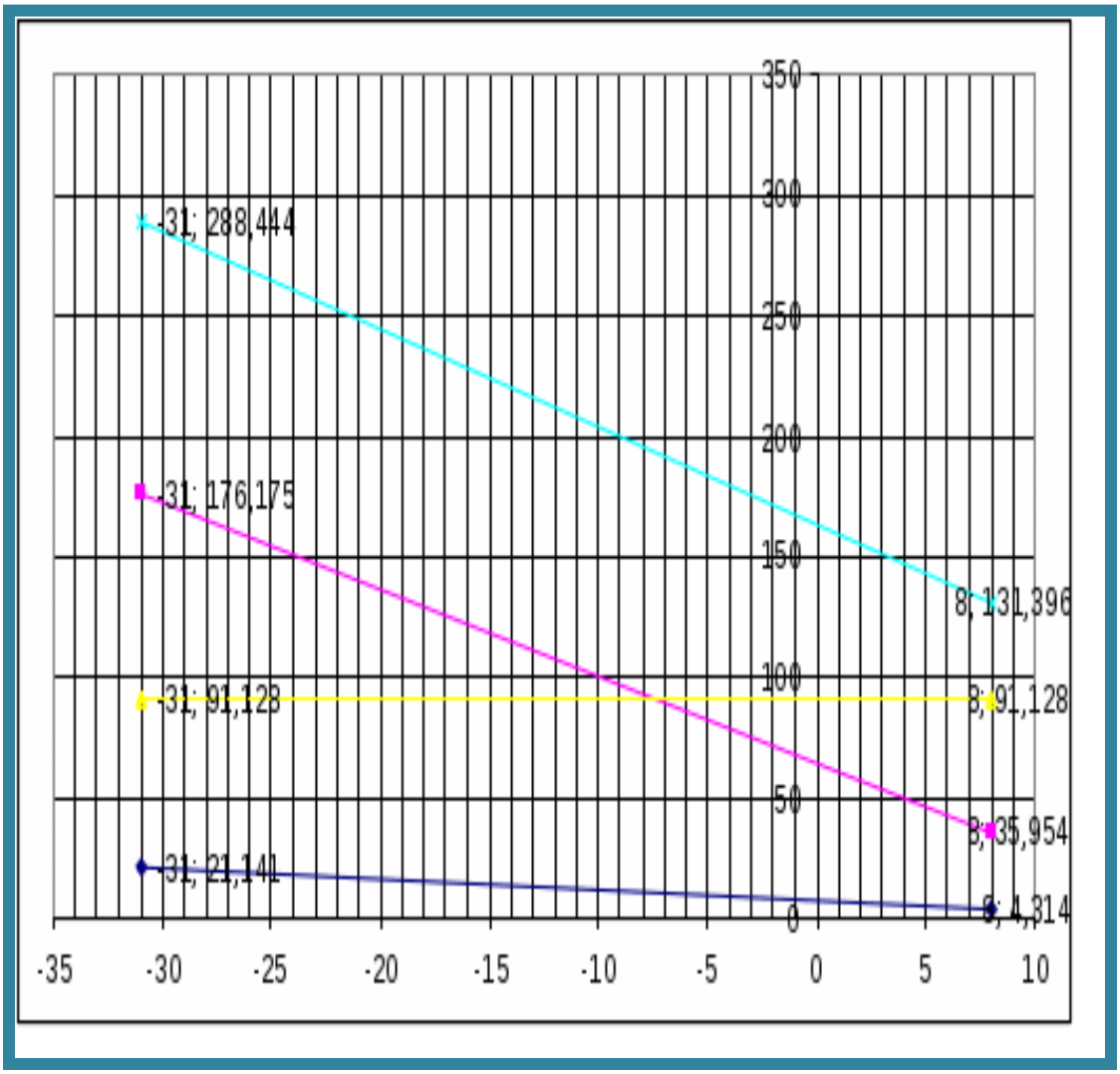
Методическое пособие

Испытание теплообменных установок на тепловую производительность (определение фактической суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и кондиционирование)



Москва
2015

Содержание.

