



Оптимизация систем

Аналитическая программа

Оптимизация теплопровода космического аппарата

Компания «Метод», www.method.ru

Общие сведения о программе «Оптимизация систем»

▣ Область применения

Программа «Оптимизация систем» предназначена для поиска оптимальных значений параметров элементов системы в том случае, когда не удаётся построить её математическую модель и, как следствие, сформировать целевую функцию.

Программа «Оптимизация систем» является компьютерной формой реализации метода равновесной точки.

▣ Программа «Оптимизация систем» имеет 4 режима работы:

- постановка задания,
- оптимизация системы,
- поиск и сбор данных,
- редактирование исследовательского проекта.

▣ В программу «Оптимизация систем» включены база научно-технических знаний и интернет агент, которые можно использовать при разработки факторной модели оптимизируемой системы.

База данных программы «Оптимизация систем» содержит:

- описание более 1100 технических концепций.
- полные описания 330 эффектов,
- список развёрнутых названий около 4000 эффектов,
- инженерный Справочник,
- словарь, содержащий около 1000 научных и технических терминов.

Постановка задания: общие сведения

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта **Режимы работы программы**

Оптимизируемая система
Укажите название оптимизируемой системы.

Задание

Описание  Иллюстрация 

В начале работы с программой необходимо сформировать задание на проведение исследования, указав в нём все доступные сведения о системе, параметры которой надо оптимизировать.

В первую очередь необходимо указать сведения, которые позволят выявить показатели качества системы и определить их связь с оптимизируемыми параметрами.

Сроки выполнения задания: начало завершение

Разработчики: 

ФИО	Должность	Подразделение	Телефон	Мобильный телефон	Электронная почта

Постановка задания: 1-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система

Укажите название оптимизируемой системы.

Задание

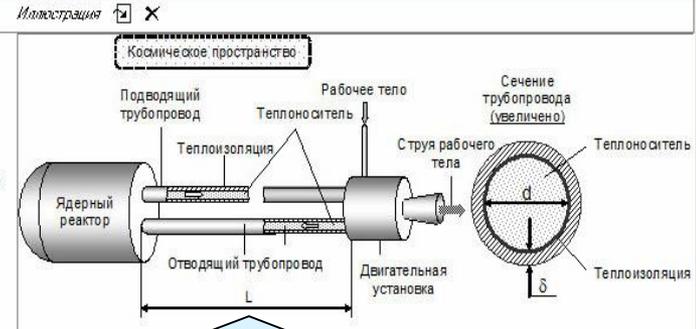
Описание

На космическом аппарате используется теплопровод. Он соединяет двигательную установку, расположенный в одной части аппарата, с источником тепла - ядерным реактором, который находится в другой его части.

Теплопровод состоит из 2-х теплоизолированных трубопроводов. По одному из них к двигательной установке подаётся горячий теплоноситель. По другому трубопроводу частично охлаждённый теплоноситель возвращается в реактор. Там он нагревается, и вновь направляется в двигательную установку.

Необходимо оптимизировать параметры элементов теплопровода. В качестве показателей, используемых при оптимизации, предлагается использовать тепловую мощность, передаваемую по теплопроводу, его массу, гидравлические потери на прокачку теплоносителя и тепловые потери с поверхности теплоизоляции.

Шаг 1. Записать текст задания.



Шаг 1.2. Скопировать иллюстрацию исследуемой ситуации из внешнего jpg файла.

Сроки выполнения задания: начало завершение

Разработчики:

ФИО	Должность	Подразделение	Телефон	Мобильный телефон	Электронная почта

Постановка задания: 2-й шаг

Оптимизируемая система

Теплопровод космического аппарата

Задание

Описание

На космическом аппарате используется теплореактор, который находится в другой его части.

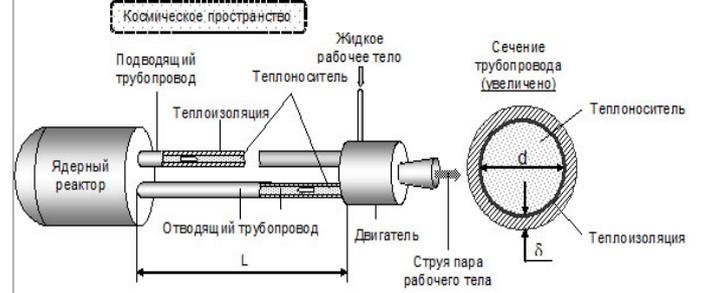
По одному из них к двигателю подаётся горячий теплоноситель, который возвращается в реактор. Там он остывает.

Необходимо оптимизировать параметры элементов теплопровода.

Шаг 2. Указать название оптимизируемой системы.

Название оптимизируемой системы является обязательным элементом исходных данных при работе с программой. Результаты оптимизации, оформленные в виде исследовательского проекта, будут сохранены в базе проектов под название этой системы.

Иллюстрация



Сроки выполнения задания: начало завершение

Разработчики:

ФИО	Должность	Подразделение	Телефон	Мобильный телефон	Электронная почта

Постановка задания: 3-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система

Теплопровод космического аппарата

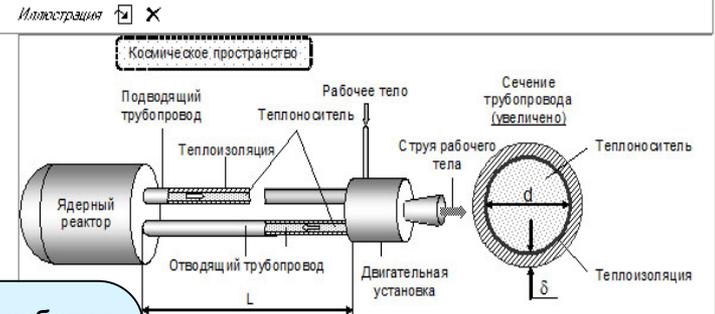
Задание

Описание

На космическом аппарате используется теплопровод. Он соединяет двигательную установку, расположенный в одной части аппарата, с источником тепла - ядерным реактором, который находится в другой его части.

Теплопровод состоит из 2-х теплоизолированных трубопроводов. По одному из них к двигательной установке подаётся горячий теплоноситель. По другому трубопроводу частично охлаждённый теплоноситель возвращается в реактор. Там он нагревается, и вновь направляется в двигательную установку.

Необходимо оптимизировать параметры элементов теплопровода. В качестве показателей, используемых при оптимизации, предлагается использовать тепловую мощность, передаваемую по теплопроводу, его массу, гидравлические потери на прокачку теплоносителя и тепловые потери с поверхности теплоизоляции.



Шаг 3. Указать сроки разработки исследовательского проекта, а так же сведения о его разработчиках.

Эти данные используются при оформлении титульного листа исследовательского проекта.

