

Введение

В настоящее время можно заметить, что даже в средней полосе России лето становится очень жарким.

Перегрев помещений, как известно, создает дискомфорт и отрицательно влияет на организм человека. Согласно СанПиН 2.2.4.5548-96 и СанПиН 2.1.2.2645-10, существуют оптимальные и допустимые параметры микроклимата, которые необходимо поддерживать.

В жаркую погоду для поддержания нужной температуры используются кондиционеры или приточная вентиляция с системой охлаждения. Сильная жара в Москве в 2010 году создала ситуацию, когда установка кондиционеров в квартирах оказалась для многих людей жизненной необходимостью. Именно в связи с этим в 2010 году в Москве даже упразднили закон о согласовании установки кондиционеров, хотя остался свод правил, которые необходимы для поддержания архитектурного облика города.

Нижеизложенное предложение направлено на снижение температуры воздуха в помещении без использования кондиционеров и других электрических приборов.

Актуальность проекта.

В здания с большой площадью остекления попадает слишком много солнечного тепла. Солнечное тепло проникает внутрь здания путем прямого пропускания или вторичной теплопередачи после поглощения излучения остеклением. Процесс прогрева помещения выглядит таким образом: солнечное излучение, проникая в здание, поглощается в помещении мебелью, стенами, полом и т.д, а эти нагретые поверхности излучают тепло и возвращают его в виде инфракрасного теплового излучения с длиной волны больше 2 500 нм (длинноволновое инфракрасное излучение). Так как стекло

практически непрозрачно для длинноволнового излучения, оно отражается внутрь. Это приводит к постепенному повышению температуры. По строительным нормам тепlopоступление излучения учитывается в тепловом балансе здания только для летнего и переходного времени, когда наружная температура превышает +10 градусов.

Стекло не обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, поэтому через остекление происходит как потери тепла зимой, так и тепlopоступления летом.

Суть нашего предложения сводится к охлаждению стекла водой в жаркую погоду и снижению тепlopоступлений через стеклянные ограждающие конструкции здания с помощью гидротермального коллектора.

Описание проекта

Гидротермальный коллектор открытого типа, предназначенный для защиты от перегрева ограждающие конструкции здания, совмещен с конструкцией стены. Солнцезащита в виде водяной завесы предназначена для применения в открытых с одной или нескольких сторон помещений или остекленных помещениях. По нашему предложению, «завеса» - название условное, потому что вода стекает не сплошной пленкой, а переливается через лотки (см. рис 1). На рисунке видно, что вода изливается из отверстия (4), перетекает в лоток, и переполняя его, перетекает в нижний. Пока вода наполняет лоток и перетекает из одного лотка в другой, она забирает тепло от нагретого стекла.

Внизу вода собирается в последний лоток, из которого перетекает в бак, находящийся в тени, и с помощью насоса поднимается к исходной точке истекания (4).

Если предположить, что насос работает от солнечных батарей, расположенных на крыше, то система будет независимой от электроэнергии. Кроме того, система автоматики должна быть настроена так, чтобы работа насоса производилась при высоких температурах на улицах.

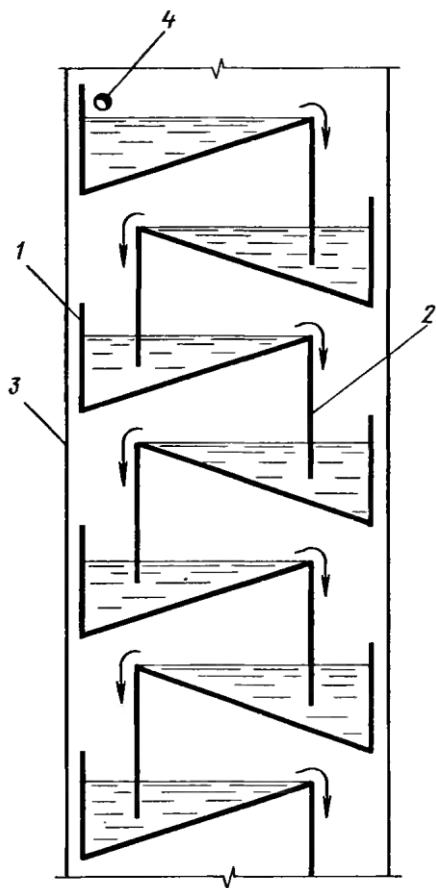


Рисунок 1 Коллектор открытого типа. 1 - лоток, 2 - фартук лотка, 3 - вертикальное ребро, 4 - патрубок для подачи воды

