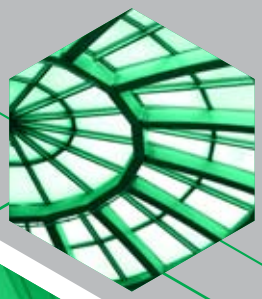
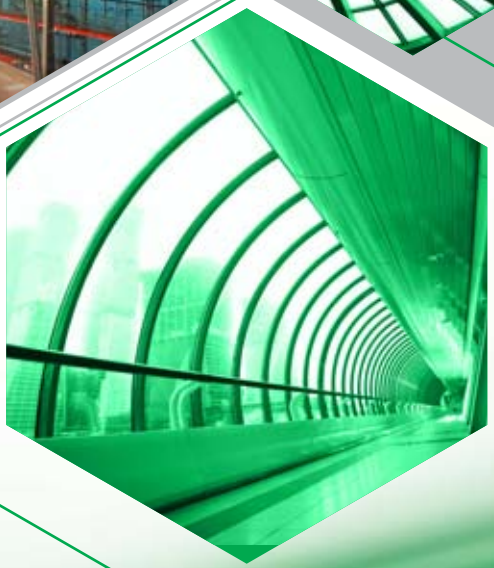
Novattro

Техническое руководство по применению и установке листов монолитного поликарбоната

2009





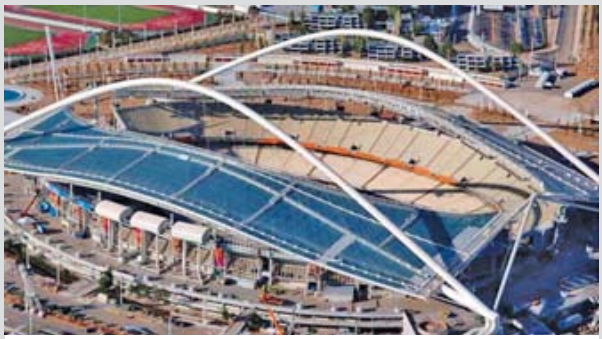
Архитектурное безопасное
и защитное остекление

Для проектировщиков, инженеров
и профессиональных консультантов

Создавая решения

Световое рекламное табло на стадионе «Арсенал», Англия.

Применялся 5 мм лист монолитного поликарбоната молочного цвета.



Олимпийский стадион, Афины (кровля).

Применялся 12 мм лист монолитного поликарбоната.

Международный аэропорт, Гонконг (вертикальное остекление).

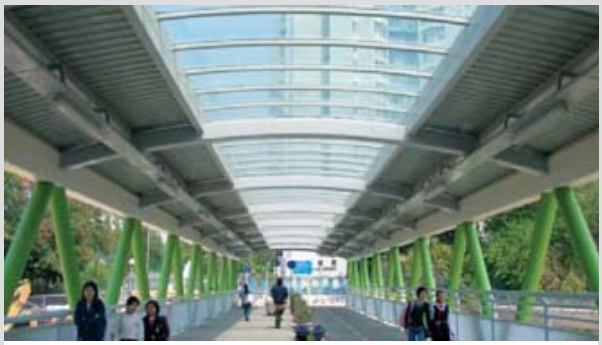
Применялся 12 мм лист монолитного поликарбоната прозрачного и молочного цвета

Частный бассейн. Турция.

Применялся 5 мм лист прозрачного монолитного поликарбоната

Легкоатлетический стадион «Plaza Del Toro» в Испании.

Применялся 10 мм молочный лист монолитного поликарбоната.



Мост через реку в Гонконге.

Применялся 6 мм прозрачный лист монолитного поликарбоната.

Навес над остановкой ж\д транспорта в Гонконге.

Применялся 6 мм зеленый лист монолитного поликарбоната.

Защитное ограждение автодороги в городе Пекин.

Применялся 6 мм прозрачный лист монолитного поликарбоната.

Содержание

Novattro®

Полимерное стекло – лист монолитного поликарбоната.

Техническое руководство по применению и установке.

Архитектурное, безопасное и защитное остекление для проектировщиков, инженеров и профессиональных консультантов.

Раздел А.

Описание материала — полимерного стекла Novattro®

1. Ассортимент, Стандартные размеры, вес и цвет
2. Общие характеристики и физические свойства полимерного стекла
3. Оптические характеристики и свойства полимерного стекла
4. Теплоизоляционные характеристики
5. Акустические характеристики
6. Устойчивость к воздействию окружающей среды и климатических условий
7. Пожаростойкость и устойчивость полимерного стекла к воздействию химических веществ

Раздел Б.

Основные области применения полимерного стекла Novattro®

1. Световые купола
2. Вертикальное остекление
3. Дорожные переходы
4. Навесы
5. Терассное остекление
6. Остекление бассейнов
7. Шумозащитные барьеры
8. Остекление хоккейных коробок
9. Остекление зимних садов
10. Остекление теплиц
11. Средства самообороны
12. Защитные перегородки
13. Подсветка пола
14. Лестничные ограждения

Инструкция по изготовлению , формованию, соединению, обработке и чистке полимерного стекла Novattro®.

1. Изготовление
   - Предварительные замечания
   - Распиловка
   - Разрезание и перфорирование
   - Сверление
   - Укладка
   - Лазерная резка
2. Формование
   - Холодное формование, холодное загибание, вальцовочное формование
   - Термоформование, предварительная сушка, горячий линейный изгиб, драпировочное формование, вакуумное формование, отжиг
3. Обработка
   - Шлифовка
   - Полировка
   - Украшение
4. Чистка
5. Установка
6. Крепление
7. Расчет нагрузки ветра\снега: плоский лист Novattro®
8. Расчет нагрузок ветра\снега: изогнутый лист Novattro®
9. Рекомендации по правильному проектированию и внедрению проектов, использующих полимерное стекло Novattro®

Введение, сокращенные определения и типовые области применения Novattro®

Полимерное стекло — монолитный поликарбонатный лист (прозрачный и полупрозрачный) для безопасного и защитного остекления.

Поликарбонат – Термопластический материал с исключительной стойкостью и ударопрочностью, обладающий очень высокой гибкостью, прозрачностью и светопропусканием, как у стекла, относительно высоким диапазоном эксплуатационных температур и великолепными свойствами обработки. Может обрабатываться при исполызовании различных технологических процессов, напр.экструзии, термообработки, литьевого прессования, литья и т.д. Поликарбонатное остекление/покрытие (любого типа) полностью блокирует вредное солнечное УФ излучение. Одновременно с этим полностью проводит видимый свет и ближнее инфракрасное излучение. Поэтому, люди и объекты, защищаемые поликарбонатными элементами, обладают наилучшей защитой от УФ-излучения. В настоящем руководстве рассматриваются сплошные поликарбонатные листы, производимые методом экструзии.

Novattro® — виды продукции

Продукт	Описание
Novattro UV 2	Лист с экструдированной защитой от ультрафиолетового излучения с двух сторон
Novattro UV 1	Лист с экструдированной защитой от ультрафиолетового излучения с одной стороны
Novattro	Лист без защиты от ультрафиолетового излучения для применения внутри помещений
Novattro FR	Повышенная пожаростойкость

Примечания:

1. Все листы Novattro® перечисленные в таблице, производятся с полиэтиленовой защитной пленкой с обеих сторон листа (или с одной по особому заказу). УФ защищенная сторона четко отмечена на соответствующей защитной пленке. Пленка должна быть снята либо в ходе установки листа, либо немедленно после ее окончания.

2. Инструкции по транспортировке, обработке и хранению приводятся в соответствующих главах настоящего руководства.

3. Листы Novattro® имеют ограниченную 10-летнюю гарантию в соответствии с Гарантийным Сертификатом компании SafPlast Innovative, который может быть предоставлен по запросу.

4. Листы Novattro® могут поставляться прозрачными, полупрозрачными или матовыми, в нескольких стандартных размерах, цветах и оттенках, толщине и светопропускаемости. Листы с нестандартными свойствами поставляются по особому запросу в минимальном количестве и согласованной доплате. Для получения дополнительных подробностей обратитесь к местному дилеру продукции компании SafPlast Innovative.

Стандартные размеры, вес и цвет

Стандартные размеры продукции

	Структура	Толщина, мм	Вес, кг/м²	Размер, мм
Novattro®		2 3 4 5 6 8 10 12	2,4 3,6 4,8 6,0 7,2 9,6 12,0 14,4	2050×3050

Цвета

Прозрачный

Молочный

Бронзовый

Примечания:

1. Нестандартные варианты полимерного стекла Novattro®: другие цвета и оттенки, промежуточная толщина, ширина и длина, отличающиеся от производственного стандарта, поставляются по особому заказу в минимальном согласованном количестве.