1	Вводная часть	2
2	Методика проведения испытаний по определению фактической суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию, кондиционирование	4
2.1	Подготовительные мероприятия	4
2.2	Испытание по определению фактической суммарной тепловой нагрузки систем отопления, вентиляции и кондиционирования	6
2.3	Наладка теплообменников	11
3	Приборы и средства измерений	12
4	Приложения	13
4.1	Форма протокола испытаний по определению фактической суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и кондиционирование	13
4.2	Форма паспорта систем отопления, вентиляции и кондиционирования	14
5	Библиография	17

1. Вводная часть.

Указанные в методическом пособии испытания предназначены для оценки технического состояния систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Данные испытания необходимы:

- для получения разрешения на ввод систем отопления, вентиляции, кондиционирования в эксплуатацию;

- при периодических проверках соответствующими органами технического контроля;

- после производства ремонтно-восстановительных работ инженерных систем;

- после реконструкции инженерных систем.

Целью данных испытаний является определение фактической суммарной тепловой нагрузки на предмет её соответствия расчетным значениям.

Перечень показателей, контролируемых при испытаниях по определению суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию, кондиционирование, представлены в табл. 1.

Таблица 1.

№ п/п	Параметр	Методика контроля параметра	Допустимое значение
1	Технические характеристики теплообменника	Сравнение	Данные паспортов
2	Фактическую потерю давления проходу воздуха, Па	Количе-ая оценка	-//-
3	Фактический расход воздуха, проходящий через теплообменник, $м^3/ч$	-//-	-//-

4	Фактическую температуру воздуха до теплообменника, °С	-//-	-//-
5	Фактическую температуру воздуха после теплообменника, °С	-//-	-//-
6	Фактическую температуру воды поступающую в теплообменник, °С	-//-	-//-
7	Фактическую температуру воды выходящую из теплообменника, °С	-//-	-//-
8*	Фактическую потерю давления проходу воды, кгс/см²	-//-	-//-
9*	Фактический коэффициент теплоотдачи, Ккал/(м²×ч×°С)	-//-	-//-
10	Фактическую теплоотдачу, Ккал/ч	-//-	-//-

При установлении требуемой теплоотдачи теплообменника величины, указанные в пунктах 8*, 9* не определяют.

Периодические испытания проводят не реже 1 раза в 2 года (ПТЭТЭ, п.9.4.14) для проверки эффективности работы установок и соответствия их паспортным и проектным данным.

2. Методика проведения испытаний по определению фактической суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию, кондиционирование.

2.1 Подготовительные мероприятия.

Перед испытаниями проводят комплекс профилактических мероприятий:

- очищают поверхность нагрева теплообменников от загрязнений и пылевых отложений, правят при наличии повреждений элементы оребрения и добиваются, чтобы количество воздуха и воды, проходящие через теплообменник, были близки к проектным значениям;

- плотно закрывают обводной канал;

- открывают запорно-регулирующую арматуру на трубопроводах теплоносителя;

- испытание производят при проектных параметрах воздуха и теплоносителя, при которых температура прямой и обратной воды при температуре наружного воздуха в период испытания соответствовала бы расчетному температурному режиму;

- при избытке воздуха уменьшение его расхода достигается уменьшением частоты вращения, либо дросселированием магистрального участка воздуховода;
  при недостатке воздуха увеличивают частоту вращения, или отсоединяют часть воздуховодов;

- регулировку количества воды осуществляют вентилем, установленным на подающей линии к теплообменнику;
  при недостаточном количестве воды на время испытания отключают соседние потребители тепла.

- Примечание.
  Штуцера для измерения давления (температуры) устанавливают на участке трубопровода между теплообменником и запорно-регулирующей арматурой.

Испытание по определению фактической суммарной тепловой нагрузки систем отопления, вентиляции и кондиционирования, осуществляют при установившимися состояниями температур воды и воздуха после теплообменников, что характеризуется постоянством температур в течение 15-30 мин до начала испытания, а также в процессе его проведения.

