

# МЕДЬ В АРХИТЕКТУРЕ

© 2004 Outokumpu Copper

Первое издание, 2002 г.

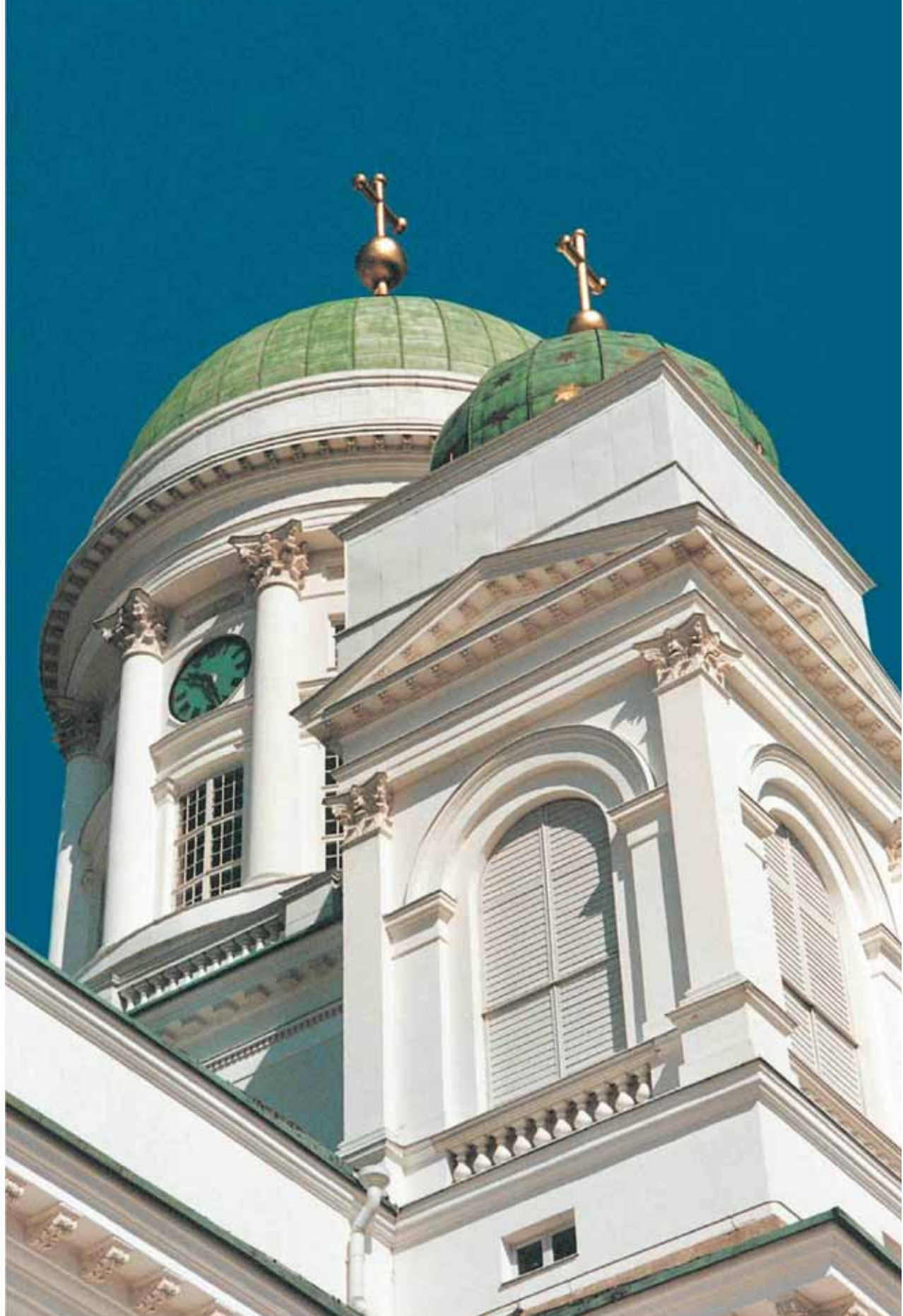
Мы выражаем особую благодарность Шведской Ассоциации кровельных работ (Platslageriernas Riksforbund, PLR) за разрешение использовать фотографии и текстовые материалы, взятые из шведской книги Byggnadsplat.

Отпечатано в Швеции, 2004 г., типография Stralins, Гриксбо (Grycksbo)

Цена 30 евро

Фотография на передней обложке: Административное здание, Стокгольм, Швеция

Кафедральный собор в  
Хельсинки  
Финляндия



Книга «МЕДЬ В АРХИТЕКТУРЕ» – это и справочник, и, своего рода, источник вдохновения. Книга предназначена для широкого круга читателей и позволяет познакомиться с самыми разнообразными аспектами применения меди в строительстве и архитектуре. Вы найдете в ней надежную и разнообразную информацию: некоторые идеи и сведения общего характера, толкование узко специальных понятий.

Медь – это материал широкого и разнообразного применения. Однако, в этой книге мы решили ограничиться представлением меди применительно лишь к строительству и архитектуре. Поэтому именно эти аспекты использования материала будут освещены максимально полно и глубоко. Поскольку мы сосредоточимся на применении листовых меди в архитектуре, совершенно естественно, что большую часть книги составят главы, посвященные монтажу, чертежам, техническим описаниям и т.п.

Цель написания этой «книги о меди» в том, чтобы позволить людям, занятым в сфере производства материала, и тем, кто применяет его в работе, пользоваться единой системой координат, дать некую общую точку отсчета в понимании предмета и процессов, и таким образом облегчить диалог между производителем и потребителем, продавцом и покупателем. В этой книге вы найдете сведения о меди и примеры её практического применения, интересные для всех, кто использует этот замечательный материал в строительстве и архитектуре.

Мы надеемся, что строители, архитекторы,

дизайнеры, руководители проектов и любые потребители меди тепло примут эту книгу, и будут широко использовать её в своей работе. Если книга «МЕДЬ В АРХИТЕКТУРЕ» появилась на Вашей книжной полке, она станет надежным советчиком и поможет в поисках необходимой информации.

Важно не то, кто и как будет пользоваться книгой, а то, что она может стать для читателя и источником знаний, и источником вдохновения. Она должна вызвать у читателя доверие и открыть новые перспективы в применении меди в архитектуре.

Книга «МЕДЬ В АРХИТЕКТУРЕ» переведена на несколько языков и вышла во многих странах. Возможно приведенные в ней технические характеристики и стандарты, расходятся со стандартами, принятыми в вашей стране. Если у вас возникнут сомнения, или, потребуется уточняющая информация, мы порекомендовали бы вам обратиться в строительные комитеты, органы Госстандарта, в Торговую палату или другую подобную организацию.

Для каждого нового издания мы пересматриваем и дополняем книгу, так что мы приветствуем любые идеи и предложения, которые помогут сделать её лучше.

Перед Вами первое издание книги «МЕДЬ В АРХИТЕКТУРЕ». Знакомьтесь! Откройте для себя мир меди!

Леннарт Энгстрём,  
редактор





*Банк, Копенгаген, Дания  
Фасады, облицованные медью по методу  
Nordic Brown TM*

# СОДЕРЖАНИЕ

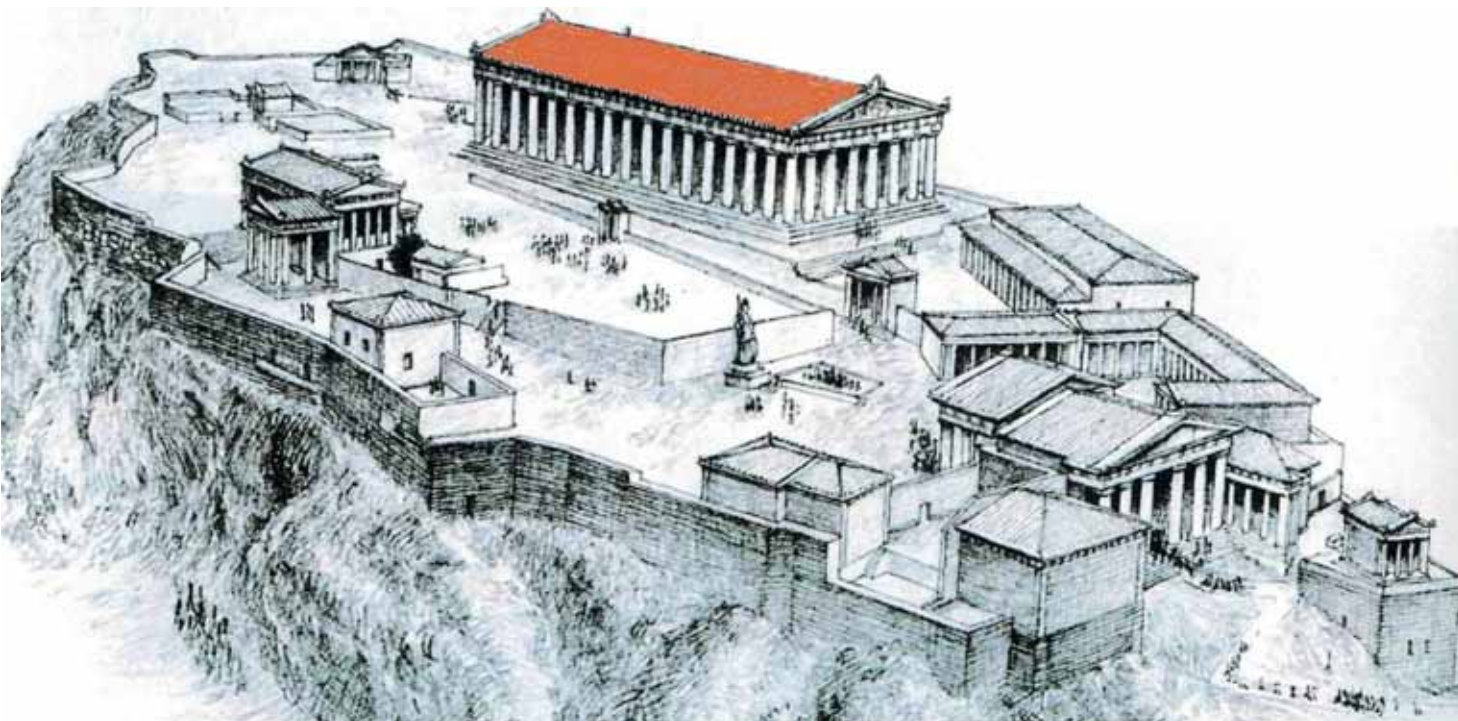
<b>Общие сведения</b>	Начальные сведения о меди	Краткий исторический обзор источников и вариантов применения меди	13-16
	Медь (Cu)	Металл, элемент периодической таблицы	17
<b>Обработка</b>	Месторождения	Месторождения	18
	Добыча и обработка руды	Добыча и обработка руды	18
	Спрос и предложение	Объем производства и потребления меди	19
	Соображения относительно распространения меди в окружающей среде	Как использование меди влияет на окружающую среду	20
	От медной руды к медным листам	Медь как важный микроэлемент	20-21
	Восстановленная медь	Важная роль меди в живых организмах	21
		Катоды для литейных изделий	24
		Выплавка и литье	24
		Производство листов и полос	24
	<b>Свойства</b>	Чистая медь и медные сплавы	Медь в виде Cu-OF, Cu-ETP, Cu-DLP, Cu-DHP
Латунь, никелевая латунь			29
Бериллиевая медь, бронза, оловянистая бронза, алюминиевая бронза			29
Медно-никелевый сплав, легированный марганцем и железом			30
Свойства материала		Технические характеристики	31-32
		Коррозия/долговечность	32-33
		Медь в контакте с другими металлами	33
		Медь в контакте с другими строительными материалами	33
		Естественная патина	34-35
		Взаимодействие меди с окружающей средой	35
<b>Описание изделий Формуемые товары</b>	Плоские медные листы/полосы	Плоская медь	40
		Nordic Brown™	Темные, предварительно окисленные медные листы/полосы
	Nordic Green PLUS™	Покрытый патиной медный лист	42-43
	Nordic Quick™	Предварительно изготовленная система	44
	Nordic Composite™	Композитная панель	45
	Nordic Deco™	Структурно прокатанный медный лист	46
	Латунь		46
	Томпак/архитектурная бронза		47
	Профилированные медные листы/полосы		47
	Кассеты		48
Панели		49	
<b>Стандарты Габариты</b>	Стандарты и габариты	Система управления качеством/Система охраны и рационального использования окружающей среды	52
		Сертификация/допуски, габариты/стандарты	53
<b>Технология</b>	Всепогодное укрытие здания	Внешние воздействия	56
		Дождь, снег	56
		Лед	57
		Град, ветер, молния	58
		Загрязнение	59
		Обратная диффузия	60
		Внутреннее воздействие	61
		Влажность, диффузия	61-62
		Конвекция	63
			64
	Влажность в здании		
	Перемещение	Перемещение и деформационные швы	65-75
Крепления	Крепления и ветровые нагрузки	76-79	

<b>Технология</b>	<b>Конструкция крыши</b>	Наклон крыши	<b>80-81</b>
		План кровельных покрытий	<b>82-83</b>
		Конструктивные решения	<b>84-85</b>
		Средства обеспечения безопасности крыши	<b>86-87</b>
	<b>Принципы кровельного покрытия крыши</b>	Традиционное листовое покрытие, полосовое покрытие, профилированные медные элементы	88
		Плоские кровельные плитки	89
	<b>Подложки</b>	Различные типы подложек	<b>90-91</b>
		Опорные поверхности в месте установки деталей	<b>92-93</b>
	<b>Конструкция фасада</b>	Конструкция	94
		Фальцованные медные листы, кассеты, плоская кровельная плитка	<b>95</b>
		Подложка	<b>96</b>
		Жесткость материала	96-97
		Чистый фасад	97
		Влажность и конденсация	97-98
		Перемещения, проемы	98-99
	<b>Дренаж крыши</b>	Общие сведения	100
		Водосточные желоба	101
		Водосточные желоба коробчатого профиля	102
		Утопленные разжелобки	103
		Наружные водосточные трубы	103
		Водосливы	103
<b>Дополнительные сведения о деталях</b>	Отдельные детали	<b>104-113</b>	
<b>Обработка и профилирование</b>	Обработка и профилирование тонколистового металла	<b>116</b>	
	Машинная обработка в механическом цехе		
	Обрезка, гибка с помощью пресса, сгибание	<b>117</b>	
	Зачистка фальца, герметизация фальца	<b>118</b>	
	Ручная обработка	<b>118-121</b>	
	Фальцевание, сращивание швов	<b>122-123</b>	
<b>Сварка/пайка</b>	Сварка	<b>123-129</b>	
	Пайка твердым припоем и пайка - сварка	<b>129-131</b>	
	Пайка мягким припоем	<b>131-132</b>	
	Заклепочные соединения	133	
<b>Обработка поверхности</b>	Механическая обработка поверхности	134	
	Химическая обработка поверхности	<b>135-136</b>	
	Окраска/темная окраска	<b>137-139</b>	
	Патинирование с получением поверхности зеленого цвета/Nordic Green PLUS™	<b>139-140</b>	
	Защита поверхности	<b>141-143</b>	
<b>Правильное содержание дома</b>	Обслуживание крыш, фасадов и деталей	<b>144-151</b>	
<b>Затраты</b>	<b>Расчет стоимости</b>	Расчет стоимости	<b>152-155</b>
		<b>Outokumpu</b>	Концерн «Оутокумпу коппер»





# НАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕДИ



*Ученые имеют основания полагать, что крыша храма Парфенон (448 – 432 г. до нашей эры) в Акрополе, Греция, была изготовлена из небольших листов меди.*

## Краткий исторический обзор того, как добывали и использовали медь.

Наряду с золотом, серебром и свинцом медь была одним из первых металлов, которые человек умел обрабатывать и которым придавал различные формы своими руками. Самые старые медные памятники материальной культуры, главным образом декоративные предметы, были выкованы из поверхностных месторождений чистой меди точно таким же образом, как и древние золотые предметы.

Знание человеком меди и её использование уходит в далекое прошлое. Предполагается, что началось оно приблизительно 10 000 лет тому назад. Фрагменты медных бус и булавок, изготовленных путем обработки частиц чистой меди, были найдены на Ближнем Востоке (Али-Кох в Иране) и в регионе, который сегодня известен как Турция (месторождения Кайою и Катель Юйюк).

Искусство плавки медно-углекислых и медно-оксидных руд возникло, вероятно, на 2 000-4 000 лет позже, в регионах Турции и в области между современными Израилем и Египтом. Производство медных предметов тогда возросло одновременно с развитием более совершенных методов извлечения меди, и не в самую последнюю

очередь, открытием технологии плавки медно-сульфидных руд, которое произошло приблизительно 4 500 лет тому назад.

С середины шестого тысячелетия до нашей эры медь импортировали в южные районы Месопотамии из месторождений, расположенных в Персии. Вскоре после этого большие количества медных предметов были найдены в Египте, особенно в его северной части, где расположены главными месторождения Синайского полуострова и вдоль побережья Красного моря. Медные памятники культуры в Нахаль Мишмар, Израиль, относятся к четвертому тысячелетию до нашей эры, они свидетельствуют о периоде высокого уровня мастерства в этой точно известной географической области.

Впервые медь начали добывать на Кипре приблизительно 3500 лет до нашей эры. Позднее Кипр станет древним источником самой чистой меди в мире, наряду с месторождениями в Рио-Тинто, Испания.

Доказательства наличия медных рудников, существовавших еще 5000 лет тому назад, были найдены в Египте. Среди других событий, эти старые месторождения сообщают нам, как давно люди узнали о технологии извлечения меди из

руды. Весьма вероятно, что в то время руда была намного богаче медью по сравнению с тем, что является нормой сегодня.

В те древние времена медь обрабатывали методом холоднойковки, причем она подходила для этого лучше, чем золото и серебро. Египтяне настолько искусно умели выковывать клинки своих медных мечей, что долгое время считалось, буд-то они обладали неизвестной технологией закалки клинков, которую они хранили в секрете от других цивилизаций.

Самые старые находки медных предметов в Европе связаны с захоронением в Варне, Болгария, которому 6000 лет, где были обнаружены также самые старые в мире предметы из золота. Археологические раскопки в области Рудна Главия, в бывшей Югославии, показывают, что медь добывали здесь в большой пещере за 4 000 лет до нашей эры.

Индокитай и Уэльс - другие всемирно известные центры горной промышленности, где добывали медь в доисторические времена.

Первый сплав, который, по-видимому, был использован человеком, представлял собой мышьяковистую медь и был получен приблизительно за 3 200 лет до нашей эры. Бронзовые сплавы, как считают, появились примерно за 3000 лет до нашей эры. Люди в то время, вероятно, обнаружили, что чистая медь, которая превосходно подходила для изготовления декоративных предметов, не была идеальным материалом для изготовления инструментов. Когда было открыто, что более твердый металл можно получить путемковки меди с малым количеством добавленного к ней мышьяка, резко возросло производство утвари, инструментов и оружия.

Общее производство меди в период между 2 000 - 700 гг. до нашей эры оценивается в 500 000 тонн.

В период расцвета Римской империи медь добывалась и использовалась в больших количествах для производства утвари, инструментов, оружия и монет. Наиболее важные месторождения в то время были в Испании, на Кипре и в Центральной Европе. Совместное производство меди в период между 250 годом до нашей эры и 350 годом нашей эры оценивается в 5 миллионов тонн.

После ослабления и падения Рима наступил период временного застоя в производстве меди, который продолжался до девятого века, когда медь снова стали добывать в больших количествах, особенно в Германии. Значительные количества меди были добыты в Китае, во время правления династии Сунг (900-1100гг. ).

Крупномасштабное промышленное производство меди началось в середине 19-го века в связи с использованием меди для производства телеграфных проводов. Первая телеграфная линия была проложена в 1837 году вдоль железной дороги между станциями Юстон и Чок Фарм к северу от Лондона. За этим первым примером такого применения вскоре последовали другие, в том числе прокладка телеграфного кабеля под Ла-Маншем в 1850 году. В конце 19-го века электрическое освещение и использование электричества в промышленности стали обычным делом в западном мире.

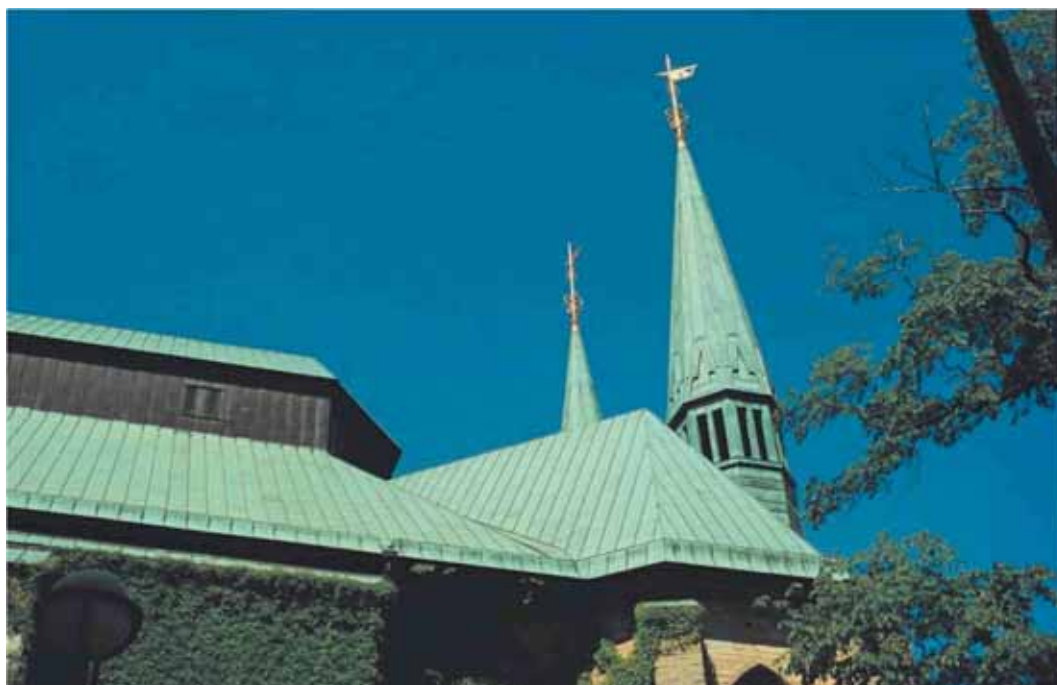
Сегодня медь и медные сплавы используются всюду, где важны такие их свойства, как высокая удельная электропроводность и хорошая коррозионная стойкость, цвет, возможность получения требуемой формы, высокий предел прочности на разрыв и легкость соединения с помощью пайки. По существу, все электрические провода в зданиях изготовлены из меди, также как и электрические шины в генераторах и электродвигателях. В средствах телесвязи медь все еще является преобладающим материалом проводников, хотя все более широко начинают применяться волоконно-оптические кабели.

Главная сфера применения меди - это трубы для водопроводных сетей и бытовых систем отопления. Медь имеет множество преимуществ по сравнению с конкурирующими материалами, такими, как пластмассы и нержавеющая сталь. Многие из чаще всего встречающихся бактерий и вирусов не любят медь - факт, который, в конечном счете, улучшает качество воды и состояние труб.

Пластины, листы и полосы из раскисленной фосфором меди широко используются в строительстве. Кровельные работы, облицовка панелями, водосточные трубы и архитектурные украшения - давние области применения этого типа меди.



*Бронзовый шлем (300 лет до нашей эры) израскопок в Амфревиле, Франция.*



Производство монет – это старинный вид использования меди и медных сплавов, который все еще применяется и сегодня. На производство медных монет, значков, знаков и медалей во всем мире уходят тысячи тонн меди каждый год.

Вследствие отмеченной способности меди сопротивляться коррозии, медь в настоящее время рассматривается как материал, позволяющий обеспечить контейнерное хранение отработанного ядерного топлива. При захоронении глубоко под землей медь сохраняет свою способность поддерживать термодинамическую устойчивость и не окисляться растворимыми в воде веществами.

Меньшие количества меди идут на производство медных химических соединений, главным образом сульфата меди. Медные соединения имеют обширный диапазон применения: как фунгициды и инсектициды, добавки к корму, химические удобрения и катализаторы в химических процессах.

Медные соединения часто используются в качестве красителей в отраслях промышленности, связанных с производством стекла, керамических изделий, фарфора и текстиля. Растворы хлористой меди используются для поглощения монооксида углерода и алканов в промышленных газах.

Некоторые из наиболее важных свойств, которые привели к широкому использованию меди и которые формируют основу ее ценности в современном обществе, это:

- превосходная электрическая проводимость меди, которая по этому параметру занимает второе место вслед за серебром. В 1913 году был установлен медный эталон удельной электропроводности, соответствующий 100%, а именно "Международный эталон отожженной меди" (IACS).
- Пластичность – медь можно раскатать в фольгу толщиной порядка 7 мкм.
- Высокие литейные свойства, что облегчает производство тонких деталей.
- Легкость соединения медных деталей путем пайки или сварки.
- Стойкость к большинству типов коррозии.
- Способность формировать сплавы, которые – подобно чистому металлу – имеют привлекательный цвет и могут обеспечить высокую степень полировки. Во многих медных сплавах имеется весьма практичный баланс между пределом прочности на разрыв и обеспечиваемой ими удельной электропроводностью.

## Медь (Cu)

### Металл, химический элемент!

Медь находится в земной коре в виде чистого металла и металлических соединений. В чистой форме металл имеет коричневатую – красный цвет, довольно мягкая, пластична и легко поддается ковке. Медь относится к той же самой группе периодической таблицы элементов, что и такие благородные металлы, как серебро и золото.

Медь занимает 28-е место среди самых распространенных элементов земной коры, её концентрация составляет в среднем 50-70 мг на килограмм руды. Самые высокие концентрации меди находятся в вулканических и основных горных породах, тогда как самые низкие концентрации меди обнаружены в известии и песчанке.

Медь окисляется воздухом, особенно в присутствии влажности и при повышенных температурах. Медь окисляется также в насыщенной кислородом воде.

В природных условиях медь встречается главным образом с числами окисления, равными +1 и +2 (медное соединение с валентностью 1 и меднистое соединение, в котором медь имеет валентность 2). Медь легко взаимодействует со многими различными биологическими молекулами и является важным микроэлементом во всех живых организмах.

### Элементы, представляющие природные строительные блоки

Более 75 процентов элементов – это металлы. Большинство из них – это тяжелые металлы, которые по удельному весу превосходят титан (4,5 г/см<sup>3</sup>). Выражение "тяжелый металл" само по себе подразумевает, что такой металл вреден. Вредность зависит от химического состава, типа соединения, количества и т.п., и равным образом применяется по отношению как к легким, так и к тяжелым металлам. Медь, наряду с железом и цинком, является одним из необходимых элементов во всех живых организмах (так называемых микроэлементов).

### Медь – малая часть природы

Медь – это интегрированная часть нашей окружающей среды, как в чистой форме, так и в виде медной руды. Железо, медь и сера играют ключевую роль в новой теории возникновения жизни на земле. Медь была составной частью всех живых организмов на протяжении всего процесса эволюции нашей планеты.

Металлы и минералы плохо растворяются в воде. Растения, животные и люди могут ассимилировать электрически заряженные атомы, так называемые ионы. Это явление называется биодоступностью.

Ионизированная медь быстро вступает в реакцию с различными материалами и связывается с ними, образуя недоступную для усвоения форму. Только незначительная часть меди, которая содержится в воде, почве или в осадке, находится в доступной к усвоению форме.

Природа регулирует впитывание и удаление меди почти совершенным способом. Медь не накапливается (биологически) в организме или в биологической цепи.

**Медь** (LL cu'prum, L cu'prum с Кипра, то есть кипрский металл, греческое название Ку'prum, откуда произошло выражение Ку'pros, Кипр) – металлический элемент, один из самых ранних металлов, используемых человеком, который относится к группе благородных металлов в группе 1b периодической системы элементов Менделеева вместе с серебром и золотом, под номером 29, символ Cu (см. рис. ).



## Месторождения

Приблизительно 90% известных мировых запасов меди находится в форме сернисто-медных руд; примерно 9% – в форме металлических оксидов и менее 1% – в виде чистой меди.

Главные рудные минералы меди – халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$ , халькопирит  $\text{CuFeS}_2$  и борнит  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ . Сернистые минералы, под воздействием воздуха, воды и содержащихся в них веществ, сформировали оксиды меди. Поэтому эти руды находятся вблизи от поверхности земли. Наиболее важные минералы – это куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$ , малахит  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$  и азурит  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ .

Самородная медь наблюдается в зоне окисления некоторых подвергнутых воздействию атмосферы медных руд наряду с купритом, малахитом и азуритом. Данный минерал был также обнаружен в полостях внутри некоторых базальтов и конгломератов. Хотя и не всегда, могут встречаться глыбы чистой меди в областях с богатым содержанием самородной меди. Самые лучшие медные кристаллы были найдены на полуострове Кьювино (Keweenaw), штат Мичиган.

Небольшие количества растворимых солей двухвалентной меди обнаружены в морской воде. Содержание меди здесь очень мало и составляет не более  $10^{-3}$  г/тонну воды.

Основные страны с богатыми месторождениями меди – это Чили, США, Перу, Замбия, Демократическая республика Конго, страны бывшего Советского Союза, Канада, Мексика, Китай и Индонезия.



Бурение в медном руднике

## Добыча и обработка руды

Месторождения меди не сконцентрированы в определенных географических областях, а обнаружены во многих странах, на всех континентах. Добыча меди не является экономической привилегией нескольких наций, а осуществляется во всем мире. Вместе с тем около 55% общего объема меди, добытой в мире сегодня, приходится на Чили, США, страны бывшего Советского Союза, Канаду и Замбию.

Большая часть меди, добываемой в настоящее время, получается из месторождений с низким содержанием меди. Из одной тонны добытой руды извлекают лишь от 4 до 10 кг чистой меди. Большие запасы месторождений, однако, делают добычу руды экономически выгодным.

Процессы обогащения и плавления меди ранее проводились вблизи от месторождений сырья, тогда как очисткой меди обычно занимались около рынков, где продавали металл. Сегодня очистные заводы располагаются также около месторождений меди или источников энергии. Некоторые страны, бывшие ранее экспортёрами медной руды, например, Чили, Перу, Замбия и Конго, теперь построили свои собственные очистные заводы. Это означает, что данные страны теперь стали главными экспортёрами очищенной меди.

Многонациональные корпорации типа Phelps Dodge, RTZ plc, англоамериканская компания в Южной Африке, и концерн «Оутокумпу» доминируют на всех стадиях производства меди, начиная с процесса добычи и кончая получением чистого металла.

Все медные рудники в Чили, Заире, Замбии и Перу были национализированы в период между 1967 и 1974 гг. Одновременно эти страны сформировали сырьевой картель поставщиков медной руды CIPEC (Conseil Intergouvernemental des Pays Exportateurs de Cuivre). В период между 1987 и 1991 гг. страны – члены этого картеля получили примерно 1/3 объема добываемой медной руды в мире, причем экспорт составил 70% от общего мирового экспорта.

В период 1985 – 1995 гг. США, Чили, Япония, Германия и страны бывшего Советского Союза произвели более половины очищенной меди в мире. За исключением Чили, эти страны являются также самыми большими потребителями меди.

## Спрос и предложение

Медь никогда не была редким металлом или металлом, который трудно получить, а ее добыча непрерывно расширялась по мере открытия новых месторождений. При этом наблюдалось непрерывное развитие добывающих технологий и процессов, подобно процессу взвешенной плавки, разработанному концерном «Оутокумпу», что привело к созданию более эффективного производства.

Торговля медью – это огромный международный бизнес, проводимый главным образом через Лондонскую биржу металла (LME), цены на которой колеблются ежедневно в зависимости от спроса и предложения.

На протяжении 20-го века спрос на медь и ее производство стремительно росли. В настоящее время темпы увеличения производства выровнялись, но расход меди по-прежнему остается высоким. Общее количество меди, произведенной с доисторических времен до 1900 года, не превышает сейчас ежегодную потребность в ней. Несмотря на высокий уровень потребления, известные запасы меди почти удвоились в последние 50 лет, и наблюдаются признаки, что эта тенденция будет продолжаться.

Ежегодное производство добываемой в мире меди составляет приблизительно 10 миллионов тонн. Мировые запасы меди в экономически рентабельных месторождениях в настоящее время оцениваются в 300 миллионов тонн. Общее количество известных запасов меди составляет, по оценкам, 600 миллионов тонн. Ежегодный уровень потребления меди в настоящее время составляет приблизительно 15 миллионов тонн и, как ожидается, будет возрастать на несколько процентов в год. Хотя запасы меди не являются безграничными, ее поставка кажется будет достаточной в течение обозримого будущего для всех областей применения, где требуется использование свойств меди.

Добываемая сегодня медь – это инвестиции в экономику будущего. Это означает не только используемое сырье и металлолом (скрап) – но и сырье, которое будет использоваться, превращаясь в скрап и восстанавливаясь из скрапа снова в медь. Восстановление меди из скрапа меди оказывается почти полным. Восстановленная (вторичная) медь обладает теми же механическими свойствами, что и новая (первичная) медь.

Из общего количества в 12 миллионов тонн очищенной меди, производимой ежегодно, два миллиона тонн меди получается из

восстановленного сырья. Стоит отметить, что большая часть восстановленной в мире меди никогда не идет в очистку, а повторно используется после переплавки для целей, которые не требуют сырья с чистотой, соответствующей чистоте очищенной меди. В конце 1990-х гг. общее количество восстановленной меди, очищенной и неочищенной, фактически составляло 5 миллионов тонн в год. Это означает, что количество восстановленной меди уже сегодня составляет почти 1/3 от общего мирового потребления меди.

Принципы восстановления меди из скрапа постоянно улучшаются во всем мире, и доля восстановленной меди будет расти. Восстановление меди из скрапа – относительно простая процедура. Она требует значительно меньшего количества электроэнергии, чем процедура очистки первичной меди.

В будущем технология очистки меди будет основана на применении новых, экологически чистых, методов, основанных на использовании водных растворов, более низких температур плавления и введения почвенных бактерий, для разложения медной руды.



Медный скрап для восстановления меди

## Соображения относительно распространения меди в окружающей среде

Производство меди ранее являлось большой проблемой с точки зрения защиты окружающей среды. Уровень вредных выбросов, особенно диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ), был высоким и обычным при выплавке металлов. Значительное улучшение ситуации в этом деле было достигнуто в результате использования закрытых процессов.

Применялось также множество альтернативных металлургических процессов плавления. Наиболее обычный метод - взвешенная плавка. Он был разработан концерном Оутокумпу в Финляндии в 1950-х гг. и сегодня используется для производства 60% меди. Этот процесс требует значительно меньшего потребления электроэнергии и больше соответствует требованиям защиты окружающей среды по сравнению с прежними методами. Другой, разрабатываемый в настоящее время, альтернативный процесс основан на использовании способности почвенных бактерий разрушать руду. В результате получается богатый медью раствор, который можно непосредственно подвергать электролизу.

### Распространение меди в атмосфере и морях

Предварительная оценка глобальной естественного распространения меди показывает, что ежегодно приблизительно 28000 тонн меди уходит в атмосферу в результате самопроизвольных процессов, главным образом из-за вулканической деятельности и ветровой эрозии верхнего слоя почвы. Такое же количество меди выбрасывается в атмосферу вследствие деятельности человека.

Количество меди, попадающей в моря в результате естественных природных процессов, составляет, по оценкам, более 1 200 000 тонн. Это, по расчетам, в четыре раза превышает количество меди, попадающей в атмосферу вследствие деятельности человека.

Последствия деятельности человека доминируют, когда речь заходит о попадании меди в почву. Главным образом, это связано с отвалами каменугольной золы, жильных минералов, осадочного песка и осадка сточных вод, использованием в сельском хозяйстве и вместе с атмосферными осадками.

Были предприняты попытки оценить воздействие меди на окружающую среду в результате деятельности человека, для чего был проведен анализ проб льда, полученных после глубокого бурения массы льда в Гренландии. При использовании этого метода было установлено, что осаждения меди в

Гренландии в результате деятельности человека в доиндустриальную эру составили примерно 2800 тонн. За прошедший с тех пор период в Гренландии добавилось еще 200 тонн. Причиной высокого уровня эмиссии во время доиндустриальной эры (с коэффициентами эмиссии до 15%), как полагают, являются примитивные процессы производства, использовавшиеся в то время. Применяемые в настоящее время методы промышленного производства меди приводят к выбросам меди с максимальным коэффициентом, равным 0,25%.

### Медико-биологические перспективы

Медь - важный пищевой микроэлемент во всех живых организмах. Люди, животные и растения нуждаются в меди для роста и здорового развития. У новорожденных младенцев содержание меди в организме в 5-10 раз больше, чем у взрослых, как жизненно необходимого средства обеспечения роста, иммунитета и т.п.

Ежедневная потребность в меди у взрослых - 0,9 мг. Разнообразная пищевая и жидкостная диета обычно удовлетворяет эту потребность. Пища, богатая жирами, однако, содержит недостаточное количество меди, и Всемирная Организация здравоохранения указывает на потенциальный риск медного дефицита среди людей в западном мире, возникающего вследствие неправильных привычек в еде.

Животные также получают медь через нормальную диету, но в период откорма им часто дают обогащенный медью фураж. Рогатому скоту дают минеральные добавки, содержащие медь, если имеется какое-либо подозрение на дефицит меди. Так называемая болезнь лося, как полагают, непосредственно связана с медным дефицитом.

Почва полей, на которых выращивают зерновые культуры и овощи, истощается, если в нее не вносятся удобрения с микроэлементами меди и цинка. Ранее для этой цели применялось сжигание стерни, но теперь медь вносят в почву вместе с удобрениями.

Медные соединения использовались в течение тысяч лет в качестве лекарств и для стерилизации питьевой воды. Медь для водопроводных труб оказалась превосходным материалом, когда необходимо ограничить рост вредных микроорганизмов, как бактерий, так и вирусов, в трубопроводной системе. Случаи отравления медью очень редко



нтрации меди, превышающие предельное  
 1µе в 2000 мг/литр. Такие концентрации  
 ясны только при возникновении коррозии в  
 х и в случае, если качество воды непригодно  
 :м другим параметрам (жесткость,  
 [ность, pH).

## кная роль меди в живых организмах

Кважрый питательный элемент:

ого, как медь попадет рот, она усваивается в желудке и малом кишечнике. Медь всасывается  
 дка и малого кишечника в кровотоки. В кровотоке она связывается с белками (протеинами) и  
 [ается в печень. Из печени медь распределяется по всему организму к органам, где она необходима для  
 зательности.

**Мозг:**  
 Медь необходима для нормального формирования  
 мозга и центральной нервной системы.  
 Она играет также важную роль в создании  
 нейротрансмиттеров, химических посредников,  
 которые обеспечивают связь между нервными  
 клетками и передачу электрических импульсов  
 по нервам.

**Кровеносные сосуды и сердце:**  
 Медь помогает сохранять эластичность кровеносных  
 сосудов, что, в свою очередь, позволяет поддерживать  
 надлежащее давление крови. Аорта - главная артерия,  
 которая отходит от сердца, и будучи самой большой  
 артерией в человеческом организме - не может  
 функционировать в полной мере, если ее эластичный  
 каркас будет ослаблен. Так как медь необходима для  
 здорового мышечного тонуса и функционирования  
 организма, она также играет жизненно важную роль  
 для работы сердца.

**Иммунная система:**  
 Медь необходима для поддержания  
 здоровой иммунной системы,  
 чтобы противостоять воздействию  
 микробов и болезней. Мощная и  
 энергичная защита борющихся с  
 микробами защитников, включая  
 белые кровяные тельца (поглощают  
 чужеродный материал), антитела  
 (белковые молекулы), цитокины  
 (химические передатчики), В-  
 лимфоциты (производят антитела)  
 и Т-лимфоциты (иммунные  
 клетки), позволяет поддерживать  
 организм здоровым и свободным  
 от болезней.

**Кожа:**  
 Медь играет важную роль в формировании коллагена,  
 соединительной ткани в коже. Коллаген - это наиболее  
 распространенный белок, обнаруженный в человеческой  
 коже и играющий важную роль в поддержании нашего  
 внешнего вида - кровоснабжение, здоровый внешний вид,  
 отсутствие складок на коже - т.е. наших лиц и всех других  
 внешних областей тела.

важная роль меди  
 в формировании  
 коллагена  
 фактора формирования  
 здоровья и лечения.  
 это основной фактор  
 механической прочност  
 кости выполняет свои  
 Фактически исследования  
 показывают, что  
 костей, аномалии скелета  
 роз возникают вследствие  
 меди в организме.

Медь важна для следующих функций:  
 Рост и прочность костей  
 Эмбриональное и детское развитие  
 Формирование красных и белых кровяных телец  
 Транспортировка и поглощение железа  
 Надлежащее действие сердца и мышц  
 Развитие мозга и центральной нервной системы  
 Защита тела от поврежденной ткани в результате действия  
 в качестве антиоксиданта

Медь доступна при употреблении широкого разнообразия свежих и слегка  
 обработанных пищевых продуктов. Применение хорошо сбалансированной  
 диеты помогает выполнить рекомендации Национальной Академии наук,  
 разработавшей новые Рекомендуемые диетические нормы (RDA) в части  
 потребления меди. Взрослые должны получать ежедневно 0,9 миллиграмма (мг)  
 меди. Ежедневная потребность беременных женщин в меди составляет 10 мг  
 и кормящих матерей - 1,3 мг. Ниже показано, как удовлетворить потребность  
 меди при употреблении различных пищевых продуктов.

Рекомендуемые диетические нормы меди	Медь/мг
Взрослые	0,9 мг
Беременные женщины	10 мг
Кормящие матери	1,3 мг

Пищевой продукт	Медь/мг
Овощи	
Половотый горох (прошедший тепловую обработку, 1/2 чашки)	0,234
Лимская фасоль (прошедшая тепловую обработку, 1/2 чашки)	0,188
Морские бобы (прошедшие тепловую обработку, 1/2 чашки)	0,241
Грибы (консервированные, в герметичной таре, 1/2 чашки)	0,187
Картофель (испеченный, с кожурой)	0,140
Зеленый горошек (1/2 чашки)	0,081
Помидор (необработанный)	0,087
Фрукты/орехи	
Авокадо (необработанный, 1)	0,527
Банан (необработанный, 1)	0,150
Виноград (необработанный, 1 1/2 чашки)	0,184
Манго (необработанный, 1)	0,228
Изюм (высушенный, 1/2 чашки)	0,114
Персик (необработанный, 1)	0,067
Миндаль (1/4 чашки)	0,394
Кария пекана (пакет, 1 унция)	0,306
Арахис (1/4 чашки)	0,500
Арахисовое масло (2 столовые ложки)	0,178
Семена подсолнечника (1/4 чашки)	0,600
Побег (Trail Mix) (1 чашка)	1,478
Зерно/хлеб	
Овсянка (прошедшая тепловую обработку, 1 чашка)	0,189
Подслащенная овсянка с добавлением изюма (1/2 чашки)	0,224
Мука из изюма (1 чашка)	0,281
Пшеничная соломка (2 бисквита)	0,206
Хлеб из муки грубого помола (2 ломтика)	0,055
Белый хлеб (2 ломтика)	0,055
Ржаной хлеб (2 ломтика)	0,112
Лапша, яйцо, с добавлением жиров (1 чашка)	0,139
Рыба/мясо	
Устрицы (пищевые/жареные, 6 штук)	0,796
Креветки (3 унции)	0,81
Говяжья/телячья печень (паннированная/жареная, 3 унции)	6,15
Бифтекс говяжий (паннированный/жареный, 8 унций)	0,093
Тунец (консервированный, 4 унции)	0,052
Цыпленок (запеченный, 3 унции)	0,054
Смешанные блюда	
Перец чили (с бобами, консервированный, 1 чашка)	0,372
Лазанья (7 унций)	0,208
Спагетти и мясной соус (1 чашка)	0,265
Десерт	
Шоколадное мороженое (1 чашка)	0,086
Молочный шоколад (1 1/2 унции)	0,175
Типовой пища	
Завтрак:	
1 чашка овсянки:	0,189
1 стакан обезжиренного молока (обрат):	0,007
1/2 банана (средний размер):	0,075
Второй завтрак:	
2 ломтика белого хлеба:	0,055
4 унции тунца (консервированный):	0,052
8 унций яблочного сока:	0,027
Закуска:	
1 персик (средний размер):	0,067
Обед:	
6 унций постного мяса испеченного цыпленка:	0,108
1 небольшой испеченный клубень картофеля:	0,140
1/2 чашки зеленого горошка:	0,081
1 стакан обезжиренного молока (обрат):	0,007
Десерт:	
1 чашка шоколадного мороженого:	0,086
Общее количество меди: 0,904 мг	

Литература:  
 Duylf, Roberta F., MS, RD, CPFS. The American Dietetic Associations Complete Food & Nutrition Guidt  
 (Американская Ассоциация по диете, Руководство по комплексным продуктам и питательным  
 веществам). Chvonline 1996, 99  
 Pennington, J.A.T. SA. Schoen, G.D. Salmon, B. Young, R.D. Johnson and R.W. Marts. 1995. Composi  
 of core foods in the U.S. Food Supply (Перечень основных продуктов в системе питания в США),  
 1982-1991. Ш. Copper, manganese, selenium, and iodine (ШМедь, марганец, селен). J. Food Contr. A  
 8: 271-287. (Данные, полученные из источника: US FDA Total Diet Study)  
 US. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (США. Министерство сельского  
 хозяйства, Служба сельскохозяйственных исследований). 1999. USDA Nutrient Database for Stand  
 Reference. Release 13 (База данных для стандартных справок по продуктам питания в Министер  
 стве сельского хозяйства США, Выпуск 13). Nutrient Data Laboratory Home Page, http://www.nal.usda.g  
 fnc/foodcomp



# ОБРАБОТКА

## От медной руды к медным листам

Приблизительно 80% мирового производства первичной меди приходится на сернистые руды такие, как халькопирит  $\text{CuFeS}_2$ .

Руда, которая используется для производства меди, содержит в среднем 1% чистой меди. Проходит длительный процесс обработки, прежде чем сырье будет преобразовано в медный материал, из которого изготавливаются медные листы.

### Типовой процесс:

Медная руда измельчается до получения мелкозернистого порошка. Медь выделяется из него с помощью процесса флотации. Альтернативный процесс – это так называемое выщелачивание в кучах и процесс экстракции растворителями. Промежуточный продукт – медный концентрат – содержит приблизительно 20–45% меди.

Данный концентрат смешивается с кварцевым песком и подается в печь для взвешенной плавки (FSF). Преимуществом разработанного концерном «Оутокюмпү» процесса взвешенной плавки является высокая теплота сгорания сернистых концентратов, которые расплавляются под действием обогащенного кислородом воздуха в печи мгновенного расплавления. Сера сгорает, превращаясь в газообразный диоксид серы, а железо окисляется и отшлаковывается в виде силиката железа вместе с кварцевым песком. Рудные концентраты (60–70%  $\text{Cu}$ ) представляют промежуточный продукт выплавки меди. Железо в рудных концентратах окисляется в процессе переработки на стадии продувки шлака обогащенным кислородом воздухом

(приблизительно 25%  $\text{O}_2$ ). На этой стадии окисленное железо вместе с добавленным флюсом из кварцевого песка формирует фаялитовый шлак, который плавает сверху на богатом медью белом металле ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ). Белый металл содержит примерно 78% меди и менее 1% железа. После этого сера в белом металле окисляется на стадии продувки меди. Целевой продукт плавки в конвертере – черновая медь, которая содержит приблизительно 0,02–0,1% серы и примерно 99% меди.

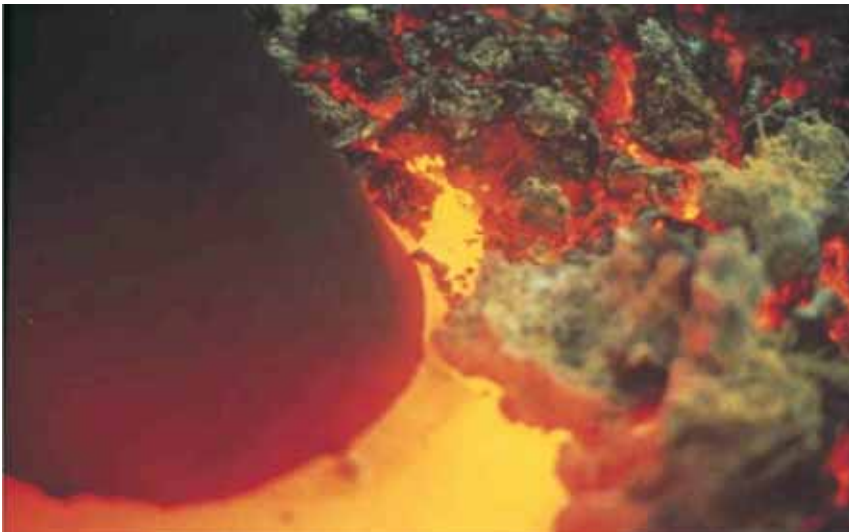
Расплав затем очищается в анодной печи и заливается в аноды, которые очищаются электролитическим способом. Конечный продукт, катодная медь, имеет чистоту 99,95 – 99,99%. В настоящее время на рынке медь чаще всего продают и покупают в виде катодной меди. Обычно ей придают форму коммерческих литых полуфабрикатов: прутков, слитков, болванок и чушек, после чего эти изделия подвергаются протяжке, штамповке, ковке или прокатке для получения конечных продуктов.

