

DETAIL – Журнал по архитектуре

2007 □ 1/2 · Строить из стекла

Рузюме по-русскиПеревод:
Irina Duck, Architektin
E-Mail: irina.duck@duck.de

Предварительный просмотр всех проектов с графическими материалами Вы найдёте на:

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/176/ErgebnisHeft>**страница 30****Стеклопанельная лестница в Париже**

Новое центральное здание концерна Строительств и Телекоммуникаций Ассоциации Кевина Роше и Джона Динкеллоо находится в непосредственной близости от Триумфальной арки в Париже. Изогнутая и из полностью стеклянной конструкции лестница стала неотъемлемой частью просторного атриума. Она соединяет закрытые от публики помещения первого этажа с конференц-залами второго. Особенностью этой лестницы является несущая конструкция с редуцированным легким характером. Наружная стена лестницы состоит из отдельно стоящих изогнутых плит высотой на весь этаж, которые соединены с перекрытием тросами из высоколегированной стали (диам. 6 мм). Конструктивная система лестницы воспринимает одновременно основные несущие нагрузки на сжатие и растяжение. К полу эти стеклянные плиты крепятся на точечных регулируемых элементах. Внутренняя стенка лестницы доходит до верхних отметок перил и связана через ступени и отдельные диагональные связи с наружной самонесущей конструкцией. Минимальные размеры металлических креплений еще сильнее подчеркивают легкость характера конструкции. Еще одной особенностью лестницы является крепление ступеней. Архитектор отказался от каких-либо отверстий в стекле и положил ступени на узкий в 15 мм паз внутри трехслойной стеклянной плиты.

План • Масштаб 1:100

Разрез • Масштаб 1:20

Деталь • Масштаб 1:5

- 1 недоступная зона
- 2 атриум
- 3 перегородка
- 4 ограждение: гнущее многослойное безопасное стекло 15 мм (трехслойное)
- 5 стеклянная стена: гнущее многослойное безопасное стекло 15 мм (трехслойное)
- 6 стойка поручня: ст 60/35 мм
- 7 поручень: высоколегированная стальная труба Ø 48 мм
- 8 подножка: многослойное безопасное стекло 8 мм + 15 мм в 2 слоя + 8 мм, защита от скопления пескоструйной обработкой, заделка швов силиконом
- 9 точечный держатель: высоколегированная

- 10 сталь
- 10 анкерное крепление: высоколегированная стальная труба Ø 34 мм
- 11 натуральный камень 20 мм, полированный
- растворная постель 20 мм
- стяжка 45 мм, разделительный слой звукоизоляция 15 мм
- железобетон 300 мм
- 12 заделка швов: силикон
- 13 накладной лист: плита из высоколегированной стали
- 14 профиль крепления стекла LJ 70/32 мм
- 15 регулируемая опора 200/246/15 мм

страница 32**Стеклопанельная постройка в Лондоне**

Заказчик хотел расширить свой четырехэтажный заблокированный дом, создав для жильцов защищенную и одновременно максимально обращенную к природе среду. Кроме того постройка в массивных конструкциях не получила бы разрешение на строительство, поэтому архитектор, заказчик, инженер и изготовитель в совместной работе разработали проект павильона со сведенной к минимуму стеклянной конструкцией. Крыша состоит из одной единственной стеклянной плиты из многослойного безопасного стекла, стеклянные балки переносят через стальные соединения нагрузки на стеклянную стену. Для изучения несущих возможностей конструктивной системы была построена в масштабе 1:1 пробная модель, которая подверглась тестированию до стадии разрушения. В нижнем поясе стены проходят не только анкерные крепления, но водосточные лотки и осветительные приборы на основе стекловолокна. Для защиты от летнего перегрева применена система механической вентиляции, где свежий воздух поступает через холодные проходящие в бетонные каналы и вводится через швы каменных полов в помещение павильона. Забор воздуха осуществляется через воздуховоды круглого сечения, расположенные в переходе к существующему зданию. В зимних условиях отопление в полах обогревает павильон.

Разрез • План • Масштаб 1:50

1 бассейн

- 2 терраса
- 3 освещение на основе стекловолокна
- 4 дренаж
- 5 ввод воздуха
- 6 вывод воздуха
- 7 раздвижная стеклянная дверь

Горизонтальный разрез • Вертикальный разрез
Масштаб 1:5

- 1 стена: многослойное безопасное стекло из однослойного безопасного стекла 12 мм + эпоксидной смолы 2 мм + однослойного безопасного стекла 12 мм
- 2 накладка на шайбы: полосы стекла, поверхность с пескоструйной обработкой
- 3 склейка примыканий стекол
- 4 стеклянная балка: многослойное стекло из однослойного безопасного стекла 12 мм + эпоксидной смолы 2 мм + однослойного безопасного стекла 12 мм + однослойного безопасного стекла 12 мм
- 5 высоколегированная сталь 10 мм
- пластмассовая шайба со стороны стекла усилена волокном 2 мм и спрятана от пескоструйной обработки с внутренней стороны граничащих стекол
- 6 точечное крепление, алюминий 12 мм
- 7 дверь, однослойное безопасное стекло 8 мм
- 8 уголок, высоколегированная сталь L 95/59 мм
- 9 раздвижная дверь, однослойное безопасное стекло 10 мм
- 10 кровля: многослойное безопасное стекло (плита 4700/2440 мм) из однослойного безопасного стекла 8 мм + эпоксидной смолы 2 мм + однослойного безопасного стекла 8 мм, самоочищающееся покрытие поверхности
- 11 натуральный камень, шиферный сланец 30 мм
- 12 шиферный сланец 30 мм
- растворная постель
- стяжка с отоплением 50 мм
- пароизоляция
- утеплитель 50 мм
- 12 лоток конденсата
- 13 уголок, высоколегированная сталь 12 мм
- 14 узловое соединение: лист, крепление на сварке

страница 35**Стеклопанельный музей в Толдедо, Охио**

Музей находится в значимом для искусства ареале в Толдедо, в котором сконцентрированы известные крупные художественные собрания. Чтобы новый павильон с драгоценным собранием стекла, мастерской и временными экспозициями как можно гармоничнее был интегрирован в парк с существующими насаждениями, архитектор проектирует строение как одноэтажное с плоской кровлей здание, которое своей

прозрачной стеклянной оболочкой фасадов воплощает тему единения с природой. Остекленные дворы перфорируют и освещают внутреннее пространство объема здания размером в 57 × 62 м. За стеклянной наружной оболочкой спрятан ряд помещений, приближенных к природной округленной форме с прозрачными стенами, над которыми как будто бы парит потолок, как единственно массивный горизонтальный элемент. Минимального сечения колонны и отдельные несущие стены округленных внутренних помещений несут крышу здания. Знание технологии стекла позволило архитекторам внести новации в реализацию такого проекта. Каждое полотно флоат-стекла в соответствии с запланированной конструкцией было обрезано, склеено и изогнуто. Интегрированные в пол стальные профили с компрессионными вкладышами несут вставленные стеклянные плиты и учитывают возможные подвижки при эксплуатации. Интегрированная в подвесной потолок система кондиционирования воздуха регулирует температуру помещений и влажность воздуха. Рядом со спрятанными техническими Features парят хрупкие, светло-матовые гардины прямого освещения и порождают отрешенную атмосферу помещений. Здесь, можно сказать, демонстрируется японское искусство, когда «ничто» делается видимым.