Добавить разработчика

Сроки выполнения задания: начало 9 января 2025 завершение 11 января 2025

Разработчики:

ФИО	Должность	Компания	Телефон	Электронная почта
Глазунов В.Н.	Инженер	Компания "Метод"	-	glazunov@method.ru

Постановка задания: 4-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

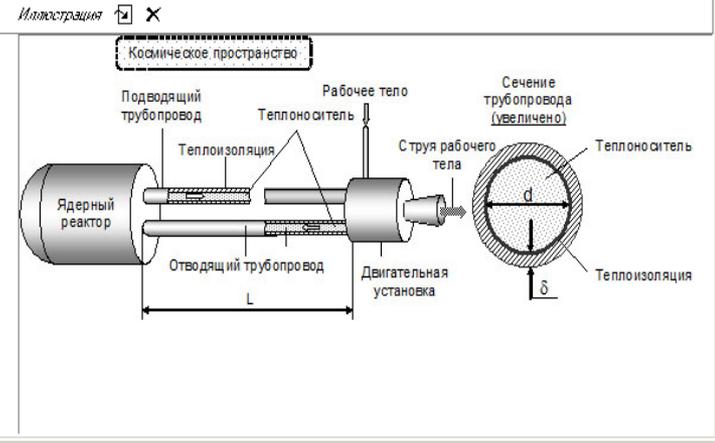
Задание

Описание

На космическом аппарате используется теплопровод. Он соединяет двигательную установку, расположенный в одной части аппарата, с источником тепла - ядерным реактором, который находится в другой его части.

Теплопровод состоит из 2-х теплоизолированных трубопроводов. По одному из них к двигательной установке подаётся горячий теплоноситель. По другому трубопроводу частично охлаждённый теплоноситель возвращается в реактор. Там он нагревается, и вновь направляется в двигательную установку.

Необходимо оптимизировать параметры элементов теплопровода. В качестве показателей, используемых при оптимизации, предлагается использовать тепловую мощность, передаваемую по теплопроводу, его массу, гидравлические потери на прокачку теплоносителя и тепловые потери с поверхности теплоизоляции.



Шаг 4. Уточнить задание, указав в нём показатели качества теплопровода.

Выбраны следующие показатели качества:

1. Передаваемая тепловая мощность (главная функция теплопровода передача тепла).
2. Масса (теплопровод установлен на космическом аппарате).
3. Гидравлические потери на прокачку теплоносителя.
4. Тепловые потери с поверхности теплоизоляции в космическое пространство.

Чтобы определить от чего зависят показатели качества надо обратиться к базе эффектов.

Сроки выполнения
Разработчик
Главному

Телефон	Мобильный телефон	Электронная почта
	-	glazunov@method.ru

Поиск и сбор данных: 1-й шаг

(поиск в базе дополнительных данных)

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Ограничение: тепло

Словарь Действие

Доступно: 154 Надено:

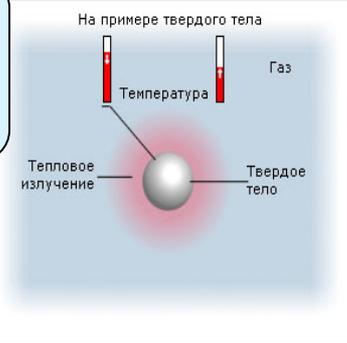
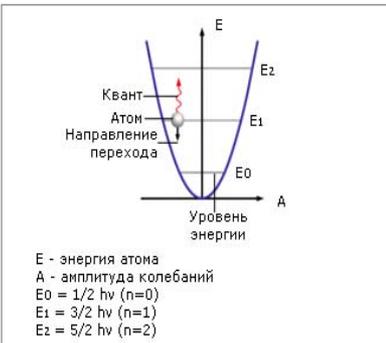
Ограничение: тепло

Шаг 1.1. Ввести в строку «Ограничение» ключевое слово «тепло».

- Шаг 1.2.** Просмотреть найденные эффекты.
- Найден эффект «Вещество испускает тепловое излучение».
- Вещество испускает тепловое излучение
 - Вещество поглощает подводимое тепло
 - Взрыв нагревает газ
 - Давление влияет на теплопроводность газа
 - Инвар не расширяется при нагреве
 - Колебания температуры поверхности вещества
 - Конденсированное вещество разделяет тепловые
 - Контакт создает термическое сопротивление между твёрдыми телами
 - Металлические пластины отражают инфракрасное излучение
 - Наводороживание уменьшает тепловое расширение металла
 - Нагрев вызывает расширение конденсированного вещества
 - Нагрев ускоряет газ, текущий в трубе
 - Облучение вещества тепловыми нейтронами создает альфа частицы
 - Перепад температуры создает тепловой поток в веществе
 - Растворение вещества изменяет температуру раствора
 - Состав смеси газов влияет на теплопроводность
 - Среда с инверсной населенностью усиливает лазерное излучение
 - Твёрдое тело поглощает тепло при плавлении
 - Течение жидкой среды ускоряет ее теплообмен с твёрдым телом
 - Адиабатическое сжатие газа создает тепловое излучение
 - Адсорбция полярных молекул газа нагревает цеолит
 - Азобензол хранит тепловую энергию длительное время
 - Аэрозоль поглощает тепловое излучение
 - Бор-10 поглощает эпitherмальные и тепловые нейтроны
 - Бруновская микрочастица перемещается в жидкой среде
 - Быстрые нейтроны уменьшают теплопроводность тела
 - Вибрация ускоряет теплообмен жидкости с твёрдым телом
 - Влажность окружающего газа влияет на скорость испарения жидкости
 - Влажность окружающего газа влияет на теплопроводность пористого тела
 - Вращение тела повышает отводимый от него тепловой поток
 - Всестороннее сжатие увеличивает теплоёмкость твёрдого тела
 - Выступы на поверхности твёрдого тела ускоряет его теплообмен с движущейся жидкой средой

Вещество испускает тепловое излучение

На примере твердого тела

Тепловое излучение

Твердое тело

Газ

Температура

Уровень энергии

Квант

Атом

Направление перехода

Е - энергия атома
 А - амплитуда колебаний
 $E_0 = 1/2 h\nu$ (n=0)
 $E_1 = 3/2 h\nu$ (n=1)
 $E_2 = 5/2 h\nu$ (n=2)

При переходе на более низкий уровень энергии колеблющейся атом испускает квант теплового излучения.

Синонимы: тепловое излучение, температурное излучение.

Условия реализации

- Излучающее вещество должно находиться в газе или в вакууме.
- Температура излучающего вещества должна быть больше температуры окружающего газа.

Показатели эффекта

Интенсивность теплового излучения, испускаемого веществом: до $5 \times 10^6 \text{ Вт/м}^2$.

Длина волны теплового излучения, соответствующая максимальной спектральной интенсивности: до $0.88 \times 10^{-6} \text{ м}$ (инфракрасное излучение).

Объяснение

Кратко

Атомы вещества колеблются вокруг положений равновесия. Каждый из атомов находится на одно из дискретных уровней энергии.

Поисковый агент

Выбранные данные

Поисковый образ

Интернет данные

Поиск и сбор данных: 2-й шаг

(поиск в базе дополнительных данных)



Индикатор разделов с выбранными данными

Шаг 2.1. Просмотреть эффект «Вещество испускает тепловое излучения».

Шаг 2.2. Добавить эффект «Вещество испускает тепловое излучения» в исследовательский проект. После включения эффекта в проект цвет его названия в списке становится красным.

