

Применение тепловых завес для оптимизации температурного режима

© Н.Л. Дорофеева, А.И. Шелехова

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. На различных производствах в зданиях должны поддерживаться определённые санитарно-технические условия, включая сохранение нужной температуры среды. Чтобы препятствовать прохождению холодного воздуха внутрь помещения, применяются тепловые завесы, которые представляют собой струи нагретого воздуха, подаваемого под давлением в определённом направлении так, чтобы отделить горячий воздух от холодного. Такой способ защиты от холода не мешает прохождению людей и транспорта и является довольно эффективным. Воздушные завесы классифицируются в зависимости от режимов работы, направления подачи воздуха, а также по нахождению воздухозабора и по температуре подаваемого воздуха. Воздушные завесы делятся на два типа: смесительные и шиберующие, которые отличаются друг от друга степенью сопротивления наружному воздуху. Первый тип практически не оказывает сопротивления, поступающий внутрь помещения воздух смешивается с подогретым воздухом из воздуховода. Второй же тип частично или полностью перекрывает вход воздушной струёй и оказывает значительное сопротивление поступающему воздуху, он в меньшем количестве смешивается с поступающим воздухом. Чтобы правильно подобрать тип и вид воздушной завесы, нужно учитывать условия, в которых она будет эксплуатироваться.

Ключевые слова: воздушная завеса, микроклимат, воздушный поток, воздухозабор

Thermal Curtains Usage to Optimize the Temperature Regime

© Natalia L. Dorofeyeva, Anastasia I. Shelekhova

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. At various industries, certain sanitary conditions must be maintained in buildings, including maintaining the desired temperature of the environment. To prevent the passage of cold air inside the room, thermal curtains are used, which are jets of heated air supplied under pressure in a certain direction so as to separate hot air from cold air. This method of protection from the cold does not interfere with the passage of people and transport and is quite effective. Air curtains are classified depending on the modes of operation, the direction of air supply, as well as the location of the air intake and the temperature of the supplied air. Air curtains are divided into two types: mixing and gate, which differ from each other in the degree of resistance to outdoor air. The first type practically does not have resistance; the air entering the room is mixed with the heated air from the air duct. The second type partially or completely blocks the entrance with an air jet and provides significant resistance to the incoming air; it is mixed with the incoming air in smaller quantities. To properly choose the type and view of the air curtain, you need to take into account the conditions in which it will be operated.

Keywords: air curtain, microclimate, air flow, air intake

Воздушные завесы – это устройства, которые препятствуют прохождению воздушных потоков (или минимизируют их проходимость) через открытые дверные проёмы. Такая необходимость возникает тогда, когда некоторые проёмы нельзя держать закрытыми из-за определённых производственных или других условий. Благодаря воздушно-тепловым завесам через открываемые в холодное время года ворота предотвращается (минимизируется) проходимость холодного воздуха в помещения промышленных предприятий.

Завесы находят применение также в проёмах между двумя соседними цехами (например, когда один из них отапливается, а другой нет) или в проёмах наружных ограждений предприятий, через которые проходит производственное оборудование (транспортёры) [1].

Огромным преимуществом использования воздушных завес является возможность поддержания в холодное время года требуемого санитарными нормами микроклимата в производственных помещениях, то есть действующего на

организм человека сочетания температуры, влажности и скорости движения воздуха. Кроме того, использование воздушных завес позволяет значительно сократить расход тепла [2–4].

Действие воздушной завесы заключается в том, что мощная струя воздуха подаётся под определённым углом к плоскости ворот (как правило, менее 45°), что максимально минимизирует прохождение холодного воздуха, если дверной проём открыт. При необходимости можно повысить температуру воздушной струи. Принцип работы типовой завесы основан на том, что нагревательный элемент нагревает воздух, а вентилятор переносит его в определённом направлении (как правило, в пространство между внешними и внутренними входными дверями помещения). Таким образом, воздушно-тепловая завеса «отделяет» холодный воздух, не позволяет ему попасть в помещение. Основными параметрами, характеризующими определённые модели воздушно-тепловых завес, являются мощность обогрева, производительность по воздуху, длина завесы, тип используемого подогревателя (электрокалорифер или водяной калорифер). Конструктивно воздушные завесы подразделяются по следующим параметрам: по режиму работы, по направлению подачи воздушной струи, по месту расположения воздухозабора и температуре подаваемого воздуха [5].