План • Разрез • Масштаб 1:500

Конструкция кровли • Масштаб 1:1500

- 1 фойе
- 2 кафе
- 3 променад
- 4 выставка экспозиции
- 5 внутренний двор
- 6 главные выставочные помещения
- 7 комната отдыха
- 8 складское помещение
- 9 конференц-зал
- 10 стекольная мастерская
- 11 туалеты
- 12 гардероб
- 13 стекольная мастерская

Вертикальный разрез • Масштаб 1:10

- 1 гидроизоляция 3 мм
- утеплитель, экструдированный 125 ÷ 110 мм
- пароизоляция 2 мм
- стальной настил 50/50/2 мм
- стальная балка, швеллер 255
- 2 балка: стальной двутавр 330
- 3 алюминиевый лист 5 мм, анодированный
- металлическое крепление 30 мм
- гидроизоляция 3 мм
- древесностружечная плита 15 мм, крепление на
- утепленную сэндвич-панель из листового металла 40 мм
- пароизоляция 2 мм
- завершение края: стальной швеллер
- L 300/80/20 мм
- 4 стальной уголок L 190/80/12 мм
- 5 терморазделение: утеплитель, экструдированный (XPS) 280/60 мм в стальной раме
- 6 электроотопление
- 7 стальной уголок L 110/80/10 мм на накладке 200/10 мм
- 8 многослойное безосколочное стекло 10 мм в 2 слоя, вертикальная склейка
- 9 многослойное безосколочное стекло 13 мм в 2 слоя

- 10 акустическая плита: гипсокартон, белая 12 мм
- 11 стяжка 76 мм, полированная, отопление в полах
- разделительный слой 2 мм
- опорная плита: железобетон
- 12 накладка: листовая металл 2 мм
- облицовка: стальной профиль L 250/50/10 мм

страница 40

Офисное и жилое здание в Аарау

Между вокзалом и старой частью города на месте старого здания должно быть построено здание АЦ Медиен Группе. Шестиэтажный объем здания полностью оккупировал узкую территорию участка, оставляя лишь торец, обращенный к неоднородно застроенной привокзальной улице. Благодаря полному остеклению фасада такой массивный объем здания неожиданно производит впечатление легкости. Кроме того, точно очерченные контуры здания гибко реагируют на существующую застройку, объединяя новое здание с окружением. Пересекающий здание пассаж создает новый пешеходный маршрут, а проход с восточной стороны ясно подчеркивает расширение с уличной перспективы. Со стороны пассажа это впечатление усилено вертикальным углублением на всю высоту фасада. Два внутренних дворика служат освещению внутренних помещений. Смешанное назначение здания соответствует естественной урбанической жизни центра города. На первом этаже находятся книжный магазин и ресторан, на средних этажах – различные по размерам офисы. На самом верху расположены семь комфортабельных квартир с жилой площадью до 172 м² и открытыми кухнями, просторными лоджиями. Отличительной чертой здания является внешняя стеклянная оболочка двойного фасада и поэтажные горизонтальные членения. Внутренний слой фасада облицован красно-коричневыми плитами ДВП на цементном связующем, что в зависимости от угла падения света создает эффект ясности и четкости или за счет отражений соседнего здания сбивает с толку и отвлекает внимание. Особое влияние наружной оболочки достигается изгибом стекла по горизонтали. Для этого готовые многослойные панели при температуре 600 °С были изогнуты по форме и окончательно наклеены на прямоугольные профили.

Генплан • Масштаб 1:5000

Разрезы • Планы 1, 5, 6 этажей • Масштаб 1:750

- 1 книжный магазин
- 2 вход в жилые
- 3 пассаж
- 4 вход в офисы
- 5 ресторан
- 6 бюро
- 7 световой двор
- 8 квартира
- 9 лоджия

Вертикальный разрез • Горизонтальный разрез
Масштаб 1:20

- 1 многослойное безосколочное стекло 8 мм (двухслойное), термоизоляционная окантовка
- 2 высокопрочная ДВП на цементном связующем, окраска красно-коричневая
- 3 облицовка прибора отопления: стальной лист, перфорированный, окантованный, окраска
- канал отопления и электрокабеля
- 5 профиль □ 40/40 мм, высоколегированная сталь
- 6 сборный железобетонный элемент с жидкой гидроизоляцией и кварцево-песчаной засыпкой
- 7 стеклопакет: однослойное безопасное стекло 8 мм + промежуток 16 мм + однослойное безопасное стекло 8 мм
- 8 полка: древесностружечная плита, окраска
- 9 конструкция пола: бесшовное минеральное покрытие 5 мм
- цементная стяжка 90 мм
- разделительный слой
- жесткий утеплитель: экструдированный пенополистирол 100 мм

опорная плита: железобетон

- 10 фрамуга: высокопрочная ДВП на цементном связующем, окраска красно-коричневая
- 11 высокопрочная ДВП на цементном связующем, окраска красно-коричневая 20 мм
- вентиляционный слой
- утеплитель: минераловолокнистая плита 160 мм
- элемент из сборного железобетона 200 мм
- штукатурка 10 мм

Разрез • Лоджия • Масштаб 1:20

- 1 экстенсивное озеленение: растительный субстрат 60 мм
- полимерное сукно 2 мм
- дренажный слой: водонакопительный мат 40 мм
- полимерное сукно 2 мм
- гидроизоляция: битумное полотно в 2 слоя
- утеплитель: минеральная вата 160 мм
- пароизоляция: битумное полотно
- перекрытие: железобетон 320 мм
- 2 труба: высокопрочная ДВП на цементном связующем, Ø 600 мм с вентиляционной решеткой
- 3 железобетонный сборный элемент
- 4 многослойное безосколочное стекло 8 мм (двухслойное), термоизоляционная окантовка
- 5 ограждение: многослойное безопасное стекло 10 мм (двухслойное)
- 6 конструкция пола: деревянный настил 24 мм
- обрешетка 100/50 мм
- мат из резинового гранулята 6 мм
- гидроизоляция: битумное полотно в 2 слоя
- утеплитель: плита из полиуретана 80 мм
- пароизоляция: битумное полотно
- перекрытие: элемент сборного железобетона 270 мм
- штукатурка 10 мм
- 7 раздвижное подъемное окно со стеклопакетом: однослойное безопасное стекло 6 мм + промежуток 16 мм + многослойное безопасное стекло 6 мм

страница 45

Расширение библиотеки Университета в Гамбурге

Библиотеки юридического факультета Университета Гамбурга должны были получить одно единое здание. Компактная «книжная башня» своим стеклянным атриумом соединяет библиотеку со старым зданием и определяет новый вход в студенческий кампус. Находящиеся в атриуме лифт и лестница могут быть использованы обеими частями здания, еще сильнее объединяя их в единую систему. Гардероб и залы семинаров находятся на основном первом этаже, библиотека – на верхних, зона поисковых систем расположилась на галереях к атриуму, читальные места – вдоль фасадов, а книжные полки – вдоль внутренней стены. Новое здание получило стеклянную оболочку из различных по цвету стекол, что создает меняющееся впечатление в зависимости от падения лучей света. Днем можно изнутри здания увидеть и прочувствовать влияние цвета, ночью «книжная башня» становится объектом, светящимся желто-оранжевым светом. Цветное стекло (2 желтых оттенка и 2 оранжевых) снижает попадание теплового излучения и придает местам чтения индивидуальный характер. Снаружи стекло частично имеет полосы разной толщины, выполненные пескоструйной обработкой, для смягчения эффекта отражения на фа-

саде. Южный фасад – это утепленная стена с отступившим на 20 см вентилируемым стеклянным фасадом и служит как коллектор с целью подачи свежего подогретого наружного воздуха. Декоративно эта стена напоминает «смешанный лес» и создает кулисы соседнему зданию-памятнику архитектуры. На поверхность стекла нанесен рисунок стилизованных деревьев, выполненный путем пескоструйной обработки. При смене солнечного освещения на плоскости утеплителя появляется игра теней, что создает постоянно меняющуюся картину.