## Выплавка и литье

Чтобы получить сплавы, медь расплавляется вместе с другими металлами. Современный способ литья – это непрерывное литье расплавленного металла, при котором металл затвердевает бездонной изложнице с водяным охлаждением. Затвердевший металл медленно вытаскивают с помощью набора прижимных роликов и новый расплав поступает в изложницу. При таком методе непрерывная отливка разрезают на куски требуемой длины или же тонкая полоса наматывается в спираль для холодной прокатки.

## Производство листов и полос

Цель горячей прокатки заключается в том, чтобы сделать отлитый слиток более тонким для того, чтобы его можно было свернуть кольцом и, с другой стороны, улучшить зернистую структуру отливки, с помощью вторичной кристаллизации, которая происходит во время или после каждой прокатки. Поверхность металла окисляется во время процесса горячей прокатки и окисел должен быть удален прежде, чем лист будет подвергнут холодной прокатке. Подобным образом поверхность отлитой полосы прокатывают с целью получения гладкой, более привлекательной поверхности. Холодная прокатка с промежуточным отжигом используются для того, чтобы получить конечную толщину и твердость полосы или листа.



## Восстановленная медь

Приблизительно две трети всей меди, используемой главными промышленными странами, применяются в тех областях, где необходима первичная медь высокого качества марки "А". Сплавы типа латуни и бронзы представляют большую часть остальной меди. Только малая часть меди, используемой в главных промышленных странах, применяется в виде химикалий, пестицидов, фунгицидов и т.п. Другими словами, применение меди приходится в основном на области, где процедура восстановления меди из скрапа относительно проста.

Производство первичной меди связано с большим потреблением электроэнергии, особенно, если медь извлекают из обедненной руды с содержанием меди 0.5% и менее. Производство вторичной меди, когда источником меди является медный скрап, связано с гораздо меньшим потреблением электроэнергии, так как не требуются такие энергоемкие процессы как добыча медной руды, дробление и обогащение этой руды.

Когда медные изделия становятся непригодными к дальнейшему использованию, например, провода, кровельные листы крыш, панели или водосточные трубы, содержащаяся в них медь все еще представляет ценность (до половины цены первичной меди). Это - мощный стимул для восстановления добавочного материала. Не менее 25% от общей потребности в меди в США в 1990-х гг. (20% мировой потребности) удовлетворялось восстановленной медью. В Германии и Японии производство меди основано главным образом на использовании медных концентратов и скрапа.

Использование медного скрапа, его чистоты и качества предусматривает различные требования к процессам и потребляемой электроэнергии, необходимым для производства вторичной меди требуемого качества. Вообще говоря, самый чистый по качеству скрап, так называемый "Скрап №1", который содержит незагрязненную медь или 99% Си, не нуждается ИЛИ весьма слабо нуждается в очистке. "Скрап №2", который содержит минимум 94-96% меди обычно поступает в анодную печь, после чего он подвергается электролитической очистке. Загрязненный скрап медных сплавов требует переплавки в конверторе, прежде чем будет подвергнут анодной обработке. Скрап со степенью загрязнения сверх приемлемых пределов подвергается повторной очистке с применением обычной техники вторичной очистки металлов (доменная печь).

Средняя затрата электроэнергии при производстве вторичной меди составляет, по оценкам, 15-40% от энергозатрат на производство первичной меди. Имеются значительные различия в энергопотреблении между скрапами №1 и №2.



Уровень восстановления меди может быть очень высоким (до 90%).  
Фактически, 80% всей добытой когда-либо меди все еще применяется сегодня.



# СВОЙСТВА

*Pilisaba, Будапешт  
Венгрия*



*(медь, используемая для покрытия  
Тыш, чаще всего - это раскисленная  
осфористая медь.*

## Чистая медь и медные сплавы

Медь, которая продается на рынке, имеет различные классы чистоты, которые определяются стандартами, применяемыми на рынке. Различия в классе зависят от содержания в меди кислорода, примесей и процесса очистки, который применяли во время производства меди.

Чаще всего применяют метод производства меди из медной руды, в котором используется некоторое количество кислорода, который формирует оксид  $\text{Si}_2\text{O}$  и увеличивает выход медного сплава. Этот оксид не оказывает никакого неблагоприятного воздействия на удельную электропроводность меди; наоборот, он может улучшить этот показатель вследствие того, что имеющиеся в металле примеси могут связываться с кислородом, чтобы формировать оксиды. Однако если металл позже будет подвергаться нагреву в насыщенной водородом атмосфере, это может привести к формированию пузырьков - или водородной хрупкости - из-за водяного пара, который образуется, когда водород диффундирует в металл, содержащий кислород. Чтобы противодействовать этому, добавляется раскислитель; обычно фосфор, который, однако, слегка снижает проводимость меди. К другим раскислителям относятся бор, кальций и литий.

Следующий метод заключается в расплавлении металла и последующей разливке его без доступа кислорода. Одним из результатов такого принципа производства является электролитическая медь. Она используется главным образом для целей, где

требуется максимально возможная удельная электропроводность, например, в электронной технике.

Очищенная медь не имеет такой же превосходной проводимости, как у электролитической меди, но зато она весьма пригодна к использованию в качестве строительного листового металла и обычно применяется как кровельный материал.

Главные качества сортов меди, которые входят в группу "чистой меди":

### **Бескислородная медь с высокой электропроводностью, "OFHC" (Cu-OF, OF-OK®)**

Чистота 99,95%; отсутствие взаимодействия с кислородом во время очистки. Не содержит никаких примесей. Эта медь не подвержена водородной хрупкости. Электролитическая медь - бескислородная медь с высокой электропроводностью, производимая путем расплавления катодов и разливки в защитной газовой среде, которая препятствует взаимодействию металла с кислородом.

### **Раскисленная медь, "вязкий пек с высокой электропроводностью" (Cu-ETP)**

Чистота 99,9%; содержит следы оксида меди. Вследствие наличия кислорода, приблизительно 0,02%, можно использовать простой метод расплавления и разливки при производстве заготовок. Недостаток, связанный с кислородом, - это необходимость избежания нагрева, сварки или пайки меди в восстановительной атмосфере, так как кислород вместе с водородом в атмосфере печи или пламени формирует водяной пар, который может разрывать металл. Такая медь может иметь водородную хрупкость.

### **Раскисленная медь (Cu-DLP; Cu-DHP)**

Как правило, раскисленная медь содержит несколько тысячных процента фосфора. Можно раскислить медь, используя вещества, отличные от фосфора, например, бор или литий. Фосфор добавляется для того, чтобы связать кислород в металле и сделать медь невосприимчивой к водородной хрупкости.

Количество фосфора обычно составляет 0,003% - 0,020% от общего состава материала. Чем больше будет добавлено фосфора, тем меньше проводимость металла и выше его способность противостоять водородной хрупкости.

Примеси в медных металлах и медных сплавах, которые создают самые большие проблемы с точки зрения качества, - это сурьма, висмут и свинец, и поэтому количество этих элементов в металле должно поддерживаться как можно меньшим.

Значительное количество меди, используемой в



настоящее время – это различные сплавы. Сейчас в США производится до 500 различных сплавов с содержанием меди. Латунь обычно считают сплавом меди с цинком, а бронзу – сплавом меди с оловом. На самом деле в эти сплавы входит большое количество других элементов. Бронзовые сплавы, которые имеются сейчас на рынке, кроме меди и олова содержат небольшие разные по объёму доли цинка, железа, никеля, кобальта и фосфора. Присутствие этих веществ в сплавах в определенных количествах придаёт им некоторые качества, которые делают их пригодными для применения в различных отраслях промышленности.

Основные классы сплавов содержащих медь:

#### **Низколегированная медь:**

Добавки к меди обычно приводят к снижению ее проводимости. Медь сплавляется с малыми количествами одного или нескольких веществ, чтобы достигнуть определенных свойств без изменения ее основных характеристик. Добавление олова, железа или хрома делает медь более прочной. Сера или теллур улучшают ее режущие свойства. Добавление серебра, кадмия, олова или теллура увеличивает температуру размягчения и улучшает предел текучести медного сплава.

#### **Латунь**

Состоит главным образом из меди и цинка (до 45%). Сплавы, содержащие от 36% до 37% цинка (альфа-латунь), пластичны в холодном состоянии и легко поддаются механической обработке. Латунь, содержащая более 37% цинка (альфа-бета латунь), имеет более высокую жесткость и прочность, чем альфа-латунь, что приводит к более трудной механической обработке в холодном состоянии. Бета-латунь обычно выбирается для горячей обработки. Свинец добавляется к альфа/бета-латуни, чтобы улучшить ее режущие свойства, тогда как добавление алюминия, железа или марганца к бета-латуни приводит к увеличению предела прочности на разрыв и к повышению коррозионной стойкости.

Одним из примеров применения такого сплава является "подшипниковая латунь", которая используется в коробках передач.

#### **Никелевая латунь**

Представляет сплав меди, цинка и никеля. Никелевая латунь обычно известна также как никелевое серебро (EPNS) из-за его цвета, похожего на цвет серебра. Этот сплав часто замещает серебро как основной металл для изготовления столовых приборов, кухонной посуды и т.п. Однако больше всего он используется благодаря своим более ценным

свойствам – высокой прочностью и высокой коррозионной стойкостью.

#### **Бронза**

Это название было первоначально зарезервировано для сплавов меди с оловом. Однако современные "бронзы" могут также содержать, олово, алюминий, марганец, кремний или цинк вместо олова.

#### **Оловянистая бронза**

Обычные концентрации олова в сплавах типа оловянистой бронзы составляют 4%, 6% и 8%. Эти бронзы содержат также фосфор с целью их раскисления.

Данные сплавы легко поддаются холодной обработке и обычно обрабатываются в форме полосы или проволоки. После обработки в холодном состоянии они приобретают очень высокую прочность, и это увеличение прочности пропорционально относительному количеству олова в сплаве. Хорошие механические свойства, достаточная коррозионная стойкость позволяет использовать эти сплавы в качестве пружин и контактных материалов в электрических приборах и в области электроники.



Латунь – для применения внутрипомещений.



### **Алюминиевая бронза**

Содержание алюминия в алюминиевой бронзе составляет от 5% до 10%. Алюминиевые бронзы характеризуются очень высокой прочностью, причем увеличение прочности пропорционально относительному количеству алюминия в сплаве и может быть дополнительно увеличено путем добавления железа, марганца, никеля или кремния. Этот сплав имеет чрезвычайно высокую коррозионную стойкость, а также стойкость к окислению при высоких температурах. Его износостойкость также достаточно высока. Алюминиевая бронза используется в морской технике и для чеканки монет. Некоторые из новых евромонет, например, изготовлены из сплава Nordic Gold (Скандинавское золото). Производится также ряд других бронзовых сплавов, хотя и в меньшей степени, обычно с добавлением марганца, кремния или хрома.

### **Бериллиевая медь**

Добавка 1-2% бериллия позволяет получить первоклассный пружинный материал, обладающий очень высокой прочностью. Бериллиевая медь – самый прочный медный сплав.

### **Медно-никелевый сплав, легированный марганцем и железом**

Производится на основе медных сплавов, содержащих до 30% никеля, иногда с добавкой железа или марганца. Эти присадки приводят к увеличению прочности и улучшению коррозионной стойкости, главным образом ударной коррозии. Этот сплав используется для производства труб, элементов конденсаторов и теплообменников; особенно в связи с работой в соленой воде. В последние несколько лет использование медно-никелевого сплава, легированного марганцем и железом, значительно расширилось в морской технике и в технике для разработки морских месторождений. Сплав давно применяется для производства монет.

*Медный фасад  
Базель, Швейцария*

## Свойства материала Cu-DHP

Медь, используемая для покрытия крыш и фасадов, представляет собой главным образом раскисленную фосфористую медь, и имеет типовое обозначение Cu-DHP в соответствии со стандартом EN1172 (Европейский стандарт листовых материалов и полос для строительных целей).

Cu-DHP - это металл с хорошими свойствами стандартного формования и обработки. Отожженный медный лист используется в качестве кровельного материала с применением традиционного метода листового покрытия, а также для отделки фасадов, фальцевания и т.п. Как правило, применяется листовый материал средней твердости для полосовых кровельных покрытий и для получения молдингов, пластин и подобных материалов, когда важна жесткость материала.

Твердый материал рекомендуется для производства кассет и профилированных листов.

Приведенная ниже таблица указывает значения твердости и габаритные размеры защитного медного покрытия и полос, предназначенных для применения в строительном деле.

Относительно более подробной информации по стандартам и габаритам см. страницу 53.



Центр проведения конференций «Диполи», Эспоо, Финляндия

### Механические свойства

Стандарт EN 1172:1996

Designation		Характеристика материала	Ultimate tensile strength $R_m$ N/mm <sup>2</sup>		Tensile yield limit $R_{p0.2}$ N/mm <sup>2</sup>		Extension	Rigidity		Trade designation
Материал	Номер		мин.	макс.	мин.	макс.	$A_{50\%}$	мин.	макс.	
		R220	220	260	-	140	33	-	-	отожженный
		H040	-	-	-	-	-	40	65	отожженный
Cu-DHP	CW024A	R240	240	300	180	-	8	-	-	средняя твердость
CuZn0,5	CW119C	H065	-	-	-	-	-	65	95	средняя твердость
		R290	290	-	250	-	-	-	-	максимальная твердость
		H090	-	-	-	-	-	90	-	максимальная твердость

## Физические свойства CU DHP

Плотность	8,9 г/см <sup>3</sup>
Точка плавления	1083°C
Удельная теплоемкость при 20°C <sup>1)</sup>	0,385 кдж/(кг °C)
Коэффициент линейного расширения при 20°C - 100°C	16,8 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
Коэффициент линейного расширения при 20°C - 300°C	17,7 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
Модуль упругости	118000 Н/мм <sup>2</sup>
Модуль сдвига	44000 Н/мм <sup>2</sup>
Удельная электропроводность при 20°C <sup>1)</sup>	примерно 52 МС/м примерно 90% IACS <sup>2)</sup>
Теплопроводность при 20°C <sup>3)</sup>	примерно 365Вт/(м °C)
Удельное сопротивление при 20°C	примерно 20 нОм м
Температурный коэффициент удельного электрического сопротивления при 20°C	0,00275°C <sup>-1</sup>
... удельного электрического сопротивления при 0 - 100°C	0,00354°C <sup>-1</sup>

1) Применяется для отожженных металлов  
2) IACS = Международный стандарт отожженной меди  
100% IACS эквивалентны удельному электрическому сопротивлению 17,241 нОм м и проводимости 58 МС/м

## Термообработка Cu-DHP

Отпуск:

Температура 200°C - 250°C. Приблизительно в течение 1 часа

Мягкий отжиг:

Температура 350°C - 650°C. В течение 0,5 - 3 часов  
Температура рекристаллизации - обычно в диапазоне около 300°C - 350°C.

## Способность Cu-DHP поддаваться обработке

Способность поддаваться обработке при высоких температурах у этого металла очень высока. Рекомендуемая температура - 750°C - 900°C. Способность сплава поддаваться обработке в холодном состоянии, будучи отожженным, также очень высока. Эта способность уменьшается по мере нагартовки металла.

## Обработка Cu-DHP резанием

Высокое качество обработанной поверхности может быть достигнуто, если соблюдаются рекомендуемые геометрия инструмента и данные для расчетов режима резания. Необходимо иметь в виду то обстоятельство, что данный металл имеет тенденцию формировать осаднения на инструментальных средствах и создавать острые кромки. Обработка на высокой скорости и с высокой подачей преодолет эти тенденции. . Металлическая стружка имеет большую длину и жесткость. В случае мягких металлов существует возможность гибкого изгиба или искривления заготовок. Обычно вероятность получения высокого качества обработанной поверхности повышается, если такой металл тверже.

## Сварка и пайка Cu-DHP

Этот металл можно сваривать и паять. Однако высокая теплопроводность может несколько затруднить нагрев соединения, так как высокая температура легко рассеивается из места соединения, особенно в случае грубых деталей. Поэтому может возникнуть необходимость в предварительном подогреве заготовки.

Могут применяться следующие виды сварки и пайки:

Газовая сварка - легко.

Дуговая сварка металлическим электродом - трудно

Дуговая сварка в среде защитного газа - очень легко.

Точечная и линейная сварка - возможна при толщине металла менее 1,5 мм.

Стыковая сварка сопротивлением - легко.

Стыковая сварка оплавлением - возможна

Сварка с припоем - очень легко.

Пайка твердым припоем - очень легко в случае использования серебряного припоя, серебряно-фосфорно-медного припоя и фосфорно-медного припоя. Легкая пайка при использовании твердого припоя.

Пайка мягким припоем - очень легко.

Для получения дополнительной информации относительно сварки и пайки см. также раздел ТЕХНОЛОГИЯ в главе по сварке и пайке, страницы 123-132.

## Коррозия/долговечность

В случае крыш и фасадов, изготовленных из меди, можно ожидать их исключительных больших сроков службы и долговечности. Общее впечатление относительно повреждения и износа медных листов таково, что места крепления являются их самым слабым местом. Во время проведения ремонтных работ и осмотра старых крыш листовой материал часто был в хорошем состоянии, в то время как крепежные элементы требовали замены.

Коррозионная стойкость меди на открытом воздухе очень высока. По существу, имеются три различных типа коррозии.

## Обычная коррозия

Наиболее общий тип коррозии - нормальная эрозия материала с поверхности. То обстоятельство, что скорость коррозии является очень низкой, подтверждается как серией контрольных экспериментов, так и длительными периодами практического использования материалов.

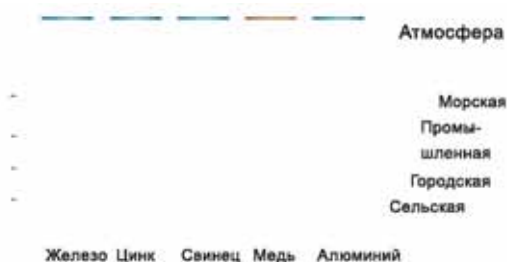
## Средняя коррозия меди, в микронах

Сельская атмосфера	0,2 – 0,6 в год
Морская атмосфера	0,6 – 1,1 в год
Городская атмосфера	0,9 – 2,2 в год

Более интенсивная коррозия может происходить при неблагоприятных условиях, например, когда на металл воздействует вода с содержанием кислоты. Скопления воды, вызванные недостаточным дренажом, также могут привести к образованию местной коррозии.

## Сравнение видов коррозии

Обычная коррозия (мкм/год)



## Электрохимическая коррозия

Как правило, этой коррозии подвергается не медь, так как медь обычно более благородный элемент из металлов, которые обычно входят в контакт друг с другом в конструкции. Однако медь может стать причиной электрохимической коррозии менее благородных металлов, таких, как алюминий, цинк или железо. Поэтому следует избегать контакта между этими металлами, и не допускать попадания воды, которая была в контакте с медью, на другие металлические поверхности.

## Эрозионная коррозия

Повреждение поверхности из-за коррозии может происходить через какое-то время в точках контакта, где вода стекает вниз на медные поверхности. Как правило, это связано с тем, что вода кислотная и что контактное место постоянно истирается проточной водой и поэтому защитная оксидная пленка не может сформироваться. Еще более сильное истирание места контакта может произойти, если вода содержит также гранулы песка.

Чтобы предотвратить эрозионную коррозию в водосточных желобах в местах, где идут кислотные дожди, необходимо соблюдать принципы дренажа воды при укладке или монтаже крыш. При этом предполагается, что также может быть установлена защитная пластина поверх любых явных мест контакта желоба с водой.

## Медь в контакте с другими металлами

Медь – один из так называемых благородных металлов, вот почему электрохимическая коррозия обычно не приводит к повреждению их поверхности. Будучи благородным металлом, медь, точно так же, как другие благородные металлы, может вызывать электрохимическую коррозию в других, "менее благородных" металлах как алюминий, инк и железо. Поэтому строительные конструкции должны быть разработаны так, чтобы не было контакта – ни прямого, ни косвенного – между такими металлами.

Если желательно использовать медь в комбинации с алюминием, например, то непроводящее электрический ток защитное покрытие должно быть нанесено на поверхности алюминия. Данный процесс известен, как анодирование. Тем самым, будет создано покрытие, стойкое к агрессивным веществам, поступающим от листовой меди. Вода, которая стекает с медных поверхностей, должна дренироваться таким образом, чтобы она не касалась никаких секций, содержащих "менее благородные" металлы.

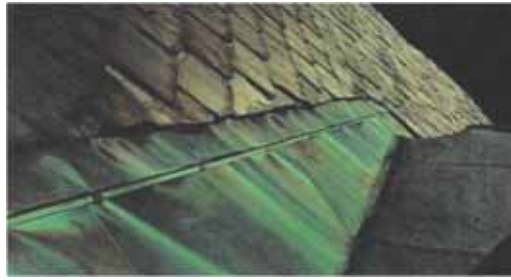
## Медь в контакте с другими строительными материалами

Местное повреждение может происходить в форме, которая известна, как эрозионная коррозия из-за недостатков в конструкции детали, например, в случаях, когда вода и частицы песка постоянно просачиваются и капают вниз на нижележащее покрытие из меди, истирая, таким образом, защитный поверхностный слой.

Нецелесообразно размещать защитное медное покрытие в прямом контакте с битумными поверхностями из-за возможности коррозии. Вода кислотных дождей, стекающая в концентрированной форме с битумной поверхности, будет препятствовать развитию защитного поверхностного слоя на медных листах. По прохождении определенного времени это приведет к обесцвечиванию и повреждению медного покрытия.

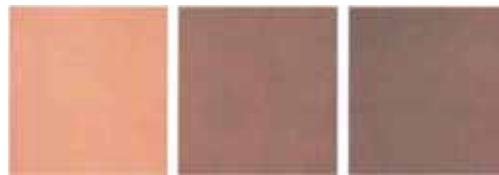
Фасады, изготовленные из не отталкивающих воду материалов, типа штукатурки, песчаника, кирпича, древесины и т.п., должны быть защищены от дождевой воды, содержащей медь; иначе это может привести к обесцвечиванию покрытия фасада. Отливы (фартуки) на оштукатуренных стенах должны заканчиваться слезниками, которые выступают не менее чем на 40 мм за внешние пределы отделки стены.

Защитная пластина на крыше,  
чтобы предотвратить  
эрозионную коррозию.



### Естественная патина

Термин "патина" (patina) вообще относится к вещам, проявляющим признаки старины, но это также общепринятый термин для покрытия, которое появляется со временем на старой меди. Он иногда применяется в значении зеленая патина или aegugo pobilis – благородная ржавчина. В настоящее время патина особенно заметна в архитектуре, в частности, на очень старых медных кровлях и элементах фасада. Применение меди – не только для изготовления памятников, но также и при строительстве заводских цехов и жилых домов – должно в значительной степени обоснованным с точки зрения отличительного и привлекательного проявления цвета, который появляется на поверхностях через какое-то время под воздействием ветра и погоды.



При отсутствии воздействия



Через один год



Через четыре года



10 лет 15 лет 25-30 лет

Воздействие погодных условий на медь  
Указанный цикл влияния погоды на  
медную кровлю крыши с наклоном  
45°, южная сторона, в типичном  
промышленном городе в северо-  
восточной части Европы.

### Формирование патины

После первоначальной установки – как правило, в течение первых нескольких недель – на недавно уложенных медных листах могут появиться чистые, темные пятна – следы обращения с металлом и его обработки. Темные по цвету пятна могут также возникать на некоторых секциях из-за местных атмосферных воздействий. Незначительные отклонения могут проявляться между листами различной твердости и структуры. Эти отклонения обычно выравниваются через один-два года, и поверхность медного покрытия приобретает более равномерный темно-коричневый цвет, который не будет резко изменяться в последующие несколько лет. Однако постепенно начнет появляться зеленая патина. Вначале она возникает главным образом на горизонтальных и слегка наклонных поверхностях. Это не удивительно, так как на вертикальных поверхностях патина развивается значительно медленнее. Иногда она не возникает вообще.

Патина формируется вследствие атмосферной коррозии меди; то есть в результате воздействия обычной коррозии. Этот процесс можно представить как тенденцию металла вернуться в свое первоначальное, рудное, состояние. В отличие от ржавчины, которая образуется при коррозии железа и стали, продукты коррозии, которые образуются на поверхности из меди, имеют определенный защитный эффект.

Скорость развития патины поэтому зависит от интенсивности коррозии. Длительные испытания в различных местах Швеции показали следующие результаты:

Приблизительно 0,5 микрона\* в год в сельской атмосфере (измерения в местечке Эркен региона Уппланд, Швеция).

Приблизительно 1-2 микрона в год в городской атмосфере (измерения в Стокгольме, Швеция).

Приблизительно 1 микрон в год в морской атмосфере (измерения в местечке Бонус Мальме, Швеция).

\*микрон = одна тысячная миллиметра

Это означает, что можно оценить долговечность, равную сотням лет, для обычного, толщиной 0,6 мм, листа кровельной меди при нормальных атмосферных условиях.

### Условия, влияющие на развитие патины

Когда медь подвергается воздействию дождя и снега и находящихся в воздухе загрязняющих веществ (этот процесс называется электролитическим), на ее поверхности образуется пленка. В результате воздействия этого процесса образуются соли в виде гидроксида меди (основные соли), причем процесс усиливается при повышении сырости, влажности и температуры, которая может быть не слишком высокой. Особенно важны благоприятный показатель pH и достаточное содержание формирующих патину веществ в поверхностной влажности на меди.

Можно кратко рассмотреть термодинамические критерии формирования патины, связанные, как известно, с диаграммами изменения потенциала pH, которые показывают диапазоны стабильности для меди, оксидов меди и солей, таких как гидроксид меди в аэрированной воде. Из рассмотрения диаграмм можно видеть, например, что сульфатная и хлоридная патины в городской и морской атмосферах может ожидать стабильной при значении pH поверхностной влажности около 4.

С точки зрения структуры покрытия, та часть патины, которая находится ближе всего к медной поверхности, состоит из темного оксида, в основном из оксида меди (I),  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Затем покрытие содержит зеленое вещество, образованное солями типа гидроксида меди. Доминирующим компонентом является сульфат с химическим обозначением  $\text{Cu}(\text{OH})_2 (\text{SO}_4)$ , за исключением морской атмосферы, где обычно доминирует хлорид  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \text{Cl}$ .

Может появляться небольшое количество таких элементов, как гидроксид-нитрата меди,  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  и карбонат,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)$  вследствие воздействия некоторых местных элементов коррозии, сажи и силикатной пыли. В городской и сельской атмосферах формирующими патину веществами являются, главным образом, антропогенные загрязнители воздуха, такие, как оксиды серы и нитратов. Хлориды доминируют в прибрежных областях.

### Взаимодействие меди с окружающей средой

Медь - микроэлемент, который жизненно необходим для животных и людей. Он должен существовать также в почве, чтобы обеспечить нормальное развитие растительности. Таким образом, небольшие количества меди существуют естественным образом в окружающем нас мире. Без меди жизнь в ее современной форме не могла бы существовать. Однако принцип не допущения выделения в окружающую среду повышенных доз веществ, которые сами по себе являются важными для жизни, относится также и к меди. Правила установки средств для очистки сточных вод применяются в данном случае как профилактические правила против такого

сверхобогащения природы микроэлементами. Вместе с тем количество меди, стекающей с медных кровельных покрытий, очень мало (см. рисунки на странице 36) и представляет мизерное количество меди, содержащейся в дождевой воде, когда она обрабатывается установками для очистки сточных вод. Таким образом, медные кровли можно рассматривать как экологически благоприятную альтернативу, которая соответствует всем целям и требованиям для хорошей циркуляции воды в природе.

### Сток меди водой (и коррозия) кровельного медного покрытия

Медь имеет достаточно продолжительный срок службы вследствие ее коррозионной стойкости, которая значительно превышает таковую у большинства других кровельных материалов, доступных на рынке. Бледно-зеленый цвет, или патина, которая типична для более старой меди, является визуальным эффектом окисления, которое происходит, когда медь вступает в реакцию с веществами, находящимися в атмосфере. Некоторое количество коррозии металлической меди происходит все же при такой реакции, которая происходит всякий раз, когда медь размещается на открытом воздухе. Глубина этой коррозии настолько ограничена, что в течение сравнительно короткого срока эксплуатации это действие коррозии является едва измеримым, даже в наиболее агрессивных условиях атмосферы города и промышленных предприятий.



Медные кровельные покрытия имеют несравнимый ни с чем срок службы. Никто не знает, каков возраст может достигнуть медная кровля. Фотография ратуши в Мальме, Швеция.

Окрашивание в зеленый цвет, которое иногда появляется в связи с дренажом покрытой медью поверхности, связано с действием зеленых минералов меди, которые образуются в результате реакции меди с материалами, содержащими карбонат (например, цемент). В соответствии с наблюдениями, проведенными Королевским Институтом Технологии в Стокгольме, эти осадения оказывают очень малый эффект или вообще не оказывают никакого эффекта на окружающую среду.

В этом контексте необходимо подчеркнуть, что коррозия в случае меди чрезвычайно мала, и что большинство образовавшихся в результате коррозии продуктов, никогда не переносит далеко дождевая вода и подобные средства распространения, а остаются на медной поверхности в форме оксидов и патины.

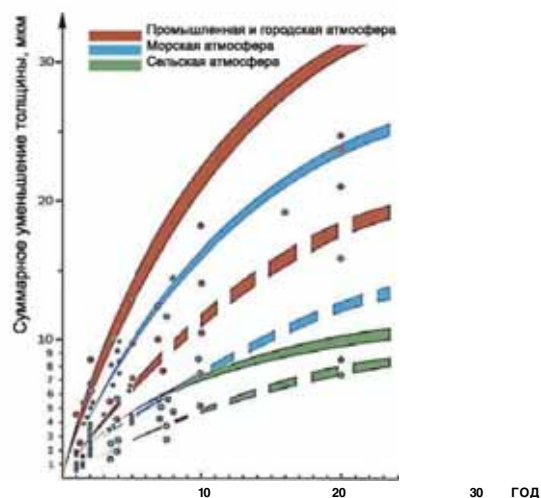
Рисунок в левом нижнем углу представляет измерения результатов воздействия коррозии и стока воды с медной поверхности.

Рисунок в правом нижнем углу основан на измерениях уровней коррозии в зависимости от времени и различных типов атмосферы.

*При замене медной кровли стоимость металла и металл, полученный в процессе восстановления меди из скрапа, возмещают большую часть стоимости нового покрытия крыши.*

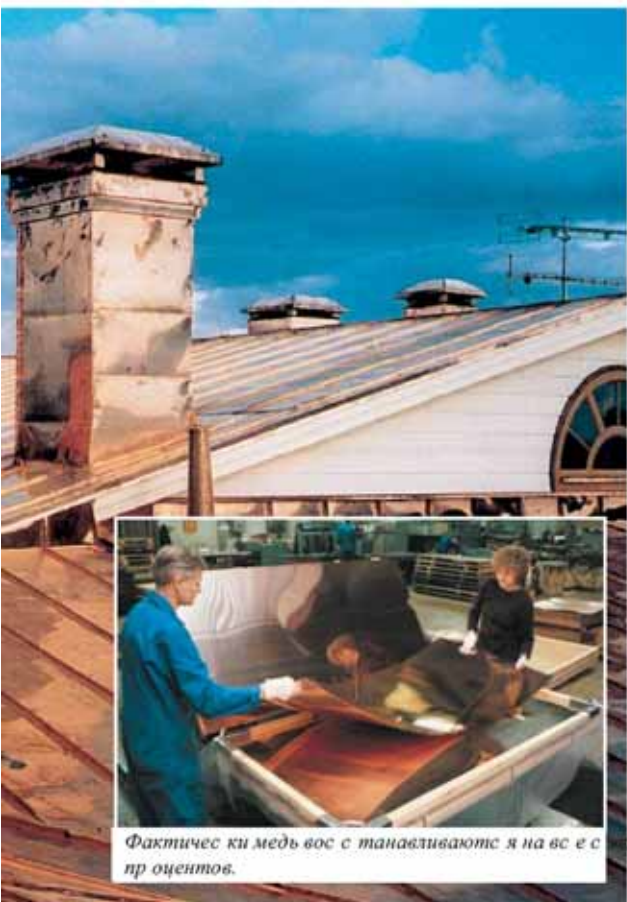


Интенсивность коррозии меди в Стокгольме



Области, где толщина покрытия уменьшалась (суммарная коррозия = оставшиеся и смытые водой продукты коррозии) как функция времени для различных типов климата.





Фактически медь воссоздают на все 100%.

Чистая медь – часть бесконечного цикла ее использования

Долговечная ценность металлической меди, которая следует из факта, что она является металлом, который может быть восстановлен и переплавлен столько раз, сколько необходимо, без потери его специфических металлических свойств, означает, что медь может быть восстановлена и многократно использована. С того времени, когда статуя Колосса Родосского разрушилась и её было невозможно восстановить, внешняя бронзовое покрытие статуи было многократно использовано, после переплавки, для других, новых целей.

В современном обществе требуются сложные методы обращения со всеми отходами, которые мы производим. Ценность металла и возможность использования простых процессов переработки меди с целью получения ее первоначального уровня качества подразумевают, что медь – это ведущий материал среди всех металлов, поступающих для переработки. В настоящее время, например, около 40% от общего потребления очищенной меди основано на утилизации скрапа. И эта цифра постоянно растет. Что же касается производства листовой меди, предназначенной для строительных целей, – такая медь известна как листовая строительный материал – то цифра восстановления такой меди теперь составляет почти 100%.

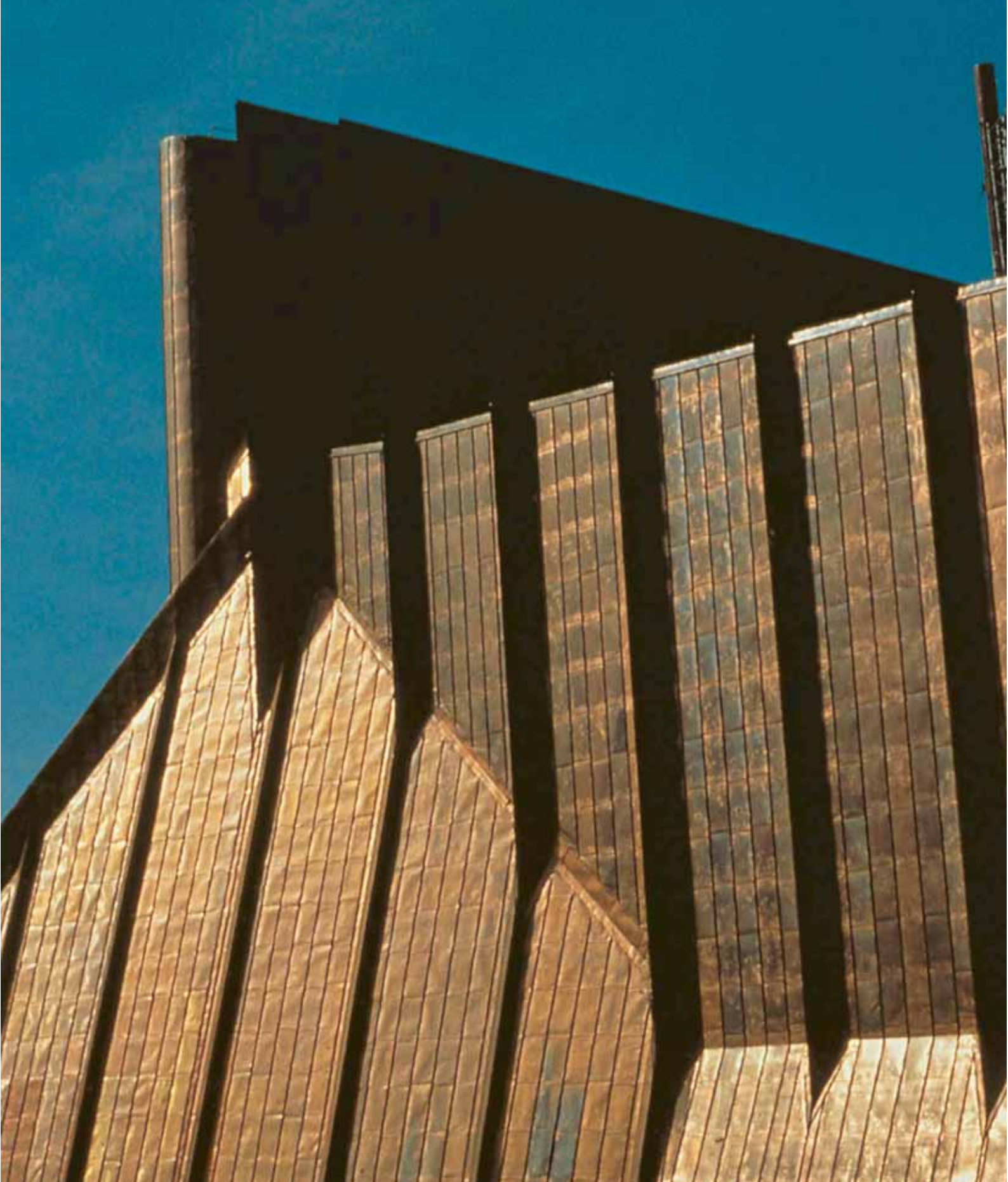
**Энергосберегающие свойства как при первом, так и при повторном использовании**

С точки зрения долговечности применения, использование долговечных материалов и забота о сохранении ресурсов нашей земли – это первоочередные вопросы, решаемые в наше время. Природные ресурсы не беспредельны: как раз наоборот, они ограничены и не должны быть, поэтому, полностью исчерпаны. Ресурсы нашей земли предоставлены нам только как заем.

Сэтой точки зрения, медь, кажется, представляет хорошо обдуманый выбор материала. Это – подлинный и естественный материал, он стабилен и никогда не обременяет общество затратами на сбор отходов или закапывание мусора. Вместо этого медь всегда может быть восстановлена и многократно использована снова и снова в процессе восстановления, который характеризуется очень низким энергопотреблением. Средняя затрата электроэнергии на производство одной тонны меди из руды составляет 30 МВт·ч. Производство такого же количества меди из скрапа требует только 3 МВт·ч электроэнергии.

Даже использование изделий, изготовленных из меди, означает своего рода непосредственное сохранение электроэнергии. Это связано с рентабельными свойствами такого материала, а именно высокими проводимостью и прочностью, и, кроме того, такими дополнительными факторами, как продолжительный срок службы и отсутствие необходимости в обслуживании.





# ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

## ФОРМУЕМЫЕ ТОВАРЫ

## Плоские медные листы/полосы

Плоские медные листы и медные полосы для применения в промышленности и строительстве изготавливаются из раскисленной фосфором меди различных сортов: отожженной меди, меди средней твердости и твердой меди. Содержание меди в этих изделиях – не менее 99,90%.

Стандарты качества для плоской меди, применяемой в строительстве, в Европе должны отвечать требованиям Европейского стандарта EN 1172. Материал, разработанный концерном Оутокюмпу, превышает по своим характеристикам требования этого стандарта и имеет специально оптимизированные свойства для архитектурных целей.

Работы по сращиванию листов между собой в традиционной системе кровельного покрытия медью обычно выполняются с применением меди средней твердости.

При воздействии погодных условий на новые медные листы первоначальный красный цвет меди изменяется на темно-коричневый. Это характерное изменение цвета меди и скорость, с которой такое изменение происходит, зависит от климата и концентрации сернистых веществ в воздухе в конкретной местности. Обычно медь становится все более и более темно-коричневой в течение первых лет, и после этого ее цвет приобретает зеленый оттенок – известная светло-зеленая патина, которая так типична для меди.

Плоский медный лист имеет очень хорошую стойкость против всех типов атмосферных условий. Атмосферная коррозия настолько мала, что её можно не принимать во внимание по сравнению с ожидаемым сроком эксплуатации или функционирования крыши. Должным образом установленная медная кровля толщиной 0,6 мм будет, при нормальных условиях эксплуатации, служить несколько сотен лет.

Листовая и полосовая медь поставляется стандартных размеров, указанных на странице 53 (Стандарты и габариты).



## Nordic Brown

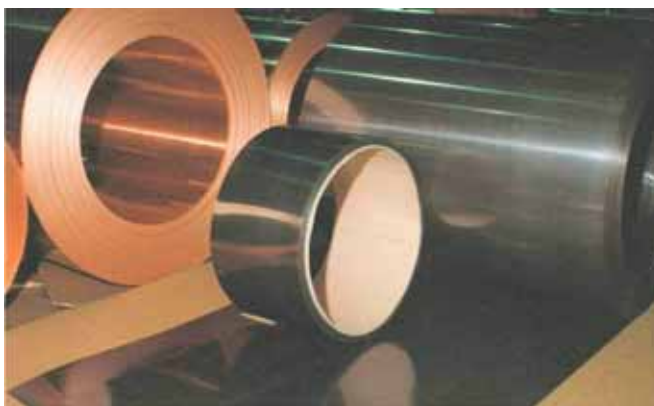
Основной материал, используемый для заводского производства окисленной меди типа Nordic Brown, представляет медь, изготавливаемую в соответствии с принципами, описанными на странице 139. Медь Nordic Brown может быть отожженной или средней твердости, изготовленной из меди DHP. После холодной прокатки лист пропускается через химическую ванну, придающую ему темно-коричневую окисленную поверхность с обеих сторон.

Nordic Brown – это стандарт качества для меди, поставляемой с полученной на заводе окисленной коричневой поверхностью с обеих сторон. Эстетическая особенность такой меди достигается естественным путем после воздействия погодных условий на открытом воздухе в течение нескольких лет. Цвет и окончательный вид коричневой окисленной пленки Nordic Brown соответствуют естественным. Незначительные цветовые вариации могут возникать на поверхности, но вскоре пропадают вследствие воздействия погодных условий. Через некоторое время, зависящее от климатических условий в конкретном месте, коричневый оттенок медленно изменится на зеленый, так как образуется постоянная светло-зеленая патина.

Изделие Nordic Brown укладывается на крыше так же, как и обычная кровельная медь. Следует, однако, отметить, что окисленная поверхность может получить царапины или повреждения при грубом обращении с ней. Сварка и пайка могут вызвать цветовые изменения в материале вследствие высокотемпературного окисления. Повреждение окисленной поверхности может быть устранено на рабочем месте путем применения химического окисления.

Nordic Brown – это медь, предназначенная, главным образом, для покрытия крыш и наружной облицовки стен, окон, дверей, а также для декоративных целей. Изделие предоставляет возможности для творческого конструирования и имеет множество преимуществ при проведении ремонтов и дополнительной укладки на покрытых медью поверхностях, которые уже были окислены. Материал Nordic Brown, без дополнительной обработки, непосредственно пригоден для нанесения зеленой патины, с использованием метода Nordic Green (см. страницы 42–43).

Изделие Nordic Brown может быть поставлено в виде листов или полос, с толщиной в пределах от 0,2 до 1,5 мм, и стандартных размеров, указанных на странице 53 (Стандарты и габариты).



Медные изделия Nordic Brown, готовые к поставке.



Внешняя облицовка стен медными изделиями Nordic Brown. Многоквартирный дом. Инсбрукский университет, Австрия.

## Nordic Green PLUS – патинированная медь.

Nordic Green PLUS – это естественная патина как по цвету, так и по составу. Этот материал можно использовать и при возведении сугубо современных строительных объектов и при реконструкции старых зданий, на медных элементах которых уже успела образоваться патина.

Nordic Green PLUS отличается специфическим зеленым цветом, характерным для меди, покрытой патиной. Патина, созданная на производстве, ни в коей мере не препятствует естественному образованию патины, процесс формирования которой продолжается своим чередом на протяжении ряда лет.

Цвет Nordic Green PLUS несколько изменяется с течением времени и соответствует этапам изменения цвета, характерным для старой меди. Постепенно естественно образующаяся патина формирует на поверхности те оттенки цвета, которые характерны для конкретной климатической зоны.

Препатинированный материал не требует серьезной обработки. Мелкие царапины выравниваются сами собой. Слой патины зреет, развивается и упрочняется постоянно, образуя, в конце концов, прочную поверхность.

Препатинованная медь поставляется как в пластинах, так и в виде ленты с поверхностями двух разных видов.

Дополнительная информация по Nordic Green PLUS на страницах 139 –140.



*Гостиница Кларион, Ставангер, Норвегия.*



Университетская библиотека, Варшава, Польша



Рынок Чой-Йен в Гонконге



Дом отдыха в архипелаге Стокгольм, Швеция



Вилла в Голландии



Местечко Элфорт-Роуд, Хайбери, Лондон

## Nordic Quick Торговая марка Нордик Квик.

Nordic Quick – это предварительно изготовленная на заводе система, легкая в обращении и удобная для кровельных работ и для облицовки стен. Система произведена из сплошной DHP-меди, имеющей марку средней твердости. Отдельные элементы с размерами 530 x 530 мм стандартизированы и изготовлены на специальной линии, где материал формуются с получением окончательной формы. Уникальная запатентованная конструкция дополняет любой архитектурный тип и не требует никаких специальных знаний по установке, инструментов или материалов. Изделие Nordic Quick предназначено для укладки поверх сплошных подложек с нижним слоем в виде битумных мембран, на крышах и стенах с углом ската 14 градусов (1:4) и больше. Установка системы может начинаться в любом месте вдоль конька и продолжаться вниз. Каждый элемент закрепляется на подложке тремя винтами. Изделие Nordic Quick может быть поставлено в плоском или изогнутом виде. Оно может быть поставлено заказчику с покрытием Nordic Brown (предварительно окисленная медь) и Nordic Green (медь с зеленой патиной).



*Изогнутая форма изделия Nordic Quick*



*Плоская поверхность изделия Nordic Quick\**





## Nordic Composite Торговая марка Нордик Композит.

*Компоненты дождевого экрана из материала Nordic Composite , установленные на ипподроме Бирмингеме, Англия.*

Nordic Composite – это медная композитная панель, состоящая из термопластичного сердечника из полиэтилена средней плотности, зажатой между двумя медными листами толщиной 0,5 мм. Панели представляют идеальный материал для наружной облицовки. Система изготавливается на основе непрерывного процесса ламинирования с использованием сплошной DHP-меди марки средней твердости.

Nordic Composite легко изгибается и формируется с получением всех видов художественного дизайна.

Кроме того, изделие является легким, прочным и невероятно плоским; большие кассеты могут быть легко произведены с превосходной степенью плоскостности и очень жесткой конструкцией.

Метод обработки: для изготовления панели могут применяться обычная обработка меди и обычные инструменты деревообработки. Легко выполняются распиловка, маршрутизация, обрезка ножницами, пробивка. Аккуратное искривление и более плотный изгиб могут быть легко произведены вручную или механически. Стандартные размеры панели: толщина 4 мм, ширина до 1 000 мм, длина до 4 500 мм.

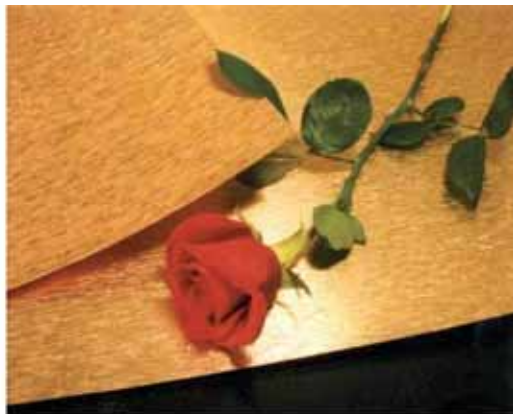
Nordic Composite поставляется с одной стороной в виде яркой меди и с другой стороной в виде предварительно окисленной меди Nordic Brown .

## Nordic Decor Торговая марка Нордик Декор.

Nordic Decor – это медь со структурно прокатанной поверхностью, разработанная для декоративных целей внутри помещений и на открытом воздухе. Этот вид меди может быть обработан способом Nordic Brown, что придает ей темную окисленную поверхность, или способом Nordic Green, чтобы получить патинированную поверхность.

При нахождении на открытом воздухе окислительный процесс (патины) развивается таким же образом, как и на обычной меди, то есть от коричневого до темно-коричневого цвета патинированной поверхности. В случае внутреннего использования медный лист может оставаться необработанным либо быть покрытым лаком или воском, чтобы сохранить его первоначальный красный цвет меди.

Для получения подробной информации по стандартам и габаритам см. страницу 53.



## Латунь

Латунь, то есть медь с добавлением цинка, является, безусловно, самым распространенным медным сплавом. Существуют множество вариаций содержания меди. Одним из важных типов латуни является альфа-латунь, с содержанием цинка до 37%. Прочность альфа-латуни увеличивается с увеличением содержания цинка в ней.

