

Исследование изменений теплового потока секционного радиатора при различных схемах подключения.

При проведении ремонта внутридомовой системы отопления или жильцами самостоятельно, имеет место замена отопительных конвекторов на радиаторы отопления различных типов.

Для конвекторов теплоотдача не зависит от схемы подключения движения теплоносителя: сверху- вниз или снизу-вверх. Для радиаторов подключение по схеме снизу-вверх может привести к существенному - до 50% снижению теплоотдачи.

При этом в некоторых паспортах на радиаторы и руководствах по применению, при указании возможных схем монтажа, присутствуют схемы подключения с подачей теплоносителя снизу вверх, подобно схемам подключения конвекторов, без указания существенного снижения тепловой мощности, указанной в паспорте, что вводит в заблуждение потребителей и приводит к дополнительным материальным затратам на переделку подводок.

Цель работы - определение теплоотдачи радиаторов отопления в зависимости от схемы подключения и количества секций.

Исследования проводились на типовых представителях биметаллических радиаторов:

Образец 1: Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 12 -секций. Длина радиатора 960 мм.

Образец 2: Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 6-секций. Длина радиатора 480 мм.

Высота секции 570 мм. Межосевое расстояние 500 мм. Длина секции 80 мм; глубина секции 95 мм. Количество ребер на секции: 6.

Номинальный тепловой поток на секцию, при определении на 6-ти секционном радиаторе по ГОСТ Р 53583-2009, - 185 Вт.

Определение теплового потока (теплоотдача) проводилось в изотермической камере стенда для определения теплоотдачи отопительных приборов испытательной лаборатории АО «САНТЕХПРОМ». Стенд соответствует нормам ГОСТ Р 53583-2009.

Теплоотдача определялась по методике ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний» **при температурном напоре 70 и 50 °С**

- расходе воды через отопительный прибор 360, 180 и 100 кг/час;
- нормальном атмосферном давлении = 1013,3 гПа;
- движении воды в отопительном приборе по схемам:

РБС 500/95 - 12 -секций.

- а) сверху-вниз - боковое (основное) подключение - Фото 1;
- б) сверху- вниз по диагонали – Фото 2;
- в) снизу – вниз –Фото 3;
- г) снизу- вверх - по диагонали – Фото 4;
- д) снизу- вверх - боковое подключение – Фото 5.
- е) снизу- вверх - боковое подключение с удлинителем потока (УП) на выходе – Фото 6.
- ж) снизу- вверх - боковое подключение с удлинителем потока (УП) на входе – Фото 7.

РБС 500/95 - 6 -секций.

- а) сверху-вниз - боковое (основное) подключение - Фото 8;
 - б) снизу- вверх - боковое подключение – Фото 9.
 - в) снизу- вверх - боковое подключение с удлинителем потока (УП) на выходе – Фото 10.
- УП – металлопластиковая трубка вставлена плотно в радиаторную пробку. Фото А.

На всех режимах проводилась Тепловизионная съемка.

С целью упрощения монтажа и прокачки радиатора при переходе с режима на режим радиатор первоначально был собран с запорно - присоединительной арматурой по всем стыковым узлам.

Результаты определения теплового потока (теплоотдачи):**I. Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 12 –секций****1. Подключение сверху - вниз боковое (основное).**

Фото 1. Подключение сверху - вниз боковое (основное).

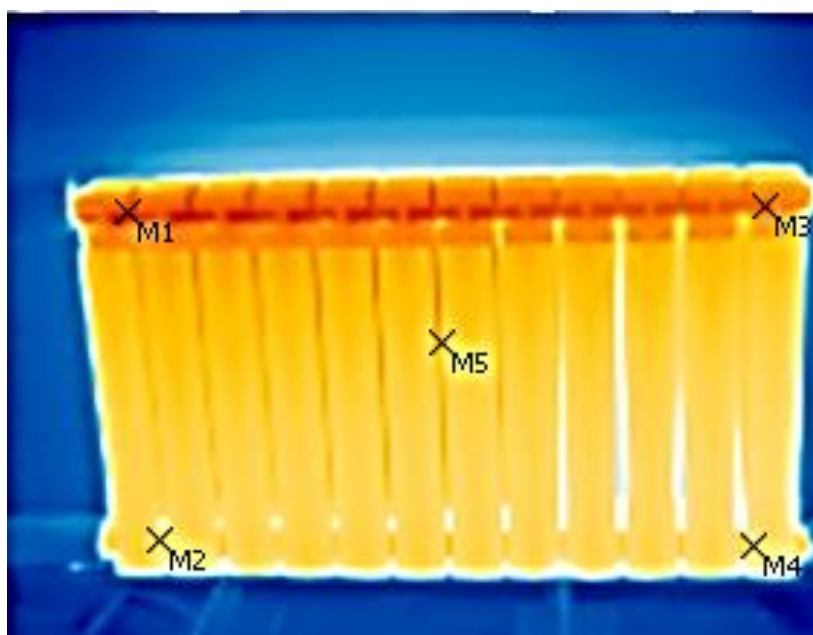
Результат определения теплоотдачи:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2125$ Вт

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1375$ Вт $n = 1,294$

ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 1368$ Вт $m = 0,01$

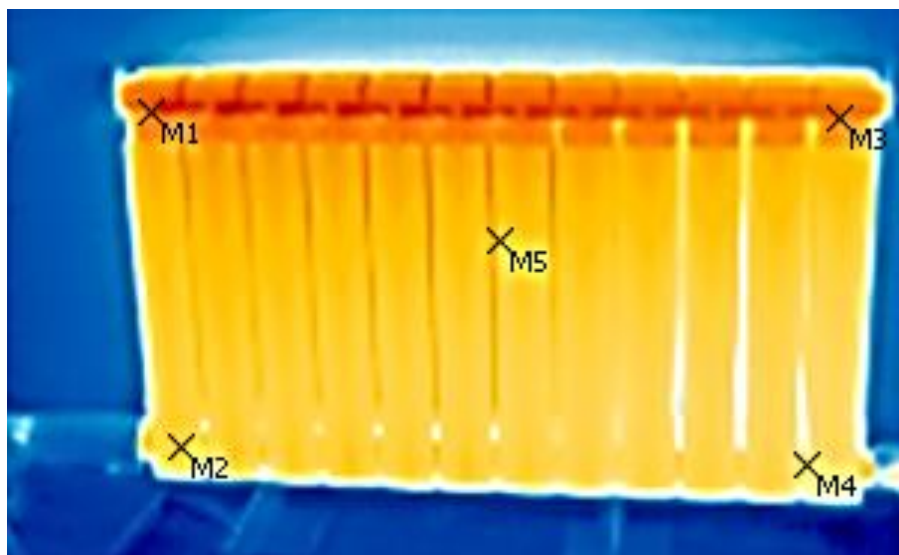
ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1357$ Вт



	№:	Темп. [°C]
	M1	92,7
	M2	68,1
	M3	88,7
	M4	65,1
	M5	71,5

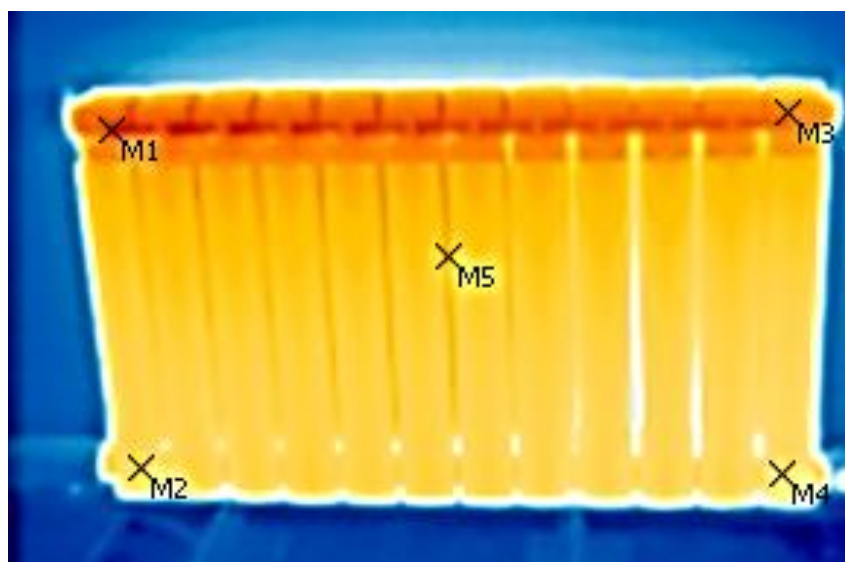
Термограмма 1.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2125$ Вт

Прогрев равномерный. Вход M1- выход M2. Снижение в M4.



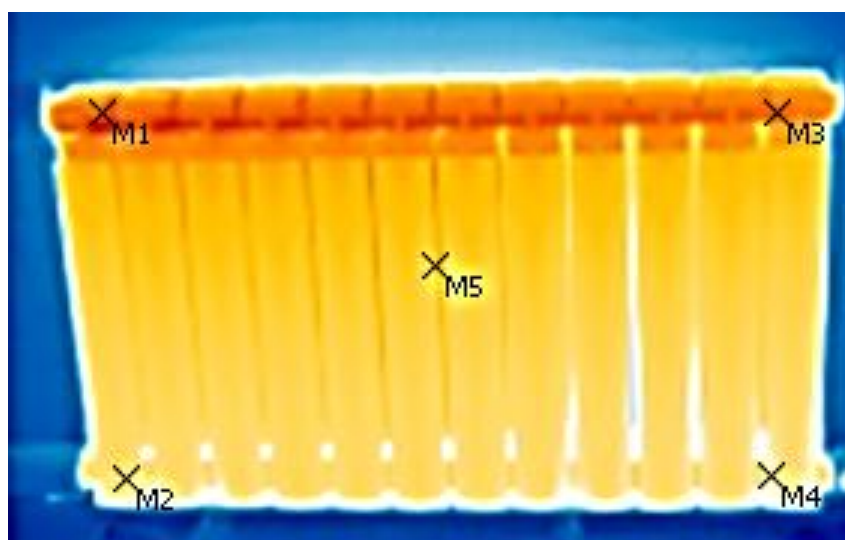
	№:	Темп. [°C]
	M1	68,2
	M2	55,5
	M3	66,8
	M4	51,5
	M5	55,5

Термограмма 1.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1375$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M1 - выход M2. Снижение в M4.



	№:	Темп. [°C]
	M1	74,0
	M2	56,4
	M3	68,6
	M4	53,9
	M5	61,9

Термограмма 1.3. ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 1368$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M1 - выход M2. Снижение в M4.



	№:	Темп. [°C]
	M1	72,7
	M2	54,2
	M3	72,3
	M4	51,8
	M5	58,7

Термограмма 1.4. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1357$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M1 - выход M2. Снижение в M4.

2. Подключение сверху - вниз по диагонали



Фото 2. Подключение сверху - вниз по диагонали

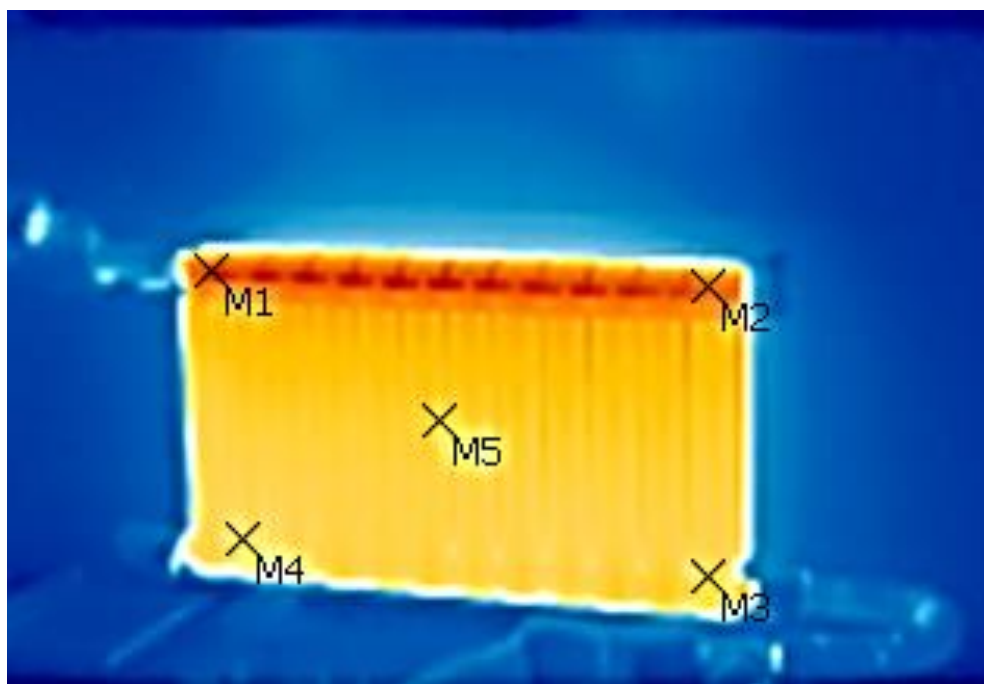
Результат определения теплоотдачи Q:

$\Delta T\ 70^{\circ}\text{C}$ расход 360 кг/час $Q = 2164\ \text{Вт}$

$\Delta T\ 50^{\circ}\text{C}$ расход 360 кг/час $Q = 1410\ \text{Вт}$ $n = 1,273$

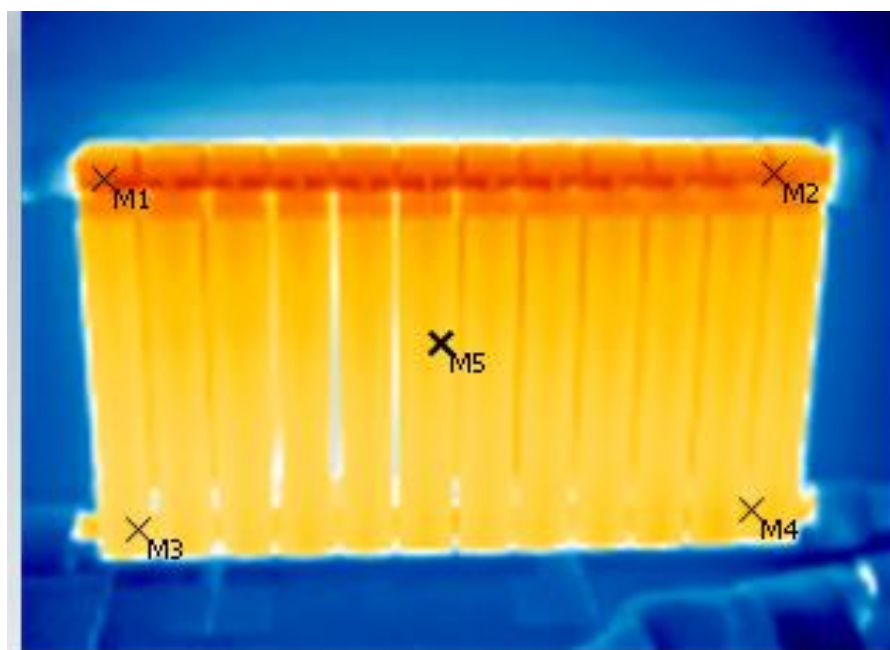
$\Delta T\ 50^{\circ}\text{C}$ расход 180 кг/час $Q = 1399\ \text{Вт}$ $m = 0,011$

$\Delta T\ 50^{\circ}\text{C}$ расход 100 кг/час $Q = 1391\ \text{Вт}$



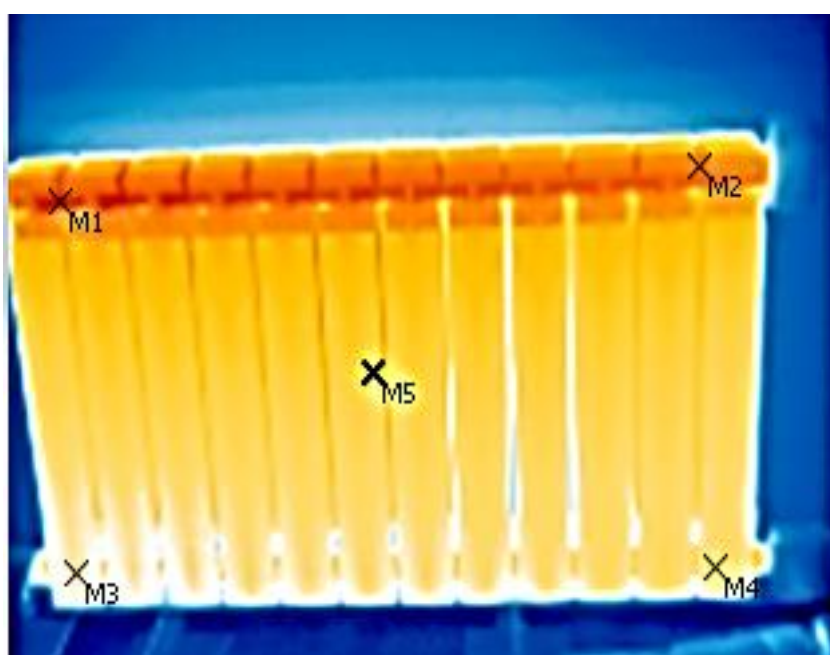
	№:	Темп. [°C]
	M1	91,6
	M2	85,5
	M3	69,9
	M4	66,1
	M5	69,6

Термограмма 2.1. $\Delta T\ 70^{\circ}\text{C}$ расход 360 кг/час $Q = 2164\ \text{Вт}$
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M3. Снижение в M4.



	№:	Темп. [°C]
	M1	70,6
	M2	70,6
	M3	53,6
	M4	55,3
▶	M5	56,4

Термограмма 2.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1410$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M4. Снижение в M3.



	№:	Темп. [°C]
	M1	75,3
	M2	70,3
	M3	51,4
	M4	53,2
▶	M5	55,8

Термограмма 2.3. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1391$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M4. Снижение прогрева в M3.

3. Подключение снизу - вниз.



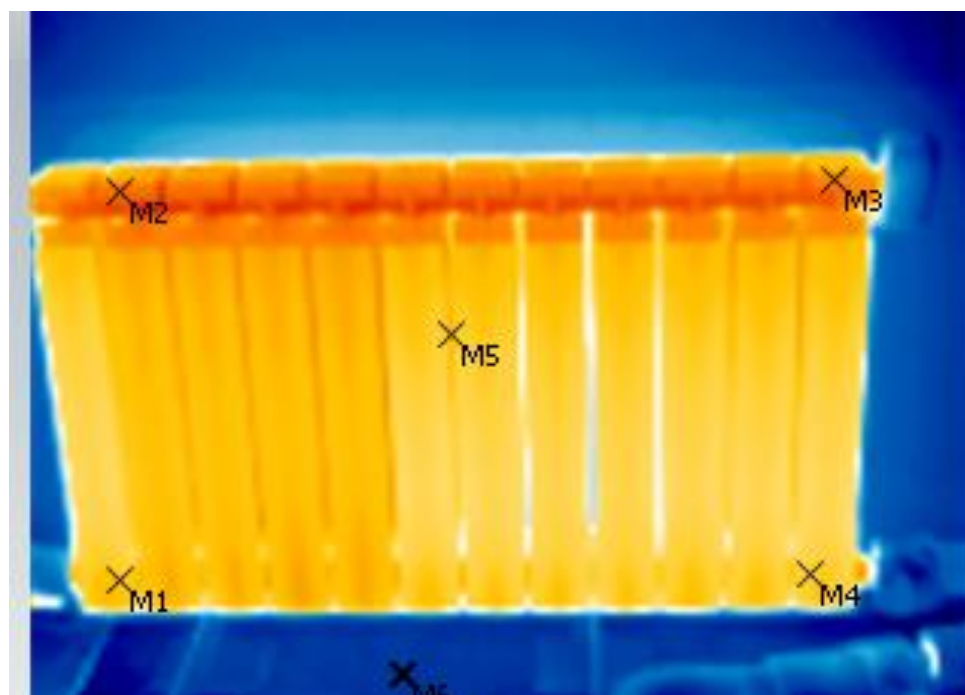
Фото 3. Подключение снизу - вниз.

Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2058$ Вт

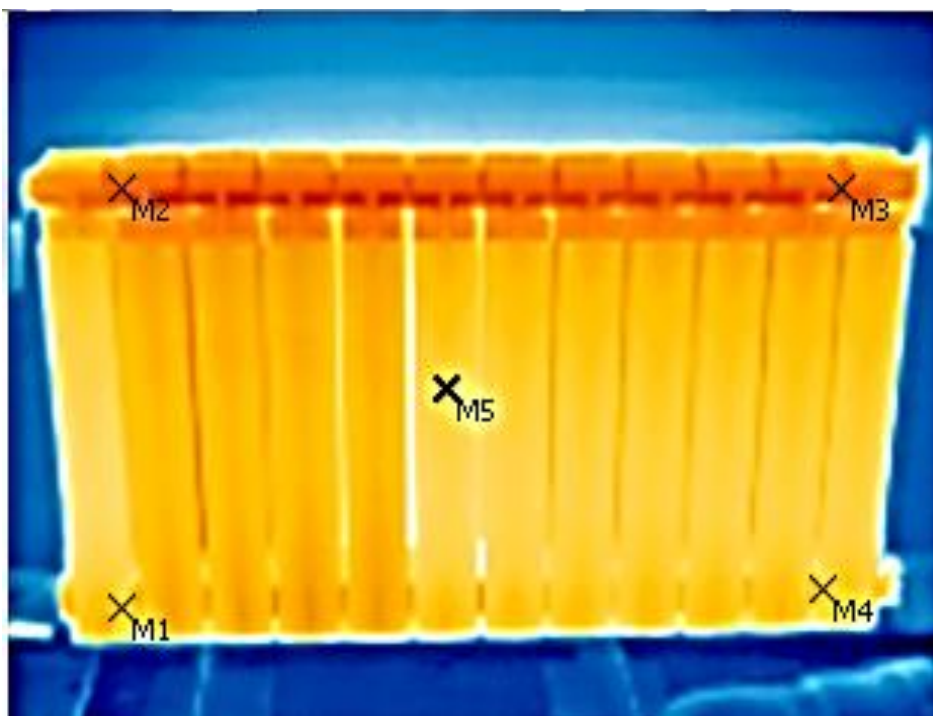
ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1300$ Вт $n = 1,365$

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1306$ Вт $m = 0,0$



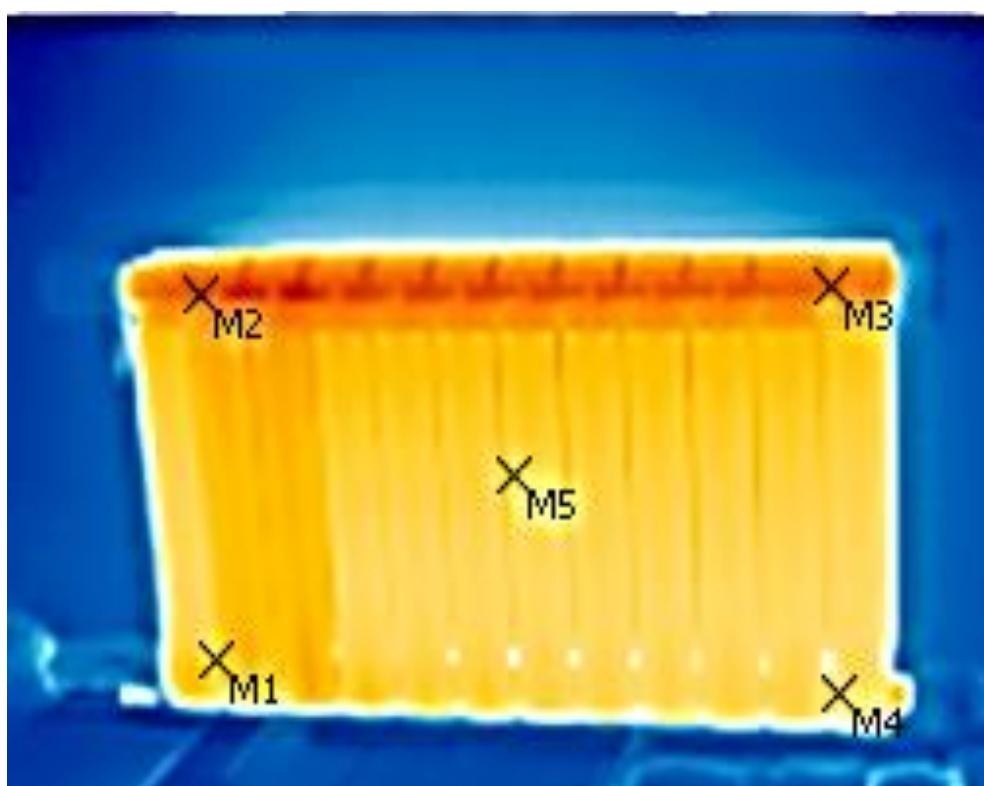
№:	Темп. [°C]	l
M1	69,3	
M2	82,9	
M3	79,7	
M4	67,5	
M5	72,7	

Термограмма 3.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2058$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M4.



M1	54,2
M2	65,4
M3	66,6
M4	53,5
M5	53,1

Термограмма 3.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1300$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M4.



M1	54,4
M2	68,6
M3	65,6
M4	50,4
M5	52,0

Термограмма 3.3. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1306$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M4.

4. Подключение снизу - вверх по диагонали.



Фото 4. Подключение снизу - вверх по диагонали.