2. Определенные типы полимерного стекла Novattro® производятся в ограниченном ассортименте толщины, размера, покрытия или цвета/оттенка. Для проверки перед заказом свяжитесь с местным дистрибьютором продукции компании SafPlast Innovative.

3. В случаях, когда требуется определенный цвет или оттенок, рекомендуется запросить у дистрибьютора или продавца типовой согласованный образец цвета, который будет являться единственным обязывающим доказательством заказанного цвета.

4. Окончательный оттенок цвета листа будет определен в зависимости от заказанной толщины и процента светопропускаемости. Лист большей толщины будет иметь более светлый оттенок для требуемой светопропускаемости.

Общие характеристики и физические свойства полимерного стекла Novattro®

Типовые свойства полимерного стекла Novattro®

Свойство	Единицы измерения (компания США)	Значение (компания США)
Физические		
Плотность	g/cm³ (lb/ft³)	1,2 (75)
Водопоглощение	%	0,15
Механические		
Предел прочности при растяжении	MPa (psi)	65 (9,400)
Предел прочности при разрыве	MPa (psi)	60 (8,800)
Удлинение при пределе текучести	%	6
Удлинение при разрыве	%	>90
Модуль E при растяжении	MPa (psi)	2,000 (290,000)
Модуль E при изгибе	MPa (psi)	2,600 (380,000)
Предел прочности при изгибе	MPa (psi)	100 (14,500)
Ударная вязкость надрезанного образца по IZOD	J/m (ft-lbf/in.)	800 (15)
Ударная вязкость надрезанного образца по Charpy	J/m (ft-lbf/in.)	800 (15)
Ударопрочность при свободнопадающем весе	J (ft-lbf)	158 (117)
Жесткость по Rockwell	R scale/M scale	125/75
Тепловые		
Температура долгосрочной эксплуатации	°C (°F)	−75 to +100 (−75 to +212)
Температура краткосрочной эксплуатации	°C (°F)	−75 to +120 (−175 to +250)
Температура теплового отклонения	°C (°F)	130 (265)
Температура размягчения по VICAT	°C (°F)	150 (300)
Коэфициент линейного теплового расширения	10^{-5}/ °C (10^{-5}/°F)	6,5 (3,6)
Теплопроводность	W/mK° (Btu-in./hr-ft²-°F)	0,21 (1,46)
Удельная теплоемкость	kl/kg:K (Btu-in./hr-ft²-°F)	1,26 (0,31)
Оптические		
Мутные	%	‹0,5
Коэфициент светопропускания	%	89
Индекс преломления		1,59
Индекс желтизны		‹1

Оптические характеристики и свойства полимерного стекла Novattro®

1. **Блокирование УФ радиации:** весь ассортимент полимерного стекла блокируют практически весь диапазон разрушительного и вредного УФ воздействия (от 250 до 400 нм) и значительную часть длинноволнового ИК (инфракрасного) теплового излучения (см. График 1).

2. **Светопропускание:** В этом диапазоне с длиной волны от 400 до 800 нм типовой прозрачный лист Novattro® пропускает от 87 до 91 процента падающего видимого света.

3. **Светопропускание как функция толщины листа:** коэффициент светопропускания падает незначительно и линейно при увеличении толщины листа (см. График 2)

Прозрачный 3мм Novattro® % светопропускания, как функция длины волны

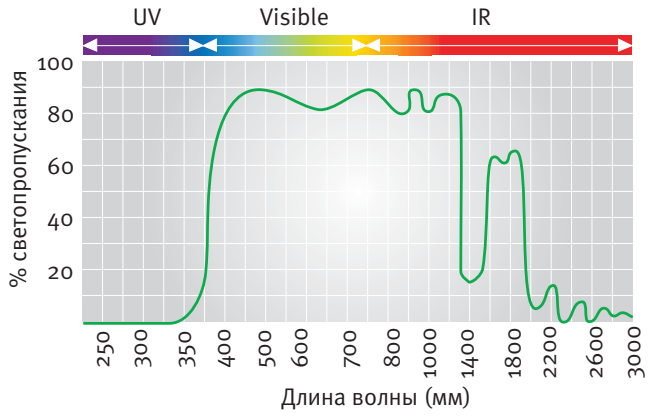


График 1. Процент светопропускаемости полимерного стекла Novattro® (толщиной 3 мм) относительно длины волны

Прозрачный 3мм Novattro® % светопропускания, как функция толщины листа

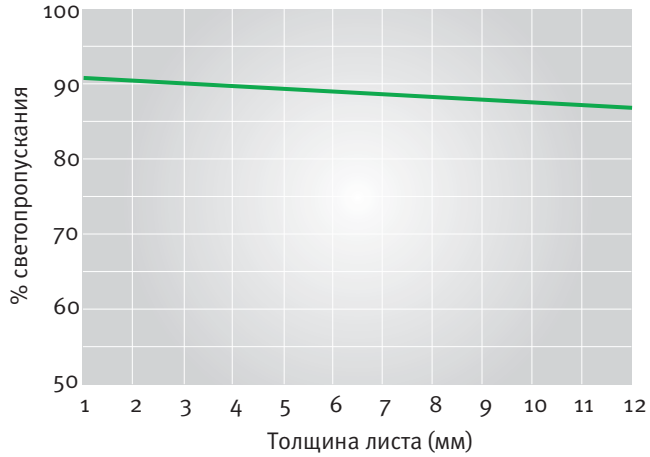


График 2. Коэффициент светопропускания полимерного стекла Novattro® относительно толщины листа

Оптические и тепловые свойства полимерного стекла Novattro ® — передача солнечного излучения

Novattro®		Толщина (мм)	LT %	LR %	ST %	SR %	SA %	SR t%	ST t%	SC
			Требуемый стандарт/Метод тестирования							
			ГОСТ 26302 ASTM E424–71							
Прозрачный		3.0	88	10	84	10	4	12	88	1.00
Бронзовый	50%	All	50	7	54	7	39	26	74	0,75
	35%		35	6	42	6	52	32	68	0,64
	20%		20	6	28	6	66	39	61	0,52
Молочный		2,0	39	54	42	45	13	52	48	0,41
		3,0	28	58	36	48	14	57	43	0,35
		4,0	19	59	24	61	15	69	31	0,31
		5,0	14	60	21	72	17	71	29	0,26
		6,0	11	61	13	77	21	77	23	0,23

Примечания:

1. Значения, приведенные в данной таблице, в основном основаны на данных, полученных в ходе испытаний указанных листов, и частично на теоретических расчетах и интерполировании. Показатели других листов, не указанных в таблице, будут оценены приблизительной интерполяцией.

2. Сокращения, приведенные в заголовке таблице, подробно объясняются ниже.

Определения:

1. Видимое светоизлучение: Видимый спектр солнечного излучения с длиной волны в диапазоне от 400 до 700нм.

2. % Светопропускания (%LT): Часть падающего видимого света, проходящего через светопроводящий объект.

3. % Светоотражения (%LR): Часть видимого света, падающего на объект и отражаемого без потерь

4. % Поглощения света (%LA): Часть видимого света, падающего на объект и поглощаемого им. %LT + %LR + %LA = 100%

5. % Солнечное излучение (%ST): Спектр солнечного излучения в диапазоне от 300 до 2400 нм. Включает в себя УФ, видимую, коротковолновую ИК и длинновол новую ИК радиацию.

6. % Передачи солнечного излучения (%ST): Часть падающего солнечного излучения, проходящего через светопроводящий объект.

7. % Отражения солнечного излучения (%SR): Часть солнечного излучения, падающего на объект и отражаемого без потерь.

8. % Поглощения солнечного излучения (%SA):Часть солнечного излучения, падающего на объект и поглощаемог им. %ST + %SR + %SA = 100%

9. Общая передача солнечного излучения (%STt): Часть падающей солнечной радиации, проходящей через объект, включая прямую передачу солнечного излучения, плюс часть поглощенного солнечного излучения, излучаемого через объект.

10. Общее отражение солнечного излучения (%SRt): Часть прямого падающего излучения, отражаемого объектом, включая прямое отражение, плюс часть поглощенного солнечного излучения, отражаемого обратно. %STt + %SRt = 100%

11. Коэффициент затенения (SC): Коэффициент общего солнечного излучения, передаваемого данным материалом по сравнению с обычным прозрачным стеклом с коэффициентом светопропускания (LT) в 87%. Примерно рассчитывается по формуле:
    SC = 1.15 x (%ST + 0.27.%SA) / 100
    %ST + 0.27 x %SA = %STt
    SC = 1.15 x STt/100

Теплоизоляционные характеристики полимерного стекла Novattro®

Полимерное стекло Novattro® не является изоляционным материалом, имея, тем не менее, более низкую теплопроводность и лучшую изоляцию, чем обычное стекло. При учете теплопроводной эффективности и энергопотерь в зимних или летних условиях (обогрев/охлаждение) лист Novattro® может внести значительный вклад в понижение общих расходов на обогрев/охлаждение и снижение энергозатрат по сравнению с обычным стеклом.

