Архитектурные решения
светопрозрачных конструкций
из профильных систем **VEKA**

ЧАСТЬ IV

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Промышленные
и административные здания.
Торгово-складские комплексы.
Спортивные сооружения

Светопрозрачные конструкции для современной архитектуры

VEKA

МИСИ МГСУ

Настоящее техническое руководство предназначено для разработки архитектурно — конструктивных решений конструкций ленточного и панорамного остекления, изготавливаемых из профильных систем **VEKA,** и содержит технические рекомендации по проектированию светопрозрачных конструкций зданий производственного назначения, спортивных сооружений, административно-офисных и торгово-складских комплексов.

Указанные рекомендации могут быть также адаптированы для применения в зданиях школьных и медицинских учреждений, а также предприятий общественного питания и сферы обслуживания. Разработку проектных решений конструкций ленточного и панорамного остекления для зданий такого типа необходимо осуществлять с использованием требований и методов расчёта, содержащихся в «Техническом руководстве по архитектурно-конструктивному проектированию оконных блоков из профильных систем VEKA и деталей установки их в наружных стенах гражданских зданий» (Москва, ВЕКА-Рус, 2010).

Руководство распространяется в электронном и печатном виде, и дополнительно включает в себя электронные базы данных конструктивных узлов и деталей в формате .dwg (AutoCAD 2004) на CD-диске. Электронные базы данных составлены согласно соответствующим разделам Руководства и подлежат постоянному обновлению при расширении или обновлении производственной программы **VEKA AG**. Актуальная версия электронной базы данных может быть заказана в Техническом отделе ООО «ВЕКА-Рус» (российское подразделение VEKA AG). Электронная версия текстовой части настоящего Руководства, открыта для свободного использования и размещена на сайтах: **www.veka.ru.**

Настоящее техническое руководство разработано совместно техническим отделом ООО «ВЕКА-Рус» и авторским коллективом кафедры Архитектуры гражданских и промышленных зданий Московского Государственного Строительного Университета (доц. к.т.н. И.В. Борискина, проф. А.А. Плотников, асс. Константинов А.П.).

Использование технологических решений в области профильных систем «VEKA» регламентируется общеевропейскими правилами по охране интеллектуальной собственности.

Рекомендуется для использования на территории стран СНГ с учетом региональных архитектурно-строительных требований и климатических условий.

Содержание

Раздел 1 Светопрозрачные конструкции промышленных зданий 4

1.1. Общие требования к проектированию светопрозрачных конструкций зданий производственного назначения. 4

1.1.1. Функциональное назначение светопрозрачных конструкцийв производственном здании. Основные критерии проектирования. 4

1.1.2. Нормативные документы и требования 5

1.1.3. Основные теоретические положения проектирования естественной освещённости производственных помещений через боковые светопроёмы. 6

1.1.4. Предварительный выбор конструкции окон по требованиям естественной освещённости. Определение фактического уровня естественной освещённости (фактическое значение КЕО) 9

1.1.5. Конструктивные принципы устройства ленточного остекления 13

1.1.6. Определение расчётных нагрузок на главную вертикальную стойку (фасадный соединитель). Статический расчет на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха. 19

1.1.7. Определение расчётных нагрузок на стеклопакет 20

1.2. Рекомендуемый состав проектной документации по разделу «Светопрозрачные конструкции производственного здания»: графическая часть и пояснительная записка. 24

1.3. Примеры выполнения расчётов конструкций ленточного остекления производственного здания. 28

1.3.1. Прочностной расчет основных силовых элементов ленточного остекления. 28

1.3.2. Прочностной расчёт стеклопакета на действие сочетания ветровой и климатической нагрузок 32

1.3.3. Расчет естественного освещения через вертикальные светопроёмы в наружных стенах (боковое естественное освещение). Определение коэффициента затенения переплётами из ПВХ-профилей. 38

Раздел 2 Светопрозрачные конструкции административно-офисных зданий 46

2.1. Общие требования к проектированию светопрозрачных конструкций зданий административного назначения. Панорамное остекление. 46

2.2. Рекомендуемый состав проектной документации по разделу «Светопрозрачные конструкции административного здания»: графическая часть и пояснительная записка. Примеры выполнения чертежей. 51

Раздел 3 светопрозрачные конструкции спортивных сооружений и торгово-развлекательных комплексов 56
3.1. Основные конструктивные принципы проектирования малоформатного фасадного остекления 56
3.2. Пример выполнения чертежей малоформатного фасадного остекления 58
Приложение 1 Географическое районирование территории РФ по светоклиматическим зонам 60
Приложение 2 Геометрические проекции небосвода (графики Данилюка) 62
для расчётов естественной освещённости 62
Приложение 3 Методика инженерного расчёта геометрического КЕО (метод Данилюка) . . . 64
Приложение 4 66
Приложение 5 67
Приложение 6 Комплексная карта фасадных соединителей VEKA и ограничения по допустимым размерам технологических элементов 69
Приложение 7 Технологическая карта на монтаж конструкций ленточного остекления 73
Приложение 8 Рольставни VEKA. Конструктивные возможности 76

Раздел 1

СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

1.1. Общие требования к проектированию светопрозрачных конструкций зданий производственного назначения.

1.1.1. Функциональное назначение светопрозрачных конструкций в производственном здании. Основные критерии проектирования.

Ленточные окна в наружных стенах цехов первыми стали применять английские строители в последней четверти XIX века. В этот период искусственное освещение ещё не достигло достаточного технического уровня. Соответственно, на уровне технических возможностей того времени, светопрозрачные конструкции большой площади фактически являлись единственным решением, позволяющим обеспечить эффективный технологический процесс на производстве.

Становление всемирно известного Интернационального стиля, характеризующего зарождение философии «стеклянной архитектуры» берёт начало в работах архитекторов П. Беренса и В. Гропиуса, построивших в 1909 и 1910 годах в Германии первые промышленные здания с полностью остеклёнными наружными стенами.

XXI век, характеризующийся стремительным развитием технологий, определяет качественно высокий уровень требований к точности производственных процессов, комфортности организации рабочего места для человека и к производительности его труда. Одновременно наблюдается общестроительная тенденция к снижению себестоимости строительства производственных зданий. Новые системные решения быстровозводимых зданий с лёгкими навесными сэндвич-панелями наружных стен требуют применения светопрозрачных конструкций, обеспечивающих единство архитектурного стиля и логику построения конструктивной схемы подобных сооружений.

Как и многие десятилетия назад, основным приоритетным назначением остекления промышленных зданий в современном строительстве является обеспечении уровня естественного освещения производственных помещений, необходимого для эффективной организации рабочего процесса. Степень и равномерность освещения помещений естественным светом зависит главным образом от формы, размеров и расположения светопроемов.

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий определяются, прежде всего, проходящими в них технологическими процессами. В промышленных зда-

ниях размещаются крупногабаритные станки и оборудование, которые занимают большие пространства и площади. Обеспечить с помощью обычных окон (применяемых в жилых и общественных зданиях) требуемые условия по освещению и таких помещений не представляется возможным.

Дополнительно на светопрозрачные конструкции возлагается функция аэрации* (интенсивной вентиляции) производственного помещения, осуществляемой для очистки среды от вредных веществ, выделяемых в процессе производства, а также в случае возникновения аварийных ситуаций, связанных с задымлением (функция дымоудаления) или неконтролируемым выбросом загрязняющих реагентов. Для выполнения этих функций современные окна промышленных зданий оборудуются автоматическими электроуправляемыми приводами, осуществляющими открывание окна при получении сигнала с управляющего пульта.

- В общепринятой терминологии, аэрация — естественный воздухообмен, осуществляемый в заранее заданных объемах и регулируемый в соответствии с внутренними и внешними условиями (температура воздуха, направление и скорость ветра).

1.1.2. Нормативные документы и требования

Основные требования к светопрозрачным ограждающим конструкциям промышленных зданий регламентируются следующими нормативными документами:

- СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»
- СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»
- СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»
- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Согласно требованиям СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение», при разработке проектных решений светопрозрачных конструкций промышленного здания необходимо обеспечить выполнение требований естественной освещенности помещений. Нормируемой величиной, определяющей санитано-гигиенические требования по естественной освещенности помещений, является коэффициент естественной освещенности (КЕО). Требования к уровню естественной освещенности промышленных зданий определяются требованием точности технологических операций (разряд зрительной работы) и регламентируются в СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение».

Требования по теплозащитным качествам оконных конструкций регламентируются СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и зависят от требования обеспечения необходимых температуро-влажностных условий для производственного процесса и интенсивности работы человека.

Светопрозрачные ограждающие конструкции должны быть рассчитаны на восприятие горизонтальных (ветровых) нагрузок в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Если через светопрозрачные ограждающие конструкции планируется осуществлять естественную приточную вентиляцию помещений промышленного здания, то в соответствии с СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» необходимо выполнить следующие требования:

Открываемые проемы или окна производственных помещений, предназначенные для естественного притока воздуха в теплый период года, следует размещать, как правило, на высоте не более 1,8 м от пола или рабочей площадки до низа проема, а для притока воздуха в холодный период года — на высоте не менее 3,2 м.

Для створок, фрамуг или жалюзи в световых проемах производственных и общественных зданий, размещаемых на высоте 2,2 м и более от уровня пола или рабочей площадки, следует предусматривать дистанционные и ручные устройства для открывания, размещаемые в пределах рабочей или обслуживаемой зоны помещения, а для используемых при пожаре для удаления дыма — автоматические, дистанционные и ручные (местные) устройства.

1.1.3. Основные теоретические положения проектирования естественной освещённости производственных помещений через боковые светопроёмы.

В качестве источника естественного освещения зданий в строительной технике принимается рассеянный (диффузный) свет небосвода при пасмурном небе.

Нормируемой величиной, определяющей соответствие светового режима помещения санитарно-гигиеническим требованиям, является **коэффициент естественной освещенности** (КЕО), математически определяемый как отношение $E_в$ — освещенности в расчётной точке внутри помещения, $E_в$ [лк] к освещенности точки на горизонтальной площадке под открытым небом $E_н$ [лк] *(уравнение 1.1.3.1)*.

$$e = \frac{E_в}{E_н} \cdot 100\% \qquad (1.1.3.1)$$

Естественный диффузный свет небосвода проникает в помещение в пределах ограниченного телесного угла, определяемого площадью светопроема (*рис.1.1.3.1)*. В инженерных расчётах естественное освещение классифицируется на боковое (через окна в стенах), верхнее (через светопрозрачные элементы кровли) и комбинированное (верхнее + боковое). Выбор схемы естественного освещения определяется общим архитектурно-композиционным решением здания и требованиями технологического процесса.

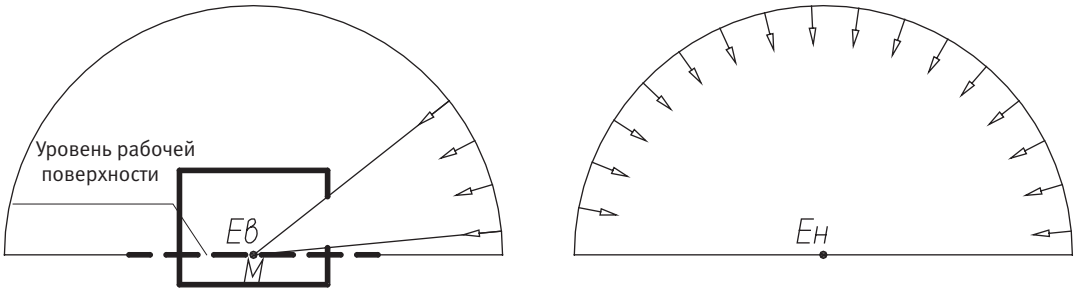


Рис. 1.1.3.1. Расчётная схема к определению коэффициента естественной освещенности.
Ограничение освещенности в расчетной точке внутри помещения по отношению к освещенности под открытым небом. Поступление диффузного света от небосвода через окна (боковое естественное освещение).

В производственных зданиях основным критерием нормирования естественной освещённости является степень точности осуществляемых технологических процессов. Согласно СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение», характеристикой точности технологического процесса является **разряд зрительной работы,** характеризующий минимальный размер объектов, которые необходимо различать при работе. Классификация разрядов зрительной работы и соответствующие нормативные значения КЕО приведены в *табл. 1.1.3.1.*

Нормирование значения КЕО осуществляется в соответствии с географическим районированием территории РФ по **светоклиматическим районам** согласно *прил.1.* Характеристика светового района учитывается коэффициентом светового климата согласно *уравнению (1.1.3.2).*

$$e_N = e_H \cdot m_N \qquad (1.1.3.2)$$

где e_N — значение КЕО, нормируемое согласно *табл. 1.1.3.1;*
m_N — коэффициент светового климата согласно *прил.1.*

Табл. 1.1.3.1
Нормативные значения КЕО для бокового освещения (в соответствии с табл. 1 СНиП 23-05-95)*

Разряд зрительной работы	Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	КЕО, $e_н$, %
1	2	3	4
I	Наивысшей точности	Менее 0,15	–
II	Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	–
III	Высокой точности	От 0,30 до 0,50	–
IV	Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	1,5
V	Малой точности	Св. 1 до 5	1
VI	Грубая (очень малой точности)	Более 5	1
VII	Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	1
VIII	Общее наблюдение за ходом производственного процесса: Постоянное	–	1
	Периодическое: при постоянном пребывании людей в помещении		0,3
	Периодическое: при периодическом пребывании людей в помещении		0,2
	Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		0,1

Требуемое значение КЕО должно быть обеспечено на всех участках технологической линии, а также во вспомогательных производственных зонах, где требуется естественное освещение. При протяженной технологической линии, включающей в себя несколько различных операций, требуемые значения КЕО могут быть различными для различных производственных участков. В этом случае фактическое значение КЕО должно быть рассчитано для нескольких характерных разрезов помещения, после чего при необходимости может быть произведена корректировка размеров и формы светопроёмов на фасаде.

В качестве характерного разреза помещения принимается поперечный разрез, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов. Нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено на некоторой рабочей плоскости (рабочей поверхности), на которой непосредственно осуществляются технологические операции и расположенной, как правило, на некоторой высоте от уровня пола производственного помещения. Согласно СНиП 23-05-95*, эта высота классифицируется как **уровень рабочей поверхности** *(рис.1.1.3.2)*.

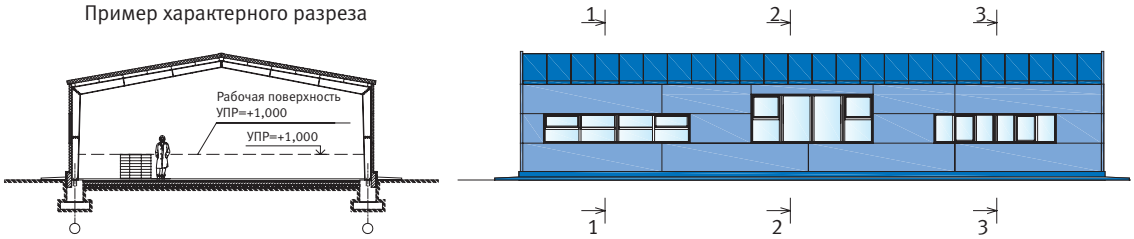


Рис.1.1.3.2. Построение характерных разрезов на различных участках технологической линии, протяжённой вдоль фасада.

Требования СНиП 23-05-95* предусматривают гибкий подход к размещению технологических линий. Согласно СНиП 23-05-95*, при боковом одностороннем освещении нормируется минимальное значение КЕО для точек помещения, наиболее удаленных от окон. При боковом двустороннем освещении и симметричных проемах нормируется минимальное значение КЕО в середине помещения.

1.1.4. Предварительный выбор конструкции окон по требованиям естественной освещённости. Определение фактического уровня естественной освещённости (фактическое значение КЕО)

Освещенность в помещении достигается за счет прямого диффузного света небосвода и отраженного диффузного света от внутренних поверхностей помещения, противостоящих зданий и поверхности земли, прилегающей к зданию. Согласно СНиП 23-05-95*, в общем случае фактическое значение КЕО в некоторой расчетной точке М определяется как сумма различных составляющих освещённости согласно *уравнению (1.1.4.1)*:

$$e_м = e_н + e_о + e_з + e_п \qquad (1.1.4.1)$$

где

$e_н$ — КЕО, создаваемый прямым диффузным светом участка неба, видимого из данной точки через проемы с учетом потерь света при прохождении светового потока через остекленный проем;

$e_о$ — КЕО, создаваемый отраженным светом от внутренних поверхностей помещения (потолка, стен, пола);

$e_з$ — КЕО, создаваемый отраженным светом от противостоящих зданий;

$e_п$ — КЕО, создаваемый отраженным светом от прилегающей к зданию поверхности земли (грунта, асфальта, травяного покрова и др.);

В большинстве случаев доля составляющих отражённого света невелика. Таким образом, на стадии определения необходимой площади светопроёмов и выбора конструкции окон, расчётное значение КЕО может быть принято как

$$e_м = e_н = e \qquad (1.1.4.1а)$$

Составляющая от прямого света небосвода определяется долей поступления естественного света в пределах телесного угла (геометрический КЕО ε в расчётной точке) с учётом потерь при прохождении световых лучей через стеклопакет и затенения переплётами (непрозрачными элементами профильной системы). При боковом освещении, согласно СНиП 23-05-95*, по *формуле (1.1.4.2)*:

$$e = \varepsilon_б \cdot q \cdot \tau_0 \qquad (1.1.4.2)$$

где

$\varepsilon_б$ — геометрический КЕО в расчётной точке при боковом освещении, учитывающий свет от небосвода;

q — коэффициент, учитывающий неравномерную яркость облачного неба, определяемый по графику *рис.1.1.4.1*;

τ_0 — общий коэффициент светопропускания окна;

Наиболее простым и доступным методом расчёта геометрического КЕО является графический способ, методика которого изложена в *прил.3*.

Расчётные данные, приведённые в СНиП 23-05-95*, для определения общего коэффициента пропускания τ_0 светового проема соответствуют оконным конструкциям предшествующего

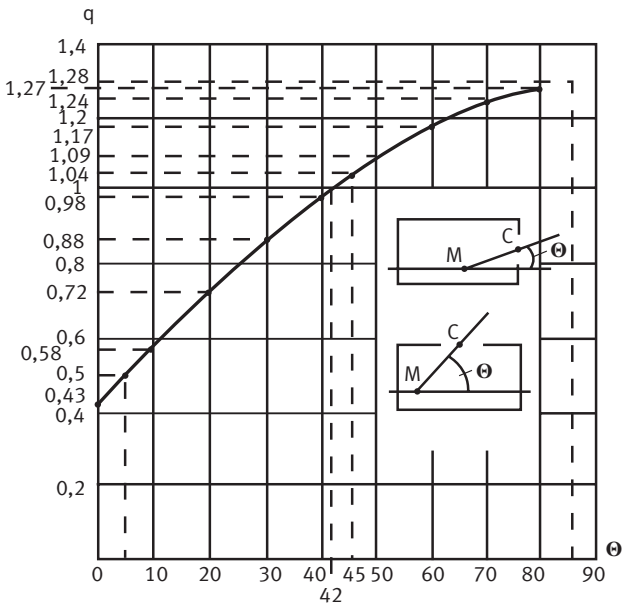


Рис. 1.1.4.1 График для определения коэффициента q, учитывающего неравномерную яркость облачного неба.

поколения. Их применение для расчётов современных светопрозрачных конструкций является некорректным.

На стадии проведения инженерных расчётов, связанных с предварительным выбором стеклопакета, элементов профильной системы, габаритных размеров окон и их архитектурного рисунка, может быть применена оценочная величина коэффициента затенения переплётами, определяемая геометрическими параметрами сечений профильных элементов.

В этом случае коэффициент светопропускания окна τ_0 может быть определён как:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \qquad (1.1.4.3)$$

где

τ_1 — коэффициент пропускания видимого света светопрозрачным заполнением (стеклопакетом), принимаемый согласно *прил.4*;

τ_2 — понижающий коэффициент потерь естественной освещённости за счёт затенения, создаваемого переплетами.

В общем случае значение коэффициента τ_2 может быть определено по формуле:

$$\tau_2 = \frac{S_{факт}}{S_{экв}} \qquad (1.1.4.4)$$

где

$S_{экв}$ — эквивалентная площадь светопроёма со 100% светопрозрачным заполнением, принимаемая равной общей площади оконного блока и определяемая как

$$S_{экв} = L \cdot H \qquad (1.1.4.5)$$

где

L — длина оконного блока (габаритный размер);

H — ширина оконного блока (габаритный размер).

$S_{факт}$ — фактическая площадь светопрозрачного заполнения оконного блока, определяемая как

$$S_{факт} = S_{экв} - S_{зат} \qquad (1.1.4.6)$$

где

$S_{зат}$ — суммарная площадь всех непрозрачных (затеняющих) элементов оконного блока (переплётов, вентиляционных клапанов и т.п.), определяемая по схеме *рис.1.1.4.2.*

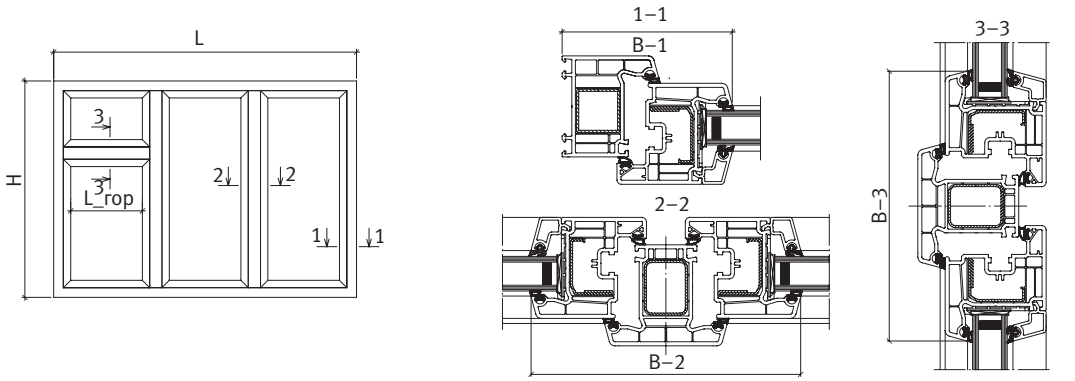


Рис. 1.1.4.2. Пример построения расчётной схемы к определению коэффициента снижения естественной (затенение переплетами) освещённости в оконном блоке из ПВХ

L — длина оконного блока (габаритный размер);

H — высота оконного блока (габаритный размер);

P= 2·(L+H) — периметр оконного блока

B-1 — ширина профильной комбинации рама+створка (сечение 1-1);

B-2 — ширина профильной комбинации створка+вертикальный импост+створка (сечение 2-2);

B-3 — ширина профильной комбинации створка+горизонтальный импост+створка (сечение 3-3);

- *эквивалентная площадь светопроёма (по габаритным размерам) — S экв = L· H*
- *площадь затеняющих элементов (профилей) — $S_{зат}$ = P· B-1 + H· B-2· n + L_гор· B-3;* ***где n — количество вертикальных импостов***

1.1.5. Конструктивные принципы устройства ленточного остекления

Условие гибкой адаптации производственного помещения по требованиям естественной освещённости к изменениям технологических условий (перепрофилирование и расширение производства, замена оборудования и др.) наиболее эффективно реализуется при использовании ленточного и панорамного остекления наружных стен.

В архитектурно-строительном проектировании многоэтажных зданий под термином **ленточное остекление** понимаются светопрозрачные конструкции, протяжённые по длине вдоль фасада здания, и имеющие высоту в пределах одного этажа от верха подоконной части до низа надоконной перемычки или междуэтажного перекрытия. **Панорамное остекление** является разновидностью ленточного остекления, выполняемого на всю высоту этажа по схеме «от перекрытия до перекрытия» без подоконной части.

Применительно к одноэтажным промышленным зданиям с большой высотой производственных помещений:

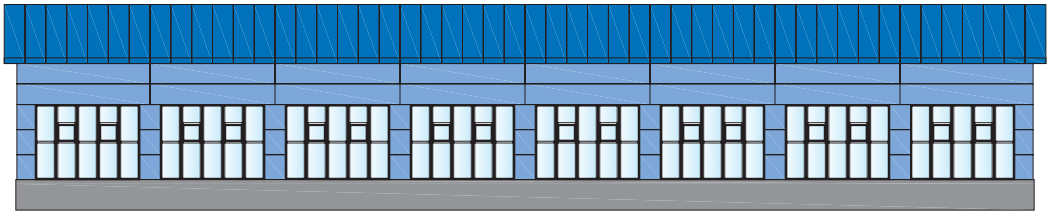
К конструкциям ленточного остекления следует относить светопрозрачные элементы, не превышающие по высоте максимально допустимые технологические размеры рамного элемента (в стандартных оконных конструкциях из ПВХ как правило — не более 2500 мм).

