

Концепция Thermozone® Оптимизация параметров воздушных завес

Более чем тридцатилетний опыт разработки воздушных завес с учетом специфики скандинавского климата стал той платформой, на базе которой создано последнее поколение воздушных завес, обладающих идеальным эффектом защиты. Концепция Thermozone определяет работу воздушных завес с надежным разделением сред с разной температурой в открытых проемах любых размеров.

Воздушные завесы Thermozone оптимизированы по следующим параметрам:

- Структура воздушного потока
- Эффективность
- Уровень шума

Структура воздушного потока

Оказалось, что компоновка завесы, тип рабочего колеса вентилятора, геометрия проточной части существенно влияют на характеристики потока. Чем совершенней завеса, тем ниже турбулентность потока и, следовательно, ниже уровень шума. Воздушная струя более устойчива и таким образом выше эффект защиты. С помощью нашей акустико-динамической лаборатории были получены данные, которые позволили получить оптимальные соотношения основных характеристик воздушной завесы.

Эффективность

Скорость и импульс воздушной струи являются

определяющими факторами эффективности работы воздушной завесы. Существуют различные точки зрения на соотношение этих величин. Бытует мнение, что чем выше начальная скорость, тем выше эффективность. Это не совсем так, поскольку возрастают внутренние потери в потоке и увеличивается уровень шума. Результаты испытаний завес нового поколения дают основания полагать, что нашим специалистам удалось найти наилучшее сочетание скорости и импульса.

Уровень шума

Снижение шума всегда было одной из основных задач специалистов Frisco при разработке нового оборудования. Характеристики рабочего колеса вентилятора, оформление проточной части завесы и формируемая ими структура потока выбирались исходя из минимума шумности при заданном расходе. Напомним, что уровень шума наряду с освещенностью и нормами вентиляции является одним из основных показателей эргономичности. Требования к шумовым показателям оборудования постоянно ужесточаются и поэтому оборудование Frisco должно обладать наилучшими характеристиками, в том числе и по уровню шума. Более подробно о природе звука и его восприятии см. стр. 244.

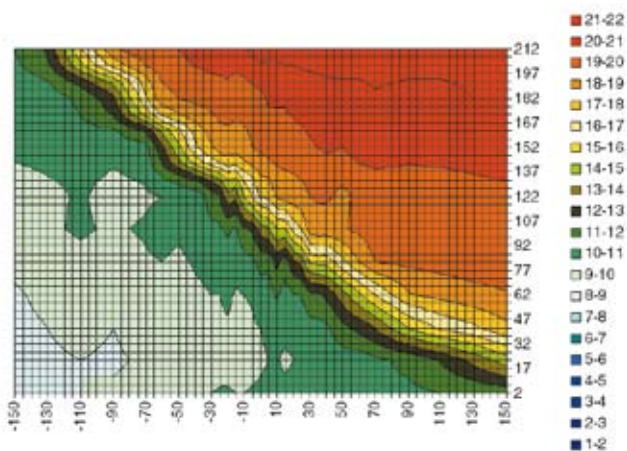
Некоторые примеры и результаты испытаний, иллюстрирующие технологию Thermozone, приведены на последующих страницах.



Невидимая дверь

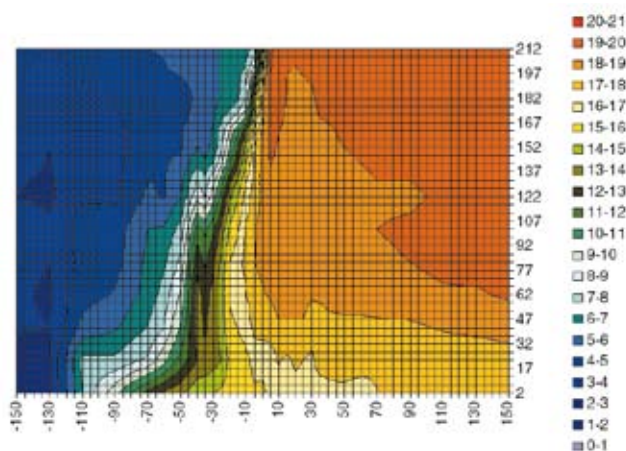
Для примера была взята холодная секция замороженных продуктов, выделенная в отдельное помещение с открытым входом в большом супермаркете с нормальной комнатной температурой. Для понимания процессов, происходящих на границе зон, были выполнены контрольные замеры для различных условий. Они выявили следующую картину распределения температур и перетечек воздуха через открытый проем.

