

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт природных газов и газовых
технологий – Газпром ВНИИГАЗ»
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

М.Ю. Недзвецкий

08 2022 г.



ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по научной специальности
2.8.2 «Технология бурения и освоения скважин»

СОГЛАСОВАНО:

Секция Ученого совета «Строительство,
эксплуатация скважин и промышленная
подготовка углеводородов»
Председатель секции, к.т.н.

Д.В. Изюмченко

Внуз Мацаканьс В.А.

2022

В основу настоящей программы положены следующие разделы: напряженное состояние нарушенного массива горных пород при бурении скважин, проектирование конструкции скважин и технологии бурения, прочностные расчеты обсадных колонн; физико-химические процессы в горных породах, буровых и цементных растворах для выбора составов и рецептур технологических жидкостей, химических реагентов и материалов при строительстве скважин; гидродинамические, тепло-и массообменные процессы при бурении скважин для разработки технологии и технических средств по улучшению коллекторских свойств призабойной зоны пласта, интенсификации притока пластового флюида, предупреждения загрязнения недр, обеспечения охраны окружающей среды.

Раздел 1. Общие положения

Состояние и перспективы развития бурения в условиях рыночной экономики и перспективы развития топливно-энергетического комплекса. Вклад отечественных инженеров и ученых в развитие технологии и техники бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин.

Раздел 2. Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород

Напряженное состояние осадочных пород в условиях естественного залегания в недрах Земли. Понятия о градиентах давлений гидроразрыва, пластового и порового давлений. Понятие об аномальных пластовых давлениях.

Механические свойства горных пород. Поведение горных пород при простых видах напряженного состояния. Упругие и прочностные характеристики пород при простых видах напряженного состояния. Относительная прочность пород при разных видах деформаций. Механизм разрушения горных пород при бурении различными типами долот. Усталостное разрушение пород. Абразивность горных пород.

Раздел 3. Породоразрушающий инструмент для бурения скважин

Классификация породоразрушающих инструментов по назначению и характеру воздействия на породу. Основные типы буровых долот. Керноприемные устройства и бурильные головки. Факторы, влияющие на полноту отбора и выноса керна. Причины неполного отбора керна.

Раздел 4. Режим бурения скважин

Основные факторы, влияющие на технологические показатели работы долот. Расчет вращающего момента и мощности, необходимых для работы долота на забое. Оптимизация режимов бурения и критерии их эффективности.

Раздел 5. Реология промывочных жидкостей

Реологические модели различных жидкостей. Принципы расчета гидравлических потерь при установившемся ламинарном и турбулентном

течении вязких и вязко-пластичных жидкостей. Принципы расчета гидродинамических давлений при спуске и подъеме колонны труб, при восстановлении циркуляции промывочных жидкостей. Принципы расчета предельно допустимой скорости восходящего потока в скважине при установившемся течении и предельной скорости спуска колонны труб при неустановившемся течении. Равновесие твердых частиц в жидкости. Скорость витания, скорость проскальзывания и скорость выноса частиц потоком. Принципы расчета скорости восходящего потока, необходимой для выноса частиц из вертикальной и горизонтальной скважин.

Раздел 6. Технология различных способов вращательного бурения

Параметры режима роторного бурения. Особенности технологии турбинного бурения. Классификация современных забойных двигателей. Особенности технологии бурения с помощью винтовых забойных двигателей (ВЗД) их рабочие характеристики. Роторные управляемые системы (РУС) и область их рационального использования.

Раздел 7. Промывочные жидкости для бурения и закачивания скважин

Назначение и функции жидкостей, их классификация. Состав, особенности строения и свойств глинистых растворов, влияние минералогического состава на гидратацию, диспергирование глин и свойства суспензий. Регулирование свойств глинистых растворов, классификация химических реагентов, механизмы действия реагентов на глинистые суспензии. Понятия о термосолеустойчивости реагентов и обработанных ими растворов. Промывочные жидкости на полимерной и биополимерной основе. Промывочные жидкости с конденсированной твердой фазой. Принципы получения дисперсной фазы. Способы регулирования степени дисперсности и структурообразования. Аэрированные промывочные жидкости и пены. Способы аэрирования, стабилизации и регулирования свойств газожидкостных систем. Рабочие жидкости на углеводородной основе. Состав, свойства, требования к материалам для приготовления и регулирования их свойств. Эмульсионные промывочные жидкости на углеводородной основе. Состав, свойства, способы стабилизации и регулирования свойств эмульсий. Специальные технологические жидкости для освоения, проведения перфорационных работ, гидроразрыва пластов, глушения скважин.

