

**DETAIL – Журнал по архитектуре**

2009 □ 7/8 · Строить из стекла

**Резюме на русском языке**Перевод:  
Irina Duck, Architektin  
E-Mail: irina.duck@duck.de**Предварительный просмотр всех проектов с графическими материалами Вы найдете на:**<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/218/ErgebnisHeft>**Резюме на русском языке****страница 718****Вокзал Нойкёлльн в Берлине****Освещение пешеходного путепровода**

Вокзал городской электрички и метро Нойкёлльн – это важный транспортный узел, находящийся в плотно заселенной части Берлина с интенсивным транспортным потоком. Проход под мостом длиной 34 м и шириной 30 м десятилетиями был лишь умеренно освещенной зоной. Новое световое оформление ревалютирует темное, непонятное пространство туннеля и укрепляет чувство защиты и уверенности. Ряд из естественно интегрированных в историческую конструкцию стены подсвеченных стеклянных элементов дал не только достаточно света, но и стал вместе с тем художественной инсталляцией, подчеркнувшей эстетику мостовой конструкции, постройки 1930 года. Богатый нюансами спектр зеленых оттенков создает приветливую атмосферу и визуально объединяет 38 стальных клепаных стропильных ферм в единую конструкцию.

74 стеклянных элемента интегрированы в промежутки между опорами, вместо ранее находящихся там металлических листов. Они состоят из многослойного безосколочного стекла толщиной 12 мм с внутрилежащей поливинилбутиральной пленкой (ПВБ), на которой нанесена печать с фотографиями структуры коры деревьев местного городского квартала с указанием названия соответствующей улицы. Кроме того, внутренняя сторона стекла на 50 % имеет растровую шелкографическую печать; две горизонтальные полосы, а также «иллюминаторы» свободны от печати и дают возможность взглянуть на стальную конструкцию. Плоскости стекла обрамлены в трехстороннюю стальную раму, которая на винтах крепится на опоры. Винты утоплены в существующую конструкцию, зашпаклеваны и окрашены так, что их не видно на поверхности, и это не меняет исторический облик опор. Рама заметна только по низу стекла, защищая его здесь от возможных

механических воздействий. Завершением сверху служит накладка из стального листа. Чтобы предотвратить ущерб от вандализма, боковые стыки между историческими опорами и стеклом заделаны ленточным уплотнителем из синтетического каучука. Стекло не имеет каких-либо специальных защитных покрытий. Но его гладкую поверхность сложно расцарапать, а граффити можно легко удалить. До сих пор преднамеренных разрушений не было. Как и другие объекты городского благоустройства, этот пример также показывает: чем высококачественнее используемые материалы и поверхности, тем меньше желания их разрушить.

Ситуационный план  
Масштаб 1:2000  
Разрез • План  
Масштаб 1:50

- 1 пешеходный путепровод
- 2 лифт к платформам
- 3 стальная рама (существующая)
- 4 подсвеченные стеклянные витрины
- 5 люминесцентная лампа

Разрезы • Масштаб 1:5

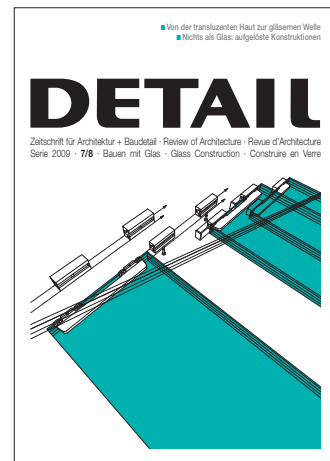
- 1 стальная рама (существующая)
- 2 ребро жесткости – стальной лист (существующий)
- 3 многослойное безосколочное стекло из 2-х однослойных безосколочных стекол 6 мм, внутренняя поливинилбутиральной пленка (ПВБ) с цветной печатью, внутренняя сторона стекла с растровой шелкографической печатью (50 % трансмиссии света), размер элемента 560/2170 мм, ревизионный элемент
- 4 импрегнированная уплотнительная лента на основе пенополиуретана, цвет черный
- 5 крепежный профиль стеклянного полотна – стальной швеллер горячего оцинкования L 30/30/2 мм, окраска напылением, крепление к опорам на винтах М6
- 6 герметичный стык – силикон, цвет черный
- 7 ленточный уплотнитель – синтетический каучук
- 8 металлическая сетка против птиц (существующая)
- 9 накладка – стальной лист 1 мм, горячая оцинковка, окраска напылением
- 10 стальной лист L 3 мм окантованный, горячая оцинковка, окраска напылением
- 11 покрытие тротуара – брусчатка (существующая)

**страница 721****Банк в Бильбао**

Помещения нового филиала банка заняли первый и подвальный этажи существующего здания в центре города Бильбао. Стеклянный фасад первого этажа – черная, стеклянная раздвижная дверь и две прозрачные витрины по обеим ее сторонам, за которыми виден разросшийся кустарник бамбука – создает нейтралитет и одновременно возбуждает любопытство у пешеходов. Ничто не указывает здесь на то, что речь идет о банке. Основной замысел архитектуры – воплощение идеи прозрачности ведения банковского дела – осуществляется исключительной за счет единственного элемента интерьера – стеклянной, аморфной по форме мембраны, направляющей движение посетителей по филиалу. Целью было также задать ясное и, одновременно, тонкое разделение между общественной зоной клиентов и внутренними офисами банковских служащих. Оно образуется с помощью высоких, друг за другом стоящих стальных труб. Изогнутая поверхность такой прозрачной стеклянной перегородки вызывает оптические искажения и рефлексии, в то же время способствует максимальной естественной освещенности помещения. Цилиндрическая форма стеклянных труб из боросиликатного стекла имеет хорошие акустические свойства, сравнимые с двойным остеклением, которое прерывается только там, где находятся две сервисные стойки – элемент, связующий клиента и служащего. Строгий выбор цветов отделки усиливает дуализм проекта: черный цвет определяет общественное пространство, в то же время офисные зоны полностью выдержаны в сером цвете.

План • Разрезы  
Масштаб 1:200

- 1 зона клиентов
- 2 зона информации
- 3 зона ожидания
- 4 кабинет директора
- 5 кабинет и сервисные стойки
- 6 комната конфиденциальных совещаний
- 7 второй свет зоны открытых совещаний



Распашная дверь • Сервисная стойка  
Разрезы • Масштаб 1:10

- 1 труба Ø 170/10 мм, высококачественная сталь
- 2 стеклянная труба Ø 150/9 мм, боросиликатное стекло
- 3 дверная ручка – профиль из высококачественной стали 10 мм
- 4 стальная труба Ø 150/100/5 мм
- 5 элемент жесткости, шаг 2 м – стальная труба Ø 150/100/5 мм
- 6 подвесной потолок – гипсокартонный лист 2x 9 мм
- 7 встроенный светильник
- 8 окантованный профиль 170/50/5 мм, высококачественная сталь, толщ. 5 мм, очищенный стальной щеткой
- 9 маятниковая дверь с шаровой опорой, сварная, высококачественная листовая сталь
- 10 уплотнитель – неопрен 5 мм по стеклянной трубе, как защита от пыли
- 11 уплотнитель – неопрен 5 мм между стеклом и листовой сталью
- 12 уплотнитель – неопрен 10 мм под стеклянной трубой, как защита от пыли
- 13 стальной уголок L 50/50/5 мм, крепление к стальной трубе на сварке / на болтах
- 14 лист из высококачественной стали, толщ. 6 мм, очищенный стальной щеткой, приварен к стальной трубе
- 15 рама – высококачественная сталь, толщ. 10 мм, окантованная, очищенная стальной щеткой
- 16 стальная труба Ø 40/40/4 мм
- 17 лист из высококачественной стали, толщ. 10 мм, окантованный, отделан кожей
- 18 многослойное безосколочное стекло 4 мм + 4 мм, крепление к стальному профилю на клею
- 19 опорная плита – высококачественная сталь, толщ. 10 мм, крепление к железобетонному основанию на болтах
- 20 покрытие пола – эпоксидная смола 5 мм, перекрытие – железобетон 20 см

## страница 725

### Галерея и художественная школа в Вайблингене

Подобно двум обкатанным водой камням расположились прямо на берегу реки Ремс здания художественной школы Унтерес Ремсталь (Unteres Remstal) и галереи Штиль (Stihl) города Вайблингена. Их абстрактная грация создала некий переход от широких просторов речного ландшафта к тесной путанице переулков старого города. Со стороны реки зауженное пространство между полигональными фасадами из профильного стекла образует новую интерпретацию исторических городских ворот. На первый взгляд оба здания кажутся идентичными, все же, горизонтальное деление по середине фасада художественной школы позволяет прочесть различия их внутренних пространств: промежуточный уровень здесь ориентируется на центральный двухэтажный зал. Находящаяся напротив художественная галерея задумана как единое пространство, которое зонировано на фойе, выставочные площадки и склад исключительно благодаря положению несущих ядр. При главном входе просвечивающая ЦПВС-сетка (цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка) может разворачиваться портиком на всю высоту здания. Здесь архитекторы расширяют

узкое внутреннее пространство (0,50 м) двойного фасада до тамбура шириной 2 м, который подобно фильтру настраивает на встречу с современным художественным храмом. Светопропускающий занавес из заполненного газом профильного стекла дает нейтральное освещение, находящиеся в промежутке двойного фасада затемняющие шторы рулонного типа позволяют регулирование интенсивности освещения экспонатов дневным светом: от 300 люкс – для скульптур и до 50 люкс – для светочувствительных произведений графики.

