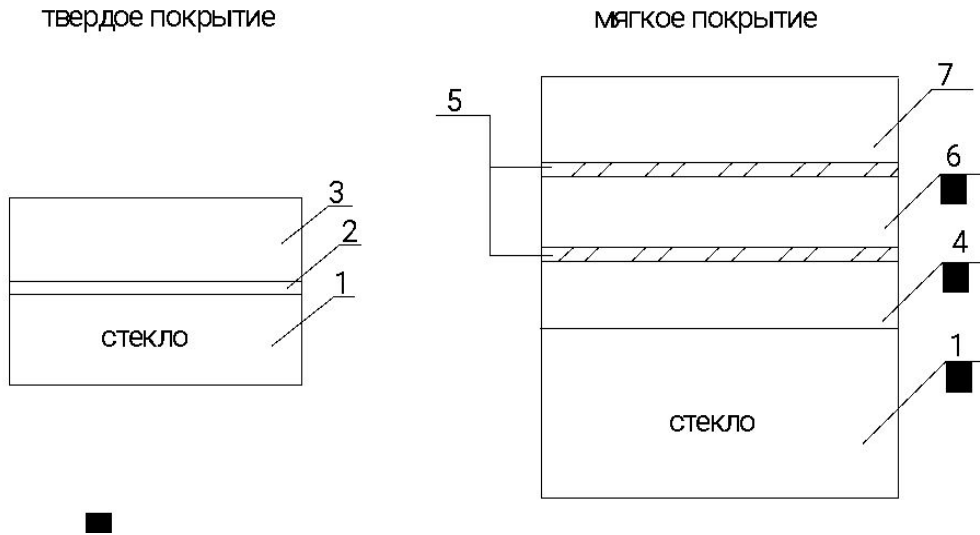


Самым последним этапом в производстве листового стекла был так называемый **флот – метод**, разработанный и запатентованный в 1959 году английским изобретателем Аластером Pilkingtonом. При этом процессе, стекло поступает из печи плавления в горизонтальной плоскости в виде плоской ленты через ванну с расплавленным оловом на дальнейшие охлаждение и отжиг



## . Состав слоев современных низкоэмиссионных покрытий.

а) «мягкое» покрытие; б) «твердое» покрытие  
 1 – флоат-стекло; 2 – слой  $\text{Na}^+$ , блокирующий диффузию; 3 – слой оксида олова  $\text{SnO}_2: \text{F}$ ; 4 – адгезионный слой; 5 – блокирующие (фиксирующие) слои; 6 – слой серебра; 7 – покрывающий слой

1. «**Твердое покрытие**» (“Hard coating” – англ.) на основе оксида олова SnO<sub>2</sub>: F, называемое иначе «полупроводниковым покрытием». Стекла с таким покрытием как правило обозначаются в специальной литературе термином « k – стекло».

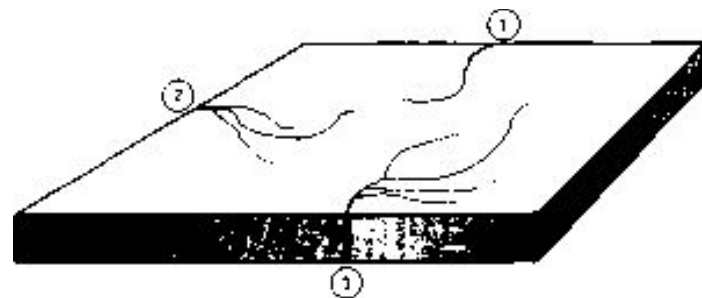
Наносится непосредственно на одной из стадий производства флоат-стекла (так называемая технология “*on-line*” – англ. «на линии») за счет химической реакции пиролиза (разложения вещества под действием высоких температур). Во время этой реакции слой оксида олова оседает на поверхность горячего стекла, становясь неотделимой его частью. При этом образуется крепкое и прочное металлическое покрытие, обладающее химической, механической и термической стойкостью, равноценной стеклу без покрытия. Твердые покрытия устойчивы к воздействию погодных условий и выдерживают воздействия температур до 620 °С.

2. «**Мягкое покрытие**» (“Soft coating” – англ.) на основе серебра – Ag, обозначаемое в литературных источниках как « i – стекло».

Наносится на готовое флоат-стекло (технология “*off-line*” – англ. «вне линии») и удерживается на нем силами молекулярного взаимодействия. Состоит из нескольких тонких слоев, выбор которых зависит от требуемых характеристик остекления - излучательной способности, светопропускания, а также оптических свойств - удаления нежелательного отражения.

В отличие от твердых покрытий ограничено устойчивы по отношению к погодным и температурным воздействиям. Однако, при установке в стеклопакете - покрытием в сторону воздушной камеры, имеют долговечность, сопоставимую с твердыми покрытиями.

Плотность, кг /м <sup>3</sup>	<b>2500</b>
Теплопроводность, Вт/м К	<b>0.84</b>
Коэффициент температурного расширения, 1/°С	<b>6-9 x 10<sup>-6</sup></b>
Прочность на сжатие, кН/ м <sup>2</sup>	<b>100 x 10<sup>4</sup></b>
Прочность на растяжение, кН/ м <sup>2</sup> ( мПа)	<b>3-10 x 10<sup>4</sup> ( 30-100)</b>
Прочность на изгиб, кН/ м <sup>2</sup> ( мПа)	<b>3-10 x 10<sup>4</sup> ( 30-100)</b>
Удельная теплоемкость, кДЖ/кг К	<b>0.84</b>
Коэффициент Пуассона	<b>0.25</b>
Излучательная способность, Вт/м К	<b>0.84</b>
Показатель преломления	<b>1.5</b>



**Характерная картина разрушения стекла под действием температурных растягивающих напряжений в краевой зоне. а) единичная трещина, б) напряженное состояние по контуру**

Когда разница температур между различными участками стеклянной пластины составляет  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , риск разрушения отсутствует. При достижении разницы температур  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вероятность разрушения составляет  $20\%$ . Когда разница температур равна  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вероятность разрушения равна  $50\%$  или, иначе говоря, половина стекол может разрушиться. И, наконец, когда разница температур превышает  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , все обычные прозрачные строительные стекла разрушаются.

## • **Солнцезащитные стекла**

- Под солнцезащитным стеклом понимается стекло, которое обладает способностью снижать пропускание световой и/или солнечной тепловой энергии. Солнцезащитными являются, например, окрашенные по всей массе стекла, а также некоторые виды стекол с покрытиями.
- Окрашенное в массе стекло изготавливается путем добавления оксидов металлов в расплавленное стекло. Эти оксиды определяют не только конечный цвет продукта (бронзовый, серый, зеленый или синий), но и определяют его световые и энергетические свойства.
- Тонированные стекла частично поглощают тепловые лучи, оставаясь достаточно прозрачными для видимого света. Снижение проникновения солнечного тепла связано с тем, что часть тепла, которое попадает на стекло, поглощается самим стеклом.
- Поглощенное тепло в дальнейшем выделяется в ту сторону, температура воздуха которой ниже. Количество тепла, которое проникает через стекла, зависит от его цвета и толщины.
- По механизму действия солнцезащитные стекла можно разделить на 2 группы: преимущественно отражающие излучение и преимущественно поглощающие излучение.
- Солнцеотражающие стекла первой группы представляют собой листы бесцветного или окрашенного стекла, одна сторона которых покрыта тонким прозрачным слоем оксидов металлов (наносимым в процессе производства), который препятствует проникновению излучения через стекло. Следует отметить, что отражающие слои одновременно поглощают какую-то часть излучения. Устанавливать подобные стекла можно как покрытием во внутрь помещения, так и наружу. Расположение покрытия очень важно, т.к. именно это определяет и оттенок стекла, и его технические характеристики.
- При изготовлении поглощающих стекол на расплавленную стекольную массу наносятся либо кристаллы металлов, либо окислы металлов, которые обладают способностью поглощать часть солнечного излучения. Параллельно с этим стекла нагреваются и отдают большую часть полученного ими тепла в наружное пространство. Часть тепла, однако, передается внутрь помещения, что является, конечно, нежелательным явлением, поскольку увеличивает потребность в энергии для охлаждения помещения.
- Конструкции, сочетающие в себе отражающие покрытия и покрытия с низкой излучательной способностью, являются новым изделием, появившимся в продаже.
- Полностью отражающие поверхности прозрачных стекол получают путем последовательного нанесения нескольких слоев покрытия на поверхность стекла. Как правило, количество покрывающих слоев равняется пяти, из которых четыре являются слоями окислов металлов, а пятый работающий слой состоит из серебра. Серебро обладает способностью пропускать видимый свет так же, как и обычное стекло. В случае, когда длина волны больше 0,76 мкм, серебро почти полностью отражает все излучение. Кроме того, такие стекла обладают и хорошей теплоизолирующей способностью.

- **Ламинированное стекло**

- Ламинированное стекло (триплекс) - это архитектурное стекло, состоящее из двух или более стекол, ламинированных вместе с помощью ламинирующей пленки или специальной ламинирующей жидкости.
- Ламинирование не увеличивает механическую прочность стекла, однако при разрушении ламинированное стекло не рассыпается благодаря ламинированной пленке, т.е. осколки остаются прикрепленными к ней. Ламинированное стекло обеспечивает также лучшую звукоизоляцию помещений, т.к. многослойное стекло способно эффективно снижать воздействие нежелательных шумов.
- Разными видами ламинирующих пленок можно обеспечить практически любое тонирование стекла. Ламинированные стекла применяются при остеклении фасадов, балконов, окон.
- **Армированные стекла**
- Армированное стекло - листовое стекло с металлической сеткой, безопасное и пожаростойкое, служащее эффективной преградой от дыма и горячих газов. При пожаре оно может треснуть, однако арматура удерживает его на месте, предотвращая тем самым распространение огня. Осколки стекла не выпадают даже при образовании нескольких разломов, удерживаемые арматурой. Армированное стекло может быть применено при остеклении заводских цехов, окон, фонарей, шахт лифтов и фасадов.

- **Закаленные стекла**
- Закаленное стекло - это стекло, у которого путем химической или термической обработки повышается прочность к ударам и перепадам температуры, по сравнению с обычным стеклом. При разрушении закаленное стекло распадается на маленькие безопасные осколки. Следует обратить внимание на тот факт, что закаленное стекло не подлежит механической обработке, поэтому и выполняться она должна до процесса закаливания.
- Закаливанию можно подвергать практически все виды стекла, за исключением армированного и некоторых видов декоративного стекла. Закаленные стекла могут применяться при производстве стеклопакетов или ламинированных стекол.
- Для фасадов используется также закаленное стекло, на которое нанесена особая краска типа керамической фриты. Обработанный таким образом лист используется в качестве непрозрачной закрывающей панели для фасадных парапетов, причем его можно вставить в стеклопакет или использовать самостоятельно. Ряд фирм предлагает также услуги по нанесению на стекло различных узоров по методу шелкографии (под заказ).



## **Защитные стекла**

Классификация защитных стекол и требования к ним содержатся в ГОСТ Р 51136.

Стекло защитное многослойное - это склеенные полимерными материалами в различном сочетании пластины силикатного стекла с органическим стеклом, поликарбонатом или упрочняющими пленками. Стекло представляет собой многослойный блок, обладающий защитными свойствами.

Ударостойкое стекло - это защитное стекло, выдерживающее многократный удар свободно падающего тела с нормируемыми показателями.