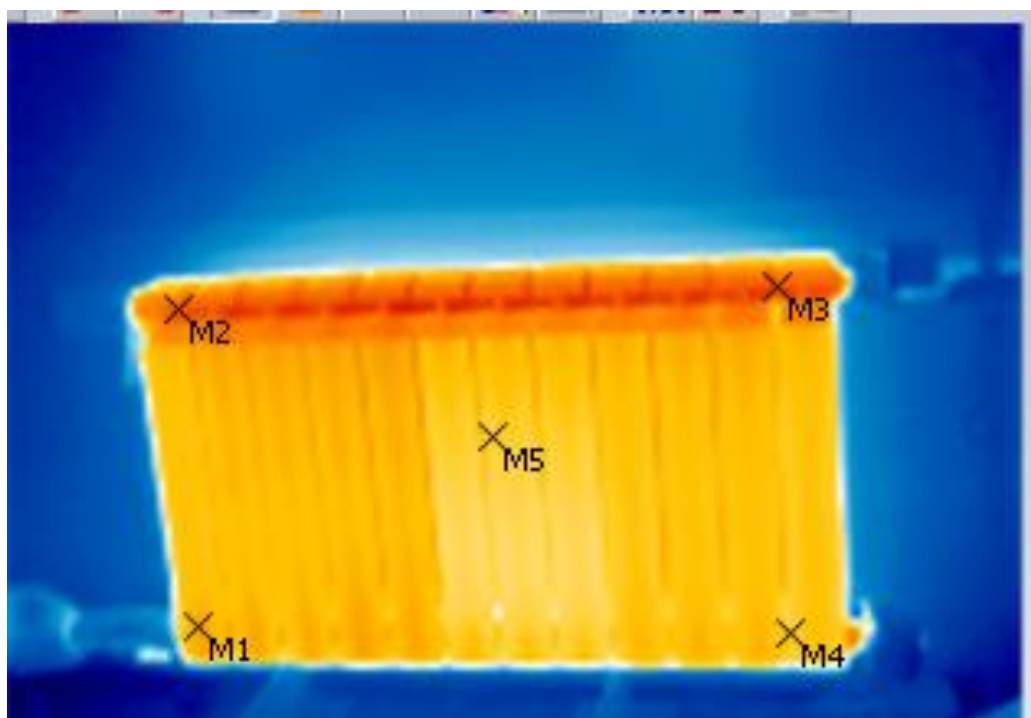
Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2145$ Вт

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1388$ Вт $n = 1,294$

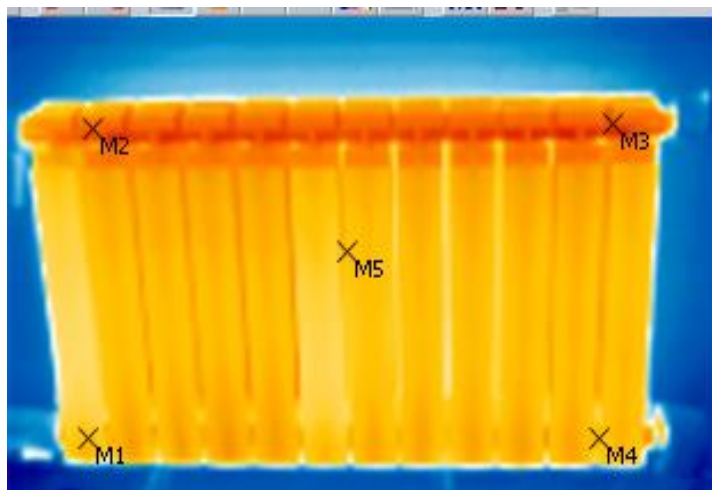
ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 1090$ Вт $m = 0,35$

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1000$ Вт $m = 0,26$



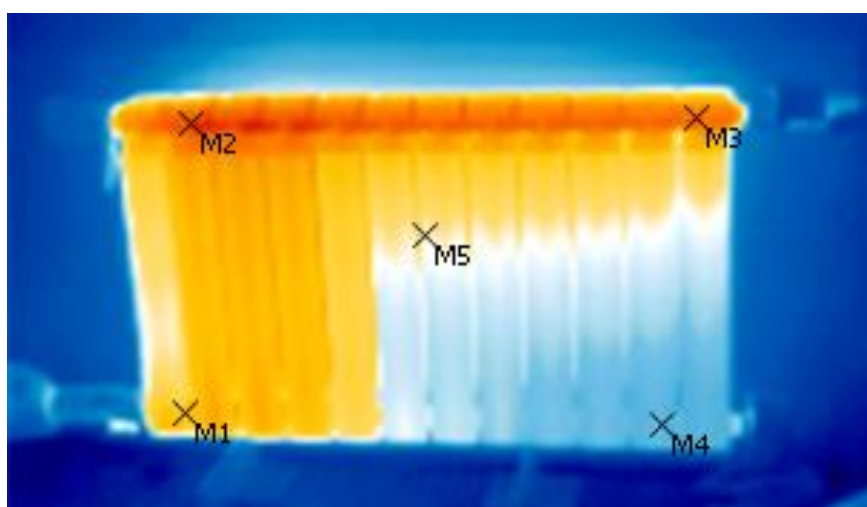
M1	75,4
M2	86,9
M3	86,0
M4	69,5
M5	66,5

Термограмма 4.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2145$ Вт
 Прогрев практически равномерный. Вход M1 – выход M3.



Nº	Темп. [°C]
M1	54,0
M2	63,0
M3	64,4
M4	54,5
M5	53,1

Термограмма 4.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1388$ Вт
 Прогрев практически равномерный. Вход M1 – выход M3.

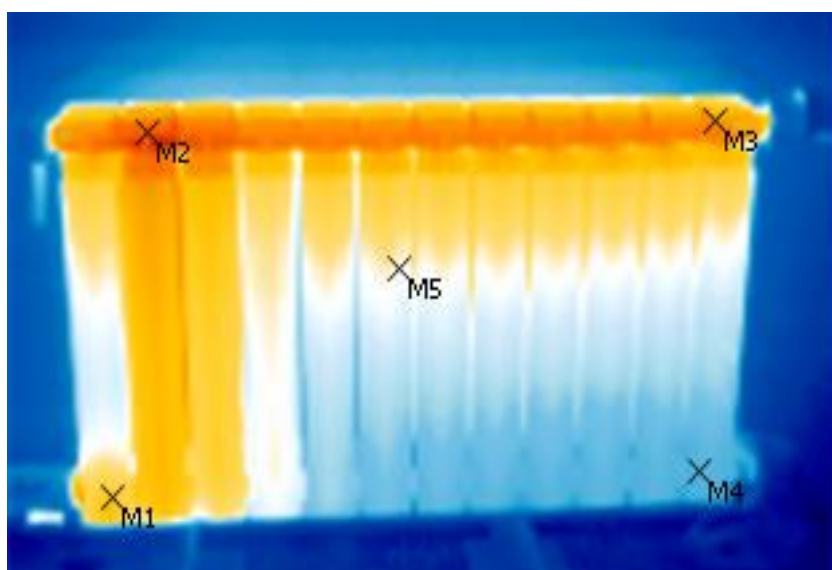


Nº	Темп. [°C]
M1	55,1
M2	69,5
M3	65,5
M4	35,7
M5	46,8

Термограмма 4.3. ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 1090$ Вт.
 При снижении расхода теплоноситель поднимается вверх и без перемешивания выходит.

При

Прогрев только 5-ти секций и верха. Вход M1 – выход M3



Nº	Темп. [°C]
M1	55,7
M2	69,1
M3	62,0
M4	36,4
M5	47,8

Термограмма 4.4. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 1000$ Вт. При снижении расхода от 180 к 100 кг/час теплоноситель менее интенсивно поднимается вверх и без перемешивания выходит. При этом зона перехода несколько увеличивается. Прогрев только 3-х секций и верха.
 Вход M1 – выход M3.

5. Подключение снизу - вверх боковое.



Фото 5. Подключение снизу - вверх боковое.

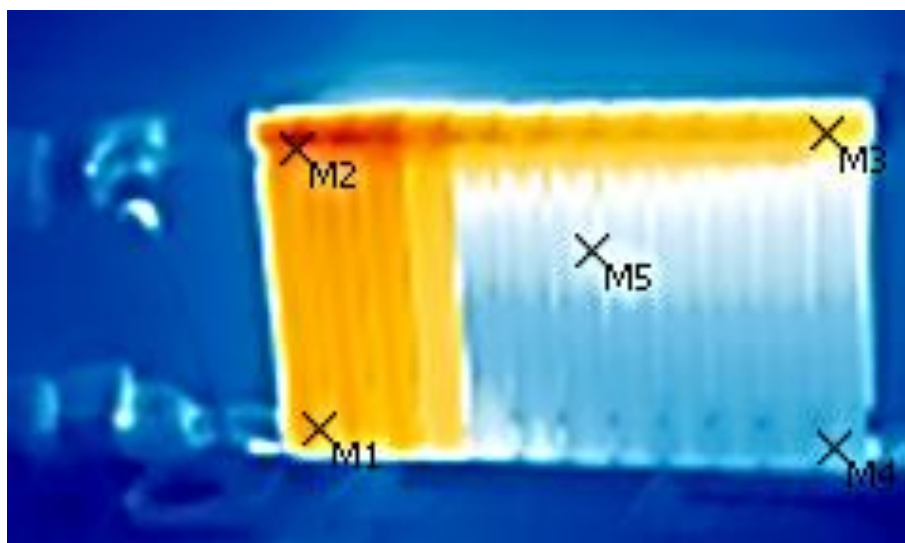
Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1450$ Вт

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1010$ Вт $n = 1,075$

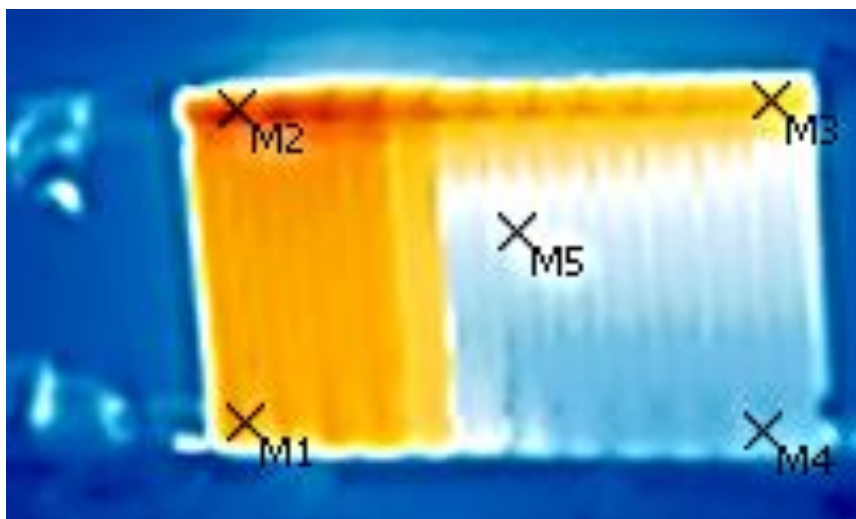
ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 825$ Вт $m = 0,29$

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 761$ Вт $m = 0,22$



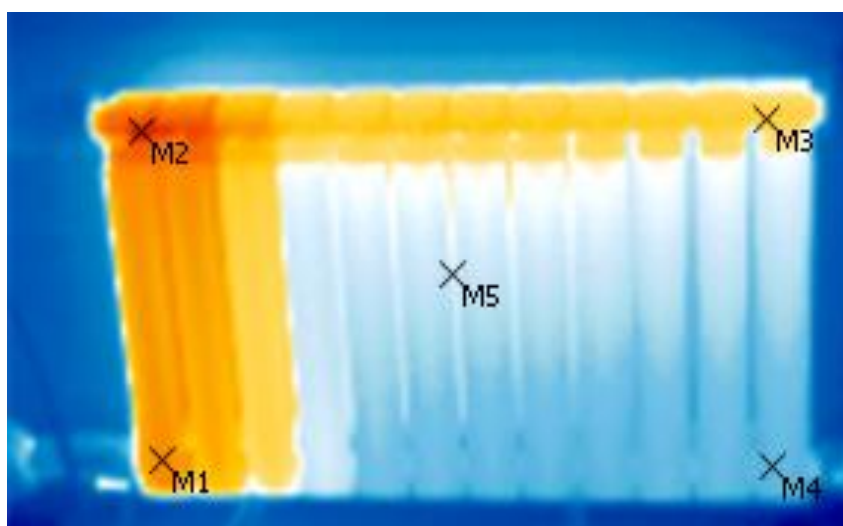
N°:	Темп. [°C]
M1	72,1
M2	84,4
M3	67,8
M4	38,1
M5	48,7

Термограмма 5.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1450$ Вт
 Прогрев только 4-х секций. Вся середина только теплая - на уровне 45°C. Вход M1- выход M2.



