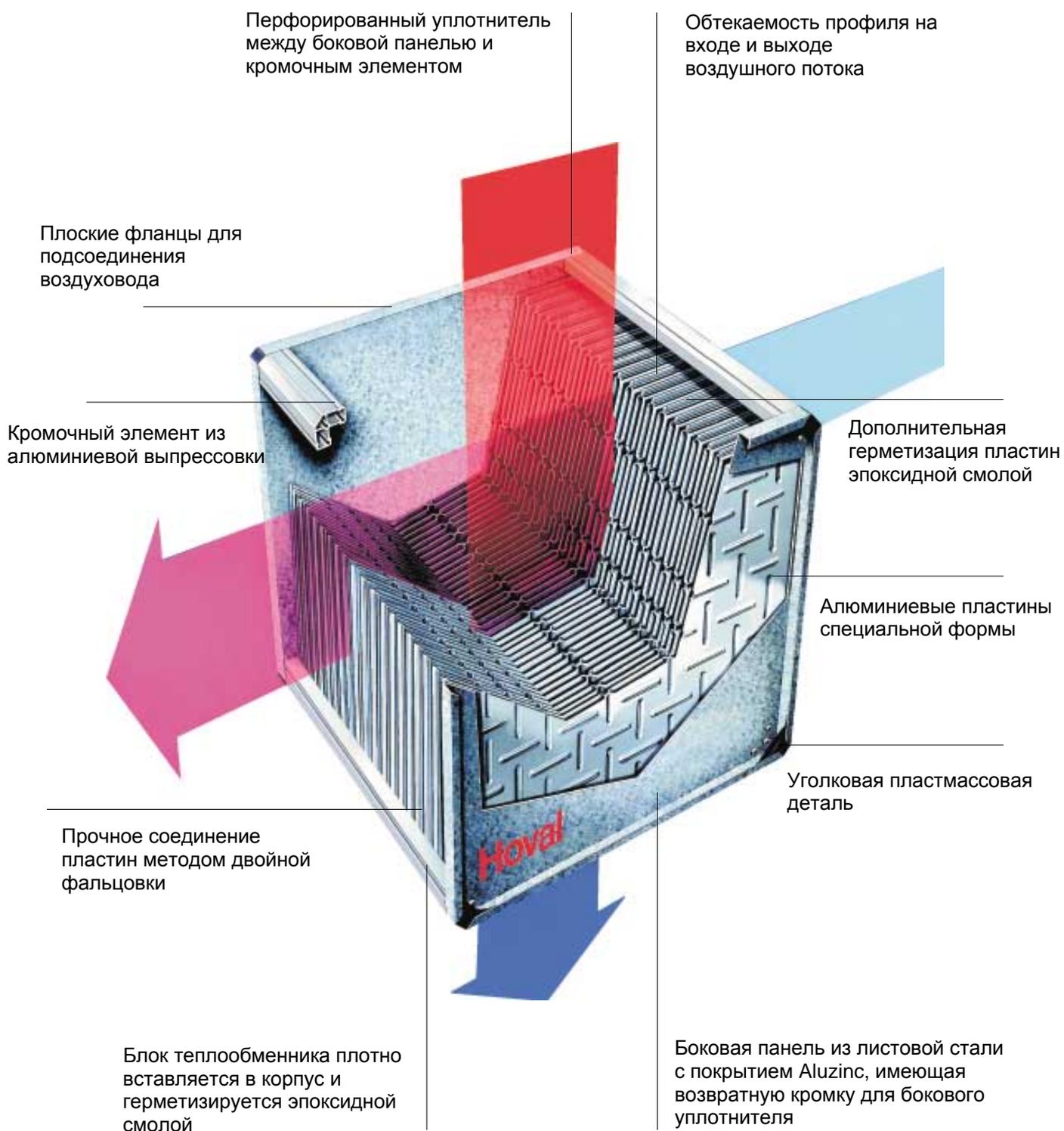


**Пластинчатые теплообменники Noval
для рекуперации тепла
в системах кондиционирования и вентиляции**

Noval

Вид теплообменника типа N в разрезе



Содержание

| | | | | |
|----------------------|---|-------|--|----|
| Общие сведения | 2 | 9. | Транспортировка и монтаж..... | 33 |
| 1. | Принцип работы | 9.1 | Транспортировка | 33 |
| 1.1 | Теплообмен..... | 9.2 | Монтаж механической части | 33 |
| 1.2 | Утечки воздуха..... | 9.3 | Привод воздушных клапанов | 33 |
| 1.3 | Влагообмен | 9.4 | Гидравлические соединения | 34 |
| 1.4 | Конденсация влаги..... | 9.5 | Установка датчиков | 34 |
| 1.5 | Температурные эпюры | 9.6 | Сборка теплообменника на месте установки..... | 34 |
| 1.6 | Предотвращение обмерзания теплообменника..... | 10. | Ввод в эксплуатацию и обслуживание .. | 34 |
| 1.7 | Эффективность рекуперации тепла | 10.1 | Ввод в эксплуатацию..... | 34 |
| 1.8 | Падение давления..... | 10.2 | Техническое обслуживание | 34 |
| 1.9 | Разность давления..... | 11. | Рекомендации по проектированию | 35 |
| 1.10 | Вопросы гигиены | 11.1 | Сбор данных | 35 |
| 2. | Регулирование теплопроизводительности..... | 11.2 | Нормы и правила..... | 35 |
| 3. | Конструктивное исполнение | 11.3 | Расположение теплообменника в системе..... | 35 |
| 3.1 | Блок теплообменника типа N | 11.4 | Выбор наиболее экономичного варианта | 35 |
| 3.2 | Блок теплообменника типа F..... | 11.5 | Регулирование теплопроизводительности | 35 |
| 3.3 | Корпус теплообменника..... | 11.6 | Рециркуляционный байпас | 35 |
| 4. | Модельный ряд..... | 11.7 | Шумопоглощение..... | 35 |
| 4.1 | Тип конструкции..... | 11.7 | Шумопоглощение..... | 36 |
| 4.2 | Исполнения | 11.8 | Коррозийная стойкость | 36 |
| 4.3 | Типоразмеры теплообменника | 11.9 | Предельные рабочие характеристики .. | 36 |
| 4.4 | Расстояние между пластинами..... | 11.10 | Загрязнение теплообменника | 36 |
| 4.5 | Ширина теплообменника | 11.11 | Образование конденсата в теплом плече 36 | |
| 5. | Опции..... | 11.12 | Стойкость к растворителям | 36 |
| 5.1 | Байпас (код В)..... | 11.13 | Надежность эксплуатации | 36 |
| 5.2 | Воздушные клапаны (код К) | 11.14 | Подбор..... | 36 |
| 5.3 | Рециркуляционный байпас (код U) | 11.15 | Технические данные | 37 |
| 5.4 | Испытания на герметичность (код Р) | 12 | Спецификация | 38 |
| 5.5 | Усиленная упаковка (код Q) | 12.1 | Тип N..... | 38 |
| 5.6 | Горизонтальное расположение пластин теплообменника (код L) | 12.2 | Тип F | 38 |
| 5.7 | Адаптер привода (код Н) | | | |
| 6. | Маркировка, предельные рабочие характеристики | | Обозначения..... | 39 |
| 7. | Размеры и вес..... | | Форма заказа теплообменника | 40 |
| 8. | Проектирование и подбор | | | |
| 8.1 | Исходные данные для подбора | | | |
| 8.2 | Подбор с помощью компьютерной программы Noval CAPS | | | |
| 8.3 | Подбор с помощью номограмм и формы исходных данных..... | | | |

Пластинчатые теплообменники.
Руководство по проектированию и эксплуатации.
2005 г.
Возможны изменения технических данных.
© Novalwerk AG, Лихтенштейн

Общие сведения

Низкие затраты и экологическая безопасность

Пластиначные теплообменники NOVAL, являясь важным элементом комплексной системы энергосбережения, включаются в состав центральных кондиционеров, линий воздуховодов, технологического оборудования.

Теплообменники находят применение на коммерческих и промышленных объектах, в покрасочных и сушильных камерах, экстракционных цехах, гостиницах, больницах, спортивных залах, офисах, конференц-залах, плавательных бассейнах.

Использование пластиначных теплообменников обеспечивает такие преимущества, как:

- низкое энергопотребление;
- низкие капитальные вложения на выработку тепловой энергии и ее распределение;
- бережное отношение к окружающей среде.

Чистота приточного воздуха

Конструкция пластиначных теплообменников NOVAL такова, что перекрестные потоки теплого (вытяжного) и холодного (свежего) воздуха, будучи разделенными алюминиевыми пластинами, не соприкасаются друг с другом. Благодаря этому исключается передача одним потоком другому загрязнений, запахов, влаги, микроорганизмов и др. Количество тепловой энергии, отдаваемой вытяжным воздухом приточному, зависит только от теплопроводности материалов и разницы температур между двумя потоками. При этом теплый вытяжной воздух охлаждается, а холодный приточный - нагревается.

Два типа конструкции

Конструктивные характеристики блока пластин теплообменника (размер пластин, расстояние между пластинами, степень прочности) определяются, главным образом, расходом обрабатываемого воздуха. Для возможности применения установок в различных областях фирма Noval выпускает два типа теплообменников:

| Тип N | Тип F |
|--|---|
| для применения в обычных системах кондиционирования с расходом воздуха до 50 000 м ³ /ч | для применения в составе технологического оборудования и в системах кондиционирования с расходом воздуха до 100 000 м ³ /ч |

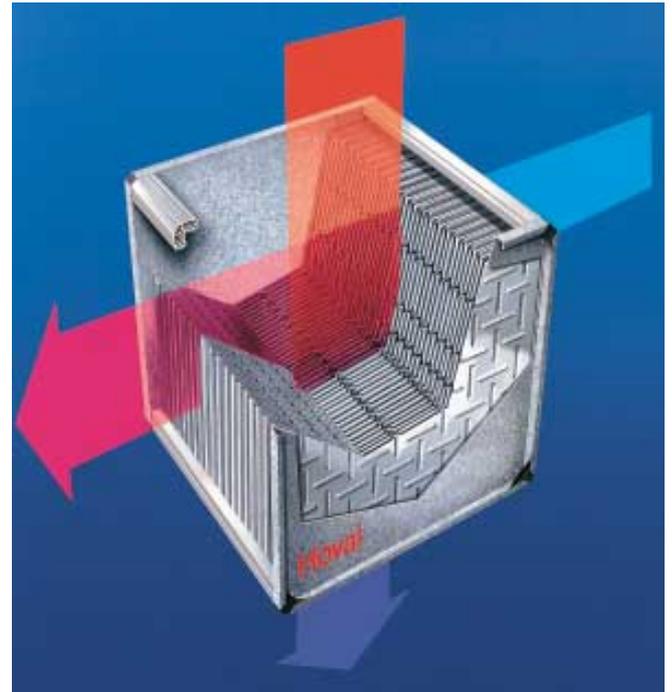


Рис. 2: Теплообменник типа N в разрезе

Широкий ряд типоразмеров

Широта предлагаемого ряда типоразмеров дает возможность подобрать теплообменник в соответствии с проектными требованиями конкретного объекта:

- длина теплообменника - от 0,4 до 2,4 м;
- ширина блока пластин теплообменника - от 0,1 до 3,0 м;
- величина расхода воздуха - от 500 до 100 000 м³/ч

По индивидуальному заказу могут поставляться теплообменники с нестандартным расстоянием между пластинами, за счет чего будет обеспечиваться требуемая величина эффективности рекуперации тепла.

Три варианта исполнения

В зависимости от области применения пластиначные теплообменники Noval изготавливаются в трех видах исполнения:

Стандартное исполнение V

Пластины блока теплообменника выполнены из чистого алюминия, боковые панели корпуса - из листового алюминиево-цинкового сплава Aluzink, кромочные элементы корпуса - из алюминиевых выпрессовок.

Коррозийно-стойкое исполнение G

Используемые материалы такие же, как и для исполнения V, но пластины теплообменника и корпус имеют специальное антикоррозийное покрытие.

Термостойкое исполнение T

Используемые материалы такие же, как и для исполнения V, но для герметизации кромочных алюминиевых элементов корпуса используется не эпоксидная смола, а силиконовый материал, устойчивый к действию температур до 200 °С.



Теплообменники типа F могут быть изготовлены из высококачественной стали.

Рис.1. Автоматизированное производство теплообменников - гарантия их высокого качества

Общие сведения



Рис. 3: Теплообменник типа F в разрезе

Эксплуатационная надежность

Теплообменники Noval, благодаря отсутствию в них подвижных элементов и электрических соединений, отличаются 100% надежностью работы и не требуют дополнительных эксплуатационных расходов.

Опыт использования теплообменников на многочисленных объектах доказал, что они практически не подвержены загрязнению, поэтому не нуждаются в обслуживании.



Рис. 4: Кромочные алюминиевые выпрессовки обеспечивают удобство монтажа

Предлагаемые опции

Для пластинчатых теплообменников Noval предлагаются следующие опции:

Байпасная секция

Байпасная секция встраивается в тот же корпус, что и блок пластин теплообменника (сбоку от него или посередине).

Байпас рециркуляционного воздуха

Для эффективного регулирования теплопроизводительности в байпасной секции теплообменника открывается еще одна сторона для рециркуляционного клапана. Таким образом, появляется возможность работы установки в режиме рециркуляции.

Байпасные клапаны

Байпасные клапаны представляют собой заслонки из выпрессовок алюминия, приводимые в действие с помощью пластмассовых шестерней. Все компоненты клапанов легко демонтируются даже после полного монтажа.

Надежные технические данные

Пластина́тые теплообменники Noval проходят независимые испытания на испытательном стенде в Центральной Технической Лаборатории Швейцарии. Все технические данные, в т.ч. эффективность рекуперации и падение давления, получены на основании этих испытаний.

Компьютерная программа подбора теплообменников (CAPS - Computer Aided Plate Heat Exchanger Selection) позволяет получить технические данные выбранного теплообменника и его экономические характеристики.

Преимущества пластинчатых теплообменников Noval

- Высокоэффективная рекуперация и малые капитальные вложения, следовательно, высокая самоокупаемость.
- Отсутствие подвижных элементов, следовательно, долговечность и возможность непрерывного функционирования.
- Раздельные потоки приточного и вытяжного воздуха, следовательно, исключение смешения и загрязнения воздуха.
- Отсутствие электрических контактов, следовательно, экономия средств при монтаже и эксплуатации.
- Широкие возможности для оптимального подбора - 2 типа конструкции, 3 исполнения, 13 типоразмеров, 17 величин расстояния между пластинами, любая требуемая ширина.
- Малый вес и компактность, следовательно, простота монтажа.
- Автоматизированное производство, следовательно, гарантированное качество продукции.
- Многочисленные опции для возможности обеспечения комплексного решения.

Принцип работы

1. Принцип работы

Согласно нормативам Eurovent, определенным для рекуперации тепловой энергии (например, VDI 2071, Eurovent 10), пластиначатые теплообменники Noval, являются рекуператорными установками со стыкующимися плоскостями (категория 1). Это значит, что тепловыделяющий и теплопоглощающий воздушные потоки проходят вдоль стыкующей плоскости, через которую происходит теплопередача. Таким образом, приточный и вытяжной воздушные потоки направляются в один и тот же теплообменник.

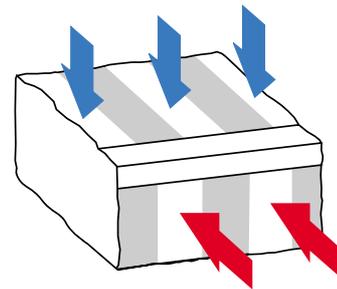


Рис. 5: Разделенные пластинами воздушные потоки проходят крестообразно по отношению друг к другу

1.1 Теплообмен

В теплообменниках Noval используется принцип перекрестных потоков. Тепловую энергию, переходящую через пластины от теплового воздушного потока к холодному в единицу времени, можно рассчитать по следующей упрощенной формуле:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta t$$

Следовательно, при известных значениях температур воздушных потоков теплопроизводительность определяется расчетными характеристиками.

Коэффициент теплопередачи

Коэффициент теплопередачи k рассчитывается исходя из толщины пластин теплообменника, коэффициента их теплопроводности, а также удельной теплопередачи по обеим сторонам пластины.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

Поскольку пластины теплообменника очень тонкие, то коэффициент теплопередачи мало зависит от материала пластин и их толщины (см. Таблицу 1).

Таблица 1: Эффективность теплообмена практически не зависит от материала пластины и ее толщины

| Материал пластин | Толщина [мм] | λ [Вт/мК] | $\alpha_1 = \alpha_2$ [Вт/м ² К] | K [Вт/м ² К] |
|------------------|--------------|-------------------|---|---------------------------|
| Алюминий | 0,125 | 200 | 40 | 19,9998 |
| Алюминий | 0,500 | 200 | 40 | 19,9990 |
| Пластмасса | 0,500 | 0,20 | 40 | 19,0476 |

Эффективный теплообмен возможен только в том случае, если удельная теплопередача будет высокой по обеим сторонам пластины. Для достижения этой цели фирма Noval, основываясь на результатах расширенных испытаний, оптимизировала профиль пластин таким образом, что эффективность теплообмена, оставаясь высокой, не зависит, в то же время, от скорости воздушного потока.

Поверхность теплообмена

Количество передаваемого тепла непосредственно зависит от поверхности теплообмена. Следовательно, при изменении количества пластин в блоке, а, значит, расстояния между ними меняется эффективность рекуперации теплообменника. Поэтому для большинства типоразмеров теплообменников предлагается различное расстояние между пластинами с целью подбора агрегата требуемой эффективности. Оптимальный вариант можно подобрать только на основании экономического расчета, применяемого к конкретному проекту.

1.2 Утечки воздуха

Элементы установок кондиционирования воздуха, такие как корпус, клапаны, воздуховоды не являются полностью герметичными. В этом обычно нет острой необходимости и, кроме того, обеспечение высокой степени герметичности агрегатов требует больших затрат. Поэтому на практике утечки воздуха вполне допустимы, но только в установленных пределах, определенных нормативами для отдельных компонентов систем кондиционирования, (например, для клапанов). Для рекуператорных установок таких нормативов пока не существует, но величины допустимых утечек получены экспериментальным путем.

Существует два типа утечек:

- утечки воздуха изнутри установки наружу (наружные);
- утечки воздуха между приточным и вытяжным потоками (внутренние).

