

Модернизация наземной инфраструктуры железных дорог в партнёрстве с Schroff

Виктор Гарсия

В статье рассматриваются модульные шкафы для установки на улице от компании nVent SCHROFF для размещения электронного оборудования около железнодорожных путей, способы обеспечения их стойкости к воздействиям окружающей среды, вандалоустойчивости и варианты встроенных систем поддержания микроклимата, а также методика их испытаний и сертификации.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт всегда предъявляет высокие требования к надёжности и безопасности используемого оборудования, так как его отказ может иметь катастрофические последствия. Это в равной мере относится как к бортовому оборудованию подвижного состава, так и к стационарному оборудованию, которое может размещаться как в специальных зданиях и сооружениях, так и на открытом воздухе — на пассажирских платформах, на мостах, в тоннелях и просто на местности в непосредственной близости от железнодорожных путей (рис. 1). В последнем случае оно должно размещаться в специальных шкафах и корпусах, обеспечивающих защиту и нормальный режим работы для установленного внутри

оборудования в условиях негативного воздействия внешних климатических, механических и химических факторов, а также угрозы вандализма. Проблема обеспечения надёжной защиты оборудования от этих воздействий особенно остро стоит в настоящее время, когда в дополнение к простым и неприхотливым электромеханическим (в основном релейным) устройствам железнодорожной автоматики прошлого поколения на открытом воздухе требуется устанавливать и эксплуатировать сложные электронные системы связи (в том числе стандартов 5G и технологии промышленного Интернета вещей IIoT), видеонаблюдения, вычислительное и диагностическое оборудование, которые для устойчивой и безотказной работы требуют не только более «теплых»

условий эксплуатации, но и защиты (экранирования) от воздействия электромагнитных помех, уровень которых особенно высок в непосредственной близости от железнодорожных путей. Кроме того, на пассажирских платформах устанавливаются различные информационные и развлекательные системы для пассажиров, а также системы комплексного видеонаблюдения, обеспечения безопасности и контроля доступа, многие компоненты которых также необходимо устанавливать на открытом воздухе.

Компания SCHROFF (Германия) в течение многих лет поставляет шкафы и корпуса для размещения, защиты и охлаждения электронного оборудования на железнодорожном транспорте. В статье [1] мы уже подробно рассматривали конструктивы SCHROFF для размещения на подвижном составе, а сегодня расскажем о специальных шкафах и корпусах уличного исполнения для размещения электронного оборудования наземной инфраструктуры железнодорожного транспорта, предназначенных для установки в непосредственной близости от железнодорожных путей, на станциях, в тоннелях и т.д.

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИЯ СТАНДАРТОВ

Шкафы, установленные на улице в непосредственной близости от железнодорожных путей, подвергаются самым разнообразным воздействиям окружающей среды, среди которых можно выделить высокие и низкие температуры, влаж-

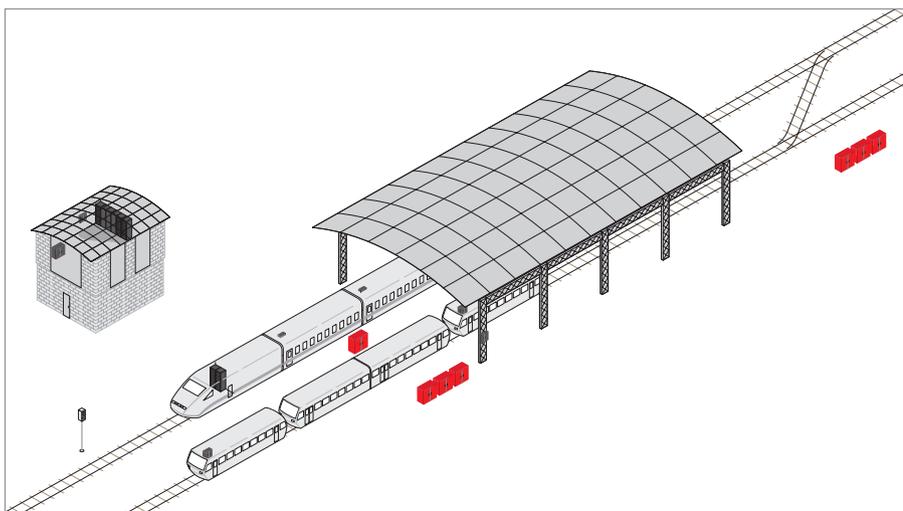


Рис. 1. Типовые варианты размещения шкафов с оборудованием на улице на железнодорожной станции