Устойчивое к пробиванию стекло - это защитное стекло, выдерживающее определенное количество ударов обухом и лезвием топора, наносимых с нормируемыми показателями.

Пулестойкое стекло - защитное стекло, выдерживающее воздействие огнестрельного оружия и препятствующее сквозному проникновению поражающего элемента

### **Ударостойкое стекло**

Ударостойкое стекло, в зависимости от его характеристик, подразделяют на классы защиты А1, А2 или А3.

Классификация ударостойкого стекла

Класс защиты стекла	Высота падения, м	Энергия удара, Дж ( )
А1	3,5	141 (14,1)
А2	6,5	262 (26,2)
А3	9,5	382 (38,2)

Ударостойкое стекло, в зависимости от температуры применения, может быть двух видов:  
используемое при температуре выше 0 °С;  
используемое при температуре ниже 0 °С и прошедшее испытания на морозостойкость.

### Устойчивое к пробиванию стекло

Устойчивое к пробиванию стекло подразделяют на классы защиты Б1, Б2 и Б3.

Классификация стекла, устойчивого к пробиванию

Класс защиты стекла	Удары бойком молотка, обухом топора		Удары лезвием топора		Суммарное число ударов
	Встречная скорость удара , м/с 0,3	Энергия удара , Дж 15	Встречная скорость удара , м/с 0,3	Энергия удара , Дж 15	
Б1	12,5	350	11,0	300	От 30 до 50
Б2	12,5	350	11,0	300	От 51 до 70
Б3	12,5	350	11,0	300	Св. 71

## Пулестойкое стекло

Пулестойкое стекло, в зависимости от его стойкости при обстреле из определенного вида оружия, определенными боеприпасами, подразделяют на классы защиты В1, В2, В3, В4 и т.д.

Пулестойкое стекло может быть двух видов: безосколочное и осколочное.

Безосколочное, то есть при воздействии огнестрельного оружия на тыльной стороне стекла не образуются осколки или образовавшиеся осколки не опасны для здоровья человека, находящегося в непосредственной близости от защитного стекла.

Осколочное, то есть при воздействии оружия на тыльной стороне стекла образуются осколки.

Классификация стекла в зависимости от средства поражения и характеристики поражающего элемента (пули)

Класс защиты	Средство поражения	Наименование и индекс патрона	Характеристика пули				Дистанция обстрела, м
			Тип сердечника	Масса, г	Скорость, м/с 10	Калибр, мм	
В1	Пистолет Макарова (ПМ)	Патрон 57-Н-181	Стальной	5,9	315	9	5
В2	Пистолет Токарева (ТТ)	Патроны 57-Н-132С, 57-Н-134С	То же	5,5	420	7,62	5
В3а	Автомат АК-74	Патрон с пулей 7Н6	Стальной нетермо-упрочненный	3,4	880	5,45	5-10
В3	Автомат АК-74	Патрон 57-Н-231 с пулей ПС-43	То же	3,4	715	7,62	5-10
	Автомат АК-74	Патрон с пулей 7Н10	Стальной термо-упрочненный	3,5	880	5,45	5-10
В4	Автомат АКМ	Патрон 57-Н-231	То же	7,9	715	7,62	5-10
В5а	Автомат АКМ	Патрон с бронебойнозажигательной пулей (БЗ)	Стальной	7,4	745	7,62	5-10
В5	Винтовка СВД	патрон СТ-2М	Стальной термо-упрочненный	9,6	825	7,62	5-10
В6	Винтовка СВД	Патрон с пулей БЗ-32	Стальной	10,4	820	7,62	5-10

- 4.1 В зависимости от способности воспринимать предельную величину удельного импульса положительной фазы отражённой ВУВ СКБО подразделяют на классы защиты ВК1-ВК7 с нормируемыми параметрами поражающего действия взрыва, указанными в таблице 4.1.
- Таблица 4.1
- Класс защиты СКБО Величина удельного импульса фазы сжатия отражённой ВУВ, не менее Па с Масса заряда ТНТ, не менее, кг ВК1 120 ВК2 180 ВК3 280 ВК4 360 ВК5 440 ВК6 520 ВК7 600 ВК1 120 ВК2 180 ВК3 280 ВК4 360 ВК5 440 ВК6 520 ВК7 600 ВК1 120 ВК2 180 ВК3 280 ВК4 360 ВК5 440 ВК6 520 ВК7 600 ВК1 120 ВК2 180 ВК3 280 ВК4 360 ВК5 440 ВК6 520 ВК7 600

Таблица  
4.1

Класс защиты СКБО	Величина удельного импульса фазы сжатия отражённой ВУВ, не менее Па с	Масса заряда ТНТ, не менее, кг
ВК1	120	2
ВК2	180	2
ВК3	280	100
ВК4	360	100
ВК5	440	100
ВК6	520	100
ВК7	600	100

4. Дополнительные параметры отражённой ВУВ приведены в Приложении Г.  
4.2 По остаточной стойкости к статистической нагрузке СКБО подразделяют на классы защиты согласно таблице 4.2

Таблица 4.2

Класс защиты	Величина нагрузки на горизонтальную поверхность, Н/м <sup>2</sup>	Примечания
Д1	1000	Схемы и расчёты воздействий по СНиП 2.01.07
Д2	2000	
Д3	4000	
Д4	6000	
Д5	10000	
Д6	15000	

1. В зависимости от стойкости к несанкционированному проникновению (взлому) СКБО классифицируют согласно таблице 4.3.

Таблица 4.3

Класс защиты	Характеристики условий проникновения (взлома)	Время взлома, мин, не менее
ПВ1	Без применения специальных приспособлений (выдавливание плечом, удар ногой и т.д.)	1
ПВ2	С применением набора простых инструментов (отвёртка, клещи, клинья)	2
ПВ3	С применением шуруповерта и «фомки»	2
ПВ4	С применением пилящего или ударного инструмента (молоток, зубило, топор)	3
ПВ5	С применением режущих электроинструментов	5
ПВ6	С применением высоко мощного специального инструмента	5

Пределы огнестойкости конструкций, обеспечивающих устойчивость СКБО в целом должны быть не менее требуемого предела огнестойкости, указанного в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Класс огнестойкости	Предел огнестойкости СКБО, не ниже, мин
1	Е 60
2	Е 30
3	Е 15
4	Е 10
5	Е 5

Приведенный порядок назначения класса защиты справедлив для светопрозрачного элемента площадью 2,0 м<sup>2</sup>. При использовании на объекте СКБО с большей площадью класс защиты СКБО необходимо увеличить величину удельного импульса фазы сжатия и фазы разрежения в соответствии с таблицей 6.1

Таблица 6.1.

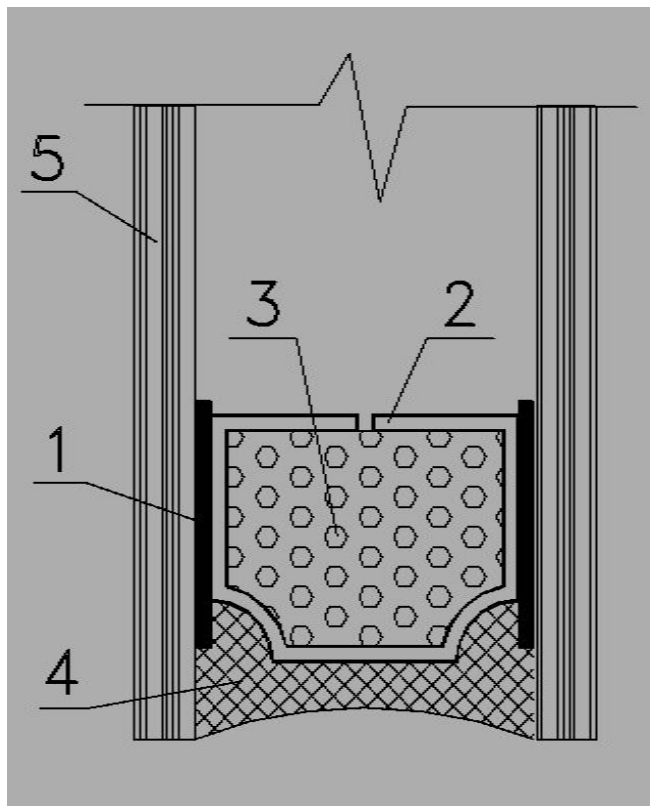
Площадь СКБО, м <sup>2</sup>	Увеличение импульса в число раз
2,0	1,0
3,0	1,22
4,0	1,41
5,0	1,58
6,0	1,73
7,0	1,87
8,0	2,0
9,0	2,12
10,0	2,24
12,0	2,45
14,0	2,64
16,0	2,84
18,0	3,0
20,0	3,16



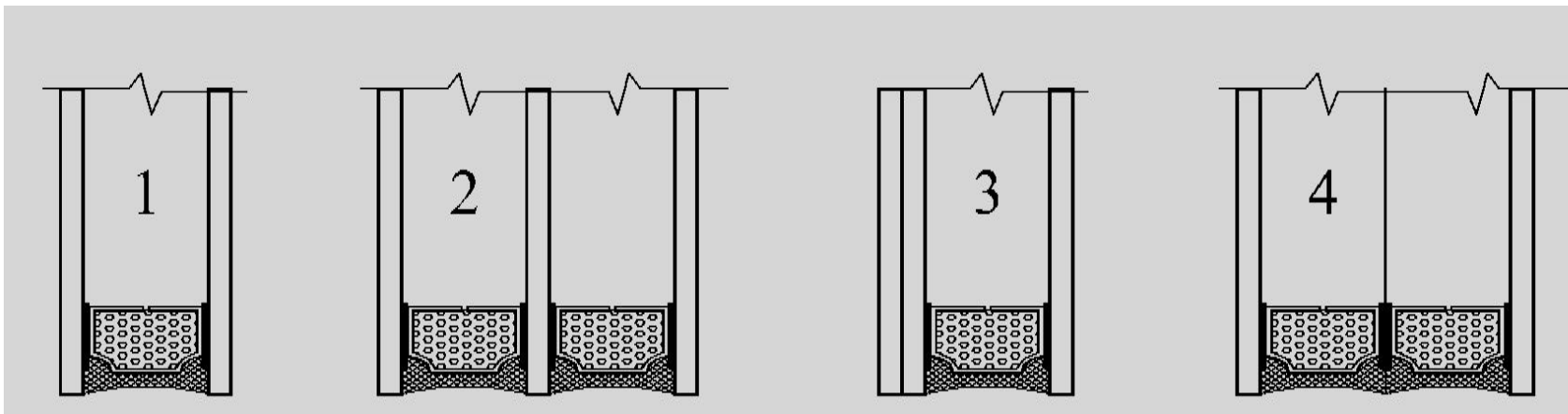
- **Электрообогреваемое стекло**
- Электрообогреваемое стекло изготавливается на основе низкоэмиссионного стекла с подключением к нему электрического тока. Это стекло функционирует как теплозеркало, которое пропускает свет, но отражает тепло. Таким образом, при подключении к источнику напряжения поверхность стекла нагревается, что может быть использовано в самых различных целях: снижение циркуляции холодного воздуха в помещениях, увеличение общей температуры (источник тепла), снеготаяние и т.д. В зависимости от применения, диапазон электростекла - от 50 до 600 Вт/м<sup>2</sup>.
- **Самоочищающееся стекло**
- Самоочищающееся стекло - это обычное стекло со специальным покрытием внешней поверхности стекла, обладающим двойным действием. При попадании на стекло дневного света его покрытие реагирует на свет двумя способами. Во-первых, оно разрушает любые органические отложения грязи и, во-вторых, дождевая вода, стекая вниз по стеклу, смывает разрушенную органическую грязь.
- **Узорчатые стекла**
- Узорчатое стекло - это листовое стекло, одна поверхность которого имеет декоративную обработку. Оно может быть разных цветов, рисунков, различной толщины (4-6 мм) и иметь различную светопропускаемость. Узорчатое стекло можно закалять и ламинировать. Большинство узорчатых стекол может использоваться в энергосберегающих или звукопоглощающих стеклопакетах.

