Выбор материала для изготовления корпусов окрасочных кабин

Рассмотрим некоторые варианты изготовления корпусов окрасочных и сушильных кабин в соответствии с требованиями предъявляемыми потребителями и техническим регламентом на данное оборудование.

Основное назначение окрасочной кабины - изоляция зоны окраски изделия от внешних факторов, а именно:

- конструктивная прочность - возможность нести нагрузки от установленного оборудования и выдерживать перепады давления, возникающие при работе вентиляционной системы
- теплоизоляция - для снижения затрат на поддержание требуемой температуры
- пыленепроницаемость - для недопущения вредных выбросов из зоны окраски во внешнюю среду (помещение цеха или атмосферу) через ограждения камеры и защиты от попадания пыли из внешней среды внутрь окрасочной кабины

КОНСТРУКТИВНАЯ ПРОЧНОСТЬ

Конструктивная прочность окрасочной кабины обеспечивается применением металлического каркаса или использованием сэндвич-панелей в качестве несущих элементов. Ниже приведены наиболее практичные варианты конструкций окрасочных кабин (без учета их типа и габаритных размеров).

Окрасочная кабина с металлическим каркасом

Сооружение пространственного металлического каркаса достаточно сложная и трудоемкая процедура, которая подразумевает применение сварки и высокую квалификацию исполнителя. При высоте окрасочной кабины до 4 м наиболее подходящим материалом для каркаса являются стальные профильные трубы прямоугольного сечения (50 х 25 мм). Их основные преимущества - малый вес (соответственно и низкая стоимость), высокая прочность на сжатие и изгиб, простота стыковки и широкое распространение. Конструкция из стальных уголков гораздо более тяжелая и трудоемкая, изобилует лишними стыками и связями, а также неудобствами при размещении утеплителя.

При необходимости реализации режима сушки с температурами выше 80 °С, когда для уменьшения теплопотерь рекомендуется использовать утеплитель толщиной не менее 100 мм, технически и экономически выгодно использование стального гнутого профиля размером 100х50 мм, так как профильная труба такого же размера обойдется заметно дороже (профильные трубы 100 х 50 мм рекомендуется применять при высоте окрасочной кабины свыше 4 м - для обеспечения достаточной жесткости конструкции).

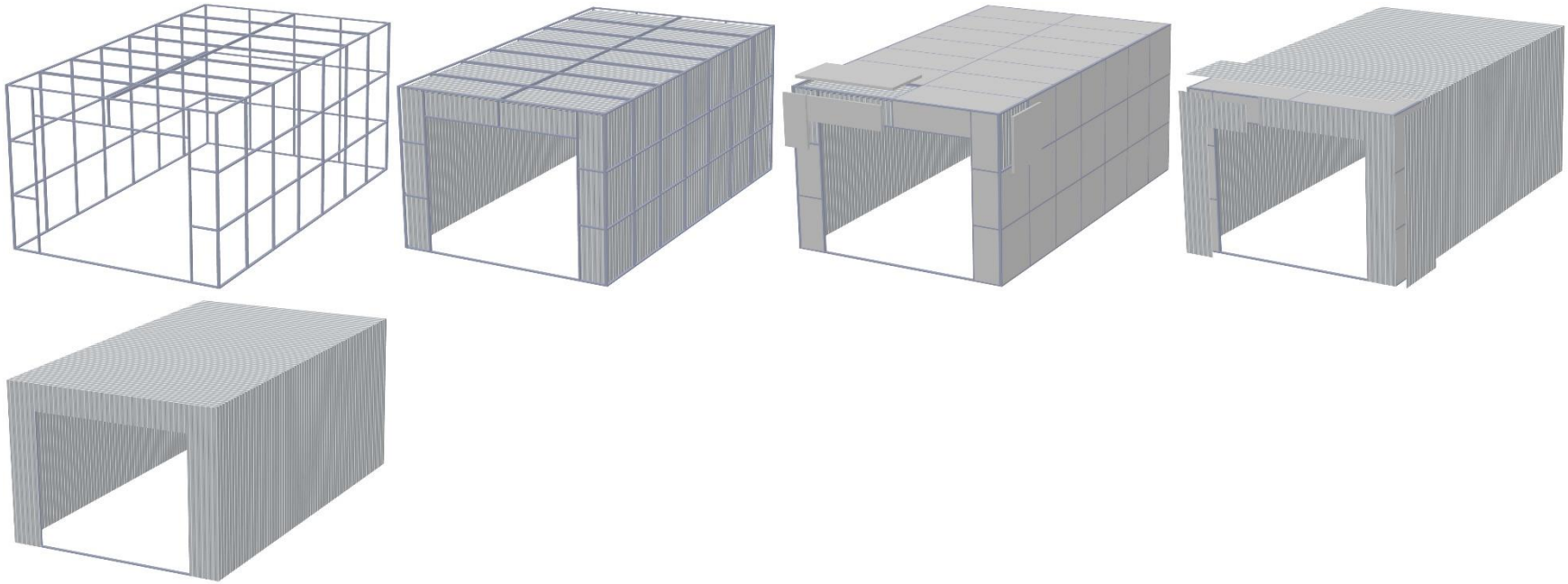
Рассмотрим простой и часто встречающийся вариант конструкции окрасочной кабины для окраски автомобилей. В данном случае были применены следующие материалы:

металлокаркас - профильная труба 50 х 25 мм с толщиной стенки 2 мм

утеплитель - пенополистирол марки С25 толщиной 50 мм

профлист С8 с полимерным покрытием белого цвета (RAL9003)

На нижеприведенных рисунках, в качестве примера, показана последовательность работ по изготовлению окрасочной кабины с металлическим каркасом.



Окрасочная кабина из сэндвич-панелей



Как уже отмечалось выше, сэндвич-панели являются наиболее подходящим материалом для изготовления окрасочных кабин любых размеров и конфигураций, что во многом обусловлено универсальностью их применения и высокими техническими характеристиками.

Конструктивно они представляют из себя легкие бескаркасные трехслойные панели, состоящие из двух внешних стальных профилированных листов и слоя утеплителя. Снаружи листы покрыты защитной пленкой, которая предохраняет окрашенную поверхность панелей от повреждений при перевозке и монтажных работах.

Сэндвич-панели обладают множеством достоинств:

- высокие теплоизоляционные и звукозащитные качества;
- хорошая несущая способность;
- огнестойкость и устойчивость к влагопоглощению;
- удобство и простота монтажа;

- небольшой вес;
- хороший эстетический вид;
- долговечность.

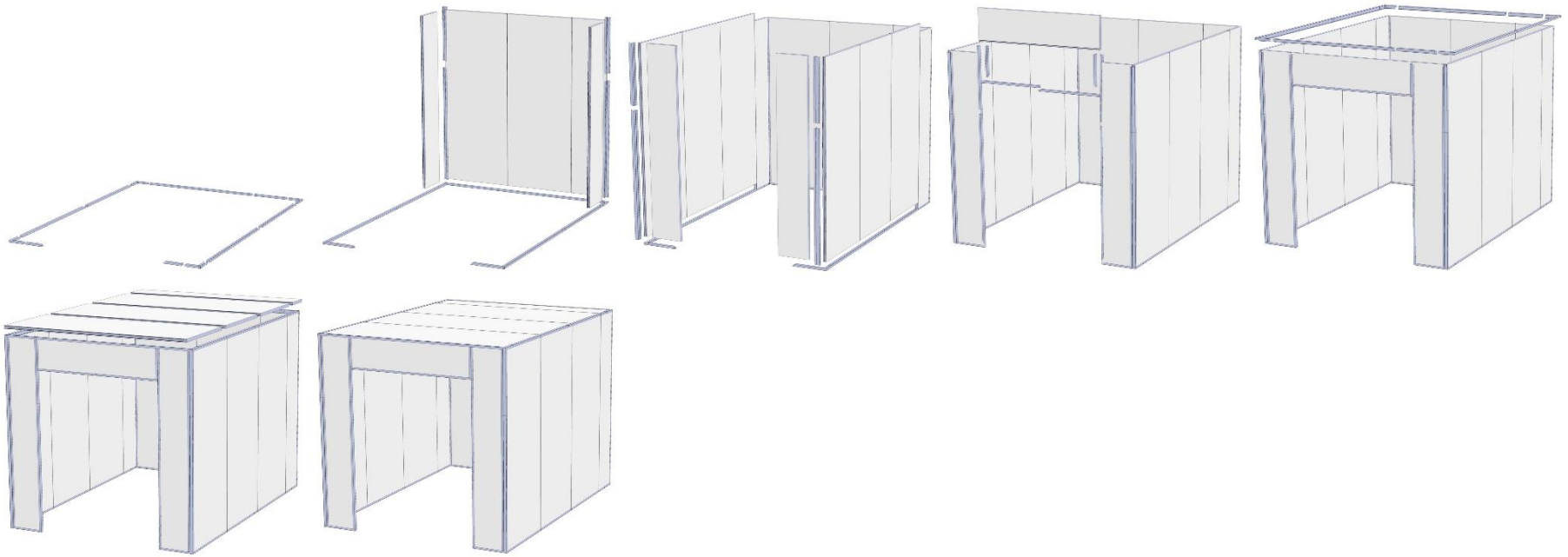
В зависимости от вида теплоизолирующего материала сэндвич-панели могут быть с утеплителем из:

минеральной ваты плотностью 105-120 кг/м³

пенополистирола плотностью 25 кг/м³

пенополиуретана плотностью 42 кг/м³

На нижеприведенных рисунках, в качестве примера, показана последовательность работ по изготовлению окрасочной кабины из сэндвич-панелей.



ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

Основными материалами, используемыми для теплоизоляции окрасочной кабины, являются пенополистирол, пенополиуретан и минераловатные материалы. Применение этих материалов обусловлено их малой теплопроводностью, низкой гигроскопичностью и широким распространением.

Сравнительный анализ теплоизолирующих материалов

Материал	Пористость	Срок службы, лет	Рабочая температура, °С	Теплопроводность, Вт/м*К	Плотность, кг/м³	Толщина, мм
Пенополиуретан	закрытая	50	от -80 до +90	0,019-0,022	40-45	61 - 67
Пенополистирол	закрытая	30	от -20 до +80	0,03-0,035	50-100	96 - 112
Минеральная вата	открытая	5	от -40 до +400	0,052-0,058	55-150	166 - 186
Пенобетон	открытая	10	от -30 до +120	0,145-0,160	400	480
Кирпич	открытая	-	от -50 до +120	0,37	1200-1300	1184



Пенополистирол (пенопласт) – изоляционный материал белого цвета. Он на 98% состоит из воздуха, заключённого в миллиарды микроскопических тонкостенных капсул из вспененного полистирола. Как теплоизоляционный материал , пенополистирол отличается следующими свойствами и характеристиками:

- Изделия из пенополистирола экологически чисты, биологически безопасны и используются даже для упаковки продуктов питания;
- Пенополистирол устойчив к воздействию влаги, не подвержен старению, воздействию микроорганизмов;
- Легкость обработки при помощи любых подсобных инструментов, в том числе пилы, ножа и т. д.;
- Низкий объёмный вес, простота механического крепления, склеивания различными материалами;

Недостатком полистирола является более низкая пожаробезопасность по сравнению с пенополиуретаном и минераловатными плитами. Сам пенополистирол не является причиной возгораний, он обладает свойством самозатухания. Использование пенополистирола с целью утепления вполне безопасно, нужно лишь соблюдать некоторые правила. Прежде всего, необходимо использовать негорючую отделку внутренних и наружных поверхностей, использовать надёжную электропроводку. Пожаробезопасность материала характеризуется в основном следующими параметрами:

- Температура воспламенения в результате вспышки огня - температура образования паров, которые в смеси с воздухом могут воспламениться от внешнего источника пламени.
- Температура самовозгорания - температура, при которой тление или возгорание материала происходит без внешнего источника пламени.

Для снижения вероятности случайного возгорания, все теплоизоляционные пенополистирольные плиты с маркировкой ПСБ-С, имеют огнеупорные добавки (антипирен), вносимые при их производстве. Температура возгорания пенополистирола в результате вспышки огня составляет 346 °С, а температура самовозгорания - 491 °С.

Пенополиуретан



Первоначально сэндвич-панели с наполнителем из пенополиуретана использовались в основном для теплоизоляции морозильных, холодильных камер, но впоследствии, при разработке технологий его напыления на любые поверхности, он получил широкое применение и в строительстве. При напылении ППУ образует бесшовное покрытие, толщину которого можно сделать любую, он будет как монолит, его можно нанести на все мыслимые и немыслимые геометрические фигуры, при этом получим ровный слой, способный защитить наши конструкции не только от потерь тепла (пенополиуретан имеет самую низкую теплопроводность изо всех теплоизоляционных материалов), но и от проникновения влаги. Ввиду того, что данный материал имеет до 98% закрытых ячеек, он является очень хорошим гидроизолятором, то есть, напылив его на внутренне ограждение окрасочной кабины, вы получите не только теплоизоляцию, но и гидроизоляцию.