Все протяжённые вдоль фасада светопрозрачные конструкции, имеющие высоту сверх указанного размера, следует относить по конструктивному признаку к панорамному остеклению. Панорамное остекление одноэтажного производственного здания может быть образовано двумя или более лентами (ленточным остеклением), располагаемыми одна над другой. В зависимости от требований архитектурной композиции, ленточное остекление может выполняться сплошным по всей длине фасада или разбиваться отдельными непрозрачными участками (прерывистое ленточное остекление *(рис. 1.1.5.1)*.

Система фасадных соединителей VEKA позволяет разрабатывать конструкции ленточного остекления, высотой до 3800 мм (см. схемы *рис. 1.1.5.2* и диаграммы ограничений по габаритным размерам *прил. 6*) выполняемого из отдельных оконных блоков, соединённых между собой по длине.

Основным силовым элементом, обеспечивающим прочность и геометрическую стабильность конструкций под действием ветровой и температурной нагрузок, является вертикальная стойка (фасадный соединитель), закрепляемая в верхней и нижней точке по схеме с одной подвижной опорой *(рис. 1.1.5.3)*. Пространство между стойками заполняется оконными блоками, которые могут иметь открывающиеся створки. Для предотвращения температурных деформа-

а)



б)

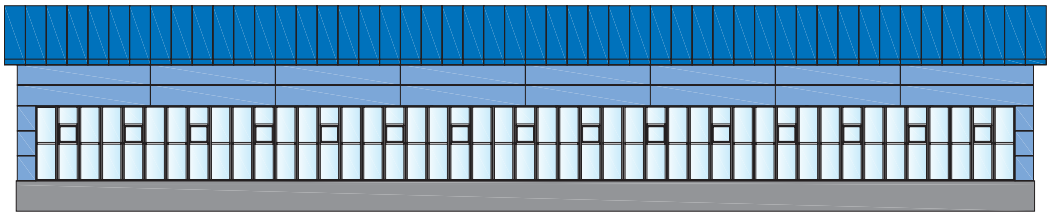


Рис. 1.1.5.1. Варианты архитектурно-композиционного решения ленточного остекления одноэтажного промышленного здания.

а) прерывистое ленточное остекление; б) сплошное ленточное остекление

ций профильных элементов между несущими стойками и рамным заполнением предусматриваются температурные компенсаторы из термопластичного композитного материала.

Соотношение шага вертикальных несущих стоек и высоты рамных элементов определяется путём проведения совместного прочностного расчёта несущей стойки на действие ветровой нагрузки *(см. разделы 1.1.6 и 1.3.1а)* и светотехнического расчёта с учётом коэффициента затенения профильными элементами *(см.разделы 1.1.4 и 1.3.3)*. При проектировании непрерывного ленточного остекления коэффициент потерь естественной освещённости за счёт затенения, создаваемого переплетами, рассчитывается для одного конструктивного элемента (оконного блока) ленты. Диаграммы рекомендуемых соотношений размеров для зданий высотой до 8 м, приведены в *прил. 6*.

Дополнительно для принятого конструктивного решения рекомендуется проводить прочностной расчёт стеклопакета на действие сочетания ветровой и климатической нагрузки при перепадах атмосферного давления и температур *(см. разделы 1.1.7 и 1.3.2)*.

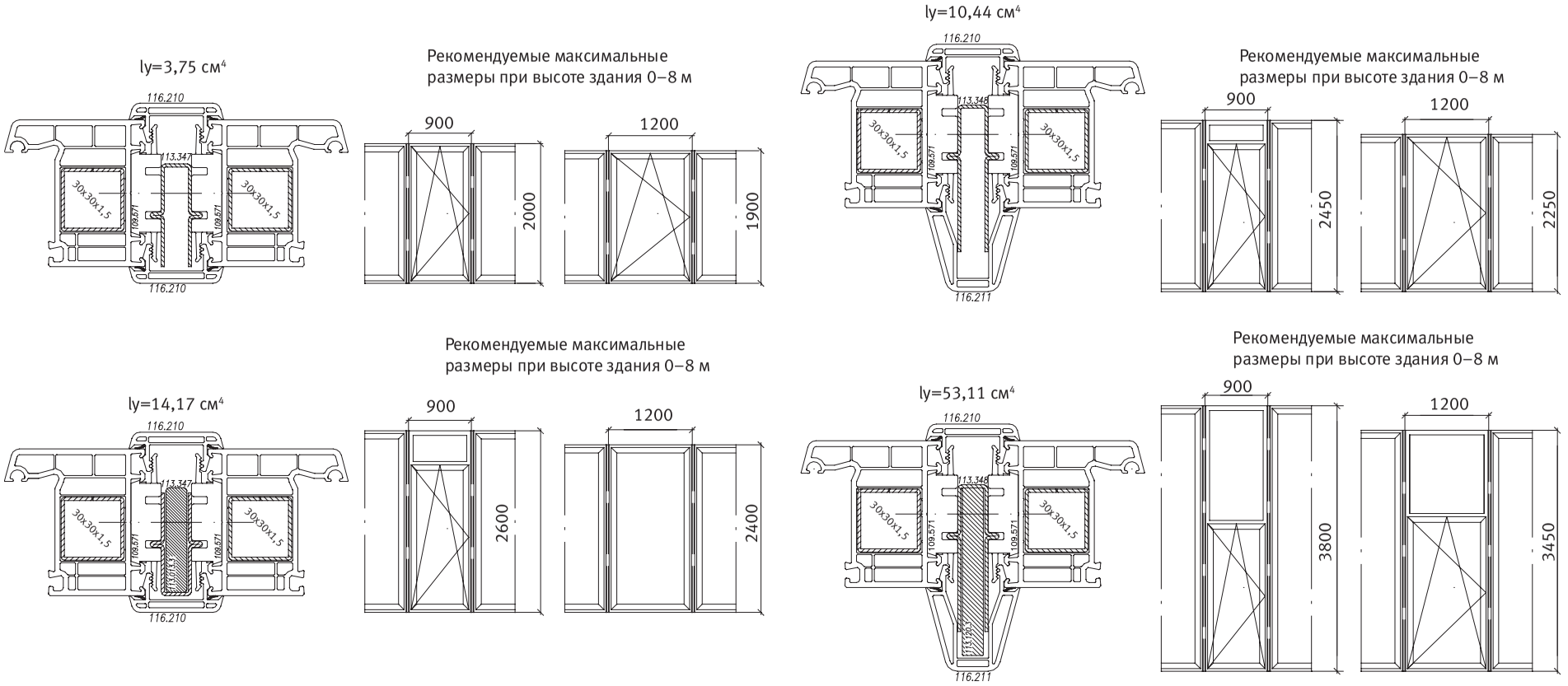


Рис. 1.1.5.2. Технологические возможности системы фасадных соединителей VEKA при проектировании конструкций ленточного остекления

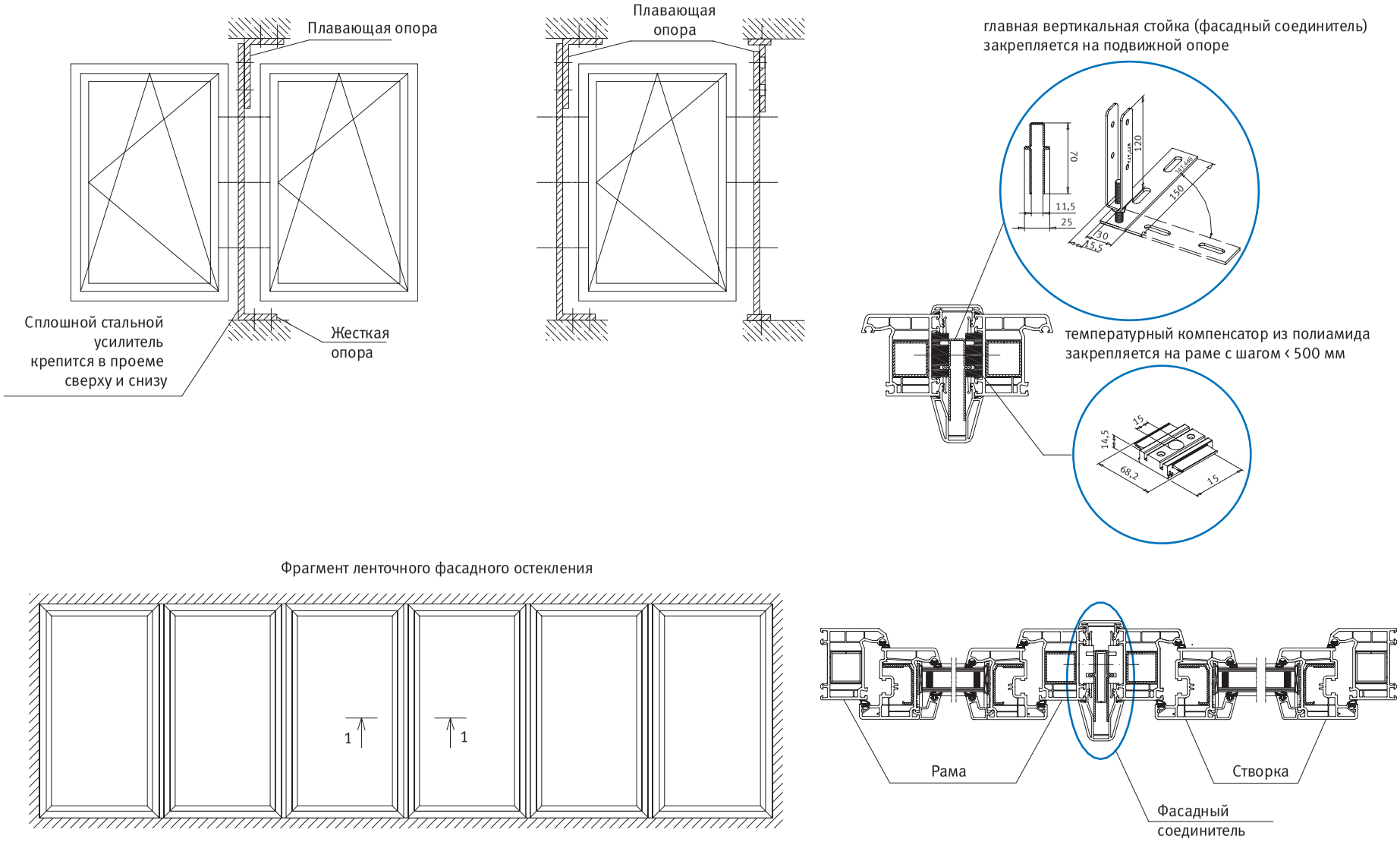


Рис. 1.1.5.3. Конструктивная схема ленточного остекления с главной вертикальной несущей стойкой. Система фасадных соединителей VEKA

1.1.6. Определение расчётных нагрузок на главную вертикальную стойку (фасадный соединитель). Статический расчет на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха

При проведении статических расчётов фасадный соединитель рекомендуется рассматривать как отдельный самостоятельный элемент (шарнирно опёрная балка), загружаемый равномерно распределённой нагрузкой с прямоугольным распределением по площади примыкающих элементов заполнения (оконных блоков)* *(рис. 1.1.6.1)*.

- В отличие от импоста, являющегося внутренним силовым элементом оконного блока, где справедлива трапецевидная схема распределения нагрузки (см. [1] — **статический расчет импоста на действие ветровой нагрузки**).

При условии прямоугольного распределения ветровой нагрузки, вычисление требуемого момента инерции армирующего профиля фасадного соединителя производится согласно DIN EN 14351-1 «Окна и двери», по формуле (1.1.6.1).

$$I_{треб} = \frac{5 \cdot W \cdot L^4 \cdot B}{384 \cdot E \cdot f} \qquad (1.1.6.1)$$

где

W– расчётное значение ветровой нагрузки, [Н/мм^2 или Па] (определяется согласно **СНиП 2.01.07 — 85* «Нагрузки и воздействия»** см. раздел 4.7.2 [1]).

B — ширина эпюры нагружения, [см]

L — рабочая длина профиля, [см]

E — модуль упругости материала усиливающего профиля, [Н/мм^2 или Па] E=210 000 Н/мм^2 для стали

f — максимально допустимый прогиб, [см]; в общем случае f=L/300 ... L/200.

5 и 384 = const — постоянные величины

Прочностной статический расчёт профильных элементов рамного заполнения (горизонтальных и вертикальных импостов на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха) проводится аналогично разделу 4.7.2 [1].

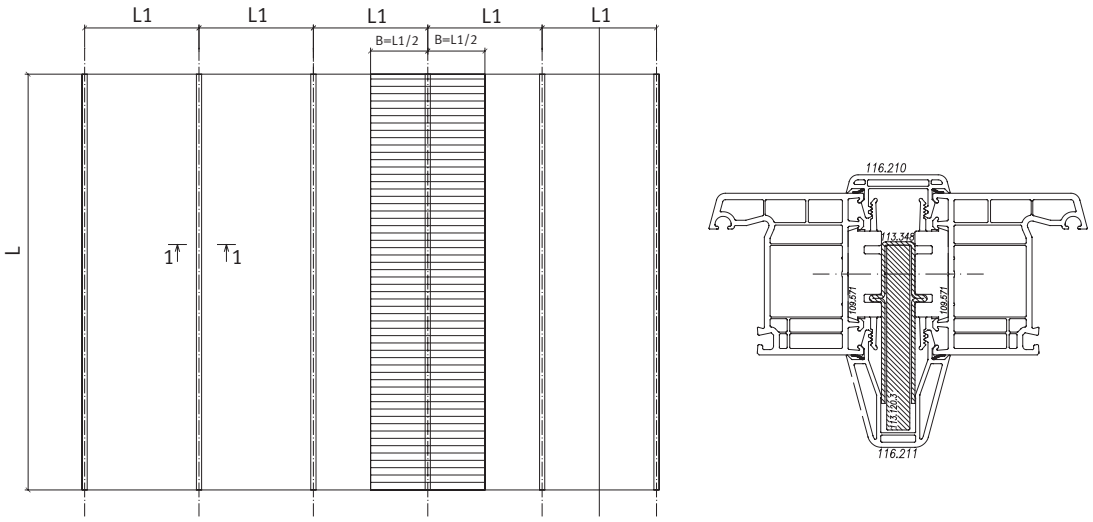


Рис. 1.1.6.1 Пример построения расчётной схемы фасадного соединителя с прямоугольным распределением действующей ветровой нагрузки.

1.1.7. Определение расчётных нагрузок на стеклопакет

Наряду с расчётами силовых профильных элементов по условию недопустимой инфильтрации, для конструкций крупноформатного ленточного остекления рекомендуется проводить прочностные расчёты стеклопакетов с обоснованием выбора толщины стёкол.

С точки зрения строительных расчётов, стеклопакет представляет собой пространственную конструкцию из двух или более стёкол, разделенных между собой герметичными воздушными прослойками. Стёкла склеены между собой по контуру при помощи дистанционных рамок и малоэластичных герметиков, в совокупности образующих жёсткое соединение стёкол пакета по всему периметру.

В процессе эксплуатации в стёклах пакета возникают изгибающие напряжения при действии односторонних нагрузок, вызванных действием ветра и снега (для светопрозрачных кровель), а также избыточного давления в герметичной воздушной прослойке, возникающего при перепадах атмосферного давления и температуры окружающей среды по отношению к моменту изготовления стеклопакета на заводе. Нагрузки, вызываемые перепадами давления и температур определяются, согласно терминологии европейских нормативных документов как **«климатические нагрузки»**.

Температура изготовления стеклопакета на производстве регламентируется промышленными стандартами и составляет + 16….+ 24 ^{0}C (в России — согласно ГОСТ 24866-99). В момент изготовления, т.е. при равенстве температуры окружающей среды и температуры воздуха в прослойке, стеклопакет имеет прямоугольную форму *(рис. 1.1.7.1а)*.

При понижении температуры воздуха внутри стеклопакета зимой, в стеклопакете будет наблюдаться разрежение воздуха — т.е. кратковременное понижение внутреннего давления. Поскольку стёкла пакета представляют из себя гибкие деформируемые пластины, это явление будет сопровождаться процессом деформации стёкол — выгиба стёкол во внутреннюю полость стеклопакета. Соответственно, при нагревании воздуха в прослойке сверх температуры изготовления, будет наблюдаться обратный процесс — выгиб стёкол наружу *(рис. 1.1.7.1б)*.

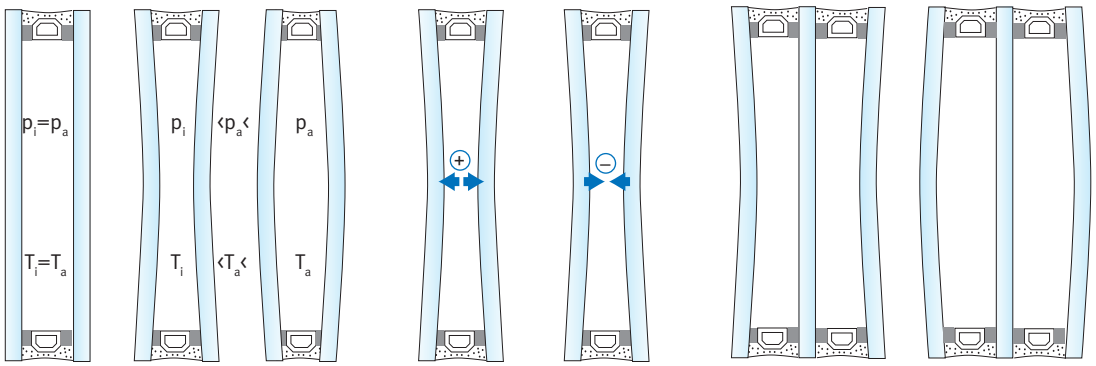


Рис.1.1.7.1. Схема пространственной работы стеклопакета под действием климатических нагрузок.
а) отсутствие климатических нагрузок в момент изготовления на производстве; б) и в) знакопеременные климатические нагрузки при понижении-повышении внутреннего давления в воздушной полости стеклопакета

Единой, законодательно утвержденной методики расчёта прочностных свойств стеклопакетов в настоящее время в России не существует. Единственный метод был разработан в нашей стране в 1975 году и содержится в **«Инструкции по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов» — СН 481-75.** Методика инструкции СН 481-75 является неопробированной, очень сложной для практического применения, а содержащиеся в ней диаграммы имеют неоднозначное трактование, что может привести к серьезным ошибкам при расчёте.

Относительно простые формулы, позволяющие дать реальную оценку нагрузок, действующих на стеклопакет на уровне инженерных расчётов, содержатся в европейских нормативных

документах: DIN 1055 «Воздействия на сооружения»; DIN 1249 «Стекло листовое для строительства»; DIN 18516 «Облицовка вентилируемых фасадов».

Определение необходимой толщины стёкол и межстекольного расстояния для стеклопакета с заданными габаритными размерами производится из условия совместного действия ветровой и климатической нагрузок для наружного стекла, находящегося в наиболее неблагоприятных условиях статической работы.

Согласно DIN 1055 для стеклопакета, установленного вертикально (оконные и фасадные конструкции), сочетание указанных нагрузок может быть определено по формуле

$$P = W_m + \Delta P \qquad (1.1.7.1)$$

где

W_m — расчётное значение ветровой нагрузки, [кН/м^2] (определяется согласно СНиП 2.01.07 — 85* «Нагрузки и воздействия» см. раздел 4.7.2 [1]).

ΔP — климатическая нагрузка от перепадов атмосферного давления и температуры, [кН/м^2].

В общем случае значение климатической нагрузки ΔP определяется согласно DIN 1055 по формуле

$$\Delta P = 0{,}34 \cdot \Delta T - \Delta P_{мет} + 0{,}012\Delta h \qquad (1.1.7.2)$$

где

$\Delta T = T_t - T_{пр}$ — разница температур эксплуатации и производства стеклопакета (разница температур в воздушной полости стеклопакета во время производства и в данный момент эксплуатационного периода), [К];

$\Delta P = P_t - P_{пр}$ — разница атмосферных давлений во время эксплуатации и во время производства стеклопакета, [кН/м^2];

$\Delta h = h_t - h$ — разница геодезических высот места эксплуатации и места производства стеклопакета, [м]. (Не более 500 м).

При условии производства и эксплуатации стеклопакетов в одном климатическом регионе ($\Delta h = 0$) и при относительно постоянном атмосферном давлении уравнение (1.1.7.2) запишется в виде

$$\Delta P = 0{,}34 \cdot \Delta T \qquad (1.1.7.3)$$

При этом расчётное значение климатической нагрузки P_0 (избыточное давление во внутренней полости) может быть приближённо определено из соотношения

$$\Delta P = 0{,}34 \cdot \alpha \cdot \Delta T \qquad (1.1.7.4)$$

где α — коэффициент пространственной жёсткости стеклопакета, зависящий от его габаритных размеров, толщины стёкол и воздушной прослойки.

Вероятность разрушения стеклопакета под действием неблагоприятного сочетания климатической и ветровой нагрузок оценивается величиной максимально допустимого прогиба в центральной зоне, зависящего от величины расчётного сопротивления листового стекла на растяжение при изгибе. Согласно рекомендациям ГОСТ 24866-99, эту величину рекомендуется принимать $\sigma_{из}$ = 15 МПа =150 кгс/см^2 = 0,15 кН/м^2= 15 Н/мм^2. Согласно DIN 1249, расчётное сопротивление листового стекла на растяжение при изгибе принимается равным $\sigma_{из}$ = 30 Н/мм^2 и закалённого стекла $\sigma_{из}$ = 50 Н/мм^2.

Согласно **DIN 18516, величину максимально допустимого прогиба при изгибе рекомендуется** принимать равной $f_{изг} \leq L/100$, где L — длинная сторона стеклопакета [мм].

1.2. Рекомендуемый состав проектной документации по разделу «светопрозрачные конструкции производственного здания»: графическая часть и пояснительная записка.

Примеры выполнения чертежей.

Графическая часть:

- Фасад здания с указанием габаритных размеров светопрозрачных конструкций. Рекомендуемый масштаб 1:200; 1:100;
- Фрагмент фасада с масштабной проработкой размеров профильных элементов и схемой закрепления главных вертикальных стоек. Рекомендуемый масштаб 1:20.
- Горизонтальный разрез (фрагмент разреза) по ленточному остеклению с масштабной проработкой размеров профильных элементов. Рекомендуемый масштаб 1:5; 1:10.
- Общий разрез наружной стены по ленточному остеклению. Рекомендуемый масштаб 1:20.
- Укрупнённый узел примыкания профилей рамы к фасадному соединителю, выбираемый из электронной базы данных (по архитектурно-композиционным соображениям) и подтверждаемый статическим расчётом, с указанием принятых моментов инерции и профильных артикулов. Рекомендуемый масштаб 1:2.

Пояснительная записка:

- Предварительный выбор конструкции стеклопакета и профильной системы по архитектурно-композиционным требованиям.
- Прочностные расчёты основных силовых элементов ленточного остекления:
  - *статический расчет фасадного соединителя (главной несущей стойки) на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха;*
  - *статический расчёт элементов рамного заполнения (вертикальные и горизонтальные импосты оконных блоков) на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха.*
- Прочностной расчет стеклопакета на действие сочетания ветровой и климатической нагрузки.
- Расчет естественного освещения через вертикальные светопроёмы в наружных стенах (боковое естественное освещение). Определение коэффициента затенения переплётами из ПВХ-профилей.

