

1. Вопрос. Как правильно выбрать режим, расчетный для аппарата, если одновременно меняются температура воды в теплосети ($t_{w.H}$), температура нагреваемого наружного воздуха (t_H) или его смеси с рециркуляционным (t_C), а в энергоэффективных системах – и расход нагреваемого наружного (L_H) или приточного (L_{np}) воздуха.

Ответ. Ваш вопрос весьма актуален и правильно сформулирован. Прежде всего дадим определение, что такое расчетный для воздухонагревателя режим. Это случай, а точнее сочетание величин ($t_{w.H}$, t_H или t_C , t_K , L_H или L_{np}), при котором требуется для нагрева наибольший расход воды из теплосети (G_W), иначе водяной регулирующий клапан будет ближе всего к открытию ($h=\max$). Пусть для простоты расход нагреваемого воздуха постоянный ($L_H=const$ или $L_{np}=const$). Тогда процесс нагрева зависит только от сочетания трех температур. В этом случае вычисляют известный коэффициент эффективности нагревания (θ_B), отнесенный к температуре воды в теплосети $t_{w.H}$:

$$\theta_B = \frac{t_K - t_H}{t_{w.H} - t_H} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{L_B \rho_B c_B}{G_W c_W} + \frac{L_B \rho_B c_B}{kF} \right)^{-1}, \quad (1)$$

в случае, если коэффициент теплопередачи аппарата k вычислен при среднеарифметической разности температур. Для аппаратов многих производителей величины k и F не приводят, поэтому произведение kF неизвестно, хотя его легко определить по четырем температурам и расходам сред.

Поясним выбор расчетного режима по формуле (1) примером. Пусть в расчетных условиях $t_{H_1} = t_{HPX} = -26$ °С, $t_{K_1} = 15$ °С, $t_{w.H_1} = 90$ °С, а расход нагреваемого воздуха постоянный. В этом случае эффективность процесса нагревания $\theta_{B_1} = [15 - (-26)] / [90 - (-26)] = 0355$. Сравним ее с эффективностью нагрева в промежуточном режиме при $t_{H_2} = 0$ °С, $t_{K_2} = 13$ °С, $t_{w.H_2} = 55$ °С. В этом случае эффективность процесса нагревания будет равна $\theta_{B_2} = (13 - 0) / (55 - 0) = 0235$. Наибольший в этом примере расход внешней воды потребуется в первом случае.

Однако ответ сильно зависит от графика подачи теплоносителя $t_{w.H} = f(t_H)$. В пределе он может быть таким, при котором перемещение плунжера водяного регулирующего клапана в процессе работы будет минимальным. Чаще всего расчетный режим соответствует условию нагрева при расчетной температуре наружного воздуха зимой. Для второго или местного подогрева расчетный режим соответствует минимальным тепловыделениям в помещении. При переменном расходе наружного воздуха учитывают как эффективность, так и расход воздуха и по их сочетанию выбирают для данного аппарата расчетный расход воды.

2. Вопрос. В технической литературе периодически встречаем такие термины, как «запас поверхности», «запас теплопроизводительности». Правильны ли они и как нужно понимать термин «запас».

Ответ. Да, действительно, такое понятие вполне уместно, но важно, к чему его относить. В 60 – 90-е годы XX века широко использовали термин «запас поверхности», вводимый на всякую «неучтенку» - снижение графика ТЭЦ, загрязнение поверхности аппарата как снаружи, так и внутри, снижение его теплопередачи и т.п. При отсутствии циркуляционных насосов и трехходовых клапанов процессом управляли расходом воды, т.е. проходным клапаном. Излишняя поверхность и несовершенная методика расчета, когда полагали четвертую температуру ($t_{w.к}$) известной, приводили к уменьшению расхода воды, ее скорости в трубках и переохлаждению, а как следствие – замерзанию воды в трубках при $Re < 2300$ и $v < 0,1 \dots 0,2$ м/с.

Сейчас, при повсеместном управлении процессом нагревания $t_{w.см}$ и рассмотрении аппарата в единстве и взаимосвязи с обвязкой, насосом и трехходовым регулирующим клапаном **запас правильно оценивать по положению плунжера этого клапана**. Если, например, как в текущих, так и в расчетном режимах он открыт не полностью, то запас есть. В противном случае его нет. При тенденции снижения температуры воды в теплосети существующий запас уменьшается и это нужно учитывать.

3. Вопрос. Мне часто приходится подбирать и потом налаживать узлы нагревания воздуха, где установлены отечественные аппараты КВС, КВБ, КСк 3, КСк 4. Сообщите, есть ли надежные и универсальные теплотехнические характеристики воздухонагревателей этих типов, которые я могу использовать?

Ответ. Да, есть. Они получены на основе компьютерных расчетов и с учетом разного числа аппаратов, их способа установки по воздуху и обвязки по воде. Методика расчета была правильной, потому что учитывала три известных температуры (t_H , t_K , $t_{w.см}$) и разные расходы воздуха (L_H , L_{np}), разное число аппаратов разных номеров и неизвестную конечную температуру воды ($t_{w.к}$). На основе этого результаты были обобщены в виде предельно простых графиков, как для отдельных аппаратов, так и для их группы от 2 до 6. Всего имеется четыре графика для каждого из вышеупомянутых нагревателей. Вы можете познакомиться с ними и использовать в работе если воспользуетесь книгой «ПАС»* п. 5.11 и 5.18 (рис. 5.28 с. 337, рис. 5.44 – 5.46 с. 366 – 368 т. I). Как пример таких зависимостей, привожу такую сводную номограмму (рис. 1) для разных комбинаций воздухонагревателей КСк3 №6 – 12. Точка (•) в поле графика

* «ПАС» - здесь и далее аббревиатура трехтомника: А.Г. Сотников. Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции. /Теория, техника и проектирование на рубеже столетий. СПб.: АТ-Publishing. Т. I, 2005. – 504 с. Т. II, ч. 1, 2006. – 420 с. Т. II, ч. 2, 2007. – 512 с. Информация на сайте: www.proptimum.ru.

означает отдельный аппарат, а их сочетания – общее число аппаратов, способ установки по воздуху при условии, что аппараты одного ряда по воде соединены последовательно, а разные ряды – параллельно. Номограммы точны при скорости воды в трубках $v=0,8...1,2$ м/с, при меньшей скорости $v=0,5...0,8$ м/с теплоотдача аппарата и эффективность θ_B несколько снижается, но незначительно. Оценивая эту номограмму, укажем, что, например, при расходе воздуха $L=10000$ м³/ч при разных аппаратах, их числе и поверхности нагрева можно обеспечить разную эффективность нагревания от $\theta_B=0,20$ (КСк №6, 1 шт.) до $\theta_B=0,60$ (КСк №9, 2x2=4 шт.).

Методика использования подобных номограмм очень проста. Задавшись типом аппарата, его номером, числом таких аппаратов и их размещением в воздухонагревателе, а также расходом воздуха по номограмме определяют эффективность процесса θ_B . После этого по известным температурам t_H , t_K нагреваемого воздуха вычисляют требуемую температуру теплоносителя-воды на входе в воздухонагреватель и оценивают возможность ее получения.