Ситуационный план • Масштаб 1: 1000  
Разрез • Планы  
Масштаб 1:750

- 1 художественная школа
- 2 галерея
- 3 кафе, управление
- 4 фойе
- 5 выставка
- 6 запасник
- 7 мастерская
- 8 классные комнаты
- 9 кабинет
- 10 второй свет

Галерея  
Разрез • Масштаб 1:20

- 1 распашные ворота главного входа – цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка ЦПВС 4 мм, рама – стальная труба Ø 100/60/8 мм, горячее оцинкование
- 2 опора – стальная труба Ø 152 мм
- 3 глухое остекление: стекло 6 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло 6 мм
- 4 входная дверь: стекло 6 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло 6 мм
- 5 стальная рама с термовкладышем парапет фасада из ЦПВС без вентилируемого слоя
- 6 засыпка – галька гидроизоляция утеплитель 120 ÷ 160 мм пароизоляция перекрытие – ж/бетон 280 мм
- 7 парапет фасада из стекла с вентилируемым слоем
- 8 солнцезащита – штора (на роликах), светопропускающая, фактор затемнения
- 9 затемнение – штора, матовая
- 10 направляющая шина 70/70/8 мм для лестницы эксплуатационного обслуживания
- 11 профильное стекло 60/7 мм, солнцезащитное покрытие + промежуток 60 мм со стекловолноконным, светопропускающим утеплителем + профильное стекло 60/7 мм, низкоэмиссионное покрытие, коэффициент теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ , светопропускная способность  $g = 0,28$
- 12 профильное стекло, в 1 слой 60/7 мм, термозакаленное, коэффициент теплопередачи  $k = 5,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ , светопропускная способность  $g = 0,76$
- 13 магнетитовая стяжка 20 мм кальциево-сульфатная стяжка с отоплением полов 64 мм, армированная коротким волокном утеплитель – пенополистирол ППС 11 мм утеплитель – пенополистирол ППС 145 мм гидроизоляция – битумное полотно в 1 слой, сварное железобетон 250 мм
- 14 шина профильного стекла – стальной швеллер L 70/30 мм

Художественная школа  
Разрезы • Масштаб 1:20

- 1 профильное стекло 60/7 мм
- 2 опора – стальная труба Ø 152 мм
- 3 ограждение безопасности – стальной лист 25/8 мм
- 4 профильное стекло 60/7 мм, солнцезащитное покрытие + промежуток 60 мм со стекловолноконным, светопропускающим утеплителем + профильное стекло 7 мм, низкоэмиссионное покрытие, закаленное, коэффициент теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ , светопропускная способность  $g = 0,28$
- 5 магнетитовая стяжка 20 мм кальциево-сульфатная стяжка с отоплением полов 64 мм, армированная коротким волокном утеплитель – пенополистирол ППС 11 мм утеплитель – пенополистирол ППС 50 мм пароизоляция железобетон 250 мм
- 6 фонарь верхнего света – поликарбонат, холодного изгиба, светопропускающий
- 7 распашные ворота главного входа – цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка ЦПВС 4 мм на стальной трубе Ø 90/60 мм или 60/40 мм, оцинкованная
- 8 шина профильного стекла – стальной швеллер L 70/30 мм
- 9 остекление: стекло 6 мм + промежуток 16 мм + стекло 6 мм,  $k \leq 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- 10 складывающаяся дверь: однослойное безосколочное стекло, приклеенное на раму – стальной профиль Z 50/25/18/3 мм
- 11 помещение для танцев и перформанс: эластичное покрытие 8 мм полиуретановое покрытие 2 мм кальциево-сульфатная стяжка с отоплением полов 94 мм утеплитель – пенополистирол ППС 11 мм утеплитель – пенополистирол ППС 150 мм гидроизоляция – битумное полотно в 1 слой, сварное железобетон 250 мм
- 12 эксплуатационный проход – металлическая решетка, 33 x 33 мм
- 11 солнцезащитные ламели – окантованная цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка (ЦПВС), ячейки сетки 28/10 мм, вращение вручную
- 14 железобетон 250 мм утеплитель 80 мм железобетон 160 мм
- 15 дверь промежуток двойного фасада – цельнометаллическая просечно-вытяжная сетка (ЦПВС) 6 мм на стальной трубе Ø 40/30/3 мм, оцинкованная

## страница 730

### Арт-галерея в Ла-Пиццаррера

Объектами малых архитектурных форм представляются нам геометрические по форме стеклянные плиты, регулярно размещенные по газону. Едва ли можно предположить, что под ними прячется частная галерея со значительными произведениями испанской художественной сцены XX века. Лишь десять километров отделяет королевский замок и монастырь Эль-Эскориаль от земельного участка коллекционера Пласидо Аранго с находящимися на нем двумя жилыми домами, которые он расширил выставочными площадями для своей обширной коллекции. Чтобы сохранить находящиеся под охраной государства дубы, архитекторы опустили новые помещения под землю, одновременно соз-

дав связь между зданиями. Свободная форма плана выставочной зоны следует из местоположения нескольких деревьев ценных пород, корневая система которых должна была остаться неповрежденной. Самым большим требованием к проекту было обеспечение выставки естественным светом. Решением стали 45 плоских, одинаковых фонарей верхнего света, которые заботятся о равномерной инсоляции проиллюстрированных. Для этого отверстия в плоском перекрытии были обрамлены стальной рамой, на верхний конец которой на дополнительных уголках устанавливался стеклопакет из многослойного безосколочного стекла. Для защиты от непосредственного попадания летом солнечных лучей в проемы временно могут вводиться системы с алюминиевыми ламелями.

Разрез • Планы

Масштаб 1:500

- 1 жилое помещение
- 2 кабинет
- 3 сад со скальными и пробковыми дубами
- 4 выставка
- 5 вестибюль
- 6 кухня
- 7 техническое помещение
- 8 склад
- 9 грузовой лифт

Помещение выставки

Вертикальный разрез

Масштаб 1:10

- 1 плоская крыша/парк: озеленение/газон растительный слой 180 мм фильтрующее полотно – полиэстер галька, мелкой фильтрации, прибл. 20 мм гидроизоляция – полиэстер стяжка под уклоном 10 ÷ 30 мм перекрытие – железобетон 250 мм алюминиевый профиль, в промежутках утеплитель 35 мм гипсокартонный лист 2х 12,5 мм
- 2 неопределенный уплотнитель
- 3 фонарь верхнего света: стеклопакет: многослойное безосколочное стекло 2 х 8 мм + промежуток 20 мм + многослойное безосколочное стекло 2х 8 мм с солнцезащитным покрытием, коэффициент теплопередачи k = 2,0 Вт/м²К
- 4 опорная часть – стальной уголок L 50/50 мм
- 5 рама – стальной лист 480/8 мм
- 6 гипсокартонный лист 2 х 12,5 мм алюминиевый профиль, в промежутках утеплитель 35 мм
- 7 светильник: галогенная лампа, поворотная конструкция, корпус – алюминий
- 8 гипсокартонный лист 2х 12,5 мм полость для проводки инженерных коммуникаций подконструкция – алюминий 80 мм железобетон 200 мм
- 9 дренажный слой: защитное полотно с шипами ПЭ, кашированное фильтрующим геотекстилем ПП 12 мм
- 10 настил – известняк 800/800/30 мм строительный раствор 20 мм бетон 50 мм пустотелая ж/бетонная плита 250 мм вентиляционный слой 250 мм уплотненный грунт
- 11 плитус – известняк 100/30 мм
- 12 опорная подушка – массив кирпича 250/300 мм

страница 734  
Вилла в Голландии

Лес, в котором расположилась вилла, был заложен в 1950-е годы, чтобы позднее из прямых стволов лжетсуги изготавливать строительный материал – деревянный брус. В 70-е годы, незадолго до того, как лес созрел, органами власти вырубка деревьев была запрещена. Также значительные ограничения были приняты и для застройки, например, предельные уровни карниза и кубатура строения. По этой причине большинство функций в здании было спрятано под землю. Здесь расположились гараж и спальни, которые освещаются спрятавшимися за просторные склоны дворами-патио. Остекление на всю высоту подвального этажа находится в разительном контрасте с интровертированными, скрытыми за озеленение пространствами. Совсем иначе в наземном этаже: изогнутый стеклянный фасад, без видимых рам простирающийся от крыши до пола, дает максимум света и раскрывает просторные виды на окружающую природу. Отсюда становится очевидным смысл контура лучеобразного плана (в форме Y), который оптимально ориентирует столовую на восток, юг и запад, кабинет – на северо-запад и жилое помещение – на север и юг. Чтобы никакие колонны и стены не мешали открывающимся из здания видам, крыша опирается на облицованные частично древесной, частично камнем бетонные ядра, внутреннее пространство которых используется под подсобные помещения. Также балка Виренделя (безраскосная решетчатая балка) поддерживает крышу и одновременно является элегантно книжным шкафом. В интерьере в целом можно увидеть только единственную, крестообразную колонну, которая защищена толстым слоем резины и одновременно служит упором для могучей, облицованной в мрамор, раздвижной двери – единственного крупного проема на стеклянном фасаде. Если дверь открыта, жилая комната сливается с террасой и садом, с окружающим изысканным пейзажем.