## • Декорирование стекла

- Для декорирования стекол применяются самые различные технологии: прозрачное и матовое травление, декорирование и роспись прозрачными и глухими термоотверждающимися красками, пескоструйная обработка, витражи и витражные имитации, фацетирование и малирование и другие.
- Технология малирования представляет собой термическую обработку уже готового листового стекла, что позволяет придавать ему (разогрев до определенной температуры размягчения) требуемую форму, а затем, путем медленного остывания, сохранить ее в готовом изделии. Такая технология используется как для изготовления стеклянных вставок, так и в более сложных вариантах, для полукруглых дверей сантехнического оборудования (душевых кабин, ванн) и саун.
- Пескоструйная обработка - это традиционная технология декорирования стекол, основанная на механической обработке поверхности стекла воздушной струей с частичками абразива. Получаемый при этом матовый рисунок может иметь различную зернистость и глубину обработки.
- Химическое травление и матирование. Этот процесс основан на свойствах паров плавиковой кислоты взаимодействовать со стеклом, образуя нерастворимые соли. В зависимости от режима обработки, травление позволяет получить на незащищенных кислотостойкой мастикой местах как равномерно матовый, так и прозрачный, с различной глубиной обработки, рисунок. Данный процесс очень трудоемок и длителен, поэтому, как правило, используется только для декорирования дорогостоящих высокохудожественных изделий. Фацетирование - это специальная обработка кромки стекла. Фацетированные вставки, как правило, применяются в дорогостоящих деревянных дверях, наиболее ценной считается обработка так называемого фигурного фацета красивых криволинейных поверхностей с высокой точностью.
- Технология витража основана на наборе рисунка из кусков окрашенного в массу стекла. Стекло, применяемое для витражей, бывает рифленое, достаточно грубой формы; специальное листовое цветное и гладкое тонированное, обработанное фацетированием. Стекло соединяется в единое целое полосой из мягкого металла, имеющего специальное сечение.
- Существуют и другие методы декорирования поверхности стекла. При необходимости получения цветного рисунка на стекле применяют, как правило, метод шелкографии, при котором используются специальные термоотверждаемые краски. В качестве недорогих методов декорирования используют роспись стекла, при которой не требуется последующая термическая обработка, а также декорирование прозрачными и непрозрачными пленками, имитирующими различные методы дорогой традиционной обработки (например витражи и матированное стекло).
- Декоративные краски для стекла позволяют создавать различные текстуры поверхностей: эффекты "травленого" стекла, пескоструйной обработки, металлической текстуры и др. Применение негативных либо позитивных трафаретов позволяет получать на поверхности стекла рисунки или их комбинации.
- Нанесение водорастворимых красок на стекло - несложный технологический процесс, позволяющий использовать их в мелкосерийном производстве. Краски можно наносить как на горизонтальные, так и на вертикальные поверхности. Такие покрытия устойчивы к химическим и механическим воздействиям, влагостойки; пригодны для эксплуатации в условиях открытой атмосферы промышленной зоны умеренного климата; при дальнейшей обработке стекла (фацет, резка, гравировка) покрытие не нарушается.
- Данные лакокрасочные покрытия используются при окраске стеклянных дверей и офисных перегородок, мебельных систем и т.п.



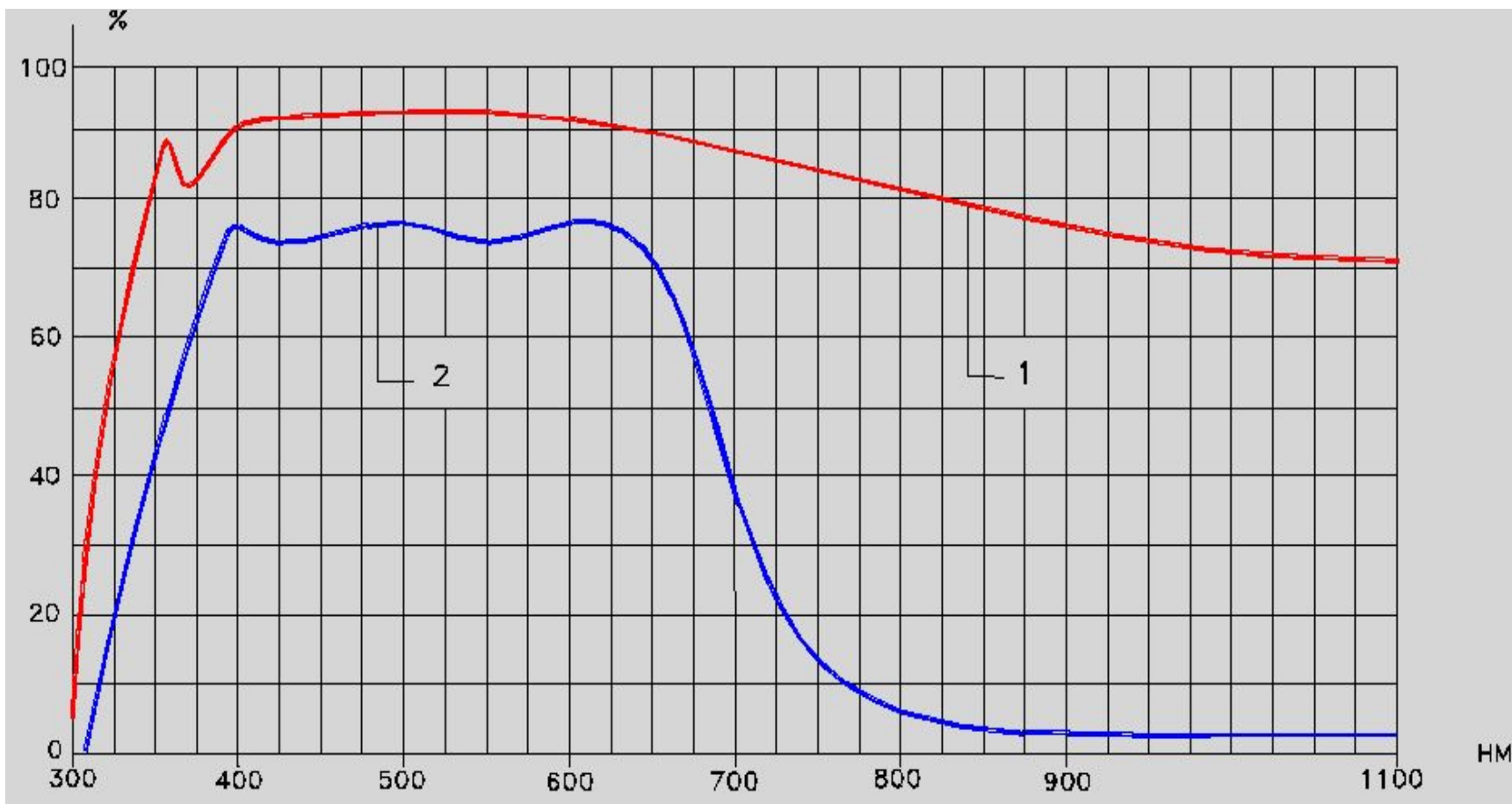
- Конструкция стеклопакета
- 1 – внутренний бутиловый герметик (лента или мастика), 2 – дистанционная рамка (алюминиевый или гальванизированный стальной профиль), 3 – осушитель (силикагель), 4 – внешняя герметизирующая мастика, 5 – стекло



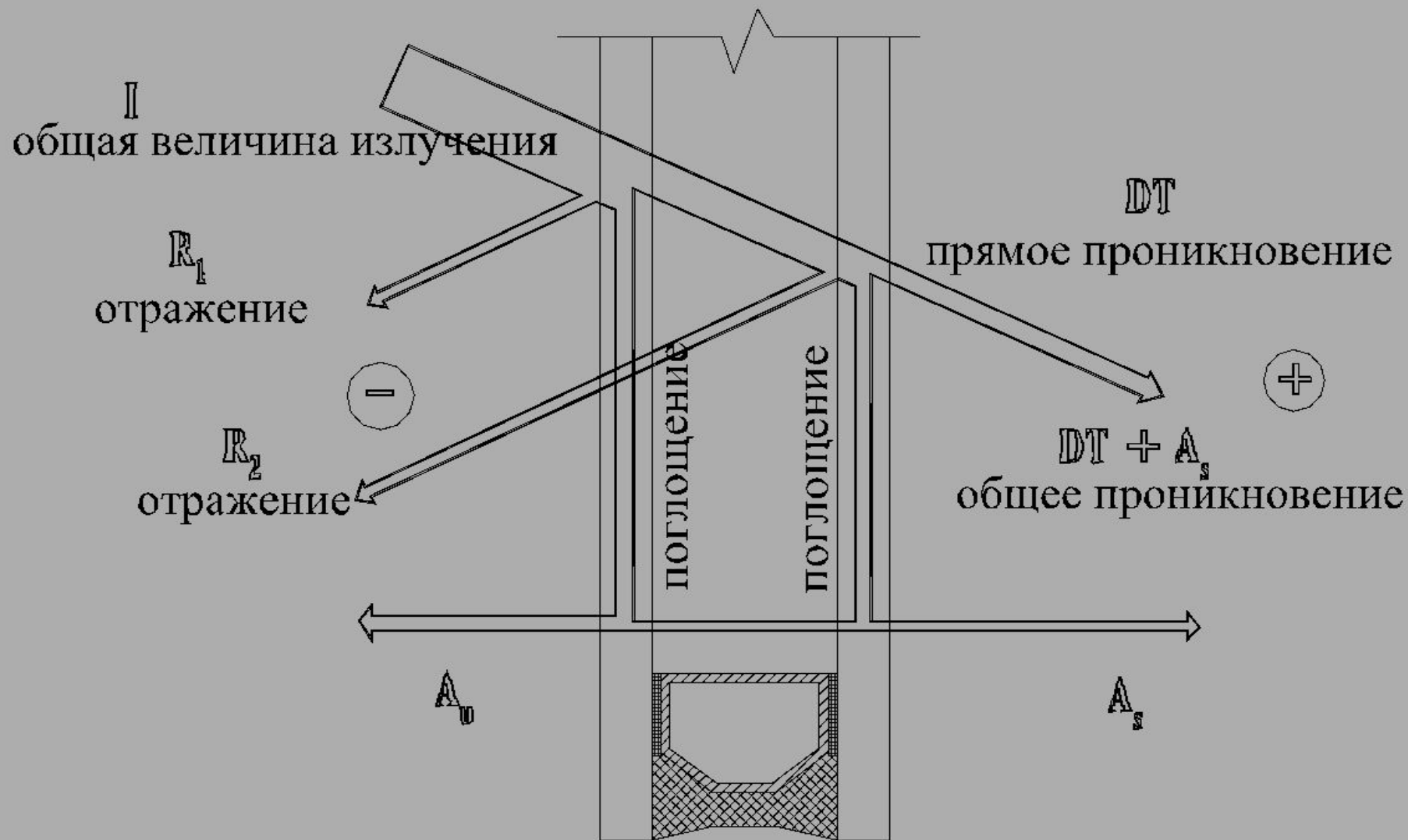
- Стеклопакеты различной конструкции.
- 1 – однокамерный стеклопакет, 2 – двухкамерный стеклопакет, 3 – однокамерный стеклопакет с ламинированным защитным стеклом (триплексом), 4 – двухкамерный стеклопакет с перегородкой из теплоотражающей пленки