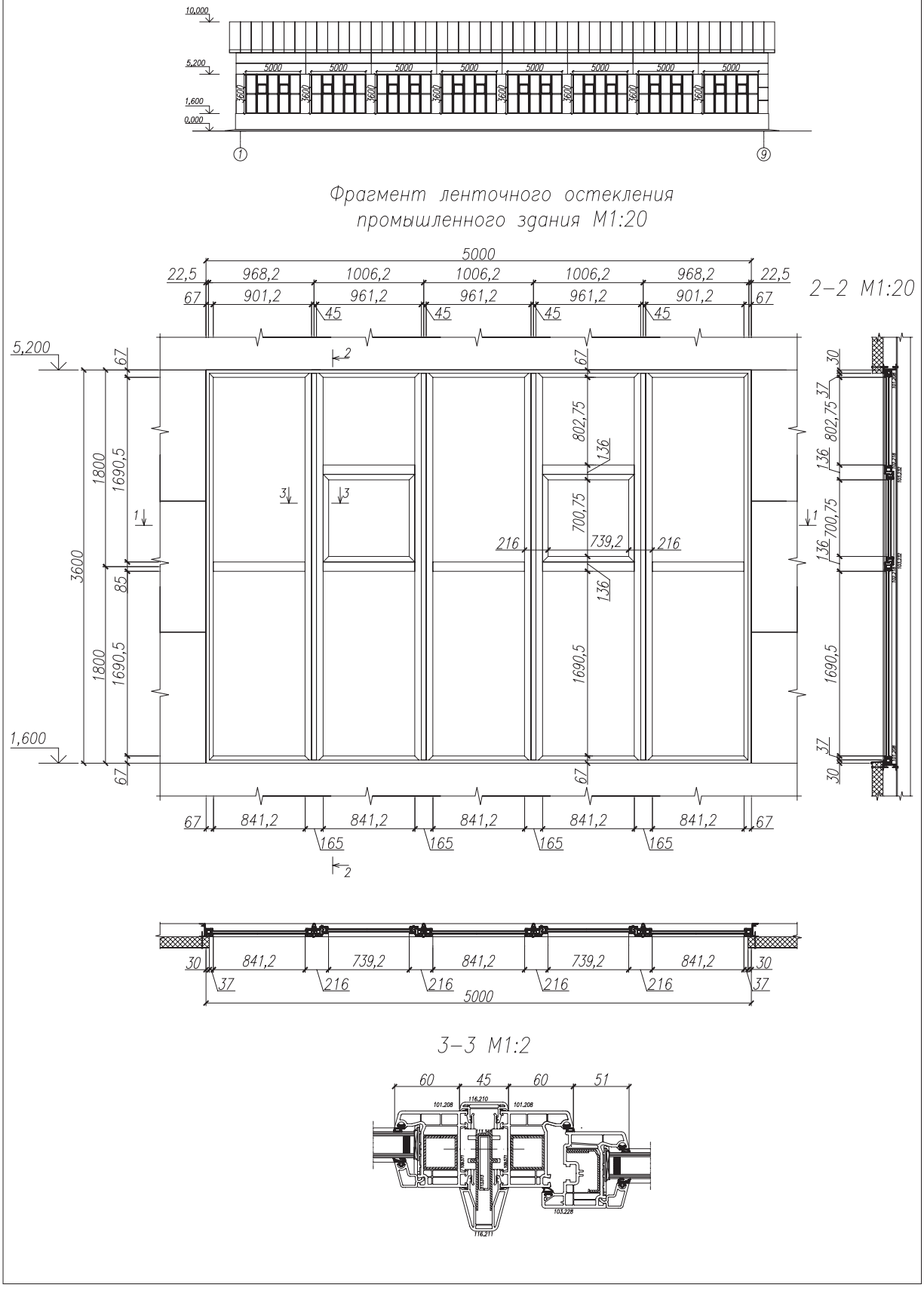


Рис.1.2.1. Пример компоновки листа графической части по разделу «светопрозрачные конструкции промышленного здания»

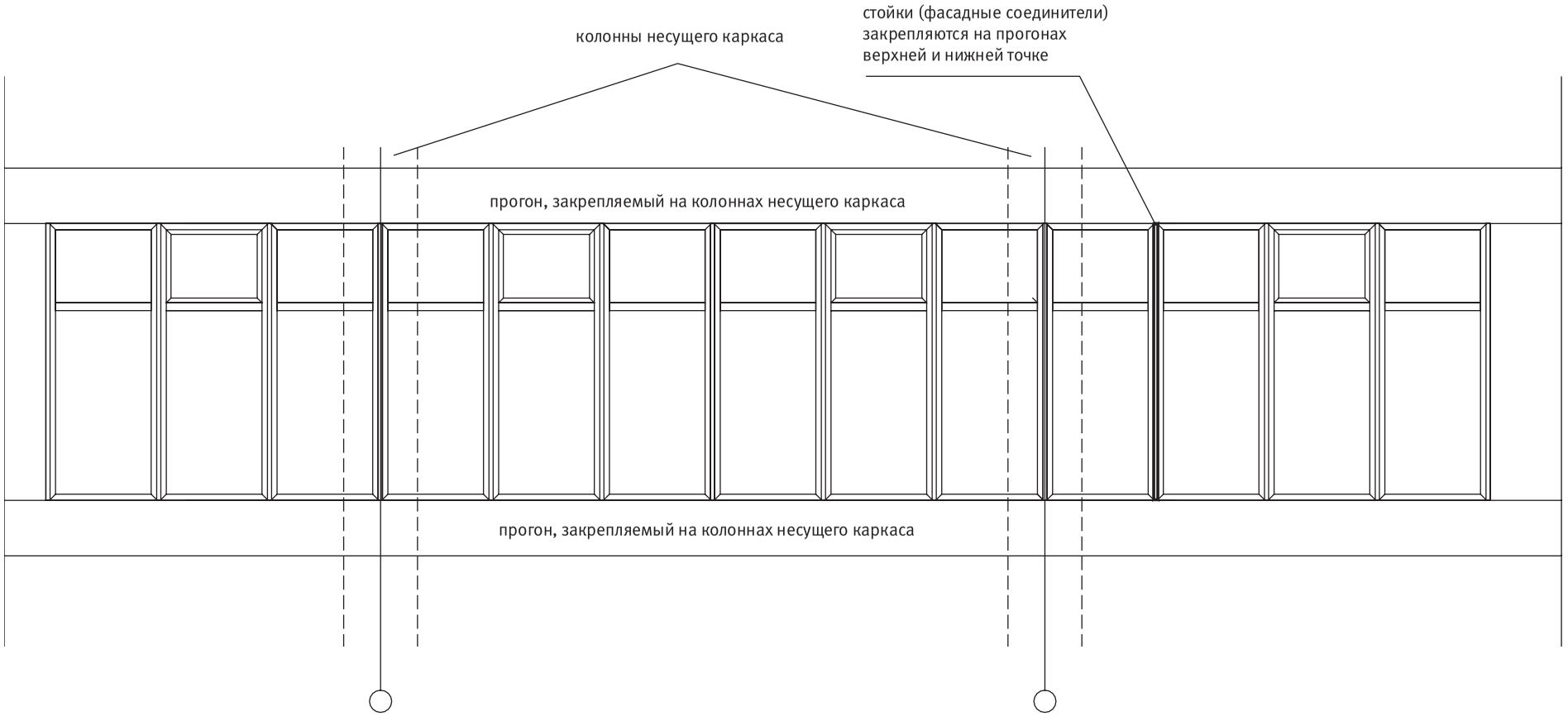


Рис .1.2.2. Пример выполнения чертежа фрагмента фасада с масштабной проработкой размеров профильных элементов и схемой закрепления главных вертикальных стоек

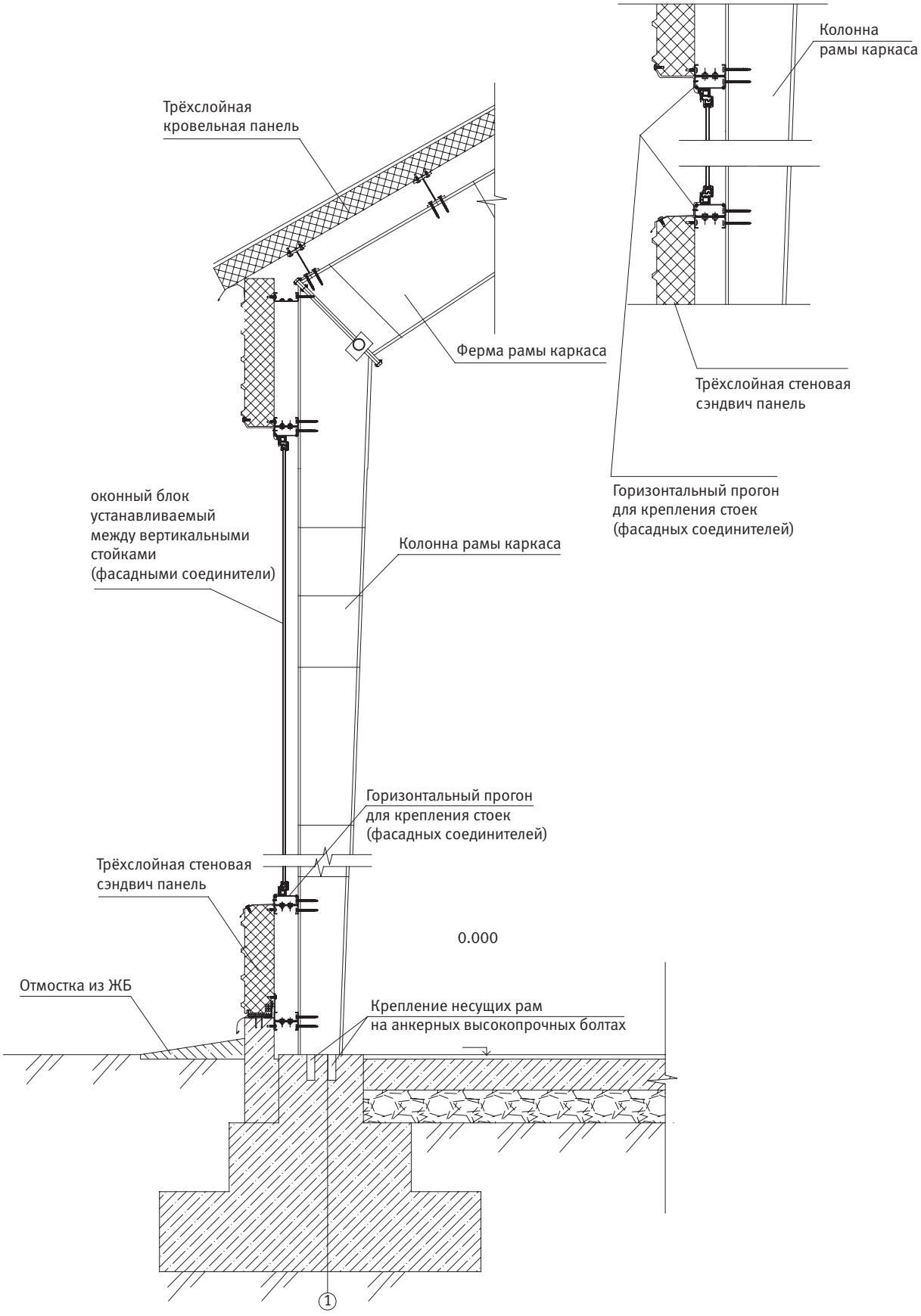


Рис.1.2.3. Пример выполнения чертежа общего разреза наружной стены промышленного здания из лёгких навесных сэндвич-панелей и укрупнённого узла примыкания остекления в верхней и нижней части.

1.3. Примеры выполнения расчётов конструкций ленточного остекления производственного здания.

1.3.1. Прочностной расчет основных силовых элементов ленточного остекления.

1.3.1а. Статический расчет фасадного соединителя (главной несущей стойки) на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха.

Исходные данные

Необходимо проверить правильность выбора фасадного соединителя (главной несущей стойки) ленточного остекления одноэтажного производственного здания, показанного на *рис. 1.3.1.1*, по условию устойчивости к воздействию ветровой нагрузки и, при необходимости, скорректировать принятое конструктивное решение. Район строительства — г. Москва.

На стадии архитектурно-композиционного проектирования был выбран фасадный соединитель VEKA : стойка арт. 113.348 + дополнительное армирование стойки арт. 113.120.3. Суммарный момент инерции I_y = 53,11 см^4 *(см. рис. 1.3.1.2)*.

1. Определение расчётного значения ветровой нагрузки согласно СНиП 2.01.07—85 «Нагрузки и воздействия» (см. раздел 4.7 [1]).*

1.1. Номер ветрового района I. Категория местности А (открытая местность)

1.2. Нормативное ветровое давление w_0 для I-го ветрового района W_0 = 0,23 кПа (кН/м ^{2}) = 230 Па = 23 кгс/ м ^{2}

2. Определение расчётного значения ветровой нагрузки согласно СНиП 2.01.07 — 85 «Нагрузки и воздействия» (см. раздел 4.7 [1]).*

1.3. Номер ветрового района I . Категория местности А (открытая местность)

1.4. Нормативное ветровое давление w_0 для I -го ветрового района W_0 = 0,23 кПа (кН/м ^{2}) = 230 Па = 23 кгс/ м ^{2}

1.5. Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте 10 м над поверхностью земли (по верхней отметке здания) с учётом аэродинамического коэффициента для наветренного фасада С = +0,8:

$$W_m = 0,23 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,184 \text{ кПа}$$

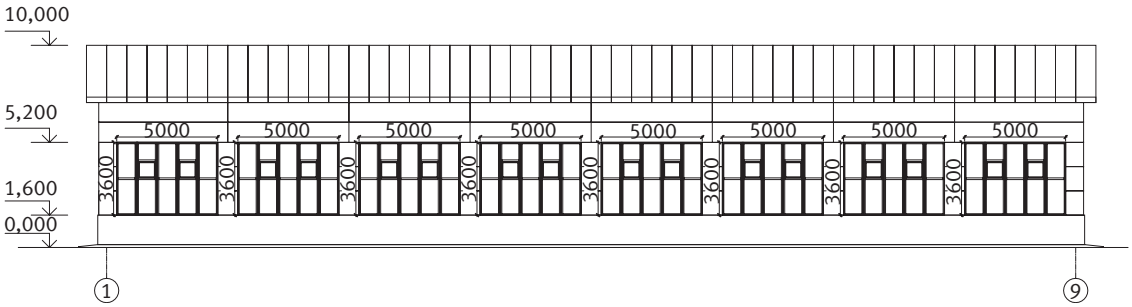


Рис. 1.3.1.1. Общий чертеж фасада здания для выполнения расчётов конструкций прерывистого ленточного остекления.

1.6. Расчётное значение ветровой нагрузки **W** с учётом коэффициента надёжности по ветровой нагрузке, принимаемого равным $\gamma f = 1,4$ согласно п. 6. 11 СНиП 2.01.07 — 85*.

$$W = W_m \cdot \gamma f = 0,184 \cdot 1,4 = 0,26 \text{ кПа} = 260 \text{ Па} = 0,00026 \text{ Н/мм}^2$$

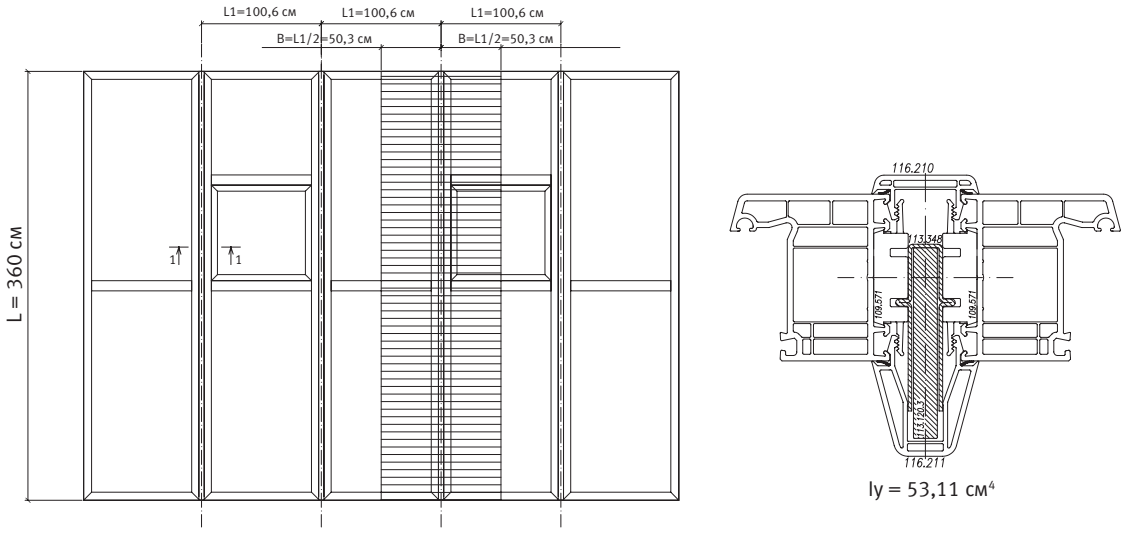


Рис. 1.3.1.2 Схема к статическому расчёту фасадного соединителя (главной несущей стойки) на действие ветровой нагрузки

3. Определение площади сбора нагрузки и требуемого момента инерции армирующего профиля

Ширина сбора нагрузки **B = 2 · 50,3=100,6 см**

Рабочая длина элемента **L = 360 см**

Допустимый прогиб элементов f **= L/300 = 360/300 = 1,2 см**

Модуль упругости армирующего профиля (сталь) **E = 210000 Н/мм²**

Подставляя значения в формулу *(1.6.1)* — см. раздел 1.6, получим

$$I_{треб} = \frac{5 \cdot W \cdot L^4 \cdot B}{384 \cdot E \cdot f} = \frac{5 \cdot 0{,}00026 \cdot 360^4 \cdot 100{,}6}{384 \cdot 210000 \cdot 1{,}2} = 22{,}70 см^4 \; < I_{факт} = 53{,}11 \; см^4$$

Следовательно, жесткость предварительно выбранного фасадного соединителя является достаточной.

1.3.1б. Статический расчёт горизонтального импоста на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха.

На стадии архитектурно-композиционного проектирования был выбран импост арт. 102.218 со стальным усилителем арт. 113.271; момент инерции I_y= 3,68 см⁴.

Для горизонтальных импостов, входящих в состав рамы и работающих совместно со стеклопакетом, принимается трапецевидное распределение ветровой нагрузки *(см. рис. 1.3.1.3)*. Расчёт проводится аналогично разделу 4.7.2 [1] по формуле:

$$I_{треб} = \frac{W \cdot L^4 \cdot B}{1920 \cdot E \cdot f} \cdot \left[25 - 40 \cdot \left(B/L\right)^2 + 16 \cdot \left(B/L\right)^4\right] \qquad (1.3.1.1)$$

где

W — расчётное значение ветровой нагрузки, [Н/мм² или Па]

B — ширина эпюры нагружения, [см]

L — рабочая длина профиля, [см]

E — модуль упругости материала усиливающего профиля, [Н/мм² или Па] E=210 000 Н/мм² для стали

f — максимально допустимый прогиб, [см]; в общем случае f=L/300 ... L/200.

1920 = const — постоянная величина

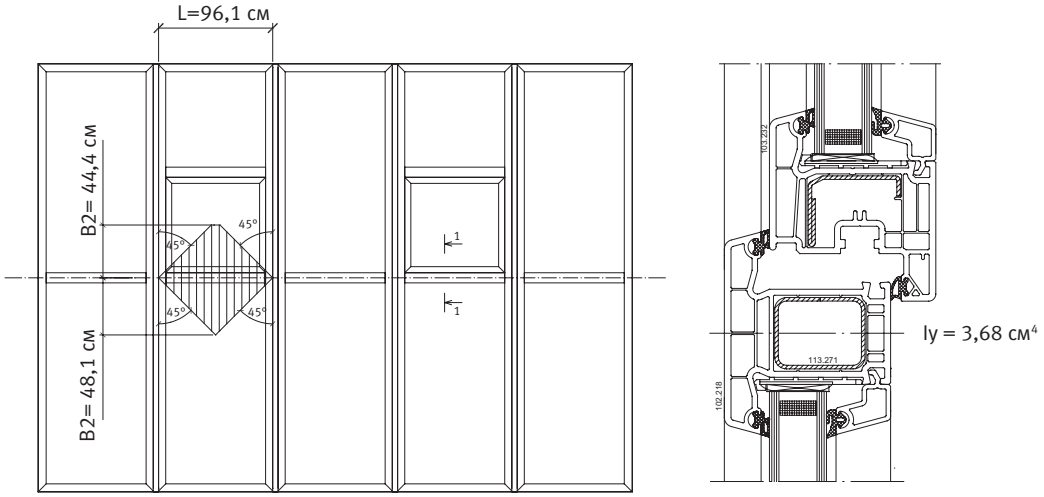


Рис. 1.3.1.3 Схема к статическому расчёту горизонтального импоста рамного заполнения с трапецевидным распределением ветровой нагрузки. Оконный блок (элемент заполнения) изготовлен из профилей VEKA SOFTLINE.

Расчётное значение ветровой нагрузки принимается аналогично п.3.2.1. т.е.

W = 0,26 кПа = 260 Па

Допустимый прогиб элементов f = L/300 = 96,1/300 = 0,32 см

Ширина сбора нагрузки B_1 = 44,4 см; B_2 = 48,1 см

Рабочая длина элемента L = 96,1 см

Модуль упругости армирующего профиля (сталь) E = 210000 Н/мм^2

Для грузовой полосы B_1:

$$I^1_{треб} = \frac{W \cdot L^4 \cdot B}{1920 \cdot E \cdot f} \cdot \left[25 - 40 \left(\frac{B}{L}\right)^2 + 16 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^4\right] =$$

$$= \frac{0{,}00026 \cdot 96{,}1^4 \cdot 44{,}4}{1920 \cdot 210000 \cdot 0{,}32} \cdot \left[25 - 40 \cdot \left(\frac{44{,}4}{96{,}1}\right)^2 + 16 \cdot \left(\frac{44{,}4}{96{,}1}\right)^4\right] = 0{,}13 \text{см}^4$$

Для грузовой полосы B_2:

$$I^2_{треб} = \frac{W \cdot L^4 \cdot B}{1920 \cdot E \cdot f} \cdot \left[25 - 40 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^2 + 16 \cdot \left(\frac{B}{L}\right)^4\right] =$$

$$= \frac{0{,}00026 \cdot 96{,}1^4 \cdot 48{,}1}{1920 \cdot 210000 \cdot 0{,}32} \cdot \left[25 - 40 \cdot \left(\frac{48{,}1}{96{,}1}\right)^2 + 16 \cdot \left(\frac{48{,}1}{96{,}1}\right)^4\right] = 0{,}13 \text{см}^4$$

Требуемый момент инерции горизонтального импоста

$I_{треб} = I^1_{треб} + I^2_{треб} = 0,13 = 0,26$ см^4 ‹ $I_{факт} = 3,68$ см^4

Следовательно, жесткость предварительно выбранного армирующего элемента горизонтального импоста из условия расчёта на действие ветровой нагрузки является достаточной

1.3.2. Прочностной расчёт стеклопакета на действие сочетания ветровой и климатической нагрузок

Исходные данные

Необходимо проверить правильность выбора конструкции стеклопакета (оценить возможный риск разрушения стёкол в процессе монтажа и эксплуатации), выбранного для ленточного остекления здания, показанного на *рис.1.3.1.1* и при необходимости, скорректировать принятое конструктивное решение (толщины стёкол и воздушной прослойки). Район строительства — г. Москва. Предварительно был выбран однокамерный стеклопакет с низкоэмиссионным стеклом — 4М1-10-И4. Согласно чертежам *рис. 1.3.1.2* , максимальные габаритные размеры прямоугольного стеклопакета: высота 840 мм; ширина 1700 мм.

Стеклопакеты изготавливаются в г. Москве при температуре на производстве + 18 ^{0} С и атмосферном давлении воздуха 760 мм.рт.ст. Принимается, что атмосферное давление при эксплуатации равно атмосферному давлению во время производства стеклопакета.

Расчётное значение ветровой нагрузки принимается аналогично п.3.2.1. т.е.

W = 0,26 кПа = 260 Па= 0, 26 кН/ м ^{2}

Интервал эксплуатационных температур (задаётся на основании СНиП 23-01-99 «Строительная климатология) **от –32 ºС до +23,6ºС**.

Т н ^{мин} = — 32ºС — температура наиболее холодных суток (табл.1 СНиП 23-01-99);

Т н ^{макс} = +23,6ºС — средняя максимальная температура наиболее тёплого месяца (табл.2 СНиП 23-01-99);

Величина эксплуатационной климатической нагрузки без учёта собственной жёсткости стеклопакета может быть предварительно оценена по наихудшим эксплуатационным условиям в зимнее время при $t_н$ = Т н ^{мин} = — 32ºС и температуре внутреннего воздуха помещения $t_н$ = + 20 ºС.

