В системе типа СТЭ используются традиционные инклинометрические датчики с подвижными рамками и магнитной стрелкой (бесконтактные поворотные трансформаторы, работающие в режиме двухфазных вращателей). На поверхности сигналы высокой частоты проходят через присоединительный фильтр (рис. 4.1, поз. 14) и подаются на вход наземного пульта 13, к выходу которого подсоединен самописец.

Скважинное измерительное устройство (рис. 4.1, поз.7) состоит из немагнитного корпуса 15, внутри которого установлен герметичный контейнер 18 с блоком измерения и преобразования в высокочастотный сигнал данных, передаваемых на поверхность. Электрическое соединение этого блока с токопроводом электробура осуществляется при помощи специальных герметических разъемов (рис. 2.20), а защита от ударов и вибраций -радиальными и осевыми амортизаторами, которые позволяют использовать систему при вибрационных ускорениях до 100 м/сек² при частоте 50 Гц.

Таким образом, ЗТС типа СТЭ обеспечивает в реальном масштабе времени:

- постоянный визуальный контроль зенитного угла, азимута и положения отклонителя по приборам наземного пульта и запись указанных параметров с погрешностью измерений $\pm 3^\circ$;
- ориентирование отклоняющих устройств с учетом угла закручивания бурильной колонны в заданном азимуте при зарезке наклонных стволов;
- ориентирование отклонителя по заданному азимуту на линейных участках ствола.

Системы СТЭ широко использовались при наклонно-направленном бурении скважин электробуром в нефтедобывающих регионах Башкирии, Туркмении и Азербайджана, большинство из них имело ресурс до 600 - 800 час. и межремонтный период до 100 час. Для их обслуживания на местах были организованы ремонтные базы.

Дальнейшее повышение эффективности функционирования системы и было осуществлено Харьковским СКТБ ПЭ в рамках комплексной отраслевой программы «Горизонт».

Повышение надежности было достигнуто путем изменения конструкции как погружного контейнера 18, так и электронного блока 12, а также изменения подвески погружного контейнера в несущей трубе и применения современных конструкционных материалов (титана и др.). Как показала практика, наиболее слабым звеном в конструкции ЗТС типа СТЭ является узел верхних штифтов и нижнего упора погружного контейнера. Поэтому в новой конструкции, названной 2СТЭ, полностью изменена система подвески погружного контейнера (верхние штифты разгружены от силовой нагрузки и предназначены для защиты от поворота контейнера вокруг оси). Усилен низ погружного контейнера и уменьшено число фиксирующих деталей. Значительно повышена виброзащищенность электронного блока, который сейчас представляет собой жесткую конструкцию малого веса.

Кроме этого, в ЗТС типа 2СТЭ полностью изменена электронная схема инклинометрических датчиков и система передачи информации с забоя. Сейчас измерения угловых параметров производятся только в скважинной части системы (в СТЭ они проводились как в скважинной, так и в наземной частях, что приводило к необходимости

согласования пределов измерений и к потере точности). Это позволило снизить требования к наземному пульту 13, который служит теперь только как преобразователь кодов.

Принцип действия усовершенствованной системы заключается теперь в измерении величины фазовых сдвигов выходных сигналов датчиков угловых параметров относительно опорного значения и преобразования величины фазового сдвига в последовательный двоичный код и передачи этих сигналов в линию связи.

Как в скважинную, так и в наземную части введены схемы усреднения за 16 циклов измерений.

Все перечисленные усовершенствования позволили повысить точность измерений зенитного угла до $\pm 0,5^\circ$, точность измерения азимута и положения отклонителя до $\pm 4^\circ$ с резким уменьшением доли случайной составляющей, увеличить межремонтный период до 125 час., повысить общий ресурс работы до 1500 час.

Система состоит из измерительных датчиков 1,2 и глубинного электронного передающего устройства 3, проводного канала связи сбросового типа 4, специального кабельного переводника для ввода кабеля канала связи во внутритрубное пространство, кабельной лебедки и наземного приемно-регистрирующего устройства 6 с блоком питания глубинного передающего устройства 5.

Система СТТ, разработанная Харьковским СКТПЭ совместно с ВНИИБТ, предназначена для бурения скважин забойными гидравлическими двигателями. Она на 90% унифицирована с ЗТС типа СТЭ и отличается только тем, что вместо присоединительного фильтра устанавливается блок питания переменным током частоты 50 Гц. При применении СТТ коренным образом изменяется технология получения информации. Эта технология коротко заключается в следующем.

Телеметрическая система СТТ позволяет осуществлять контроль пространственного положения скважины и ориентации отклонителя при турбинном бурении наклонно-направленных и вертикальных скважин (рис. 4.2).

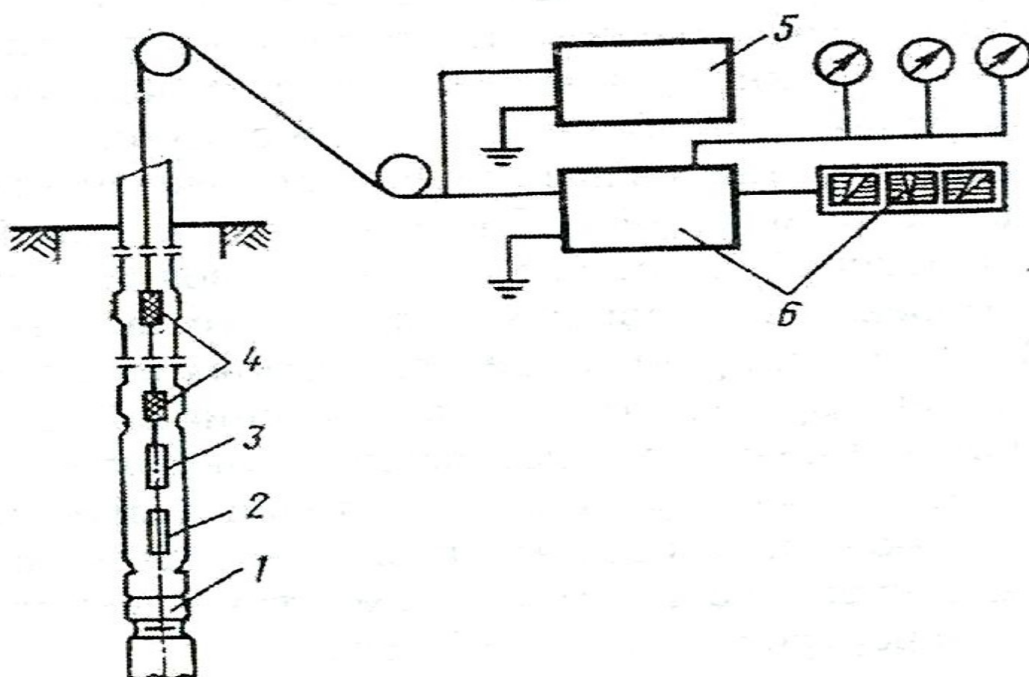


Рис. 4.2-. Блок-схема телеметрической системы типа СТТ

Телеметрическая система (та же, что и у СТЭ, но с блоком питания вместо фильтра) в составе «электробуровского» инструмента спускается на забой наклонно-направленной скважины, при этом трехконтактный (одноконтактный) стержень (поз. 10) снабжен ловушкой 6 для сбрасываемой муфты 11, которая соединяется со стандартным

каротажным кабелем (трехжильным, одножильным), нагружается специальными свинцовыми грузами и «сбрасывается» в скважину.

Оборудование и материалы

Схемы расположения эксплуатационных и нагнетательных скважин. схемы расположения вертикальных и горизонтальных скважин. Диаграммы для работы.

После создания проводной линии «забой-устье» каротажный кабель на устье, с помощью специального устройства (рис. 4.3, поз. а) переводится за стенку последней наращиваемой бурильной трубы (свечи). Последующие наращивания при углублении забоя ведутся при закреплении кабеля в районе замковых соединений специальными охранными устройствами (клямцами). Таким образом, при бурении скважин (наклонно-направленных или горизонтальных), которые, как правило, бурятся гидравлическими двигателями, появляется возможность контролировать их проведение (наведение) при помощи системы СТТ.

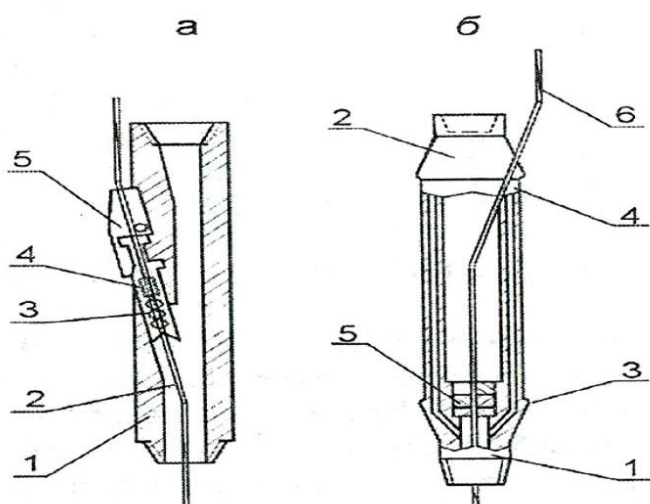


Рис. 4.3-. Способы перевода кабеля, а: 1 - корпус; 2 - кабель каротажный; 3 -блокировка; 4 -уплотнение; 5 - предохранитель кабеля; б: 1 - переходник; 2 - верхний наконечник; 3 - нижний наконечник; 4 - корпус переходника; 5 - пробка эластичная; 6 -кабель каротажный

Отечественные разработки бурильных труб с встроенными токопроводами, связанные с построением комбинированных каналов связи, были выполнены в двух вариантах: комбинированная проводная линия (КПЛС) и секционированная сбросная проводная линия (ССПЛС), причем КПЛС предназначена для электроснабжения скважинной части телеметрической системы и передачи информации от нее на поверхность и представляет собой сбрасываемый стандартный геофизический кабель в нижней части стыкуемый к измерительной системе и заканчивающийся закрепленным контактным стержнем, а в верхней части - встроенные в трубы (в т.ч. и ведущую трубу) кабельных секций и токоприемника (поз. 12).

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.

- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.

- Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.

- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Назначение ЗТС, решаемые задачи

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:

Задание 1: Оценить эффективность проводных ЗТС.

Задание 2: Оценить эффективность беспроводных ЗТС

- Составить отчет;

- Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.

- Ответы на пункты в задании.

- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Классификация ЗТС?

- Классификационные критерии?

- MWD-система?

- LWD-система?

- Способы перевода кабеля?

- ЗТС типа СТЭ?

- ЗТС типа СТТ?