Сравнение теплоизоляционных характеристик Обычного силикатного стекла и полимерного стекла Novattro®:

Толщина листа, мм	Novattro®		Стекло	
	K-value	R-value	K-value	R-value
3,0	5,49	0,18	5,87	0,17
5,0	5,21	0,19	5,80	0,17
6,0	5,09	0,20	5,77	0,17
9,5	4,69	0,21	5,68	0,18
12,0	4,35	0,23	5,58	0,18

Примечания:

1. Теплопроводность полимерного стекла Novattro® уменьшается при увеличении толщины листа (лучшая теплоизоляция). Теплоизоляция полимерного стекла Novattro® толщиной 12мм на 20% лучше аналогичного листа из обычного стекла.

2. Промежуточные данные рассчитаны методом экстраполяции.

Акустические характеристики полимерного стекла Novattro®

Полимерное стекло Novattro® обладает акустическими характеристиками, схожими с листом стекла аналогичного размера, имея при этом в два раза меньший вес и более высокую ударопрочность.

Эти характеристики делают полимерное стекло Novattro® отличным выбором для прозрачных звуковых барьеров: малый вес, легкость в обслуживании или при необходимости замены, высокая прозрачность и устойчивость к актам вандализма.

Сравнение теплоизоляционных характеристик стекла и полимерного стекла Novattro®

Толщина листа, мм	Звукопоглощение стекла Novattro® , дБ	Звукопоглощение обычного стекла, дБ
4	24	30
5	25	30
6	26	31
8	28	32
10	30	33
12	31	34

Примечания:

1. Показатели звукопоглощения/шумопонижения относятся к сплошному листу соответствующей толщины для обоих материалов.
2. Относительно высокие показатели звукоизоляции листа стекла достигаются за счет более высокого удельного веса/плотности (более чем в два раза превышающих плотность поликарбоната).

Устойчивость к воздействию окружающей среды и климатических условий

УФ спектр солнечного излучения наносит ущерб большинству пластиков и полимеров. Размер микротрещин, ухудшение внешней поверхности и окончательное разрушение зависит от типа полимера и длительности воздействия излучения.

Дальнейший ущерб и износ может быть вызван факторами окружающей среды, такими как лед, вода и влажность, резкие перепады температур, сильные ветра с пылью и песком, загрязненный воздух и химическое загрязнение и т.д. Размер ущерба зависит от месторасположения, высоты (над уровнем моря и окрестностей), климатическими условиями, уровнем загрязнения воздуха и природы и т.д.

Типичным и легко различимым знаком износа является явное пожелтение, за которым следует значительная потеря прозрачности, шероховатость и растрескивание поверхности. Такой износ означает также и серьезное падение ударопрочности.

Все типы стекла Novattro® защищены от УФ излучения интегральным коэкструзионным защитным слоем с одной (внешней) стороны или с двух сторон (для использования вне помещения), что дает долгосрочную защиту. Так же производятся листы без УФ защиты для использования внутри помещений.

Тесты Лаборатории долговечности строительных материалов и герметизации «НИИМОССТРОЙ», проведенные в соответствии со стандартом ГОСТ 30973, показывают, что после 2 000 часов форсированного облучения, равного 20 годам нормального воздействия интенсивного солнечного излучения в горячем и солнечном климате, было зафиксировано практически ничтожное ухудшение светопропускания и минимальное ухудшение физических характеристик.

Все вышеперечисленное обеспечивает долговечность продукта и длительный срок службы. Полимерное стекло Novattro® сохраняет свой вид, силу и оптическое качество с минимальным ухудшением физических характеристик после многих лет использования в жестких климатических условиях с интенсивным воздействием прямого солнечного света.

% светопропускания листов Novattro® с UV и без UV защиты в зависимости от часов облучения QUV

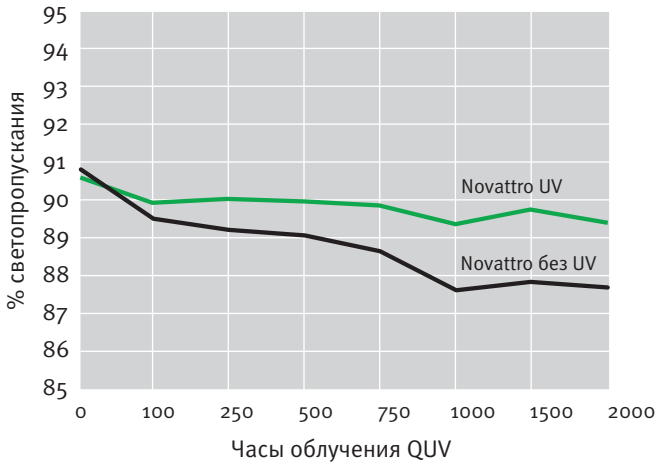


График 3. Изменение светопропускания в зависимости от часов облучения QUV

Индекс желтизны листов Novattro® с UV и без UV защиты в зависимости от часов облучения QUV

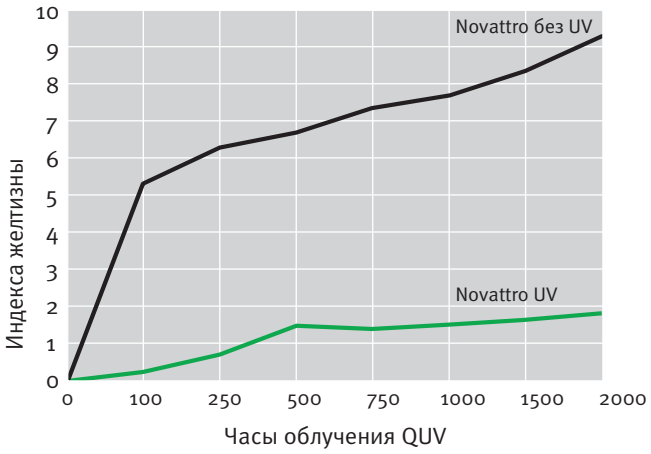


График 4. Изменение индекса желтизны в зависимости от часов облучения QUV

Пожаростойкость и устойчивость полимерного стекла Novattro® к воздействию химических веществ

Общее примечание:

1. Обычное полимерное стекло Novattro®, как и любой термопластик, под воздействием горящего пламени в конечном итоге плавится и горит. Тем не менее, стекло Novattro® не распространяет огонь. Немедленно после прекращения прямого огня лист застывает и пламя гасится.

2. Расплавленные капли не горят и поэтому не передают пламя на другой воспламеняемый материал.

3. Отвод тепла и дыма: При полноценном возгорании и воздействии интенсивного огня полимерное стекло Novattro®, используемое в потолочном остеклении (застекленные крыши), размягчается при температуре в 150°-160°С, в конечном итоге на поверхности листа образуются отверстия, снижая температуру внутри помещения и выводя дым, что помогает пожарной бригаде в тушении огня.

4. Классификация пожаростойкости: Классификация стекла Novattro® приведена в нижеследующей таблице на основании тестов сертифицированных независимых испытательных лабораторий.

Классификация пожаростойкости листов полимерного стекла Novattro® в соответствии с соответствующими кодами или стандартами.

Тип листа	Стандарт	Страна	Классификация
Обычный Novattro®	ГОСТ 30244-94	Россия	Г-4

Устойчивость полимерного стекла Novattro® к воздействию химических веществ:

1. Полимерное стекло Novattro® всех типов устойчивы к воздействию многих материалов и химикатов, обладают ограниченнойстойкостью к некоторым материалам, и имеется также группа материалов, воздействие которых на лист Novattro® может быть вредным и разрушающим. Степень ущерба зависит от типа материала или химического вещества, воздействующего на лист, и характера и длительности такого воздействия.

2. Более подробная таблица, показывающая устойчивость с широкому спектру химических материалов, высылается по запросу.

Раздел Б.

Основные области применения полимерного стекла Novattro®

Световые купола

Полимерное стекло Novattro® идеально подходит для применения в строительстве световых куполов. Это обусловлено в первую очередь гибкостью материала, безопасностью (не разбивается на осколки), легкостью по сравнению с обычным силикатным стеклом и способностью задерживать до 80% вредных ультрафиолетовых лучей.

Используют 3,4,5,6,8,10,12 мм прозрачный, молочный, бронза.

Вертикальное остекление

Листы Novattro® самым лучшим образом подходят в остекление вертикальных плоскостей. В первую очередь архитекторам и проектировщикам советуем обратить внимание на то, что Novattro в 2 раза легче стекла, а это говорит о значительной экономии при проектировании несущих конструкций, что особенно важно для заказчиков.

Используют 4,5,6,8,10 мм прозрачный, бронзовый.