- Словарь
- Действие Свойство
- Доступно: 154 Найдено: 248 Выбрано: 1
- динамический пространственный технический химический биологический
- Эффекты
- Вещество испускает тепловое излучение
 - Вещество поглощает подводимое тепло
 - Взрыв нагревает газ
 - Давление влияет на теплопроводность газа
 - Инвар не расширяется при нагреве
 - Колебания температуры поверхности вещества во
 - Конденсированное вещество разделяет тепловые
 - Контакт создает термическое сопротивление меж
 - Металлические пластины отражают инфракрасное
 - Наводороживание уменьшает тепловое расшире
 - Нагрев вызывает расширение конденсированного
 - Нагрев ускоряет газ, текущий в трубе
 - Облучение вещества тепловыми нейтронами создает альфа частицы
 - Перепад температуры создает тепловой поток в веществе
 - Растворение вещества изменяет температуру раствора
 - Состав смеси газов влияет на теплопроводность
 - Среда с инверсной населенностью усиливает лазерное излучение
 - Твёрдое тело поглощает тепло при плавлении
 - Течение жидкой среды ускоряет ее теплообмен с твёрдым телом
 - Адиабатическое сжатие газа создает тепловое излучение
 - Адсорбция полярных молекул газа нагревает цеолит
 - Азобензол хранит тепловую энергию длительное время
 - Аэрозоль поглощает тепловое излучение
 - Бор-10 поглощает эпитегрмальные и тепловые нейтроны
 - Бруновская микрочастица перемещается в жидкой среде
 - Быстрые нейтроны уменьшают теплопроводность тела
 - Вибрация ускоряет теплообмен жидкости с твёрдым телом
 - Влажность окружающего газа влияет на скорость испарения жидкости
 - Влажность окружающего газа влияет на теплопроводность пористого тела
 - Вращение тела повышает отводимый от него тепловой поток
 - Всестороннее сжатие увеличивает теплоёмкость твёрдого тела
 - Выступы на поверхности твёрдого тела ускоряет его теплообмен с движущейся жидкой средой

Вещество испускает тепловое излучение

Расчетные модели

$$W = \sigma(T^4 - T_0^4) \quad (1)$$

тепловое излучения, испускаемого конденсированным веществом, Вт/м² (Ватт/м²)
 тепловое излучения (степень черноты) конденсированного вещества
 Стефан - Больцмана = 5.67×10^{-8} Вт/(м²·К⁴)
 конденсированного вещества, К (Кельвин)
 температура, окружающего конденсированного вещества, К

Пример расчёта по формуле 1

Параметр	Минимальное	Максимальное	Реальное*
ε	-	-	9.4×10^3
σ	0.046	0.86	0.725
T	0	~3300	5.67×10^{-8}
T ₀	0	1500	300

* Для окисленной меди.

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} \quad (2)$$

λ_{max} - длина волны теплового излучения, соответствующая максимальному значению функции $\frac{dW}{d\lambda}$ (см. ниже), м
 b - постоянная Вина = 2.898×10^{-3} м·К
 T - температура абсолютно черного тела, К

Пример расчёта по формуле 2

Символ	Размерность	Минимальное	Максимальное	Реальное
λ_{max}	м	-	-	4.14×10^{-6}
b	м·К	-	-	2.898×10^{-3}
T	К	0	~3300	700

Поисковый агент

Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"

- Поисковый образ
- температурное излучение
 - закон Планка
 - формула Планка
 - закон Вина
 - закон Стефан - Больцмана
 - теплообмен излучением

Интернет данные

Поиск и сбор данных : 3-й шаг (поиск в базе дополнительных данных)

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Печать текущих данных

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Ограничение тепло

Словарь Действие Свойство Процесс Объект

Доступно: 154 Надено: 248 Выбрано: 1 динамический пространственный технический химический биологический природный

- Эффекты
- Вещество испускает тепловое излучение
 - Вещество поглощает подводимое тепло
 - Взрыв нагревает газ
 - Давление влияет на теплопроводность газа
 - Инвар не расширяется при нагреве
 - Колебания температуры поверхности вещества возбуждают в нем тепловую волну
 - Конденсированное вещество разделяет тепловые и холодные нейтроны
 - Контакт создает термическое сопротивление между твёрдыми телами
 - Металлические пластины отражают инфракрасное излучение
 - Наводороживание уменьшает тепловое расширение металла
 - Нагрев вызывает расширение конденсированного вещества
 - Нагрев ускоряет газ, текущий в трубе
 - Облучение вещества тепловыми нейтронами создает альфа частицы
 - Перепад температуры создает тепловой поток в веществе**
 - Растворение вещества изменяет температуру плавления
 - Состав смеси газов влияет на теплопроводность
 - Среда с инверсной температурой
 - Твёрдое тело поглощает тепло
 - Течение жидкой среды
 - Адиабатическое сжатие
 - Адсорбция полярных молекул
 - Азобензол хранит тепло
 - Аэрозоль поглощает тепло
 - Бор-10 поглощает тепловое излучение
 - Бруновская микрочастица
 - Быстрые нейтроны уменьшают теплопроводность тела
 - Вибрация ускоряет теплообмен жидкости с твёрдым телом
 - Влажность окружающего газа влияет на скорость испарения жидкости
 - Влажность окружающего газа влияет на теплопроводность пористого тела
 - Вращение тела повышает отводимый от него тепловой поток
 - Всестороннее сжатие увеличивает теплоёмкость твёрдого тела
 - Выступы на поверхности твёрдого тела ускоряют его теплообмен с движущейся жидкой средой

Шаг 3. Просмотреть найденные эффекты.

Найден эффект «Перепад температур создаёт тепловой поток в веществе».

Перепад температуры создает тепловой поток в веществе

На примере диэлектрика

В твёрдом диэлектрике перенос тепловой энергии осуществляют фононы (кванты колебаний атомов кристаллической решётки).

Синоним: теплопроводность.

Условия реализации
Перепад температуры создает тепловой поток в веществе при любых условиях.

Показатели эффекта
Удельный тепловой поток, проходящий через вещество: до 10^8 Вт/м².

Объяснение
Кратко
Для случая вещества - твёрдый диэлектрик.
Нагрев одной стороны пластины диэлектрика увеличивает энергию теплового колебания атомов, находящихся на её поверхности. Избыточная энергия теплового колебания атомов поверхностного слоя в виде фононов передается соседнему слою. В свою очередь нагретый таким образом слой молекул передает энергию тепловых колебаний следующему слою, и так далее.

Поисковый агент Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Поисковый образ

Интернет данные

Поиск и сбор данных : 4-й шаг (поиск в базе дополнительных данных)

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Ограничение: тепло

Словарь: Действие Свойство Процесс Объект

Доступно: 154 Надено: 248 Выбрано: 2

динамический пространственный технический химический

Шаг 4.1. Просмотреть эффект «Перепад температуры создаёт тепловой поток в веществе».

Шаг 4.2. Добавить в исследовательский проект эффект «Перепад температуры создаёт тепловой поток в веществе».