Планы • Масштаб 1:750

- 1 атриум
- 2 гардероб
- 3 помещение для семинарных занятий
- 4 поиски
- 5 места чтения

Разрез восточного фасада • Масштаб 1:20

- 1 засыпка гравием 50 мм
- 2 гидроизоляция: битумное полотно 10 мм
- 3 утеплитель под наклоном, жесткий, максимум 360 мм
- 4 пароизоляция
- 5 перекрытие: элемент сборного железобетона 180 мм
- 6 аварийный водослив: высоколегированная сталь
- 7 стальной профиль L 500/100/4 мм
- 8 алюминиевый лист 3 мм с противоскользящим покрытием
- 9 утеплитель, жаростойкий
- 10 фасадный ригель, алюминиевый профиль с накладной/прижимной планкой, терморазъединение с 205/50 мм
- 11 крепление стойки фасада на торце перекрытия защита против ослепления: текстильная штора (рулон) с ручным приводом
- 12 стеклопакет: многослойное безопасное стекло 12 мм, наружная сторона частично с пескоструйной обработкой, внутренняя сторона с солнцезащитным покрытием + промежуток 18 мм + многослойное безопасное стекло 10 мм, наружная сторона частично закалена с прозрачным керамическим пигментом, внутренняя сторона частично с выполненным из клеящейся пленки текстурой
- 13 фрамуга: эксплуатация электромотором, алюминиевая рама с солнцезащитным стеклопакетом: однослойное безопасное стекло 8 мм + промежуток 16 мм + однослойное безопасное стекло 6 мм
- 14 противопожарный защитный элемент: панель из листового металла с минеральным наполнителем 20 мм в 2 слоя
- 15 стойка фасада: алюминиевый прессованный профиль T 170/50 мм
- 16 элемент металлической решетки, открывающийся
- 17 высокопрочная ДВП на цементном связующем 12 мм

Разрез фонаря верхнего освещения атриума

Разрез южного фасада • Масштаб 1:20

- 1 угловая панель: лист высоколегированной стали 2 мм
- 2 солнцезащитное остекление (рассчитано на проход людей): однослойное безопасное стекло 10 мм + промежуток 16 мм + многослойное безопасное стекло 16 мм
- 3 стальной профиль T 60
- 4 герметичное покрытие, устойчивость к ультрафиолетовому облучению, совместимость с каучуковым полотном, качественное сцепление с поверхностью высоколегированной стали и стекла

- 5 крепление троса безопасности на время мытья фасада
- 6 стальной профиль: двутавр 160
- 7 оконные ламели для вентиляции с электроприводом, стеклопакет 24 мм
- 8 фрамуга для входящего наружного предварительно нагретого воздуха
- 9 стеклопакет: однослойное безопасное стекло 8 мм, наружная сторона с выполненными пескоструйной обработкой полосами, внутренняя сторона с выполненным пескоструйной обработкой растительным мотивом + промежуток 24 мм + листовое термополированное стекло (флоат-стекло) 6 мм, наружная сторона закалена с прозрачным керамическим пигментом
- 10 фасадный ригель: алюминиевый профиль с накладной прессованной планкой и терморазъединением с 107/50 мм, крепление на консолях
- 11 вентиляционное отверстие (ввод воздуха) с сеткой против насекомых

страница 50

Торгово-офисное здание в Гамбурге

Самоуверенно и холодной ганзейской элитностью преподносит себя новое девятиэтажное здание. Много лет незастроенный участок получил наконец свое лицо. Белые брендмауэры ясно контрастируют с уличной перспективой, не сохраняя никаких традиций, таких как ясные горизонтальные тяги и вертикальные оконные проемы. Примыкание к справа стоящему и слегка вышедшему из красной линии зданию удачно решено благодаря бойкому округлению в стеклянном фасаде, что позволяет также открыть для внутреннего пространства дополнительный вид на улицу. Дальнейшей мерой улучшения освещения стала организация внутреннего двора с противоположной от главного фасада стороны. Исключительно все этажи получают дополнительный свет, поэтому все площади получают возможность использования их под офисы. Регулируемые стеклянные перегородки структурируют пространство и поддерживают эффект прозрачности и просторности. Фасад первого и второго уровней выполнены как простой Structural Glazing-фасад, далее на верхних этажах здание получило двойной фасад. Этот тип фасада состоит из внутренней стоечно-ригельной термоизолированной конструкции с частично глухим остеклением и открывающимися элементами. Крепление осуществляется на консолях без видимых креплений. Наружный фасад осуществлен вертикальным остеклением с двухсторонними крепежными шинами. Связь с железобетонным перекрытием происходит на сварных консолях, которые изнутри выполнены из оцинкованной стали, а снаружи из высоколегированной стали. Пространство между двумя фасадными оболочками служит не только для ввода свежего воздуха, но и состоит из солнцезащитных ламелей, раздвигающихся по вертикали. Их положение для каждого пользователя может быть индивидуально запрограммировано. Игра света и рефлексов на стеклянных поверхностях подчеркивает живой, разнообразный характер фа-

сада.

Планы 3-5 и 9 этажей • Разрез • Масштаб 1:400

- 1 вход
- 2 магазин
- 3 офис
- 4 место ожидания
- 5 световой двор

Разрезы • Масштаб 1:20

- 1 бетонная брусчатка 50 мм
- 2 гравий 50 мм
- 3 гидроизоляция: битумное полотно
- 4 утеплитель 120 мм
- 5 пароизоляция
- 6 перекрытие: железобетон 300 мм
- 7 внутренняя штукатурка 15 мм
- 8 алюминиевый лист 3 мм
- 9 стеклопакет: многослойное безосколочное стекло 12 мм (2 слоя) + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло 8 мм
- 10 стоечно-ригельная конструкция: алюминий
- 11 ковровое покрытие 8 мм
- 12 фальш-полы 130 мм
- 13 стальная опора, высота регулируема
- 14 звукоизоляция 10 мм
- 15 фонарь верхнего освещения: стеклопакет однослойное безосколочное стекло 6 мм + промежуток 16 мм + многослойное безосколочное стекло 30 мм (флоат-стекло 15 мм в 2 слоя)
- 16 стальной профиль с 60/40/4 мм
- 17 консоль: высоколегированная сталь с 200/15 мм в 2 слоя и с 200/100/20 мм
- 18 одинарный оконный переплет: многослойное безосколочное стекло 30 мм (флоат-стекло 15 мм в 2 слоя)
- 19 солнцезащита: движущиеся алюминиевые ламели
- 20 стеклопакет: однослойное безосколочное стекло 8 мм (флоат-стекло) + промежуток 16 мм + многослойное безосколочное стекло 4 мм (двухслойное флоат-стекло)
- 21 стеклопакет 1-го этажа: многослойное безосколочное стекло из термоупрочненного стекла 20 мм + промежуток 16 мм + однослойное безосколочное стекло 12 мм
- 22 стальной профиль с 80/80/4 мм, вращающийся
- 23 точечное крепление: высоколегированная сталь, крепление на 13
- 24 фрамуга с максимальным углом открытия 12°
- 25 колонна: железобетон Ø 300 мм