Рис. 2. Модульный шкаф для установки вне помещений на железной дороге – закрытый



Рис. 3. Модульный шкаф для установки вне помещений на железной дороге – открытый, с дополнительными 19" профилями

ность, пыль, атмосферные осадки (дождь, снег, лёд), ветер, удары и вибрации, промышленные загрязнения от грузов, перевозимых в открытых товарных вагонах и на платформах, мощные электромагнитные помехи от прохождения тяговых токов и искробразования на токосъёмных устройствах электровозов, а также могут стать объектами вандализма или несанкционированного доступа посторонних лиц. Кроме того, скорость современных высокоскоростных поездов может превышать 300 км/ч, что вызывает мощный аэродинамический удар, то есть кратковременный, но очень сильный порыв ветра, оказывающий специфическое ударное воздействие на все предметы и сооружения вблизи от путей.

Таким образом, можно выделить следующие основные задачи, стоящие перед

разработчиками и производителями шкафов для установки на улице и применения на железнодорожном транспорте:

- обеспечение оптимального температурного режима для работы электронного оборудования при любой возможной температуре наружного воздуха;
- защита внутреннего пространства от воздействия атмосферных осадков, ветра и прямого солнечного света;
- электромагнитное экранирование для обеспечения работоспособности чувствительного электронного оборудования в условиях сильных помех;
- защита от взлома и несанкционированного доступа, а также вандализма, и гибкость;
- высокая механическая прочность для защиты от ударов и вибраций, а также обеспечение надёжного крепления

шкафа к основанию для противодействия аэродинамическому удару.

Модульный шкаф nVent SCHROFF для установки на улице (рис. 2, 3) – гибкое решение, обеспечивающее бесперебойную и надёжную работу чувствительного к внешним условиям окружающей среды электронного оборудования. Шкаф был специально разработан, испытан и сертифицирован в соответствии с техническими требованиями для применения на открытом воздухе в непосредственной близости от железнодорожных путей. Характерные особенности и рабочие характеристики модульного шкафа nVent SCHROFF для установки на улице под открытым небом способны существенно снизить совокупную стоимость владения (TCO – Total Cost of Ownership) оборудованием и общие эксплуатационные расходы в течение всего срока его службы.

Кроме первоначальных затрат на приобретение оборудования необходимы также долгосрочные затраты на энергопотребление, ремонт и техническое обслуживание. Чем лучше шкаф защищает оборудование, тем ниже его TCO на протяжении всего жизненного цикла. Основное внимание при этом уделяется обеспечению заданного техническими условиями диапазона рабочих температур для надёжной работы электронного оборудования в течение длительного периода времени, что и позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт.

Таблица 1

Основные европейские и аналогичные им российские стандарты, регламентирующие требования к шкафам

IEC 61969-3 ГОСТ Р МЭК 61969-3-2015	Защита от воздействия окружающей среды. Стандарт устанавливает требования к проведению климатических, механических, химических и биологических испытаний для корпусов на открытых площадках, не защищённых от воздействия погодных условий. Также принимаются во внимание общие требования к обеспечению безопасности, управлению тепловым режимом и шумовому воздействию
EN 50125-3	Для защиты от ударов и вибрации (расстояние 1–3 м от полотна) и обеспечения аэродинамического сопротивления ветру со скоростью до 180 км/ч. Стандарт специально разработан для применения на европейских железных дорогах и определяет условия окружающей среды для работы оборудования автоматики и телекоммуникационного оборудования в части давления, температуры, ветра, дождя, града, вибрации и ударов
IEC 60529 ГОСТ Р 14254-2015	Степень защиты до IP55. Стандарт IEC 60529 определяет степень защиты (IP) шкафов и корпусов от проникновения пыли и воды
IEC 61587-2 и IEC 61969-3 ГОСТ Р МЭК 61587-2-2015 MSK-64	Для сейсмоопасных зон 1–4 по Bellcore. Стандарт IEC 61587-2 определяет условия испытаний на сейсмостойкость шкафов и стоек и распространяется полностью или частично только на механические конструкции шкафов и стоек для электронного оборудования. МЭК 61969-3 также содержит технические характеристики, касающиеся сейсмостойкости
IEC 61969-3 (EN 1627 и EN 1630) ГОСТ Р МЭК 61969-3-2015	Класс RC2 (WK2) для защиты от вандализма. Стандарт EN 1627 определяет различные классы защиты от взлома (RC). Этот особый класс защиты определяет отрезок времени, за который злоумышленник может взломать конструкцию. Чем выше класс, тем надёжнее защита. EN 1630 описывает соответствующую методику испытаний
EN 50121	Электромагнитная совместимость. Спецификация EN 50121 описывает предельные значения и методику проведения измерений паразитного электромагнитного излучения и помехозащищённости электротехнического и электронного оборудования, предназначенного для использования на железной дороге. Спецификация определена для диапазона частот от 0 до 400 ГГц
IEC 61969-2 ГОСТ Р МЭК 61969-2-2013	Для согласования размеров. Стандарт устанавливает сопряжённые размеры конструкций стационарных шкафов для наружного применения на открытом воздухе. Внутренние и наружные сопряжённые размеры соответствуют монтажным размерам блочных каркасов в соответствии с IEC 60917-2 и IEC 60297-3
IEC 60068-2-75, IEC 62262 и ИК 10 ГОСТ 30630.1.10-2013 ГОСТ IEC 62262-2015	Класс ударопрочности ИК. Стандарт МЭК 60068-2-75 регламентирует методы испытаний для определения устойчивости объекта к кратковременным ударам нормированной силы. Количество производимых ударов выбирают с учётом величины и направления воздействия силы. IEC 62262 определяет степень ударопрочности ИК как меру сопротивления шкафов с электрооборудованием механическим ударным нагрузкам. ИК 10 – наивысший класс защиты, соответствующий силе удара в 20 Дж

