

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 30.06.2025 12:52:26
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Старооскольский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»**
(СОФ МГРИ)

*Кафедра прикладной геологии, технологии поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых*

ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИН

**Методические указания по выполнению
курсового проекта
для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки 21.03.01 –
«Нефтегазовое дело»**

Рекомендовано Ученым советом СОФ МГРИ

Старый Оскол, 2022 г.

УДК 622.23

ББК 33.13

З 18

Составитель: ст. преп. Мелентьев С.Г.

Рецензент(ы): к.т.н, доцент Р.Ю. Ернеев

Заканчивание скважин: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 21.03.01 – «Нефтегазовое дело» профиля «Бурение нефтяных и газовых скважин» /сост.: С.Г. Мелентьев. – Старый Оскол : СОФ МГРИ, 2022. – 35 с.

Методические указания содержат расчетные методики и задания для написания курсового проекта по дисциплине «Заканчивание скважин». Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 21.03.01 – «Нефтегазовое дело» профиль «Бурение нефтяных и газовых скважин».

Утверждено и рекомендовано к изданию Ученым советом СОФ МГРИ (протокол № 10 от 29 августа 2022 г.).

© С.Г. Мелентьев, 2022 г.

© СОФ МГРИ, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| I Содержание и объем курсового проекта | 5 |
| II. Методические указания по выполнению основных разделов курсового проекта | 8 |
| III. Требования к оформлению курсового проекта | 26 |
| IV. Организационные вопросы | 31 |
| Список литературы | 32 |
| Приложения | 33 |

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект является заключительным этапом в изучении дисциплины "Заканчивание скважин" и выполняется после прослушивания лекций, проведения лабораторных и практических занятий на четвертом курсе. Задачей подготовки курсового проекта является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами при изучении курса, использование этих знаний для решения конкретных инженерных задач и развития навыков самостоятельной творческой работы.

В процессе выполнения курсового проекта бакалавры должны научиться пользоваться учебной, справочной и научно-технической литературой, стандартами и другими источниками информации о современных достижениях науки и практики с тем, чтобы в дальнейшем на высоком инженерном уровне разрабатывать вопросы заканчивания скважин при дипломном проектировании и в практической деятельности.

Для выполнения курсового проекта каждому бакалавру выдаются конкретизированные геолого-технические условия, применительно к которым составляется курсовой проект. На основании заданных условий в работе решаются вопросы, связанные с выбором способа заканчивания скважины, обоснованием конструкции скважины, расчетом обсадных колонн, расчетом параметров цементирования и др.

Работа должна составляться с учетом последних достижений в области сооружения нефтяных и газовых скважин. Обязательным в проекте является четкое обоснование всех принятых решений со ссылками на соответствующие источники. Целесообразность выбранных решений подтверждается техническими расчетами или положительным опытом работы в аналогичных условиях.

Один из решаемых в работе вопросов рассматривается наиболее подробно (спецвопрос). Тема вопроса, подлежащего углубленной разработке, определяется при выдаче задания (эта тема может быть предложена бакалавром).

I. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графических приложений.

Темы курсового проекта

Вариант 1. «Заканчивание разведочной скважины на нефтеносный горизонт с аномально высоким пластовым давлением».

Вариант 2. «Заканчивание эксплуатационной газовой скважины с аномально высоким пластовым давлением».

Вариант 3. «Заканчивание эксплуатационной скважины на нефтеносный горизонт с аномально низким пластовым давлением».

Вариант 4. «Заканчивание эксплуатационной скважины на нефтеносные пески длительно используемого месторождения».

Вариант 5. «Заканчивание разведочной скважины на перемежающиеся с пропластками воды продуктивные нефтеносные горизонты».

Вариант 6. «Заканчивание разведочной скважины на газоносный песчаник с аномально высоким пластовым давлением».

Вариант 7. «Заканчивание эксплуатационной скважины на нефтеносный известняк длительно используемого месторождения»

Расчетно-пояснительная записка

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 30 – 35 страниц текста компьютерного набора. Содержание записки целесообразно изложить в нижеследующих разделах в указанной последовательности:

Введение

1. Общая и геологическая часть
 - 1.1. Горно-геологические условия (характеристика коллектора, ФЭС, устойчивость).
 - 1.2. Ожидаемые осложнения и их характеристика.
2. Проектирование конструкции скважины.

- 2.1. Обоснование конструкции эксплуатационного забоя.
- 2.2. Совмещенный график давлений.
- 2.3. Определение числа колонн и глубин их спуска.
- 2.4. Выбор интервалов цементирования.
- 2.5. Определение диаметров обсадных колонн и скважины под каждую колонну.
- 2.6. Проектирование обвязки обсадных колонн.
3. Технология первичного вскрытия продуктивного пласта.
4. Расчет эксплуатационной обсадной колонны на прочность.
 - 4.1. Условия работы колонны в скважине.
 - 4.2. Расчет действующих нагрузок.
 - 4.3. Конструирование обсадной колонны по длине.
 - 4.4. Технологическая оснастка колонны.
 - 4.5. Расчет натяжения эксплуатационной колонны.
5. Расчет и обоснование параметров цементирования.
 - 5.1. Обоснование способа цементирования.
 - 5.2. Расчет объема тампонажной смеси и количество составных компонентов.
 - 5.3. Обоснование типа и расчёт объемов буферной, продавочной жидкостей и цементного раствора.
 - 5.4. Выбор типа и расчёт необходимого количества цементировочного оборудования.
 - 5.5. Технологический режим цементирования скважины.
6. Организация работ по креплению скважины.
 - 6.1. Подготовительные работы к спуску колонны (подготовка ствола и колонны).
 - 6.2. Технологический режим спуска колонн.
 - 6.3. Организация работ по цементированию скважины.
 - 6.4. План крепления скважины.
 - 6.5. Заключительные работы и контроль качества цементирования.