Той или иной температуре присваивался свой цвет. От темно-синего для самой низкой в «холодном» помещении, до темно-красного для самой высокой в «теплом». По горизонтальной оси отложено расстояние в сантиметрах в обе стороны от проема. По вертикальной – вверх от пола. Справа от диаграмм приводится шкала соответствия цвета и температуры.



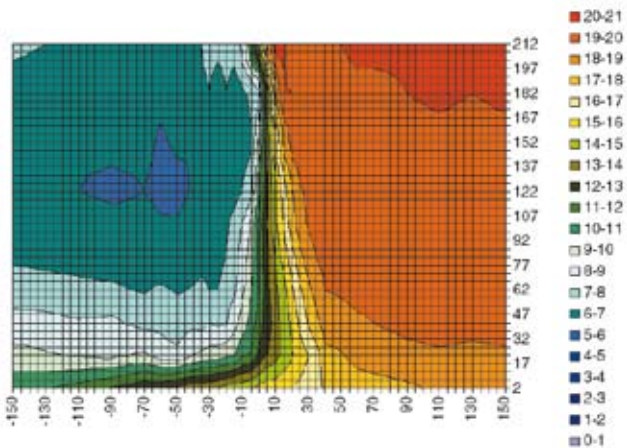
Проемы без воздушной завесы

Можно видеть как воздух проникает внутрь помещения через нижнюю часть проема, а теплый покидает помещение через его верхнюю часть.



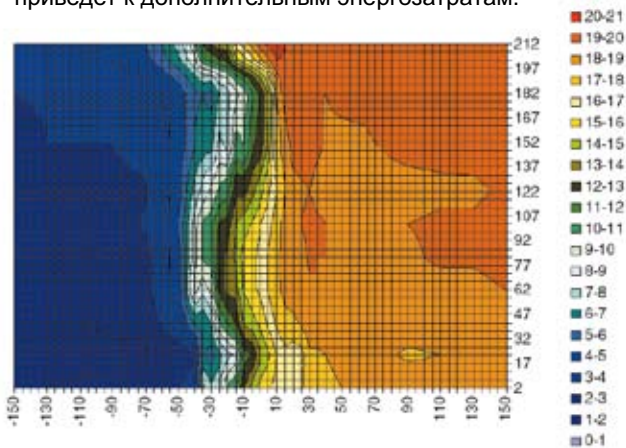
Проем с завесой. Неверно выставлено направление потока.

Если угол наклона потока недостаточен, то теплый воздух будет проникать в холодное помещение и это приведет к дополнительным энергозатратам.



Проем с завесой. Режим избыточной скорости.

Скорость потока является определяющим фактором эффективности работы завесы. В том случае, если она слишком высока, то часть воздуха из «теплого» помещения будет переноситься в «холодное», снижая эффект защиты.



Проем с правильно выбранной и настроенной воздушной завесой

Наблюдается четкое разделение зон с разной температурой. Воздухообмен между помещениями минимален.

Эксперимент производился с использованием завесы Thermozone ADA Cool, модель ADAC120, и выполнялся специалистами Технического Университета, г. Мальмо, Швеция.

Оптимизация расходных параметров

Разделить соседние зоны, которые отличаются только температурой, несложная задача.

Значительно более сложным является корректный учет внешних факторов, таких как ветровая нагрузка и разность давлений из-за разбаланса вентиляции (более подробно об этом на стр. 190-191). Нашей целью было найти такое соотношение между расходом воздуха и скоростью струи, которое обеспечивало бы наибольший эффект защиты проема. При этом результат должен достигаться без повышения уровня шума и турбулентности потока с минимальным потреблением энергии.

Лучший результат – с меньшими затратами.

Казалось бы, что самым простым способом, чтобы повысить расходно-скоростные характеристики завесы, было бы установить на завесу более производительные вентиляторы. Однако это влечет за собой увеличение потребляемой энергии, возрастание уровня шума, повышение веса, стоимости и т.д.