Одна из причин выбора латуни вместо меди – ее повышенный предел прочности на разрыв. Другими причинами могут быть определенные требования к цвету, коррозионной стойкости и, в некоторой степени, возможность получения различных форм. Цвет латуни изменяется от красного до желтого.

Формуемость латуни весьма высока у всего диапазона составов и наилучшая при содержании в ней цинка порядка 30%. Структура сплава, фаза альфа-бета, получается при содержании цинка в такой латуни в пределах от 38% до 45%. При содержании цинка, превышающем 45%, структура включает только фазу бета. Фаза бета плохо поддается холодной штамповке, но зато высокие свойства формоизменения в горячем состоянии.

Большие количества латуни сегодня используются при строительстве зданий, главным образом, вследствие общепризнанной коррозионной стойкости сплава и возможности его применения в области сложного художественного оформления. Латунь высоко ценится для отделки интерьеров вследствие ее красивого желто-золотистого цвета с матовой или полированной окончательной отделкой поверхности.

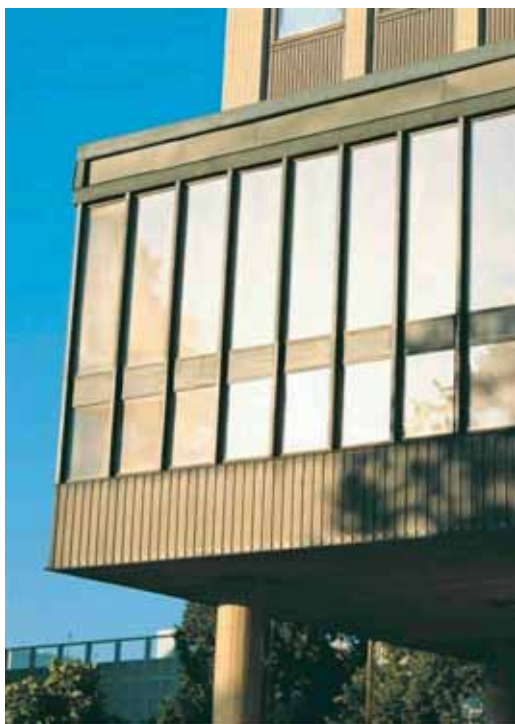
Обычный медный сплав для листовых и полосовых изделий, предназначенных для внутренних применений, состоит из 65% меди и 35% цинка (альфа-латунь). Изделия, изготовленные из этого сплава, очень легко формуются в холодном состоянии и легко поддаются пайке. Этот сплав пригоден для внутренних потолочных и стеновых сборных панелей, художественного оформления, применения в качестве фурнитуры в мебели, фиттингов и арматуры для ванной, фальцевых деталей, латунных изделий и т.п.

*Латунь – используется для внутренней отделки*

## Томпак/архитектурная бронза

Медный сплав с названием Томпак имеет содержание меди 80% и больше, остальное приходится на цинк. Медь + цинк = латунь. Томпак – старый термин для латуни с высоким медным содержанием. Это материал, который в течение столетий применялся для декоративных целей, в строительстве и в конструкциях, где представляют ценность высокая коррозионная стойкость сплава и его декоративные свойства.

Томпак используется для наружных и внутренних стеновых панелей и для различного внутреннего крепежа. Возможность создания различных форм очень высокая. Материал не требует никакого технического обслуживания и его золотисто-желтый цвет, когда он новый под действием погодных условий он превращается в красивый бронзово – коричневый сплав, который в течение многих лет вдохновлял архитекторов и проектировщиков на строительство многих прекрасных зданий.



Профилированные медные элементы

## Профилированные медные листы/полосы

Основной материал, используемый для производства профилированных медных элементов, это – DHP-медь, обычно в виде плоских листов или полос средней твердости. Лист изготавливается в соответствии со стандартом EN 1172. После холодной прокатки, регулирование ширины, выравнивания и обрезки по размеру лист готов для поставки изготовителям конечных изделий.

Профилирование обычно проводится независимыми изготовителями такими как механические цеха, оптовые продавцы металла и т.п.

Ширина и длина секций зависят от производственных возможностей отдельных изготовителей. Профили изготавливаются путем кромоного формования или профилировки листового материала на роликовой листостигбочной машине.

Для профилированной листовой меди не существует никакой стандартной номенклатуры изделий и никаких стандартов и габаритов. Обычно это – изделие, изготавливаемое с размерами, заданными в специальном заказе и по детализированному соглашению по техническим данным, заключенному между покупателем и продавцом.

Профилированные медные элементы доступны также с использованием покрытия Nordic Brown .



Кассеты, изготовленные из томпака/архитектурной бронзы. Хельсинки, Финляндия.



## Предварительно отделанные медные кассеты

Основной материал для производства панелей с предварительно отделанной поверхностью – это лист из меди DHP. Такой лист обычно имеет марку средней твердости и производится в соответствии со стандартом EN 1172. Последующие холодная прокатка, регулирование ширины, выравнивание и обрезка по размеру позволяют подготовить такие листовые материалы к поставке изготовителям конечных изделий.

Производство предварительно отделанных панелей включает загибание (фальцовку) или штамповку/чеканку листа. Первый метод был, в течение многих лет, единственным на рынке. Теперь же, когда технология производства и инструментальные средства для штамповки/чеканки значительно усовершенствовались, все более и более используется последний метод.

Предварительно отделанные панели могут быть изготовлены из более тонких листов методом штамповки, чем при способе изготовления методом загибания кромок листа. Штамповка предоставляет также большие возможности при изготовлении профилей и конструкций. Штампованные конструкции и усиливающие ребра увеличивают прочность панели, которая может быть достигнута также путем усиления в результате применения более прочного материала. Предварительно отделанные панели могут быть оснащены изолирующим материалом или выполнены в виде многослойной конструкции.

Твердость и толщина листового материала определяют максимальный размер плоской листовой, предварительно отделанной, панели. Неправильно установленные размеры могут в процессе длительной работы привести к таким проблемам, как выгучивание и вдавливание листа.

Очень тонкие плоские листы из меди иногда называют предварительно отделанными панелями. Прочность таких пластин может быть увеличена путем ламинирования твердой подложке.

Предварительно отделанная медь доступна также в виде изделий Nordic Brown .

*Установка медных кассет.*

## Медные панели

Основной материал, используемый для производства медных панелей, – это лист из меди DHP. Лист обычно имеет марку средней твердости и производится в соответствии со стандартом EN 1172. Последующие холодная прокатка, регулирование ширины, выравнивание и обрезка по размеру позволяют подготовить такие листовые материалы к поставке изготовителям конечных изделий.

Панели выглядят как гибрид профилированного листа и предварительно отделанных панелей. Характеристика этих панелей – их формат полосы. Например, выпускаются полосы шириной 100–300 мм и длиной 2700–4000 мм.

Панели изготавливаются путем накатки, загибания края или, в некоторых случаях, путем штамповки. Толщина панели обычно составляет 0,6–1,0 мм, в зависимости от конструкции и технологического процесса. Панели могут быть ламинированы на твердой подложке, что приводит, тем самым, к более высокой жесткости изделий.

Медные панели доступны также в виде изделий Nordic Brown .



*Медные панели.  
Административное здание в  
Стокгольме, Швеция.*



# СТАНДАРТЫ ГАБАРИТЫ

*Административное здание в Швеции.*

## EMAS - Меры по охране и рациональному использованию окружающей среды и система аудита.

Система охраны и рационального использования окружающей среды, применяемая в концерне Оутокумпу в Пори, соответствует правилам EMAS, действующим в странах Европейского Сообщества.

## Система управления качеством

Система обеспечения качества в компании Оутокумпу Порикоппер Оутокумпу соответствует требованиям стандарта EN 29 002 (ISO 9002) и сертифицирована компанией BSI Quality Assurance, начиная с 1986 года (регистрационный номер FM 918).

В настоящее время осуществляется переход к применению стандарта ISO 9001:2000, который будет закончен к июлю 2003 года.



## Идентификация и прослеживаемость изделия:

Слитки-заготовки, приходящие из литейного цеха, помечаются различными цветами и нашими собственными маркировками сплава концерна Оутокумпу. Эти маркировки можно найти в базе данных Каталога сплавов Оутокумпу (Примечания). В дополнение к коду сплава имеется наклейка со штрих-кодом на слитках со следующими данными:

- номер отливки
- габариты слитка
- код слитка
- сплав
- вес

Штриховой код наклейки содержит все вышеупомянутые данные.

## Идентификация изделия в производстве

На любой стадии производства, после окончания каждой операции распечатывается наклейка, которая приклеивается к изделию со следующими данными:

- рабочий номер и код изделия
- сплав
- толщина в миллиметрах
- ширина в миллиметрах
- номер рулона
- следующая операция

Прослеживаемость изделий в процессе производства организована следующим образом: Номер отливки каждого слитка заменяется номером рулона перед горячей прокаткой. Такая замена производится системой управления металлопрокатного цеха. Указанный номер рулона сопровождает изделие (рулоны или лист) в течение всего технологического процесса. Эта система управления обеспечивает впоследствии контроль или сопровождение процесса на всех стадиях.



## Свойства материала

В соответствии со стандартом DIN EN 1172 (Металлические листы и полосы в строительстве), в строительном деле может быть использована только медь, имеющая обозначение Cu-DHP. Это - бескислородная, раскисленная добавкой фосфора медь, имеющая чистоту 99,9%, или сплав CuZn 0,5, материал с небольшой добавкой цинка. Эти виды меди легко профилируются, имеют высокое удлинение при разрыве и пригодны для сварки и пайки твердым и мягким припоем.

Приведенные ниже таблицы указывают значения, касающиеся степени твердости и размеров медных листов и полос, предназначенных для применения в строительстве в соответствии со стандартом EN 1172 (Европейский стандарт, распространяющийся на листовые и полосовые материалы в строительстве).

## Общие сведения:

Листы и полосы могут быть разделены по толщине на пять различных групп, которые отличаются друг от друга по толщине:

- Диапазон значений толщины 0,4 - 1,50 мм, < 0,4 мм только для изделий с высокой твердостью
- 1,51 - 5,00 мм
- 5,01 - 9,00 мм
- 9,01 - 25,00 мм
- 25,01 - 100,00 мм

## Состояние поверхности прокатанных изделий Оутокумпу.

Необходимое качество обработки поверхности (шероховатость) изделий достигается на заключительной стадии холодной прокатки. Шероховатость валков и тип используемого масла (или эмульсии) имеет большую важность. Путем обработки материала после заключительной холодной прокатки можно получить специальные свойства этого материала (смоченная поверхность, сухая поверхность, поверхность, отделанная щеткой и т. д.).

Механические свойства

Стандарт EN 1172

Материал Обозн.	Материал Номер		R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>		R <sub>0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>		A <sub>50mm</sub> %	HV		
			мин.	макс.	мин.	макс.		мин.	макс.	
Cu-DHP CuZn0,5	CW024A	R220	220	260	-	140	33	-	-	отожженный
		H040	-	-	-	-	-	40	65	отожженный
	CW119C	R240	240	300	180	-	8	-	-	средняя твердость
		H065	-	-	-	-	-	65	95	средняя твердость
		R290	290	-	250	-	-	-	-	полная твердость
		H090	-	-	-	-	-	90	-	полная твердость

Габариты, допуски и масса на единицу длины

Стандарт EN 1172

толщина	Номинальные размеры, мм			Допуски, мм			Масса на единицу длины <sup>1)</sup> при ширине 100 мм приблизительно
	Ширина	предпоч- тительная длина листа	внутренний диаметр рулона для полосы	толщина	ширина	длина листа	
0.5	до (включительно) 1250	2000 или 3000	300, 400, 500 или 600	± 0.02	+2 0	+10 0	0.445
0.6							0.534
0.7							0.623
0.8							0.712
1							0.890

<sup>1)</sup> Рассчитано для плотности 8,9 г/см<sup>3</sup>



KIRJASTO ON  
SULJETTU

# ТЕХНОЛОГИЯ

*Библиотека в Тампере,  
Финляндия*

## Всепогодное укрытие здания

### Внешние воздействия

#### Дождь

Крыши и наружные стены подвергаются большим нагрузкам, когда идет дождь. Разгерметизированные места в гидроизолирующих накладках позволяют дождевой воде легко проникать в кровельное покрытие/стены и стекать в нижележащие области. Карниз, коньки крыш, отливы (фартуки) и соединения с более высокими стенами – все это особенно восприимчивые области, так как, разумеется, все они имеют отверстия или свесы крыши.

Дождь наиболее опасен в комбинации с сильным ветром и когда он действует под углом к зданию. При сильном ветре дождь может задуваться под внешнюю крышу – даже в случае крыш с большим углом наклона – и находить путь в полости крыши через соединения и детали.

Когда скорость ветра превышает скорость падения дождевых капель, вертикальные поверхности могут подвергаться большему воздействию дождя, чем горизонтальные поверхности. Таким образом, суммарное воздействие дождя на материал зависит и от интенсивности осадков и от скорости ветра. Самые большие количества капель дождя попадают на карнизы и углы крыш. Фасадная часть фронтона также больше подвержена воздействию дождя, чем длинные фасады. Длинный свес крыши может обеспечить эффективную защиту нижерасположенных фасадов.

Умело сконструированные крыши и наружные стены необходимы для выдерживания нагрузок, вызванных сильным дождем. Если крыша должна обеспечить эффективную защиту от дождя, то важно, чтобы системы дренажа крыши, включая водосточные желоба и трубы, были правильно разработаны и имели необходимые размеры, и чтобы были правильно размещены водосточные колодцы и водосливы. Неправильно размещенные водосточные колодцы в случае крыш с малым наклоном – обычная причина застойной воды.

В случае внутреннего дренажа крыши важно разместить переливные трубы в местах, где существует опасность блокировки потока в водосточных трубах. Необходимо обеспечить, чтобы эти водосливы могли пропускать трехкратный объем прогнозируемого потока воды.

В местах, где крыша соединена с более высокой наружной стеной, необходимо учитывать полное количество воды, которая может собираться здесь и, следовательно, воздействовать на крышу в случае проливного дождя.

#### Снег

Снег на крыше может создавать главные нагрузки на конструкцию крыши. Поскольку он гигроскопичен (то есть поглощает влагу), его плотность во время таяния почти такая же, что и плотность воды. Занесенные снегом области могут создавать концентрированные нагрузки, которые должны быть учтены при проектировании несущих конструкций.

Объем снега, который предположительно может воздействовать на крышу, зависит, конечно, от местоположения здания (и географического и в местном масштабе). При этом центральным вопросом является также выбор кровельного материала (трение) и конструкции крыши. Было установлено, что крыши с наклоном 20 – 30° обычно собирают больше снега, чем крыши с более крутыми или менее крутыми откосами.

Легко понять, почему снег не удерживается на крутой крыше по сравнению с плоской крышей. Но даже крыши с углом наклона менее 20 – 30° обычно собирают меньше снега, чем крыши с наклоном 20 – 30°. Причина этого в том, что в случае крыш с малым наклоном снежный покров уменьшается даже при слабых порывах ветра (конечно, противодействующими этому факторами являются острые коньки крыш, структуры или другие конкретные секции, где легко могут формироваться снежные карманы). С другой стороны, в случае круто спадающих крыш часто имеется подветренная сторона, где снег может оседать и накапливаться. Это означает, что при проектировании крыши следует учитывать и изменяющиеся и сосредоточенные нагрузки.

Хлопья снега падают медленнее, чем дождевые капли, так что они могут оставаться висящими в воздухе в течение продолжительного времени и перемещаться вверх и вниз воздушными потоками. Таким образом, свежий снег может проникать в здание через места, которые кажутся хорошо защищенными, а именно через проемы, вентиляционные трубы, щели и неуплотненные места.

Когда снег тает, он может начать соскальзывать и повредить колпаки над дымовыми трубами, отливы труб, систему водосточных желобов, и т.п. Ограждения от снега и устройства для предотвращения соскальзывания снега могут предотвратить такое повреждение, а также не допустить падение снега с крыши. Установка таких средств защиты от снега связаны с учетом больших нагрузок и должны быть спроектированы в соответствии с такими нагрузками.

### *Лед на крыше*

Лед и сосульки могут образовываться как на крутых, так и на пологих крышах. Когда снег тает, а погодные условия изменяются, застойная вода на крыше формирует лед. Куски льда, размер которых постепенно уменьшается с повышением температуры, легко растрескиваются из-за высокого коэффициента температурного расширения льда. Если лед заморожен на атмосферозащитном слое, перемещения трещин могут привести к повреждению кровельного материала - что невозможно, если используются металлические кровли.

### *Сосульки на карнизах*

При таянии снега на карнизе обычно образуются сосульки, которые могут создавать влажность по всей длине карниза, так и расположенного ниже фасада. Блоки льда могут формироваться в водосточных желобах и трубах, что приведет к остановке потока воды с крыши.

Если в водосточных желобах и трубах образуется лед, можно использовать греющий электрокабель, чтобы расплавить его. Однако важно выяснить, почему формируется лед, прежде чем осуществлять какой-либо вид противодействия этому.

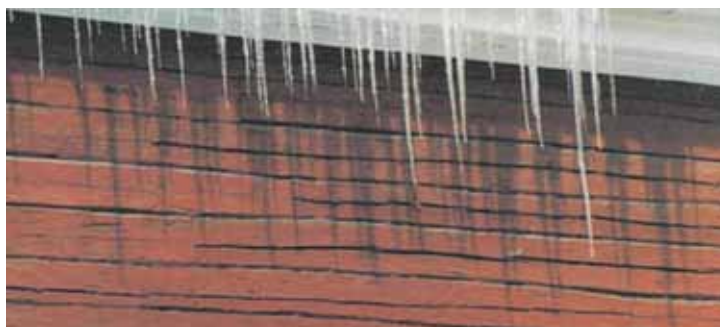
Сосульки из-за внутреннего рассеяния тепла формируются первоначально тогда, когда снежный покров на крыше становится настолько толстым, что образуется изоляционный слой. Температура плавления льда передается снегу, который начинает медленно таять. Причины такой протечки тепла включают плохую изоляцию, недостаточную вентиляцию или, попросту, неуплотненные места, которые позволяют теплу воздуху просачиваться из здания.

Системы дренажа крыши, теплоизоляции карнизов и крыш и вентиляционные установки должны быть установлены как можно аккуратнее, чтобы предотвратить все виды формирования льда.

### *Рекомендация по дренажу крыши*

- крутые, холодные крыши могут иметь внешние холодные водосточные воронки
- теплые крыши, плоские крыши и т.п. должны иметь теплые водосточные воронки
- плоские крыши - и теплые и холодные - должны иметь теплые водосточные воронки

Однако не всегда просто определить точную границу между крышами, которые могут рассматриваться как "холодные", и крышами, которые можно считать "теплыми". Требуется точный расчет в каждом отдельном случае, чтобы оценить, подходящим образом, какое решение является лучшим с точки зрения влажности.



*Сосульки на карнизах указывают, что тепло просачивается из дома.*



*Образование льда на карнизах может быть предотвращено в некоторой степени путем применения греющего электрокабеля. Однако важно сразу спроектировать крышу так, чтобы предотвращалось образование льда.*

### *Град*

Чисто гипотетически, сильные ливни могут, конечно, привести к повреждению медных листов кровли. Однако обычно град никогда не создает серьезных проблем. Кроме того, одинаково невозможно пытаться предсказать или оценить степень этого риска или учесть его при выборе материалов и проектировании крыш или фасадов.

### *Ветер*

Ветровые нагрузки – самые сильные и чаще всего самые вредные факторы, которые воздействуют на крыши и фасады. Требуется глубокое знание ветровых нагрузок, чтобы можно было правильно оценить допустимые размеры кровельного покрытия и облицовки фасада.

Ветер, действующий на здание, создает положительное давление на наветренной стороне и отрицательное давление на других сторонах здания. Если удары ветра приходят непосредственно на здание, самое сильное положительное давление ветра создается в центре наветренной стороны и уменьшается в направлении к углам здания. На подветренной стороне, наибольшее отрицательное давление возникает в углах и верхней секции фасада. На распределение давления влияют также направление ветра, турбулентность, геометрическая конструкция здания и топография окружающей местности.

### *Молния*

Не имеется никакого дополнительного риска удара молнией, если кровля и облицовка стен изготовлены из металла в противоположность любому другому материалу. В действительности, все будет как раз наоборот: способность металла проводить электричество используется в системах защиты зданий от молнии. Имеются доступные

четкие правила и инструкции относительно того, как металл следует использовать в кровле и для систем проведения электричества в землю. Удары молнии могут обжечь металл. Если разряд молнии приходится на металлический проводник, теплообмен может быть достаточно большим, чтобы металл расплавился. В случае тонкого защитного покрытия из металла в месте удара могут формироваться прожженные отверстия. Профилированные медные элементы могут быть использованы в качестве кровельного проводника и системы защиты от молнии. Такие медные элементы на стенах могут соответственно действовать как вертикальный молниеотвод. Рекомендуемое расстояние между крышей и землей – когда вертикальный молниеотвод связан с проводом заземления – не должно превышать 20 м, а толщина листа должна быть не менее 0,6 мм. Листовое покрытие фасада может быть также использовано как система защиты от молнии и кровельный проводник. Фальцевые соединения действуют как защитные средства, и опыт показал, что в этих соединениях (швах) наблюдается весьма малая искровая эмиссия.

### *Температура*

Крыши и фасады подвержены большим колебаниям температуры, которые, в свою очередь, вызывают увеличение нагрузки и перемещений в материале. Главным образом крыша, но также и фасад, должны быть спроектированы с учетом того обстоятельства, что колебания температуры могут происходить между наружной поверхностью и глубинными структурами. Факторы, которые влияют на материал, включают температуру воздуха, интенсивность солнечного излучения, скорость ветра, теплоемкость и тепловое сопротивление материала, а также способность поверхности поглощать и рассеивать тепло.

### Загрязнение

Вещества – главным образом загрязняющие вещества – находящиеся в воздухе и воде (осадки), воздействуют на материалы кровли и фасада различными способами. Металлы могут разрушаться, корродировать или каким-либо иным образом растворяться и выщелачиваться, например, диоксидом серы, хлоридами и сульфатами.

Гуано, смесь накопившейся влажной грязи и водорослей, может вызвать повреждение металла.

Деление коррозионной активности на классы используется для того, чтобы классифицировать воздействия различных климатических факторов, включая частоту возникновения коррозии.

Классы атмосферной коррозионной активности обозначаются выражениями C1, C2, C3, C4, C5-I и C5-M. Дополнительная буква I в классе C5

введена для "промышленной среды", а буква M – для "морской среды". Следующая таблица содержит такие примеры сред, которые считаются типичными для каждого соответствующего класса коррозионной активности.

Вообще, классы C2 – C5 наиболее важны для кровельных покрытий и облицовок стен. Стоит отметить, что разделение коррозионной активности на классы введено, главным образом, для того, чтобы оценить потребность в защите от коррозии стальных конструкций; но такое разделение используется также как основа для выбора средства защиты от коррозии листового

Классы коррозионной активности в соответствии со стандартом SS-EN ISO 12944-2

Класс коррозионной активности	Коррозионная активность среды	Примеры типичных сред в умеренных климатических зонах (для сведения)	
		Вне помещений	Внутри помещений
C1	Очень низкая		Нагретые области с сухим воздухом и незначительным количеством загрязнений, например, офисы, цеха, школы и гостиницы.
C2	Низкая	Атмосфера, содержащая небольшое атмосферное загрязнение. Сельские районы.	Не отапливаемые области с переменной температурой и влажностью. Низкая интенсивность конденсации и малое атмосферное загрязнение, например, спортивные центры, хранилища, и т.д.
C3	Умеренная	Атмосфера, содержащая некоторое количество соли, или умеренное атмосферное загрязнение. Городские зоны и небольшие промышленные территории, а также области с некоторым влиянием морской атмосферы.	Области с умеренной влажностью и умеренным атмосферным загрязнением вследствие действия технологических процессов, например, пивоваренные заводы, маслобойни, средства сухой чистки, и т.п.
C4	Высокая	Атмосфера, содержащая умеренные количества соли, или заметное атмосферное загрязнение. Промышленные или прибрежные области.	Области с высокой влажностью и заметным атмосферным загрязнением, вызванным действием технологических процессов, например, в химической промышленности, в плавательных бассейнах и на верфях.
C5-I	Очень высокая (промышленная среда)	Промышленные зоны с высокой влажностью воздуха и агрессивной атмосферой.	Области с почти постоянной конденсацией и большой степенью атмосферного загрязнения.
C5-M	Очень высокая (морская среда)	Прибрежные и оффшорные зоны с большим количеством соли в атмосфере	Области с почти постоянной конденсацией и большой степенью атмосферного загрязнения.



*Лучший способ предотвращения повреждения вследствие ходьбы и проведения работ на крыше заключается в том, чтобы создать закрепленные пешеходные дорожки.*

### *Обратная диффузия*

Обратная диффузия (рассеяние) пара в наружных стенах представляет проблему, которая была замечена во внешних стенках облегченной (колодезной) кирпичной кладки, на которые сначала подействовал сильный, проливной, дождь и затем быстрый нагрев лучами солнца. Результат этого воздействия – аккумуляция влажности на внешней стороне паронепроницаемой кладки, которая может привести к повреждению стен из-за влажности и появления плесени в наружной стене.

Подобное явление возникает в крышах над катками, которые используются в течение лета. Колебания температуры в помещении катка и в крыше катка приводят к формированию конденсата, который оседает на противоположном уплотнении различными способами в зависимости от типа крыши, изоляции и конструкции деталей.

### *Очистка от снега*

Медные кровли должны быть идеально очищены от снега, для чего следует использовать деревянную совковую лопату, чтобы не повредить защитное медное покрытие. Лучший способ предотвращения повреждений кровли из-за ходьбы и проведения работ на крыше – это создание фиксированных проходов во время строительства крыши.

### *Повреждение и разрушение*

Необходимо использовать жесткую, "от стены до стены" опору под листовым покрытием кровли, чтобы предотвратить вдавливание или повреждение облицовки листового металла.

Что касается фасадов в открытых положениях, то можно сделать нижнюю секцию более устойчивой, используя основание, которое лучше выдерживает влияние внешних факторов, чем сам фасад.



### Внутренние воздействия

Как крыши, так и наружные стены могут быть подвержены действию влажности, которая поступает изнутри здания. Влажность в воздухе внутри помещения стремится стать такой же, что и влажность в наружном воздухе. Такой процесс выравнивания влажности может происходить или с помощью диффузии или конвекции. Диффузия вызывается различием между концентрацией пара на открытом воздухе и концентрацией пара в закрытом помещении. Конвекция вызывается различиями в атмосферном давлении и температуре.

### Диффузия

Влажность воздуха внутри помещений принимает форму пара, который производится внутренними воздействиями (например, во время мытья или принятия душа) и людьми (дыхание). Различия в концентрации пара в различных частях здания определяет направление перемещения пара. Диффузия (рассеяние) пара происходит от мест с более высокой концентрацией пара к местам с меньшей концентрацией пара.

Концентрация пара, обозначаемая буквой  $v$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ), – это мера количества водяного пара в воздухе. Она применяется также по отношению к воздуху, находящемуся в порах различных материалов.



Факторы, которые воздействуют на материал, включают температуру воздуха, интенсивность солнечного излучения, скорость ветра, теплоемкость и тепловое сопротивление поступившей воды.

Самое большое количество водяного пара, который воздух способен содержать при конкретной температуре, известно как концентрация насыщенного пара и обозначается буквой  $v_s$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

Концентрация насыщенного пара при различных температурах

Температура ( $^{\circ}\text{C}$ )	Концентрация насыщенного пара ( $\text{г}/\text{м}^3$ )
-20	0,89
-16	1,27
-12	1,80
-8	2,53
-4	3,52
0	4,86
4	6,36
8	8,28
12	10,67
16	13,63
20	17,28
22	19,41

Концентрация насыщенного пара,  $\text{г}/\text{м}^3$

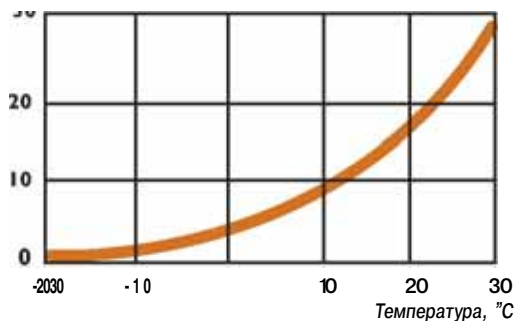


Таблица: Связь между концентрацией и температурой насыщенного пара

Показатель относительной влажности (RH) используется как выражение влажности воздуха в данный момент. RH – это отношение концентрации пара ( $v$ ) к концентрации насыщенного пара ( $V$ ) при конкретной температуре.

Вероятность возникновения влажности из-за конденсации может быть оценена на основе показателя RH и температуры.

Конденсация образуется, когда концентрация пара равна или выше концентрации насыщенного пара при конкретной температуре.

**Пример**

RH = 65% и температура = 20°C.

- сколько водяного пара находится в воздухе?
- при какой температуре существует риск образования конденсации?

Из таблицы (страница 61) можно видеть, что:  
 $v = 17,28 \text{ г/м}^3$   
 $RF = v/v \rightarrow \text{Отсюда } v = 65 \times 17,28/100 = 11,23 \text{ г/м}^3$

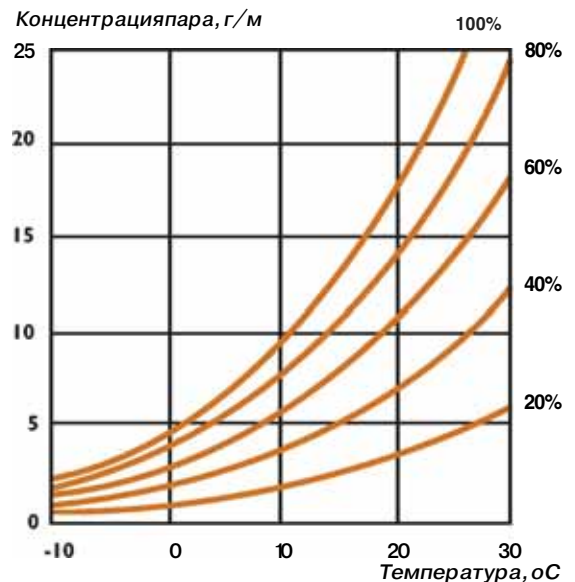
Используя совокупность статистических таблиц для концентраций насыщенности пара, можно показать, что возможность образования конденсации существует при температурах менее 12,8°C.

В наружном воздухе концентрация пара изменяется в течение всего года. Зимой она может составлять 2-4 г/м<sup>3</sup>. Летом, когда часто наблюдается испарение, концентрация пара может достигать 7-10 г/м<sup>3</sup>. Колебания температуры в течение всего года означают, что относительная влажность RH летом оказывается ниже, чем зимой. Можно оценить, что RH = 85% зимой и 70% летом.

Дополнительная влажность добавляется к влажности воздуха в помещении людьми, во время мытья, работы на кухне, принятия ванны и так далее. Количество дополнительной влажности в воздухе зависит от нашего поведения, нашего образа жизни и наших внутренних привычек, а также от средств вентиляции. При измерении различия в концентрации пара между наружным воздухом и воздухом в помещении это различие - то есть дополнительная влажность - составляет обычно примерно 2-4 г/м<sup>3</sup>.

Что касается крыш, конденсация может формироваться внутри конструкции или как поверхностная конденсация на внутренней части крыши. Так как она представляет различие между концентрациями пара, которое вызывает диффузию, то можно рассчитать, имеется ли вероятность формирования конденсации внутри конструкции покрытия. Направление диффузии в построенном здании - когда влажность в здании устранена - обычно соответствует направлению от внутренней части к внешней стороне здания.

Пар, выходящий через крышу, охлаждается и может приобретать температуру, при которой достигается концентрация насыщенного пара. Вода, которая осажается в этом случае, может приводить к проблемам, связанным с влажностью и плесенью.



**Рисунок:**  
 Связь между температурой, концентрацией пара и относительной влажностью.

Устойчивость материалов к перемещению водяного пара должна быть больше на внутри, чем снаружи внешней стороне, чтобы предотвратить вредную диффузию через крышу. Информация относительно устойчивости различных материалов к перемещению водяного пара может быть получена в сборнике статистических таблиц.

Ограниченное количество конденсата внутри наружной стены допустимо, при условии, что этот конденсат может быть отведен или дренирован, или если с влагой можно обращаться так, чтобы она испарялась при изменении соотношений температуры и влажности. Такой подход справедлив также для нижней стороны крыш.

Вероятность образования конденсата может быть проверена путем расчета распределения концентрации пара, через наружную стену.

#### Поверхностная конденсация

Конденсат на крышах может формироваться независимо от того обстоятельства, что и уплотняющие прокладки и воздухонепроницаемое уплотнение будут, насколько это возможно, герметичными. Причина этого в том, что поверхность может достигать температуры, которая меньше температуры насыщения окружающего воздуха. Температура и концентрация пара в воздухе - факторы, которые приводят к формированию поверхностной конденсации. Точка росы - это самая низкая температура, при которой влажный воздух может достигать насыщения и начинается осаждение влаги из воздуха в форме конденсата.

В некоторых случаях температура поверхности крыши может быть на  $10^{\circ}\text{C}$  ниже температуры воздуха. Если конденсация формируется в результате последовательности нескольких холодных ночей, это может, в конечном счете, привести к формированию толстого слоя льда. Когда погода становится более теплой и лед тает, вода может собираться на крыше, несмотря на то, что крыша явно не имеет дефектов и находится в исправном состоянии.

Поверхностная конденсация на внутренней части крыши также может формироваться, когда имеется снег на крыше и при этом установилась теплая погода вне здания (температуры более чем  $0^{\circ}\text{C}$ ).

Проблемы с поверхностной конденсацией происходят чаще всего тогда когда под листовой кровлей нет прослойки для отвода воды.

Деревянные панели могут временно поглощать некоторое количество влаги, но не более, чем они могут испарить, когда концентрация пара в воздухе уменьшится.

Критерий предотвращения поверхностной конденсации на внутренней части крыши выражается математически следующим образом:

$$T > T_{>at}$$

где  $T_s$  = атмосферная температура, и  $T_{>at}$  = точка росы для конкретного влажного воздуха в помещении.

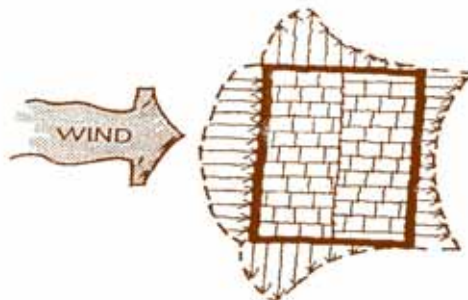
#### Конвекция

Концентрация пара может перемещаться в результате перемещения воздуха - то есть конвекцией - а также диффузией. Диффузия и конвекция могут привести к повреждениям материала.

Конвекция вызывается различиями в атмосферном давлении, которые возникают из-за колебаний температуры, действия ветра и вентиляционных установок, когда атмосферное давление изменяется от высокого к низкому значению.

Когда воздух перемещается от теплой к холодной области, то возникает риск образования конденсата, когда охлаждается теплый влажный воздух.

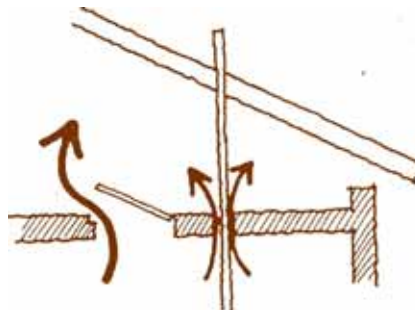
Прохождение воздуха через крыши и наружные стены может быть вызвано наличием негерметизированных секций, отверстий и проемов. Кроме того, как правило, имеется скрытое положительное давление в закрытом помещении, которое само по себе является фактором риска с точки зрения конвекции влаги через крышу. Это положительное давление увеличивается неправильно установленными вентиляционными установками и/или действием ветра. В зданиях с постоянно высокой внутренней влажностью имеется более высокая вероятность прохождения теплого, влажного воздуха вверх и проникания его через крышу наружу.



**ВЕТЕР** Ветер, дующий на какой-либо дом, с оказанием давления на наветренную сторону и подсоса на других сторонах. Действие ветра, неправильно установленные вентиляционные установки и внутреннее положительное давление - все это факторы, которые увеличивают возможность конвекции.

Может оказаться трудным рассчитать поток воздуха, проходящего через крышу или наружную стену вследствие конвекции, но можно это сделать на основе теорий, применяемых в гидродинамике.

Самый надежный метод предотвращения конвекции через крышу или наружную стену заключается в том, чтобы использовать воздухонепроницаемую конструкцию на внутренней части крыши или стены.



Когда имеются протечки в чердачных потолках или в однородной конструкции покрытия, конвекция может привести к проникновению нагретого, влажного воздуха через эту конструкцию и к образованию конденсата на нижней стороне крыши.

### Влажность в здании

Влажность в здании – это избыточная вода, которая присутствует в материалах конструкции, когда они производятся и поставляются заказчику, а также появляется в период строительства. Эту воду необходимо высушить, пока уровень влажности в здании составляет равновесие с уровнем влажности в окружающей среде. Влажность в здании следует удалить до того, как будет установлен любой герметичный наружный слой.

Бетон и облегченный бетон – примеры материалов, которые содержат много воды и нуждаются в длительном времени осушки. Уровень влажности может быть уменьшен путем выбора материалов, которые обеспечивают низкое накопление влаги и высокую водонепроницаемость в течение периода строительства.

В случае чердачных потолков, изготовленных из бетона или облегченного бетона, необходимо гарантировать, чтобы сушка не проходила таким образом, что влажность будет подниматься вверх, в изоляцию крыши. Размещение полиэтиленовой пленки по потолку (материал, который должен быть высушен) означает, что влажный воздух, который выходит из материала, будет направляться вниз. Поверхностный материал на внутренней части должен быть тогда выбран из такого расчета, чтобы бетон или облегченный бетон имел возможность высохнуть.

Для некоторых типов конструкции крыш необходимо серьезно учитывать свойства влажности, например, когда не имеется никакой возможности высушить материал. Внутренняя влажность может также "мигрировать" различными способами между внутренней и внешней частями конструкции и, таким образом, вызывать повреждение самой конструкции.

Чувствительность материалов к влажности указывает, как она действует на них различными способами. Изготовители материалов часто указывают предельную величину RH показателя влажности для своих материалов.

В случае крыш и фасадов, деревянные и основанные на применении дерева материалы наиболее часто используются как подкладки или элементы конструкции, и они могут подвергаться неблагоприятному воздействию в случае высокого значения RH. Может быть множество важных значений влажности для одного и того же материала. В случае древесины порог относительной влажности для появления плесени составляет чуть больше 70%, в то время как порог допустимого расширения находится в пределах показателя RH, равного 60%.

### Риск появления гнили и плесени в древесине

	Отсутствует	Небольшая, Умеренная	Большая
<b>Гниль</b>			
Относительная влажность RH, %	<16 <75	16-25 75-95	<25 <95
<b>Плесень</b>			
Относительная влажность RH, %	<15 <70	15-20 70-85	<25 <85

### Перемещения и деформационные швы

При проектировании и производстве медных конструкций важно учитывать перемещения и возникающие напряжения - в материалах и кровли и фасада, а также между различными строительными материалами - которые проявляются в случае колебаний температуры.

Облицовка фасадов и кровельные покрытия могут быть подвержены значительным колебаниям температуры как в течение отдельных 24-часовых периодов, так и в течение календарного года. Важно знать это, чтобы можно было правильно проектировать деформационные швы и детали для кровли и стальных облицовок.

Все материалы как-то реагируют: они или дают усадку или расширяются при температурных изменениях. Необходимо учитывать коэффициент температурного расширения каждого материала, чтобы надежно определить степень такого изменения. Это выражается в виде перемещения, которое происходит в материале в случае изменения температуры на 1°C.

Продольное изменение  $\Delta l$  может быть описано с помощью следующей формулы (Формула 1):

$$\Delta l = L \times a \times (t_2 - t_1) = \Delta l = L \times a \times \Delta t$$

где:

$L$  = Длина листа

$a$  = Коэффициент температурного расширения

$t_2$  = Температура листовой конструкции, и

$t_1$  = Температура листа во время установки

$\Delta t$  = Разность температур

Температура листа в действительно жаркий летний день может повышаться почти до + 75°C. Если температура составляла + 20°C во время установки листа, это означает, что медный лист длиной 15 метров может растянуться в продольном направлении на:  $\Delta l = 15 \times 17 \times 10^{-6} \times 55 = 0,0140 \text{ м} = 14,0 \text{ мм}$

Если температура листа в условиях сильного холода составляет - 25°C, это приведет к продольному сокращению листа, эквивалентному:  $\Delta l = 15 \times 17 \times 10^{-6} \times 45 = 0,011 \text{ м} = 11,0 \text{ мм}$

Как можно видеть из приведенных примеров, температурные условия во время установки листа весьма важны для определения величины продольных изменений размеров листа. Это обеспечивает основу для определения степени перемещения, которое можно допустить путем введения деформационных швов и деталей так, чтобы никакое повреждение не было вызвано в защитном покрытии или в соединениях компонентов и материалов здания.

Материал	Коэффициент температурного расширения, в °C <sup>-1</sup>	Коэффициент температурного расширения на метр при разности температур 100°Cof 100 °C
Алюминий	23 x 10 <sup>-6</sup>	2,3 mm
Свинец	29 x 10 <sup>-6</sup>	2,9 mm
Медь	17 x 10 <sup>-6</sup>	1,7 mm
Латунь	19 x 10 <sup>-6</sup>	1,9 mm
Нелегированная сталь	12 x 10 <sup>-6</sup>	1,2 mm
Нержавеющая сталь	16 x 10 <sup>-6</sup>	1,6 mm
Титановый цинк	22 x 10 <sup>-6</sup>	2,2 mm

Облицовка фасадов и кровельные покрытия могут быть подвержены значительным колебаниям температуры. Медный лист длиной 1 м имеет тепловое расширение 1,7 мм при разнице температур, равной 100°C.

Таблица:

Коэффициент температурного расширения различных металлов. Указанные в таблице значения касаются температурного интервала, который может возникать на крышах и фасадах

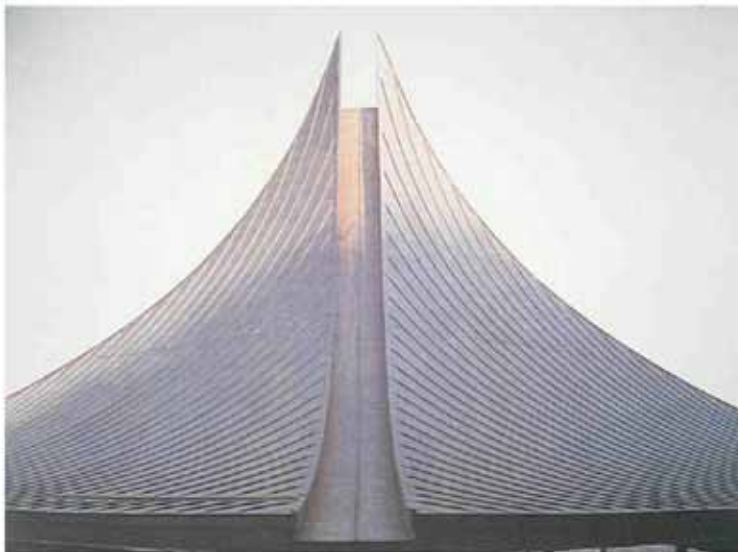
Перемещения, которые могут происходить в листовой кровле, должны быть учтены при проектировании деталей, крепежных элементов и т.п. Важно также учитывать возможные перемещения в подстилающем слое кровли. В некоторых случаях перемещения в подстилающем слое кровли могут взаимодействовать с перемещениями в листовом покрытии. Это означает, что расчетные значения относятся к "безопасной стороне". В некоторых случаях происходит перемещение подстилающего слоя, а не листового покрытия. Перемещения в деформационных швах каркаса являются примером этого явления. В некоторых случаях перемещения листового покрытия могут полностью зависеть от перемещений, которые происходят в каркасе, и конструкция листов поэтому должна быть спроектирована с учетом этих перемещений.

*Многие различные факторы влияют на температуру*

Крыши и фасады могут быть подвержены большим колебаниям температуры. Конкретные факторы включают:

- температуру воздуха
- интенсивность излучения солнца
- скорость ветра
- способность поверхности рассеивать
  
- тепловое сопротивление и теплоемкость крыши/наружной стены.

При оценке самой большой возможной степени перемещения, длины листов и крепежных элементов наибольший интерес представляют экстремальные значения разности температур. Однако имеется большая вероятность усталости и повреждения, вызванного перемещением, даже если это перемещение будет незначительным, но



происходит быстро и часто. Например, гроза в горячий летний день может привести к быстрому падению температуры листов от +75°C до +15°C.

Самые большие перепады температур в течение одного и того же 24-часового периода могут быть установлены в периоды ясной погоды с сильной солнечной радиацией в течение дня и интенсивным тепловыделением в ночное время. Самые большие перепады температур в течение коротких периодов происходят на рассвете или в сумраке, или в связи с дождем, снегом, дождем со снегом или градом. Самые низкие температуры наблюдаются в ясные ночи с высоким уровнем тепловыделения.

Самые высокие температуры на поверхностях крыши могут быть рассчитаны с помощью эквивалентной температуры:

$$T_i = T_f + m_v \times \alpha \times I$$

где:

$T_f$  = Эквивалентная наружная температура (°C)

$T_i$  = Температура воздуха (°C)

$\alpha$  = Коэффициент поглощения поверхности крыши

$I$  = Полная солнечная радиация (Вт/м²), и

$m_v$  = Поверхностный коэффициент теплопередачи на поверхности (м² °C/Вт)

Приближенные значения коэффициентов поглощения некоторых из наиболее применяемых цветов и материалов компании

Цвет, поверхность	Коэффициент поглощения	
	Новые материалы	Старые материалы
Серый, темный, зеленый	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,7$
Светлый	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$
Темный, черный	$\alpha = 0,9$	$\alpha = 0,9$
Белый	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$
Алюминиевое защитное покрытие	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,4 : 0,5$
Медное защитное покрытие	$\alpha = 0,3 : 0,4$	$\alpha = 0,9$
Металлизированное защитное покрытие	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,6 : 0,8$
Защитное покрытие из нержавеющей стали	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,4$

*Перемещения, которые могут происходить в листовом покрытии, должны быть учтены при проектировании.*

В соответствии с уравнением, эквивалентная температура наружных поверхностей будет такой же самой, как и атмосферная температура, если подложный слой будет иметь бесконечно высокую теплоизоляцию. Однако этот показатель обычно используется как приближенная величина при расчете атмосферной температуры в таких контекстах.

Тепловое сопротивление поверхности  $m$  зависит, среди прочего, от скорости перемещения воздуха у поверхности. В случае защищенных секций используется коэффициент 0,07, в то время как в открытых положениях или при сильном ветре это значение может составлять 0,04 - 0,05.

Цвет и структура материала - это факторы, которые влияют на температуру поверхности материала. Влияние этих характеристик на температуру материала (коэффициент поглощения) показано в предыдущей таблице.

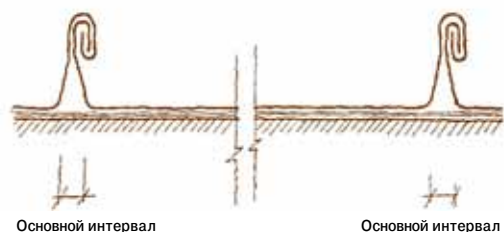
#### Пример

В солнечный летний день интенсивность солнечной радиации может составлять более 1 000 Вт/м<sup>2</sup> на плоской металлической крыше. При температуре воздуха +28°C и поверхности в виде листовой меди, где  $a = 0,9$  и тепловое сопротивление поверхности  $m = 0,05 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$ , эквивалентная температура, в соответствии с формулой 2, равняется приблизительно +75°C. (Эта температура приблизительно на 10% ниже в случае фасонных поверхностей.)

Плоский листовый материал может поглощать тепловое перемещение поперек стоячих фальцев, при условии, что фальцы спроектированы с целью восприятия соответствующей величины расширения. В продольном направлении лист способен перемещаться свободно, если он

присоединен с помощью скользящих зажимов и предусматривает некоторую степень перемещения в направлении обоих концов листа. Лежачий фальц используется поперек ширины листа. В случае покрытия из меди обычно используется двойной лежачий фальц, независимо от наклона крыши. Двойной лежачий фальц должен быть установлен так, чтобы обеспечивалась способность поглощения тепловых перемещений фальцевого соединения. Поэтому края защитного покрытия не достигают основания двойной складки этого фальца. В случае покрытия панельного покрытия обычно используется степень перемещения 1,5 - 2,0 мм в двойном лежачем фальце.