Практическая работа № 5

Тема: Каналы связи, применяемые в забойных телеметрических системах

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях

- линии связи

- Разновидности каналов связи

- Эффективность каналов связи

Теоретическая часть:

Основное назначение систем телеизмерений в процессе бурения скважин заключается в оперативном получении с забоя данных глубинных измерений, используемых для уточнения режима бурения с целью его оптимизации (установления оптимальной частоты вращения долота и осевой нагрузки на долото и др.), определения и корректировки траектории ствола скважины, изучения физических свойств пересекаемых скважиной горных пород.

Совокупность технических средств, служащих для передачи сообщений от источника к получателю, образует канал связи. Этими средствами являются передатчик, линия связи и приемник (рис. 5.1). Канал связи вместе с источником и получателем сообщения образует систему связи.

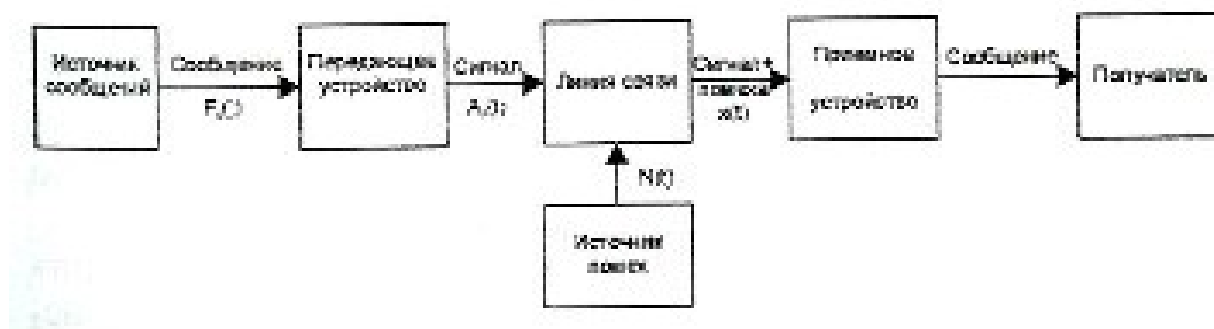


Рисунок 5.1 - Канал связи

Назначение передающего устройства - отобразить сообщение в сигнале, наиболее удобном для передачи по линии связи. Для телеизмерительных систем - это преобразование неэлектрических величин от измерительных датчиков в электрические сигналы, в вид, удобный для передачи в канал связи.

В общем случае процесс отображения сообщения в сигнале состоит из трех операций: преобразования, кодирования и модуляции. В многоканальных системах связи, обеспечивающих взаимно-независимую передачу нескольких сообщений по одной общей линии, к этим трем операциям необходимо добавить операцию формирования «многоканального» сигнала.

Линия связи - это среда, используемая для передачи сигналов от передатчика к приемнику. Информация от забоя скважины к поверхности может передаваться с помощью:

- проводных линий связи, встроенных в бурильный инструмент, в том числе токоподводов электробура;
- гидравлических импульсов по промывочной жидкости;
- акустических импульсов по металлу трубы или по промывочной жидкости;
- электромагнитных колебаний.

Независимо от того, что используется в канале в качестве агента связи (электромагнитное поле, колонна бурильных труб как упругая линия или столб промывочной жидкости), любой канал связи характеризуется затуханием сигнала вдоль линии связи. В простейшем случае (в однородной среде) уровень сигнала в точке приема $U_{пр}$ меньше уровня сигнала передачи $U_{пер}$

Пропускная способность канала связи

Реальный канал имеет определенную ширину полосы пропускания FK , а погрешности при передаче тесно связаны с уровнем помех, который для данного канала также имеет определенную среднюю квадратическую величину $U_{п.э}$ (уровень помех эквивалентный).

Если не принимаются специальных мер по выделению слабых сигналов на фоне сильных помех, отклонение величины сигнала от истинного значения не может быть меньше уровня помех в канале, так что шаг квантования при передаче по каналу связи должен быть не меньше средней квадратической величины помех. Средний квадратический уровень сигнала, который может передаваться в данном канале связи, также связан с рядом причин.

Согласование сигнала с каналом связи

Если непрерывный источник при данной *точности воспроизведения* δ имеет *скорость создания сообщений* C , то можно закодировать сообщение на выходе источника и передавать его по каналу связи с *пропускной способностью* C' при *точности воспроизведения*, как угодно близкой к δ (т.е. без дополнительных погрешностей в канале), если только $C' > C$.

Это означает, что возможна передача с любой заранее заданной малой погрешностью, сколь угодно меньшей величины помех в канале, если только скорость создания сообщений меньше или равна пропускной способности канала.

Методы передачи при $C = C'$ сильно усложняются, появляются большие задержки во времени при кодировании и декодировании. Чем больше превышение C' над C , тем легче осуществить передачу и прием и тем проще аппаратура.

Реальные системы построены с весьма значительным превышением C' над C . Если $C' < C$, то принципиально неустранимы дополнительные погрешности, наблюдается потеря части информации в канале из-за помех, так что первоначальная точность воспроизведения δ не сохраняется.

- Гидравлический канал связи

Сущность передачи информации с забоя к устью по гидравлическому каналу связи заключается в послышке импульсов давления по промывочной жидкости, циркулирующей в скважине, с частотой, пропорциональной измеряемому параметру. Для этого в нижней части буровых труб устанавливают излучатель, который создает импульсы давления. В результате этого в гидравлическом канале образуется акустическая волна, в которой чередуются участки повышенного и пониженного давлений относительно среднего внешнего давления среды.

Скорость распространения упругих колебаний в жидкости определяется формулой $C = K/\gamma$, где γ – плотность среды; K – модуль объемной упругости жидкости.

На поверхности акустические колебания принимаются соответствующим пьезоэлектрическим приемником давления. Звуковое давление:

$$p = \sqrt{\gamma C I},$$

где I – сила звука.

При одинаковой силе звука I в воде и в воздухе звуковые давления для воды значительно больше. Для воды акустическое сопротивление в несколько тысяч раз превышает акустическое сопротивление для воздуха:

Следовательно, при одинаковых давлениях скорость колебаний частиц в воде значительно больше, чем в воздухе.

Затухание интенсивности колебаний в воде также меньше, чем в воздухе, так как кинематическая вязкость, определяющая, в основном, поглощение колебаний, гораздо меньше для воды. При распространении колебаний в жидкости вдоль жестких металлических стенок буровых труб поглощение возрастает.

Пространственный коэффициент затухания упругих колебаний определяется по формуле:

$$\beta = \frac{1}{L_n - L_1} \ln \frac{A_n}{A_1},$$

где A_1 , A_n - амплитуда колебаний в сечениях, находящихся соответственно на расстояниях L_1 и L_n .

Гидравлический канал связи в трубах для передачи информации акустическими колебаниями с больших глубин (5000 м и более) использовать практически нельзя, так как в этом случае необходимы излучатели большой мощности, которые трудно создать. В случае импульсной передачи средняя мощность излучения может быть небольшой при значительной мощности сигнала в импульсе.

Гидравлическая линия скважины представляет замкнутую систему, работа которой характеризуется следующим образом (рис. 5.2).

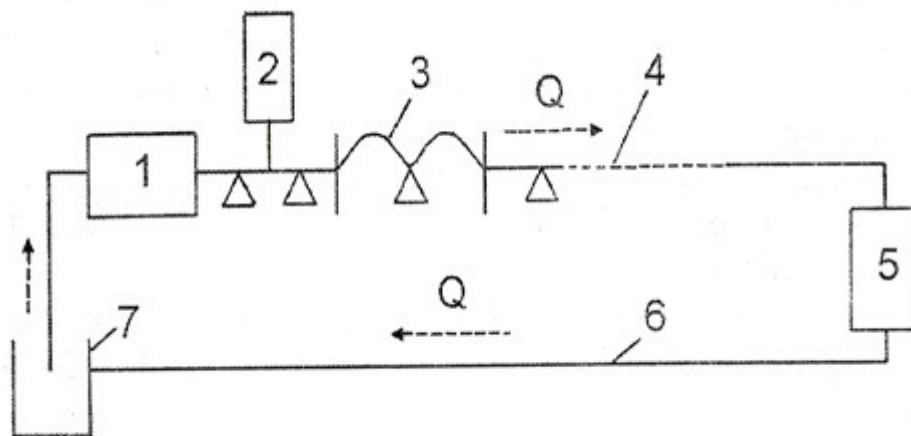


Рисунок 5.2. Схема гидравлической линии скважины: 1- поршневые насосы; 2- компенсаторы; 3- буровой шланг; 4- бурильные трубы; 5- турбобур; 6 – затрубное пространство; 7- прием насосов

Поршневые насосы 1 являются источником энергии для приведения в действие забойного двигателя (турбобура) и для промывки скважины. Насосы прокачивают промывочную жидкость через наземную обвязку с компенсаторами 2, буровой шланг 3 и далее бурильные трубы 4 к турбобуру 5 и забою скважины с постоянным средним расходом $Q_{ср}$ под давлением P_0 . По затрубному пространству 6 промывочная жидкость возвращается в прием 7 насосов, замыкая этим цикл движения жидкости в гидросистеме. Рассмотренная система типична для всех скважин с возможными незначительными отклонениями лишь в выполнении ее отдельных звеньев. При использовании гидравлического канала в скважине для связи с забоем в нем необходимо учесть как активные помехи, вызываемые работой различного оборудования, так и пассивные, возникающие, главным образом, в результате изменения параметров самого канала связи.

При телеизмерении забойных геофизических или технологических параметров бурения предполагается передача информации по гидравлическому каналу связи в скважине (по жидкости в бурильных трубах) с помощью гидравлических сигналов с соответствующими параметрами (частотой, фазой, формой, длительностью, амплитудой и т.п.). В первую очередь, необходимо определить характер и уровень в данном канале, чтобы при разработке средств телеизмерения выбрать диапазон частот, наиболее свободный от помех. В этом случае возможна надежная связь при затрате наименьшей энергии на образование сигналов при достаточном отношении сигнала к помехе.

Помимо полезно затрачиваемой мощности насосов на забое скважины часть энергии расходуется ими на потери в линии между насосами и турбобуром (в наземном оборудовании и бурильных трубах) и в линии от забоя до поверхности (в затрубном пространстве). Указанные гидравлические сопротивления обуславливают необходимость создавать насосами определенное давление на устье скважины p_0 , пропорциональное квадрату расхода жидкости Q и гидравлическому сопротивлению R_g . Для нормальной

работы турбобура и всей гидравлической линии желательно, чтобы расход промывочной жидкости был постоянным во времени. Однако в силу характера работы поршневых насосов жидкость подается неравномерно, в связи с чем буровые насосы являются одновременно и основными генераторами помех в гидравлической линии связи, имеющих высокий уровень.