При этих условиях температура в воздушной полости стеклопакета может быть приближённо определена как $I_{треб} = (t_в + t_н)/2 = (20–32)/2 = –6$°С.

Исходя из этого условия, величина эксплуатационной климатической нагрузки может быть предварительно оценена на основании соотношения (1.7.2а см. раздел 1.7) как:

$P_0 = 0,34 \cdot \Delta T = 0,34 \cdot (T_t – T_{пр}) = 0,34 \cdot ((–6+273)) – (+18+273)) = –8,16$ кН/м^2

Величина монтажной климатической нагрузки может быть предварительно оценена из наихудших условий монтажа и эксплуатации стеклопакета на неотапливаемом объекте в зимнее время. В этом случае расчётная температура воздуха в прослойке стеклопакета принимается равной температуре наружного воздуха $t_н = -32°C$, а величина климатической нагрузки предварительно оценивается как:

$P_0 = 0{,}34 \cdot \Delta T = 0{,}34 \cdot (T_t - T_{пр}) = 0{,}34 \cdot ((-32+273)) - (+18+273)) = -17$ кН/м^2

Коэффициент пространственной жёсткости стеклопакета

Работа стеклянных пластин под действием равномерно распределённых нагрузок описывается уравнениями теории упругости. Коэффициент пространственной жёсткости стеклопакета α определяется по формуле (1.3.2.1) [4].

$$\alpha = 1/[1+(К/К^*)^4] \qquad (1.3.2.1)$$

где

К — короткая сторона стеклопакета, [мм];

К* — «характеристическая длина» стеклопакета, [мм], определяемая как

$$К^* = \sqrt[4]{[(S \cdot D_1 \cdot D_2)/P_n \cdot (D_1 + D_2) \cdot A_V]} \qquad (1.3.2.2)$$

Для стеклопакета с одинаковыми стёклами уравнение (1.3.2.2) запишется в виде:

$$К^* = \sqrt[4]{[(S \cdot D^2)/2 \cdot P_n \cdot D \cdot A_V]} = \sqrt[4]{(S \cdot D)/(2 \cdot P_n \cdot A_V)} \qquad (1.3.2.2а)$$

где

S — ширина межстекольного пространства (воздушной прослойки) стеклопакета, [мм],

P_n — нормальное атмосферное давление, принимаемое равным $P_n = 0{,}1$ Н/мм^2 (100 Н/м^2 = 100 кПа);

D_1, D_2 — цилиндрические жесткости стекол, определяемые как

$$D = E \cdot \delta^3/[12 \cdot (1-\mu^2)] \qquad (1.3.2.3)$$

где **E** — модуль упругости стекла E = 70 000 [Н/мм ^{2}] ;

δ — толщина стекла, [мм]

μ — коэффициент Пуассона (для стекла m =0,23)

Следовательно

$$D = E \cdot \delta^3/[12 \cdot (1-0{,}23^2)] = E \cdot \delta^3/11{,}37 = 6156 \cdot \delta^3 \qquad (1.3.2.3а)$$

A_v — безразмерная величина, зависящая от отношения короткой стороны стеклопакета к длинной, принимаемая по табл. 1.3.2.1.

Для стеклопакета с размерами сторон 640·1730 мм, это соотношение составит К/ L = 825/1700 = 0,49. Соответственно значение A_v принимается равным 0,0046.

Табл. 1.3.2.1
Зависимость значения Av от отношения сторон стеклопакета (L — длинная сторона; К — короткая сторона) [4]

Соотношение сторон (К/ L)	Av
1:1	0,00170
0,95	0,00188
0,90	0,00208
0,85	0,00230
0,80	0,00253
0,75	0,00279
0,70	0,00307
2:3	0,00327
0,65	0,00338
0,60	0,00370
0,55	0,00404
1:2	0,00440
0,45	0,00478
0,40	0,00516
0,35	0,00555
1:3	0,00569
0,30	0,00595
0,25	0,00635
0,20	0,00674
0,15	0,00714
0,10	0,00754
0,05	0,00794
0,00	0,00833

Для предварительно выбранных стёкол пакета, толщиной 4 мм, по формуле (1.3.2.3а):

$$D = 6156 \cdot \delta^3 = 6156 \cdot 4^3 = 393984$$

Подставляя значения в уравнение (1.3.2.2а), при предварительно выбранной толщине воздушной прослойки 10 мм получим

$$K^* = \sqrt[4]{(S \cdot D)/(2 \cdot P_n \cdot A_V)} = \sqrt[4]{(10 \cdot 393984)/(2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}0046)} = 255$$

Коэффициент пространственной жёсткости стеклопакета по формуле (1.3.2.1):

$$\alpha = 1 / [1 + (К / К^{*})^4] = 1 / [1 + (1000 / 255)^4] = 0{,}004$$

Расчётные климатические нагрузки (с учётом коэффициента жёсткости стеклопакета):

Эксплуатационная нагрузка

$$\Delta P = \alpha \cdot P_o = 0{,}004 \cdot 8{,}16 = 0{,}03 кН / м^2$$

Монтажная нагрузка

$$\Delta P = \alpha \cdot P_o = 0{,}004 \cdot 17 = 0{,}07 кН / м^2$$

Суммарная расчётная нагрузка на наружное стекло (с учётом ветровой нагрузки) составит (согласно уравнению 1.1.7.1 см.раздел 1.1.7)

Эксплуатационная нагрузка

$$P = W_m + \Delta P = 0{,}26 + 0{,}03 = 0{,}29 кН / м^2$$

Монтажная нагрузка

$$P = W_m + \Delta P = 0{,}26 + 0{,}07 = 0{,}33 кН / м^2$$

Окончательный выбор толщины наружного стекла и воздушной прослойки

Требуемая толщина наружного стекла δ, необходимая для восприятия расчётных нагрузок, определяется согласно DIN 1249 по формуле

$$\delta = \sqrt{(\varphi \cdot P \cdot (К / 2)^2 \cdot 10^3) / \sigma_{из}} \qquad (1.3.2.4)$$

где

δ — толщина наружного стекла, [мм];

P — общая суммарная нагрузка, [кН/м ^{2}];

K — короткая сторона (ширина) стеклопакета, [м] ;

$\sigma_{из}$ — прочность стекла при изгибе [Н/мм ^{2}], $\sigma_{из}$ принимаемая согласно ГОСТ 24866-99, $\sigma_{из}$ = 15 Н/мм^2.

φ — безразмерная величина, зависящая от отношения длинной стороны стеклопакета к короткой, принимаемая по *табл. 1.3.2.2.* Для стеклопакета с размерами сторон 1700x840 мм, это соотношение составит L/K = 1700/840 = 2.02. Соответственно значение φ принимается равным 2,45.

Табл. 1.3.2.2

Зависимость расчетных коэффициентов от отношения сторон стеклопакета (L — длинная сторона; К — короткая сторона) [4]

L/K	φ	ψ	L/K	φ	ψ	L/K	φ	ψ
1,00	1,15	0,71	1,80	2,27	1,63	2,60	2,75	2,05
1,02	1,19	0,74	1,82	2,29	1,64	2,26	2,76	2,06
1,04	1,23	0,77	1,84	2,31	1,66	2,64	2,76	2,06
1,06	1,27	0,80	1,86	2,33	1,67	2,66	2,77	2,07
1,08	1,30	0,83	1,88	2,35	1,69	2,68	2,77	2,07
1,10	1,34	0,86	1,90	2,36	1,70	2,70	2,78	2,08
1,12	1,38	0,89	1,92	2,38	1,72	2,72	2,79	2,08
1,14	1,41	0,91	1,94	2,39	1,73	2,74	2,79	2,09
1,16	1,45	0,94	1,96	2,41	1,74	2,76	2,80	2,09
1,18	1,48	0,97	1,98	2,43	1,76	2,78	2,80	2,10
1,20	1,51	1,00	2,00	2,44	1,77	2,80	2,81	2,10
1,22	1,55	1,02	2,02	2,45	1,78	2,82	2,81	2,11
1,24	1,58	1,05	2,04	2,47	1,80	2,84	2,82	2,11
1,26	1,61	1,07	2,06	2,48	1,81	2,86	2,82	2,11
1,28	1,64	1,10	2,08	2,50	1,82	2,88	2,83	2,12
1,30	1,67	1,12	2,10	2,51	1,83	2,90	2,83	2,12
1,32	1,70	1,15	2,12	2,52	1,84	2,92	2,83	2,13
1,34	1,73	1,17	2,14	2,53	1,85	2,94	2,84	2,13
1,36	1,76	1,19	2,16	2,55	1,87	2,96	2,84	2,13
1,38	1,79	1,22	2,18	2,56	1,88	2,98	2,85	2,14
1,40	1,82	1,24	2,20	2,57	1,89	3,00	2,85	2,14
1,42	1,85	1,26	2,22	2,58	1,90	3,05	2,86	2,15
1,44	1,87	1,29	2,24	2,59	1,91	3,10	2,87	2,15
1,46	1,90	1,31	2,26	2,60	1,92	3,15	2,87	2,16
1,48	1,92	1,33	2,28	2,61	1,93	3,25	2,89	2,17
1,50	1,95	1,35	2,30	2,62	1,94	3,35	2,90	2,18
1,52	1,97	1,37	2,32	2,63	1,94	3,40	2,90	2,19
1,54	2,00	1,39	2,34	2,64	1,95	3,50	2,91	2,20
1,56	2,02	1,41	2,36	2,65	1,96	3,60	2,92	2,20
1,58	2,05	1,43	2,38	2,66	1,97	3,75	2,94	2,22
1,60	2,07	1,45	2,40	2,67	1,98	3,80	2,94	2,22
1,62	2,09	1,47	2,42	2,68	1,99	3,95	2,95	2,23
1,64	2,11	1,49	2,44	2,69	1,99	4,15	2,96	2,28
1,66	2,14	1,51	2,46	2,70	2,00	4,35	2,97	2,30
1,68	2,16	1,52	2,48	2,71	2,01	4,40	2,98	–
1,70	2,18	1,54	2,50	2,71	2,02	4,80	2,98	–
1,72	2,20	1,56	2,52	2,72	2,02	4,85	2,99	–
1,74	2,22	1,58	2,54	2,73	2,03	5,00	2,99	–
1,76	2,24	1,59	2,56	2,74	2,04	5,01	3,00	–
1,78	2,26	1,61	2,58	2,74	2,04			

Проверка правильности предварительного выбора толщины стекла производится по формуле (1.3.2.4). Подставляя значения, для суммарной расчётной эксплуатационной нагрузки получим

$$\delta = \sqrt{(\varphi \cdot P \cdot (K/2)^2 \cdot 10^3)/\sigma_{из}} = \sqrt{(2{,}45 \cdot 0{,}29 \cdot (0{,}84/2)^2 \cdot 10^3)/15} = 1{,}9 \text{мм}$$

Следовательно, **предварительно выбранная толщина стекла в 4 мм является достаточной.**

Проверка правильности выбора толщины воздушной прослойки из условия возможного «схлопывания» стеклопакета определяется путём вычисления максимально возможного прогиба стёкол (при действии монтажной климатической нагрузки — зимний монтаже в неотапливаемом здании).

Определение максимального эксплуатационного прогиба наружного стекла производится согласно DIN 1249 по формуле:

$$f = \psi \cdot P \cdot (K/2)^4 \cdot 10^9 / (E \cdot \delta^3) \le f_{изг} \qquad (1.3.2.5)$$

где

f — расчетный прогиб [мм];

$\mathbf{f_{изг}}$ — максимально допустимый прогиб стекла при изгибе [мм], принимаемый равным $\mathbf{f_{изг} \le L/100}$, где L — длинная сторона стеклопакета [мм];

K — короткая сторона стеклопакета, [мм];

δ — толщина стекла, [мм]

P — суммарная расчётная нагрузка, действующая на стёкла стеклопакета и определяемая согласно **уравнению 1.1.7.1 (см.раздел 1.1.7)** [кН/м^2].

E — модуль упругости стекла E = 70 000 [Н/мм ^{2}] ;

ψ — безразмерная величина, зависящая от отношения длинной стороны стеклопакета к короткой, принимаемая по табл. 4.2.2. Для стеклопакета с размерами сторон 1700x840 мм, это соотношение составит L/ K = 1700/840 = 2,02. Соответственно значение у принимается равным 1,78.

При суммарной монтажной нагрузке **P** получим

$$f = \psi \cdot P \cdot (K/2)^4 \cdot 10^9 / (E \cdot \delta^3) = 1{,}78 \cdot 0{,}33 \cdot (0{,}84/2)^4 \cdot 10^9 / (70000 \cdot 4^3) = 4{,}08 \text{мм}$$

Максимально возможный суммарный «встречный» прогиб обоих стёкол составит 4,08 + 4,08 = 8,16 мм => стеклопакет с предварительно выбранной воздушной прослойкой 10 мм при установке в неотапливаемом здании в зимнее время не разрушится.

Таким образом, по итогам прочностных расчётов может быть принята окончательная формула стеклопакета — 4М1-10-И4.

1.3.3. Расчет естественного освещения через вертикальные светопроёмы в наружных стенах (боковое естественное освещение). Определение коэффициента затенения переплётами из ПВХ-профилей.

Исходные данные.

Определить фактический уровень естественной освещённости в производственном здании, показанном на *рис. 1.3.3.1* и, при необходимости, скорректировать общее архитектурно-композиционное решение фасадов здания и/или конструктивное решение ленточного остекления.

Здание однопролетное (L=18 м), длина 84 м *(рис.1.3. 3.1)*. Естественное освещение — одностороннее, боковое, через светопроёмы в стенах. Район строительства Москва (1 административный район по ресурсам светового климата).

Ориентация светопроемов по сторонам света — северо-западное.

В здании размещено производство бытовой техники — III разряд зрительной работы.

При остеклении здания применены стеклопакеты с конструктивной формулой 4М1-10-И4 и τ_1**=0,73 (ГОСТ 24866-99 и Прил.4).**

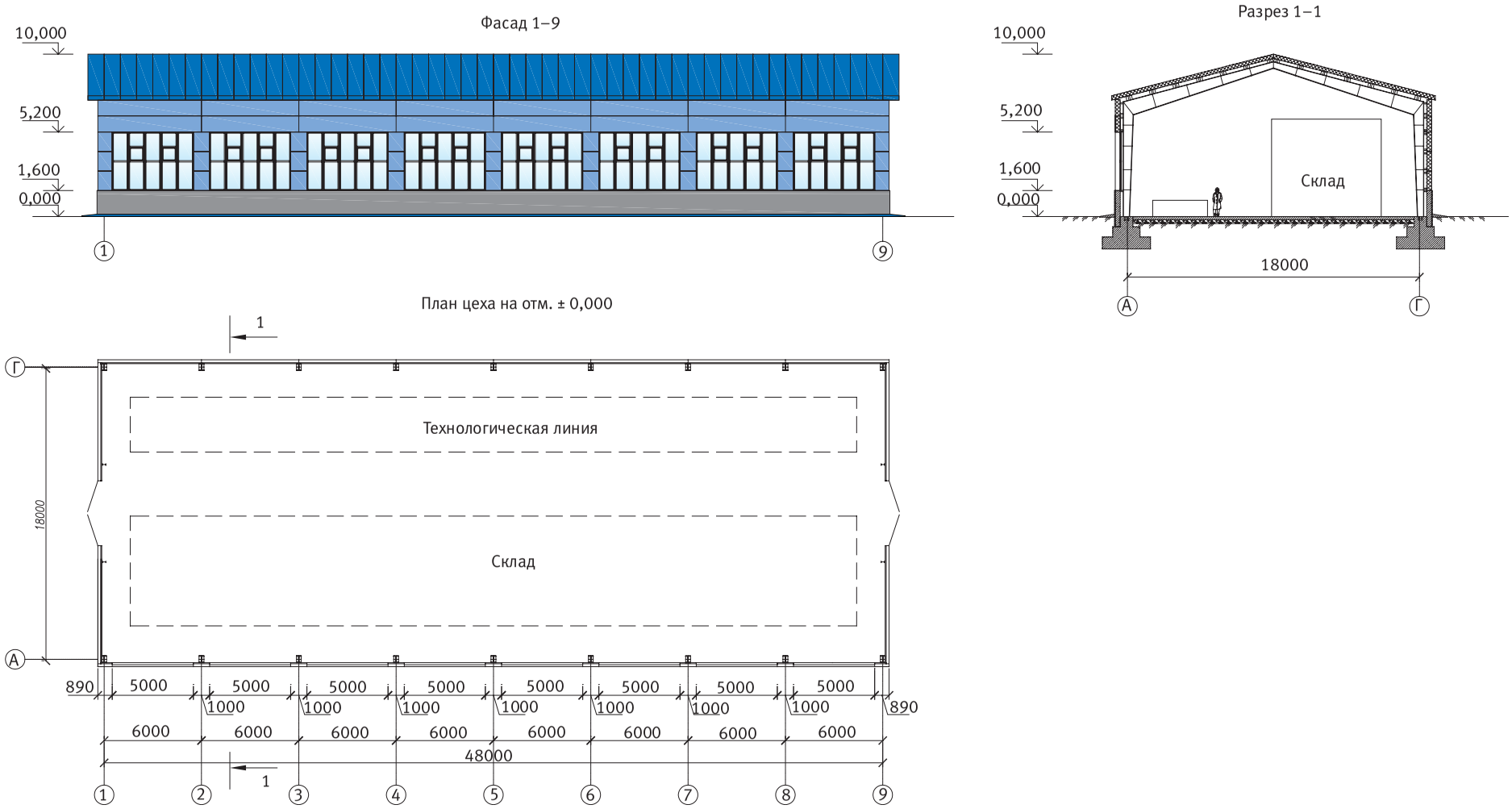


Рис. 1.3.3.1а. Схема к расчету бокового естественного освещения (одностороннее боковое освещение со стороны размещения основной технологической линии) через светопроёмы прерывистого ленточного остекления.

Фасад, план и разрез производственного здания.

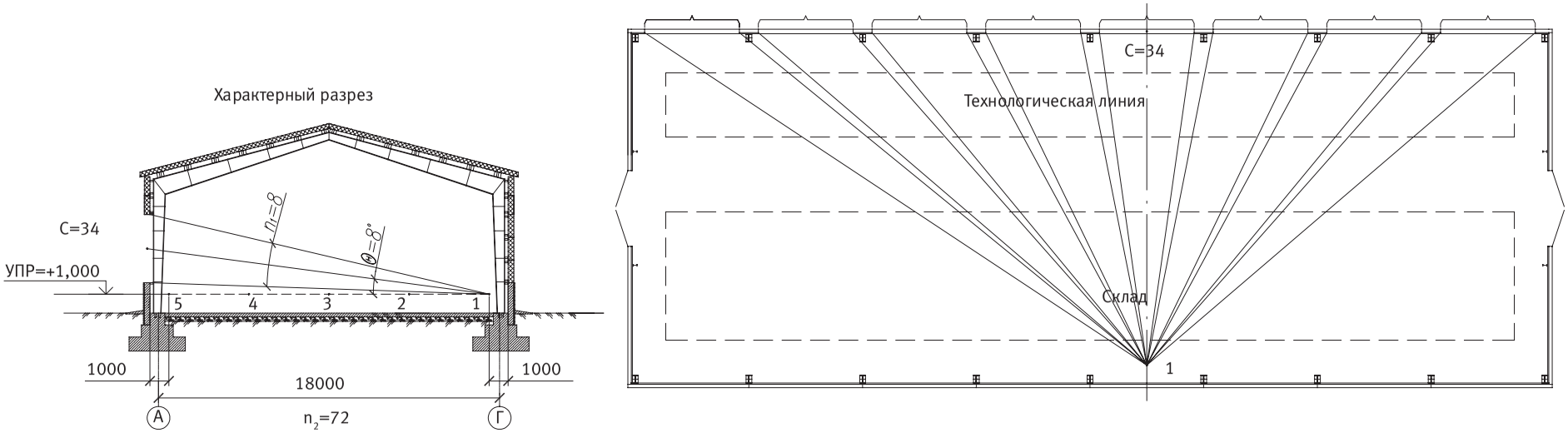


Рис. 1.3.3.1б. Схема к расчету бокового естественного освещения (одностороннее боковое освещение со стороны размещения основной технологической линии) через светопроёмы прерывистого ленточного остекления.

Характерный разрез здания по светопроёму и нанесение расчётных точек на характерном разрезе и плане здания.

1. Определение нормативного значения КЕО для **III разряда зрительной работы и 1 административного светового района** (по формуле *(1.1.3.2 — см.раздел 1.1.3)*:

$$e_N = e_H \cdot m_N = 1{,}5 \cdot 1{,}0 = 1{,}50$$

2. Уровень рабочей поверхности (УРП) принят на высоте 1,0 м от пола. На УРП — 5 расчетных точек, отстоящих друг от друга на одинаковом расстоянии. 1 и 5 расчетные точки отстоят от внутренней поверхности стены на расстоянии 1 м. На характерном разрезе точка С — центр оконного проема. (см. *рис. 1.3.3.1б*)

3. Для каждой расчетной точки выполняется расчёт геометрического КЕО согласно *прил.3*. Результаты с учётом неравномерной яркости небосвода (коэффициент q — *см.раздел 1.1.3*), сведены в *табл. 1.3.3.1*.