Когда пластины уложены под прямым углом друг к другу в случае полосового покрытия или двойного замкового панельного покрытия, важно иметь в виду то обстоятельство, что материал будет перемещаться в двух разных направлениях. Полосы и панели, изготовленные из плоского листового материала и уложенные без учета степени перемещения, окажутся сморщенными и вмятыми. Если перемещение такого материала повторяется, они приведут к образованию трещин в листовом покрытии.



В случае сращенного (фальцованного) листового покрытия поперечные смещения поглощаются основным интервалом, который должен существовать между стоячими фальцами. Такой основной интервал также важен для того, чтобы минимизировать возможность подъема материала между фальцами. Несколько таких подъемов в конструкции могут стать одной из причин возникновения шума в металлической крыше.



### Перемещения в подложном слое кровли или в каркасе

Перемещения в подложном слое кровли могут приводить к повреждению кровли/ облицовки. Можно предотвратить появление такого повреждения путем укладки стойких к воздействию атмосферы матов и тканей на препятствиях и позволяя листовому покрытию перекрыть такие маты или ткани. Однако имеется одна область, в которой такой подход не пригоден - кромочные листы в соединении с водосточными желобами или желобами коробчатого профиля.

Деформационные швы в каркасе создаются для того, чтобы поглощать перемещения материала между различными частями конструкции. Эти соединения могут быть спроектированы с весьма большой степенью детализации и на основе ожидаемых перемещений в материале.

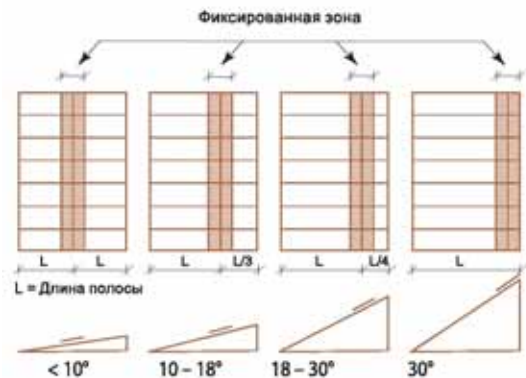
### Фиксированные и подвижные зоны - длина полос

В случае полосового покрытия или длинных панельных покрытий с двойным замком, крепления и соединения к другим компонентам здания, а также свободные каналы должны быть спроектированы так, чтобы обеспечивалось ограничение их тепловых перемещений или чтобы эти перемещения поглощались без причинения повреждений.

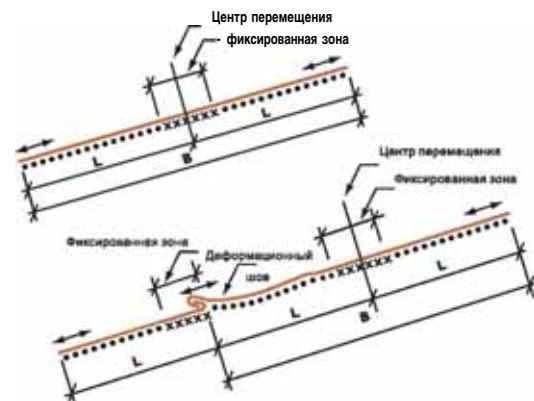
Термин "длина самой длинной полосы" используется в этих контекстах, чтобы указать, какой длины могут быть полосы между деформационными швами в направлении наклона крыши. Приведенный здесь рядом рисунок показывает, что перемещения полос начинаются из центра перемещения или из фиксированной зоны.

Центр перемещения может быть помещен у карнизов, в середине крыши, в коньках крыш или у высокой стены. В случае крыш с крутыми скатами вообще рекомендуется, чтобы фиксированная зона была помещена у коньков крыш.

Фиксированная зона должна быть указана отчетливо на чертежах и в рабочих технических условиях, так как это - важный критерий, когда он касается определения размеров креплений и проектирования деталей. Предполагается, что в фиксированной зоне полосы будут зафиксированы в определенном положении деталями систем обеспечения безопасности крыши, вместе с сквозными соединениями или с аналогично используемыми фиксированными зажимами. Если полосы блокируются в положении, содержащем более одной точки на крыше, или если рекомендуемая длина полосы оказывается превышенной, деформационный шов должен быть помещен между этими точками.



Расположение фиксированной зоны при различных уклонах ската крыши. В случае крыш с крутым скатом целесообразно разместить фиксированную зону у коньков крыш. Если фиксированная зона размещается посередине крыши, длина одной полосы может быть расположена вверх от фиксированной зоны, а длина другой полосы может быть расположена вниз от этой зоны. В случае листового покрытия из меди, это означает непрерывную полную длину полосы, равную 16м. Фиксированная зона должна иметь длину от 2 до 3 м. Если полная длина полосы меньше 10 м, фиксированная зона должна иметь длину 1,5 м.



- \* Зажимы скольжения
- X Фиксированные зажимы
- <<> Перемещения в листового
- L Длина элементов полосы относительно центра перемещения в фиксированной зоне покрытия
- B Общая длина полосы

Фиксированные и подвижные зоны в полосовом покрытии или длинного двойного замкового панельного покрытия. Фиксированная зона и деформационный шов должны быть расположены в одном и том же месте вдоль крыши.



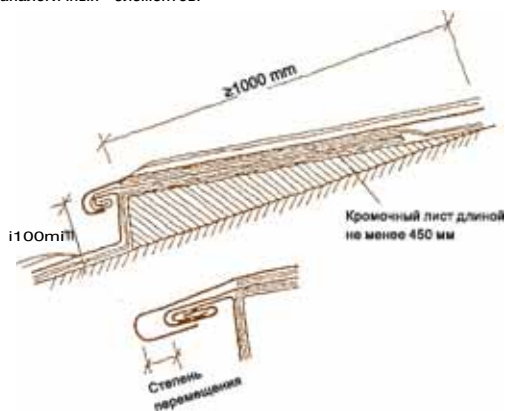
Рекомендуемая максимальная длина полосы – 8 м в случае листового медного покрытия. Скользящие зажимы с высокой степенью перемещения должны допускать использование длинных полос. Однако следует помнить, что сплоссами, длина которых превышает 8 м, будет трудно обращаться.

Деформационный шов может быть образован различными способами в зависимости от наклона крыши. При этом важно обратить внимание на требования плотного соединения, чтобы не допустить проникновения воды. Это означает, что деформационный шов должен быть приподнят или соединение должно использовать листовые кромки, чтобы обеспечить защиту от проникновения воды.



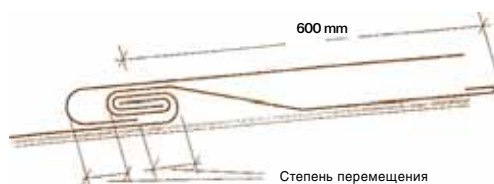
Деформационный шов с поднятым уклоном. Этот тип деформационного фальца дола/сен применяется для крыш с небольшим скатом. Подъем шва означает, что вода должна подняться до уровня 100 мм, прежде чем она сможет проникнуть через это соединение.

Обратите внимание, что кромочный лист присоединяется к нижнему листу – который может представлять разжелобок (ендову) или кровлю – с помощью двойного фальца. Важно, чтобы никакие гвозди не проходили через кромочный лист, частично из-за того обстоятельства, что этот лист должен оставаться герметизированным, и частично из-за продольных перемещений, которые должны быть поглощены в случае применения разжелобков или аналогичных элементов.



Это решение может применяться для крыш с чуть более крутыми скатами как альтернатива решению, примененному на рисунке выше. Кроме того, кромочный лист используется, при этом выборе, в соответствии с теми же самыми принципами, что и на рисунке, показанном выше.

В случае наклона крыш более  $18^\circ$  можно делать деформационный шов без изгиба конструкции. Этот деформационный шов может быть тогда создан на основе использования припаянных монтажных плит. Если даже наклон крыши будет более крутым (более  $30^\circ$ ), деформационный шов может быть создан как увеличенный одинарный лежащий фальц.



Деформационный шов со сращенным кромочным листом. Этот метод используется, когда пайка не приемлема. Обратите внимание, что кромочный лист завершается капиллярным отверстием. Зажимы, которые разрешают перемещение в двух направлениях, могут быть установлены в этом капиллярном отверстии. Наклон крыши должен быть более  $14^\circ$ . Введение герметизирующей смазки в деформационный шов обеспечит защиту от проникновения воды.



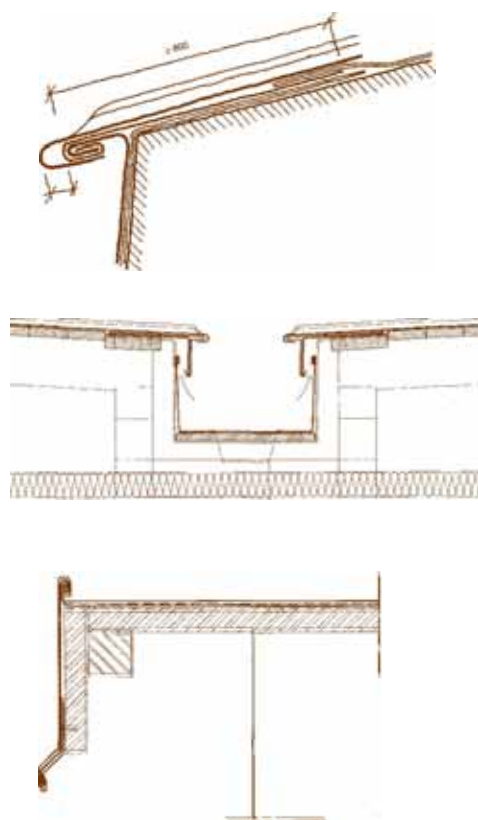
Увеличенный одинарный лежащий фальц может применяться для крыш с крутыми скатами, где имеется небольшая вероятность проникновения воды. Наклон крыши должен быть больше  $30^\circ$ .

#### *Деформационные швы в коньках крыш*

Если фиксированная зона размещена таким образом, что перемещение должно проходить по коньку крыши или склону конька крыши, шов конька крыши должен быть приподнят и иметь основной интервал, который больше установленного стандартом шва. Высота отлогого конька крыши должна быть в три раза больше степени перемещения, которое должно быть поглощено. Однако отлогий конек всегда должен иметь высоту не менее 50 мм.

#### *Деформационные швы в свесе крыши и кромок*

Потребность в степени перемещения следует учитывать при подсоединении свободных кромок к свесу крыши, водосточным желобам, водосточным желобам коробчатого профиля или утепленным разжелобкам. Можно определить, какой должна быть степень перемещения, на основе учета длины полос и положения фиксированной зоны. При этом важно помнить, что перемещения в зоне разжелобка могут происходить под прямым углом к соединяющимся полосам. Поэтому важно иметь в виду оба требования относительно требуемого перемещения, а также требования к плотности соединения.



*При завершении защитного листового покрытия у высоких стен необходимо также учитывать потребность в степени перемещения.*

*Завершение кровельного покрытия с учетом степени перемещения в сторону разжелобка. Помните, что нельзя пробивать какие-либо гвозди через кромочный лист, а следует закрепить такой лист в нужном положении, используя болты с крюком, чтобы не помешать его перемещению вдоль зоны разжелобка.*

*Завершение кровельного покрытия с учетом степени перемещения в сторону утепленного разжелобка. Пример показывает также, что дощатая обшивка в кромочном листе была размещена чуть ниже, чтобы компенсировать подъем уровня, который получился из-за кромочного листа, монтажной пластины и даже расположенного ниже строительного картона из органических волокон.*

*В случае подвесных пластин перемещения могут быть поглощены, если соединение произведено с помощью непрерывной монтажной пластины. Когда кровельное покрытие перемещается, подвесная пластина будет следовать за перемещениями, скользя вдоль монтажной пластины. Поэтому неправильно фиксировать подвесную пластину гвоздями в каком-либо положении.*

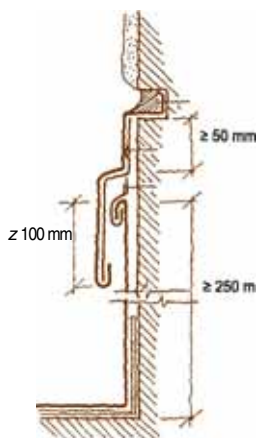


Вертикальный отлив (фартук), расположенный параллельно области скатной крыши. Вертикальный отлив может свободно перемещаться относительно связующей стены, так как присоединен с помощью болтов с крюком. Профилированное покрытие защищает соединение.

#### Деформационные швы для связующих стен

Потребность в степени перемещения должна также учитываться при завершении защитного покрытия у высоких стен, коньков, поддерживающих конструкций и т.п. Это покрытие может быть изготовлено различными способами в зависимости от наклона крыши, используемого листового материала и вида изготовления связующих деталей.

Вертикальный отлив, расположенный параллельно скату крыши, может иметь одинаковую длину с кровельным покрытием, когда он будет следовать за перемещениями этого покрытия. Обратите внимание, что вертикальный отлив не должен быть связан с находящимся ниже материалом, используя сквозные соединения.



Вертикальный отлив (фартук), расположенный параллельно области скатной крыши. Перемещения между вертикальным отливом и облицовкой стены поглощаются швом, который сконструирован как одинарный лежащий фальц.

Альтернативный вариант вертикального отлива со скошенными фальцами предназначен для закрывания связующей стены ненарушенными стоячими фальцами. Это приведет к получению стоячих фальцев со складками, которые позволяют поглощать перемещения по защитному покрытию таким же образом, как и в самом покрытии. Этот метод требует большой точности изготовления, так как в складках могут легко возникать зазоры.

Другой вариант связан с изготовлением соединения с применением конструкции, которая действует примерно так же, как деформационный шов в кровле. Вертикальный отлив (фартук) может быть создан или в виде полосы или в виде двойных вертикальных швов, гибко связанных с высокой стеной, а также с находящейся под ними кровлей.



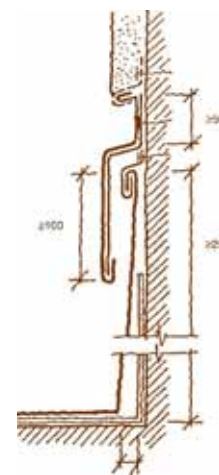
Скошенный фальц с функцией поглощения перемещения

Вертикальный отлив, расположенный под прямым углом к области скатной крыши. Здесь должна быть предусмотрена степень перемещения - в самом вертикальном отливе, и на связующей стене. Важно, чтобы вертикальный отлив не был слишком длинным и чтобы он был разделен с помощью скошенных фальцев, которые должны быть изготовлены в виде единой детали вместе с ближайшим стоячим фальцем.



Складка в стоячем фальце

Степень перемещения у препятствия. Потребность в учете степени перемещения, разумеется, зависит от того, где на скате крыши находится такое препятствие или такой проем.



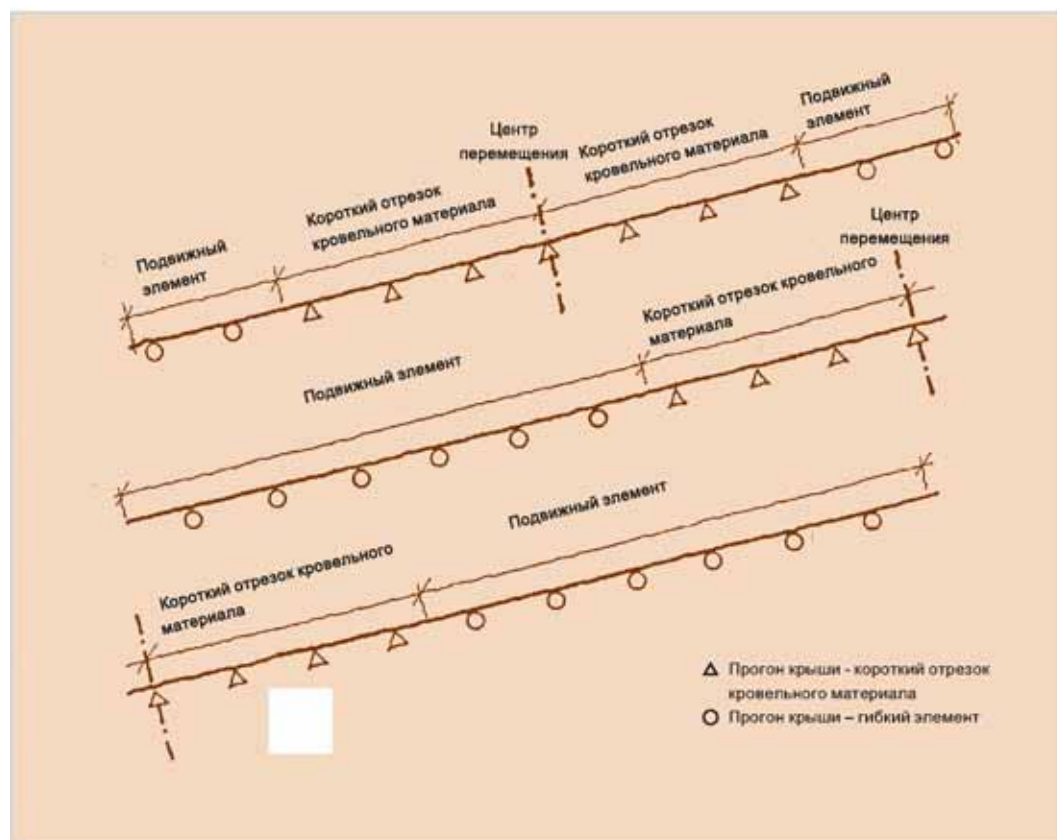
Степень перемещения > 50 мм > 100 мм > 250 мм  
Принцип обеспечения степени перемещения в направлении к высоким стенам или препятствиям, находящимся в области скатной крыши.

### Деформационные швы у проемов

Потребность в степени перемещения также должна учитываться в зоне проемов, отливов труб, люков, слуховых окон, дымовых труб и т.д. Эта степень перемещения может быть определена в соответствии с принципами, описанными в предыдущем разделе. Важно, чтобы имелась достаточная степень перемещения как поперек, так и вдоль кровли, и чтобы изготовленные соединения не препятствовали перемещению.

Сквозные соединения могут препятствовать перемещению, если они будут размещены неправильно. Первоначально они могут привести к возникновению протечек через дыры, которые

увеличиваются из-за перемещения материала. Это может быть показано, например, в средствах защиты крыши, использующих такие соединения. Поэтому целесообразно комбинировать этот вид средств защиты крыши с фиксированной зоной кровельного покрытия. Если антенны, подпорки и т.п. изделия будут установлены после того, как кровля была уже создана, их следует присоединять к фальцу, чтобы не перфорировать листы.



Длина непрерывного листа, подвижные и стыковые соединения в профилированном листовом покрытии.



*Крепление направляющей конька крыш с фальцевым соединением, которое не препятствует перемещению кровельного покрытия. Имеется множество разных видов фальцевого соединения.*

#### *Деформационные швы в профилированном покрытии из меди*

В случае кровельных покрытий или облицовки фасада с применением профилированной меди следует также учитывать перемещения, связанные с нагревом. Это относится не только к крепежу, но также, если применимо, к конечным устройствам и к деталям, рассмотренным в предыдущем разделе.

Стыковое соединение может применяться для присоединения профилированного медного покрытия, если длина непрерывного листа не превышает 3,5 м. Эта длина рассчитывается от центра перемещения, как показано на следующем рисунке. Длина непрерывного листа представляет расстояние между наиболее удаленными креплениями, перемещения которых могут быть поглощены без повреждения, вызываемого защитным покрытием.

Это может быть один лист или множество листов, которые соединены между собой в продольном направлении.

Центр перемещения – это точка в покрытии или облицовке, под прямым углом к длине листа, в которой никакое перемещение не происходит. Винт в основании профиля, прикрепленного к стальной балке, – один из примеров стыкового соединения.

Если длина непрерывного листа превышает 3,5 м, следует учитывать потребность в перемещении. Обычно это делается в соответствии с двумя принципами:

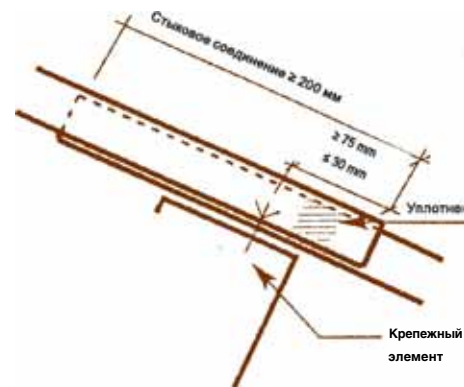
- гибкие прогоны крыш
- подвижные соединения внахлестку

Металлические профили Z-образного сечения или другие типы стальной балки – все это типы гибкого прогона крыш, которые следуют за тепловыми перемещениями профилированного листового покрытия. Следует помнить, что важно соблюдать инструкции изготовителя относительно использования типов балок, соединений и т.п. Также возможно, что гибкие прогоны крыш нужно будет сочетать с подвижными соединениями внахлестку, когда используются листы большой длины.

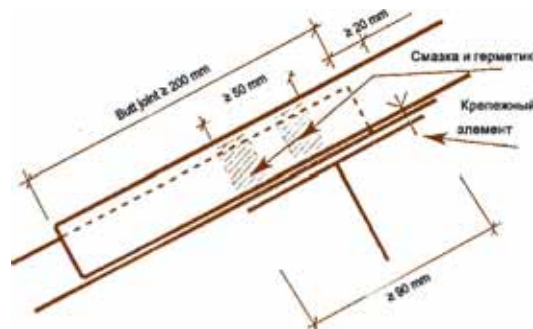
Как и в случае с кровлями, изготовленными из плоских листов, важно, чтобы центр перемещения, а также размещение как подвижных соединений внахлестку, так и стыковых соединений было указано в документации, или на чертежах или в описаниях.

**Стыковые соединения и подвижные соединения внахлестку на крышах**

Приведенные ниже два рисунка показывают различие между стыковыми соединениями и подвижными соединениями внахлестку на крышах. В случае крыш с малым наклоном может понадобиться увеличение только длины перекрытия, чтобы исключить возможность проникновения воды. Если кровельное покрытие должно быть произведено с некоторой степенью кривизны, то нужно будет также отметить, что следует использовать предварительно сформированное листовое покрытие. Если же такое заранее сформированное листовое покрытие не используется, может оказаться затруднительным получить необходимое перекрытие листов.



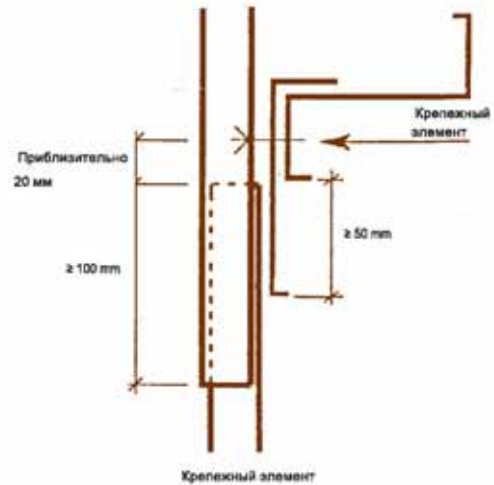
Стыковое соединение на крыше. Уплотнение всегда должно быть связано с соединением.



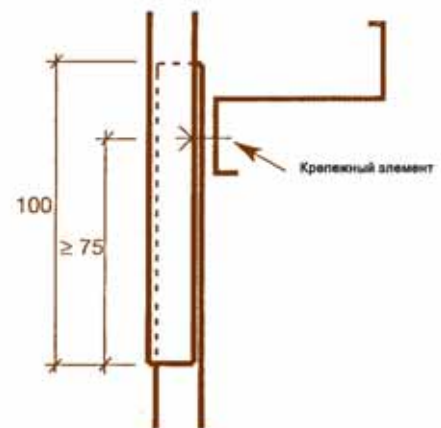
Подвижное соединение внахлестку на крыше. Обратите внимание, что в этом случае уплотнение должно быть произведено в два ряда. При использовании изолирующей смазки уплотнение действует так же, как смазка между листами.

**Стыковые соединения и подвижные соединения внахлестку на стенах**

Следующие два рисунка показывают различие между стыковыми соединениями и подвижными соединениями внахлестку на стенах. Эти соединения меньше, чем соединения, используемые на крышах. Никакие уплотнения не применяются.



Подвижное соединение внахлестку на стене. Обратите внимание, что прогон должен быть больше, чем в случае стыковых соединений.



Стыковое соединение на стене.

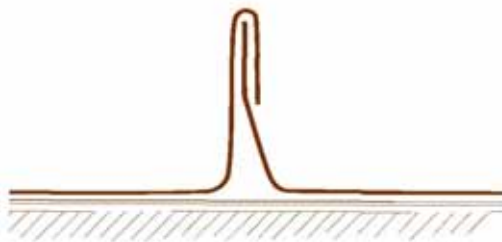
### Отливы и профилированные изделия

Различные виды отливов (фартуков) и профилированных изделий могут быть видны на фасадах, коньках крыш и в поддерживающих их конструкциях; отливах окон, профилированных элементах фасадов и т.п. Если эти элементы имеют длину более 2 м, их, возможно, придется соединить между собой. Чаще всего применяются соединения, использующие, в зависимости от наклона отлива или профилированного изделия, одинарные лежачие фальцы или двойные лежачие фальцы. В некоторых случаях рекомендуется использовать фальцевые соединения или перекрытия (при соединении отливов).

Могут также потребоваться специальные деформационные швы для этих деталей, в зависимости от длины листов и конструкции фальца или соединения. Они необходимы, если стыковые соединения созданы с помощью клепаных или свинченных вместе перекрытий. Имеется множество разных методов конструирования соединений, позволяющих предотвратить повреждение кровли из-за воды, проникающей через них.

Один из методов заключается в создании соединения с концевыми, и верхними и стоячими фальцами, которые чуть выше обычных фальцев и имеют большие зажимы. Перемещения в этом случае поглощаются основным интервалом. Этот тип соединения может применяться для кромочных отливов окон и профилированных элементов фасада, тогда как другие соединения создаются с двойными лежачими фальцами. Если лист будет слишком толстым, что не позволяет создавать фальцевые швы, можно использовать соединения с гидроизолирующими уплотнительными лентами (как показано на рисунке) в качестве альтернативы концам с верхними фальцами. Когда используется этот тип соединения, целесообразно добавить уплотнительную ленту вместе с уплотнениями и соединить ее со стеной позади таким образом, чтобы вода не могла проникнуть в нижнюю структуру.

В случае коньков с гидроизолирующей уплотнительной прокладкой можно создать деформационный шов как увеличенное перекрытие с капиллярными отверстиями. При таком размещении листы не нужно соединять вместе с помощью заклепок или винтов в перекрытии.



Конец с верхним фальцем.



Фальцевое соединение с уплотнительной лентой.



Соединение - край к краю с уплотнительной лентой. Такое размещение считается более предпочтительным, когда используется толстый листовый материал.



Увеличенное перекрытие с уплотнением и капиллярным отверстием.

## **Крепления и ветровые нагрузки**

Здания в течение их срока службы подвергаются воздействию многих внешних нагрузок разного вида, и крепежные элементы часто являются наиболее уязвимой частью защитной оболочки здания, особенно в отношении коррозии.

Системы надежно работающих креплений должны также иметь достаточно высокую прочность и правильную эргономическую конструкцию. Крепежные элементы должны обеспечивать достаточный натяг и легко идентифицироваться.

Выбор крепежных элементов влияет на полную долговечность здания. Необходимо выполнить ряд требований, если мы хотим, чтобы эти элементы работали, как положено. Конечно, они должны выдерживать все ожидаемые нагрузки и значительные экологические воздействия, но они должны также предлагать наилучшие варианты фитинга.

Одно хорошее основное правило, которое следует применять ко всем методам присоединения, – это то, что долговечность крепежных элементов должна быть более высокой, чем у материала, который должен быть закреплен. Поэтому крепежные элементы, изготовленные из нержавеющей стали, всегда более предпочтительны для применения на открытом воздухе.

Основные требования, которые предъявляются к крепежным элементам в системах присоединения:

- необходимая прочность
- коррозионная стойкость
- непроницаемость для дождя, снега, дождя со снегом и града
- высокий уровень пригодности к монтажным работам (эргономичная конструкция и адаптируемость) и идентифицируемая маркировка.

В случае крепежных элементов, которые будут применяться на открытом воздухе, рекомендуется, чтобы они были изготовлены из нержавеющей стали.

Крепежные элементы, изготовленные из аустенитной нержавеющей стали марки EN 10 088-3. 4301, рекомендуются для применения в средах, классифицированных по классу коррозионной активности C3 или C4. В случае крепежных элементов, которые нужно использовать в средах, классифицированных по классу коррозионной активности C5-I или C5-M, рекомендуется сталь марки EN 10 088-3-1. 4436.

### **Прочность**

В соединениях могут возникать нагрузки, которые могут привести к появлению трещин при неблагоприятных условиях (неправильное определение размеров или неправильный выбор крепежных элементов).

Поэтому размеры соединения должны быть определены соответствующим образом и на основе учета потенциальной нагрузки, которая рассчитывается, исходя из реальных условий применения.

Критерии расчета и определяющие размеры крепежных элементов и привязывание их к различным базам и в комбинации друг с другом обычно задаются в инструкциях, выпущенных изготовителем таких элементов.

### **Герметичность**

В настоящее время профилированное защитное покрытие крепится к крышам и фасадам главным образом в основании профиля, с использованием винтов и прокладок. Чрезвычайно важно проверить, чтобы прокладки были спроектированы правильно и изготовлены из надежного материала, чтобы гарантировать, что они не будут реагировать на воздействия перемещений в материале, вызванных колебаниями температуры, влажностью, ультрафиолетовым облучением, агрессивными загрязнениями воздуха, и так далее. Гибкие прокладки, изготовленные из вулканизированного каучука на основе сополимера этилена, пропилена и диенового мономера (EPDM), отвечают этим требованиям.

### **Маркировка**

Необходимо иметь возможность идентифицировать все крепежные элементы относительно их изготовителя, качества и технических характеристик. Все крепежные элементы должны быть маркированы так, чтобы можно было проследить их происхождение.

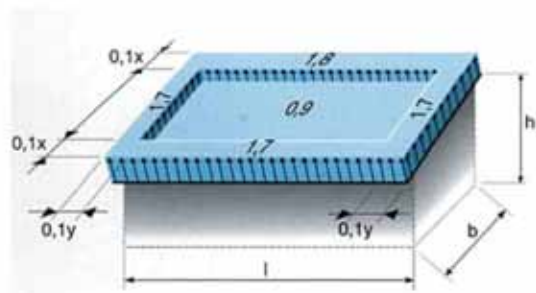
### **Ветровые нагрузки**

На крепежные элементы для крыши и стальных облицовок, изготовленных из листового металла, воздействует главным образом подсос, вызванный ветром. Величина ветровой нагрузки на конструкцию определяется высотой, архитектурой, составом материала, грунтовыми условиями и географическим местоположением здания.

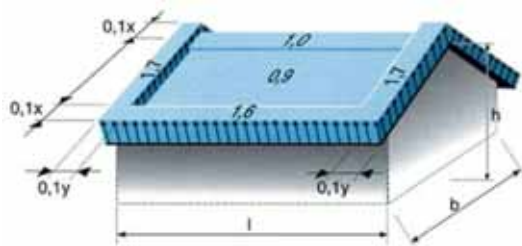
- Воздействия ветровой нагрузки определяются различными коэффициентами формы ( $\zeta$ ) и характеристическим значением скоростного напора ветра ( $q_k$ ).
- Коэффициент формы ( $\zeta_x$ ) зависит от направления ветра и геометрической формы здания. Примеры коэффициентов формы крыши показаны на следующих рисунках.



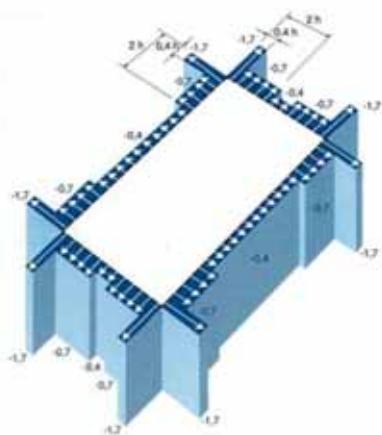
Значение скоростного напора ветра ( $q_k$ ) зависит от указанной скорости ветра ( $v^{\wedge}$ ), типа грунта и высоты ( $h$ ) здания. Примеры скоростного напора ( $q_k$ ) для грунта типа 1 приведены в таблице ниже.



$x$  = минимальное значение  $l$  или  $2h$   
 $y$  = минимальное значение  $b$  или  $2h$



Коэффициенты формы при максимальной ветровой нагрузке на облицовку (+30%) для скатной крыши и односкатной крыши с наклоном  $> 5^\circ$ .



Коэффициенты формы при максимальной ветровой нагрузке на стены. Предполагается, что ширина и длина по меньшей мере в два раза превышают высоту конька крыши.

Высота (м)	21 м/с	22 м/с	23 м/с	24 м/с	25 м/с	26 м/с
2	0,48	0,52	0,57	0,62	0,68	0,73
4	0,57	0,63	0,69	0,75	0,81	0,88
8	0,68	0,74	0,81	0,88	0,96	1,04
12	0,74	0,81	0,89	0,97	1,05	1,13
16	0,79	0,86	0,94	1,03	1,11	1,21
20	0,82	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26
25	0,86	0,95	1,03	1,13	1,22	1,32

В зонах, известных как краевые зоны здания вдоль внешних краев здания, ветровой подсос может быть в два - три раза больше, чем на внутренних поверхностях. Во внешних краях крыши ветровой подсос может быть в шесть - восемь раз больше, чем на внутренней части крыши.

Эффект всасывающей ветровой нагрузки на конструкцию рассчитывается для каждой зоны следующим образом:

$$q_d^3 = I_e \cdot 3x \cdot |x \cdot q_k| \text{ (кН/м}^2\text{)},$$

где

$q_d$  = расчетное значение эффекта ветровой нагрузки

$c$ , = коэффициент формы

$I_e$  = частный коэффициент для переменной нагрузки

$q_k$  = величина ветрового напора

*Рекомендации покреплению фальцованного листового покрытия с учетом ветровой нагрузки*

Зажимы должны быть установлены с применением винтов. Обычно достаточно двух винтов на каждый зажим. Альтернативно, зажимы могут быть спроектированы и установлены по-другому, если это приводит к сопоставимой прочности крепления.

Норма для самого большого интервала между зажимами изменяется на всем протяжении Европы. В Швеции зажимы должны быть установлены на расстоянии друг от друга, не превышающем 450 мм по шву. Это расстояние основано на результатах проверок и опыта в случаях зажимов с применением гвоздей. Гвозди имеют меньшую удерживающую силу, чем винты, и вообще для каждого зажима требуются два гвоздя. Следует отметить, что удерживающая сила гвоздей уменьшается по мере высыхания древесины.

Исходя из того, что крепежные винтовые зажимы могут быть установлены дальше друг от друга, представляет интерес выяснить, можно ли увеличить пространство между зажимами без ухудшения жесткости и прочности фальца на изгиб.

В открытых зонах всегда следует проводить осмотр конструкции, главным образом крайних зон.

*Рекомендация относительно расстояния между зажимами: винтовое крепление зажимов в древесной панели толщиной 23 мм*

*Критерии:*

**Расстояние между фальцами:** 600 мм или 450 мм

**Основание:** Древесная панель толщиной 23 мм

**Крепежные элементы:**

Зажимный винт из нержавеющей стали, минимальные размеры 4,0 x 25 мм

**Крыша:**

Скатная крыша или односкатная крыша, наклон > 5° -30°

**Зажимы:** Прочность на разрыв > 1000 Н

С помощью указанных выше критериев, при известной конструктивной прочности винта с точки зрения его удерживающей силы, можно рассчитать прочность крепления листов в сравнении с всасывающей нагрузкой.

*Пример 1*

Кровля должна применяться в соответствии с принципом полосового покрытия для здания, расположенного в центре Стокгольма. Максимальная высота здания -15 м, его ширина - 20 м, а длина также 20 м. Наклон крыши -14°, и она имеет односкатную конструкцию. Основание для крепления - древесная панель толщиной 23 мм, лежащая под покрытием. Каждый зажим будет установлен с помощью зажимных винтов с размерами 4,0 x 25 мм.

Определение размеров: В соответствии с документом "Снег и ветровые нагрузки", разработанным Национальным Шведским Советом по сооружениям, планированию и жилищному строительству, тип грунта в данном случае - IV, и заданная скорость ветра - 24 м/с. Это дает характеристический скоростной напор, равный 0,50 кН/м<sup>2</sup>. Следовательно, эффект расчетной нагрузки всасывания будет соответствовать:

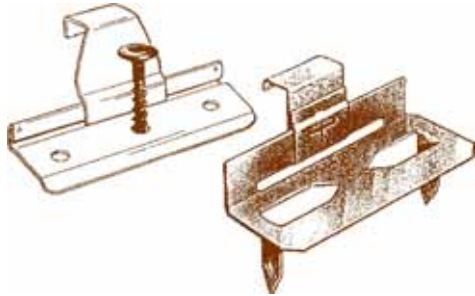
*Краевая зона по карнизу:*  
 $q_d = 1,3 \times -1,7 \times 0,50 = -1,11 \text{ кН/м}^2$

*Краевая зона по стене фронтона:*  
 $q_d = 1,3 \times -1,5 \times 0,50 = -0,98 \text{ кН/м}^2$

*Краевая зона по коньку (высокая точка):*  
 $q_d = 1,3 \times -1,8 \times 0,50 = -1,17 \text{ кН/м}^2$

Внутренняя зона крыши не требует проверки. Интервал между фальцами составляет 600 мм, и интервал между зажимами, равный 600 мм, может быть установлен для всей крыши.

Приведенная на этой странице таблица указывает прочность креплений при различных расстояниях между фальцами и расстояниях между зажимами. Если используются крепежные элементы, отличные от винтов с минимальными размерами 4,0 x 25 мм, подобные таблицы, разумеется, могут быть составлены и для них.

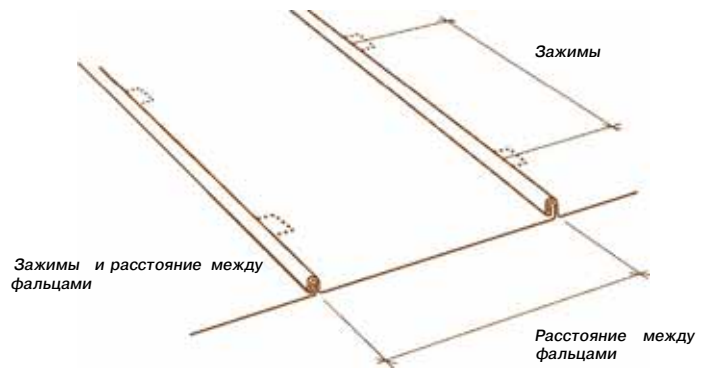


Зажим с винтом и зажим, предназначенный для пистолета для набивки крепежных элементов.

#### Пример 2

Кровля должна применяться в соответствии с принципом полосового покрытия для здания в гавани в Гельсингборге. Максимальная высота здания - 40 м, его ширина - 30 м, длина - 40 м. Наклон крыши -14°, и она имеет односкатную конструкцию. Каждый скат имеет размер 5,5 м. Основание для крепления - древесная панель толщиной 23 мм, лежащая под покрытием. Каждый зажим будет установлен с помощью зажимных винтов 4,0 x 25 мм.

Определение размеров: В соответствии с документом "Снег и ветровые нагрузки", разработанным Национальным Шведским Советом по сооружениям, планированию и жилищному строительству, тип грунта в данном случае -1, и заданная скорость ветра - 26 м/с. Это дает характеристический скоростной напор, равный 1,45 кН/м<sup>2</sup>. В этом случае результирующие нагрузки будут столь велики, что их стоит рассчитывать строго в соответствии с документом "Снег и ветровые нагрузки". Коэффициент 1,30 должен быть дополнительно введен для крепления наружной облицовки.



Расстояние между фальцами, фальц С	Расстояние между зажимами, зажим С	Местоположение	Прочность крепления конструкции при действии всасывающей нагрузки
600 мм	600 мм	Внутренняя зона	1,6 кН/м <sup>2</sup>
600 мм	450 мм	Крайевая зона	2,1 кН/м <sup>2</sup>
450 мм	450 мм	Крайевая зона	2,9 кН/м <sup>2</sup>

*Исключение: Конкретный расчет должен быть проведен для крыши с наклоном <*

#### Ожидаемый эффект:

*Крайевая зона на карнизах:*  
 $q_d = 1,3 \times -0,8 \times 1,30 \times 1,45 = -1,96 \text{ кН/м}^2$   
*Крайевая зона на фронтовой стене:*  
 $q_d = 1,3 \times -1,2 \times 1,30 \times 1,45 = -2,94 \text{ кН/м}^2$   
*Крайевая зона на коньке:*  
 $q_d = 1,3 \times -0,8 \times 1,30 \times 1,45 = -1,96 \text{ кН/м}^2$   
*Внутренняя зона*  
 $q_d = 1,3 \times -0,6 \times 1,45 = -1,13 \text{ кН/м}^2$

В соответствии с таблицей Конструктивная прочность крепления при нагрузке всасывания (страница 00), во внутренней зоне может применяться интервал между фальцами, равный 600 мм, и интервал между зажимами, тоже равный 600 мм. Интервал между фальцами в 600 мм и интервал между зажимами в 450 мм должны быть выбраны для зоны вдоль конька и фасада. Интервал между фальцами 450 мм и интервал между зажимами 450 мм должен применяться в краевой зоне на фронтовой стене. Размер краевых зон рассчитывается в соответствии с рекомендациями, приведенными в документе "Снег и ветровые нагрузки".

Когда результаты упрощенного примера 1 превышают значения, указанные в таблице, следует провести более точное определение размеров в соответствии с инструкциями, приведенными в документе "Снег и ветровые нагрузки".

## Конструкция крыши

### Наклон крыши

Наиболее важной задачей крыши была всегда защита всего, что находится под нею – здание, дом и люди – от дождя, снега, солнца, падающих предметов или неконтролируемого изменения тепла и холода, и так далее. Высокий уровень жизни, которым наслаждаются люди сегодня и который включает красивые здания и архитектурное очарование, делает все более и более важной защиту строительного материала, архитектурной красоты, технических решений и личного имущества от воздействий климата и погодных условий.

В последние годы все больше стали обращать внимание на эстетическую привлекательность зданий. Теперь мы следим также за архитектурной функцией. Форма и цвет крыши рассматриваются в совокупности с основным корпусом здания как единое целое. Вместе они должны соответствовать друг другу и производить красивое и глубокое впечатление о цельности и привлекательности всего здания.

Имеются конкретные традиции строительства зданий в каждой стране, которые основаны на учете и эстетических и практических соображений. Культурные характеристики – архитектура и выбор материалов – является факторами, достойными такого уважительного отношения. Их происхождение часто связано с естественным доступом к стройматериалам с исторической основой: превращение глины в кирпич, железа или меди – в листовую материал, сланца – в шифер для покрытия крыш, и так далее. Это явление привело к созданию богатого ассортимента форм крыши, различных, интересных и захватывающих воображение.

Какие технические, эстетические и экономические соображения следует принимать во внимание при проектировании крыши? Одна вещь, которая является весьма очевидной, это то, что каждое "нарушение" в форме колпаков над дымовыми трубами, слуховых окон, дверей или проемов делает крышу более дорогой при ее строительстве и более восприимчивой к разрушениям и повреждениям.



Крыша без посторонних предметов

Горизонтальные крыши и крыши со скатами внутрь не работают, как следует, в большинстве случаев или в большинстве видов климата. Вода имеет тенденцию создавать бассейны на плоских крышах или проникать между листами перекрытия. Чем больше будет наклон крыши, тем эффективнее слив воды с нее и "самоочистка" крыши. Однако крутые крыши, как правило, оказываются более дорогими с точки зрения строительства и технического обслуживания здания.

Наклон крыши указывается с применением следующей терминологии:

Горизонтальные крыши...  
наклон  $0,0^\circ$ – $0,6^\circ$  или  $1:00$ – $1:100$

Плоские крыши...  
наклон  $0,6^\circ$ – $3,6^\circ$  или  $1:100$ – $1:16$

Крыши с пологими скатами ...  
наклон  $3,6^\circ$ – $14,0^\circ$  или  $1:16$ – $1:4$

Крутые крыши ...  
наклон  $> 14^\circ$  или  $> 1:4$



Крутая скатная крыша

### *Крыши со скатом более 1:4 – крутые скатные крыши*

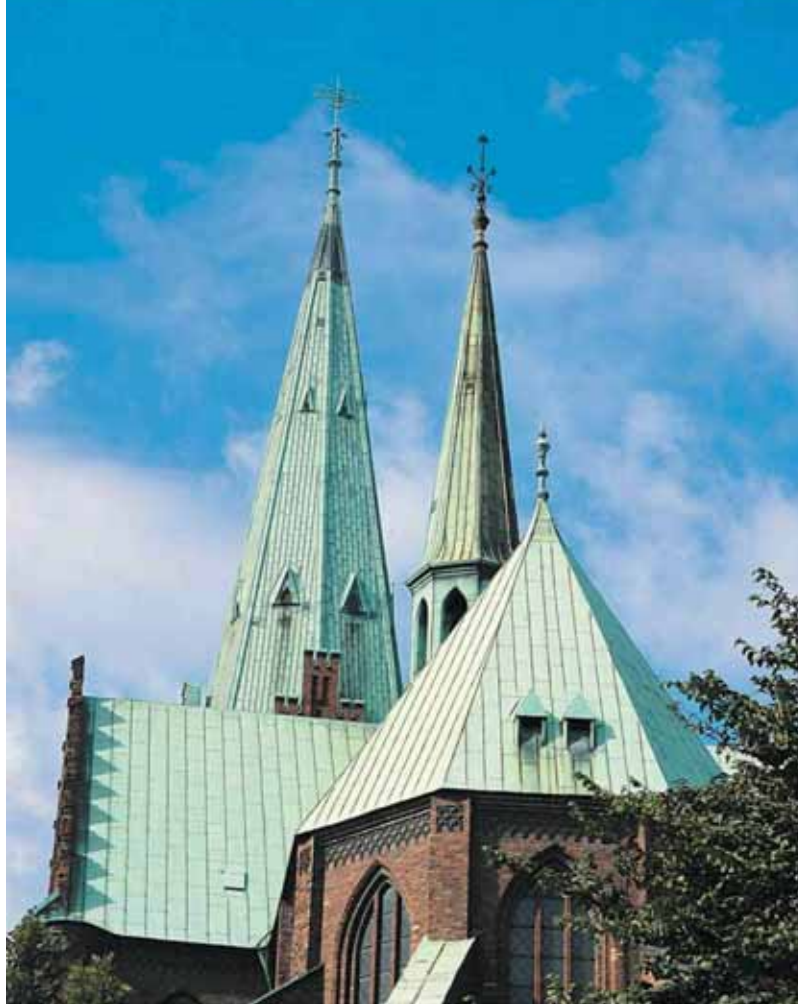
Чем больше крутизна ската крыши, тем, по всей вероятности, будет меньше проблем, например, со сливом с нее воды и со снеговыми нагрузками. Очень крутую крышу вряд ли нужно будет очищать вообще, если снег будет накапливаться на ней.

Однако может оказаться практически затруднительным находиться или работать на действительно крутой крыше, и может потребоваться возведение строительных лесов по всей области скатной крыши, от ее основания до конька, чтобы выполнить какую-либо работу. В случае наклона крыш под углом более  $t4$  рабочие-кровельщики часто применяют то, что имеет название "дополнение к крутому скату". Это крепление устанавливается в зависимости от степени риска возникновения внештатной ситуации, которая, в свою очередь, зависит от угла наклона рабочего места (крыши).

Затраты на жалованье рабочим, занятым традиционными кровельными работами, обычно составляют 30% – 40% от общей стоимости строительства крыши, включая стоимость материалов. Крыша с углом наклона  $45^\circ$  и с указанным "дополнением к крутому скату" при проведении кровельных работ требует дополнительных затрат порядка 9% –12% по сравнению с менее крутой крышей. К этому необходимо также добавить затраты на возведение строительных лесов, принятие мер предосторожности, и так далее.

### *Наклон менее 1:4*

Это – менее дорогой вариант строительства и обслуживания водонепроницаемого слоя в крыше с малым наклоном, чем в случае крыши с крутыми скатами. Однако, чем меньше наклон крыши, тем строже требования, связанные с плоским типом крыши и необходимостью предотвращения скопления воды на ней. Фактически, чем меньше крутизна крыши, тем больше вероятность совершения незначительных ошибок при создании водонепроницаемого слоя на ней, что допускает возникновение протечек в будущем.



*Крутая скатная крыша*



*Защита от снежного оползня над входом*



*Размещение мест проникновения в крышу должно быть отмечено на плане*

### **План кровельных покрытий**

Детальный План кровельных покрытий должен обеспечить принятие оптимального решения относительно проведения кровельных работ. Термин "План кровельных покрытий" охватывает большое количество различных планов, которые должны быть подготовлены, такие, как план ветровой нагрузки, план нагрузки, план установки креплений, план водоотвода, план размещения отверстий для труб и кабелей, и так далее. Эти разные планы могут быть объединены различными способами. Весьма важно убедиться, во время планирования и конструирования, в том, что обеспечивается абсолютный контроль всех частей крыши.

