

Лучистое или воздушное?

Нет идеального инженерного решения по системе отопления для любого типа зданий. Исключительно важно, чтобы в каждом конкретном случае работали настоящие специалисты своего дела, и чтобы тендер при выборе того или иного решения проводился объективно.

Тендер при выборе того или иного решения инженерных систем здания должен проводиться объективно, с учетом реальных условий и потребностей, сравнивая всю систему отопления и вентиляции в целом, а не какие-то элементы ее (стоимость водяных воздухонагревателей или водяных приточных установок без котельной, стоимость системы инфракрасного отопления без стоимости системы вентиляции и т.п.). В различных сравнениях приводятся диаметрально противоположные выводы, в зависимости от заинтересованности проводивших лиц.

Если сравнение производится представителями лучистого отопления, то они приводят данные температурного расслоения, которое возникает при воздушном отоплении с помощью водяных воздухонагревателей с теплоносителем — паром, за счет чего получается самая большая Δt нагрева воздуха и, конечно, в системе воздушного отопления нет потолочных вентиляторов (дестратификаторов) или вертикальных струй самих воздушно-отопительных агрегатов. Когда сравнение делается продавцами водяных воздухонагревателей, они, конечно, работают только с низкотемпературным теплоносителем (от конденсатного котла например), при этом если

о необходимости строительства котельной и(или) теплотрассы упоминается, то приводятся затраты по котельной на дровах, а работа в автономном режиме указывается как при современной автоматизированной газовой котельной.

Важно, чтобы тендер при выборе того или иного решения проводился объективно, с учетом реальных условий и потребностей, сравнивая всю систему отопления и вентиляции в целом, а не элементы ее по отдельности

В данном «труде» (табл. 1) хотелось бы попытаться объективно (т.е. с разных точек зрения) привести сильные и слабые стороны того или иного инженерного решения. В конце концов, как говорится, «наши недостатки — это продолжение наших достоинств».

Также иногда эффективно построение системы лучистого отопления плюс значительная механическая вентиляция на основе газовых или водяных воздухонагревателей. ●



Фото предоставлено автором.

Фото предоставлено автором.

ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ	ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ
Может быть реализовано на основе	
1. Газовые обогреватели: ● <i>светлые (высокоинтенсивные) излучатели</i> ($t_{\text{излуч.пов-ти}} = 900\text{--}1300\text{ }^{\circ}\text{C}$); ● <i>темные (низкоинтенсивные) излучатели</i> ($t_{\text{излуч.пов-ти}} = 400\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$); ● <i>супертемные (ленточные) излучатели</i> ($t_{\text{излуч.пов-ти}} = 200\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$). 2. Водяные излучающие потолочные панели ($t_{\text{теплоносит}} = 40\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$). 3. Электрические инфракрасные обогреватели ($t_{\text{излуч.пов-ти}} = 60\text{--}280\text{ }^{\circ}\text{C}$).	1. Газовые воздушонагреватели (теплогенераторы, приточные установки и т.д.): ● <i>смесительные газовые воздушонагреватели</i> (прямой нагрев воздуха); ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели</i> (непрямой нагрев воздуха), условно делящиеся на: газовые воздушонагреватели для работы только с рециркулируемым воздухом; газовые воздушонагреватели с возможностью присоединения воздуховода или смесительной камеры. 2. Водяные воздушонагреватели (воздушно-отопительных агрегаты, приточные установки и т.д.). 3. Электрические воздушонагреватели.
Основные сильные стороны, характерные для всех вариантов исполнения	
За счет лучистой составляющей не обогревается промежуточный воздух, а обогреваются непосредственно предметы в рабочей зоне. Человек вместе с температурой воздуха чувствует излучение (теплое или холодное) от окружающих предметов — при лучистом отоплении можно поддерживать температуру воздуха в рабочей зоне на $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже (выше при охлаждении) от аналогичной при воздушном отоплении. Малое движения воздуха в рабочей зоне, т.е. имеем минимальный перенос пыли, запахов и т.п. Высокая эффективность при зональном обогреве.	Возможность обеспечить построение в здании единой системы отопления, вентиляции и кондиционирования.
Общие основные «проблемы»	
Ограничение температуры поверхности обогревателя и плотности лучистого теплового потока на рабочем месте (предметах) — это требует детального расчета распределения лучистого тепла по поверхностям обслуживаемых помещений. Негатив при наличии зон тени (между стеллажами, под агрегатами и т.п.). Если выполнить нормы по вентиляции за счет инфильтрации невозможно, дополнительно необходимо предусматривать установку приточной установки (воздушонагревателя) с газовым, водяным или электрическим нагревом воздуха.	Нужно учитывать возможность сквозняков, ускоренного перетекания запахов, пыли и т.д. Дополнительные затраты электроэнергии на работу вентиляторов. Это конвективная система, т.е. нужно обогревать весь объем здания.
Сильные стороны каждого варианта исполнения	
1. Газовые обогреватели: ● <i>светлые (высокоинтенсивные) излучатели</i>: тепловой КПД почти 100 %; монтаж на высотах до 17 м за счет высокоинтенсивного лучистого излучения; стандартное, типовое оборудование; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки; ● <i>темные (низкоинтенсивные) излучатели</i>: стандартное, типовое оборудование; есть последние разработки с конденсатными темными излучателями с высоким общим тепловым КПД; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки; ● <i>супертемные (ленточные) излучатели</i>: высокий лучистый КПД до 80 % (при рециркуляции продуктов сгорания); возможность обогревать сверхвысокие помещения; возможно размещение блока горелки и вытяжки вне отапливаемого помещения; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки. 2. Водяные излучающие потолочные панели: пожаро- и взрывобезопасность; бесшумность; возможность применять их не только для отопления, но и для охлаждения; если не брать вопрос с установкой котельной — проектирование и монтаж без надзора со стороны Ростехнадзора; свободный выбор источника энергии (котельная на газе, жидком топливе, дровах (пеллетах), электричестве или тепловой насос). 3. Электрические инфракрасные обогреватели: проектирование и монтаж без надзора со стороны Ростехнадзора; низкие капитальные затраты; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки.	1. Газовые воздушонагреватели (теплогенераторы, приточные установки и т.д.): ● <i>смесительные газовые воздушонагреватели</i> (прямой нагрев воздуха): наиболее привлекательно решение по капитальным затратам среди газовых воздушонагревателей; КПД до 100 %; высокий коэффициент модуляции тепловой мощности; легкость решения вопроса с высокой степенью нагрева воздуха; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки; малая инерционность; ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели для работы только с рециркулируемым воздухом</i>: стандартное, типовое оборудование; возможность использования в качестве дестратификатора при вертикальном монтаже; наличие конденсирующих воздушонагревателей с повышенным тепловым КПД, которые обеспечивают широкий диапазон модуляции и маленькую степень нагрева воздуха; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки; малая инерционность; ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели с возможностью присоединения воздуховода или смесительной камеры</i>: возможность работы с приточным и/или рециркулируемым воздухом; возможно размещение вне отапливаемого помещения; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки; малая инерционность. 2. Водяные воздушонагреватели (воздушно-отопительные агрегаты, приточные установки и т.д.): пожаробезопасность; также есть стандартный типоряд для работы только с рециркулируемым воздухом; широкий выбор вариантов исполнения заказных приточных и приточно-вытяжных установок с водяным воздушонагревателем; возможность применять их не только для отопления, но и для охлаждения; если не брать вопрос с установкой котельной — проектирование и монтаж без надзора со стороны Ростехнадзора; свободный выбор источника энергии (котельная на газе, жидком топливе, дровах (пеллетах), электричестве или тепловой насос). 3. Электрические воздушонагреватели: простота регулировки и исполнения — низкие капитальные затраты; отсутствие промежуточного теплоносителя, а значит, протечек и разморозки.