От действия пульсаций давления насосов, несущих значительную энергию, возникают вторичные помехи, в основном на резонансных частотах различных элементов оборудования гидросистемы скважины. Анализ полученных материалов показывает, что помехи в канале имеют явно выраженный частотный характер. Основные помехи возникают в диапазоне частот от единиц герц до нескольких десятков герц (зависят от режимов бурения, работы насосов и т.п.). При осязаемых на поверхности вибрациях бурильного инструмента помехи резко возрастают. С углублением скважины (с ростом давления на стояке) помехи также увеличиваются.

Таким образом, гидравлический канал связи характеризуется ограниченной пропускной способностью и может быть использован для передачи сигналов медленно меняющихся (доли герца) процессов. Его дальность составляет 4000 — 5000 м. Для надежного выделения сигнала на фоне помех в канале следует применять специальные меры.

- Акустический канал связи

Возможность приема информации на устье забоя скважины в виде упругих колебаний (сигналов) определяется начальной величиной сигналов на забое, затуханием их в бурильных трубах и уровнем помех в точке приема. Для исследования прохождения колебаний долота по бурильной колонне как по линии связи необходимо знать передаточные функции колонны, определяемые отношением выходных и входных величин, т.е. сигналов долота на забое и устье скважины.

По акустическому каналу связи можно передавать информацию о забойных параметрах (частота вращения долота при турбинном бурении, физико-механические свойства разбуриваемых пород, степень износа долота по вооружению и опоре). Разработаны структурные схемы устройств для контроля некоторых из этих параметров, однако вопросы точности работы этих устройств и дальность действия акустического канала связи еще не решены.

Результаты, полученные в Тюменском индустриальном институте, свидетельствуют, что из всех типов волн (продольная, поперечная, изгибная, растяжная) менее всего подвержена затуханию поперечная волна, распространяющаяся по телу трубы по винтообразной линии.

Проведенные эксперименты показывают, что поперечно-винтообразные колебания звукового диапазона частот могут быть широко использованы для передачи различной забойной информации по колонне бурильных труб в процессе бурения скважины.

диапазон частот 0 - 250 Гц может с успехом использоваться для организации активного акустического канала связи с передачей забойной информации как продольными и крутильными колебаниями, так и поперечными колебаниями, распространяющимися по винтовой линии.

- Гидроакустический канал связи

Гидроакустический канал связи является разновидностью гидравлического канала связи, в котором передача информационного сигнала также происходит по столбу бурового раствора внутри бурильных труб, а основными его отличиями от гидравлического канала связи являются:

- повышенный диапазон рабочих частот, лежащий в пределах 50- 5000 Гц;
- излучателем в гидроакустическом канале связи является вибрирующий стержень из пьезокерамики (классическое решение для морской гидроакустики);

- приемник гидроакустических колебаний представляет из себя антенну, ориентированную на прием сигнала в направлении «снизу- вверх», состоящую из высокочувствительной пьезокерамики.

В результате исследования потерь энергии акустических волн в скважине установлено:

1. Затухание звука при его распространении по гидроканалу внутри бурильных труб (БТ), обусловленное трением о стенки, весьма сильно зависит от параметров бурового раствора и частоты звука. Зависимостью затухания от диаметра БТ в реальном диапазоне его изменений можно пренебречь. Для используемых размеров БТ и параметров растворов результирующие потери на 1 км длины скважины для частоты 1 кГц изменяются от 5 дБ до 33 дБ, а для частоты 250 Гц - от 3 дБ до 17 дБ. Наибольшее затухание соответствует буровому раствору с большей вязкостью (60 с по СПВ-5, $\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$).

2. Шероховатость внутренней поверхности БТ, обусловленная коррозией, налипанием мелких частиц бурового раствора с размерами $\sim 1 \text{ мм}$, вносит дополнительные потери, связанные с отражением акустических волн от шероховатости, пренебрежимо малые в диапазоне частот до $\sim 1 \text{ кГц}$. Начиная с частот $\sim 5 \text{ кГц}$ даже эти малые неровности приводят к дополнительным потерям $\sim 37 \text{ дБ/км}$

- Проводной канал связи

Проводной канал связи нашел широкое применение для автоматизации производственных процессов и телеизмерений при турбинном и роторном бурении, в электробурении.

Рассмотрим несколько возможных способов организации проводных каналов (рис. 5.3).

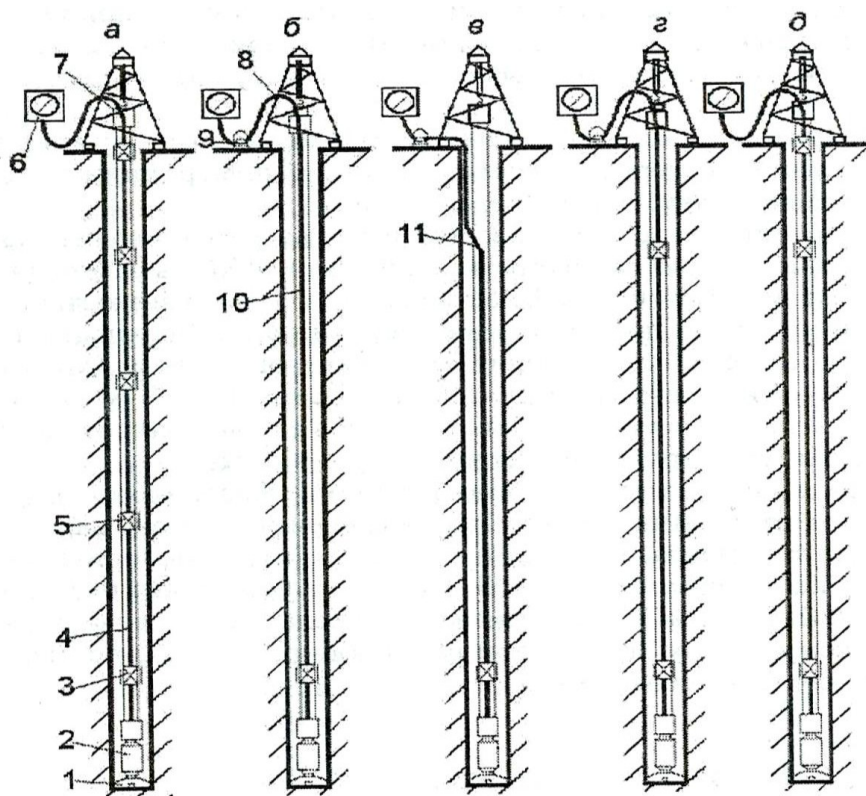


Рисунок 5.3- Возможные способы (а - д) организации проводных каналов связи: 1 - долото; 2 - глубинный измерительный прибор; 3 - резьбовое соединение труб; 4 — провод, встроенный в трубу; 5 — контактный элемент; 6 - наземный прибор; 7 - вертлюг; 8 - специальный сальник для спуска провода; 9 - лебедка для подъема провода; 10 - сбросовый провод; 11 - вывод провода через резьбовое соединение

1. В каждую бурильную трубу или свечу встроен отрезок провода (кабеля) по центру или по стенке трубы (рис 5.3.а). При свинчивании труб отрезки проводов

специального контактного устройства. Провода с контактными устройствами встраиваются в трубы предварительно (до спуска в скважину) и при спускоподъемных операциях никаких дополнительных работ и затрат времени на организацию канала не требуется. Недостатки такого канала связи — большое число контактных соединений и некоторое удорожание бурового оборудования.

II. Провод длиной, значительно превышающий длину одной трубы, спускается в колонну после того, как спущена вся колонна или часть ее. Этот провод (который может быть назван сбросовым) при спуске автоматически подключается своим нижним концом к глубинному измерительному снаряду. Спуск провода и связь его верхнего конца с наземной приемной аппаратурой могут быть осуществлены различными способами.

1. Весь провод спускается в колонну через специальное сальниковое уплотнение в вертлюге (рис. 5.3б). Недостаток такой конструкции - обязательный подъем кабеля при наращивании новой трубы; затруднения в данном случае возникают при спуске кабеля в скважину с большой кривизной. При необходимости измерительный прибор можно спускать вместе с проводом.

2. Провод спускается в трубы до того, как навинчена ведущая труба (рис. 5.3в). Верхняя часть провода через специальный канал в резьбовом соединении выводится и протягивается снаружи вдоль нескольких верхних труб и дальше через вкладыши ротора к приемной наземной аппаратуре. Недостаток такого вывода провода из колонны - возможность его обрыва.

3. Сбросовой провод спускается в трубы отдельными отрезками, например, секциями по 100 - 500 м, по мере спуска колонны. Верхний конец каждого отрезка закрепляется в замковом соединении, а нижний присоединяется к предыдущему отрезку. Такой способ необходим при проводке наклонно-направленных скважин, в которых отрезки провода спускаются в трубы, находящиеся в вертикальном положении. Последний верхний отрезок провода небольшой длины может спускаться через сальник на вертлюге (рис. 5.3г) либо, вмонтированный в трубы, устанавливаться сверху колонны (рис. 5.3д).

Основной, более ответственной деталью в рассмотренных линиях связи является контактный элемент, от которого зависят надежность работы и другие эксплуатационные качества канала связи. В зависимости от вида электрической связи различают контакты с гальванической, индуктивной и емкостной связью.

Первоначально в промышленных условиях был применен лишь канал связи с гальваническими контактами (для турботахометра). Опыт применения его на ряде скважин показал ненадежность работы, главным образом из-за неисправностей контактных соединений.

В процессе работы контакты загрязнялись, увеличивалось их переходное сопротивление и проводимость изоляции (для восстановления работоспособности контактов необходим постоянный уход за ними со стороны персонала буровой бригады). Такие контакты требуют точной установки разъемных элементов и чувствительны к механическим повреждениям. Применение этих контактов при сбросовом проводе создает значительные трудности.

Оборудование и материалы

Схемы расположения эксплуатационных и нагнетательных скважин. схемы расположения вертикальных и горизонтальных скважин. Диаграммы для работы.

Более целесообразно применять контактные устройства с индуктивной связью. Контактные устройства этого типа представляют собой трансформаторы, состоящие из двух кольцевых катушек, присоединенных к концам соединяемых секций встроенного токопровода. При свинчивании труб или спуске сбросового провода катушки сближаются, благодаря чему создается значительная индуктивная связь между секциями. Весь канал связи представляет цепочку, состоящую из связанных звеньев. Индуктивные контакты

имеют существенные преимущества перед контактами с гальванической связью: они менее прихотливы в обслуживании, параметры их не зависят от загрязнения и увлажнения. Контакт с емкостной связью, имеющий также ряд преимуществ перед контактом с гальванической связью, не лишен конструктивных недостатков.