- Эффекты**
- Вещество испускает тепловое излучение
 - Вещество поглощает подводимое тепло
 - Взрыв нагревает газ
 - Давление влияет на теплопроводность газа
 - Инвар не расширяется при нагреве
 - Колебания температуры поверхности вещества возбуждают тепловое излучение
 - Конденсированное вещество разделяет тепловые и химические потоки
 - Контакт создаёт термическое сопротивление между телами
 - Металлические пластины отражают инфракрасное излучение
 - Наводороживание уменьшает тепловое расширение металла
 - Нагрев вызывает расширение конденсированного вещества
 - Нагрев ускоряет газ, текущий в трубе
 - Облучение вещества тепловыми нейтронами создаёт альфа-частицы
 - Перепад температуры создаёт тепловой поток в веществе**
 - Растворение вещества изменяет температуру раствора
 - Состав смеси газов влияет на теплопроводность
 - Среда с инверсной населённостью усиливает лазерное излучение
 - Твёрдое тело поглощает тепло при плавлении
 - Течение жидкой среды ускоряет ее теплообмен с твёрдым телом
 - Адиабатическое сжатие газа создаёт тепловое излучение
 - Адсорбция полярных молекул газа нагревает цеолит
 - Азобензол хранит тепловую энергию длительное время
 - Аэрозоль поглощает тепловое излучение
 - Бор-10 поглощает эпитермальные и тепловые нейтроны
 - Бруновская микрочастица перемещается в жидкой среде
 - Быстрые нейтроны уменьшают теплопроводность тела
 - Вибрация ускоряет теплообмен жидкости с твёрдым телом
 - Влажность окружающего газа влияет на скорость испарения жидкости
 - Влажность окружающего газа влияет на теплопроводность пористого тела
 - Вращение тела повышает отводимый от него тепловой поток
 - Всестороннее сжатие увеличивает теплоёмкость твёрдого тела
 - Выступы на поверхности твёрдого тела ускоряют его теплообмен с движущейся жидкой средой

Расчетные модели

Перепад температуры создаёт тепловой поток

$$q = \kappa \frac{\Delta T}{L}$$

тепловой поток, проходящий через пластину, Вт/м² (Ватт/м²)
 коэффициент теплопроводности материала пластины, Вт/(м·К)
 температурная разность между противоположными сторонами пластины, К
 толщина пластины, м

- Примечание.
- Приведённая формула является упрощённым видом математической записи закона теплопроводности или закона Фурье: $q = \kappa \cdot \text{grad}T$
 - Удельный тепловой поток есть количество тепловой энергии, переносимое в единицу времени через единичную площадь.

Пример расчёта

Символ	Размерность	Минимальное	Максимальное	Реальное*
q	Вт/м ²	-	-	2.37 × 10 ⁵
κ	Вт/(м·К)	0.0057	2000	237
ΔT	К	0	2000	100
L	м	0	10	0.1

*Для алюминиевой пластины.

Свойства

Коэффициент теплопроводности κ газов при нормальных условиях

Газ	κ, Вт/(м·К)
Азот, N ₂	0.0251
Аммиак, NH ₃	0.024
Аргон	0.0187
Водород, H ₂	0.1754
Воздух (0°C)	0.0257
Гелий	0.1558
Двоокись углерода	0.016

Поисковый агент

Выбранные данные

Поисковый образ

Интернет данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"

Эффект " Перепад температуры создаёт тепловой поток в веществе"

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Поиск и сбор данных : 5-й шаг (поиск в базе дополнительных данных)

Шаг 5.1. Ввести в строку «Ограничение» ключевое слово «гидравлические потери».

Шаг 5.2. Просмотреть найденные эффекты.

Поиск в базе данных не дал результатов. В этом случае целесообразно перейти к поиску данных в Интернете.

Кипение жидкости увеличивает гидравлические потери при ее течении
Концентрация частиц в потоке аэрозоля влияет на гидравлические потери при его перекачке
Шероховатость трубы влияет на скорость течения жидкости

Эффект находится в разработке.

Поисковый агент Выбранные данные Поисковый образ Интернет данные

- Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"
- Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Поиск и сбор данных : 6-й шаг (поиск дополнительных данных в Интернете)

Шаг 6.1. Открыть окно «Настройки».

Шаг 6.2. Выбрать браузер для Поискового агента.

Шаг 6.3. Выбрать поисковую систему для Поискового агента.

Настройки ПОИСКОВОГО АГЕНТА

1. Выберите браузер для Поискового агента.
 Браузеры:
 Яндекс GoogleChrome InternetExplorer Firefox Opera Safari
 [Остановить поиск браузера]
2. Выберите файл, запускающий выбранный браузер
 [Data\Local\Yandex\YandexBrowser\Application\browser.exe]
3. Проверьте работоспособность выбранного файла
4. Выберите поисковую систему для Поискового агента.
 Поисковые системы:
 Яндекс Google Mail.ru Bing
5. Проверьте настройку Поискового агента [Отменить настройку]

[Ok]

Поисковый агент | Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"
 Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Интернет данные

Энергия
 E
 E₂
 E₁
 E₀
 A
 уровень энергии

Энергия колеблющейся излучения.

газа.

длины волны: до 0.88×10^{-6} м (инфракрасное излучение).

Поиск и сбор данных : 7-й шаг (поиск дополнительных данных в Интернете)

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Ограничение гидравлические потери

Словарь Действие Свойство Процесс Объект

Доступно: 3 Надено: 3 Выбрано: 2 динамический пространственный технический химический биологический природный

Эффекты

Кипение жидкости увеличивает гидравлические потери при ее течении
Концентрация частиц в потоке аэрозоля влияет на гидравлические потери при его перекачке
Шероховатость трубы влияет на скорость течения жидкости

Кипение жидкости увеличивает гидравлические потери при ее течении

Эффект находится в разработке.

Поисковый агент Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"
Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"

Поисковый образ

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Интернет данные

Шаг 7.2. Переключить Поискового агента на поиск данных в Интернете по запросу, записанному в строку «Ограничение».

Шаг 7.3. Запустить Поискового агента.

Поиск и сбор данных : 8-й шаг

(поиск дополнительных данных в Интернете)

- Форум
- Свежие правки
- Новые страницы
- Справка
- Инструменты
- Ссылки сюда
- Связанные правки
- Служебные страницы
- Постоянная ссылка
- Сведения о странице
- Цитировать страницу
- Получить короткий URL
- Скачать QR-код
- Печать/экспорт
- Скачать как PDF
- Версия для печати
- В других проектах
- Элемент Викиданных
- На других языках ⚙
- العربية
- English
- Français
- Magyar
- Հայերեն
- 日本語
- Nederlands
- Українська
- 中文
- ✎ Править ссылки

Гидравлические потери **выражают** либо в потерях напора Δh в **линейных единицах** столба среды, либо в единицах давления ΔP : $\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g}$, где ρ — плотность среды, g — ускорение свободного падения.