Разрезы • Планы

Масштаб 1:400

- 1 вход – терраса
- 2 фойе
- 3 жилая комната
- 4 павильон
- 5 кухня
- 6 кабинет
- 7 музыкальная гостиная/библиотека
- 8 гараж
- 9 гостевая комната
- 10 спальня
- 11 раздевалка

Вертикальный разрез

Масштаб 1:10

- 1 плиты – натуральный камень, травертин 800/800/20 мм, укладка на клей многослойная шпонирующая фанера 18 мм,

- водостойкая деревянная стойка 180/67 мм деревянный ригель 140/70 мм подконструкция – деревянный брус 60/30 мм цементноволокнистая плита 12 мм утеплитель – полистирол 90 мм штукатурка 10 мм, армированная
- 2 стеклянная крыша: однослойное безосколочное стекло 4 мм + промежуток 10 мм + многослойное безосколочное стекло 2х 4 мм, приклеено на направляющую – алюминиевая U-шина
- 3 штукатурка 10 мм, армированная многослойная шпонирующая фанера 18 мм, водостойкая
- 4 глухое остекление: флот-стекло 12 мм + промежуток 15 мм + флот-стекло 12 мм, деревянная рама
- 5 полка для книг: несущая безраскосная балка – стальные пластины 350/350/15 мм
- 6 полиуретановое покрытие 6 мм цементная стяжка 50 мм утеплитель 80 мм

Раздвижная стена

Вертикальный разрез

Горизонтальный разрез

Масштаб 1:10

- 1 плиты – натуральный камень, травертин 400/800/20 мм, укладка на клей многослойная шпонирующая фанера 18 мм, водостойкая
- 2 алюминиевый профиль
- 3 восточный лоток – композитный материал ПВХ/стальной лист
- 4 конструкция крыши: гидроизоляция – полотно ЭПДМ утеплитель под уклоном мин. 100 мм многослойная шпонирующая фанера 18 мм несущая стальная конструкция крыши: балочная клетка – главные и второстепенные балки в одном уровне – двутавр I 200 цементноволокнистая плита 12 мм утеплитель 30 мм штукатурка 10 мм, армированная
- 5 направляющая шина для штор, с потолком заподлицо
- 6 воздушный зазор для монтажа оконного стекла
- 7 глухое остекление: однослойное безосколочное стекло 10 мм + промежуток 15 мм + многослойное безосколочное стекло 2х 8 мм, коэффициент теплопроводности k = 1,4 Вт/м²К, швы заделаны силиконом
- 8 алюминиевый уголок L 25/15/3 мм
- 9 деревянный брус 50/50 мм
- 10 конструкция пола: полиуретановое покрытие 3 мм цементная стяжка 50 мм железобетон 150 мм
- 11 щеточный уплотнитель
- 12 раздвижная дверь: композитная конструкция полотна – ультралегкая мраморная плита 4 мм приклеена на алюминиевую панель с сотовой сердцевиной 16 мм сэндвич-панель – алюминий 50 мм каркас – алюминиевые профили 50/40 мм
- 13 стальная крестообразная колонна 320/320 мм с резиновым фартуком в 3 слоя 20 мм
- 14 упор – резина 10 мм
- 15 направляющая шина, утопленная в пол
- 16 стальная опора – двутавр 140

страница 740  
Жилой дом в Цюрихе

Двухквартирный дом находится на юго-восточной городской окраине Цюриха, на привилегированном месте склона с видом на город и Цюрихское озеро. Не смотря на узкий земельный участок, обе квартиры

имеют эксклюзивный вид на озеро, так как объем здания был разделен по продольной оси, и каждая квартира расположена на трех этажах. Концепция «дом с одной стеной» была последовательно осуществлена во всех частях проекта. Железобетонная стена толщиной 40 см разделяет обе квартиры и одновременно воспринимает нагрузки от далеко выступающих консолей перекрытий. На каждом из трех этажей стена имеет надлом разной формы. Изломы придают жесткость конструкции и в то же время определяют различное функциональное назначение помещений; в треугольных нишах интегрированы ванны, спрятанные за раздвижную дверь. Разная форма стены создает дифференцированное пространство на каждом из уровней. Несмотря на значительную площадь застройки здания, поэтажные пространства квартир удивительно просторны и связаны между собой открытой одномаршевой лестницей.

Так как стена и перекрытия совместно образуют жесткую несущую железобетонную структуру дома, никаких опор вдоль фасадов не требуется; алюминиевые рамы стеклянных витражей скрыты в плоскость потолка и пола. Остекленные на всю высоту этажа помещения как бы «без швов» связывают внутреннюю часть здания с наружным пространством и способствуют ощущению, жизни на защищенной террасе. Каждый второй стеклянный элемент фасада вдоль длинных сторон полностью открываем. Крупногабаритные раздвижные двери 3,5 м x 2,5 м легко открываемы, так как они имеют специальную систему пневматического уплотнения, поэтому ни подъемная фурнитура, ни дополнительные уплотняющие элементы не требуются. Убедительная концепция пространства, сознательное сокращение числа используемых элементов и материалов также отражены и в оформлении фасадов: узкие горизонтальные ленты из алюминия, тщательно детализированные и профилированные, обрамляют стеклянные элементы фасада, облицовывают торец перекрытия и одновременно короб наружной солнцезащитной шторы.

Ситуационный план • Масштаб 1:2000  
Планы • Разрезы  
Масштаб 1:250

- 1 вход
- 2 зона кабинета
- 3 жилая комната/столовая
- 4 спальня

Горизонтальный разрез • Вертикальный разрез  
Масштаб 1:10

- 1 конструкция крыши:  
засыпка – галька 30×40 мм,  
нетканое полотно,  
гидроизоляция – битумное полотно, в 2 слоя  
утеплитель – экструдированный  
пенополистирол под уклоном

- утеплитель – экструдированный пенополистирол 160 мм  
пароизоляция  
перекрытие – железобетон 300 мм
- 2 алюминиевый лист 4 мм
- 3 солнцезащитная штора – искусственный текстиль
- 4 приток воздуха  
пневматическое рамное уплотнение
- 5 пневматическое рамное уплотнение по периметру
- 6 раздвижной элемент: низкоэмиссионный стеклопакет – флоат-стекло 8 мм + промежуток 12 мм + многослойное безосколочное стекло 13 мм; коэффициент теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ,  $g = 56\%$ , размер элемента 3551/2528 мм, алюминиевая рама с роликовыми опорами на шину
- 7 стальной профиль 50/50/2 мм, шлифованный
- 8 перила – многослойное безосколочное стекло 2×8 мм
- 9 конструкция пола:  
твердая стяжка 10 мм, с импрегирующей пропиткой  
твердая стяжка с отоплением 70 мм  
разделительный слой – пленка ПЭ  
звукоизоляция 30 мм,  
перекрытие – железобетон 300 мм
- 10 глухое остекление: низкоэмиссионный стеклопакет – флоат-стекло 8 мм + промежуток 12 мм + многослойное безосколочное стекло 13 мм; коэффициент теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ,  $g = 56\%$ , размер элемента 3597 × 2534 мм, алюминиевая рама
- 11 гидроизоляция – битумное полотно,  
утеплитель – экструдированный пенополистирол 160 мм  
пароизоляция  
железобетон 265 мм

## страница 744 Музей транспорта в Люцерне

По дороге от старой части города к самому важному техническому музею Швейцарии посетитель сначала проходит роскошные здания 5-звездных отелей вдоль набережной Фирвальдштетского озера, чтобы, наконец, достичь Музея транспорта, расположившегося на впечатляющем месте непосредственно на берегу. Уже десять лет как прошел конкурс на градостроительное развитие ареала. В этом году пока открылись только два новых здания музея: входной корпус со стороны улицы и за ним стоящий элинг для показа дорожно-транспортных средств, который плакатно украшен уличными вывесками. Новые постройки образовали с существующими разнородными строениями полуоткрытый двор, который может использоваться для проведения временных выставок. Достаточно только одного взгляда на фасад, чтобы сразу понять тематическое направление всего комплекса: основное почтаемым элементом механизированного движения за прозрачным покровом здания из профильного стекла стали всевозможные виды колес, пропеллеров, колесных дисков, турбин, шестерен и т. д. Обширное остекление первого этажа делает фойе прозрачным и приглашающим, один ресторан раскрывается на улице, другой – к внутреннему двору. За

колесами верхнего объема здания, в затемненной, пригодной для показа медальных средств атмосфере прячется выставка средств массовой информации. Далее наверху расположилась более светлая зона конгрессов с направленной в сторону озера представительной лоджией. Только здесь посетитель сталкивается с колесами также и в интерьере. Они выставлены на решетчатых щитах, которые закреплены перед утеплителем. Плоскость из профильного стекла издала выглядит прозрачной, но при более близком их рассмотрении – в противоположность флоат-стеклу – теряет свою прозрачность, обнаруживая несколько неравномерную структуру. В зависимости от угла зрения и угла падения света оригинальная витрина предстает то как отражающая парк плоскость, то как витрина для колес, и тем самым образует разнообразную кулису для пришедших на пляж посетителей.