Навесы,
дорожные переходы

Полимерное стекло Novattro® нашло широкое применение в остекление пешеходных переходов благодаря своим уникальным прочностным характеристикам (в 200 раз прочнее стекла). Как известно пешеходные переходы – это места массового скопления людей, где особое внимание уделяется безопасности и долговечности материалов.

Используют 5,6,8 мм прозрачный и бронзовый.

Козырьки

Полимерное стекло Novattro® успешно применяется в покрытие козырьков для частного строительства. Материал зарекомендовал себя как качественное, безопасное и долговечное стекло.

Используют 3,4,5,6,8 мм прозрачный, бронзовый и молочный.

Терассное остекление

Уникальные свойства полимерного стекла Novattro®: светопрозрачность, гибкость, прочность делают его идеальным материалом для терассного остекления.

Используют 4,5,6,8,10 мм прозрачный и бронзовый.

Бассейны

Применение полимерного стекла Novattro® в покрытие бассейнов позволяет сочетать такие несочетаемые характеристики как прочность металла и 100% прозрачность.

Используют 4,5,6,8 мм прозрачный.

Шумозащитные барьеры

Уникальные защитные и акустические свойства полимерного стекла Novattro® обусловили использованием этого материала в изготовление шумозащитных барьеров. Тысячи людей во всем мире уже оценили эффективность использования Novattro® в шумозащитных ограждениях, которые позволили значительно снизить уровень шума и повысить экологичность прилегающих территорий.

Хоккейные коробки

Остекление хоккейных коробок, это вотчина полимерного стекла Novattro®. Шайба летящая со скоростью 200 км\ч способно остановить только стекло Novattro®.

Используют 8,10,12 мм прозрачный.

Теплицы

Использования полимерного стекла Novattro® в остекление теплиц пока большая редкость для нашей страны, это обусловлено использованием более дешевого материала – листов сотового поликарбоната. Материал подойдет тем, кто хочет иметь полностью прозрачную и защищенную теплицу от УФ.

Используют 3,4,5,6 мм прозрачный.

Зимние сады

Полимерное стекло Novattro® подойдет тем людям, кто ценит эстетичность конструкции сочетающуюся с уникальной прочностью и долговечностью материала.

Используют 3,4,5,6 мм прозрачный, бронзу.

Средства самообороны

Уникальными свойствами полимерного стекла Novattro® не пренебрегают и спец. службы, которые используют материал в изготовление защитных забрал и прозрачных щитов.

Используют 4,5,6,8,10,12 мм прозрачный.

Защитные перегородки

Прочностные характеристики стекла Novattro® делают его пригодным материалом в строительстве защитных перегородок промышленных объектов (там где это необходимо), а так же в изготовление защитных коробов для музейных экспонатов

Используют 3,4,5,6,8 мм прозрачный.

Остекление средств транспорта

Безопасность стекла Novattro® как никогда пригодилась в остекление ж\д вагонов, вагонов метро, трамваев, троллейбусов, водных средств транспорта и элюминаторов самолетов.

Используют 6,8,10,12 мм прозрачный и бронзовый.

Рекламное оформление

Стекло Novattro® применяют в изготовление световых коробов, рекламных щитов в лифтах, кинотеатрах, торговых центрах, а также материал идеально подходит для термоформования, вакуумного формования и другой обработки, что позволяет изготавливать особо прочные и долговечные формы.

Используют 2,3,4 мм прозрачный, бронзовый, молочный.

Подсветка пола

Прочность стекла Novattro® позволяет использовать его в качестве прозрачного или подсвечивающегося пола.

Используют 8,10,12 мм прозрачный, молочный.

Лестничные ограждения

Использование полимерного стекла Novattro® в лестничных ограждениях обусловлено особой прочностью материала, легкостью в обработке и возможностью гнуть в холодном состоянии.

Используют 4,5,6 мм прозрачный, молочный, бронзовый.

Изготовление

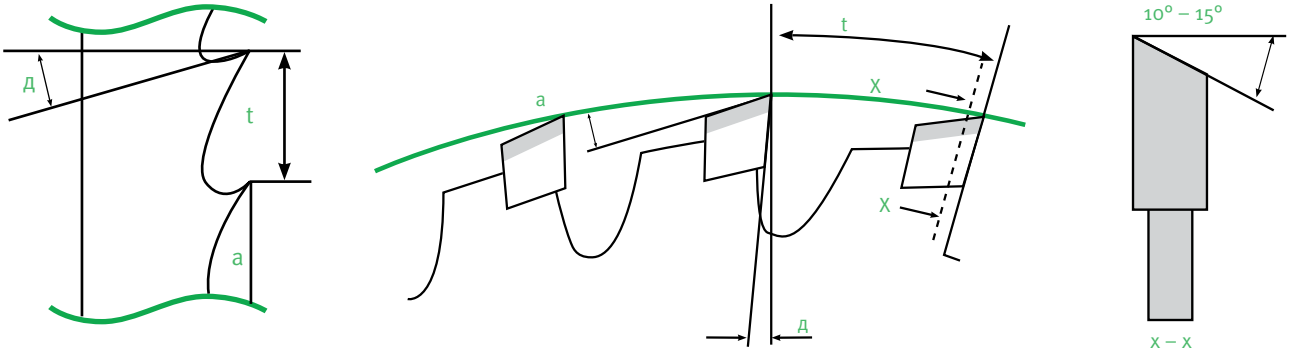


Рисунок 1. Ленточная пила и дисковая пила

Предварительные замечания:

1. **Инструменты.**

   Полимерное стекло Novattro® может подвергаться машинной обработке обычными инструментами, при условии, что они острые, гладкие и имеют достаточный зазор, так, чтобы материала касалась только режущая кромка. Обычно достаточно стального высокоскоростного инструмента, хотя для длительных операций предпочтительно использовать инструмент с карбидными наконечниками.

2. **Хладагенты.**

   При нормальных условиях резки охлаждения обычно не требуется. Но при высоких скоростях наилучшую обработку поверхности дает охлаждение водой или сжатым воздухом. Никогда не следует пользоваться масляными эмульсиями или смазочно охлаждающими жидкостями для обработки резаньем поскольку они часто содержат добавки, которые не совместимы с поликарбонатом и могут привести к расслоению от напряжения.

3. **Контроль измерения.**

   Коэффициент линейного теплового расширения термопластиков в целом значительно выше, чем у металлов или стекла. Зная коэффициент линейного теплового расширения полимерного стекла Novattro®, следует проводить проверки измерений, когда лист находится при температуре окружающей среды (сравнительная температура).

4. **Маскирование.**

Полимерное стекло Novattro® имеет маскировочное полиэтиленовое покрытие, с обеих сторон, чтобы избежать повреждения отполированных до зеркального блеска поверхностей во время транспортировки и обработки. Во время машинной обработки и последующей установки защитная маскировка должна оставаться на листе. Но после установки маскировку сразу же уберите.Если это не сделать сразу же дальше будет намного сложнее; воздействие солнечного света и элементов разрушает полиэтиленовую маскировку.

5. **Маркировка.**

Если перед резкой стекло требуется промаркировать, это следует сделать по защитной маркировке. При необходимости можно чертить прямо по стеклу восковым карандашом. Острый инструмент не следует применять для разметки, поскольку под нагрузкой острые надрезы могут привести стекло к повреждению.

6. **Резанье пилой.**

- **Дисковая пила.**

  Для резки стекла Novattro® наиболее часто применяют пилу настольного типа. Предпочтительнее использовать дисковую пилу с карбидными кончиками с переменным скосом. Расстояние между зубьями варьируется от очень небольшого для тонкого стекла, до большого для толстого стекла. Сохраняйте зазор между лезвием и столом как можно меньше. Убедитесь , что на столе нет ничего, что может повредить маскировку или поцарапать стекло Novattro®.Всегда режьте тонкие листы в пачке толщиной +15 мм, используя в качестве подложки более толстый лист или полоску (3мм). Для одиночных листов толщиной менее 2 мм для резки лучше всего использовать не дисковую пилу, а ножницы.

Высокая температура в результате избыточного трения может привести к проблемам при машинной обработке Стекла Novattro®. Мы рекомендуем использовать машинный инструмент и своевременно убирать стружку.

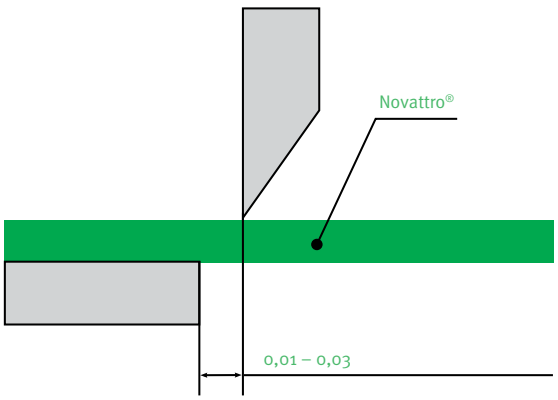


Рисунок 2. Чистый вырез — зазор между лезвием и режущим слоем 0,01 – 0,03 мм

- **Ленточная пила.**

  применяется для вырезания частей фигурной или неправильной формы. Желательно использовать ленточную пилу с небольшой разводкой зубьев от 10 до 20 мм. Для партии одинаковой формы полезно использовать опорный толщиномер для предотвращения скалывания. Более толстые листы лучше разрезать с большим размером зубьев. Чтобы получить гладкие кромки, дисковая пила и фреза предпочтительнее ленточной пилы.