## Распределение тепловой энергии Солнца по спектру излучения

Спектр излучения	Длина волны, нм	Тепловая энергия, %
Ультрафиолет – УФ	<b>&lt; 380</b>	<b>1</b>
Видимый спектр	<b>380-760</b>	<b>53</b>
Инфракрасное излучение – ИК	<b>760-2500</b>	<b>46</b>



**Спектральная характеристика пропускания различных стекол  
1 – обычное оконное стекло, 2 – стекло с низкоэмиссионным  
покрытием**



Передача солнечного излучения через стеклопакет

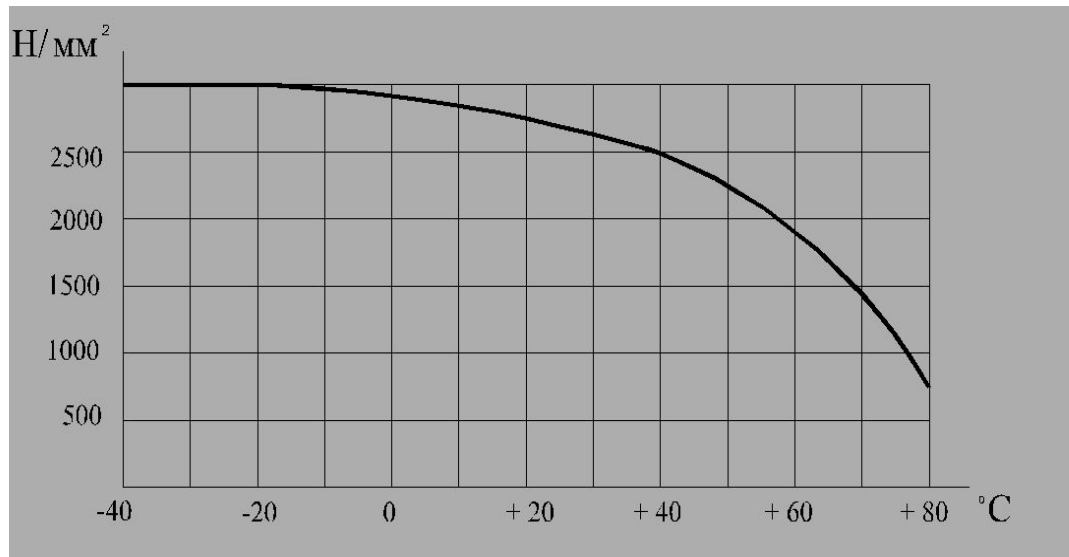
Теплотехнические характеристики газов, применяемых для заполнения стеклопакетов

Газ	T, °C	Плотность $\rho$ кг/ м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda \times 10^{-2}$ Вт/ (м x К)	Динамическая вязкость $\mu \times 10^{-5}$ кг/(м x с)	Теплоемкость С Дж/ (кг К)
Воздух	<b>+10</b>	<b>1.232</b>	<b>2.496</b>	<b>1.761</b>	<b>1.008</b>
Аргон (Ar)	<b>+10</b>	<b>1.699</b>	<b>1.684</b>	<b>2.164</b>	<b>0.519</b>
Криптон (Kr)	<b>+10</b>	<b>3.560</b>	<b>0.900</b>	<b>2.670</b>	<b>0.245</b>
Гексафтор ид серы (SF <sub>6</sub> )	<b>+10</b>	<b>6.360</b>	<b>1.275</b>	<b>1.459</b>	<b>0.614</b>



## модуль упругости различных материалов

Материал	$E$ , Н/мм <sup>2</sup>	$E$ , МН/м <sup>2</sup>
ПВХ твердый	2,7	$0.027 \times 10^5$
Дерево вдоль волокон	10,0	$0.1 \times 10^5$
Бетон	10,0 – 30,0	$0.1 \dots 0.3 \times 10^5$
Стеклопластик	18,0 – 40,0	$0.18 \dots 0.4 \times 10^5$
Дерево поперек волокон	50,0	$0.5 \times 10^5$
Алюминий	67,5	$0.675 \times 10^5$
Алюминиевые сплавы	71,0	$0.71 \times 10^5$
Сталь	210,0	$2.1 \times 10^5$



Зависимость модуля упругости ПВХ от температуры

№ п/п	Наименование вещества	Концентрация	При t, °С
<b>Группа I. Высокая сопротивляемость</b>			
1	Азотная кислота	10%	60
2	Аммиак, водный раствор	Конц.	40
3	Дизельное топливо		20
4	Машинное масло		60
5	Муравьиная кислота	100%	40
		10%	60
6	Натровый щелок	10%	60
		40%	60
7	Оливковое масло		60
8	Перманганат калия	Насыщенный 20 °С	60
9	Серная кислота	10%	60
		96%	60
10	Скипидар		20
11	Соляная кислота	10%	60
		35%	60
12	Хлорид натрия	10%	60

Группа II. Слабая сопротивляемость			
1	Уксусная кислота	100%	20
2	Царская водка		40
Группа III. Отсутствие сопротивляемости			
1	Анилин		20
2	Бензол		20
3	Бензино-бензоловая смесь		20
4	Диэтилэфир		20
5	Крезол - М		20

Поливинилхлорид имеет очень высокий коэффициент температурного расширения, равный  $80 \times 10^{-6}$  [1/°C]. Для сравнения эта величина для стали и бетона составляет порядка  $10 \times 10^{-6}$  [1/°C], а для стекла  $8.5 \times 10^{-6}$  [1/°C]. **Таким образом, ПВХ имеет коэффициент в 10 раз больший по сравнению со стеклом и с материалом примыкающих к окну наружных стен.**

Такое соотношение величин приводит к тому, что температурные деформации, а соответственно, и напряжения в профиле, остеклении и примыкающих к окну конструкциях, резко отличаются по величине. Эта особенность, в сочетании с низким модулем упругости ПВХ практически полностью определяет специфику монтажа и системы уплотнений металлопластиковых окон по сравнению с окнами из других материалов – дерева, алюминия и стеклопластика.

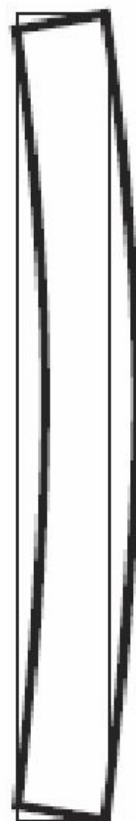
Заготовка  
на производстве  
длина 2000



+20 °      +20 °  
2000 мм    2000 мм

белый профиль

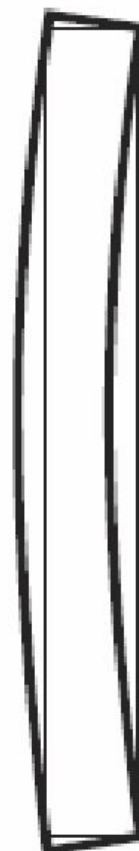
а. Зима



снаружи    внутри  
-20 °      +20 °  
1993,6 мм 2000 мм

белый профиль

б. Лето



снаружи    внутри  
+40 °      +20 °  
2003,2 мм 2000 мм

белый профиль

с. Лето



снаружи    внутри  
+80 °      +20 °  
2009,6 мм 2000 мм

не белый профиль

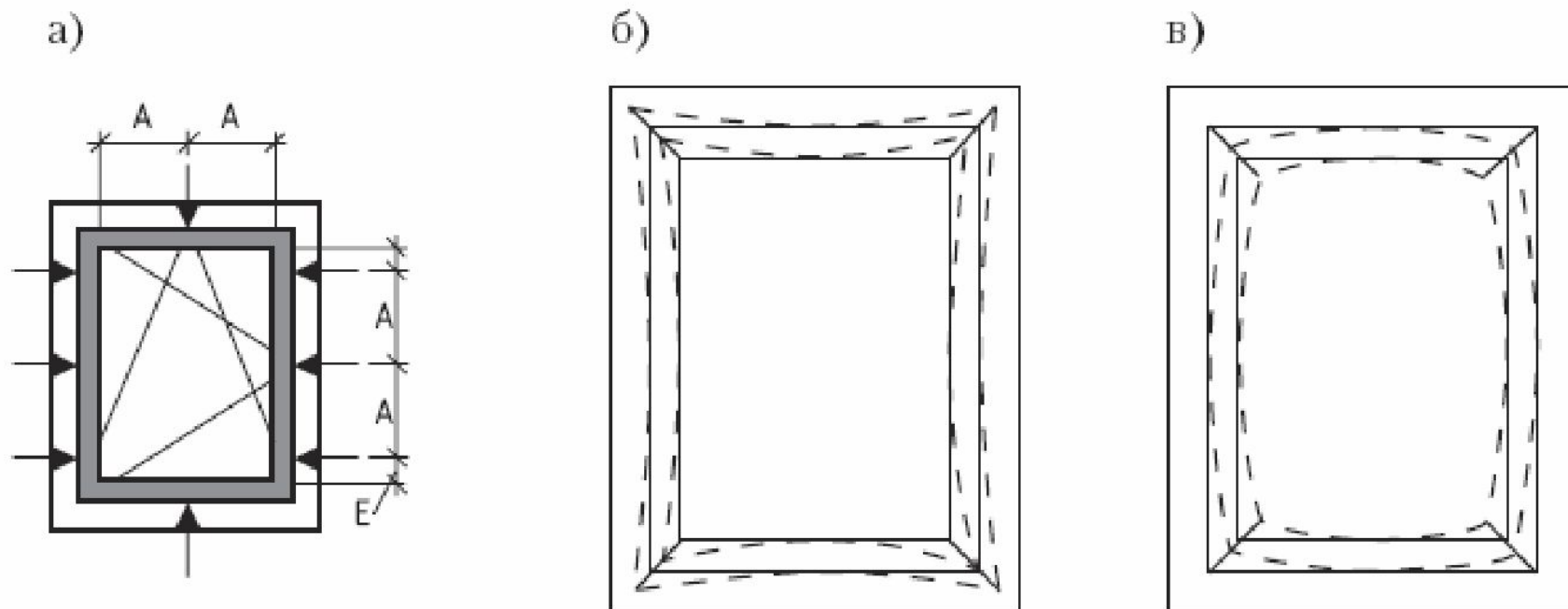


Рис. 1.9.

Термические деформации ПВХ-оконного блока при закреплении в проёме:

- а) схема крепления оконного блока ( $A=700$  мм;  $E=100-150$  мм.); б) деформирование летом;  
 в) деформирование зимой.

