

О сходимости результатов испытаний отопительных приборов по ГОСТ 53583-2009 в различных условиях

М. Тимофеев, заместитель технического директора, начальник испытательной лаборатории «Данфосс»
Ф. Шаповалов, инженер-испытатель «Данфосс»

В настоящее время испытаниями отопительных приборов занимается большое количество лабораторий. При этом возникает вопрос о сопоставимости результатов межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ).

Например, в EN 442-2 «Радиаторы и конвекторы. Часть 2. Методы испытаний и оценка» принято, что величина номинального теплового потока одного и того же отопительного прибора при испытаниях в различных лабораториях не должна отличаться более чем на 1%. Однако первые результаты таких испытаний в России показывают существенные различия. Их причины, на наш взгляд, заключаются в недостатках методики проведения испытаний. Помимо однозначно определенных в ГОСТ 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний» условий¹ существуют и такие, которые предлагаются в качестве вариантов на усмотрение испытателя.

1. Стена испытательной камеры, у которой расположен испытываемый отопительный прибор, должна быть отключена от системы охлаждения, а панели охлаждения стены опорожнены. Как вариант,

допускается охлаждать эту стену в случае, если участок стены за радиатором утеплен по всей длине стены на высоту $1 \pm 0,05$ м.

В испытательной камере необходимо поддерживать заданную температуру. В таком случае изменение режима охлаждения одной стены приведет к изменению температур других стен. Это может отразиться на результатах испытаний.

2. В качестве расчетной температуры воздуха в испытательной камере следует принимать среднюю по результатам измерений в двух точках на центральной вертикальной оси камеры на расстоянии 0,05 м ($T_{0,05}$) и 1,5 м ($T_{1,5}$) от пола. В то же время, как вариант, в качестве расчетной допускается принимать температуру воздуха в точке на расстоянии 0,75 м ($T_{0,75}$) от пола на той же вертикальной оси. Таким образом, предполагается, что температуры воздуха в камере, определенные как средняя по измерениям на высотах 0,05, 0,75 и 1,5 м от пола, должны совпадать.

Требования к соблюдению равномерности распределения температур воздуха по высоте камеры

¹ ГОСТ 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний» заданы условия по определению основной характеристики отопительного прибора – номинального теплового потока.

отсутствуют. Можно предположить, что такая неравномерность существует. В таком случае возникает вопрос о выборе точки замера температуры с целью определения температурного напора. Использование в различных лабораториях разных точек определения расчетной температуры воздуха может приводить к несовпадению результатов определения тепловых потоков одного и того же отопительного прибора.

3. Испытания необходимо проводить без охлаждения пола и стены испытательной камеры, противоположной отопительному прибору.

Согласно требованию ГОСТ испытательная камера должна располагаться в отапливаемом помещении. Но несмотря на теплоизоляцию стен камеры, окружающий воздух снаружи оказывает влияние на температуры неохлаждаемых стен. Например, камера может быть расположена в производственном помещении, где минимальная температура воздуха должна быть не менее 10 °С. Максимальная температура воздуха может превышать температуру воздуха вне помещения из-за нагрева солнцем или тепловыделения от оборудования. Следует также учитывать и движение воздуха, которое интенсифицирует теплообмен со стенами испытательной камеры.

Таким образом, система охлаждения камеры за счет изменения температур стен должна компенсировать влияние окружающих условий, что, в свою очередь, может влиять на результаты испытаний.

Чтобы определить влияние перечисленных выше условий на результаты испытаний, в лаборатории «Данфосс» были проведены исследования в соответствии с требованиями ГОСТ 53583-2009.

Метод испытаний – электрический, средства измерений (термометры, расходомер, ваттметр) имеют поверочные сертификаты. Питание от стабилизированного источника. Все стены испытательной камеры охлаждались независимо друг от друга, что позволило поддерживать требуемые расходы и температуры охлаждающей жидкости в них. Температуры стен определялись по средним температурам охлаждающей жидкости при помощи погружных термометров. Температуры воздуха в испытательной камере определялись по трем термометрам, установленным на различных расстояниях от пола ($T_{0,05}$, $T_{0,75}$, $T_{1,5}$), расчетная температура воздуха принималась по показаниям термометра $T_{0,75}$. Учтена поправка на атмосферное давление. Температура воздуха в помещении, где установлена испытательная камера, поддерживалась на уровне 22 ± 1 °С.