Ситуационный план  
Масштаб 1:5000  
Разрезы • Планы  
Масштаб 1:1000

- 1 главный вход
- 2 вестибюль
- 3 магазин
- 4 ресторан
- 5 кухня
- 6 кинотеатр IMAX
- 7 выставка
- 8 второй свет
- 9 техническое помещение
- 10 фойе
- 11 конференц-залы
- 12 помещение заседаний

Вертикальные и горизонтальные разрезы  
Масштаб 1:20

- 1 фальцованная кровля – алюминиевый лист 1/65 мм  
утеплитель – минвата 200 мм, в промежутке – профиль Z  
пароизоляция – рулонный битумный эластомер  
перекрытие железобетонное ребристое 60 + 640 мм
- 2 вальцованное стекло, профильное, известково-щелочное, прозрачное 262/60/7 мм,  $k = 0,81 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- 3 крепление стекла, полиэтилен ПЭ
- 4 щит для крепления колес: решетка 66/33 мм, сталь горячей оцинковки  
рама – стальная полоса 5 мм  
стальной швеллер с параллельными полками 160 мм  
утеплитель – минвата 160 мм  
железобетон 300  
гипсовая штукатурка 15 мм
- 5 стальной лист 4 мм
- 6 низкоэмиссионный стеклопакет  
 $k \leq 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ,  $g = 50\%$ : однослойное безосколочное стекло 6 мм + промежуток 14 мм + однослойное безосколочное стекло 8 мм с теплоизоляционным покрытием  
дерево/металлическая конструкция рамы – ель/алюминий
- 7 стальной лист 4 мм, покрытие лаком  
многослойная клееная древесина 19 мм  
стальная труба сз 50/25 мм  
утеплитель – минвата 2×160 мм  
многослойная клееная древесина 19 мм  
стальной лист 2 мм, необработанный
- 8 цементная плита 50 мм, гравий 60 мм  
стальной лист, оцинкованный

- битумное полотно
- опалубка 25 мм
- утеплитель под уклоном мин. 300 мм
- битумное полотно
- 9 низкомиссионный стеклопакет, двухкамерный  $k \leq 0,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ,  $g = 45\%$ : многослойное безосколочное стекло  $2 \times 6 \text{ мм}$  + промежуток  $16 \text{ мм}$  + однослойное безосколочное стекло  $6 \text{ мм}$  + промежуток  $16 \text{ мм}$  + однослойное безосколочное стекло  $6 \text{ мм}$  с теплоизоляционным покрытием
- 10 стоечно-ригельная конструкция, алюминий
- самовыравнивающаяся, сульфато -кальциевая стяжка  $10 \text{ мм}$
- ангидритовая стяжка  $70 \text{ мм}$
- разделительный слой
- утеплитель – экструдированный пенополистирол  $40 \text{ мм}$
- полимерный битум
- железобетон

Вертикальный разрез • Масштаб 1:250

Вертикальный и горизонтальный разрезы  
Масштаб 1:10

- 1 смотри № 2, стр. 746
- 2 стальной швеллер с параллельными полками 160
- 3 двутавр 100, оцинкованный
- 4 стальной лист  $2 \text{ мм}$ , оцинкованный
- утеплитель – минвата  $50 + 100 \text{ мм}$
- стальная труба  $\varnothing 25/25 \text{ мм}$
- многослойная клееная древесина  $19 \text{ мм}$
- стальной лист  $4 \text{ мм}$ , покрытие
- 5 алюминиевый лист  $3 \text{ мм}$  с металлическим порошковым покрытием
- 6 см. № 6, стр. 746

**страница 749**

**Новый универсальный магазин в Ванкувере**

В центре Ванкувера в 2008 году был открыт новый филиал канадской торговой

сети универсальных магазинов «Holt Renfrew». На трех этажах, на площади  $137\,000 \text{ м}^2$  клиентов ожидает широкий ассортимент товаров высокого класса. Перед архитектурой заказчик поставил также высокие требования, чтобы отдал должное променадному местоположению торгового центра и утвердить имидж своей марки. Вместо того чтобы использовать распространенные, общепринятые формы архитектуры торговых домов, архитекторы привнесли ряд новых правил. Так, например, они использовали для настилов полов местную древесину, которая не выглядит ни слишком холодной, ни слишком домашней и создает вместе с тем приятные рамки для дизайна отдельных торговых отделов. Но особенностью здания стал фасад: не массивные стены отделяют торговые помещения от сего мира и образуют наружную оболочку, а стекло в самых различных его формах. На фоне нейтрального плоского остекления на всю высоту первого этажа, прежде всего, выделяются, бросаясь в глаза, верхние этажи. Только в области перекрытий стекло здесь имеет молочный оттенок – полупрозрачные панели с растровым рисунком, в остальном – все выполнено из белого стекла, что создает максимально возможную визуальную связь между внутренним и наружным пространством. Их почти полукруглые выпуклости искажают увиденное, создают необычные, почти колдовские световые рефлексии и возбуждают любопытство – ощущение, как будто смотришь на водную зыбь. Архитекторы, вдохновленные многочисленными, окружающими Ванкувер озерами, хотели достичь именно эффекта

воды. С помощью очень известного производителя стекла они разработали трехмерные элементы, которые способны быть самонесущими и выдержать высокие ветровые нагрузки и землетрясения. Исходной базой послужило бедное окисью железа листовое стекло, которое укладывалось на решетку из высококачественной стали. В плавильной печи оно деформируется и образует излучины в размерах ячеек решетки. Деформация настолько точно просчитываемая, что возможно изготовление идентичных стекол. Два слоя стекла склеиваются посредством синтетической смолы в многослойное безосколочное стекло толщиной почти  $30 \text{ мм}$ .

Ситуационный план  
Масштаб 1:5000

План • Масштаб 1:1000

- 1 одежда
- 2 обувь
- 3 украшения
- 4 нижнее белье
- 5 детская одежда
- 6 пошивочная мастерская
- 7 комната персонала
- 8 зона ожидания
- 9 персонал
- 10 кабинет/совещание
- 11 раздевалка

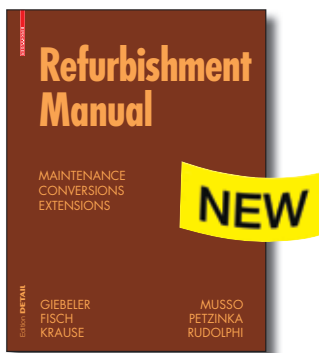
Горизонтальный и вертикальный разрезы  
Масштаб 1:5, 1:20

- 1 обшивка парапета – алюминиевый лист  $3 \text{ мм}$
- 2 вспомогательное крепление алюминиевыми анкерными болтами
- 3 конструкция крыши:  
гидроизоляция – эластомерное полотно (этилен-пропилен-диен-каучук или ЭПДМ)  
утеплитель  $80 \text{ мм}$

# Construction Manuals

All Construction Manuals with numerous drawings and photos.  
 $23 \times 29,7 \text{ cm}$ , hardcover (unless otherwise stated)

**DETAIL**  
Edition



**An indispensable planning aid when working with old buildings**  
**Contemporary analysis of building construction**

Refurbishment, building preservation, modernization, restoration, reconstruction, renovation, rebuilding, conversion – the list of concepts is long, but essentially they all revolve around one subject: working with “old buildings”. The Refurbishment Manual closes the gap between basic constructional literature and one-sided, highly specialized technical literature. Once again reflecting the well known quality of the Construction Manuals, it constitutes a practical planning aid on the subject of refurbishment, providing a basic introduction to the relevant aspects of building physics, fire protection, sustainability and energy, hazardous materials, construction materials for interiors and façades, historical preservation and technical building equipment.

**Refurbishment Manual** • Maintenance, Conversions, Extensions • NEW June 2009  
By Georg Giebeler, Rainer Fisch, Harald Krause, Florian Musso, Karl-Heinz Petzinka, Alexander Rudolph, 280 pages with numerous drawings and color photos, ISBN 978-3-7643-9946-7, € 120.– + postage/packing



Scroll online through the book  
[www.detail.de/cm-refurbishment](http://www.detail.de/cm-refurbishment)

- перекрытие – железобетон 420 мм
- 4 шов – силикон, окрашенный в черный цвет
  - 5 стеклянный элемент: многослойное безосколочное стекло, изогнутое, матовое 2x 13,5 мм однослойное безосколочное стекло, зеркальное 8 мм
  - утеплитель – минвата 115 мм
  - металлический лист, оцинкованный 3 мм
  - 6 стальной профиль 2x L 76/76/6,5 мм
  - 7 подвесной потолок
  - гипсокартонный лист 16 мм
  - 8 стальной профиль – швеллер L 150 мм
  - 9 алюминиевая рама
  - 10 многослойное безосколочное, белое стекло 2x 13,5 мм
  - 11 конструкция перекрытия: паркет канадский дуб 20 мм выравнивающий слой 15 мм
  - перекрытие – железобетон 240 мм
  - 12 накладка – алюминий 2 мм
  - 13 стальная труба  $\varnothing$  150/50/5 мм
  - 14 стальная труба  $\varnothing$  260/200/10 мм
  - 15 козырек – многослойное безосколочное стекло, прозрачное 2x 10 мм
  - 16 глухое остекление 1-го этажа – многослойное безосколочное стекло 2x 10 мм
  - 17 алюминиевый уголок L 25/25/3 мм
  - 18 стеклянный элемент – многослойное безосколочное, белое стекло 2x 13,5 мм, с выпуклым рельефом

защищают от перегрева и ослепления. Наклон ламелей может регулироваться вручную и с помощью централизованного управления. Напротив, офисные ригели оснащены внутренними, высоко отражающими ламелями. Благодаря их специально разработанной геометрии достигается равномерное распределение дневного освещения в самой глубине внутреннего пространства. Помещения оснащены вручную управляемой ночной вентиляцией. Поступление воздуха происходит посредством интегрированных в фасад шиберов. Внутренние двери помещений, благодаря специальному замочному механизму, могут оставлять открытой щель. Таким образом, теплый воздух из коридоров может выходить наружу, а холодный – поступать внутрь.