Оказалось, что того же результата по эффективности защиты можно достичь, если найти оптимальное соотношение скорости и расхода воздуха. Действительно, один и тот же объем воздуха

можно выдувать с большей или меньшей скоростью в зависимости от ширины щели. Причем, чем уже щель, тем выше начальная скорость, но больше и турбулентность потока, а стало быть возрастают внутренние потери связанные с рассеиванием струи. Таким образом, оптимальным, на наш взгляд, можно считать такое соотношение между расходом и скоростью, которое обеспечивало бы максимум эффекта защиты при минимальном уровне шума и энергопотреблении.

Испытания эффективности работы завес

Для оценки шиберующего эффекта были проведены полномасштабные испытания. Целью эксперимента было сравнить количество воздуха, проходящего через открытый проем без завесы и с завесой. Схема установки показана на рис. 1. В смежных помещениях, соединенных проемом, имитировались реальные условия улицы и внутреннего помещения за счет создания разности давлений при помощи двух осевых вентиляторов, которые через воздуховоды перекачивали воздух из одного помещения в другое. Воздуховоды были оборудованы приборами для измерения расхода воздуха. Воздушная завеса располагалась горизонтально над проемом.

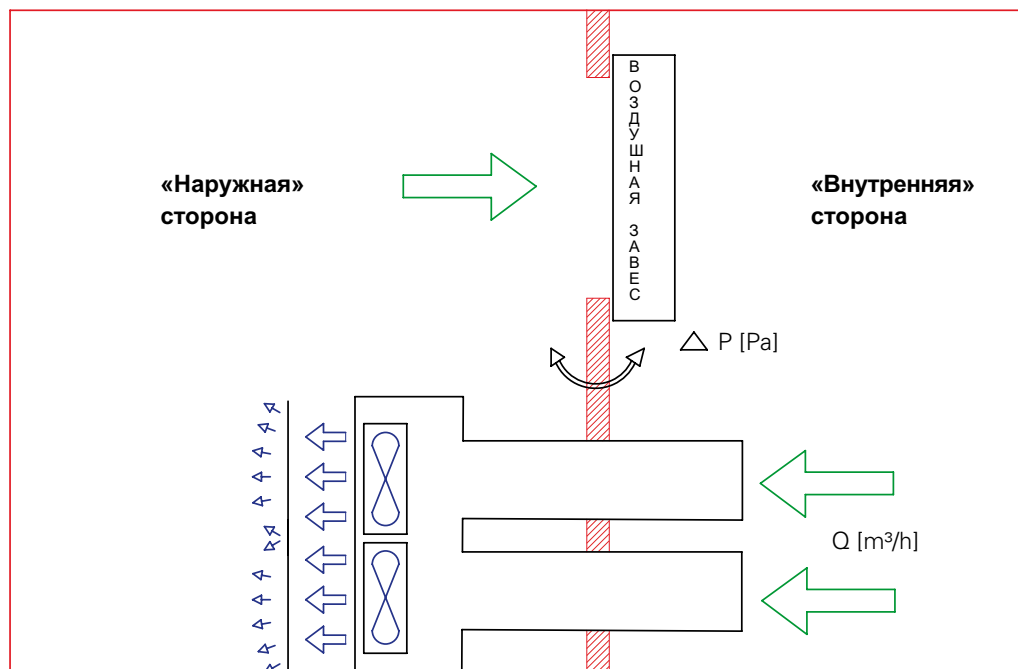


Рис. 1 Схема установки

После включения вентиляторов устанавливается режим, при котором воздух забирается из «внутреннего» помещения и точно такое же его количество затем проходит через открытый проем из «наружного» помещения. Меняя режим работы вентиляторов, мы можем изменять разность давлений между помещениями, начиная с самой минимальной. В процессе эксперимента информация о перепаде давлений и расходе воздуха заносилась в компьютер. В результате обработки данных были получены кривые, которые вы можете видеть на Рис.2. Из этих графиков наглядно видно, насколько снижаются перетечки воздуха через проем после установки воздушной завесы.