2.2 Испытание по определению фактической суммарной тепловой нагрузки систем отопления, вентиляции и кондиционирования:

- определяют техническую характеристику теплообменника (если теплообменник не имеет заводской бирки с указанием модели и номера, то его обмеряют и результаты обмера сопоставляют с каталожными данными), учитывая конструктивные особенности – размер, форму и расположение трубок);

- определяют потерю давления проходу воздуха;

- определяют расход воздуха, проходящего через теплообменник;

- определяют температуру воздуха, поступающего и выходящего из теплообменника;

- определяют температуру воды, поступающей и выходящей из теплообменника;

* - определяют потерю давления проходу воды;

- определяют фактическую теплоотдачу теплообменника и приводят её значение к условиям расчетной наружной температуры;

*- определяют коэффициент теплоотдачи.

- При установлении требуемой теплоотдачи теплообменника величины, помеченные «*» не определяют.

Температура воздуха до теплообменника t_1, °С при непосредственном заборе наружного воздуха принимается равной температуре наружного воздуха.

При рециркуляции t_1 определяют:

$$t_1=(L_н \times t_н+L_р \times t_р) / (L_н+L_р) \text{ ; °C,}$$

где: $L_н$, $t_н$ – расход и температура воздуха (наружного), входящего в теплообменник; м^3/ч, °С,
$L_р$, $t_р$ – расход и температура воздуха (рециркуляционного), входящего в теплообменник; м^3/ч, °С.

*температуру воздуха после теплообменника измеряют у всасывающего или вблизи выхлопного отверстия вентилятора.

Фактическая теплоотдача теплообменника определяется:

$$Q_ф=L \times \rho \times c \times (t_2 - t_1); \text{ Ккал/ч,}$$

где: L – расход воздуха; м^3/ч,
ρ – плотность воздуха; кг/м^3,
с – теплоемкость воздуха; ккал/кг×°С,
t_1 , t_2 - температура воздуха до и после теплообменника; °С.

Если при испытании теплообменника температура теплоносителя соответствует расчетной, а температура воздуха t_1 до теплообменника отличается от расчетной, то теплоотдачу теплообменника $Q_р$ при неизменном расходе воздуха L и расчетном значении температуры наружного воздуха $t_1^р$ определяют:

$$Q_р= Q_ф \times (t^р_{1в} + t^р_{2в} - 2t_1^р) / (t_{1в} + t_{2в} - 2t_1); \text{ Ккал/ч,}$$

где: $t^р_{1в}$, $t^р_{2в}$ - расчетная температура прямой и обратной воды; °С,
$t_1^р$ - расчетная температура воздуха до теплообменника; °С,
$t_{1в}$, $t_{2в}$ – фактическая температура прямой и обратной воды;°С.

При существенном несоответствии теплопроизводительности (отклонение более 10%) проектным данным, определяют фактическое значение коэффициента теплопередачи $k_ф$ и сопоставляют с каталожными данными:

$$k_ф=2Q_ф / F(t^{ф}_{1в} + t^{ф}_{2в} - t_2^{ф} - t_1^{ф}); \text{ ККал/(ч×м}^2\text{×°C)},$$

где: F – площадь поверхности нагрева теплообменника, м^2.
$t^{ф}_{1в}$, $t^{ф}_{2в}$ – фактическая температура прямой и обратной воды; °C,
$t_1^{ф}$, $t_2^{ф}$ - фактическая температура воздуха до и после теплообменника; °C.

Каталожный коэффициент теплопередачи k, определяют по каталогу или по расчетным формулам для данного типа теплообменника с учетом весовой скорости $\upsilon\times\rho$ и скорости воды в трубках ω:

$$\upsilon \times\rho= G / 3600\times f = L\times \rho/3600\times f; \text{ кг/м}^2\text{×с},$$

$$\omega = Q_{ф/р} / 3600\times1000\times f_{тр}\times(t_{1в}-t_{2в}); \text{ м/с},$$

где: G – количество воздуха; кг/ч,
f – площадь живого сечения для прохода воздуха, определяемая по каталогу, зная модель и номер теплообменника; м^2,
$f_{тр}$ – площадь живого сечения трубок теплообменника по воде; м^2.