Табл. 1.3.3.1
Результаты расчёта геометрического КЕО без учёта затенения переплётами

Расчетная точка	$\varepsilon_б = 0{,}01 \cdot n_1 \cdot n_2$	θ	q	$e_б = \varepsilon_б \cdot q$
1	5,76	8	0,56	3,23
2	7,20	10	0,58	4,18
3	8,30	14	0,63	5,23
4	12,88	24	0,78	10,04
5	29,14	64	1,21	35,26

4. Коэффициент затенения переплётами в светопроёме, заполняемого панелью прерывистого ленточного остекления определяется в соответствии со схемой *рис.1.3.3.2:*

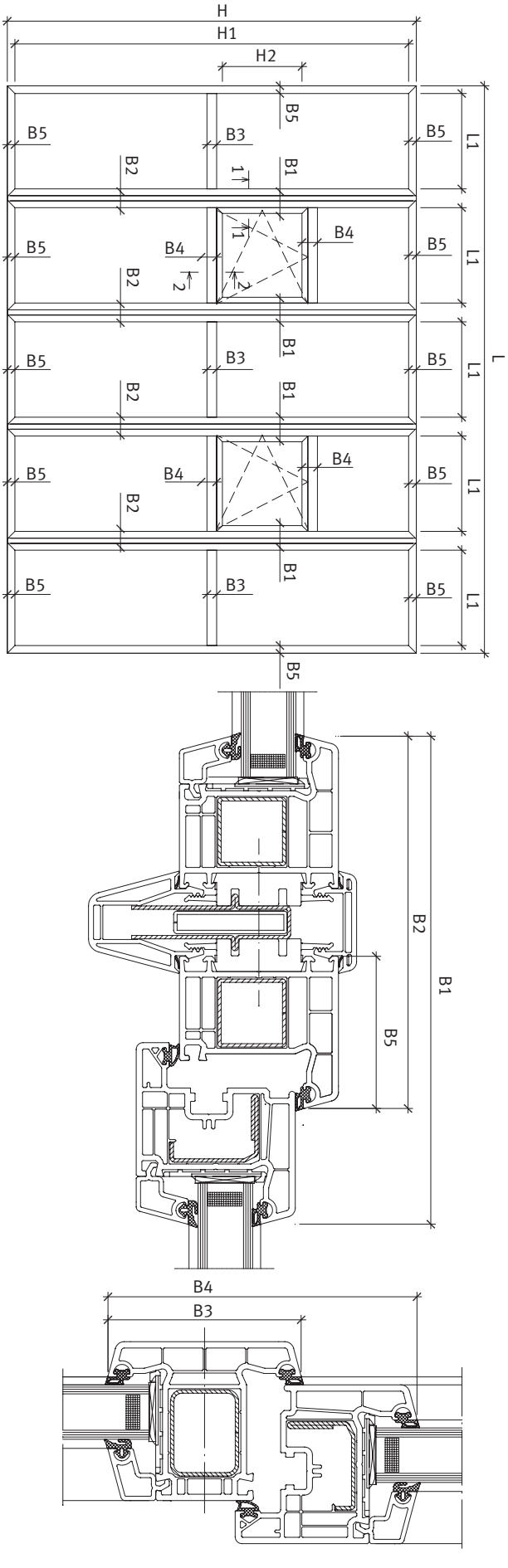


Рис. 1.3.3.2. Построение схемы к расчёту коэффициента затенения переплётами в светопроёме, заполняемого панелью прерывистого ленточного остекления

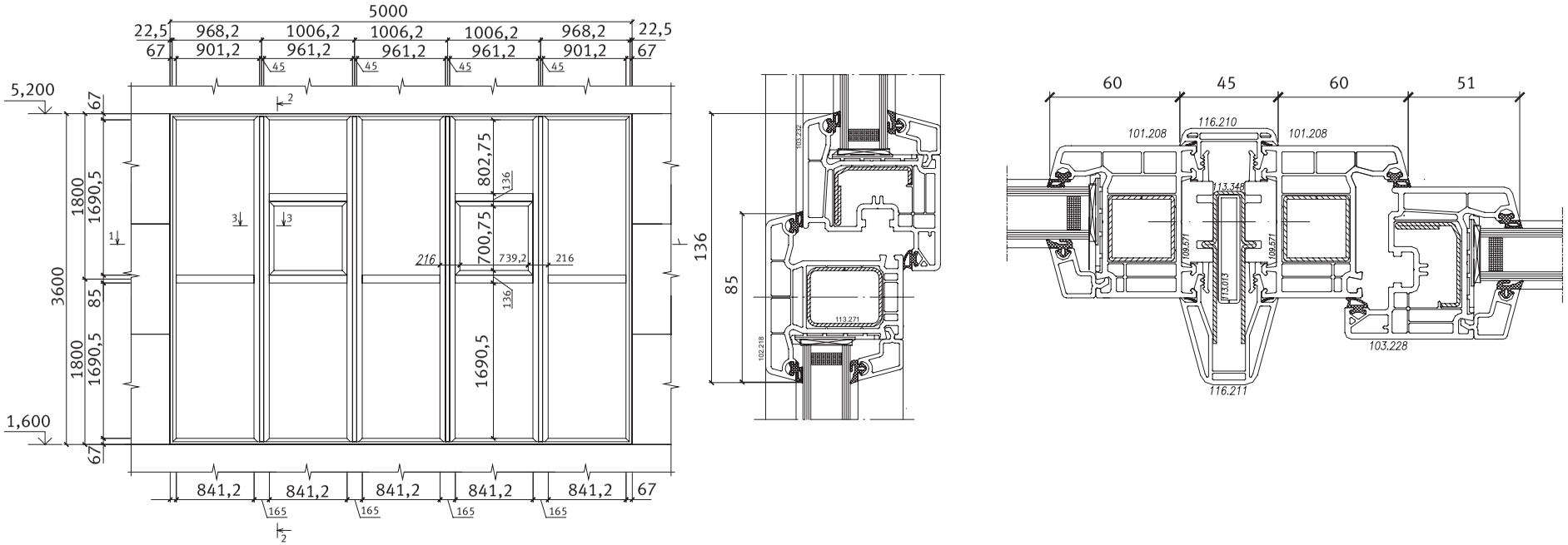


Рис. 1.3.3.2. Построение схемы к расчёту коэффициента затенения переплётами в светопроёме, заполняемого панелью прерывистого ленточного остекления

$$S_{зат} = B1 \cdot H2 \cdot 4 + B2 \cdot (H1 - H2) \cdot 4 + B3 \cdot L1 \cdot 3 + B4 \cdot L2 \cdot 4 + B5 \cdot (L + H) \cdot 2$$

где
B1= 0,215 м — ширина профильной комбинации «рама + фасадный соединитель + рама + створка»;
B2= 0,165 м — ширина профильной комбинации «рама + фасадный соединитель + рама»;
B3= 0,085 м — ширина профиля горизонтального импоста;
B4= 0,136 м — ширина профильной комбинации «горизонтальный импост + створка»;
B5= 0,067 м — ширина профиля рамы;

Габаритные размеры панели ленточного остекления — L=5,0 м; H= 3,6 м;
Высота открывающейся створки — H2=0,701 м;
Длина горизонтального импоста (поперечины) — L1=0,841 м;
Высота фасадного соединителя (стойки) — H1=3,466 м
$S_{факт} = S_{экв} - S_{зат} = 18 - 4,25 = 13,75$ м^2 эквивалентная площадь светопроёма (по габаритным размерам)

$S_{зат} = B1 \cdot H2 \cdot 4 + B2 \cdot (H1 - H2) \cdot 4 + B3 \cdot L1 \cdot 3 + B4 \cdot L1 \cdot 4 + B5 \cdot (L+H) \cdot 2 =$
$= 0,215 \cdot 0,701 \cdot 4 + 0,165 \cdot (3,466 - 0,701) \cdot 4 + 0,085 \cdot 3 + 0,136 \cdot 0,067 \cdot (5,0 + 3,6) \cdot 2 = 4,25$ м^2

$S_{факт} = S_{экв} - S_{зат} = 18 - 4,25 = 13,75$ м^2 — общая площадь затеняющих элементов (профилей)

Коэффициент затенения светопроёма переплётами

$$\tau_2 = \frac{S_{факт}}{S_{экв}} = \frac{13,75}{18} = 0,76$$

Коэффициент светопропускания светопроёма τ_0 при боковом освещении с учётом светопропускания стеклопакета (τ_1=0,73) и понижающего коэффициента затенения переплётами:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 = 0,73 \cdot 0,76 = 0,55$$

5. Итоговая таблица уровней естественной освещённости в расчётных точках с учётом затенения переплётами

Табл. 1.3.3.2

Результаты расчёта геометрического КЕО с учётом затенения переплётами

Коэфф. светопропускания стеклопакета τ_1=0,73

Коэфф. затенения переплетами τ_2=0,76 (24 %)

Общий коэфф. светопропускания проема $\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2$= 0,55

Расчетная точка	Геометрический КЕО $e_б = \varepsilon_б \cdot q$	Геометрический КЕО с учётом потерь освещённости в стеклопакете $e_б = \varepsilon_б \cdot q\ \tau_1$	Геометрический КЕО с учётом потерь освещённости от затенения переплётами $e_б = \varepsilon_б \cdot q\ \tau_1\ \tau_2$
1	3,23	2,36	1,78
2	4,18	3,05	2,30
3	5,23	3,82	2,88
4	10,04	7,33	5,52
5	35,26	25,74	19,39

Раздел 2

СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ АДМИНИСТРАТИВНО-ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Общие требования к проектированию светопрозрачных конструкций зданий административного назначения. Панорамное остекление.

Общие конструктивно-технологические принципы проектирования ленточного остекления на базе системы фасадных соединителей VEKA *(см. раздел 1.1)* могут быть эффективно реализованы при разработке панорамного остекления административно-офисных зданий. Наряду с высокотехнологичными решениями, отвечающими запросам современной архитектуры, обеспечивается реализация основных функциональных требований, отвечающих современному уровню высокой эстетики, комфортности и безопасности зданий подобного типа. А именно:

- Обеспечение высокого уровня естественной освещенности помещений для эффективной организации рабочего процесса;
- Зрительное единство с окружающим пространством; экология и энергоэффективность.
- Обеспечение требуемых параметров температуро-влажностного режима ограждающих конструкций и помещений
- Защита от внешнего шума (при расположении здания вблизи аэропортов или транспортных магистралей);
- Безопасность при эксплуатации (исключение случайного выпадения человека через остекление)
- Выполнение функций аварийной защиты (удаление дыма при пожаре)

Проектирование конструкций панорамного остекления необходимо вести на основании требований СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения», а также СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»; СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»; СниП II-12-77 «Защита от шума».

СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий»; ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

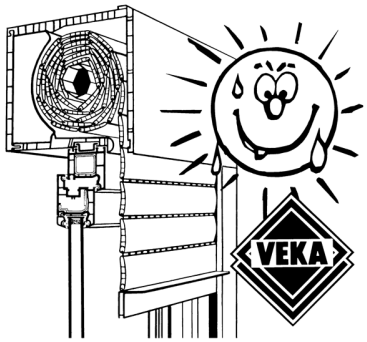
Выбор общей конструктивной схемы панорамного остекления и прочностные расчёты стеклопакетов и силовых элементов профильной системы необходимо производить согласно рекомендациям раздела 1 настоящего Руководства.

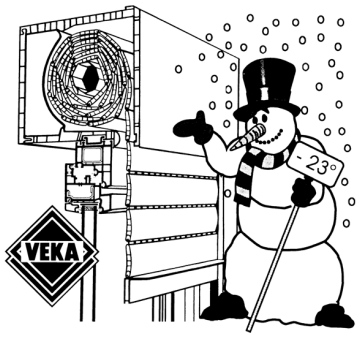
Проектирование конструкций панорамного остекления по требованиям тепловой защиты необходимо производить согласно рекомендациям раздела 5.3 [1]. Дополнительно рекомендуется проведение расчётов двухмерных температурных полей в сечениях фасадных соединителей (стоек) и примыкающих элементов рамного заполнения (*см. Прил.5*).

С целью повышения показателей энергоэффективности здания в конструкции панорамного остекления может быть реализован принцип переменной теплоизоляции за счёт рольставен VEKA, интегрируемых в оконный блок и закрываемых в ночное время (в выходные и праздничные дни), когда офисное помещение не используется. (*рис.2.1*).

При проектировании светопрозрачных конструкций административно-офисных зданий по условиям безопасности рекомендуется дополнительно использовать европейские нормативы TRLV (Technichen Regeln fur die Verwendung von linienformig gelagerten Verglasungen — «Технические правила по проектированию ленточного остекления») и TRAV (Technichen Regeln fur die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen — «Технические правила по проектированию безопасного остекления»).

Согласно нормативу TRAV, конструкции панорамного остекления, относятся к высшей категории А по требованиям безопасности . Согласно указанному нормативу, светопрозрачное заполнение (стеклопакет) для таких конструкций должно выбираться на основании рекомендаций *табл. 2.1* и при необходимости подтверждаться лабораторными испытаниями на устойчивость к воздействию динамических нагрузок (нагрузка удара).





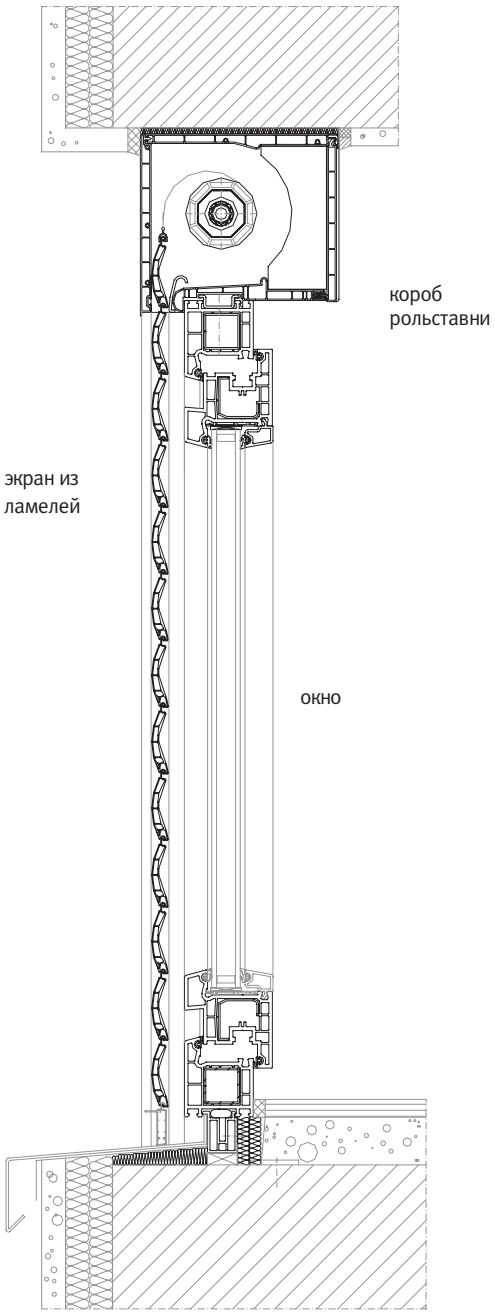
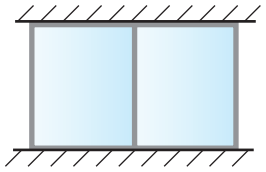


Рис. 2.1. Переменная теплоизоляция в конструкции панорамного остекления.
Предотвращение избыточных теплопотерь в зимнее время и перегрева летом.
Рольставни VEKA, интегрируемые в оконный блок.

Табл. 2.1
Конструкции остекления , испытанного на воздействие удара и отвечающего необходимым требованиям безопасности (для категории A согласно таблице норматива TRAV)



Расчётная схема остекления, соответствующего категории A по требованиям безопасности

Формула стеклопакета (мм) изнутри наружу	Габаритные размеры стеклопакета, мм			
	Ширина, мм		Высота, мм	
	макс	мин	макс	мин
8 ESG / SZR / 4 SPG / 0,76 PVB / 4 SPG	500	1300	1000	2000
8 ESG / SZR / 4 SPG / 0,76 PVB / 4 SPG	1000	2000	500	1300
8 ESG / SZR / 5 SPG / 0,76 PVB / 5 SPG	900	2000	1000	2100
8 ESG / SZR / 5 SPG / 0,76 PVB / 5 SPG	1000	2100	900	2000
5 SPG / 0,76 PVB / 5 SPG / SZR / 8 ESG	1100	1500	2100	2500
5 SPG / 0,76 PVB / 5 SPG / SZR / 8 ESG	2100	2500	1100	1500
8 ESG / SZR / 6 SPG / 0,76 PVB / 6 SPG	900	2500	1000	4000
8 ESG / SZR / 6 SPG / 0,76 PVB / 6 SPG	1000	4000	900	2500
4 ESG / SZR / 4 SPG / 0,76 PVB / 4 SPG	300	500	1000	4000
4 SPG / 0,76 PVB / 4 SPG / SZR / 4 ESG	300	1300	1000	4000

Примечание
SZR — Scheibenzwischenraum — дистанционная рамка (воздушная полость стеклопакета)
ESG — Einscheiben-Sicherheitsglas — закалённое стекло
TVG — Teilvorgespanntes Glas — термоупрочненное стекло
PVB — ламинирующая плёнка
VSG — Verbund-Sicherheitsglas — многослойное стекло
SPG — Special Glas — специальное стекло — стекло, применяемое в соответствии с решаемой функциональной задачей (теплосберегающее, солнцезащитное и т.п.)

2.2. Рекомендуемый состав проектной документации по разделу «Светопрозрачные конструкции административного здания»: графическая часть и пояснительная записка. Примеры выполнения чертежей.

Графическая часть:

- Фасад здания с указанием габаритных размеров светопрозрачных конструкций. Рекомендуемый масштаб 1:200; 1:300;
- Фрагмент фасада с масштабной проработкой размеров профильных элементов. Рекомендуемый масштаб 1:20.
- Горизонтальный разрез (фрагмент разреза) по ленточному остеклению с масштабной проработкой размеров профильных элементов. Рекомендуемый масштаб 1:5; 1:10.
- Вертикальный разрез по ленточному остеклению с указанием схемы закрепления основных стоек. Рекомендуемый масштаб 1:20;1:10.
- Укрупнённый узел примыкания профилей рамы к фасадному соединителю, выбираемый из электронной базы данных (по архитектурно-композиционным соображениям) и подтверждаемый статическим расчётом, с указанием принятых моментов инерции и профильных артикулов. Рекомендуемый масштаб 1:2.

Пояснительная записка:

- Предварительный выбор конструкции стеклопакета и профильной системы по архитектурно-композиционным требованиям.
- Прочностные расчёты основных силовых элементов ленточного остекления:
  - *статический расчет фасадного соединителя (главной несущей стойки) на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха;*
  - *статический расчёт элементов рамного заполнения (вертикальные и горизонтальные импосты оконных блоков) на действие ветровой нагрузки по условию недопустимой инфильтрации холодного воздуха.*
- Выбор конструкции стеклопакета из условий теплозащиты и недопустимости выпадения конденсата на его внутренней поверхности;
- Прочностной расчет стеклопакета на действие сочетания ветровой и климатической нагрузки.
- Корректировка конструкции стеклопакета из условия эксплуатационной безопасности;
- расчёт двухмерных температурных полей в сечениях фасадных соединителей (стоек) и примыкающих элементов рамного заполнения

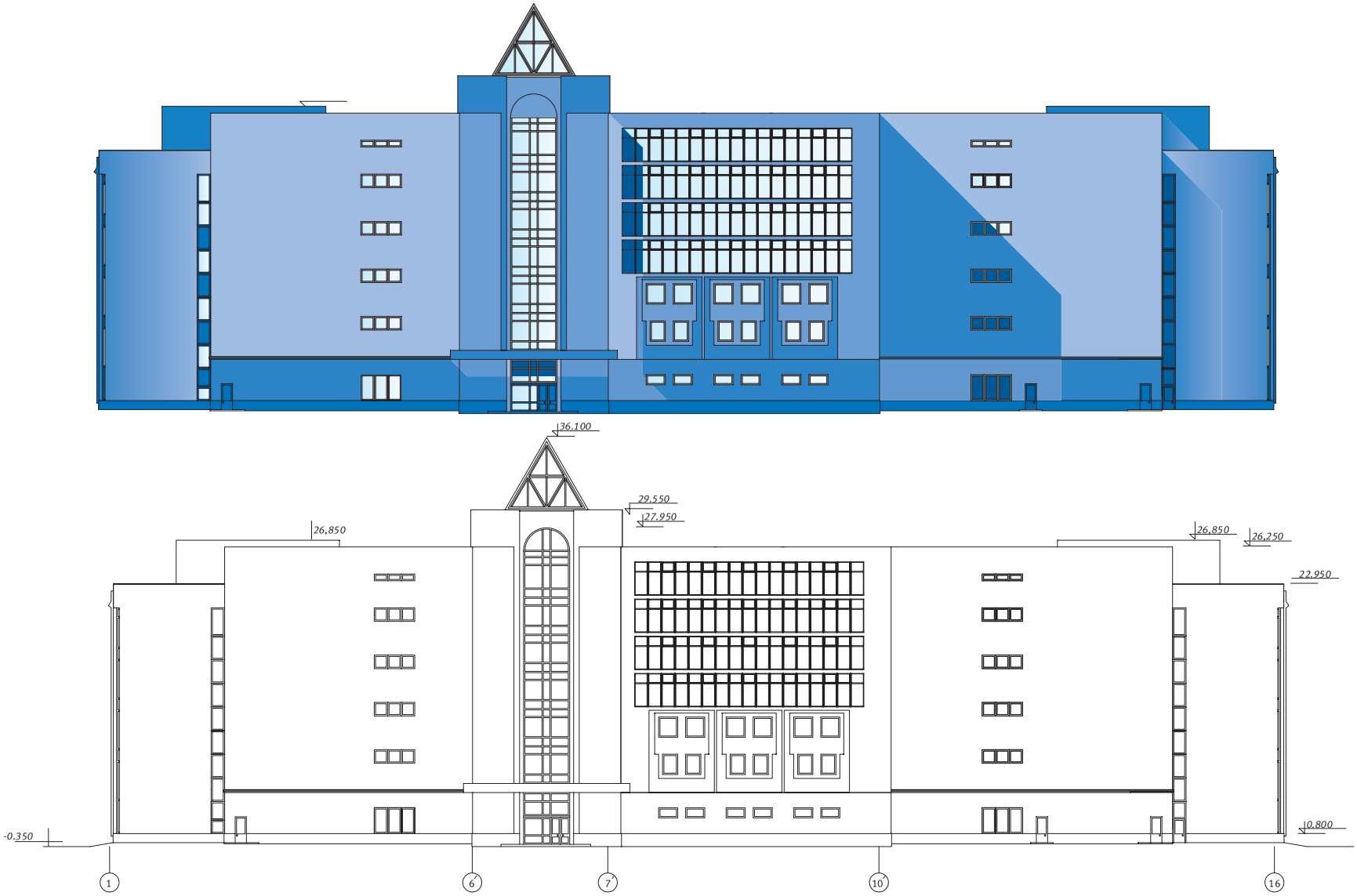


Рис. 2.2.1. Пример выполнения чертежа фасада гаражно-офисного комплекса с панорамным остеклением офисной части.

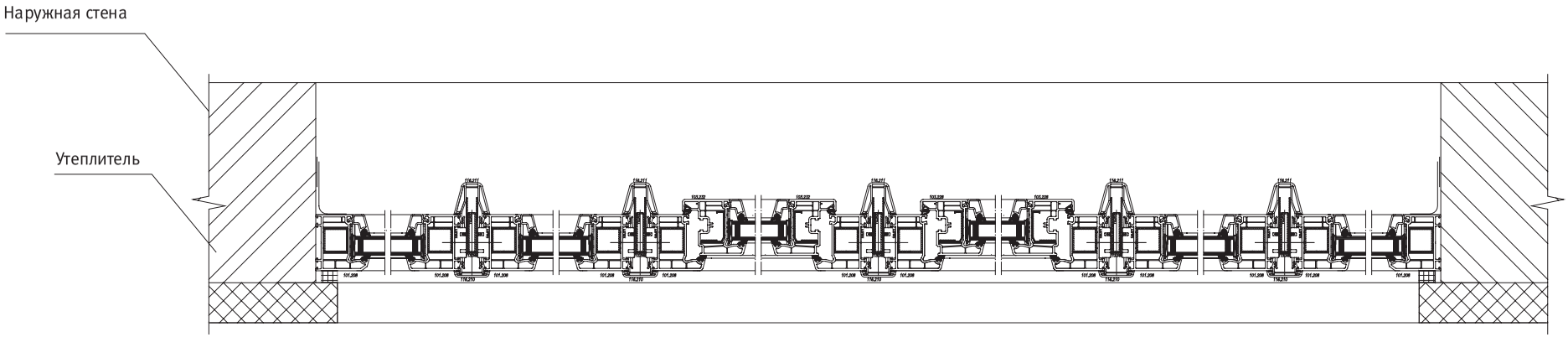


Рис. 2.2.2. Пример выполнения чертежа горизонтального разреза по панорамному остеклению с масштабной проработкой размеров профильных элементов. Система фасадных соединителей VEKA.