В то время, как наружные утечки не вызывают никаких проблем и, прежде всего, определяются качеством сборки и монтажа системы, внутренние утечки зависят, главным образом, от характеристик системы и конструкции теплообменника. Пластиначатые теплообменники Noval имеют высокую степень герметичности. В результате испытаний получены следующие данные по отношению к номинальному расходу воздуха при падении давления в теплообменнике 200 Па:

- наружные утечки: 0,0014 % (при разности давления 400 Па).
- внутренние утечки: 0,0158 % (при разности давления 250 Па);

Такие показатели считаются очень хорошими и намного превосходят аналогичные данные других фирм-производителей подобного оборудования. Тем не менее, нужно иметь в виду, что 100% герметичность теплообменников Noval может быть обеспечена только за счет принятия специальных мер.



Величину внутренних утечек в пластиначатых теплообменниках Noval по отношению к номинальному расходу воздуха (при разности давления 250 Па) можно приблизительно принять равной 0,1%. Таким образом, теплообменники полностью соответствуют немецкому стандарту RAL-GZ652 от 01/2001, который требует, чтобы данный параметр не превышал 0,25 %.

Принцип работы

1.3 Влагообмен

Поскольку воздушные потоки в теплообменниках Noval разделены пластинами и не соприкасаются друг с другом, влагообмена между теплым и холодным воздухом не происходит, что является особым преимуществом в тех случаях, когда в помещении требуется удалять влаго- и теплоизбытки, например, в плавательных бассейнах, сушильных камерах и т.д.

1.4 Конденсация влаги

Хотя влагообмена между теплым и холодным потоками в теплообменниках Noval не происходит, часть скрытой тепловой энергии влажного вытяжного воздуха используется для рекуперации. При низкой температуре наружного воздуха и высокой степени нагрева вытяжного воздуха, последний может охладиться до точки росы, в результате чего из него выпадает конденсат и высвобождается скрытая теплота испарения. При этом разница температур проходящих через теплообменник воздушных потоков больше, чем при отсутствии образования конденсата, а, следовательно, больше количество передаваемой тепловой энергии и, как результат, значительно выше эффективность рекуперации. (см. График 3 на стр. 27). Эту закономерность можно легко увидеть на I,d-диаграмме. Из диаграммы видно, что холодный воздушный поток нагревается на большую величину, чем теплый охлаждается. Но разница энтальпий воздушных потоков будет одинаковой при условии их равного влагосодержания.

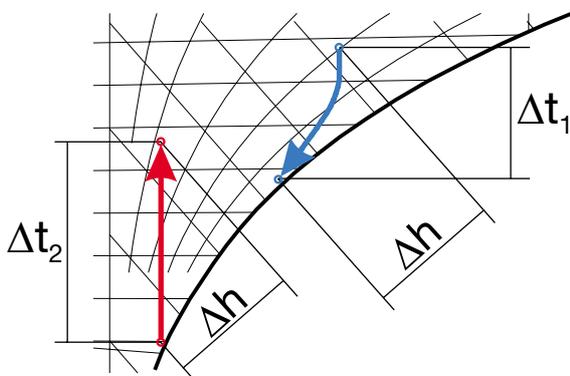


Рис. 6: Изменения температуры и влажности воздушных потоков при теплообмене с образованием конденсата

В то же время, при образовании конденсата в потоке вытяжного воздуха сокращается свободное сечение прохождения потока и, как результат, увеличивается величина падения давления. Поэтому важно обеспечить беспрепятственный отвод конденсата из теплообменника. Возможности для этого определяются позицией фитингов теплообменника и профилем пластин. Уникальный профиль пластин теплообменников Noval гарантирует наименьшие величины падения давления по сравнению с конструкцией других фирм-производителей, что доказывают многочисленные испытания. При вероятности конденсатообразования в теплообменнике герметичности установки следует уделить особое внимание, учитывая при этом величину

как внутренних, так и наружных утечек. Даже в том случае, если утечки составляют только 0.1 % от номинального расхода воздуха, как это имеет место в теплообменниках Noval, – протечки конденсата могут достигать 3 л/час, а в экстремальных условиях даже больше.

В каждом конкретном случае количество протечки конденсата определяется типоразмером теплообменника, количеством пластин в блоке, количеством образующегося конденсата и величиной падения давления. По специальному запросу фирма-производитель выполняет для индивидуального проекта расчет возможного количества протечки конденсата.

1.5 Температурные эпюры

В теплообменниках перекрестного тока нагрев и охлаждение воздуха происходит неравномерно по всему поперечному сечению. Это видно из графика на рис. 7, выполненного на компьютере и рассчитанного с помощью метода конечных элементов.

Ввиду неравномерности температуры по сечению воздушного потока, практически невозможно рассчитать эффективность теплообменника в рабочих условиях. Поэтому для пластинчатых теплообменников Noval эффективность рекуперации определялась экспериментальным путем на основании испытаний, измерений и проверок, выполненных и согласованных независимыми организациями.

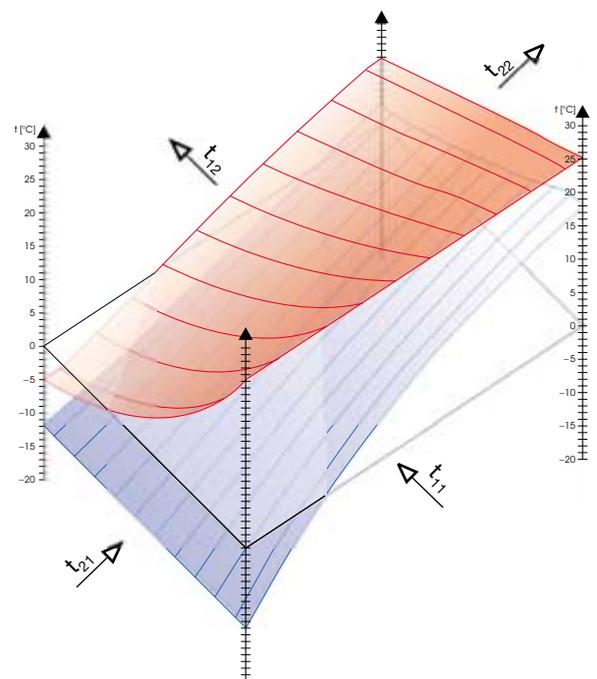


Рис. 7: Температурные эпюры воздушных потоков

Принцип работы



Рис. 8: Свидетельства независимых организаций о результатах измерений, подтверждающие технические данные пластинчатых теплообменников Noval



Рис. 9: Теплообменники Noval постоянно проходят стендовые испытания на соответствие техническим характеристикам

Принцип работы

1.6 Предотвращение обмерзания теплообменника

При сильном охлаждении теплого воздушного потока возможно не только образование конденсата в теплом плече, но и его замерзание. Температура воздуха, при которой начинается замерзание конденсата, называется “точкой обмерзания”. На практике обмерзание теплообменника случается достаточно редко, так как для этого необходимы следующие условия:

- очень низкая температура воздуха в холодном плече;
- большой расход воздуха в холодном плече, чем в теплом;
- высокая эффективность теплообмена;
- относительно небольшое количество образуемого конденсата;
- медленный отвод конденсата.

При одновременном выполнении нескольких из этих условий теплообменник станет обмерзать, начиная с “холодного угла”. Конструкция теплообменников Noval такова, что при обмерзании он остается работоспособным, но при этом увеличивается падение давления и сокращается расход воздуха в нем. В экстремальных условиях, которые, как показывает многолетний опыт, на практике случаются довольно редко, может произойти постепенное обледенение всего теплообменника. Поэтому, если предполагается вероятность достижения в теплообменнике точки обмерзания, следует соблюсти следующие условия:

- соотношение массовых расходов воздуха в холодном и теплом плече должно быть меньше 1 ($m_2/m_1 < 1$);
- температура воздуха в холодном плече должна быть не ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- вертикальное расположение пластин теплообменника (стандартное);
- на короткие периоды времени можно сокращать расход удаляемого воздуха.

Если эти условия соблюсти невозможно, рекомендуется с помощью компьютерной программы рассчитать для данного проекта точку обмерзания теплообменника и принять необходимые меры для предотвращения обмерзания (предусмотреть, например, выключение вытяжного вентилятора для регулирования оттайки, калорифер предварительного нагрева или байпас).

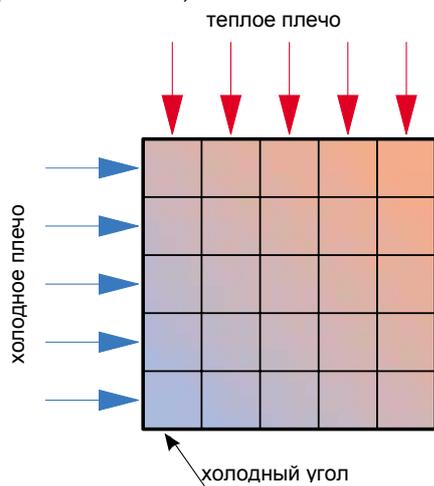


Рис. 10: В экстремальных условиях может происходить обмерзание теплообменника, начиная с “холодного угла”

1.7 Эффективность рекуперации тепла

В принципе можно достичь любой величины эффективности рекуперации, подобрав теплообменники соответствующего типоразмера и в необходимом количестве. Например, эффективность можно значительно повысить, последовательно установив два теплообменника. Однако, это вызовет

- либо значительное падение давления,
- либо необходимость достаточного свободного пространства,
- в любом случае - дополнительные затраты.

Величина эффективности определяется для каждого конкретного проекта путем экономического расчета, в котором учитываются такие характеристики, как цена на энергоносители, срок службы, длительность непрерывной работы, рабочие температуры, затраты на обслуживание, процентные ставки.

Очень важно, чтобы расчетные оптимальные значения эффективности рекуперации и падения давления могли быть достигнуты на практике. Даже небольшая отклонения (на несколько процентов меньшая эффективность, на несколько Паскалей большее падение давления) могут отрицательно сказаться на действительных показателях работы теплообменника и периоде его самоокупаемости. Для достижения оптимального сочетания рентабельности и экологической безопасности рекомендуется, чтобы эффективность рекуперации составляла не менее 50%.

1.8 Падение давления

Использование рекуператорных установок приводит к дополнительному падению давления на сторонах вытяжного и свежего воздуха, что влечет за собой дополнительные эксплуатационные расходы. В настоящее время наиболее целесообразными являются величины падения давления от 150 Па до 250 Па. Тем не менее, в целях экономии материальных средств очень часто используются рекуператорные установки, в которых падение давления превышает указанные значения, в результате чего рентабельность рекуперации становится проблематичной. Во избежание этого рекомендуется, чтобы затраты на преодоление дополнительного падения давления по отношению к общей сумме средств за счет экономии энергии не превышали коэффициента полезного действия при выработке электроэнергии, лежащего в диапазоне от 35 до 40 %.

1.9 Разность давления

При определении величины разности давления в теплообменнике необходимо различать:

- внутреннюю разность давления (между значениями давления потоков свежего и вытяжного воздуха);
- внешнюю разность давления (между значениями давления внутри и снаружи теплообменника).

Внешняя разность давления

Эта величина оказывает основное влияние на наружные утечки в теплообменнике. Однако, при надлежащем качестве монтажа теплообменника в системе воздуховодов этой зависимостью можно пренебречь, так как более важно учесть влияние механического сопротивления. В частности, боковые панели установки при большой разности давления подвергаются сильным механическим нагрузкам.

Принцип работы

Поэтому в теплообменниках Noval они укреплены специальными элементами.

Внутренняя разность давления

Внутренняя разность давления оказывает критическое влияние на величину внутренних утечек воздуха между двумя потоками. Хотя теплообменники Noval являются очень герметичными по сравнению с установками других фирм-производителей, при проектировании следует учесть, что:

- разность давления внутри теплообменника должна быть минимальной;
- большее давление должно быть на стороне приточного, а не вытяжного воздуха, следовательно, и утечки будут со стороны притока на вытяжку.

Значительная внутренняя разность давления может вызывать деформацию пластин теплообменника, что, в свою очередь, повлечет уменьшение или/и увеличение расстояния между пластинами, способствуя изменению падения давления.

Расширенные испытания показали, что степень деформации пластин зависит от расстояния между пластинами. На Рис.11 хорошо видно, что в том случае, когда внутренняя разность давления превышает допустимую величину 1500 Па, падение давления резко возрастает при малом расстоянии между пластинами и практически не изменяется при большом расстоянии между ними.



Разность давления зависит от расположения вентиляторов, так как она определяется суммой величин избыточного давления на одной стороне и разрежения на другой.

1.10 Вопросы гигиены

Типовые требования по гигиеничности систем вентиляции подробно изложены в стандартах и нормативах Германии.



Руководствуясь данными нормами, пластинчатые теплообменники типа N прошли испытания в Институте гигиены (Берлин, Германия), которые подтвердили соответствие теплообменников Noval гигиеническим требованиям.

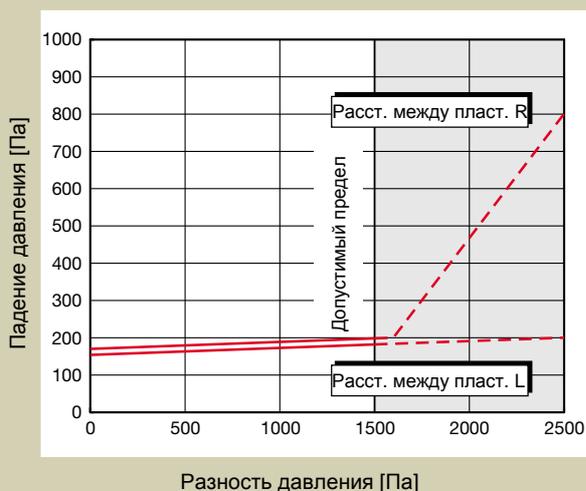


Рис. 11: Зависимость величин внутренней разности давления, падения давления и расстояния между пластинами

Регулирование теплопроизводительности

2. Регулирование теплопроизводительности

Пластинчатые теплообменники Noval выполняют функцию энергетических посредников между двумя воздушными потоками. Направление передачи тепловой энергии не имеет значения, т.е. в зависимости от температур вытяжного и свежего воздуха в теплообменнике может осуществляться рекуперация как тепла, так и холода. Если температура вытяжного воздуха равна заданной температуре в помещении, регулирование производительности не требуется, так как температура приточного воздуха после прохождения теплообменника всегда будет изменяться в сторону уставки.

Однако, во многих случаях в кондиционируемом помещении возникают дополнительные тепловыделения, являющиеся результатом жизнедеятельности людей, работы оборудования, солнечного излучения, технологических процессов. При наличии таких теплоизбытков температура вытяжного воздуха превышает уставку. В этом случае следует рассчитать при полной производительности теплообменника такую температуру холодного воздуха на входе, после превышения которой начинается перегрев помещения. Если увеличение температуры окружающего воздуха выходит за требуемые пределы, теплопроизводительность необходимо регулировать.

Пример:

В производственном помещении воздух за счет тепловыделений от технологического и осветительного оборудования нагревается с 18 до 24°C. Эффективность рекуперации по холодному плечу Φ_2 равна 66%. При какой температуре холодного потока на входе в теплообменник t_{21} воздух в помещении будет нагреваться за счет рекуперации тепловой энергии без превышения заданной температуры 18 °C?

$$t_{21} = \frac{t_{22} - (\Phi_2 \cdot t_{11})}{(1 - \Phi_2)}$$

$$t_{21} = \frac{18 - (0,66 \cdot 24)}{(1 - 0,66)}$$

При температуре холодного воздуха на входе в теплообменник +6°C температура приточного воздуха на выходе будет поддерживаться равной уставке, т.е. 18°C. При более высокой температуре холодного (наружного) потока воздух в помещении будет нагреваться выше заданного значения и, следовательно, потребуются регулирование производительности теплообменника.

В пластинчатых теплообменниках Noval регулирование производительности за счет изменения соотношения массовых воздушных потоков выполняется простым и экономичным способом - устройством байпаса. При необходимости все теплообменники Noval могут быть оснащены встроенной байпасной секцией и регулирующими воздушными клапанами. С помощью компьютерной программы ширина теплообменника и байпаса подбираются таким образом, чтобы падение давления в секциях было равным.

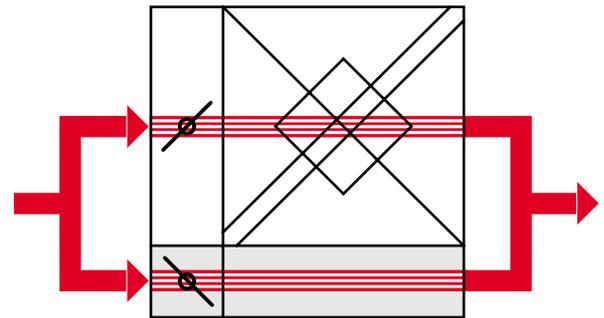


Рис. 12: Устройство байпаса является наиболее эффективным решением для регулирования теплопроизводительности системы

Выбор позиции байпаса по отношению к блоку пластин (сбоку или посередине) определяется локальными условиями и шириной теплообменника. При установке после байпаса дополнительных элементов вентиляционной системы, таких как калорифер, влагоотделитель и др., необходимо учитывать вероятность неравномерного распределения скорости потока.

Существует два варианта устройства байпаса:

Байпас свежего воздуха

В зависимости от позиции клапана через байпас может проходить от 0 % до 100 % потока свежего воздуха. Вытяжной воздух в данном случае всегда проходит через блок теплообменника и охлаждается в соответствии с расходом свежего воздуха. Такой вариант байпаса рекомендуется для предотвращения чрезмерного охлаждения вытяжного воздуха, а, следовательно, обмерзания теплообменника.

Байпас вытяжного воздуха

Через байпас может проходить от 0 % до 100 % потока вытяжного воздуха. Свежий воздух всегда проходит через блок теплообменника. Такой вариант байпаса рекомендуется в тех случаях, когда вытяжной воздух сильно загрязнен или отсутствует необходимость, например, в летний период, направлять весь поток через секцию теплообменника.

Конструктивное исполнение

3. Конструктивное исполнение

Пластиночные теплообменники Noval состоят из блока теплообменника, помещенного в корпус. Размер блока теплообменника, определяемый размером пластин и расстоянием между пластинами, зависит в основном от величины расхода воздуха. Для возможности выбора установки, оптимально сочетающей эффективность рекуперации, падение давления и необходимые затраты, предлагается два типа конструкции блока теплообменника:

- **тип N**
с расстоянием между пластинами от 2 мм до 9 мм;
 - **тип F**
с расстоянием между пластинами от 4 мм до 12 мм.
- Для обоих типов используются одинаковые кромочные элементы и боковые панели корпуса.



