***Содержание***

Введение

1. Термодинамические процессы с идеальными углеводородными смесями

1.1 Исходные данные для термодинамических расчетов

1.2 Определение параметров газовой смеси одинаковых для всех термодинамических процессов

1.3 Политропный процесс с показателем политропы 

1.4 Политропный процесс с показателем политропы 

1.5 Политропный процесс с показателем политропы 

1.6 Политропный процесс с показателем политропы 

1.7 Политропный процесс с показателем политропы 

1.8 Политропный процесс с показателем политропы 

Выводы

2. Расчет теплообменного аппарата

2.1 Исходные данные

2.2 Расчет коэффициента теплоотдачи

2.3 Конструктивный тепловой расчет теплообменного аппарата

2.4 Рекуперативный теплообменник с трубчатой поверхностью теплообмена (прямоток)

Выводы

# ***Введение***

В термодинамике рассматриваются обратимые процессы. Все реальные процессы необратимы, они протекают с конечной скоростью (при наличии трения и диффузии) и при значительной разности температур РТ и источников теплоты.

Термодинамическим процессом называется изменение состояния термодинамической системы, характеризующееся изменением ее параметров. В качестве термодинамических систем могут рассматриваться некоторые объемы газов.

В основных технологических установках и устройствах нефтяной и газовой промышленности наиболее часто встречающимися газами являются углеводородные или их смеси с компонентами воздуха и небольшим количеством примесей других газов. Это могут быть процессы в газгольдерах, пропан-бутановых хранилищах, сырьевых и товарных парков нефтеперерабатывающих заводов, нефтебаз, нефтеперекачивающих станций, а также в газораспределительных сетях газоснабжения населенных пунктов.

Целью термодинамического расчета является определение основных параметров газовой смеси в конечном состоянии

Теплообменным аппаратом (теплообменником) называется устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя или несколькими теплоносителями.

В рекуперативных теплообменниках теплоносители непрерывно омывают разделяющую стенку (поверхность теплообмена) с двух сторон и обмениваются при этом теплотой. В рекуперативном трубчатом теплообменнике один из теплоносителей протекает внутри труб, а второй омывает их наружные поверхности.

Цель конструктивного расчета состоит в определении величины поверхности теплообмена по известному количеству передаваемой теплоты и температурам теплоносителей на входе и выходе аппарата.

# ***1. Термодинамические процессы с идеальными углеводородными смесями***

# ***1.1 Исходные данные для термодинамических расчетов***

1 кг газовой смеси в распределительной газовой сети в зависимости от состава совершает термодинамические процессы от состояния 1 до состояния 2 с показателями .

Объем газовой смеси во всех процессах изменяется в  раз.

Смесь обладает свойствами идеального газа.

Начальное (в состоянии 1) давление . Начальная температура .

Определить основные параметры газовой смеси в состоянии 1 () и состоянии 2 (), изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии смеси, работу, внешнюю теплоту процесса, коэффициент распределения энергии в процессах.

Состав газовой смеси по объему:

 

 

 

 

 

Все расчеты были выполнены в соответствии с методическими указаниями [1].

# ***1.2 Определение параметров газовой смеси одинаковых для всех термодинамических процессов***

***1.2.1 Определение кажущейся молекулярной массы смеси***





***1.2.2 Массовые доли смеси***













***1.2.3 Газовая постоянная смеси***





***1.2.4 Объем газовой смеси в начальном состоянии***





***1.2.5 Объем газовой смеси в конечном состоянии***





***1.3 Политропный процесс с показателем политропы*** 

***1.3.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.3.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***







***1.3.3 Средняя температура процесса***

 





***1.3.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.3.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.3.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.3.7 Термодинамическая работа процесса***





***1.3.8 Потенциальная работа процесса***





***1.3.9 Изменение внутренней энергии***





***1.3.10 Изменение энтальпии***





***1.3.11 Изменение энтропии***





***1.3.12 Теплота процесса***





***1.3.13 Коэффициент распределения энергии***





***1.3.14 Проверка правильности расчетов***

 





***1.4 Политропный процесс с показателем политропы*** 

***1.4.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.4.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.4.3 Средняя температура процесса***

 





***1.4.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.4.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.4.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.4.7 Показатель адиабаты***