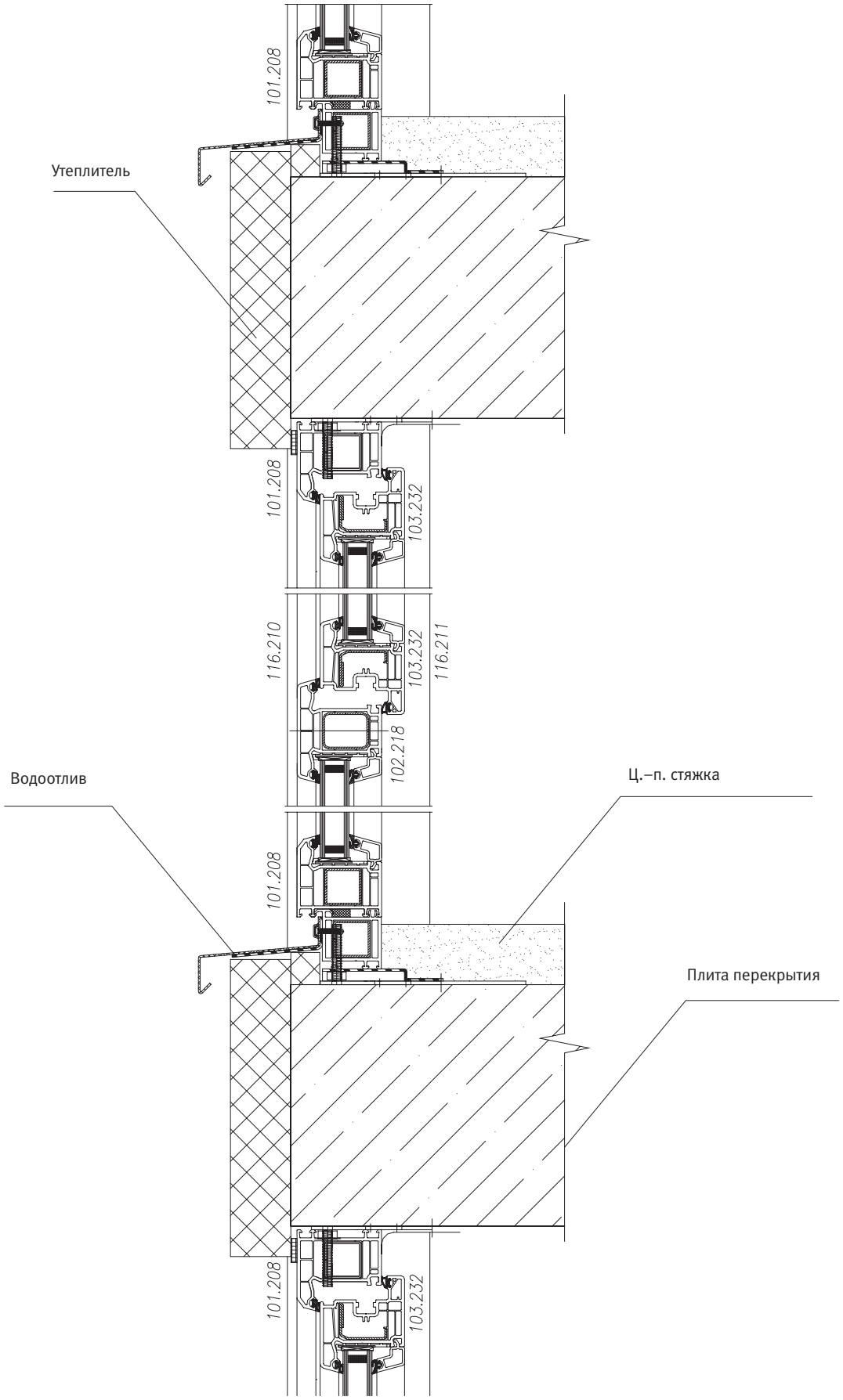


Рис. 2.2.2 а. Пример выполнения чертежа горизонтального разреза по панорамному остеклению: сечение по оконному блоку с открывающейся фрамугой

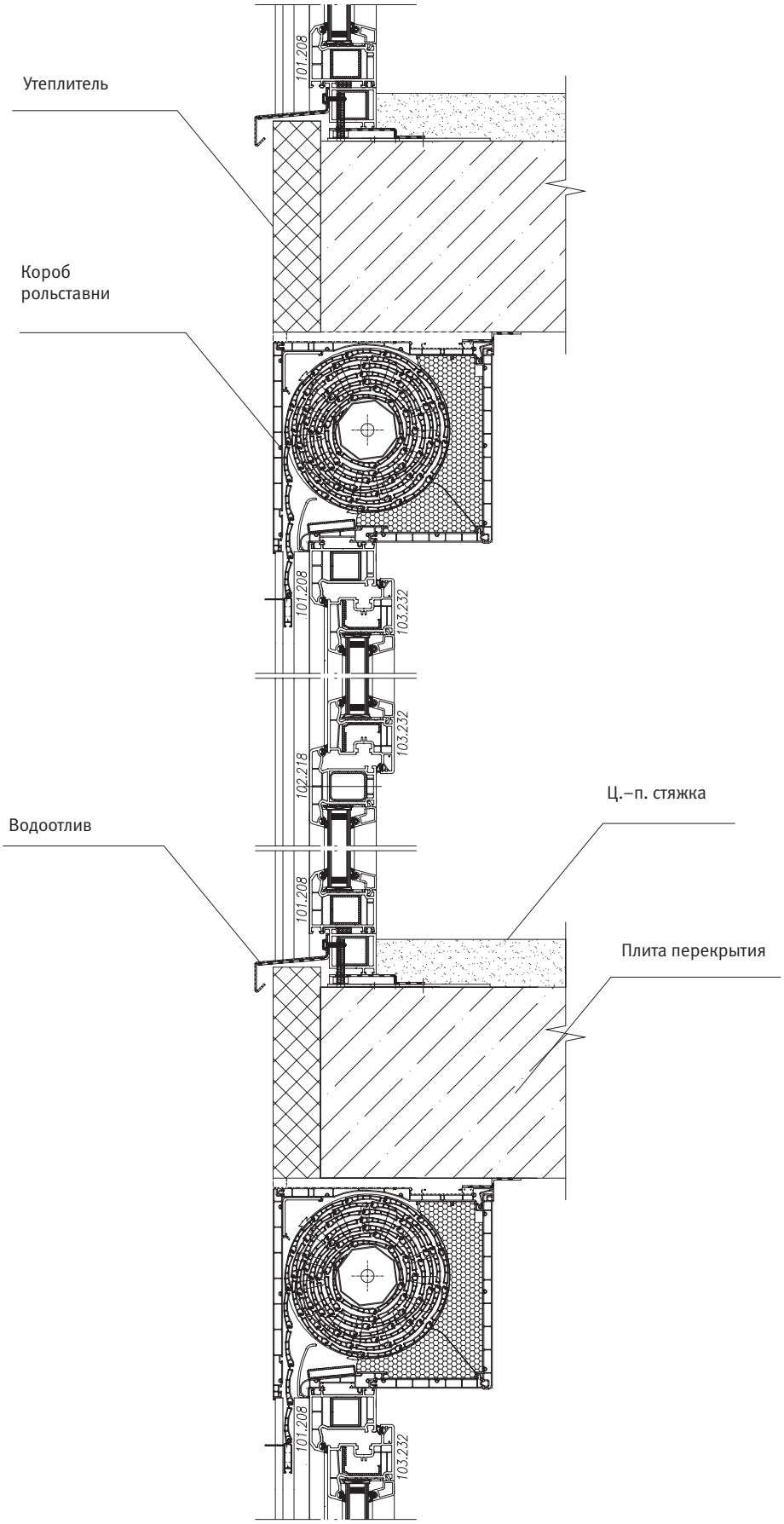
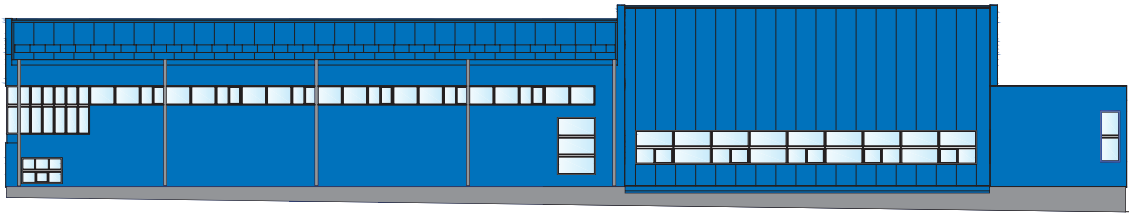


Рис. 2.2.2 б. Пример выполнения чертежа горизонтального разреза по панорамному остеклению: вариант установки переменной теплоизоляции — рольставен

Раздел 3

СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

3.1. Основные конструктивные принципы проектирования малоформатного фасадного остекления



Широкое внедрение в современную строительную практику конструктивных систем быстровозводимых зданий, определяет единство архитектурного стиля и конструктивной идеологии малоэтажных зданий различного назначения — объектов промышленного строительства, торгово-складских и культурно-досуговых центров, физкультурно-оздоровительных комплексов.

Система фасадных соединителей VEKA позволяет расширить архитектурные возможности при проектировании подобных сооружений за счёт создания относительно небольших по площади светопрозрачных конструкций панорамного остекления, образующих единую плоскость на фасаде здания. В отличие от традиционных навесных стоечно-ригельных фасадов из алюминиевых профилей, основную несущую функцию в таких конструкциях в системе VEKA выполняет горизонтальный элемент, жёстко закрепляемый на междуэтажном перекрытии или горизонтальном прогоне *(рис.3.1)*.

Проектирование светопрозрачных конструкций зданий с массовым скоплением людей необходимо осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.08.02-89*«Общественные здания и сооружения», СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы». Дополнительно по условиям безопасности рекомендуется учитывать требования европейских нормативов TRLV и TRAV (см. раздел 2).

Размеры фасадного остекления определяются прочностными расчётами главного горизонтального элемента на действие горизонтальной нагрузки от собственного веса стеклопакетов.

Дополнительно для элементов профильной системы и стеклопакетов должны быть проведены прочностные расчёты в соответствии с рекомендациями разделов 1 и 2.

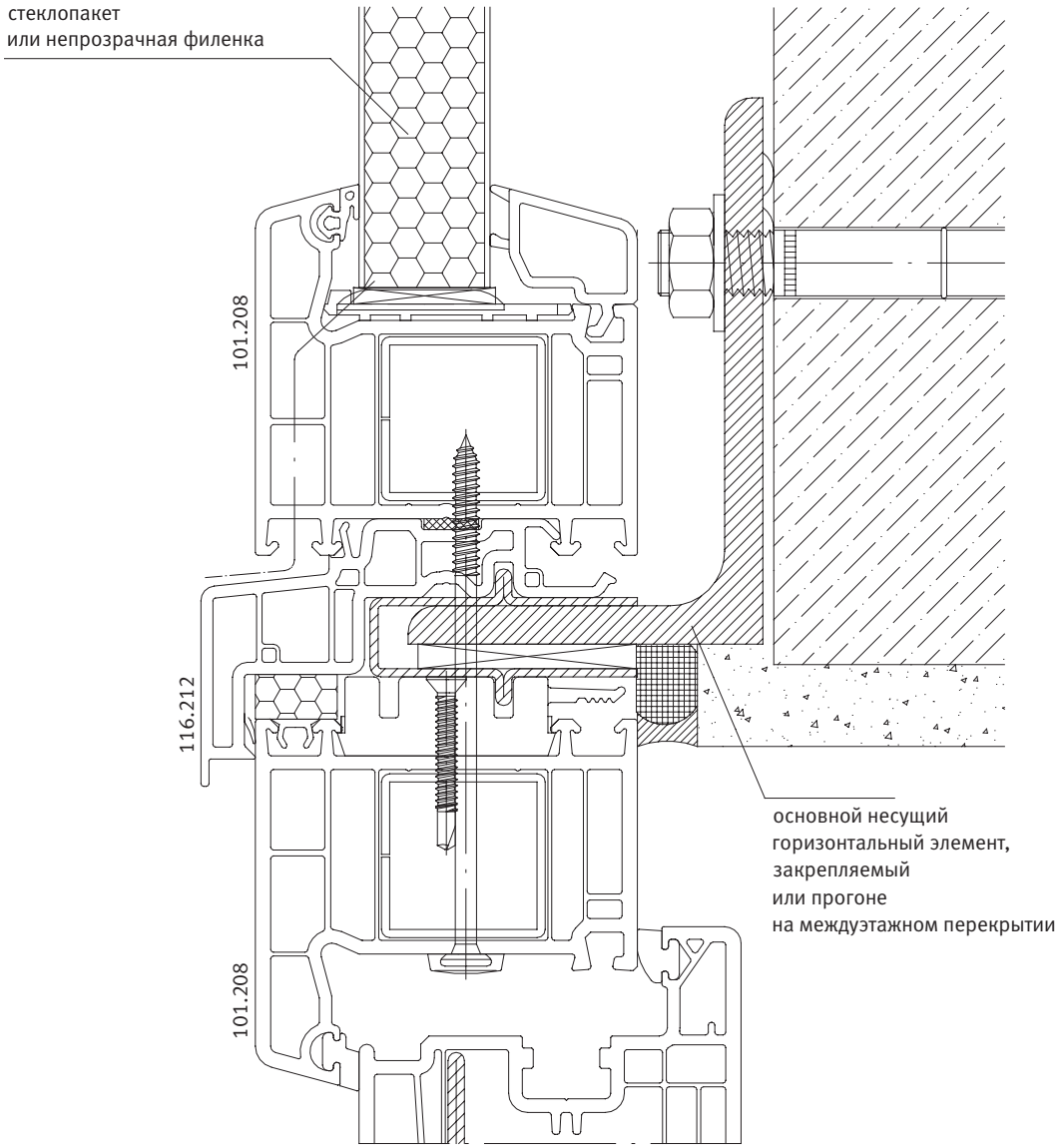
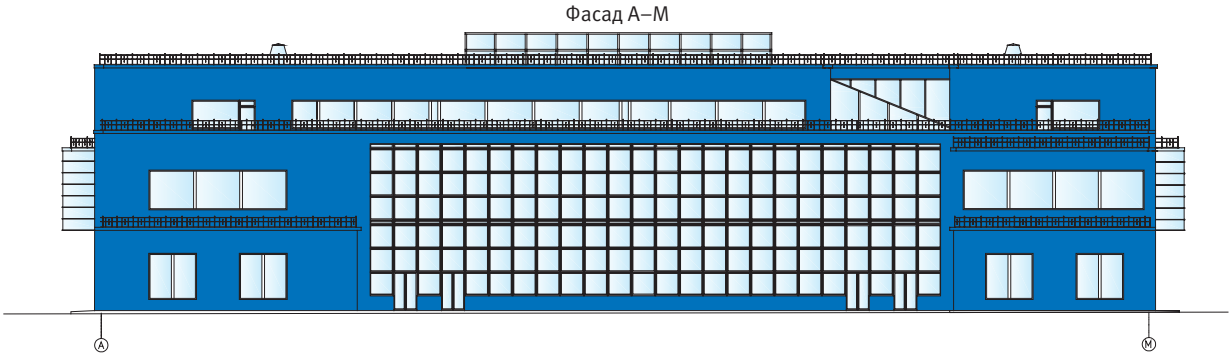


Рис.3.1. Конструктивные возможности системы фасадных соединителей VEKA для проектирования фасадного остекления. Несущий горизонтальный элемент и комбинируемый с ним горизонтальный фасадный соединитель.

3.2. Пример выполнения чертежей малоформатного фасадного остекления



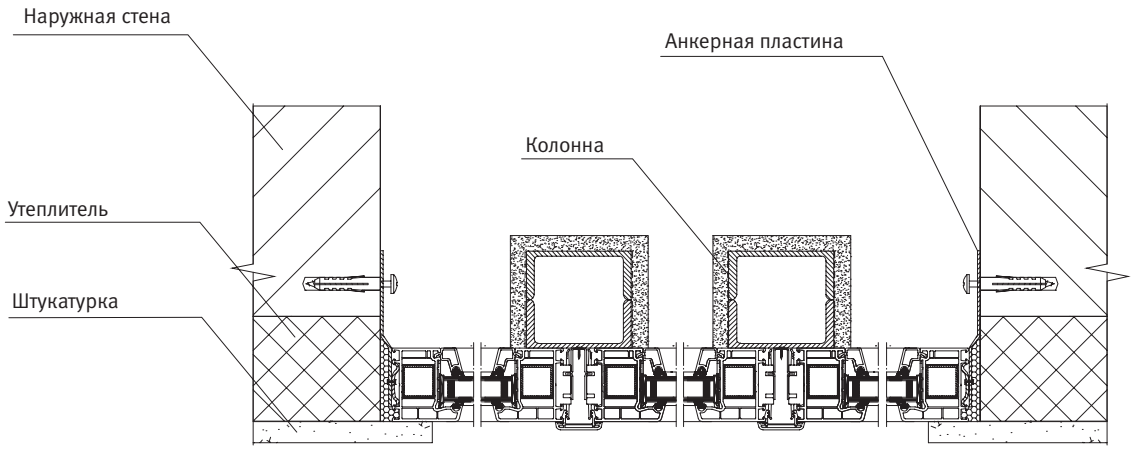


Рис. 3.2.1а. Конструктивное решение фасадного остекления торгово-развлекательного комплекса. Фасад здания, горизонтальный разрез по остеклению

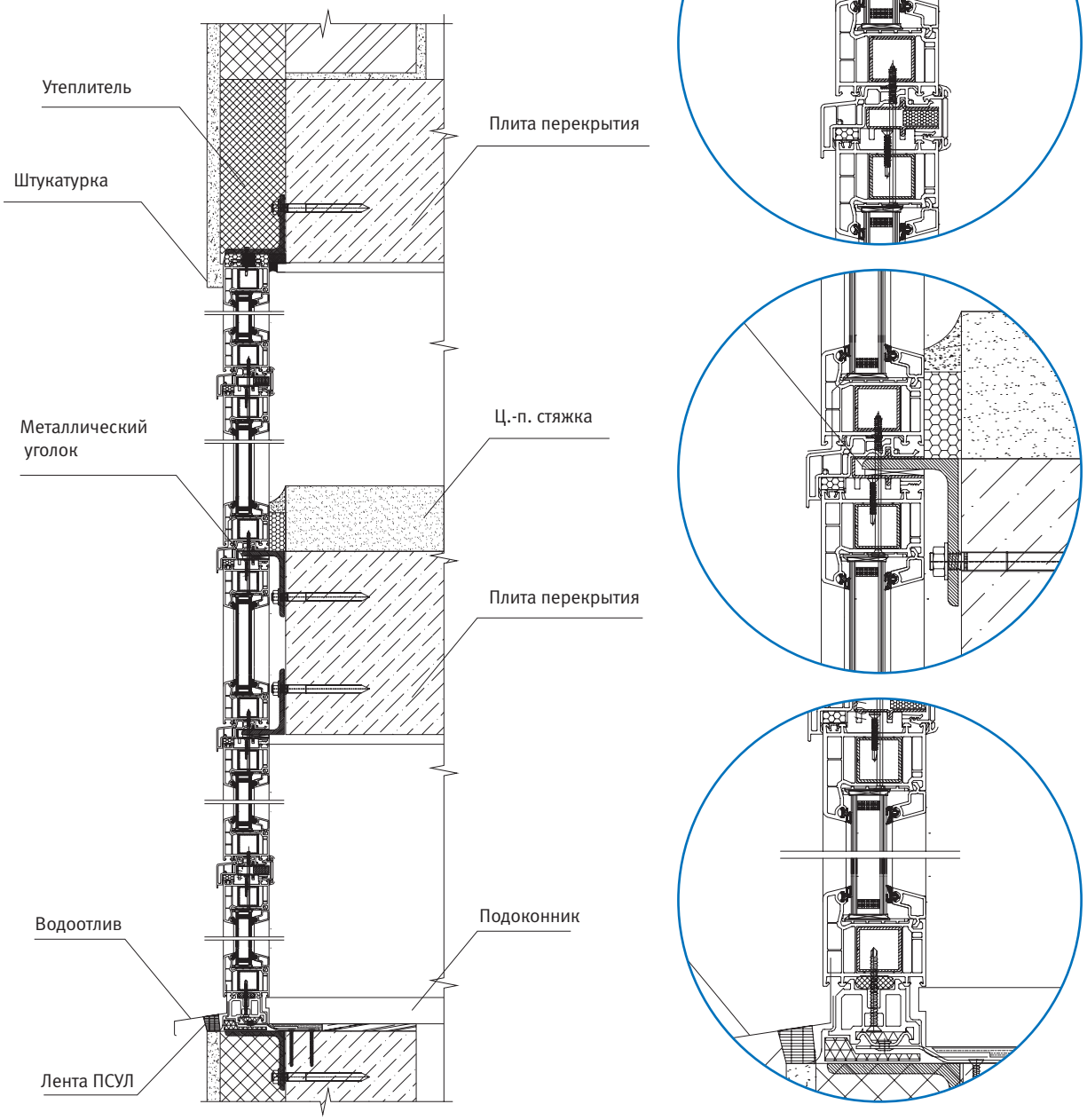


Рис.3.2.1б. Конструктивное решение фасадного остекления торгово-развлекательного комплекса. Вертикальный разрез по остеклению.

Географическое районирование территории РФ по светоклиматическим зонам

Табл. 1
Группы административных районов по ресурсам светового климата (в соответствии с приложением Д СНиП 23-05-95)*

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская, Сахалинская области, Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Чукотский нац. Округ, Хабаровский край (севернее 55° с.ш.), Краснодарский край.
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Саратовская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Северо-Осетинская Республика, Чеченская Республика, Ингушская Республика, Ханты-Мансийский нац. Округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 55° с.ш.), Магаданская обл.
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. Округ, Ненецкий нац. Округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

Табл. 2
Коэффициенты светового климата (в соответствии с табл. 4 СНиП 23-05-95)*

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m				
		Номер группы административных районов (по табл. 1)				
		1	2	3	4	5
в наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75

Примечания: 1. Данные из табл. 4 СНиП 23-05-95* приведены только для бокового освещения через проемы в наружных стенах. 2. Сокращения, принятые в таблице: С — северное; СВ — северо-восточное; СЗ — северо-западное; В — восточное; З — западное; Ю — южное; ЮВ — юго-восточное; ЮЗ — юго-западное.

Приложение 2

Геометрические проекции небосвода (графики Данилюка) для расчётов естественной освещённости

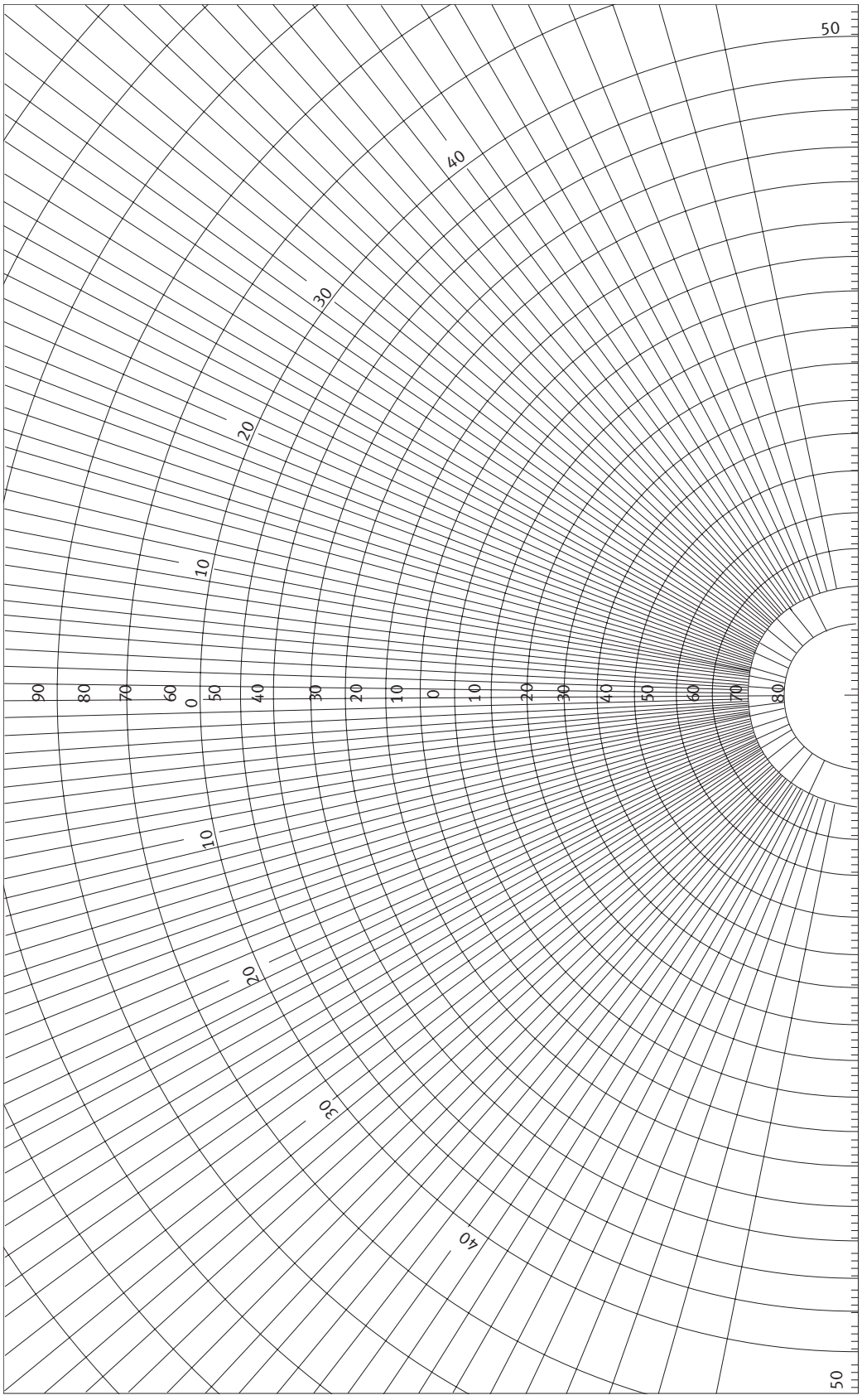


Рис. 1. График А. М. Данилюка I — для разреза здания

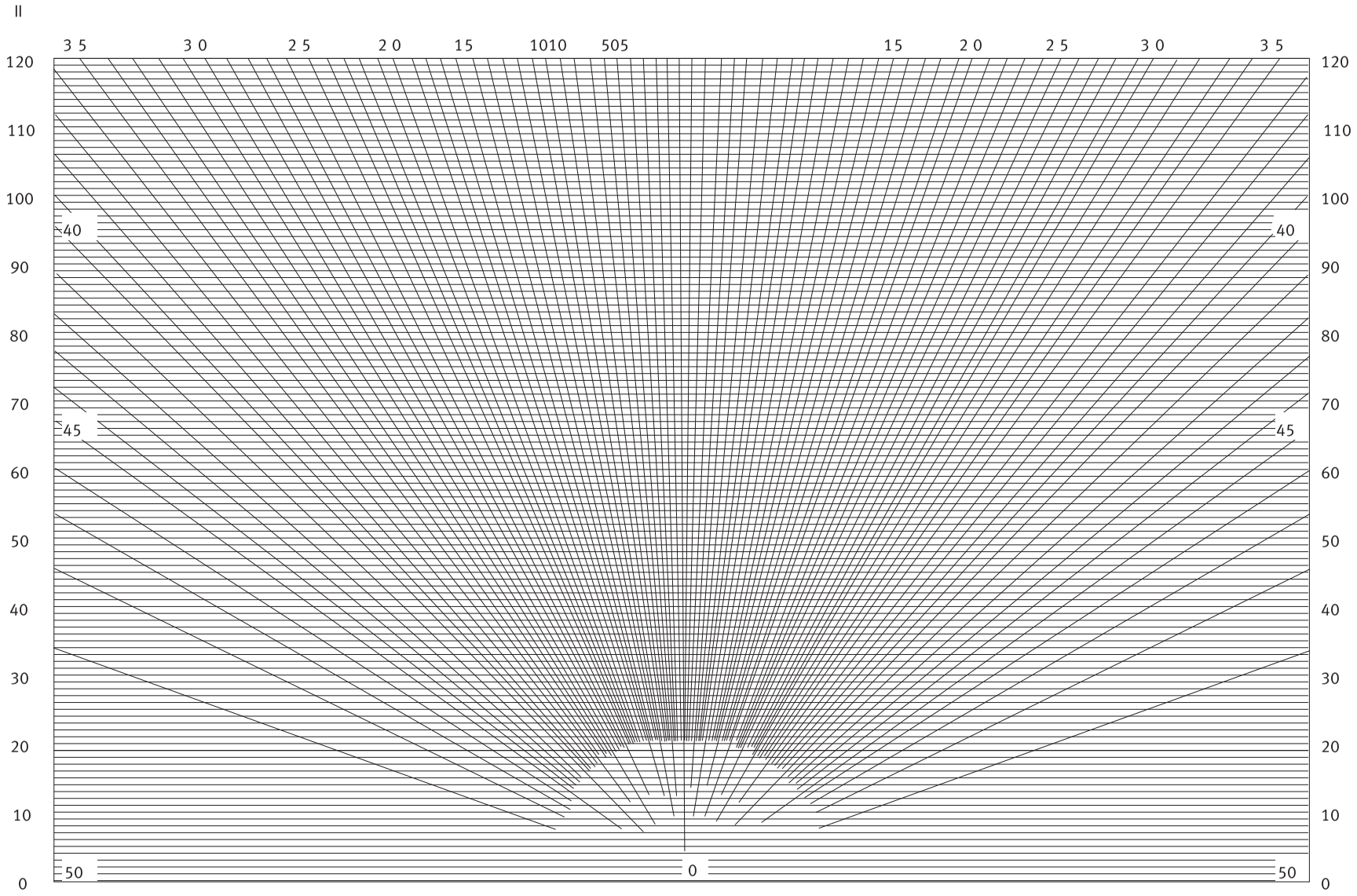


Рис. 2. График А. М. Данилюка II — для плана здания

Методика инженерного расчёта геометрического КЕО (метод Данилюка)