Электрическая схема встроенного в буровой инструмент канала связи представляет собой линию с распределенными параметрами и для нее справедлива схема замещения (рис. 5.4). Отношение напряжения к току в любой точке такой линии называется ее характеристическим сопротивлением.

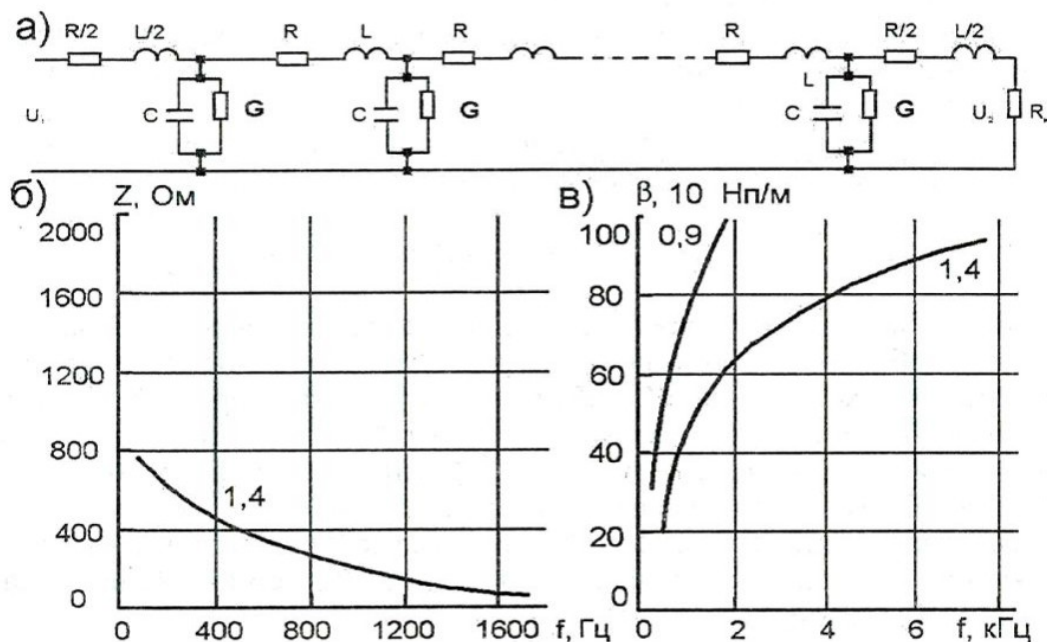


Рисунок 5.4- Электрическая схема замещения проводного канала связи: *а* - схема замещения канала связи; *б* - зависимость характеристического сопротивления проводных каналов связи Z от частоты f *в*- зависимость коэффициента затухания β от частоты f для кабельных линий.

Шифр кривых -диаметр жилы, мм

Если сопротивление R , индуктивность L , емкость C и активная проводимость G на единицу длины линии остаются постоянными в любой точке линии, то и характеристическое сопротивление в любой точке линии одинаково. В этом случае линия называется однородной.

Особенностью встроенных каналов связи является большой общий коэффициент затухания, обусловленный как трудностями выполнения контакта с малым коэффициентом затухания, так и тяжелыми условиями эксплуатации канала.

Выводы:

1. *Проводной канал*, секционированный по трубам с контактными гальваническими соединениями, обладает затуханием порядка $0,75 \cdot 10^{-3} — 1 \cdot 10^{-3}$ Нп/км, что обеспечивает дальность действия канала 2000-3000 м при пропускной способности $(3 — 4) \cdot 10^2$ бит/с.

2. *Проводной канал* с индуктивными соединениями имеет большее затухание - $4 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3}$ Нп/м, но, благодаря меньшей подверженности помехам, пропускная способность его составляет 0,5 - $1 \cdot 10^3$ бит/с при дальности канала 2000 - 3000 м.

3. *Проводной канал* с индуктивными соединениями сбросовых секций длиной 500-600 м имеет затухание 0,5 - $0,6 \cdot 10^{-3}$ Нп/м и при пропускной способности канала $25 \cdot 10^3$ бит/с обеспечивает дальность 5000 — 6000 м.

- *Электромагнитный (беспроводный) канал связи*

Электромагнитный (беспроводный) канал связи (рис. 5.5), использующий колонну бурильных труб в качестве одного из проводов линии передачи, по простоте конструкции глубинных и наземных устройств, пропускной способности является наиболее перспективным при организации устойчивой связи «забой - устье» при турбинном и роторном бурении скважин.

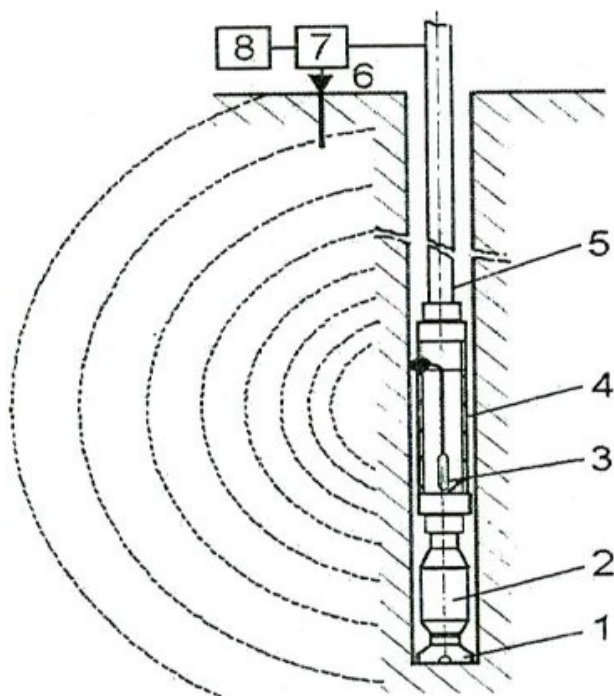


Рисунок 5.5-Способ организации беспроводного канала связи забой-устье: 1- долото; 2-турбобур; 3-электромагнитный генератор; 4-электрический разделитель; 5- бурильные трубы; 6-заземлитель; 7-приемное устройство; 8-наземная регистрирующая аппаратура (ПЭВМ)

Коэффициент затухания электрического сигнала в канале связи β зависит от материала труб, диаметра бурильной колонны D , частоты передаваемого сигнала f , средневзвешенного удельного электрического сопротивления среды и с достаточной точностью может быть выражен зависимостью:

- для стальных труб
- для сплавных труб

Графики зависимости коэффициента затухания электрического сигнала в канале связи от частоты передаваемого сигнала для сред с различным удельным электрическим сопротивлением для стальных и сплавных труб приведены на рис. 5.6. Они показывают, что для сред с $\rho \geq 15 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ коэффициент затухания не превышает 4 Нп/км в диапазоне частот от нуля до 25 - 30 Гц; для сплавных труб он почти в 2 раза ниже и составляет не более 2,5 Нп/м в этом же диапазоне частот.

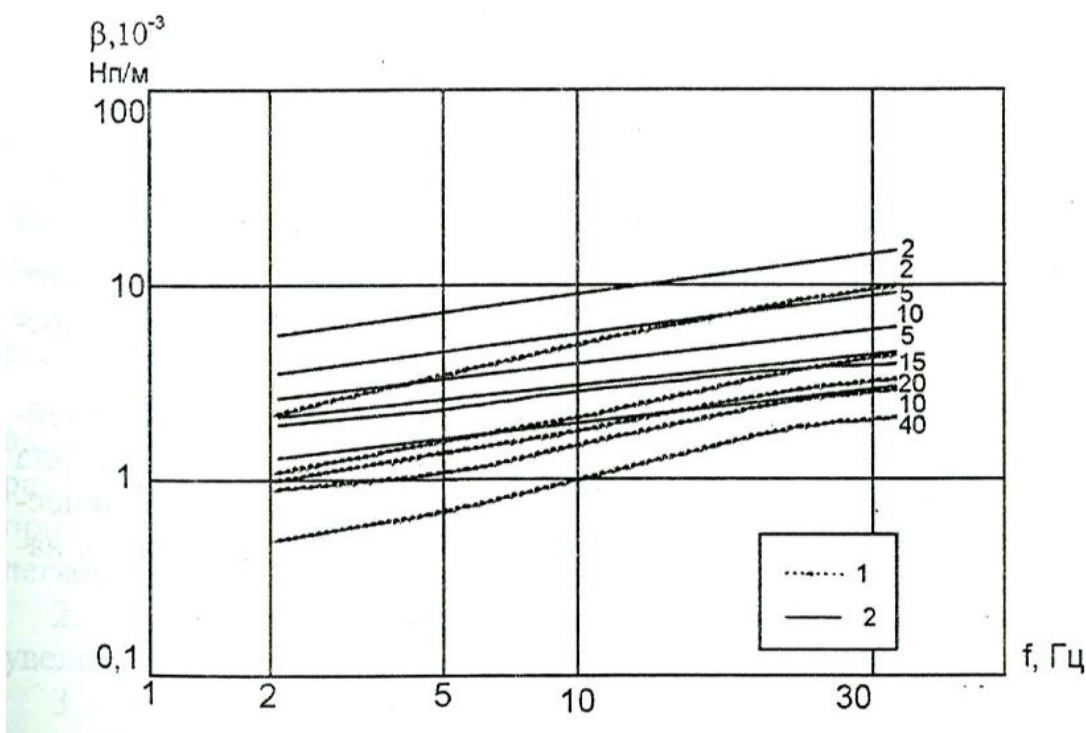


Рисунок 5.6- Графики зависимости коэффициента затухания сигнала β в беспроводном канале связи от частоты f для сплавных (1) и стальных (2) буровых труб. Шифр кривых - значения p , Ом * м

Наиболее эффективными средствами повышения дальности действия беспроводного канала являются снижение частоты сигнала передачи, применение буровых труб с улучшенными электрическими характеристиками и согласование забойного передатчика с нагрузкой

- Комбинированный канал связи

Комбинированный канал связи - это сочетание различных по своей физической сущности каналов связи скважинного прибора с наземной регистрирующей и обрабатывающей аппаратурой.

Его использование, несмотря на определенные дополнительные затраты, позволяет избежать недостатков, присущих проводному, с его сложностью монтажа, но обладающего значительной пропускной способностью, и электромагнитному с его простотой в эксплуатации, но ограниченного в дальности действия в условиях низкоомных разрезов.