Рис. 13: Штамповка пластин для теплообменников типа N на автоматизированных прессах



Рис. 14: Специальный профиль пластин (показан тип N) разработан на основании результатов расширенных испытаний и измерений



Рис. 15: Теплообменник типа N

3.1 Блок теплообменника типа N

Блок теплообменника состоит из набора алюминиевых пластин специальной формы. Профиль пластин разработан на основании результатов расширенных испытаний для обеспечения оптимальных величин эффективности рекуперации, падения давления и прочности. Благодаря уникальному профилю пластин блок теплообменника обладает следующими преимуществами:

- малая зависимость эффективности рекуперации от скорости воздушного потока;
- точность расстояния между пластинами благодаря использованию автоматизированной позитивно-негативной штамповки;
- высокая прочность тонких алюминиевых пластин за счет специальной ориентации вертикальных и горизонтальных рифлений;



Разность давлений двух воздушных потоков не должна превышать 1500 Па. Измерения показали, что пластическая деформация пластин может возникнуть только при давлении выше указанного предела.

- возможность стока конденсата в любом направлении;
- выравнивание неравномерного потока изнутри теплообменника.

Одномодульные блоки теплообменника оснащаются пластинами 5 размеров, для которых возможна разная глубина профиля пластины, за счет чего варьируется расстояние между пластинами. Таким образом, при одной и той же ширине установки для подбора предлагается 20 различных теплообменников с конструкцией данного типа.

Конструктивное исполнение

Пластины соединяются между собой методом двойной фальцовки. В результате, на входных и выходных гранях блока теплообменника места соединения пластин, образованные загибами, имеют толщину равную 6-кратной толщине пластины, что обеспечивает высокую прочность конструкции блока. Кроме того, обтекаемость профиля соединения позволяет значительно уменьшить не только падение давления, но и отложения грязи.

При соединении с кромочными элементами корпуса фальцованные концы пластин дополнительно уплотняются эпоксидной смолой, что обеспечивает высокую герметичность теплообменника.

При использовании теплообменников в коррозионно-стойком исполнении метод соединения двойной фальцовкой дает значительное преимущество, так как острые края пластин находятся внутри сгиба, и, следовательно, не контактируют с агрессивной средой.



Рис. 16: Посредством двойной фальцовки достигается прочное соединение пластин

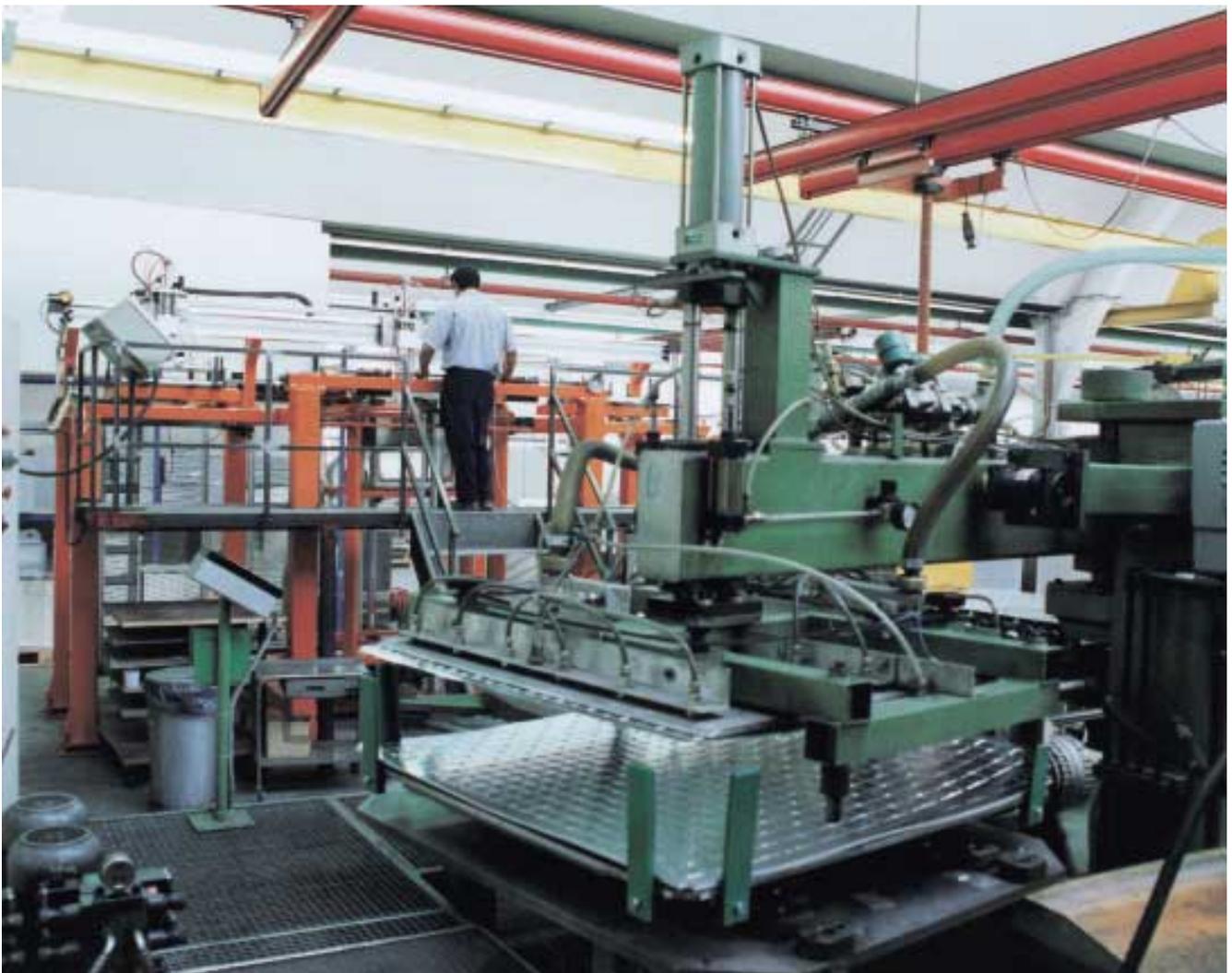


Рис. 17: Пластины теплообменников типа N фальцуются на автоматизированном оборудовании.

Конструктивное исполнение

3.2 Блок теплообменника типа F

Блок теплообменника состоит из алюминиевых пластин специальной формы с V-образным рифлением. Профиль пластин разработан на основании результатов расширенных испытаний для обеспечения оптимальных величин эффективности, падения давления и прочности. Благодаря уникальному профилю пластин блок теплообменника обладает следующими преимуществами:

- малая зависимость эффективности рекуперации от скорости воздушного потока;
- точность расстояния между пластинами;
- высокая прочность конструкции благодаря перекрестному расположению рифлений при комплектации пластин в блоке.



Разность давлений двух воздушных потоков не должна превышать 1500 Па. Измерения показали, что пластическая деформация пластин может возникнуть только при давлении выше указанного предела.

- равномерность профиля потока на входе теплообменника;
- возможность стока конденсата в любом направлении.

Одномодульные блоки теплообменника оснащаются пластинами 3 размеров, для которых возможна разная глубина профиля пластины, за счет чего варьируется расстояние между пластинами. Таким образом, при одинаковой ширине блока для подбора предлагается 9 различных теплообменников с конструкцией данного типа.



Рис. 18: Пластины скрепляются полиуретановым материалом, а затем герметизируются эпоксидной смолой

Пластины скрепляются при помощи полиуретанового клеящего материала на станке-автомате, что гарантирует высокое качество и прочность соединения. При соединении с кромочными элементами корпуса концы пластин, скрепленные полиуретаном, дополнительно заливаются эпоксидной смолой, что обеспечивает высокую герметичность блока теплообменника. В коррозионно-стойком исполнении открытые концы покрываются специальным материалом.



Рис. 19: Рифление пластин теплообменников типа F выполняется на специальном станке.

Конструктивное исполнение



Рис. 20: Блок теплообменника плотно устанавливается внутрь корпуса.

3.3 Корпус теплообменника

Блок теплообменника устанавливается в корпусе, выполненном из алюминиевых кромочных элементов и боковых панелей из листовой стали с покрытием Aluzink. Кромочные элементы имеют специальную конструкцию, обеспечивая следующие особенности корпуса:

- Кромки блока теплообменника вставляются в кромочные элементы корпуса и заливаются эпоксидной смолой. Такая технология, запатентованная фирмой Noval, гарантирует единую целостность блока теплообменника и корпуса.
- Остальные компоненты системы могут непосредственно присоединяться болтами или заклепками к пустотелым кромочным элементам, что не окажет отрицательного воздействия на прочность теплообменника.

- По наружной угловой линии кромочные элементы скошены под углом 45°, в результате чего упрощается монтаж теплообменника и сокращаются его диагональные размеры.

Боковые панели крепятся к кромочным элементам болтами (каждая посредством трех болтов), обеспечивая плоские фланцы для подсоединения воздухопроводов и других компонентов. Перфорированный уплотнитель между кромочной секцией и боковой панелью гарантирует высокую степень герметичности соединения. Оригинально оформленные уголки пластиковые детали завершают конструкцию боковых панелей. Благодаря возможности крепления бокового уплотнительного валика по возвратной кромке панели упрощается установка блока теплообменника внутрь корпуса.

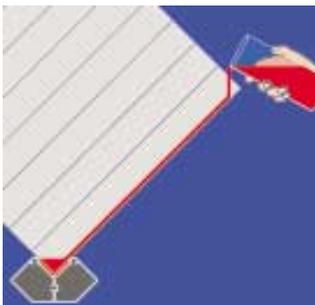


Рис. 21: После установки теплообменника в кромки корпуса соединения герметизируются эпоксидной смолой



Рис. 22: Алюминиевые кромочные элементы корпуса

Конструктивное исполнение

В многомодульных теплообменниках большой ширины дополнительная прочность корпуса обеспечивается посредством установки промежуточных стенок.



Боковые панели всех теплообменников имеют специальные профили для крепления уплотнительного валика, который вместе с уплотнителем кромочных элементов обеспечивает прочное герметичное соединение индивидуального теплообменника и корпуса.

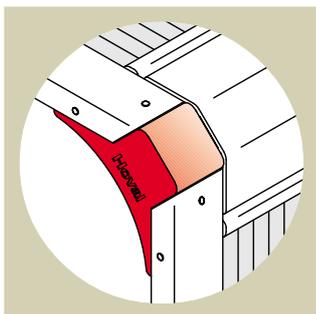


Рис. 23:
Пластиковые уголковые детали дополняют конструкцию боковых панелей

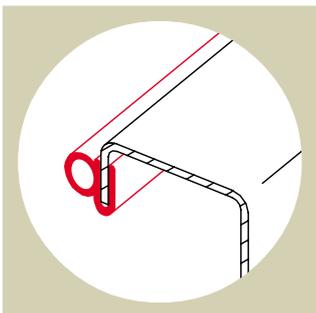


Рис. 24:
Боковой уплотнительный валик крепится к возвратной кромке боковой панели



Рис. 25: Боковые панели, изготовленные из листового стального сплава Aluzinc, подготовлены к сборке

4. Модельный ряд

Для подбора оптимального варианта теплообменника, удовлетворяющего требованиям конкретного проекта, фирма-производитель предлагает установки различных типов, исполнений и размеров.

4.1 Тип конструкции

В зависимости от области применения и величины расхода воздуха существует несколько типов конструкции теплообменников.

Тип N

Установки данного типа предназначены в основном для применения в обычных системах кондиционирования с расходом воздуха до 50 000 м³/час.

Тип F

Теплообменники данного типа предназначены для обработки воздушных потоков большой величины, поэтому в теплообменниках типа F размер пластин и расстояние между ними больше, чем в теплообменниках типа N.

Тип D

По специальному заказу блоки теплообменников типа N и F могут встраиваться в диагональном положении, т.е. установленными на кромки в самонесущий корпус, включающий два поддона для сбора конденсата и дренажные патрубки. При диагональной конструкции установки возможны оригинальные решения для направления воздушного потока, что используется при монтаже теплообменников в воздуховодах и при подсоединении других компонентов системы кондиционирования.



Рис. 26: Установки с диагональным расположением блока теплообменника поставляются по специальному заказу



Рис. 27: Съемные блоки теплообменников поставляются по специальному заказу

Съемные блоки теплообменников

По специальному заказу теплообменники встраиваются в корпус таким образом, что при необходимости их можно вытащить сбоку из корпуса по направляющим рельсам. Такая конструкция бывает необходима в тех случаях, когда требуется периодическая чистка теплообменника ввиду сильной загрязненности окружающего воздуха.



Рис. 28: В коррозионно-стойком исполнении корпус имеет защитное покрытие красного (RAL 3000) и оранжевого цвета (RAL 2008)

4.2 Исполнения

Три возможных исполнения теплообменников определяются используемыми в конструкции материалами.

Исполнение V (стандартное)

Пластины блока теплообменника изготовлены из чистого алюминия (марка Al99), что обеспечивает их более высокую коррозионную стойкость по сравнению с пластинами из алюминиевых сплавов. Кромочные секции, представляющие собой алюминиевые выпресовки, крепятся к боковым панелям из листовой стали с покрытием Aluzinc (сплав, состоящий из 55 % алюминия и 45 % цинка).



Чистый алюминий более устойчив к действию коррозии, чем алюминиевые сплавы; точно так же листовая сталь с покрытием Aluzinc отличается лучшей коррозионной стойкостью, чем оцинкованная.

В теплообменниках с конструкцией типа F пластины скрепляются при помощи полиуретанового клеящего материала.

Блоки теплообменников стандартного исполнения V после установки в корпус заливаются эластичной эпоксидной смолой.

Максимальная температура эксплуатации теплообменников с конструкцией типа F - 80°C, а с конструкцией типа N - 100°C.

Исполнение T (термостойкое)

Используемые материалы такие же, как и для исполнения V, за исключением следующего:

- для герметизации кромочных алюминиевых элементов корпуса используется не эпоксидная смола, а специальный термостойкий силикон;
- вместо пластиковых угловых деталей используются металлические.

Таким образом, теплообменники в исполнении T выдерживают воздействие температур до 200°C.

Исполнение G (коррозионно-стойкое)

Используемые материалы такие же, как и для исполнения V, но пластины теплообменника и корпус имеют специальное антикоррозийное покрытие.

В теплообменниках исполнения G не используется для герметизации силиконовый материал.

Коррозионно-стойкое исполнение теплообменников необходимо при использовании их во влажных помещениях, когда существует вероятность образования большого количества конденсата, и в помещениях с агрессивной окружающей средой (плавательные бассейны, промышленные объекты, условия морского климата).



В теплообменниках исполнения N открытые края пластин находятся внутри двойного сгиба, и, следовательно, не контактируют с агрессивной средой. В теплообменниках исполнения F открытые края обработаны антикоррозийным материалом.

Для сверх агрессивных сред теплообменники конструкции F могут быть выполнены из нержавеющей стали. Дополнительная информация предоставляется по запросу.

4.3 Типоразмеры теплообменника

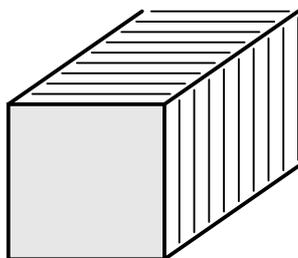
Типоразмером пластин теплообменника определяются основные характеристики установки (эффективность рекуперации, падение давления, расход воздуха). В зависимости от конструкции поставляются теплообменники различных типоразмеров.

Типоразмеры теплообменников конструкции N

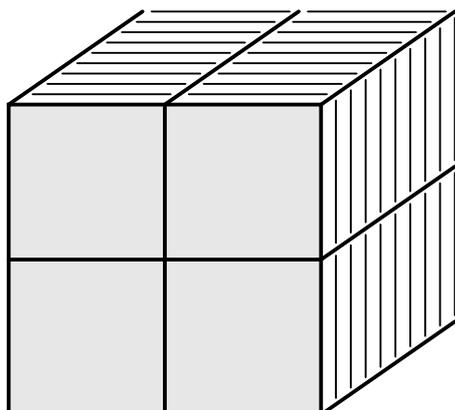
Для конструкции N возможны 8 типоразмеров:

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 040 | 050 | 060 | 070 | 085 | 120 | 140 | 170 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Коды типоразмеров соответствуют поперечным размерам теплообменника в сантиметрах. Установки типоразмеров от 040 до 085 состоят из одного блока теплообменника, установки типоразмеров от 120 до 170 являются многомодульными и включают 4 блока, соответствующие типоразмерам 060, 070 и 085.



| | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Тип N | 040 | 050 | 060 | 070 | 085 |
| Тип F | 075 | 100 | 120 | 140 | 160 |



| | | | |
|--------------|-----|-----|-----|
| Тип N | 120 | 140 | 170 |
| Тип F | 150 | 200 | 240 |

Рис. 29: Многомодульный теплообменник состоит из нескольких соответствующих блоков

Типоразмеры теплообменников конструкции N

Для конструкции F возможны 8 типоразмеров:

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 075 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 200 | 240 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|



Для конструкции типа F код типоразмера не соответствует точному поперечному размеру теплообменника.

Установки типоразмеров 075 по 120 и 160 состоят из 1 блока, а многомодульные теплообменники типоразмеров 150, 200 и 240 - из 4 блоков.

4.4 Расстояние между пластинами

При изменении расстояния между пластинами меняется величина поверхности теплообмена, следовательно, эффективность рекуперации, падение давления и материальные затраты. Практически для каждого типоразмера теплообменника предлагается несколько вариантов, определяющих расстояние между пластинами.

R = малое расстояние = очень выс. эффективность

X = среднее расстояние = высокая эффективность

L = большое расстояние = средняя эффективность

W = сверхбольшое расст. = низкая эффективность

Расстояние между пластинами рассчитывается посредством деления ширины блока теплообменника (b) на количество пластин. В таблице 2 приведены номинальные значения расстояния между пластинами. На практике возможны небольшие отклонения от указанных величин, что зависит от ширины теплообменника.

Таблица 2: Номинальное расстояние между пластинами

| Расстояние, мм | Тип N | | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|------|-----|------|------|------|
| | 040 | 050 | 060 | 070 | 085 | 120 | 140 | 170 |
| R | — | 2,6 | 3,0 | 3,3 | 3,9 | 5,0 | 5,3 | 6,3 |
| X | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,3 | 5,1 | 6,3 | 6,3 | 8,5 |
| L | — | 4,4 | 5,0 | 5,3 | 6,3 | — | — | — |
| W | — | — | 6,3 | 6,3 | 8,5 | — | — | — |
| | Тип F | | | | | | | |
| | 075 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 200 | 240 |
| R | — | — | — | — | — | — | 7,2 | 9,0 |
| X | — | 4,0 | 5,6 | 8,3 | 6,2 | 9,3 | 9,5 | 12,0 |
| L | — | 5,6 | 7,2 | 10,3 | 9,5 | 11,3 | 12,0 | — |
| W | 4,6 | 7,2 | 9,0 | — | — | — | — | — |

4.5 Ширина теплообменника

Теплообменник может быть любой ширины в зависимости от требований проекта и расчетных условий, например, величины падения давления. Однако, для гарантии устойчивости, а также во избежание трудностей при транспортировке и монтаже не рекомендуется использовать установку шириной более 3000 мм.

