

Оглавление

Введение

1. Расчетная модель трубопровода

- 1.1. Расчетная модель и ее назначение
- 1.2. Схематизация элементов конструкции
- 1.3. Классификация стержневых систем
- 1.4. Схематизация внешних воздействий.
 - 1.4.1. Температура
 - 1.4.2. Изоляция
 - 1.4.3. Внутреннее давление.
- 1.5. Примеры схематизации и характерные ошибки
 - 1.5.1. Расчетная модель и реальная конструкция
 - 1.5.2. Как моделируется арматура
 - 1.5.3. Специфика некоторых способов опирания
 - 1.5.4. Не оставляйте «свободными» концы!
- 1.6. От расчетной модели к реальной конструкции
- 1.7. Расчетные состояния
- 1.8. Правила задания информации по расчетным участкам и трубопроводным деталям
- 1.9. Класс решаемых задач по ПС Старт
- 1.10. Выводы и рекомендации.
- 1.11. Литература

2. Опоры (крепления)

- 2.1. Понятия линейной и угловой связи
- 2.2. Связи двухсторонние и односторонние
- 2.3. Закрепление точки в пространстве
- 2.4. Подвижная скользящая опора
- 2.5. Неподвижная опора
- 2.6. Неподвижная направляющая опора
- 2.7. Неподвижная направляющая опора с зазорами
- 2.8. Упругие опоры и подвески
- 2.9. Упругие опоры и подвески иностранных фирм Лисега (Liseга) и Витценманн (Witzenmann)
- 2.10. Опоры и подвески постоянного усилия
- 2.11. Учет отклонения подвесок
- 2.12. Искусственное регулирование напряжений с помощью опор
- 2.13. Крепления трубопровода к машинам и аппаратам
- 2.14. Конструктивная нелинейность – проблема систем с односторонними связями.
- 2.15. Стандартные крепления в ПС Старт
- 2.16. Выводы

3. Компенсаторы

- 3.1. Работа гибкого элемента – сильфона
- 3.2. Конструкции компенсаторов на базе гибкого элемента – сильфона.
 - 3.2.1. Осевые компенсаторы
 - 3.2.2. Угловые компенсаторы
 - 3.2.3. Сдвиговые компенсаторы
- 3.3. Моделирование работы компенсаторов
 - 3.3.1. Внутренние связи

- 3.3.2. Осевые компенсаторы
 - 3.3.2.1. Правила размещения осевых компенсаторов
 - 3.3.2.2. Сальниковые компенсаторы
 - 3.3.2.3. Данные для расчета осевых компенсаторов в ПС Старт
- 3.3.3. Сдвиговые компенсаторы
- 3.3.4. Угловые компенсаторы
- 3.3.5. Универсальные компенсаторы
- 3.3.6. Компенсирующие устройства в форме Т-образных соединений
- 3.4. Выбор компенсаторов
- 3.5. Мгновенно изменяемые системы
- 3.6. Как задать вес компенсатора?
- 3.7. «Стандартные» и «нестандартные» компенсаторы в ПС Старт
- 3.8. Выводы и рекомендации

4. Т-образные соединения и криволинейные трубы

- 4.1. Типы Т-образных соединений
- 4.2. Прочность от действия внутреннего давления
- 4.3. Пониженная жесткость Т - образных соединений
- 4.4. Расчет Т-образных соединений на изгиб
- 4.5. Допускаемые напряжения во врезках
- 4.6. Когда конструкция тройника иная
- 4.7. Ограничения, накладываемые на расположение Т-образных соединений
- 4.8. Примеры снижения нагрузок от дополнительных воздействий
- 4.9. Комментарий к ГОСТ 17376 – 2001 на тройники
- 4.10. Криволинейные трубы – отводы
- 4.11. Определение толщины стенки отводов
- 4.12. Повороты большого радиуса
- 4.13. Гнутые отводы с прямыми участками
- 4.14. Литература