Рассмотрим различные виды классификаций воздушных завес.

Для защиты температуры производственных и складских помещений от прорыва наружного воздуха при открытии ворот применяют управляемые воздушные потоки, называемые воздушными завесами, которые уменьшают или предотвращают прохождение наружного воздуха через проём. Воздушно-тепловые завесы бывают смешительного и шиберующего типов.

В завесах *смесительного* типа наружный воздух, который проходит через проём в помещение, смешивается с потоком воздуха, создаваемым завесой, установленной рядом с проёмом. Завесы смешительного типа чаще устанавливаются у входных дверей вспомогательных зданий и помещений. Такие завесы не создают дополнительного сопротивления на пути входящего наружного воздуха, а осуществляют эффективное смешение его с

нагретым воздухом завесы в пределах тамбура.

Завесы *шиберующего* типа в результате полного или частичного перекрытия проёма воздушной струёй существенно уменьшают прорыв наружного воздуха, в итоге помещение «принимает» образующуюся смесь нагретого и холодного воздуха. Основными узлами воздушной завесы шиберующего типа являются воздухопровод, вентилятор, калорифер, воздухопровод равномерной раздачи, щелевая насадка. Главная часть конструкции – воздухопровод равномерной раздачи, снабжённый щелевой насадкой с направляющими пластинами, через которую воздушная струя движется под некоторым углом к плоскости ворот [6–9].

Одним из основных принципов классификации считается режим работы воздушно-тепловых завес. В соответствии с этим принципом завесы бывают двух типов: завесы, которые *действуют периодически* (у периодически открываемых проёмов); завесы, которые *действуют постоянно* (у постоянно открытых проёмов). Режим работы воздушно-тепловой завесы определяется требованиями технологии. Работа воздушной завесы ни в коем случае не должна нарушать воздушно-тепловой режим помещения. При непрерывной работе завеса может использоваться по косвенному назначению, например, организовывать приток воздуха или вытяжку, также можно использовать завесу как отопительный агрегат.

На рисунке 1 представлены схемы воздушных завес шиберующего типа с различным направлением струи.

По *направлению струи* воздушно-тепловые завесы можно разделить на три вида:

– завесы, струя которых направлена снизу вверх, то есть через горизонтальную щель, расположенную внизу проёма (рис. 1 а);

– завесы, струя которых направлена сверху вниз с подачей воздуха через горизонтальную щель, расположенную сверху проёма (рис. 1 б);

– завесы, струя которых направлена горизонтально, одно- и двусторонние с подачей воздуха через вертикальную щель, расположенную с одной стороны проёма (рис. 1 в) или с двух сторон проёма (рис. 1 г).

По *месту воздухозабора* и

температуре подаваемого воздуха воздушно-тепловые завесы делятся на четыре вида. На рисунке 2 представлены