Работа по плану установки креплений становится более легкой, если план ветровой нагрузки используется как исходная точка. Отметьте краевые зоны и с какой плотностью следует устанавливать кронштейны. В положениях, открытых для ветра, внешние панели и полосы могут быть изготовлены более узкими, чтобы увеличить плотность установки кронштейнов. Размещение любых фиксированных зон должно быть отмечено на плане установки креплений. Оборудование, устанавливаемое на постоянный срок (средства доступа и обеспечения безопасности), может быть скоординировано более легко с фиксированными зонами размещения листового металла. То же самое применяется по отношению к отверстиям для отливов труб, самих труб, электропроводки, и т.п., которые ограничивают степень перемещения листового металла определенным способом.

Устанавливаемые на крыше средства доступа и обеспечения безопасности не требуют фиксированных зон. Они имеют средства установки, которые следуют за перемещениями

листового металла.

Сравнительно легко подготовить план размещения фальца, если план установки креплений используется как исходная точка. Наличие плана размещения фальца предлагает очевидные выгоды, в особенности в случае старых зданий и того, что известно, как "культурное наследие". Это предоставляет мастеру возможность использовать, например, специальную структуру поверхности и характеристику образца панельного покрытия. Кроме того, это также позволяет легче избежать рискованных фальцевых соединений.

Использование плана крыши облегчает координирование расположения средств доступа и обеспечения безопасности рядом с выступающими секциями, проемами, каналами, которые подлежат очистке в соответствии с инструкциями, а также размещения дымовых труб. Использование плана крыши как исходной точки позволяет легче определить, например, стоит ли переместить дымовую трубу чуть-чуть в сторону или разместить рабочие мостки чуть ниже по скатну крыши. Легко определить, где должен быть размещен люк-лаз относительно средств, которые подлежат очистке в соответствии с инструкциями.

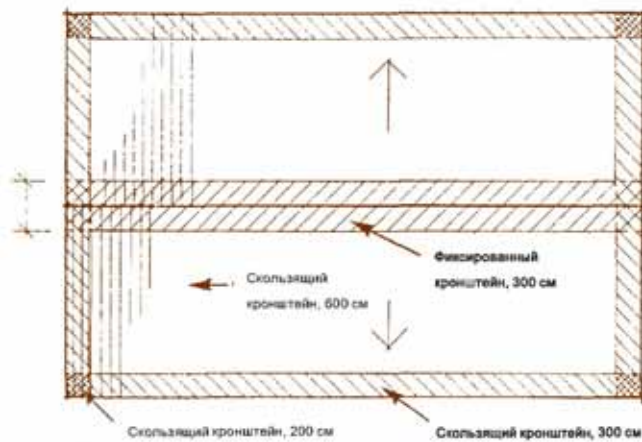
Использование плана крыши облегчает также принятие решения относительно наилучшего размещения мест стока воды, лотков и водосточных колодцев. На плане также можно увидеть, где имеется вероятность застоя воды, льда, грязи и так далее. В частности, пометьте поверхности с малым наклоном, например, места под слуховыми окнами, террасы и тому подобные места.

Избегайте слива воды с одной плоской поверхности на другую (более низкую) поверхность. Свободно падающая вода может вызвать коррозию или износ нижней крыши и обрызгивание фасадного материала. Вода должна сливаться и стекать с крыши вниз самым коротким и самым простым путем, и через водосточную трубу.

Выступающие предметы не должны быть помещены в лотках. Это наверняка может привести к появлению протечек.

#### *Перемещения в материале*

Листовой материал поглощает и тепло и холод. Он нагревается и остывает быстро и с готовностью, и поэтому он может нагреваться и остывать до температуры, которая сильно отличается от температуры материала, расположенного под листами. Этот фактор, совместно с коэффициентом расширения листового металла, может привести к большим нагрузкам между кровельной панелью и основным материалом крыши. При неправильном соединении перемещения, вызванные температурными изменениями, могут привести к усталости листового металла, в результате чего в нем образуются трещины.



*План размещения креплений*



*Средства доступа и обеспечения безопасности*

Водосточные желоба – превосходно служат направляющими для соскальзывания снега.



### Конструктивные решения

Чтобы свести к минимуму ряд потенциальных рисков, следует очень тщательно рассмотреть, сколько же проемов в действительности требуется. Что касается их расположения, то можно ли какой-нибудь проем разместить на фасаде под свесом крыши? Можно ли ряд отливов труб объединить, чтобы сформировать одинарный отлив, или же они могут быть собраны вместе под одним колпаком?

#### Размещение проемов, отливов труб и т. п.

В процессе планирования и конструирования никогда не вредно посмотреть в будущее, установив на крыше, например, один или несколько трубопроводов для будущего использования. Может быть, целесообразно разместить их над входной шахтой здания.

Возможно, что впоследствии появится необходимость в изготовлении проемов для установки кабелей, антенн и т.п. элементов в кровле. Это может выглядеть неприглядным и небрежным, и это – также некоторый источник будущих проблем, проявляющихся в форме протечек.

Спутниковые антенны, мачты и системы охлаждения также часто устанавливаются на крыше зданий в режиме чрезвычайного события. Каждая крыша должна быть подготовлена и иметь постоянные места для установки креплений – на дымовых трубах, в проходах на крыше и т.п. – чтобы избежать такой установки объектов, которая неблагоприятно повлияет на техническое обслуживание и долговечность крыши. Это должно быть зарегистрировано в “досье здания” и содержать также инструкции относительно работ и технического обслуживания.

Проемы могут ограничивать перемещения листового металла. Поэтому они должны быть размещены как можно ближе к фиксированной

#### Размещение средств доступа и обеспечения безопасности

Постоянное крепление средств доступа и обеспечения безопасности часто приводит к блокировке листового материала в одном положении, таким образом, формирует фиксированную зону. Можно использовать средства, конструкция которых допускает

перемещения листового металла и позволяет избежать блокировки листового металла.

#### Размещение люков, дымовых труб и колпаков над дымовыми трубами

Все, что было сказано ранее относительно отливов труб и других проемов и их расположения относительно фиксированных зон, относится также к люкам на крыше, дымовым трубам и колпакам над дымовыми трубами. Эти элементы часто имеют большую ширину, чем панели или полосы, и вообще размещаются параллельно с крышей. Они могут вызвать формирование какого-либо “кармана”, в котором легко скапливаются вода, снег, лед и грязь. Один путь исключения этого – помимо использования разжелобков у дымовой трубы – заключается в том, чтобы разместить дымовую трубу (или люк, или колпаки над дымовыми трубами) в коньке. Кроме того, если объект размещается так, чтобы одна сторона его была заделана заподлицо с коньком, фальцевание становится более легким.

Колпаки над дымовыми трубами, отливы труб или другие объекты на крыше должны быть отделены друг от друга не менее чем на 400 мм, чтобы не ухудшить качество обработки листового металла. Стандартные панельные и полосовые покрытия должны иметь приблизительно 600 мм между фальцами. Если скошенный фальц должен быть сделан функциональным, расстояние до самого близкого фальцевого соединения должно быть не менее 200 мм.

#### Водосточные желоба и направляющие для соскальзывания снега

Водосточные желоба – это превосходные направляющие для соскальзывания снега.

Они могут быть выше, чем 150 мм – обычно рекомендуемой их высоты.

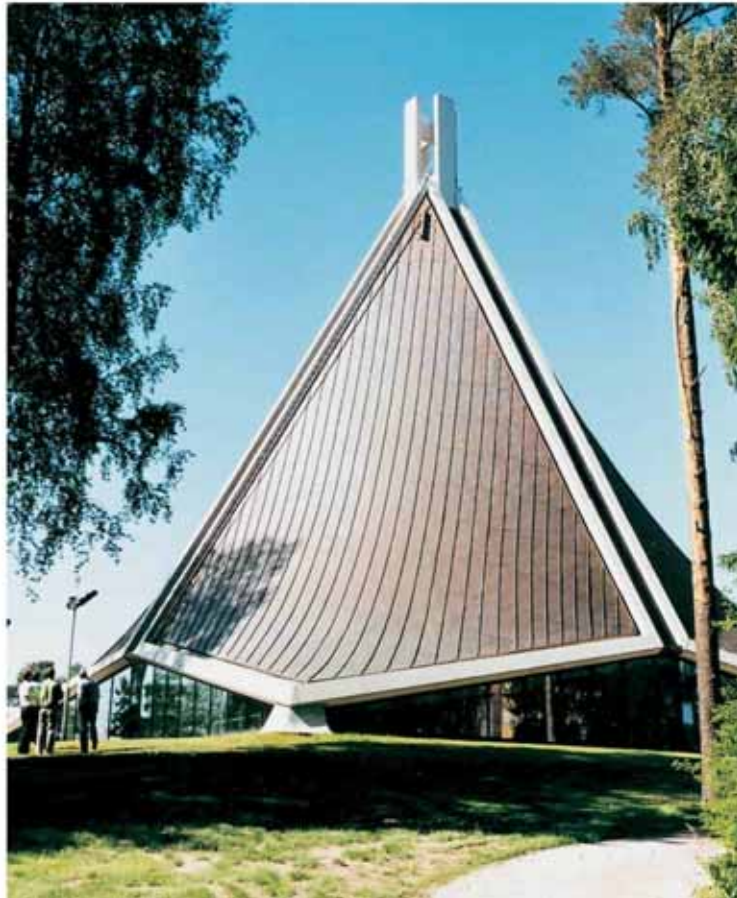
Подвесные водосточные желоба значительно дешевле при установке и замене, чем другие средства водостока. При появлении протечки в подвесных желобах повреждение фасада не так обширно, как при использовании других видов водостока. Кроме того, место протечки в подвесных желобах также легче обнаружить. Подвесной водосточный желоб в комбинации с направляющей карниза, как правило, более дорог в установке, чем какой-либо другой вид желоба. Если, с другой стороны, никакая направляющая карниза не требуется, подвесной желоб – это более дешевый выбор.

В настоящее время доступны средства защиты снежных оползней, которые крепятся к фальцам. Они имеют преимущество, заключающееся в том, что они следуют за перемещениями кровельной панели. В случае длинных зон скатной крыши такие средства защиты от снежных оползней могут быть необходимы также в средней зоне скатной крыши.





*Башня в Варшаве*



*Церковь в Хельсинки.*



### **Средства обеспечения безопасности на крыше**

Большие требования предъявляются к средствам доступа и обеспечения безопасности на крыше в части регулярного ухода и целесообразного технического обслуживания крыш и сооружений. Поэтому имеется ряд стандартов, которые охватывают функциональные требования, методы тестирования, детали, размеры и отдельные компоненты.

Что касается средств обеспечения безопасности на крыше, чрезвычайно важно следить за установкой креплений. Они должны выдерживать конкретные нагрузки и в то же время иметь достаточную прочность, чтобы не допускать возможности протечек. Кроме того, материал не должен быть ослаблен коррозией. Этот последний пункт имеет особую важность в случае применения кровельной меди. Крепежный элемент должен быть изолирован от листового металла, для чего используется свинцовый лист толщиной 2 мм, позволяющий предотвратить электрохимическую коррозию. Крепление должно быть изготовлено из нержавеющей стали.

### **Факторы, которые влияют на потребность в средствах обеспечения безопасности на крыше**

- Крыша требует непрерывного осмотра, независимо от ее водонепроницаемого слоя.
- Установки и сооружения на крышах должны быть доступны для ухода и технического обслуживания.
- Выпавший снег и обледенение могут привести к повреждению кровли, и поэтому необходимо чаще сбрасывать с нее снег.
- Крыши спроектированы так, чтобы они могли выдержать определенную

снеговую нагрузку. Если эта нагрузка превышена, крышу следует очистить от снега.

- Может появиться необходимость в создании путей доступа к вентиляционным помещениям и к машинным лифтовым залам.

- В некоторых случаях может возникнуть необходимость в создании пути эвакуации людей по пожарной лестнице, ведущей к балкону, на уровне покрытия, через крышу и настенную лестницу, установленную на внешней стороне здания.

- Должно обеспечиваться требование доступа к дымовым трубам, которые содержат каналы, подлежащие очистке в соответствии с инструкцией.

- Могут также потребоваться постоянные пути доступа для сооружений, отличных от указанных в правилах, например, устанавливаемых на крыше радио- и ТВ - антенн, аэрационных отверстий, теплообменников и солнечных коллекторов, которые требуют регулярного осмотра и технического обслуживания.

Каждая крыша должна иметь необходимые технологические пути доступа и связующие пути к конькам крыши, дымовым трубам и аэрационным отверстиям. Крутые крыши должны быть оснащены рабочими мостками, направляющими карнизов или другими крепежными элементами типа болтов с проушинами или грузоподъемными крюками с предохранительной скобой, чтобы персонал мог передвигаться вверх, к которым можно было бы подсоединить тросы безопасности.

Детали обеспечения безопасности на крыше, предназначенные для использования на листовом медном покрытии, должны быть изготовлены из меди или нержавеющей стали.

Поручни на крыше, включая медные кронштейны, предназначенные для медных кровель, должны быть полностью изготовлены из того же самого материала, чтобы избежать электрохимической коррозии, которая в противном случае произошла бы при использовании "менее благородных" металлов.

Нержавеющая сталь рекомендуется для сквозных крепежных элементов, предназначенных для несущих нагрузку конструкций.



Крепление средств обеспечения безопасности на крыше с помощью болтов, изготовленных из нержавеющей стали и изолированных от кровли свинцовым листом.



Медный поручень на крыше.

## Принципы кровельного покрытия крыши



Традиционное листовое покрытие.



Полосовое покрытие.

Медь легко подвергается формированию, что позволило следовать различным стилям и архитектурным особенностям зданий в различные времена. Прежде чем появились металлопрокатные станы, листовый материал изготовлялся вручную. Конечно, этот метод не позволял производить листовый металл больших размеров. В последней половине 18-го века начали появляться различные варианты метода прокатки. Однако кованный листовый материал все еще широко применялся в 19-м веке.

Методика соединения листового металла с помощью фальцевания также очень стара. Медные кровельные покрытия, которые были сращены в конце 17-го века, все еще существуют сегодня: крыша на соборе Хильдершайн – один из примеров этого. Однако, несмотря на появление металлопрокатных станков, формат листовых материалов все еще был ограниченным в течение длительного времени. Кованое листовое медное покрытие имело, как правило, размеры 450 x 950 мм или 450 x 570 мм.

Размер панелей увеличился через какое-то время, и с тех пор появился ряд конкретных стандартных форматов: 610 x 914 мм, 914 x 1 219 мм, 1 000 x 2 000 мм. В случае полос доминирующая ширина составляет 610 мм, 670 мм и 1 000 мм.

### Традиционное листовое покрытие

Покрытие крыш листовым материалом с фальцевыми соединениями известно как традиционное покрытие. Фальцы известны как стоячие фальцы и поперечные фальцы.

Традиционное листовое покрытие имеет длинную историю и изготавливалось из кованных листов с давних времен. Сегодня традиционное покрытие используется главным образом на зданиях, где конструкторы хотят подчеркнуть характер крыши, или когда первоначальная архитектура должна быть сохранена и поддерживаться в хорошем состоянии. Вертикальные швы не только создают привлекательный вид, но и используются также для упрочнения. Это особенно выгодно в случае крыш, открытых действию ветра. Листовое медное покрытие всегда выполняется с двойным фальцем для обеспечения необходимой прочности, независимо от степени наклона крыши. Многие старые европейские здания, относящиеся к культурному наследию, имеют кровельные покрытия крыш из медных панелей. Панельные покрытия часто используются при расширении и ремонте таких старых зданий.

Указанное защитное покрытие предварительно изготавливается и часто объединяется в листы определенной длины в мастерских изготовления

листовых материалов, прежде чем будут доставлены к строительному участку.

### Полосовое покрытие

В настоящее время медь вообще производится и поставляется в виде полос. Они могут быть разрезаны для получения панелей любой длины. Это чаще всего применяется для медного покрытия, которое производится в виде длинных полос, идущих от конька крыш до карниза. Такие полосы соединяются на крыше вместе с помощью двойных стоячих фальцев.

Полосовое покрытие может обычно применяться на всех типах крыши. В случае полосового покрытия длина полос ограничивается потребностью в деформационных швах (см. раздел с названием Перемещения и деформационные швы на странице 63 в главе, озаглавленной Всепогодное укрытие здания). В случае сращенных фальцами крыш наклон крыши, в идеале, должен быть больше  $t10$  ( $5,7^\circ$ ). В случае полной длины полос и когда крыша осушается через внешнюю систему водосточных желобов, а также когда не имеется никаких препятствий в форме люков на крыше или отливов труб, может быть достаточен уклон ската крыши, равный  $t16$  ( $3,6^\circ$ ). Стандартная ширина полосы – 610 мм; что приводит к интервалу в 600 мм между соседними фальцами.

Полосовое покрытие часто экономически чуть выгоднее по сравнению с панельным покрытием вследствие того, что, как правило, его легче уложить.

### Профилированные медные элементы

Профилированные медные элементы связываются между собой главным образом с помощью соединений внахлестку. Профильное покрытие крепится к строительным деталям винтами. Указанные медные элементы имеют различную форму и поставляются различной длины. Специально разработанные профильные системы для применения кровельной меди становятся все более обычными, как кровельные материалы для частных и общественных зданий. Эти системы допускают более или менее неограниченную длину панелей, так как соответствующие крепления разрешают перемещения в материале. Ограничения длины панелей скорее связаны с проблемами их транспортировки. Такая система может применяться на скатах крыши с наклоном примерно до  $3^\circ$ .

### Плоские кровельные плитки

Покрытия, использующие небольшие предварительно изготовленные медные панели, известны как плоские кровельные плитки. Этот метод имеет давнюю историю: некоторые из таких покрытий первоначально изготавливались с одинарными лежащими фальцами. Если лежащий фальц используется и горизонтально и вертикально, формируется простое покрытие

с одинарным лежащим фальцем. Такие фальцы могут быть размещены также по диагонали.

Покрытие может быть уложено как горизонтально и вертикально, так и по диагонали. Этот метод используется главным образом для фасадов.

Отдельное соединение означает, что требуется уклон ската крыши не менее 35°, чтобы крыша имела достаточную водостойкость.

### **Фальцевание с применением профилей или обрешетки**

#### *Реализация:*

Фальц может быть усилен путем увеличения его высоты и ширины. Самый простой путь увеличения ширины фальца заключается в том, чтобы свернуть кровельную полосу (нащельник) вокруг кромок, которые заггибаются и раскрываются. Для большей устойчивости фальц можно создать вместе с армирующим угловым плоским элементом. Другой путь заключается в том, чтобы создать фальц вокруг деревянной рейки. Если эта рейка треугольная или полукруглая по форме, формируется обычный стоячий фальц, возможно на ее стороне.

Фальцевание с использованием полос с квадратным профилем может быть выполнено рядом способов. Тот метод, известный как немецкий, означает, что пластины укладываются на верхней стороне полосы и крепятся к листам, после чего нащельник, изготовленный из металла, укладывается и срачивается с помощью монтажных пластин и листового покрытия.

#### *Применение:*

Самый простой тип расширенного фальца не очень герметичен и не должен применяться для крыш с углом наклона менее 25°. Деревянные рейки обычно подразумевают увеличение высоты фальца, и это позволяет сделать его почти таким же герметичным, как отдельный стоячий фальц. При этом трудно, однако, сделать соединения с коньками или свесами крыши, если требуется высокая степень герметичности. В этом случае необходимо использовать пайку или сварку.

Полосы могут быть сращены и на крышах и на фасадах. Всегда можно разместить их по линии наклона. Если фальц должен быть помещен по диагонали или горизонтально, его следует развернуть так, чтобы никакая вода не могла проникнуть в него. Это может быть достигнуто применением треугольных или полукруглых полос.



*Примеры плоских кровельных плиток.*



*Примеры обрешетки.*



*Боковые стороны листового металла, загнутые вверх и сращены друг с другом с применением металлической накладки.*

## Подложки

Плоский лист/полоса или гладкий лист, как его ещё называют, представляет собой тонкий материал, который требует устойчивого, фиксированного основания. Медное изделие, используемое для кровельных покрытий и стальных облицовок, – это мягкий, очень гибкий материал, который делает фальцевание простым и доступным. В отличие от корытообразного листа, плоский лист не способен нести нагрузки. Вот почему нижний слой (подложка) под ним должен иметь прочность, компенсирующую этот недостаток. Требование прочности должно также распространяться на детали и соединения. Кроме того, важно, чтобы опора была плоской, так как неровные области могут быть легко замечены на законченном покрытии или облицовке.



При проектировании деталей и соединений, которые скрепляются с другими материалами, вся работа проводится вручную. При этом требуется устойчивая подложка.



Важно, чтобы подложка была плоской.

Неправильно вбитые толевые гвозди могут вылезать из древесины через какое-то время. Это – тот случай, который трудно предсказать и предотвратить, но он связан с видом подложки, условиями влажности, тепловыми перемещениями и размерами гвоздя.

## Различныетипыподложек

Фальцованное медное покрытие может быть, как правило, уложено на всех фиксированных подложках. Чаще всего применяемый вид подложки – это деревянная обшивка или фанера, покрытая рубероидом. Может применяться облегченный бетон. Однако листовое медное покрытие нельзя укладывать непосредственно на бетон. В случае коньков крыш, стен, художественного обрамления фасада и окон достаточно разравнивания строительного раствора для использования его в качестве основания. При некоторых условиях можно применять твердую минеральную вату. Крепления в бетоне – трудоемкая операция, так как требуется сверление и установка монтажных пробок. Такое же требование справедливо для стен, изготовленных из кирпича или известкового песчаника.

Что касается облицовки стен, потребность в покрытии фиксированного, устойчивого основания не так важна, как при укладке кровельного покрытия. Потребность в защите от конденсации нельзя игнорировать, но это, конечно, зависит скорее от формы и аэрационной способности конструкции здания.

## Рубероид

Учитывая проблемы, которые могут возникнуть в случае неровностей на поверхности подложек, в последние несколько лет все больше рассматривается вопрос, как лучше всего закреплять рубероид под листовым металлом. В настоящее время для крепления рекомендуются только толевые гвозди, которые всегда следует забивать так, чтобы их не было видно в перекрытии. Это позволяет почти полностью избежать вероятности выталкивания головки гвоздя вверх, в листовую металл.

Рубероид укладывается секциями, параллельно или под прямым углом к скатной области крыши. Соединения должны быть созданы с минимальным перекрытием 80 мм и всегда должны быть герметизированы, если секции идут в том же самом направлении, что и скатная область крыши. Если наклон крыши меньше 1:3, соединения всегда должны быть герметизированы, независимо от способа укладки секций.

**Нижний слой из шпунтованных деревянных панелей или фанеры**

В случае под ложки, изготовленной из д. евесины, очень важно, чтобы она была достаточной толщины, учитывала необходимость в установке креплений и обеспечивала достаточную твердость основания для последующего фальцевания.

Толщина под ложки зависит от величины прогонов на крыше, но опыт показал, что для кровельных покрытий с применением плоских листов также требуется толщина, указанная в следующей таблице.

Доски не должны скрепляться на одной и той же опоре: одна доска, две доски, расположенные на одной линии относительно друг друга, могут быть соединены таким образом. Между опорами может быть закреплена только каждая третья (не более) доска.

Подложка	Толщина в мм	
	Крыша	Стена
Фанера		
Шпунтованные	19	16
доски grooved board	23	20

Рекомендуемая толщина деревянной опоры при прогоне, равном 1,2 м

Если на концах используется шпунтованная д. евесина, то каждая вторая доска может быть закреплена между опорами. Панели должны быть закреплены с помощью гвоздей, изготовленных методом горячего цинкования погружением.

Если вместо панелей в качестве опоры используется фанера, ее толщина должна выбираться так, чтобы нижний слой (под ложка) был достаточно твердым, позволяющим фальцевать на нем листовый материал. Этот слой должен также обеспечить достаточную безопасность для устанавливаемых кронштейнов. Поэтому минимальная толщина нижнего слоя должна составлять 19 мм при расстоянии между опорами, равными 1,2 м.

Общие рекомендации для кронштейнов и крепежных элементов предполагают, что под ложки изготовлены из деревянной панельной обшивки, толщина которой указана в следующей таблице.

Панели из фанеры должны быть закреплены с помощью шурупов, изготовленных методом горячего цинкования погружением, или криволинейным и гвоздями в форме скобы. Рекомендуется обеспечить пространство между центрами и гвоздями и пространство между рядами и гвоздями, указано в таблице Крепление панелей из фанеры на крыше.

Пространство между центрами гвоздей или винтов, мм				Пространство между рядами гвоздей или винтов, мм
расстояние от края	кромочной зоне	на краю	внутреннем ряду	
Равное толщине панели	> 100	> 150	> 150	> 1200

**Крепление панелей из фанеры на крыше**

В случае облицовки стены с применением плоской меди наружная обшивка каркаса стен используется вместе со шпунтованной доской или фанерой таким же образом, что и при кровельном покрытии. Поэтому толщина доски или фанеры должна быть такой же самой, но может применяться д. евесинная обшивка толщиной 20 мм или фанера толщиной 16 мм при интервале между балками 600 мм.

**Разжелобки дымовой трубы - наклон позади препятствий**

Разжелобки (энд овы) дымовой трубы на скате крыши необходимо использовать в случае всех препятствий на крыше, когда имеется вероятность скопления воды на кровле. С точки зрения технического обслуживания такие разжелобки должны быть установлены для всех существующих препятствий. Каркас, наружная обшивка каркаса или фанера часто требуются как под ложка для тонколистового металла. В случае небольших препятствий разжелобок дымовой трубы может быть установлен непосредственно на листовом металле.

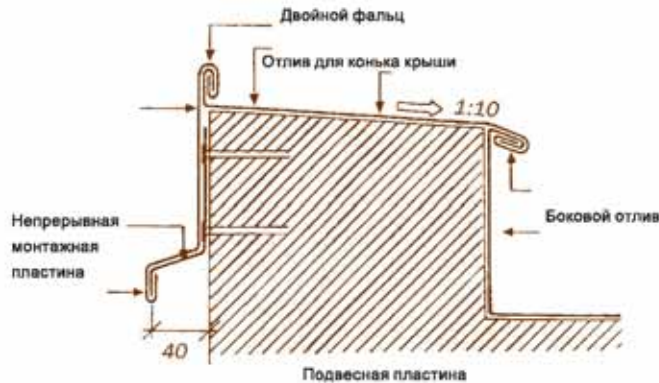


Дополнительные основания, которые иногда необходимы в случае установки разжелобков для дымовой трубы.



Разжелобок дымовой трубы гарантирует исключение скопления воды позади препятствия.

**Опорные поверхности в месте установки деталей**  
 Дополнительные подложки для отливов (фартуков) из тонколистового металла часто требуются вместе с деталями, соединениями и т.п. Их конструкция зависит от метода крепления и конструкции деталей. Коньки крыш и аналогичные препятствия должны иметь такой наклон, при котором не происходит скапливания воды.



Коньки крыш должны иметь фиксированную опору для отливов из тонколистового металла, чтобы их действие было эффективным. Важно закрепить листовой материал и, кроме того, обеспечить такой наклон, при котором вода могла бы стекать с конька. Наклон коньков крыш должен быть не менее 1:10.

Деревянные рамки желоба используются для желобов коробчатого профиля, простых желобов и утепленных разжелобков. Обычно они изготавливаются из пропитанной древесины, но это не обязательно, если конструкция допускает хорошую вентиляцию конструкции. Требуется такая опора (рамка), при которой вертикальные швы в пластине водосточного желоба могут быть соединены удовлетворительным образом.

В случае желобов коробчатого профиля и утепленных разжелобков каркасная рамка должна быть изготовлена из шпунтованной древесины толщиной не менее 30 мм. Такие водосточные желоба изготавливаются с двойными "полами", причем верхний пол имеет наклон.

Необходимо конструировать опору водосточного желоба для каждого отдельного случая, учитывая ожидаемую нагрузку, размеры желоба и т.д. Разжелобки всегда должны дополняться высококачественным водонепроницаемым слоем.

Медные водосточные желоба всегда производятся с деревянной рамкой.

Рамка для такого желоба обычно дополняется металлическим упрочнением в форме крюка кронштейна или традиционного опорного крюка в соответствии с формой водосточного желоба крыши. Иногда может также возникнуть необходимость в усилении опоры и следить за тем, чтобы и крюк и рамка были установлены достаточно прочно. Это необходимо учитывать и при планировании и при проектировании деталей. В случае длинных крутых областей скатной крыши может оказаться более целесообразным, в целях безопасности, закрепить крюки с помощью винтов, а также использовать стальной уголок на нижней стороне.

#### Опора для отлива края окна и профилированных элементов

Имеются три главных метода крепления в случае свеса крыш:

- кронштейны с проволочной сеткой (в случае кирпичной кладки)
- монтажные пластины, или
- непрерывные монтажные пластины

Во всех этих случаях должна применяться подложка, которая допускает эффективный крепеж. Иногда отливы края окна подвержены большим нагрузкам, например, во время мойки окон. Это требует применения опоры: она должна быть достаточно устойчивой, чтобы не допустить сползания отлива (фартука) вниз при приложении к нему нагрузки.

Опора, которая допускает крепление отлива и профилированных элементов, включает:

- бетон
- полнотелый кирпич
- древесину



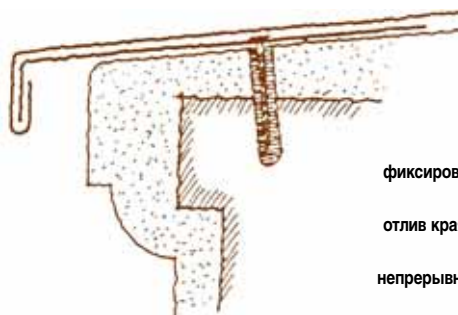
Крепление отлива края окна с применением монтажной пластины требует установки подложки, в которую можно вбивать гвозди или вворачивать шурупы.



В случае отливов края окна – независимо от того, является ли здание новым, расширенным или перестроенным – подложка во многих случаях состоит из пустотелых кирпичей или толстого слоя строительного раствора. В случае пустотелых кирпичей, например, места крепления могут заканчиваться прямо в середине пустот в кирпиче; в таком случае отлив подвергается действию нагрузки, строительный раствор и пробка могут оказаться свободными и само крепление может выйти наружу. С другой стороны, если места крепления заканчиваются между пустотами в кирпиче, существует вероятность разрушения кирпича. Лучшее место для установки крепежного элемента – это вертикальный слой строительного раствора, но иногда это может быть трудно осуществимым.

Известково-бетонный раствор и бетонный раствор имеют большую прочность, чем известковый раствор. Кирпичный ряд непосредственно под отливом должен быть в идеале изготовлен из сплошного кирпича. В случае толстого слоя строительного раствора крепежные элементы и пробки могут едва достигать кирпича, в результате чего получается слабое крепление. В случае оштукатуренных свесов крыш или профилированных элементов фасада, и крепежные элементы и пробки должны быть прочно закреплены в конструкции. Крепеж будет слишком слабым, если крепежные элементы будут находиться только в слое штукатурки.

Отливы края окна или профилированные элементы фасада, скрепленные только со штукатуркой на изоляционном материале, где не имеется никакого строительного раствора или иных фиксированных подложек, обычно должны быть прикреплены к оштукатуренной поверхности с помощью кронштейнов с проволоочной сеткой. Этот метод предполагает использование изоляции фасада, где секция со скошенной гранью также усилена сеткой. В этом случае невозможно соединить фальцы, что означает, что профилированные элементы фасада могут быть неровными.

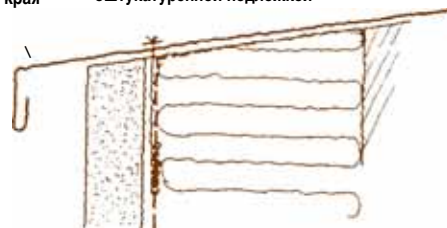


фиксированный нижний слой  
отлив края окна  
непрерывная монтажная пластина

Крепежный элемент и пробка должны быть прочно закреплены в кирпиче в случае оштукатуренных свесов крыш.

герметичная потайная заклепка и кронштейн с проволоочной сеткой, изготовленные из нержавеющей стали и скрепленные с оштукатуренной подложкой

отлив края окна



Фиксация отлива края окна на фасаде, со штукатуркой на изоляционном материале. Такой отлив восприимчив к нагрузкам, и поэтому он должен быть ограничен длиной, при которой не нужно делать никакие соединения, или при которой соединения создаются как концы с верхними фальцами.

Опора с применением медного профиля

Профилированные медные элементы, а также большинство типов кассет, считаются более прочными, чем плоский лист, вследствие их конструктивного решения. Лучше всего крепить профилированное листовое покрытие на крышах или стенах к доскам или балкам, изготовленным из древесины. Это справедливо также по отношению к кассетам, подобранным для фасада. Это означает, что абсолютно плоская поверхность не требуется с точки зрения несущей способности. Однако для подложки важно, чтобы она была достаточно плоской и равномерной и следить за тем, чтобы поверхность тонколистового металла не была неровной или продавленной.

## Проектирование фасада

### Конструкция

Говорят, что фасад – это общественное лицо здания, фактор, который явно и незамедлительно сигнализирует о его существовании. Вот почему мы стараемся определить разумное основание, внутренний смысл здания – быстро, безоговорочно и вне всего сомнения.

Фасад – это также часть здания, которая определяет его характер, и это – причина, по которой всегда уделялось большое внимание и предпринимались большие усилия для создания совершенного по качеству фасада. Художественное оформление и украшение применялись во все времена. Многие древние здания дают примеры фантастических фризов, профилированных элементов, пилястр, маскарон и эркеров.

Многие из нас могут, вероятно, рассматривать облицованные металлом фасады как относительно современное явление. Однако имеется много примеров красивых фасадов этого типа, возникших еще в XVIII-м веке.



*Длинная полоса.*



*Покрытое медью окно мансарды*

Окончательная отделка поверхности фасада здания имеет две задачи: защищать здание и представлять его лицо внешнему миру. Это должен быть долговечный, защищенный от атмосферных воздействий герметичный слой; иначе говоря, поверхность, которая защищает здание от ветра и непогоды и в то же время проста в обслуживании. Если полная цель заключается в том, чтобы следить за экономичностью с точки зрения сбережения электроэнергии, то самый внешний слой фасада – панель фасада – должна быть объединена с эффективным, функциональным изоляционным материалом.

Во время этапа планирования и конструирования особое внимание следует уделять планированию всего того, что должно быть закреплено, включая все то, что, вероятно, придется крепить на фасаде: рекламные вывески, часы, пожарные лестницы, флажки и т.п. Все эти изделия требуют долговечного, прочного основания, если они должны оставаться в таком положении в течение продолжительного времени.

Большинство фасадов оснащены профилированными элементами и отливами той или иной формы. Основание всегда важно для крепления таких деталей и определяет, насколько надежно они прикреплены. Даже кажущиеся простыми детали часто нуждаются в устойчивом, жестком основании, чтобы оставаться в заданном положении. Если угловые оштукатуренные накладки, подвесные пластины и подобные детали должны быть установлены с применением скрытых крепежных элементов, для них должно быть подготовлено основание, которое позволяет сделать такую работу. Хорошее, устойчивое основание обеспечивает условия, необходимые для того, чтобы рабочий-металлист мог выполнить свою работу наилучшим способом.

Надежные, не поддающиеся коррозии, соединения следует применять всякий раз, когда необходимо закрепить какой-либо вид тонколистового металла. Когда такое соединение используется для крепления профилированного листового покрытия, наиболее приемлемый выбор – это самонарезающие винты. Эти винты должны быть использованы в нижней части профиля.

Кассеты чаще всего устанавливаются с перекрытием. Крепежные элементы, таким образом, оказываются видимыми, как в случае с профилированным в разрезе защитным покрытием. Имеются также системы, которые включают профилированные и тому подобные элементы, допускающие применение скрытого крепежа.

Конструкция перекрытия может изменяться в зависимости от метода используемого крепления. Для обеспечения герметичного крепления рекомендуется, чтобы прокладки были изготовлены из хлоропренового каучука или каучука на основании сополимера этилена, пропилена и диенового мономера (EPDM).



Монтаж медных кассет

Фасад с двойным лежащим фальцем из меди.



Профилированный медный лист.

#### Фальцованное медное покрытие

Облицовка стены с использованием плоского медного покрытия применяется таким же образом, как и кровельное покрытие; то есть с применением стоячих и вертикальных фальцев. При нормальных условиях всегда используются двойные лежащие фальцы. Только на узких поверхностях или в хорошо защищенных областях можно рекомендовать одинарные лежащие фальцы. Они соединяются таким же образом, как и на крышах, то есть с применением зажимов. Если используется размер листа, который допускает большую ширину между стоячими фальцами, вертикальные швы также могут быть закреплены зажимами.

Как правило, облицовка связана с отливом на карнизном свесе или с профилированным изделием, и ее нижний край устроен так, чтобы капли воды не стекали на нижний лист поверхности. Облицовка может также быть связана с вертикальным отливом, который установлен под нижней поверхностью крыши.

В верхней части облицовка связана или с кровлей или с отливом для коньков крыш с помощью фальцевания или, в случае профилированного изделия, отлива или подобного элемента, – с использованием свеса крыши.

#### Кассеты

Кассеты (облицовочные секции), изготовленные из меди или из медных сплавов, используются в настоящее время все больше и больше. Их конструкции часто изготавливаются по специальному заказу и обычно составляются на основании консультации между архитектором и изготовителем кассет/поставщиком листов до создания каждой конкретной детали.

Кассеты, установленные вертикально, сохраняют, как правило, цвет в диапазоне от темно-коричневого до черного. Только когда поверхность подвергается воздействию влажности, на ней, в конечном счете, формируется зеленая патина.

По сравнению с кассетами из не медных сплавов кассеты, изготовленные из латуни – томпака – дольше сохраняют бронзовый цвет.



Кассеты, изготовленные из томпака – латуни, содержащей 80% меди и 20% цинка.

Кассеты из нелегированной меди.

#### Плоские кровельные плитки

Применение плоских кровельных плиток – старый метод, который был первоначально осуществлен с применением одинарных лежащих фальцев. Если один из фальцев используется и горизонтально и вертикально, формируется простое покрытие с одинарным фальцем. Фальцы также могут быть размещены по диагонали.

Плоские кровельные плитки больше всего напоминают малые кассеты. Размер таких кровельных плиток может изменяться в значительных пределах, особенно в случае применения зажимов и криволинейных медных гвоздей в форме скобы.

Принцип соединения связан с крутизной скатов крыши. Требуется наклон не менее 35°, если крыша должна в достаточной степени оставаться водонепроницаемой.



*Плоское покрытие представляет хороший материал для изогнутых поверхностей.  
Планетарий, Копенгаген.*

### **Подложка**

Фальцованная, облицованная медью стена с фасадным покрытием в форме полос или листов требует устойчивой подложки, как в случае традиционной медной кровли, и эта подложка должна быть способна выдержать отделку листов и допускать использование зажимов для крепления. Подложка должна быть изготовлена из шпунтованных досок толщиной 22 мм или из фанеры толщиной 19 мм. В случае желобообразных листов, панелей и кассет, технические требования к подложке остаются более или менее такими же.

Независимо от того, является ли здание новым или реконструированным, подложка должна быть ровной. Любая деформация поверхности в местах крепления постепенно станет очевидной даже для нетренированного глаза, особенно в отношении гладких поверхностей. В настоящее время доступны регулируемые металлические распорные детали, которые позволяют выставить просто и ровно даже старые, неровные поверхности.

Методы крепления, используемые для желобообразного листового покрытия, панелей и кассет, различаются. Концы профилей привинчиваются снаружи с использованием видимых крепежных элементов и непосредственно к металлическим прокладкам на несущей нагрузке конструкции. Как правило, панельные крепежные элементы – это полностью невидимые и пригнанные распорные детали, в то время как кассеты часто подвешиваются с помощью специально сконструированных скрытых кронштейнов.

### **Жесткость материала**

Единственная вещь, которая укрепляет фальцованную облицовку стены в любой степени, – это сами фальцы. Так как фальцы могут быть легко согнуты, сформованы и загнуты, метод фальцевания рекомендуется к применению на изогнутых, вогнутых или выпуклых, поверхностях стен.

Одно из больших преимуществ такого профилированного листового покрытия – его жесткость в направлении изменения профиля. Можно использовать значительные пролеты, в зависимости от высоты профиля. Имеются пределы жесткости профилированного листового покрытия в направлении изменения профиля. Слишком большой интервал между точками крепления на профиле может приводить к нежелательным перемещениям и шуму покрытия.

Как в случае с профилированным листовым покрытием, панели имеют жесткость только по их длине. Максимальная ширина панели зависит от жесткости и толщины материала.

Твердость и толщина материала также определяют размер плоских обшивок. Профилированные формы или вертикальные швы обеспечивают дополнительную жесткость и могут приводить к изгибанию листового покрытия, если материал слишком тонок.



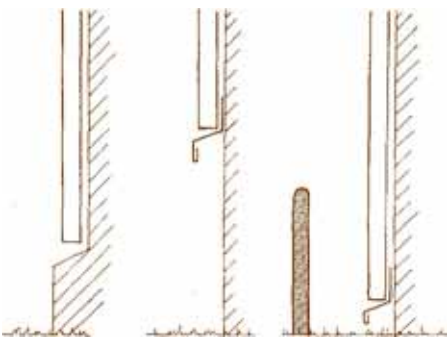
*Медные кассеты с покрытием Nordic Quick , установленные на стене.*

Медный лист Лист из латуни Толщина, мм	Ширина кассет, мм
1,0	200
1,0	300
1,0	400
1,0	500
1,5-2,0	600
1,5-2,0	700
1,5-2,0	800
1,5-2,0	900
1,5-2,0	1000
1,5-2,0	1100

#### Защита от повреждения

Следы механического повреждения покрытия, действительно, портят общее впечатление от здания. Такое повреждение чаще всего наблюдается на нулевой отметке.

Повреждения вследствие столкновений с покрытием можно избежать путем установки более высокого основания или повышенного защитного края. Если конструкция не позволяет осуществить такие решения, нижний лист должен быть быстрозаменяемым. Повреждение из-за столкновений может обычно происходить в зоне погрузочных платформ и подобных установок. Следует обращать внимание на высоту транспортных средств и узкие пространства. Защитите покрытие или предусмотрите его легкую замену.



Высокие или выступающие основания, или же повышенные кромки – все они будут обеспечивать защиту от повреждения в результате столкновений.

#### Чистый фасад

Все открытые поверхности собирают грязь. Преимущество гладкой листовой меди в этом отношении – то, что большая часть грязи "смывается" дождем. Пористые поверхности типа кирпича, штукатурки, дерева, рельефных металлических поверхностей или профилированных листов, установленных горизонтально, не смываются водой до такой же степени чистоты.

Независимо от конструкции поверхности, необходимо предпринять шаги, чтобы избежать воздействия на некоторые секции фасада большого, концентрированного, количества дождевой воды. В течение не очень продолжительного времени это может привести к тому, что поверхность фасада будет выглядеть неоднородной, пятнистой.

Количество воды, воздействующей на фасады во время дождя или снега, будет больше у основания, чем наверху. В случае высокой, ненарушенной облицовки фасада, очень большие количества воды могут воздействовать на нижние секции фасада. Чтобы предотвратить это, гладкие фасады могут быть "нарушены" путем помещения водоотталкивающих профилированных элементов вдоль них с определенным интервалом. В случае фасадов из тонколистового металла такие элементы представляются идеальным средством для объединения с деформационными швами фасада.

В месте, где встречаются верхние и нижние секции, дождевая вода должна сливаться так, чтобы предотвращалась возможность обесцвечивания поверхности облицовки.

Дождевые метки могут появляться под свесом крыш, балконов и других крупных отталкивающих капли дождя деталей здания; иначе говоря, на поверхностях, которые не омываются непосредственно дождем, так как никакой дождь не входит в контакт с ними. В сильно загрязненных средах с высоким уровнем влажности воздушный поверхностный слой в таких "меченых" секциях подвержен более быстрому разрушению, чем секции, которые регулярно омываются дождевой водой. Поэтому секции такого типа подлежат очистке, даже если другие части фасада не нужно мыть.

#### Влажность и конденсация

Влажность и конденсация могут формироваться на внутренней части поверхности фасада (обратная сторона листового покрытия). Конденсация или ее отсутствие недостаток может зависеть от того, насколько эффективно работает влагонепроницаемый слой, и от того, как вентилируется фасад. Расположение здания и воздействия на него ветра и погодных условий также может играть определенную роль.

В открытых местах напор ветра может загонять воду вверх между перекрытиями листов и облицовки, если они не достаточно велики. Профилированное защитное покрытие, установленное горизонтально, не следует устанавливать с применением соединения внахлестку. Это облегчает проникновение воды между листами, и, кроме того, щели на уровне глаз имеют неприятный внешний вид. Вместо этого нужно применять соединения встык, используя пилястры или соединительные детали. Их следует снабдить капиллярными отверстиями.

#### *Перемещения*

Листовые покрытия перемещаются относительно подложек, и это необходимо учитывать при креплении листов в определенном положении. Необходимо помнить следующее: где и как такие перемещения будут поглощены? Где нужно размещать деформационные швы? Нужно ли применять специальное основание, или возможно крепление, позволяющее фиксировать кованые детали типа свеса крыш, вывесок или флагштоков, и имеется ли риск, который можно было бы устранить, при необходимости обеспечения свободного перемещения листов?

Степень перемещения материала зависит также от длины листов или панелей. Длинные листы легче монтировать с применением ограниченного числа соединений. Однако с действительно длинными листами трудно и неэкономично обращаться. Даже если облегченные стропила имеют большую гибкость, слишком длинные листы могут привести к расширению отверстий под крепежные винты из-за тепловых перемещений в материале.

Тепловые перемещения в медном покрытии следует принимать во внимание даже тогда, когда медь применяется вместе с другими материалами. Дефектные соединения на слое штукатурки могут легко привести к образованию трещин, формирующихся в штукатурном растворе. Длинные профилированные элементы фасада в комбинации со штукатуркой должны быть соединены с помощью фальцев. Соединения внахлест могут приводить к формированию трещин и поэтому не должны применяться как метод соединения в таких случаях.

Оконные рамы с облицовкой и отливами, изготовленными из металла и упруго "вставлены" в фасад, изготовленный из кирпича, могут легко выпучиваться наружу. Нужно предусмотреть допуск на степень перемещения, достаточную для устранения этого эффекта.

#### *Проемы*

Изменения, сделанные на фасаде после окончания установки главного конструктивного элемента, никогда не приводят к особенно хорошему результату, так как они обычно нарушают или ухудшают общее впечатление от фасада.

Вообще, отверстия, просверленные в фасаде для формирования вводов кабелей или труб, трудно сделать внешне чистыми и опрятными и упрятать на самом фасаде.

То же самое относится к решеткам вентиляционных отверстий, устанавливаемым после завершения главной части фасада. Поэтому превосходная идея заключается в том, чтобы всегда учитывать все проемы такого вида, как очевидные, так и те, которые могут понадобиться позднее, на этапе планирования и проектирования. Решетки вентиляционных отверстий должны быть размещены в связи с другими профилированными изделиями, например, с изделиями, оснащенными деформационными швами или профилированными отливами. Если вентиляционное оборудование не установлено для охлаждения в настоящее время, оно может потребоваться в некотором месте в будущем. Если фасад может быть подготовлен к установке дополнительных решеток аэрационных отверстий, или если необходимые для любых будущих потребностей решетки могут превышать предусмотренные размеры, такая подготовительная работа должна быть выполнена на этапе планирования и проектирования.

Рекомендуется также подготовка кабельных вводов для любых секций фасада, которые могут использоваться для установки оборудования, средств освещения или аналогичных целей.

#### *Детали*

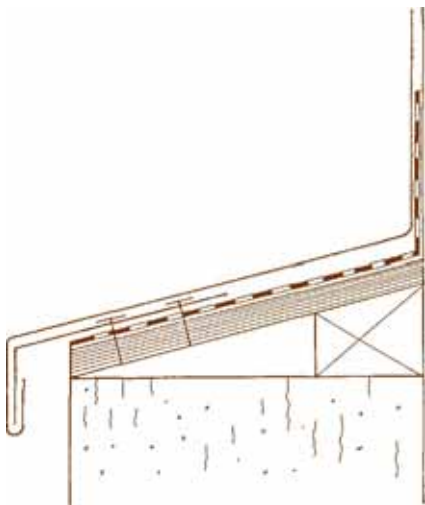
Отливы и профилированные элементы для слива воды должны иметь наклон не менее  $t8 (7,5^\circ)$ . В случае оштукатуренных фасадов или любого другого подобного материала отливы должны заканчиваться на расстоянии не менее 40 мм от поверхности фасада. С другой стороны, в случае фасадов, изготовленных из профилированного листового материала или любого другого водоотталкивающего материала, отлив должен заканчиваться как можно ближе к фасаду (10 мм) чтобы предотвратить появление поверхностных дефектов (пятен), возникающих вследствие действия дождя. Кроме того, отливы должны быть размещены на расстоянии не менее 100 мм от облицовки стены. При установке позади профилированного листового покрытия, кассет и подобных защитных элементов отливы следует снабдить капиллярными отверстиями, чтобы вода не могла подниматься вверх под напором ветра.