Пример применения изображен на эскизе здания (рис.2)

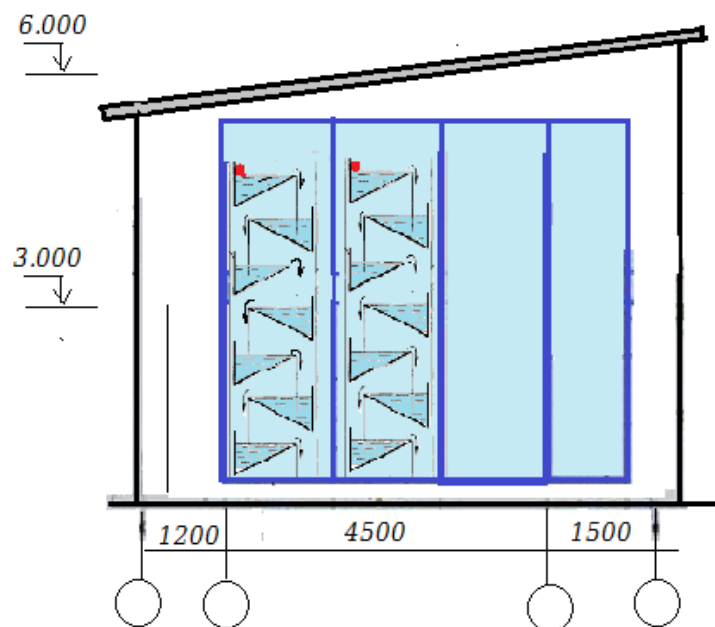


Рисунок 2 Пример здания с большим остеклением и охлаждением с помощью гидротермального коллектора

Распределение температур в конструкции окна в случае жаркой погоды распределяется так, как показано на рисунке: (рис.3). Температура наружной поверхности окна может нагреваться и до 70°C даже на широте Москвы.

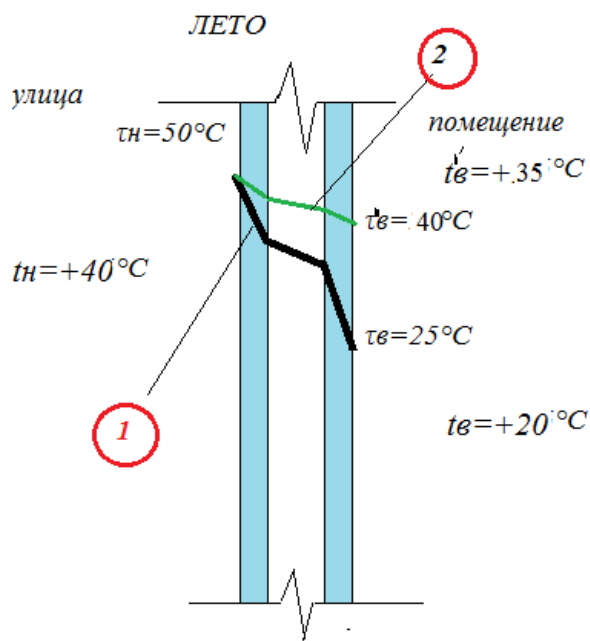


Рисунок 3 Распределение температур в толще окна в летние месяцы. С учетом, что внутренняя температура охлаждается дополнительно. Линия 1 – с охлаждением помещения, линия 2 – без охлаждения помещения.

При расчете термического сопротивления учитывается коэффициент теплоотдачи, который как раз учитывает температуру самой поверхности, а не окружающего воздуха. Наша задача снизить температуру ограждающей поверхности снаружи, τ_n , что повлечет за собой снижение температуры в помещении.

Тогда (см. рис.4) температура наружной поверхности окна снижается и, удерживая тепло водой, помещение не будет нагреваться так сильно и можно не использовать кондиционер.