Определение геометрического КЕО производится по формуле

$$\varepsilon_6 = 0{,}01 \cdot n_1 \cdot n_2 \qquad (1)$$

Где n_1 и n_2 — условные безразмерные показатели («количество лучей»), характеризующие долю естественного света, проникающего в помещение в пределах телесного угла, ограниченного светопроёмом и определяемых по проекциям световой полусферы (небосвода) на вертикальную и горизонтальную плоскость (графики Данилюка — см. *Прил.2*).

Для удобства пользования на графике I (*рис.1. Прил.2*) нанесена сетка концентрических окружностей с номерами, а на графике II (*рис.2. Прил.2*) — соответственно сетка параллельных линий с теми же номерами.

Определение расчётных значений n_1 и n_2 производится в следующем порядке:

1. В соответствии с *рис.1* выполняются чертежи характерного разреза и плана здания с указанием уровня рабочей поверхности и местоположения расчётной точки. Чертежи разреза и плана помещения должны быть выполнены в строго одинаковом масштабе на прозрачной или полупрозрачной основе (калька, плёнка).
   Проектная расчётная точка на разрезе должна обязательно совпадать с уровнем рабочей поверхности. На плане помещения она может находится в любом месте (не обязательно на центральной оси светопроёма — *см. рис. 1б*)
2. Вертикальная проекция полусферы (небосвода) — график Данилюка I (*рис.1. Прил.2*) накладывается на характерный разрез помещения. Центр О графика I совмещается с расчетной точкой, а нижняя линия графика — с уровнем рабочей поверхности (*Рис. 1а*). Подсчитывается «количество лучей» n_1 , проходящих через вертикальный разрез светового проема. За единичный «луч» принимается пространство между двумя соседними прямыми, выходящими из центра графика О.
3. Отмечается номер концентрической полуокружности на графике I, которая проходит через точку С — середину светопроёма. Номер обозначает расстояние от центра светопроёма до расчётной точки, выраженное в условных единицах.
4. Горизонтальная проекция полусферы (небосвода) — график Данилюка II (*рис.2. Прил.2*) накладывается на характерный план помещения. Горизонтальная линия наружной стены со светопроёмом совмещается с горизонтальной линией графика II, соответствующей

условному расстоянию от расчётной точки до светопроёма (номер концентрической полуокружности С, соответствующей середине светопроёма согласно п.3).

Расчётная точка должна быть совмещена с осью графика II (на рис. 1б расчётная точка смещена относительно центральной оси светопроёма).

Подсчитывается «количество лучей» n_2 , проходящих через горизонтальный разрез светового проема. За единичный «луч» принимается пространство между двумя соседними прямыми, выходящими из центра графика О.

5. Длина светопроёма считается бесконечной, если величина расстояния от расчётной точки, до середины светопроёма, умноженное на 4, оказывается меньше $^1/_2$ длины светопроёма Таким образом, при проектировании ленточного остекления (протяжённый в плане светопроём), определяется только «количество лучей» n_1 по графику I, а значение n_2 принимается равным 100.

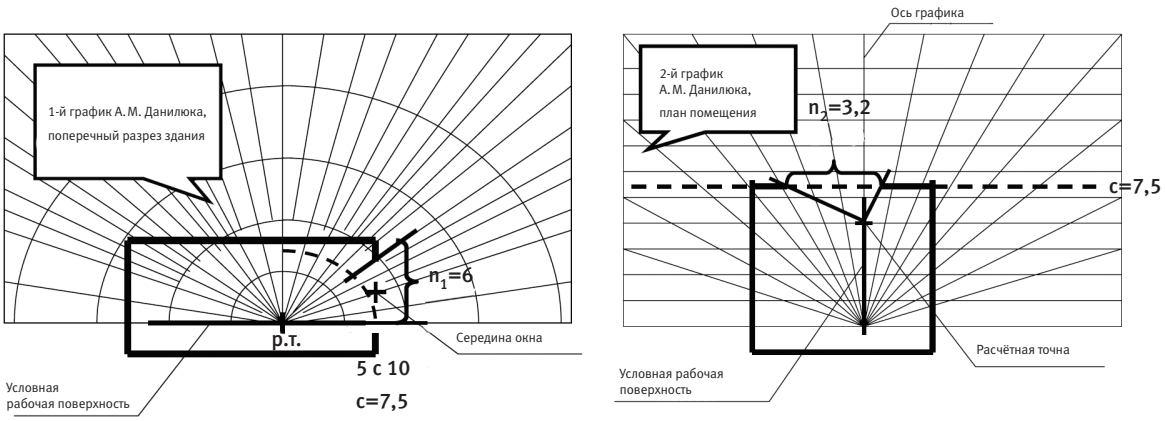


Рис. 1. Построение характерных разрезов и планов здания/помещения и наложение графиков А. М. Данилюка для определения коэффициентов n_1 и n_2 в формуле (1) при боковом естественном освещении.

а) Наложение графика Данилюка I на поперечный разрез для определения «количества лучей» n_1

б) Наложение графика Данилюка I I на план здания для определения «количества лучей» n_2

За единичный «луч» принимается пространство между двумя соседними прямыми, выходящими из центра графика О (совмещённого с расчётной точкой р.т.).

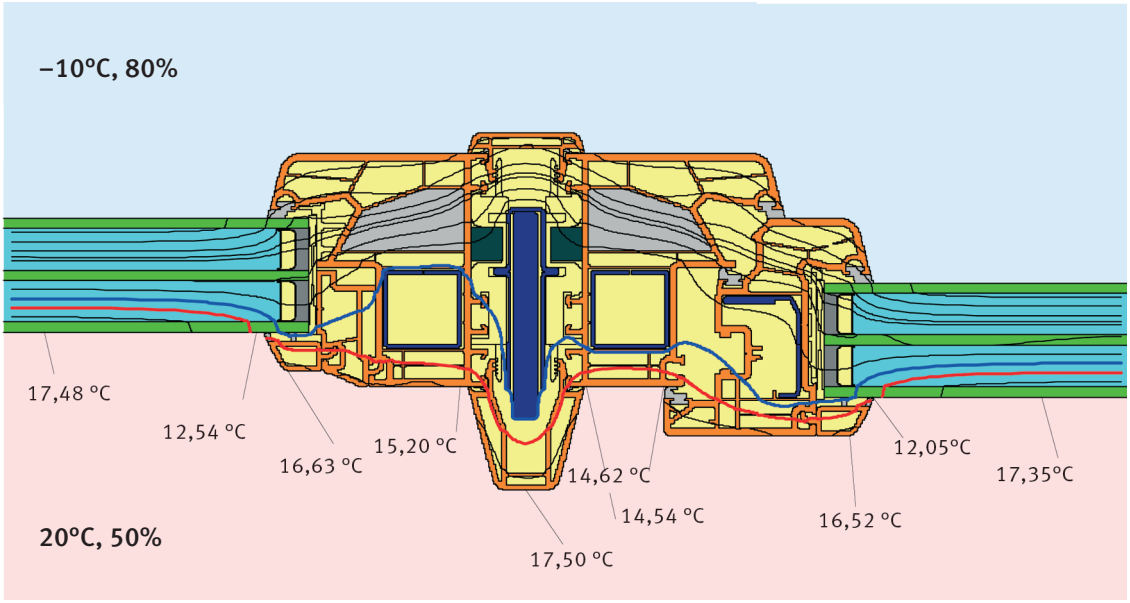
Коэффициент пропускания τ_1 в видимой части спектра стеклопакетами различной конструкции

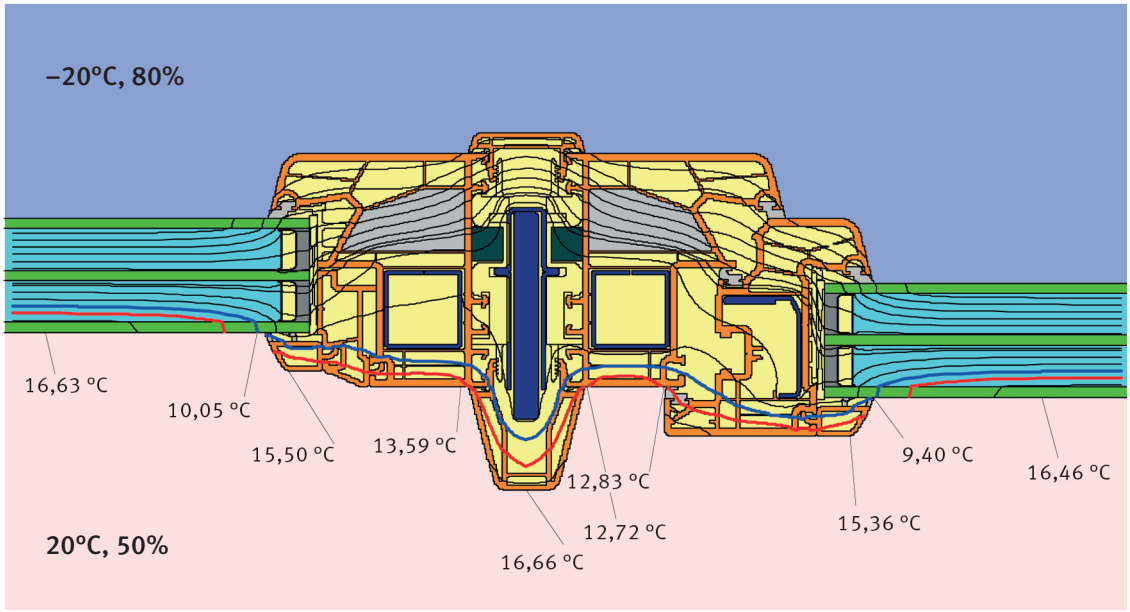
Табл.1
Коэффициент пропускания в видимой части спектра стеклопакетами различной конструкции (согласно приложению А ГОСТ 24866-99 «Стеклопакеты клееные строительного назначения»)

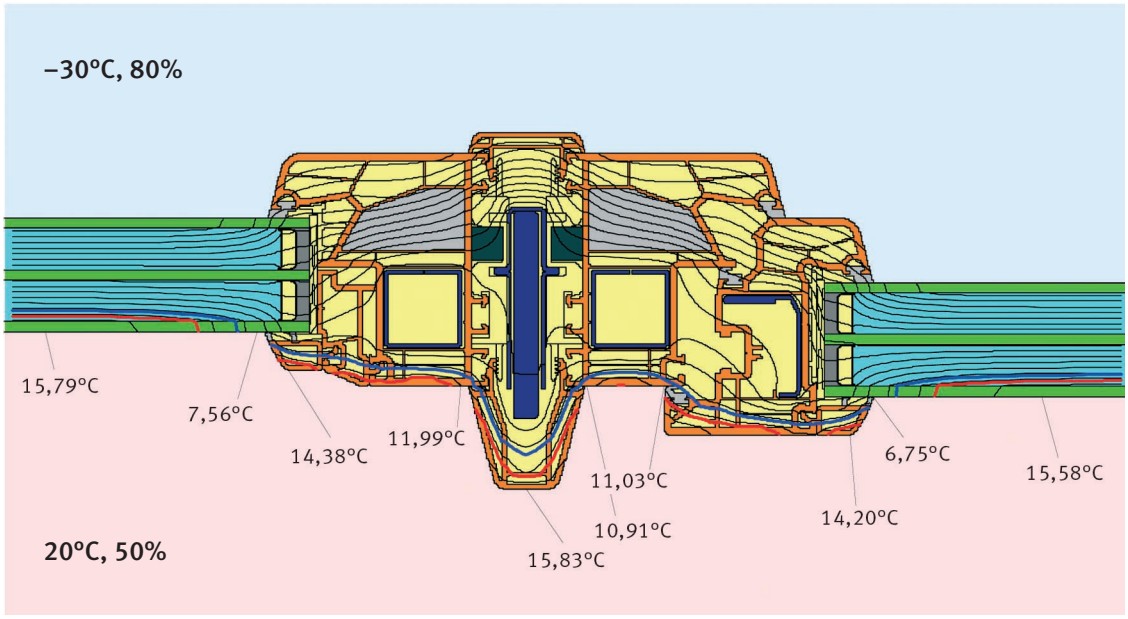
№ п/п	Конструкция стеклопакета	Значение τ_1	№ п/п	Конструкция стеклопакета	Значение τ_1
1	4М1-8-4М1	0,80	28	4М1-12-4М1-12-4М1	0,72
2	4М1-10-4М1	0,80	29	4М1-16-4М1-16-4М1	0,72
3	4М1-12-4М1	0,80	30	4М1-Ar6-4М1-Ar6-4М1	0,72
4	4М1-16-4М1	0,80	31	4М1-Ar8-4М1-Ar8-4М1	0,72
5	4М1-Ar8-4М1	0,80	32	4М1-Ar10-4М1-Ar10-4М1	0,72
6	4М1-Ar10-4М1	0,80	33	4М1-Ar12-4М1-Ar12-4М1	0,72
7	4М1-Ar12-4М1	0,80	34	4М1-Ar16-4М1-Ar16-4М1	0,72
8	4М1-Ar16-4М1	0,80	35	4М1-6-4М1-6-К4	0,72
9	4М1-8-К4	0,75	36	4М1-8-4М1-8-К4	0,72
10	4М1-10-К4	0,75	37	4М1-10-4М1-10-К4	0,68
11	4М1-12-К4	0,75	38	4М1-12-4М1-12-К4	0,68
12	4М1-16-К4	0,75	39	4М1-16-4М1-16-К4	0,68
13	4М1-Ar8-К4	0,75	40	4М1-Ar6-4М1-Ar6-К4	0,68
14	4М1-Ar10-К4	0,75	41	4М1-Ar8-4М1-Ar8-К4	0,68
15	4М1-Ar12-К4	0,75	42	4М1-Ar10-4М1-Ar10-К4	0,68
16	4М1-Ar16-К4	0,75	43	4М1-Ar12-4М1-Ar12-К4	0,68
17	4М1-8-И4	0,73	44	4М1-Ar16-4М1-Ar16-К4	0,68
18	4М1-10-И4	0,73	45	4М1-6-4М1-6-И4	0,68
19	4М1-12-И4	0,73	46	4М1-8-4М1-8-И4	0,68
20	4М1-16-И4	0,73	47	4М1-10-4М1-10-И4	0,66
21	4М1-Ar8-И4	0,73	48	4М1-12-4М1-12-И4	0,66
22	4М1-Ar10-И4	0,73	49	4М1-16-4М1-16-И4	0,66
23	4М1-Ar12-И4	0,73	50	4М1-Ar6-4М1-Ar6-И4	0,66
24	4М1-Ar16-И4	0,73	51	4М1-Ar8-4М1-Ar8-И4	0,66
25	4М1-6-4М1-6-4М1	0,72	52	4М1-Ar10-4М1-Ar10-И4	0,66
26	4М1-8-4М1-8-4М1	0,72	53	4М1-Ar12-4М1-Ar12-И4	0,66
27	4М1-10-4М1-10-4М1	0,72	54	4М1-Ar16-4М1-Ar16-И4	0,66

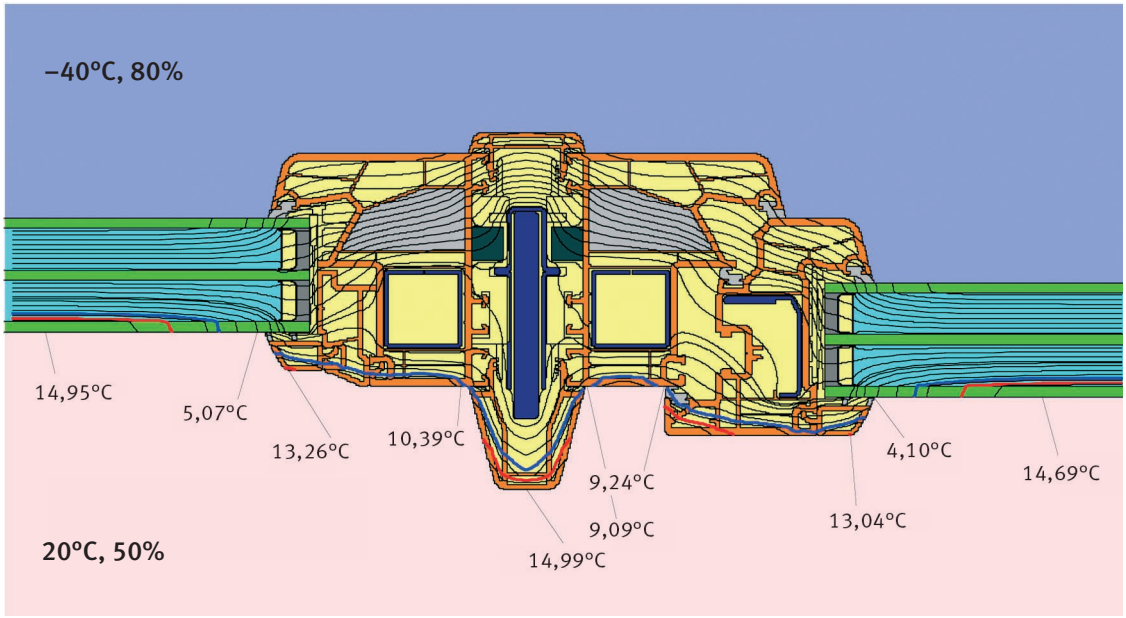
Приложение 5

Темпетературные поля при различных отрицательных температурах наружного воздуха





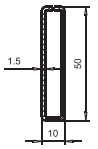

–30°C, 80%
15,79°C
7,56°C
14,38°C
11,99°C
11,03°C
10,91°C
15,83°C
14,20°C
6,75°C
15,58°C
20°C, 50%


–40°C, 80%
14,95°C
5,07°C
13,26°C
10,39°C
9,24°C
9,09°C
14,99°C
13,04°C
4,10°C
14,69°C
20°C, 50%

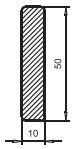
Приложение 6

Комплексная карта фасадных соединителей VEKA и ограничения по допустимым размерам технологических элементов

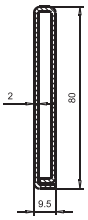
дополнительная армировка
A1.2 + B1.1 + C3
арт. № 113.013
Iy = 4,36cm⁴



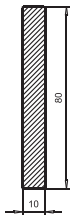
дополнительная армировка
A1.3 + B1.2
арт. № 113.013.3
Iy = 10,42cm⁴



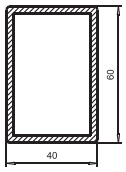
дополнительная армировка
B1.3
арт. № 113.149.2
Iy = 20,93cm⁴



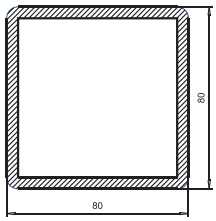
дополнительная армировка
B1.4
арт. № 113.120.3
Iy = 42,67cm⁴



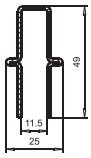
дополнительная армировка
A2 + B2
арт. № 113.011.2
Iy = 19,31cm⁴
арт. № 113.011.3
Iy = 27,39cm⁴



армировка
C4
арт. № 113.207.5
Iy = 141cm⁴



армировка A
арт. № 113.347
Iy = 3,75cm⁴



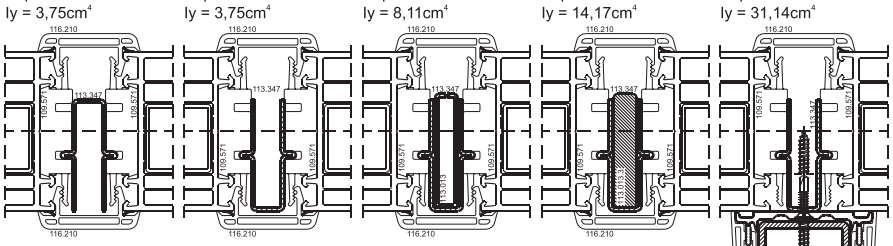
Вариант A1
Iy = 3,75cm⁴

Вариант A1.1
Iy = 3,75cm⁴

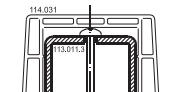
Вариант A1.2
Iy = 8,11cm⁴

Вариант A1.3
Iy = 14,17cm⁴

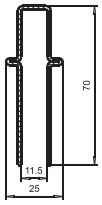
Вариант A2
Iy = 31,14cm⁴



Вариант B2
Iy = 37,83cm⁴
доп. применение
армировки невозможно



армировка B
арт. № 113.348
Iy = 10,44cm⁴



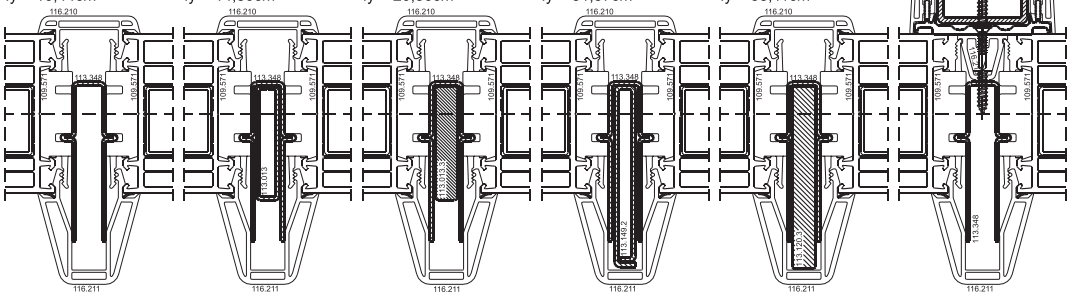
Вариант B1
Iy = 10,44cm⁴

Вариант B1.1
Iy = 14,80cm⁴

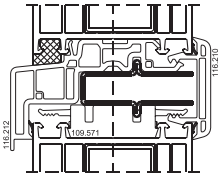
Вариант B1.2
Iy = 20,86cm⁴

Вариант B1.3
Iy = 31,37cm⁴

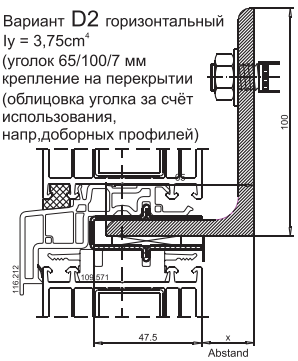
Вариант B1.4
Iy = 53,11cm⁴



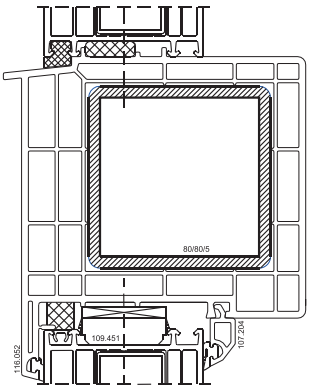
Вариант D1 горизонтальный
Iy = 3,75cm⁴
(торцевое крепление на анкер)