Пенополиуретан является еще и хорошим шумоизолятором. К недостаткам можно отнести низкую стойкость к ультрафиолетовому излучению - под воздействием солнечных лучей он просто разрушается.

Пенополиуретан является материалом, не поддерживающим горение (группа горения Г3), горит только в открытом огне. Если погасить очаг горения, то и пенополиуретан немедленно затухнет.

Минеральная вата



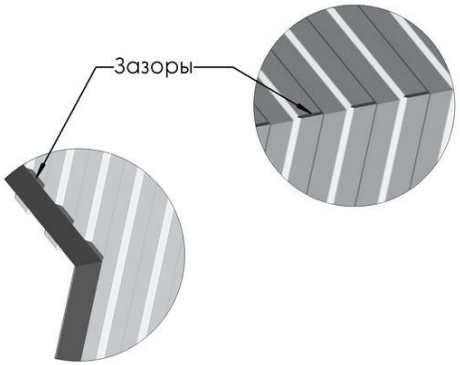
Этот утеплитель состоит из 100% каменной ваты (базальтовый материал без добавления шлака и других вредных примесей). Минераловатные плиты - утеплитель высокого класса, за счет применения высокотехнологичного трехмерного ориентирования волокон, использования высокого класса связующих веществ и экологически-чистых добавок, имеет высокие физико-механические параметры, обладает повышенной химической стойкостью. Кроме того, утеплитель является негорючим материалом со степенью горючести НГ, поэтому рекомендован к использованию при повышенных требованиях к пожарной безопасности.

Минеральные плиты марки П-125 рекомендованы производителями для использования в качестве утеплителя в легких ограждающих конструкциях каркасного типа в качестве ненагруженной тепло-, звукоизоляции горизонтальных, вертикальных и наклонных строительных ограждающих конструкций всех типов зданий и сооружений, в том числе для устройства полов, потолков, внутренних перегородок.

Материал легко режется и принимает форму изолируемой поверхности.

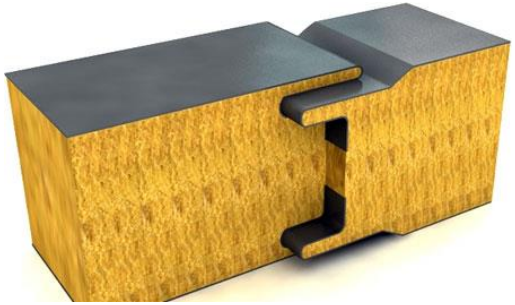
ПЫЛЕНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ

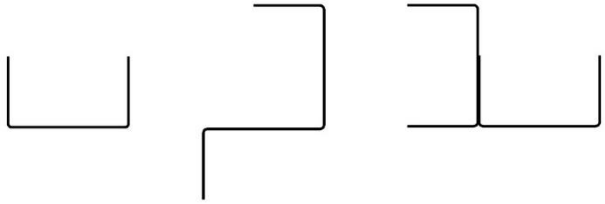
Пыленепроницаемость окрасочной кабины достигается герметизацией стыков и соединений, установкой уплотнителей дверных полотен и створок ворот, а также применением специальных конструктивных элементов (например, сэндвич-панелей и соединительных профилей).



Наиболее трудоемкими являются работы по герметизации окрасочной кабины, состоящей из металлокаркаса с обшивкой из профильного листа. Надежно загерметизировать стыки профильных листов, особенно в угловых соединениях, очень сложно. Применение дополнительных профилей и накладок также малоэффективно, вследствие достаточно большой высоты профиля листа (листы с профилированием менее 8 мм не производятся).

В данном случае проще произвести герметизацию, заполняя герметиком или монтажной пеной стыки между утеплителем и каркасом (в случае применения в качестве утеплителя плит из пенополистирола) или используя пенополиуретан, технология нанесения которого обеспечит практически идеальную герметизацию окрасочной кабины. При использовании в качестве утеплителя минераловатных плит надежная герметизация окрасочной кабины, обшитой профилированным листом, практически неосуществима.





