

# ИЕРАРХИЯ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ РЕШЕТОК НА ТЕПЛООТДАЧУ ВНУТРИПОЛЬНЫХ КОНВЕКТОРОВ: практические выводы и предложения по актуализации нормативной базы

В настоящее время при проектировании и строительстве зданий с большой площадью остекления широкое распространение получили системы отопления с конвекторами, встраиваемыми в конструкцию пола. Ранее мы публиковали результаты исследования влияния на тепловую мощность внутрипольных конвекторов наиболее распространенных типов декоративных воздуховыпускных решеток [1]. В продолжение темы проанализированы физические основы влияния воздуховыпускных решеток на номинальный тепловой поток внутрипольных конвекторов.

На основе экспериментальных данных (термограммы, замеры скорости воздуха, анализ геометрии профиля планок) выявлены и ранжированы по степени влияния ключевые факторы: ориентация планок, тип профиля и коэффициент живого сечения ( $K_{жс}$ ). Установлено, что доминирующим фактором является не геометрический параметр ( $K_{жс}$ ), а теплофизический – способность решетки изменять температурный напор путем нагрева воздуха, поступающего к теплообменной поверхности. Предложена практическая иерархия для инженерного подбора.

Первая часть исследования убедительно показала, что тип декоративной решетки

может изменять тепловую мощность внутрипольного конвектора на величину до 17 %. Ключевые результаты, демонстрирующие разброс мощностей, представлены в табл. 1. Это выявило системную проблему, вызванную несовершенством нормативной базы, которая не регламентирует учет влияния решеток при определении тепловой мощности конвекторов. Отметим, что за рамками предыдущей публикации остался вопрос о физической природе этого влияния и о том, какие факторы являются определяющими. Цель данной работы – систематизировать выявленные эффекты, выстроив иерархию факторов влияния на основе анализа дополнительных

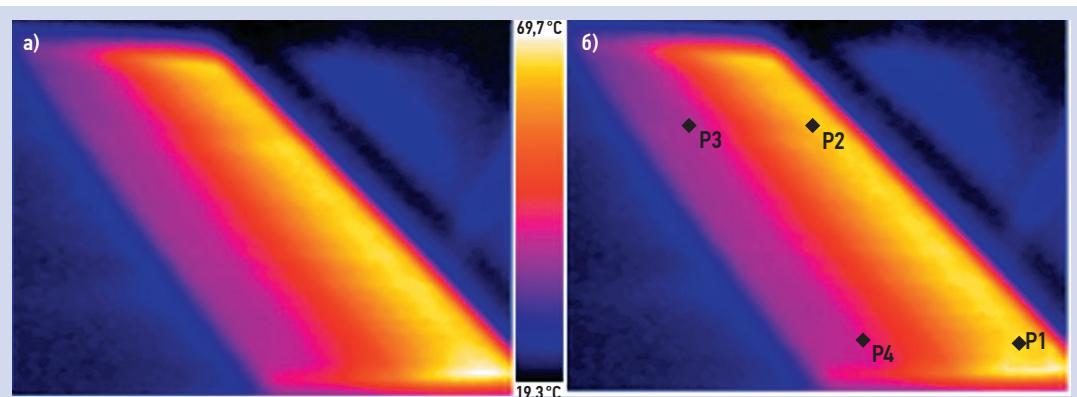


Рис. 1. Термограмма рулонной решетки: нагрев поперечных планок по всей длине. а – ИК-изображение; б – расширенный анализ с температурными точками. Температура на стороне входящего воздуха (точки 3, 4) достигает ~36–39 °C, что свидетельствует о значительном подогреве и снижении температурного напора

Подробная информация о температурных точках

№	Температура, °C	Коэф. изл.	Окр. темп., °C	Влажность, %	Расстояние, м
1	57,7	0,93	20,0	40	2,0
2	56,2	0,93	20,0	40	2,0
3	36,7	0,93	20,0	40	2,0
4	38,4	0,63	20,0	40	2,0

экспериментальных данных: термографических исследований и замеров скорости воздушного потока. На основе результатов сформулированы предложения по актуализации требований ГОСТ 31311-2022 в части нормирования теплового потока внутрипольных конвекторов.

В основе анализа лежат испытания серийного конвектора SPL Instyle NC-110/15/30-6/2-S15-U10V0, проведенные в соответствии с ГОСТ Р 53583-2009 [2]. В дополнение к теплотехническим испытаниям проведен термографический контроль работы прибора с различными типами решеток и замеры скорости выходной воздушной струи термоанемометром. Также выполнен сравнительный анализ геометрических и массовых характеристик планок различных профилей, а также предложена иерархия факторов влияния: от доминирующих к второстепенным.