Содержание [скрыть]

- 1 Коэффициенты потерь
- 2 Влияние режима течения в трубах на гидравлические потери
- 3 Значение в технике
- 4 См. также
- 5 Ссылки
- 6 Примечания

Коэффициенты потерь [править | править код]

Основная статья: **Формула Дарси — Вейсбаха**

Во многих случаях приближённо можно считать, что потери энергии при протекании жидкости^[3] через элемент гидравлической системы пропорциональны квадрату скорости жидкости^[2]. По этой причине удобно бывает характеризовать сопротивление безразмерной величиной ζ ^[4], которая называется **коэффициент потерь** или **коэффициент местного сопротивления** и такова, что

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho w^2}{2}, \Delta h = \zeta \frac{w^2}{2g}.$$

То есть в предположении, что скорость w по всему сечению потока одинакова, $\zeta = \Delta p / e_{\text{торм}}$, где $e_{\text{торм}} = \rho w^2 / 2$ — энергия торможения единицы объёма потока относительно канала. Реально в потоке скорость жидкости не равномерна, в справочной литературе в данных формулах принимается среднерасходная скорость $w = Q/F$, где Q — объёмный расход, F — площадь сечения, для которого рассчитывается скорость^[1]. Таким образом, средняя энергия торможения потока обычно несколько больше $\rho w^2 / 2$, см. **Среднее квадратическое**.

Для линейных потерь обычно пользуются **коэффициентом потерь на трение по длине** (также **коэффициент Дарси**) λ , фигурирующего в формуле Дарси — Вейсбаха^[2]

$$\Delta h = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{w^2}{2g},$$

где L — длина элемента, d — характерный размер сечения (для круглых труб это диаметр). Иначе в единицах давления

$$\Delta p = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2};$$

Шаг 8. Найдена формула для подсчёта гидравлических потерь при течение жидкости в трубе.

таким образом, для линейного $\Delta p = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2}$.

Влияние режима течения в трубах на гидравлические потери [править | править код]

Поиск и сбор данных : 9-й шаг

(поиск дополнительных данных в Интернете)

Шаг 9.2. Перейти к оптимизации теплопровода.

Собрано достаточно данных для построения факторной модели теплопровода.

Шаг 9.1. Добавить результаты поиска в Интернете в исследовательский проект.

Кипение жидкости увеличивает гидравлические потери при ее течении

Эффект находится в разработке.

Поисковый агент

Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"

Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Поисковый образ

Интернет данные

Из найденных в Интернете данных следует, что для определение гидравлических потерь при течении жидкости в трубе можно использовать следующую формулу.

$$\Delta p = i \cdot L \cdot \rho w^2 / 2d$$

Δp - гидравлические потери в единицах падения давления,
 λ - коэффициент гидравлических потерь,
 L - длина трубы,
 ρ - плотность жидкости,
 w - скорость жидкости в трубе,
 d - диаметр трубы.

Оптимизация системы: 1-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы		Параметры элементов системы										
Показатели системы		Важность (1...10)	a	b	c	d	e	f	h	m	n	s
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу		1										
масса теплопровода		1										
гидравлические потери на прокачку теплоносителя		1										
тепловые потери с поверхности теплоизоляции		1										

Шаг 1. Составить список показателей теплопровода.

Данный список получен после уточнения и дополнения задания на оптимизацию.

- Желательные изменения параметра
 - ↑ увеличение параметра улучшает показатель
 - ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
 - ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
 - ✕ удалить желательное изменение параметра

Значения параметров элементов системы						
P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a						
b						
c						
d						
e						
f						
h						
m						
n						
s						

Оптимизация системы: 2-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы													
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s				
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8														
масса теплопровода	5														
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3														
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции	4														

Желательные изменения параметра

- ↑ увеличение параметра улучшает показатель
- ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
- ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
- ✕ удалить желательное изменение параметра

Шаг 2. Задать степени важности показателей теплопровода.

Значения параметров элементов системы

P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a						
b						
c						
d						
e						
f						
h						
m						
n						
s						

Оптимизация системы: 3-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы												
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s			
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8													
масса теплопровода	5													
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3													
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции	4													

Желательные изменения параметра

- ↑ увеличение параметра улучшает показатель
- ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
- ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
- ✕ удалить желательное изменение параметра

Значения параметров элементов системы

P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a	массовый расход теплоносителя через теплопровод	кг/с				
b	удельная теплоёмкость теплоносителя	Дж/К				
c	плотность теплоносителя					
d	диаметр трубопровода					
e	толщина теплоизоляции теплопровода					
f	плотность теплоизоляции теплопровода					
h						
m						
n						
s						

Шаг 3. Указать имена параметров элементов теплопровода, от которых зависят его показатели.

Для определения диапазон значений параметров теплоносителя и теплоизоляции надо обратиться к базе значений (Режим поиска и сбора данных).

Поиск и сбор данных : 10-й шаг (поиск в базе дополнительных данных)

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация сист

Ограничение теплоёмкость, жидкость

Словарь Действие Свойство

Доступно: 1 Найдено: 1 Выбрано

Шаг 10.1. Ввести в строку «Ограничение» ключевые термины «теплоёмкость» и «жидкость».

Шаг 10.2. Добавить в исследовательский проект таблицы, содержащие плотности и теплоёмкости различных жидкостей, часть из которых может быть использована в качестве теплоносителя в теплопроводе.

В задании не указано какой теплоноситель используется для передачи тела в двигательную установку.

Жидкость	ρ , 10^3 кг/м ³	c , м/с	η , 10^{-3} Па·с	κ , Вт/(м·К)	c_p , 10^3 Дж/(кг·К)
Ацетон	0.79		0.33	0.16	2.18
	0.879	1326	0.67	0.138	1.705
	3.12		1.02	0.12 ²⁾	0.95 ²⁾
	1.00	1497	1.05	0.648	4.19
	1.26	1923	1367	0.283	2.4
	0.81 ... 0.84	1295			
	0.9		113 ... 660	~0.18	~0.96
	~0.9	1425			
	13.55	1453	1.59	~8.3 ²⁾	0.138
	0.79	1180	1.22	0.177	2.43

	$t_{кп}$, °C	r , 10^3 Дж/кг
Ацетон	56.2	524
Бензол	80.2	396
Бром	3700	
Вода	100	2260
Глицерин	290	825
Керосин ²⁾		210...230
Ртуть	356.7	285
Спирт этиловый	34.6	846

Литература.

1. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. *Справочник по элементарной физике*. Москва, Наука, 1976, с. 38, 56, 74, 87, 105.
2. *Физические величины*. Под редакцией И.С. Григорьева и Е.С. Мейлихова, Москва, Энергоатомиздат, 1991, с. 123, 199, 289, 341, 343.

Поисковый агент

Выбранные данные

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"

Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"

Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности"

температурное излучение
 закон Планка
 формула Планка
 закон Вина
 закон Стефан - Больцмана
 теплообмен излучением

Поисковый образ

Интернет данные

Из найденных в Интернете данных следует, что для определение гидравлических потерь при течении жидкости в трубе можно использовать следующую формулу.

$\Delta p = \lambda L \rho v^2 / 2d$

Δp - гидравлические потери в единицах падения давления,

Поиск и сбор данных: 11-й шаг

(поиск в базе дополнительных данных)

Шаг 11.1. Ввести в строку «Ограничение» ключевое слово «теплоизоляция».

Шаг 11.2. В базе нет данных, относящихся к теплоизоляции.

В подобных случаях целесообразно перейти к поиску значений плотности теплоизоляции в Интернете, через поискового агента.

Поисковый агент

Выбранные данные

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Интернет данные

Из найденных в Интернете данных следует, что для определение гидравлических потерь при течении жидкости в трубе можно использовать следующую формулу.

$$\Delta p = \lambda L \rho w^2 / 2d$$

Δp - гидравлические потери в единицах падения давления,

Поиск и сбор данных : 12-й шаг (поиск дополнительных данных в Интернете)

Шаг 12.1. Записать в строку «Ограничение», ключевое слово для поиска значений плотности теплоизоляции.