Приготовление, очистка, утяжеление и регулирование содержания твердой фазы промывочных жидкостей. Состав циркуляционной системы, назначение ее основных узлов, характеристика механизмов очистной системы. Дегазация промывочных жидкостей. Способы механической, вакуумной и физико-химической дегазации и их эффективность.

Раздел 8. Осложнения при бурении скважин.

Классификация осложнений. Совмещенный график изменения градиентов пластовых давлений и градиентов давлений поглощения с

увеличением глубины и его роль. Понятия об эквивалентной плотности буровых промывочных жидкостей и зонах с несовместимыми условиями бурения. Поглощения промывочной жидкости, признаки их предупреждения и ликвидация.

Расчет безопасного режима восстановления циркуляции и спуска колонны труб. Проверка качества изоляции зоны поглощения. Основные причины и признаки газонефтепроявления. Этапы развития проявления. Способы контроля состояния скважин в процессе бурения и предупреждения проявлений. Принципы расчета режима промывки скважины и режима спуско-подъемных операций при бурении в зонах возможных проявлений, позволяющего предупредить значительные колебания гидродинамических давлений. Технологические требования к противовыбросовому оборудованию. Принципиальная схема оснащения устья скважины противовыбросовым оборудованием. Нарушение устойчивости стенок скважины: выпучивание пород; обваливание и осыпание; растворение и размыв; растепление мерзлых пород. Признаки и причины нарушения устойчивости. Принципы контроля скорости сужения ствола и кавернообразования. Мероприятия по повышению устойчивости стенок скважины и предотвращению отрицательных последствий проявления неустойчивости. Прихваты и затяжки колонны труб, желобообразование, причины их возникновения и признаки проявления осложнений. Факторы, влияющие на силы взаимодействия колонны труб со стенками скважины, способы определения места прихвата и его ликвидации. Способы устранения желобообразных выработок в стволе скважины.

Раздел 9. Бурильная колонна

Назначение и компоновка бурильной колонны. Конструктивные особенности ее элементов. Достоинства и недостатки конструкций бурильных колонн. Области применения. Прочностные характеристики труб и соединений. Условия работы бурильной колонны в вертикальных и искривленных скважинах. Устойчивость колонны труб под действием осевых и центробежных сил, вращающего момента. Факторы, влияющие на распределение напряжений по длине колонны. Колебания, возникающие в бурильной колонне. Влияние колебаний на работу бурильной колонны и шарошечных долот. Принципы выбора компоновки бурильной колонны при разных способах бурения. Специфика выбора компоновки нижнего участка для предотвращения самопроизвольного искривления.

Расчет бурильной колонны на прочность. Обоснование выбора расчетных нагрузок и коэффициентов запаса прочности. Эпюры распределения напряжений по длине колонны при разных способах бурения. Принципы расчета на прочность в вертикальных и искривленных скважинах. Учет износа и влияния температуры на прочностные характеристики. Расчет удлинения бурильной колонны под действием нагрузок и температуры.

Раздел 10. Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин

Цели бурения наклонно направленных скважин.

Способы принудительного искривления скважин при вращательном бурении. Способы ориентирования отклонителя в заданном направлении. Принципы расчета угла установки отклонителя; факторы, влияющие на поведение отклонителя в процессе бурения. Контроль за направлением ствола скважины в период работы с отклонителем при бурении с гидравлическими и электрическими забойными двигателями. Принципы выбора типа и расчета профиля скважины. Факторы, определяющие допустимую интенсивность принудительного искривления скважины. Принципы выбора и расчета компоновки нижнего участка бурильной колонны для бурения интервалов набора, стабилизации и снижения зенитного угла. Роторные управляемые системы (РУС) и область их рационального использования.