Помимо общих международных стандартов, устанавливающих требования к механической прочности шкафов и их стойкости к факторам воздействия окружающей среды, необходимо также соответствие специализированным железнодорожным стандартам и сертификатам, регламентирующим защищённость от ударов и вибраций, а также электромагнитную совместимость оборудования.

Основные европейские и аналогичные им российские стандарты (при их наличии), регламентирующие требования к шкафам, перечислены в табл. 1.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ

Проблема охлаждения (а в условиях России — и обогрева в зимний период) является ключевой для шкафов, уста-

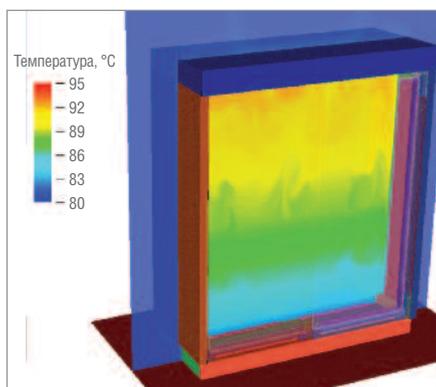


Рис. 4. Тепловое моделирование естественной конвекции через конструкцию с двойными стенками модульного шкафа nVent SCHROFF уличного исполнения, коэффициент теплопередачи 20–24 Вт/К

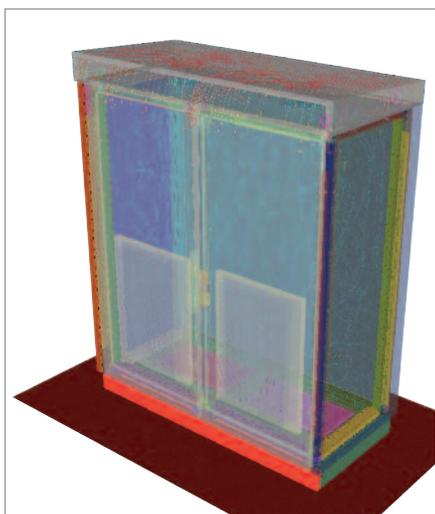


Рис. 5. Тепловое моделирование естественной конвекции через конструкцию с двойными стенками с двумя штатно интегрированными вентиляторами и термостатом в модульном шкафу nVent SCHROFF для наружных применений, теплопередача 160 Вт/К

навливаемых на улице. Необходимо учитывать не только выделяемую тепловую мощность установленного оборудования, но и суточные и сезонные колебания температуры окружающей среды, а также воздействие прямого солнечного излучения. Тепловой режим в шкафу должен обеспечивать рабочую температуру для электронного оборудования при температуре окружающей среды $-40...+80^{\circ}\text{C}$. Обеспечение рабочей температуры, установленной компанией-производителем для находящейся внутри шкафа электроники, гарантирует надёжную работу, продлевает срок службы оборудования и всей системы, а также снижает итоговые инвестиции в электронное оборудование.