Шаг 12.2. Переключить Поискового агента на поиск данных в Интернете по запросу, записанному в строку «Ограничение».

Шаг 12.3. Запустить Поискового агента.

Поиск и сбор данных: 13-й шаг (поиск дополнительных данных в Интернете)

Производство стекловаты очень похоже на производство обычного стекла: в составе стекловаты песок, известняк, другие минералы, сода. Также чаще всего производители используют в составе до 80% стекольного боя.



Длина волокна стекловаты в 3-4 раза больше длины волокна минеральной ваты. Минимальная возможная плотность минеральной ваты — 25 кг/м³ (менее плотной минвату сложно сделать — она будет рассыпаться в руках).

У стекловаты — 11 кг/м³. Это материал более упругий, чем минеральная вата. Упругость позволяет спрессовывать материал, а он впоследствии восстанавливает прежний объём и форму.

Шаг 13. Найдены значения плотности различных неорганических теплоизоляций.

Стекловолокно — материал менее плотный, но упругий. Повышенная упругость позволяет спрессовывать материал, а он впоследствии восстанавливает прежний объём и форму. Упругость позволяет спрессовывать материал, а он впоследствии восстанавливает прежний объём и форму. Упругость позволяет спрессовывать материал, а он впоследствии восстанавливает прежний объём и форму.

Для скатной кровли, перегородок, утепления стен изнутри стоит брать стекловату с плотностью от 15 кг/м³ и выше. Для слоистой кладки — плотностью от 20 кг/м³.

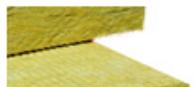
При работе со стекловатой необходимо использовать средства индивидуальной защиты: респиратор, очки, перчатки, одноразовая спецодежда, так как стекловата очень хрупкий и колкий материал.



По теплохарактеристикам материалы практически одинаковы. Температура горения (плавления) базальтовой ваты 1200 °С, стекловаты — 450 °С. Оба материала не поддерживают огонь и при прямом воздействии огня только плавятся.

Минеральную каменную вату изготавливают из камня базальто-габбровой породы. Камни расплавляются при большой температуре внутри специальной центрифуги, получаемые волокна пропитываются специальным составами.

Плотность каменной ваты колеблется от 25 до 180-200 кг/м³. Каждая из плотностей предназначена для определённого вида утепления.



Утеплители из каменной ваты плотности 25-30 кг/м³ используются для утепления полов. Такие утеплители лежат горизонтально и несут мало нагрузки, давление распределяется равномерно и утеплитель не сплющивается,

Поиск и сбор данных: 14-й шаг (поиск дополнительных данных в Интернете)

Ограничение: плотность теплоизоляции

Словарь: Действие | Свойство | Процесс | Объект

Доступно: 0 | Надено: 0 | Выбрано: 3 | динамический | пространственный | технический | химический | биологический | природный

Значения

Нет значений, удовлетворяющих указанному ограничению.

Поисковый агент | Выбранные данные

- Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"
- Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
- Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности"

Поисковый образ

- температурное излучение
- закон Планка
- формула Планка
- закон Вина
- закон Стефан - Больцмана
- теплообмен излучением

Интернет данные

плотность жидкости,
 w - скорость жидкости в трубе,
 d - диаметр трубы.

Плотность стекловаты - 11 кг/м³

Минимальная плотность минеральной ваты - 25 кг/м³

Плотность каменной ваты колеблется от 25 до 180-200 кг/м³.

Шаг 14. Добавить найденные в Интернете данные в раздел «Интернет данные» исследовательского проекта.

Оптимизация системы: 4-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы										
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s	
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8											
масса теплопровода	7											
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3											
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции	4											

Желательные изменения параметра

- ↑ увеличение параметра улучшает показатель
- ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
- ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
- ✕ удалить желательное изменение параметра

Значения параметров элементов системы

P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a	массовый расход теплоносителя через теплопровод	кг/с	0,1	0,2		
b	удельная теплоёмкость теплоносителя	Дж/кг К	1380	4190		
c	плотность теплоносителя	кг/м3	790	13550		
d	диаметр трубопровода	см	1	6		
e	толщина теплоизоляции теплопровода	см	1	4		
f	плотность теплоизоляции теплопровода	кг/м3	11	200		
h						
m						
n						
s						

Шаг 4. Указать минимальные и максимальные значения параметров элементов теплопровода, учитывая ранее найденные данные.

Оптимизация системы: 5-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система: Теплопровод космического аппарата

Варианты изменения параметров

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы													
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s				
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8	↑	↑												
масса теплопровода	7			↓	↓	↓	↓								
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3	↓		↓	↑										
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции	4				↓	↑									

Желательные изменения параметра

- ↑ увеличение параметра улучшает показатель
- ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
- ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
- ✗ удалить желательное изменение параметра

Шаг 5. Указать направления изменения параметров элементов теплопровода, приводящих к улучшению его показателей.

Значения параметров элементов системы

P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a	массовый расход теплоносителя через теплопровод	кг/с	0,1	0,2		
b	удельная теплоёмкость теплоносителя	Дж/кг К	1380	4190		
c	плотность теплоносителя	кг/м3	790	13550		
d	диаметр трубопровода	см	1	6		
e	толщина теплоизоляции теплопровода	см	1	4		
f	плотность теплоизоляции теплопровода	кг/м3	11	200		
h						
m						
n						
s						

Оптимизация системы: 6-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы												
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s			
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8	↑	↑											
масса теплопровода	7			↓	↓	↓	↓							
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3	↓			↓	↑								
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции					↓	↑								

Желательные изменения параметра
 ↑ увеличение параметра улучшает показатель
 ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
 ⇐ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
 ↕ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
 ✕ удалить желательное изменение параметра

Шаг 6. Подсчитать оптимальные значения параметров элементов теплопровода и выявить присущие ему параметрические противоречия.

Значения параметров элементов системы

P	Параметры элементов системы (P: a, b, c, ... s)	Размерность	Минимальное значение (Pmin)	Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
a	массовый расход теплоносителя через теплопровод	кг/с	0,1	0,2		0,17
b	удельная теплоёмкость теплоносителя	Дж/кг К	1380	4190		4190
c	плотность теплоносителя	кг/м3	790	13550		790
d	диаметр трубопровода	см	1	6		2,07
e	толщина теплоизоляции теплопровода	см	1	4		2,09
f	плотность теплоизоляции теплопровода	кг/м3	11	200		11
h						
m						
n						
s						

Параметрические противоречия:

- Параметр "массовый расход теплоносителя через теплопровод" должен быть равен 0,1 кг/с, чтобы улучшить гидравлические потери на прокачку теплоносителя; параметр "массовый расход теплоносителя через теплопровод" должен быть равен 0,2 кг/с, чтобы улучшить тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу.
- Параметр "диаметр трубопровода" должен быть равен 1 см, чтобы улучшить масса теплопровода, тепловые потерях с поверхности теплоизоляции; параметр "диаметр трубопровода" должен быть равен 6 см, чтобы улучшить гидравлические потери на прокачку теплоносителя.
- Параметр "толщина теплоизоляции теплопровода" должен быть равен 1 см, чтобы улучшить масса теплопровода; параметр "толщина теплоизоляции теплопровода" должен быть равен 4 см, чтобы улучшить тепловые потерях с поверхности теплоизоляции.