Пример: При перепаде давлений 3 Па расход воздуха через открытый проем составляет 4м³/сек; после установки завесы он снижается до 1,6м³/сек. Это дает нам возможность оценить

эффективность работы завесы. $(4-1,6)/4*100 = 60\%$ - это та величина, на которую воздушная завеса снижает перетечки через проем. Помимо этого, мы можем определить сравнительную эффективность различных моделей при тех же условиях. На Рис.3 представлены результаты испытаний моделей различных типов. Тип 1. - завеса с небольшим расходом, но высокой начальной скоростью. Тип 2 - завеса со средним уровнем скорости и расхода. Тип.3 - завеса Thermozone с оптимизированными параметрами воздушного потока. Можно видеть, что последняя более эффективна по сравнению с моделью второго типа, несмотря на то, что ее начальный импульс был ниже на 13%.

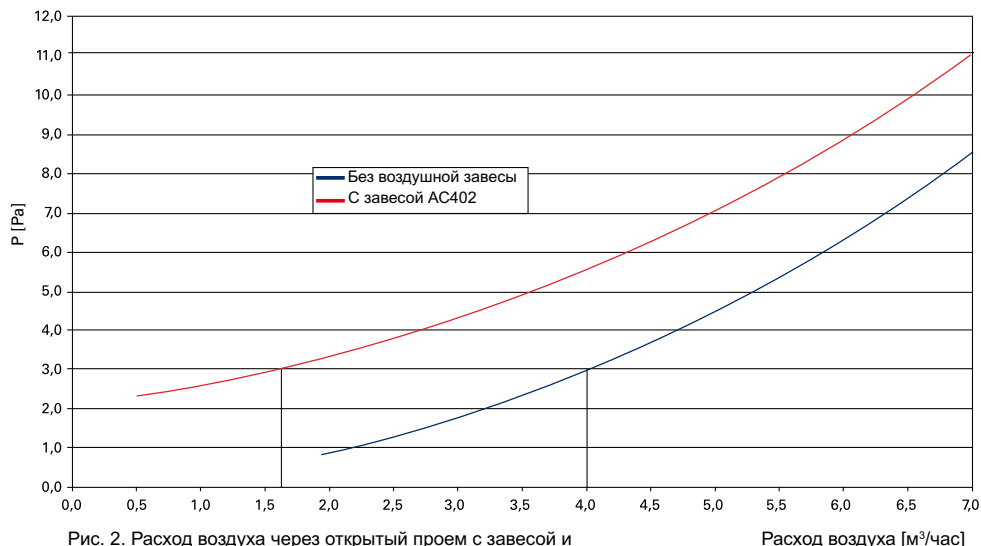


Рис. 2. Расход воздуха через открытый проем с завесой и без воздушной завесы при различных давлениях.

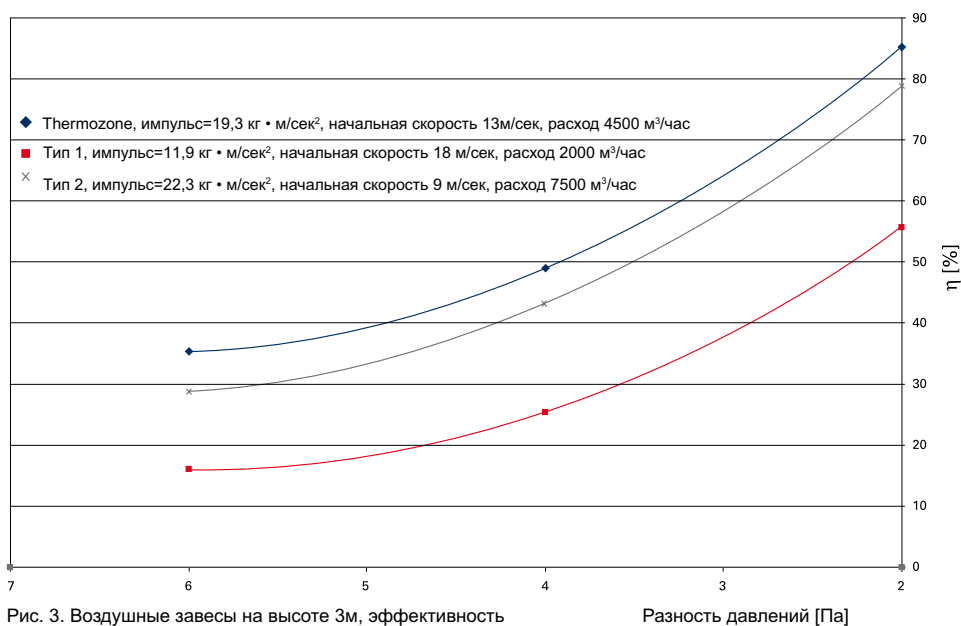


Рис. 3. Воздушные завесы на высоте 3м, эффективность при различных давлениях.