Ситуационный план  
Масштаб 1:3000

Разрезы • Планы • Масштаб 1:1000

- 1 лаборатория
- 2 кабинеты
- 3 помещение совещаний

Разрезы • Масштаб 1:5

- 1 глухое остекление – многослойное безосколочное стекло 2 x 8 мм
- 2 дверная ручка на всю высоту дверного полотна – алюминиевые уголки L 45/30/3, 30/30/3 и 15/15/3 мм, крепление на клею
- 3 раздвижная дверь – однослойное безосколочное стекло 12 мм
- 4 алюминиевый уголок L 20/20/3 с щеточным уплотнителем
- 5 наполняющая направляющая с прижимающими роликами
- 6 защитный профиль края стеклянного полотна – алюминиевый профиль L 20/20/3 мм
- 7 шторный карниз – шина
- 8 текстильная защита против просматривания снаружи и ослепления
- 9 порог – листовой алюминий  $\varnothing$  130/10 мм
- 10 защитный профиль края – высококачественная сталь L 20/32/20/2 мм
- 11 стеклянное ограждение: 2x однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 12 мм, поливинилбутирловая пленка (ПВБ) 1,52 мм
- 12 облицовочный профиль торца перекрытия – стальные полосы 166/12 и 300/12 мм сварены со стальной полосой  $\varnothing$  50/30 мм
- 13 облицовочный профиль торца перекрытия – стальной лист 3 мм, шлифованный, окраска,
- 14 паз для светильника L 40/40/4 мм, крепление светильника на стальном уголке
- 15 глухое остекление: однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 8 мм,  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- 16 подвеска T 60/60/8 мм
- 17 труба – высококачественная сталь  $\varnothing$  40/3 мм
- 18 стальная полоса 2x 180/15 мм, в промежутке сталь 60/30 мм и 40/30 мм, поверхность окрашена
- 19 стержень – высококачественная сталь  $\varnothing$  10 мм
- 20 опора круглого сечения – композитная конструкция стальная труба/бетон  $\varnothing$  350 мм
- 21 конструкция пола: паркет – дуб 10 мм, обработанный паром стяжка с отоплением 70 мм разделительный слой звукоизоляция 20 мм

- 22 крупногабаритные плиты – бетонный камень заводского изготовления 70 мм, шлифованный, укладка на растворе средней толщины 5±20 мм железобетонная плита перекрытия 400 мм с системой термоактивизации
  - 23 крепление по низу, подвеска – стальной швеллер L 160/65 мм
  - 24 вакуумная панель 20 мм
  - 25 элемент фасада лабораторий: двойная стойка фасада – алюминий крайняя стойка, усиленная стальной полосой
  - стеклопакет: однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 12 мм + солнцезащитные ламели в камере стеклопакета 32 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм
- A фасад лабораторий  
B фасад административной части здания  
C угол здания  
D элемент вентиляции

Разрез • Масштаб 1:20  
Разрез детали • Масштаб 1:5

- 1 однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 12 мм + солнцезащитные ламели в камере стеклопакета 32 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм, внутри эмалированный слой, коэффициент теплопередачи  $k = 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- утеплитель 100 мм
- алюминиевый лист 3 мм
- утеплитель – минвата 140 мм
- ж/бетон 150 мм
- 2 однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 12 мм + солнцезащитные ламели в камере стеклопакета 32 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм, коэффициент теплопередачи  $k = 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- 3 электроточка
- 4 стол лаборатории
- 5 система затемнения за алюминиевым листом
- 6 глухое остекление: однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм, промежуток 16 мм, однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 8 мм, коэффициент теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$
- 7 ниша в стене для раздвижной двери из трехслойной клееной древесной плиты с поверхностью, шпонированной алюминиевым ламинатом
- 8 однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 8 мм, внутри эмалированный слой
- утеплитель 100 мм,
- алюминиевый лист 3 мм
- утеплитель – минвата 120 мм
- ж/бетон 150 мм
- 9 однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 8 мм
- 10 солнцезащита – алюминиевые, светонаправляющие ламели, глянцевые
- 11 накладка – алюминий 2 мм, разъемный
- 12 элемент фасада – алюминиевая двойная стойка, крайняя стойка частично усилена стальной полосой
- 13 вакуумная панель 20 мм
- 14 алюминиевый лист 2 мм, покрытие напылением пароизоляция
- утеплитель – минвата 60 мм
- 15 стальная труба  $\varnothing$  100/80/5,6 мм
- 16 вентиляционный клапан с щелевой задвижкой
- 17 элемент ввода воздуха 2x 110/55/110 мм забор воздуха с защитной сеткой против насекомых
- выпуск воздуха с противопылевым клапаном
- 18 пластмассовые, водонепроницаемые, синусоидные сопла, встроенные в

## страница 752

### Научно-исследовательский центр в Ульме

В 1960-е годы университет города Ульма был переселен на гору Эзельсберг. Одновременно здесь основались несколько клиник и госпиталь бундесвера. Через 15 лет был основан целый научный городок, и здесь начали работать многие фирмы – разработчики новых высоких технологий. И сегодня этот район продолжает расти и выделяется оживленным строительством на своих территориях. Последнее возникшее здесь научно-исследовательское здание – это самый значительный проект университета Ульма за многие годы. Здесь в ультрасовременных биологических, биохимических и биомедицинских лабораториях исследовательские группы работают взаимосвязано над центральными вопросами современной цитологии. Поэтому существенной составной частью здания стала центральная, объединяющая три этажа коммуникативная зона. Стеклянные боксы для проведения дискуссий, открытые кухонные стойки, а также удобные диваны позволяют неприужденному и быстрому обмену знаниями. Местом спокойствия и сконцентрированной работы, напротив, являются тракты лабораторий, которые, благодаря своим открытым дворам, имеют хорошее естественное освещение. В целом шесть дворов частично остеклены, частично открыты и оформлены в камне, мхе или плуше. Для получения благоприятного для работы в лаборатории равномерного, не ослепляющего света, фасад здания был выполнен с находящимися внутри стеклопакета солнцезащитными ламелями. Ламели всегда остаются спущенными и даже при ветре

перфорированный алюминиевый лист 2 мм, покрытый лаком

Горизонтальный и вертикальный разрезы  
Масштаб 1:20

- 1 устройство вентиляции и принудительного удаления дымовых газов и тепла – алюминий, водонепроницаемая система вентиляции, управление пневматическое
- 2 стеклопакет: однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 10 мм + промежуток 22 мм + однослойное безосколочное стекло повторного закаливания 8 мм со ступенчатым фальцем вовнутрь
- 3 люминесцентная лампа
- 4 террасная решетка – лиственница по алюминиевой обрешетке  
гидроизоляция 2,8 мм, самоклеющаяся утеплитель – минвата 100 мм  
пароизоляция – битумное полотно, сварные швы  
фанера 30 мм  
конструкция крыши из широкополочных двутавров 120 с листами на сварке по краю несущая конструкция потолка 60/27 мм  
система скрытого крепежа  
плита МДФ 20 мм, текстура и цвет под бетон
- 5 полностеклянная конструкция угла с наклеенным металлическим уголком 30/30/5 мм в камере стеклопакета
- 6 алюминиевый лист 3 мм  
утеплитель 50 мм  
пароизоляция  
утеплитель 30 мм  
облицовка – металлический лист 3 мм

твердость поверхности, паронепроницаемость и стойкость к ультрафиолетовому излучению. Его отрицательное качество – это хрупкость, и с этим связан риск внезапного выхода стекла из строя. Поэтому специальное безопасное остекление представляет собой многослойное стекло (VSG), состоящее минимум из двух слоев флоат-стекла, ламинированных поливинилбутиральной пленкой (ПВБ). Это позволяет сохранить остаточную несущую способность в случае появления трещин. Расчетные способности такой многослойной конструкции стекла из-за ее сильной зависимости от продолжительности воздействия нагрузок и температуры в Германии используются не полностью. Разработанные совместно фирмами «Seele» и «Gersthofen» два проекта были впервые представлены на международной выставке «Glasstec» в Дюссельдорфе. Они показали огромный потенциал высокопроизводительной пленки SentryGlas® производства фирмы DuPont, которая стала альтернативой традиционной поливинилбутиральной пленке (ПВБ), а также обычному склеиванию.

