

**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



« 24 » 08 2022 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания в аспирантуру
по научной специальности**

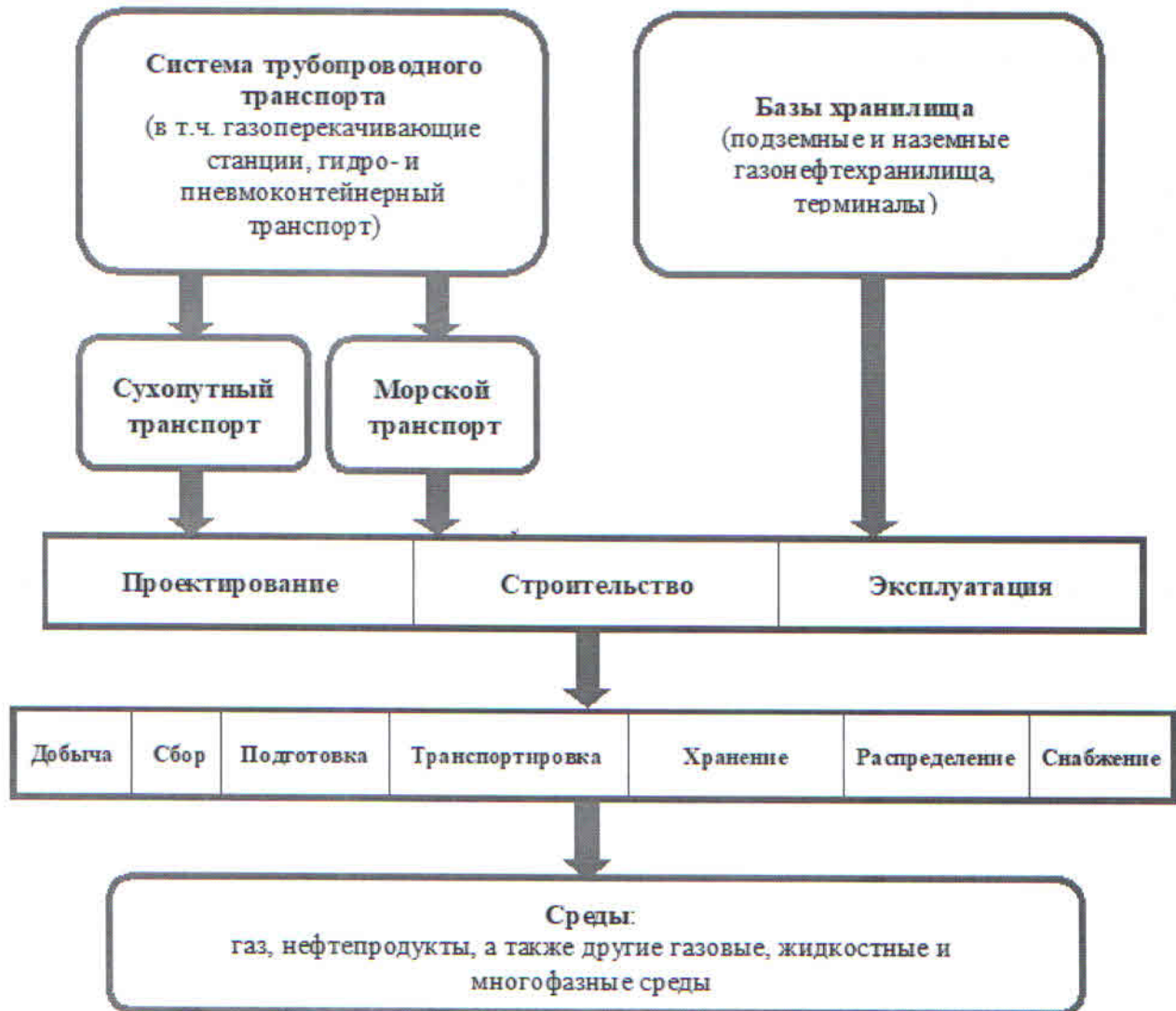
2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

СОГЛАСОВАНО:

Секция Ученого совета
«Транспорт, хранение и использование газа»
Председатель секции, к.т.н.

Р.Р. Кантюков

Предмет (область) исследований.



Роль газа в топливно-энергетическом балансе страны. Состояние и перспективы развития техники и технологии проектирования, сооружения и эксплуатации газопроводов и газохранилищ.

Раздел 1. Основные теплофизические свойства природных газов.