Раздел 11. Первичное вскрытие продуктивных горизонтов

Воздействие промывочной жидкости на коллекторские свойства и продуктивность нефтегазовых залежей и характер их изменения. Способы оценки отрицательного воздействия промывочной жидкости на продуктивный пласт. Способы первичного вскрытия продуктивных пластов и принципы выбора метода вхождения в нефтяные и газовые залежи с разными коэффициентами аномальности. Понятия о гидродинамическом несовершенстве скважин по степени и характеру вскрытия.

Раздел 12. Опробование перспективных горизонтов

Задачи и сущность опробования горизонта в процессе бурения. Принципиальная схема опробования горизонта с помощью многоциклового пластоиспытателя. Технология опробования горизонта в процессе бурения. Основные факторы, влияющие на эффективность процесса. Задачи и объем подготовительных работ к опробованию. Принципы выбора величины депрессии при опробовании состава и компоновки колонны труб. Принципы качественной интерпретации результатов опробования.

Раздел 13. Крепление скважин

Конструктивные особенности современных обсадных труб и их соединений. Достоинства и недостатки обсадных труб и соединений разных модификаций и их прочностные характеристики. Влияние двухосного напряженного состояния на прочностные характеристики труб и соединений. Влияние способа нагружения на несущую способность труб. Условия работы кондукторов, промежуточных и эксплуатационных обсадных колонн в скважинах разного назначения в интервалах с разными термобарическими условиями.

Принципы расчета равнопрочных обсадных колонн. Основные допущения, положенные в основу методики расчета. Способы учета степени износа труб, интенсивности искривления скважины, характера и условий нагружения в неустойчивых породах при расчете обсадных колонн. Понятие о составной крепи, ее достоинствах и недостатках. Принципы расчета

предельного и рабочего режимов спуска обсадных колонн, снабженных обратными клапанами. Пройодимость обсадных колонн в наклонных и горизонтальных скважинах. Способы обеспечения проходимости до забоя в горизонтальной скважине с большим отходом от вертикали.

Раздел 14. Разобшение пластов

Назначение тампонажных материалов и требования к ним. Классификация тампонажных цементов и области применения каждой марки цемента. Химико-минералогический состав цементов. Процессы гидратации и твердения. Основные свойства цемента, тампонажного раствора и камня. Способы измерения свойств. Влияние температуры и давления на свойства тампонажного раствора и камня. Понятие о коррозии цементного камня, ее причинах и разновидностях коррозии. Принципы регулирования свойств тампонажного раствора и камня, выбора их состава для конкретных горно-геологических условий цементирования скважины. Способы первичного и вторичного цементирования. Основные факторы, влияющие на полноту замещения промывочной жидкости тампонажным раствором и на качество разобшения пластов. Основные осложнения при цементировании, их причины и способы предупреждения осложнений. Принципы расчета цементирования скважины в заданных горно-геологических условиях. Гидравлическая программа цементирования. Цементирование с противодавлением. Понятие о предельном и рабочем режимах цементирования. Выбор цементировочной техники и схемы обвязки ее для реализации расчетного рабочего режима цементирования.

Способы проверки качества цементирования и области их применения.

Раздел 15. Заключительные работы при бурении скважин

Способы обвязки обсадных колонн на устье скважины и проверки их герметичности. Принципы расчета давления опрессовки колонн и глубины снижения уровня жидкости для проверки герметичности. Причины и способы расчета усилия натяжения обсадных колонн при обвязке. Способы вторичного вскрытия продуктивных горизонтов. Основные конструкции забоев скважин. Основные факторы, влияющие на эффективность вторичного вскрытия. Характер и степень влияния способа перфорации на состояние цементного камня и герметичность крепи скважины. Способы вызова притока пластового флюида после вторичного вскрытия. Эффективность каждого способа, достоинства и недостатки, области применения. Оборудование устья скважины для перфорации и вызова притока. Задачи испытания скважины, законченной бурением. Назначение, задачи и способы ликвидации и консервации скважин.