Опции

5. Опции

5.1 Байпас (код В)

Если существует необходимость в регулировании теплопроизводительности системы, то в корпус встраивается секция байпаса, которая может располагаться либо сбоку от блока теплообменника, либо посередине. Минимальная ширина - 50 мм.



Для теплообменников, имеющих ширину 1500 мм и выше, настоятельно рекомендуется обустраивать секцию байпаса посередине блока, что обеспечит хорошие аэродинамические характеристики воздушного потока.

Клапаны могут быть установлены непосредственно на фланцах корпуса с лицевой стороны теплообменника и байпаса.

Ширина байпаса автоматически рассчитывается для данного теплообменника CAPS таким образом, чтобы в байпасе поддерживалась та же величина падения давления, что и в секции теплообменника. Однако, при подборе можно устанавливать и заданную ширину байпаса, при этом падение давления можно рассчитать при помощи программы подбора.



В больших теплообменниках для усиления секции байпаса дополнительно устанавливается арматурный стержень. Не используйте его для подъема теплообменника!

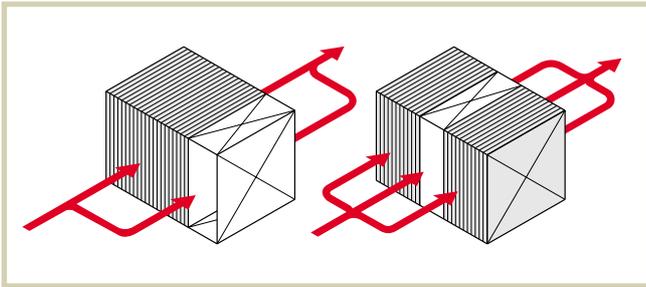


Рис. 30: Байпас может располагаться либо сбоку, либо посередине блока теплообменника

5.2 Воздушные клапаны (код К)

Для регулирования расхода воздуха, проходящего через байпас и теплообменник необходима установка действующих в противофазе воздушных клапанов. Они монтируются на специальной раме, присоединяемой непосредственно к корпусу с лицевой стороны блока теплообменника и байпаса (если смотреть относительно направления потока).

Конструкция клапанов запатентована и имеет следующие особенности:

- Приводные пластмассовые шестерни находятся посередине между секцией байпаса и теплообменника.
- Заслонки выполнены из выпрессованного алюминия, поэтому отличаются высокой прочностью и герметичностью.

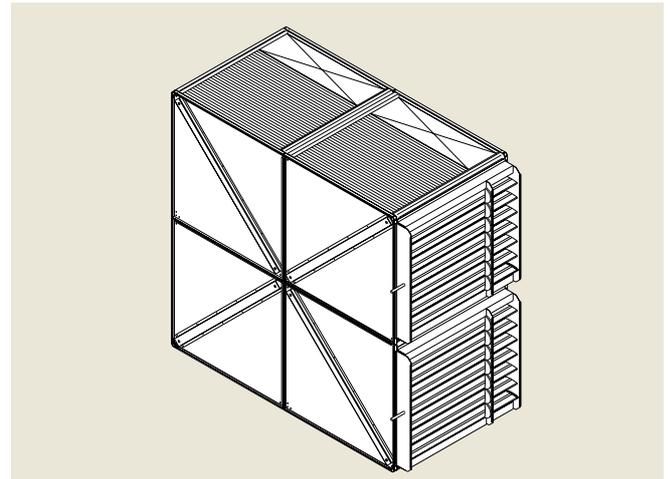


Рис. 31: Для типоразмеров 200 и 240 секция воздушного клапана монтируется с лицевой стороны каждого блока теплообменника

- Любую заслонку клапана можно независимо от других снять и заменить на новую.
- Максимальный допустимый крутящий момент 20 Нм.
- Привод клапана (10 x 10 мм, поставляется Noval) можно устанавливать около любой заслонки и с любой стороны клапана (Табл. 6), но для обеспечения оптимального крутящего момента рекомендуется монтажная позиция рядом со средней заслонкой.
- Для типоразмеров 200 и 240 конструкции F воздушный клапан монтируется с лицевой стороны установки напротив каждого блока теплообменника, следовательно, приводов клапанов должно быть два.
- Максимальная ширина заслонки должна быть 1200 мм, если требуется заслонка большей ширины, необходимо использовать подшипники.

При условии правильного монтажа байпасные клапаны имеют большой угол разворота заслонок. Расширенные измерения показали, что крутящий момент в основном зависит от ширины теплообменника. Эта зависимость показана на рис. 32 (при условии правильного монтажа клапанов). Значения крутящего момента на графике действительны для разности давления потоков до 500 Па.

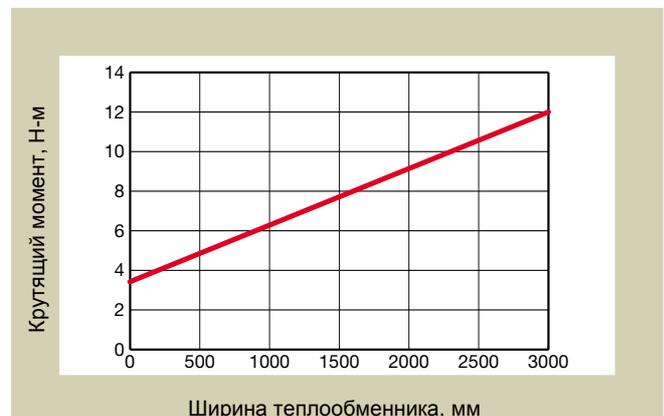


Рис. 32: Зависимость крутящего момента байпасного клапана от ширины теплообменника

Опции

5.3 Рециркуляционный байпас (код U)

Стандартная секция байпаса с соответствующим байпасным клапаном (= действующие в противофазе клапаны с лицевой стороны байпаса и теплообменника) установлена сбоку или посередине блока теплообменника. Рециркуляционный байпас выполняется путем замены одной из боковых сторон обычного байпаса на клапан рециркуляционного воздуха.

Ширина рециркуляционного байпаса либо задается по спецификации, либо подбирается с помощью компьютерной программы таким образом, чтобы падение давления в байпасе приблизительно соответствовало падению давления в блоке теплообменника.

Конструкция, использованные материалы и размеры рециркуляционного клапана такие же, как и у байпасного клапана.

Использование рециркуляционного байпаса позволяет:

- регулировать эффективность рекуперации по теплу и холоду;
- использовать режим рециркуляции и смешанный режим.

Регулирование выполняется посредством исполнительного механизма байпасного клапана. Рециркуляционный клапан должен действовать в противофазе с клапанами свежего и удаляемого воздуха. Поэтому необходимо наличие по крайней мере одного дополнительного исполнительного механизма.

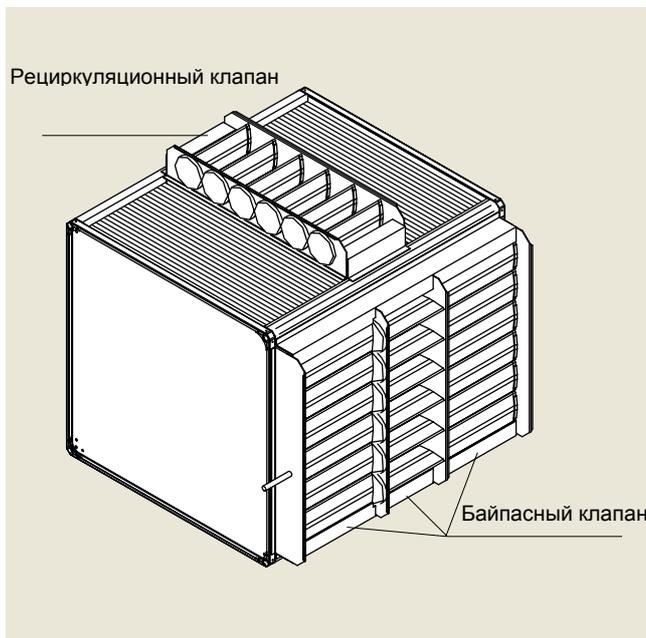


Рис. 34: Байпас на стороне свежего воздуха

Байпас на стороне свежего воздуха

Режим полной подачи свежего воздуха

Рециркуляционный клапан закрыт; клапаны свежего и удаляемого воздуха открыты. Для регулирования в зависимости от тепловой нагрузки эффективности рекуперации тепла используется байпасный клапан.

Режим рециркуляции

Рециркуляционный клапан открыт; клапаны свежего и удаляемого воздуха закрыты. Позиция байпасного клапана устанавливается по желанию. Вытяжной воздух проходит через байпасную секцию теплообменника, после чего опять подается в помещение.

Смешанный режим

Клапаны рециркуляционного, свежего и удаляемого воздуха открыты, но не полностью. Байпасный клапан теплообменника в таком режиме обычно закрыт, чтобы достигалась максимально возможная эффективность рекуперации.

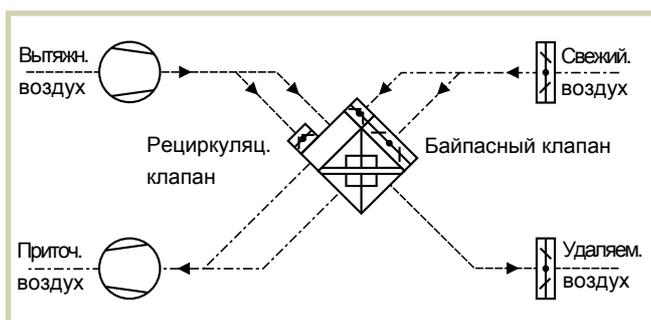


Рис. 33: Теплообменник с рециркуляционным байпасом, расположенным посередине

Байпас на стороне вытяжного воздуха

Режим полной подачи свежего воздуха

Рециркуляционный клапан закрыт; клапаны свежего и удаляемого воздуха открыты. Для регулирования в зависимости от тепловой нагрузки эффективности рекуперации тепла используется байпасный клапан.

Режим рециркуляции

Рециркуляционный клапан открыт; клапаны свежего и удаляемого воздуха закрыты. Вытяжной воздух проходит через байпасную секцию теплообменника и заново подается в помещение.



Байпасный клапан теплообменника должен быть открыт!

Смешанный режим

При данном расположении байпасного клапана смешанный режим невозможен.

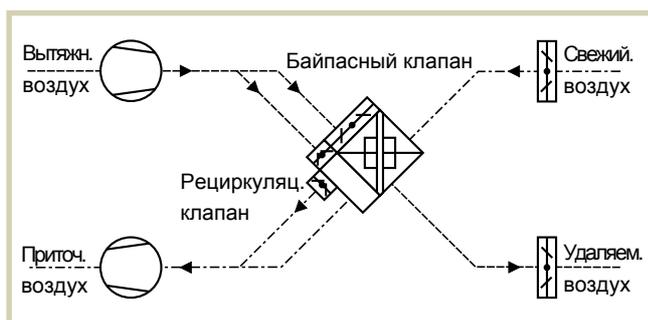
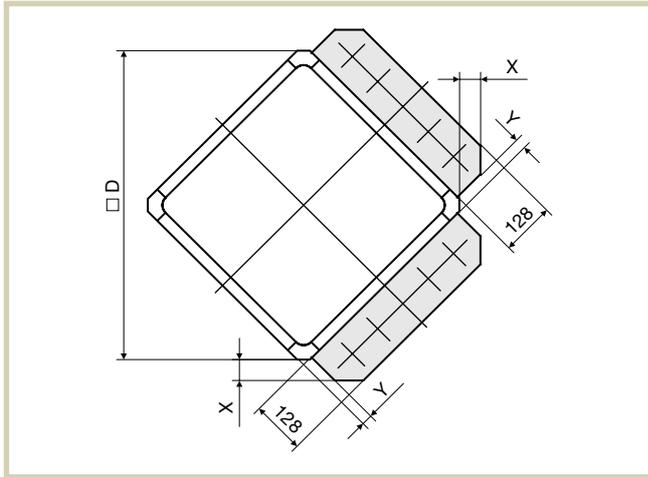


Рис. 35: Байпас на стороне вытяжного воздуха

Опции



| Тип N | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Размер | 040 | 050 | 060 | 070 | 085 | 120 | 140 | 170 |
| x | 53 | 18 | 22 | 25 | 12 | 5 | 12 | 23 |
| y | 27 | 45 | 45 | 45 | 45 | 65 | 65 | 65 |
| Тип F | | | | | | | | |
| Размер | 075 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 200 | 240 |
| x | 19 | 9 | 16 | 26 | 38 | 28 | 9 | 16 |
| y | 45 | 53 | 50 | 58 | 42 | 52 | 53 | 50 |

Рис. 36: Для организации режима рециркуляции помимо байпасного клапана необходим также клапан рециркуляционного воздуха

5.4 Испытания на герметичность (код P)

Как уже отмечалось (см. п.п. 1.2 и 1.4), 100% герметичность пластинчатых теплообменников обеспечивается только в случае принятия специальных мер. В качестве опции фирма-производитель предлагает проведение испытания теплообменника на специальном стенде, что гарантирует водо-непроницаемость полученной заказчиком установки. В зависимости от требований теплообменники тестируются с 2 сторон (2P=один воздушный поток) ли 4 сторон (4P=оба воздушных потока). Теплообменники горизонтального монтажа следует проверять со всех четырех сторон. При испытании на герметичность теплообменник погружается в емкость с водой на глубину 150 мм и, если результаты испытаний будут неудовлетворительными, герметизируется заново.

5.5 Усиленная упаковка (код Q)

Стандартно пластинчатые теплообменники Noval отгружаются на деревянных паллетах соответствующего размера. Блок теплообменника покрыт трехслойным рифленным картоном. Дополнительная полиэтиленовая упаковка предохраняет блок от грязи и повреждения. Надежность такой упаковки доказана многолетним опытом.

Усиленная упаковка требуется, когда существует вероятность небрежной транспортировки оборудования, например, при морских перевозках. В этом случае закрытый рифленным картоном блок теплообменника защищается сверху двумя деревянными рейками и предохранительными уголками и только после этого покрывается полиэтиленом.

5.6 Горизонтальное расположение пластин теплообменника (код L)

Стандартно блок теплообменника устанавливается в корпусе таким образом, что пластины располагаются вертикально. Горизонтальная ориентация пластин также возможна, но при этом нужно учесть следующие факторы:

- более вероятно обмерзание теплообменника, так как конденсат, не имея возможности стекать полностью, может оставаться на пластинах;
- невозможность регулирования слива конденсата;
- рекомендуется установка каплеуловителя, так как капли конденсата могут переноситься вместе с потоком воздуха в воздуховод;
- секция теплообменника должна устанавливаться следующим образом:
- для конструкции типа N - сгибы двойной фальцовки соединения пластин расположены внизу (Рис. 37);
- для конструкции F - V-образные рифления расположены вертикально (Рис. 38).

Для повышения устойчивости блоки теплообменников снабжаются опорами.

В теплообменниках с горизонтальной ориентацией пластин ширина стандартной установки В (Рис.39) является его высотой.



Теплообменник должен транспортироваться таким образом, чтобы пластины располагались вертикально.

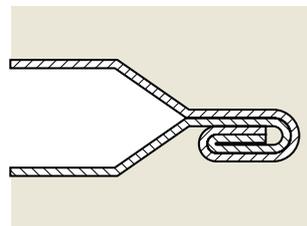


Рис. 37:
Тип N:
сгибы двойной фальцовки соединения пластин направлены вниз

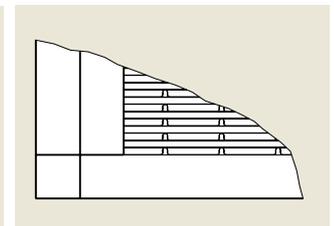


Рис. 38:
Тип F:
V-образные рифления расположены вертикально

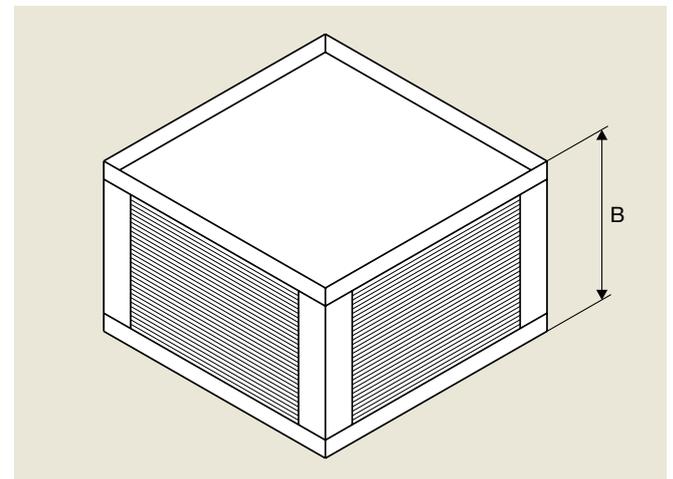


Рис. 39: Схематичный вид теплообменника с горизонтальным расположением пластин

Опции

5.7 Адаптер привода (код Н)

С помощью адаптера байпасный и рециркуляционный клапан подключаются к обычным приводам с максимальным передающим моментом 20 Н·м.

Адаптер (с приводом) монтируется на разделительную перегородку (для байпасного клапана) ли на боковую стенку (для рециркуляционного клапана). Для этого, на фланце непосредственно над шестеренкой клапана делается вырез так, чтобы можно было непосредственно надеть шестеренку адаптера.

Адаптер применяется для двух серий теплообменников V и G. Для сохранности во время транспортировки, адаптер поставляется незакрепленным. Его все составляет 1,2 кг.

При монтаже следует учитывать следующее:

- Как правило, адаптер размещают над шестеренкой клапана, примерно посередине теплообменника. Это оптимальное месторасположение с точки зрения свободного пространства и нагрузочных характеристик. Однако при монтаже на месте необходимо проверить хватает ли места для адаптера. По запросу адаптер можно расположить не по центру (но не далее, чем над второй шестеренкой от края - см. рис. 40).
- При монтаже привода убедитесь, что электрические провода не создают помех движению клапана.
- При необходимости адаптер можно переустановить. Для этого предварительно необходимо сделать вырез на фланце, как показано на рис. 41.



Рис. 40: Зона возможного расположения адаптера над клапаном.

6. Маркировка, предельные рабочие характеристики

По коду теплообменника можно четко определить конкретную модель, ее исполнение, конструкцию, типоразмер и использованные опции.