Формула стеклопакета

Коэфф. Остекления 0,7

4-16-4

4-10-4-10-4

4-Ar16-И4

4-Ar12-4-Ar12-И4

4-16Kr-И4

	<b>0,32</b>	<b>0,47</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>	<b>0,78</b>
<b>0,62</b>	0,3743	0,5068	0,6475	-	0,7240
<b>0,64</b>	0,3765	0,5107	0,6539	-	<b>0,7320</b>
<b>0,68</b>	0,3804	0,5180	0,6659	0,7275	0,7470
<b>0,72</b>	0,3840	0,5247	0,6769	0,7407	0,7610
<b>0,78</b>	0,3888	0,5336	0,6919	0,7588	0,7800
<b>0,81</b>	0,3910	0,5377	0,6988	0,7670	0,7888

Сопротивление  
теплопередаче Профиля

Разница МАХ/МИН

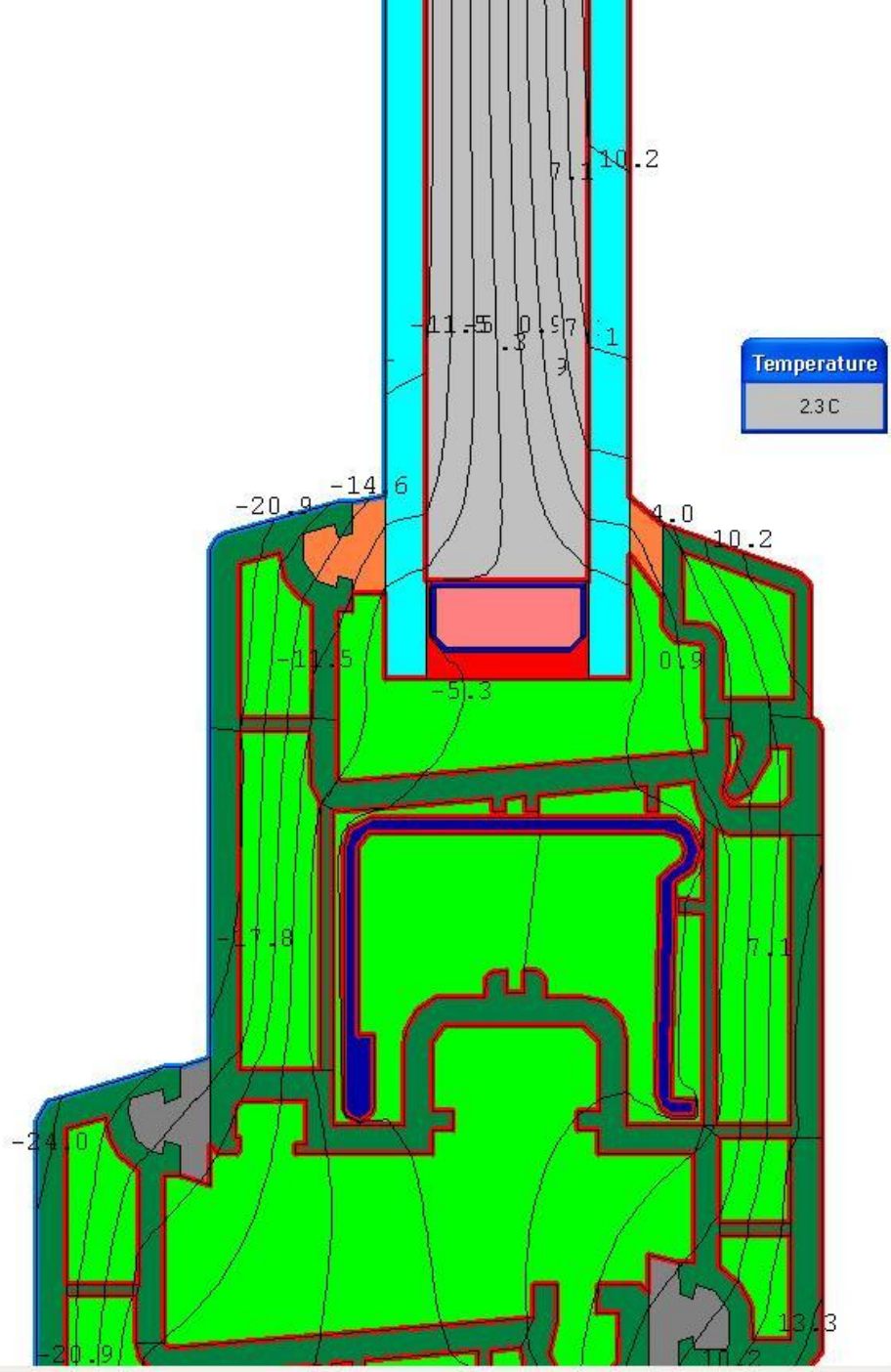
0,0166

0,0309

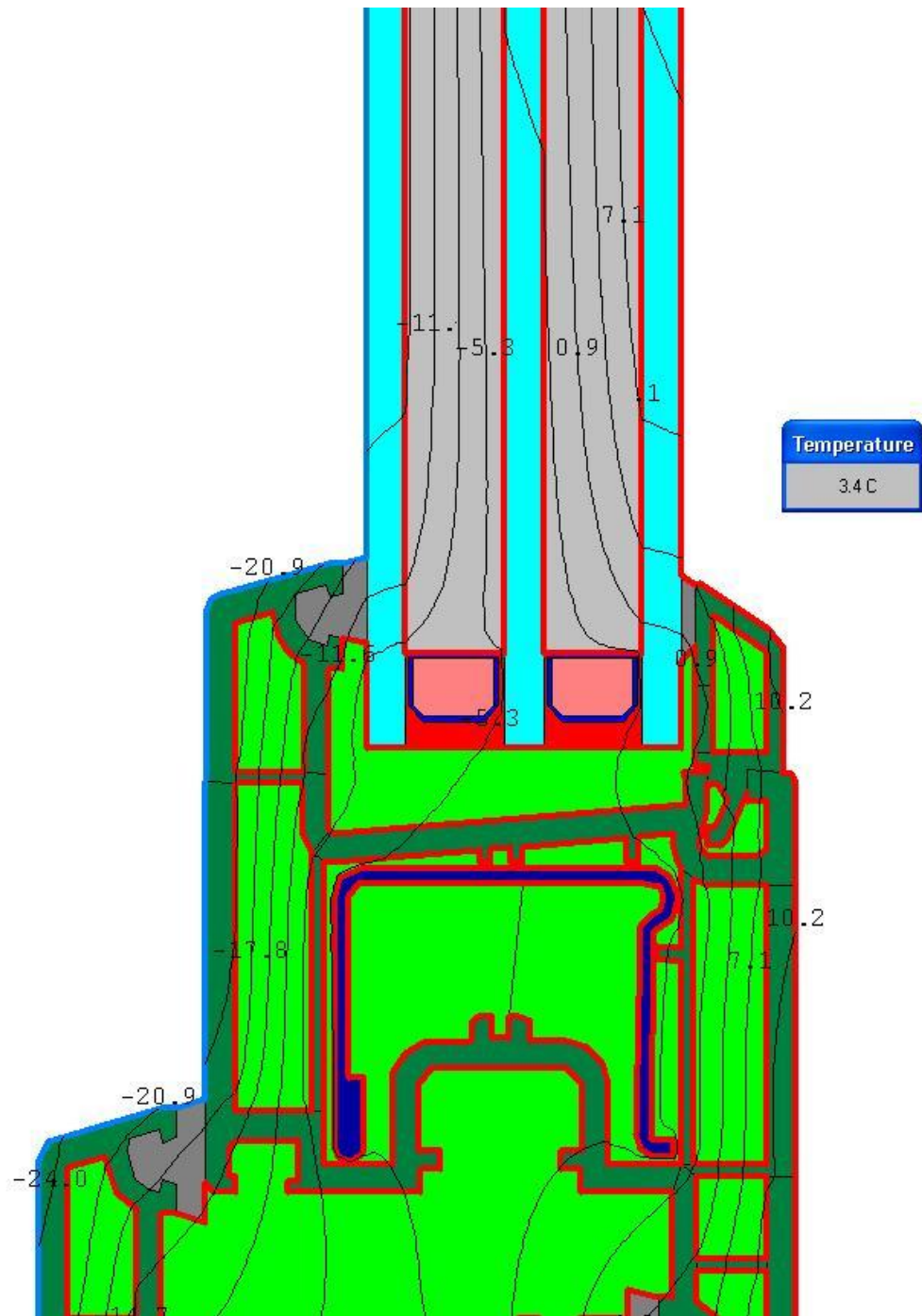
0,0514

0,0614

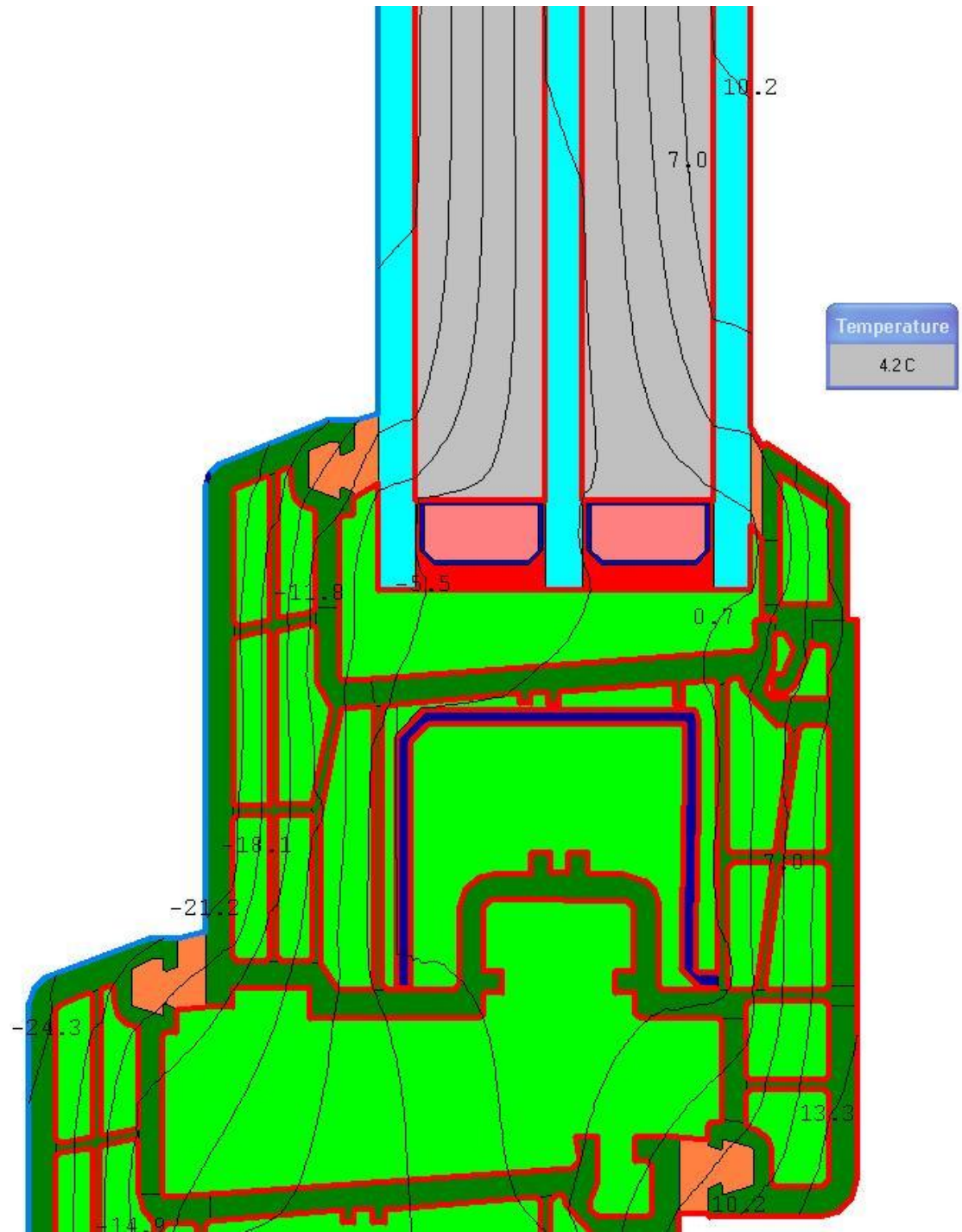
0,0648



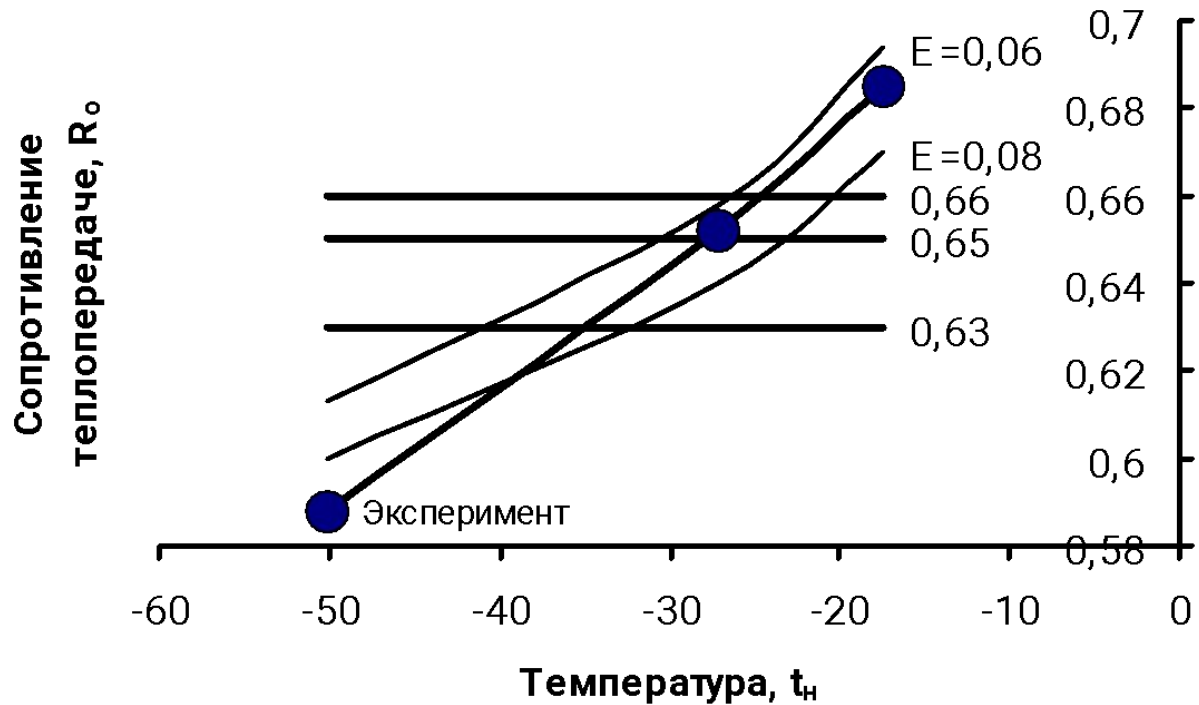
Temperature  
23C



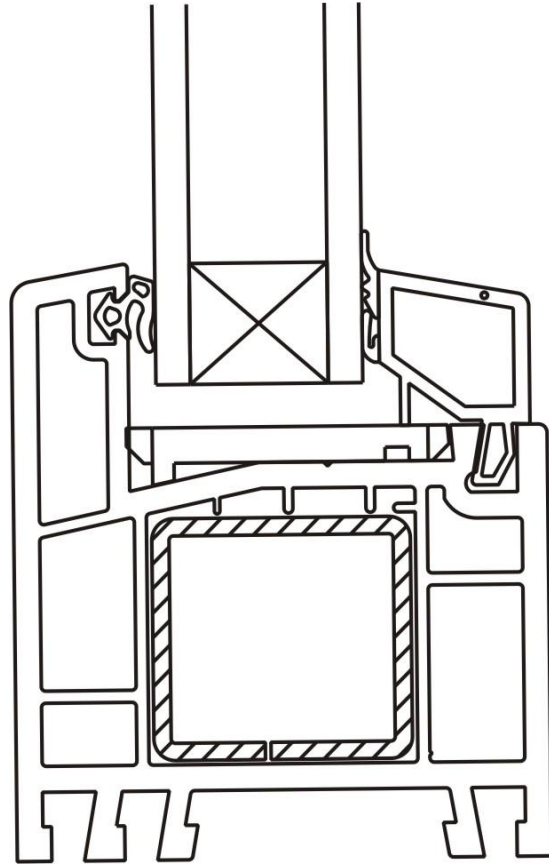
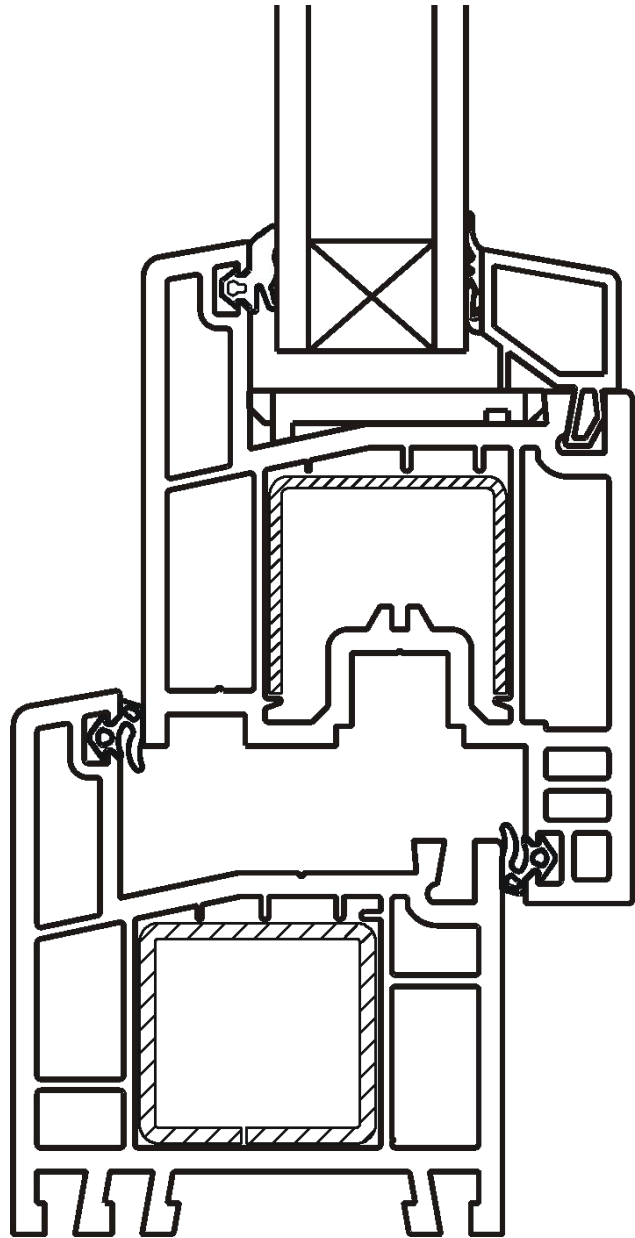




## Стеклопакет 4М<sub>1</sub>-Ar16-И4



- Зависимость сопротивления теплопередаче  $R_o$  [ $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ] в центральной зоне стеклопакета 4М<sub>1</sub>-Ar16-И4 от температуры в холодном отделении климатической камеры  $t_n$  [°C].



Формула стеклопакета	Приведенное сопротивлен ие теплопереда че стеклопакета $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	Приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$			Условные теплотери на $1 \text{ м}^2$ светопрозрачных конструкций за отопительный период, $\text{КВт} \cdot \text{час}$ (для ОБ ориентированных на север) Санкт-Петербург		