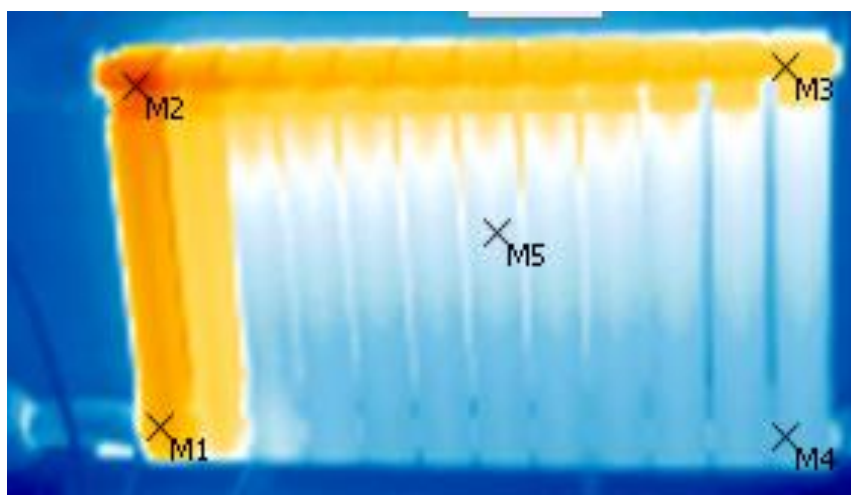
Nº	Темп. [°C]
M1	58,1
M2	66,2
M3	52,7
M4	33,5
M5	41,8

Термограмма 5.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1010$ Вт. При снижении температуры теплоноситель менее интенсивно поднимается вверх и прогревается большее количество секций при снижении общей теплоотдачи. Прогрев только 5-ти секций. Вся середина только теплая, на уровне 40°C. Вход M1- выход M2.



Nº	Темп. [°C]
M1	60,8
M2	68,1
M3	51,8
M4	35,5
M5	41,8

Термограмма 5.3. ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 825$ Вт. Количество прогретых секций снизилось с 5-ти (при расходе 360 кг/час) до 3-х. Вся середина только теплая - на уровне 38°C. Вход M1- выход M2.



Nº	Темп. [°C]
M1	56,2
M2	66,5
M3	51,9
M4	34,0
M5	40,5

Термограмма 5.4. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 761$ Вт. Количество прогретых секций снизилось с 5 (при расходе 360 кг/час) до 2-х. Вся середина только теплая - на уровне 35°C. Вход M1- выход M2.

6. Установка УП на выходе (верх) при боковой подаче теплоносителя снизу - вверх.



Фото А. Удлинитель потока. Длина трубки $L_{уп} = 840$ мм, наружный диаметр $D_n = 16$ мм, внутренний диаметр $d_{вн} = 11$ мм.



Фото 6. Подключение снизу - вверх боковое. Удлинитель потока вставлен слева (верх) радиатора на выходе теплоносителя.

Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2072$ Вт

ΔT 70°C расход 180 кг/час $Q = 1720$ Вт $m = 0,28$

ΔT 70°C расход 100 кг/час $Q = 1372$ Вт $m = 0,32$

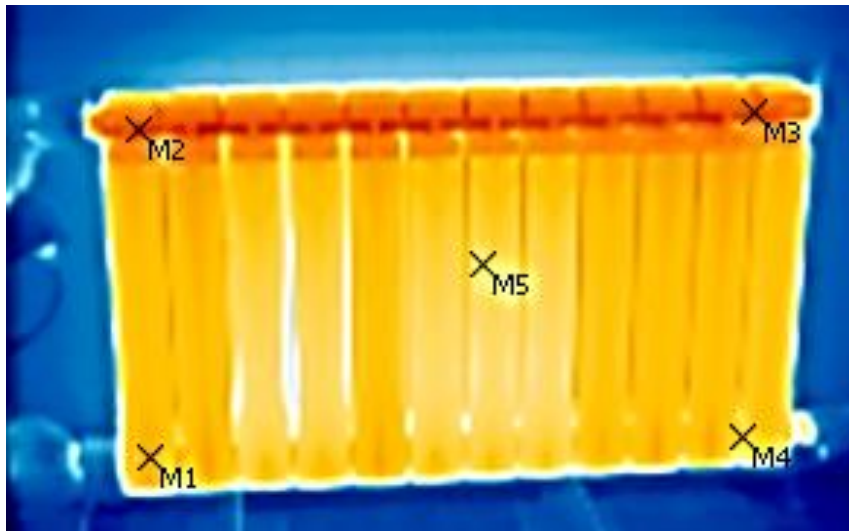
ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1370$ Вт

ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 1262$ Вт $m = 0,12$

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 795$ Вт $m = 0,43$

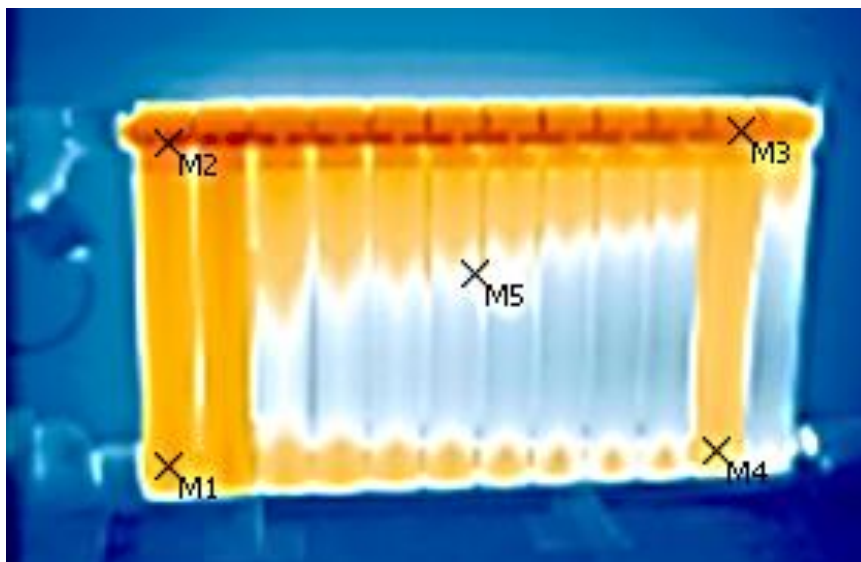
При расходе 360 кг/час $n = 1,23$

При расходе 100 кг/час $n = 1,62$



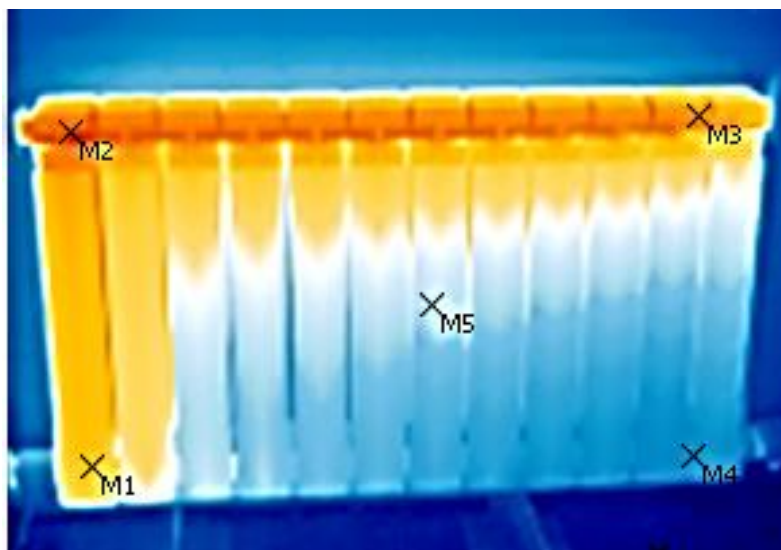
	№:	Темп. [°C]
	M1	77,5
	M2	90,0
	M3	89,4
	M4	70,8
	M5	66,6

Термограмма 6.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 2072$ Вт Прогрев полный. Недогрев в области 2-5 секций. Вход M1- выход M2. УП вверху слева до середины 11-ой секции.



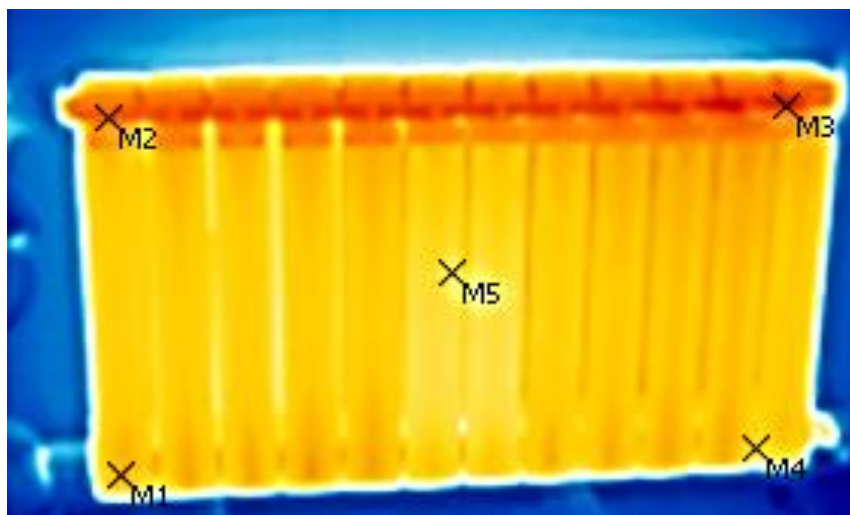
	№:	Темп. [°C]
	M1	76,4
	M2	90,6
	M3	83,2
	M4	66,8
	M5	57,2

Термограмма 6.2. ΔT 70°C, расход 180 кг/час. $Q = 1720$ Вт. При снижении расхода прогрев неравномерный. Температура центральной части на уровне 55°C. Вход M1- выход M2.



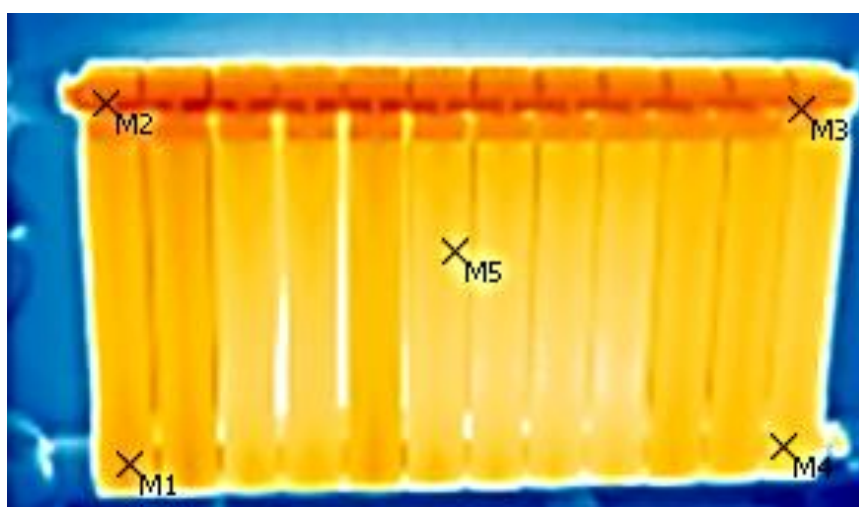
	№:	Темп. [°C]
	M1	74,1
	M2	91,8
	M3	81,6
	M4	38,5
	M5	54,0

Термограмма 6.3. ΔT 70°C, расход 100 кг/час. $Q = 1372$ Вт. При снижении расхода прогрев - только верх и две первых секции. Нижний угол не прогрет. Температура центральной части на уровне 45°C. Вход M1- выход M2.



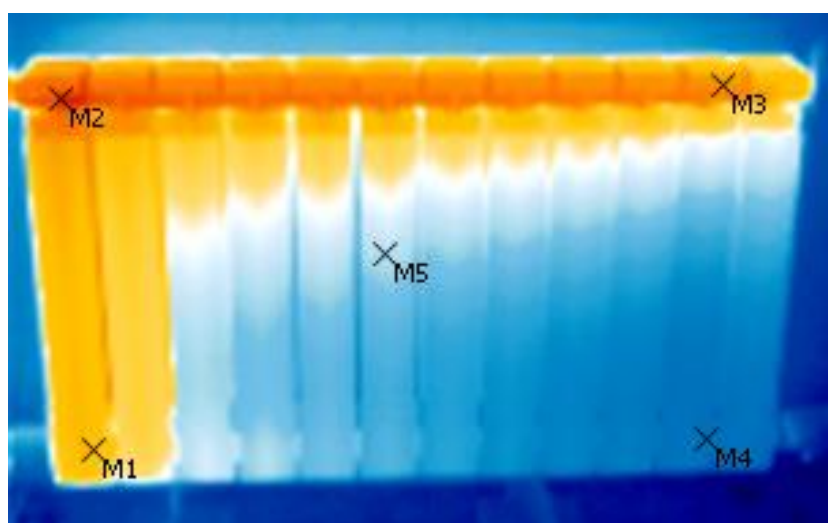
	№:	Темп. [°C]
	M1	59,1
	M2	64,7
	M3	68,6
	M4	55,9
	M5	51,8

Термограмма 6.4. ΔT 50°C расход 360 кг/час. $Q = 1370$ Вт. Прогрев полный, равномерный. Вход M1-выход M2. УП вверху слева до середины 11-ой секции.