7. Испытание и освоение скважины
 - 7.1. Вторичное вскрытие пласта
 - 7.2. Вызов притока флюида (фонтанная арматура, схема обвязки, технология).
 - 7.3. Испытание скважины после окончания бурения.
 8. Мероприятия по охране окружающей среды
- Заключение
- Список литературы

Графические приложения

В качестве графических приложений представляются: схема конструкции скважины с указанием необходимых размеров; схема для расчета наружных и внутренних избыточных давлений; эпюры наружных и внутренних избыточных давлений; схема для расчета параметров цементирования; схема расстановки элементов технологической оснастки обсадной колонны; схема комплекта испытательных инструментов; конструктивные схемы отдельных узлов и элементов технологической оснастки, в т. ч. оригинальные разработки; схема размещения цементировочного оборудования, технологические схемы отдельных процессов и др. Графические приложения формата А1 даются в пояснительной записке к проекту. Это может быть разрез скважины в зоне продуктивного пласта с технологической оснасткой обсадной колонны в этом интервале, схема расстановки и обвязки оборудования при цементировании обсадной колонны, схема обвязки устья скважины и расстановки техники при вызове притока из пласта, другие схемы и графики на усмотрение автора проекта.

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Введение

Во введении отражаются следующие вопросы: перечень работ по сооружению скважин, объединяемых термином «Заканчивание»; влияние этих работ на качество сооружения скважин; современные технологии заканчивания скважин, применяемые в целом по стране, в регионе и в условиях конкретных буровых предприятий; основные пути повышения качества заканчивания.

1. Общая и геологическая часть

1.1. Горно-геологические условия

В разделе “Геологические условия” необходимо представить следующие сведения: стратиграфическое деление разреза; литологический состав пород, механические свойства горных пород и их состояние, подробная характеристика пород коллектора, пластовые давления, давления гидроразрыва и начала поглощения, горные давления, распределение температур по глубине. Особое внимание здесь следует уделить более тщательному изучению градиентов пластовых давлений, давлений гидроразрыва пород и начала поглощений и горного давления (для текучих пород), распределение температур. Это позволит выявить интервалы не совместимые по условиям бурения, обоснованно назначить число обсадных колонн и правильно выбрать конструкцию эксплуатационного забоя. Указанные данные рекомендуется представить в виде таблицы.

1.2. Ожидаемые осложнения и их характеристика

Осложнения приводятся с точки зрения нормального спуска обсадных колонн и их цементирования. К таким осложнениям могут быть отнесены

сужения ствола скважины в текучих и пучащих породах, осыпи и обвалообразования стенок скважины, поглощения бурового и цементного растворов. Подробное описание ожидаемых осложнений позволит правильно наметить дополнительные мероприятия по подготовке ствола скважины, спуске колонны, заливке и продавке цементного раствора.

2. Проектирование конструкции скважины

2.1. Обоснование конструкции эксплуатационного забоя

Выбор конструкции эксплуатационного забоя определяется свойствами вскрываемого коллектора.

Если вскрываемый коллектор – однородный, прочный - порового, трещинного, трещинно-порового или порово-трещинного типа и по своим геолого-физическим характеристикам не может быть зацементирован без резкого и значительного ухудшения его проницаемости в призабойной зоне пласта, то используют конструкцию открытого забоя. Для успешного использования открытого забоя необходимо также отсутствие высоконапорных горизонтов, подошвенных вод и газовой шапки.

Конструкции с закрытым забоем применяют для крепления неоднородных коллекторов с целью изолировать близко расположенные пласты, а также в неоднородном коллекторе порового, трещинного, трещинно-порового и порово-трещинного типа, в котором отмечается чередование устойчивых и неустойчивых пород, водо- и газосодержащих пропластков с различными пластовыми давлениями, при высокой проницаемости пород. Такие конструкции забоев используют также для обеспечения совместной, раздельной или совместно-раздельной эксплуатации скважины.

Конструкции забоев смешанного типа используют в однородном прочном коллекторе порового, трещинного, трещинно-порового и порово-трещинного типа при наличии близко расположенных напорных горизонтов

или газовой шапки у кровли пласта. В этих конструкциях забоев нижняя часть вскрытого продуктивного горизонта остаётся необсаженной, а верхняя перекрывается обсадной колонной или хвостовиком.

Конструкции забоев с забойными фильтрами применяют для предотвращения выноса песка из слабосцементированного коллектора, характеризующегося разрушением призабойной зоны пласта и выносом песка при эксплуатации скважины.

2.2. Совмещенный график давлений

Совмещенных давлений иллюстрирует изменение по глубине скважины давлений гидроразрыва пород, пластовых давлений и давлений столба бурового раствора. График строится на основании данных, представленных в разделе 1.1. - геологические условия. При недостатке фактических данных они могут быть получены эмпирическим путем (прогнозные данные).

Совмещенный график давлений позволяет выделить в разрезе интервалы, несовместимые по условиям бурения. С учетом наличия геологических осложнений по совмещенному графику давлений решается вопрос о необходимости промежуточных (технических) колонн, их числа и глубины спуска.