*Мост из полностеклянной конструкции «БРЮККЕ 7», 2008 г.*

Участники преследовали цель показать на примере этого стеклянного моста абсолютно новое применение стекла. Этот проект за инновационное применение стекла получил приз «Стекло и архитектура». Мост состоит из изогнутой стеклянной плиты и двух также изогнутых стеклянных ограждений перил, изготовленных путем холодного изгиба многослойного стекла (габариты арочной плиты 2,0 × 7,0 м и

перил 1,2 × 7,0 м). Благодаря соединению в одну конструкцию одноосных изогнутых стекол получилось трехмерное тело из гнутых плоскостей. Плита моста состоит из восьми тонких флоат-стекол, каждое толщиной 4 мм, и семи слоев высокопрозрачной пленки SentryGlas®, каждая толщиной 1,5 мм, перила – из шести слоев таких же флоат-стекол и пяти слоев пленки. При таком сочетании тонких слоев стекла и толстых пленок возникает совершенно новое соотношение стекла к ламинирующей пленке, приблизительно 3:1.

До сих пор было принято деформировать ровные плоскости стекла с помощью температуры. Для этого они нагреваются более чем на 640 °С, стекло теряет свою жесткость и изгибается, укладываясь по желаемой матричной форме. Недостатками этого метода являются его высокая стоимость, ограничение размеров стекла в зависимости от габаритов печей, визуальные недостатки поверхности, появляющиеся в течение процесса нагревания, и возникающие в процессе охлаждения неточности.

*Соотношение моментов и кривизны, напряжение при изгибе, момент сопротивления*

При холодном изгибе все слои стекол перед их ламинированием складываются в один стеклянный пакет на матричной форме. При этом в стекле возникают изгибающие напряжения. Поэтому, в частности, тонкие и мягкие на изгиб стекла больше всего подходят к технологии холодного изгиба, так как они допускают тесное сопряжение радиусов изгиба при незначительных напряжениях в процессе изгиба-

## страница 762

### Эксперименты с прозрачностью материала Проекты из научных исследований и разработок

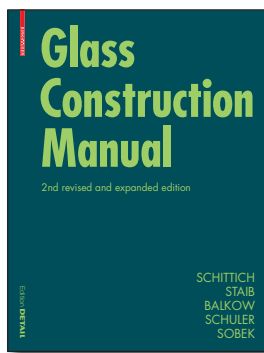
Штефан Белинг, Андреас Фукс,  
Штефан Петерс

Наряду с прозрачностью стекло имеет многочисленные положительные качества:

# Construction Manuals

All Construction Manuals with numerous drawings and photos.  
23 x 29.7 cm, hardcover (unless otherwise stated)

**DETAIL**  
Edition



### The fascination of glass – 352 pages of aesthetics and technology The standard work on a spectacular building material

The Glass Construction Manual shows the wide range of applications for glass in architecture. It provides the basic technical principles for building with this modern and innovative material and presents a series of excellent detailed examples – from simple windows to entire glass buildings.

- Energy saving with glass: tap the full potential of this building material
- Point fittings and linear storage: All mounting options systematised
- Coated, matt-finished, printed: Which treatment for which effect
- Technology and aesthetics: We show details combining both
- Standards and guidelines, statics and building physics, maintaining glass

**The Glass Construction Manual** · Christian Schittich, Gerald Staib, Dieter Balkow, Matthias Schuler, Werner Sobek,  
July 2007, 2nd revised and expanded edition. 352 pages with numerous drawings and photos.  
Paperback: ISBN 978-3-7643-8290-2, € 69.90 + postage/packing  
Hardcover: ISBN 978-3-7643-8122-6, € 110.– + postage/packing



Scroll online through the book  
[www.detail.de/cm-glass](http://www.detail.de/cm-glass)

Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG · Hackerbruecke 6 · 80335 Muenchen · Germany · Tel.: +49 89 38 16 20-0 · E-Mail: [mail@detail.de](mailto:mail@detail.de)

Order online at [www.detail.de/books](http://www.detail.de/books)

ния. В проекте «Брюкке 7» 4-х миллиметровые флоат-стекла сгибались до радиуса 16 м. При этом возникает напряжение примерно 9 Н/мм<sup>2</sup>, которое допустимо для постоянной нагрузки на флоат-стекло.

Благодаря процессу ламинирования внутренние напряжения «замораживаются». Вследствие высокой жесткости на сдвиг пленки и большой жесткости на изгиб стеклянного пакета едва ли имеется возвращение к прежней форме. Наряду с применением пленки SentryGlas® существенным признаком моста является несущая способность арки. Стеклоарка приближается по своей геометрической форме к параболе и может передавать равномерно распределенные нагрузки через сжимающие усилия. Важным является создание жестких опорных узлов. Геометрия арки моста основана на пропорции стрелы прогиба к пролету в 1:18 и имеет отношение высоты поперечного сечения к пролету в 1:162, что в целом можно характеризовать как в высшей степени тонкостенную конструкцию. Для решения асимметрично распределенных временных нагрузок в 5,0 кН/м<sup>2</sup> плита моста должна быть устойчивой. Это достигается с помощью перил. На участках длиной по 6,0 м они прикреплены к плите моста посредством эластичного клеевого шва из двухкомпонентного силикона. Тот же самый принцип работает для распределения горизонтальных нагрузок прогона 1,0 кН/м. Они передаются в обоих направлениях за счет арочной формы перил, причем плита моста является стабилизирующим элементом конструкции, воспринимая неравномерно распределенные временные нагрузки. Конструкция может неоднократно монтироваться и разбираться. Для этого силиконовые стыки разрезаются с помощью лезвия ножа.

#### *Лестница из полностеклянной конструкции, 2006 г.*

Полностеклянная конструкция лестницы – это исследовательский проект, выполненный совместно фирмами «Seele», «IBK Исследования + разработки» и «ТКЕ Развитие и применение» и получивший в 2006 году приз за инновации «Стекло и архитектура». Пролет лестницы составляет 7 м. Принципиально конструкция состоит только из двух элементов: горизонтальных ступеней и вертикальных тетив лестницы. Каждая тетива – это трехслойная без швов плита из флоат-стекол с толщиной каждого слоя 15 мм. Они, как и ступени, у которых слои стекла 12/12/12/8 мм, ламинированы с помощью пленки SentryGlas®, образуя единую многослойную стеклянную плиту. Также и стальная фурнитура крепления была ламинирована пленкой SentryGlas®.

Нагрузки на тетивы можно разделить на две составляющие: во-первых, вертикальные нагрузки на шарнирно опирающиеся однопролетные балки пролетом 7 м, во-

вторых, горизонтальные (временные) нагрузки на защемленные ограждения. Напряжение при изгибе тетив вдоль основной оси из-за их большой расчетной высоты незначительно. Более существенным при расчетах и конструировании является обязательное закрепление горизонтальных ступеней в тетивах лестницы.

Чтобы избежать пиковых нагрузок из-за напряжений в опорных узлах, опирание ступеней на тетивы было запроектировано шарнирным. Вся горизонтальная жесткость лестницы осуществляется благодаря работе плоскости стекла ступеней. Это удается с помощью крепления в двух точках по торцам ступеней, которые плечом рычага ок. 9 см уменьшают возникающие моменты от временных горизонтальных нагрузок. Узлы крепления, таким образом, должны воспринимать наряду с вертикальными опорными нагрузками существенные нагрузки на растяжение/сжатие. Одним из решающих вопросов всей фазы развития концепции был: могут ли поперечные колебания негативно повлиять на эксплуатационную пригодность всей конструкции. Были установлены возникающие под собственным весом собственные горизонтальные колебания частотой ок. 4 Гц и под полной нагрузкой – 3 Гц. Нежелательных эффектов, в общем, ожидать не следует, если собственная горизонтальная частота лежит в пределах более чем 3,5 Гц. Установленная лестница подтвердила расчеты, так при ее полной эксплуатации в условиях выставки ни вертикальные, ни горизонтальные колебания не были ощутимы.

Для соединения конструкций лестницы главным было решить три конструктивных узла: нижнее и верхнее опирание тетив, а также крепление ступеней к тетивам – этот узел представлял центральную задачу для конструкторов. Требование к узлам крепления между ступенями и тетивами исходило из вертикальных опорных нагрузок, уже описанных сил растяжения/сжатия и общей стабилизации тетив. Беспроblemная замена в случае поврежденных ступеней была важной составной частью программы и, в конечном счете, это привело к выбранному решению, которое предусматривало ламинированные элементы на внутренней стороне тетив и ламинированные элементы из листовой стали в составе многослойной стеклянной конструкции ступени. Существенное требование к геометрии исходило из статики – симметричное воздействие сил растяжения/сжатия на конструктивные узлы опирания для достижения как можно более равномерного распределения напряжений в склеенных плоскостях. Явно лучшее распределение напряжений, в общем, достигается через плоскостное распределение усилий склеенных соединений, чем, к примеру, через узлы с просверленными («поврежденными») поверхностями стекла вследствие требуемой механической обработки.

В процессе окончательной реализации конструкции для стальной фурнитуры были выбраны пластины 100 x 39 мм<sup>2</sup> толщиной 15 мм из высококачественной стали, которые были врезаны по торцевым сторонам ступеней. Даже при отказе одного из четырех клееных мест – на каждый торец приходится по два ламинированных узла – повреждение и провал ступени не будет вызван. Проектирование деталей сопровождалось обширными расчетами на прочность и дальнейшим опробованием их на экспериментальных образцах. Процесс ламинирования в автоклаве в сочетании с безошибочной, точной клеей 42-х элементов фурнитуры на тетивах лестницы стал одной из самых сложных и ответственных задач для исполнительной фирмы.