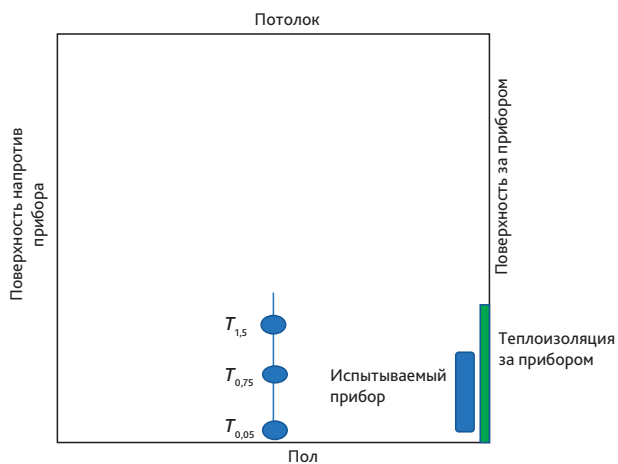


Рис. 1. Схема испытательной камеры

Исследования проведены на отопительных приборах различных типов с различными долями теплоотдачи излучением:

- стальной штампованный радиатор тип 10 ($S=0,45$);
- биметаллический секционный радиатор ($S=0,27$);
- медно-алюминиевый напольный конвектор ($S=0,05$).

Исследованы четыре варианта охлаждения стен.

Вариант 1: охлаждались потолок, боковые стены, поверхность за прибором. Поверхность за прибором утеплена на всю длину стены на высоту 1,0 м.

Вариант 2: охлаждались потолок, боковые стены. Поверхность за прибором не охлаждалась, но утепление как в варианте 1 сохранено.

Варианты 1 и 2 рассмотрены с целью определения влияния режима охлаждения стены за испытываемым прибором на тепловой поток.

Вариант 3: охлаждались потолок, боковые стены, поверхность за прибором. Поверхность за прибором охлаждалась и утеплена на всю длину стены на высоту 1,0 м. Кроме этого, температуры пола и поверхности напротив прибора поддерживались на уровне 25 °С.

Вариант 4: охлаждались потолок, боковые стены, поверхность за прибором. Поверхность за прибором охлаждалась и утеплена на всю длину стены на высоту 1,0 м. Кроме этого, температуры пола и поверхности напротив прибора поддерживались на уровне 18 °С.

Варианты 3 и 4 исследованы с целью определения влияния температур пола и стены напротив отопительного прибора на тепловой поток.

Схема испытательной камеры представлена на рис. 1.

Таблица 1 Разность между средней температурой воздуха в испытательной камере, определенной по температурам $T_{0,05}$ и $T_{1,5}$, и температурой $T_{0,75}$ и ее влияние на тепловой поток

Исследуемый прибор	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Панельный радиатор				
Разность температур, °C	+0,32	-0,22	+0,40	-0,14
Влияние на тепловой поток, %	+0,4	-0,3	+0,6	-0,2
Биметаллический радиатор				
Разность температур, °C	+0,08	-0,04	+0,34	-0,17
Влияние на тепловой поток, %	+0,1	-0,1	+0,5	-0,2
Конвектор				
Разность температур, °C	-0,05	-0,04	+0,25	-0,29
Влияние на тепловой поток, %	-0,1	-0,1	+0,4	-0,4

Определение влияния точки замера температуры воздуха в испытательной камере

В ходе этого исследования сравнивались варианты определения расчетных температур воздуха в испытательной камере, измеренных на расстоянии 0,75 м от пола, и средней, определенной как полусумма температур, измеренных на расстояниях 0,05 и 1,5 м от пола.

Результаты сравнения указанных температур и их влияние на тепловой поток при температурном напоре 70°C представлены в табл. 1.

Известно, что величина теплового потока пропорциональна температурному напору, который определяется исходя из температуры воздуха в камере и средней температуры теплоносителя в отопительном приборе.

Как видно из представленных данных, для варианта 1, например в случае панельного радиатора, расхождение в определении расчетной температуры воздуха составляет 0,32°C, что приводит к разнице при определении теплового потока в 0,4%. Для варианта 3 расхождение составляет 0,6%. При стремлении к сходимости результатов МСИ в 1% это довольно существенные значения.

В связи с этим важно, чтобы точка замера расчетной температуры воздуха была определена в ГОСТ однозначно для всех испытателей.

