

Задание:

1. Составить конспект.
2. Выполнить тест согласно списку:

Вариант 1: Банкетов, Бузин, Волнухина, Ермиличев, Захарова;
Краснощекова, Кузнецов, Медведева, Лынный; Мустафин;

Вариант 2: Неповиннова, Осипова, Пундикова, Санкевич, Сатин;
Сердягин, Токторов, Ханвалиева, Хорошев, Щербаков

3. Ответы отправить на эл. почту bandreeva68@mail.ru не позже 15.00 13.05.2020

Виды передачи тепла теплопроводностью

В твердых телах, обладающих упорядоченной молекулярной структурой, распространение теплоты обусловлено преимущественно теплопроводностью.

Основной закон теплопроводности — закон *Фурье* гласит, что количество теплоты Q , передаваемой теплопроводностью в единицу времени через плоскую стенку, прямо пропорционально ее площади S и разности температур $T_{ст1} - T_{ст2}$ ее поверхностей и обратно пропорционально толщине стенки δ :

$$Q = (\lambda / \delta) S (T_{ст1} - T_{ст2}), \quad (4)$$

где λ — коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом теплопроводности.

Коэффициент теплопроводности показывает, какое количество теплоты проходит вследствие теплопроводности в единицу времени через стенку толщиной 1 м и площадью 1 м² при разности температур ее поверхностей 1 К. Размерность этого коэффициента — Вт/(м • К).

Значение коэффициента теплопроводности зависит от природы вещества и его температуры.

Виды передачи тепла конвекцией и радиацией.

Передача теплоты конвекцией. Различают *естественную конвекцию*, при которой движение частиц вызвано разностью плотностей газа или жидкости в различных точках объема вследствие разности их температур в этих точках, и *принудительную конвекцию*, при которой перемещение газа или жидкости осуществляется специальными устройствами — мешалками, вентиляторами, насосами и др.

Согласно *закону Ньютона* количество теплоты Q , отдаваемой стенкой омывающей ее жидкости (или воспринимаемой стенкой от жидкости) в

единицу времени, прямо пропорционально площади S поверхности стенки и разности температур $T_{ст} - T_{ж}$ стенки и жидкости:

$$Q = \alpha S (T_{ст} - T_{ж}),$$

где α — коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом теплоотдачи ($Вт/(м^2 \cdot К)$). Коэффициент теплоотдачи показывает, какое количество теплоты передается от $1 м^2$ поверхности стенки к жидкости (или от жидкости к стенке) в течение $1 с$ при разности температур стенки и жидкости $1 К$.

Передача теплоты излучением. Все тела способны излучать энергию в виде электромагнитных волн. Эта энергия поглощается другими телами, имеющими более низкую температуру, и превращается в теплоту. Тепловое излучение соответствует инфракрасной, не видимой глазом части спектра электромагнитных колебаний с длиной волны более $0,8 мкм$, являющейся продолжением ее видимой части. При температуре, превышающей $600 °С$, тепловое излучение приобретает доминирующее значение по сравнению с другими способами передачи теплоты.

Количество теплоты $Q_{л}$, переданное в единицу времени от более нагретого твердого тела с температурой T_1 к менее нагретому телу с температурой T_2 , позволяет определить уравнение

$$Q_{л} = C_{1-2}^{л} S [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] \varphi$$

где $C_{1-2}^{л}$ — коэффициент взаимного излучения, зависящий от взаимного расположения тел, $Вт/(м \cdot К^4)$; S — площадь поверхности излучения, $м^2$; T_1, T_2 — абсолютные температуры нагретого и нагреваемого тел, $К$; φ — угловой коэффициент, зависящий от размеров поверхностей и расстояния между ними.

Количество теплоты, отдаваемое или воспринимаемое стенкой площадью $1 м^2$ за счет излучения в течение $1 с$ при разности температур $1 К$, называется *коэффициентом теплоотдачи лучеиспусканием* $a_{л}$, $Вт/(м^2 \cdot К)$.

Процесс теплопередачи

В большинстве технологических процессов теплообмен между теплоносителями происходит через некоторую поверхность раздела. Этот вид теплообмена называется *теплопередачей*. Например, в трубчатых теплообменниках теплота передается через стенку трубы и два слоя загрязнений с обеих сторон стенки.

Основное уравнение теплопередачи. Количество теплоты, передаваемой в единицу времени, определяется *основным уравнением теплопередачи*.