Конкретный состав оборудования в шкафу и условия внешней среды позволяют определить максимальную потребность в охлаждении шкафа. Естественная, или свободная, конвекция в качестве решения для отведения тепла имеет пределы в том случае, если речь идет о большом количестве тепла. Связано это с тем, что количество отводимого тепла (энергии) зависит линейно от разницы температур между внутренней средой и внешней.

$$Q = k \cdot A \cdot (T_{\text{внутр}} - T_{\text{внешн}})$$

Проблему можно решить увеличением коэффициента теплопередачи k , но для этого требуется переход на принудительный тип конвективного охлаждения. В этом случае для отведения большего количества тепла, чем позволяет естественная конвекция, можно использовать активные охлаждающие компоненты, например, нагнетательные вентиляторы с воздушными фильтрами (для сохранения степени защиты шкафа до IP55), или установку холодильного агрегата.

Тепловое моделирование естественной конвекции через конструкцию с двойными стенками модульного шкафа nVent SCHROFF уличного исполнения с применением методов численного расчёта (рис. 4) показывает, что коэффициент теплопередачи для шкафа составляет от 20 до 24 Вт/К, то есть при допустимом превышении температуры внутри шкафа на 10 К относительно температуры снаружи отводимая тепловая мощность составит порядка 200–240 Вт, что совсем немного, поэтому в большинстве случаев необходимо использовать активное принудительное охлаждение.

Вентиляторы с регулируемой скоростью вращения, воздушными фильтра-

ми и управляющими термостатами (или интеллектуальными контроллерами для плавного ШИМ-управления скоростью вращения) представляют собой экономичное и эффективное средство управления микроклиматом в шкафах. Режим активного охлаждения посредством вентилятора представляет собой разомкнутый контур, который обеспечивает приток воздуха внутрь шкафа для охлаждения электронного оборудования. Перед поступлением в шкаф воздух проходит через фильтрующий элемент из нетканого материала для очистки от воды и пыли, имеющий степень защиты до IP54. В зимний период при низких температурах окружающего воздуха для поддержания температуры внутри шкафа в допустимых пределах и предотвращения выпадения росы требуется устанавливать отдельный обогреватель. Непосредственное воздушное охлаждение чрезвычайно надёжно и имеет длительный срок службы при низком энергопотреблении. Обязательное условие использования вентилятора с воздушным фильтром (как и при естественной конвекции) — температура окружающей среды должна быть ниже максимально возможной температуры внутри шкафа. Как правило, на практике разница температур должна быть не менее 5 К.

Стандартный комплект для охлаждения модульного шкафа методом принудительной вентиляции состоит из двух нагнетательных вентиляторов с фильтрами и управляющего термостата. Вентиляторы устанавливаются в нижней части дверей или боковых стенок, забирают снаружи холодный воздух, который охлаждает работающее оборудование, и затем удаляется через щели в верхней части шкафа или через специальные выхлопные отверстия с фильтрами (при необходимости обеспечения защиты IP). Тепловое моделирование процесса работы такой системы вентиляции показывает, что коэффициент теплопередачи составляет 160 Вт/К при общей производительности по воздушному потоку $540 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис. 5).

Однако в тёплых климатических зонах и в условиях действия прямого солнца часто встречается ситуация, когда воздух снаружи шкафа горячее, чем необходимая температура внутри него, что в принципе исключает применение вентиляции наружным воздухом. В этом случае необходимо делать шкаф герметичным, а для охлаждения его внутреннего пространства использовать холо-

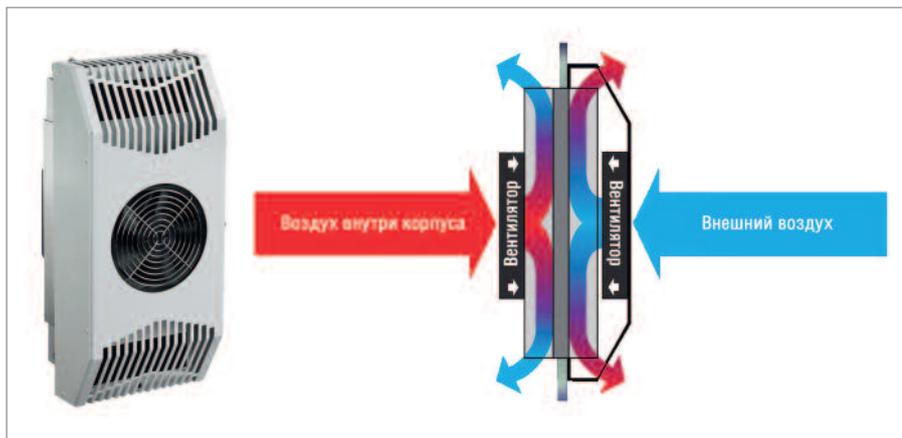


Рис. 6. Термоэлектрический охладитель для шкафов на основе эффекта Пельтье и принцип его действия

дильные агрегаты. При небольшом тепловыделении (до 150–200 Вт) можно использовать термоэлектрические охладители на основе эффекта Пельтье (рис. 6), к достоинствам которых относится практическая необслуживаемость, а также возможность использования этого же устройства в качестве обогревателя в зимний период (так как направление теплопереноса у элемента Пельтье меняется при изменении полярности питающего напряжения).

