**Методические указания по выполнению практических работ по**

**дисциплине «Процессы и аппараты нефтегазопереработки».**

**Практическая работа № 2.4**

**Тема:** Решение задач на тему «Излучение».

**Практическая работа № 2.4**

**Тема:** Решение задач на тему «Излучение».

**Основные понятия и определения**

***Тепловое излучение*** - это особый вид переноса тепловой энергии, осуществляемый электромагнитными волнами, который возможен не только в однородной изотропной среде, но и в вакууме. Законы теплового излучения тождественны законам оптики и электромагнетизма. Теория представляет лучистый перенос теплоты как поток, имеющий как волновой, так и квантовый характер распространения.

В соответствии ***закону Стефана - Больтцмана*** количество теплоты, Дж, излучаемой нагретым телом, пропорционально четвертой степени абсолютной температуры этого тела

𝑄=𝐶∙(𝑇/100)4∙𝐹∙𝜏,

где С - коэффициент излучения, Вт/(м2\*К);

F – площадь излучающей поверхности, м2;

τ - время, с.

Теплообмен в рабочем пространстве печей происходит, в основном, за счет излучения и может составлять от 50 до 100 % от общей передачи теплоты.

Поток теплоты, испускаемый телом или средой, называют ***собственным*** потоком излучения ***Qсоб***

Поток теплоты, попавший на рассматриваемую поверхность со стороны других тел, называют ***падающим Qпад***. Часть этого потока, отраженную телом, - ***отраженным Qотр***, а часть потока, поглощенную телом, - ***поглощенным*** потоком ***Qпогл***.

Сумма потоков собственного и отраженного излучения получила название ***эффективного*** потока ***Qэф* = *Qсоб + Qотр***.

Результат теплообмена излучением между двумя телами характеризуется потоком, оставшимся в теле, называемым ***результирующим*** или ***сальдо*** потоком и равным разности падающего и эффективного или поглощенного и собственного потоков излучения: .

***Qs = Qрез = Qпад - Qэф = Qпогл - Qсоб***

Тела, полностью поглощающие падающий на их поверхность тепловой поток, называют ***абсолютно черными***, а тела, полностью отражающие этот поток, - ***абсолютно белыми***.

Все реальные твердые тела могут частично поглощать и частично отражать поток излучения, падающий на их поверхность.

Газовые среды могут сами излучать теплоту (при наличии в их составе трех и более атомных газов), могут частично поглощать и пропускать поток теплоты.

Расчеты теплообмена излучением должны учитывать как диффузность (распространение по всем направлениям), так и направленность (в определенном телесном угле)излучения.

В данном пособии в качестве примера приводится материал по тепловому излучению через отверстия в стенах рабочего пространства печей, которые всегда имеются при эксплуатации тепловых агрегатов.

**Потери теплоты излучением через открытые окна и отверстия**

При составлении тепловых балансов печей необходимо учитывать все потери теплоты, в число которых входят и потери излучением через открытые рабочие окна и технологические отверстия, расположенные в кладке печи.

Эти потери можно определить, если представить отверстие в кладке печи по отношению к окружающему пространству как абсолютно черное тело.

Такое предположение закономерно, поскольку вероятность отражения теплового потока от окружающей среды близка к нулю.

Можно рассматривать в данном случае теплообмен излучением между двумя телами (печным пространством и окружающей средой), разделенными лучепрозрачной средой (воздухом). При этом каждое из тел характеризуется постоянной температурой: печи – *Т****печ*** и окружающей среды (воздуха) - *Тв*.

В этом случае расчетная формула имеет вид

𝑄л=𝐶0∙$\left[\left(\frac{T\_{печ}}{100}\right)^{4}-\left(\frac{T\_{В}}{100}\right)^{4}\right]$∙𝐹∙Ф∙𝜏.

Ввиду малых значений *Тв*, этой температурой можно пренебречь, тогда формула будет иметь вид

𝑄л=𝐶0∙$\left(\frac{T\_{печ}}{100}\right)^{4}$∙𝐹∙Ф∙𝜏.

где *С0* - коэффициент излучения абсолютно черного тела, *С0 = 5,7 Вт/(м2\*К)*;

*Тпеч* - абсолютная температура печи, К;

*τ - время открытия отверстия, с;*

*Ф - коэффициент диафрагмирования.*

Коэффициент диафрагмирования показывает, какая часть лучистой энергии рабочего пространства, идущая через отверстие, выходит наружу. Оставшаяся часть этой энергии поглощается и отражается поверхностью кладки, ограничивающей это отверстие. Таким образом, в зависимости от геометрии отверстия (высоты, ширины, глубины и формы) коэффициент диафрагмирования может изменяться в пределах *Ф = 0...1*.

**Задача № 1**

*Определить потери теплоты излучением через открытое окно, расположенное в стенке печи, температура которой tпеч = 900°С. Окно имеет размеры: ширина В = 1,4 м и высота Н = 1,2 м. Толщина стенки S = 0,46 м. Окно открывают на время τ* **=** *720 с.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ Варианита* | *tпеч, °С* | *В, м* | *Н, м* | *S, м* | *τ, с* |
| *1* | *1000* | *1,5* | *1,0* | *0,50* | *600* |
| *2* | *1100* | *1,3* | *0,9* | *0,45* | *700* |

**Решение.**

1. Площадь излучающего отверстия составляет

*F = В*∙*Н = 1,4*∙*1,2 = 1,68 м2.*

2. Геометрические характеристики печного окна:

отношение *H/S = 1,2/0,46 = 2,61*;

отношение *В/Н = 1,4/1,2 =1,17*.

3. Для определения коэффициента диафрагмирования найдем по рис.1 угловой коэффициент *φ* при лучистом теплообмене между одинаковыми параллельными плоскими противолежащими поверхностями при известных отношениях *H/S = 2,61* и *В/Н = 1,17*:

*φ = 0,525.*

4. Рассчитаем коэффициент диафрагмирования по формуле, приведенной на поле рис.2.1:

Ф = $\frac{1+φ}{2}$ −$ \left(\frac{1-φ}{6}\right)^{4}$=$ \frac{1+0,525}{2}$ − $\left(\frac{1-0,525}{6}\right)^{4}$=0,763−0,00004=0,7626.

5. Потери теплоты излучением через открытое рабочее окно печи по формуле составят

𝑄л=𝐶0∙$\left(\frac{Tпеч}{100}\right)^{4}$∙𝐹∙Ф∙𝜏=5,7∙$\left(\frac{900+273}{100}\right)^{4}$∙1,68∙0,7626∙720=99594000 Дж или 99594 кДж.

*Рис 1. Номограмма для определения угловых коэффициентов*