Деталь фасада • Масштаб 1:5

- 1 одинарный оконный переплет (второстепенное остекление фасада): многослойное безосколочное стекло 15 мм (двухслойное флоат-стекло)
- 2 солнцезащита: движущиеся алюминиевые ламели с верхней и нижней направляющей
- 3 стеклопакет (основное остекление фасада): однослойное безосколочное стекло 8 мм (флоат-стекло) + промежуток 16 мм + пленка 1,52 мм + многослойное безосколочное стекло 10 мм (флоат-стекло 5 мм в 2 слоя)
- 4 вентиляционная решетка (не рассчитана на проход людей), алюминий
- 5 алюминиевый профиль L 30 (50/50/3 мм)
- 6 вставка: стальной профиль с 122,5/30 мм
- 7 стоечно-ригельная конструкция из алюминиевых профилей с 50/150 мм
- 8 конвекторное отопление в полах 220 мм
- 9 накладка: стальной профиль с 190/160/10 мм
- 10 утеплитель 60 мм, пароизоляция
- 11 накладка: стальной профиль с 200/240/25 мм
- 12 крепление консоли: стальная накладка с 110/100/10 мм в 2 слоя, в промежутках стальной профиль с 110/130/25 мм, терморазъединение
- 13 гильза с резьбой для крепления анкера строительных лесов
- 14 алюминиевый лист 3 мм
- 15 консоль: высоколегированная сталь с 200/15 мм в 2 слоя и стальной профиль с 200/100/20 мм

- 16 стальной профиль \square 80/80/4 мм, вращающийся
- 17 фрамуга с максимальным углом открытия 12°
- 18 точечное крепление: высоколегированная сталь, крепление на 16
- 19 теплосберегающий стеклопакет
коэффициент теплопередачи $U = 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{°К}$,
однослойное бесосколочное стекло 15 мм (флоат-стекло) + промежуток 20 мм + многослойное бесосколочное стекло 12 мм (флоат-стекла)

страница 55

Резиденция швейцарского посольства в Вашингтоне

Новая резиденция швейцарского посольства служит не только как жилое здание, но прежде всего как место презентаций, политических, культурных мероприятий и естественно характеризует манеру выражения архитектуры и культуры Швейцарии. С участка паркового характера, расположенного в эксклюзивном жилом квартале северо-западного Вашингтона, можно увидеть весь город до Вашингтонского Монумента. Вдоль одной из таких визуальных осей сосредоточены различные функции комплекса, начиная от въезда до последней видовой террасы и салонов для официальных торжеств. Гибкое развитие ряда представительных объемов характеризует крестообразный план, который формирует четыре двора. Каждый двор имеет свой собственный характер, например, сад ароматных трав или с водоемом. Частные апартаменты посла и персонала, а также гостевые номера-сьюиты расположены на втором этаже. Двухсветное фойе с открытыми галереями предлагают здесь возможность осмотра окрестностей и могут служить даже ораторским балконом. Материалы объема здания – белое стекло, производящее впечатление ледяного, и рельефный бетон, покрытый полупрозрачным серым покрытием, что где-то абстрактно напоминает швейцарские горные массивы. Вертикальная структура стеклянных полупрозрачных элементов накладывает сильный отпечаток на характер фасада. Они прозрачны там, где за ними расположены стеклопакеты и полупрозрачны, где за ними расположен утеплитель. Квадратные окна и раздвижные двери дополняют светящуюся композицию здания ночью. Использование солнечной энергии, озелененной крыши, высокого уровня технического оборудования гарантируют высокий энергоэффективный стандарт.

Разрезы • Планы первого и верхнего этажей
Масштаб 1:500

- 1 проезд
- 2 холл
- 3 салон торжественных приемов
- 4 зона сервиса
- 5 сад ароматных трав
- 6 терраса приемов
- 7 бассейн
- 8 гараж
- 9 квартира завхоза
- 10 квартира посла
- 11 гостевые комнаты «сьюиты»
- 12 квартиры персонала

Горизонтальный разрез • Вертикальный разрез
Масштаб 1:20

- 1 железобетон, полупрозрачная серая окраска, рельефная опалубка из смещенных друг к другу панелей
- 2 алюминиевый профиль L
- 3 профильное индустриальное стекло, закаленное белое стекло с пескоструйной обработкой шов: прозрачный силикон
- 5 паропроницаемое фасадное полотно жесткий утеплитель 51 мм фанерная плита 13 мм стальной каркас 203 мм, в промежутках минераловолокнистый утеплитель 203 мм пароизоляция гипсокартонная плита 16 мм в 2 слоя
- 6 несущая конструкция отделки откоса: стальной профиль L 127/63,7 мм
- 7 стеклопакет: 6 мм + промежуток 13 мм, с газом аргоном + 6 мм, алюминиевая рама с терморазделением
- 8 облицовка оконного откоса: высоколегированная сталь 1,6 мм
- 9 колонна: стальная труба \varnothing 152 мм
- 10 стальной уголок: стальной лист \square 14,3 мм, крепление на сварке, крепление к железобетонной подоконной плите на анкерах
- 11 стальной профиль L
- 11 консоль: сталь, крепление на стальной накладке 14,3 мм сваркой, крепление к железобетонному перекрытию на анкерах
- 13 паркет: дерево бамбука, темная пропитка стяжка с отоплением
- 14 террасцо, черное на стяжке с отоплением

страница 60

Расширение индустриального здания в Мурсии

Для покрытия потребности в дополнительных офисных площадях испанское предприятие Вигасерос запланировало осуществить расширение существующего здания фабрики, которое расположено в индустриальной зоне недалеко от Мурсии. Объект создал новый шанс для улучшения имиджа индустриального ареала и достойно представил предприятие. Новое здание стало визитной карточкой фирмы. Примененные материалы – сталь и стекло – обращают внимание на их местное происхождение, так как большинство строительных материалов изготовлены самим Вигасерос. Двухэтажное новое здание соединено по первому уровню со старым. Торговое помещение органично переходит в существующее здание фабрики. Для сохранения максимально большого пространства зала без дополнительных опор была применена строительная ферма с параллельными поясами и пролетом 13 м. На верхнем этаже находятся административные офисы, связанные лестницами с главным входом и старым зданием фабрики. Характер новой пристройки определяет полупрозрачный фасад из профильного индустриального стекла. Верхний этаж отступает от основной линии фасада и образует нерегулярную Цик-цак-линию, перед стеклянным фасадом первого этажа находится слой из стального перфорированного листа. Это не только затеняет здание, но и несет буквы названия фирмы. Наслоение всех

элементов создает интересную световую игру. Степень прозрачности и матовости меняется в зависимости от угла зрения и освещения: при дневном свете шрифт на фасаде абсолютно читаем, ночью – поддерживаемый внутренним освещением, шрифт уходит на задний план, показывая внутреннюю жизнь здания.

Вид кровли • Масштаб 1:1000
Разрезы • Планы Масштаб 1:250

- 1 расширение
- 2 заводское здание (старое)
- 3 зал продаж
- 4 конференц-зал
- 5 вход
- 6 бюро
- 7 помещение для переговоров
- 8 приемная

Разрез • Масштаб 1:20

- 1 конструкция кровли:
гравий 100 мм, разделительный слой утеплитель 50 мм, разделительный слой гидроизоляция
стяжка под наклоном, максимально 250 мм
перекрытие: композитная конструкция - железобетон - стальной настил 300 мм
- 2 алюминиевый профиль L 140/80 мм, оцинкованный
- 3 профильное индустриальное стекло 6 мм в 2 слоя
- 4 стальной профиль L 50 мм
- 5 стальная балка 300/100 мм
- 6 двутавр 240
- 7 акустический потолок:
гипсокартонная плита 12,5 мм минераловолокнистая плита 100 мм
- 8 стеклопакет: многослойное бесосколочное стекло 8 мм (стекло 4 мм в 2 слоя) + промежуток 10 мм + многослойное бесосколочное стекло 8 мм (стекло 4 мм в 2 слоя) в оцинкованной алюминиевой раме
- 9 перфорированный лист высоколегированной стали
- 10 оштукатуренная кирпичная стена
- 11 линолеум
композитная конструкция - железобетон - стальной настил 300 мм

страница 64

Шумозащитная стена с автосалоном в Утрехте

Шумозащитная стена длиной 1,5 км, разделившая автобан A2 от мелкопромышленной индустриальной зоны недалеко от Утрехта, интегрировала автосалон с выставочной площадью в 5000 м². Здесь предложены для продажи автомобили класса люкс. Лишь каких-то 15 м отделяют автобан от выставочных помещений. Проезжая мимо при скорости движения 120 км/ч можно за 40 секунд пережить настоящее архитектурное событие, инспирированное динамичными линиями автомобильного дизайна. Для сокращения количества свай архитектор развил объемную конструкцию, опирающуюся с шагом 9 м от сваи к свае. На пространственную ферму были уложены однослойные безопасные стеклопанели толщиной 6 мм, края которых охвачены профилями из жесткой резины. Так стеклопанели могут воспринять подвижки из-за температурных изменений. Благода-

ря жесткой конструктивной структуре можно было снизить стоимость стеклянного фасада до 350 евро/м². Используемые стекла оснащены солнцезащитным покрытием, меняющимся по степени интенсивности три раза. В противоположность стеклянному фасаду облицованная в листовой металл кровля не имеет никаких проемов.