Если же тепловыделение в шкафу велико, то применяют компрессорные холодильные агрегаты (рис. 7), которые обеспечивают самую высокую охлаждающую способность (до 10–15 кВт) и эффективное охлаждение внутренней части шкафа независимо от температуры окружающей среды. Вентилятор, обеспечивающий внутренний контур охлаждения, гарантирует непрерывную циркуляцию воздуха в шкафу, причём у некоторых кондиционеров в этот контур включён ещё и нагревательный элемент для обогрева шкафа в зимний период. Температура контролируется термостатом, который активирует компрессор и вентилятор внешнего контура по достижении заданной величины температуры внутри шкафа. Процесс охлаждения прекращается тогда, когда температура снижается на величину гистерезиса термостата.

Кондиционер врезается в дверь или боковую стенку шкафа и может эффективно работать только в закрытом шкафу с электронным оборудованием, в котором исключён приток влажного наружного воздуха. В противном случае часть его мощности будет использоваться для удаления избытка влаги из воздуха, а не для охлаждения. Выбор кондиционера должен основываться на максимальной рассеиваемой мощности

внутри шкафа (с учётом внешнего притока тепла от солнца и горячего наружного воздуха) и требуемом рабочем режиме. При использовании кондиционера воздухопровод в шкафу должен быть сконструирован таким образом, чтобы не возникало короткого замыкания по воздуху, когда только что охлаждённый воздух почти сразу всасывается обратно в кондиционер, не успев охладить оборудование в шкафу.

ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Использование вне помещений подвергает электронные системы воздействию экстремальных условий окружающей среды, таких как колебания температур в диапазоне $-30...+80^{\circ}\text{C}$, высокая влажность, дождь, снег, град, лёд, прямое солнечное излучение, природные и техногенные загрязнения, а также электромагнитные помехи. Проходящие мимо поезда вызывают резкие перепады атмосферного давления, а также вибрацию и удары, воздействие которых не следует недооценивать. В зависимости от скорости проходящего поезда вследствие колебаний воздуха формируется аэродинамический удар (скачок давления), который воздействует на все близко расположенные предметы. Для того чтобы уличные шкафы выдерживали эти механические воздействия, при проектировании необходимо принимать меры по усилению их конструкции. В частности, защита от ударов и вибрации должна быть обеспечена на расстоянии от 1 до 3 м от железнодорожных путей, для чего уличным шкафам необходима сертификация в соответствии со стандартом EN 50125-3.

Благодаря жёсткому алюминиевому каркасу и конструкции с двойными сте-



Рис. 7. Шкаф с кондиционером для установки на улице

нами модульный шкаф nVent SCHROFF для уличных применений обеспечивает структурную устойчивость при статической нагрузке в 400 кг. Прочность конструкции достигается за счёт установки усиленных закладных элементов в углах каркаса шкафа и прочных рым-болтов для его безопасной транспортировки (рис. 8).

Данные шкафы должны соответствовать международным стандартам по степени защиты от ударов, вибро- и сейсмостойкости (в случае если железная дорога расположена в сейсмоопасной зоне). Для подтверждения соответствия стандартам проводятся механические испытания, цель которых — убедиться, что шкафы выдержат все этапы своего жизненного цикла: производство, хранение, сборку и установку обо-



Рис. 8. Закладные элементы в углах каркаса усиливают прочность и надёжность шкафа. Рым-болты для подъёма шкафа выдерживают нагрузку до 630 кг



Рис. 9. Общий вид комплекса зданий испытательного центра CSTB в г. Нанте

рудования и его эксплуатацию. Испытания на статическую нагрузку включают испытания на подъём, а также на жёсткость для различных классов требований. Для испытаний на вибростойкость и ударопрочность собранный шкаф с оборудованием крепится к вибростенду и подвергается стандартному механическому воздействию, соответствующему одному из трёх классов требований (DL4, DL5 или DL6) в соответствии с предполагаемым применением. После испытания шкаф не должен иметь каких-либо деформаций, влияющих на его форму, крепёжные элементы или функциональные характеристики.