Отливы следует снабдить капиллярными изломами.



Щель не менее 35 мм важна для сохранения покраски текстуры на торце.



Основание имеет важное значение для получения окончательного результата.



Упрочнение широкого отлива.

Отливы, профилированные элементы и пластины должны иметь надлежащее основание и соединены с помощью монтажных пластин. Применения потайных заклепок следует избегать.

Воздушные зазоры также не должны быть слишком узкими.

Широкие оштукатуренные углы и оконные рамы могут быть усилены с помощью дополнительного соединения.

На рынке предлагается множество различных типов предварительно изготовленных систем



## Дренаж крыши

### Общесведения

Для крыши требуется полностью оформленная система дренажа, с водосточными желобами и трубами необходимого размера, наряду с правильно размещенными водосточными колодцами и водосливами, чтобы обеспечить эффективную защиту крыши от дождя, снега, дождя со снегом и т.п.

Не менее важным для проектируемой системы дренажа крыши является обеспечение ее способности противостоять образованию льда. Как правило, внешние холодные водосточные колодцы достаточны на крутых крышах с холодной вентиляцией, чтобы выполнить эту функцию. Тёплые, не вентилируемые крыши нужно снабжать тёплыми водосточными колодцами. Плоские или имеющие малый наклон крыши - тёплые или холодные - должны быть оснащены тёплыми водосточными колодцами. Не является необычным применение комбинаций различных типов крыш, которые устанавливаются на одном и том же здании, что может иногда затруднить точное определение мест, где должна проходить граница между тёплой и холодной

кровлей. Поэтому всегда целесообразно провести чрезвычайно точный расчет систем дренажа крыши, основанный на строгом учете каждой конкретной ситуации, связанной с видом крыши, чтобы получить оптимальное техническое решение.

Формирования льда в водосточных желобах и трубах можно часто избежать, если использовать греющий электрокабель. Основная причина формирования льда должна быть объяснена до того, как будет предпринято любое действие, противодействующее такому эффекту.

Система дренажа крыши может быть основана на применении наземных водосточных желобов и труб или утепленных, встроенных систем, или на комбинации указанных средств.

Следует помнить, что не только осушаемая область крыши является определяющим фактором при расчете диаметра водосточных желобов, труб и водосливов. Применение таких желобов часто блокируется, к примеру, накоплением в них мусора, что также необходимо учитывать в расчетах.

Стандарты и правила определения размеров систем дренажа крыши иногда значительно различаются в разных странах и регионах. В этом случае рекомендуется, чтобы Вы проверили



национальные строительные нормы и правила, действующие в стране, в которой такая работа должна быть проведена.

### **Водосточные желоба**

Водосточные желоба и системы труб должны отвечать требованиям стандартов EN612 и EN1462. Кроме того, водосточные желоба должны быть установлены с отбортованной передней кромкой и задней кромкой с открытым покрытием. Имеются много различных типов предварительно изготовленной системы на рынке, таких, как полукруглые и прямоугольные желоба, чаще всего длиной от трех до шести метров. Доступно также большое число заказных систем.

При изготовлении водосточных желобов, устанавливаемых таким образом, важно также, чтобы их передняя кромка была, по меньшей мере, на 8 мм ниже задней кромки. Кронштейны и выпускные отверстия желобов должны быть фальцованы и спаяны. Альтернативно, можно использовать предварительно изготовленные кронштейны желобов соответствующей прочности. Водосточные желоба нужно обеспечить герметичными концами.

Крепежные крюки для желобов могут быть изготовлены из меди сечением 6 x 30 мм или из нержавеющей стали сечением 5 x 25 мм. Спереди водосточные желоба присоединяются к крюку с помощью гайки и болта, а на задней кромке они закрепляются с помощью зажимов, изготовленных из металла средней твердости толщиной 0,7 мм. Концы болтов обрезаны и закреплены впотай гайками. Интервал между крюками желоба не должен превышать 600 мм. В случае желобов в открытых положениях - где имеется, например, основание полагать, что будут скапливаться большие количества снега - опорные крюки водосточного желоба должны быть установлены ближе друг к другу (например, 400 мм). Желоб должен быть установлен с наклоном не менее 5 мм/м. Установка системы водосточных желобов никогда не должна проводиться с обратным наклоном.

В случае кровельной меди, герметизированных матов, брезента и т.п. опорные крюки водосточного желоба должны быть загнуты вовнутрь до уровня основания и покрыты водонепроницаемым защитным слоем. В случае других кровель опорные крюки такого желоба могут быть помещены выше основания, но ниже рубероида, если таковой используется. Углубления в случае крюков желоба, установленных вертикально, не требуются.

В тех случаях, когда используется деревянное основание, опорные крюки желоба должны быть заглублены в древесину не менее чем на 150 мм. В случае деревянных стропильных конструкций опорные крюки водосточного желоба должны быть установлены с применением двух 75-миллиметровых, неподдающихся коррозии, винтов. Коррозионностойкие винты длиной 35

мм используются для крепления опорных крюков желоба к дощатой обшивке крыши.

В тех случаях, когда используется облегченное бетонное или подобное основание, крюки водосточного желоба должны быть заглублены в него не менее чем на 300 мм, и они должны быть закреплены с помощью трех специальных винтов размером 6,0 x 80, изготовленных из нержавеющей стали и предназначенных для установки в легком бетоне. Крюки нельзя устанавливать на расстоянии менее 100 мм от карниза.

Вода вытекает из желоба через водяную воронку или через фланцевую воронку. На краю фланцевой воронки проделаны отверстия, причем проем должен быть не менее дренажной части воронки.

Во фланцевой воронке предусмотрена зона скольжения, допускающая перемещение из-за расширения уже установленного материала водосточного желоба. Деформационные швы размещаются в самом высоком месте между двумя выпускными отверстиями. В случае жестких креплений должны быть установлены соединения, которые абсорбируют перемещение, когда длина желоба составляет более 10 м.

Водосточные желоба, которые не могут быть установлены с полным наклоном, должны быть закреплены с применением монтажных соединений с перекрытием не менее 100 мм или с применением специальных стыковых накладок. В случае прямоугольных желобов соединения часто производятся путем фальцевания или пайки. Эти соединения должны быть жесткими.

### **Защитные отливы для желобов**

Защитные отливы соединяются с помощью одинарных лежащих фальцев или фальцевых соединений и оснащаются необходимыми концевыми элементами. Для их крепления используются непрерывные монтажные пластины.

### **Кромочные листы**

Крыши, завершаемые водосточными желобами, нужно обеспечить кромочным листом на свесе крыши. Кромочный лист направляет воду к желобу и кроме того предотвращает скопление воды и снега под ним. Такой лист должен быть изготовлен из меди средней твердости толщиной 0,7 мм, и не менее 150 мм его длины должны приходиться на контакт этого листа с крышей. Соединение производится с помощью одинарных лежачих фальцев или с перекрытием не менее 100 мм. Длина листов должна быть не менее 2 000 мм. Кромочный лист крепится к основанию с применением криволинейных медных гвоздей в форме скобы, зигзагообразно, на расстоянии около 150 мм друг от друга. Везде, где существует вероятность эрозивной коррозии, может быть установлена изнашиваемая прокладка, изготовленная из меди средней твердости толщиной 0,7 мм. Прокладка соединяется с перекрытием и закрепляется таким образом, что может быть легко заменена, при необходимости.

### **Водосточные желоба коробчатого профиля**

Рамы таких конструкций должны быть изготовлены из шпунтованных досок или эквивалентных материалов толщиной не менее 30 мм. Водосточные желоба создаются с двойным дном, причем верхнее дно скошено. Опорные крюки желоба должны быть подобраны для каждого отдельного случая. Водосточные желоба коробчатого профиля



*Дерево используется в качестве рамы для водосточных желобов*

устанавливаются с наклоном не менее  $\pm 75$ . Передняя кромка такого желоба должна быть не менее чем на 50 мм ниже связующего фальца между пластинами желоба и кровлей. Концы желобов фальцованы и спаяны. Важно, чтобы кромочный лист имел ту же длину, что и пластина желоба. Следует применять отожженный металл толщиной 0,7 мм. Кромочный лист соединяется с помощью одинарного лежачего фальца. Если имеется вероятность эрозивной коррозии, к этой структуре должна быть добавлена изнашиваемая прокладка. Такая прокладка крепится в соответствии с описанием, рассмотренным в предыдущем разделе относительно установки водосточных желобов.

### **Водосточные желоба**

Для рам водосточных желобов используется древесная конструкция. В таком случае чрезвычайно важна установка опорных крюков кронштейна, и поэтому основание иногда необходимо усилить, чтобы получить хорошие результаты. В случае крыш с длинным, крутым наклоном, вместо средств усиления основания можно использовать болты с кронштейнами на нижней стороне. Край желоба должен быть высотой не менее 150 мм и иметь минимальный наклон  $\pm 75$ . Желоб прикреплен к кровле с помощью двойного лежачего фальца.



*Пример защитных отливов (водосточные желоба еще не установлены).*

## **Утопленные разжелобки**

### *Разжелобки*

Разжелобки (ендовы) могут быть созданы с помощью пластин или полос. В любом случае водосточный желоб должен быть изготовлен из листовой меди толщиной 0,7 мм, и складка должна иметь длину порядка 450 мм при любом уклоне ската крыши. Разжелобок имеет двойной лежащий фальц.

### *Разжелобки - полосы*

В случае длины наклона водосточного желоба менее 10 м такой желоб может быть изготовлен с использованием полос без вертикальных фальцев.

### *Наружные водосточные трубы*

Водосточные трубы должны отвечать требованиям стандартов EN612 и EN1462.

На рынке существует много различных типов предварительно изготовленной водосточной системы, таких, как полукруглые и прямоугольные желоба, чаще всего длиной от трех до шести метров. Доступно также большое число заказных систем.

Водосточные трубы крепятся с помощью соединительных втулок с максимальным интервалом между точками крепления, равным 2 000 мм (всегда нужно использовать, по меньшей мере, две соединительные втулки). Соединение производится с помощью втулки или вставного крепежного элемента с коническим концом, в частности элементов соединения, или путем фальцевания и пайки. Продольные соединения должны быть скреплены с использованием одинарного лежащего фальца плюс пайки, или с помощью двойного лежащего фальца. Повреждение вследствие действия влажности может быть предотвращено путем отклонения продольных соединений от фасада, если он облицован влагопоглощающим материалом. Водосточные трубы должны быть установлены с взаимным интервалом не более 20 м (длина наклона желоба 10 м).

*Порядок установки внутренних водосточных труб не является предметом обсуждения в данном разделе вследствие того, что такая установка обычно рассматривается как часть работы по установке средств отопления, вентиляции и санитарно-технического оборудования.*

### *Соединения*

При подсоединении системы дренажа крыши к водосточным трубам ее следует оснастить сетчатым фильтром или каким-либо иным видом устройства очистки, соответствующего этой цели. Такой фильтр должен быть легко съёмным. Водосточные трубы, которые не связаны с трубами для спуска дождевой воды, должны быть оснащены отводом дождевой воды, устанавливаемым в основании трубы.

### *Водосточный желоб для спуска воды к внешним водосточным трубам*

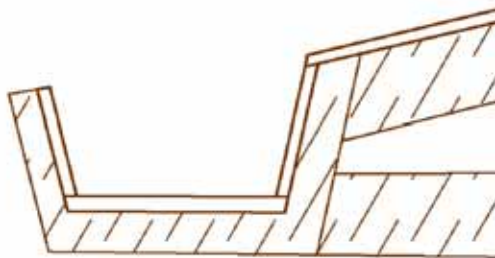
Водяные воронки крепятся на краю желоба с использованием двухэлементной проволоки диаметром не менее 1 мм. Проволока изготовлена из нержавеющей стали в соответствии со стандартом EN10088-3-1.4436. Дренажная часть водосточного желоба имеет коническую или цилиндрическую форму и закрепляется с помощью фальцевания и пайки.

### *Водосточные воронки в крыше, передающие воду к внутренним водосточным трубам*

Такие водосточные воронки в крыше имеют коническую или полусферическую форму, закрепляются с помощью твердого припоя или сварки, и с применением фальцованных соединений с пластинами желоба или фланцев. Соединения с фланцевыми листами должны быть фальцованы и спаяны или приварены. Такие соединения должны быть жесткими, а выпускное отверстие оснащено сменным сетчатым фильтром.

### *Водосливы*

В случае внутреннего дренажа крыши важно спланировать установку водосливов в позициях, где в водосточных трубах может происходить блокировка потока воды. Использование большего количества водосточных колодцев для замены потребного числа водосливов не допускается. Водосливы должны иметь размеры, позволяющие им справиться с трехкратным максимальным прогнозируемым количеством воды. Они должны быть связаны с пластинами желоба с помощью фальцевания и пайки, или сварки.



*Желоб коробчатого профиля*

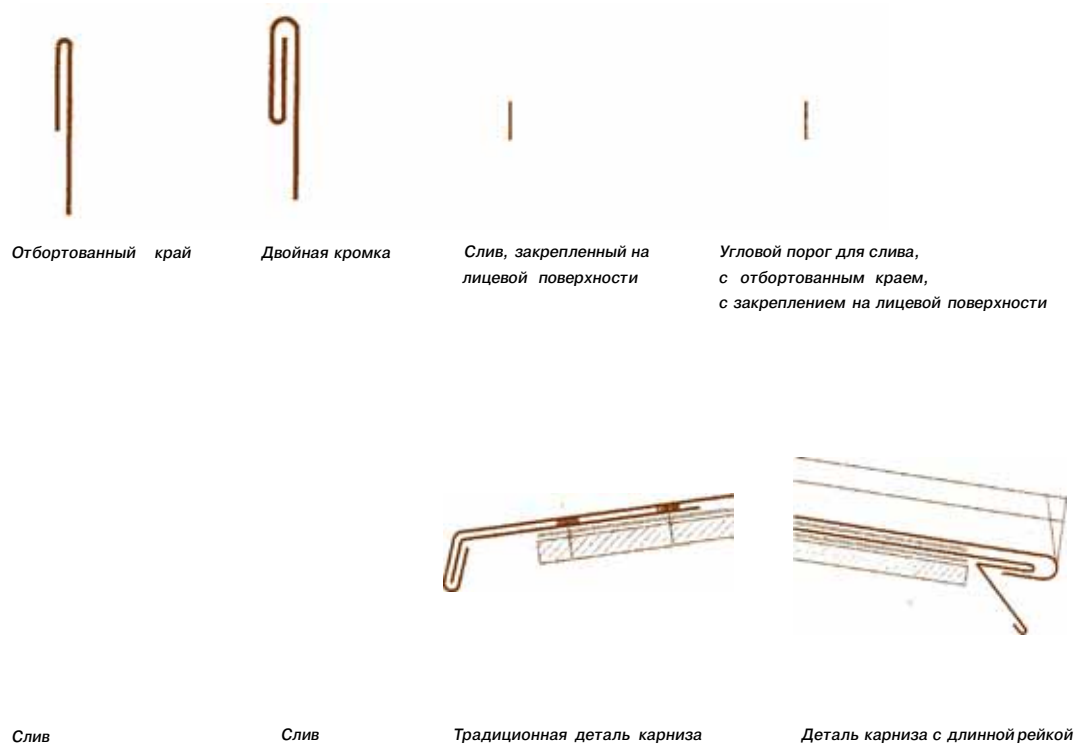
## Отдельные детали

На следующих страницах показаны примеры наиболее часто используемых деталей из листовой меди.

Все профессиональные группы и специальности и их подразделения применяют свои собственные технические термины и специальные выражения. Это наблюдается также и в сфере применения тонколистового металла.

Архитектор или строитель, знакомый с таким типом выражений, может гораздо проще объяснить рабочему-металлисту, какую конкретную готовую деталь он хочет получить.

### Свободные кромки



### Соединительные детали

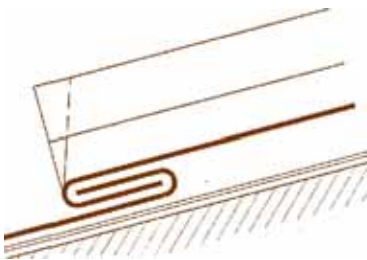




Одинарный плоский леокачий фальц



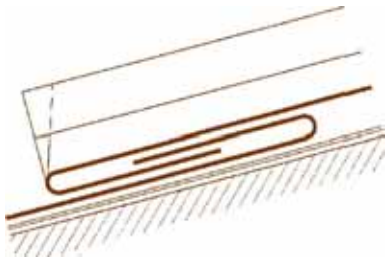
Двойной плоский леокачий фальц



Горизонтальный одинарный леокачий фальц



Вертикальный одинарный леокачий фальц



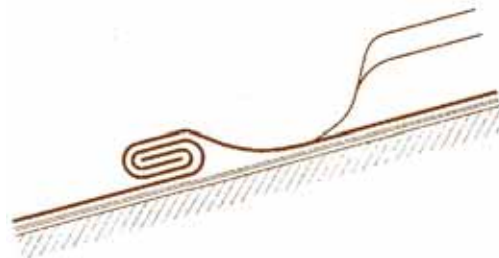
Одинарный леокачий фальц, увеличенный путем расширения



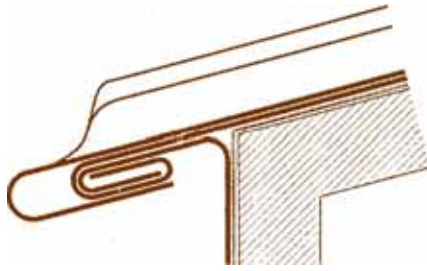
Двойной плоский леокачий фальц и одинарный леокачий фальц, увеличенный путем расширения



Одинарный удлиненный леокачий фальц с креплением и капиллярной защитой



Двойной продольный фальц



Одинарный фальц, допускающий расширение



Край крыши с угловым фальцем



Край крыши с двойным фальцем



Расширенный слив карниза с одинарным фальцем



Двойной лежащий фальц



Трубный фальц



Угловой фальц



Вертикально фиксированный лежащий фальц для вывесок



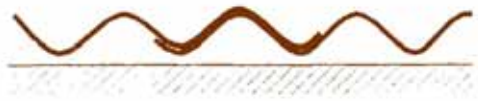
Лежащий фальц с уплотнительной рейкой



Соединение выступа с уплотнительной рейкой



Нахлестный фартук гидроизоляции с уплотнительной рейкой



Соединения внахлестку



Соединения внахлестку



Соединения внахлестку



Соединения внахлестку



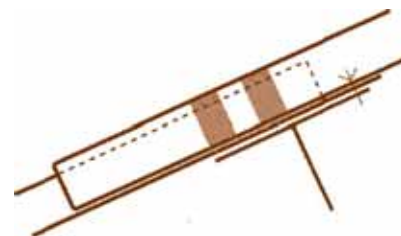
Соединения внахлестку



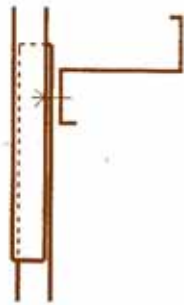
Соединения внахлестку



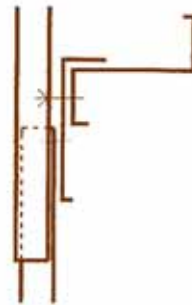
Нахлестка фиксированной длины



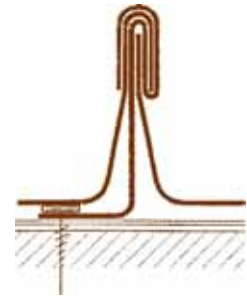
Расширение нахлестки



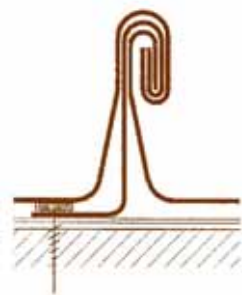
Вертикальная нахлестка фиксированной длины



Расширенная концевая нахлестка



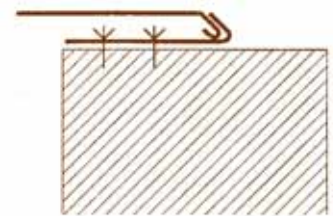
Стоячий фальц с фиксированной лапкой



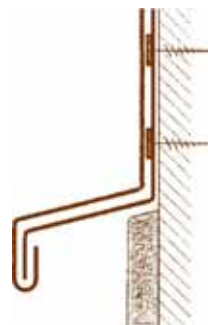
Стандартное соединение двойного лежачего фальца



Крепление непрерывного одинарного лежачего фальца



Крепление фальца



Слив оконной рамы с упрочняющей рейкой



Крепление гребня стены



Крепление стержня



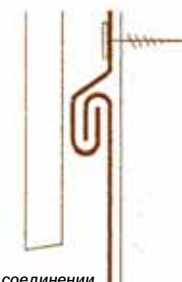
Видимое крепление



Край штукатурки с установкой опорного крюка

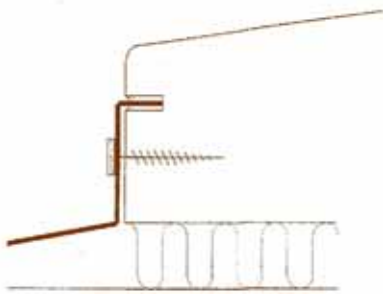


Крюк в соединении

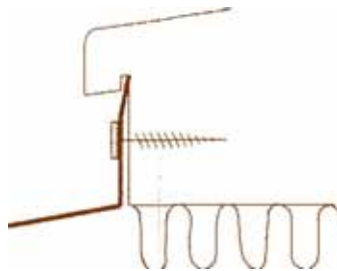


Крюк в соединении Установка крюка позади фасадной панели

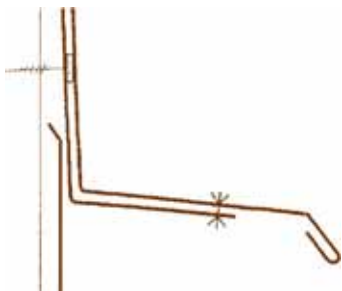




Крюк для оконной рамы



Соединение с оконной рамой



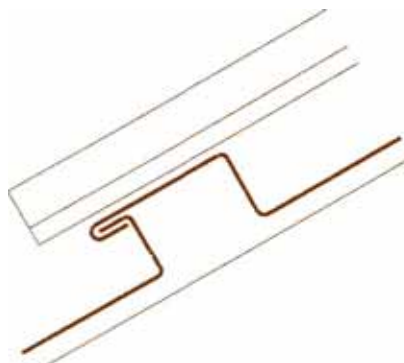
Свесный карниз



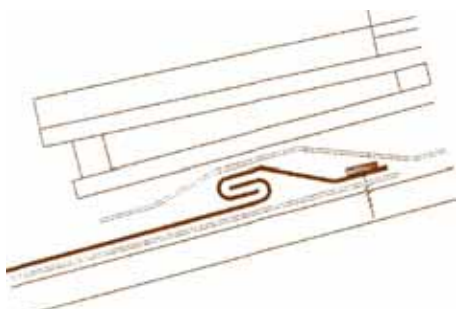
Свесный карниз с уплотнительной рейкой



Свесный карниз с профильной уплотнительной прокладкой



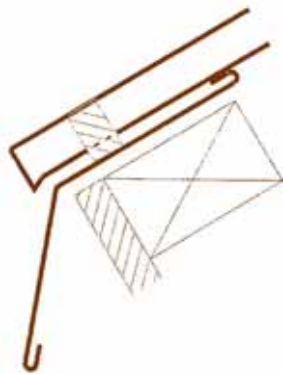
Соединение кровельной черепицы с разжелобком (ендовой)



Соединение кровельной черепицы с разжелобком



Разжелобок с профильной уплотнительной прокладкой



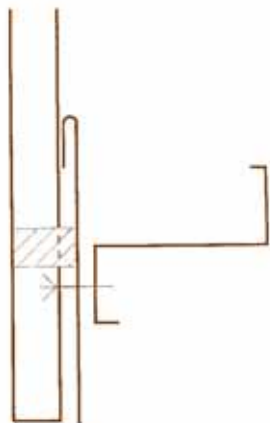
Установка профилированного медного листа для крепления доски для вывески



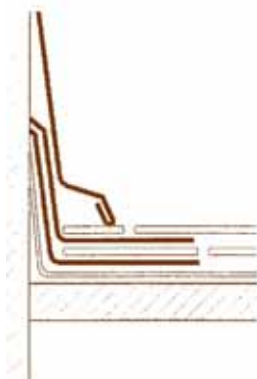
Выступающий угловой отлив поверх медного профиля



Выступ поверх медного профиля



Деталь капиллярного крюка позади профилированного медного листа



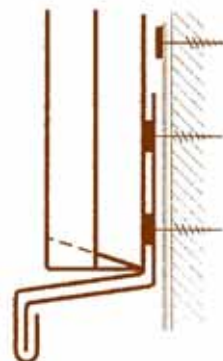
Опора свеса крыши



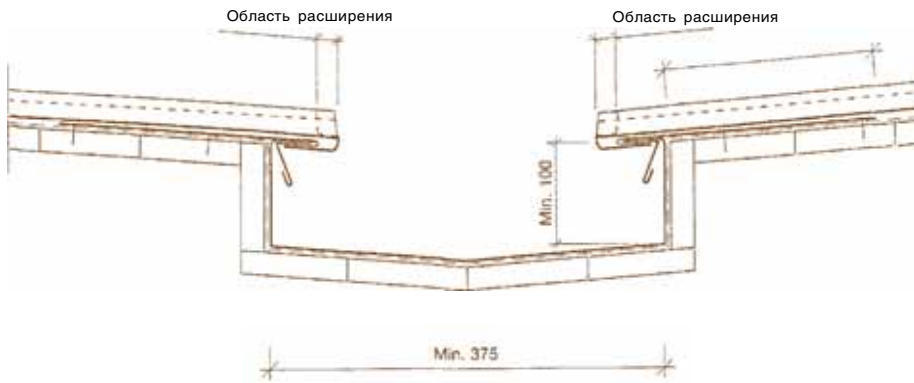
Соединение асбестоцементной кровельной плитки с листовым материалом



Точная отделка



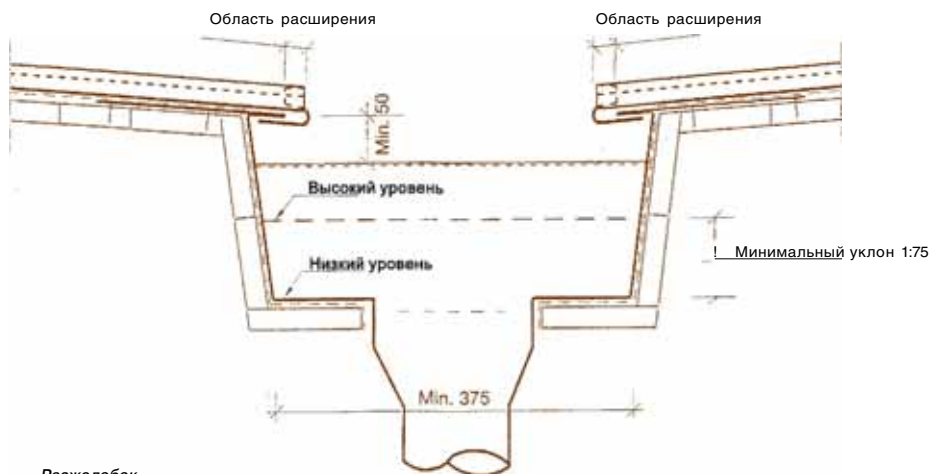
Установка листового облицовочного покрытия из меди поверх строительного картона из органических волокон



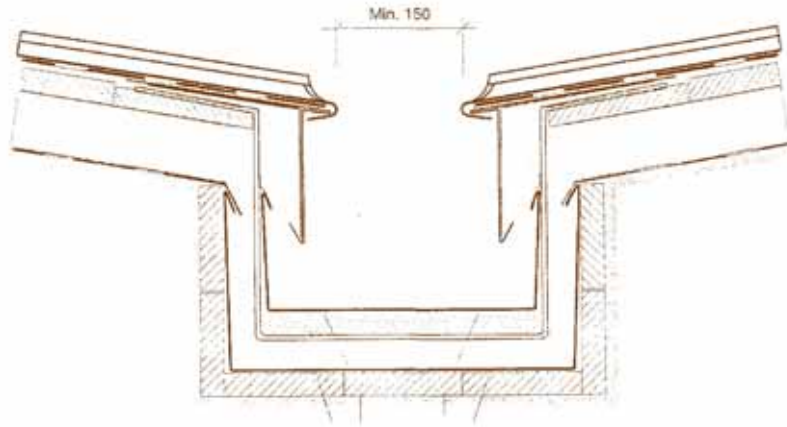
Разжелобок (ендова)



Разжелобок



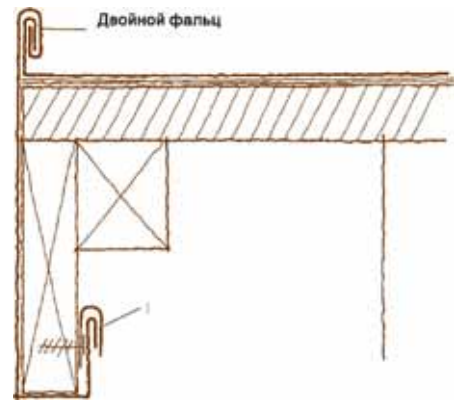
Разжелобок



Разжелобок



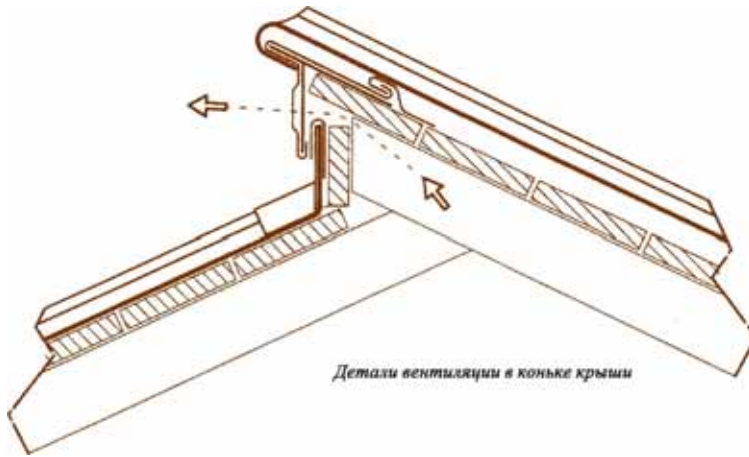
Опорная стена с вентилируемым краем крыши



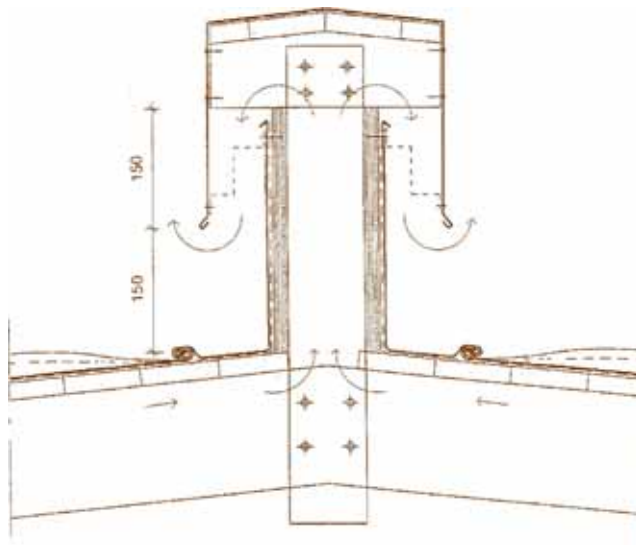
Деталь края крыши/Фронтонная доска



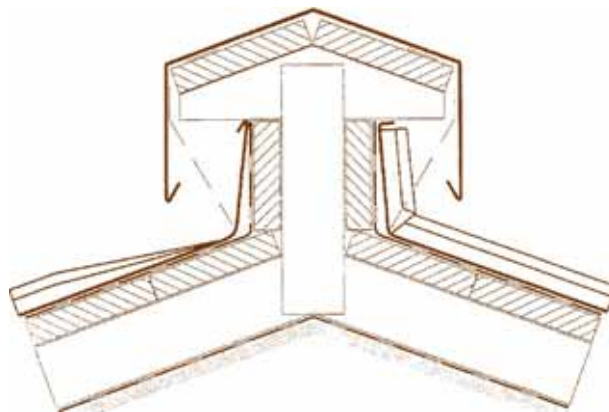
Деталь края крыши/Фронтонная доска



*Детали вентиляции в коньке крыши*



*Детали вентиляции в коньке крыши*



*Детали вентиляции в коньке крыши*



# ОБРАБОТКА И ПРОФИЛИРОВАНИЕ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

## Обработка и профилирование тонколистового металла

### Кузнецы-медники

Кузнецы-медники изготавливают различные элементы изделий из листовых материалов, необходимых при кровельных работах и облицовке фасада с применением защитного материала в форме плоских листов, профилированного листового покрытия, временных перемычек и панелей. Этот вид работ включает также отделку; это – защитная оболочка вокруг дымовых труб, вентиляционные колпаки над дымовыми трубами, вентиляционные трубы и т.п. Сюда входят также все работы с листовым металлом, связанные с производством и установкой кровельного покрытия и деталей фасада, например, отливов края окна, отливов коньков крыш, профилированных элементов фасада, водосточных профилированных элементов и водосточных систем.

### Плоское медное покрытие

Плоское медное покрытие (плоский лист) поставляется или в виде листов, обрезанных по размеру, или в виде полос или листов в рулонах для обработки и применения в механических цехах. Такое покрытие может поставляться также в виде большого количества различных размеров и толщин и с различными видами поверхностной обработки металла.

В случае кровельного покрытия высокое качество обработки позволяет использовать его для укладки непосредственно на строительном участке. Более твердые виды покрытия используются для отливов края окна, профилированных элементов, временных перемычек и панелей, так как это позволяет получить гладкий и очень плоский конечный продукт.

Плоский лист обрезается, предварительно фальцуется и обрабатывается в механическом цехе или на строительном участке, пока он не примет нужные размеры и форму. Оболочки для деталей типа дымовых труб, вентиляционных колпаков над дымовыми трубами и слуховых окон изготавливаются рабочими – металлстами непосредственно на строительном участке.

Профилированные элементы и отливы изготавливаются из плоских листов, с подгонкой для каждого отдельного строительного элемента. Временные перемычки и панели часто изготавливаются в процессе обработки



*Оболочка для колокольни.*

тонколистового металла. Небольшой диапазон стандартных изделий может быть получен также непосредственно от оптовых торговцев и поставщиков тонколистового металла.

### Индустриальное строительство

Этот термин охватывает ряд изделий, деталей и принадлежностей из тонколистового металла, произведенных промышленным способом: прокатанных, отделанных или согнутых. Профилированное листовое покрытие, временные перемычки, панели, водосточные желоба и водосточные трубы обычно изготавливаются промышленным способом.



*Декоративное медное украшение ручной работы*

### Сборка

Профилированное защитное покрытие, кассеты и панели формируются после их изготовления и, как правило, готовы к дальнейшему применению на строительном участке. Эти изделия стандартизированы с точки зрения их принадлежности и деталей.



### Машинная обработка в механическом цехе

Чаще всего применяемые методы обработки плоских листовых материалов для строительных целей – это:

- обрезка
- гибка с помощью пресса
- раскатка
- зачистка фальца
- фальцевание

### Обрезка

Листовое покрытие обрезается для получения требуемых размеров с помощью механических ножниц.

Современные механические ножницы могут быть запрограммированы так, чтобы лист был обрезан до конкретной ширины или определенное число раз.

### Гибка с помощью пресса

Лист сгибается в заданную форму в гибочном станке-прессе. Смещение задней направляющей и степень изгиба листа в этом станке запрограммированы. Направляющие элементы данного станка могут быть заменены верхними направляющими специальной формы, нижними направляющими и гибочными направляющими, которые могут быть использованы для прессовой гибки сложных деталей, таких, как профилированные элементы, кассеты и панели.

### Закругление и изгиб профилированного листового покрытия

Профилированное листовое покрытие может быть сформировано в виде дуг, угловых элементов и т.п. Существуют конкретные стандартные конструкции.

Профилированное листовое покрытие может также быть сформировано на строительном участке, в зависимости от высоты профиля и материала. Лист загибается поверх слегка выпуклой или вогнутой поверхности, после чего крепится должным образом на основании крыши с помощью крепежных элементов.

### Закругление полос и листов

Предварительно фальцованные листы и полосы могут быть сделаны выпуклыми или вогнутыми с помощью кругло-загибочного станка.

Минимальный радиус кривизны для вогнутых листов – 3 м. Эквивалентный минимальный радиус кривизны для выпуклых листов – 600 мм (при максимальной толщине материала, равной 0,8 мм).

Единовременно можно работать с одной стороной, которая делает возможным загибание в спирали листов и полос.



Загибочный станок- пресс облегчает производство сложных деталей.



Поточная линия обрезки с делительными блоками.



Механические ножницы для обрезки листов по размеру.



Загибочные станки-прессы используются для сгибания тонколистового металла с конкретными углами сгиба.



Кругло-загибочный станок. Закругленная предварительно фальцованная металлическая полоса.



Станок для отделки фальца.

### Зачистка фальца

В случае кровельного покрытия продольный стоячий фальц на металлической полосе зачищается в станке для зачистки фальца (станок предварительного фальцевания). Таким образом, стоячий фальц можно зачищать быстро и равномерно, даже в случае длинных металлических полос.

Полосы подаются непосредственно с рулона на станок. Станок для зачистки фальца запрограммирован относительно длины и числа металлических полос и может регулироваться для обработки полос шириной от 300 мм до 800 мм. Единоновременно обрабатывается одна сторона изделия, при этом можно зачищать непараллельные фальцы как на листах, так и на полосах. Эти полосы могут быть фальцованы так, чтобы получить или два низких или два высоких фальца.

### Оборудование для герметизации фальцев

Оборудование для герметизации фальцев используется на строительных участках, чтобы закончить фальцевание предварительно фальцованных полос.

Такое оборудование с регулируемыми блоками пригодно для выпуклых кровельных поверхностей. Оно позволяет герметизировать стоячие фальцы на изогнутых полосах и листах.

Оборудование для герметизации фальцев можно регулировать так, чтобы его можно было использовать также для уплотнения угловых фальцев.



Оборудование для герметизации фальцев, пригодно для обработки как двойных стоячих фальцев, так и вертикальных угловых фальцев.

### Ручная обработка

Тяжелое машинное оборудование в механических цехах дополняется менее тяжелыми и менее сложными станками, с ручным и электрическим приводом, которые используются для мелкосерийного производства деталей.



Ручные ножницы (ножницы ударного действия) для обрезки отдельных деталей.

Загибочные станки-прессы, имеющие направляющие для коробчатого сгиба, используются для производства временных перемычек.



Станок коробчатого сгиба для производства временных перемычек и т.п.



Кругло-гибочный станок для закругления плоских листов (например, при изготовлении труб).

Кромкогибочный станок используется для зачистки поперечных фальцевых соединений на трубах, для производства намоток и усиления конструкций.



Кромкогибочный станок.



Стенд для контрфорсов

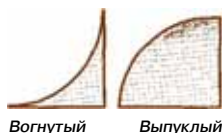
## Возможности, предоставляемые листовым материалом

Листовой материал предлагает широкий диапазон возможностей, когда он предназначен для функционального покрытия крыш и облицовки фасадов. Его способность к уплотнению часто соблазняет архитекторов и проектировщиков, которые хотят сформировать этот материал таким образом, который не всегда позволяет использовать оборудование, доступное в механических цехах. И это – тот случай, когда квалификация рабочего-металлиста оказывается весьма полезной.

Листовой материал одновременно может быть согнут только в одном направлении. В случае поверхностей с двойной кривизной лист необходимо растянуть и/или осадить или каким-либо иным образом объединить несколько секций вместе.

Осадка (усадка) верхнего фланца и затем растяжение нижнего фланца в эквивалентной степени, чтобы сформировать Z-образный профиль, приводит к сгибу профиля.

Осадка и растяжение могут быть выполнены на фланцах, ширина которых не превышает 70 мм.



Можно согнуть предварительно фальцованное листовое покрытие, получая выпуклую или вогнутую форму, с помощью машинного оборудования.



Z-образный профиль.



Согнутый Z-образный профиль.



Z-образный профиль, который не может быть осажён и растянут для получения правильной формы.



Необходимо изготовить т.р. и секция которые затем соединяются вместе путем фальцевания, пайки или сварки.

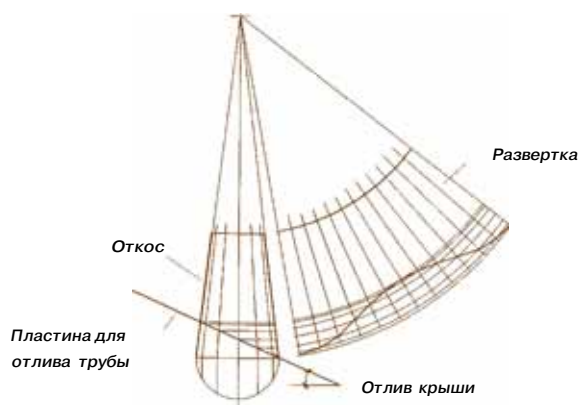
Развертывание – единственный путь определения заранее, как контуры и линии обрезки будут смотреться в конструкции.

После проведения растяжения листового материала сгибается или складывается в требуемом виде и затем соединяется с другими кровельными листами.

## Развертывание отливов крыши

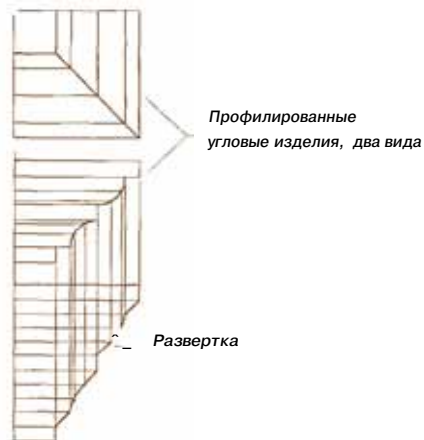
Когда рабочие – металлисты создают отливы труб вокруг круглых вентиляционных лотков и вентиляционных труб, они сначала развертывают отлив трубы.

Отлив трубы обрезается, получает нужную форму и фальцуется до того, как будет затем присоединен к пластине для отлива трубы.



## Развертка профилированных угловых элементов

Профилированные угловые элементы могут быть сформированы с помощью шаблонов, чтобы обеспечить необходимые размеры. Можно также аккуратно расширить угловой элемент.



## Ручные инструменты



Ручные инструменты для обработки строительных пластин.



Клещи для изготовления фальцев



Универсальные пассатижи



Клещи жестянщика



Молоток жестянщика



Ножницы для кровельных работ  
(ножницы типа "пеликан")



Клещи для кровельных работ



Регулируемые ножницы



Скребок для удаления окалины



Резак для формирования отверстий



Клещи для двойного фальцевания



Пластмассовый молоток (киянка)



Молоток каменщика

### Фальцевание, сращивание швов

Станки для зачистки фальцев чаще всего используются для двойных фальцев, так как это – обычно стандартный метод, используемый для соединения фальцевым швом панелей и полос по их длине.

Один из вариантов двойного стоячего фальца – это угловой фальц, который используется, в частности, для фальцевания листового покрытия фасада.



### Рулоны обрешетки/системы рулонной заглушки

Использование фальцев в виде рулонной заглушки – очень старый метод кровельного покрытия, фактически один из самых древних методов. Таким образом, это – хорошо опробованный и проверенный метод, который доказал свое исключительное качество и весьма продолжительный срок службы.

В настоящее время принято объединять метод заглушающего фальцевого шва с другими методами фальцевания, например, со стоячими фальцами.

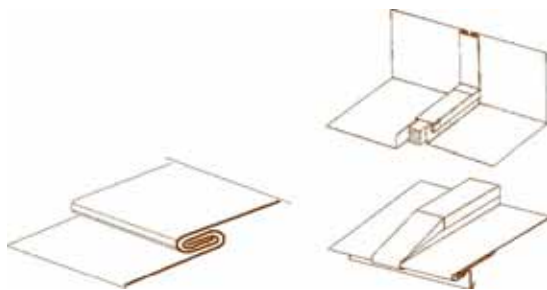


Заклушающее покрытие с горизонтальным профильным фальцем.



Заклушающее покрытие с наклонным профильным фальцем.

Заклушающее покрытие, два варианта исполнения.



Горизонтальный двойной фальц.

Пример завершения фальца у свеса крыши и конька при использовании заглушающего покрытия.

В случае панельного покрытия панели сращиваются вместе с помощью горизонтальных двойных фальцев, чтобы сформировать более длинные элементы.

Увеличенный одинарный лежащий фальц может применяться как деформационный шов на крышах с крутыми скатами.



Присадочный металл  
Скошенный фальц. Всегда требует присадочного металла в стоячем фальце.

Без присадочного металла  
Складки в стоячих фальцах не требуют никакого присадочного металла.



Пример припаянной непрерывной монтажной пластины.



Лежащий фальц.



Стадии производства соединительного фальца.

Использование метода полосового покрытия, который приобретает все более широкое распространение, также способствовало развитию методов фальцевания. В настоящее время существуют методы, которые позволяют лучше поглощать перемещения материала, чем прежние методы горизонтального двойного фальцевания.

Все методы пайки на непрерывных монтажных пластинах в деформационных швах или методы формирования связующих фальцев при изготовлении водосточных желобов, желобов коробчатого профиля или разжелобков, допускают тепловые перемещения материала.

Кровельные покрытия и детали типа водосточных желобов, вертикальных отливов (фартуков) и облицовок соединяются на рабочем месте и сращиваются вручную.

## Соединения

Соединения внахлестку на плоском листовом металле могут применяться в случае узких деталей и когда отсутствует вероятность проникновения воды.

Свободный край металлического листа следует закрыть кожухом.



Соединение внахлестку с кожухом и капиллярным отверстием.

Фальцевые соединения используются для профилированных элементов и отливов, вероятность проникновения воды в которые незначительна.

Такие фальцевые соединения допускают скрытное крепление тонколистового металла.



Фальцевое соединение.

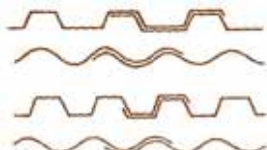
Профилированные листы соединяются вместе с помощью стыковых соединений и нахлестки боковых сторон. Полученные соединения закрепляются заклепками или винтами.

Защитный лист привинчивается к опорной поверхности.



Стыковое соединение

Нахлестка боковых сторон



## Сварка/пайка

Медь и большинство медных сплавов могут быть легко сварены и припаяны с применением стандартных методов. Следующие страницы содержат описание основных принципов сварки плавлением, пайки-сварки, пайки твердым припоем и пайки мягким припоем в случае вязких (пластичных) сплавов.

### Возможность сварки и способность пайки, выраженные в численном виде для листового покрытия из меди (99,95% Си) и листового покрытия из латуни (65% Си + 35% Zn).

Шкала такой способности меди и медных сплавов имеет следующий вид:

5 = очень высокая способность

4 = высокая способность

3 = возможность проведения указанных операций в адекватной степени

2 = низкая способность

1 = невозможность получения хороших

результатов

Метод	Медь	Латунь
<b>Сварка плавлением:</b>		
Газовая сварка	4	4
Дуговая сварка металлическим электродом	2	2
Дуговая сварка в среде защитного газа	5	3
<b>Сварка давлением</b>		
Точечная и шовная сварка	3	3
Стыковая сварка сопротивлением	4	4
Стыковая сварка плавлением	3	3
<b>Пайка – сварка</b>		
<b>Пайка твердым припоем</b>		
Использование твердого припоя	5	1
<b>Пайка мягким припоем</b>		
Использование серебряного припоя	5	5
Использование серебряно-фосфорно-медного припоя	5	5
Использование фосфорно-медного припоя	5	2
Использование твердого припоя	4	1
Использование мягкого припоя	5	5

Чтобы можно было сваривать детали из меди и медных сплавов и получать хорошие результаты, необходимо немного знать их свойства.

### *Медь*

Прежде всего, во время сварки необходимо учитывать следующие свойства металла:

- металл имеет высокую теплопроводность
- металл имеет большой потенциал теплового расширения
- металл имеет склонность выделять газы при нахождении в расплавленном состоянии. Эти газы улетучиваются, когда металл затвердевает. В результате в затвердевшем металле образуются поры
- В случае меди с высокой степенью твердости ее умягчение происходит в области, известной как зона термического влияния во время сварки.

