

агрегатного состояния вещества, — *теплоотдача при конденсации пара*, соприкасающегося с холодной поверхностью (например конденсация водяного пара в теплообменниках, паровых калориферах и отопительных приборах). Существует *пленочная* и *капельная конденсация*. Пленочная возникает на поверхности (*лиофильная* поверхность), на которой образуется сплошная пленка конденсата. Капельная — на плохо смачивающейся поверхности (*лиофобная* поверхность). Обычно в производственных условиях имеет место пленочная конденсация пара, при которой коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  меньше, чем при капельной, так как пленка создает дополнительное сопротивление теплопередаче.

### 2.1.5. ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛОБМЕН

Лучистый теплообмен — перенос теплоты при помощи электромагнитных волн между телами, разделенными лучепрозрачной средой (воздухом). Тепловая энергия, превращаясь на поверхности тела в лучистую, передается через лучепрозрачную среду на поверхность другого тела, где вновь превращается в тепловую энергию. Основной закон теплообмена излучением определяется законом Стефана–Больцмана, установленным в 1879 г. экспериментально и в 1881 г. — теоретически и фиксирующим связь между плотностью теплового потока лучистой энергии (излучательной способностью) абсолютно черного тела  $q_0$ , Вт/м<sup>2</sup>, с температурой  $T$ , К:

$$q_0 = C_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4; \quad (2.27)$$

$$q = aC_0 \left( \frac{T}{100} \right)^4 = aq_0, \quad (2.27a)$$

где  $C_0$  — коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);  $C_0 = 5,68$ ;  $q$  — удельный тепловой поток серого тела, Вт/(м<sup>2</sup>·°К<sup>4</sup>);  $a$  — степень черноты серого тела,  $a = q/q_0$ ,  $a = 0,05$  (чистые стальные и чугунные поверхности при  $t = 20^\circ\text{C}$ ),  $a = 0,93$  (красный кирпич при  $t = 20^\circ\text{C}$ ),  $a = 0,91$  (оштукатуренная известью поверхность при  $t = 10\dots90^\circ\text{C}$ ).

По закону Стефана–Больцмана тепловой поток  $q_{\text{л}}$ , Вт, излучаемый поверхностью  $F_1$ , м<sup>2</sup>, имеющей абсолютную температуру  $T_1$ , К, на поверхность  $F_2$ , м<sup>2</sup>, с температурой  $T_2$ :

$$Q_{\text{л}} = (q_1 - q_2)F_1\varphi_{1-2} = C_{\text{пр}} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] F_1\varphi_{1-2}, \quad (2.276)$$

где  $C_{\text{пр}}$  — приведенный коэффициент излучения системы тел, между которыми происходит лучистый теплообмен, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>);  $C_{\text{пр}} = 4,9$  для поверхностей в помещении;  $\varphi_{1-2}$  — безразмерный коэффициент облученности, показывающий долю лучистого теплового потока, приходящегося на поверхность  $F_2$ , от всего потока, излучаемого поверхностью  $F_1$ ;  $\varphi_{1-2} = 1$ , если в помещении одна поверхность наружного ограждения обменивается излучением с внутренними поверхностями помещения.

Обычно для расчета используют более простую формулу по аналогии с формулой (2.14):

$$Q_{\text{л}} = \alpha_{\text{л}}(t_1 - t_2)F_1; \quad (2.28)$$

$$\alpha_{\text{л}} = \frac{\left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{t_1 - t_2} C_{\text{пр}}\varphi_{1-2} = b_{1-2}C_{\text{пр}}\varphi_{1-2}, \quad (2.29)$$

где  $\alpha_{\text{л}}$  — коэффициент лучистого теплообмена на поверхности  $F_1$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $t_1, t_2$  — температуры поверхностей, между которыми происходит теплообмен, °С;  $b_{1-2}$  — температурный

фактор; в пределах обычного диапазона температур для любых поверхностей  $b_{1-2} = 0,81 + 0,005/(t_1 - t_2)$ .

Для уменьшения теплообмена излучением используют защитные экраны, например в воздушных прослойках наружных ограждений (рис. 2.3). Для экранов используют материалы с малой поглотительной способностью (никелированный стальной лист,  $A = 0,05$ ; полированный алюминиевый лист,  $A = 0,26$ ).

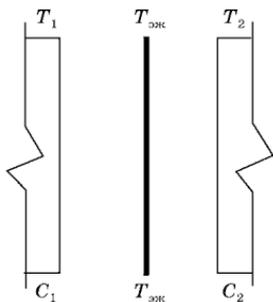


Рис. 2.3  
Схема применения  
экрана