Разрез • Планы • Масштаб 1:1500

- 1 выставка Ламборгини
- 2 выставка Бентлей
- 3 выставка Роллс Ройс
- 4 офис продаж
- 5 кафе
- 6 лонж
- 7 автомобильный лифт
- 8 техническое помещение
- 9 выставка Масерати
- 10 бюро
- 11 столовая
- 12 моечная установка
- 13 мастерская
- 14 бюро регистрации
- 15 склад/запчасти

Деталь шумозащитной стены • Масштаб 1:20

- 1 кровельный настил: алюминиевый лист
- 2 солнцезащитное остекление: листовое термополированное стекло (флоат-стекло) 10 мм + промежуток 15 мм + многослойное безосколочное стекло 17 мм, швы с герметичной черной заделкой
- 3 точечное крепление: лист высоколегированной стали, черный
- 4 стальная труба сз 200/100/6 мм
- 5 узел соединения: стальной лист, крепление на сварке 15 мм
- 6 стальной профиль L 80/80/6 мм
- 7 стальная труба Ø 339/12,5 мм
- 8 облицовка: тянутый цельнорешетчатый металл
- 9 однослойное безосколочное стекло 6 мм в жестких резиновых профилях

страница 68

Пешеходный мост в Коимбра, Португалия

Издали на гладкой поверхности мирной реки Мондего можно увидеть наполненное солнцем и цветом отражение стеклянных перил моста. Как игривая цветная лента расположились световые рефлекссы на поверхность настила моста от наклонных стеклянных плит, обрамленных в филигранную металлическую конструкцию. «Цик-цак-лента» с сеточным орнаментом красиво обрамляет и подчеркивает край моста. В середине моста перила обрамляют платформу, соединяющую две части моста. Стоя на одном подножье моста, создается впечатление, что обе половины никогда не встретятся. Это напоминает в какой-то мере трагичную любовную историю короля Педро и Инесс, легенды XIV века. Этот мост является частью национальной программы по оживлению и поднятию престижа зоны набережной португальского университетского города. Легкая конструкция моста с пролетом в 81 м и возвышением его над уровнем воды не более чем 10 м дает возможность использовать мост маломобильной группой населения. Несущая

конструкция моста состоит из трех стройных арок с поперечным сечением в 1,35 x 1,8 м. Стальная конструкция облицована стальными листами, окрашенными в белый с розовым оттенком цвет, создающий приятный контраст к цветовой игре стеклянной балюстрады.

Разрезы • Фасад • Масштаб 1:100

Вертикальный разрез перил • Масштаб 1:10

- 1 поручень: дерево 140/50 мм, плоская сталь 60/10 мм, соединение на болтах
- 2 высоколегированная сталь 60/10 мм
- 3 многослойное безосколочное стекло 12÷16 мм: 2 слоя однослойного безосколочного стекла 6 мм или 2 слоя однослойного безосколочного стекла 8 мм, (зависит от размеров стекла), ламинированная цветная поливинилбутирловая пленка (PVB)
- 4 распорка (держатель дистанции): ЭПДМ
- 5 крепление стекла: высоколегированная сталь Ø 60/4 мм и плоская сталь 60/10 мм, крепление на сварке, белое покрытие
- 6 крепление стекла: высоколегированная сталь Ø 60/4 мм и плоская сталь 60/10 мм, крепление на сварке, белое покрытие
- 7 настил: дерево 35 мм с деревянной несущей конструкцией
- 8 облицовка: стальной лист 12÷15÷20 мм, покрытие белое с добавкой 6 % розового
- 9 несущая конструкция: стальной двутавр 140
- 10 ребро жесткости: стальной швеллер, шаг 2,5 м
- 11 профнастил
- 12 стальной лист 0,75 мм, оцинкованный, трапецевидный
- 13 штифт Ø 19/80 мм
- 14 светильник со стеклянным рассеивателем

страница 76

Цветное стекло во внешней оболочке зданий – изготовление, вторичное использование, правила проектирования

Андреас Ачиллес

Цветное стекло существует в разнообразных исполнениях, с различными техническими и визуальными свойствами. На выбор стекла наряду с эстетическими соображениями влияют и решение технических вопросов реализации идей архитектора: в какой мере можно выполнить физико-технические требования? В этой статье наглядно будут показаны такие виды цветного стекла как тонированное в массе стекло, окрашенное, с шелкографией и многослойное стекло с ламинированной цветной пленкой. Применение цветного стекла – это не новое открытие современной архитектуры, а вновь открытое старое. Методы изготовления и возможности дальнейшей обработки цветного стекла поразительно быстро развились особенно в последние 10-15 лет, что привело к огромному разнообразию творческого его применения в цветных оболочках зданий. Процесс «окрашивания» происходит либо напрямую при производстве стекла, либо при дальнейшей обработке. Далее будут изложены основные технологии производства, обработки, правила проектирования, а также примеры применения в фасадном строительстве.

Тонированное в массе стекло

Один из самых старых методов тонированного в массе стекла – добавка в стеклянную массу окисей металла. По сей день изготавливается и применяется в архитектуре цветное листовое или орнаментальное стекло. Новая техника «Fusing» соединяет различные по цвету стекла с базисной стеклянной основой. Для этого на большую базисную плиту укладываются различные по форме и цвету заготовки и нагреваются в печи до 1500 °C (to fuse = сплавлять). Техника «Fusing» позволяет использовать только оконное стекло или узорчатое стекло, но не листовое термополированное стекло (флоат-стекло).

Поэтому такое стекло невозможно далее дополнительно закалить или сделать многослойным, так как поверхность швов неровная. Но его можно применить внутри стеклопакета. Зато тонированное в массе термополированное стекло (флоат-стекло) может далее быть обработано до однослойного безопасного, термоупрочненного или многослойного безопасного стекла. В обработке с целью улучшения качества нейтрального (бесцветного) термополированного стекла нет никаких ограничений. Но цветная палитра ограничена зеленым, бронзовым, серым и синим цветами. Нейтральное термополированное стекло изначально имеет легкий зеленоватый оттенок, который при увеличении толщины стекла и благодаря количеству окисей металла становится интенсивнее. Как дополнение на рынке стекла существует и «обесцвеченное» стекло, ненасыщенное окислами металлов. Наряду с прокатным и термополированным стеклом стеклянная индустрия предлагает и тонированное в массе стекло, выполненное методом вертикального вытягивания, которое производится в 24-х цветах. Тонированное в массе стекло раньше использовалось в солнцезащитном остеклении. Из-за его высокой теплопоглощательной способности оно сильнее нагревается, чем стекло с солнцезащитным покрытием.