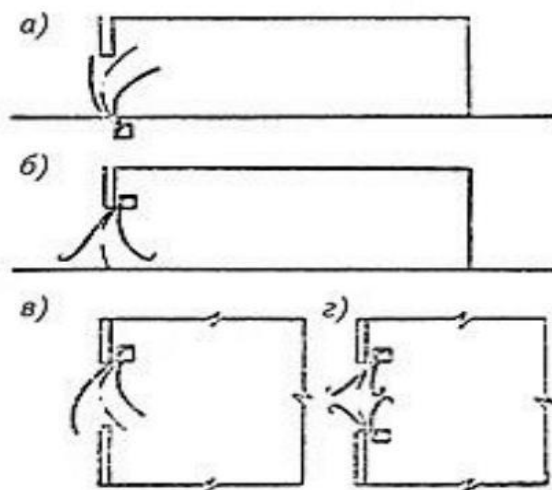


Рис. 1. Схемы воздушных завес шиберующего типа с различным направлением струи

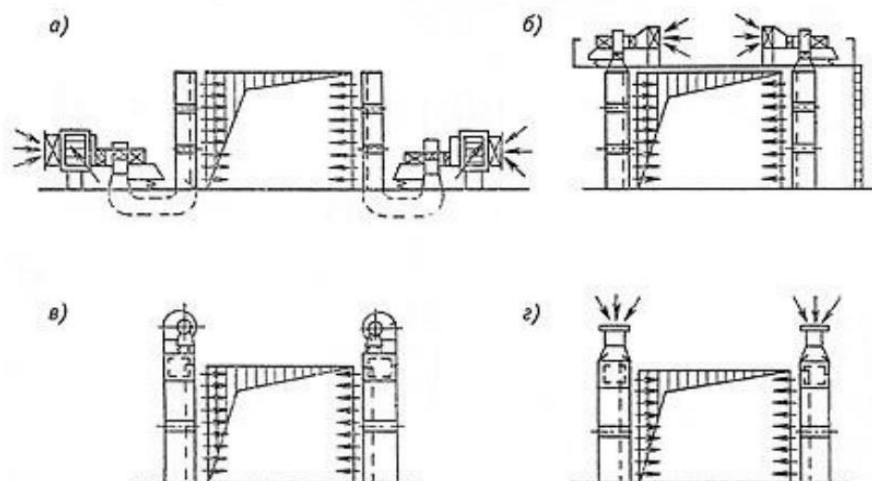


Рис. 2. Схемы установки агрегатов завес шиберующего типа

На рисунке 2 а показана схема завесы с внутренним воздухозабором и подогревом подаваемого воздуха. Такие завесы устанавливают у проёмов в наружных ограждениях складских помещений, имеющих высокие требования к постоянству температуры воздушной среды. В таких помещениях устанавливать воздушные завесы с наружным забором воздуха нецелесообразно. В этом случае увеличиваются затраты на подогрев и очистку воздуха в помещении.

На рисунке 2 б продемонстрирована схема завесы с внутренним воздухозабором без подогрева подаваемого воздуха. Такие завесы устанавливают у проёмов в наружных ограждениях помещений складов,

в которых допускается некоторое периодическое понижение температуры.

На рисунке 2 в показана схема завесы с наружным воздухозабором и подогревом непосредственно подаваемого воздуха непрерывного действия. В частных случаях при довольно больших размерах помещения вполне целесообразно, чтобы воздушно-тепловая завеса непрерывно работала и при периодическом открытии ворот.

На рисунке 2 г показана схема завесы с наружным воздухозабором без подогрева подаваемого воздуха.

На рисунке 3 представлены схемы воздушных завес с разным воздухозабором и температурой подаваемого воздуха.

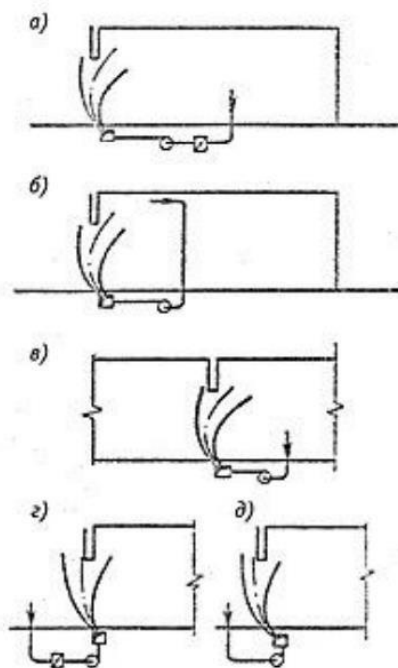


Рис. 3. Схемы воздушных завес с разным воздухозабором и температурой подаваемого воздуха

Классификация воздушных завес по дальнобойности была предложена В.В. Батуриным [10]:

1) завесы, которые перекрывают проём ворот полностью. Дальнобойность завес такого типа должна быть больше высоты (ширины) ворот;

2) завесы, которые не допускают втекания в цех наружного воздуха и пропускают только такое его количество, которое присоединяется к самой струе (эжектируется струей). Дальнобойность завес такого типа должна быть равна или несколько меньше высоты (или ширины) ворот;

3) завесы, которые лишь частично перекрывают дверной проём и допускают непосредственный проход наружного воздуха. Дальнобойность завес такого типа выбирается меньше высоты (или ширины) ворот в зависимости от местных условий.