	Ленточная пила	Дисковая пила
Угол зазора (градусы)	20-40	10-30
Передний угол (градусы)	0-5	5-15
Скорость резки(мм/мин)	600-1000	1000-3000
Шаг зубьев(мм) t	1,5-3,5	2-10

см.рис.1

Устранение неисправностей при резке.
Чтобы не допустить расщепления кромок, расточите зубья полотна, проверьте размер зубьев, скорость пилы, скорость подачи. Осмотрите остроту лезвия, проверьте лезвие, выровните направляющую линейку используйте воздух для охлаждения лезвия, начинайте распилку при работающем лезвии дисковой пилы.

7. Резка ножницами и пробивка.

Полимерное стекло Novattro® толщиной до 3мм легко пробивается или режется ножницами, оставляя чистый надрез. В более толстых участках материал имеет тенденцию к вытягиванию. Чистые вырезы достигаются очень острыми ножницами с углом лезвия 45 градусов или менее и зазором между лезвием и основание надреза от 0.01 до 0.03мм (см. рис. 2)

Если требуются гладкие кромки у листов и деталей толщиной свыше 1.5мм, для указанных выше способов лучше всего использовать направляющую линейку. Не рекомендуется резать стекло Novattro®, уложенное в стопу.

Что касается пробивки, необходимо оставлять допуск на усадку отверстий (до 5%), если после механической обработки следует термическая обработка.

Тенденция к усадке уменьшается с увеличением толщины и диаметра отверстия. Рекомендуется симметричные двойные скошенные лезвия. Для толщины свыше 1,5мм следует использовать ассиметричные лезвия. Для получения прямых кромок следует использовать односторонние лезвия, скошенные под углом 30 градусов.

Для получения хороших надрезов всегда содержите подпирающую заднюю подкладку из нейлона или высокоплотного полиэтилена в хорошем состоянии и обеспечьте нормальное выравнивание лезвия и подкладки.

8. Сверление.

Рекомендуется применять специальные сверла для пластиков, но годятся также и обычные сверла для металла, если они еще не были в работе с металлом. Обычно при сверлении листов охлаждения не требуется. В случае глубокого сверления, рекомендуется охлаждение потоком сжатого воздуха и/или частое вынимание сверла, а для отвода тепла и стружки. Никогда не используй охлаждающие масляные смеси. Для больших отверстий можно использовать цилиндрические фрезы. Всегда соблюдайте расстояние от центра отверстия до кромки листа, которое должно быть не менее двукратного диаметра отверстия, минимум 6мм. Убедитесь, что просверленные отверстия имеют гладкую поверхность без следов трещин или шероховатости, что может быть причиной разлома во время закрепления.

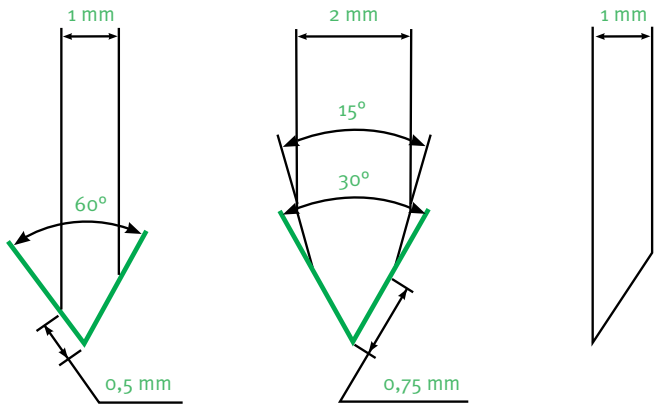


Рисунок 3.

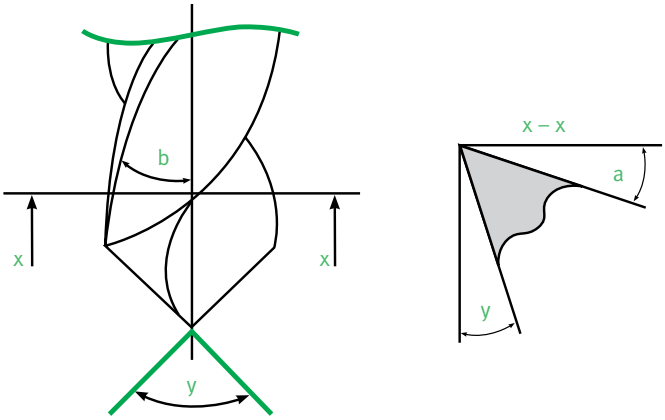


Рисунок 4. Сверление

угол зазора (градусы)	5-15
передний угол (градусы)	0-5
верхний угол (градусы)	110-130
спиральный угол (градусы)	30
скорость резанья (м/мин)	15-30
подача(мм/об)	0,1-0,3

9. Фрезерование.

Можно использовать универсальные вертикально-фрезерные станки с очень острыми фрезами, пригодными для работы по металлу.

угол зазора (градусы)	5-15
передний угол (градусы)	0-10
скорость резанья (м/мин)	15-30
подача(мм/об)	0,1-0,3

10. Лазерное резание.

Термическое резание с помощью лазерного луча CO2-(напр.для сложного контура) можно также выполнять на листах Novattro®, с или без маскирования. Для получения обрезанных листов без окалины на кромках может потребоваться предварительная сушка полимерного стекла Novattro®. Иногда после термической обрезки может понадобиться отжиг. Лазерная резка толстых листов(более 2м) приводит к обесцвечиванию кромок.

Данная информация приводится из самых искренних побуждений и нашего знания предмета, но без гарантий. Каждый пользователь нашего материала должен сам определиться в пригодности определенного метода, и он также несет ответственность за соблюдение собственности или прав третьей стороны. Всегда желательно провести предварительное тестирование. Технические данные, касающиеся наших продуктов, это типичные значения.

Формование

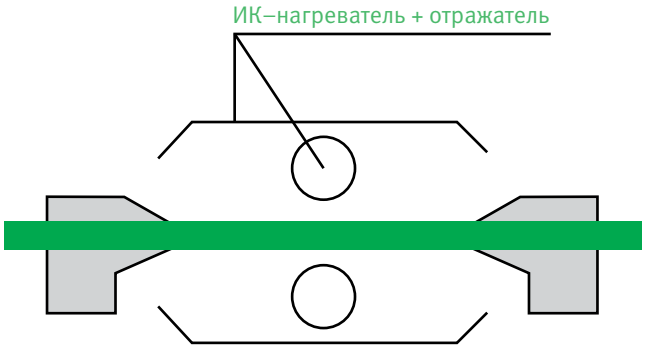


Рисунок 5. Горячий линейный изгиб. Стекло Novattro® должны местно нагреваться с помощью ИК–излучателей или провода сопротивления.

Холодное формование:

1. **Холодный изгиб.**

   Все сорта полимерного стекла Novattro® можно сгибать в холодном виде до минимального радиуса, равном 150-кратной толщине листа. Для меньших радиусов рекомендуется драпировочной формование (см. ниже).

2. **Вальцовочное формование.**

   Вальцовочное формование может выполняться на стандартных листовых металлических валках. При вальцовочном формовании листов толщиной свыше 2мм, листы испытывают высокое напряжение. Это снижает механические свойства листа , что впоследствии может привести к его разрушению , Формование должно выполняться параллельно направлению экструзии, которое указано на защитном маскировочном слое.

   Части, отмеченные высокими уровнями и напряжения, более чувствительны к химическому воздействию, чем плоские листы. Ни при каких обстоятельствах не соприкасайтесь с деталями в процессе холодного сгибания вальцовочного формования. Максимальный угол, который может быть образован, зависит от толщины листа, и ограничен внутренними напряжениями, вызванными формованием. Отжиг может улучшить эти остаточные уровни напряжения (см. ниже).

   Из-за релаксации, которая следует вслед за изгибанием, необходимо делать небольшой избыточный изгиб, приблизительно на 25 градусов. При возможности прежде, чем собирать листы, дайте им поле сгибания несколько дней для релаксации. В целом, горячий линейный изгиб предпочтительнее вальцовочного формования.

Термоформование.