Стекло с покрытием

Покрывают позволяют наряду с трансмиссией света и тепла влиять на цветовую окраску фасадов. Технология интерактивного покрытия (Online), при технологическом процессе которого на еще горячую поверхность стекла наносят в жидкой форме окислы металла, что обеспечивает прочную связь со стеклом (пиролиз). Автономное же покрытие (Offline) происходит после изготовления и обрезки стекла. Здесь используется развитая в 80-х годах вакуумно-магнетронная технология. Этот тип покрытия в зависимости от наносимого материала значительно менее устойчив к повреждениям, чем интерактивное покрытие (Online) и должен находиться во втором или третьем слое внутреннего пространства стеклопакета. Однако этот способ поз-

воляет получить значительно большее разнообразие и качественные возможности функционального слоя. Толщина его определяется нанометровой шкалой. Цвет покрытия зависит от употребляемых окислов металлов, собственного цвета стекла, его толщины, степени рефлексивности, а также положения плоскости покрытия. Степень окрашивания и тип покрытия влияют на светопропускную способность стекла и коэффициент излучательной способности стекла (E), благодаря чему защита от летнего перенагревания и качество освещенности какого-либо офисного здания могут быть улучшены. Современное солнцезащитное стекло считается высокоэффективным ключевым компонентом для организации климатической и энергетической характеристик зданий.

Цветной фильтр/кордиерит-фильтр

Интересные цветные эффекты могут быть достигнуты посредством цветных фильтров. Здесь имеются в виду тонкие слои различных окислов металлов и их толщин, которые наносятся с помощью «золь-гель» технологии: операция очистка – напыление – отжиг в зависимости от типа фильтров повторяется до 20 раз. Цветные эффекты возникают благодаря влиянию интерференции отдельных тонких слоев и зависят от угла падения света и различаются на прозрачные и отражающие. Это означает, что один и тот же фасад в зависимости от падения лучей солнца может как хамелеон менять свой цвет. В зависимости от изготовителя существует от трех до шести основных цветов, а максимальные размеры плит составляют 1000 x 1400 и 1700 x 3770 мм. Нестандартные цвета могут быть экстремально изготовлены по запросу. Цветные фильтры имеют небольшую абсорбционную способность, поэтому стекло не нагревается как при тонированной стеклянной массе. Устойчивая к царапинам поверхность покрытия характеризуется высокой стойкостью к химическим веществам, но, не смотря на это, не рекомендуется покрытие подвергать внешним воздействиям. Закаливанию до степени безопасного остекления или термоупрочнения возможно лишь в очень ограниченных случаях, обработка же до качества многослойного безопасного стекла для фасадов с повышенной безопасностью возможна. Цветные эффекты при диффузном дневном освещении видны и изнутри, поэтому возникающие цветные рефлексии на потолке и стенах должны быть частью концепции архитектуры и не мешать функционированию здания.

Шелкография и эмалирование стекла

После изготовления листового стекла наносится эмалированный слой, далее подвергается отжигу при температуре выше 600 °C, благодаря чему листовое стекло приобретает качество однослойного безопасного или термоупрочненного стек-

ла. С применением шелкографии и эмалирования стекло приобретает автоматическое качество однослойного безопасного стекла. Окраска без последующего отжига возможна лишь при использовании двухкомпонентной краски, но при этом такое покрытие неустойчиво к царапинам. Принципиально все эмалированные или с нанесенным типографским методом покрытия стеклоизделия могут быть далее обработаны до типа многослойного безопасного стекла. При применении тонированного в массе или окрашенного стекла, например, для солнцезащитного остекления, появляется потребность обязательного согласования с изготовителем всех деталей, так как собственный цвет стекла и вид покрытия могут повлиять на качество цвета. Лучшего качества цвета можно добиться при использовании белого стекла, однако оно дороже, чем листовое термополированное (флоат-стекло) и с высоким содержанием окислов металла стекло. Различают три типа полноплоскостного нанесения краски на стекло.

Валковый метод

Плоский лист стекла проходит под желобчатым резиновым валом, который наносит эмалированную краску на поверхность стекла. Вал имеет ширину около 1,60 м, что ограничивает максимальные размеры стекла.

Метод пневматического распыления

Стеклоплатно проходит горизонтально через распылитель, который наносит краску на поверхность. Этот устаревший способ не экологичен, так как применяет добавки растворителей.

Метод шелкографской печати

Цвет наносится на стекло через мелкоячеистую сетку-трафарет. Такая сетка может быть выполнена до размеров 3 x 6,5 м. Но максимальные размеры печати зависят от размера печатного стола, точнее металлической или деревянной рамы, на которую натягивается сетка (например 250 x 500 см). Этот метод трудоемок, зато нанесение цвета значительно точнее и тоньше, чем при валковом и пневматическом методах. Стандартом считается цветовая палитра RAL, кроме того возможны цветовая палитра NCS, специальные цвета, бесцветные матовые тона и печать против скольжения для стеклянных конструкций полов. Принципиально нужно согласовать с изготовителем все возможности и выполнить образцы. Стеклянные панели могут быть окрашены различными способами: эмалированной может быть только часть поверхности, рисунок может быть нанесен на основе специальных декоративных образцов и индивидуально изготовленных трафаретов. С помощью дигитальной компьютеризированной системы (CTS - Computer to Screen) типографская печать может использовать дигитальные образцы и изоб-

ражения (картины, фотографии). При реализации индивидуальных заказов стоимость изготовления увеличивается из-за дополнительной подготовки трафарета. Как правило эмалированные и типографские поверхности защищают от наружного влияния, помещая их вторым или третьим слоем. Наружное расположение (в одну плоскость) хотя и возможно при применении керамических красок, но большинство изготовителей не берет ответственность за случай возможных изменений цвета из-за ультрафиолетового облучения. Очень хорошей противосолнечной защитой можно добиться, нанеся краску на поверхность стекла в два слоя: наружный – отражающий слой и внутренний – темные теплопоглощающие краски. Здесь надо учесть допуски (до 1 мм) отдельных слоев, зависящие от размеров печати. Поверхности с уже выполненной печатью могут быть оснащены солнцезащитным или теплоизоляционным слоем. Для оценки поверхности на его внешний вид и прозрачность в любом случае должны быть сделаны комплексные образцы. Толщина стекла, положение слоя и мотив печати должны быть определены в проектировании. Объединения стекольных предприятий информируют в Инструкции о визуальном качестве эмалированных и печатных поверхностей стекла, которую многие изготовители предлагают на своей странице Интернета. Сверх этого действуют европейские нормы EN 12150 для однослойного безопасного стекла и EN 1863 для термоупрочненного стекла. Относительно статических расчетов нужно обратить внимание на то, что допустимые растяжения для стеклянных поверхностей с печатью ниже до 40 %, чем для поверхностей без печати. Это относится как к однослойному безопасному, так и к термоупрочненному стеклу. Общих стандартных текстов для осуществления конкурса на размещение заказов нет, но соответствующий вспомогательный материал многие производители предоставляют. Целесообразным является заблаговременная консультация и изготовление образцов у производителя. И на гнутое стекло типографическим способом может быть нанесена печать. Но для выполнения небольшого объема это может быть очень трудоемко для изготовителя и соответственно дорого. Здесь можно использовать плоские листы стекла с печатным покрытием, который в следующих рабочих стадиях будет изогнут и закален. Керамический печатный слой должен быть нанесен на вогнутую поверхность.