Следует заметить, что использование того или другого вида канала связи определяется геолого-техническими условиями проводки скважин.

Так, например, требование к надежности работы гидравлического канала диктует необходимость тщательной очистки бурового раствора от абразивного материала (не более 1 - 2% песка), что вызывает определенные трудности в очистке промывочной жидкости при проводке скважины в суровых климатических условиях. В то же время ограничено применение гидравлического канала при наличии в буровом растворе газа (воздуха и др.), что исключает его использование при бурении скважин на азрированных растворах.

Сочетание гидравлического и электромагнитного канала, гидроакустического и проводного, электромагнитного и проводного могут быть реализованы в различных телеметрических системах и расширяют область решаемых геологических и технических задач телеизмерительными системами при проводке и эксплуатации горизонтальных скважин.

Способы расчета комбинированного канала связи используют описанные ранее приемы и программы для отдельных видов каналов связи, и в каждом конкретном случае можно выбрать оптимальный вариант системы.

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
 - Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение Целесообразности проводки ГС

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:

Задание 1: Оценить надежность каналов связи.

Задание 2: Охарактеризовать методику передачи информации по каналам связи:

- а) Гидравлический канал связи
- б) Акустический канал связи
- в) Гидроакустический канал связи
- г) Проводной канал связи
- д) Электромагнитный (беспроводной) канал связи
- е) Комбинированный канал связи
- Составить отчет;
- Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- линия связи?
- канал связи, назначение?
- Методика передачи информации по гидравлическому каналу связи?
- Методика передачи информации по акустическому каналу связи?
- Методика передачи информации по гидроакустическому каналу связи?

- Методика передачи информации по проводному каналу связи?
- Методика передачи информации по электромагнитному (беспроводному) каналу связи?
- Методика передачи информации по комбинированному каналу связи?
- Преимущества и недостатки каналов связи?

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

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
«Геофизические исследования в наклонных и горизонтальных скважинах»
для студентов направления подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль) «Геолого-геофизические технологии в
нефтегазовом деле»

1. Общие положения

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в вузе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие

этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Самостоятельная работа по дисциплине «Геофизические исследования в наклонных и горизонтальных скважинах» направлена на формирование следующих компетенций:

Код	Формулировка
ПК-9	Способен осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности

2. Цель и задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента

- формирование набора компетенций будущего бакалавра.

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельной работы и лабораторных занятий.

3. Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр					
ИД-1 _{ПК-9}	Подготовка к лекциям	Тестирование, собеседование	7,5	0,5	8
ИД-1 _{ПК-9}	Подготовка к практическим занятиям	Тестирование, собеседование	7,5	0,5	8
ИД-1 _{ПК-9}	Самостоятельное изучение литературы	Тестирование, собеседование	55	1	56
Итого за 7 семестр			70	2	88
Итого			70	2	88

4. Порядок выполнения самостоятельной работы студентом

4.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

информационно-поисковый (задача - найти, выделить искомую информацию) усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде - как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. - использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование - предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование - краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование - лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование - дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование - краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект - сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы,

делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

а. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

а. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

б. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

4.2. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Для того чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

4.3. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала – умение отвечать на вопросы для собеседования.

Контроль самостоятельной работы студентов Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем. Предусмотрены следующие виды контроля: собеседование.

Подробные критерии оценивания компетенций приведены в Фонде оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации.

Практическая работа № 6

Тема: Системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях
- системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины
- системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле
- Системы с встроенным кабелем внутри бурильных труб
- Эффективность системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины с встроенным кабелем внутри бурильных труб

Теоретическая часть:

Когда необходимо провести промежуточный каротаж, бурение прекращают и в скважину доставляют геофизическую аппаратуру либо на бурильных трубах или НКТ, либо методом закачки, либо на полужесткой трубе, но в любом случае скважинная аппаратура соединяется с наземным каротажным оборудованием проводной линией связи (кроме применения для этой цели автономных систем).

Методы доставки промыслово-геофизической техники на забой ГС разнообразны, требуют хорошо налаженной связи между буровой бригадой и специалистами-геофизиками.

Рассмотрим наиболее часто применяемые отечественные технологические системы доставки.

Система «Горизонталь-1»

Схема описываемого метода иллюстрируется рис. 6.1а, и он заключается в проведении нескольких стандартных действий:

1) Спуск прибора (сборки приборов) 2 в стеклопластиковом контейнере 1 на каротажном кабеле 4 до интервала, в котором прибор спускается под собственной силой тяжести (зенитный угол около 55°).

2) Установка переводника 6 на замок верхней трубы.

3) Перевод кабеля в затрубье и закрепление его в специальных тисках (при этом вся нагрузка ложится на переводник).

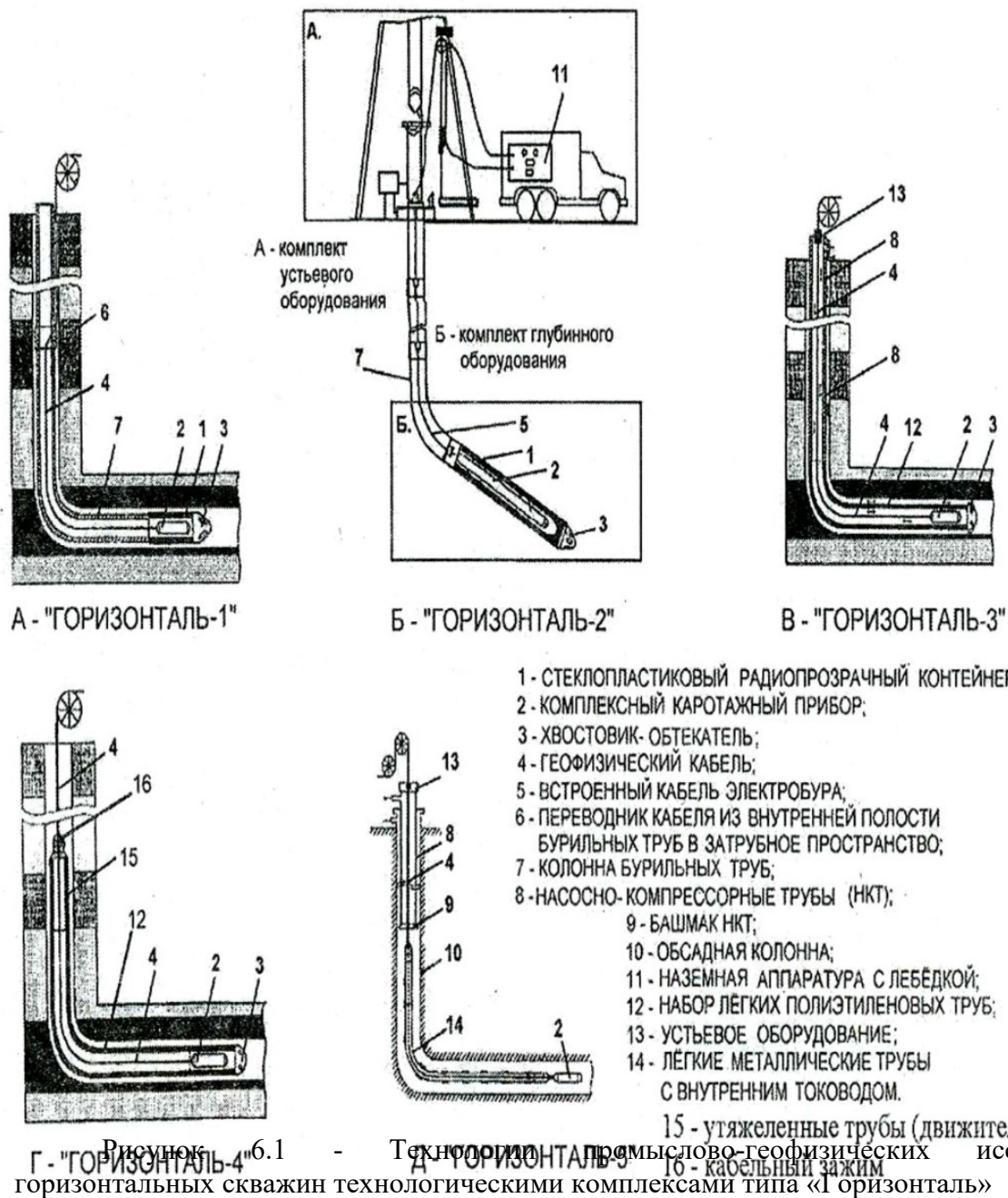


Рисунок 6.1 - Технология прямого спуска технологических комплексов типа «Горизонталь» для исследования горизонтальных скважин

4) Нарращивание и спуск бурового инструмента с одновременным креплением его специальными жимками в районе муфт инструмента до забоя ГС.

5) Подъем инструмента с забоя с фиксированной скоростью с одновременной записью промыслово-геофизических данных и их обработкой наземным вычислительным комплексом.

Эта технология, так называемая «Горизонталь-1», применяется с 1991 г. в различных регионах страны; по этой методике исследовано более 200 объектов с ГС. Преимуществом данной системы является простота, а недостатками - влияние на показания приборов стенок стеклопластиковых контейнеров, в которых находятся приборы при исследовании, их недостаточная прочность, а, главное, то, что этот метод не позволяет проворачивать инструмент во время спускоподъемных операций, что является иногда необходимым с целью предупреждения осложнений в ГС.

Технологические комплексы доставки приборов на забой ГС с «плавающими» пластиковыми трубами

Эта технология появилась в России (НПФ «Геофизика») в начале 90-х гг. и была названа «Горизонталь-4» (рис. 6.1г).

Технология «Горизонталь-4» обеспечивает проведение ГИС в горизонтальных скважинах на каротажном кабеле без использования бурового инструмента (без спуска бурильных труб). Перемещение геофизического прибора в горизонтальном стволе осуществляется с помощью движителя 15, закрепляемого на каротажном кабеле 4. Технологические операции показаны на рис. 6.1г и выполняются в следующей последовательности:

- в скважину опускают геофизический контейнер 2 в сборе, выполненный из «прозрачного» для геофизических методов исследований материала, специальной пластмассовой трубы 3 2 (легче промывочной жидкости в скважине) и движитель 15;
- далее внутри труб 4 спускают геофизический прибор 2 на каротажном кабеле 4 и закрепляют держатель 15 с помощью кабельного зажима 16;
- в собранном виде геофизический инструмент опускают на кабеле в скважину;
- под действием усилия развиваемым движителем 15 трубы 12 скользят по наклонной плоскости, перемещая контейнер с измерительной аппаратурой 2 по горизонтальному стволу к забою скважины, и осуществляют регистрацию геофизических параметров.