Раздел 16. Морские скважины и особенности их строительства (геология, оборудование, технология, закачивание, осложнения, мелкозалегающий газ, область эффективного строительства и т. д). Высокие технологии при бурении морских скважин.

Основная литература

1. Середина Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1988.
2. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ. М.: Недра, 1998.
3. Леонов Е.Г. Совершенствование технологии бурения. (Метод. указания по курсовому проектированию). М.: ГАНГ им. И.М.Губкина, 1993.
4. Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. Т. 1–4. М.: Недра, 1993-1995.
5. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для сложных условий. М.: Недра, 1988. -135 с.
6. Борисенко Л.В. Выбор промывочной жидкости для бурения скважин. М.: МИНГ им. И.М.Губкина, 1991.
7. Борисенко Л.В. Регулирование содержания и состава твердой фазы в буровых растворах. М.: ГАНГ им. И.М.Губкина, 1994.
8. Соловьев Е.М. Закачивание скважин. М.: Недра, 1979.
9. Бакшуттов В.С. Минерализованные тампонажные растворы для цементирования скважин в сложных условиях. М.: Недра, 1986.
10. Специальные тампонажные материалы для низкотемпературных скважин / П.В. Овчинников, В.Г. Кузнецов, А.А. Фролов, В.П. Овчинников и др. М.: Недра, 2000.
11. Куксов А.К., Бабаян Э.В., Шевцов В.Д. Предупреждение и ликвидация газонефтеводопроявлений при бурении. М.: Недра, 1992.
12. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: Справочник / А.Г. Калинин, Б.А. Никитин, К.М. Солодкий, Б. З. Султанов. М.: Недра, 1997.
13. Подгорнов Ю.М. Эксплуатационное и разведочное бурение на нефть и газ. М.: Недра, 1988.
14. Нифантов В.И., Мельникова Е.В., Мельников С.А. Повышение продуктивности скважин: опыт, проблемы, перспективы. – М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2014.

Дополнительная литература

1. Ганджумян Р.А. Калинин Л.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин. М.: Недра, 2000.
2. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели. М.: Недра, 1999.
3. Григулецкий В.Г., Лукьянов В.Т. Проектирование компоновок нижней части бурильной колонны. М.: Недра, 1990.
4. Будников В.Ф., Булатов А.И., Макаренко П.П. Проблемы механики бурения и заканчивания скважин. М.: Недра, 1996.
5. Иогансен К.В. Спутник буровика (Справочник, 3-изд.). М.: Недра, 1990.
6. Кулиев К.Н. Гель-технология рабочих жидкостей, применяемых в глубоком и сверхглубоком бурении. Ашгабат, 1993.

7. Михайлов Н.Н. Информационно-технологическая геодинамика около-скважинных зон. М.: Недра, 1996.

8. Добрынин В.М., Кузнецов С.Л. Термоупругие процессы в породах осадочных бассейнов. М.: ВНИИГеосистем, 1993

9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» Утв. 15.12.2020 № 534.

10. Тагиров К.М., Нифантов В.И., Бурение скважин и вскрытие нефтегазовых пластов на депрессии. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 160 с.

11. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Заканчивание скважин. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. – 670 с.

12. Федоров В.С., Беликов В.Г., Зенков Ф.Д. и др. Практические расчеты в бурении - М.: «Недра», 1966. - 600 с.

13. Попов А.Н., Спивак А.И., Акбулатов Т.О. и др. Технология бурения нефтяных и газовых скважин - ООО «Недра – Бизнесцентр», 2003. – 509с.

14. Шадрин Л.Н. Проектирование строительства нефтяных и газовых скважин - М.: Недра, 1987. – 270 с.

15. Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г., Гноевых А.Н. и др. Буровое оборудование. Буровой инструмент 2 том. - М.: Недра, 2003. – 494с.

16. Бабаян Э.В. Буровые технологии - Краснодар: «Совет.Кубань», 2005. - 584 с.