



# Повышение энергоэффективности производственных зданий за счет применения лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей

**М. В. Бодров**, д-р техн. наук, заведующий кафедрой отопления и вентиляции, доцент ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

**А. Е. Руин**, аспирант кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ

**А. А. Смыков**, ассистент кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ, начальник Учебно-научно-исследовательского центра «Системы отопления с использованием низкотемпературных инфракрасных излучателей»

**Ключевые слова:** отопление, лучистое отопление, водяное отопление, инфракрасное излучение, излучатель, энергоэффективность

Применение лучистых систем отопления позволяет значительно повысить показатели энергоэффективности производственных помещений, однако использование газовых и электрических систем имеет свои ограничения из условий безопасности и экономической целесообразности. Применение лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей является целесообразным с экономической точки зрения и не ограничено документами, регламентирующими требования к безопасности помещений. В данной статье представлены результаты исследований Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ.

Сокращение количества тепловой энергии, необходимой для создания и поддержания комфортных параметров микроклимата в производственном помещении – крайне актуальная задача с экономической точки зрения. Одним из путей повышения энергетической эффективности зданий производственного назначения без потерь в комфорте и в обеспечении надежного функционирования производственных линий общепризнанно является применение лучистых систем отопления.

Наиболее распространенным видом систем инфракрасного отопления являются системы, построенные на базе газовых инфракрасных излучателей «светлого» и «темного» типа [1, 2, 3]. В таких системах отсутствует необходимость применения промежуточного теплоносителя (воды, пара), первичный энергоноситель (природный газ) сжигается непосредственно в отопительных приборах. Однако использование подобных систем ограничено требованиями нормативных документов в части противопожарной

безопасности производственных помещений [4, 5]. Также стоит отметить, что применение «светлых» газовых инфракрасных излучателей сопряжено с решением проблемы утилизации уходящих газов, т. к. их выброс из отопительных приборов осуществляется напрямую в обслуживаемое помещение. Важным фактором при использовании газовых систем отопления является вопрос географической доступности энергоносителя.

Наиболее перспективным видом лучистого отопления

# ВОДЯНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ СИСТЕМЫ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ



СДЕЛАНО В РОССИИ

Флайг+Хоммель

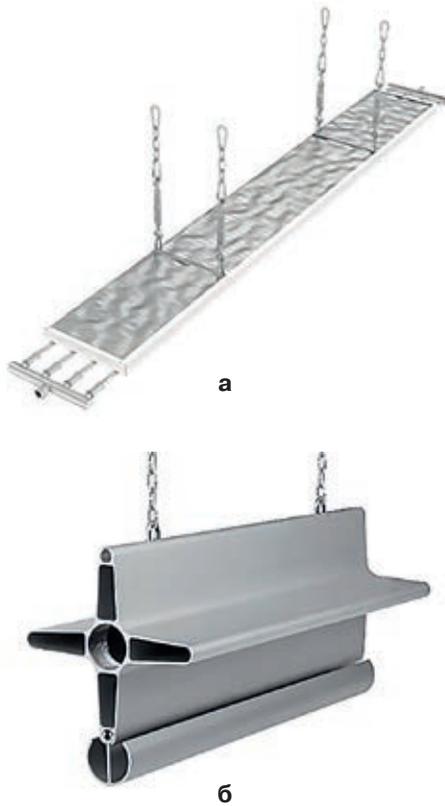


Рис. 1. Типы водяных инфракрасных излучателей: а – водяная излучающая панель; б – водяной излучающий профиль

является отопление на базе водяных инфракрасных излучателей [6]. Такие системы имеют ряд преимуществ перед традиционными конвективными или воздушными системами отопления: простое и эффективное гидравлическое регулирование; снижение потерь теплоты через покрытие помещения за счет уменьшения «тепловой подушки»; отсутствие сквозняков и пылевых масс; экономия места; низкая тепловая инерция; простота монтажа и обслуживания; направленная подача теплоты в рабочую зону помещения; возможность применения возобновляемых источников энергии и систем рекуперации теплоты; длительный срок службы.

Различают два принципиально разных типа водяных инфракрасных излучателей: излучающие панели (рис. 1а) и излучающие профили (рис. 1б). Теплоносителем в данных отопительных приборах служит горячая вода ( $t_r = +30...+130\text{ }^\circ\text{C}$ ). Оба типа отопительных приборов построены на принципе максимизации теплоотдающей способности лучистым способом и минимизации конвекции.