Фото предоставлено автором.



Фото предоставлено автором.



ЛУЧISTОЕ ОТОПЛЕНИЕ	ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ
Трудности/особенности при использовании 1. Газовые обогреватели: ● <i>светлые (высокоинтенсивные) излучатели:</i> лучистый КПД — 50 %, т.е. половина тепловой мощности идет на конвективный нагрев воздуха вокруг обогревателя (под потолком); самое неравномерное и «жесткое» излучение среди инфракрасных обогревателей — при использовании светлых излучателей выжигается кислород, образуются окислы углерода и других вредных веществ за счет пригорания пыли к излучателям; срок эффективной службы «светлых» обогревателей существенно сокращается при наличии в воздухе масляных паров или взвесей — например продуктов сварки; требуется дополнительная вентиляция для разбавления продуктов сгорания поступающих в помещение от излучателей; обслуживание на больших высотах; разводка газа внутри отапливаемого помещения; необходимость надзора со стороны Ростехнадзора; ● <i>темные (низкоинтенсивные) излучатели:</i> лучистый КПД до 50–60 %, т.е. половина на тепловой мощности идет на конвективный нагрев воздуха вокруг обогревателя (под потолком); опасность прогорания излучающей трубы и/или выхода из строя дымоосного вентилятора при неверной эксплуатации; обслуживание на больших высотах; разводка газа внутри отапливаемого помещения; необходимость надзора со стороны Ростехнадзора; ● <i>супертемные (ленточные) излучатели:</i> стандартный лучистый КПД 25–45 %; заказные изделия изготавливаемые под каждый конкретный объект: опасность прогорания излучающей трубы (особенно в местах поворота труб) на неверной эксплуатации; обслуживание на больших высотах: необходимость надзора со стороны Ростехнадзора. 2. Водяные излучающие потолочные панели: лучистый КПД зависит от многих факторов (чаще 30–50 %, иногда до 70 %); общий тепловой КПД системы отопления самый низкий среди инфракрасных обогревателей; обслуживание на больших высотах; при строительстве котельной или протяженной теплоцентрали — более высокие капитальные затраты; дополнительные затраты на электропитание насосов (водоподготовку); невозможность применения на открытых площадках. 3. Электрические инфракрасные обогреватели: обслуживание на больших высотах; самые высокие затраты при эксплуатации за счет высокой стоимости электричества.	1. Газовые воздушонагреватели (теплогенераторы, приточные установки и т.д.): ● <i>смесительные газовые воздушонагреватели</i> (прямой нагрев воздуха): необходимость расчета разбавления вредных продуктов сгорания; постоянный контроль образования CO, CO₂ и NO_x; необходимость надзора со стороны Ростехнадзора; ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели для работы только с рециркулируемым воздухом:</i> для обеспечения приемлемого температурного расслоения по высоте здания необходимо обеспечить двукратную циркуляцию воздуха через воздушонагреватели и потолочные вентиляторы (дестратификаторы) или необходимо использовать более дорогие конденсирующие воздушонагреватели; необходимость надзора со стороны Ростехнадзора; ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели с возможностью присоединения воздушного или смесительной камеры:</i> необходимость надзора со стороны Ростехнадзора. 2. Водяные воздушонагреватели (воздушно-отопительные агрегаты, приточные установки и т.д.): возможность протечек; разморозка при работе с низкими температурами воздуха; при строительстве котельной или протяженной теплоцентрали — более высокие капитальные затраты; дополнительные затраты на электропитание насосов (водоподготовку). 3. Электрические воздушонагреватели: самые высокие затраты при эксплуатации за счет высокой стоимости электричества.