Матирование стекла травлением

Матовое стекло – это один из значимых элементов в архитектуре. Матовые тона можно наносить и шелкографией. Но и посредством травления поверхности кислотой можно добиться матовой поверхности, не боящейся внешних воздействий среды, не уменьшая прочности и не

повреждая поверхности. В наши дни используют очень низкую концентрацию кислоты, что удлиняет процесс обработки стекла. Степень матовости определяется длительностью воздействия кислоты. При помощи шаблонов и дигитальных данных можно создавать индивидуальный дизайн, логотип или орнамент. Матированное травлением стекло можно по договоренности с производителем гнуть или термически закалять. Но и после осуществления закалывания можно матировать поверхность стекла. Коэффициент излучательной (эмиссия) способности стекла E и светопропускаемость после процесса матирования изменяются незначительно.

Матирование пескоструйной обработкой
Стеклопластиковая плита обрабатывается распылением песка под большим давлением. При этом поверхность повреждается и прочность стеклянного листа теряется на 50%. При очистке жировых пятен на шероховатой поверхности могут возникнуть изменения цвета. Поэтому применение такого стекла для наружных конструкций не рекомендуется. Оптический же эффект очень похож на стекла, обработанные травлением, здесь также можно выполнить различный орнамент, логотип и т.д.

Многослойное безосколочное стекло с цветным ламинирующим слоем
Этот продукт представляет собой новое поколение цветных стеклоизделий, исходящий из традиции тонированного в массе стекла. Вместо обработки самого стекла здесь между слоями стекла вводится промежуточные ламинирующее цветные пленки. Многослойная конструкция по своим характеристикам не уступает подобной же конструкции с классической прозрачной пленкой (PVB – поливинилбутирал). Исходным материалом для экструдированной цветной пленки тоже является поливинилбутирал. Между двумя стеклянными плитами может одновременно находиться до четырех пленок. Благодаря чему на основе 11 основных цветов стало возможным создания 1000 различных прозрачных или полупрозрачных цветных тонов. Европейские нормы для многослойного безосколочного стекла при этом были соблюдены: Защита безопасности людей EN ISO 12543-2, EN 12600; Защита собственности EN 356; UV-фильтрация /солнцезащита EN 410, ISO 9050; Защита от шума EN 12758-1. Максимальные размеры основываются, как правило, по размерам автоклавов для производства многослойного безосколочного стекла: 2,00 x 7,00 м или 2,60 x 4,60 м.

Многослойное безосколочное стекло с цифровой печатью
Этот вариант открывает собой новые перспективы в работе с цветом в архитектуре. Впервые стало возможным при относительно небольших финансовых затратах

реализовать цифровые картины, фотографии или графику с высоким разрешением на поверхности стекла. При этом отпадают расходы на создание сеток-трафаретов как для шелкографической печати по стеклу. Поэтому в случаях с большим количеством уникалов, возникающих, например, при крупногабаритных мотивах, такой способ является наиболее экономичным. Поверхность цветных пленок защищена от ультрафиолетового облучения самим стеклом. Печать может быть нанесена на непрозрачную, прозрачную или полупрозрачную поливинилбутираловую пленку (PVB). Технические требования для многослойного безопасного стекла в этом стеклоизделии не снижаются, а также применение его возможно в стеклопакетах и для переработки в огнестойкое стекло.

Элементы оптической голограммы
Вместо цветной пленки в многослойном безопасном стекле может быть применен голографо-оптический элемент. Речь идет здесь о пленке с голографической сеткой, которую можно сравнить с эффектом призм, когда она разлагает белый свет на спектральные цветные составляющие. Цвет зависит от падения луча света и угла зрения созерцателя. Вследствие чего могут быть достигнуты динамичные цветные эффекты, схожие с уже выше указанными кордиритовыми фильтрами. Наряду с декоративным использованием (декор, логотипы) голограммы можно использовать и для солнцезащиты.

Итог
Чтобы добиться надёжных результатов в проектировании фасадов в решениях солнцезащиты и сохранения качества дневного света, необходимо рассмотреть точных параметров используемого цветного стекла. Это относится не только к типу стеклоизделия (пленка, шелкография или тонированное в массе стекло), но и к самому цвету. Лишь часть прозрачных конструкций фасадов офисных зданий могут быть выполнены из цветных элементов, при этом визуальные качества и технико-физические характеристики используемых материалов должны быть проверены.
Тенденции будущего развития
Спектр возможностей применения цветного стекла в архитектуре как в техническом, так и в творческом смыслах далеко не исчерпан. С помощью цифровой обработки реализация индивидуальных пожеланий станет более экономичной и быстроосуществимой. Создание лаков, фильтров или пленок также имеет еще неисчерпанный потенциал в улучшении качества и типов использования. Дальнейший тренд – это «включающиеся» стекло, которое способно меняться от прозрачного к цветному состоянию. Благодаря интегрированию цветных диодов (LED) в край стекла могут быть достигнуты различные цветовые эффекты. Если по поверхности равномерно распре-

делены шелкографические точки, которые способны меняться от синего к желтому, то создается впечатление светящейся цветной поверхности. При использовании в стеклопакете электро-оптических жидких кристаллов и при электронапряжении матовое состояние остекления может измениться в прозрачное. Электрохромовые слои, которые могут изменить солнцезащитные свойства, могут быть изготовлены разных цветов. Сверх того, благодаря прозрачным голограммным сеткам или LCD-дисплеям на фасаде могут разворачиваться цифровые изображения. Таким образом, стекло как строительный материал устанавливает арку между прозрачными, полупрозрачными оболочками и самобытными, изменяющимися средствами информации.

страница 84
Конструктивное использование стекла
Бернхард Веллер, Томас Шадов

В течение последних десятилетий, благодаря новым технологиям, стеклянные фасады и крыши становятся все более прозрачными, стремясь к легкости, открытости и теряя материальность. Это ведет к тому, что стекло как строительный материал стало перенимать несущие функции. В 90-е годы были созданы первые здания, полностью выполненные из стекла; даже экспериментировали со стеклянными колоннами. При применении стекла в несущих или стоечно-ригельных конструкциях нужно учитывать некоторые основы.

Стекло - строительный материал
Современные технологии изготовления и обработки сделали стекло гибким материалом в приобретении различных эстетических и конструктивных характеристик. В строительстве в основном используется известково-натриевое стекло, а при высоких противопожарных требованиях - боросиликатное стекло. Оба типа стекла характеризуются эластичностью и высокой прочностью на сжатие. Боросиликатное стекло отличается высокой химической сопротивляемостью и высокой устойчивостью к температурным изменениям. Основными материалами в строительстве являются листовое термополированное стекло или флоат-стекло, плиты из гнутого стекла, профилированное стекло и стеклоблоки; для стеклянных несущих конструкций листовое термополированное стекло (флоат-стекло) является самым важным исходным продуктом. В нормативах из-за его постоянной толщины и не искажающей поверхности называют зеркальным стеклом.^{1,2} Еще не пришло то время, когда применение в строительстве стекла с размером 6,00 м x 3,21 м станет обычным. С начала наносят, например, солнцезащитное или низкоэмиссионное покрытие. Такие покрытия, как противоотражательное и отражательное, улучшают характеристи-

ки стекла по самоочищению поверхности. Заканчивается обработка листового термомолированного стекла дальнейшей подготовкой формы, т.е. когда обрабатывается край, просверливаются отверстия или оно гнется. В этом случае в практике рекомендуется уже на первых стадиях проекта учитывать допуски изготовления, а также стоимость. Такому хрупкому строительному материалу, как стеклу, нельзя гибко придать форму, поэтому совершенно избавиться от возникающих локальных напряжений нельзя, так как они при превышении максимально возможного напряжения на растяжение могут создать условия разрушения стекла. Прочность стекла зависит от характеристик поверхности стекла. Для упрочнения конструкций из стекла в строительстве часто используют закаленное стекло. Для этого готовый лист стекла нагревают до температуры отжига и потом быстро охлаждают вводимым холодным воздухом. За счет этого достигается состояние равномерного напряжения, при котором внутри стекла возникает предварительное напряжение на растяжение, а на поверхности – напряжение на сжатие. Отсюда происходят такие продукты как однослойное безопасное стекло (ESG) и предварительно напряженное стекло (TVG). При применении однослойного безопасного стекла (ESG) уменьшается риск самопроизвольных трещин в конструкциях. Дальнейшая механическая переработка стекла после уже предварительного теплового напряжения невозможна. Для выполнения требований по безопасности в случае появления трещин на стекле применяют многослойное безопасное стекло (VSG), которое состоит минимум из двух слоев, разделенных пленкой из поливинилбутирала (PVB). Эта пленка долговечна и хорошо крепится к поверхности стекла, а также придает стеклу прочность на разрыв.