	№:	Темп. [°C]
	M1	61,2
	M2	68,3
	M3	64,9
	M4	55,2
	M5	52,5

Термограмма 6.5. ΔT 50°C расход 180 кг/час. $Q = 1262$ Вт. При снижении температуры теплоноситель менее интенсивно поднимается вверх, вследствие чего, в отличие от ΔT 70°C при расходе 180 кг/час, прогрев полный, практически не отличается от расхода 360 кг/час, некоторое снижение в центральной – нижней зоне. Вход M1- выход M2.



	№:	Темп. [°C]
	M1	57,2
	M2	71,4
	M3	62,0
	M4	26,5
	M5	41,1

Термограмма 6.6. ΔT 50°C, расход 100 кг/час. $Q = 795$ Вт. Прогрев - верх и две первых секции. Нижний угол не прогрет. Середина только теплая -на уровне 40°C. Вход M1 выход M2. Характер прогрева относительно расхода 180 кг/час резко изменился.

7. Установка УП на входе (низ) радиатора при боковой подаче теплоносителя снизу- вверх.

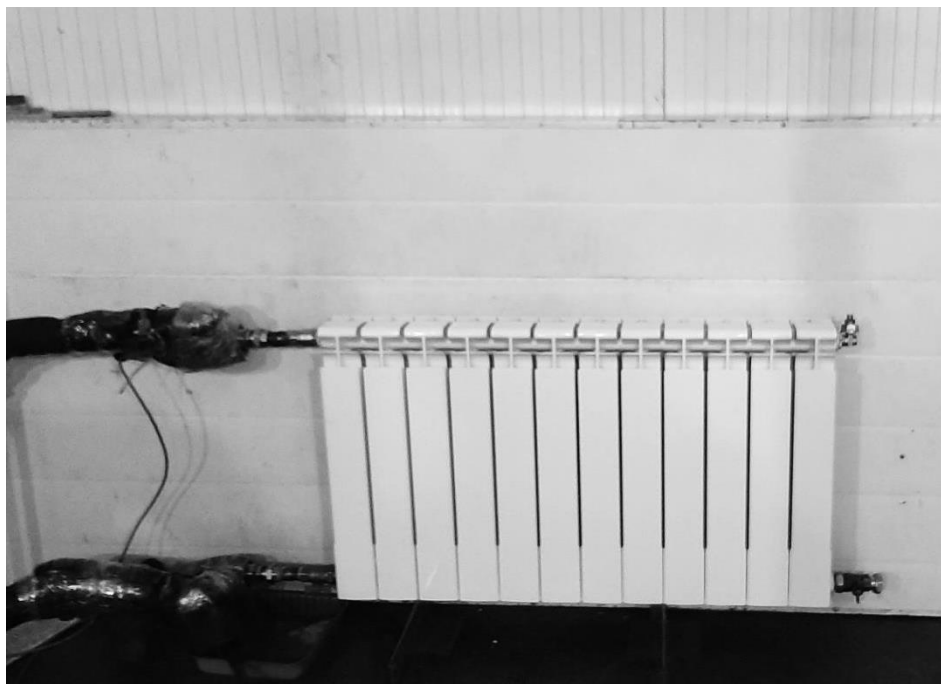


Фото 7. Подключение снизу - вверх боковое. Удлинитель потока вставлен слева –внизу на входе теплоносителя.

Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1977$ Вт

ΔT 70°C расход 180 кг/час $Q = 1581$ Вт $m = 0,32$

ΔT 70°C расход 100 кг/час $Q = 1501$ Вт $m = 0,22$

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1290$ Вт

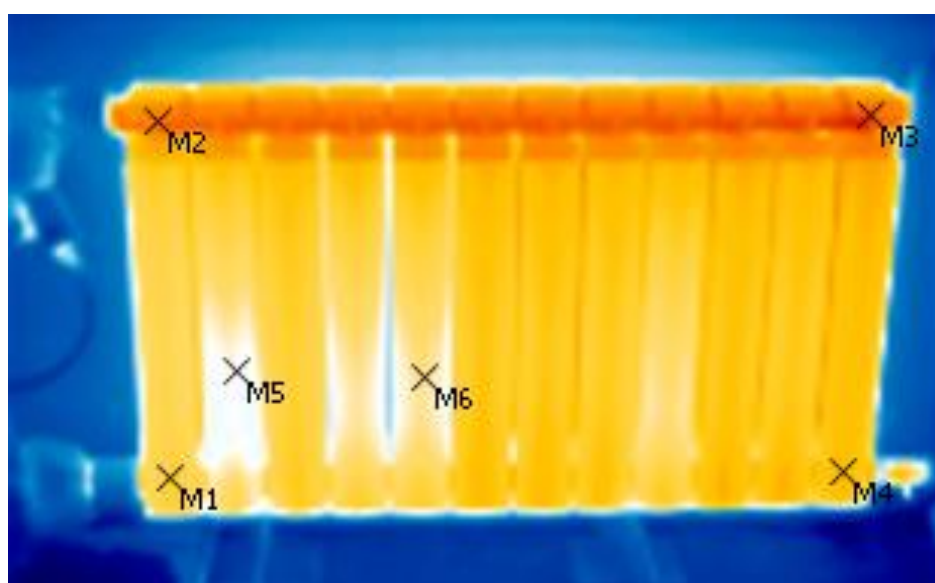
ΔT 50°C расход 270 кг/час $Q = 1108$ Вт $m = 0,53$

ΔT 50°C расход 180 кг/час $Q = 934$ Вт $m = 0,47$

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 957$ Вт $m = 0,23$

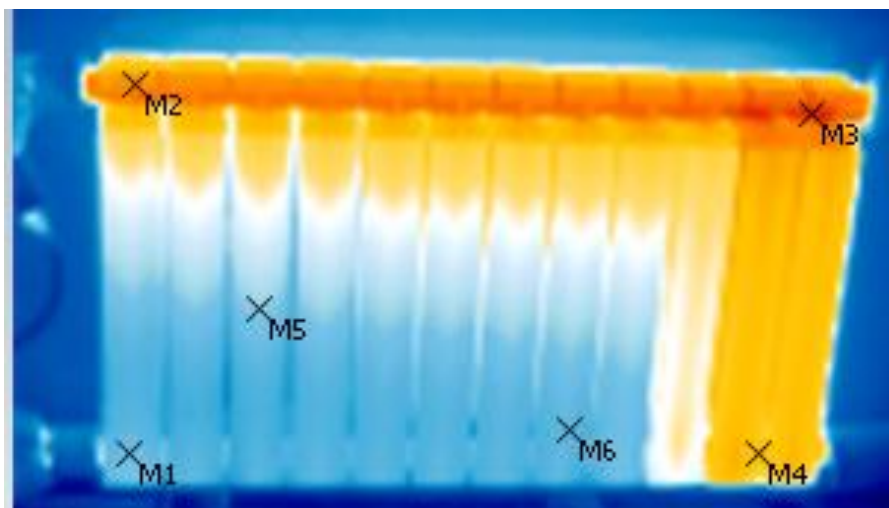
При расходе 360 кг/час $n = 1,27$

При расходе 100 кг/час $n = 1,34$



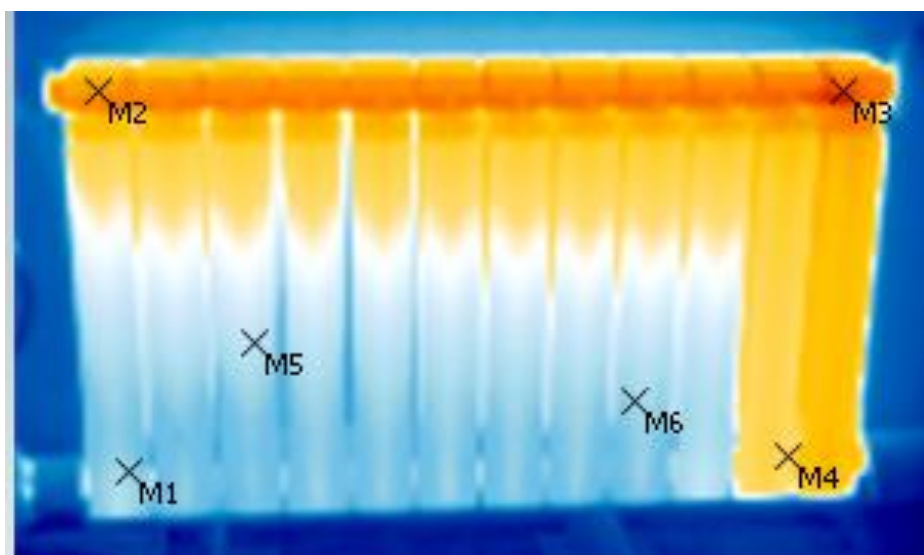
	№:	Темп. [°C]	l
►	M1	69,0	
	M2	86,0	
	M3	89,4	
	M4	75,2	
	M5	59,3	
	M6	62,3	

Термограмма 7.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1977$ Вт Прогрев полный. Недогрев в нижней части 2-6 секций. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



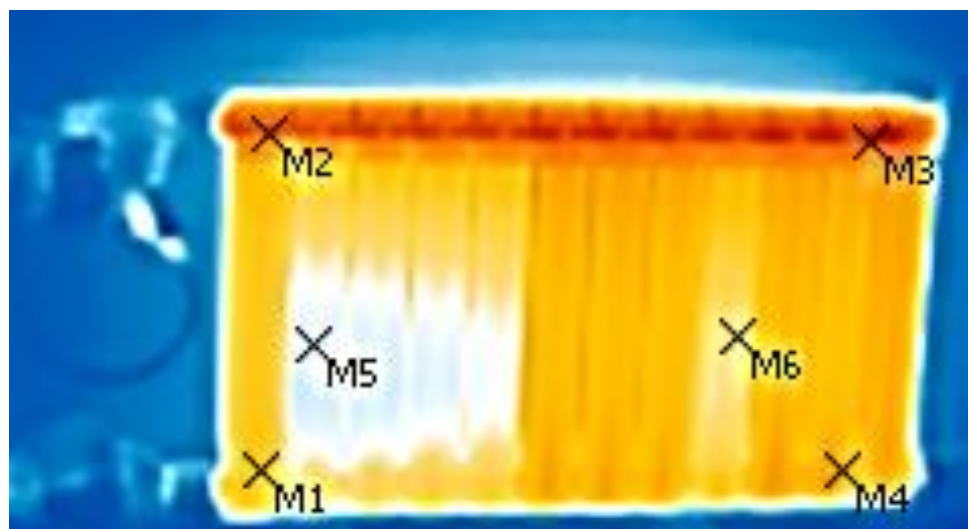
Nº:	Темп. [°C]
M1	47,8
M2	82,6
M3	93,4
M4	74,5
M5	49,8
M6	45,8

Термограмма 7.2. ΔT 70°C расход 180 кг/час. $Q = 1581$ Вт. При понижении расхода прогрев резко изменен. Прогрев - верх и две последних секции. Температура левой нижней части на уровне 46°C. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



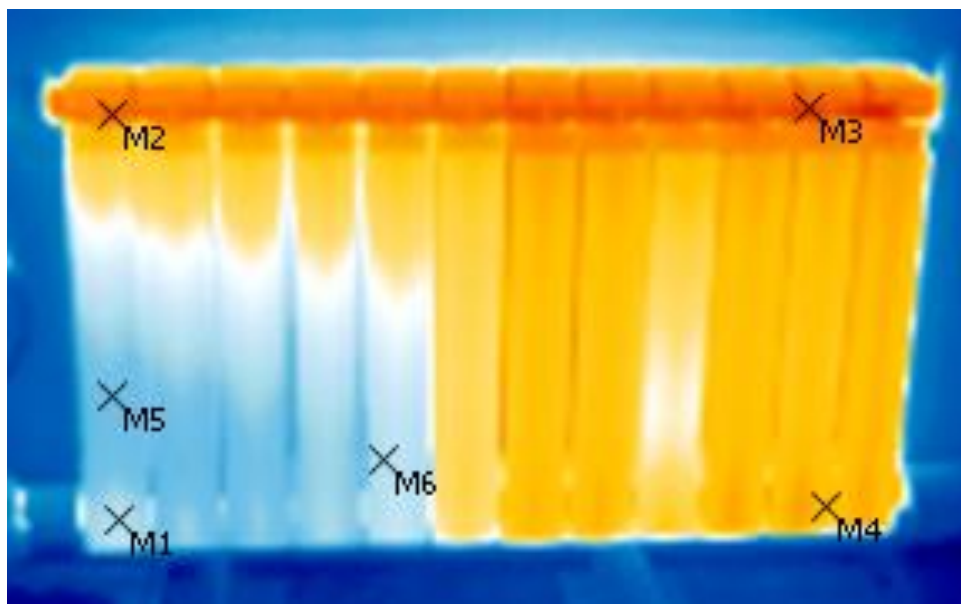
M1	48,7
M2	78,9
M3	88,9
M4	64,0
M5	51,7
M6	49,2