### Ориентация планок решетки как доминирующий фактор влияния

Решающий вклад в снижение теплового потока вносит способность решетки уменьшать величину температурного напора ( $\Delta T$ ), которая характеризует движущую силу теплообмена между воздухом помещения и теплоносителем в конвекторе.

### Механизм

Поперечные планки рулонной решетки, расположенные над теплообменником, работают как вторичный радиатор. Нагреваясь от восходящего потока до ~60 °C (точки 1, 2 на рис. 1), они за счет высокой теплопроводности алюминия прогреваются по всей длине. Их тыльная сторона, обращенная в помещение, имеет температуру ~40 °C (точки 3, 4 на рис. 1) и подогревает холодный воздух до его поступления к нагревательному элементу конвектора. Это снижает  $\Delta T$  между воздухом и поверхностью теплообменника – ключевой параметр для конвективного теплообмена.

### Подтверждение

Термограмма линейной решетки показывает, что температура планок со стороны помещения не превышает 25 °C (точки 3, 4 на рис. 2), что доказывает минимальное влияние на температурный напор. Линейная решетка с продольными планками минимально контактирует с восходящим потоком, нагреваются лишь те участки планок, которые расположены непосредственно над теплообменным элементом конвектора. Планки со стороны, обращенной в помещение, практически не нагреваются и не оказывают значительного влияния на температуру входящего воздуха, сохраняя  $\Delta T$  максимальным.

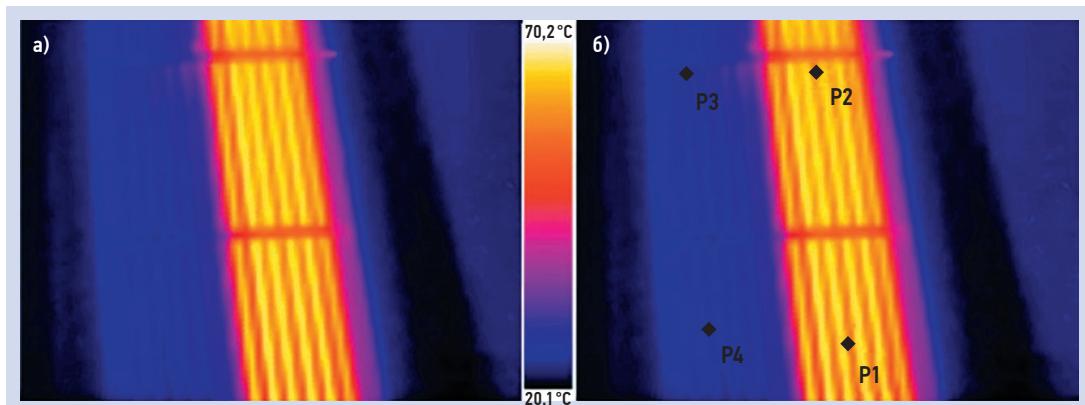


Рис. 2. Термограмма линейной решетки: локализованный нагрев планок. а – ИК-изображение; б – расширенный анализ. Температура планок со стороны помещения (точки 3, 4) не превышает 25 °C, что доказывает минимальное влияние на температурный напор.

Подробная информация о температурных точках

№	Температура, °C	Коэф. изл.	Окр. темп., °C	Влажность, %	Расстояние, м
1	59,2	0,93	20,0	40	2,0
2	56,1	0,93	20,0	40	2,0
3	24,7	0,93	20,0	40	2,0
4	23,8	0,93	20,0	40	2,0

Именно этим эффектом объясняется максимальный тепловой поток (1082 Вт) конвектора с линейной решеткой, превышающий показатели лучшей рулонной решетки (1023 Вт) даже при большем  $K_{жс}$  последней (0,8).

#### Тип профиля планки решетки как существенный фактор влияния

При одинаковой ориентации и  $K_{жс}$  тип профиля определяет масштаб «паразитного» теплообмена.

##### Механизм

Н-образный профиль имеет площадь поверхности на ~20 % больше, чем П-образный при аналогичной ширине планки. Эта дополнительная площадь работает как радиатор, увеличивая не только нагрев входящего воздуха, но и бесполезный теплообмен.

Дополнительный фактор – тепловая инерция: масса Н-образной планки на ~11 % больше. Это увеличивает количество тепла, «забираемого» на ее прогрев при запуске системы, и замедляет выход на номинальный режим.

##### Подтверждение

При  $K_{жс} = 0,7$  конвектор с П-образным профилем развивает 995 Вт, а с Н-образным – лишь 955 Вт.