1. Предварительная сушка

Несмотря на очень низкую степень поглощения влаги, которая влияет на габаритную стабильность полимерного стекла Novattro®, для всех методов термоформования, где температура листа достигла 160 градусов по цельсию, рекомендуется тщательная предварительная сушка листов. Если этого не сделать, могут появиться влажные пузырьки, ухудшающие внешний вид готового изделия. Рекомендуется использовать воздушный вентилируемый термостат при температуре 120-150 градусов по Цельсию. Чем толще лист, тем дольше он должен находиться в термостате:

Толщина листа (мм)	Время сушки при 125°C (ч)
1	1,5
2	4
3	7
4	12
5	18
6	26
8	45

После удаления защитной маскировки лист необходимо подвесить, установить в вертикальное положение или уложить горизонтально на стеллажи в термостате. Следите, чтобы между листами был промежуток 20-30 мм для свободного циркулирования воздуха между ними.

При возможности, листы после предварительной сушки до начала формирования лучше оставить в термостате, чтобы сэкономить энергию для нагревания или длительность нагревания в термоформующей машине. Полностью высушенные листы, вынутые из термостата и охлажденные до комнатной температуры, могут быть использованы в течение от 1 часа до максимум 10 часов (в зависимости от относительной влажности и температуры производственного помещения) без необходимости нового подсушивания.

При подготовке заготовки для термоформуемой детали из стекла Novattro® помните, что лист делает усадку при первом нагреве до температуры стеклования около 148 градусов по Цельсию.

Можно ожидать усадку до максимум 6 % для листа толщиной до 3мм и 3% для листа толщиной свыше 3мм.

Прежде чем начать операции по нагреванию и формированию, полимерного стекла Novattro® следует очистить с помощью антистатического чистящего средства или обработать пушкой ионизационного воздуха. Это необходимо для недопущения появления следов, или даже проникновения грязи и пыли в готовое изделие(см.главу Чистка)

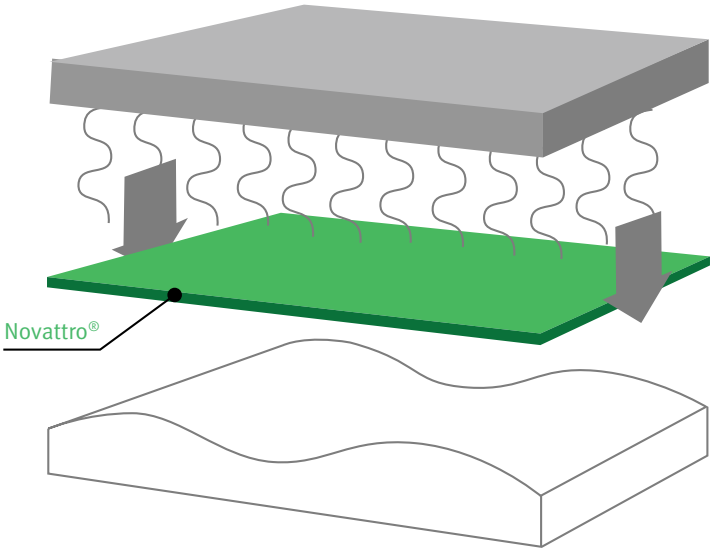


Рисунок 6. Термоформование.

2. **Горячее линейное сгибание.**

Температуры 150-160 градусов по Цельсию часто достаточно для такого простого вида формования, что означает, что предварительная сушка не требуется.

Горячий линейный изгиб это довольно простой метод для получения частей, которые локально сгибаются по одной оси, как часто бывает в случае защитных огорождений машин. Полимерное стекло Novattro® должно нагреваться локально с помощью ИК-излучаетелей или проволоки высокого сопротивления.(см. Рис. 5)

Как только будет достигнута соответствующая температура листа, извлеките его из источника нагревания, согните, поместите его в захват и зажмите. В случае одностороннего нагрева лист нужно несколько раз переворачивать, чтобы получить равномерную температуру листа.

Нагревание «слоистого» типа применяется для работ с повышенными требованиями и для листов толщиной свыше 3мм. Различные радиусы сгибания можно получить за счет изменения ширины нагреваемой зоны. Рекомендуется минимальный радиус сгиба, равный 3-кратной толщине листа. Местный нагрев может вызвать напряжение в готовом изделии. Будьте осторожны при использовании химических веществ при линейном сгибании листа.

3. **Драпировочное формование**

Одноаксиальные формы изгиба с большим радиусом кривизны можно получить путем нагревания листа в вентилируемом термостате до тех пор, пока он не достигнет соответствующей температуры обработки. В этот момент его следует быстро переместить на покрытую тканью, предварительно нагретую (80-100 градусов по Цельсию) положительную пресс-форму, где нагретый лист примет нужную форму, или под действием собственного веса, или от воздействия небольшого давления- перчатками или тканью.(см. Рис. 6)

Прежде чем поместить лист в термостат для нагревания , снимите маскировку.

Охлаждайте при температуре окружающего воздуха, но оберегайте от сквозняков, которые могут деформировать изделие.

4. Вакуумные формующие пресс-формы

Для больших производственных партий и/или когда требуется оптимальное, качество поверхности, применяйте инструмент из алюминия или стали с регулированием температуры (120-130градусов по Цельсию): чем выше температура пресс-формы, тем лучше внешний вид изделия.

Для изготовления образцов или для мелкосерийного производства можно использовать инструменты из гипса, твердых пород дерева эпоксидной или полиэфирной смолы. Чтобы легко отделить изделие от пресс-формы, угол должен быть около 4-6 градусов. Добавьте припуск на усадку изделия 0.8-1%.Для ускорения воздушной вентиляции предлагается провести рассверливание задней части сверлом большего диаметра.

Можно также закупить специальные смолы, которые помогают создавать пористые пресс-формы без вентиляционных отверстий. Чтобы избежать утоньшения и появления сетки во время формования, делайте пресс-формы с закруглениями, по меньшей мере, равными толщине листа.

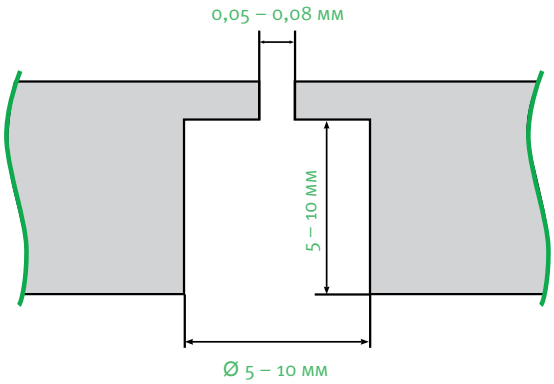


Рисунок 7. Вакуумное формование

5. Отрицательные и положительные пресс-формы

Отрицательные пресс-формы проявляются в готовом изделии тонким дном и толстыми стенками , в то время как положительные пресс-формы проявляются толстым дном и тонкими стенками. В зависимости от применения готовятся положительные или отрицательные пресс-формы. Для лучшей внешней отделки готового изделия используйте отрицательные пресс-формы, которые проявляют больше деталей.(см.рис.8).

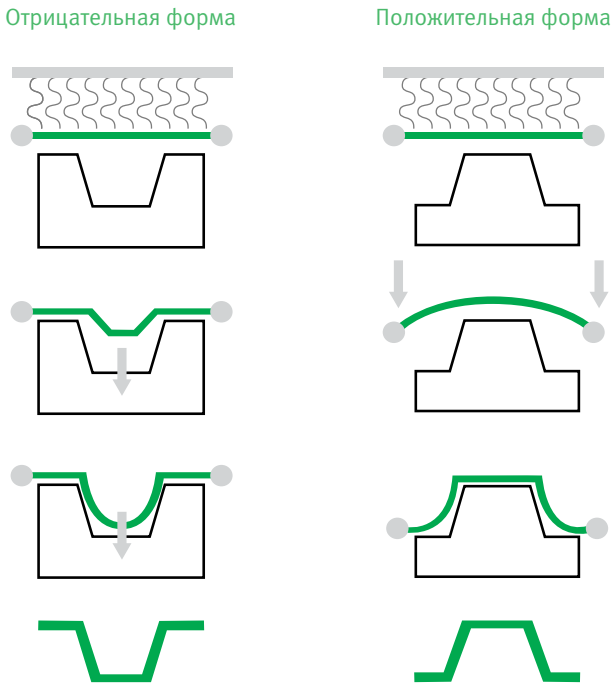


Рисунок 8.

6. Нагревание

Для обеспечения нормального термического формования полимерного стекла Novattro® необходимо равномерно нагреть до температуры 175-205 градусов по Цельсию.

Верхнем температурном диапазоне формования стекло Novattro® воспринимают детали пресс-формы более точно. При температурах 175-180 градусов по Цельсию получают маленькие детали. Использование нагревательных систем (за пределами формующей машины),как это часто делается для других термопластиковые рекомендуется, поскольку температура обработки относительно высокая, а стекло Novattro® охлаждаются быстро. Формующая машина должна быть оборудована собственными нагревательными элементами.