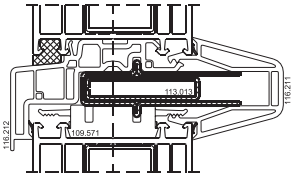
Вариант D2 горизонтальный
Iy = 3,75cm⁴
(уголок 65/100/7 мм
крепление на перекрытии
(облицовка уголка за счёт
использования,
напр,доборных профилей)



Вариант D4 горизонтальный
Iy = 141cm⁴
(торцевое крепление на анкер)

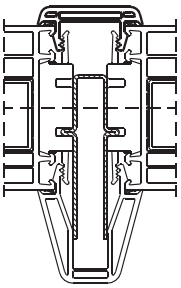


Вариант D3 горизонтальный
Iy = 14,80cm⁴
(торцевое крепление на анкер)

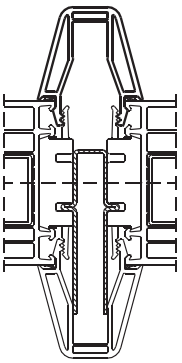


Наружная сторона

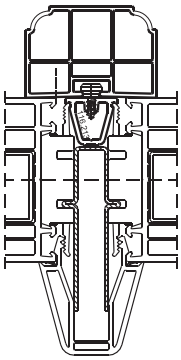
с наружной стороны
арт. № 116.210



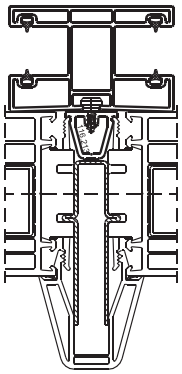
с наружной стороны
арт. № 116.211



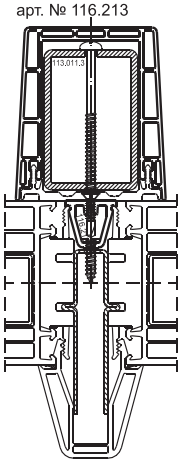
с наружной стороны
арт. № 109.428 +
заполняющий профиль
арт. № 116.213



нар. направляющая
рольставней
арт. № 108.074
заполняющий профиль
арт. № 116.213

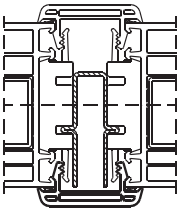


Внешний усилитель
арт. № 114.031 +
заполняющий профиль
арт. № 116.213

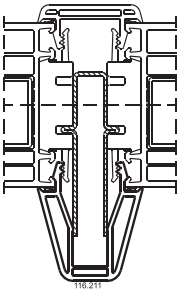


Внутренняя сторона

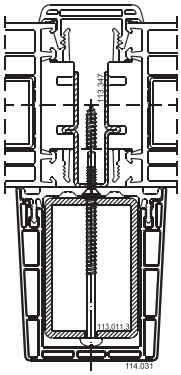
Усилитель с внутренней
стороны
арт. № 116.210



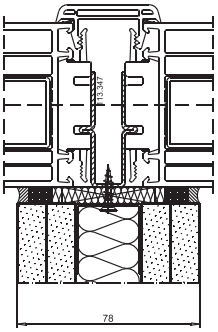
Усилитель с внутренней
стороны
арт. № 116.211



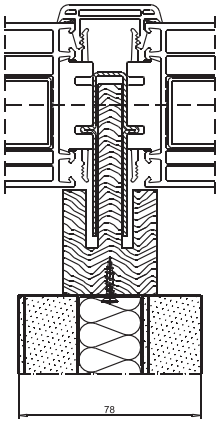
Усилитель с внутренней
стороны
арт. № 114.031



Узел примыкания
с внутренней перегородкой



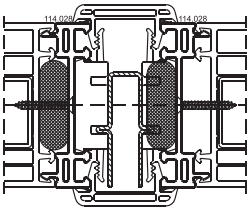
Узел примыкания
с внутренней перегородкой



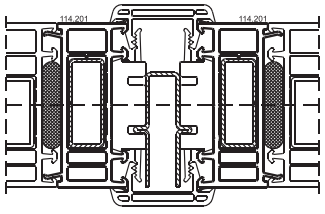
Доборные профили

на вертикальных соединителях с 2-х сторон одинаковые доборы
на горизонтальных соединителях с 2-х сторон произвольные доборы

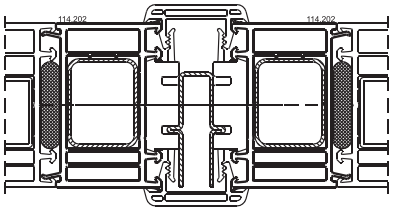
Доборные профили 2x15 мм
арт. № 114.201
Видимая ширина + 60 мм



Доборные профили 2x30 мм
арт. № 114.201
Видимая ширина + 60 мм



Доборные профили 2x45 мм
арт. № 114.202
Видимая ширина + 90 мм



Доборные профили 2x100 мм
арт. № 114.203
Видимая ширина + 200 мм

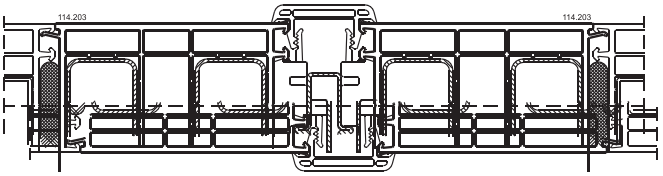
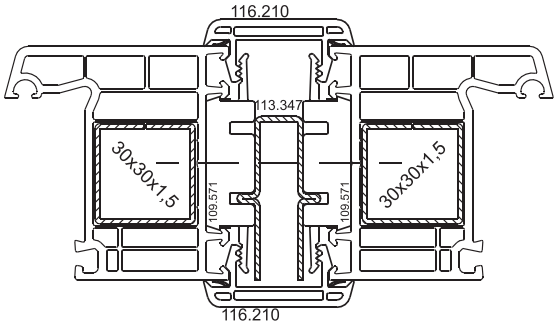


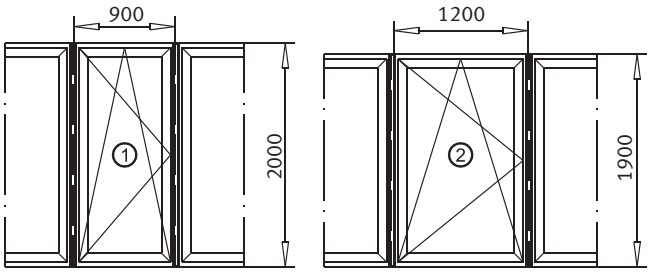
Диаграмма максимальной высоты и ширины

Варинат A1

Iy = 3,75 см⁴

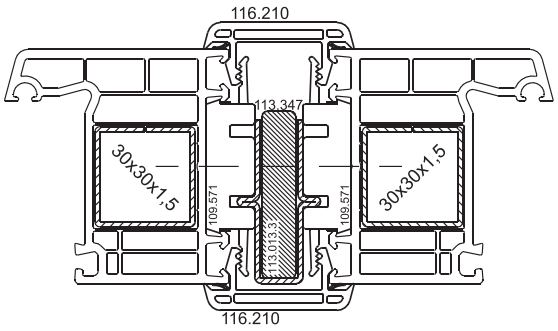


Группа нагрузок A/0-8m

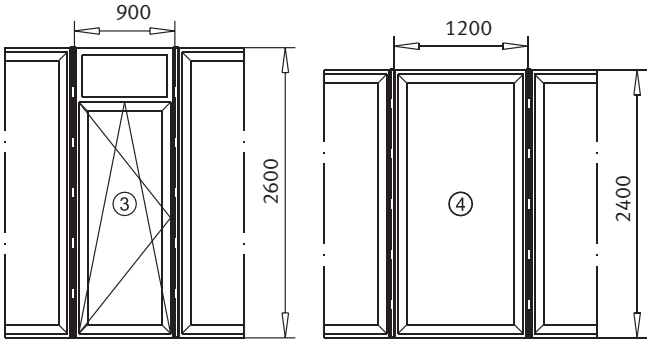


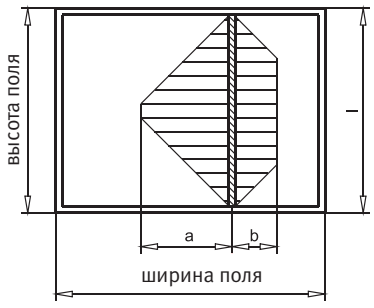
Варинат A1.3

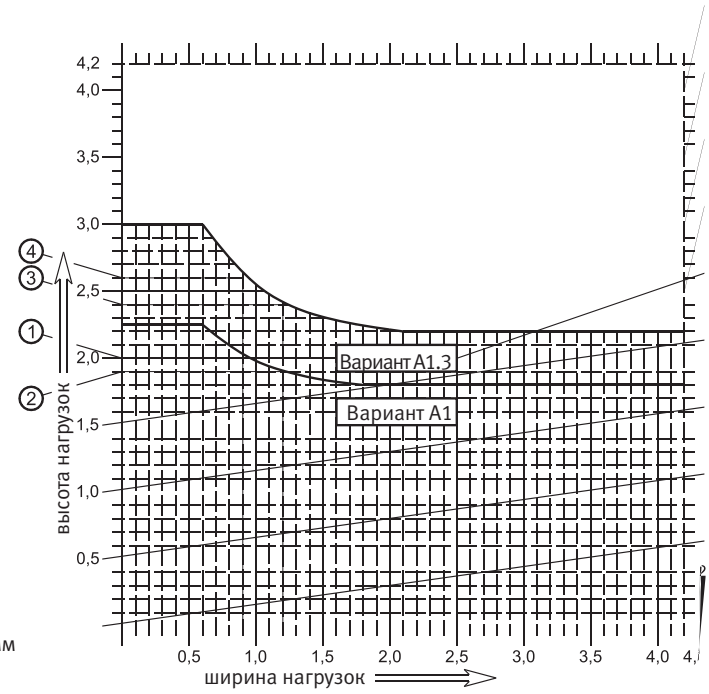
Iy = 14,17 см⁴



Группа нагрузок A/0-8m







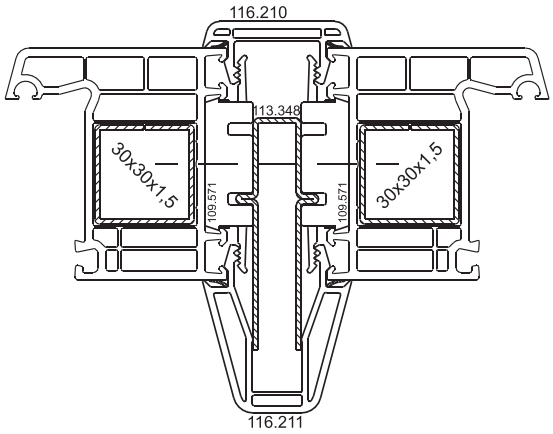
l = Длина пролёта
a = Ширина нагрузок
b = Ширина нагрузок

Рамы усилены армировкой 30 x 30 x 1,5 мм

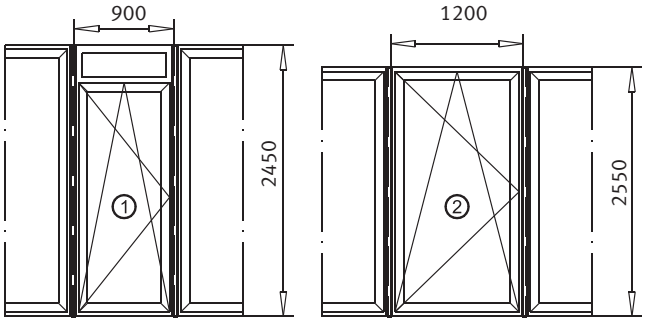
Диаграмма максимальной высоты и ширины

Варинат B1

Iy=10,44 см⁴

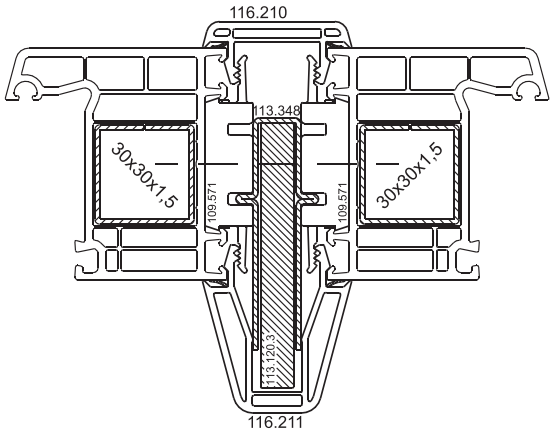


Группа нагрузок A/0-8m

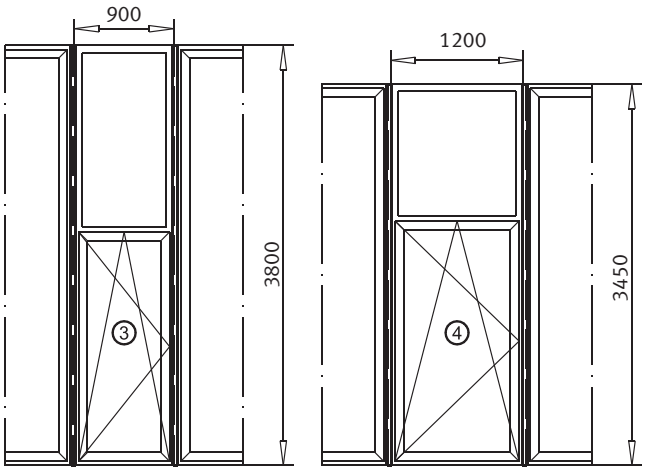


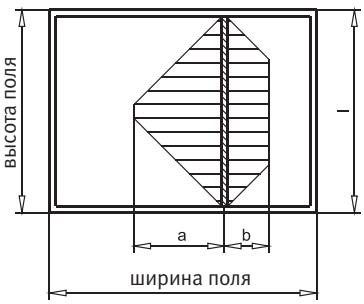
Варинат B1.4

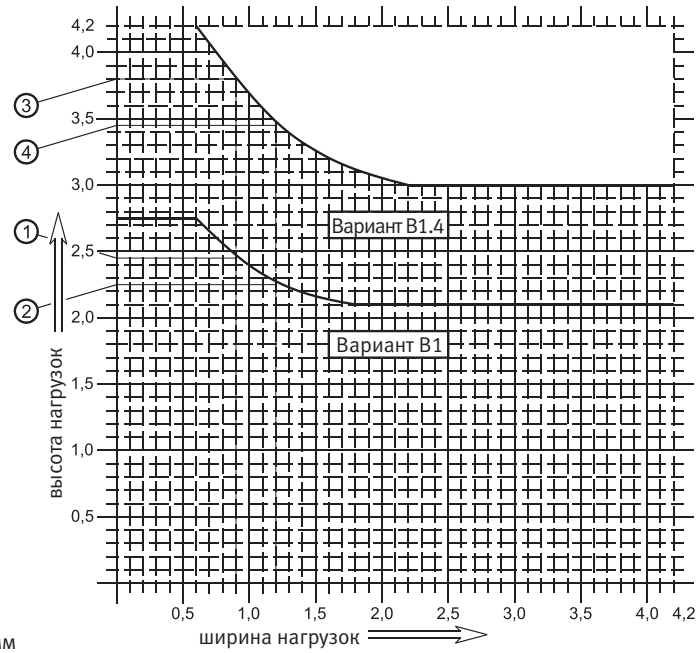
Iy=53,11 см⁴



Группа нагрузок A/0-8m



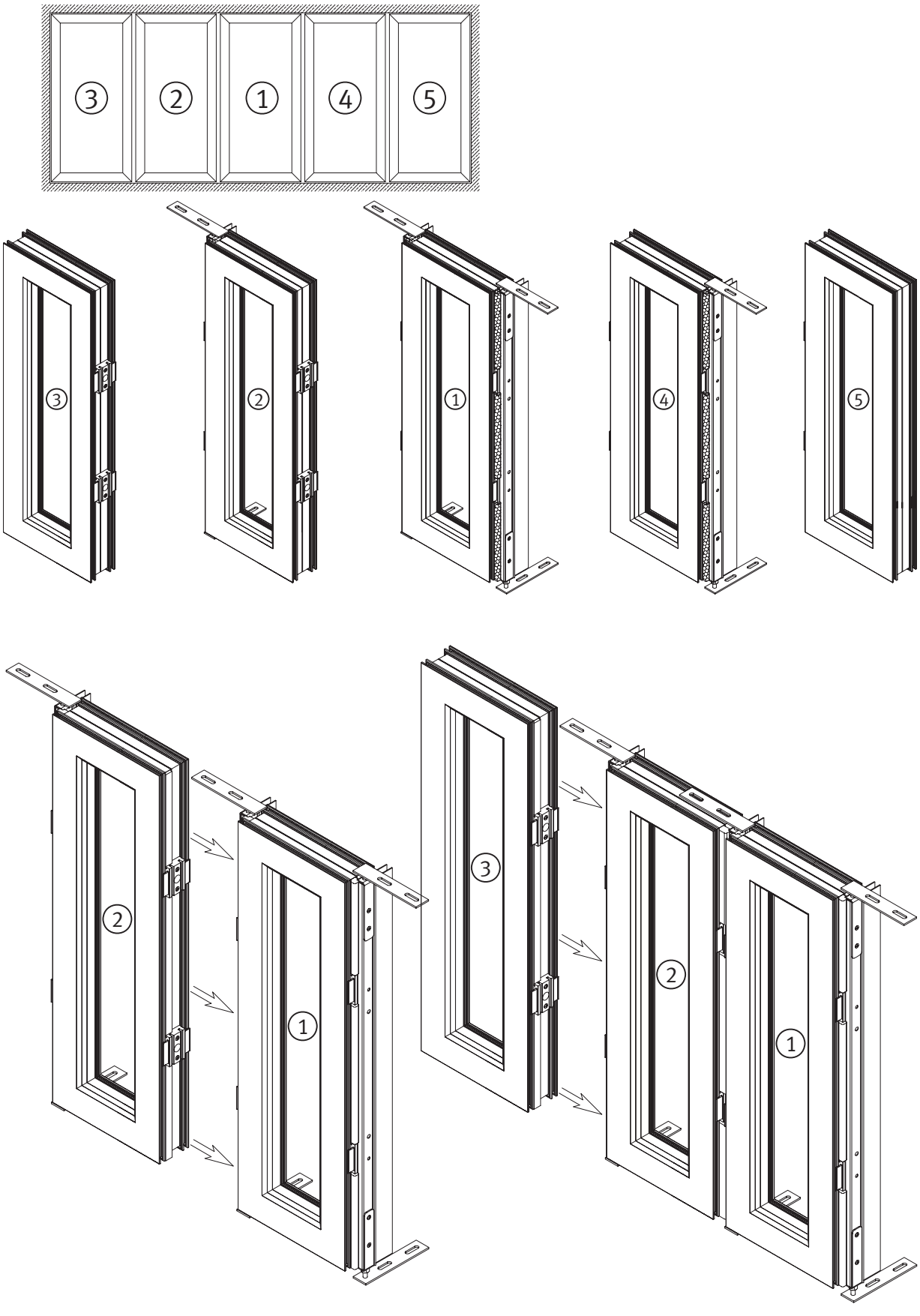




l = Длина пролёта
a = Ширина нагрузок
b = Ширина нагрузок

Рамы усилены армировкой 30 x 30 x 1,5 мм

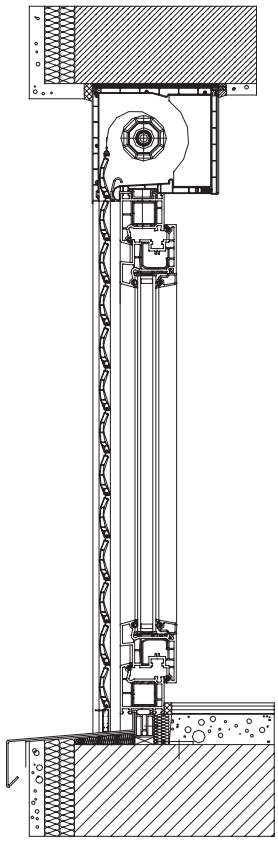
Технологическая карта на монтаж конструкций ленточного остекления

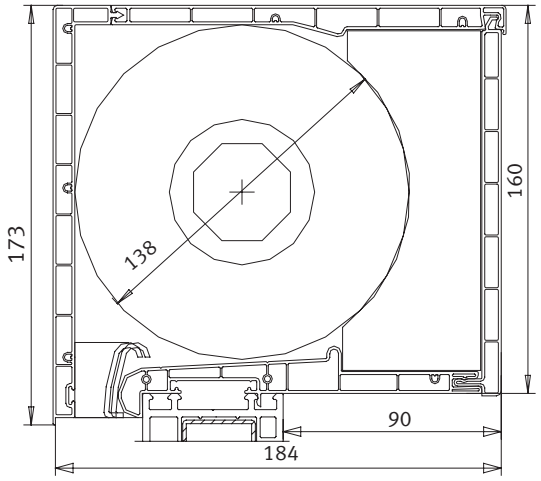


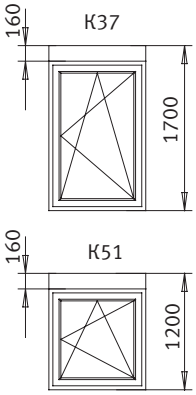
KS
DAS ORIGINAL
KS
DAS ORIGINAL

Приложение 8

Рольставни VEKA. Конструктивные возможности







тип ламелей

	М37	М51	М52	М62
высота	37	52	52	62
толщина	8	14	14	14

N п/п	Высота окна		Размеры короба				
	М 37 *	К 51	B1	B2	H1	H2	D
1	1100	–	164	70	153	140	118
2	1700	1200	184	90	173	160	138
3	2300	1800	204	110	193	180	158
4	2700		234	140	223	210	188

VEKA Rus • Центральный и головной офис
тел.: (495) 518-98-50, (495) 777-53-77
факс: (495) 518-98-58, (495) 777-53-11
e-mail: moscow@veka.com

VEKA Rus • Завод в Новосибирске
тел.: (383) 211-95-30, (383) 325-30-55
факс: (383) 211-95-33
e-mail: novosibirsk@veka.com

VEKA Rus • Филиал и склад в Хабаровске
тел.: (4212) 789-595
факс: (4212) 789-594
e-mail: khabarovsk@veka.com

www.veka.ru

ОкнаПроф■info
Профессиональный информационный проект о светопрозрачных конструкциях

ЦЕНТР■ОКС
Инженерно-информационный Центр оконных систем

Редакционная подготовка, вёрстка и электронная версия —
ООО «Инженерно-информационный Центр Оконных Систем»
www.oknaprof.info