

Испытания лабораторной модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей

Рецензия эксперта на статью получена 13.01.2023 [The expert review of the article was received on January 13, 2023]

Уменьшение количества тепловой энергии, необходимой для создания и поддержания комфортных параметров микроклимата в производственном помещении, является крайне актуальной задачей с экономической точки зрения. Одним из путей повышения энергоэффективности зданий производственного назначения без потерь в комфорте и в обеспечении надёжного функционирования производственных линий общепризнанно является применение лучистых систем отопления.

Наиболее энергоэффективным видом инфракрасного отопления является отопление на базе газовых инфракрасных излучателей «светлого» и «тёмного» типов. В таких системах нет промежуточного теплоносителя (воды, пара), тепловая энергия поступает в помещение напрямую от сжигания первичного энергоносителя — природного газа. Но использование подобных систем связано с некоторыми сложностями, например, применение любых видов газовых инфракрасных излучателей в помещениях с повышенными противопожарными требованиями запрещено. Кроме того, использование «светлых» газовых инфракрасных излучателей связано с выбросом уходящих газов непосредственно в объём обслуживаемого помещения, что приводит к удорожанию системы принудительной вентиляции в помещении. Также подключение газа во многих регионах затруднено и может быть финансово неоправданным.

Наиболее перспективным видом лучистого отопления является отопление на базе водяных инфракрасных излучателей. Такие системы имеют ряд преимуществ перед традиционными конвективными или воздушными системами отопления: простое и эффективное гидравлическое регулирование; снижение потерь теплоты через покрытие помещения за счёт уменьшения «тепловой подушки»;

Наиболее перспективным видом лучистого отопления является отопление на базе водяных инфракрасных излучателей. Такие системы имеют ряд преимуществ перед традиционными конвективными или воздушными системами отопления

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. Теплоносителем в данных отопительных приборах служит горячая вода с температурой 30–130 °С.

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 (фото 1). На базе данной лаборатории коллективом авторов были проведены комплексные исследования работы лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей [1–4]. В качестве объекта исследований была выбрана лучистая система отопления, построенная на базе водяных излучающих профилей производства российской компании «Флайт + Хоммель», головной офис которой расположен в городе Заволжье Нижегородской области. Следует отметить, что индустриальный партнёр исследований — единственный российский производитель водяных излучающих профилей.

УДК 697.7. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

Испытания лабораторной модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей

М. В. Бодров, д.т.н., заведующий кафедрой; **А. А. Смыков**, ассистент, кафедра отопления и вентиляции, [Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет \(ННГАСУ\)](#)

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 работе представлены результаты исследований Лаборатории лучистого отопления [ННГАСУ](#).

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

UDC 697.7. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

Testing of a laboratory model of a radiant heating system based on water infrared emitters

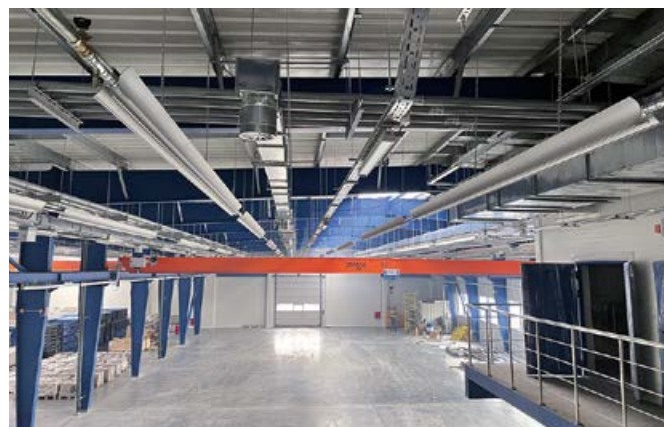
M. V. Bodrov, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department; **A. A. Smykov**, assistant, the Department of Heating and Ventilation, [Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering \(NNGASU\)](#)

The use of radiant heating systems can significantly increase the energy efficiency of industrial premises, but the use of gas and electric systems has its own limitations due to safety and economic feasibility. The use of radiant heating systems based on water infrared emitters is expedient from an economic point of view and is not limited by documents regulating the requirements for the safety of premises. This paper presents the results of research by the Laboratory of Radiant Heating at [NNGASU](#).