#### *Итоги*

Инновационный потенциал стекла в сочетании с новыми технологиями и методами обработки далеко не исчерпан. Особенно большие требования к точности выполнения работ предъявляются на стадии проектирования, изготовления и монтажа, что ставит новые задачи как перед архитектором и инженером, так и перед исполнительной фирмой. Для овладения комплексной геометрией, обработкой стали и стекла, а также техниками ламинирования и монтажа требуются, равным образом, как большой опыт, так и оборудование на наивысшем техническом уровне.

Штефан Белинг, архитектор, с 1995 г. профессор и руководитель «IBK2» и «IBK исследования + развитие» при университете Штутгарта и партнер фирмы «Фостер и партнеры» в Лондоне.

Андреас Фукс, архитектор, 2001-2009 гг. научный сотрудник «IBK2» при университете Штутгарта. Соучредитель «IBK исследования + развитие».

Док. тех. наук Штефан Петерс, 2000-2006 гг. научный сотрудник в «ТКЕ» университета Штутгарта, с 2006 г. в «Энгельсманн Петерс» Инженеры-консультанты совместно с профессором, док. тех. наук Ш. Энгельсманном.

- 1 Производство первых конструкций
- 2 Стеклоарка на выставке «Glasstec» в 2006 г.
- 1 Стеклоарка на выставке «Glasstec» в 2008 г.
- 4 Конструктивная последовательность:
  - a укладка слоев флоат-стекла и пленки SentryGlas®
  - b укладка по форме
  - c ламинирование стеклянного штабеля
  - d снятие с формы холодногогнутой стеклянной плиты
- 5 Конструктивная последовательность монтажа лестницы:
  - a стеклянные опорные детали
  - b силовое соединение с ламинированной связующей фурнитурой
  - c монтаж тетив лестницы
  - d, e монтаж отдельных ступеней
  - f стеклянная лестница выставки «Glasstec» в 2006 г.
- 6,7 Стеклоарка на выставке «Glasstec» в 2006 г.
- 8 Схема конструктивной системы

- 9 Стекланная лестница на выставке «Glasstec» в 2006 г.  
10 Монтаж ступеней

## страница 769

### Строительный материал стекло: тонкослойные покрытия для применения в архитектуре

*Зачем наносить тонкослойное покрытие на стекло?*

Обычное остекление, которое было принято до середины 1970-х годов, являлось причиной высоких потерь тепла ( $k = 5,8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ). При использовании низкоэмиссионного остекления было достигнуто улучшение коэффициента теплопередачи  $k = \text{ок. } 3,0 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ . Только связь технологии низкоэмиссионного остекления с современной техникой наложения тонких слоев прозрачных покрытий на стекло сделала возможным последующее сокращение потерь энергии. Сегодня низкоэмиссионный стеклопакет с коэффициентом теплопередачи  $k = 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$  (состав однокамерного стеклопакета: стекло 4 мм / промежуток заполнен аргоном 16 мм / стекло 4 мм) считается последним стандартом современной техники. Двухкамерный стеклопакет достигает коэффициента теплопередачи  $k = 0,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$  (состав двухкамерного стеклопакета: стекло 4 мм / промежуток заполнен аргоном 12 мм / стекло 4 мм / промежуток заполнен аргоном 12 мм / стекло 4 мм). По сравнению с металлами, которые отражают примерно 2-10% полученной энергии, стекло как минеральный материал имеет высокую эмиссионную способность ( $\epsilon \approx 0,85$ ). Чтобы связать прозрачность стекла с эмиссионными качествами благородных металлов, на стекло стали наноситься тонкие металлические слои. Так было сохранено качество проницаемости солнечного света стеклянной поверхности и одновременно значительно уменьшена ее эмиссионная способность. Оптимальными сегодня считаются тончайшие серебряные слои толщиной примерно 1/100000 мм, это соответствует 10 нм. Требования к стеклу с покрытием определены европейскими нормами EN 1096.

*Теплоизоляционные и солнцезащитные покрытия стекла*

Задача теплоизоляционных слоев – зимой способствовать минимальным потерям тепла, а летом позволить получение пассивной энергии. Напротив, солнцезащитные слои должны удерживать от попадания солнечной энергии во внутрь помещения. Поглощающими и/или отражающими компонентами достигается желаемые физические свойства излучения. Для изготовления этих функциональных слоев на стекло наносятся различные материалы. Скрепляющий, функциональный,

защитный и покрывающий слои образуют комплексную систему (илл. 5) покрытия. Оптические качества реализуются благодаря использованию принципа интерференции, что знакомо из просветления объективов фотокамер.

*Технология нанесения покрытий*

В Inline-технологиях нанесение покрытий происходит с помощью вакуумного тонкослойного напыления (PVD-способ или катодное напыление) при горизонтальном положении материала. Давление в распылительной камере опускается примерно до одной миллионной бара (ок.  $10^{-3}$  мбар). Через систему камер от впускного шлюза, через промежуточные камеры стекло попадает в распылительную камеру (илл. 2). Здесь непосредственно происходит процесс напыления. Чтобы получить равномерные покрывочные слои, стекло продвигается с постоянной скоростью под покрывающим оборудованием (илл. 4).

*Процесс нанесения покрытий*

В процессе ионно-плазменного напыления в вакуумной среде, благодаря высокому напряжению между катодом и анодом, образуется плазма. Она возникает, если атомы впущенного в камеру тяжелого газа аргона из-за столкновений с имеющимися электронами образуют тяжелые, положительно заряженные ионы аргона. Плазма узнаваема по ее типичному цветному свечению, схожому со свечением в люминесцентных лампах. Под высоким напряжением возникает сильное электрическое поле, направляющее тяжелые, положительно заряженные ионы аргона к катоду. На катоде установлена так называемая «мишень», которая состоит из материала покрытия, например, из серебра. С высокой энергией ионы аргона выбивают из мишени материал, который снова тонким слоем осаждается на стекле. Для создания химических соединений между напыленными частицами из мишени в камеру в качестве реактива дополнительно впускается газообразный кислород.

*Теплотехнические характеристики*

*стеклопакета с Low-E покрытием*

Тепловой поток, проходящий через стеклопакет, определяется следующими параметрами:

- Лучистый теплообмен между стеклами вследствие эмиссионной способности поверхности стекол к тепловому излучению
- Теплопроводность газа в камере стеклопакета
- Естественная конвекция газа в камере стеклопакета
- Теплопроводность дистанционной рамки стеклопакета

В обычном, без специальных покрытий однокамерном стеклопакете с коэффициентом теплопередачи  $k = 3,0 \text{ Вт/м}^2\text{К}$

примерно 2/3 всего потока тепла приходится на тепловое излучение между стеклами по причине их высокой эмиссионной способности и только 1/3 на теплопроводность и конвекцию воздуха в камере, между плоскостями стекла. Функциональный теплоизоляционный слой, например, в стеклопакете «iplus E» – продукте одного из самых крупных европейских стеклообрабатывающих предприятий «Interpane» – значительно снижает эмиссионную способность стекла с E 0,89 до E 0,03. Таким образом, можно сказать, что в этом продукте лучистый теплообмен почти полностью подавляется. Неизменным остается тепловой поток вследствие теплопроводности и конвекции газа внутри камеры. Серебряное покрытие, как, например, это используется в случае стеклопакета «iplus E», может снизить показатель коэффициента теплопередачи  $U_g$  однокамерного пакета с 3,0 до 1,4 Вт/м<sup>2</sup>К. Если камеру заполнить газом аргоном, который имеет более низкую проводимость тепла, чем воздух, то уровень коэффициента теплопередачи  $k$  может быть дополнительно снижен приблизительно на 0,3 единицы и достигнет 1,1 Вт/м<sup>2</sup>К. При применении разных газовых наполнителей достигаются разные показатели коэффициента теплопередачи  $k$ . Под влиянием растущих требований норм по энергозатратам EnEV (2009/2012 гг.), двухкамерные стеклопакеты скоро станут более или менее стандартным остеклением. Зависимость между типом газового наполнителя и шириной камеры стеклопакета показывает иллюстрация 10. При применении газа криптона можно достигнуть уровня коэффициента теплопередачи  $k 0,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ . Коэффициент теплопередачи фасадов и окон может дополнительно улучшиться с применением материалов с улучшенными термопоказателями для дистанционных рамок (илл. 11). Их определение дается в немецких нормах EN ISO 10 часть 077 1:2006 (D) приложение E.

*Просветляющие пленки*

Солнечная энергетика стремится к максимальному использованию излучаемой солнцем энергии во всем его спектральном диапазоне. Почти все солнечные коллекторы защищены листами стекла. Одна часть поступающей солнечной энергии отражается поверхностью стекла, другая – поглощается стеклом и снова выделяется наружу и во внутрь в форме теплового излучения. Это означает снижение объема энергии, находящейся в распоряжении абсорбера коллектора. Поэтому характерными признаками стеклянных покрытий, используемых в солнечной энергетике, являются максимально возможная эмиссионная способность ( $\epsilon_e$ ) и долговременная стабильность. Покрытие коллекторов подвергается высоким тепловым и механическим нагрузкам, поэтому оно обычно выполняется из однослойного безосколоч-

ного стекла. Типично используется белое стекло с гладкой либо структурируемой поверхностью, имеющее малый коэффициент теплопоглощения. Если покрыть белое стекло пленкой «iplus NAT», то трансмиссия («просветление») стеклянных поверхностей, повышается. Флоат-стекло без функциональных покрытий отражает примерно 8% (илл. 7). При применении двустороннего покрытия «iplus NAT» отражение света сокращается примерно до 2% (илл. 8). Такая осветленная поверхность повышает световую трансмиссию и, таким образом, «солнечный урожай». Дальнейшим преимуществом покрытия является незначительная зависимость от угла падения солнечных лучей. Вследствие чего трансмиссия особенно в утренние и вечерние часы, а также в течение зимних месяцев, значительно увеличивается.