Типовые воздушно-тепловые завесы устанавливают [11]:

– у ворот или технологических проёмов при любых наружных температурах и любой продолжительности открывания при соответствующем обосновании;

– в тамбурах и шлюзах у входных дверей вестибюлей общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий;

– в тамбурах и шлюзах у входных дверей общественных и производственных зданий и

помещений, оборудованных системами кондиционирования воздуха.

Температуру воздуха завесы чаще всего принимают не выше 50 °С. Скорость выхода воздуха из устройств завесы в производственных зданиях составляет не более 25 м/с [12].

Чтобы выбрать наиболее соответствующий тип завесы, следует обратить внимание на следующие показатели: температура воздуха внутри и снаружи помещения, геометрические параметры проёма, проходимость проёма, производительность по воздуху, тепловая мощность, эффективная длина струи. На основании перечисленных характеристик следует сделать вывод о том, что при выборе воздушно-тепловой завесы нужно учитывать её параметры и соответствие условиям эксплуатации.

В заключение необходимо отметить, что применение новых технических решений для защиты зданий от холодных воздушных потоков является актуальной темой, которой занимаются многие исследователи. К основным техническим задачам, активно решаемым разработчиками новых моделей воздушной завесы, предназначенной для защиты проёмов производственных и складских помещений, относится увеличение стабильности воздушной завесы и снижение затрат тепловой энергии.

Библиографический список

1. Эльтерман В.М. Воздушные завесы. М.: Машиностроение, 1966. 164 с.
2. Полярин Ю. Воздушные и воздушно-тепловые завесы для склада. Конструкция и применение // Склад и техника. 2006. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://sitmag.ru/article/10038-vozdushnye-i-vozdushno-teplovye-zavesy-dlya-sklada-konstruktsiya-i-primeneniye> (26.08.2021).
3. Круглова Е.С., Круглов Г.А., Рыспаева А.К. Регулирование параметров воздушно-тепловой завесы на основе мониторинга возмущающих воздействий // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы XLVIII Международ. науч.-тех. конф.: в 4 ч. Челябинск: Челябинский гос. агроинженерный ун-т, 2009. Ч. 4. С. 120–122.
4. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. М.: Высшая школа, 1984. 390 с.
5. Кокорин О.Я. Установки кондиционирования воздуха. Основы расчёта и проектирования. М.: Машиностроение, 1978. 264 с.
6. Лобов Д.С., Моисеев И.М., Мумладзе Д.Г., Зиновьев Е.В. Воздушные завесы // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2016. № 16-1. С. 165–169.
7. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчётов вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Высшая школа, 1971. 459 с.
8. Фильней М.И. Проектирование вентиляционных установок. М.: Высшая школа, 1966. 206 с.
9. Горшков А.С., Гладких А.А. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246–250.
10. Батулин В.В., Шарендо Н.А., Буткевич В.Г., Краснер С.Ю., Мачихо Т.А. Кинематическое исследование режима установившегося движения // Тезисы докладов 50-й Междунар. науч.-тех. конф. преподавателей и студентов, посвящённой году науки. Витебск: ВГТУ, 2017. С. 124.
11. Гагарин В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 41–47.
12. Jokisalo J., Kurnitcki J., Korpi M., Kalamees T., Vinha J. Building leakage, infiltration, and energy performance analyses for Finnish detached houses // Building and Environment. 2009. Vol. 44. № 2. P. 377–387.

Сведения об авторах / Information about the Authors

Дорофеева Наталья Леонидовна,
кандидат технических наук,
доцент кафедры механики и сопротивления материалов,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская Федерация,
e-mail: dorofeeva@istu.edu

Natalia L. Dorofeyeva,
Cand. Sci. (Technics),
Associate Professor of Mechanics and Strength of Materials Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,
e-mail: dorofeeva@istu.edu

Шелехова Анастасия Игоревна,
студентка группы ТХБ-21-1,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Российская Федерация,
e-mail: sheleh.ananas@yandex.ru

Anastasia I. Shelekhova,
Student,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russian Federation,
e-mail: sheleh.ananas@yandex.ru