Key words: heating, radiant heating, water heating, infrared radiation, emitter, energy efficiency.



❖ Фото 1. Общий вид Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ



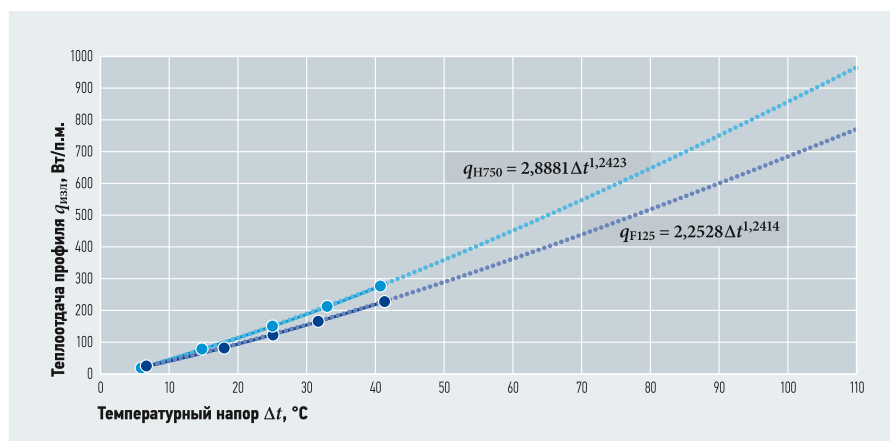
❖ Фото 2. Склад сухого хранения ООО «Флайг + Хоммель» в Заволжье

В продуктовой линейке компании-партнёра на данный момент имеются две марки водяных излучающих профилей: Helios 750 и Flower 125 (технические характеристики представлены в табл. 1).

Для комплексного исследования модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей был проведён ряд лабораторных и натурных экспериментов: исследование тепловых и лучистых характеристик излучателя; исследование теплового и температурного режимов в помещениях с системами отопления на основе водяных ИК-излучателей; исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в помещениях с системами отопления на основе водяных ИК-излучателей.

Для проведения комплексного исследования модели лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей была сконструирована оригинальная экспериментальная установка, 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 исследований, проведённых в Лаборатории лучистого отопления ННГАСУ, является полученная зависимость определения теплоотдачи 1 п.м. водяных излучающих профилей $q_{\text{изл}}$ [Вт/п.м.] от температурного напора Δt [°C], представленная на рис. 1.



❖ Рис. 1. Моделирование степенной линии тренда в программном комплексе Mathcad для результатов испытания излучателей марок Helios 750 и Flower 125

❖ Характеристики излучателей — объектов исследования

табл. 1

Характеристики	Модель Helios 750	Модель Flower 125
Материал, общий вид и форма сечения профиля	AlMgSi0,5	AlMgSi0,5
Макс. рабочее давление / температура теплоносителя, бар / °C	10 / 150	10 / 150
Габариты профиля (д×ш), мм	170×170	125×125
Удельная площадь / ёмкость профиля, м²/п.м. / л/п.м.	1,3 / 2,6	0,603 / 0,28
Удельная масса профиля без воды / с водой, кг/п.м.	7,1 / 9,2	3,6 / 3,98
Подключение, дюйм	2	1/2

Материальным результатом исследования стало вновь возведённое здание склада сухого хранения с административно-бытовой частью компании ООО «Флайг + Хоммель» в городе Заволжье, показанное на фото 2, в котором создание системы лучистого отопления было проведено с применением предложенной методики проектирования лучистой системы отопления [5]. Здание имеет отапливаемый объём $V_{\text{от}} = 36\,288\text{ м}^3$.