***1.4.8 Термодинамическая работа процесса***





***1.4.9 Потенциальная работа процесса***





***1.4.10 Изменение внутренней энергии***





***1.4.11 Изменение энтальпии***





***1.4.12 Политропная теплоёмкость***





***1.4.13 Теплота процесса***





***1.4.14 Изменение энтропии***





***1.4.15 Коэффициент распределения энергии***





***1.4.16 Проверка правильности расчетов***









***1.5 Политропный процесс с показателем политропы*** 

***1.5.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.5.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.5.3 Средняя температура процесса***

 





***1.5.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.5.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.5.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.5.7 Термодинамическая работа процесса***





***1.5.8 Потенциальная работа процесса***

, 

***1.5.9 Изменение внутренней энергии***



***1.5.10 Изменение энтальпии***



***1.5.11 Изменение энтропии***





***1.5.12 Теплота процесса***





***1.5.13 Коэффициент распределения энергии***





***1.5.14 Проверка правильности расчетов***









***1.6 Политропный процесс с показателем политропы*** 

***1.6.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.6.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.6.3 Средняя температура процесса***

 





***1.6.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.6.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.6.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.6.7 Показатель адиабаты***





***1.6.8 Термодинамическая работа процесса***





***1.6.9 Потенциальная работа процесса***





***1.6.10 Изменение внутренней энергии***





***1.6.11 Изменение энтальпии***





***1.6.12 Политропная теплоёмкость***





***1.6.13 Теплота процесса***





***1.6.14 Изменение энтропии***





***1.6.15 Коэффициент распределения энергии***





***1.6.16 Проверка правильности расчетов***









***1.7 Политропный процесс с показателем политропы*** 

Принимаем k=1,29

***1.7.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.7.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.7.3 Средняя температура процесса***

 





***1.7.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.7.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.7.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.7.7 Показатель адиабаты***

, 

***1.7.8 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.7.9 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.7.10 Средняя температура процесса***

 





***1.7.11 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.7.12 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.7.13 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.7.14 Термодинамическая работа процесса***





***1.7.15 Потенциальная работа процесса***

, 

***1.7.16 Изменение внутренней энергии***





***1.7.17 Изменение энтальпии***





***1.7.18 Теплота процесса***



***1.7.19 Изменение энтропии***



***1.7.20 Коэффициент распределения энергии***





***1.7.21 Проверка правильности расчетов***



***1.8 Политропный процесс с показателем политропы*** 

***1.8.1 Давление газовой смеси в конечном состоянии***





***1.8.2 Температура газовой смеси в конечном состоянии***





***1.8.3 Средняя температура процесса***

 





***1.8.4 Средняя изобарная теплоёмкость компонентов газовой смеси***





















***1.8.5 Средняя массовая изобарная теплоёмкость газовой смеси***





***1.8.6 Средняя массовая изохорная теплоёмкость газовой смеси***





***1.8.7 Показатель адиабаты***





***1.8.8 Термодинамическая работа процесса***





***1.8.9 Потенциальная работа процесса***





***1.8.10 Изменение внутренней энергии***





***1.8.11 Изменение энтальпии***





***1.8.12 Политропная теплоёмкость***





***1.8.13 Теплота процесса***





***1.8.14 Изменение энтропии***





***1.8.15 Коэффициент распределения энергии***





***1.8.16 Проверка правильности расчетов***











Рисунок 1.1 - PV-диаграмма полиропных процессов



Рисунок 1.2 - TS-диаграмма политропных процессов

# ***Выводы***

Проведенное исследование позволяет разбить все политропные процессы с  от  до  при расширении газа на три группы:

I группа: . В этой группе , а следовательно,  и ; здесь , а следовательно, . Так как , то теплоемкость в этой группе процессов положительна. Подведенная к газу теплота расходуется на увеличение внутренней энергии и на совершение им работы расширения;

II группа: . Для этой группы , а следовательно,  и ;  и, следовательно, ; теплоемкость в процессах отрицательная, так как . Термодинамические процессы второй группы характерны тем, что работа расширения совершается как за счет подведенной к газу теплоты, так и за счет внутренней энергии;

III группа: . Здесь при расширении газа все параметры состояния уменьшаются (), но теплоемкость , т.е. положительная. В процессах этой группы расширение газа происходит с уменьшением его внутренней энергии и отдачей теплоты в окружающую среду.

# ***2. Расчет теплообменного аппарата***

# ***2.1 Исходные данные***

В одноходовом кожухотрубном теплообменном аппарате горячий теплоноситель движется в межтрубном пространстве и охлаждается от температуры 140, ˚С до 57, ˚С.

Внутренний диаметр кожуха аппарата . Холодный теплоноситель движется внутри металлических трубок. Холодный теплоноситель нагревается от ,˚С до , ˚С.