Оптимизация теплопровода завершена.
Найдены оптимальные значения параметров элементов теплопровода и выявлено 3 параметрических противоречия.

Редактирование отчёта: общие сведения

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

- Введение
- Постановка задания
- Оптимизация системы
- Результаты поиска и сбора данных
 - Внешние данные
 - Внутренние данные
 - Эффект "Вещество испускает тепловое излучение"
 - Эффект "Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
 - Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности, удельная теплоёмкость и теплота испарения жидкост"
- Заметки
- Заключение

На основе разработанного исследовательского проекта можно получить отчёты с разным содержанием и объёмом.

Для формирования содержания отчёта надо перейти в режим «Редактирования отчёта» и выбрать главы и разделы исследовательского проекта, которые должны войти в этот отчёт.

Редактирование отчёта: 1-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

- Введение
- Постановка задания
- Оптимизация системы
- Результаты поиска и сбора данных
 - Внешние данные
 - Внутренние данные
 - Эффект "Вещество испускает тепло"
 - Эффект "Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
 - Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности, удельная теплоёмкость и теплота испарения жидкост"
- Заметки
- Заключение

Шаг 1. Выбрать главы и разделы исследовательского проекта, которые войдут в отчёт, или исключить их из отчёта, сняв соответствующую отметку.

По умолчанию все главы и разделы, имеющие содержание, отмечены, как включённые в отчёт.

Чекбокс «Включить в отчёт / Исключить из отчёта главу или раздел»

Редактирование отчёта: 2-й и 3-й шаг

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

- Введение**

Параметрическая оптимизация теплопровода методом равновесной точки позволяет достаточно точно определить оптимальные значения параметров его элементов до начала основных конструкторских работ.

Шаг 2. Заполнить раздел «Введение», если это необходимо.
- Постановка задания**
- Оптимизация системы**
- Результаты поиска и сбора данных**
 - Внешние данные
 - Внутренние данные

Эффект "Вещество испускает тепловое излучение"
Эффект "Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности, удельная теплоёмкость и теплота испарения жидкост
- Заметки**
- Заключение**

В результате проведённой исследовательской работы найдены оптимальные значения основных параметров элементов теплопровода, установленного на космическом аппарате. Кроме этого выявлено 3 параметрических противоречий, которые можно разрешить методами структурной оптимизации.

Шаг 3. Заполнить раздел «Заключение», если это необходимо.

Редактирование отчёта: 4-й шаг

Шаг 4. Записать разработанный исследовательский проект в базу проектов программы «Оптимизация систем».

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка

Постановка зад

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

- Введение**
Параметрическая оптимизация теплопровода методом равновесной точки позволяет достаточно точно определить оптимальные значения параметров его элементов до начала основных конструкторских работ.
- Постановка задания**
- Оптимизация системы**
- Результаты поиска и сбора данных**
 - Внешние данные
 - Внутренние данные
- Заметки**
- Заключение**
В результате проведённой исследовательской работы найдены оптимальные значения основных параметров элементов теплопровода, установленного на космическом аппарате. Кроме этого выявлено 3 параметрических противоречий, которые можно разрешить методами структурной оптимизации.

Разработанный исследовательский проект записан в базу проектов программы «Оптимизация систем».

Редактирование отчёта: 5-й и 6-й шаг

The screenshot shows the 'Optimization of system 4.03' application window. The main window has a menu bar with 'Проект', 'Вид', 'Правка', 'Формат', 'Заметки', 'Отчёт', 'Редакторы', and 'Настройки'. Below the menu is a toolbar with icons for file operations and search. The main content area is divided into sections: 'Введение', 'Постановка задания', 'Оптимизация системы', 'Результаты поиска и сбора данных', 'Заметки', and 'Заключение'. A 'Сохранить как' (Save As) dialog box is open over the 'Результаты поиска и сбора данных' section. The dialog shows the current folder as 'Исследовательские проекты' and the file name as 'Оптимизация теплопровода космического аппарата.doc'. The file type is set to '*.doc'. A callout box points to the 'Сохранить как' dialog, and another callout box points to the 'Введение' section.

Шаг 5. Сформировать исследовательский проект в виде текстового документа, доступного для просмотра и редактирования в редакторе MS Word.

Шаг 6. Сохранить исследовательский проект в файле «Оптимизация теплопровода космического аппарата.doc».

Разработанный исследовательский проект сохранён в файле формата doc.

Справочная информация: Методика

Вызов Методики

СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА

- Введение**
Параметрическая оптимизация теплопровода методом равновесной точки позволяет достаточно точно определить оптимальные значения параметров его элементов до начала основных конструкторских работ.
- Постановка задания**
- Оптимизация системы**
- Результаты поиска и сбора данных**
 - Внешние данные
 - Внутренние данные
- Заметки**
- Заключение**

Эффект "Вещество испускает тепловое излучение"
Эффект "Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности, удельная теплоёмкость и теплота испарения жидкост"

В результате проведённой исследовательской работы найдены оптимальные значения основных параметров элементов теплопровода, установленного на космическом аппарате. Кроме этого выявлено 3 параметрических противоречий, которые можно разрешить методами структурной оптимизации.

Методика

* Дополните исследовательский проект и отредактируйте его содержание *

- 1 Заполните раздел «Введение».
- 2 При необходимости сократите число разделов исследовательского проекта. Для это кликните мышью на чекбоксе, расположенном слева от названия этого раздела.
- 3 При необходимости отредактируйте содержание раздела «Результаты поиска данных», используя для этого кнопки Удалить из исследовательского проекта и Удалить всё из исследовательского проекта.
- 4 Сформируйте исследовательский проект, нажав в главном меню кнопку Экспорт отчёта.

Примечание.
Для дальнейшего редактирования исследовательского проекта можно использовать редактор MS Word.

Краткая методика описывает последовательность действий при работе в текущем режиме работы программы «Оптимизация систем», а так же содержит рекомендации по переходу к следующему режиму работы этой программы.

Справочная информация: Маршрутная карта

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Постановка задания Оптимизация системы ... ние отчёта

Вызов Маршрутной карты

Оптимизируемая система
Теплопровод космического аппарата

Факторная модель системы

Показатели системы	Важность (1...10)	Параметры элементов системы											
		a	b	c	d	e	f	h	m	n	s		
тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу	8	↑	↑										
масса теплопровода	7			↓	↓	↓	↓						
гидравлические потери на прокачку теплоносителя	3	↓		↓	↑								
тепловые потерях с поверхности теплоизоляции	4				↓	↑							

Желательные изменения параметра

- ↑ увеличение параметра улучшает показатель
- ↓ уменьшение параметра улучшает показатель
- ↔ изменение параметра улучшает и ухудшает показатель
- ✕ удалить желательное изменение параметра

МАРШРУТНАЯ КАРТА

О П Т И М И З А Ц И Я

Если надо добавить в исследовательский проект данные из базы программы и Интернета. → ПОИСК ДАННЫХ

Если надо отредактировать текущее содержание исследовательского проекта. → РЕДАКТИРОВАНИЕ ОТЧЁТА

Условные обозначения:

- ... – режим работы программы
- – переход Пользователя между режимами работы
- ☐ – цель дальнейшей работы над исследовательским проектом

Максимальное значение (Pmax)	Pmax/Pmin	Оптимальное значение
0,17		0,17
30	4190	790
550	790	2,07
		2,09
		11

Маршрутная карта позволяет выбрать следующий режим работы программы в зависимости от целей Пользователя и ранее полученных результатов.