Таким образом, большая площадь поверхности в сочетании с повышенной тепловой инерцией Н-образного профиля приводит к дополнительным потерям тепловой мощности в установившемся режиме и замедляет выход конвектора на номинальный режим в переходных процессах, что в совокупности объясняет полученную разницу в 40 Вт.

#### Коэффициент живого сечения решетки как базовый фактор влияния.

Влияние  $K_{жс}$  является первичным и изолированным лишь в рамках решеток одного типа и профиля.

##### Механизм

Увеличение  $K_{жс}$  снижает аэродинамическое сопротивление, что приводит к росту массового расхода воздуха через теплообменник и, как следствие, к росту теплового потока.

##### Подтверждение

Для рулонной решетки:

- с Н-образным профилем увеличение  $K_{жс}$  с 0,7 до 0,8 дает стабильный прирост мощности с 955 до 1023 Вт (~7 %);
- с П-образным профилем увеличение  $K_{жс}$  с 0,6 до 0,7 дает прирост мощности с 995 до 995 Вт (~8 %).

**Таблица 1**

Результаты тепловых испытаний встраиваемого в конструкцию пола конвектора  
SPL Instyle NC-110/15/30-6/2-S15-U10V0

Наименование показателей	Значения показателей для конвекторов:					
Длина конвектора, мм	1100					
Глубина конвектора, мм	300					
Высота конвектора, мм	150					
Тип решетки	Рулонная			Линейная	Без решетки	
Расположение планок решетки	Поперечное			Продольное		
Профиль алюминиевой планки решетки	П-образный		Н-образный			
Коэффициент живого сечения, $K_{жс}$	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	1,0
Номинальный тепловой поток, Вт	923	995	955	1023	1082	1100
Теплоплотность по длине нагревательного элемента, Вт/м	1154	1244	1194	1279	1353	1375
Коэффициент теплопередачи при нормальных условиях, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	3,9	4,3	4,1	4,4	4,6	4,7
Показатель степени при температурном напоре	1,2	1,2	1,2	1,19	1,18	1,22

Этот эффект прослеживается четко и предсказуемо.

**Важное уточнение:** влияние  $K_{жс}$  может быть нивелировано более мощными факторами. Так, при одинаковом коэффициенте живого сечения ( $K_{жс} = 0,7$ ) линейная решетка обеспечивает тепловой поток 1082 Вт, что превышает показатели любой из рулонных решеток: 955 Вт (Н-образный профиль) и 995 Вт (П-образный профиль).

### Практические рекомендации

На основе выстроенной иерархии предложен алгоритм выбора решетки для обеспечения требуемой тепловой мощности.

1. Выбор ориентации планок. При прочих равных всегда следует отдавать предпочтение линейным (продольным) решеткам как обладающим максимальной эффективностью.

2. Выбор профиля планок. Среди рулонных решеток выбор следует останавливать на П-образном профиле перед Н-образным.

3. Корректировка  $K_{жс}$ . Подбор необходимого коэффициента живого сечения для точной подгонки тепловой мощности под расчетную нагрузку.

Разработчикам стандарта следует внести в действующий ГОСТ 31311-2022 [3] изменения, например с положениями о технических требованиях к внутрипольным конвекторам с указанием базового значения номинального теплового потока внутрипольных конвекторов без решетки, которое может быть дополнено матрицей мощностей для различных комбинаций с решетками.

### Заключение

Проведенный анализ показал, что декоративная решетка является не пассивным элементом, а полноценным активным теплотехническим компонентом наряду с нагревательным элементом и корпусом, вносящим системный вклад в тепловой баланс прибора.

Установленная иерархия факторов не только дает проектировщикам инструмент для выбора, но и формирует четкую научную основу для совершенствования нормативной базы. Внедрение предложенного подхода в ГОСТ 31311-2022 позволит перейти к адекватному нормированию теплового потока внутрипольных конвекторов с учетом их реальной комплектации.

### Литература

1. Влияние декоративных решеток на тепловую мощность внутрипольных конвекторов // АВОК. – 2024. – № 8.
2. ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы отопительные. Методы испытаний».
3. ГОСТ 31311-2022 «Приборы отопительные. Общие технические условия».
4. Сасин В. И. О некоторых проблемах испытаний отопительных приборов // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. – 2017. – № 1.
5. Пухкал В. А. Особенности применения внутрипольных конвекторов // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. – 2017. – № 3.
6. Сасин В. И. К вопросу испытаний внутрипольных конвекторов // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад. – 2019. – № 2. ♦