Термограмма 7.3. ΔT 70°C, расход 100 кг/час. $Q = 1501$ Вт. При изменении расхода от 180 до 100 кг/час картина прогрева практически не изменилась. Прогрев - верх и две последних секции. Температура левой нижней части на уровне 50°C. Вход M1 выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



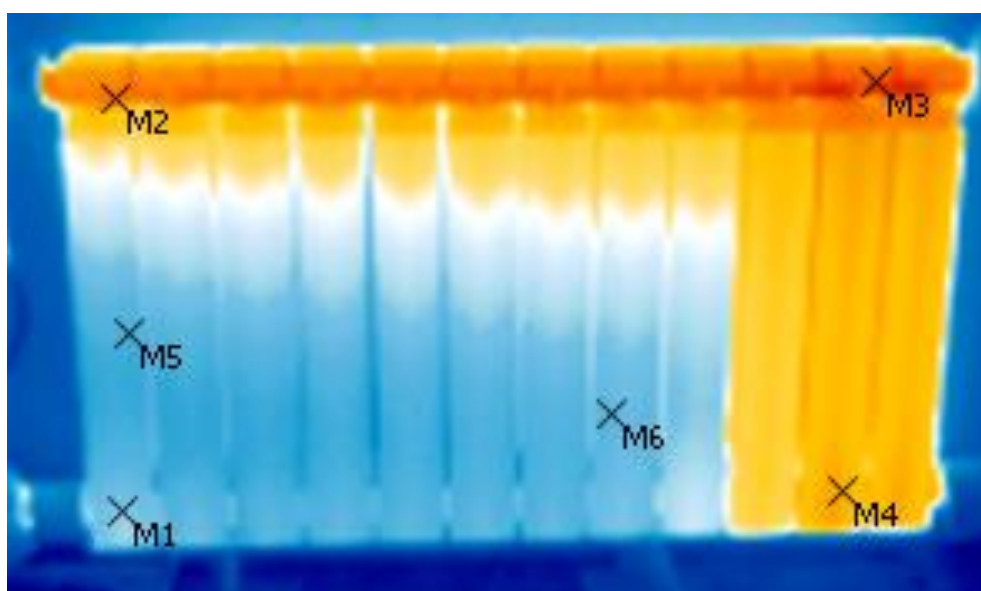
Nº:	Темп. [°C]
M1	55,7
M2	68,4
M3	70,5
M4	59,3
M5	43,2
M6	49,2

Термограмма 7.4. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 1290$ Вт Прогрев не полный. Недогрев в средней части 2÷6 и 9 секций. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



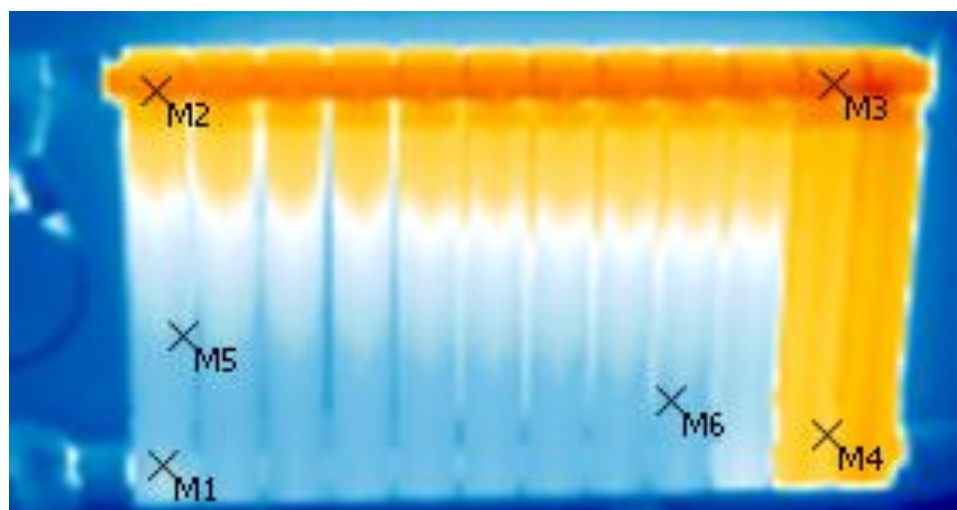
№:	Темп. [°C]	И
M1	41,5	
M2	68,5	
M3	71,1	
M4	59,4	
M5	38,2	
M6	41,6	

Термограмма 7.5. ΔT 50°C, расход 270 кг/час $Q = 1108$ Вт. Прогрев не полный. Недогрев угла входа 1÷5 секций и 9 секции. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



№:	Темп. [°C]	И
M1	38,4	
M2	65,2	
M3	69,1	
M4	58,9	
M5	34,4	
M6	36,0	

Термограмма 7.6. ΔT 50°C, расход 180 кг/час $Q = 934$ Вт. Прогрев верха и правых 3-х секций. Остальное на уровне 37°C. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.



№:	Темп. [°C]	И
M1	39,9	
M2	65,7	
M3	68,1	
M4	53,3	
M5	38,8	
M6	38,3	

Термограмма 7.7. ΔT 50°C, расход 100 кг/час $Q = 957$ Вт. Прогрев верха и правых 2-х секций. Остальное на уровне 40°C. Вход M1- выход M2. УП внизу слева до середины 11-ой секции.

II. Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 6 –секций

8. Подключение сверху - вниз боковое (основное).



Фото 8. Подключение сверху - вниз боковое (основное).

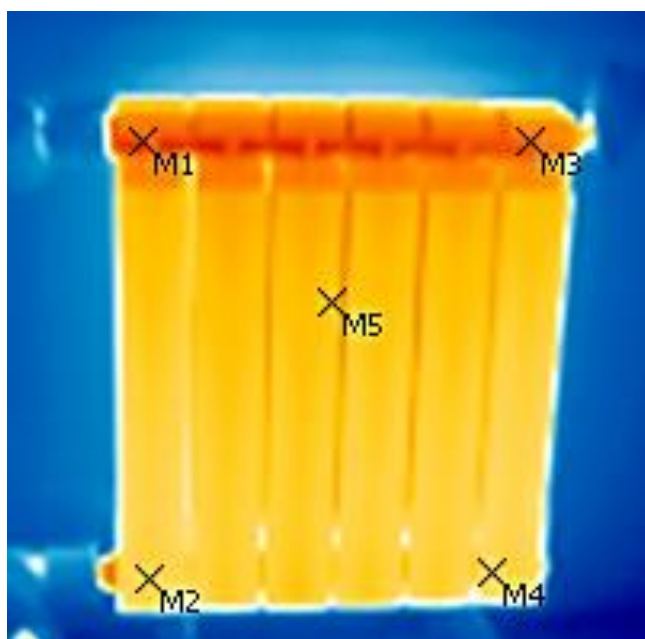
Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1120$ Вт

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 730$ Вт $n = 1,28$

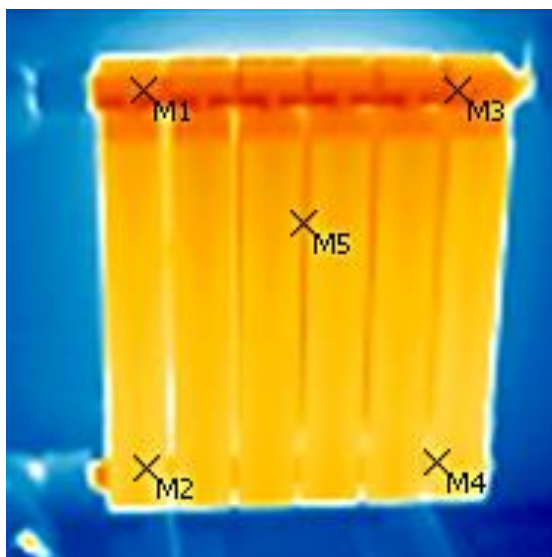
ΔT 35°C расход 360 кг/час $Q = 462$ Вт

ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 668$ Вт $m = 0,04$



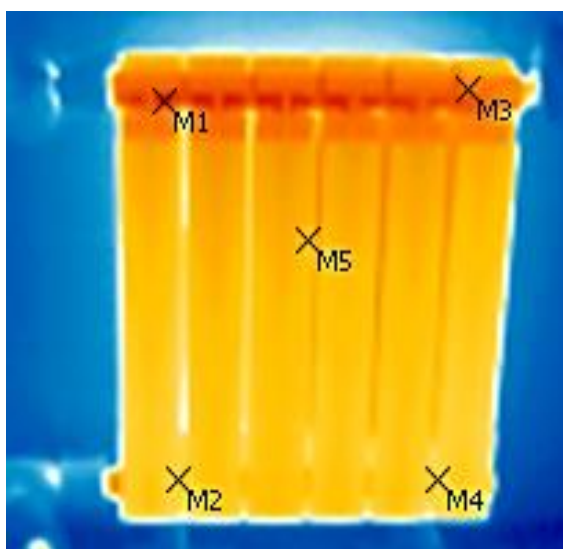
Nº:	Темп. [°C]
M1	92,0
M2	70,7
M3	89,1
M4	68,2
M5	74,1

Термограмма 8.1. ΔT 70°C расход 360 кг/час $Q = 1120$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M1- выход M2.



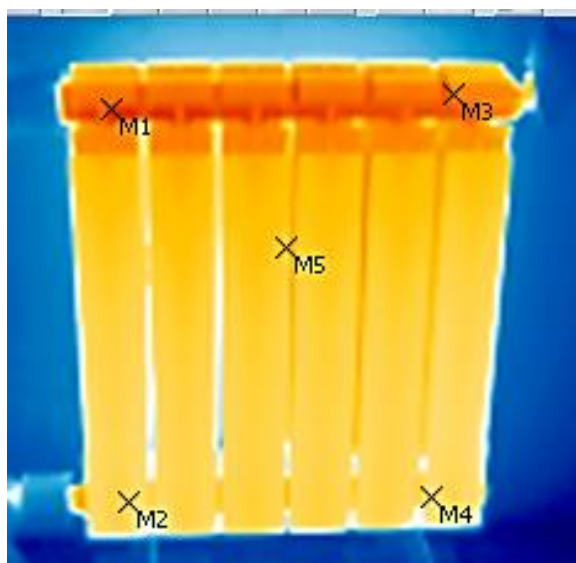
№:	Темп. [°C]
M1	66,4
M2	53,4
M3	66,7
M4	52,3
M5	60,8

Термограмма 8.2. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 730$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M2.



№:	Темп. [°C]
M1	56,0
M2	44,6
M3	52,9
M4	44,0
M5	46,5

Термограмма 8.3. ΔT 35°C расход 360 кг/час $Q = 462$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M2.



№:	Темп. [°C]	ψ
M1	75,0	
M2	55,2	
M3	68,6	
M4	53,8	
M5	58,0	

Термограмма 8.4. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 668$ Вт
 Прогрев равномерный. Вход M1- выход M2.

9. Подключение снизу - вверх боковое.