		$R_{\text{пр.пр}}=0.64$ $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{\text{пр.пр}}=0.7$ $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{\text{пр.пр}}=0.8$ $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{\text{пр.пр}}=0.64$	$R_{\text{пр.пр}}=0.7$	$R_{\text{пр.пр}}=0.8$
		$4M_1-16-4M_1$	0.32	0,37	0,38	0,39	264
$4M_1-10-4M_1-10-4M_1$	0.47	0,51	0,52	0,54	192	188	181
$4M_1-16-K4$	0.53	0,56	0,57	0,59	174	172	166
$4M_1-16-И4$	0.59	0,60	0,62	0,64	163	158	153
$4M_1-12Ar-4M_1-12Ar-И4$	0.75	0,71	0,73	0,76	138	134	129
$4M_1-16Kr-И4$	0.78	0,73	0,75	0,79	134	130	124

<b>Температура в °С</b>	<b>Предел насыщения в г/м<sup>3</sup></b>
<b>-10</b>	<b>2,14</b>
<b>0</b>	<b>4,8</b>
<b>10</b>	<b>9,4</b>
<b>20</b>	<b>17,3</b>
<b>30</b>	<b>30,3</b>

Точка росы – это температура, при которой воздух, имеющий определенную исходную температуру и относительную влажность, больше не в состоянии поглощать влагу.

Если температура воздуха составляет 20°C, а влажность – 50%, это означает, что в воздухе содержится 50% того максимального количества воды, которое может там находиться.

Если воздух охлаждается до 9,3°C, его относительная влажность увеличивается до 100%, т.е. воздух температурой 9,3°C теперь насыщен влагой до предела.

Если воздух будет охлаждаться дальше, начнется образование конденсата, поскольку воздух больше не в состоянии удерживать воду.

Наступление точки росы  $\mathcal{V}_s$  в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха.