Испытания на сейсмостойкость шкафов проводятся столь же тщательно на специальном вибростенде, имитирующем воздействие типовой сейсмической волны. Шкаф должен иметь сейсмостойкость до уровня зоны 4 по стандарту Bellcore, что соответствует магнитуде свыше 6 баллов по шкале Рихтера. Во время испытания измеряется перемещение верхней части шкафа. Наибольшее смещение относительно точки фиксации не должно превышать 50 мм. Кроме того, не допускается деформация или повреждение несущих элементов; двери и заглушки не должны открываться и отрываться самопроизвольно. В финале испытаний все замки

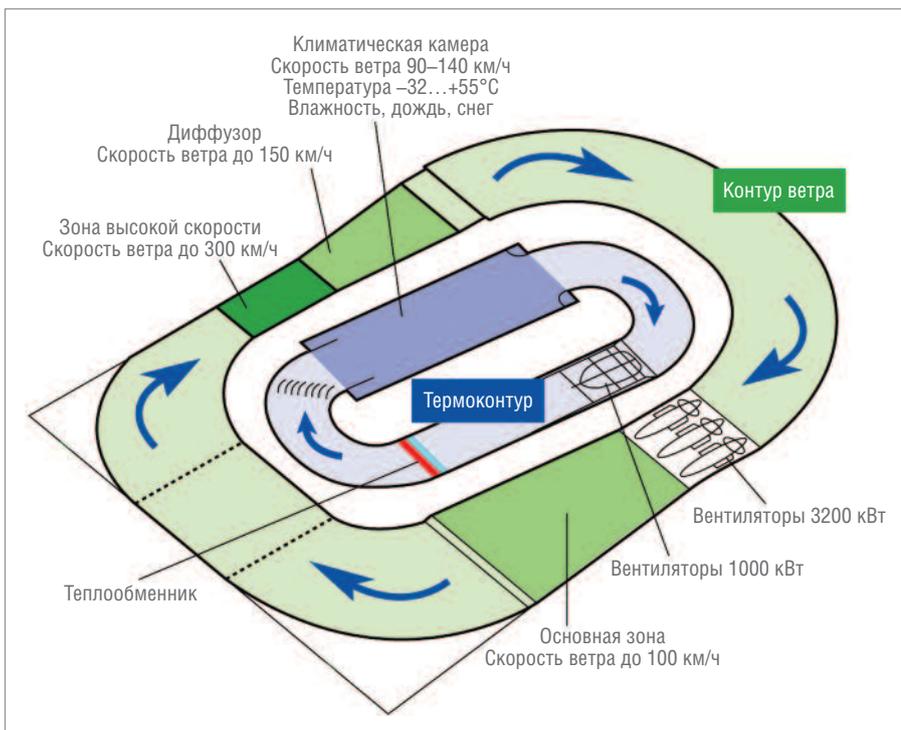


Рис. 10. Принцип устройства климатического и ветрового туннеля имени Жюль Верна

и затворы должны сохранять функциональность. Модульный шкаф nVent SCHROFF для уличных применений был протестирован на вибростенде и успешно прошёл все испытания.

Сопротивление ветру со значениями от 180 до 250 км/ч, что соответствует урагану 4-й категории, также должно быть учтено в конструкции шкафа. Испытание на воздействие ветра и аэродинамического удара проводится в скоростной зоне климатической аэродинамической трубы имени Жюль Верна, являющейся сердцем одного из крупнейших в Евросоюзе испытательного центра CSTB (Научно-технический центр по строительству), расположенного в городе Нанте, Франция (рис. 9).

Данный центр предназначен для натуральных климатических и метеорологических испытаний строительных конструкций и их элементов, защитных сооружений, макетов зданий и городской застройки, ветроэнергетических установок, автомобилей и другой техники. Климатическая аэродинамическая труба имени Жюль Верна состоит из малой внутренней трубы, предназначенной для комбинированных испытаний на воздействие ветра со скоростью до 140 км/ч, температуры $-32...+55^{\circ}\text{C}$, прямого солнечного излучения, влажности, дождя, снега, обледенения, и большой наружной аэродинамической трубы для испытания на воздействие ветра со скоростью до 300 км/ч (рис. 10).

Общая мощность двигателей, приводящих в движение вентиляторные установки в комплексе из двух аэродинамических труб, превышает 4 МВт.