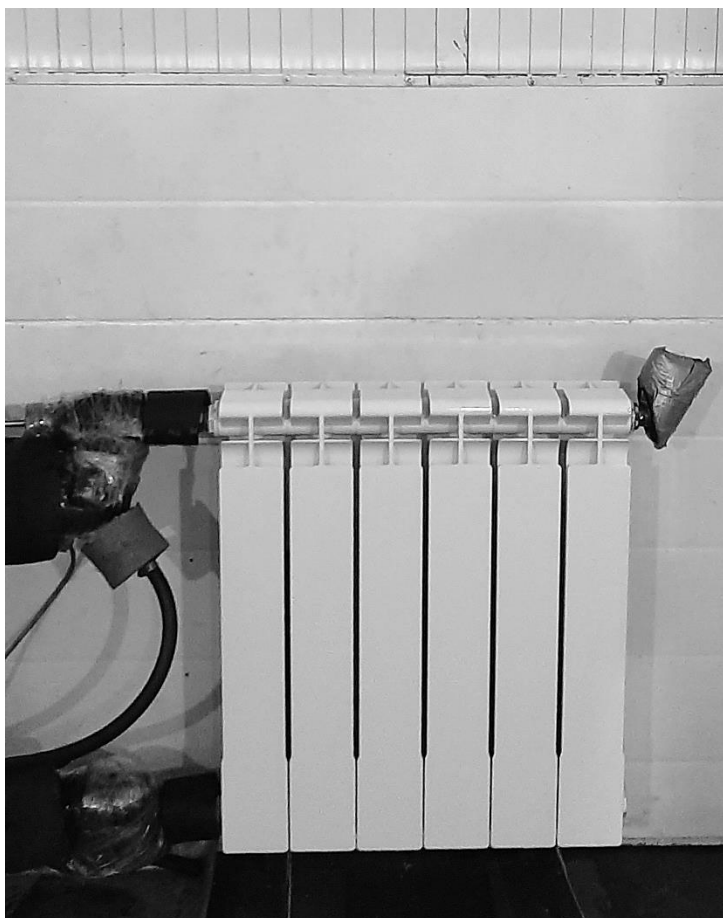


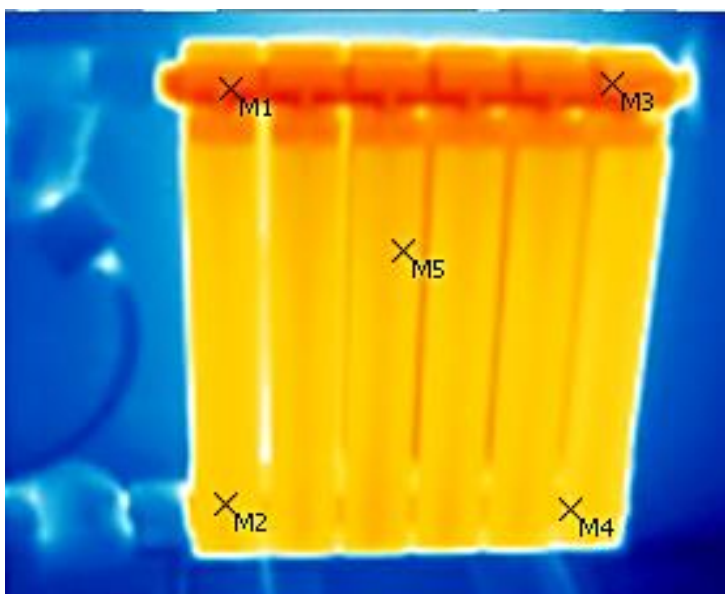
Фото 9. Подключение снизу - вверх боковое.

Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 743$ Вт $n = 1,075$

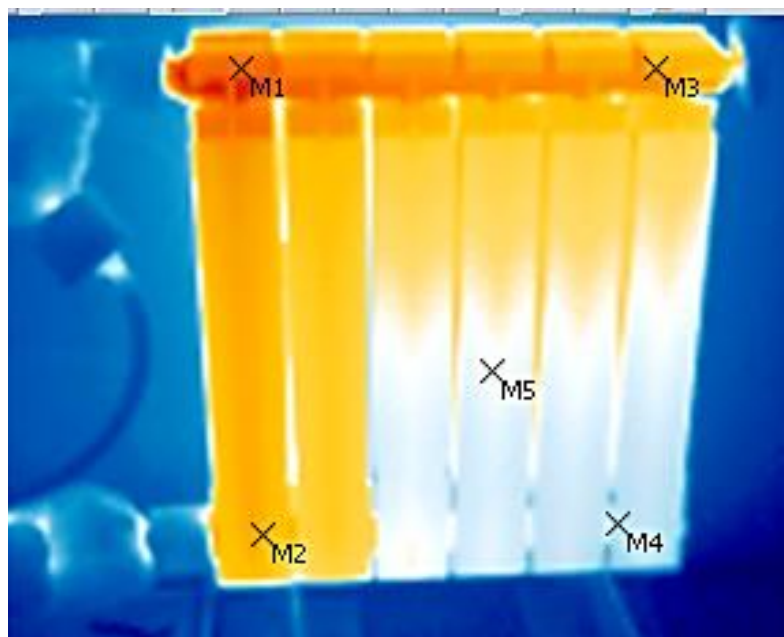
ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 521$ Вт $m = 0,29$

ΔT 50°C расход 36 кг/час $Q = 454$ Вт $m = 0,22$



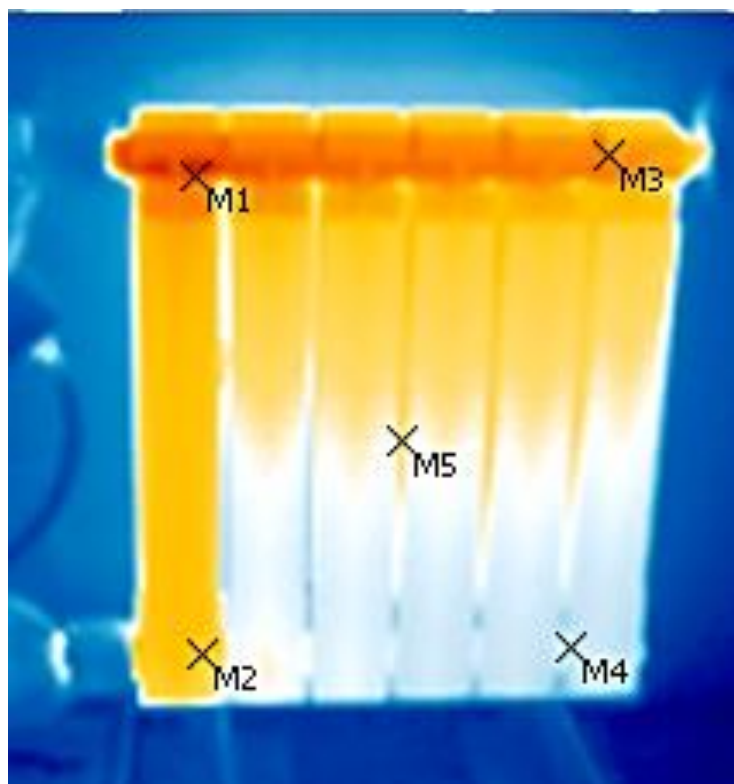
№:	Темп. [°C]	I
M1	68,8	
M2	58,2	
M3	65,7	
M4	55,0	
M5	58,1	

Термограмма 9.1. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 743$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M2- выход M1.



№:	Темп. [°C]	↓
M1	64,7	
M2	56,4	
M3	57,6	
M4	39,7	
M5	44,4	

Термограмма 9.2. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 521$ Вт
 При снижении расхода - прогрев неравномерный - только двух секций и верх.
 Правая нижняя сторона на уровне 40°C. Вход M2- выход M1.



№:	Темп. [°C]	↓
M1	63,8	
M2	50,5	
M3	57,2	
M4	38,7	
M5	46,2	

Термограмма 9.3. ΔT 50°C расход 36 кг/час $Q = 454$ Вт
 При малом расходе - прогрев неравномерный - первой секции и верха.
 Правая нижняя сторона на уровне 40°C. Вход M2- выход M1.

10. Установка УП на выходе радиатора при боковой подаче теплоносителя снизу вверх.



Фото А1. Удлинитель потока. Длина трубки $L_{уп} = 360$ мм, наружный диаметр $D_n = 16$ мм, внутренний диаметр $d_{вн} = 11$ мм.

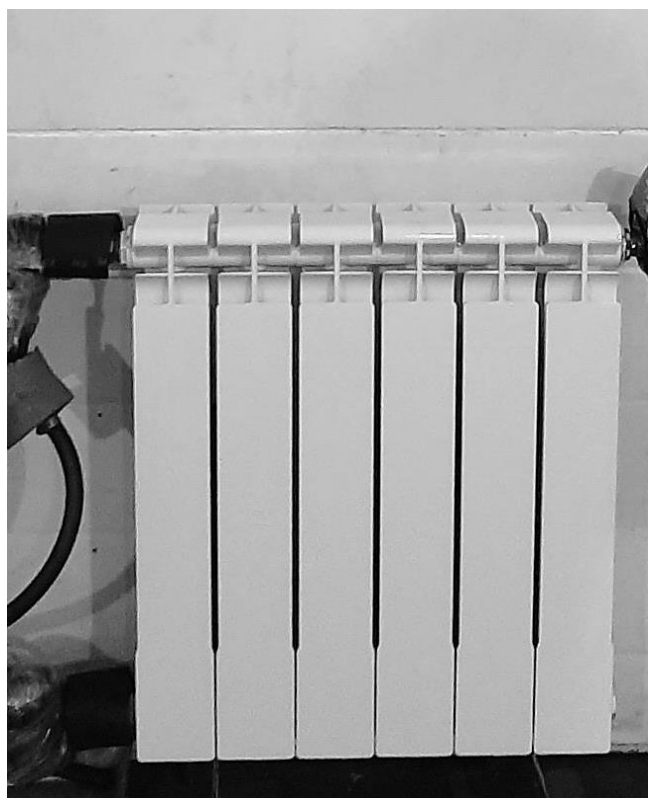
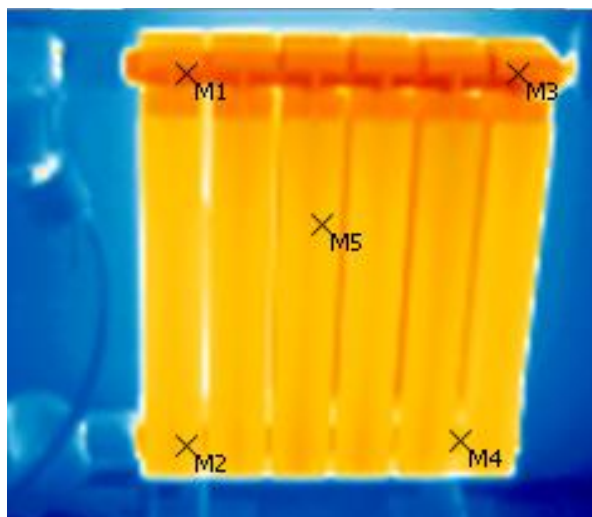


Фото 10. Подключение снизу - вверх боковое. Удлинитель потока вставлен слева –вверху на выходе теплоносителя.

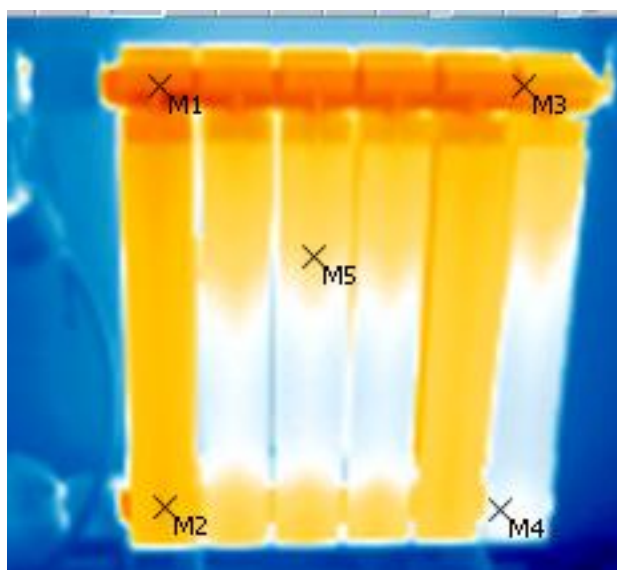
Результат определения теплоотдачи Q:

ΔT 50°C	расход 360 кг/час	$Q = 751$ Вт	$m = 0,17$	$(360 \div 36)$
ΔT 50°C	расход 100 кг/час	$Q = 586$ Вт	$m = 0,19$	$(360 \div 100)$
ΔT 50°C	расход 36 кг/час	$Q = 507$ Вт	$m = 0,14$	$(100 \div 36)$



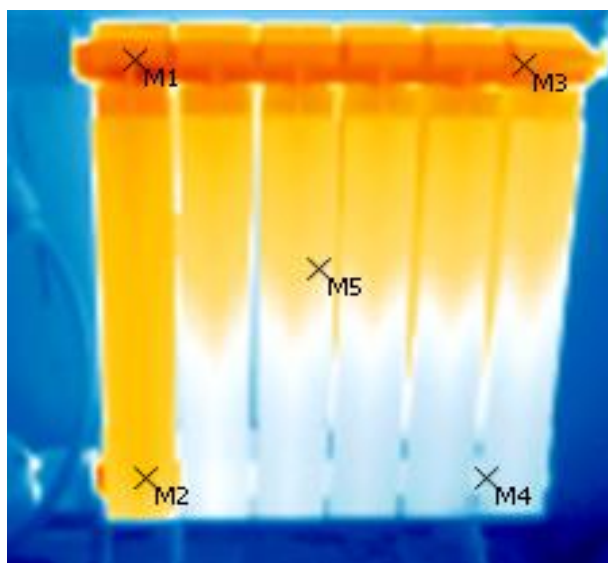
Nº	Темп. [°C]	И
M1	70,1	
M2	58,4	
M3	69,8	
M4	59,1	
M5	59,1	

Термограмма 10.1. ΔT 50°C расход 360 кг/час $Q = 751$ Вт
Прогрев равномерный. Вход M2- выход M1.



Nº	Темп. [°C]
M1	67,5
M2	58,8
M3	63,6
M4	45,6
M5	49,6

Термограмма 10.2. ΔT 50°C расход 100 кг/час $Q = 586$ Вт
При снижении расхода - прогрев неравномерный.
Средина и правая нижняя сторона на уровне 45°C. Вход M2- выход M1.