Рекомендуемая и максимальная высота монтажа 1. Газовые обогреватели: ● <i>светлые (высокоинтенсивные) излучатели:</i> от 7 м, макс. 15–17 м, рекомендуется на каждый метр при монтаже обогревателей выше 7 м добавлять 5 % к тепловой мощности системы лучистого отопления от расчетной, но не более 25 %; ● <i>темные (низкоинтенсивные) излучатели:</i> от 4 м, макс. 10–12 м (упоминались объекты с высотой до 20 м); некоторые производители рекомендуют на каждый метр при монтаже обогревателей выше 7 м добавлять 5 % к тепловой мощности системы лучистого отопления от расчетной, но не более 25 %; ● <i>супертемные (ленточные) излучатели:</i> от 7 м, макс. 25–30 м. 2. Водяные излучающие потолочные панели: от 2,5 м, макс. до 40 м. 3. Электрические инфракрасные обогреватели: от 2,5 м, макс. до 10 м.	1. В общем случае для всех воздушонагревателей с осевыми вентиляторами непосредственно размещаемых в помещении: при горизонтальном размещении наиболее оптимальная высота монтажа 3–4 м; при вертикальном монтаже с раздачей воздуха вертикальными струями максимальная высота монтажа стандартных воздушонагревателей и потолочных вентиляторов (дестратификаторов) до 18 м. 2. Для воздушонагревателей с центробежным вентилятором (приточных установок) — нет принципиальной сложности (кроме капитальных затрат) организовать забор воздуха под любым высоким потолком и подать его с помощью воздуховодов в рабочую зону.
Рекомендации по применению 1. Газовые обогреватели: ● <i>светлые (высокоинтенсивные) излучатели:</i> негерметичные площади; помещения с низкой теплоизоляцией; технологические задачи; вентиляция незначительная или за счет инфильтрации; ● <i>темные (низкоинтенсивные) излучатели:</i> помещения с низкой теплоизоляцией; высокие помещения (от 10 м) при возможности размещения обогревателей по высоте до 12 м; вентиляция незначительная или за счет инфильтрации; ● <i>супертемные (ленточные) излучатели:</i> помещения с низкой теплоизоляцией или сверхвысокие помещения в которых вентиляция незначительная или достаточно инфильтрации. 2. Водяные излучающие потолочные панели: приоритет на пожароопасных объектах, объектах, где нет альтернативы котельной/теплоцентрали; помещения с низкой теплоизоляцией или сверхвысокие помещения в которых вентиляция незначительная или достаточно инфильтрации. 3. Электрические инфракрасные обогреватели: помещения с низкой теплоизоляцией или сверхвысокие помещения в которых вентиляция незначительная или достаточно инфильтрации; регионы или объекты, где нет альтернативы или переизбыток электричества.	1. Газовые воздушонагреватели (теплогенераторы, приточные установки и т.д.): ● <i>смесительные газовые воздушонагреватели</i> (прямой нагрев воздуха): помещения с высокими кратностями воздухообмена, т.е. необходимость нагреть большое количество воздуха для задач вентиляции (литейные цеха, цеха сварки, кухни и т.д.); системы вентиляции в регионах со сверхнизкими температурами (от –40 °С); ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели для работы только с рециркулируемым воздухом:</i> помещения с хорошей теплоизоляцией, в которых вентиляция незначительная или достаточно инфильтрации, высотой до 8–10 м; ● <i>рекуперативные газовые воздушонагреватели с возможностью присоединить воздуховод или смесительную камеру:</i> помещения с хорошей теплоизоляцией; особенно эффективны когда есть возможность построения совместной системы отопления и вентиляции (а также кондиционирования) или когда есть сложности с размещением воздушонагревателей внутри отапливаемого помещения. 2. Водяные воздушонагреватели (воздушно-отопительные агрегаты, приточные установки и т.д.): помещения с хорошей теплоизоляцией; когда котельная или теплоцентр уже в наличии или когда по технологии нужно много горячей воды; при пожароопасном производстве, если использование водяных излучающих панелей не целесообразно. 3. Электрические воздушонагреватели: помещения с хорошей теплоизоляцией; регионы или объекты где нет альтернативы или переизбыток электричества.