2.3. Определение числа колонн и глубины их спуска

В конструкцию скважины могут быть включены следующие типы обсадных колонн: направление; кондуктор; техническая и эксплуатационная колонны. Кондуктор и эксплуатационная колонна, являются обязательными при любой конструкции скважины. Промежуточная колонна проектируется при наличии интервалов, несовместимых по условиям бурения, а также при существовании зон осложнений, когда другие способы их ликвидации не дают положительных результатов. Если направление не проектируется, то необходимо решить вопрос о создании замкнутого цикла циркуляции

промывочной жидкости при бурении под кондуктор. Глубина спуска направления составляет несколько метров (от 5 до 40 м).

Глубина спуска кондуктора должна обеспечить выполнение нескольких условий:

- перекрытие всей толщи рыхлого неустойчивого интервала разреза;
- разобщение водоносных горизонтов, залегающих в интервале спуска кондуктора;
- установку на устье противовыбросового оборудования;
- при наличии несовместимых интервалов возможность их разделения.

Практическая глубина спуска кондуктора может изменяться от 100 - 200 до 700 - 800 м и более.

Глубина спуска промежуточных (технических) колонн определяется глубиной залегания несовместимых по условиям бурения интервалов или глубинной интервалов, осложненных поглощениями, проявлениями и обвалами. Возможен спуск нескольких технических колонн.

Эксплуатационная колонна, как правило, опускается до забоя скважины, перекрывая все продуктивные горизонты.

2.4. Выбор интервалов цементирования

В соответствии с требованиями правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности предусматриваются следующие интервалы цементирования:

- направление, кондуктор, потайные колонны цементируются на всю длину;
- промежуточные и эксплуатационные колонны цементируются с учетом перекрытия башмака предыдущей колонны на высоту

не менее 150-300 м для нефтяных скважин и не менее 500 м для газовых скважин.

2.5. Определение диаметров обсадных колонн и скважины под каждую колонну

Расчет диаметров обсадных колонн и скважины осуществляется снизу вверх. При этом исходным является диаметр эксплуатационной колонны, которой принимается в зависимости от ожидаемого притока и условий опробования, эксплуатации и ремонта скважин. Значение диаметра эксплуатационной колонны приведено в таблице 1. При заканчивании скважины открытым стволом за диаметр эксплуатационной колонны принимается диаметр открытого ствола.

Таблица 1. -Рекомендуемые диаметры эксплуатационных колонн

| Рекомендуемые диаметры эксплуатационных колонн (мм) при ожидаемом дебите | | | | | | | |
|--|---------|---------|-----------|---------------------------------|---------|---------|---------|
| Нефти, м ³ /сут. | | | | Газа, тыс. м ³ /сут. | | | |
| До 100 | До 150 | До 300 | Более 300 | До 250 | До 500 | До 1000 | До 5000 |
| 127-140 | 140-146 | 168-178 | 178-194 | 114-146 | 146-168 | 178-219 | 219-273 |

Диаметр скважины под эксплуатационную колонну рассчитывается с учетом габаритного размера колонны (по муфтам) и рекомендуемого зазора между муфтой и стенками скважины.

В дальнейшем диаметры выбирают из условий проходимости долот внутри предыдущей колонны и проходимости последующей колонны с рекомендуемыми зазорами.

Во всех случаях, когда это возможно, необходимо стремиться к упрощению конструкции скважины, например, за счет уменьшения числа колонн, уменьшения диаметров колонн, уменьшения рекомендуемых зазоров или применения труб с безмуфтовым соединением.

2.6. Проектирование обвязки обсадных колонн

Цель раздела - определить необходимость использования противовыбросового оборудования (ПВО) и колонных головок (КГ) для нормальной проводки скважины. Критериями выбора ПВО являются максимальное давление, возникающее на устье скважины при полном замещении промывочной жидкости пластовым флюидом при закрытом превенторе, и диаметры проходных отверстий превенторов, позволяющих нормально вести углубление скважины или проводить в ней любые работы. При выборе колонных головок помимо максимального устьевого давления необходимо учесть диаметры всех обсадных колонн, обвязываемых с помощью колонной головки. При наличии в пластовом флюиде сероводорода необходимо выбирать ПВО и КГ в коррозионностойком исполнении .

Необходимо обосновать и привести в пояснительной записке проекта схему обвязки устья скважины при вскрытии пласта с использованием выбранного комплекта ПВО.

3. Технология первичного вскрытия продуктивного пласта

Способ первичного вскрытия выбирается в зависимости от состояния ствола скважины перед разбуриванием продуктивных горизонтов. При этом возможны две ситуации. В первом случае ствол скважины выше продуктивного горизонта (одного или нескольких) остается открытым, не закрепленным обсадными трубами. Вскрытие продуктивных горизонтов осуществляется на промывочной жидкости, обеспечивающей сохранность открытого ствола скважины. В этом случае скважина бурится до подошвы последнего продуктивного горизонта. Затем в скважину спускается до забоя обсадная колонна и цементируется либо по всей длине, либо интервал продуктивного горизонта не цементируется.

Во втором случае скважина бурится до кровли продуктивного горизонта, ствол обсаживается трубами и цементируется. Вскрытие

продуктивного горизонта производится долотом меньшего диаметра, причем тип и качество промывочной жидкости должны отвечать только требованиям вскрываемого горизонта. В этом случае загрязнение продуктивного горизонта может быть минимальным. Вскрытая таким образом часть разреза или остается открытой, или перекрывается "хвостовиком" с последующим цементированием (или без него).