С°	Точка росы $\mathcal{V}_s$ в С° при относительной влажности воздуха в %													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,1
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,3	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

1) Для промежуточных показателей не указанных в таблице определяется средняя величина

Таблица 1

**Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений жилых зданий и общежитий**

Пе-риод года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движе-ния воздуха, м/с	
		опти-мальная	допусти-мая	опти-мальная	допус-тимая	опти-мальная	допус-тимая, не более	опти-мальная, не более	допус-тимая, не более
Х о - л о д - н ы й	Жилая комната	20—22	18—24 (20—24)	19—20	17—23 (19—23)	45—30	60	0,15	0,2
	То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 °С и ниже	21—23	20—24 (22—24)	20—22	19—23 (21—23)	45—30	60	0,15	0,2
	Кухня	19—21	18—26	18—20	17—25	НН*	НН	0,15	0,2
	Туалет	19—21	18—26	18—20	17—25	НН	НН	0,15	0,2
	Ванная, совмещенный санузел	24—26	18—26	23—27	17—26	НН	НН	0,15	0,2

Окончание таблицы 1

Пе-риод года	Наименование помещения	Температура воздуха, °С		Результующая температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движе-ния воздуха, м/с	
		опти-мальная	допусти-мая	опти-мальная	допус-тимая	опти-мальная	допус-тимая, не более	опти-мальная, не более	допус-тимая, не более
Х о - л о д - н ы й	Помещения для отдыха и учебных занятий	20—22	18—24	19—21	17—23	45—30	60	0,15	0,2
	Межквартирный коридор	18—20	16—22	17—19	15—21	45—30	60	0,15	0,2
	Вестибюль, лестничная клетка	16—18	14—20	15—17	13—19	НН	НН	0,2	0,3
	Кладовые	16—18	12—22	15—17	11—21	НН	НН	НН	НН
Теп-лый	Жилая комната	22—25	20—28	22—24	18—27	60—30	65	0,2	0,3

\* НН — не нормируется

**Примечание** — Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов

**Расчетная температура, относительная влажность и температура точки росы, принимаемые при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций.**

<b>Здания и помещения</b>	<b>Температура воздуха внутри помещений °С</b>	<b>Относительная влажность воздуха %</b>	<b>Температура точки росы °С</b>
<b>Жилые здания общеобразовательные учреждения</b>	<b>20</b>	<b>55</b>	<b>10,7</b>
<b>Поликлиники и лечебные учреждения</b>	<b>21</b>	<b>55</b>	<b>11,6</b>
<b>Дошкольные учреждения</b>	<b>22</b>	<b>55</b>	<b>12,6</b>
<b>Помещения кухни</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>12</b>
<b>Помещения ванных комнат</b>	<b>25</b>	<b>60</b>	<b>16,7</b>
<b>Помещения Плавательных бассейнов</b>	<b>27</b>	<b>67</b>	<b>20,4</b>



При использовании герметичных окон  
воздухообмен в жилых помещениях резко  
падает



## Влаговыведение в квартирах

№ п/п	Источник влаги		Влаговыведение, г/ч
1	Человек	Легкая деятельность	<b>30-60</b>
		Работа средней трудности	<b>120-200</b>
		Трудная работа	<b>200-300</b>
2	Ванная комната	Принятие ванны	<b>Прибл. 700</b>
		Принятие душа	<b>Прибл. 2600</b>
3	Кухня	Приготовление пищи, мытье посуды	<b>600-1500</b>
		В среднем за день	<b>100</b>
4	Комнатные растения (в зависимости от размера)		<b>5-20</b>
5	Выстиранное белье	Отжатое через центрифугу	<b>50-200</b>
		Совершенно мокрое	<b>100-500</b>

# РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА И КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

СНиП 2.08.01-89\* «Жилые здания»

Приложение 4 обязательное

Помещение	Расчетная температура воздуха в холодный период года, град. С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		Приток	Вытяжка
Жилая комната квартир или общежитий	18 (20)	-	3 куб.м/ч на 1 кв.м жилых помещений
То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 град. С и ниже	20 (22)	-	То же
Кухня квартиры и общежития, кубовая:	18	-	
с электроплитами			Не менее 60 куб.м/ч
с газовыми плитами			Не менее 60 куб.м/ч при 2-конфорочных плитах,
			Не менее 75 куб.м/ч при 3-конфорочных плитах,
			Не менее 90 куб.м/ч при 4-конфорочных плитах
Сушильный шкаф для одежды и обуви в квартирах	-	-	30 куб.м/ч
Ванная	25	-	25 "
Уборная индивидуальная	18	-	25 "

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ МНОГОКВАРТИРНЫЕ СНиП 31-01-2003

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

9.1 При проектировании и строительстве жилых зданий в соответствии с настоящими нормами и правилами должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие выполнение санитарно-эпидемиологических и экологических требований по охране здоровья людей и окружающей природной среды (СанПиН 2.1.2.1002 и др.).

9.2 Расчетные параметры воздуха в помещениях жилого дома следует принимать по оптимальным нормам ГОСТ 30494. Кратность воздухообмена в помещениях следует принимать в соответствии с таблицей 9.1.

Помещение	Кратность или величина воздухообмена, м <sup>3</sup> в час, не менее	
	в нерабочем режиме	в режиме обслуживания
Спальная, общая, детская комнаты	0,2	1
Библиотека, кабинет	0,2	0,5
Кладовая, бельевая, гардеробная	0,2	0,2
Тренажерный зал, бильярдная	0,2	80 м <sup>3</sup>
Постирочная, гладильная, сушильная	0,5	90 м <sup>3</sup>
Кухня с электроплитой	0,5	60 м <sup>3</sup>
Помещение с газоиспользующим оборудованием	1	1,0 + 100 м <sup>3</sup> на плиту
Помещение с теплогенераторами и печами на твердом топливе	0,5	1,0 + 100 м <sup>3</sup> на плиту
Ванная, душевая, уборная, совмещенный санузел	0,5	25 м <sup>3</sup>
Сауна	0,5	10 м <sup>3</sup> на 1 человека

**Температура на внутреннем стекле в  
средней части и стенопакета**

Сопротивление теплопередаче	Наруж. Температура	Внутренняя температура			
		<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>30</b>
<b>0,62</b>	<b>0</b>	14,4	16,0	17,6	24,0
	<b>-5</b>	13,4	15,0	16,6	22,9
	<b>-10</b>	12,4	14,0	15,5	21,9
	<b>-15</b>	11,9	12,9	14,5	20,9
	<b>-20</b>	10,3	11,9	13,5	19,9
	<b>-26</b>	<b>9,1</b>	<b>10,7</b>	<b>12,3</b>	<b>18,7</b>
	<b>-35</b>	7,3	8,9	10,5	16,9

**Температура на внутреннем  
стекле в средней части  
стеклопакета**

Сопротивление теплопередаче	Наруж. Температура	Внутренняя температура			
		15	20	25	30
<b>0,32</b>	<b>0</b>	9,1	12,2	15,2	18,3
	<b>-5</b>	7,2	10,2	13,3	16,3
	<b>-10</b>	5,2	8,3	11,3	14,4
	<b>-15</b>	3,3	6,3	9,4	12,4
	<b>-20</b>	1,3	4,4	7,4	10,5

*Уровень звукового давления представляет собой относительную логарифмическую величину, характеризующую звуковое давление в данной расчетной точке относительно порога слышимости.*

Уровень звукового давления определяется как

$$L = 20 \lg (P/P_0)$$

где

**P** - значение звукового давления в данной точке звукового поля

За единицу измерения уровня звукового давления принят 1 децибел (1Дб ).  
*Разница уровней в 1Дб соответствует минимальной величине, различимой слухом.*

**$P_0 = 2 \times 10^{-5}$  Па** – звуковое давление, соответствующее порогу слышимости

***Наибольшую чувствительность к звуковым воздействиям человек проявляет на средних частотах ( в интервале приблизительно от 400 до 3000 Гц), несколько хуже слышит высокие (примерно от 3000 до 20 000 Гц), и наименее чувствителен к звуку на низких ( примерно от 20 до 400 Гц).***

Номер октавы	1	2	3	4	5	6	7
Частоты	Низкие			Средние			Высокие
Октавные Полосы Частот, $f_1-f_2$ , Гц	45-90	90-180	180-355	355-710	710-1400	1400-2800	2800-5600
Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000
Относительная частотная характеристика кривой коррекции А, дБ	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0

**Стандартизованные октавные полосы частот, среднегеометрические частоты октавных полос, значения кривой коррекции А**

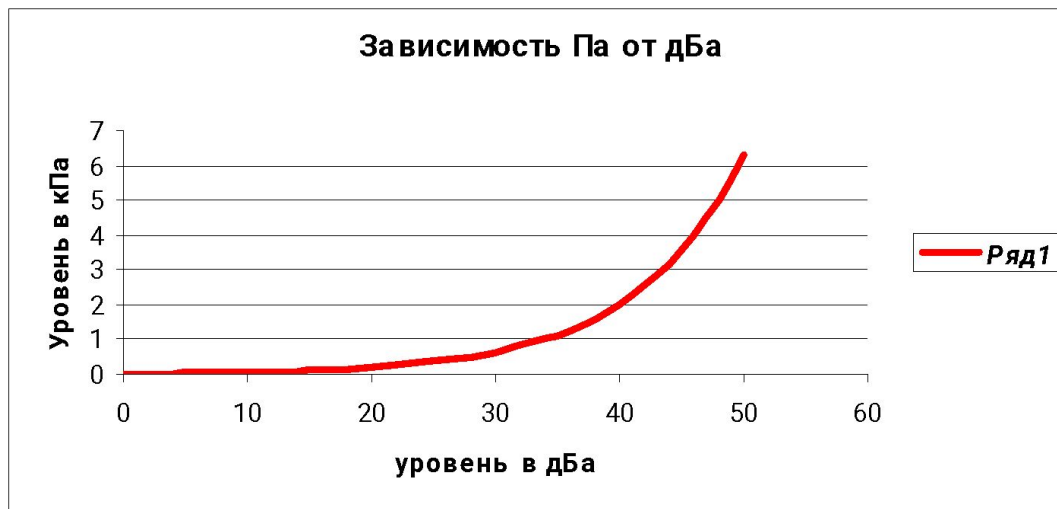
*Субъективная оценка шума человеком характеризуется значением «уровня звука» в дБА, представляющим собой значение уровня звукового давления, скорректированного по кривой А. Для оценки шумов в городах эта величина применяется наиболее часто.*



дБ	дБа	кПа
0	6	0,020
2	7,2	0,025
4	8,4	0,032
6	9,6	0,040
8	10,8	0,050
10	12	0,063
12	13,2	0,080
14	14,4	0,100
16	15,6	0,126
18	16,8	0,159
20	18	0,200
22	19,2	0,252
24	20,4	0,317

дБ	дБа	кПа
26	21,6	0,399
28	22,8	0,502
30	24	0,632
32	25,2	0,796
34	26,4	1,002
36	27,6	1,262
38	28,8	1,589
40	30	2,000
42	31,2	2,518
44	32,4	3,170
46	33,6	3,991
48	34,8	5,024
50	36	6,325

$$RA = 0.6 Rw + 6$$



<b>Уровень звукового давления, дБ</b>	<b>Источник шума</b>	<b>Примечания</b>
0	Полная тишина	Угнетает
10	Шелест листвы	Состояние звукового комфорта
35 – 40	Тихий разговор, тихая музыка	
60 – 70	Громкая речь	
75 – 80	Громкая музыка, оживленная транспортная магистраль	
100 – 120	Реактивный двигатель самолета	
130 – 140	Болевой порог	

**Допустимые эквивалентные уровни звукового давления (согласно табл.1  
СНИП II-12-77\* «Защита от шума»).**

N п/п	Назначение помещения	Допустимый эквивалентный уровень звука $L_{АЭКВ}$ , [дБА]
1	Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	<b>25</b>
2	Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха и пансионатов, шпальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	<b>30</b>
3	Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории, залы заседаний и совещаний	<b>40</b>
4	Офисные помещения	<b>50</b>
5	Залы кафе, ресторанов, столовых	<b>55</b>
6	Т	<b>60</b>

**Расчетные шумовые характеристики транспортных потоков на улицах городов и дорогах для условий движения транспорта в час «пик» (согласно табл. 27 СнИП II-12-77)**

N п /п	Категория улиц и дорог	Число полос движения проезжей части в обоих направлениях	Шумовая характеристика транспортного потока $L_{Aэкв}$ , [дБА]
1	Скоростные дороги	6 8	<b>86</b> <b>87</b>
2	Магистральные улицы и дороги общегородского значения: - непрерывного движения; - регулируемого движения;	6 8 4 6	<b>84</b> <b>85</b> <b>81</b> <b>82</b>
3	Магистральные улицы и дороги районного значения	4 6	<b>81</b> <b>82</b>
4	Дороги грузового движения	2 4	<b>79</b> <b>81</b>
5	Улицы и дороги местного значения: - жилые улицы; - дороги промышленных и коммунально-складских районов	2 4 2	<b>73</b> <b>75</b> <b>79</b>