В 2018 году на базе ННГАСУ был создан Учебно-научно-исследовательский центр «Системы отопления с использованием низкотемпературных инфракрасных излучателей» основой которого стала Лаборатория лучистого отопления. На базе данной лаборатории коллективом авторов были проведены

Разработано специально  
для российских условий

- Максимальный комфорт в любой точке
- Удобство настройки и регулирования
- Выгода от использования до 30%
- Пожаробезопасность



📍 Нижегородская обл., г. Заволжье, Баумана 7  
🌐 [www.flaig-hommel.ru](http://www.flaig-hommel.ru)  
✉ [info@flaig-hommel.ru](mailto:info@flaig-hommel.ru)  
☎ +7(83161) 2-17-80 доб.238

Таблица 1

Характеристики излучателей – объектов исследования

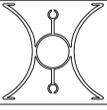
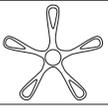
Характеристики	Марка излучателя	
	Helios 750	Flower 125
Сечение		
Материал	AlMgSi0,5	AlMgSi0,5
Габариты, мм	170x170	125x125
Удельная площадь, м <sup>2</sup> /п.м	1,300	0,603
Удельная емкость, л/п.м	2,60	0,28
Удельная масса профиля, кг/п.м	7,1	3,6
Удельная масса профиля с водой, кг/п.м	9,20	3,98
Подключение, дюйм	2	1/2
Максимальное рабочее давление, бар	10	10
Максимальная рабочая температура теплоносителя, °С	150	150



Рис. 2. Излучающие профили:  
а – марки Helios 750;  
б – марки Flower 125

комплексные исследования работы лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей [7–10]. В качестве объекта исследований была выбрана лучистая система отопления, построенная на базе водяных излучающих профилей производства отечественной компании «Флайг + Хоммель». Индустриальный партнер исследований – отечественный производитель водяных излучающих профилей, что является неоспоримым преимуществом в условиях новых вызовов, в которых оказалась экономика России после февраля 2022 года.