Необходимо проанализировать достоинства и недостатки возможных способов вскрытия продуктивных горизонтов для конкретных геолого-технических условий и выбрать оптимальную с учётом технико-экономических показателей, требований безаварийности и безопасности.

4. Расчет эксплуатационной обсадной колонны на прочность

4.1. Условия работы колонны в скважине

На обсадную колонну в разные периоды времени действуют различные по видам и величине нагрузки. Среди них - растяжение, смятие, изгиб, сжатие, внутренние давления. Разнообразны и причины, вызывающие эти нагрузки - собственный вес колонн; силы трения о стенки скважины, связанные с профилем скважины, внутренние избыточные давления при опрессовке, наружные избыточные при снижении уровня жидкости в колонне, температурные нагрузки, горное давление и др. Не постоянна и величина нагрузок, а также степень их динамичности.

Необходимо для заданных конкретных условий провести анализ возникающих нагрузок и выделить главные виды, которые будут учтены при расчете обсадной колонны.

4.2. Расчет действующих нагрузок

Среди всего многообразия нагрузок, действующих на колонну, выделяются главные, к которым как правило относятся наружные избыточные, внутренние избыточные нагрузки, а нагрузка растяжения от

действия собственного веса, Указанные нагрузки рассчитываются для периода, когда они достигают максимального значения.

Избыточные наружные давления определяются как разность между наружными и внутренними достигают максимального значения, когда внутренние давления оказываются минимальными. В соответствии с действующем "Инструкцией по расчету обсадных колонн..." наружные избыточные давления рассчитываются для характерных точек по глубине скважины (устье, уровень цементного раствора за колонной, уровень жидкости в колонне, забой скважины). По расчетным точкам строится эпюра наружных избыточных давлений.

Избыточные внутренние давления определяются как разность между внутренними и наружными и достигают максимального значения в период опрессовки обсадной колонны, когда внутренние давления оказываются максимальными. Расчет внутренних избыточных давлений производится также для характерных точек, по которым строится эпюра внутренних избыточных давлений. Для получения характерных точек необходимо изобразить схему расположения уровней жидкости внутри колонны и за обсадной колонной для соответствующего периода.

Нагрузки растяжения от собственного веса достигают максимального значения в конце спуска обсадной колонны и определяются как сумма весов секций колонны с различными толщинами стенок скважины.

4.3. Конструирование обсадной колонны по длине

Конструкция обсадной колонны характеризуется типом труб (их соединений), наружным диаметром обсадных труб, толщиной стенок, а также материалом труб. Диаметр колонны определен в разделе "Проектирование конструкции скважины". Толщина стенок и материал труб подбираются в соответствии с эпюрами избыточных давлений и величиной собственного веса труб.

По эпюрам наибольшее значение наружных избыточных давлений имеет место на забое скважины, а внутренних избыточных - на устье скважины. Максимальная растягивающая нагрузка также имеет место на устье скважины.

Выбор толщины стенок обсадных труб начинают с нижней части колонны, используя эпюру наружных избыточных давлений. По прочностным характеристикам труб на смятие наружным давлением подбирается толщина стенки трубы, которая обеспечит максимальное давление по эпюре. Так как по мере удаления от забоя наружное избыточное давление снижается, то на эпюре находятся глубина, на которой обеспечится прочность колонны с меньшей табличной толщиной стенки.

Таким образом, определяется длина секция обсадной колонны с максимальной толщиной стенки. Аналогично подбираются длины последующих секции с уменьшающимися толщинами стенок труб. Для определения растягивающих нагрузок рассчитывают вес каждой секции, суммируют их и проверяют на страгивание несущей секции.

При достижении определенной глубины наружные избыточные давления становятся меньше критических на смятие и расчет толщин стенок ведется по страгивающей нагрузке. При этом толщина стенок будет увеличиваться. Минимальные толщины стенок проверяются на внутреннее избыточное давление.

Сконструированная колонна должна обеспечить прочность на расчетные виды нагрузок во всех сечениях и в тоже время обладать минимальной, экономически целесообразной материалоемкостью для данных, конкретных условий.

4.4. Технологическая оснастка обсадной колонны

Для нормального спуска и качественного цементирования обсадная колонна оборудуется специальной технологической оснасткой. К ней относятся: башмачная пробка, обратный клапан, стоп-кольцо, муфты

ступенчатого цементирования, заколонные пакеры, стыковочные и разъединительные устройства для спуска и цементирования секций и "хвостовиков", фонари, скребки, турбулизаторы.

Для заданных условий необходимо определить способ спуска колонны одной или несколькими секциями, подобрать и обосновать типы и размеры элементов технологической оснастки, их количество и места установки.

5. Расчет и обоснование параметров цементирования

5.1. Обоснование способа цементирования

Известны следующие способы первичного; цементирования затрубного пространства: прямой одноступенчатый, прямой двухступенчатый, манжетный, обратный, цементирование "хвостовиков" и секций.

Необходимо, проанализировав достоинства и недостатки известных способов, их возможности, для заданных конкретных условий запроектировать соответствующий способ цементирования. При обосновании способа следует иметь ввиду, что на практике наибольшее распространение получил прямой способ цементирования через башмак обсадной колонны в одну ступень.