Параметрические противоречия:

- Параметр "массовый расход теплоносителя через теплопровод" должен быть равен 0,1 кг/с, чтобы улучшить гидравлические потери на прокачку теплоносителя; параметр "массовый расход теплоносителя через теплопровод" должен быть равен 0,2 кг/с, чтобы улучшить тепловая мощность, передаваемая по теплопроводу.
- Параметр "диаметр трубопровода" должен быть равен 1 см, чтобы улучшить масса теплопровода, тепловые потерях с поверхности теплоизоляции; параметр "диаметр трубопровода" должен быть равен 6 см, чтобы улучшить гидравлические потери на прокачку теплоносителя.
- Параметр "толщина теплоизоляции теплопровода" должен быть равен 1 см, чтобы улучшить масса теплопровода; параметр "толщина теплоизоляции теплопровода" должен быть равен 4 см, чтобы улучшить тепловые потерях с поверхности теплоизоляции.

Справочная информация: Глоссарий

Вызов Глоссария

Словарь: Действие, Свойство, Процесс, Объект

Доступно: 4110 | Найдено: 6324 | Выбрано: 3

динамический | пространственный | технический | химический | биологический | природный

Инструменты редактирования Глоссария

Соотношение неопределённости Гейзенберга
Одновременное высокоточное измерение координаты и импульса физической системы, например, *элементарной частицы*, невозможно. Все измерения имеют вероятностный характер. Произведение неопределённости координаты Δx и соответствующей компоненты импульса Δp_x не должно быть меньше постоянной Планка $h/2\pi$. Это неравенство называют соотношением неопределённости Гейзенберга.

Соотношение неопределённости проявляется в атомных и меньших масштабах, и приводит к тому, что, чем точнее мы определяем координату частицы, тем грубее - импульс, и наоборот.

Для неопределённостей энергии ΔW и времени Δt справедливо аналогичное соотношение.

Статическое давление - постоянная составляющая давления *жидкой среды*, вызванное, например, действием на неё *силы тяжести*.

Степень свободы
Многие физические системы могут пребывать в одном из многих состояний. Такие независимые состояния называют степенями свободы. В механике система частиц со связями имеет конечное число независимых перемещений. Чем больше частиц, тем больше степеней свободы. Чем больше связей между частицами, тем меньше степеней свободы.

Например, число атомов в молекуле газа и вид связей определяет число степеней свободы и теплоёмкость газа. Энергия тепловых колебаний равномерно распределяется по степеням свободы. Например, молекула может перемещаться по 3 направлениям, колебаться и вращаться. При этом средняя энергия каждой степени свободы зависит от температуры T и постоянной Больцмана k и составляет $\frac{kT}{2}$. У двухатомной молекулы существует 3 степени свободы поступательного движения и 2 степени свободы вращательного движения. Некоторые степени свободы могут возбуждаться только при достаточно высоких температурах.

Стоячая звуковая волна - колебания, возникающие в упругой среде в результате интерференции двух звуковых волн, амплитуды которых одинаковы, а направления распространения взаимно противоположны. Стоячая волна возникает, например, при отражениях звука от преграды. Амплитуда стоячей волны в данной точке зависит от разности фаз прямой и отраженной волны. Точки среды, в которых амплитуда стоячей волны максимальна, называются пучностями, а те точки, в которых эта амплитуда равна нулю, называются узлами.

Глоссарий содержит определения терминов, которые в текстовой части элементов базы данных выделены курсивом.

Поисковый агент

Эффект " Вещество испускает тепловое излучение"
Эффект " Перепад температуры создает тепловой поток в веществе"
Значения "Плотность, скорость звука, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности"

температурное излучение
 закон Планка
 формула Планка
 закон Вина
 закон Стефан - Больцмана
 теплообмен излучением

Интернет данные

Из найденных в Интернете данных следует, что для определения гидравлических потерь при течении жидкости в трубе можно использовать следующую формулу.
 $\Delta p = l \rho w^2 / 2d$

Справочная информация: Справка

Оптимизация системы 4.03

Проект Вид Правка Формат Заметки Отчёт Редакторы Настройки Помощь

Вызов Справки

Постановка задания Оптимизация системы Поиск и сбор данных Редактирование отчёта

Оптимизируемая система

Теплопровод космического аппарата

Задание

Описание ✕

На космическом аппарате находится в другой его части.

Теплопровод состоит из 2-х теплоохлаждённый теплоноситель во

Необходимо оптимизировать передаваемую по теплопроводу

Сроки выполнения задания: начал

Разработчики: ФИО

Глазунов В.Н.

Справка "Оптимизация системы 4.03"

Оглавление

- Как пользоваться Справкой
- Общие сведения о программе
- Область применения и функции
- Системные требования
- Установка программы
- Удаление программы
- Запуск программы
- Основные и дополнительные окна
- Инструменты управления
 - Главное меню
 - Панель инструментов и горячие клавиши
 - Панель переключателей режимов
- Формы рабочей области
- Дополнительные окна программы
 - Менеджер проектов
 - Окно "Настройки"
 - Окно "Заметки"
 - Маршрутная карта
 - Глоссарий
 - Справка
 - О программе
 - Окно "Эффект"
 - Панель "Методика"

Глоссарий

В текстовой части описания данных программы Новатор используются специальные термины и выражения, которые выделены курсивом. Их определения собраны в Глоссарии.

Чтобы открыть Глоссарий, нажмите кнопку **Глоссарий**, расположенную на панели инструментов Главного меню.

Содержание Глоссария разделено на разделы согласно алфавитному принципу. Каждый из разделов находится на своей закладке. При использовании Глоссария надо учитывать, что написание терминов и выражений в текстовой части данных совпадает с их написанием в Глоссарии.

Для перемещения курсора по закладкам Глоссария и открытия его разделов можно использовать клавиши → и ←, а для перевода курсора между закладками и текстом раздела Глоссария - клавишу Tab.

В верхней части окна «Глоссарий» находится панель инструментов с кнопками быстрого доступа к действиям, используемым при редактировании Глоссария.

Действие	Кнопка
Перейти к редактированию Глоссария	
Вернуться к просмотру Глоссария	
Сохранить результаты редактирования раздела Глоссария	
Импортировать раздел Глоссария из rtf - файла	
Экспортировать раздел Глоссария в doc - файл	

Рабочее теплоосигтедь

Сечтрубоп (увел)

Струя рабочего тела

Вод

Двигательная установка

Справка содержит полное Руководство пользователя программы «Опимизация систем».

**Демонстрация возможностей
программы «Оптимизация систем»
завершена.**