Шкаф подвергается воздействию в общей сложности четырёх уровней скорости шквального ветра (рис. 11), сме-



Рис. 11. Модульный шкаф в ветровом туннеле



Рис. 12. Испытания шкафа на герметичность (степень защиты IP55)



Рис. 13. Внутренняя часть модульного уличного шкафа nVent SCHROFF: алюминиевый каркас, двойные стенки, воздушный фильтр и клипсовые уплотнения на дверях, формовочные прокладки между рамой и внутренней стенкой для обеспечения степени защиты IP55

няющих друг друга в произвольные моменты времени, при этом происходит скачкообразное возрастание скорости, имитирующее естественные порывы ветра, причём в процессе испытаний шкаф устанавливался относительно ветра в пяти разных положениях.

Модульный шкаф прошёл испытания без повреждений и стойких деформаций на всех четырёх уровнях силы ветра и со всех направлений, при этом

максимальная скорость ветра доходила до 250 км/ч.

Шкаф покрывается снаружи специальным порошковым покрытием, стойким к воздействию прямого излучения солнца, атмосферных осадков и сохраняющим свои свойства в широком диапазоне температур. Дополнительно шкаф может быть также покрыт нанопокрывтием «антиграфити» для облегчения отмывания красок и других загрязнений.

Для обеспечения герметичности и предотвращения проникновения в шкаф воды и пыли шкаф для установки на улице оснащён универсальными деформируемыми FIP-прокладками (Form-In-Place), обеспечивающими степень защиты IP55 (рис. 12). Данные светотверждаемые прокладки оптимально адаптируются как к гладким, так и к профилированным поверхностям и обеспечивают требуемую защиту. На дверцах шкафов этот герметизирующий эффект реализуется с помощью съёмных зажимных уплотнений. При замене наружных крышек установленные компоненты по-прежнему защищены прокладками на внутренней стенке (рис. 13).

Комплект заземления с центральной точкой для подключения внешнего заземляющего проводника обеспечивает надёжное защитное заземление конструкции, которое при необходимости может быть дополнено грозозащитными устройствами.

Электромагнитное экранирование является важным условием для обеспечения устойчивой работы чувствительного электронного оборудования в условиях помех, а также защиты окружающей среды от паразитных электромагнитных излучений. С одной стороны, окружающая среда должна быть защищена от испускаемого излучения, с другой — электронное оборудование должно быть защищено от внешних электромагнитных помех, уровень которых на железнодорожном транспорте очень высок. Основными источниками помех могут быть тяговые токи в контактном проводе, искрение токосъёмников электровозов, сигнальные токи рельсовых цепей, различные устройства на подвижном составе. Электромагнитное экранирование в достаточной степени обеспечивается внутренними алюминиевыми панелями, имеющими хороший контакт с каркасом шкафа. В случае наличия дополнительных требований к степени экранирова-

ния шкафа она может быть существенно увеличена путём небольшой модификации его конструкции.

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

При установке шкафов на улице в общедоступных местах всегда существует риск вандализма и попытки несанкционированного доступа. Поэтому высокая прочность и устойчивость к взлому являются стандартными характеристиками шкафов уличного исполнения. Модульный шкаф nVent SCHROFF гарантирует желаемую структурную устойчивость благодаря прочному алюминиевому каркасу, двустенной конструкции и ряду специальных конструктивных решений. Наружные облицовочные детали изготовлены из стали с цинково-магниевого покрытием толщиной 1,5 мм и имеют дополнительное атмосферостойкое порошковое покрытие. Внутренние стенки сделаны из алюминиевого листа толщиной 1 мм.

Для увеличения устойчивости к взлому шкафа приняты следующие дополнительные меры:

- сборка и разборка шкафа возможна только изнутри, так как доступ ко всем винтам возможен только после открытия двери. Верхняя крышка, боковые панели и крышки цоколя могут быть сняты только при отпирании дверей;
- крепление шкафа к фундаменту соответствует стандарту NEBS, доступ к крепёжным элементам и кабельным вводам также возможен только при отпирании дверей;
- двери устанавливаются на полностью скрытых жёстких алюминиевых петлях по типу рояльных, расположенных по всей высоте двери;
- трёхточечная система запираения обеспечивает плотное закрывание дверей, практически исключая щели между дверями и корпусом;
- дверная ручка в закрытом состоянии полностью утоплена в дверь шкафа и оснащается замком с полуцилиндром DIN различной степени секретности.