5.2. Расчёт объёма тампонажной смеси и количества составных компонентов

Тампонажная смесь представляет из себя смесь жидкости затворения, вяжущих веществ и минеральных добавок. В зависимости от вида и количества составных элементов тампонажные смеси классифицируют по времени начала схватывания, по температуре применения и по плотности. Большое разнообразие вяжущих средств, минеральных добавок и их различных комбинаций позволяет выбирать тампонажную смесь, удовлетворяющую условиям цементирования.

Главными параметрами тампонажной смеси являются температура применения (для холодных, горячих и высокотемпературных скважин) и плотность, значение которой должно обеспечить подъем смеси в затрубном пространстве на заданную высоту без гидроразрыва пород. Время начала и конца схватывания регулируется введением соответствующих химических реагентов.

В некоторых случаях принимают различный состав тампонажной смеси по интервалам затрубного цементирования. Например, в интервале продуктивного горизонта принимают цементный раствор, а выше - цементный раствор с облегчающими добавками. Или в призабойной части принимают смеси из высокотемпературного цемента, а выше - из цемента для горячих (холодных) скважин.

Объем тампонажной смеси определяется выбранной конструкцией скважины, т.е. диаметрами скважины, наружным и внутренним труб, высотой цементного стакана и интервалом затрубного цементирования. Объем затрубного пространства, подлежащего цементированию, и объем цементного стакана дадут потребный объем тампонажной смеси. Если тампонажная смесь принята различной по интервалам, то необходимо считать объемы отдельно.

Количество составных компонентов для приготовления расчетного объема тампонажной смеси определяется из принятых соотношений (например, отношение воды и цемента 1:2; наполнителя к цементу 1:3) расчетным путем или по соответствующим табличным данным. Аналогично определяется расход химических реагентов для обработки тампонажной смеси с целью получения заданных свойств.

5.3. Обоснование типа и расчёт объема буферной, продавочной жидкостей и цементного раствора

Буферная жидкость служит для разделения тампонажной смеси от глинистого раствора, наводящегося в скважине и закачивается в обсадную колонну перед тампонажной смесью. Кроме того, при движении в затрубном пространстве впереди тампонажной смеси столб буферной жидкости очищает стенки скважины от глинистой корки, что способствует повышению качества цементирования.

В качестве буферной жидкости используется вода, вода с добавками химических реагентов, снижающих водоотдачу, водные растворы солей натрия (NaCl) и кальция (CaCl₂), азрированные буферные жидкости, эрозионные буферные жидкости с добавками песка. Особую группу буферных жидкостей составляют так называемые вязкоупругие разделители (ВУР).

Объем буферной жидкости должен задаваться с таким расчетом, чтобы обеспечить несмешиваемость тампонажной смеси с глинистым раствором. Практически считается, что высота столба буферной жидкости в затрубном пространстве должна составлять не менее 150-200 м.

Продавочная жидкость служит для продавки тампонажной смеси из обсадной колонны в затрубное пространство. В качестве продавочной жидкости применяется, как правило, буровой раствор или вода. Объем продавочной жидкости должен соответствовать внутреннему объему обсадной колонны в интервале от устья до глубины установки стоп-кольца.

5.4. Выбор типа и расчёт необходимого количества цементировочного оборудования

К основным видам цементировочной техники относятся цементировочные агрегаты (ЦА) и смесительные машины (СМ).

Для выбора типа цементировочного агрегата необходимо рассчитать давление на цементировочной головке, которое достигает максимального

значения в конце продавки тампонажного раствора. По расчетному значению максимального давления выбирается тип цементирующего агрегата. Количество цементирующих агрегатов рассчитывается из условия, чтобы суммарная производительность агрегатов обеспечила закачку тампонажной смеси и продавочной жидкости за время, меньшее времени начала схватывания тампонажной смеси. Кроме того, суммарная производительность агрегатов должна обеспечить определенную скорость подъема смеси в затрубном пространстве.

Количество смесительных машин по суммарной производительности цементной смеси должно обеспечить производительность закачки цементирующими агрегатами. Практически одна смесительная машина обеспечивает два цементирующих агрегата.

5.5. Технологический режим цементирования скважины

Особую задачу представляет решение вопроса о режиме закачки и продавки тампонажной смеси. Дело в том, что в процессе работы цементирующих агрегатов, давление на цементирующей головке постоянно изменяется из-за изменения положения уровня тампонажной смеси в трубах и затрубном пространстве. В период закачки смеси в обсадные трубы давление будет уменьшаться до минимального, а после выхода смеси из-под башмака колонны давление будет возрастать до максимального в конце продавки. Поэтому в начальный период цементирования агрегаты могут работать в режиме максимальной производительности (при минимальном давлении). В дальнейшем с повышением давления производительность агрегатов необходимо снижать. Практически это реализуется переключением скоростей агрегата.

Необходимо рассчитать режим работы цементирующих агрегатов, т.е. определить объем жидкости, закачиваемой на каждой скорости агрегата.

6. Организация работ по креплению скважины

6.1. Подготовительные работы к спуску колонны (подготовка ствола и колонны).

В данном разделе обосновываются виды и объемы подготовительных работ к спуску обсадной колонны, а именно:

- интервалы и скорость проработки отдельных интервалов;
- компоновка бурильной колонны для проработки ствола и кольматации проницаемых участков;
- интенсивность и продолжительность промывки;
- комплекс геофизических исследований перед спуском.