Технология позволяет исследовать горизонтальные скважины с помощью геофизических приборов при скорости спуско-подъема геофизического инструмента до 1000 м/ч. Пример исследований пологого участка показан на рис. 6.2.

Зарубежных аналогов подобной технологии нет. В России эта технология применяется в различных нефтегазодобывающих регионах (Западная Сибирь, Оренбуржье, Башкирия, Татария). В ней устранен недостаток предыдущей технологии «Горизонталь-1» - вывод кабеля на поверхность труб. Исследования «Горизонталь-4» исключают какое-либо вмешательство в буровой процесс.

Однако, в технологии остались недостатки, связанные с влиянием стенок контейнера и низкая прочность полиэтиленовых труб, которые иногда не выдерживают перепада температур и ненадежны при нагрузках, превышающих допустимые.

Системы с жестким кабелем

В 1997 г. в ОАО «Татнефть» впервые исследовали горизонтальный ствол с помощью специального геофизического кабеля с достаточной жесткостью для проталкивания приборов на забой ГС и необходимой гибкостью для использования серийного спуско-подъемного оборудования. Новые конструктивы каротажного кабеля были достигнуты путем применения многослойного бронирования и различных составов полимерных материалов для поверхностного покрытия. Создан ряд кабелей разного целевого назначения для проведения ГИС в открытом стволе и через буровой инструмент, в колонне и через насосно-компрессорные трубы, в том числе и при герметизированном устье.

Один из самых простых вариантов организации исследований ГС заключается в присоединении к серийному геофизическому кабелю, намотанному на стандартном каротажном подъемнике, отрезка жесткого кабеля (рис. 6.2). Протяженность горизонтального участка, которая может быть исследована при таком способе, может составлять около одной трети длины отрезка. Для увеличения проталкивающих возможностей выше отрезка жесткого кабеля могут быть установлены дополнительные грузы аналогично технологии «Горизонталь - 4».

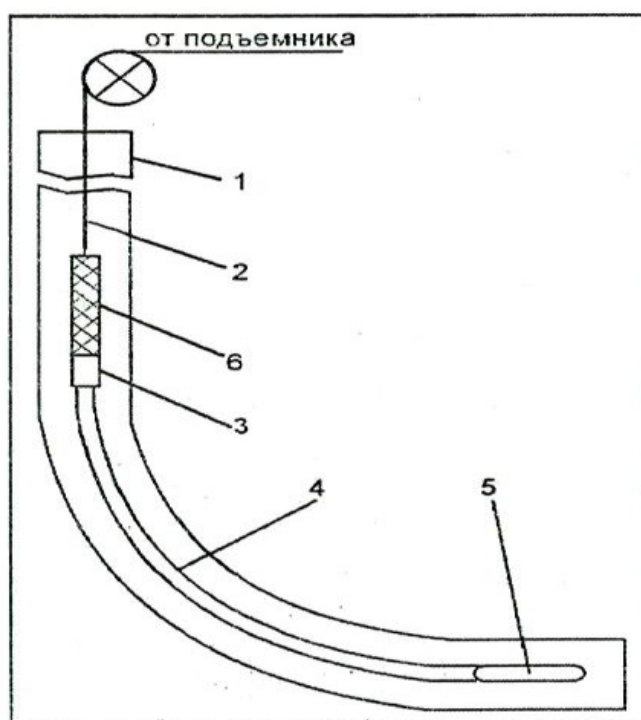


Рисунок 6.2 – Схема проведения исследований ГС с помощью жесткого каротажного кабеля: 1 – техническая колонна; 2 – каротажный кабель; 3 – специальная муфта; 4 – полужесткая облегченная часть кабеля; 5 – промыслово-геофизическая аппаратура; 6 – утяжеленная часть кабеля

Пример записи геофизических параметров в горизонтальном участке системой с жестким кабелем показана на рис. 6.3.



Рисунок 6.3 - Результаты геофизических исследований горизонтальной скважины системой с жестким кабелем (скв. 4729, Ашальчинская площадь)

Системы с встроенным кабелем внутри бурильных труб

Начиная с конца 60-х гг. в бывшем СССР стало использоваться бурение нефтедобывающих скважин с помощью электробура (в 1996 г. более 2 % от общего объема бурения). Именно это обстоятельство обусловило работы по созданию телеметрических систем, в качестве линии связи у которых используется встроенный силовой кабель, идущий к забойному электродвигателю (технология «Горизонталь- 2»), Основными преимуществами подобной системы являются: применение бурильных труб с заранее встроенными в них отрезками силового медного проводника в изолирующем чехле, соединяемыми между собой при очередном наращивании бурового инструмента; возможность двухсторонней передачи сигналов и энергии; большая передаваемая мощность.

Каротаж горизонтальных скважин ведется аппаратно-методическим комплексом АМК «Горизонт-1» на бурильных трубах.

Особенностями АМАК «Обь» является следующее:

- набор применяемых методов ГИС (комплекс исследований) не ограничен и определяется решаемыми задачами путем свободного формирования сборки автономных модулей;

- сборка автономных модулей стандартных скважинных приборов диаметром 73 мм доставляется на забой горизонтальной скважины внутри бурового инструмента, не требуя предварительной проработки скважины;

- измерения в скважине производятся при подъеме бурового инструмента со скоростью 720-750 м/час в заданном интервале глубин (т.е. на первой скорости буровой лебедки) с исключением повторных записей за счет штока обратного хода;

- вес отдельных модулей не превышает 35-60 кг (длина 3-3,5 метра), что не требует специальных погрузочно-разгрузочных и транспортных средств.

На рис. 6.4. представлена схема компоновки сборки модулей в бурильной трубе во время спуска в скважину.

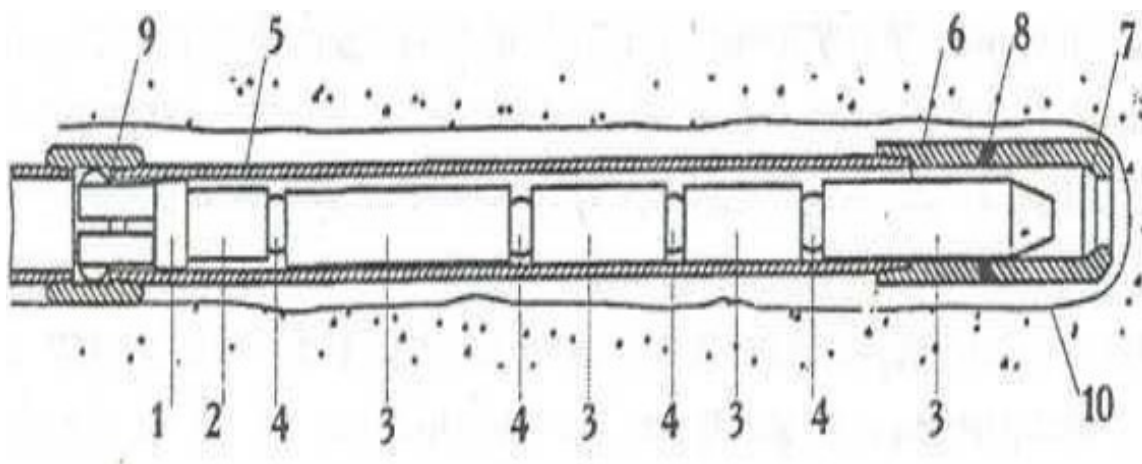


Рисунок 6.4-Схема сборки АМК

Верхняя часть сборки содержит удерживающее и выталкивающее устройство 1, шток обратного хода 2, набор функциональных модулей 3, соединенных между собой шарнирными соединениями 4. Буровая труба 5, в которой размещена сборка автономных модулей, заканчивается обтекателем 6 с посадочным седлом 7 и промывочными (циркуляционными) отверстиями 8. Удерживающее и выталкивающее устройство 1 садится на замковое соединение 9 и опускается в скважину 10.

На рис. 6.5 представлена схема расположения сборки модулей в открытом стволе горизонтальной скважины 10 после ее выталкивания из бурового инструмента 5 (рабочее положение) за счет повышения перепада

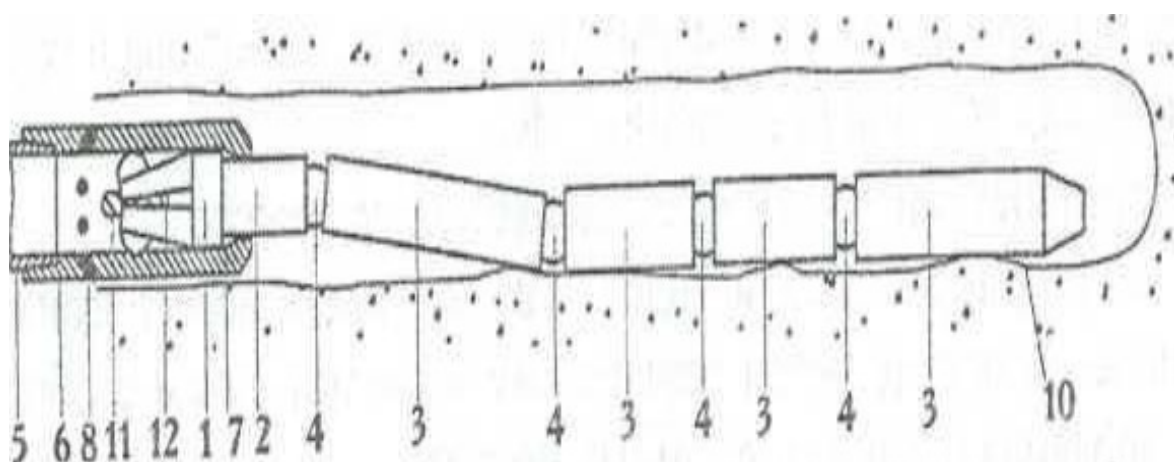


Рисунок 6.5 - Аппаратурно-методический автономный комплекс для каротажа горизонтальных скважин на бурильных трубах

давления при посадке специального запорного приспособления 11 на посадочное гнездо 12 выталкивающего устройства 1.

Аппаратурно-методический автономный комплекс работает следующим образом.