Предельные рабочие характеристики пластиначных теплообменников и воздушных клапанов, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации системы, приведены в Таблице 4. Дополнительно следует учитывать, что:

- Максимально допустимая температура эксплуатации клапанов составляет 100°C. Поэтому в теплообменниках высокотемпературной серии T байпасный клапан необходимо располагать в холодном плече, а использование рециркуляционного клапана невозможно.
- Максимально допустимая температура эксплуатации адаптеров Н составляет 100°C.

7. Размеры и вес

На стр. 23-25 схематично изображены теплообменники различных моделей и приведены их размеры и ориентировочный вес. Для ясности опущены подробности по типоразмерам многомодульных теплообменников, выполненных из четырех блоков. Заявленные величины веса приближительны.

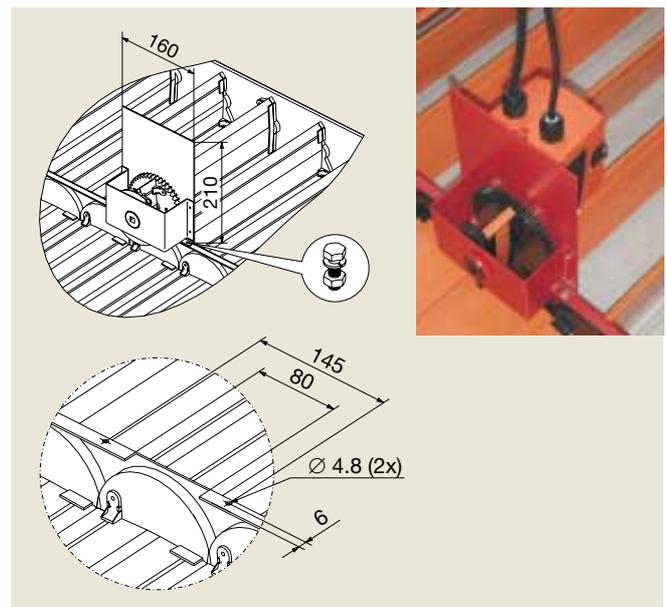


Рис. 41: Размеры адаптера и изображение в смонтированном виде.

Пример маркировки теплообменника

NV - 060 / X - 085 - BSK20, Q,...

Тип конструкции

- N = Тип N
- F = Тип F

Исполнение

- V = стандартное
- G = коррозионно-стойкое
- T = термостойкое

Типоразмер

Показывает размер пластин

Расстояние между пластинами

- R = маленькое
- X = среднее
- L = большое
- W = очень большое

Ширина теплообменника (наружная) в см

Опции

- P = Испытание на герметичность
- L = Горизонтальное расположение
- Y = Защитные планки
- Q = Усиленная упаковка
- V = Байпас (BS-сбоку, VM-посередине)
- U = Рециркуляционный байпас (US или UM)
- K = Клапаны для теплообменника с байпасом

Пример

BSK 25

внутр. ширина байпаса в см

клапаны

BS = байпас сбоку

VM = байпас посередине

US = рециркуляц. байпас сбоку

UM = рециркуляц. байпас посередине

Размеры и вес

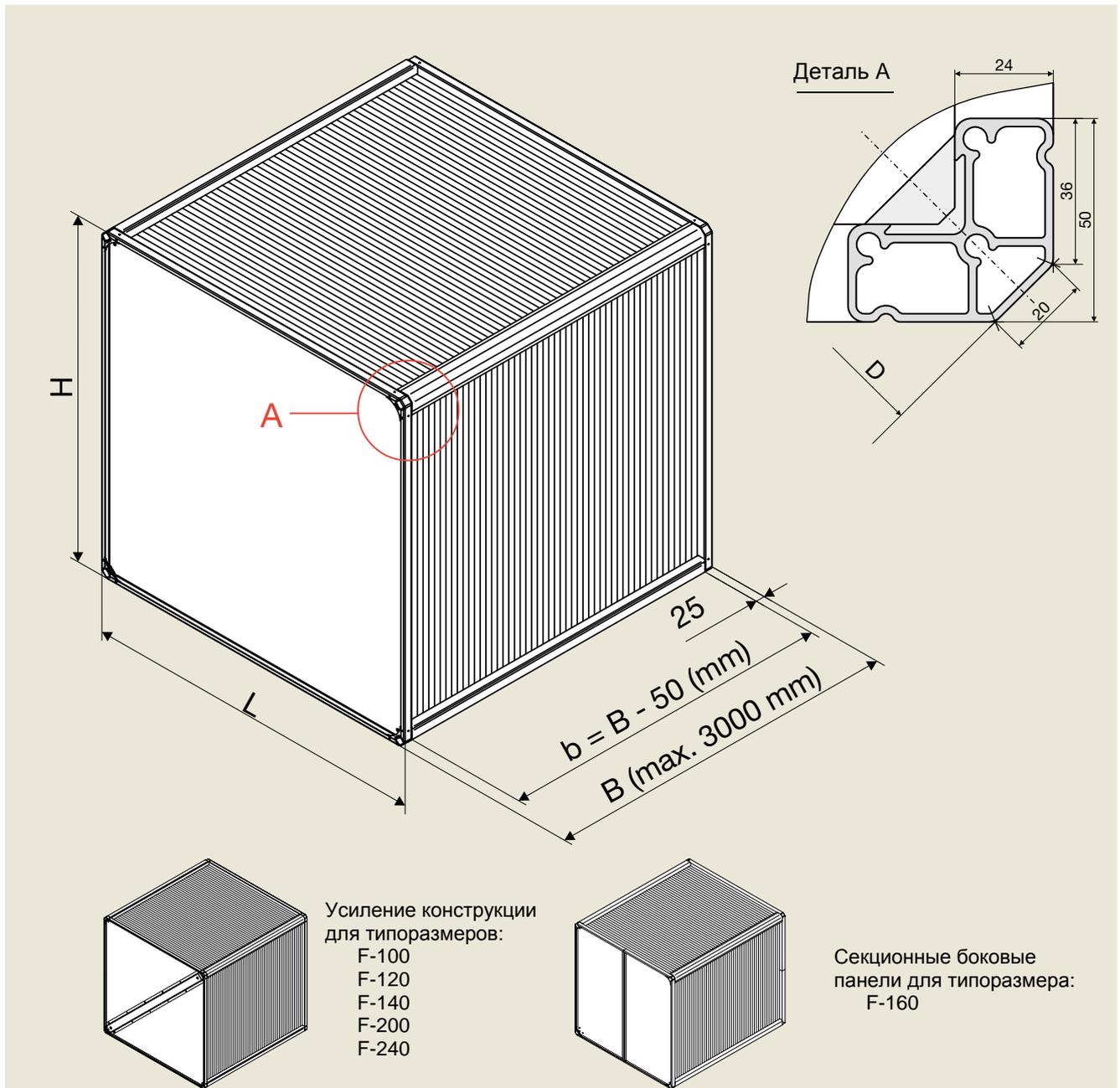


Табл. 5: Размеры и вес теплообменников без байпаса

| Типоразмер теплообменника | Тип N | | | | | | | | Тип F | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| | 040 | 050 | 060 | 070 | 085 | 120 | 140 | 170 | 075 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 200 | 240 | | | |
| Высота/длина, мм | H = L | | 400 | 500 | 600 | 700 | 850 | 1200 | 1400 | 1700 | 719 | 968 | 1168 | 1387 | 1438 | 1567 | 1936 | 2336 | |
| Диагональ, мм | D | | 546 | 687 | 829 | 970 | 1182 | 1677 | 1960 | 2384 | 997 | 1349 | 1632 | 1942 | 2014 | 2196 | 2718 | 3284 | |
| Вес, кг | f1 | | 3,4 | 5,0 | 6,9 | 11,4 | 16,3 | 27,5 | 45,6 | 65,2 | 20,8 | 25,7 | 36,6 | 47,9 | 48,8 | 59,9 | 103,0 | 142,2 | |
| (теплообменник без байпаса) f1±(B 50) · f2/100 | Расст. между пластинам | R | f2 | – | 3,3 | 4,1 | 5,0 | 6,2 | 11,2 | 13,7 | 16,7 | – | – | – | – | – | 30,0 | 35,3 | |
| | | X | f2 | 2,1 | 2,7 | 3,3 | 4,1 | 5,0 | 9,5 | 12,1 | 19,4 | – | 12,2 | 12,8 | 15,7 | 20,5 | 17,0 | 24,0 | 28,4 |
| | | L | f2 | – | 2,3 | 2,8 | 3,4 | 4,2 | – | – | – | – | 9,2 | 10,4 | 12,9 | 15,1 | 14,3 | 20,7 | – |
| | | W | f2 | – | – | 2,4 | 3,0 | 4,9 | – | – | – | – | 6,5 | 7,5 | 8,8 | – | – | – | – |

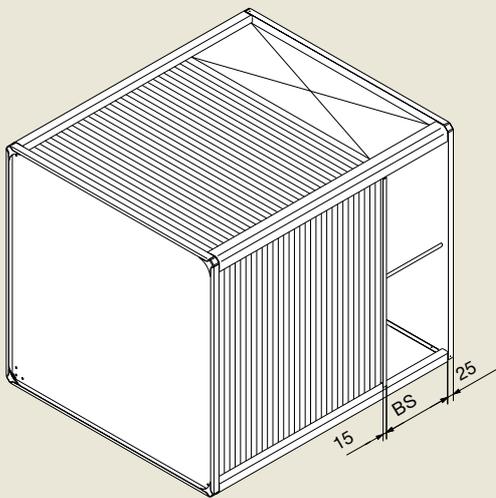
Размеры и вес

Байпас сбоку

Ширина секции теплообменника $b = B - BS - 65$ [мм]

Тип N: 040 050 060 070 085

Тип F: 075 100 120 140 160

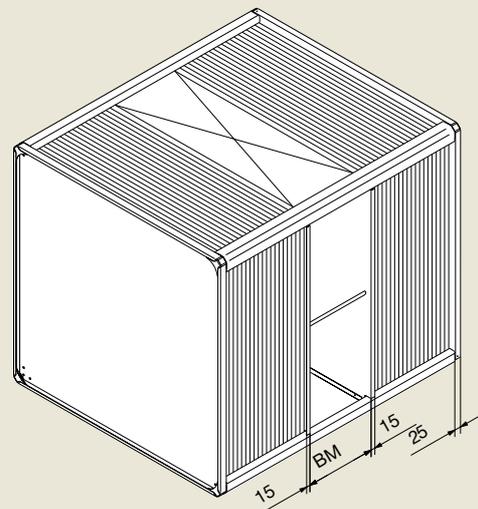


Байпас посередине

Ширина секции теплообменника $b = B - BM - 80$ [мм]

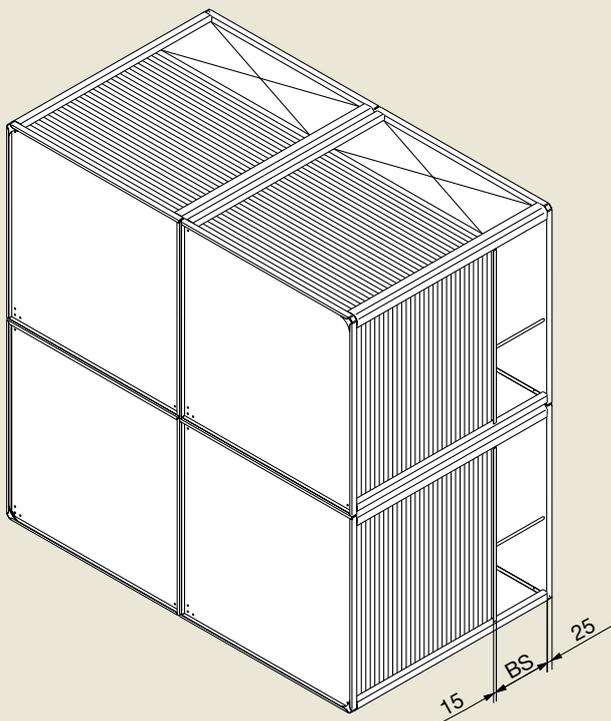
Тип N: 040 050 060 070 085

Тип F: 075 100 120 140 160



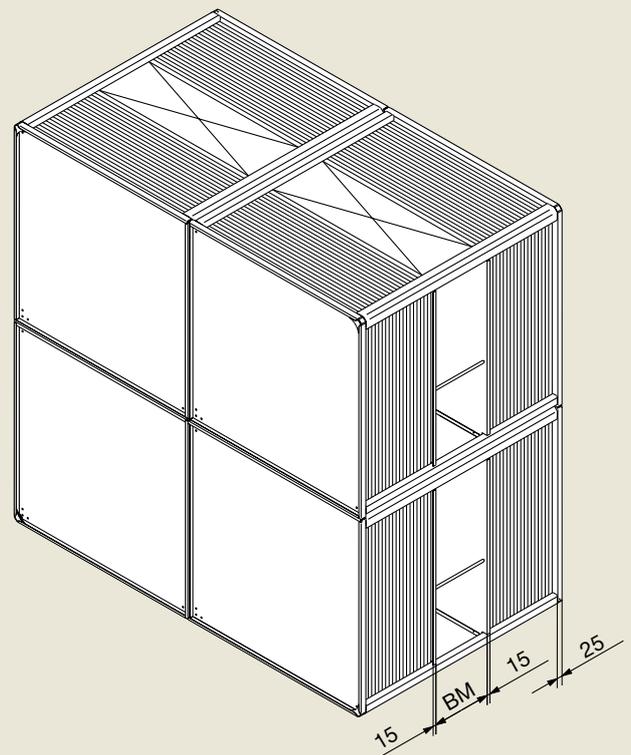
Тип N: 120 140 170

Тип F: 150 200 240



Тип N: 120 140 170

Тип F: 150 200 240



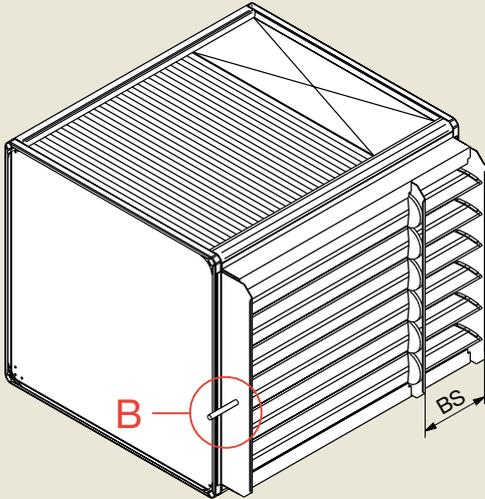
Размеры и вес

Байпас сбоку и клапаны

Ширина секции теплообменника $b = B - BS - 65$ [мм]

Тип N: 040 050 060 070 085

Тип F: 075 100 120 140 160

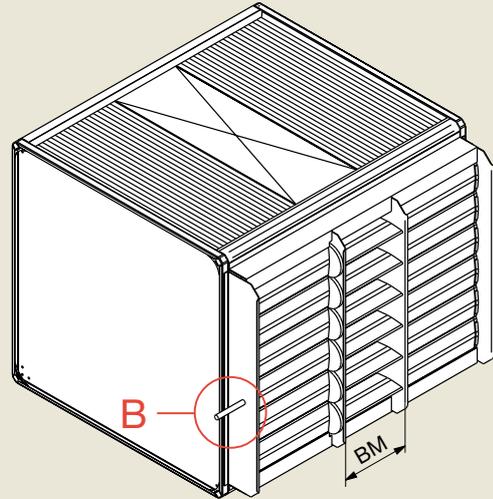


Байпас посередине и клапаны

Ширина секции теплообменника $b = B - BM - 80$ [мм]