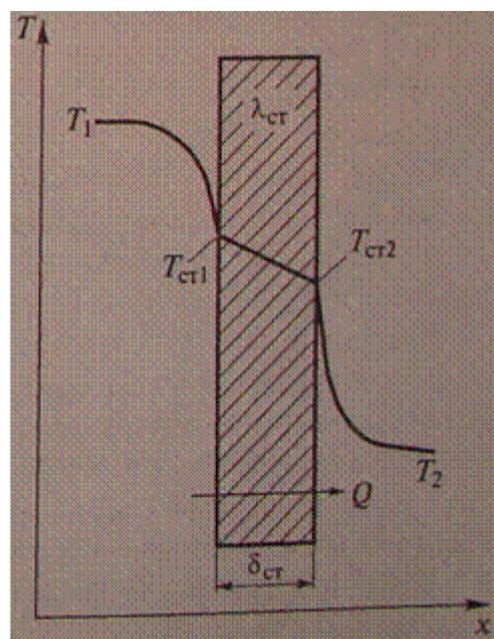
$$Q = KS (T_1 - T_2) \quad (5)$$

Численное значение *коэффициента теплопередачи* K определяется количеством теплоты, которое передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку площадью 1 м^2 в течение 1 с при разности температур теплоносителей 1 К . Размерность коэффициента теплопередачи — $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Соотношение для расчета значения коэффициента теплопередачи можно получить, рассмотрев процесс передачи теплоты от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку.

Рис. 12.1. Характер изменения температуры при теплопередаче через плоскую стенку.

T_1 — температура горячего теплоносителя,
 T_2 — температура холодного теплоносителя, $T_{ст1}$ — температура стенки со стороны горячего теплоносителя, $T_{ст2}$ — температура стенки со стороны холодного теплоносителя, $\delta_{ст}$ — толщина стенки, $\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности стенки, Q — количество теплоты, передаваемое в единицу времени от горячего теплоносителя к холодному



Коэффициент теплопередачи K можно определить (без учета загрязнений с обеих сторон стенки), решив уравнение

$$K = 1 / (1/\alpha_1 + \delta_{ст}/\lambda_{ст} + 1/\alpha_2) \quad (5),$$

где α_1 , α_2 — коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке и от стенки к холодному теплоносителю соответственно; $\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности стенки; $\delta_{ст}$ — ее толщина .

Движущая сила тепловых процессов. Движущей силой тепловых процессов является разность температур взаимодействующих сред. В промышленной аппаратуре теплопередача обычно протекает при переменной температуре теплоносителей. Значения температуры теплоносителей изменяются вдоль поверхности разделяющей их стенки, поэтому в расчетах используют среднюю разность температур

ΔT_{cp} которая и должна войти в основное уравнение теплопередачи.

Количество теплоты, передаваемое в единицу времени через поверхность при теплообмене, пропорционально средней разности температур. Таким образом, основное уравнение теплопередачи принимает вид

$$Q = KS\Delta T_{cp} \quad (6)$$

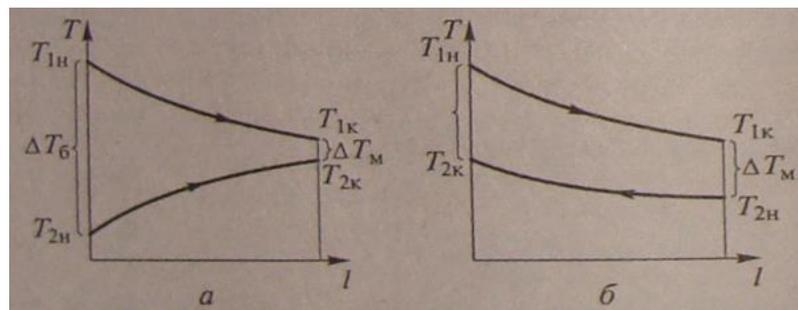


Рис. 1. Характер изменения температуры теплоносителей вдоль поверхности теплообмена при их прямоточном (а) и противоточном (б) движении: $T_{1н}$, $T_{1к}$ — начальная и конечная температуры горячего теплоносителя; $T_{2н}$, $T_{2к}$ — начальная и конечная температуры холодного теплоносителя; $\Delta T_{б}$, $\Delta T_{м}$ — большая и меньшая разности температур теплоносителей

На рис. 1 показан характер изменения температуры теплоносителей вдоль поверхности теплообмена при их прямоточном и противоточном движении. Один из теплоносителей охлаждается от температуры $T_{1н}$ до $T_{1к}$, другой нагревается от $T_{2н}$ до $T_{2к}$. При прямотоке разность температур теплоносителей на входе в теплообменник

$$\Delta T_{б} = T_{1н} - T_{2н}, \text{ а на выходе из теплообменника } \Delta T_{м} = T_{1к} - T_{2к}$$

При противоточном движении теплоносителей значения $\Delta T_{б}$ и $\Delta T_{м}$ находят по начальным и конечным значениям температуры горячего и холодного теплоносителей.