ИК- нагревание слоистого типа, которое позволяет достичь необходимой температуры относительно быстро, предпочтительнее для одиночного верхнего ИК-нагревателя, поскольку обеспечивает более равномерное и более быстрое нагревание, что укорачивает и удешевляет процесс обработки, делая его более экономичным. Необходимая продолжительность нагревания увеличивается с увеличением толщины листа и должна определяться предварительно опытным путем на соответствующей формовочной машине.

Рекомендуется также нагревать системы, используемых для поддержания и зажима кромок листа, чтобы избежать значительных тепловых потерь во время нагревания, что может привести к внутренним напряжениям или короблению кромок. Чтобы улучшить градиент толщины лист может быть выдут или получить предварительную форму с помощью заглушки.

7. Охлаждение сформированной части

Полимерное стекло Novattro® быстро остывает, поэтому требует быстрого формирования. В тоже время, однако, их высокая температура отклонения под нагрузкой позволяет получать короткие циклы охлаждения. Изделия можно снимать с пресс-формы без большого риска деформации после того, как их температура достигла уровня 135 градусов по Цельсию.

8. Свободное выдувание или свободное вытягивание

Эти методы используются для формирования куполообразных изделий. При формировании свободным выдуванием используется воздушное давление, а при свободном вытягивании используется вакуум.

Лист нагревается до появления провисания. Чтобы не было искаженных частей, нагрев должен быть однородным. Избегайте сквозняков на рабочем месте, они могут послужить причиной неравномерного прогревания.

Исходное давление (или вакуум) высокое, которое снижается к концу цикла формирования. Давление (или вакуум) поддерживается постоянным, пока температура листа не достигнет 135 градусов по Цельсию и изделие можно снять. Грязь в сжатом воздухе может оставить следы на листе.

9. Другие методы

Дргуие методы термического формования это комбинации описанных выше методов.

Формование высоким давлением (HPF) и формование двойных листов (TSF) это два продвинутых метода, которые могут конкурировать с инжекционным формованием с помощью выдувания для небольших или средних партий.

10. **Формование высоким давлением**

При использовании отрицательной пресс-формы атмосферное давление воздуха,которое распределяет размягченный лист по пресс-форме, повышается за счет подачи воздуха под давлением до 1Н/мм2.В результате изделие получается с деталями хорошего качества и четкими кромками.

11. **Формирование сдвоенных листов**

Два нагретых листа укладываются между двумя нагретыми пресс-формами. Воздушное давление, затем создает полые формы, которые используются для создания деталей с высокой структурной жестокостью и низкой плотностью.

12. **Отжиг**

Там, где возможно, используйте оптимальные условия обработки для сведения до минимума создание внутренних напряжений.

Части со слишком высоким внутренним напряжением следует подвергать отжигу, чтобычизбежать проблем во время эксплуатации. Это можно сделать, нагревая части равномерно в вентилируемом термостате при температуре до 120-130градусов по Цельсию, при которой они выдерживаются из расчета 1 час на каждые 3мм толщины этой части. Затем эта часть медленно охлаждается до комнатной температуры, предпочтительно в термостате с закрытой дверцей.

Устранение неисправностей — Термоформование.

Проблемы	Возможные причины	Решение	Горячий линей-ный изгиб	Драпиро-вочное формо-вание	Вакуум-ное формо-вание	Свобод-ное выдува-ние
Пузырьки в листе	влажность	предварительная сушка	√	√	√	√
	избыток тепла	уменьшить нагрев	√		√	√
Потресканные или слабые части	Лист слишком горячий	Уменьшить нагрев			√	√
	Пресс-форма слишком холодная	Повысить температуру пресс- формы			√	
	Горячая часть , снятая слишком поздно	Сократить цикл охлаждения			√	
	Скорость вакуумирования	Ограничить вакуум			√	
	Слишком высокая	Закруглить углы			√	
	Острые кромки	Используйте большой лист			√	
Образование паутины	Поверхность листа слишком мала	Проверьте наличие горячих или теневых пятен			√	
	неравномерный нагрев	Мин.расстояние=2 х глубине			√	
	Слишком малое расстояние от пресс-формы	Ограничить вакуум			√	
	Скорость вакуумирования слишком высокая	Расстояние от зажимной пресс-формы ‹			√	
Уменьшенные или неполные детали	Поверхность листа слишком большая	Проверьте на утечку или добавьте вакуумных отверстий			√	
	Вакуум слишком малый				√	
Часть прилипа-ет к пресс- фор-ме	Температура листа слишком мала	Увеличить нагрев			√	
	Пресс-форма слишком горячая	Снизить температуру пресс - формы			√	
	Часть, снятая слишком поздно	Снимите быстрее			√	
Следы	Угол штамповочного уклона слишком мал	Угол наклона › 4-5 градусов Замутнить паром или использовать наждачную бумагу			√	
	Поверхность пресс- формы слишком гладкая	Замутнить паром или использовать наждачную бумагу				
	Температура листа слишком высокая	Уменьшить время нагревания	√	√		
Дефекты поверхности	Вакуумные отверстия на месте	Переустановить отверстия				
	Пыль на пресс-форме или листе	Продуть сжатым воздухом		√	√	
Неровные части	Вакуумные отверстия на месте	Переустановить отверстия			√	
	Пресс-форма/зажим слишком холодные	Повысить температуру предвари-тельного нагревания			√	
	Неравномерное нагревание/ охлаждение	Проверить наличие сквозняков, проверить нагреватель, снимите раньше			√	
Неровные части	Вакуумные отверстия на месте	Переустановить отверстия			√	
	Пресс-форма/зажим слишком холодные	Повысить температуру предвари-тельного нагревания	√	√	√	√
	Неравномерное нагревание/ охлаждение	Проверить наличие сквозняков, проверить нагреватель, снимите раньше				

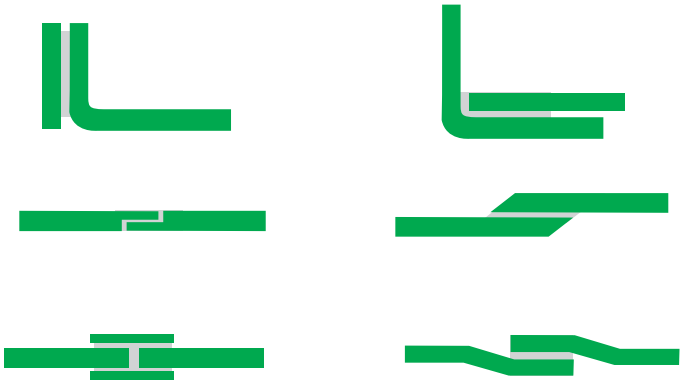


Рисунок 5. Рекомендуемые конструкции соединений

1. Соединение растворителем

Будьте особенно осторожны при работе с растворителем: они могут быть токсичными или содержать канцерогены. Обязательно должна иметься вентиляция. Получите от производителя растворителя Сертификат безопасности.

Конструкция соединения, которой часто пренебрегают, должна быть такой, чтобы соединенная область несла нагрузку таким же образом, с основными в напряженном состоянии или сдвиге, тем самым, сводя к минимуму расщепление и раскол. Соединение внахлест- наиболее часто встречаемый тип соединении при работе с относительно тонкими материалами.(см.рис. 9)

Соединение растворителем самый простейший и наиболее экономичный способ соединения стекла Novattro®, дающий очень крепкую связь (лучше, чем адгезивное соединение).

Наиболее распространенный растворитель- метиленхлорид (точка кипения 40.2 градусов по Цельсию),но для соединения больших участков он не годится, т.к. быстро испаряется.

После добавления 8% поликарбонатных гранул к метиленхлориду получают раствор растворителя с уменьшенной скоростью испарения и дополнительным преимуществом, а именно, поверхности не нужно слишком плотно сжимать, как это было при использовании чистого растворителя.

Процесс:

- удалите все следы смазки, пыли и других посторонних частиц с помощью чистой ткани,смоченной небольшим количеством изопропилового спирта;
- нанесите тонкий слой растворителя (избыток растворителя ухудшает соединение) на одну из поверхностей и быстро соедините 2 части;
- как только части будут совмещены, их следует зажать вместе на пару минут под равномерным давлением 0,5-2 Н/кв.мм, чтобы обеспечить хороший контакт. Однако следует избегать деформации частей и выдавливания растворителя из-под места соединения;
- после первого зажимания с соединенными частями следует обращаться осторожно, хотя максимальная прочность соединения достигается только через 2 дня при комнатной температуре;

Склеивание растворителем стекла Novattro® с другими термопластиками возможно только, если используемый растворитель растворит оба материала.