5. Нормы оценки прочности и допускаемые нагрузки на оборудование

- 5.1. Расчеты трубопроводов на прочность
- 5.2. Расчетные напряжения
- 5.3. Концентрация напряжений
- 5.4. Малоцикловая усталость и расчетное число циклов
- 5.5. Напряжения, обусловленные температурным нагревом
- 5.6. Допускаемые напряжения
- 5.7. Критерии прочности, принятые в нормах
- 5.8. Давление расчетное и пробное
- 5.9. Нормы для оценки прочности трубопроводов, реализованные в ПС Старт
- 5.10. Коэффициенты снижения прочности стыковых сварных соединений
- 5.11. Прибавки к толщине стенки
- 5.12. Определение толщины стенки отводов для трубопроводов высокого давления
- 5.13. Отбраковочная толщина стенки
- 5.14. Комментарии к действующим нормам расчета на прочность
 - 5.14.1. Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды РД 10-249-98
 - 5.14.2. РД 10-249-98 пункт 5.2
 - 5.14.2.1. Низкотемпературные трубопроводы.
 - 5.14.2.2. Высокотемпературные трубопроводы

- 5.14.3. Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия.
- 5.15. Допускаемые нагрузки на оборудование
- 5.15.1. Допускаемые нагрузки на патрубки насосов
- 5.15.2. Допустимые нагрузки на штуцера аппаратов листовой конструкции (колонны, емкости)
- 5.15.3 Допускаемые нагрузки на арматуру
- 5.16. Специфика оценки прочности трубопроводов по СНиП 2.05.06-85*
- 5.17. Литература

6. Анализ и интерпретация результатов

- 6.1. Ошибки бывают разные
- 6.1.1. Ошибки в размерностях
- 6.1.2. Ошибки при построении расчетной модели
- 6.1.3. Точность решения
- 6.2. Интерпретация результатов
- 6.3. Анализ и принятие решений
- 6.3.1. Простейшие случаи
- 6.3.2. Расчетная модель для системы трубопровод – аппарат
- 6.3.2.1. Варианты расчетной модели для технологической установки
- 6.3.2.2. Снятие нагрузки со штуцера резервуара.
- 6.4. Когда расчетная модель не адекватна действительности
- 6.5. Проблема потери устойчивости
- 6.5.1. Потеря устойчивости, вызванная температурным расширением
- 6.5.2. Потеря устойчивости трубопровода с осевым компенсатором
- 6.6. Влияние распорных усилий от давления
- 6.7. Большие запасы не всегда во благо
- 6.7.1. Реальная жесткость неподвижных опор
- 6.7.2. Влияние конструктивных зазоров - «люфтов»
- 6.8. Нагрузки на опоры и оборудование – варианты выдачи результатов
- 6.9. Выводы
- 6.10. Литература

7. Трубопроводы, заземленные в грунте

- 7.1. Модель трубопровода, заземленного в грунте
- 7.2. Учет влияния ППУ- изоляции и подушек
- 7.3. Специфика поведения при нагреве и охлаждении
- 7.4. Заземленные в грунте П - образные компенсаторы и повороты Г и Z - образной формы
- 7.5. Охлаждение после нагрева и амплитуда знакопеременных напряжений.
- 7.6. Учет влияния внутреннего давления
- 7.7. Зависимость давления грунта от глубины заложения трубопровода
- 7.8. Сила трения по грунту, направленная вдоль оси трубопровода
- 7.9. Поверхностная нагрузка
- 7.10. Литература

8. Проверка на устойчивость

- 8.1. Введение
- 8.2. Продольная устойчивость «воздушных» трубопроводов
- 8.2. Продольная устойчивость трубопроводов, заземленных в грунте.
- 8.3. Оценка продольной устойчивости участка тепловой сети по европейским нормам (EN)
- 8.4. Заключение

9. Расчет на сейсмические воздействия

- 9.1. Чем опасно землетрясение и как минимизировать повреждения
- 9.2. Методы расчета на прочность от сейсмических воздействий
- 9.3. Исходные данные для расчета
- 9.4. Как выполняется расчет на сейсмические воздействия
- 9.5. Расчет на сейсмические смещения опор
- 9.6. Особенности расчета напряжений от сейсмических воздействий
- 9.7. Анализ результатов расчета и повышение сейсмостойкости конструкций
 - 9.7.1. Использование ограничителей
 - 9.7.2. Обеспечение компенсации сейсмических смещений зданий и оборудования
 - 9.7.3. Особенности анализа систем с антисейсмическими упорами
- 9.8. Литература