Основные параметры состояния газов и единицы их измерения. Удельный объём, давление, температура, вязкость, плотность, теплотворная способность и теплоемкость.

Основные законы идеальных газов: закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, закон Авогадро, закон Дальтона, уравнение состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева.

Реальные газы. Уравнение Ван-Дер-Ваальса. Уравнения состояния реального газа. Эмпирические уравнения и уравнения, опирающиеся на теоретическую основу.

Критические параметры газов. Критическая температура, критическое давление, критический объем. Приведенная температура, приведенное давление. Эффект Джоуля-Томсона. Влажность газов. Содержание влаги в природных газах при различных давлениях и температурах. Кристаллогидраты углеводородных газов. Условия образования и разложения кристаллогидратов.

Раздел 2. Промысловые системы сбора газа.

Особенности проектирования системы сбора газа. Классификация систем сбора газа. Условия эксплуатации промысловых систем сбора углеводородов (шлейфы, газосборные коллекторы). Особенности эксплуатации морских трубопроводов. Режимы течения газа в трубопроводах. Факторы, влияющие на коррозионную агрессивность транспортируемых сред. Способы и методы защиты от внутренней коррозии. Система противокоррозионной защиты. Методы мониторинга состояния трубопроводов.

Раздел 3. Подготовка газа к дальнейшему транспорту.

Установки комплексной подготовки газа. Выбор процесса подготовки газа при проектировании. Осушка газа. Очистка газа от кислых компонентов (CO_2 , H_2S и др.) и механических примесей. Способы очистки. Типы сепараторов и пылеуловителей. Процессы, технологические схемы и аппараты подготовки газа к дальнейшему транспорту. Требования к качеству транспортируемого газа.

Раздел 4. Магистральные газопроводы.

Классификация и категории магистральных газопроводов. Состав магистральных газопроводов. Основные технологические параметры магистральных газопроводов.

Расчет трубопроводов на прочность и устойчивость. Определение толщины стенки трубопроводов. Проверка прочности и устойчивости подземных, наземных (в насыпи) и наземных трубопроводов. Расчет напряженно-деформированного состояния трубопроводной конструкции.

Трубы для магистральных газопроводов. Основные требования, предъявляемые к трубам магистральных газопроводов. Сварка газопроводов. Сварочные материалы. Методы обеспечения устойчивости магистральных газопроводов, прокладываемых через водные препятствия и в обводненных грунтах Западной Сибири. Балластировка, обетонирование труб. Анкерные устройства.

Испытания газопроводов на прочность и проверка на герметичность. Испытание трубопроводов с повышенным давлением (метод стресс-теста). Осушка газопровода после проведения гидравлических испытаний.

Способы прокладки магистральных газопроводов (подземный, наземный и надземный). Переходы магистральных газопроводов через естественные и искусственные препятствия, перемычки.

Глубина заложения подземного газопровода (до верха трубы).

Различные режимы течения газа в газопроводе. Критерий Рейнольдса.

Коэффициент гидравлического сопротивления. Коэффициент гидравлического сопротивления как функция числа Рейнольдса и относительной шероховатости внутренней поверхности труб при различных режимах течения газа; формула ВНИИГАЗа.

Основные формулы для гидравлического расчета газопровода. Уравнение потока газа в газопроводе. Теоретический вывод расчетной формулы. Среднее давление газа в магистральном газопроводе. Методы увеличения производительности магистральных газопроводов (повышение рабочего давления, охлаждение транспортируемого газа, увеличение степени сжатия, строительство лупингов и др.).

Расчет сложных газопроводов. Расчет газопроводов с учетом рельефа трассы: при разнице отметок менее 500 м и для сильно пересеченного рельефа трассы, при большом перепаде высот (более 500 м).

Температурный режим магистрального газопровода.

Изменение температуры газа по длине магистрального газопровода. Формула В.Г. Шухова. Распределение температуры газа по длине газопровода с учетом эффекта Джоуля-Томсона. Средняя температура газа на участке газопровода.

Коэффициент теплопередачи от газа в окружающую среду при различных способах прокладки газопровода (подземный, наземный в насыпи и надземный). Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности трубопровода в грунт. Приведенная глубина заложения трубопровода при подземной прокладке.

Современные модельные представления об образовании и развитии коррозионного растрескивания под напряжением (стресс-коррозия КРН) на магистральных газопроводах.

Особенности прокладки газопроводов в сложных условиях. Прокладка в горных условиях. Прокладка трубопроводов в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Прокладка трубопроводов в сейсмических районах.