Чтобы доказательно подтвердить безопасность и защиту от несанкционированного доступа, модульный уличный шкаф 29 HE размером 1300×1620×615 мм был подвергнут испытанию на взлом по классу сопротивления RC2 и обстрелу. Устойчивые к вандализму элементы класса сопротивления RC2 затрудняют взлом шкафа при помощи простых ручных инструментов взлома. Во время ис-

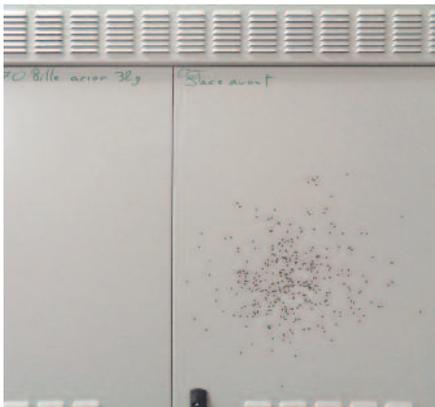


Рис. 14. Передняя сторона модульного уличного шкафа после обстрела: ни одна стальная гранула не пробила наружную стенку

пытания шкаф должен выдерживать попытку взлома длительностью не менее трёх минут. Испытатель может использовать отвёртку, плоскогубцы и клинья в качестве рычажных инструментов. Уличный шкаф прошёл испытание без каких-либо проблем. Затем шкаф был подвергнут обстрелу из полуавтоматического гладкоствольного ружья Beretta 12 калибра боеприпасами размера 12/70, снаряжёнными стальной картечью № 6. Шкаф выдержал требу-

емые четыре выстрела подряд, при этом ни одна из картечин не пробила внешнюю стену (рис. 14).

РАЗМЕРЫ, СБОРКА И УСЛУГИ ПО ИНТЕГРАЦИИ

Для различных областей применения на железнодорожном транспорте требуются шкафы для наружной установки различных размеров. Шкафы nVent SCHROFF спроектированы таким образом, чтобы быть масштабируемыми по высоте, ширине и глубине, и могут быть легко адаптированы к желаемым областям применения. Шкаф может иметь ширину от 700 до 2000 мм, высоту от 1000 до 2100 мм и глубину от 500 до 1200 мм с шагом 50 мм, а также может быть легко модифицирован для конкретного проекта.

Конструкция шкафа обеспечивает доступ монтажников и обслуживающего персонала к внутренней части шкафа со всех сторон. Принадлежности для этого уличного шкафа совместимы с широким спектром 19-дюймовых крепёжных элементов, выпускаемых nVent SCHROFF для всего семейства 19-дюймовых шкафов и стоек.

Кроме собственно изготовления шкафов nVent SCHROFF предлагает услуги по интеграции дополнительного оборудования непосредственно на заводе. Это могут быть как системы поддержания микроклимата — вентиляторы и кондиционеры, так и любые другие компоненты, которые могут быть либо поставлены заказчиками, либо приобретены и собраны изготовителем шкафов в соответствии с представленными спецификациями. Компания nVent SCHROFF также помогает своим клиентам проводить испытания и моделирование в собственных лабораториях, чтобы обеспечить выполнение требуемых условий применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модульный шкаф от nVent SCHROFF для установки на улице, имеющий двухстенную конструкцию и соответствующим образом сконфигурированную систему поддержания микроклимата на основе фильтрующих вентиляторов, холодильных агрегатов и обогревателей, обеспечивает надёжную и длительную работу электронного оборудования в непосредственной близости от железнодорожных путей в широком диапазоне температур, при воздействии ветра, атмосферных осадков, ударов и вибраций от проходящих поездов. Шкаф испытан и сертифицирован для применения на железной дороге. Хорошая защита от вандализма и несанкционированного доступа в сочетании с широким размерным рядом и возможностью адаптации к конкретным приложениям заказчика делает модульный шкаф для наружной установки от nVent SCHROFF отличным решением для использования на открытом воздухе в сфере железнодорожного транспорта, применение которого продлевает срок службы электронного оборудования, снижает эксплуатационные расходы и совокупную стоимость владения системой. ●

При подготовке статьи были использованы информационные и рекламные материалы компании nVent SCHROFF

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарсия В. Модернизация подвижного состава железных дорог в партнёрстве с SCHROFF // Современные технологии автоматизации. — 2021. — № 1.

**Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Сделано в Германии

Надёжные контрольно-измерительные системы с длительным сроком доступности

ADDI-DATA®

- Помехоустойчивые платы аналогового и цифрового ввода/вывода PCI, PCI Express, CompactPCI, ISA
- Модули управления движением
- Коммуникационные платы для локальных сетей с интерфейсами RS-232, RS-422, RS-485
- Интеллектуальные измерительные Ethernet-системы со степенью защиты IP65

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU

Реклама

КОРПУСА, СИСТЕМЫ И ШКАФЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

ОТКРЫТЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

- Шкафы Varistar LHX с водяным охлаждением
- Системы MicroTCA
- Системы CompactPCI/Serial
- Корпуса Interscale для одноплатных систем