10. Трубопроводы из полимерных материалов

- 10.1. Трубопроводы из термопластов
 - 10.1.1. Допускаемые напряжения
 - 10.1.2. Пример определения напряжения для трубопровода из пропилена PP-R80.
 - 10.1.3. Допустимое давление и определение толщины стенки
 - 10.1.4. Расчетные сопротивления материала труб
 - 10.1.5. Оценка несущей способности
 - 10.1.6. Особенности поведения полимерных трубопроводов при нагреве
- 10.2. Трубопроводы из стеклопластика
 - 10.2.1. Характеристики прочности
 - 10.2.2. Критерии оценки прочности
 - 10.2.3. Прочность отводов и тройников
- 10.3. Расчет на прочность гибких трубопроводов
 - 10.3.1. Принцип расчета эксплуатационных характеристик
 - 10.3.2. Продольные усилия и кольцевая жесткость
- 10.4. Литература

11. Тепловые сети

- 11.1. Область применения новых конструкций инженерных сетей с ППУ - изоляцией
- 11.2. Особенности работы трубопроводов, заземленных в грунте
- 11.3. Разрушение от нагрева, циклическая прочность
- 11.4. Допускаемые осевые напряжения от нагрева
- 11.5. Оценка прочности в программной системе Старт
- 11.6. Данные по коррозии тепловых сетей и прибавкам к толщине стенки.
- 11.7. Тройниковые соединения
- 11.8. Влияние подушек
- 11.9. Расчетные нагрузки
- 11.10. Применение стартовых и осевых компенсаторов
- 11.11. Растяжка трубопровода с помощью предварительного нагрева
- 11.12. Прочность ППУ - изоляции и допустимая глубина заложения
- 11.13. Реальная конструкция и компьютерная модель
- 11.14. Использование номограмм
 - 11.14.1. Номография – наука, оставшаяся в прошлом
 - 11.14.2. Номограммы для «воздушных» тепловых сетей – аргументы против
 - 11.14.3. Влияние бокового трения в промежуточных подвижных опорах
 - 11.14.4. Большие нагрузки на неподвижные опоры

- 11.14.5. Номограммы для тепловых сетей бесканальной прокладки. Невидимые ограничения - источник возможных ошибок
- 11.14.6. Выводы и рекомендации
- 11.15. Расстояния между промежуточными опорами
- 11.16. Правила размещения осевых компенсаторов
- 11.17. Сальниковые компенсаторы
- 11.18. Потеря устойчивости надземного теплопровода с осевым компенсатором
- 11.19. Криволинейные участки и боковое давление грунта
- 11.20. О расчете на прочность гибких трубопроводов бесканальной прокладки.
- 11.21. Литература

12. Трубопровод с рубашкой (Jacketed Pipe)

- 12.1. Область применения
- 12.3. Проверка продольной устойчивости
- 12.4. Прочность фланцевых соединений
- 12.5. Упрощенный вариант оценки статической прочности
- 12.6. Литература

13. Специальные приемы, облегчающие создание и корректировку расчетной модели трубопровода

- 13.1. «Помощь» (Help) - справочно-информационная система
- 13.2. Групповая замена данных на участках трубопровода
- 13.3. Групповая замена данных элементов трубопровода
- 13.4. Переход в заданный узел или участок
- 13.5. Копирование - вставка фрагмента трубопровода
- 13.6. Поворот фрагмента трубопровода
- 13.7. Разбиение прямого и изогнутого участка
 - 13.7.1 Разбиение прямого участка
 - 13.7.2. Разбиение изогнутого участка или отвода
- 13.8. Смещение узла на прямом или изогнутом участке
- 13.9. Отменить, повторить ...
- 13.10. Работа с табличными данными и панелями
- 13.11. Определение перемещений
- 13.12. Вставка П-образного компенсатора
 - 13.12.1. Вставка П-образного компенсатора с использованием одного помеченного узла
 - 13.12.2. Вставка П-образного компенсатора с использованием двух помеченных узлов
- 13.13. Перенос свойств пружин упругих опор
- 13.14. Замена пружинных опор (подвесок) нестандартными креплениями.
- 13.15. Перенумерация узлов
- 13.16. Создание перечня элементов
- 13.17. Определение расстояния между узлами и угла между участками
- 13.18. Дерево свойств участков и деталей
- 13.19. Просмотр результатов одновременно с расчетной моделью
- 13.20. Ошибка: незамкнутый контур
- 13.21. Изменение масштаба графических изображений элементов
- 13.22. Работа с несвязанными трубопроводами
- 13.23. База данных по материалам: пополнение и корректировка