Соответствие фактического и каталожного значения коэффициента теплопередачи оценивают в процентном соотношении:

$(k_ф/k)\times100\%$ (отклонение не более 10%).

Основная причина расхождения коэффициента теплопередачи - образование отложений в трубках теплообменника (определяют по сопротивлению прохода воды, либо снимают коллекторную крышку теплообменника и осматривают трубки внутри).

Обнаруженные отложения удаляют, если это оправдывается степенью амортизации теплообменника, в противном случае его заменяют новым.

Теплообменник не требует наладки, если его температура при $t_{2в}$, соответствует температурному графику теплосети, во всех расчетных режимах отвечает требуемой, а скорость движения воды в трубках теплообменника, определенная по формуле, не менее значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2. Рекомендуемая минимальная скорость движения воды в трубках теплообменника, м/с

Направление движения теплоносителя	При температуре теплоносителя, °С		
	150	130	95
Сверху вниз…	0,02	0,02	0,03
Снизу вверх…	0,45	0,4	0,3

Если скорость воды в трубках ниже рекомендуемых, то меняют схему обвязки или реконструируют теплообменник.

Если теплоотдача теплообменника выше требуемой, то её можно снизить, уменьшив расход воды, проходящей через теплообменник, или перепустив часть воздуха по обводному каналу, или отключив часть поверхности нагрева.

Способ уменьшения теплоотдачи теплообменника выбирают с учетом сохранения скоростей воды в трубках, не менее указанных ниже, и температуры обратной воды, не превышающих заданных графиком регулирования.

При снижении теплоотдачи сокращением расхода воды, требуемый расход обеспечивают наладкой внутренней системы теплоснабжения.

Рекомендуемые оптимальные скорости потока теплоносителя:

- для стальных труб оптимальный диапазон 0,3-0,5 м/с;
- для медных и полимерных труб оптимальный диапазон 0,3-0,7 м/с.

- Скорость потока теплоносителя зависит от коэффициента шероховатости внутренней поверхности трубопровода.

- Примечание:

- при меньших скоростях движения теплоносителя начинается процесс выделения избыточного воздуха содержащего в теплоносителе, что может привести к образованию воздушных пробок и как следствие отказ работы системы отопления.
- соблюдение верхнего порога скорости потока теплоносителя позволяет избежать гидравлических шумов и экономии расхода тепловой энергии.

Рекомендуемые оптимальные скорости воздуха, проходящего через теплообменник:

- при нагревании оптимальный диапазон 2,7 - 3,3 м/с;
- при охлаждении оптимальный диапазон 2,5 – 3 м/с.

2.3 Наладка теплообменников.

Недостаточную теплоотдачу теплообменника повышают:

- изменением расчетного графика температуры воды;

- увеличением числа ходов воды в теплообменнике;

- изменением схемы обвязки теплообменника с параллельной на последовательную по воде;

- увеличением поверхности нагрева теплообменника;

- обеспечением нормируемых параметров воды;

- температура приточного воздуха может быть повышена применением частичной рециркуляции воздуха (если это не противоречит санитарным нормам).

3. Приборы и средства измерений.

3.1 Расход поступающего воздуха, скорость воздуха измеряется анемометрами класса точности не ниже 1,0.
Например: анемометр Омега HH-30A, Testo-417;
термоанемометр Testo-416.

3.2 Температура поступающего воздуха измеряется термометрами класса точности не ниже 1,0.
Например: Testo 0560 1110, Testo 0560 1111.

3.3 Перепад давления в теплообменниках измеряется дифференциальным манометром класса точности не ниже 1,0.
Например: ДМЦ-01М; Testo-512.

3.4 Все измерительные приборы и средства измерений (дифференциальные манометры, анемометры, термоанемометры), применяемые при испытаниях, должны быть зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и иметь свидетельства о Государственной поверке.

3.5 Дифференциальные манометры должны быть укомплектованы двумя шлангами. Внутреннее сечение шланга подбирается по внешнему диаметру приемника давления прибора.