Защита газопроводов от коррозии. Антикоррозионные защитные покрытия газопроводов. Электрохимическая защита (ЭХЗ). Система ЭХЗ. Установки катодной защиты. Установки протекторной защиты. Установки дренажной защиты.

Техническая диагностика и мониторинг. Мониторинг технического состояния магистральных трубопроводов. Методы контроля. Внутритрубная диагностика магистральных газопроводов. Потенциально опасные участки.

Основные методы прогнозирования, а также способы диагностирования и мониторинга стресс-коррозионного состояния магистральных трубопроводов. Современные способы предотвращения развития повреждений КРН и ремонта трубопроводов.

Раздел 5. Компрессорные станции.

Компрессорная станция (КС) (определение). Классификация КС по виду выполняемой работы (головные и линейные КС магистральных газопроводов,

КС подземных хранилищ газа, нагнетательные КС обратной закачки газов в пласт).

Головные и линейные КС магистральных газопроводов. Состав КС. Принципиальная технологическая схема КС. Компрессорный цех (КЦ). Состав КЦ. Газоперекачивающий агрегат (ГПА). Типы газоперекачивающих агрегатов. Технологические схемы КС, оборудованных ГПА с газотурбинным и электрическим приводами центробежного нагнетателя газа, а также ГПА поршневого типа. Мощность КС (КЦ) установленная (рабочая).

Центробежные нагнетатели (ЦБН). Адиабатический и политропический КПД. Газодинамические характеристики нагнетателей. Неустойчивые режимы работы, помпаж. Средства контроля и автоматизации.

Газотурбинные установки (ГТУ). Типы и конструкции ГТУ. Принцип работы ГТУ. Области применения. КПД турбомашин. Основные узлы ГТУ: компрессор, турбина, теплообменные аппараты, камера сгорания, система регулирования.

Эксплуатационные показатели ГПА. Режимы работы привода и нагнетателей на магистральных газопроводах. Номинальная мощность ГПА в станционных условиях. Номинальный КПД ГПА в стационарных условиях. Расчет располагаемой мощности ГПА.

Расчет параметров газовых компрессоров. Давления газа на входе (выходе) КЦ. Температура газа на входе в КЦ и выходе КЦ. Объемный расход газа на входе компрессора. Степени повышения давления (степень сжатия) и температуры. Политропный КПД газового компрессора. Удельная политропная работа.

Температура газа на выходе из ЦБН. Внутренняя мощность ЦБН.

Поршневые компрессоры. Конструкция поршневого компрессора. Рабочий процесс поршневого компрессора.

Газомотокомпрессоры (ГМК). Отечественные ГМК. Рациональные области применения ГМК.

Расчет расхода топливного газа ГТУ и потребление топливного газа КЦ.

Установки охлаждения газа. Аппараты воздушного охлаждения (АВО) газа.

Раздел 6. Хранение газа.

Подземное хранилище газа (ПХГ). Способы создания ПХГ (в истощенных нефтяных и газовых месторождениях, водоносных пластах, соляных кавернах, горных выработках). Классификация ПХГ по их назначению в системе газоснабжения (общесистемные, районные и локальные хранилища). Пиковое ПХГ. Основные показатели ПХГ (активный и буферный объемы, максимальная суточная производительность, время отбора при макс. Производительности, число скважин). Требования к системе геолого-технологического контроля эксплуатации ПХГ (контрольные и наблюдательные скважины, их назначение, виды исследований).

Раздел 7. Управление техническим состоянием.