Достаточно просто решаются вопросы герметизации ограждений окрасочной кабины при использовании в ее конструкции сэндвич-панелей и специальных соединительных профилей. Устройство замков сэндвич-панелей обеспечивает надёжное зацепление и практически герметичное соединение боковых сторон панелей за счёт специального лабиринтного профиля математически просчитанной формы. Такое соединение обеспечивает прочность всей конструкции в сборе и предохраняет утеплитель от проникновения влаги и водяных паров. Для обеспечения хорошего уплотнения между сэндвич-панелями и соединительными профилями (угловые и потолочные соединения) рекомендуется применять панели с гладкой обшивкой (без профилирования). При качественном проведении монтажных работ дополнительная герметизация стыков и соединений, как правило, не требуется.

Примеры герметизации проемов, створок ворот и дверей, смотровых окон и других навесных элементов приведены в последующих материалах данного раздела.

Сравнительный анализ стоимости изготовления окрасочной кабины

Для расчета возьмем наиболее часто встречающиеся типы окрасочных кабин предназначенных для окраски легковых автомобилей со следующими внутренними размерами: длина - 7000 мм, ширина - 4000 мм, высота - 3000 мм.

1. Произведем приблизительный расчет затрат на изготовление корпуса окрасочной кабины с металлическим каркасом с обшивкой из профильных листов и утеплителем из пенополистирола. Выберем основные материалы:

- металлический каркас - профильные трубы 50х25х1,5 мм
- утеплитель - пенополистирол марки С25 толщиной 50 мм
- профилированный лист С8 с полимерным покрытием RAL9003

Руководствуясь вышеприведенными эскизами окрасочной кабины с металлическим каркасом определим количество расходных материалов:

- профильные трубы - 182 п.м.
- пенополистирол - 85 м²
- профлист - 194 м²

Взяв за основу средние цены на данные материалы по состоянию на 01.11.14 мы получим общую стоимость основных закупаемых материалов:

182*60 + 85*92 + 194*180= 53 360 руб.

Помимо основных затрат при изготовлении корпуса необходимо учитывать и дополнительные расходы, точная стоимость которых определить затруднительно, так как эти расходы очень сильно зависят от местных условий:

- заработная плата сварщика (изготовление металлического каркаса)
- расходные материалы (режущие инструменты, электроды, герметики, крепежные элементы)
- заработная плата слесаря (монтаж панелей обшивки и утеплителя, герметизация)

2. Произведем приблизительный расчет затрат на изготовление корпуса окрасочной кабины из сэндвич-панелей с утеплителем из пенополистирола. Выберем основные материалы:

- сэндвич-панель толщиной 50 мм с наполнителем из пенополистирола, защитной пленкой с 2-х сторон, цвет RAL9003
- соединительные профили **МодернТех** с полимерным покрытием

Руководствуясь вышеприведенными эскизами окрасочной кабины из сэндвич-панелей, определим количество расходных материалов:

- сэндвич-панель - 88 м²
- соединительные профили - 64 п.м.

Взяв за основу средние цены на данные материалы по состоянию на 01.11.14 мы получим общую стоимость основных закупаемых материалов:

88*1080 + 64*199 = 107 776 руб.

Помимо основных затрат при изготовлении корпуса необходимо учитывать и дополнительные расходы, зависящие от местных условий:

- расходные материалы (режущие инструменты, герметики, крепежные элементы)
- заработная плата слесаря (монтаж сэндвич-панелей)

Опираясь на полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- стоимость основных материалов для камер с металлическим каркасом в 2 раза ниже стоимости материалов для камер с корпусами из сэндвич-панелей
- дополнительные затраты на монтаж корпуса из сэндвич-панелей небольшие, легко поддающиеся прогнозированию, так как для выполнения работ не требуется высококвалифицированных специалистов
- дополнительные расходы на изготовление металлического каркаса могут быть сопоставимы со стоимостью основных материалов, так как сварочные работы являются высокооплачиваемыми работами и изготовление пространственного каркаса, точным соблюдением геометрических размеров, требует высокой квалификации исполнителя
- время и заработная плата слесарей-сборщиков затрачиваемых на монтаж сэндвич-панелей значительно меньше времени, необходимого на обшивку металлического каркаса, утепление и герметизацию
- количество и стоимость расходных материалов при изготовлении корпуса камеры из сэндвич-панелей на несколько порядков ниже, чем у камер с металлическим каркасом

Материалы настоящего раздела дают только общую информацию, которая поможет пользователю определиться с выбором конструкции окрасочной кабины. Решение о выборе того или иного типа конструкции принимается в зависимости от финансовых возможностей, наличия квалифицированных исполнителей, требованиях к внешнему виду камеры и многих других факторов.