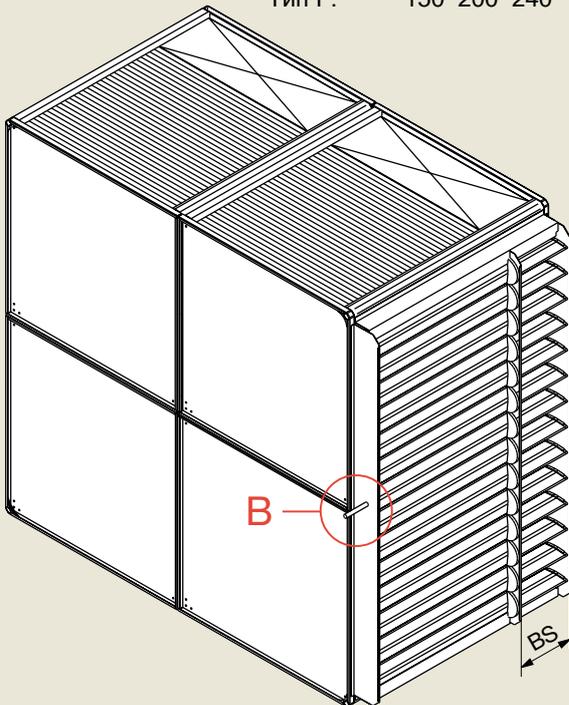
Тип N: 040 050 060 070 085

Тип F: 075 100 120 140 160



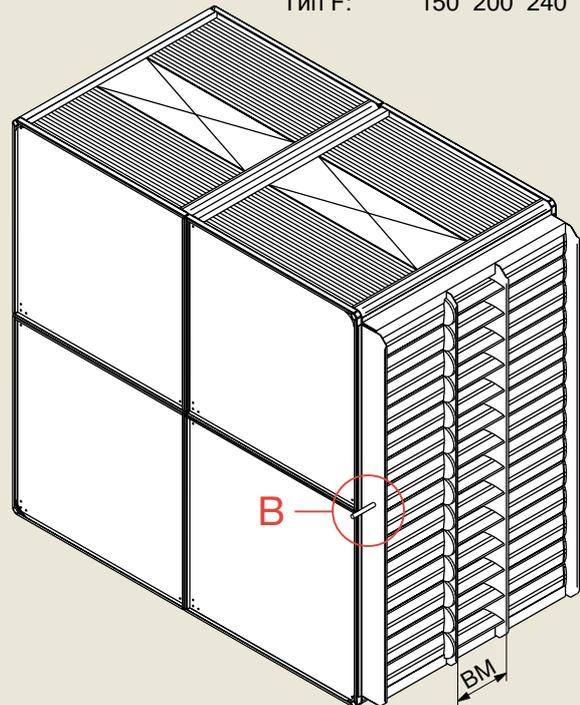
Тип N: 120 140 170

Тип F: 150 200 240



Тип N: 120 140 170

Тип F: 150 200 240



Размеры и вес

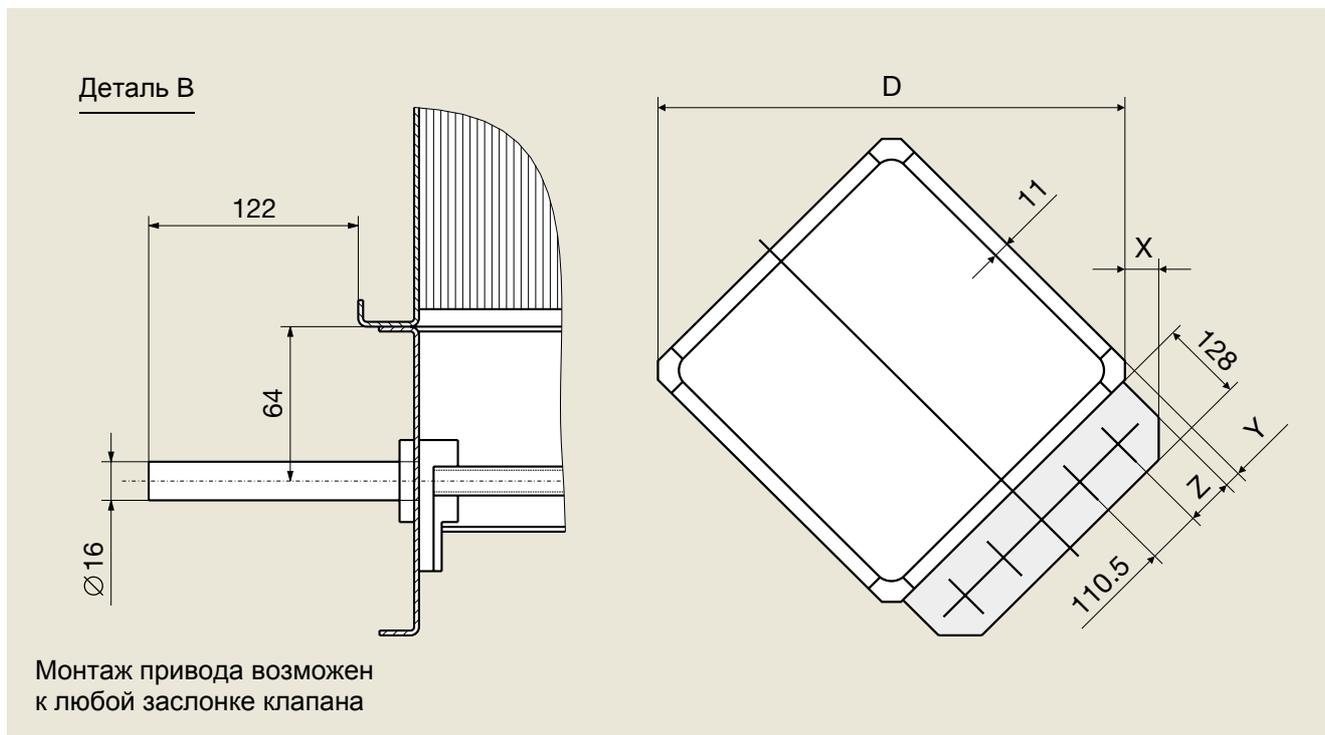


Табл. 6: Размеры клапана (мм)

| Размер теплообменника | Тип N | | | | | | | | Тип F | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 040 | 050 | 060 | 070 | 085 | 120 | 140 | 170 | 075 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 200 | 240 |
| Размер x | 53 | 18 | 22 | 25 | 12 | 5 | 12 | 23 | 19 | 9 | 16 | 26 | 38 | 28 | 9 | 16 |
| Размер y | 27 | 45 | 45 | 45 | 45 | 65 | 65 | 65 | 45 | 53 | 50 | 58 | 42 | 52 | 53 | 50 |
| Размер z | 62 | 94 | 89 | 84 | 103 | 93 | 82 | 66 | 93 | 68 | 93 | 82 | 72 | 68 | 68 | 93 |

Табл. 7: Предельные рабочие характеристики пластинчатых теплообменников

| | Температура | Ширина | Разность давления | Внешняя разность давления | Падение давления |
|---------------------------|--------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|---|
| Тип N Исполнения V + G | -40...100 °C | 70...3000 мм | макс. 1500 Па | макс. 1500 Па | Экономически целесообразно, чтобы падение давления не превышало 300 Па; рекомендуемый диапазон от 150 до 200 Па |
| Тип F Исполнения V + G | -40...80 °C | 70...3000 мм | макс. 1500 Па | макс. 1500 Па | |
| Тип N + F Исполнения T | -40...200 °C | 70...3000 мм | макс. 1000 Па | макс. 1000 Па | |
| Клапаны | -40...100 °C | 30...3000 мм ¹⁾ | макс. 500 Па | — | — |

¹⁾ макс. ширина заслонки = 1200 мм; для клапанов большего размера требуются подшипники (доп. стоимость)

Проектирование и подбор

8. Проектирование и подбор

8.1 Исходные данные для подбора

Для подбора теплообменника, соответствующего требованиям проекта, правильность исходных данных имеет большое значение. Сложность заключается в том, что удельный вес и удельная теплоемкость воздуха изменяются в зависимости от температуры. Влажность воздуха также оказывает значительное влияние на результаты подбора. В целом для точного расчета требуются характеристики воздушных потоков на входе в теплообменник (см. также п. 11.1).

Вытяжной воздух

Расход воздуха на входе в теплообм. V_{11} [м³/сек]
 Отн. влажность на входе в теплообм. RH_{11} [%]
 Температура на входе в теплообм. t_{11} [°C]
 Макс. падение давления p_1 [Па]

Свежий воздух

Расход воздуха на входе в теплообм. V_{21} [м³/сек]
 Температура на входе в теплообм. t_{21} [°C]
 Макс. падение давления p_2 [Па]



Такие данные необходимы, когда поток свежего воздуха используется в холодном плече (т.е. должен нагреваться). Если поток свежего воздуха необходимо охлаждать, для него будут требоваться те исходные данные, которые указаны выше для вытяжного воздуха, и наоборот.

Для экономических расчетов (прибыль, самоокупаемость) необходимы следующие данные:

- требуемая температура воздуха;
- время работы системы;
- географическое местоположение объекта (район или климатическая зона);
- стоимость тепловой энергии;
- стоимость электроэнергии;
- дополнительные затраты (стоимость монтажа и дополнительная стоимость минус капиталосбережения и денежные ассигнования);
- процентная ставка.

8.2 Подбор с помощью компьютерной программы Noval CAPS

Компьютерная программа для подбора теплообменников Noval CAPS (= Computer Aided Plate Heat Exchanger Selection) может использоваться на любом компьютере, работающим под операционной системой Microsoft® Windows.

С помощью программы можно выполнить:
 точный расчет специфицированного теплообменника;
 подбор всех теплообменников Noval, соответствующих заданным требованиям;
 расчет стоимости.

Программа предоставляет не только точные технические данные, но также и оптимальный вариант с точки зрения эффективности. Она разработана специально для пластиночных теплообменников Noval и поставляется на CD.

8.3 Подбор с помощью номограмм и формы исходных данных

При использовании графиков эффективности процедура подбора по сравнению с обычным расчетом значительно сокращается. Этот метод дает достаточно точные результаты для диапазона температур от -15 до +25°C. Номограммы построены, исходя из того, что плотность воздуха равна 1,2 кг/м³ (при 20°C, относительной влажности 50%, атмосферном давлении 101,3 кПа).

Пояснения к форме исходных данных (см. стр. 28):

Исходные данные для подбора

Для подбора требуются параметры воздушных потоков на входе в теплообменник. Точные значения этих параметров часто неизвестны, поэтому либо рассчитываются, либо оцениваются ориентировочно. Необходимо также иметь в виду, что расход и относительная влажность воздуха зависят от температуры.

Строка 6

При использовании методики подбора с помощью номограмм необходимо знать удельный расход воздуха $v = V/b$. Ширину секции теплообменника можно установить по чертежам на стр. 23-25.

Строка 7

Номинальная эффективность рекуперации тепла Φ_N соответствует значению эффективности:

- при соотношении массовых воздушных потоков $m_2/m_1 = 1$;
- при отсутствии конденсата в теплом плече.

Это одна из основных характеристик теплообменника, которая определяется по графику зависимости удельного расхода воздуха в холодном плече (теплопоглощающая среда) v_{21} и требуемого или выбранного типоразмера теплообменника (стр. 29 - 31). Графики приведены для каждого типа теплообменника и для конкретной величины расстояния между пластинами.

Строка 8

Соотношение объемных расходов свежего и вытяжного воздуха используется при необходимости использования поправки к эффективности, когда m_2 не равно m_1 . См. График 2 на стр. 27. (При использовании соотношения массовых расходов m_2/m_1 можно получить более точные данные).

Строка 9

Поправка $\Delta\Phi_t$ к номинальной эффективности рекуперации тепла за счет различия значений расходов воздуха определяется по графику 2.

Строка 10

Сухая эффективность рекуперации тепла Φ_{2t} относится к расходу воздуха в холодном плече V_2 (теплопоглощающая среда).

Строка 11

Для использования Графика 3, учитывающего конденсатообразование в теплом плече, необходимо знать показатель охлаждения, который рассчитывается из ранее полученных данных. (График 3 можно использовать только в том случае, если $m_1 = m_2$; в противном случае нужно выполнять подбор с помощью компьютерной программы Noval CAPS.)

Проектирование и подбор

Строка 12

Зная значения показателя охлаждения и относительной влажности, можно по Графику 3 определить повышающую поправку $\Delta\Phi_2$ к значению эффективности рекуперации.

Строка 13

Действующая эффективность рекуперации рассчитывается посредством суммирования значений сухой эффективности рекуперации Φ_{2t} и повышающей поправки к эффективности за счет конденсатообразования $\Delta\Phi_2$.

Строка 14

Теплопроизводительность рассчитывается по приведенной формуле. Для приблизительного расчета можно использовать следующие значения:

- удельный вес воздуха $\rho_{21} = 1,2 \text{ кг/м}^3$
- удельная теплоемкость $c = 2,79 \cdot 10^{-4} \text{ кВт-ч/кгК}$.

Строка 15

Температура свежего воздуха на выходе из теплообменника рассчитывается по приведенной формуле. (Температура вытяжного воздуха на выходе из теплообменника может быть определена только по I,d-диаграмме).

Строка 16

Падение давления для вытяжного потока без конденсатообразования определяется по графикам эффективности при удельном расходе воздуха v_{11} .

Строка 17

Поправочный коэффициент f_1 , учитывающий увеличение падения давления при образовании конденсата находится по Графику 3 в зависимости от значений показателя охлаждения и относительной влажности.

Строка 18

Действительное значение падения давления вытяжного потока рассчитывается посредством умножения Δp_{1t} (падение давления без учета конденсатообразования) на поправочный коэффициент f_1 .

Строка 19

Падение давления для потока свежего воздуха Δp_2 определяется по графикам эффективности при удельном расходе воздуха v_{21} .



Используя данный метод расчета, следует иметь в виду, что он дает приблизительные значения, а номограммы построены для температуры 20°C и удельного веса воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$. Для стандартной области использования теплообменника в допустимом температурном диапазоне (от -15 до $+25^\circ\text{C}$) погрешность при расчете падения давления составляет не более 5%, а при расчете эффективности рекуперации - не более 2%.

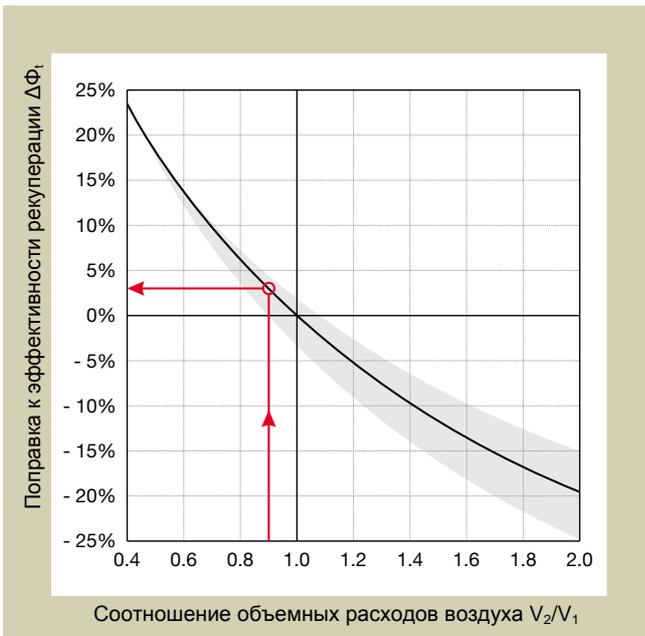


График 2: Поправочный график, учитывающий различие величин массовых расходов воздуха

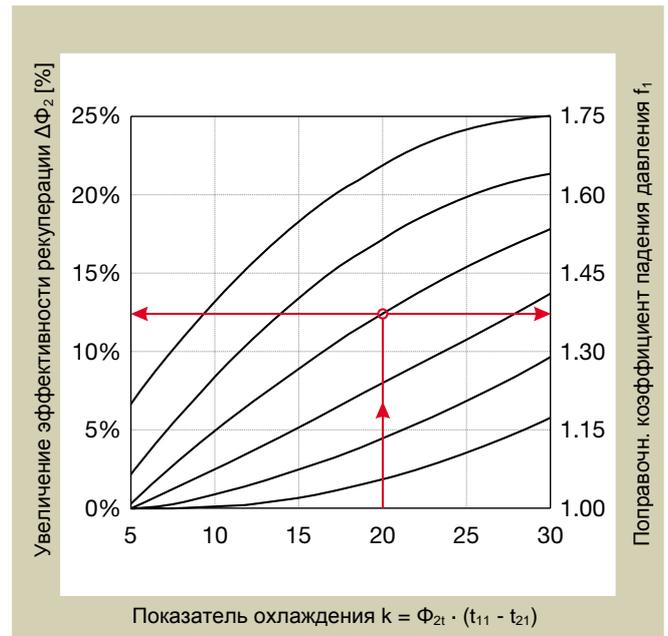


График 3: Поправочный график, учитывающий образование конденсата

Проектирование и подбор

Данная форма предназначена для заполнения при использовании ориентировочного подбора пластиначных теплообменников Noval в диапазоне температур от -15 до $+25^{\circ}\text{C}$.

Исходные данные (на входе в теплообменник):

| | | |
|---|---|--|
| 1 | Расход вытяжного воздуха | $V_{11} =$ _____ $\text{м}^3/\text{сек}$ |
| 2 | Температура вытяжного воздуха | $t_{11} =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ |
| 3 | Относительная влажность вытяжного воздуха | $RH_{11} =$ _____ % |
| 4 | Расход свежего воздуха | $V_{21} =$ _____ $\text{м}^3/\text{сек}$ |
| 5 | Температура свежего воздуха | $t_{21} =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ |

Примечания:

Расчетные данные:

| | | |
|----|---|---|
| 6 | Удельный расход воздуха в холодном плече | $v_{21} = v_{21}/b =$ _____ $\text{м}^3/\text{сек}/\text{м}$ |
| | Удельный расход воздуха в теплом плече | $v_{11} = v_{11}/b =$ _____ $\text{м}^3/\text{сек}/\text{м}$ |
| 7 | Номинальная эффективность рекуперации тепла | $\Phi_N =$ _____ % |
| 8 | Соотношение объем. расходов свежего/вытяжного воздуха | $v_{21}/v_{11} =$ _____ |
| 9 | Поправка к эффективности при различных массовых потоках | $\Delta\Phi_t =$ _____ % |
| 10 | Сухая эффективность рекуперации тепла | $\Phi_{2t} = \Phi_N + \Delta\Phi_t =$ _____ % |
| 11 | Показатель охлаждения (только для $m_1 = m_2$) | $k = \Phi_{2t} \cdot (t_{11} - t_{21}) =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ |
| 12 | Увеличение эффективности при конденсатообразовании | $\Delta\Phi_2 =$ _____ % |
| 13 | Действительная эффективность рекуперации | $\Phi_2 = \Phi_{2t} + \Delta\Phi_2 =$ _____ % |
| 14 | Производительность рекуперации | $Q_2 = V_{21} \cdot \rho_{21} \cdot c \cdot \Phi_2 \cdot (t_{11} - t_{21}) =$ _____ кВт |
| 15 | Температура свежего воздуха на выходе | $t_{22} = t_{21} + \Phi_2 \cdot (t_{11} - t_{21}) =$ _____ $^{\circ}\text{C}$ |
| 16 | Падение давления сухого потока вытяжного воздуха | $\Delta p_{1t} =$ _____ Па |
| 17 | Поправка для падения давления при конденсатообразовании | $f_1 =$ _____ |
| 18 | Падение давления потока вытяжного воздуха | $\Delta p_1 = \Delta p_{1t} \cdot f_1 =$ _____ Па |
| 19 | Падение давления потока свежего воздуха | $\Delta p_2 =$ _____ Па |

Примечания:

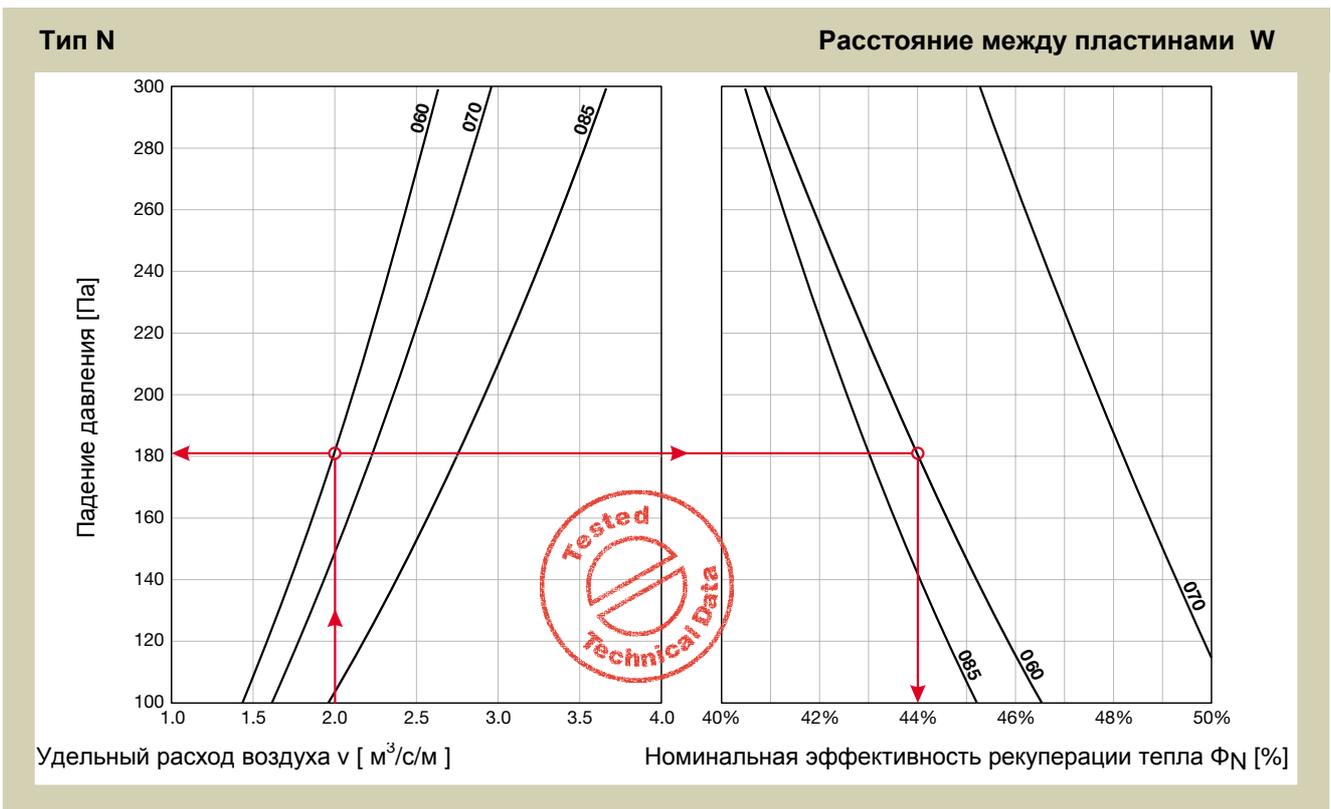
Номограммы

Тип конструкции N



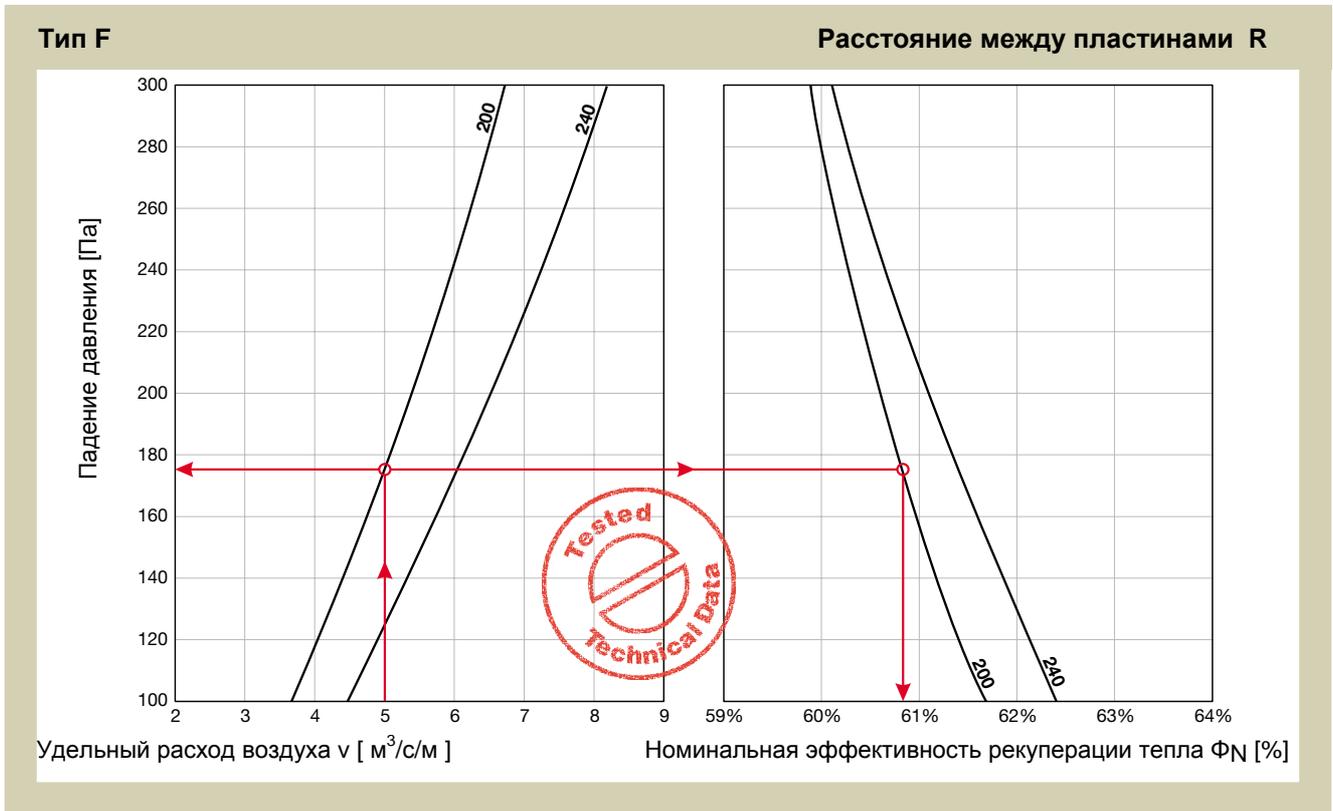
Номограммы

Тип конструкции N



Номограммы

Тип конструкции F



Номограммы

Тип конструкции F



9. Транспортировка и монтаж

В пластинчатых теплообменниках Noval отсутствуют какие-либо подвижные элементы, поэтому установки отличаются исключительной надежностью и простотой монтажа. Перед монтажом теплообменника на позиции следует проверить следующее:

- отсутствие повреждений корпуса и блока теплообменника, которые могли возникнуть в процессе транспортировки (визуальная проверка);
- соответствие полученного оборудования заказу (тип, исполнение, размер пластин, расстояние между пластинами, опции);
- соответствие ориентации пластин в теплообменнике (вертикальная или горизонтальная) требуемому расположению установки.

9.1 Транспортировка

- При транспортировке теплообменник нужно располагать только таким образом, чтобы пластины были направлены вертикально.
- Во избежание повреждения теплообменника можно поднимать за стропы так, чтобы направление строп было вертикальным (параллельно стенкам теплообменника). При транспортировке можно также использовать дополнительные средства (крюки, хомуты и т.д.), которые привинчивают к возвратной кромке боковых панелей.
- При перемещении теплообменников с усиленными боковыми панелями (F-100, F-120, F-140, F-200 и F-240) усиленные панели можно использовать в качестве опоры.
- Не поднимайте теплообменник за алюминиевый уголок, так как это может привести к повреждению герметичности конструкции.
- Ни в коем случае не поднимайте теплообменник за усилительную стойку рамы байпаса.
- В общем случае, не поднимайте теплообменник за одну точку, всегда используйте подкрановую балку (рис. 42).

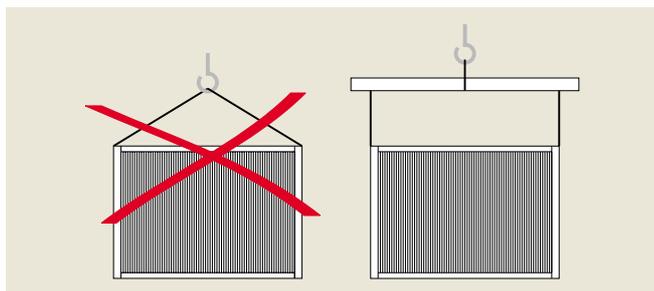


Рис. 42: Не поднимайте теплообменник за одну точку

9.2 Монтаж механической части

Пластинчатые теплообменники Noval можно встраивать в центральные кондиционеры, включать в систему воздуховодов или соединять с другим вентиляционным оборудованием.

- Так как алюминиевые кромочные детали теплообменника являются полыми, к ним можно подсоединять посредством болтов или заклепок

требуемые конструкции, не опасаясь повреждения теплообменника.

- Болтовой и клепочный крепеж элементов возможен также к краинам боковых панелей теплообменника.
- По возвратной кромке боковых панелей можно проложить уплотнительный валик, который упрощает фиксацию болтов и заклепок к панелям.

На Рис. 43 показаны варианты монтажа теплообменника в системах кондиционирования воздуха:

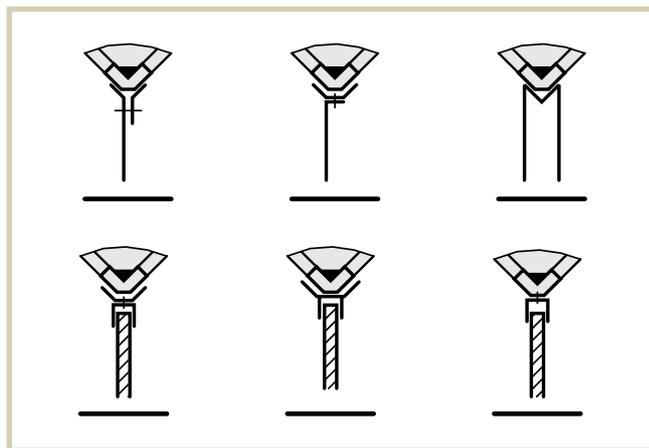


Рис. 43: Варианты монтажа

9.3 Привод воздушных клапанов

При использовании байпаса и воздушных клапанов необходимо установить соответствующие приводы и проверить положение клапанов. Ось поставляемого воздушного клапана легко фиксируется с помощью подшипника и кольца (Ø 16 мм) - см. рис. 44.

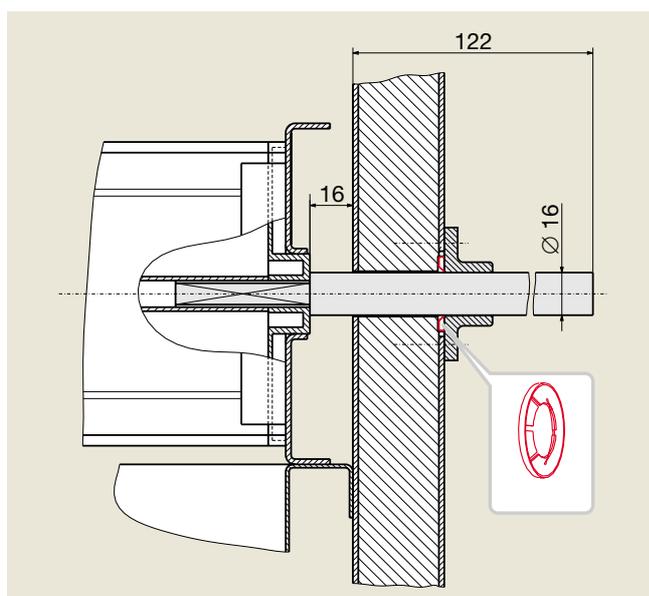


Рис. 44: Ось воздушного клапана легко фиксируется с помощью подшипника и кольца

9.4 Гидравлические соединения

Если в теплообменнике существует вероятность образования конденсата, рекомендуется обеспечить его отвод самотеком. Лучше устанавливать поддоны как в холодном, так и в теплом плече теплообменника. Количество образуемого конденсата рассчитывается с помощью компьютерной программы подбора и на основании полученной величины обеспечивается соответствующий дренаж.

9.5 Установка датчиков

При установке в теплообменнике, например, температурных датчиков, следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить блок пластин теплообменника.

9.6 Сборка теплообменника на месте установки

В некоторых случаях, например, при реконструкции, требуется поставлять теплообменник в разобранном виде, а затем собирать на месте монтажа с помощью заклепок или болтов. Существует несколько вариантов поставки теплообменника в разборке:

- по требованию блок пластин может быть разбит по ширине;
- по высоте и длине разбиваться могут только комплексные блоки, состоящие из нескольких секций; если в этом существует острая необходимость, теплообменник требуемого размера изготавливается по индивидуальному заказу;
- отдельно могут поставляться также рециркуляционный и байпасные клапаны.



Рис. 45: При использовании двух теплообменников можно легко достичь высокой эффективности рекуперации (до 85%)

10. Ввод в эксплуатацию и обслуживание

10.1 Ввод в эксплуатацию

Перед первым запуском системы необходимо убедиться в отсутствии каких-либо препятствий на пути следования воздушных потоков. При наличии воздушных клапанов следует проверить их подвижность и правильность позиционирования. Кроме того, проверяется правильность монтажа установки, а также соблюдение рабочих условий эксплуатации (температура, разность давления и т.д.).

10.2 Техническое обслуживание

Для технического обслуживания необходимы только визуальные проверки. При наличии клапанов следует контролировать их подвижность. Первая проверка должна выполняться через 3 месяца после запуска, а последующие - каждые 12 месяцев.

Многолетний опыт показывает, что отложений грязи в теплообменнике, установленном в системе кондиционирования, практически не образуется. Однако, при использовании, например, в сварочных цехах, малярных мастерских, вытяжных системах пищеблоков и т.п., теплообменник может загрязняться, и тогда необходимо выполнять его чистку следующим образом:

- грязь удаляется мягкой щеткой или пылесосом. При использовании сжатого воздуха следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить теплообменник; шланг нужно держать на достаточном расстоянии от установки;
- отложения масел, жиров и др. можно удалять промывкой теплообменника горячей водой или жирорастворяющим средством (мыльным раствором);
- Допускается чистка водой из высоконапорного шланга при условии:
 - использования шланга с плоским выходным отверстием, скошенным под углом 40° (тип WEG40/04);
 - давление воды не более 100 бар.

При чистке теплообменника нужно соблюдать крайнюю осторожность, чтобы не повредить пластины механически или химически.



Для этого:

- следует использовать только мягкие чистящие средства;
- нельзя прилагать физические усилия, так как толщина пластин всего от 0,125 до 0,15 мм!

Рекомендации по проектированию

11. Рекомендации по проектированию

11.1 Сбор данных

При подборе проектируемого теплообменника требуются исходные данные, указанные в п. 8. Во избежание возможных ошибок следует иметь в виду:

- объемный расход воздуха не равен массовому расходу. Для получения более точных результатов желательно использовать значения массового расхода свежего и вытяжного воздуха;
- в условиях зимней эксплуатации содержание влаги в воздухе сильно завышается;
- значения температуры свежего и вытяжного воздуха должны соблюдаться на практике, а не теоретически.

11.2 Нормы и правила

Начиная проектирование системы, следует проверить, какие нормы и правила действуют применительно к данному объекту. Например, в больницах системы рекуперации использовать нельзя, за исключением тех случаев, когда на это получено разрешение соответствующих органов.

11.3 Расположение теплообменника в системе

Перед подбором теплообменника необходимо заранее знать:

- конкретное местоположение рекуператора в системе;
- оптимальную траекторию движения воздушных потоков;
- предельные размеры рекуператора, которые допустимы данной системой.

Каких-либо конкретных рекомендаций по этим вопросам не существует. Единственно, нужно иметь в виду, что при образовании конденсата следует обеспечивать его беспрепятственный отвод, чтобы избежать скопления влаги в теплообменнике и, следовательно, не допустить увеличения падения давления. Оптимальным решением для этого является нисходящее направление вытяжного потока, хотя практически осуществимы любые варианты расположения теплообменника и направления движения воздуха. В п. 5.6 приведены специальные рекомендации при установке теплообменника с горизонтальным расположением пластин.

11.4 Выбор наиболее экономичного варианта

Если подбор теплообменника выполняется без использования компьютерной программы CAPS, наиболее экономичное решение определяется эффективностью рекуперации и/или расстоянием между пластинами. При проектировании этих величин следует руководствоваться следующими правилами:

- длительное время эксплуатации, например, в три смены \Rightarrow необходим теплообменник высокой эффективности;
- долговечность \Rightarrow необходим теплообменник высокой эффективности;
- высокая влажность вытяжного воздуха, и в результате, увеличение эффективности за счет конденсатообразования \Rightarrow расстояние между пластинами должно быть среднее, большое или очень большое;

- высокая запыленность или загрязнение окружающего воздуха \Rightarrow расстояние между пластинами должно быть большое или очень большое.

При использовании пластинчатых теплообменников для технологических процессов необходимо проверить, как ограничивается эффективность рекуперации температурой приточного воздуха.

В тех случаях, когда требуется обеспечение высокой эффективности рекуперации при достаточно большом расстоянии между пластинами, можно устанавливать два последовательных теплообменника. Очень часто такое решение дает преимущества также и для характеристик воздушного потока. Полная эффективность при противоточных потоках в двух теплообменниках рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{2\text{общ}} = \frac{\Phi_{2A} + \Phi_{2B} - (1 + \mu) \cdot \Phi_{2A} \cdot \Phi_{2B}}{1 - \mu \cdot \Phi_{2A} \cdot \Phi_{2B}}$$

На практике величины чуть меньше из-за неравномерности распределения температур после теплообменника. В программе подбора CAPS осуществляется автоматическая поправка данных величин.

Оптимальный вариант при подборе системы можно получить только с помощью экономического обоснования.

11.5 Регулирование теплопроизводительности

При проектировании нужно проверить наличие источников тепловыделений в помещении. Если предполагается, что температура вытяжного воздуха будет выше, чем заданная уставка, следует обеспечить регулирование теплопроизводительности теплообменника как это указано в п. 2.

11.6 Рециркуляционный байпас

Если система кондиционирования позволяет использовать режим рециркуляции, например, в ночное время, то это реализуется в теплообменнике устройством рециркуляционного байпаса. При смешанном режиме работы (рециркуляционный + свежий воздух) необходимо определить приоритеты регулирования для рециркуляции и эффективности рекуперации.

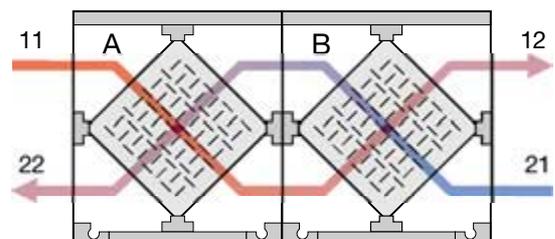


Рис. 46: Благодаря использованию в системе двух последовательных теплообменников можно обеспечить оптимальный вариант монтажа и достичь высокой эффективности рекуперации тепла

Рекомендации по проектированию

11.7 Шумопоглощение

Пластинчатые теплообменники Noval отличаются хорошими звукопоглощающими свойствами. Степень звукопоглощения зависит от типоразмера и расстояния между пластинами. Акустические характеристики получены на основании многочисленных испытаний и математических расчетов и предоставляются по специальному запросу.

11.8 Коррозийная стойкость

Теплообменники Noval стандартного исполнения V характеризуются достаточной коррозионной стойкостью при установке их в стандартных системах кондиционирования воздуха. Специальное коррозионно-стойкое исполнение G теплообменников необходимо при использовании их во влажных помещениях и в помещениях с агрессивной окружающей средой (плавательные бассейны, промышленные объекты, условия морского климата). При необходимости заказчик может получить в компании United Elements, являющейся авторизованным дилером фирмы Noval в России и на Украине, рекомендации по выбору исполнения теплообменника для конкретного проекта.

11.9 Предельные рабочие характеристики

Подбирая теплообменник, следует учитывать его предельные рабочие характеристики, которые указаны в п.6.