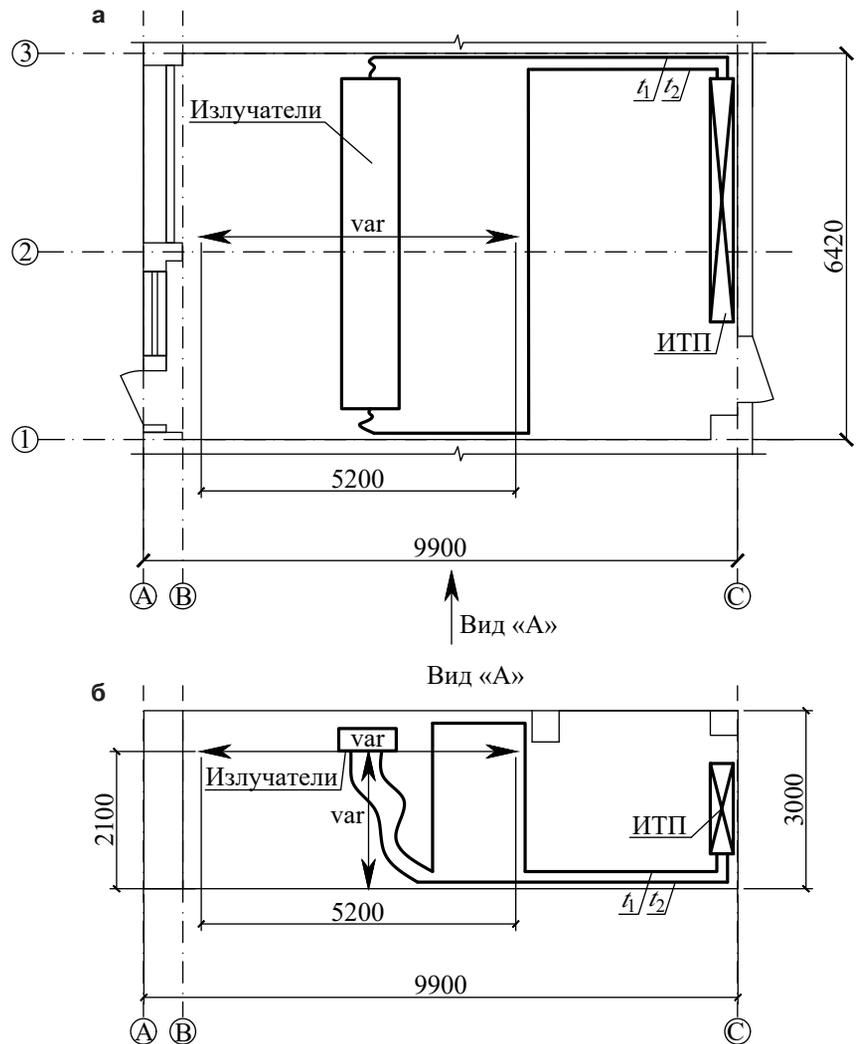


Рис. 3. Экспериментальная установка Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ: а – план лаборатории, б – вид «А»; 1 – передвижная установка с излучателями; 2 – гибкие подводы; 3 – трубопроводы; 4 – индивидуальный тепловой пункт

В продуктовой линейке компании-партнера на данный момент представлены две марки водяных излучающих профилей: Helios 750 и Flower 125 (рис. 2), технические характеристики которых представлены в табл. 1. Для комплексного исследования модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей был проведен ряд лабораторных и натуральных экспериментов: исследование тепловых характеристик водяного инфракрасного излучателя; исследование лучистых характеристик водяного инфракрасного излучателя; исследование теплового режима в помещениях с системами отопления на основе водяных инфракрасных излучателей; исследование температурного режима в помещениях, оборудованных системами лучистого отопления на основе водяных инфракрасных излучателей; исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в помещениях с системами отопления на основе водяных инфракрасных излучателей.

Для проведения комплексного исследования модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей была сконструирована оригинальная экспериментальная установка (рис. 3), которая позволяет смоделировать фрагмент лучистой системы отопления, применить известные методы испытаний и получить достоверные экспериментальные данные, которые впоследствии можно использовать в инженерной практике.

Одним из результатов проведенных в Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ исследований является полученная зависимость определения теплоотдачи

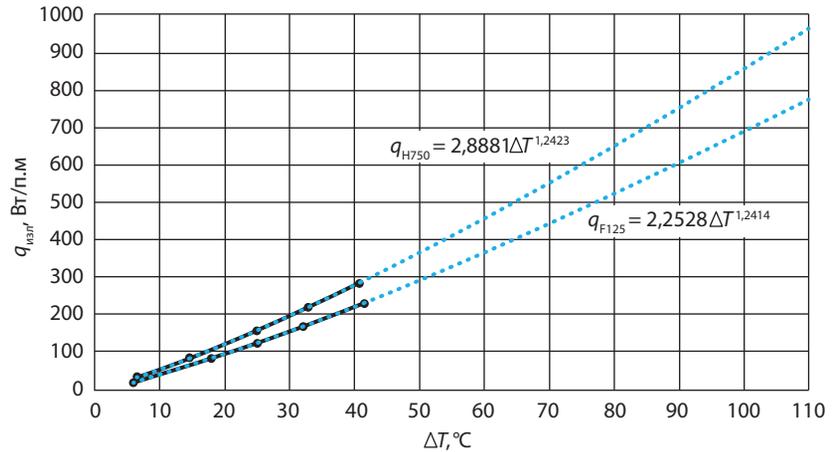


Рис. 4. Результаты моделирования степенной линии тренда в программном комплексе MathCAD для результатов испытания излучателей марок Helios 750 и Flower 125

Таблица 2

Сравнение водяных инфракрасных излучателей различных марок

Марка (производство)	Мощность 1 м прибора при ΔT = 55 °C, Вт/п.м	Стоимость 1 п.м прибора, руб.*	Стоимость 1 Вт мощности, руб.
Helios 750 (Россия)	419,50	6000	14,30
Flower 125 (Россия)	326,04	4000	12,27

\* По состоянию на январь 2022 года.

1 п.м. водяных излучающих профилей  $q_{изл}$ , Вт/п.м., от температурного напора  $\Delta T$ , °C, представленная на рис. 4.

По результатам комплексного исследования модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей было проведено сравнение излучателей марок Helios 750 и Flower 125 (табл. 2).