6.2. Технологический режим спуска колонн.

Технологический режим спуска обсадных колонн зависит от геологических, технических, технологических условий проводки скважины и её конструкции. Спуск обсадной колонны может производиться в один приём или секциями.

Способ спуска обсадной колонны выбирается в зависимости принятой конструкции скважины, от массы колонны и типа используемых обсадных труб.

Для хвостовиков выбирается способ подвески и производится расчет бурильных труб на прочность при растяжении.

Рассчитываются предельная скорость спуска колонны и допустимая величина ее опорожнения при спуске.

6.3. Организация работ по цементированию скважины.

При планировании операции цементирования необходимо определить количество тампонажных материалов по видам загружаемого в каждую цементосмесительную машину, объемы воды, находящиеся в мерных емкостях цементировочных агрегатов, количества химических реагентов

добавляемых в жидкость для каждого вида тампонажного материала, тип и количество цементировочной техники в соответствии с результатами расчёта параметров цементирования. Следует также определить целесообразность использования осреднительной ёмкости при проведении цементирования скважины. В этом разделе необходимо разработать схему расстановки цементировочного оборудования на площадке перед буровой установкой. Важно определить схему подачи продавочной жидкости к агрегатам, участвующих в процессе продавки.

Продавку тампонажного раствора целесообразно начинать сразу после закачки тампонажного раствора одним цементировочным или насосным агрегатом, который обвязан с верхним отводом цементировочной головки и предварительно заправлен продавочной жидкостью. Это необходимо, чтобы дать время на промывку манифольда от остатков тампонажного раствора и заправку остальных, участвующих в продавке цементировочных агрегатов продавочной жидкостью.

Для предупреждения порыва колонны от гидравлического удара при посадке разделительной пробки на кольцо «стоп » и последние 1-1,5 м³ продавочной жидкости следует закачивать с наименьшей производительностью одним цементировочным агрегатом.

Следует также не допускать образования разрежения на цементировочной головке в момент достижения максимального гидростатического давления внутри обсадной колонны обсадной колонны, так как это может привести к расслоению тампонажного раствора и последующему образованию пор в цементном камне.

6.4. План крепления скважины.

В плане крепления скважины эксплуатационной колонной должны быть дана следующая информация:

- данные о скважине и задание на её крепление (глубина забоя скважины, глубина спуска эксплуатационной колонны и

кондуктора, номинальный диаметр ствола скважины, параметры бурового раствора в скважине, максимальное ожидаемое пластовое давление, максимальное ожидаемое давление в колонне на устье при цементировании);

- подготовительные работы перед спуском эксплуатационной колонны (подготовка обсадных труб, технологической оснастки, доставка тампонажных материалов, подготовка тампонажной техники, проверка состояния оборудования, подготовка скважины к спуску колонны, ответственные по каждому виду работ);
- работы, выполняемые при спуске колонны в скважину (порядок спуска обсадных труб и технологической оснастки, оборудование и материалы, используемые при свинчивании обсадных труб, скорость спуска колонны, промежуточные промывки скважины при спуске, способы ликвидации возможных осложнений);
- порядок цементирования эксплуатационной колонны (схема расстановки и обвязки цементировочной техники и оборудования, последовательность операций при цементировании, руководитель работ).

6.5. Заключительные работы и контроль качества цементирования.

Способ проверки герметичности обсадной колонны определяется назначением скважины. В зависимости от выбранного способа, разрабатывается технологическая схема испытания на герметичность (давление опрессовки, уровень снижения жидкости в колонне, время испытания и т.д.), выбирается комплекс геофизических методов контроля качества цементирования.

7. Испытание и освоение скважины

7.1. Вторичное вскрытие пласта

В курсовом проекте должен быть обоснован способ вторичного вскрытия пласта. Необходимо проанализировать существующие методы перфорации и выбрать оптимальный с технико-экономической точки зрения с учётом запроектированной конструкции скважины. Требуется рассчитать плотность перфорационных отверстий, выбрать тип и параметры перфорационной жидкости, способ её доставки на забой, подобрать оборудование для устья скважины для безопасного проведения перфорации и вызова притока.

7.2 Вызов притока флюида (фонтанная арматура, схема обвязки, технология).

В данном разделе проекта необходимо определить необходимую величину депрессии на пласт для вызова притока пластового флюида, обосновать способ вызова притока (замена промывочной жидкости на воду или нефть; аэрация промывочной жидкости; применение пластоиспытателя, использование УОТС и т. д.), выбрать фонтанную арматуры и дать схему её обвязки.

7.3 Испытание скважины после окончания бурения.

После окончания бурения испытание производится в обсадной колонне. Такая схема испытаний применяется как в разведочных, так и в эксплуатационных скважинах.

Необходимо представить перечень и порядок работ, связанных с испытанием (или освоением) скважины после окончания бурения.

8. Мероприятия по охране окружающей среды

Рассматриваются антропогенные факторы и источники загрязнений окружающей природной среды (ОПС). Разрабатываются мероприятия по

охране ОПС, представляются организация контроля за состоянием ОПС и вопросы правовой охраны природы.

Особое внимание уделяется вредному влиянию на ОПС буферных и тампонажных растворов и применяемых химических реагентов, горюче-смазочных материалов. Все подпункты этого раздела описываются кратко со ссылкой на соответствующие руководящие материалы.