11.10 Загрязнение теплообменника

В стандартных системах кондиционирования очистка воздуха осуществляется посредством фильтров грубой очистки, в этом случае вероятность загрязнения теплообменника отсутствует. Однако, в условиях высокой степени загрязнения окружающего воздуха рекомендуется следующее:

- расположение теплообменника в системе должно позволять легко выполнять его чистку, а при использовании съемного блока - его демонтаж;
- перед теплообменником и после него должны быть оборудованы смотровые лючки;
- желательно установить фильтры входных воздушных потоков, чтобы максимально увеличить периоды времени между чистками теплообменника.

На практике степень загрязнения теплообменников гораздо ниже расчетной.

11.11 Образование конденсата в теплом плече

Как уже отмечалось (см. п.п. 1.2 и 1.4), 100% герметичность пластинчатых теплообменников обеспечивается только за счет принятия специальных мер. Поэтому, если в теплообменнике предполагается выпадение конденсата, необходимо:

- установить поддоны для сбора конденсата на сторонах приточного и вытяжного воздуха;
- установить в системе вентиляторы таким образом, чтобы меньшее давление создавалось на стороне вытяжного воздуха, а, следовательно, чтобы вероятность протечек могла быть только на этой стороне.
- провести опциональные испытания теплообменника на стенде, гарантирующие водонепроницаемость полученной заказчиком установки (см. п. 5.4).

При образовании значительного количества конденсата в потоке вытяжного воздуха и скорости потока более

2.5 м/сек, капли влаги могут попадать в воздуховоды и другие компоненты системы, расположенные за теплообменником. В этом случае рекомендуется при выполнении монтажа устанавливать в теплообменнике каплеуловитель.

Кроме того, необходимо принять меры для:

- беспрепятственного отвода конденсата;
- исключения обледенения теплообменника (см. п. 1.6).

11.12 Стойкость к растворителям

В некоторых случаях теплообменники используются в средах с повышенным содержанием растворителей в удаляемом воздухе - ацетона, метанола, толуола, ксилола, пропанола и т.д. Данные вещества отрицательно влияют на эпоксидную смолу, используемую для герметизации угловых соединений теплообменника. Данное исполнение предусматривает следующее:

- герметизация литьевой смолой, стойкой к воздействию растворителей;
- использование клейкой ленты, стойкой к воздействию растворителей;
- использование металлического покрытия вместо пластиковых коленчатых патрубков.

Дополнительно необходимо учесть следующее:

- Клапаны управления следует установить в чистом потоке приточного воздуха.
- Необходимо обеспечить избыток давления на притоке, чтобы исключить загрязнение приточного воздуха удаляемым. Рекомендуется провести тест на утечку.
- Проверьте стойкость прочих материалов (алюминий, сплав Aluzinc и т.д.) на воздействие используемым растворителем.

11.13 Надежность эксплуатации

Так как пластинчатые теплообменники Noval не требуют использования источника электроэнергии и не содержат подвижных элементов, они отличаются 100 % надежностью эксплуатации.

На этапе проектирования следует рассчитать экономию на производство и распределение тепловой энергии за счет использования рекуператора и учесть эту величину при подборе котельных установок, воздухонагревателей, дымовых труб и т.п.

11.14 Подбор

Пластинчатый теплообменник подбирается на основании вышеуказанных исходных данных с помощью программы PC Noval CAPS.

Программа позволяет быстро найти оптимальный вариант теплообменника с указанием всех технических данных, цен и экономической прибыли.

При использовании графоаналитического метода по графикам ориентировочно подбираются наиболее подходящие типоразмеры, исходя из величин эффективности и падения давления, а затем выполняется более детальный расчет по форме, приведенной в п.8. Таким образом, с учетом стоимости теплообменника можно выбрать не более 2 вариантов.

Рекомендации по проектированию

11.15 Технические данные

| | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| Тип | _____ |
| Вес | _____ кг |
| Высота x ширина x длина | _____ мм |
| Теплое плечо: | |
| Расход воздуха на входе | V_{11} _____ м ³ /сек |
| Температура на входе | t_{11} _____ °C |
| Отн. влажность на входе | RH_{11} _____ % |
| Падение давления (при конденсатообр.) | Δp_1 _____ Па |
| Холодное плечо: | |
| Расход воздуха на входе | V_{21} _____ м ³ /сек |
| Температура на входе | t_{21} _____ °C |
| Отн. влажность на входе | RH_{21} _____ % |
| Температура на входе | t_{22} _____ °C |
| Падение давления | Δp_2 _____ Па |
| Соотношение массовых расходов воздуха | m_2/m_1 _____ |

Табл. 8: Спецификация материалов

| | Исполнение V | Исполнение G | Исполнение T |
|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| Тип N | | | |
| Корпус | Листовая сталь с покрытием Aluzinc | Листовая сталь с покрытием Aluzinc с антикоррозийным покрытием | Листовая сталь с покрытием Aluzinc |
| | Алюминиевые секции | Алюминиевые секции с антикоррозийным покрытием | Алюминиевые секции |
| Пластины | Al99 | Al99 с антикоррозийным покрытием | Al99 |
| Герметик | Эпоксидная смола | Эпоксидная смола | Силикон НТ |
| Тип F | | | |
| Корпус | Листовая сталь с покрытием Aluzinc | Листовая сталь с покрытием Aluzinc с антикоррозийным покрытием | Листовая сталь с покрытием Aluzinc |
| | Алюминиевые секции | Алюминиевые секции с антикоррозийным покрытием | Алюминиевые секции |
| Пластины | Al99 | Al99 с антикоррозийным покрытием | Al99 |
| Герметик | Полимер MS | Полимер MS | Силикон НТ |
| | Эпоксидная смола | Эпоксидная смола | |
| Воздушные клапаны + адаптер | | | |
| Корпус | Листовая сталь с покрытием Aluzinc | Листовая сталь с покрытием Aluzinc с антикоррозийным покрытием | – |
| Заслонки клапана | Алюминиевые секции | Алюминиевые секции с антикоррозийным покрытием | – |
| Шестеренки, хомуты | Армированный поликарбонат | Армированный поликарбонат | – |
| Ведущие диски | Полиоксиметилен | Полиоксиметилен | – |

Спецификация

12 Спецификация

12.1 Тип N

Пластинчатый теплообменник перекрестного тока конструкции типа N предназначен для рекуперации тепла и представляет собой блок теплообменника, помещенный в корпус.

Блок теплообменника состоит из алюминиевых пластин (Al99 - чистый алюминий) толщиной 0,125 мм, выполненных методом автоматической позитивно-негативной штамповки для обеспечения соответствующего расстояния между пластинами. В теплообменнике, таким образом, отсутствуют полые каналы, а движение воздушных потоков и сток конденсата могут быть обеспечены в любом направлении. Пластины соединяются между собой методом двойной фальцовки. В результате точки соединения имеют толщину, равную шестикратной толщине пластины, что обеспечивает высокую прочность конструкции блока.

При соединении с кромочными элементами фальцованные концы пластин дополнительно уплотняются эпоксидной смолой.

Боковые панели корпуса из листовой стали с покрытием Aluzinc крепятся к алюминиевым выпрессовкам посредством болтовых соединений.

Исполнения

- Исполнение **V** (стандартное): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки, боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc, отсутствие силиконовых уплотнителей, устойчивый к действию температур до 100°C.
- Исполнение **G** (коррозионно-стойкое): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки и боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc имеют специальное антикоррозийное покрытие; отсутствие силиконовых уплотнителей, устойчивый к действию температур до 100°C.
- Исполнение **T** (термостойкое): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки, боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc; силиконовый уплотнитель, устойчивый к действию температур до 200°C.

Опции

- Секция байпаса посередине или сбоку блока теплообменника в едином корпусе.
- Рециркуляционный байпас посередине или сбоку блока теплообменника в едином корпусе.
- Регулирующие воздушные клапаны, устанавливаемые на корпусе со стороны блока теплообменника и секции байпаса. Клапаны представляют собой алюминиевые выпрессовки с пластмассовыми приводными шестернями.
- Горизонтальное расположение пластин теплообменника.
- Испытания на герметичность.
- Адаптер привода байпасного клапана.
- Адаптер привода рециркуляционного клапана.

12.2 Тип F

Пластинчатый теплообменник перекрестного тока конструкции типа F предназначен для рекуперации тепла и представляет собой блок теплообменника, помещенный в корпус.

Блок теплообменника состоит из алюминиевых пластин (Al99 - чистый алюминий) толщиной 0,15 мм с V-образными рифлениями по всей длине, что позволяет обеспечить сток конденсата в любом направлении. Пластины скрепляются при помощи полиуретанового клеящего материала.

При соединении с кромочными элементами корпуса концы пластин, скрепленные полиуретаном, дополнительно заливаются эпоксидной смолой.

Кромки блока теплообменника вставляются в кромочные элементы корпуса, выполненные из прочных алюминиевых выпрессовок, и заливаются эпоксидной смолой. Такая технология, запатентованная фирмой Noval, гарантирует единую целостность блока теплообменника и корпуса.

Боковые панели корпуса из листовой стали с покрытием Aluzinc крепятся к алюминиевым выпрессовкам посредством болтовых соединений.

Исполнения

- Исполнение **V** (стандартное): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки, боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc; отсутствие силиконовых уплотнителей, устойчивый к действию температур до 80°C.
- Исполнение **G** (коррозионно-стойкое): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки и боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc имеют специальное антикоррозийное покрытие; отсутствие силиконовых уплотнителей, устойчивый к действию температур до 80°C.
- Исполнение **T** (термостойкое): алюминиевые пластины теплообменника, алюминиевые кромочные выпрессовки, боковые панели из листовой стали с покрытием Aluzinc; силиконовый уплотнитель, устойчивый к действию температур до 200°C.

Опции

- Секция байпаса посередине или сбоку блока теплообменника в едином корпусе.
- Рециркуляционный байпас посередине или сбоку блока теплообменника в едином корпусе.
- Регулирующие воздушные клапаны, устанавливаемые на корпусе со стороны блока теплообменника и секции байпаса. Клапаны представляют собой алюминиевые выпрессовки с пластмассовыми приводными шестернями.
- Горизонтальное расположение пластин теплообменника.
- Испытания на герметичность.
- Адаптер привода байпасного клапана.
- Адаптер привода рециркуляционного клапана.

Обозначения

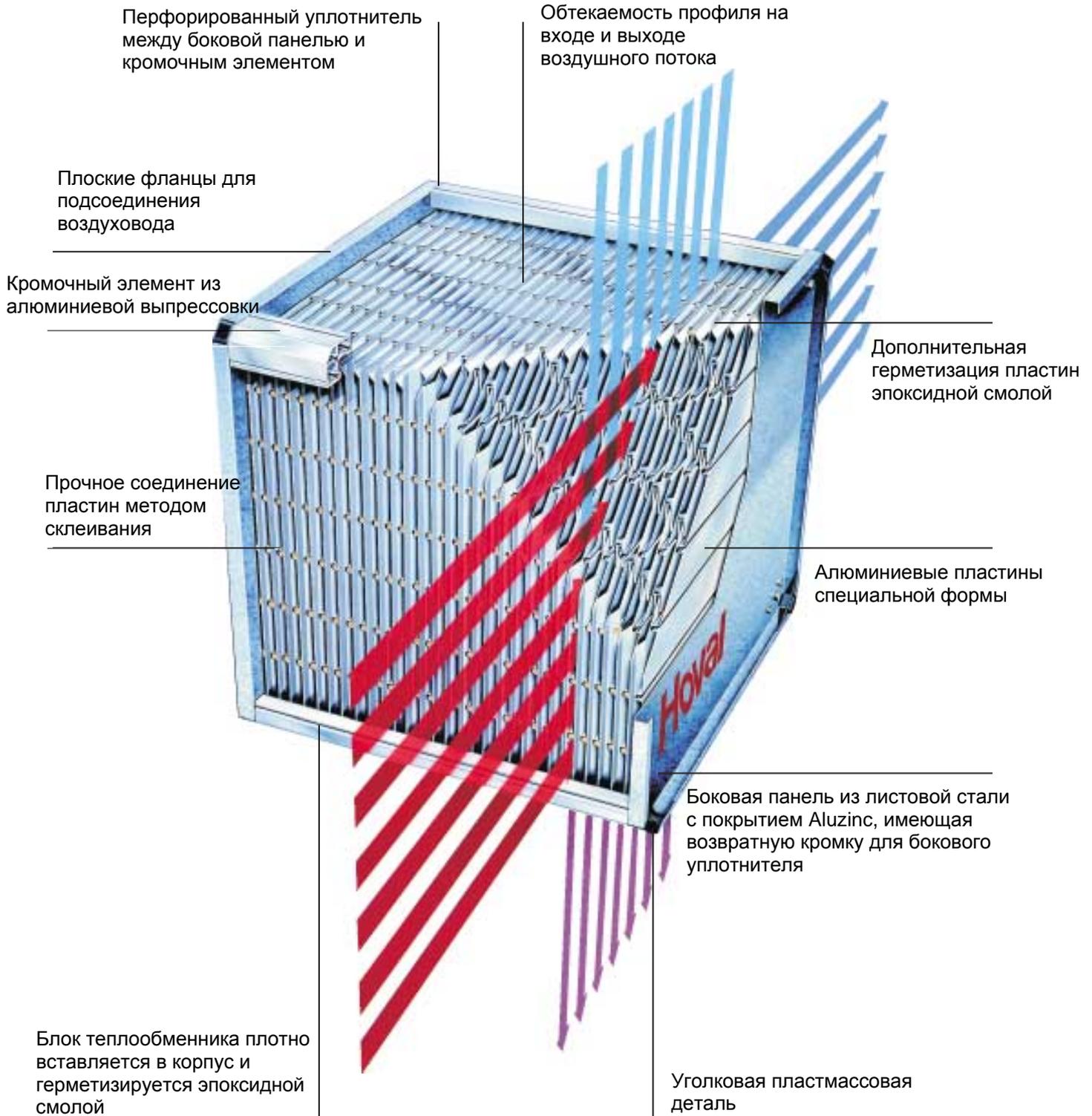
| Символ | Единица изм. | Обозначение |
|----------------|---------------------|---|
| A | м ² | Поверхность теплообмена |
| b | мм или м | Ширина блока теплообменника |
| c | кВт-час/кгК | Удельная теплоемкость воздуха ($2,79 \cdot 10^{-4}$) |
| d | мм | Толщина пластины |
| f_1 | – | Коэффициент увеличения падения давления за счет конденсации |
| h | кДж/кг | Энтальпия |
| k | Вт/м ² К | Коэффициент теплопередачи |
| m | кг/час | Массовый расход воздуха = $V \cdot \rho$ |
| Δp | Па | Падение давления |
| Q | кВт | Теплопроизводительность |
| t | К или °С | Температура |
| V | м ³ /час | Объемный расход воздуха |
| x | г/кг | Абсолютная влажность воздуха |
| α | Вт/м ² К | Удельная теплопередача |
| Φ | % | Эффективность рекуперации $\Phi_1=(t_{11}-t_{12})/(t_{11}-t_{21}) \cdot 100$ $\Phi_2=(t_{22}-t_{21})/(t_{11}-t_{21}) \cdot 100$ |
| Φ_N | % | Номинальная эффективность рекуперации |
| $\Delta\Phi_1$ | % | Поправка к номинальной эффективности за счет разности массовых расходов |
| $\Delta\Phi_2$ | % | Увеличение эффективности за счет конденсатообразования |
| RH | % | Относительная влажность воздуха |
| k | К | Показатель охлаждения |
| ρ | кг/м ³ | Плотность |
| μ | - | Соотношение массовых расходов $\mu=m_2/m_1$ |
| λ | Вт/мК | Теплопроводность |

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Первый индекс: | 1 | Тепловыделяющая среда, воздушный поток в теплом плече (вытяжной воздух - в зимний период, свежий воздух - в летний период) |
| | 2 | Теплопоглощающая среда, воздушный поток в холодном плече (свежий воздух - в зимний период, вытяжной воздух - в летний период) |
| Второй индекс: | 1 | Параметры на входе в теплообменник |
| | 2 | Параметры на выходе из теплообменника |
| | t | Сухой воздушный поток (без образования конденсата) |

Форма заказа теплообменника

| | |
|--|--|
| Куда: _____ _____ _____ _____ Тел. _____ Факс _____ | Отправитель: _____ _____ _____ Контактное лицо: _____ Тел. _____ Факс _____ |
| Дата заказа: _____ | Номер заказа: _____ |
| Отметка/Маркировка: _____ _____ _____ _____ | Адрес доставки: _____ _____ _____ _____ |
| Желаемая дата поставки: _____ | Перевозчик: _____ |
| Кол-во _____ _____ _____ _____ | Тип (маркировка) пластинчатого теплообменника _____ _____ _____ _____ |
| Дополнительные опции "Рециркуляционный байпас (код U)" и "Испытание на герметичность (код 2P)" <input type="checkbox"/> Байпас от _____ до _____ <input type="checkbox"/> передний <input type="checkbox"/> посередине <input type="checkbox"/> задний <input type="checkbox"/> Байпасный клапан на _____ <input type="checkbox"/> Рециркуляционный байпас и клапан на _____ <input type="checkbox"/> Испытание на герметичность <input type="checkbox"/> для потока A-C <input type="checkbox"/> для потока B-D | |

Вид теплообменника типа F в разрезе



Многолетний опыт - гарантия качества

Фирма Noval - европейский лидер среди производителей пластинчатых теплообменников

Фирма Noval (PWT), имеющая несколько заводов-изготовителей и сеть торговых представительств в Европе, является пионером в области отопления. На сегодняшний день фирма производит вентиляционные агрегаты, водо- и воздушонагреватели, радиаторы, паровые котлы и инсинераторы для уничтожения отходов.

Пластинчатые теплообменники выпускаются фирмой Noval с 1976 г. на заводе в г. Шаан (Лихтенштейн). В результате достигнут многолетний опыт, обеспечивающий профессионализм специалистов, качество продукции и надежность технических данных. Абсолютно все характеристики теплообменников, в т.ч. эффективность рекуперации тепла и падение давления, получены в результате испытаний, проводимых и подтверждаемых независимыми организациями.



Завод в г. Вадуц (Лихтенштейн)



Сертификация качества

Используемая фирмой Noval система управления качеством проверена и сертифицирована по стандарту ISO 9001. Это подтверждает качество продукции на всех этапах - при проектировании, изготовлении и поставке.

Автоматизированное производство в соответствии со спецификацией заказчика

Пластинчатые теплообменники Noval изготавливаются в соответствии со спецификацией заказчика. Высокое качество всех установок обеспечивается благодаря использованию автоматизированного производства.



Завод в г. Шаан (Лихтенштейн)

Энергосбережение – Защита окружающей среды