*Теплопроводность* меди при комнатной температуре приблизительно в пять раз выше, чем у стали, а при температуре 1000°C этот параметр примерно в 15 раз выше, чем у стали. Это означает, что отвод тепла от места сварки происходит намного быстрее у меди, чем у стали. Поэтому толстые металлические детали иногда следует предварительно нагреть. Во время сварки важно следить за тем, чтобы обеспечивалась подача достаточного количества тепла к месту сварки, что приведет, в результате, к достаточно большой зоне расплавленного металла.

*Тепловое расширение* меди и медных сплавов во время сварки приблизительно на 100% больше, чем в случае многослойной стали, и при нахождении в твердом состоянии приблизительно на 50% больше, чем у многослойной стали.

*Тенденция поглощать газы* распространяется, главным образом, на кислород и водород. В данном случае мы выделяем два различных типа меди: содержащую кислород медь и бескислородную медь.

Последняя восстанавливается в чистую медь с помощью фосфора, что означает, что она не содержит кислород, но вместо этого имеет небольшой избыток фосфора. Отсутствие кислорода поддерживает процесс сварки, и бескислородная медь - тип меди, наиболее подходящий для сварки. Наличие фосфора в меди приводит также к снижению ее теплопроводности, что является положительным фактором в случае сварки.

Окисленная медь очень восприимчива к водороду во время сварки. Водород из газового пламени проникает в металл, вступает в реакцию с кислородом и формирует водяной пар. Этот водяной пар приводит к формированию пор и

трещин на границах зерен в нагретой области, окружающей сварное соединение. Оба этих воздействия ухудшают результаты сварки. Поэтому содержащая кислород медь никогда не должна подвергаться сварке или нагреву с применением водородного пламени. (Всегда следует помнить, что кислородно-ацетиленовое пламя содержит водород во внешнем пламени даже в случае установленного дефицита кислорода).

При неблагоприятных обстоятельствах, кислород, поступающий из воздуха или в результате взаимодействия газового пламени и влаги из заготовок, может быть поглощен сварочным швом. Это станет причиной проблем, описанных выше. Поэтому необходимо работать в условиях, при которых возможность поглощения газов (кислород, водород) гарантированно была устранена или, по меньшей мере, сохранена на весьма низком, по возможности, уровне.

*Медь с высокой степенью твердости* размягчается во время нагрева. Поэтому сварка твердого сплава всегда означает, что более или менее широкая область вокруг места сварки размягчается и приобретает свойства, которые соответствуют таковым у отожженного металла. Степень расширения такой области зависит частично от используемого метода сварки. Во время газовой сварки эта область больше, чем в случае дуговой сварки в среде защитного газа.

### *Латунь*

Теплопроводность латуни ниже, чем у меди. Поэтому при сварке латунных деталей требуются меньший нагрев и предварительный подогрев.

Латунь содержит цинк, который имеет низкую температуру кипения (907°C). Это означает, что процесс сварки приводит к испарению цинка, что, в свою очередь, может привести к пористости в сварном шве. Чем больше содержание цинка в металле и чем выше температура сварки, тем больше испарение цинка. Это испарение и связанные с ним проблемы можно уменьшить с помощью присадочных металлов, что приведет к образованию оксидной пленки на поверхности расплавленной латуни.

Многие виды латуни содержат олово. Вероятность возникновения пористости и трещин во время сварки деталей из латуни означает, что предпочтительнее использовать пайку при обращении с такими сплавами. Специальные виды латуни, содержащие большое количество алюминия, требуют применения специальных методов их обработки.

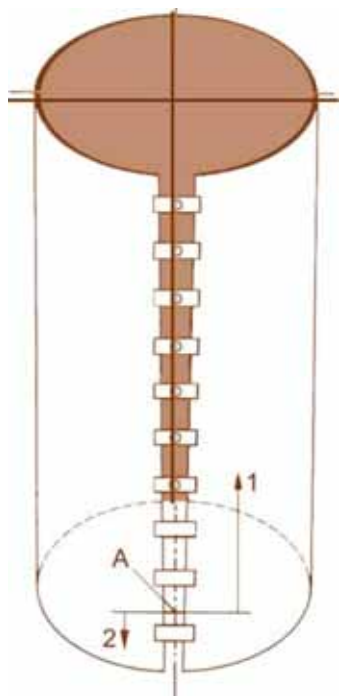


## Сварка плавлением

### Подготовка соединений, тип соединений

Важно следить за тем, чтобы все сопрягаемые поверхности были чистыми и не имели смазки, влаги и оксидной пленки. По возможности, такие соединения должны быть подготовлены к обработке непосредственно перед сваркой.

Соединения могут быть подготовлены с помощью распиловки, прокатки, выравнивания, удаления избыточного металла и шлифования. Когда газовой сварке подвергаются большие участки медных деталей, свойства теплового расширения металла подразумевают, что, прежде всего, необходимо предусмотреть конусообразный стыковой зазор, как указано ниже. Кромки соединения удерживаются в нужном положении с помощью зажимов, которые удаляются по мере продвижения сварки. Такой метод предпочтителен во время сварки прихваточными швами. Сварка начинается и проводится в порядке, показанном на рисунке. Соответствующая используемая конусность шва составляет 12–15 мм/м. Можно также использовать неподвижный держатель. Можно пропускать горячую воду по губкам зажимов, чтобы минимизировать рассеивание тепла.



Теплопроводность латуни ниже, чем у меди. Это означает меньшее тепловое расширение латунных металлов. В этом случае конусность сформированной конструкции, показанная на рисунке, не требуется: вместо этого можно применять сварку прихваточными швами.

### Присадочные металлы

Присадочные металлы в форме прямых присадочных прутков используются для газовой сварки и ручной дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа. Важно следить за тем, чтобы поверхности этих присадочных прутков были чистыми и сухими, чтобы обеспечить высококачественное сварное соединение.

Присадочные металлы в форме проволоки, намотанной на катушке, используются для автоматизированной дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа и сварки металлическим электродом в инертном газе. Эта проволока должна быть упакована так, чтобы ее нельзя было повредить, и чтобы она не становилась влажной или грязной во время перевозки и хранения.

Используемые присадочные металлы изменяются в зависимости от свариваемого сплава, и они также могут изменяться в зависимости от используемого метода сварки. Иногда используется присадочный металл, который отличается по своему составу от металла, который нужно приварить. Сварное соединение в таком случае может иметь свойства, отличные от свойств основного металла. В каждом таком случае необходимо иметь возможность оценить последствия этого вида соединения, например, цветовые различия, физические различия или вероятность возникновения электрохимической коррозии.

Формирование сварного соединения при сварке цилиндрической детали, изготовленной из медного листового материала. Сварка начинается в точке A и продолжается в направлении 1. По окончании сварки такой детали необходимо начать процедуру сварки снова в точке A, на сей раз продолжая ее в направлении 2. (Этот принцип применим также к сварке плоского тонколистового металла).

### **Флюс**

Флюс используется главным образом в случае газовой сварки, но иногда он применяется также при других методах сварки. Флюс содержит соединения бора с добавками растворяющих оксиды солей металла. В случае сварки сплавов, содержащих алюминий, необходимо использовать флюс, который содержит фториды. Они растворяют оксиды алюминия, которые легко формируются и расплавляются только при температурах, составляющих приблизительно 2000°С. Флюсы поставляются в виде порошков и паст.

При использовании фторсодержащих флюсов необходимо следить за тем, чтобы была хорошая вытяжная система, обеспечивающая удаление газов, выделяющихся во время сварки. Как только сварка будет закончена, любые остатки флюса на детали следует удалить, так как они могут привести к коррозии.

### *Газовая сварка медных деталей*

В качестве источника тепла используется кислородно-ацетиленовое пламя. В случае металлических листов толщиной более 2 мм, металл необходимо подогреть до температуры 300 – 700°С. При этом требуются большие по размеру сварочные сопла, чем при сварке стали: эмпирически установлено, что сопла на один номер больше должны применяться для металлов, толщина которых меньше 5 мм, и сопла на два номера больше – при сварке металлов толщиной более 5 мм.

Сварочное пламя должно быть установлено нормальным или с небольшим окисляющим свойством. Избыточный кислород в пламени может вызвать появление оксидных включений в сварном соединении. Сварные швы часто навариваются сверху путем вертикальной сварки. В случае более толстых металлических листов целесообразно использовать два пламени, по одному с каждой стороны. Если возможно, на каждой стороне нужно приварить только один узкий шов, чтобы избежать тепловых нагрузок, которые слишком велики и могут привести к образованию трещин в металле.

Сварное соединение можно ковать после сварки. Лучше всего иметь дело со сварными швами длиной 150–200 мм, которые нужно немедленно проковать, пока металл все еще раскален докрасна. Ковка придает сварному соединению более плотную структуру и, следовательно, приводит к более высокой прочности и пластичности металла по сравнению с некованным швом.

Содержащую кислород медь нельзя подвергать газовой сварке. Если газовая сварка неизбежна, то нельзя использовать восстановительное пламя (с избытком горючего газа).

### *Медь –Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде инертного газа*

Дуга постоянного тока формируется между обрабатываемыми деталями и электродом, связанным с отрицательным полюсом источника постоянного тока. Этот электрод изготовлен из вольфрама, с добавлением в него оксида тория.

Во время сварки расплавленный металл и электрод окружены защитной газовой средой: аргон, гелий или их смесь. Иногда необходимо защитить таким газом нижнюю сторону сварного соединения, чтобы получить свободные от пор соединения. Присадочный металл вводится в дугу таким же образом, как в случае газовой сварки. Тонкие детали можно сваривать без применения присадочного металла.

Метод дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа обычно применяется при сварке тонколистового материала. Односторонняя сварка адекватна в случае металлических деталей толщиной до 4 – 6 мм. Может возникнуть необходимость в использовании двусторонней сварки в случае более толстых деталей: этот метод может применяться для сварки металлических деталей толщиной до 18 мм. Подогрев детали не нужен в случае их толщины до 4 мм. Подогрев при температуре 300 – 600°С должен применяться для более толстых деталей. Сила тока, диаметр проволоки и интенсивность выхода газа показаны в таблице, приведенной ниже.

Метод дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа может применяться как при полуавтоматической, так и при полностью автоматической сварке. При этом не обязательно проковывать сварное соединение. Присадочный металл обеспечивает значения прочности, которые чуть выше значений, наблюдаемых у мягкой отожженной меди. Такой метод приводит к получению плотной затвердевшей структуры, что позволяет получить прочный металл.

### *Медь – Сварка металлическим электродом в инертном газе*

Дуга постоянного тока формируется между заготовками и плавящимся электродом. Электрод – это положительный полюс. В качестве защитной газовой среды обычно используется аргон, но также могут применяться смеси аргона и гелия. Метод сварки металлическим электродом в инертном газе используется для металлических деталей толщиной более 6 мм и облегчает быстрое образование сварных соединений. Иногда этот метод применяется также для металлических деталей с меньшей толщиной, чем указано здесь. В таких случаях используется также оборудование, которое работает с более тонкими сварочными проволоками.

Данные по дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде инертного газа для латуни (99,95% Cu).  
Защитная газовая среда: аргон.

Тип	Толщина листа мм	Тип соединения	Сила тока А	Диаметр проволоки мм		Расход газа л/мин	Скорость сварки мм/мин
				Электрод	Присадочный металл		
Ручной режим	1,5	1 <sup>1)</sup>	50 - 175	1,2 - 2	1,5 - 2	7	-
	3	V	150 - 200	3,2	3	7	-
	6	X <sup>2)</sup>	2 x 180	4,8	4	2 x 7	-
	10	X <sup>2)</sup>	2 x 260	4	5	2 x 8	-
Автоматический режим	1	1 <sup>1)</sup>	160	3,2	1,2	8	1200 <sup>3)</sup>
	1,5	1 <sup>1)</sup>	240	4	1,2	8	800
	3	1	330	4	1,2	8	200

1) Также двойное фланцевое стыковое соединение без присадочного металла.

2) Двусторонняя сварка.

3) Значительно более высокая скорость сварки может применяться для более тонких металлических деталей.

В случае металлических деталей толщиной более 12 мм обычно используется комбинация дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа и дуговой сварки металлическим электродом в инертном газе. Первый шов сваривается с использованием метода дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа, а последующие швы - с применением метода дуговой сварки металлическим электродом в инертном газе. Предварительный нагрев до температуры 300 - 600°C обычно производится в случае металлических деталей толщиной более 8 мм. Если такой подогрев проведен, можно использовать более низкую температуру электрода, что приводит к снижению интенсивности испарения металла. Ковка сварного соединения не обязательно, хотя это иногда применяется. Сила тока, диаметр сварочной проволоки и расход газов показаны в следующей таблице.

Данные по сварке металлическим электродом в инертном газе для меди (99,95% Cu). Защитная газовая среда: аргон.

Тип	Толщина листа, мм	Тип соединения	Сила тока, А	Диаметр электрода, мм	Расход газа, л/мин
Ручной режим	6	1	250 - 320	1,6 <sup>1)</sup>	20
	13	V	330 - 380	1,6 <sup>1)</sup>	20
	25	V, U	330 - 380	2,4	20

1) Может применяться также диаметр 2,4 мм

### Латунь - Газовая сварка

При газовой сварке латунных деталей можно использовать сварочные сопла того же размера, что и при сварке стали. Рекомендуется избыточный кислород (30-50%) в пламени, чтобы избежать слишком большого испарения цинка. Присадочный металл должен содержать кремний: это позволяет снизить испарение цинка и применять чуть меньший избыток кислорода, чем в любом ином случае. Подогрев соединения облегчает формирование плотного сварного соединения. Соединения V-образной формы являются более предпочтительными.

При сварке никелевой латуни нужно применять чуть меньший избыток кислорода, чем при сварке других видов латуни. Это обусловлено риском образования оксида никеля. Такие сплавы восприимчивы к перегреву и поэтому следует использовать сварку правым способом.

### Латунь -Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде инертного газа

Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде инертного газа рекомендуется для тонких металлических деталей. Этот метод приводит к образованию меньшего числа пор по сравнению с газовой сваркой. Сплавы, содержащие высокий процент цинка, трудно сделать плотными. В некоторых случаях может быть лучше применять дугу переменного тока: это позволит использовать меньшие температуры и приводит к меньшей пористости и менее интенсивному испарению цинка, чем при дуге постоянного тока. Дуга должна быть направлена на расплавленное место соединения, а сама сварка должна быть проведена как можно быстрее, чтобы удерживать температуру расплава, по возможности, низкой.

В случае более толстых металлических деталей рекомендуется предварительный подогрев до температуры 200 - 400°C. Это позволяет использовать более низкую температуру дуги, что, в результате, приводит к меньшему испарению цинка. Как правило, расплющивание шва не требуется.

Латунь, содержащая алюминий, сваривается с применением высокочастотного наложенного переменного тока. Подогрев до температур 200 - 300°C рекомендуется для более толстых металлических деталей, и в этом случае должна быть проведена двусторонняя сварка. По окончании сварки металл должен поддерживаться

при температуре 500 - 550°C в течение приблизительно пяти минут, чтобы удалить любые остаточные напряжения в нем.

Сила тока, диаметр проволоки и интенсивность газовых выделений показаны в таблице, приведенной ниже.

### Латунь - Сварка металлическим электродом в инертном газе

Этот метод применяется не часто в связи с высокой температурой дуги, которая требуется для сварки. Метод приводит к интенсивному испарению цинка, если не применяется весьма специфичная сварочная методика. Толстые металлические изделия должны быть подогреты до температуры 200 - 400°C. Используются комбинации дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа и сварки металлическим электродом в инертном газе, особенно при сварке более толстых металлических деталей.

### Специальные методы сварки

Во многих случаях последующие разработки основных методов и специальных методов сварки, типа многоимпульсной дуговой сварки, оказываются более выгодными и приводят к хорошим результатам при работе с медными материалами.

### Плазменная сварка

Этот метод может применяться при сварке деталей из меди и медных сплавов, включая толщины материала, равные сотым долям миллиметра.

### Сварка электронным лучом

Это - метод, который показал хорошие результаты при использовании для сварки раскисленной меди и бесцинковых сплавов. Сварка проводится в вакууме без присадочного металла и приводит к чрезвычайно тонкому сварному соединению. Данный метод может также применяться для соединения других металлов с медью.

Данные для сварки металлическим электродом в инертном газе для латуни (65% Си + 35% Z). Защитная газовая среда: аргон.

Тип	Толщина листа, мм	Тип соединения	Сила тока, А	Диаметр проволоки, мм		Расход газа, л/мин	Скорость сварки, мм/мин
				Электрод	Присадочный металл		
Ручной режим	2,5	1	120	2,4	1,5 - 2	10	-
Автоматический режим	2,5	1	200	2,4	2,4	8	500

### *Соединение различных металлов*

Медь и медные сплавы иногда соединяют с другими металлами, например, со сталью. В таких случаях необходимо учитывать различия между металлами – прочность при высоких температурах, теплопроводность, теплового расширения, теплоту плавления и точку плавления, и т.п. – и как эти параметры будут воздействовать на сварной шов. В частности, при соединении меди со сталью необходимо учитывать риски, связанные с хрупкостью припоя на стали. Присадочные металлы следует выбирать с учетом особенностей обоих соединяемых металлов. Всегда нужно стремиться к расплавлению как можно меньшей части основного металла.

### *Проверка и осмотр*

Далее следуют способы проверки качества сварного соединения: визуальный контроль, рентгенографический контроль, индукционное тестирование, индикация трещин с использованием проникающей жидкости, и испытательная нагрузка.

### *Свойства соединений*

Как правило, сварные соединения, полученные в результате применения дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа или сварки металлическим электродом в инертном газе, имеют такие же прочностные характеристики или даже чуть лучше, чем основной металл, после того, как он прошел смягчающий отжиг. Соединения, полученные методом газовой сварки, могут иметь чуть меньший предел прочности на разрыв и удлинение, чем основной металл, но часто в таком случае металл подвергают ковке, чтобы увеличить его прочность. Всегда нужно помнить, что сварка, в случае латуни, может приводить к внутренним напряжениям, которые, в свою очередь, могут привести к коррозии под напряжением. Отжиг для снятия внутренних напряжений устраняет вероятность такой коррозии.

### **Пайка твердым припоем и пайка - сварка**

#### *Общие сведения*

Пайка твердым припоем и пайка-сварка, по определению, представляют методы пайки, в которых используются присадочные металлы с рабочими температурами выше 450°C. В случае пайки твердым припоем соединение формируется путем проникновения присадочного металла между поверхностями соединения в капиллярном промежутке. В случае пайки-сварки используется стыковое соединение или угловое соединение. Такое соединение заполняется более или менее таким же образом, как при сварке плавлением. В обоих случаях температура сварки оказывается ниже точек плавления используемых деталей.

Детали, изготовленные из медного листового покрытия, которые трудно сростить вместе, могут быть спаяны с применением твердого припоя типа серебряно-фосфорно-медного сплава. Это позволяет получить пластичное, прочное и водонепроницаемое соединение между листами.

#### *Сплавы*

Рабочие температуры настолько высоки, что твердые сплавы, как правило, расплавляются во время пайки.

#### *Медь*

При пайке меди, содержащей кислород, температура или источника тепла или окружающей атмосферы должна быть снижена. В таком случае на металл не будет действовать то, что известно как водородная хрупкость (хрупкость металла). Все виды меди, за исключением меди, содержащей кислород, могут быть подвергнуты пайке твердым припоем и пайке-сварке.

#### *Латунь*

Простая латунь может быть подвергнута пайке твердым припоем. Если же она содержит высокую концентрацию чистой меди, к ней можно применить метод сварки-пайки. Однако последний метод трудно применим к сплавам, содержащим низкую концентрацию чистой меди, так как температуры плавления основного металла и припоя (который обычно представляет латунный тип) почти идентичны. Латунь, которая содержит цемент, может быть восприимчива к образованию горячих трещин. Эти металлы необходимо медленно охладить, тогда как детали нельзя охлаждать водой после пайки.

### *Припой*

Твердый припой имеет высокие рабочие температуры и поэтому может применяться только для металлических деталей с соответственно высокими точками плавления: меди, латуни с высоким содержанием чистой меди и стали. Необходимо работать в окисляющей атмосфере или в окисляющем пламени, чтобы минимизировать испарение цинка из припоя.

Фосфорно-медный припой и специальный серебряно-фосфорно-медный припой – сильно разжиженные жидкости. Они могут применяться без флюса при пайке меди твердым припоем. При пайке альфа-бета-латуни припой может иметь склонность проникать в границы зерен основного металла, перешедшего в шов, и таким образом приводить к меньшей прочности сварного шва.

Из серебряных припоев чаще всего применяются припой, содержащие кадмий, вследствие того обстоятельства, что они являются разжиженными жидкостями, имеют низкие рабочие температуры и допускают кратковременные периоды пайки. Существуют рекомендации по технике безопасности их применения, которые необходимо учитывать при использовании припоев, содержащих кадмий. Например, такие припои нельзя применять при пайке труб для подачи питьевой воды. Необходимо следить за тем, чтобы имелась удовлетворительная вытяжная система на рабочем месте, чтобы удалять ядовитые пары, выделяющиеся при пайке с использованием любого припоя, содержащего кадмий.

Факторы риска, связанные с припоями, содержащими кадмий, привели к тому, что все больше теперь применяются свободные от кадмия припои.

### *Флюсы*

Флюсы используются во время пайки твердым припоем, за одним или двумя исключениями. Только пайка меди с использованием припоев, содержащих фосфор, пайка в печи в защитной газовой среде, с использованием основного металла и припоев, не содержащих никакого цинка или кадмия, может быть проведена без применения флюса. Используются различные типы флюса в зависимости от рабочей температуры припоя и вида паяемого металла. Соединения бора различных типов – главная составляющая флюса.

Как правило, флюсы агрессивны, и поэтому любые осадения флюса должны быть удалены после пайки.

Флюсы внесены в список в соответствии с требованиями стандарта DIN EN 29454-1.

### *Предварительная обработка*

Поверхности, подлежащие соединению, должны быть очищены. Оксидная пленка, грязь, смазка и т.п. должны быть удалены путем механической или химической обработки: зачистка, очистка металлической щеткой, обезжиривание или травление.

### *Структура соединения*

Соединения, формируемые во время сварки-пайки, могут быть соединениями с угловым швом, соединениями с V-образной подготовкой кромок или двойными V-образными соединениями.

Во время пайки твердым припоем соединения формируются с зазором для припоя, чтобы припой мог проникнуть внутрь создаваемого шва с помощью капиллярности. Для большинства припоев соответствующая ширина этого зазора составляет 0,05 - 0,2 мм. Необходимо следить за тем, чтобы зазор не был слишком широким, так как чем шире зазор, тем меньше способность припоя проникнуть в зазор и тем слабее будет полученное соединение. В идеале, ширина зазора должна составлять примерно 0,1 мм. Это справедливо также по отношению к ширине зазоров при температурах пайки. Следовательно, необходимо учитывать различные свойства металлических деталей при тепловом расширении, которое может влиять на ширину зазора, когда металл нагрет.

### *Пайка с применением нагрева пламенем*

Обычно используется кислородно-ацетиленовое пламя. Детали нагреваются до рабочей температуры с помощью пламени, после чего в зазор вводится припой без расплавления его в пламени.

Следует избегать пайки с применением нагрева пламенем для меди, содержащей кислород, так как имеется вероятность возникновения водородной хрупкости. Если необходимо паять такую кислородсодержащую медь, то нужно соблюдать чрезвычайную осторожность, чтобы пламя было нормальным или только чуть-чуть окисленным.

При сварке-пайке латуни с применением твердого припоя следует использовать, по возможности, низкую температуру, чтобы уменьшить интенсивность испарения цинка. По этой же причине, следует быстро нагреть деталь, используя окисляющее пламя.

### *Пайка в печи*

Этот метод используется для пайки твердым припоем. Припой и флюс (при необходимости) наносятся перед помещением металлической детали в печь. Пайка в печи особенно подходит для массового производства, так как допускает одновременную пайку большого количества деталей. Флюс, используемый в комбинации с пайкой в печи, может легко приводить к коррозии и появлению осадков в печи, так что вместо флюса часто используется восстановительная защитная газовая среда. Одной из применяемых предпосылок такой работы является то, что металл не должен быть окисленным: содержащая кислород медь никогда не должна подвергаться пайке в печи в восстановительной газовой среде (то есть в среде водорода).

Во время пайки в защитной газовой среде с применением припоя, содержащего цинк или кадмий, необходимо следить за испарением этих металлов, так как это представляет опасность для здоровья людей.

### *Охлаждение после пайки*

Медь может быть быстро охлаждена после пайки. Другие сплавы, с другой стороны, подлежат охлаждению на воздухе, так что они акклиматизируются медленно.

### *Дополнительная обработка*

Осаждения флюсов могут быть агрессивными. Поэтому необходимо придирчиво следить за тем, чтобы они были удалены с поверхности металла.

### *Свойства соединения*

Прочность паяного фальца зависит не только от свойств основного металла, перешедшего в шов, но также и от структуры соединения и используемой методики пайки. Шов паяного соединения всегда содержит материал, который в определенной степени отличается от остальной части соединения. Важно правильно понять этот эффект. Если его игнорировать, цинк может сдираться с латунного соединения в медной детали, когда соединение, к примеру, действует вода, тогда как остальная часть материала остается неповрежденной. Соединения также могут вызывать электрохимическую коррозию или непосредственно сами корродировать из-за их состава, если он отличается от состава основного металла.

### **Пайка мягким припоем**

#### *Общие сведения*

За редким исключением, медь и медные сплавы очень легко поддаются пайке мягким припоем. Такая пайка может применяться в целях увеличения прочности и герметизации швов и т.п.

#### *Медь*

Пайка меди не вызывает никаких проблем.

#### *Латунь*

Пайка латуни обычно не вызывает никаких проблем. В неблагоприятных случаях детали с высокими внутренними напряжениями, которые возникают при холодной обработке, могут проявлять хрупкость вследствие проникновения припоя в границы зерен материала. Если метод пайки с припоем регулируется так, чтобы соединение было нагрето до температуры порядка 300°C перед нанесением на него припоя, такие эффекты будут исключены.

Латунь, которая содержит алюминий, трудно поддается пайке мягким припоем при использовании стандартных флюсов, которые обычно используются, если содержание алюминия в ней превышает 1-1,5%. Латунь, содержащая алюминий, может быть подвергнута травлению в 20-30%-м растворе серной кислоты непосредственно перед пайкой.

#### *Припой*

Свинцово-оловянистые припои обычно используются как мягкие припои. Они поставляются с различным относительным количеством олова и свинца, но доступны также с совершенно разными веществами, добавленными в них. Серебряно-оловянистые типы припоя - также обычный вид припоя. Помимо этих припоев, которые, как считается, представляют чаще всего применяемые виды припоя, используются также припои с весьма специфическим составом, пригодным для пайки мягким припоем.

Припои с высокими точками плавления используются для пайки деталей, которые должны функционировать при слегка повышенных температурах и в которых прочность обычных свинцово-оловянистых припоев считается недостаточной. Припои с очень низкими точками плавления используются в конструкциях, содержащих детали с ограниченным тепловым потенциалом.

Предел прочности на сдвиг для капиллярных паяных швов при комнатной температуре составляет примерно 20 - 40 Н/мм<sup>2</sup>. Он зависит от времени, причем, чем больше время действия напряжений, тем слабее становится соединение.

### *Флюсы*

Флюсы применяются для всех видов пайки мягким припоем. Они могут иметь различный вид в зависимости от условий, преобладающих во время пайки.

Растворы хлорида цинка с различными добавками обычно используются в случаях, когда требуется быстрое и полное удаление оксида на деталях или оксида, который формируется во время нагрева деталей. Флюсы этого вида агрессивны и необходимо тщательно удалить их осаждения сразу после того, как пайка будет закончена.

Могут применяться смолы (канифоль), когда использование агрессивных флюсов оказывается неприемлемым. Они менее эффективны, что означает, что интенсивность пайки будет меньше. Остатки смол не нужно удалять после пайки деталей, так как они не оказывают никакого агрессивного воздействия на металл.

Флюсы в виде хлоридов металлов могут быть сделаны менее агрессивными, а флюсы из смол более эффективными в результате введения добавок. Соединения, основанные на органических кислотах, также могут применяться в качестве флюсов.

Флюсы доступны в форме паст и жидкостей. В некоторых случаях они добавляются к припою. Это обычно относится к хлориду аммония (нашатырь), который добавляется к растворам хлорида цинка. Соединения аммония могут вызывать растрескивание вследствие коррозии под напряжением в медных сплавах, подверженных растягивающим внутренним напряжениям. Поэтому, при пайке латуни, всегда необходимо избегать применения флюсов, которые содержат хлорид аммония или любое иное соединение аммония.

Список флюсов приведен в стандарте EN 29454-1.

### *Структурасоединения*

Капиллярные соединения – наиболее общий вид соединений. Прочность соединения зависит от ширины зазора. Обычно ширина зазора соответствует 0,05 – 0,2 мм. Однако она должна быть не более 0,1 мм, чтобы соединение было по возможности более прочным. Зазор должен иметь параллельные стороны или небольшую конусность, чтобы его отверстие, в которое водится припой, имело самую большую ширину.

### *Предварительная обработка*

Поверхности, которые подлежат соединению пайкой, должны быть чистыми и свободными от смазки и оксидов.

### *Методы пайки*

Для нагрева во время пайки может применяться любой из следующих методов:

- Паяльник (нельзя применять при большом перекрытии соединения)
- Газовая горелка или паяльная лампа. Сжиженный природный газ, светильный газ или ацетилен могут применяться как горючий газ
- Пайка погружением. Этот метод обычен для серийного или массового производства
- Пайка в печи
- Пайка с применением контактного нагрева
- Индукционная пайка

### *Обработка после пайки*

Как упоминалось выше, необходимо удалить агрессивные осаждения флюса. Это может быть осуществлено путем промывки металла в горячей воде.



### **Заклепочные соединения**

Метод крепления, который известен как крепление потайными заклепками, был изобретен в начале 20-го века. Первоначально он применялся в авиационной промышленности. Потайные заклепочные швы могут быть найдены на многих материалах и конструкциях. Такое заклепочное соединение представляет хорошо проверенный и испытанный способ соединения тонких листов из металла.

#### *Стандартные потайные заклепки*

Заклепки поставляются с чашеобразной или потайной головкой. Заклепочные соединения на медных деталях выполняются с применением заклепок, изготовленных из меди или нержавеющей стали, тогда как шплинты изготавливаются из нержавеющей стали или бронзы.

#### *Герметичные потайные заклепки*

Герметичные заклепки имеют уплотненное тело с полностью герметизированной клинообразной головкой. Это, наряду с большим радиальным расширением, гарантирует полное уплотнение крепления после установки таких заклепок. Такая герметизированная клинообразная головка позволяет заклепкам выдерживать более высокие напряжения сдвига и внутренние напряжения вибрации, чем в случае применения стандартных заклепок.

#### *Крепежные инструменты*

Большое количество различных типов инструмента – от простых ручных инструментов до пневматических или работающих от батарей инструментальных средств – доступны для установки потайных заклепок.

#### *Бездефектные соединения*

Необходимо соблюдать следующие параметры, чтобы соединения были бездефектными, герметизированными и имели максимально возможную прочность:

- Точный диаметр отверстия
- Точная длина зажима
- Правильное крепление головки
- Правильный интервал между листами

## Обработка поверхности

### Механическая обработка поверхности

Медь и медные сплавы сами по себе имеют естественный, привлекательный цвет. Кроме того, им можно придать диапазон различных оттенков цветов в результате поверхностной обработки. Сформированные изделия подвергаются или отжигу (мягкая обработка) или холодной обработке (упрочнение).

Отожженные материалы могут быть отожжены на воздухе и подвергнуты травлению, или же подвергнуты светлomu отжигу, часто в защитной газовой среде. Как правило, используются сухие поверхности; на которых нет никакой пленки масла или подобных жировых веществ. Протравленные поверхности обычно имеют матовый вид, тогда как подвергнутые светлomu отжигу поверхности, как подразумевает их название, светлый вид. Иногда протравленный листовый материал подвергается процедуре чистки, которая придает ему специфический рисунок, в зависимости от типа использованной металлической щетки.

Подвергаемые холодной обработке материалы проходят прокатку или протяжку. В случае прокатки материалы проходят между сухими вальцами или между вальцами, покрытыми маслом или эмульсией.

Холоднокатанные или протянутые изделия имеют, как правило, тонкую пленку масла на своей поверхности во время их поставки потребителю. Этот слой обычно настолько тонок, что его трудно обнаружить, но это имеет значение, когда такой материал поступает для проведения поверхностной обработки. Указанный слой содержит оксиды, а также хлоридные соединения и сернистые вещества.

Если должен быть выполнен какой-либо вид поверхностной обработки, масло и оксиды должны быть удалены с поверхности, также как загрязняющие поверхность примеси, возникшие во время перевозки и хранения. Такие поверхности должны быть подготовлены к механической обработке до того, как такая обработка будет начата. Характер покрытия влияет на выбор предварительной обработки, метода очистки и полировки.

### Шлифование

Шлифование с применением шлифовальных лент или дисков с нанесенными на них абразивными материалами часто проводится до полирования и металлизации поверхностей.

В случае профилейных изделий зернистость порядка 180-220 мкм, как правило, является достаточно грубой и требует применения шлифования, тогда как зернистость порядка 80-100 мкм достаточна для прокованных деталей. Окружная скорость при шлифовании составляет обычно 20-25 м/с.

Существуют также изделия с притертыми поверхностями. Поверхности таких изделий шлифуются с получением различного рисунка - от грубых линейных рисунков до чистых глянцевых рисунков, - для чего используются специальные методы шлифования, металлические или волоконные щетки, или же пескоструйная обработка или обдувка дробью или металлическим порошком. Обработанные поверхности должны быть защищены от обесцвечивания с помощью воска или бесцветного лака как можно быстрее после окончания указанной обработки.

### Полирование

Сизальные (из лубяного волокна), тканевые или войлочные диски используются вместе с отдельно наносимым полировальным составом типа пемзы, трепела, оксида железа или венской извести. Такая среда поставляется в жидком или твердом виде. Полировальные материалы следует просто удалить до обработки поверхности.

Окружная скорость диска - 20-45 м/с. Более высокие скорости приводят к более глубокой полировке.

Полировальные материалы имеются в продаже в жидкой или твердой форме или как полирующие набивочные материалы для очистки умеренно выцветших предметов. Такие методы обработки основаны на комбинации механической полировки и химического растворения. Необходимо иметь в виду, что некоторые вещества содержат аммиак и возможно возникновение коррозии под напряжением. Поэтому необходимо чрезвычайно тщательно удалить осадения этих веществ с латунных предметов после каждой обработки.

Можно удалить небольшое обесцвечивание таких предметов путем их промывки в 3-5%-м растворе слабой органической кислоты, например, щавелевой кислоты или винной кислоты, или путем добавления порошковой пемзы тонкого помола.

Очень эффективно использование полировальных материалов или растворов, которые содержат ингибитор коррозии. Такая присадка будет препятствовать обесцвечиванию изделий и задерживать дальнейшее их обесцвечивание.

## Химическая обработка поверхности

### Обезжиривание

Обезжиривание может быть проведено с помощью обычных веществ, доступных для специалистов: это – органические и неорганические вещества типа трихлорэтилена и водных растворов щелочей. Обезжиривание с применением трихлорэтилена должно проводиться в три этапа (соответственно горячий, холодный и парообразный трихлорэтилен) на сильно загрязненных предметах. Использование пара достаточно в более простых случаях.

В случае щелочного обезжиривания латуни нельзя использовать ванны с концентрированной щелочью, так как поверхность латунных изделий может выцветать и корродировать ( $\text{pH} > 10$  для полированных поверхностей). Следует соблюдать рекомендации изготовителя относительно используемой процедуры обезжиривания.

В некоторых случаях оправдано использование ультразвука как вещества, усиливающего эффект действия ванн с трихлорэтиленом и щелочами, если требуется высокий уровень чистоты поверхности или если необходимо очистить детали с глубокими, узкими щелями.

### Травление

В случае травления используются химические вещества, позволяющие удалить оксидные пленки, патину и другие покрытия с поверхности металла. Иногда травление может быть ограничено только ослаблением покрытия, которое затем удаляется механическим способом. В некоторых случаях необходимо удалить смазку, оставшуюся после изготовления или обработки материала, эту процедуру следует провести непосредственно перед травлением.

Необходимо провести дифференциацию между неокисляющим травлением и окисляющим травлением. Во время не окисляющего травления воздействие оказывается только на оксидную пленку, тогда как при окисляющем травлении воздействие оказывается также и на нижележащий поверхностный слой основного металла.

### Неокисляющее травление

Чаще всего применяемый способ неокисляющего травления в ванне, который используется для меди и медных сплавов, связан с применением водного раствора, содержащего приблизительно 10% (объемных) серной кислоты. Такая травильная ванна растворяет некоторые оксиды на поверхности металла. Однако оксид одновалентной меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) вступает в реакцию таким образом, что только часть его медного содержания остается в растворе, причем остаток выпадает в осадок. В случае металлической меди осадок выпадает в виде порошка, который может быть смахнут щеткой. Что касается латуни, она осаждается скорее в форме пруткообразных медных элементов. Травильные ванны с серной

кислотой приводят к очистке поверхности изделий только в случаях, когда поверхность умеренно выцветла до начала этой процедуры.

Медь обычно протравливается при повышенной температуре (40–60°C). Лучший результат достигается при повышенных температурах травления в случае других медных сплавов, за исключением латуни.

Латунь идеально протравливается при комнатной температуре, чтобы не допустить ее окрашивания в красный цвет вследствие осаждения меди. Но даже при травлении латуни при правильно выбранной температуре бывает трудно полностью избежать ее окрашивания в красный цвет в неокисляющих травильных растворах, а также в случае, когда содержание меди в латуни превышает 75%. При таком содержании меди (более 75%) оксиды содержат большие количества оксида меди, что может легко привести к выпадению меди в осадок. Когда содержание меди в латуни меньше 75%, оксиды преимущественно состоят из оксида цинка и тогда появление красного цвета становится необычным, пока травление производится при комнатной температуре, а содержание меди в растворе не слишком высоко. Время травления в неокисляющем растворе составляет приблизительно от пяти до двадцати минут. Рекомендуется продувка воздуха через раствор или для поддержания перемещения материала.

### Окисляющее травление

Когда оксидная пленка толстая или умеренно растворимая, или если требуется очень чистая металлическая поверхность, используется травление с окислением. Нужный раствор в ванне подготавливается путем добавления в него окисляющих веществ – главным образом, перекиси водорода, азотной кислоты или бихромата натрия – в ванне с раствором серной кислоты. Азотная кислота и бихромат натрия могут быть опасны для окружающей среды, и поэтому следует, по возможности, избегать их применения.

Перекись водорода продается в стабилизированной форме и с длительным сроком годности при хранении. Необходимо только добавлять 2–4% (объемных) перекиси водорода к обычному раствору серной кислоты в ванне. Травление должно происходить при температуре не более 40°C. В случае толстой оксидной пленки можно сэкономить раствор перекиси водорода, подготовив металл в обычном растворе серной кислоты.

Иногда необходимо добавить бихромат натрия, несмотря на его экологически опасные свойства. Бихромат более эффективен, чем перекись водорода, так как лучше удаляет остатки зауглероженной смазки и фактически никогда не приводит к покраснению латуни. Он обеспечивает также некоторую степень пассивирования поверхности материала, что делает ее менее восприимчивой к обесцвечиванию в течение продолжительного времени. Соединения в растворе могут представлять 5–10%-й раствор (по объему) серной кислоты плюс 30–70 г бихромата натрия на каждый литр раствора в ванне.

Описанные выше травильные растворы приводят к образованию некоторого количества того, что известно как дым травильного раствора на поверхности ванны. Этому можно противодействовать, добавляя водород (0,05–0,1 г/л), который обеспечивает пенное покрытие поверхности раствора.

Оксидные пленки, содержащие никель – например, на никелевой латуни, – иногда трудно удалить путем травления в описанных выше ваннах (растворах) вследствие того, что оксид никеля чрезвычайно умеренно растворяется.

Если более сильные травильные вещества не желательны, можно использовать термообработку в защитной газовой среде. Тонкие оксидные пленки, появления которых трудно избежать в такой атмосфере, можно легко удалить путем травления с помощью упомянутых выше методов.

Если материал покрыт умеренно растворимыми оксидами, или если требуется высокая степень чистоты металлической поверхности, особенно эффективным является метод осветления (блестящего травления). Обычно необходимая смесь раствора делается следующим образом: 500 мл концентрированной серной кислоты + 500 мл концентрированной азотной кислоты + 10 мл концентрированной соляной кислоты на каждый литр раствора в ванне. Более разбавленная и специально осветленная смесь травильных растворов содержит: 430 мл концентрированной серной кислоты + 70 мл концентрированной азотной кислоты + 2 мл концентрированной соляной кислоты + 500 мл воды.

Если оксидная пленка чрезвычайно толстая и растворяется с трудом, можно провести сначала травление в каком-либо растворе, содержащем концентрированную азотную кислоту, к которой добавлено приблизительно 10 мл концентрированной соляной кислоты на каждый литр воды. После блестящего травления горячекатаные латунные детали могут иногда иметь изменяющиеся оттенки поверхности. Последующее травление в растворе бихрома натрия приведет к нивелированию этих изменений.

Растворы, содержащие азотную кислоту, воздействуют на металл быстро и интенсивно, в результате чего время травления оказывается

очень коротким. Металл кратковременно (на несколько секунд) опускается несколько раз в раствор, с последующим промыванием водой.

Во время травления раствор выделяет азотистые газы, которые опасны для здоровья и могут вызвать заболевание легких при вдыхании. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы рабочее место очень хорошо проветривалось.

В процессе использования травильной ванны кислотное содержание в растворе постепенно падает, тогда как содержание металла повышается. Поэтому уровни концентрации кислот следует непрерывно проверять и регулировать или пополнять по мере необходимости. Обычные растворы серной кислоты должны быть заменены новыми, когда содержание сульфата меди превышает 120 г на литр травильного раствора. Растворы серной кислоты, включая те, которые содержат перекись водорода, пригодны для электролитической регенерации (осаждение меди на катодах). Однако перекись водорода теряется во время этого процесса. В настоящее время не имеется каких-либо практически пригодных методов регенерации растворов хромата или азотной кислоты.

После травления необходимо полностью удалить все осадки с поверхности металла. Это производится путем промывки или смыва осадков в различных видах воды, с окончательной промывкой металла горячей водой так, чтобы детали быстро высохли. Можно добавить ингибитор коррозии, типа бензотриазола, к промывной воде, чтобы защитить металл от нового выцветания краски.

Во время первого промывания практически возможно применение механической чистки, чтобы удалить любые все еще сохранившиеся оксидные остатки, медный порошок и т.п., и таким образом улучшить результат обработки.

### *Полирование*

Как указывалось выше, могут применяться специальные "растворы для блестящего травления", которые обеспечивают дополнительное блестящее свечение. Имеются много таких вариантов растворов, доступных для химического и электролитического полирования, и они основаны главным образом на применении фосфорной кислоты.

Кроме того, имеется смесь для химического полирования, которая используется для подготовки металлографических образцов: 400 мл концентрированной ортофосфорной кислоты + 400 мл ледяной уксусной кислоты + 200 мл концентрированной азотной кислоты + 0,1 мл концентрированной соляной кислоты. Время полировки составляет около одной минуты при комнатной температуре.

Фосфорная кислота (50% объемных) представляет один из примеров раствора, предназначенного для электролитического полирования. Полирование происходит примерно в течение одной минуты при комнатной температуре и плотности электрического тока, равной 13–15 А/дм<sup>2</sup>.

Оба этих метода дают лучшие результаты на материалах, которые не содержат свинца.

## Окраска

Можно воспроизвести ряд цветов и оттенков на меди и медных сплавах, используя методы влажной химической обработки. Сейчас можно рассмотреть ряд обычных методов, используемых для производства темных цветов и зеленой патины. Предварительно металл должен быть тщательно обработан путем обезжиривания и травления, чтобы эти методы могли дать удовлетворительные результаты.

### Темная окраска

*Метод нитрата меди (двухвалентная медь):*

Окисление меди в материале происходит при нагреве, причем нитрат меди (2) разлагается с выделением кислорода и оксидов азота.

Окрашивающий раствор изготавливается из расчета: 2 кг нитрата меди (2) на каждый литр воды. Эта жидкость имеет очень большой срок годности при хранении и может запасаться в емкостях, изготовленных из пластмассы, керамики или кислотостойкой стали. Процесс начинается с предварительного подогрева объекта до температур порядка 100°C. Окрашивающий раствор затем наносится на горячую поверхность объекта с помощью металлической щетки или разбрызгивается, чтобы сформировать тонкий равномерный поверхностный слой. Затем объект нагревается до 200–250°C в печи или с помощью газовой горелки, пока вся его поверхность не станет равномерно темной. Это происходит в пределах 15 минут или около этого. Объекты, прошедшие процедуру пайки мягким припоем, следует нагревать до меньших температур и дольше, чтобы такое соединение не расплавилось. Как только объект охладится, ослабленный порошок оксида меди смахивают с его поверхности. Процедура может быть повторена, чтобы объект получил прекрасный цветовой оттенок. Медь и латунь приобретают патину, цвет которой изменяется от коричневого до черного, тогда как оловянистая бронза становится коричневой. Никелевая латунь и алюминиевая бронза трудно поддаются такой окраске.

Когда металл, обработанный нитратом меди (2), нагревается, выделяются азотистые газы, представляющие опасность для здоровья людей. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы рабочее место эффективно и чрезвычайно хорошо проветривалось. Кроме того, следует носить средства защиты органов дыхания при удалении металлической щеткой порошкообразного оксида меди с больших поверхностей металла.

*Хлоритовый метод:* Окисляющим веществом в этом случае является хлорит натрия, который создает оксид меди на поверхности металла, находящегося в щелочном растворе.



Темное окисление на месте с применением хлорида натрия.

Окрасочный раствор состоит из 60 г хлорита натрия и 120 г гидроксида натрия на каждый литр воды. Как правило, латунь и бронза требуют предварительной окраски в растворе, содержащем смесь 100 г бромата натрия или бромата калия и 100 г гидроксида натрия на каждый литр воды. Оба этих окрасочных раствора имеют довольно продолжительный срок годности при хранении. Лучше всего хранить и использовать эти растворы в емкостях, изготовленных из кислотостойкой стали. Готовые к применению товарные изделия пригодны для темной окраски металла в соответствии с хлоритным методом.

Хлоритные растворы используются для меди и сплавов, содержащих высокий процент меди. Объект опускают в раствор, который находится в состоянии слабого кипения. Время нахождения объекта в растворе составляет от трех до 15 минут. Более точно это время определяется в зависимости от состава сплава, интенсивности требуемого темного оттенка и времени, в течение которого раствор использовался до этого. Латунь с медным содержанием менее 90% и бронзу обычно подвергают предварительной окраске в броматном растворе, который поддерживают в состоянии слабого кипения (3–15 минут). После этого окрашиваемый объект промывают в воде и затем получают нужный темный цвет в результате его промывки в хлоритном растворе, как описано выше.

Чтобы предотвратить возникновение дефектов поверхности, нужно следить за тем, чтобы объект промывался до чиста после окраски и чтобы окрашенные поверхности были высушены. Рекомендуется промывание объекта проточной водой и заключительное промывание в теплой, идеально деионизированной воде с просушкой в горячем воздухе. Этот метод создает на поверхности патину в диапазоне цветов от коричневого до темного черного, с бархатным отливом.

Хлориты и броматы – очень мощные окислители. Будучи в твердой форме, они не должны подвергаться воздействиям воспламеняющихся веществ или входить в контакт с ними, так как может возникнуть опасность возгорания или взрыва.

Хлорит воздействует на мягкий припой. Можно предотвратить разъедание припаянного соединения путем покрытия объекта медью до его окраски.

Окраска меди хлоритовым методом используется, среди прочего, для окраски панелей солнечного коллектора. Покрытие должно быть тонким: решающим фактором получения требуемого результата является обеспечение того, чтобы смесь раствора, температура и время окраски были скоординированы так, чтобы получаемый слой покрытия не был слишком толстым. Покрытие должно быть защищено путем обработки его ингибитором или нанесения очень тонкого слоя бесцветного лака.

*Персульфатный метод:* Темная окраска получается в результате обработки в щелочном персульфатном растворе вследствие образования оксида меди на поверхности металла.

Окрашивающий раствор для меди содержит 50 г гидроксида натрия на литр воды, или, для латуни и бронзы, 100 г гидроксида натрия на литр воды. В каждом случае 10 г персульфата калия (или персульфата натрия) добавляют в раствор непосредственно перед окраской.

Персульфат растворяется постепенно, независимо от того, используется ли раствор или нет. Дополнительный персульфат следует добавлять каждый раз при окраске нового объекта. Для хранения персульфата пригодны емкости, изготовленные из кислотостойкой стали.