Число трубок в теплообменнике n = 49. Трубки теплообменника с внутренней стороны покрыты отложениями (накипью) толщиной δнак=0,4·10-3, м. Тепловая мощность, вносимая в ТОА, Qвн =420, кВт. Потери теплоты в окружающую среду составляют (1 - 0,96) ·100, %.

Определить поверхность нагрева F и число секций N теплообменника. Длина секции lc = 5 м.

Расчет провести для прямоточного и противоточного направлений движения теплоносителей, а также при наличии накипи на трубах и при её отсутствии.

Известно также:

холодный теплоноситель - вода;

горячий теплоноситель - вода;

λс = 105·10-3 кВт/ (м·К);

λнак = 0,5·10-3 кВт/ (м·К).

Внутренний диаметр трубок 

Наружный диаметр трубок 

Все расчеты были выполнены в соответствии с методическими указаниями [2].

# ***2.2 Расчет коэффициента теплоотдачи***

***2.2.1 Средняя температура теплоносителей***







***2.2.2 Скорость теплоносителей***

















***2.2.3 Числа Рейнольдса***

















режим течения холодного теплоносителя - переходной

режим течения холодного теплоносителя - переходной

***2.2.4 Температура стенки***





***2.2.5 Числа Прандтля***



При    

.



При    

.



При    

.



При     

.



***2.2.6 Коэффициент*** 









***2.2.7 Число Грасгофа***

Так как режим движения жидкости переходный, следовательно число Грасгофа не считаем

***2.2.8 Числа Нуссельта***

При переходном течении (Reж,d = 2300…104)









***2.2.9 Коэффициенты теплоотдачи***







# ***2.3 Конструктивный тепловой расчет теплообменного аппарата***

***2.3.1 Изменение температуры теплоносителей по длине аппарата***



Рисунок 2.1 - Изменение температуры теплоносителей по длине прямоточного теплообменника











Рисунок 2.2 - Изменение температуры теплоносителей по длине противоточного теплообменника









***2.3.2 Средний логарифмический температурный напор***







***2.3.3 Коэффициент теплопередачи***

***2.3.3.1 Коэффициент теплопередачи с учетом слоя накипи***





***2.3.3.2 Коэффициент теплопередачи без учета слоя накипи***





***2.3.4 Поверхность теплообмена***

***2.3.4.1 Поверхность теплообмена для прямоточного теплообменника с учетом слоя накипи***





теплообменный аппарат термодинамический углеродный

***2.3.4.2 Поверхность теплообмена для прямоточного теплообменника без учета слоя накипи***





***2.3.4.3 Поверхность теплообмена для противоточного теплообменника с учетом слоя накипи***





***2.3.4.4 Поверхность теплообмена для противоточного теплообменника без учета слоя накипи***





***2.3.5 Площадь поверхности трубок одной секции***





***2.3.6 Число секций теплообменника***

***2.3.6.1 Число секций прямоточного теплообменника с учетом слоя накипи***





***2.3.6.2 Число секций прямоточного теплообменника без учета слоя накипи***





***2.3.6.3 Число секций противоточного теплообменника с учетом слоя накипи***





***2.3.6.4 Число секций противоточного теплообменника без учета слоя накипи***





Таблица 2 - Результаты теплового расчёта теплообменного аппарата

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование  | Схема движения теплоносителей |
|  | прямоток | противоток |
| Средний температурный напор ∆t, oC  | 30,78 | 64,135 |

Коэффициент теплопередачи 

при наличии накипи

при отсутствии накипи

,9

|  |  |
| --- | --- |
| 377,429 |  |
| Поверхность нагрева F, м2 при наличии накипи при отсутствии накипи |  45,186 34,7 |  21.68 16,66 |

# ***2.4 Рекуперативный теплообменник с трубчатой поверхностью теплообмена (прямоток)***



Рисунок 2.3 - Эскиз секции с основными размерами



Рисунок 2.4 - Схема соединения секций в теплообменном аппарате

# ***Выводы***

Теплообменные аппараты могут иметь самое разнообразное назначение - паровые котлы, конденсаторы, пароперегреватели, воздухонагреватели, радиаторы и т.д. Теплообменные аппараты в большинстве случаев значительно отличаются друг от друга как по своим формам и размерам, так и по применяемым в них рабочим телам.

Руководствуясь данным расчетом теплообменного аппарата можно произвести выбор типа аппарата и его конструктивные размеры. Также на основе результатов расчета можно составить конструктивную схему аппарата.