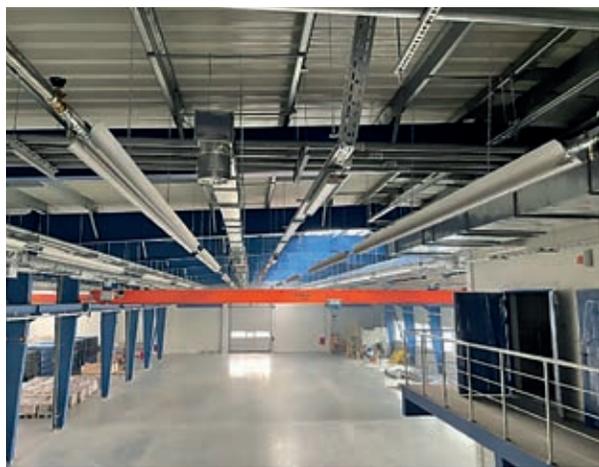
Материальным результатом исследований стало вновь возведенное здание склада сухого хранения с административно-бытовой частью ООО «Флайг + Хоммель» в г. Заволжье (рис. 5), в котором создание системы лучистого отопления было проведено с применением предложенной методики проектирования [11]. Здание имеет отапливаемый объем  $V_{от} = 36\,288\text{ м}^3$ ; площадь

стен  $A_{ф\text{стен}} = 2484\text{ м}^2$ ; площадь покрытия  $A_{ф\text{покр}} = 4032\text{ м}^2$ ; площадь пола  $A_{ф\text{пол}} = 4032\text{ м}^2$ ; площадь светопрозрачных ограждающих конструкций  $A_{ф\text{светопрозрач}} = 556\text{ м}^2$ .

## Заключение

1. Система водяного лучистого отопления за счет большого коэффициента лучистой теплоотдачи имеет высокую плотность инфракрасного излучения, которое, в свою очередь, нагревает поверхности наружных ограждений, что повышает их температуру и позволяет защитить помещения от выпадения конденсата.

2. Высокая энергоэффективность применения лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей достигается за счет:



■ Рис. 5. Общий вид вновь возведенного здания склада сухого хранения с административно-бытовой частью ООО «Флайг + Хоммель» в г. Заволжье

- меньшего температурного градиента по высоте помещения и отсутствия тепловой подушки, что снижает потери теплоты через покрытие помещения;
- снижения температуры воздуха рабочей зоны без снижения уровня комфорта за счет более высокой радиационной температуры, что также снижает трансмиссионные теплопотери;
- меньшей тепловой инерции, что позволяет увеличить время дежурного режима работы системы отопления и снизить длительность переходного режима.

## Литература

1. Kuznetsov G. V., Kurilenko N. I., et al. Experimental determination of the temperature in a small neighborhood of the gas infrared sources // EPJ Web of Conferences. – 2015. – № 82. – 01021p.1–01021.p.4. – DOI:10.1051/epj-conf/20158201021.
2. Maksimov V. I., Nagornova T. A., Kurilenko N. I. Verification of conjugate heat transfer models in a closed volume with radiative heat source // MATEC Web of Conferences. – 2016. – № 72. – 01061p.1–01061.p.5. – DOI:10.1051/matec-conf/20167201061.
3. Стандарт СТО НП «АВОК» 4.1.5-2006 «Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями». – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007.
4. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». – М.: Стандартинформ, 2021.
5. Постановление Правительства РФ от 29.10.2010 № 870 «Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
6. Рекомендации Р НП «АВОК» 4.1.6-2009 «Системы отопления с подвесными излучающими панелями». – М.: АВОК-ПРЕСС, 2009.
7. Бодров М. В., Смыков А. А. Снижение энергоемкости и повышение экологической безопасности производственных помещений при использовании систем лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей // Вестник МГСУ. – 2021. – № 12(157). – С. 1599–1607.
8. Бодров М. В., Смыков А. А., Морозов М. С. Системы лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей для текстильной промышленности // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 6(390). – С. 168–174.
9. Бодров М. В., Морозов М. С. и др. Повышение энергоэффективности и эксплуатационной надежности систем обеспечения параметров микроклимата животноводческих зданий и сооружений // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2022. – № 6. – С. 38–42.
10. Smykov A., Bodrov M., Morozov M. Energy efficiency of radiant heating systems based on water-based radiant profiles // Civil Engineering Journal. – 2021. – Vol. 9, № 5. – P. 1546–1557.
11. Смыков А. А., Бодров М. В. и др. Повышение энергоэффективности пассивных систем обеспечения параметров микроклимата в производственных помещениях // Приволжский научный журнал. – 2021. – № 4(60). – С. 84–89.