Высокая энергоэффективность применения лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей достигается за счёт:

- ❑ 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 счёт более высокой радиационной температуры, что также снижает трансмиссионные теплопотери;
- ❑ меньшей тепловой инерции, которая позволяет увеличить время дежурного режима работы системы отопления и снизить длительность переходного режима. ●

1. Бодров М.В., Смыков А.А. Снижение энергоёмкости и повышение экологической безопасности производственных помещений при использовании систем лучистого отопления на базе водяных ИК-излучателей // Вестник МГСУ, 2021. №12. С. 1599–1607.
 2. Бодров М.В., Смыков А.А., Морозов М.С. Системы лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей для текстильной промышленности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2020. №6. С. 168–174.
 3. Бодров М.В., Морозов М.С., Руин А.Е., Смыков А.А. Повышение энергоэффективности и эксплуатационной надёжности систем обеспечения параметров микроклимата животноводческих зданий и сооружений // АВОК, 2022. №6. С. 38–42.
 4. Bodrov M.V., Smykov A.A., Morozov M.S. Energy efficiency of radiant heating systems based on water-based radiant profiles. Civil Engineering Journal. 2021. Vol. 9. Issue 5. Pp. 1546–1557.
 5. Смыков А.А., Бодров М.В., Юланова А.Ф., Руин А.Е. Повышение энергоэффективности пассивных систем обеспечения параметров микроклимата в производственных помещениях // Приволжский научный журнал, 2021. №4. С. 84–89.
- References — see [page 80](#).

[Testing of a laboratory model of a radiant heating system based on water infrared emitters. Pp. 40–41.](#)

[Mikhail V. Bodrov](#), Doctor of Technical Sciences, Head of the Department; [Alexander A. Smykov](#), assistant, the Department of Heating and Ventilation, [Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering \(NNGASU\)](#)

1. M.V. Bodrov, A.A. Smykov. *Snizhenie jenergoemkosti i povyshenie jekologicheskoy bezopasnosti proizvodstvennyh pomeshhenij pri ispol'zovanii sistem luchistogo otopenija na baze vodjanyh infrakrasnyh izluchatelej* [Reducing energy consumption and increasing the environmental safety of industrial premises when using radiant heating systems based on water infrared emitters]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering (Vestnik MGSU)]. 2021. No. 12. Pp. 1599–1607. [In Russian]
2. M.V. Bodrov, A.A. Smykov, M.S. Morozov. *Tsisemy luchistogo otopenija na baze vodjanyh infrakrasnyh izluchatelej dlja tekstil'noj promyshlennosti* [Radiant heating systems based on water infrared emitters for the textile industry]. *Izvestija vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti* [News of Higher Educational Institutions. Series: Technology of the textile industry]. 2020. No. 6. Pp. 168–174. [In Russian]
3. M.V. Bodrov, M.S. Morozov, A.E. Ruin, A.A. Smykov. *Povyshenie jenergoeffektivnosti i jekspluatatsionnoj nadezhnosti sistem obespechenija parametrov mikroklimata zhivotnovodcheskih zdaniy i sooruzhenij* [Increasing the energy efficiency and operational reliability of systems for ensuring the microclimate parameters of livestock buildings and structures]. *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (ABOK)]. 2022. No. 6. Pp. 38–42. [In Russian]
4. M.V. Bodrov, A.A. Smykov, M.S. Morozov. Energy efficiency of radiant heating systems based on water-based radiant profiles. *Civil Engineering Journal*. 2021. Vol. 9. Issue 5. Pp. 1546–1557.
5. A.A. Smykov, M.V. Bodrov, A.F. Yulanova, A.E. Ruin. *Povyshenie jenergoeffektivnosti passivnyh sistem obespechenija parametrov mikroklimata v proizvodstvennyh pomeshhenijah* [Improving the energy efficiency of passive systems for ensuring microclimate parameters in industrial premises]. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. 2021. No. 4. Pp. 84–89. [In Russian]