Заключение

В заключении даётся краткая сводка основных, полученных при выполнении курсового проекта, результатов и должны быть сделаны выводы об эффективности предложенных технических решений по заканчиванию скважины.

III. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Текст расчётно-пояснительной записки должен быть отпечатан машинным способом через полтора межстрочных интервала на одной стороне листа.

Вписывать в отпечатанный на машинке текст отдельные слова, формулы и условные обозначения допускается только черными чернилами (пастой) или чёрной тушью.

Каждую часть следует начинать с нового листа. Наименования частей следует располагать в середине строки и выделять основным чертёжным шрифтом (прописными буквами) с высотой букв и цифр единой для всех заголовков.

Наименования разделов и подразделов следует начинать с абзацного отступа и писать (печатать) с прописной буквы в разрядку.

Не допускается помещать наименования разделов на отдельных листах, подчёркивать и ставить в конце наименования точку.

Каждый пункт текста или законченную мысль необходимо записывать с абзаца., отступив вправо на 5-6 буквенных знаков.

Расстояние между заголовками и последующим текстом должно быть равно 15 мм.

При написании текста необходимо оставлять поля следующих размеров:

- слева (для подшивки) - 25 мм;
- справа - но менее 10 мм;
- сверху - не менее 15 мм;
- снизу - не менее 20 мм .

Нумерация страниц пояснительной записки включая рисунки и приложения должна быть сквозной. Титульный лист является первой страницей, задание - второй и т.д.

На титульном листе, задании и оглавлении номера страниц не проставляют.

Слова, выполненные на отдельной строке прописными буквами ("СОДЕРЖАНИЕ", "АННОТАЦИЯ", "ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ", "ВВЕДЕНИЕ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ") служат заголовками соответствующих разделов и не нумеруются.

На материалы, заимствованные из литературы (утверждают, формулы, цитаты и т.п.), должны быть даны ссылки с указанием номера по списку использованных источников. Номер ссылки проставляется арабскими цифрами в квадратных скобках.

При ссылке в тексте пояснительной записки на формулы необходимо указывать их номер в скобках, например: "в формуле (4) или в формуле (5), приложения 3".

При ссылке на таблицы указывают в скобках слово "Таблица" в сокращенном виде и её номер, например (табл.4) или (табл.1, приложения, 2). По такому же принципу делают ссылки на рисунки, например: (рис.3), (рис.1, приложения 3).

При ссылке на приложение в скобках пишется слово "Приложение" и его номер, например: (Приложение 5)

При ссылке на стандарты и технические условия указывают только их обозначение.

Повторные ссылки на формулы, таблицы, рисунки, приложения, стандарты и технические условия следует давать с сокращенным словом "смотри", например: (см. Приложение 4) и т.п.

Расчёты должны выполняться с использованием единиц системы СИ. При использовании формул из первоисточников, в которых употреблены несистемные единицы, их конечные значения должны быть пересчитаны в системные единицы.

Формулы должны приводиться в общем виде с расшифровкой входящих в них буквенных значений, высота букв и цифр должна быть в пределах 6-7мм;

Перенос формул допускается только на знаках +, -, x, =, причём на новой строке знак необходимо повторить.

Формулы должны нумероваться по порядку в пределах всего проекта арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Размерность одного параметра в пределах всей пояснительной записки должна быть постоянной.

Приступая к расчёту, следует указать источник литературы, в соответствии с которым выполняется конкретный расчёт.

Запись числовых расчётов выполняют в следующем порядке:

- формула;
- значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу;
- подстановка числовых значений в последовательности буквенных обозначений в формуле;
- результат с единицей физической величины.

ПРИМЕР.

Наружное гидростатическое давление, действующее на обсадную колонну (P_n), определяется по формуле [4]:

$$P_n = \rho \times g \times h, \text{ Па (7)}$$

где h – высота столба жидкости за колонной, м;

ρ - плотность жидкости за колонной, кг/м³;

g - ускорение свободного падения м/с².

$$P_n = 1500 \times 9,8 \times 1000 = 14700000 \text{ Па} = 14,7 \text{ МПа}$$

Все иллюстрации, помещаемые в тексте пояснительной записки, именуются рисунками.

Рисунки должны располагаться непосредственно после ссылки на них в тексте пояснительной записки.

Рисунки, иллюстрирующие технологические схемы, конструкции приборов, поясняющие действия механизмов, могут быть выполнены упрощенно, без изображения второстепенных деталей.

Соотношение размеров может не соответствовать реальному, если это улучшает наглядность изображения. В этом случае на рисунке следует указать масштаб или обозначить нужные размеры и допуски.

При оформлении графиков необходимо руководствоваться следующими правилами:

- перед построением графика чертится прямоугольник, две стороны которого служат осями координат; по осям координат наносятся масштабные цифры (ставятся вне контура) и, если необходимо, наносится координатная сетка;
- надписи, обозначающие величины отложенные по осям, необходимо располагать строкой параллельно оси; в надписи следует указывать название величины и единицы измерений, например: "время схватывания, мин".

Иллюстрации должна иметь название, помещаемое над иллюстрацией и поясняющие данные (подрисуночный текст), которые помещают под иллюстрацией. Номер иллюстрации помещают ниже поясняющих данных.

Приложения должны располагаться в порядке появления ссылок на них в тексте.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа и иметь тематический заголовок и номер. В правом верхнем углу печатают (пишут) чертёжным шрифтом слово "Приложение" и номер (арабскими цифрами без знака " № ").

Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения.