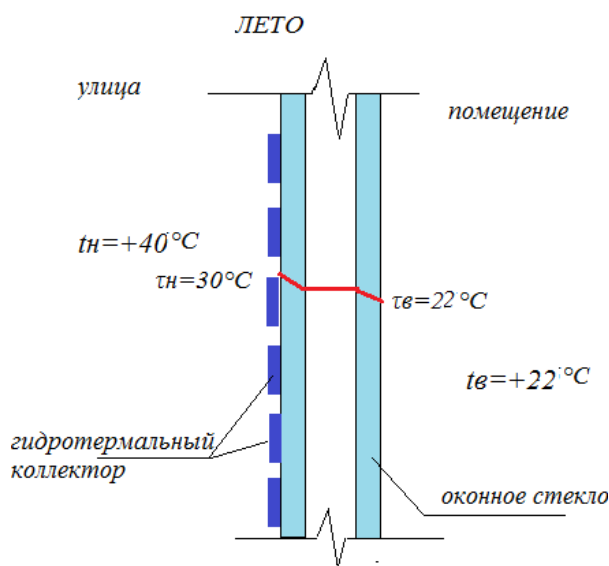


Рисунок 4 Распределение температур в толще окна с применением гидротермального коллектора

Методика расчета

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции при обтекании воздухом рассчитывается по формуле (1)

$$\alpha_{\text{н}} = 1,16(5 + 10\sqrt{v}), \quad (1)$$

v - минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая согласно СНиП 23-01-99*, но не менее 1 м/с.

При расчете ограждающих конструкций используется понятие теплоотдачи, что означает конвективный теплообмен между потоками жидкости или газа и поверхностью твёрдого тела. В нашем случае, часть остекления будет отдавать тепло не воздуху, а воде. Вода значительно более теплоемкое вещество, чем воздух, поэтому теплоотдача воде будет значительно больше и вода «поглотит» тепло, охладив поверхность окна.

Для расчета коэффициента теплоотдачи системы гидротермального коллектора, примем допущения:

- - вода стекает пленкой толщиной 1 см.
- - режим движения воды – турбулентный, с числом $Re=5000$

- вода так же плохо пропускает лучистое тепло, как и воздух и нагревается от нагретых поверхностей.

В таком случае, коэффициент теплоотдачи будет зависеть от характера движения воды.

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{H}, \quad (2)$$

где α – коэффициент теплоотдачи

Nu – критерий Нуссельта, для турбулентного движения жидкости рассчитываемый как:

$$Nu = 0,01 \cdot (Ga \cdot Pr \cdot Re)^{1/3} \quad (3)$$

Ga - критерий Галилея

$$Ga = \frac{H^3 \cdot \rho^2 \cdot g}{\mu^2} \quad (4)$$

H - высота поверхности, м

ρ – плотность, кг/м³

g – ускорение свободного падения, м/с²

μ – динамическая вязкость, Па·с

Pr – критерий Прандтля

Определяется по номограмме (см. рис.5)

Re – Критерий Рейнольдса, который мы приняли равным 5000.

Таким образом, коэффициент теплоотдачи в случае обтекания воздухом примерно равен 23 Вт/С·м², а в случае обтекания водой - 700 Вт/С·м².

Зная, что теплоступления в здание в летние месяцы складываются из солнечного теплоступления и теплопередачи за счет разности температур, можем это записать как:

$$Q = Q_{\Delta t} + Q_{\text{изл}}$$

Увеличив коэффициент теплоотдачи, мы снижаем количество теплоступлений через окно за счет перепада температур ($Q_{\Delta t}$). Суммарное теплоступление, соответственно, тоже снижаются.

Литература:

1. Энергоактивные здания/ Н. П. Селиванов, А. И. Мелуа, С. В. Зоколей и др.; Под ред. Э. В. Сарнацкого и Н. П. Селиванова. - М.: Стройиздат, 1988. - 376 с.
2. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Изд. 10-е, пер. и доп. Л., Химия, 1987. – 576с.
3. СанПиН 2.2.4.5548-96
4. СанПиН 2.1.2.2645-10