#### *Многослойное безосколочное стекло с высококачественной солнцезащитой*

В Европе могут использоваться только строительные продукты, пригодность которых подтверждена согласно существующим нормам. В Германии продукт должен соответствовать перечню строительных технических правил (BRL) или только несущественно отклоняется от них. Если он не соответствует им, то для внедрения такого продукта на рынок необходимо привести дальнейшие доказательства его годности. Это могут быть разрешение на применение в строительстве (abZ), сертификат (abP) или согласование в единичном случае (Z.i.E.).

При применении многослойного стекла и многослойного безосколочного стекла в соответствии с «Техническими правилами для ленточного остекления» (TRLV), а также «Техническими правилами безопасных стеклянных ограждений» (TRAV), необходимо выполнение немецкой строительной нормы EN 14 449. При существенных отклонениях от норм необходимо специальное разрешение (abZ) или согласование в единичном случае (Z.i.E.) в соответствии со строительными техническими правилами (BRL, часть A). Причина этому – различное нанесение пленки на субстрат или стекло. Для «ipasol bright» германский институт строительной техники (DIBt) выдал разрешение на применение «Z-70.4-138». Таким образом, затрат времени и финансов на получение согласования в единичном случае (Z.i.E.) не требуется. Солнцезащитное стекло «ipasol bright», как многослойное безосколочное стекло, может быть применено в навесных фасадах, во внутренней отделке, в конструкциях навесов или в двойных фасадах. Так как оно может также комбинироваться с окрашенным в массу стеклом, то для проектировщиков и дизайнеров возникают новые возможности его художественного применения.

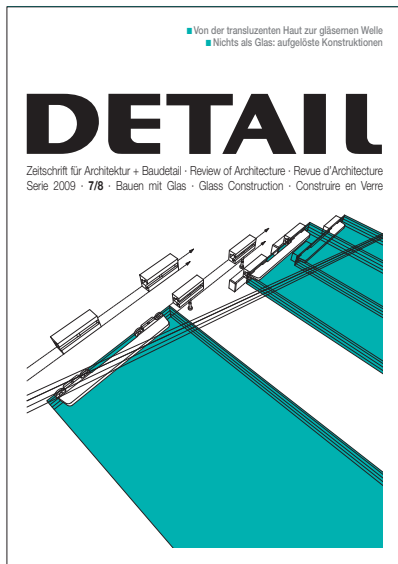
#### *Дизайн стеклянных конструкций с новыми покрытиями*

«ipachrome design» – это многослойная, высокоотражаемая, содержащая хром система с процентом трансмиссии лишь 4%, что позволяет сравнить ее с серебряным зеркалом, но только со значительно более высокими несущими способностями, позволяющими самое различное применение (илл. 3, 6). Ее можно применять для изготовления однослойного или многослойного безосколочного стекла, комбинировать с низкоэмиссионными или солнцезащитными покрытиями и использовать в стеклопакетах.

#### *Итоги*

Дальнейшие разработки качества стекла не заканчиваются на улучшении теплоизоляционных и солнцезащитных функций, они улучшают и меняют также его прочность и характер поверхности. Возрастающая комплексность характеристик требует еще на ранних этапах проектирования индивидуальных согласований по требованиям к стеклу между архитекторами, проектировщиками, заказчиками и консультантами предприятий-изготовителей.

- 1 Коэффициент теплопередачи (k) стеклопакета:
  - a наружное стекло
  - b солнцезащита – Low-E покрытие
  - c камера стеклопакета
  - d теплоизоляция – Low-E покрытие
  - e внутреннее стекло
- 2 Схема последовательной работы Inline-оборудования
- 3, 6 Двойной фасад с покрытием «ipachrome»
- 4 Схема процесса ионно-плазменного напыления в вакуумной среде
- 5 Слоистая структура «теплого стекла»
- 7,8 Принцип работы стекла солнечных коллекторов (с покрытием и без покрытия)
- 9 Коэффициент теплопередачи (k) двухкамерного низкоэмиссионного стеклопакета с Low-E покрытием (e 0,03) в зависимости от газового наполнителя и ширины камеры
- 10 Коэффициент теплопередачи (k) всего остекления с рамкой камеры из алюминия, пластика и высококачественной стали в зависимости от размеров стекла
- 11 Показатели стекла. Для просчета показателей стекла с покрытием «interpane» проектировщик может бесплатно использовать программу на странице [www.interpane.com](http://www.interpane.com) под рубрикой «HClient»



You can order single copies  
and subscriptions at  
[www.detail.de/subscription](http://www.detail.de/subscription)

or by

PROJECT MEDIA  
Bolshoi Karetny per. 17,  
building 2, appt. 49  
127051 Moscow  
Metro: Tsvetnoi Bulvar

Tel. 495 – 258 44 36  
Email: [podpiska@prorus.ru](mailto:podpiska@prorus.ru)  
[www.prorus.ru](http://www.prorus.ru)

Отдельные выпуски журнала и  
подписка могут быть заказаны  
непосредственно на странице  
[www.detail.de/subscription](http://www.detail.de/subscription)

или у

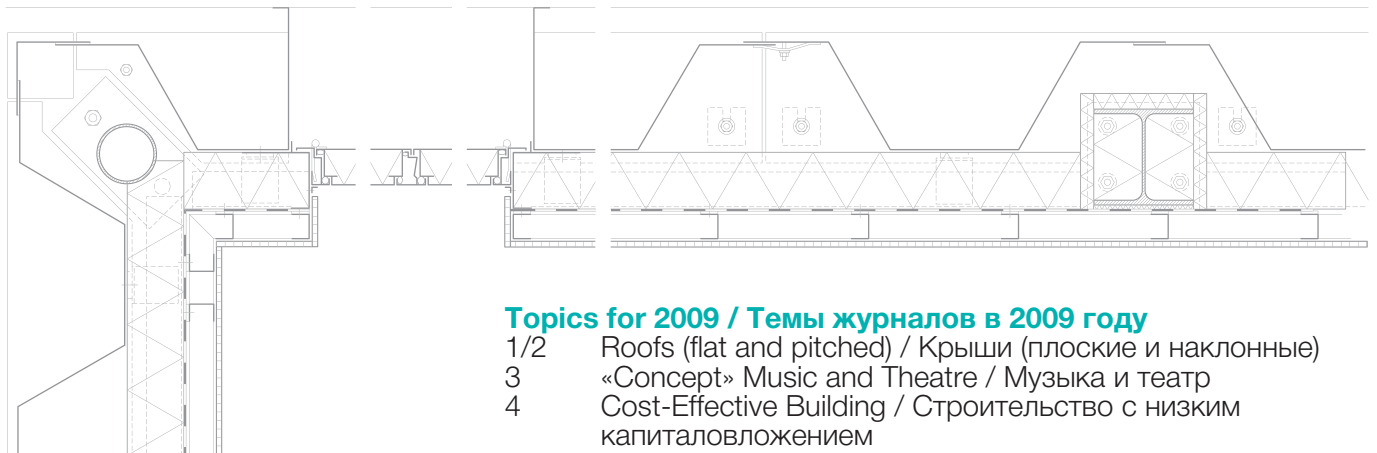
агентства ПРОЕКТ МЕДИА  
Большой Каретный пер. 17,  
стр. 2, офис 49  
127051 Москва

метро: Цветной Бульвар

тел.: 495 – 258 44 36  
e-mail: [podpiska@prorus.ru](mailto:podpiska@prorus.ru)  
[www.prorus.ru](http://www.prorus.ru)

**10 times per year:**  
**12 issues per year, incl. 2 DETAIL Green issues**  
(Summaries in Russian online [www.detail.de/translation](http://www.detail.de/translation))

**10 выходов в год:**  
**12 журналов в год, вкл. 2 выпуска «DETAIL Green»**  
(Резюме на русском языке на странице: [www.detail.de/translation](http://www.detail.de/translation))



### Topics for 2009 / Темы журналов в 2009 году

- 1/2 Roofs (flat and pitched) / Крыши (плоские и наклонные)
- 3 «Concept» Music and Theatre / Музыка и театр
- 4 Cost-Effective Building / Строительство с низким капиталовложением
- 5 Materials and Finishes + DETAIL Green / Материалы и поверхности + DETAIL Green
- 6 Access and Circulation / Входы и лестницы**
- 7/8 Glass Construction / Светопрозрачные конструкции
- 9 Concept: Research and Teaching / Концепция: Научно-исследовательские и образовательные сооружения
- 10 Wall Construction (incl. plastering and colours) / Стеновые конструкции (вкл. штукатурку и окраску)
- 11 Rehabilitation + DETAIL Green / Реабилитация + DETAIL Green
- 12 Special topic / Специальная тема выпуска (subject to change)