На каждом листе графического материала должны быть рамки и основная надпись (штамп), наименование, изобразительная часть и пояснительный текст (при необходимости).

Наименование графического материала помещают над изображением в верхней средней части листа.

Чертежи и элементы графиков, таблиц, диаграмм (надписи, линии, условные изображения) должны выполняться в соответствии с требованиями действующих стандартов ЕСКД.

Допускается изображения на листах выполнять многокрасочно, при этом, принятые цифровые и цветовые обозначения должны быть расшифрованы.

IV. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

Выполнение курсового проекта предполагает, в основном, самостоятельную работу бакалавров. Кроме того, кафедра назначает дополнительные консультации по выполнению курсового проекта ведущего преподавателя.

На консультации, бакалавр должен приходиться подготовленным для творческого разговора с вариантами решений отдельных вопросов.

Примерное распределение объема курсового проекта по отдельным разделам представлено в табл. 4.1.

Таблица 4.1.- Примерное распределение объема курсового проекта

| №№ пп | Наименование раздела | % выполнения | |
|----------|---|--------------|-------|
| | | по разделу | всего |
| 1. | Общая и геологическая часть | 5 | 5 |
| 2. | Проектирование конструкции скважины | 15 | 20 |
| 3. | Технология первичного вскрытия продуктивного пласта | 5 | 25 |
| 4. | Расчет эксплуатационной обсадной колонны на прочность | 25 | 50 |
| 5. | Расчет и обоснование параметров цементирования | 25 | 75 |
| 6. | Организация работ по креплению скважины | 10 | 85 |
| 7. | Испытание и освоение скважины | 10 | 95 |
| 8. | Мероприятия по охране окружающей среды | 5 | 100 |

После оформления работы в чистовом варианте он сдается на окончательную проверку. Руководитель оценивает содержание и оформление проекта. При необходимости проект возвращается студенту на доработку. Проверенный и оцененный проект подлежит защите.

Защита включает в себя доклад по содержанию основных разделов работы продолжительностью 5 - 7 минут и ответы на вопросы. Работа в целом оценивается по результатам выполнения и защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Басаргин Ю.М. Закачивание скважин: учеб. пособие для вузов / Ю.М.Басаргин, А.И.Булатов, Ю.М.Проселков. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. - 670 с.
2. Соловьев Е.М. Заканчивание скважин: учебник для вузов / Е.М.Соловьев.- М.: Недра, 1979. - 303 с.
3. Паршукова, Л.А. Жидкости и технологии глушения скважин. [Электронный ресурс] / Л.А. Паршукова, В.П. Овчинников, Д.С. Леонтьев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 96 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/41030>

Дополнительная литература

1. Бурение скважин различного назначения / Н.И.Сердюк и др.; под ред. Н.И.Сердюка. - М.: Российский государственный геологоразведочный университет, 2006. - 624 с.

Информационные электронно-образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «БиблиоТех. Издательство КДУ»
<https://kdu.bibliotech.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань»/ колл. Инженерно-технические науки (Тюм ГУ) www.e.lanbook.com
3. Информационно- правовое обеспечение «Гарант»/Локальная информационно-правовая система



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Старооскольский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»
(СОФ МГРИ)**

Кафедра «Прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Заканчивание скважин»

На тему: **Заканчивание разведочной/эксплуатационной скважины на
нефтеносный/газоносный горизонт с аномально высоким/низким
пластовым давлением**

Студента ... курса
Заочной/очной формы обучения
Направления подготовки:
«Нефтегазовое дело» 21.03.01
Группа: НД-...

Ф.И.О. студента _____

Преподаватель (руководитель):
Мелентьев Сергей Григорьевич

| |
|--|
| Дата регистрации курсового проекта: |
|--|

| |
|---------|
| Оценка: |
|---------|

| |
|---------------------------|
| Подпись преподавателя: |
|---------------------------|

Старый Оскол, 202... г.

Задание

по подготовке курсового проекта по дисциплине

«Заканчивание скважин»

Выдано студенту гр.НД ... Ф.И.О.

1. Тема работы «Проведение буровых работ по заканчиванию разведочной скважины на нефтеносный горизонт с аномально высоким пластовым давлением»
2. Тема спецвопроса - Расчет эксплуатационной колонны на растяжение
3. Срок сдачи студентом законченной работы _____
4. Исходные данные к работе:
 - 4.1. Категория скважины: разведочная/эксплуатационная
 - 4.2. Проектная глубина : ... м
 - 4.3. Ожидаемый дебитм³/сут
 - 4.4. Горно – геологические условия бурения _____

| Интервал, м | | | Краткая характеристика горных пород с указанием температуры, давлений – пластовых и гидроразрыва. | Интервалы, виды и характеристика осложнений |
|-------------|----|-------|---|---|
| от | до | всего | | |
| | | | | |

5.Дата выдачи задания _____

Руководитель работы: ст. преподаватель _____ С.Г. Мелентьев

Задание принял к исполнению студент _____

Учебное издание

Сергей Григорьевич Мелентьев

Методические рекомендации

Компьютерная верстка Мелентьев С.Г.

Подписано в печать __. __. 2022

Формат 60×90 1/16

изд.л.2,0

Рег. №

Бумага офсетная

Печать офсетная

Тираж 100 экз.

Уч.-

Заказ

Отпечатано с авторского оригинала в редакционно-издательском отделе
СОФ МГРИ
Старый Оскол, ул. Ленина 14/13