Исследование влияния вариантов охлаждения стен испытательной камеры на тепловой поток испытываемого отопительного прибора

В табл. 2 представлены величины отклонений средних температур стен в вариантах 2, 3 и 4 в сравнении с вариантом 1 при температурном напоре 70°C как наиболее применяемом в практике проведения испытаний.

В варианте 2 наблюдается снижение температур охлаждаемых стен по причине уменьшения суммарной поверхности охлаждения стен испытательной камеры. Также следует отметить влияние температур пола и противоположной стены на температуры охлаждаемых стен – при повышении температур пола и противоположной стены происходит уменьшение температур других стен, при понижении – повышение. Это также объясняется условием поддержания требуемой температуры воздуха в испытательной камере.

Таблица 2 Отклонения средних температур охлаждаемых стен

Стена	Значения отклонений средних температур стен относительно варианта 1, °C		
	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Панельный радиатор			
Потолок	-0,4	-1,5	+2,5
Слева от прибора	-1,2	-1,2	+2,5
Справа от прибора	-1,2	-1,1	+2,5
Биметаллический радиатор			
Потолок	+0,3	-1,1	+0,3
Слева от прибора	-0,8	-1,1	+2,4
Справа от прибора	-0,8	-1,1	+2,2
Конвектор			
Потолок	0,0	-2,6	+2,4
Слева от прибора	-1,0	-2,1	+1,4
Справа от прибора	-1,0	-2,1	+1,4

Таблица 3

Значения тепловых потоков для панельного радиатора

Температурный напор, °С	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Тепловой поток, Вт				
30	337,4	336,3	343,8	330,9
50	651,9	651,9	662,6	642,3
70	1006,1	1008,0	1020,6	994,3
Сравнение с вариантом 1, %				
30	–	–0,3	+1,9	–1,9
50	–	–0,0	+1,6	–1,5
70	–	+0,2	+1,4	–1,2

Таблица 4

Значения тепловых потоков для биметаллического радиатора

Температурный напор, °С	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Тепловой поток, Вт				
30	390,9	377,1	378,0	378,1
50	731,0	726,5	723,3	723,5
70	1104,0	1116,6	1109,1	1109,4
Сравнение с вариантом 1, %				
30	–	–3,5	–3,3	–3,3
50	–	–0,7	–1,1	–1,0
70	–	+1,2	+0,5	+0,5

Таблица 5

Значения тепловых потоков для конвектора

Температурный напор, °С	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Тепловой поток, Вт				
30	298,1	295,6	300,3	299,3
50	618,6	618,5	617,0	622,8
70	1000,6	1005,9	991,3	1009,3
Сравнение с вариантом 1, %				
30	–	–0,8	+0,8	+0,4
50	–	0,0	–0,3	+0,7
70	–	+0,5	–0,9	+0,9

Ниже рассмотрено влияние режимов охлаждения стен на величины теплового потока отопительного прибора.

Значения тепловых потоков, приведенные к напорам 30, 50, 70 °С, представлены в табл. 3–5. За основу в сравнении взят вариант 1.

Номинальный тепловой поток в варианте 2 по сравнению с вариантом 1 для исследованных приборов увеличился в пределах 0,2–1,2%. В вариантах 3 и 4 изменение номинального теплового потока составило 0,5–1,4%.

Указанные величины расхождений результатов определения номинального теплового потока не позволяют добиться сходимости результатов МСИ в 1%.

Заключение

В последние годы ведется работа по совершенствованию нормативной базы в области отопительных приборов. Результаты исследований,

приведенные выше, могут также внести вклад в этот процесс. В целях снижения уровня расхождения результатов испытания одного и того же отопительного прибора в различных испытательных центрах считаем актуальным в новой редакции ГОСТ 53583-2009 принять следующие условия:

- проводить испытания отопительных приборов с охлаждением стены камеры за отопительным прибором с сохранением утепления за прибором;
- принять точку замера расчетной температуры воздуха в испытательной камере на высоте 0,75 м от пола по вертикальной оси камеры в качестве однозначного требования ГОСТ;
- исключить влияние температур пола и стены напротив прибора. Это возможно осуществить либо ограничением диапазона изменения температур воздуха в помещении, где установлена испытательная камера, либо путем поддержания требуемой стабильной температуры соответствующих поверхностей камеры.