Управление техническим состоянием, целостностью систем трубопроводного транспорта и хранения газа. Прогнозирование показателей технического состояния, надежности и техногенного риска. Требования к результатам технического диагностирования, критерии назначения управляющих воздействий, программные документы. Основы анализа и обработки данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айбиндер А.Б., Камерштейн А.Г. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость, справочное пособие/ М., Недра, 1982
2. Бородавкин П.П. Подземные магистральные трубопроводы/ М., Недра, 1982
3. ВН 39-1.9-004-98 Инструкция по проведению гидравлических испытаний трубопроводов повышенным давлением (метод стресс-теста) / М., ВНИИГАЗ, ОАО «Газпром»
4. Волков М.М., Михеев А.Л., Конев К.А., Справочник работника газовой промышленности/ М., Недра, 1989
5. Вольский Э.Л., Константинова И.М. Режим работы магистрального газопровода/ Л., Недра, 1970
6. ВРД 39-1. 10-006-200* Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов/ М., ООО «ВНИИГАЗ», ОАО «Газпром»
7. Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов/ М., 1999
8. ОНТП 51-1-85 Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные газопроводы. Часть 1. Газопроводы/ МИНГАЗПРОМ, М., 1985
9. Российская газовая энциклопедия/ М., научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2004
10. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов» под ред. Дерцакяна А.К./ Л., Недра, 1997.
11. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 «Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов» / М., ООО «ИРЦ Газпром», 2006
12. Строительные нормы и правила. СНИП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы/ М., 1998
13. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Под ред. проф. Юфина В.А./ М., 1978 (2-ое издание 1988)
14. Ходанович И.Е. Аналитические основы проектирования и эксплуатации магистральных газопроводов/ М., Недра, 1961
15. Чарный И.А. Основы газовой динамики/ М., Гостоптехиздат, 1961
16. Штремель М.А. Разрушение. В 2-х томах/ Издательский Дом МИСиС, 2015.

17. Научно-технический сборник «Вести газовой науки» / 2019. № 2 (39).
18. Научно-технический сборник «Вести газовой науки» / 2019. № 3 (40).
19. Научно-технический сборник «Вести газовой науки» / 2020. № 2 (44).
20. Научно-технический сборник «Вести газовой науки» / 2022. № 1 (50).
21. Малкин А.И., Маршаков А.И., Игнатенко В.Э., Арабей А.Б. Процессы зарождения и роста коррозионных трещин на стали магистральных трубопроводов. Ч.1. Современные представления о механизмах коррозионного растрескивания сталей в водных средах. // Коррозия: материалы, защита. - 2009. - №10. - с. 1-16.
22. Малкин А.И., Маршаков А.И., Игнатенко В.Э., Арабей А.Б. Процессы зарождения и роста коррозионных трещин на стали магистральных трубопроводов. Ч. II. Кинетические закономерности и влияние условий эксплуатации на КРН трубных сталей в водных средах. // Коррозия: материалы, защита. - 2010. - №2. - с. 1-14.
23. Алимов С.В., Арабей А.Б., Ряховских И.В., Есиев Т.С., Нефедов С.В. и др. Концепция диагностирования и ремонта магистральных газопроводов в регионах с высокой предрасположенностью к стресс-коррозии // Газовая промышленность, спецвыпуск – 2015. – №724. – с. 10-15.
24. Политика ОАО «Газпром» в области управления техническим состоянием и целостностью объектов транспортировки и хранения газа. ОАО «Газпром», 2011
25. Концепция управления техническим состоянием и целостностью объектов ГТС ОАО «Газпром» с учетом задач транспортировки газа. ОАО «Газпром», 2011
26. СТО Газпром 2-2.3-351-2009 «Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром»». - М.: ОАО «Газпром», 2009.
27. В.С. Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. Москва. Изд. НУМЦ Минприроды России. 1996. 208 с.
28. Харионовский В.В. Морские газопроводы. Исследования и практические решения. М.: Газпром ВНИИГАЗ. 2019. 256 с.
29. ГОСТ 55415-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Месторождения газоконденсатные, нефтегазовые и нефтегазоконденсатные. Правила разработки.
30. ГОСТ Р 55990-2014 «Национальный стандарт Российской Федерации. Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования».
31. ГОСТР 56540-2015 «Национальный стандарт Российской Федерации. Проектирование разработки и освоения газовых и газоконденсатных месторождений. Общие требования к проведению

авторского надзора за выполнением проектов разработки газовых и газоконденсатных месторождений».

32. ГОСТ Р 58284-2018 «Национальный стандарт Российской Федерации. Нефтяная и газовая промышленность. Морские промысловые объекты и трубопроводы. Общие требования к защите от коррозии».

33. Салюков В.В., Харионовский В.В. Магистральные газопроводы. Диагностика и управление техническим состоянием. М.: ООО «Издательский дом Недра». 2016. 213 с.

34. Кац Н.Г., Стариков В.П., Парфенова С.Н. Химическое сопротивление материалов и защита оборудования нефтепереработки от коррозии. М.: Машиностроение. 2011. 436 с.

35. Медведева М.Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа: Учебное пособие для вузов нефтегазового профиля. М.: ФГПУ Изд. «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2005. 312 с.

36. Юшков И.Р., Хижняк Г.П., Илюшин П.Ю. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Изд. Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2013. 177 с.