Звук

Уровень звука наряду с освещенностью и нормами вентиляции является одним из основных показателей эргономичности. То, что мы обычно называем уровнем звука для того или иного оборудования на самом деле является величиной звукового давления, которое зависит от расстояния от источника звука, расположения источника звука и акустических свойств помещения. Это означает, что результирующий уровень звука будет определяться не только собственно оборудованием, чьи шумовые характеристики должны быть минимальны, но и свойствами окружающего пространства.

Что такое звук?

Звук представляет собой акустические колебания, исходящие от вибрирующего источника. Звуковая волна это перемещающаяся в пространстве последовательность участков сжатий и разрежений воздушной (или иной) среды. В различных средах звук распространяется с разной скоростью. Для воздуха скорость звука составляет 340 м/сек.

Как измеряется звук?

Уровень звука измеряется в децибеллах (дБ). Децибелл является логарифмической единицей, которой удобней оперировать при описании уровня звука. Если уровень звука возрастает на 10 дБ это означает, что он увеличился вдвое (математически это 6 дБ, но с учетом избирательности человеческого слуха – 10 дБ). Полезно знать, как подсчитать уровень звука от нескольких источников. Например, если мы имеем два источника с одинаковым уровнем звука (шума), то суммарный уровень будет выше на 3дБ. Предположим, имеется установка из 4-х воздушных завес, каждая из которых имеет уровень шума 50дБ. Суммарный уровень шума от них составит 56дБ.

Звуковые показатели для различных источников в «дБ».

0	Порог слышимости человеческого уха
10	Дыхание человека
30	Рекомендуемый макс. уровень звука для спальни
40	Библиотека
50	Офис
60	Средний уровень звука при разговоре
80	Звонок телефона
85	Шумный ресторан
110	Громкий крик
120	Болевой порог

Основные понятия

Давление звука

Сила звука зависит от давления в звуковой волне и определяется интенсивностью источника. Давление звука измеряется в Паскалях (Па). Для определения звукового давления используется

логарифмическая шкала, построенная как разность между действительным уровнем звукового давления и уровнем, соответствующим порогу слышимости. Уровень звука измеряется в децибеллах (дБ), где порог слышимости составляет 0дБ, а болевой предел 120дБ. Давление звука определяется расстоянием от источника и акустическими свойствами помещения.

Мощность звука

Мощность звука это энергия, испускаемая источником звука в единицу времени (Вт). Она рассчитывается через величину звукового давления также в логарифмической шкале. Звуковая мощность в данной точке не зависит от расположения источника звука и акустических свойств помещения, что значительно упрощает сравнение различных источников.

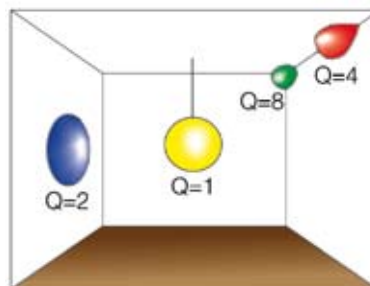
Частота

Акустические колебания возникают от механических колебаний источника звука. Число колебаний в секунду называется частотой. Она измеряется в единицах Герц (Гц).

Мощность и уровень давления звука

Если источник издает звук определенного уровня мощности, то на давление звука будут влиять следующие факторы:

1. Фактор направленности, Q
Учитывает неоднородную направленность звука от источника. См. рисунок.
2. Расстояние от источника до точки измерения
3. Эквивалентная площадь звукопоглощения
Способность поверхности поглощать звук может быть выражена через фактор поглощения «α», который может изменяться от 0 до 1. Величина 1 соответствует абсолютно поглощающей поверхности, а 0 - абсолютно отражающей. Площадь звукопоглощения подсчитывается умножением площади всех поверхностей на соответствующие факторы поглощения. Если известна мощность звука и фактор поглощения, то можно рассчитать величину давления звука.



Распространение звука от источника.

Q = 1	Центр комнаты
Q = 2	Стена или потолок
Q = 4	Угол между стеной и потолком
Q = 8	Угол между тремя плоскостями