Nº	Темп. [°C]
M1	70,7
M2	58,0
M3	67,0
M4	42,4
M5	50,6

Термограмма 10.3. ΔT 50°C расход 36 кг/час $Q = 507$ Вт
При малом расходе - прогрев неравномерный - верхняя половина и первая секция.
Правая нижняя сторона на уровне 40°C. Вход M2- выход M1.

Полученные результаты определения теплового потока (теплоотдачи) сведены в таблицы.

В Таблице 1 "Результаты определения теплового потока (теплоотдачи). Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 12 секций", и

в Таблице 2 "Результаты определения теплового потока (теплоотдачи). Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 6 секций"

1.Подключение радиатора **"сверху-вниз боковое"**- соответствует нормативным условиям определения номинального теплового потока по ГОСТ 31311- Q_{н.у.}.

При температурном напоре $\Delta T = 70^{\circ}\text{C}$ и расходе теплоносителя через прибор $M = 360$ кг/час

- для РБС 500/95 - 12 секций получено $Q_{н.у.} = 2125$ Вт. или 177 Вт/сек.

Показатель степени $n = 1,29$; показатель степени $m = 0,01$.

- для РБС 500/95 - 6 секций получено $Q_{н.у.} = 1120$ Вт. или 187 Вт/сек.

Показатель степени $n = 1,28$; показатель степени $m = 0,04$.

По ГОСТ Р 53583-2009 "Приборы отопительные. Методы испытаний" в паспорт отопительного прибора вносится значение $Q_{н.у.}$ по результатам испытаний образца, номинальный тепловой поток которого находится в диапазоне 800-1200 Вт.

Значение номинального теплового потока-185 Вт/секцию, которое внесено в паспорт радиатора РБС 500/95, получено на шестисекционном радиаторе.

По ГОСТ 31311-2005 отклонение значения номинального теплового потока для образца, номинальный тепловой поток которого находится в диапазоне 800-1200 Вт, от заявленного изготовителем, должно быть в пределах от минус 4% до плюс 5%.

В общем случае, в зависимости от температурного напора и расхода теплоносителя, теплоотдача отопительного прибора определяется по формуле:

$$Q_i = Q_{н.у.} (\Delta T_i / 70)^n \times (M_i / 360)^m.$$

Показатель степени "n" определяется по результатам испытаний на теплоотдачу при разных температурных напорах и одинаковом расходе. Соответственно показатель степени "m" определяется по результатам испытаний на теплоотдачу при разных расходах при одинаковом температурном напоре.

Расчетные показатели степени "n" и "m" для различных схем подачи теплоносителя и режимов приведены в соответствующих разделах "Результатов определения теплоотдачи Q".

Зависимость теплоотдачи радиатора от количества секций, с расчетом теплоотдачи на секцию при температурном напоре $\Delta T = 70^{\circ}\text{C}$ и расходе теплоносителя $M = 360$ кг/час приведена в **Таблице 3** (см.График). Коэффициент "Kс" показывает снижение (увеличение) теплоотдачи на секцию при изменении количества секций относительно $Q_{н.у.с.}$, полученного на радиаторе из шести секций.

По таблице и графику можно определить, что теплоотдача 12-ти секционного радиатора будет составлять: $12 \times 0,94 \times Q_{н.у.с.}$.

В таблицах 1 и 2 режимы при движении теплоносителя сверху вниз при боковом подключении при разных температурных напорах и расходах приняты как стандартные и обозначены индексом "ст".

Из Таблицы 1 для радиатора РБС 500/95 - 12 секций следует, что:

2.При подключении радиатора **"сверху - вниз по диагонали"** теплоотдача при всех режимах Tнапор - Расход увеличивается в среднем на 2 %.

Показатель степени $n = 1,27$; показатель степени $m = 0,01$. Соответствуют уровню радиатора с подключением по схеме **"сверху-вниз боковое"**.

3. При подключении радиатора **"снизу - вниз"** теплоотдача при всех режимах Тнапор - Расход снижается в среднем на 5 %. При этом повышается зависимость от температурного напора.

Показатель степени $n = 1,37$; показатель степени $m = 0,00$.

4. При подключении радиатора **"снизу - вверх по диагонали"** зависимость от температурного напора соответствует уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз, но резко повышается зависимость от расхода теплоносителя:

показатель степени $n = 1,29$; показатель степени $m = 0,35 \div 0,25$.

Теплоотдача существенно - на 20-25 % падает при снижении расхода ниже 250 кг/час.

5. При подключении радиатора **"снизу - вверх боковое"** получено самое большое снижение теплоотдачи по сравнению с другими схемами подключения. По сравнению с подключением **"сверху-вниз боковое"** уже при расходе 360 кг/час теплоотдача меньше на 30%, а при расходе 100 кг/час - на 50%.

Зависимость от температурного напора снижается к уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз: показатель степени $n = 1,08$, и резко повышается зависимость от расхода теплоносителя: показатель степени $m = 0,29 \div 0,22$.

6. С целью оценки эффективности рекомендаций некоторых производителей радиаторов по применению "удлинителей потока" для повышения теплоотдачи радиаторов при их подключении по схеме **"снизу - вверх боковое"**, проведены испытания с удлинителем потока - УП вставлен на выходе теплоносителя из радиатора.

При большом - 360 кг/час расходе и $\Delta T = 70^\circ\text{C}$ - теплоотдача радиатора по отношению к теплоотдаче без УП увеличилась в 1,47 раз (2072 Вт- вместо 1410 Вт) и всего лишь на 3 % меньше теплоотдачи по сравнению со схемой подключения **"сверху-вниз боковое"**, однако при снижении расхода до 100 кг/час эффективность применения УП снижается: теплоотдача на 35% ниже стандартного подключения, а при температурном напоре $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ и расходе 100 кг/час на 41% ниже стандартного подключения.

Повышается зависимость от температурного напора к уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз:

при расходе $360 \div 180$ кг/час $n = 1,23$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $n = 1,62$

Повышается зависимость от расхода теплоносителя:

$\Delta T 70^\circ\text{C}$ при расходе $360 \div 180$ кг/час $m = 0,28$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $m = 0,32$

$\Delta T 50^\circ\text{C}$ при расходе $360 \div 180$ кг/час $m = 0,12$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $m = 0,43$

Таким образом, эффект применения УП при таком подключении и рабочих расходах отсутствует.

7. УП вставлен на входе теплоносителя в радиатор.

При большом - 360 кг/час расходе и $\Delta T = 70^\circ\text{C}$ - теплоотдача радиатора по отношению к теплоотдаче без УП увеличилась в 1,4 раза (1977 Вт- вместо 1410 Вт) и на 7 % меньше теплоотдачи по сравнению со схемой подключения **"сверху-вниз боковое"**, однако при снижении расхода до 100 кг/час эффективность применения УП снижается:

теплоотдача на 28 % ниже стандартного подключения, а при температурном напоре $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ и расходе 100 кг/час на 30 % ниже стандартного подключения.

Повышается зависимость от температурного напора к уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз:

при расходе $360 \div 180$ кг/час $n = 1,27$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $n = 1,34$

Повышается зависимость от расхода теплоносителя:

$\Delta T 70^\circ\text{C}$ при расходе $360 \div 180$ кг/час $m = 0,32$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $m = 0,22$

$\Delta T 50^\circ\text{C}$ при расходе $360 \div 180$ кг/час $m = 0,47$

при расходе $180 \div 100$ кг/час $m = 0,23$

Таким образом, эффект применения УП при таком подключении и рабочих расходах отсутствует.

Практически результаты применения УП по п.6 и п.7 идентичны.

8. Радиатор РБС 500/95- 6 секций.

Подключение радиатора **"сверху-вниз боковое"**- соответствует нормативным условиям определения номинального теплового потока по ГОСТ 31311- $Q_{н.у.}$

При температурном напоре $\Delta T = 70^\circ\text{C}$ и расходе теплоносителя через прибор $M = 360$ кг/час получено $Q_{н.у.} = 1120$ Вт. или 187 Вт/сек.

Показатель степени $n = 1,28$; показатель степени $m = 0,04$.

9. При подключении 6-секционного радиатора по схеме **"снизу - вверх боковое"** снижение теплоотдачи по сравнению с подключением **"сверху-вниз боковое"** при $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ при расходе 360 кг/час не выявлено, при расходе 180 кг/час теплоотдача меньше на 14%, при расходе 100 кг/час - на 22 %, при расходе 36 кг/час - на 27 %. То есть, для 6-ти секционного радиатора падение теплоотдачи не так существенно, как для 12-ти секционного радиатора.

Зависимость от температурного напора снижается к уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз: показатель степени $n = 1,075$;

повышается зависимость от расхода теплоносителя: показатель степени $m = 0,29 \div 0,22$.

10. Подключении 6-секционного радиатора по схеме **"снизу - вверх боковое"** с УП.

УП вставлен на выходе теплоносителя из радиатора.

При подключении 6-секционного радиатора по схеме **"снизу - вверх боковое"** снижение теплоотдачи по сравнению с подключением **"сверху-вниз боковое"** при $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ при расходе 360 кг/час не выявлено, при расходе 180 кг/час теплоотдача меньше на 7%, при расходе 100 кг/час - на 12 % при расходе 36 кг/час - на 19 %. То есть, для 6-ти секционного радиатора падение теплоотдачи не так существенно, как для 12-ти секционного радиатора.

Повышается зависимость от температурного напора к уровню радиатора с боковым подключением по схеме сверху - вниз от расхода теплоносителя:

$\Delta T 50^\circ\text{C}$ при интервале расходе $360 \div 36$ кг/час $m = 0,17$

при интервале расходе $360 \div 100$ кг/час $m = 0,19$

при интервале расходе $100 \div 36$ кг/час $m = 0,14$

Таким образом, эффект применения УП при таком подключении и рабочих расходах повышает теплоотдачу, однако снижение мощности отопительного прибора на 12-20 % не соответствует расчетным значениям. При этом увеличение количества секций приводит к повышению процента рассогласования мощности.

Полученные результаты могут быть использованы при монтаже любых радиаторов трубчатой конструкции (секционные, панельные, трубчатые).

Таблица 1. Результаты определения теплового потока (теплоотдачи). Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 12 –секций

Режим		РБС 500/95 12 секций теплоотдача - Qi Ватт												
Т напор °C	Расход кг/час	Сверху- вниз боковое Q _{ист}	Сверху- вниз диаго- наль	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вниз	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вверх диаго- наль	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вверх боковое	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вверх боковое УП выход	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вверх боковое Уп вход	K= Qi /Q _{ист}
70	360	2125	2164	1,018	2058	0,968	2145	1,009	1410	0,664	2072	0,975	1977	0,930
70	180	2111	2148	1,017	2061	0,976	1684	0,798	1152	0,546	1720	0,815	1581	0,749
70	100	2098	2134	1,017	2069	0,986	1545	0,737	1062	0,506	1372	0,654	1501	0,715
50	360	1375	1410	1,025	1300	0,945	1388	1,009	1010	0,735	1370	0,996	1290	0,938
50	270	1372	1406	1,024	1301	0,948	1255	0,915	929	0,677	1324	0,965	1108	0,808
50	180	1368	1399	1,023	1302	0,952	1090	0,797	825	0,603	1262	0,923	934	0,683
50	100	1357	1391	1,025	1306	0,962	1000	0,737	761	0,561	795	0,586	957	0,705

Таблица 2. Результаты определения теплового потока (теплоотдачи). Биметаллический радиатор: РБС 500/95 - 6 –секций

Режим		РБС 500/95 6 секций теплоотдача -Qi Ватт				
Т напор °C	Расход кг/час	Сверху- вниз боковое Q _{ист}	Снизу- вверх боковое	K= Qi /Q _{ист}	Снизу- вверх боковое УП выход	K= Qi /Q _{ист}
70	360	1120	1120	1,000	1120	1,000
70	180	1112	957	0,860	1034	0,930
70	100	1106	862	0,780	973	0,880
50	360	730	743	1,018	751	1,029
50	270	722	684	0,947	711	0,985
50	180	707	608	0,859	658	0,931
50	100	668	521	0,780	586	0,877
50	36	622	454	0,730	507	0,815

Таблица 3. Зависимость теплоотдачи РБС 500 от количества секций

$$Q (\text{Вт}) = 167,51 \cdot N + 138,36$$

Секций N	Вт	Вт/сек	Кс
4	809,0	202,3	1,06
5	977,0	195,4	1,03
6	1144,0	190,7	1,00
7	1311,0	187,3	0,98
8	1478,0	184,8	0,97
9	1646,0	182,9	0,96
10	1813,0	181,3	0,95
11	1980,0	180,0	0,94
12	2147,0	178,9	0,94
13	2315,0	178,1	0,93
14	2482,0	177,3	0,93
15	2649,0	176,6	0,93
16	2819,0	176,2	0,92
17	2986,0	175,6	0,92
18	3151,0	175,1	0,92
19	3318,0	174,6	0,92
20	3485,0	174,3	0,91