Чтобы окрасить объект, раствор сначала нагревается и затем остается в состоянии слабого кипения. Объект опускается в раствор, после чего в раствор аккуратно добавляются 10 г персульфата на каждый литр щелока. Такая обработка продолжается в течение пяти – десяти минут при одновременном перемешивании смеси. Если кислород перестает выделяться из раствора, значит, весь персульфат был потреблен. При необходимости получения более темного цвета данная процедура повторяется с использованием других 10 г персульфата на литр щелока, пока цвет объекта не станет таким, какой требуется. Объект следует основательно промыть и высушить, чтобы предотвратить появление дефектов поверхности. Такой метод приводит к получению глубокой темной патины, но он не пригоден для никелевой латуни.

Персульфаты – мощные окислители, и они не должны входить в контакт с воспламеняющимися и горючими веществами вследствие опасности возгорания.

*Метод желеобразной серы:* Сульфид калия – основной компонент желеобразной серы. Этот метод приводит к получению темного слоя сульфида меди на поверхности металла. Кроме того, небольшое количество сероводородной кислоты и серы формируются в результате побочных реакций.

Окраска происходит в растворе, который содержит приблизительно 10 г желеобразной серы на каждый литр воды и небольшое количество щелочи – гидроксида натрия или соды. При окраске латуни требуется промежуточный раствор, содержащий 50 г сульфата меди и несколько миллилитров концентрированной серной кислоты на каждый литр воды. Эти растворы можно хранить в емкостях, изготовленных из пластмассы или керамики. Раствор желеобразной серы имеет ограниченный срок годности при хранении, тогда как раствор сульфата меди может применяться в течение весьма продолжительного времени.

Медь и богатые медью сплавы окрашиваются в результате встряхивания металла в растворе железобразной серы при температуре около 80°C в течение одной-трех минут; или при комнатной температуре, но в течение более продолжительного времени. Можно также использовать раствор, нанося его на поверхность обычной щеткой или латунной щеткой.

Латунь окрашивается путем опускания ее в раствор железобразной серы и затем в раствор сульфата меди. Металл нужно опустить в раствор на время, составляющее примерно тридцать секунд или больше при каждом погружении, и его следует одновременно промыть в воде перед опусканием в следующий раствор. Эта процедура повторяется до тех пор, пока цвет поверхности металла не достигнет требуемого оттенка. Оба раствора могут применяться с использованием металлической или медной щетки. Поверхности подлежат полной и тщательной промывке и высушиванию после окраски. Цвет патины - от коричневого до черного. Богатые медью сплавы часто принимают красноватые оттенки, тогда как латунь становится зеленоватой или синеватой.

Некоторое количество сероводородной кислоты выделяется из раствора железобразной серы и из используемых растворов сульфата меди. Она имеет неприятный запах и представляет опасность для здоровья людей. Поэтому необходимо следить за тем, чтобы рабочее место хорошо проветривалось.

**Дополнительная обработка:** Может потребоваться полирование цветной поверхности металла, чтобы удалить лишний порошок оксида и сульфида и нанести ровный глянец. Полирование может быть выполнено с помощью хлопчатобумажной ветоши, мягкой ткани или мягкой щетки. Металл может быть также отполирован с помощью увлажненной порошкообразной пемзы или осажденного мела, если тон поверхности должен быть ослаблен.

#### **Общие сведения**

Если необходимо с помощью окисления сделать темными большие поверхности, мы рекомендуем использовать материал Нордик Браун, Nordic Brown, - окисленный на заводе металл, который имеет темно-коричневую оксидную поверхность с обеих сторон.

#### **Патинирование с получением поверхности зеленого цвета/Nordic Green PLUS**

Красновато - коричневая поверхность новых медных изделий изменяется на темно-коричневый цвет после длительного нахождения на открытом воздухе. Постепенно, и в зависимости от климата и атмосферных условий, медь начинает принимать характерную зеленую патину. Различие в степени воздействия ветра и погодных условий приводит к получению различных оттенков, что делает поверхность медной обшивки яркой и восхитительной. Для многих архитекторов и разработчиков бледная зеленая патина является настолько привлекательной, что они энергично поощряют ее формирование.

#### **Метод Nordic Green PLUS**

Сразу после применения материала Nordic Brown на меди метод Nordic Green приводит к получению красивой зеленой патины, цвет и структура которой эквивалентны параметрам патины, которая развивается естественным путем. После применения состава слой патины упрочняется и преобразуется в естественную патину. При изготовлении объектов сложной конфигурации (при наличии, например, выпуклых или вогнутых поверхностей) не всегда возможно применить препатинированную медь Nordic Green PLUS. В таких случаях можно воспользоваться более трудоемким способом постпатинирования, инструкции по применению которого приводятся ниже:

Обработка по методу Nordic Green PLUS включает три элемента:

**1. Чистка:** Поверхность, которую нужно обработать по данному методу NG, сначала следует чисто вымыть, для чего используется щелочное моющее средство (обычно подходит моющая жидкость). Это необходимо для тщательного удаления жира и масляных пятен. Сполосните металл и дайте ему высохнуть естественным путем.

**2. Темное окисление:** Патину Nordic Green PLUS можно наносить только на темную окисленную поверхность соответствующего состава и структуры. Окисление можно создать или естественным путем, химическим методом, или в результате использования окисленного на заводе продукта Nordic Brown. Продукт Nordic Brown имеет специфические состав и структуру, необходимые для получения патины Nordic Green PLUS. Если необходимо провести химическое окисление, повторное окисление области, на которую воздействовал, к примеру,



*Окисленная медь по методу Nordic Brown использованная для отделки банка Unibank, Дания.*

флюс для пайки (мягким припоем), то это может быть достигнуто с помощью нагретого раствора хлорида натрия (NG1). Нагретый раствор следует нанести на чистую медную поверхность и дать ему высохнуть естественным путем, когда будет изменяться цвет. После этого поверхность нужно промыть, и удалить любые белые осадения соли. Процесс можно повторить, если требуется более глубокий коричневый оттенок.



Окраска медного фасада в Швеции

**3. Патинирование:** Очень тонкий слой патинирующего вещества наносят на чистую темную окисленную поверхность с помощью кисти или распылителя. Завершается обработка прикаткой поверхности. Валик удаляет штрихи, полученные при нанесении вещества кистью, и любые неровные участки и, кроме того, позволяет создать весьма специфическую структуру поверхности. Выберите валик, который соответствует вашим требованиям. Оставьте патинированный слой на просушку. Цвет слоя становится более светлым по мере его высыхания.

Патинирование нельзя проводить при прямом солнечном освещении, на горячей поверхности или во время дождя. Защитите готовую поверхность на один-три дня от дождя. От умеренного дождя обычно достаточно защиты на один день.

#### Общие сведения

Как и при естественном формировании патины, поверхности, обработанные по методу Nordic Green PLUS, приобретают характерный медный оттенок. По мере беспрепятственного развития патины при обработке продуктом Nordic Green, поверхность в течение продолжительного времени все больше приобретает цвет естественной патины.

Недавно образовавшийся слой патины может быть весьма слабым, поэтому патинированные металлы нельзя подвергать грубому обращению.



Литва, патинированная по методу Nordic Green PLUS



Вместе с тем, незначительные царапины, полученные на поверхности во время работы, затягиваются сами по себе. Через незначительное время слой продукта Nordic Green PLUS достигает долговечности, сопоставимой с долговечностью патины, образовавшейся естественным образом.

Если возможно, избегайте работать при температурах менее +10°C или при прямом солнечном свете. Поверхности, которые не подлежат патинированию, должны быть закрыты и защищены от действия патинирующего вещества. Это особенно важно, когда дело касается контакта с менее благородными металлами, которые могут подвергнуться коррозии.

Патинирующий продукт NG2 можно хранить при комнатной температуре. При необходимости, можно использовать защитные средства типа систем жизнеобеспечения, защитных перчаток, защитных очков и средств защиты органов дыхания.

#### Поставка Nordic Green PLUS, включая принадлежности

Продукт Nordic Green поставляют в виде полностью укомплектованной упаковки. Если металл должен быть подвергнут темному окислению, а металл Nordic Brown не используется, поставляется также темный окислитель NG1.

#### Требуемые материалы:

NG1 Темный окислитель ... 1 литр/10 м<sup>2</sup>  
 NG2 Зеленый патинирующий состав ... 1 литр/14 м<sup>2</sup>  
 ... (±4 м<sup>2</sup>)

Размеры пакета: Пластмассовые емкости ... 1; 5 или 11 литров.

#### Другие цвета

Возможна окраска защитного медного покрытия в цвета, отличные от предлагаемых по методу Nordic Green PLUS. Например, можно получить красный или бледно-синий цвет. В этом случае цветной слой должен быть защищен. Естественно, такие виды окраски фактически не представляют никакого интереса в отношении меди.

Фасад, патинированный по методу Nordic Green PLUS



### **Окраска**

Если необходимо покрасить объекты, изготовленные из меди или какого-либо медного сплава, можно использовать краски, которые основаны на применении связующих веществ, рассмотренных в следующем разделе "Защита поверхности", в параграфе, касающемся бесцветной лакировки. В других случаях, следует обратиться к инструкции, выпущенной изготовителем краски.

### **Защита поверхности**

Медь и медные сплавы – чрезвычайно коррозионноустойчивые материалы. Однако поверхность этих металлов – сформированная естественным или искусственным путем – может быть повреждена при грубом обращении или при отсутствии должного ухода или внимания. Можно задержать или предотвратить изменения или износ их поверхности, применяя различные виды защиты поверхности.

#### *Пропитка ингибитором*

В случае медных сплавов можно обеспечить временную защиту от обесцвечивания поверхности, подержав объект в горячем растворе, содержащем Юг бензотриазола, ингибитора коррозии, на каждый литр воды. В большинстве случаев, такой пропитке подвергаются листы и полосы перед их поставкой изготовителями в виде полуфабрикатов. Данный ингибитор используется также для пропитки упаковочной и прокладочной бумаги. Масляная пленка также обеспечивает временную защиту, если она нанесена непосредственно или будет получена, в результате промывки жидкостью, содержащей тонкий слой масляной эмульсии, который быстро высохнет.

#### *Бесцветная лакировка*

Если требуется более продолжительная защита, чем полученная в результате пропитки ингибитором, необходимо покрыть объект бесцветным лаком. Поверхности должны быть тщательно очищены, а сам объект должен быть покрыт лаком сразу же после предшествующей поверхностной обработки. Такие лаки сохнут при комнатной температуре, но могут высохнуть быстрее, если температура будет слегка повышена. Однако слишком большой нагрев применять нельзя, так как это может привести к обесцвечиванию лакированной поверхности. Не следует забывать о соблюдении инструкций по технике безопасности, выпущенных изготовителем лака.

#### *Пироксилиновый лак (известный также под названием "цапонлак")*

Это дешевый лак, который весьма широко использовался в таких случаях в прошлом. Он обеспечивает сравнительно хорошую защиту от обесцвечивания материалов, находящихся в

помещениях. Однако защитный эффект этого лака не долговечен в случае применения на открытом воздухе.

#### *Целлюлозно-ацетат-бутиратный лак, эпоксидный лак*

Используется, главным образом, для внутренних целей. Эпоксидный лак проявляет очень высокую стойкость по отношению к химическому воздействию, ударами и истиранию. Это – вещество, которое известно, как двухкомпонентный лак, который требует термообработки для отверждения. Оба этих лака проявляют склонность к потемнению в закрытом помещении.

*Акриловый лак.* Обеспечивает хорошую защиту от обесцвечивания и проявляет сравнительно высокую стойкость по отношению к химическому воздействию, ударами и истиранию. Он может также применяться на открытом воздухе, например, на дверных и оконных секциях, на элементах фасада и декоративных деталях.

**ИНКРАЛАК (INCRALAC)** – специальный тип акрилового лака. Содержит толуол в качестве растворителя бензотриазол, являющийся ингибитором коррозии. ИНКРАЛАК обеспечивает защиту поверхностей от обесцвечивания на открытом воздухе в течение не менее, чем пяти лет. Его можно наносить путем распыления, кистью или погружением объекта в лак. Этот лак имеет очень короткое время высыхания.

Результаты испытаний защитных лаков при долговременном наружном воздействии, были измерены при использовании лака, известного под именем Stacryl 2. Было установлено, что такой лак проявляет эффективные защитные свойства, которые могут сохраняться до семи лет в атмосфере Лондона.

Желательно нанести, по меньшей мере, три слоя лака при использовании материалов на открытом воздухе. Одного или двух слоев лака обычно достаточно для внутреннего использования. Оптимальная толщина покрытия – приблизительно 25 мкм.

*Полиуретановый лак.* Если требуется более высокая износостойкость, чем в случае использования акрилового лака, можно применять пенополиуретановый лак. Он доступен в вариантах, которые сохнут при комнатной температуре воздуха. Однако процесс высыхания происходит слишком медленно, поэтому предпочтительной является повышенная температура сушки. Оптимальная толщина покрытия – 5 мкм. Рекомендуется нанести два слоя.

Данный лак пригоден для использования на таких объектах, как дверная арматура, перила и балюстрады, предохранительных пластин для дверей и прилавок в магазинах.

**Силиконовый лак.** Обеспечивает лучшую защиту деталей, предназначенных для использования при высоких температурах и в сравнительно трудных условиях. Этот лак не особенно стоек по отношению к истиранию, так что требуется нанести более износостойкий лак поверх покрытия силиконовым лаком.

#### *Повторное лакирование*

Можно удалить большинство высыхающих на открытом воздухе лаковых покрытий, используя растворитель, применяемый для удаления конкретного типа лака. Это следует проводить, по возможности, на ранней стадии (стадии обесцвечивания), чтобы предварительная обработка до повторного нанесения лака не стала слишком сложной проблемой.

#### *Смазка и вошение*

Лакирование позволяет получить прочный поверхностный слой, который не требует обслуживания в течение длительного времени. Регулярная смазка или вошение медных материалов позволяет поддерживать в сохранности лак и красивый отлив при очистке. Масла, обычно используемые для этой цели, включают медицинское парафиновое масло, льняное масло, касторовое масло и лимонное масло. Пригодные к применению виды воска включают смеси карнаубского воска и скипидара или пчелиного воска и скипидара. Также могут применяться твердые сорта парафина, имеющиеся в продаже для использования при покраске автомобилей.

Указанные виды масла или воска наносятся на поверхность тряпкой. Можно улучшить защитное действие этих веществ, добавляя в них ингибитор, например, триазол.



*Лакирование светлым лаком на входной двери*



*Патинирование продуктом NordicGreen PLUS .  
Храм Bier Tempel Tuzl, Германия*



*Гостинично-культурный центр в Тенсберге, Норвегия*

## Правильное содержание дома

### Обслуживание крыш, фасадов и декоративных деталей

Обслуживание, как с технической, так и с финансовой точки зрения, всегда является текущей темой обсуждения. В последние несколько лет многие владельцы собственности заметили, как выросла стоимость обслуживания зданий. Исходя из этого, может быть, весьма полезно рассмотреть факторы, которые влияют на действия и обслуживание всего того, что связано с управлением собственностью.

Какова долговечность различных материалов и функционирования здания? Какого уровня качества мы должны выбрать стройматериалы, чтобы обеспечить рентабельное управление? Что мы должны еще добавить к рутинному виду обслуживания?

Известно, что защитное медное покрытие, практически всех видов, имеет почти неограниченную долговечность при условии, что оно установлено правильно и поддерживается на приемлемом уровне обслуживания. Проверки и техническое обслуживание – это элементы, которые не следует рассматривать, как необходимое зло (имеется в виду использование, несмотря ни на что, только хороших материалов). Как раз наоборот: регулярное техническое обслуживание ведет к нормальному управлению, а также к получению многих финансовых выгод и привилегий.

#### Действия при техническом обслуживании

Существуют три типа действий, которые необходимо проводить для поддержания крыш в нормальном состоянии:

- Осмотры, проверки, чистка
- Техническое обслуживание в форме ремонта
- Восстановление и ремонт.

Любой план ухода за крышей должен содержать указанные выше три области технического обслуживания, и достаточные ресурсы, которые необходимо держать в готовности для выполнения этой задачи.

Цель регулярного технического обслуживания заключается в том, чтобы необходимые материалы имели самую большую, по возможности, долговечность при их низкой, насколько это возможно, стоимости.

*Когда следует проводить проверки в рамках технического обслуживания?*

Осмотры в целях технического обслуживания должны проводиться один раз каждые два года или в зависимости от технических характеристик материалов и конструкции здания, его географического местоположения, климатических и атмосферных условий. Состояние крыши обследуется тщательно и в соответствии с планом проверок и осмотров. Детали конструкции должны быть проверены и очищены.

Цель осмотра заключается в обнаружении, на ранней стадии, каких-либо повреждений и каких-либо механических угроз зданию.

#### Общая информация повреждениях крыш

По существу, возможны следующие главные причины повреждения крыш:

- Ошибки, допущенные при проектировании или планировании
- Недостаточное мастерство, небрежность при проведении кровельных работ
- Повреждение или недостаточное техническое обслуживание
- Несоответствующие комбинации материалов



*Ошибки, допущенные при проектировании или планировании. Сосульки указывают, что имеется недостаточная изоляция и/или дефектная вентиляция.*

Протечки крыш часто являются поводом для начала проведения работ на крыше в надежде сравнительно быстро найти причину повреждения, после чего просто и легко устранить её. Однако может быть затруднительным определить причину повреждения за короткий срок, несмотря на его очевидные результаты. Например, может существовать много причин протечки крыши: протечка воды через какую-либо щель, протечка в месте установки крепежного элемента, протечка через отверстия, конденсация влаги, и т.п.

Место, из которого вода капает вниз, может не быть точным местом повреждения или являться причиной протечки. Место, в котором появляется вода, может находиться вдали от места, в котором действительно находится причина протечки.

Явный признак протечки в крыше не обязательно подразумевает, что ее источник расположен в этом же месте. Крыши могут легко давать протечку вследствие диффузии или конвекции.

Надежное определение причины протечки, которое, в конечном счете, позволяет реально выявить и устранить её, может потребовать полной проверки условий, касающихся влажности и температуры и различных рабочих состояний системы вентиляции здания. При этом должны быть определены причины повышенного или пониженного давления на крышу.

Очистка водосточных желобов, лотков, выпускных отверстий и водосточных колодцев

Разжелобки (ендовы) – самые уязвимые места крыши. Вода, снег и лед приводят к износу кровельных материалов. Неправильно спроектированный разжелобок может быть разорван при обледенении. Мусор также легко скапливается в лотках и водосточных колодцах и может блокировать поток воды, приводя к ее застаиванию.

Стоячая вода усиливает различные ухудшающие воздействия и приводит также к возможности повышения водного давления на фальцы и соединения. Такое давление воды может привести к протечке в течение продолжительного времени. Разжелобки и водосточные желоба подлежат очистке каждый год, и должны проверяться, возможно, много раз в год, в открытых внешнему воздействию зонах.

При чистке лотков и водосливов их следует освобождать от листьев, почвы, свободных предметов и т.п. так, чтобы можно было видеть переносящую воду поверхность. Выпускные отверстия и водосточные колодцы на крыше должны быть очищены таким же образом, чтобы предотвратить их переполнение водой.

Работа на крыше всегда сопряжена с риском несчастных случаев вследствие падения имеющихся на ней предметов.

Следует предусмотреть средства доступа и предохранительные устройства на крыше при проведении на ней работ, очистке крыши от снега,



*Водосточный желоб, в котором мусор, листья, и т.п. накопились у водосточного колодца.*



*Разжелобок, который не чистили и не мыли длительное время. Мох и трава растут в нем.*



*Во время ежегодных операций по очистке крыш не следует забывать о водосточных желобах.*



*Забитые мусором водосточные колодцы могут стать причиной повышенных внутренних напряжений в кровельных материалах.*

очистке дымовых труб и т.п.

К этим средствам защиты могут предъявляться различные требования в зависимости от того, когда здание было построено. Однако на старых зданиях, к средствам защиты которых, как известно, такие требования не предъявлялись, можно иногда устанавливать средства, обеспечивающие безопасность работ на крыше. Это означает, что необходимо дополнять или заменять дефектные устройства безопасности на крыше в пределах стандартного технического обслуживания.



Проверка предохранительных устройств на крыше - жизненно необходимая часть процедуры осмотра во время технического обслуживания.



Крепления предохранительных устройств в деревянных основаниях крыши всегда должны быть затянуты. Фальцевые соединения, с другой стороны, не следует затягивать.

Механическое повреждение может возникнуть в случае небрежной очистки крыши от снега, установки рекламных вывесок, телевизионных антенн и т.п.

Крепления кровельного покрытия также подлежат проверке. Места на крыше, которые подвергаются в течение продолжительного времени воздействию штормов и ветра, могут приводить к ослаблению креплений в них. Например, зажимы могут быть закреплены только с помощью кованых гвоздей, особенно в старых крышах.

#### *Повреждения из-за тепловых перемещений*

В последние несколько лет все более широко стали применяться полосовые кровельные покрытия. Их не нужно проверять во время осмотра при техническом обслуживании, и их обслуживание ничем не отличается от обслуживания панельных покрытий. Однако в случае полосовых покрытий имеется риск повреждения, возникающего вследствие теплового перемещения материалов.

Повреждение может происходить из-за теплового расширения, если детали неправильно спроектированы, что приводит к ухудшению перемещения металлических полос. Тепловые перемещения могут также повредить крепежные элементы и защитное покрытие, если эти элементы закреплены не там, где нужно, или закреплены неправильно.

Сначала отверстие вокруг места крепления становится овальным по форме, что приводит к появлению зазора вокруг него. Длинные листы перемещаются на большее расстояние, и поэтому здесь имеется вероятность образования более крупных отверстий. Протечки могут происходить в креплениях, если прокладки слишком малы. При соблюдении рассмотренных ранее рекомендаций изготовителя относительно размещения деформационных швов и т.п. риск повреждения крыши становится минимальным.

Перемещения в кровельном покрытии могут также привести к воздействию на крепежные элементы (гвозди) и со временем они вылезут из основания (из древесины). При неблагоприятных обстоятельствах, это может привести к разрушению крепежа.



Даже небольшие поверхности, как окно мансарды, должны быть тщательно закреплены.

#### *Система водосточных желобов*

Система водосточных желобов используется для дренажа крыши, вместе с внешними или внутренними водосточными трубами. В случае осмотров при техническом обслуживании необходимо проверить следующее:

- наклон желоба
- герметичность фальцев и соединений в водосточных колодцах
- крепление держателей труб/каркаса
- механическое повреждение лотка, например, после очистки его от снега
- коррозионное повреждение, степень обработки поверхности
- повреждение, вызванное тепловым расширением
- соединение между водосточным желобом и кровлей

В случае шиферных и черепичных крыш важно проверить систему водосточных желобов и какое количество воды стекает с кровельного покрытия. Имеется риск фреттинг-коррозии (коррозия при трении), встречающейся в таких элементах.

#### Коробчатые водосточные желоба и разжелобки

Водосточные желоба коробчатого профиля обычно используются для дренажа крыши вместе с внешними водосточными трубами. При осмотре во время технического обслуживания необходимо проверить следующее:

- наклон желоба коробчатого профиля
- герметичность фальцев и соединений в водосточных колодцах
- крепежные элементы
- механические повреждения
- повреждение, вызванное тепловым расширением
- соединение между кровлей и разжелобком, например, краевые листы в зоне строительного картона из органических волокон
- коррозионное повреждение

Если водосточный желоб коробчатого профиля установлен так, что любые протечки могут вызвать повреждение находящихся ниже стен, необходимо установить защитные отливы. Проверьте, чтобы защитные отливы были установлены, и заодно их состояние. Разжелобки часто имеют внутренние водосточные трубы.

Существуют три главных типа разжелобков:

- утепленные разжелобки
  - разжелобки со встроенным откосом
  - разжелобки без встроенного откоса
- При осмотре во время технического обслуживания необходимо проверить следующее:
- наклон разжелобка
  - герметичность фальцев и соединений в водосточных колодцах
  - механическое повреждение
  - повреждение, вызванное тепловым расширением
  - соединение между разжелобком и кровлей
  - коррозионное повреждение
  - функционирование средств водослива



Всегда удостоверьтесь, что водосточный ящик содержит мусора.



Правильно ли закреплен разжелобок? Имеются ли какие-либо трещины или любые другие повреждения в нем?



Правильно ли установлены крепежные элементы?



Разжелобки - включая водосточные колодцы - представляют наиболее важные детали крыши и подлежат точной проверке и техническому обслуживанию. Они должны быть очищены от снега зимой, и эту операцию очистки следует проводить осторожно, чтобы избежать повреждения кровли - пользуйтесь деревянной лопатой.

### Разжелобки

Разжелобки (ендовы) формируются между двумя скатами крыши или в аналогичных местах. Вода стекает с них вниз в другие водосточные средства типа желобов коробчатого профиля, разжелобков или водосточных желобов. При осмотре во время технического обслуживания необходимо проверить следующее:

- герметичность фальцев
- механическое повреждение
- повреждение, вызванное тепловым расширением
- соединение между разжелобком и кровлей
- коррозионное повреждение

### Водосточные желоба

Лед может формироваться в желобах и водосточных трубах, а также на кромках крыш, даже если указанные элементы аккуратно изготовлены и смонтированы.

Мощные внутренние напряжения и оседание крыши могут привести к изменениям в наклоне желобов. В сценариях с самым плохим вариантом могут возникать обратные потоки и застаивание воды. В тех случаях, когда устанавливается кровля в виде строительного картона из органических волокон, кромочный лист может перемещаясь оторвать строительный картон. При осмотрах в целях технического обслуживания необходимо проверить следующее:

- наклон
- герметичность фальцев
- кромочный лист (коррозия), формирование трещин в строительном картоне из органических волокон
- крепежные элементы (крюки)



Внутренние напряжения, вызванные льдом и действующие на карниз, коробчатый водосточный желоб и водосточную трубу.



Когда фасад изготовлен из материала, который поглощает воду, продольное соединение должно быть всегда обращено в сторону от фасада, чтобы предотвратить повреждение штукатурки при обрушении льда. На рисунке показан фальц, который был разорван льдом. Это звено трубы подлежит замене.

### Водосточные трубы

Образование льда в водосточных трубах может привести к продольному разрыву фальца трубы. Неправильно установленные соединения могут приводить к их отрыву от труб и скольжению отдельно от них.

### Сетчатые фильтры, водосточные колодцы

Водосточные колодцы – наиболее уязвимые детали в разжелобках. Нельзя допускать, чтобы вода проникала через них, независимо от вида используемого кровельного материала. Применяемый для изготовления водосточных колодцев материал, включая сетчатый фильтр – обычно нержавеющая сталь или медь. Необходимо тщательно проверять герметичность соединений водосточного колодца.

### Агрессивная вода

Иногда в листовом покрытии могут появляться отверстия в месте, где вода попадает на медную поверхность. Причиной этого почти всегда является то обстоятельство, что стекающая вниз вода является кислотной, действующей в комбинации с интенсивным истиранием. Это означает, что защитная оксидная пленка никогда не имеет возможности сформироваться в месте, где вода падает на поверхность. Если проточная вода, стекающая с крыши из строительного картона из органических волокон или с черепичного кровельного покрытия, содержит песок, такое истирание становится более интенсивным.

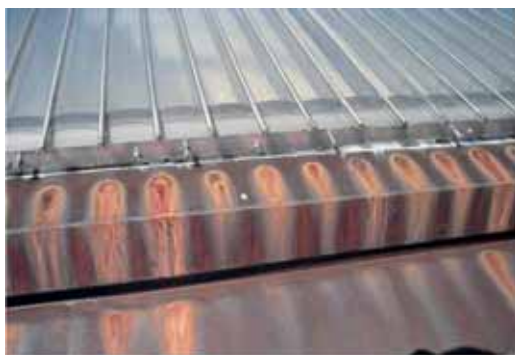


Прикреплен ли к стене элемент соединения водосточной трубы?



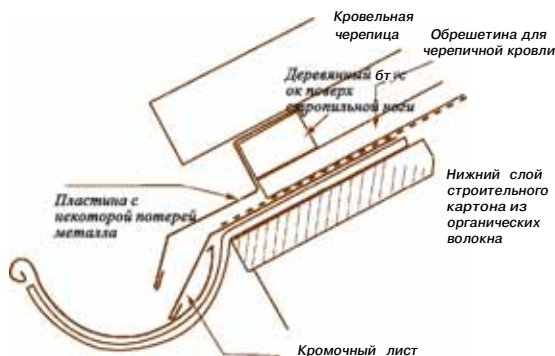
Нельзя допускать попадания дождевой воды на основание любой крыши без специального дренажа. Здесь открытый лоток направляет воду к водосточному желобу на нижней крыше. Лоток крепится к самым низким стоячим фальцам.





Интенсивный кислотный дождь, который стекает вниз с пластмассовой крыши, не позволяет сформироваться защитной оксидной пленке на подстилающем медном листе.

В последние годы много внимания уделяется феномену отверстий, формирующихся в медных лотках из-за истирания. Существуют, вероятно, две причины этой проблемы: то обстоятельство, что изменились методы строительства зданий, и то, что дождевая вода теперь стала более кислой. Если вода стекает вниз в больших концентрированных количествах с нейтральных поверхностей, типа строительного картона из органических волокон, кирпича или шифера, на защитное медное покрытие, маршрут стока воды первоначально должен быть сконцентрирован таким образом или пластина с некоторой потерей металла – которая может быть легко заменена – должна быть установлена в таком месте, чтобы вода попадала на защитное медное покрытие.



Жертвенная пластина на карнизах, вместе с медным желобом на крыше, покрытой кровельными черепицами.

### Трубные отливы

Все проемы в кровле должны быть изготовлены таким образом, чтобы можно было видеть, что крыша остается водонепроницаемой. Протечки могут происходить также из-за механического повреждения, падающего снега и коррозии. Соединения должны быть тщательно проверены на отливах труб и в других типах отверстий (проемов).

### Колпаки над дымовыми трубами

Большинство зданий оснащено определенным типом вентиляционных колпаков над дымовыми трубами или средствами вентиляции дымовой трубы. Герметичность и установка их должны быть проверены; при этом необходимо искать места коррозионного и механического повреждения. Крепежные элементы решеток аэрационных отверстий должны быть проверены с точки зрения их способности противостоять проникновению снега и дождя. Существует большая вероятность коррозионного повреждения, встречающегося позади экранов, особенно, если отсутствует разжелобок дымовой трубы (наклон), не убран мусор и не проводится регулярная очистка этой области.



Облицовки, боковые отливы и верхние отливы должны быть проверены для выявления коррозионного повреждения и герметичности соединений; крепежные элементы также должны быть проверены. Защищены ли они от насекомых? Имеется ли разжелобок дымовой трубы, который может отводить воду?

### *Слуховые окна*

Слуховые окна проверяют таким же образом, как и люки, выходящие на крышу. При этом необходимо также проверить остекление: замазку и герметичность уплотнения оконной рамы, и проверить, чтобы стекло не было разбито.

### *Крыши со световым фонарем, аэрационные отверстия для горючего газа*

На крышах со световым фонарем должна быть проверена герметичность покрытия и соединений между кровлей и конструкцией. Имеются ли какие-либо протечки, коррозионные повреждения, механические повреждения, битое стекло, и т.п.? Должны также быть обследованы все имеющиеся деформационные швы.

### *Люки на крыше*

Должны быть проверены соединения между кровельным материалом и люком. В частности, следует проверить отлив. Имеется ли какой-либо разжелобок для дымовой трубы?

### *Слуховые окна*

Слуховые окна и конструкции покрытия для вентиляционных камер часто могут походить на малые здания, построенные сверху на другом, большем, здании. Здесь нередко можно увидеть те же самые типы детализации, что и на крышах, хотя и меньших размеров. Это означает, что покрытие и соединения должны быть проверены таким же образом, как и на крышах.

### *Дымовые трубы*

Отливы для дымовых труб считаются уязвимыми элементами кровли.

Сравнительно быстро воздушные загрязняющие вещества могут вызвать их коррозионное повреждение. Свинцовые настилы часто используются как верхние отливы для дымовых



*Следует проверить отлив на деталях, которые подвергаются напору ветра, особенно их крепеж.*

труб водонагревателей. Теперь рекомендуется использовать защитное покрытие, изготовленное из нержавеющей стали. Соединения могут быть подвержены коррозии и разрушению, поэтому их необходимо тщательно обследовать. Облицовки и боковые отливы должны быть проверены для выявления коррозионного повреждения, оценки степени герметичности и механического повреждения.

### *Вертикальные отливы*

Вертикальные отливы (фартуки) устанавливают в соединениях между крышами и более высокими стенами или в аналогичных случаях. Они могут иметь различные конструкции, в зависимости от кровельного материала и конструкции. В некоторых случаях, вертикальный отлив спроектирован таким образом, чтобы обеспечивалась вентиляция конструкции покрытия. Вертикальные отливы должны быть проверены для оценки степени коррозионного повреждения, повреждения, вызванного тепловым расширением (из-за перемещений), и механического повреждения. Соединения между различными материалами подлежат проверке с целью определения возможности протечек. Крепежные элементы также должны быть проверены.



*Осматривая вертикальные отливы (фартуки) необходимо проверить их крепеж: и герметичность, выявить места коррозионного повреждения, повреждений, вызванных тепловым расширением, и механических повреждений.*

*Помните, что конек и фронтовые стены - это элементы крыши, наиболее подверженные внутренним напряжениям при ветровой нагрузке.*

### *Подвесные пластины, отливы для фронтовых досок*

Кровля заканчивается выступом крыши, например, коньком или только подвесной пластиной или отливом фронтовой доски. Подвесные пластины и т.п. проверяют для выявления коррозионного повреждения и, при необходимости, для оценки состояния герметичности и крепежных элементов этих пластин.

### *Коньки крыш, отливы коньков крыш*

Имеется ряд различных типов коньков крыш, которые могут применяться в зависимости от конструкции крыши. Одна общая особенность таких элементов крыши – это то, что они должны быть спроектированы с достаточным уклоном, чтобы никакая вода не могла скапливаться на коньке. При отсутствии какого-либо уклона существует большая вероятность проникновения воды в вертикальные швы на отливе коньков крыш. Следует проверить крепеж отливов для коньков крыш, особенно в местах, где они подвергаются действию ветра. В тех случаях, когда используются штукатурка, кирпич и другие материалы фасада, поглощающие влажность, представляется важным проверить, чтобы подвесная пластина была герметизирована и имела достаточный свес, позволяющий защитить фасад.

Фасады, изготовленные из не отталкивающих воду материалов, например, штукатурка, песчаник, кирпич, древесина и т.п., должны быть защищены от прямого воздействия дождя, снега, дождя со снегом или града. Вода, проливающаяся или стекающая на них, вызовет появление на фасаде безобразных пятен. При этом имеется также вероятность воздействия мороза, вызывающего растрескивание штукатурки или

гниение деревянных деталей. Правильный выбор медного покрытия, не требующего технического обслуживания, является идеальным вариантом защиты, при облицовке стен или отливов края окна, при покрытии профилированных элементов, в виде отливов основания и т.п.

Кислотный дождь содержит небольшое количество меди, когда он попадает на медную поверхность. Бели, например, такой дождь попадает на секцию каменной ограды, она начинает выцветать, приобретая синевато-зеленый оттенок. Другое последствие действия воды, которая содержит медь, – это то, что при контакте с менее благородными металлами типа алюминия, железа и цинка, вода может вызывать электрохимическую коррозию.

Поэтому чрезвычайно важно тщательно проверить, чтобы вода, попадающая на медные поверхности, стекала с них правильно. Следовательно, все отливы на оштукатуренных стенах должны быть завершены профилированными формами карниза, которые выступают не менее чем на 60 мм за пределы облицованной стены.

В дополнение к упомянутым выше деталям, крыши часто оснащаются другими видами оборудования, которые также необходимо учитывать при проведении полного осмотра в целях технического обслуживания. Телевизионные антенны, рекламные вывески, молниеотводы и т.п. часто устанавливают на крышах, при возникновении потребности в этих элементах, и они должны быть установлены так, чтобы не повредить кровлю и помешать крыше выполнять свою главную функцию. Следует проверять герметичность крыши в местах соединения и прочность крепежных элементов.



*Вода, которая содержит медь, может вызывать выцветание и коррозионные повреждения светлой поверхности.*



*Широкий профилированный молдинг фасада, оснащенный водосточным желобом для отвода воды. Профилированные элементы такого вида изготавливают таким же образом, как и кровельные покрытия.*



*Красивую крышу имеет смысл поддерживать в хорошем состоянии*



*Правильно изготовленные детали и нормальное техническое обслуживание – важные критерии, необходимые для правильного функционирования крыши.*

## Расчет стоимости, расходы. . .

При строительстве новых зданий или реконструкции старых зданий разработчик, менеджер по вопросам собственности и т.п. специалисты сталкиваются с необходимостью финансового выбора и принятия соответствующих решений. Последствия такого выбора и решений, независимо от того, являются ли они хорошими или плохими, часто не ощущаются до тех пор, пока процесс фактического ведения хозяйственных дел осуществляется нужным образом.

Очень тщательные оценки такого выбора производятся в период ведения хозяйственных дел, когда рассматриваются суммарные доходы, затраты и расходы. Для каждого отдельного проекта разрабатываются строго ограниченные финансовые ассигнования и подготавливаются оценки долгосрочных расходов.

Добротные материалы и осторожное обращение с ними дают хорошие, долгосрочные результаты - в настоящее время это надежная концепция использования капиталовложений в строительство. Выбор строительных материалов и уровня качества строительства - все это решения, которые рано или поздно проявятся в виде цвета цифр в экономическом отчете - будут они красными или черными, доходами или убытками.



Медь обеспечивает длительный срок службы покрытий.

При выборе материалов для наружной поверхности здания необходимо дать оценку величины расходов на весь период ведения хозяйственных дел или на весь срок погашения ссуды, в котором можно будет увидеть результаты воздействия различных материалов на полную стоимость здания. Важно учитывать как можно больше факторов, которые имели бы значение для полного осуществления строительства: срок службы используемых материалов, требования к техническому обслуживанию, эстетическая долговечность, привлекательность здания и т.п.

Одним из наиболее важных параметров экономической жизнеспособности здания является то, что известно как "долговечность" различных материалов. Долговечность здания должна быть установлена путем правильной оценки сокращения возможных последствий в длительной перспективе. Какова эта перспектива? Десять лет, пятьдесят лет, сотни лет или больше?

Таким же образом следует оценить долговечность различных материалов. Следует также учитывать затраты и периодичность необходимого технического обслуживания, ремонта и замены материалов в период эксплуатации здания. Точную информацию относительно долговечности и требований к эксплуатации какого-либо материала, преобразованную в стоимость, возможно, трудно найти, зато часто используется доступная информация относительно классических материалов.

Факторы долговечности, например, потребность в ремонте и техническом обслуживании, связаны также с качеством работ, проведенных во время строительства здания. Если используется первоклассный металл, необходимо привлечь к таким работам также высококвалифицированных рабочих - кровельщиков.

Когда речь идет об использовании таких материалов, как медь, которая имеет очень высокую стойкость и долговечность, может оказаться, что долговечность материала превысит потенциальную долговечность самого здания. В подобных случаях при оценке стоимости строительства необходимо также учитывать остаточную стоимость материала в конце периода эксплуатации здания.

Следует также учитывать стоимость капитала, чтобы можно было уместным способом сравнить затраты, которые возникают в различные периоды времени. Величина этой стоимости имеет значение для результата окончательной оценки стоимости строительства.

Приведенные ниже примеры ежегодных расходов, основой для которых послужила установка новой крыши площадью 641 кв. м, представляют экономическую основу для выбора экономически выгодного варианта кровельного покрытия.

Ожидаемая долговечность здания в этом примере – 60 лет.

Индекс стоимости в декабре 1998 года формирует основу таких ежегодных расходов.

Вариант 1: Медный листовой материал, толщина 0,6 мм; цена 60 евро за один кв. м.  
Долговечность – 100 лет.

Вариант 2: Окрашенные на заводе листы из нержавеющей стали, толщина 0,6 мм;  
цена 40 евро за один кв. м. Долговечность – 40 лет.

*Первоначальные расходы:*

Вариант 1:  $60 \times 641 = 38\,460$  евро

Вариант 2:  $40 \times 641 = 25\,640$  евро

*Расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт:*

Вариант 1: 0 евро

Вариант 2: Окраска каждые 10 лет + замена через 40 лет:  
покрасочные работы при стоимости 9 евро за каждый кв. м = 5 769 евро  
Замена кровли при стоимости 40 евро за кв. м = 25 640 евро

*Эксплуатационные расходы:*

Никакого различия между вариантами 1 и 2.

*Ежегодные затраты, вариант 1:*

$38\,460$  евро (первоначальные расходы) /  $60$  (долговечность здания) =  $641$  евро

*Ежегодные затраты, вариант 2:*

$25\,640$  евро (первоначальные расходы) +  $14\,457$  евро (техническое обслуживание и замена в течение периода эксплуатации здания) /  $60 = 668$  евро

... перекрашивание, через 10 лет: $0,6755^* \times 5\,769$ (стоимость перекрашивания)	= 3 896,9
... перекрашивание, через 20 лет: $0,4563^* \times 5\,769$	= 2 632,3
... перекрашивание, через 30 лет: $0,3083^* \times 5\,769$	= 1 778,5
... перекрашивание, через 40 лет: $0,2082^* \times 25\,640$ (стоимость замены)	= 5 338,2
... перекрашивание, через 50 лет: $0,1407^* \times 5\,769$ (стоимость перекрашивания)	= 811,6
	<b>14 457,5 евро</b>

\* Показатели 0,6755, 0,4563, 0,3083, 0,2082 и 0,1407 – коэффициенты скидки при 4%-й норме процента соответственно для 10 лет, 20 лет и т.д.

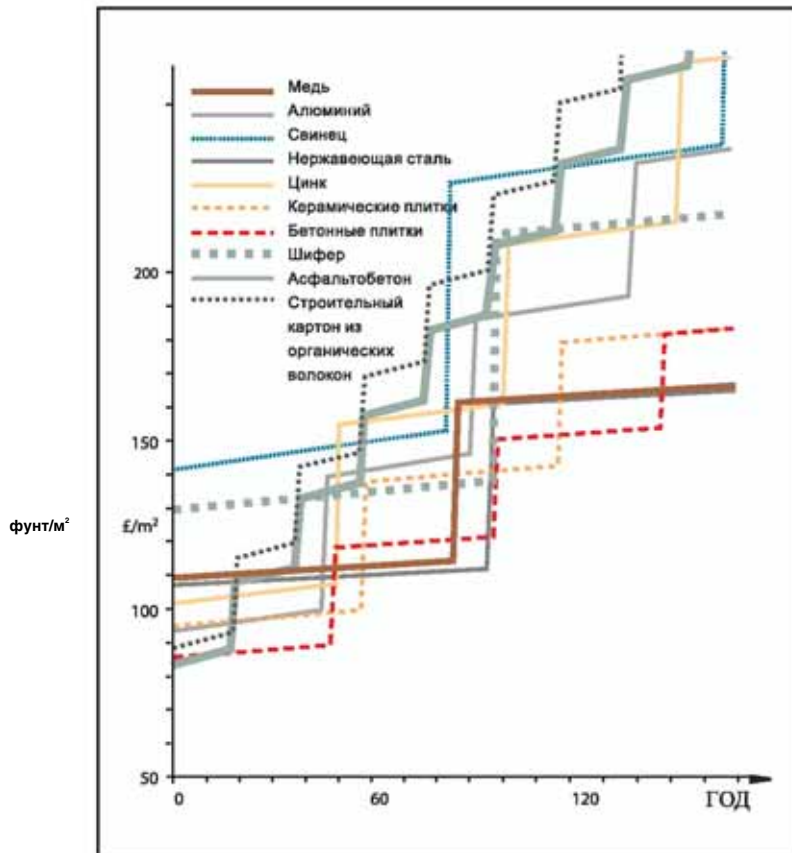
### Оценка:

Данный пример показывает, что на стадии закупки материалов необходимо составить оценку стоимости, основанную на учете полного периода ведения хозяйственных дел, чтобы получить надежную информацию о возможных издержках. Низкие закупочные цены, как в этом случае, могут означать эксплуатационные расходы, которые будут выше запланированных в не такой уж длительной перспективе.

Кроме того, в приведенном примере показано, что после 60 лет эксплуатации защитное медное покрытие не представляет малозначущий металл, так как он может быть продан и направлен на повторное использование.

В соответствии с международным промышленным обзором, подготовленным компанией Davies Langdon Consultancy в Великобритании, ясно, что медь и нержавеющая сталь являются двумя наиболее рентабельными материалами для кровельных покрытий во всех категориях при их эксплуатации в течение 60 лет

и более. Чертежи здания одного и того же типа были разосланы компаниям, занимающимся кровельными покрытиями, на всей территории Великобритании. Затем эти компании были опрошены относительно возможной оценки стоимости полной кровли при использовании ими ряда различных материалов. Компаниям предложили также определить, как часто различные материалы кровельного покрытия необходимо поддерживать в рабочем состоянии и восстанавливать или заменять, а также, сколько будут стоить такие работы. Кроме того, у компаний просили дать оценку, на основе их конкретного опыта применения различных материалов, как долго такие материалы можно будет эксплуатировать. Результаты этого обзора были благоприятными, когда они касались защитного медного покрытия и покрытия из нержавеющей стали.



Результаты этого обзора, обработанные и представленные в форме графиков компанией Davies Langdon Consultancy, показаны ниже.



*Медные кассеты.  
Трондхейм,  
Норвегия.*



Заводы компании Outokumpu Poricopper, Финляндия.



## Концерн Оутокумпу

Концерн Оутокумпу – это группа горнодобывающих и металлообрабатывающих компаний. Основная сфера деятельности концерна – производство меди, никеля, цинка и нержавеющей стали. Оутокумпу стремится стать одним из ведущих мировых поставщиков медных полуфабрикатов и проявляет активность на всех важных мировых рынках в области механически обработанных медных изделий.

Концерн Оутокумпу разработал собственную технологию и экспертную оценку в областях применения металлов, и это сделало ее лидером на рынке широкого диапазона специальных продуктов.

Один из руководящих принципов всех хозяйственных отделений концерна – это принцип совместной работы с заказчиками, что позволяет ему предлагать всем различным группам заказчиков превосходные изделия и вырабатывать всесторонние решения на основе использования квалифицированных металлургов и технологов концерна Оутокумпу.

Действия группы в пределах ее отделения Copper Products представляют два вида работ с фактически идентичными объемами сбыта: с одной стороны, глобальный бизнес на базе собственной металлургии и технологии оутокумпу, и с другой стороны, региональная деятельность на территории США и Европы, где компания продает также изделия, произведенные по обычной технологии.

Строительство – это главный предмет специализации и важный потребитель меди: медь используется в системах отопления, в трубопроводах для систем кондиционирования воздуха и в санитарно-технического оборудования, а также для покрытия крыш и облицовки фасадов. К другим главным потребителям меди относятся электротехника и электронная промышленность, а также автомобилестроение и промышленная телесвязь, где медь применяется в ряде различных областей.

Главные заводы Оутокумпу в Финляндии включают металлургические заводы в Хельсинки и Коккола, завод по выпуску полуфабрикатов в Пори и специальные сталелитейные заводы в Торнио. Дальнейшая обработка таких полуфабрикатов проводится рядом шведских компаний, среди прочих, заводами компании AB Svenska Metallverken. Штат концерна составляет приблизительно 19 000 служащих, и ее чистая сумма продаж в 2000 году составила в целом около пяти миллиардов евро. Штаб-квартира компании находится в Эспоо,

недалеко от Хельсинки.

### Основные металлы

#### *Отделение Outokumpu Base Metals OY*

Основной бизнес этого отделения концерна Оутокумпу основан на добыче и выделении цинка, меди и никеля, а также на производстве этих металлов. Группа отвечает за 3% общего мирового объема выпуска цинка, 2% общего мирового объема выпуска меди и 4% общего мирового производства никеля.

Треть объема металла, производимого группой, продается по ценам мирового рынка другим хозяйственным отделениям концерна.

### Медные изделия

#### *Отделение Outokumpu Copper Products OY*

Проявляет глобальную активность на всех важных рынках, связанных с механически обработанными медными изделиями. Это отделение удерживает чрезвычайно прочные позиции в различных странах, главным образом на территории США и Европы.

### Технология

#### *Отделение Outokumpu Technology OY*

Работает в области металлургии и технологии машиностроения. Отделение Outokumpu Technology предлагает широкий диапазон услуг в области технологических изделий и технической экспертизы, установок и технологических процессов, машины оборудования, а также в области проектирования и планирования средств для горной и металлургической отраслей промышленности.

### Нержавеющая сталь

#### *Avesta Polarit AB*

Концерну Оутокумпу принадлежит фирма Авеста Поларит (Avesta Polarit), которая является одним из наиболее рентабельных производителей нержавеющей стали в мире.