На мостках буровой производится сборка автономных скважинных приборов, реализующая необходимый комплекс ГИС. К верхней части сборки подсоединяется удерживающее и выталкивающее устройство 1 и шток обратного хода 2. В скважину опускается свеча (25 м) бурового инструмента, на конце которой имеется обтекатель 6. После этого вспомогательной лебедкой сборка поднимается над устьем скважины и медленно опускается в бурильные трубы 5 до посадки на замковое соединение 9. Далее производится наращивание очередной свечи бурового инструмента на забой горизонтальной скважины. В случае необходимости может осуществляться промывка скважины, а также вращение бурового инструмента ротором, при этом сборка скважинных приборов остается на месте, надежно зафиксированная удерживающим устройством. Процесс спуска аппаратурно-методического комплекса на забой горизонтальной скважины, его выталкивание из бурового инструмента и каротаж сопровождаются записью в компьютер (с отображением на экране монитора) информации от наземных датчиков: глубины, веса инструмента, давления, положения клиньев ротора (рис. 6.5). При достижении забоя горизонтальной скважины, что фиксируется по глубиномеру и по разгрузке инструмента через датчик веса, инструмент поднимается из скважины на длину сборки и устанавливается на клинья ротора, после чего внутрь бурового инструмента сбрасывается специальное запорное приспособление 11, на верхнюю часть инструмента наварачивается квадрат и дается циркуляция. При посадке специального запорного приспособления 11 на гнездо 12 происходит частичное перекрытие проходного сечения в удерживающем и выталкивающем устройстве 1, что приводит к повышению перепада давления на нем и к срыву удерживающего устройства 1 с замкового соединения 9 бурильной трубы 5. Сборка под действием перепада давления начинает двигаться вдоль бурильной трубы 5 и выходит из обтекателя 6. После прохождения выталкивающего устройства 1 мимо циркуляционных отверстий 8 и посадки его на седло 7 происходит падение давления, что служит сигналом о выходе сборки из бурильной трубы 5 в открытый ствол скважины 10 и готовности ее модулей 3 к работе. Включение питания модулей 3 происходит поочередно при выходе из обтекателя 6 по сигналу феррозондовых датчиков, установленных в диамагнитных корпусах модулей 3.

Питание самих феррозондовых датчиков подключается заранее при программировании работы модулей 3 через персональный компьютер (дежурный режим с минимальным потреблением энергии).

Далее начинается подъем бурового инструмента и каротаж. В горизонтальной части ствола скважины 10 и в интервале выхода на горизонталь до углов 40 - 45° сборка будет лежать на нижней стенке ствола скважины, так как модули соединены между собой шарнирными соединениями с регулируемым углом перекося, позволяющими автономным модулям 3 свободно вращаться относительно друг друга.

При подъеме и отвинчивании очередной свечи буровой инструмент сажают на клинья ротора. При этом происходит движение инструмента вниз в диапазоне 0,56 - 1,0 м. В АМАК «Обь» движение инструмента вниз при посадке на клинья ротора не приводит к обратному движению сборки модулей, так как при этом происходит перемещение обтекателя 6 относительно штока обратного хода 2, а сборка остается на месте. Этим самым достигается исключение повторной записи измеряемых параметров, которые являются излишними и требуют корректного устранения при обработке полученного материала. Таким образом, при наличии штока обратного хода запись геофизической информации будет осуществляться только при движении сборки снизу вверх. Отключение питания модулей 3 (перевод их в дежурный режим) осуществляется при вхождении модулей 3 в башмак ранее спущенной колонны (технической или кондуктора) по сигналу феррозондовых датчиков, экранируемых стальной колонной. В качестве дополнительного варианта предусматривается включение и выключение модулей по заранее установленному времени.

После выхода из интервала исследований скорость подъема инструмента может быть увеличена до 1500 - 2000 м/час. После извлечения сборки из скважины, ее опускают на мостки для разборки. Зарегистрированная информация из автономных приборов через считывающее устройство переписывается в компьютер, в который ранее записывалась информация в функции времени: давление на насосах, вес на крюке, положение клиньев, глубина нахождения обтекателя, положение талового блока. Таким образом, вся геофизическая информация оказывается зарегистрированной в функции глубин, как и при обычном каротаже. После перенесения зарегистрированной информации из сборки в компьютер осуществляется просмотр и редактирование полученной информации, а затем отредактированная информация в виде каротажных диаграмм выводится через принтер/плоттер для передачи заказчику непосредственно на скважине. В случае необходимости она может быть также передана на базу для глубокой интерпретации.

Так как все наземное оборудование, необходимое для реализации технологии проведения ТИС в горизонтальных скважинах, с помощью аппаратурно-методического автономного комплекса входит в комплект компьютеризированных станций геолого-технологических исследований, устанавливаемых на всех бурящихся горизонтальных скважинах, на скважину требуется транспортировать только забойную часть комплекса в разобранном виде (скважинные приборы + оснастка).

Сборка (разборка) модулей АМАК «Обь» может осуществляться и поэлементно непосредственно на устье скважины со спуском (подъемом) части комплекса.

Оборудование и материалы

Схемы системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.

- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
- Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение целесообразности системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:

Задание 1: Определить системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле.

- Составить отчет;
- Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Какие существуют системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины?
- Какие существуют системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле?
- Методика доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле?
- экономический эффект от системы доставки сборок скважинных приборов в горизонтальную часть скважины на кабеле?

Практическая работа № 7

Тема: Аппаратурно-методические комплексы геофизических исследований ГС

Цель работы:

- Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях
- Разновидности АМК для исследования ГС
- Принцип действия АМК
- Эффективность АМК

Теоретическая часть:

Технология «Горизонталь-4» обеспечивает проведение ГИС в горизонтальных скважинах на каротажном кабеле без использования бурового инструмента (без спуска бурильных труб). Перемещение геофизического прибора в горизонтальном стволе осуществляется с помощью движителя 15, закрепляемого на каротажном кабеле 4. Технологические операции показаны на рис. 6.1г и выполняются в следующей последовательности:

- в скважину опускают геофизический контейнер 2 в сборе, выполненный из «прозрачного» для геофизических методов исследований материала, специальной пластмассовой трубы 3 2 (легче промывочной жидкости в скважине) и движитель 15;
- далее внутри труб 4 спускают геофизический прибор 2 на каротажном кабеле 4 и закрепляют держатель 15 с помощью кабельного зажима 16;
- в собранном виде геофизический инструмент опускают на кабеле в скважину;
- под действием усилия развиваемым движителем 15 трубы 12 скользят по наклонной плоскости, перемещая контейнер с измерительной аппаратурой 2 по горизонтальному стволу к забою скважины, и осуществляют регистрацию геофизических параметров.

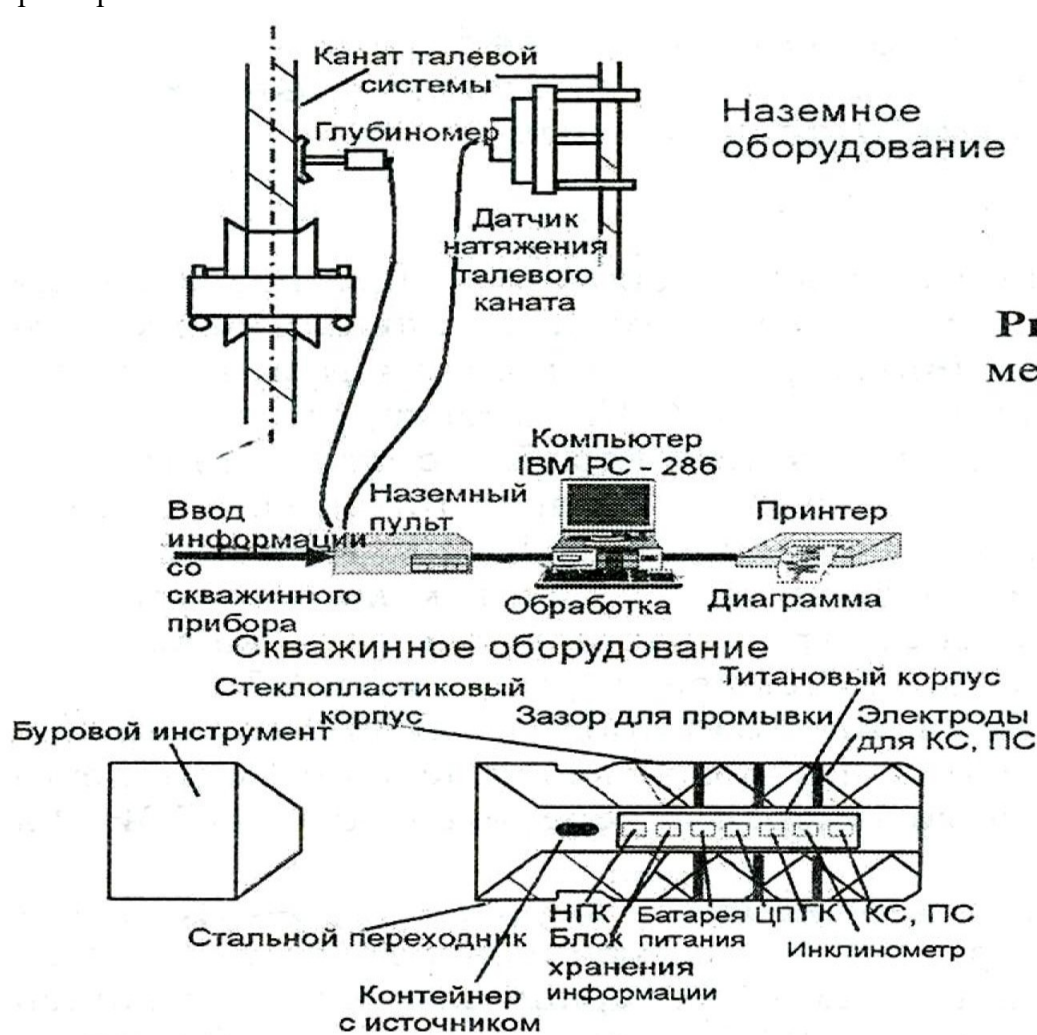


Рисунок 7.1- Аппаратурно-методический комплекс «Горизонт-1»

Технология позволяет исследовать горизонтальные скважины с помощью геофизических приборов при скорости спуско-подъема геофизического инструмента до 1000 м/ч. Пример исследований пологого участка показан на рис. 7.2.

В ней устранен недостаток предыдущей технологии «Горизонталь-1» - вывод кабеля на поверхность труб. Исследования «Горизонталь-4» исключают какое-либо вмешательство в буровой процесс.

Однако, в технологии остались недостатки, связанные с влиянием стенок контейнера и низкая прочность полиэтиленовых труб, которые иногда не выдерживают перепада температур и ненадежны при нагрузках, превышающих допустимые.

Система АЗС-42СМ

В 1996 г. компанией «Геоэлектроника сервис» разработана автономная забойная сбрасываемая многоточечная система АЗС-42СМ.