Конструкция

При строительстве из стекла требования по безопасности несущих конструкций должны быть гарантированы и иметь официальное подтверждение. При этом большую роль играют прочность на растяжение и характеристики на раздробление. Самым основным правилом для предотвращения возможного повреждения поверхности и концентрации напряжений в отдельных местах является избегание прямого контакта стекла с другими строительными материалами, имеющими большую жесткость поверхности. Пригодными для этого мягкими и эластичными материалами являются синтетические материалы, пластмассы или мягкий алюминий. Кроме того, должны быть учтены не только расчетные нагрузки, такие как собственный вес, ветровые и снеговые нагрузки, но и нагрузки, вызванные, например, непреднамеренными ударами, температурой или деформацией несущей конструкции. Незапланированные неизбежные нагрузки, возникающие, на-

пример, вследствие монтажа, нужно избегать, используя соответствующие способы перевода нагрузок на другие части конструкции или уменьшая сами нагрузки. При поиске формообразования стеклянных конструкций особое значение приобретает выбор конструктивной схемы, выполненной со знанием правильного распределения нагрузок. Часто неосмысленно перенимаются простые формы, характерные для стальных конструкций, не учитывая значительные качественные отличия этих двух материалов. Из-за хрупкости стекла нужно избегать пиков различных напряжений, напряжений при растяжении и острых углов. Конструкция должна быть так найдена, чтобы возникали нагрузки на сжатие. Широкие опорные пластины и поверхности, распределяющие нагрузки, помогают сокращать концентрацию напряжения в стекле, а соединения стеклянных частей конструкции должны соответствовать характеристикам стекла. Техника соединения стеклянных элементов имеет две возможности: классическое механическое соединение на болтах или зажимах и соединение на клею. При механических соединениях в стеклянных конструкциях возникают пики напряжений в стекле, а соединения на клею позволяют равномерное распределение сил по несущей конструкции. Однако до сих пор, за исключением клеенных соединений системы фасадных конструкций Structural Sealant Glazing, едва ли существуют реализованные примеры, где слой, несущий нагрузки, выполняется из клеенных стеклянных конструкций. На сегодняшний момент экспериментальные и теоретические исследования направлены на анализ характеристик точечных, линейных и плоскостных соединений. Это позволяет и для отдельных клеенных соединений предлагать конструктивные решения и рекомендации для использования их в вертикальных и горизонтальных конструкциях.

Примеры

В процессе реконструкции для получения максимального освещения внутренних двор столовой Технического Университета в Дрездане получил стеклянную кровлю (архитекторы Маедебах, Ределайт & Партнеры, рис. 3).⁴ Стеклопанельная кровля прервана в центре плоской железобетонной плитой (рис. 4). Конструкция ее состоит из стеклянных балок, соединенных между собой стальными узлами, на которых опирается горизонтальное остекление. Создана структура, визуально напоминающая квадратные ячейки. В действительности же конструкция состоит из основных и второстепенных балок, причём две основные балки с рядом второстепенных балок создают «стремянку», которая препятствует процессу опрокидывания. Этим исключается возможность обрушения конструкции по эффекту «домино», когда граничащие участки втягиваются в обрушительный процесс. Стеклянные балки с пролетом в

5,80 м имеют высоту 35 см. Решающим фактором в выборе высоты балок стали угловые зоны, где проходят основные нагрузки. Для сохранения геометрии конструкции все балки имеют одну высоту. Это сокращает и число различных элементов, что рационализирует их изготовление. Все балки состоят из склеенных между собой четырех слоев безопасного стекла толщиной 12 мм (ESG-H), при этом лишь внутренние слои являются несущими. Наружные слои служат защитой внутренних слоев от механических повреждений. Для соединения балок архитекторы предложили использовать стальной узел, гарантирующий стабильное крепление второстепенных балок к главным и позволяющий простой монтаж.

Разрешение на строительство

Остекление и конструкции из стекла, которые не учтены в нормах и правилах, а также не имеющие лицензий и подтверждений актов испытаний, должны получить специальное разрешение на применение от высшего ведомства строительного контроля соответствующей федеральной провинции. Как правило, проведение и документация испытаний возведенных конструкций проводится органами стройнадзора, имеющего государственную лицензию на осуществление технического контроля стеклянных конструкций. С помощью испытаний проверяется способность стеклянных конструкций и узлов к нагрузкам. Так для реализации вышеописанной стеклянной крыши столовой в ТУ Дрездена потребовалось такое разрешение. Для этой цели были выполнены три «стремянки», состоящие из двух главных и трех второстепенных балок, и стальные узловые крепления в масштабе 1:1. Испытательная программа предусматривала постепенное усиление нагрузок, увеличивая в три раза расчетные нагрузки. В конце испытания были проведен контроль конструкции на ее несущую способность при разбитых горизонтальных плоскостях, когда в течение 12 часов она была подвержена практически полной расчетной нагрузке. Прогиб достиг 2,4 см, но стеклянная конструкция каждый раз выдерживала нагрузки.

Стандартизация

Испытания стеклянных конструкций ведутся пока еще по старым нормативам безопасности, которые базируются на имеющихся напряжениях и пределах деформации. На этой основе, где выбор размеров исходит из применения безопасного остекления, применение стекла развилось в форму оконных элементов. Но это уже не соответствует современному уровню техники инженерных сооружений, поэтому ожидается в скором времени введение новых правил расчетов конструкций из стекла (E DIN 18008). Эти новые правила подразделяются на:

- Термины и определения
- Остекление с распределением нагрузок

- по линии
- Остекление с точечным распределением нагрузок
- Дополнительные требования к стеклянным ограждениям по безопасности
- Дополнительные требования к стеклянным конструкциям, рассчитанным для прохода людей
- Дополнительные требования к очистке и ремонту стеклянных конструкций, рассчитанным для прохода людей
- Специальные конструкции

Целью этих норм является добиться одновременно привычного способа расчетов размеров толщины стекла при одновременном сохранении простой практичной структуры. Нужно ожидать, что расчетная толщина закаленного стекла будет снижена. Сверх того, такие временные нагрузки как ветровые или ударные должны быть учтены в применении многослойных безопасных стекол, что также приводит к снижению толщины материала.

Перспектива

Новой перспективой для конструкций из стекла является использование остекления и строительных элементов из стекла, соответствующих материалу, а также способность нести и передавать нагрузки на несущие конструкции. В настоящее время в Технических Университетах Гамбурга и Дрездена ведутся экспериментальные и теоретические исследования по специальным кровельным конструкциям из стекла и стали. В этих конструкциях строительные материалы используются соответственно их характеристикам, так стальные части перенимают силы растяжения, а стеклянные части – силы тяжести. Для сохранения стабильности кровельной конструкции в форме ячеистой структуры применено потолочное заполнение из многослойного безопасного стекла. Стальные части конструкции были максимально сокращены, чем добились максимальной освещенности при невысоких затратах. Исследования и проекты должны показать возможности техники склеивания стекла, характеристики старения, но можно уже сейчас говорить о возрастающем интересе к новым возможностям стеклянных конструкций.