При $\Delta T_{б} / \Delta T_{м} < 2$ средняя разность температур определяется как среднеарифметическая величина:

$$\Delta T_{cp} = (\Delta T_{б} + \Delta T_{м}) / 2 \quad (7)$$

При более интенсивном теплообмене и больших значениях разности температур, т.е. при $\Delta T_{б} / \Delta T_{м} > 2$, средняя разность температур будет среднелогарифмической величиной:

$$\Delta T_{cp} = (\Delta T_{б} - \Delta T_{м}) / \ln(\Delta T_{б} / \Delta T_{м}) \quad (8)$$

Вариант 1

1. Движущей силой процесса теплопередачи является:
A) разность температур; B) разность давлений; C) разность скоростей движения теплоносителей; D) разность значений коэффициентов теплоотдачи; E) разность значений коэффициентов теплопроводности.
2. Наиболее выгодным направлением движения теплоносителей является:
A) прямоток; B) перекрёстный ток; C) смешанный ток; D) противоток; E) вибрационный ток.
3. В тепловых процессах тепло передаётся самопроизвольно:
A) от холодного потока к горячему потоку; B) от воздушной среды к дымовым газам; C) от горячего потока к холодному потоку; D) от токов высокой частоты к токам низкой частоты; E) от холодной воды к водяному пару.
4. Теплопроводность характерна для:
A) газообразных потоков; B) воздушных потоков; C) жидких сред; D) твёрдых тел; E) пластичных масс.
5. Количество теплоты, переданное теплопроводностью, определяется:
A) $Q = \lambda / \delta * S * (T_{ст1} - T_{ст2})$; B) $Q = RTV$; C) $Q = FKT$; D) $Q = FRC$; E) $Q = WDR/4$.
6. Коэффициент теплопроводности есть величина обратная:
A) температуре; B) толщине стенки; C) давлению; D) расходу пара; E) уровню.
7. Конвекция бывает:
A) за счёт разности давлений; B) за счёт разности температур; C) за счёт разности уровней; D) вынужденной и естественной; E) только естественной.
8. Укажите уравнение теплоотдачи:

<p>A) $Q = K \cdot S \cdot (T_{ст1} - T_{ст2})$;</p> <p>B) $Q = KFN$;</p> <p>C) $Q = LK(T_2 - T_3)$;</p> <p>D) $Q = E \cdot R \cdot T \cdot (F - F_2)$;</p> <p>E) $Q = G \cdot C \cdot N \cdot (L_k - K_p)$.</p>
<p>9. Лучеиспускательная способность тела зависит от:</p> <p>A) размеров тела;</p> <p>B) положения тела в пространстве;</p> <p>C) угла падения света;</p> <p>D) температуры поверхности тела;</p> <p>E) формы тела.</p>
<p>10. Способы распространения тепловой энергии.</p> <p>A) циркуляцией потоков;</p> <p>B) массообменном;</p> <p>C) теплопроводностью, теплопередачей, теплоотдачей;</p> <p>D) теплопередачей, вихревыми потоками;</p> <p>E) лучеиспусканием, движением среды.</p>

Вариант 2

<p>1. Конвекция бывает:</p> <p>A) за счёт разности давлений;</p> <p>B) вынужденной и естественной;</p> <p>C) за счёт разности уровней;</p> <p>D) за счёт разности температур;</p> <p>E) только естественной.</p>
<p>2. Укажите уравнение теплоотдачи:</p> <p>A) $Q = E \cdot R \cdot T \cdot (F - F_2)$;</p> <p>B) $Q = KFN$;</p> <p>C) $Q = LK(T_2 - T_3)$;</p> <p>D) $Q = K \cdot S \cdot (T_{ст1} - T_{ст2})$;</p> <p>E) $Q = G \cdot C \cdot N \cdot (L_k - K_p)$.</p>
<p>3. Лучеиспускательная способность тела зависит от:</p> <p>A) размеров тела;</p> <p>B) положения тела в пространстве;</p> <p>C) температуры поверхности тела;</p> <p>D) угла падения света;</p> <p>E) формы тела.</p>
<p>4. Способы распространения тепловой энергии:</p> <p>A) теплопроводностью, теплопередачей, теплоотдачей;</p> <p>B) массообменном;</p> <p>C) циркуляцией потоков;</p> <p>D) теплопередачей, вихревыми потоками;</p> <p>E) лучеиспусканием, движением среды.</p>

5. Движущей силой процесса теплопередачи является:
<p>А) разность скоростей движения теплоносителей; В) разность давлений; С) разность температур; D) разность значений коэффициентов теплоотдачи; E) разность значений коэффициентов теплопроводности.</p>
6. Наиболее выгодным направлением движения теплоносителей является:
<p>А) прямоток; В) перекрёстный ток; С) смешанный ток; D) вибрационный ток; E) противоток.</p>
7. В тепловых процессах тепло передаётся самопроизвольно:
<p>А) от холодного потока к горячему потоку; В) от воздушной среды к дымовым газам; С) от токов высокой частоты к токам низкой частоты; D) от горячего потока к холодному потоку; E) от холодной воды к водяному пару.</p>
8. Количество теплоты, переданное теплопроводностью, определяется:
<p>А) $Q = \lambda / \delta * S * (T_{ст1} - T_{ст2})$; В) $Q = RTV$; С) $Q = FKT$; D) $Q = FRC$; E) $Q = WDR \setminus 4$.</p>
9. Теплопроводность характерна для:
<p>А) газообразных потоков; В) воздушных потоков; С) жидких сред; D) твёрдых тел; E) пластичных масс</p>
10. Коэффициент теплопроводности есть величина обратная:
<p>А) температуре; В) толщине стенки; С) давлению; D) расходу пара; E) уровню.</p>