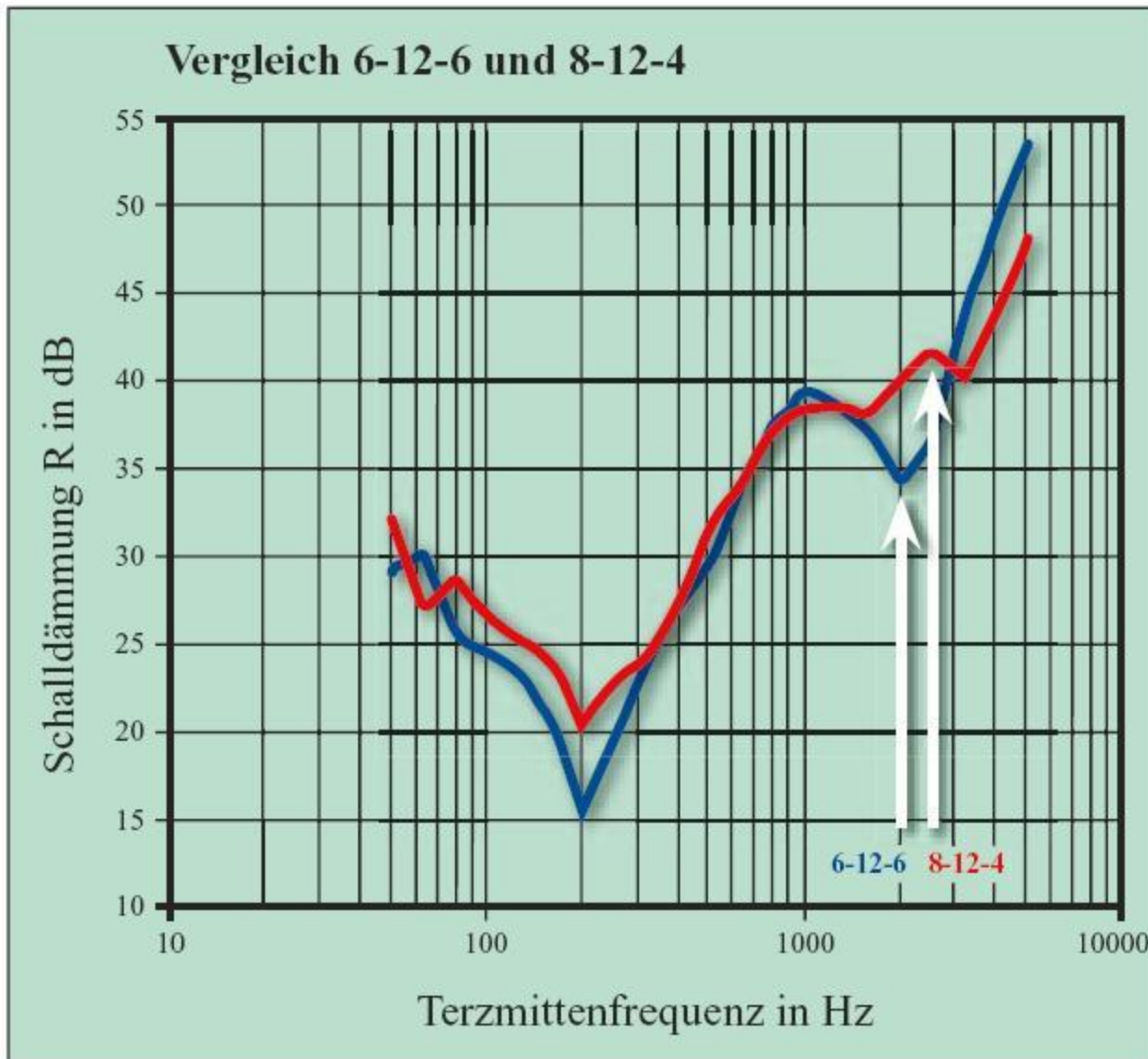


Abbildung 7: Asymmetrischer Glasaufbau zur Verringerung der Koinzidenz

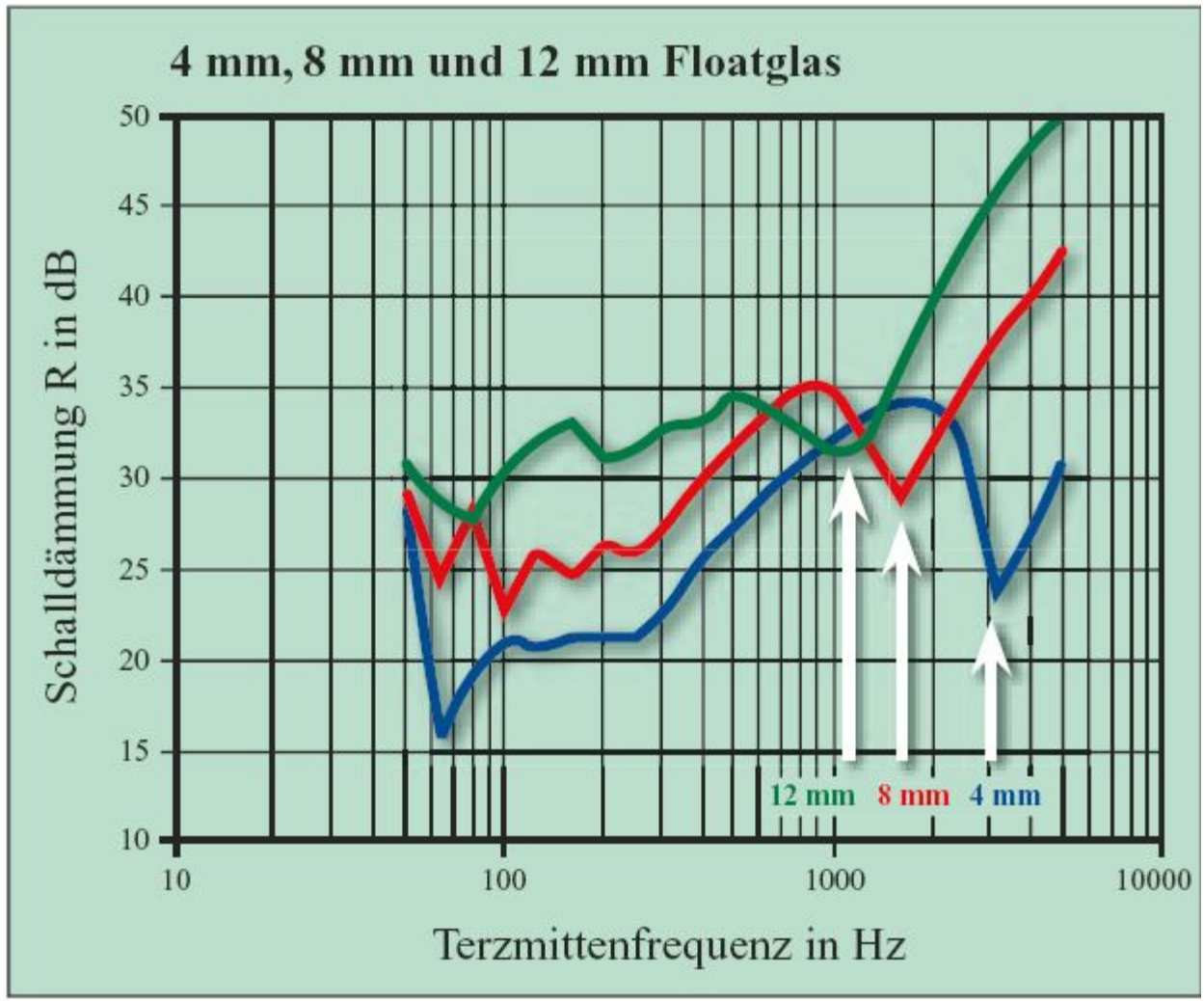
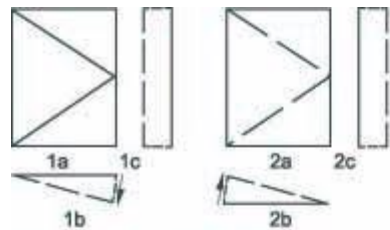
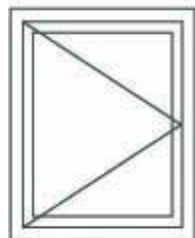


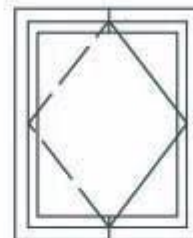
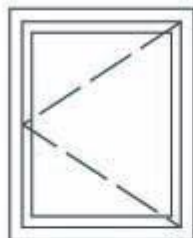
Abbildung 6: Einfluss der Scheibendicke auf die Koinzidenzfrequenz



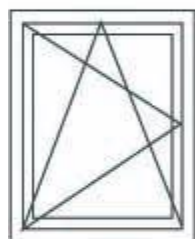
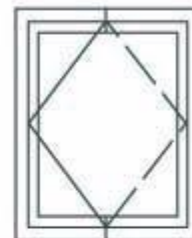
Сплошные линии обозначают открывание подвижной створки в сторону наблюдателя (1а). Открывание подвижной створки от наблюдателя обозначено пунктиром (2а).



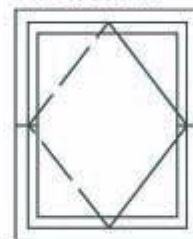
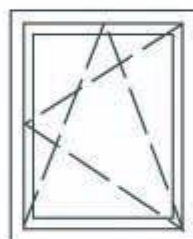
поворотное окно, 1 створка открывается вовнутрь



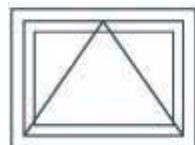
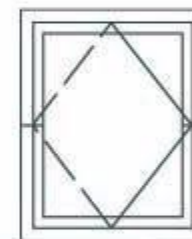
среднеподвесное окно с вертикальной осью вращения



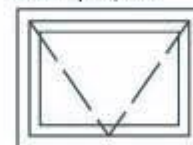
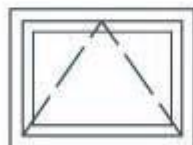
поворотнo-откиднoе окно



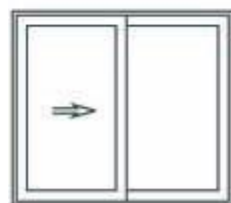
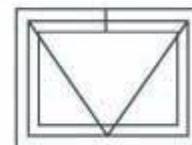
среднеподвесное окно с горизонтальной осью вращения



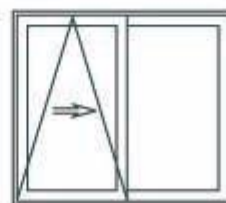
нижнеподвесное окно



верхнеподвесное окно



горизонтально-раздвижная дверь / окно



подъемно-раздвижная откидная дверь / окно

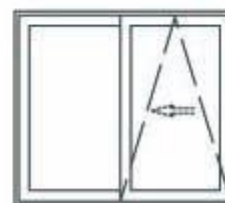


Рис. 1: Типы открывания оконных створок. Другие типы открывания см. DIN EN 12519