4. Приложения.

4.1 Форма протокола испытаний по определению фактической суммарной тепловой нагрузки на отопление, вентиляцию и кондиционирование.

_____

(наименование ведомства, наладочной организации)

Протокол
периодических испытаний теплообменников

дата.

1. Объек/зона _____
2. Наименование систем/оборудования_____
3. Наименование испытательной организации_____
4. Цель испытаний_____
5. Метод испытаний_____
6. Приборы и средства измерений_____
7. Процедура испытаний_____
8. Результаты испытаний_____

8.1 Перечень показателей, подлежащих оценке, и результаты оценки (таблица 1).

Таблица 1

№ п/п	Наименование системы	Теплоотдача (проектная), Ккал/час	Теплоотдача (фактическая), Ккал/час
Итого:			

9. Выводы_____
_____
_____
_____
_____

10. Испытания провел:_____/подпись/
должность, фамилия, имя, отчество

4.2 Форма паспорта системы приточной вентиляции.

_____

(наименование ведомства, наладочной организации)

ПАСПОРТ
вентиляционной системы

дата.

Объект: _____

_____

Зона (цех) _____

_____

А. Общие сведения

1. Назначение системы _____

_____

2. Местонахождение оборудования системы _____

_____

Б. Основные технические характеристики оборудования системы

1. Вентилятор

Данные	Тип	№	Диаметр колеса $D_{ном}$, мм	Расход, $м^3/ч$	Полное давление, Па	Диаметр шкива, мм	Частота вращения, об/мин
По проекту							
Фактически							

Примечание. _____

_____

2. Электродвигатель

Данные	Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Диаметр шкива, мм	Вид передачи
По проекту					
Фактически					

Примечание. _____

_____

3.Воздухонагреватели, воздухоохладители, в том числе зональные, рекуператоры

Данные	Тип или модель	Кол-во, шт.	Схема		Вид и параметры теплохладо-носителя	Параметры воздуха	Сопроти-вление по воздуху, Па	Тепло-холодо-произво-дитель-ность, кВт
			обвязки по теплохладо-носителю	располо-жения по воздуху				
По проекту								
Фактически								
По проекту								
Фактически								

Примечания_*выполняется монтажной организацией

4. Пылегазоулавливающее устройство

Данные	Наименование	N	Кол-во, шт	Расход воздуха, $м^3$/час	% подсоса (выбив)	Сопротивление, Па
По проекту						
Фактически						

Примечания_

5. Увлажнитель воздуха.

Данные	Насос				Электродвигатель			Характе-ка увлажни-ля
	ти п	расход воды, $м^3$/час	давление перед форсунками, кПа	частота вращения, об/мин	тип	мощ-ность, кВт	частота вращения, об/мин	
По проекту								
Фактически								

Примечания_

В. Расход воздуха по обслуживаемым помещениям (по сети) .

№ Мерного сечения	Наименование помещений	Расход воздуха в $м^3$/час		Невязка, % отклонения от показателей	Примечание
		Проектное	Фактическое		

Заключение по системе:

_____

_____

Представитель заказчика _____/_____/

(подпись, инициалы, фамилия)

Представитель проектной организации _____/_____/

(подпись, инициалы, фамилия)

Представитель монтажной организации _____/_____/

(подпись, инициалы, фамилия)

Представитель испытательной организации__ _____/_____/

(подпись, инициалы, фамилия)

5. Библиография.

5.1	СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения.
5.2	ГОСТ 12.3.018-79 ССБТ. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.
5.3	РД 12-08-2008 Порядок организации работ по выдаче разрешений на допуск в эксплуатацию энергоустановок.
5.4	РД 34.21.527-95 Типовая инструкция по эксплуатации систем отопления и вентиляции тепловых электростанций.
5.5	ПТЭТЭ 02.04.03 Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок.
5.6	Справочник по специальным работам. Наладка, регулировка и эксплуатация систем промышленной вентиляции. Автор: Эрлихман С.Я.
5.7	Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Автор: Журавлев Б.А. и другие.