Устройство и принцип работы АЗС-42СМ

Аппаратура АЗС-42СМ включает скважинный прибор (СП) и наземное устройство сопряжения с персональным компьютером (УСО). Функциональная схема аппаратуры приведена на рис. 7.2.

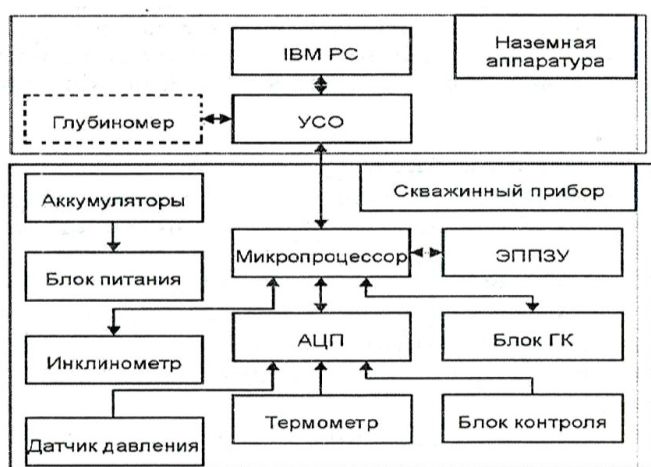


Рисунок 7.2 - Функциональная схема АЗС-42СМ

Скважинный прибор может функционировать в 3-х режимах:

- инициализация измерений;
- измерения;
- считывание накопленных данных.

В режиме инициализации измерений необходимо установить кабельные соединения между IBM PC и УСО, а также между УСО и СП. Далее IBM PC через УСО передает микропроцессору исходные установки для данного рейса прибора: дату и время начала измерений, временной интервал между замерами, максимальные значения токов потребления различных узлов прибора. После этого кабельное соединение УСО-СП разрывается, на СП устанавливается заглушка и СП начинает измерения, т.е. готов к спуску в скважину.

В режиме измерений микропроцессор с заданным интервалом времени опрашивает инклинометрический датчик, АЦП и блок ГК. Опрос производится в следующей последовательности: включение питания данного узла, контроль тока потребления, считывание и запоминание данных в ПЗУ с электрической перезаписью информации (ЭППЗУ) либо фиксация ошибки.

Если в процессе измерений используется глубиномер, то после перевода СП в режим измерений необходимо на IBM PC запустить программу регистрации меток глубины. После того как СП извлечен из скважины, необходимо восстановить кабельное соединение УСО- СП и перейти к режиму считывания накопленных данных. В режиме считывания накопленных данных СП выдает, а IBM PC принимает данные,

зафиксированные во время рейса. Далее к данным СП добавляют параметры: глубина забоя и глубина забоя, полученные от глубиномера или от станции СГТ-К «Разрез-2» (привязка этих параметров производится по реальному времени). После этого ПК производит обработку накопленных данных в функции глубины.

Конструктивно скважинный прибор состоит из 3-х блоков: модуля датчиков, модуля ГК и приставки, гибко соединенных между собой, что позволяет проводить работы с прибором в скважинах со сверхмалым радиусом искривления.

Система «Обь»

Анализ недостатков и ограничений автономных систем позволил определить основные условия, выполнение которых позволяют сделать технологию исследований горизонтальных стволов максимально эффективной, а реализующий ее аппаратурно-методический автономный комплекс (АМАК) конкурентоспособным.

АМАК «Обь» разработан специально для исследований скважин Западной Сибири. Учитывая, что индукционный каротаж является достаточно эффективным для низкоомных терригенных разрезов Западной Сибири, в комплексе ГИС использовано высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ).

Комплекс измерений включает измерения модулями ВИКИЗ, инклинометрии, АК, ГК + 2ННК, модуля давления и температуры и может быть расширен в зависимости от типа коллектора и геологотехнических условий проведения ГИС.

Особенностями АМАК «Обь» является следующее:

- набор применяемых методов ГИС (комплекс исследований) не ограничен и определяется решаемыми задачами путем свободного формирования сборки автономных модулей;
- сборка автономных модулей стандартных скважинных приборов диаметром 73 мм доставляется на забой горизонтальной скважины внутри бурового инструмента, не требуя предварительной проработки скважины;
- измерения в скважине производятся при подъеме бурового инструмента со скоростью 720-750 м/час в заданном интервале глубин (т.е. на первой скорости буровой лебедки) с исключением повторных записей за счет штока обратного хода;
- вес отдельных модулей не превышает 35-60 кг (длина 3-3,5 метра), что не требует специальных погрузочно-разгрузочных и транспортных средств.

На рис. 7.3 представлена схема компоновки сборки модулей в буровой трубе во время спуска в скважину.

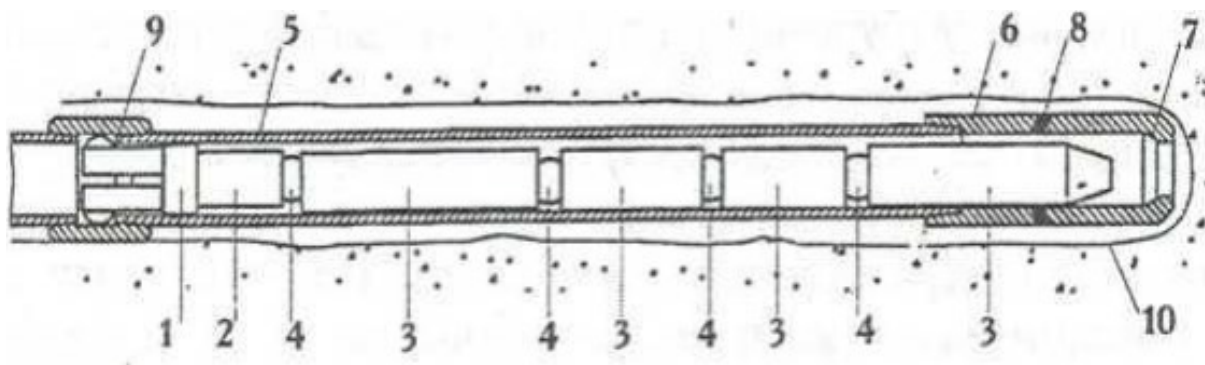


Рисунок – 7.3 - Схема сборки АМАК

Оборудование и материалы

Технологические комплексы доставки приборов на забой ГС с «плавающими» пластиковыми трубами

Указания по технике безопасности:

- Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;

- нет ли влаги на клавиатуре.
- Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
- ПЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
- Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.
- Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
- При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

Задание:

Определение целесообразности доставки приборов на забой ГС с «плавающими» пластиковыми трубами

Порядок выполнения задания:

- Выполнить задание по лабораторной работе:
- Задание 1: Определить эффективность различных АМК
- Составить отчет;
 - Защитить выполненное задание;

Содержание отчета:

Каждый студент, выполнивший лабораторную работу, должен оформить отчет и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

- Название и цель работы.
- Ответы на пункты в задании.
- Выводы, вытекающие из результатов работы.

Отчет должен иметь титульный лист с указанием Ф.И.О. студента, номера группы и даты выполнения работы.

Контрольные вопросы

- Аппаратно-методический комплекс «Горизонт-1»?
- Преимущества и недостатки АМК "Горизонт"?
- Аппаратно-методический комплекс «Обь»?
- Преимущества и недостатки АМАК "Обь"?
- Устройство и принцип работы АЗС-42СМ?
- Преимущества и недостатки АЗС-42СМ?
- Модули различных АМК?

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно выполнил 88-100 % тестовых заданий

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно выполнил 72-87 % тестовых заданий

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно выполнил 53-71 % тестовых заданий

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно выполнил менее 53 % тестовых заданий

Список источников для выполнения СРС

Перечень основной литературы

1. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: справочник / А. Г. Калинин Б. А. Никитин К. М. Солодкий Б. З. Султанов. - М.: Недра, 1997. - 648 с. : ил. - Библиогр.: с. 636-641. - ISBN 5-247-03692-1
2. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промышленной геофизике / [Богданович Н. Н., Десяткин А. С., Добрынин В. М. и др.]. - Москва: Инфра-Инженерия, 2009. - 958 с. : ил.; 21. - (Познай новые технологии) (Библиотека нефтегазодобытчика и его подрядчиков (Service)). - Авт. указаны на 3-й с.: Н. Н. Богданович, к.г.-м.н., доц., А. С. Десяткин, к.т.н., В. М. Добрынин, д.г.-м.н., проф. и др. - Библиогр.: с. 933-944. - ISBN 978-5-9729-0022-0
3. Квеско Б. Б.; Основы геофизических методов исследования нефтяных и газовых скважин: учебное пособие / Б.Б. Квеско Н.Г. Квеско В.П. Меркулов. - Москва|Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. - 229 с.: ил. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр.: с. 224 - 225. - ISBN 978-5-9729-0208-8
4. Нескоромных В. В.; Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин: учебное пособие / В.В. Нескоромных; Министерство образования и науки Российской Федерации; Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: СФУ, 2016. - 322 с.: ил., табл., схем. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7-7638-3476-5
5. Стрельченко В. В. Геофизические исследования скважин: учебник / В. В. Стрельченко. - М.: Недра, 2008. - 551 с.: ил. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - Библиогр.: с. 541. - Прил.: с. 542-548. - ISBN 978-5-8365-0314-7

Перечень дополнительной литературы

- 1 Захарченко Л. И. (Северо-Кавказский федеральный университет); Геофизические . методы контроля разработки МПИ : учеб. пособие : Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки. Специализация «Геофизические методы исследования скважин» / Л. И. Захарченко, В. В. Захарченко ; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 250 с.
- 2 Захарченко Л. И. (СКФУ). Геофизические методы исследования скважин. . Интерпретация геофизических исследований скважин: учебно-метод. пособие к лабораторным работам: Специальность 130101.65 Прикладная геология. Специализация - Геология нефти и газа. Квалификация выпускника - специалист. / Л. И. Захарченко, В. В. Захарченко; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 116 с.
- 3 МУ для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Геофизические исследования . наклонных и горизонтальных скважин»
- 4 МУ для выполнения практических занятий по дисциплине «Геофизические . исследования наклонных и горизонтальных скважин»
- 5 ЭКЛ по дисциплине «Геофизические исследования наклонных и горизонтальных . скважин»

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

1	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - www.biblioclub.ru (Договор № 50-04/19 об оказании информационных услуг от 13.05.2019г.)
2	Электронная библиотечная система «IPRbooks» (ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № 5168/19 от 13.05.2019 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks. Организация: ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)
3	«eLIBRARY.RU»: [Научная электронная библиотека]. – URL: http://elibrary.ru
4	Информационно-правовой портал "Гарант" - http://www.garant.ru/