2. Адгезивное соединение

При работе с адгезивами следует соблюдать обычные меры по безопасности и инструкции от изготовителя.

Стекло Novattro® можно соединять друг с другом, а также с другими материалами с помощью различных коммерчески доступных адгезивов. Уникального ответа нет, потому что каждое применение имеет собственные требования, такие как среда конечного использования, рабочая температура, внешний вид соединения, простое нанесение адгезива и т.д. Следовательно нужно правильно подбирать адгезив.

Соблюдайте следующие факторы:

- убедитесь, что все соединенные поверхности загрублены и тщательно очищены;
- не следует использовать адгезивы, содержащие растворители или катализаторы, которые не совместимы с поликарбонатом;
- если требуется затвердевание адгезива при более высокой температуре, то это должно соответствовать температуре, встречающейся на практике;
- желательно испытать совместимость адгезива и прочность связи при вероятных рабочих условиях;
- соблюдайте инструкции по применению от поставщика адгезива;
- Могут быть использованы разные коммерчески доступные одно- или двухкомпонентные адгезивы типа цианоакрилата, полиуретана, эпоксидной смолы или адгезивы на резиновой основе.

3. Соединение лентой

Для быстрого соединения можно воспользоваться двусторонней клейкой лентой, прозрачной и чаще всего на акриловой основе. Эти ленты эластичные и прилипают к различным материалам.

Они особенно удобны для соединения тонких листовых материалов к другим пластикам, стеклу или металлам (см. рис.10)

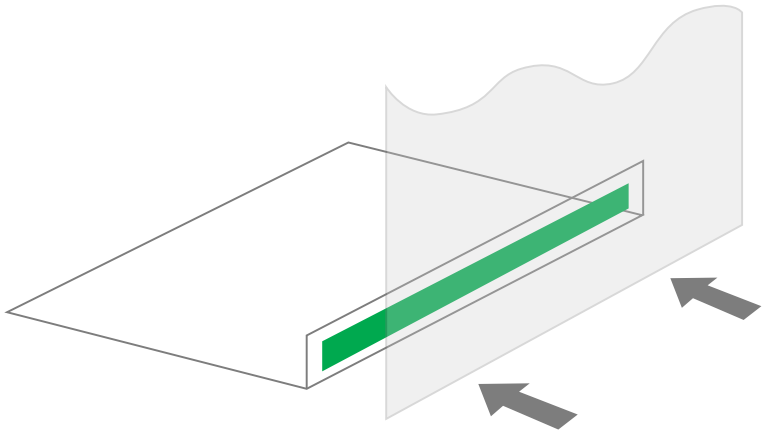


Рисунок 10. Двухсторонние самоклеящиеся пленки

4. Сварка

С эстетической точки зрения сварка нежелательна для соединения. Сварка используется главным образом для соединения продуктов из готовых листов.

Соблюдайте следующее:

- части стекла Novattro® и сварочные стержни должны быть предварительно высушены и очищены до начала сварки, чтобы избежать вздутия и включения пыли в зону сварки;
- после сварочных операций необходимо провести отжиг, чтобы снять внутренние напряжения, созданные во время сварки;
- после сварки выступающие части сварных швов следует тщательно удалить напильником или шлифовкой;

- **Сварка горячим воздухом**

  Этот метод сварки можно успешно применять для соединения элементов из стекла Novattro®. Длину сварочного шва следует ограничить до 300 мм из-за внутренних напряжений и деформации, которые могут возникнуть вследствие локального нагревания и теплового расширения.

  Обычно используются электрически нагреваемые факелы, оборудованные мелкоскоростной форсункой (сварочный электрод подается к шов отдельно вручную) или предпочтительно высокоскоростной форсункой(сварочный электрод пропускается через форсунку непосредственно на линию сварки).

  Рекомендуется средняя скорость подачи воздуха (50-100 л/мин) и температуре воздушного потока 350-400 градусов,измеренная на расстоянии 5мм от форсунки.

  В качестве сварочных электродов можно использовать специально вытянутые поликарбонатные стержни или небольшие полоса, выпиленные из стекла Novattro®.

- **Ультразвуковая точечная сварка**

  Стекла Novattro® могут быть успешно соединены ультразвуковой точечной сваркой. Подробную информацию об аппарате точечной сварки и условиях сварки важно получить у изготовителей этого оборудования.

5. Механическое крепление

Не забывайте, что отверстия, проделанные в стекле Novattro® для сборки,могут ослабить прочность листов. Стекло Novattro® имеет значительно более высокий коэффициент линейного теплового расширения, чем металл или стекло.

Поэтому оставляйте допуски, чтобы стекло могло свободно расширяться при изменчивой температуре.

Пример:

В приведенной ниже таблице приводятся значения расширению листа длиной 1 м при температурном повышении на 20 градусов.

	Коэфициент линейного теплового расширения (мм/м°C)	Расширение d 20°C (мм)
Полимерное стекло Novattro®	0,065	1,30
алюминий	0,024	0,48
сталь	0,012	0,24
стекло	0,008	0,16

Зажимание всегда производится таким образом, чтобы не допустить избыточных локальных напряжений через силы сжатия стекла Novattro®. Это можно сделать за счет использования, например, шайб или формовки по периметру.

Такой лист можно пробивать гвоздями, соединить скобами или клепками. Этот тип крепления не рекомендуется для промышленного применения.(см.Рис.11).

Лучший способ крепления стекла Novattro® это винты с цилиндрической головкой. Нельзя использовать винты со скошенной головкой: они могут лопнуть от напряжения.

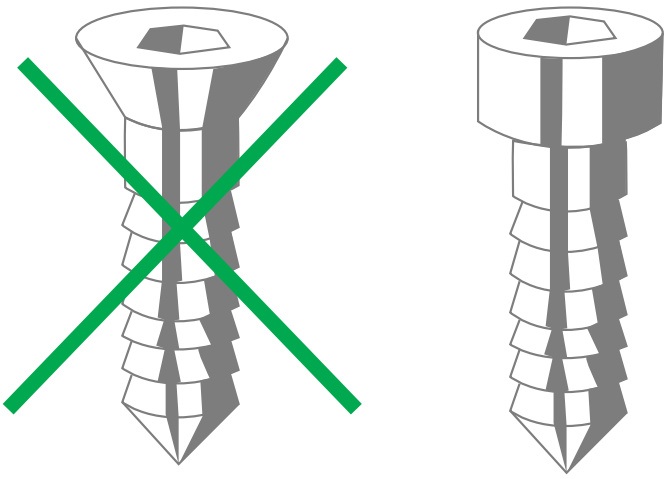


Рисунок 11.

Соответствующие отверстия с гарантированным зазором должны быть высверлены в стекле Novattro®, причем зазор зависит от размеров листа и температурных колебаний, вторые могут быть при эксплуатации. Для очень больших листов возможно потребуется даже использовать удлиненные отверстия. Расстояние между центром отверстия и наружной кромкой листа должно быть не менее 2 диаметров отверстия, минимум 6 мм. Винты должны быть затянуты до такого момента, который позволял бы перемещать лист при колеблющейся температуре.

Ультразвуковая вставка металлических втулок с внутренней резьбой может также представлять удобный метод фиксации изделий из Novattro® или для присоединения металлических деталей,например шарниров,металлических стандартных профилей и т.д. к стеклу Novattro®. Защитные приспособления для стекол машины могут быть так же зажаты в резиновых профилях EPDM,устраняя концентрациюнапряжений и увеличивая ударное сопротивление защитных устройств машины.

Доводка

Шлифовка.

Закаливание стекла Novattro®, это зачастую предварительная операция перед полировкой, может успешно выполняться бесконечной абразивной лентой. Шлифовальные ленты со связующим материалом из синтетической смолы (размер зерен от 400 до 500) удобны для сухого шлифования, а водонепроницаемые ленты удобны для влажного шлифования.

Рекомендуемая скорость ленты 20-30 м/с и низкое контактное давление. Конечно, возможно ручное шлифование с помощью наждачной бумаги различной зернистости (например последовательное использование № 150,240,400).

Полировка.

Стекло Novattro® можно полировать с помощью полировального круга со скоростью 20-30 м/с. После предварительного выравнивания выполняется полировка с использованием безщелочной полировочной пасты.

Окончательная полировка выполняется на чистом полировочном круге без какой-либо пасты.

Декорирование

Прежде чем начать печатать или окрашивать стекло Novattro® рекомендуется обработать антисептиком, чтобы удалить частицы пыли (см. Чистка). Хорошим способом удаления частиц пыли является использование ионизированного воздуха.

Печать и окрашивание

Печать и окрашивание стекло Novattro® выполняется обычными способами. Кроме чистки никакой другой специальной обработки не требуется.

После сортировки отделите листы на сушилке. Не упаковывайте листы, пока чернила полностью не высохнут.

Краска и чернила для печати должны быть совместимы с поликарбонатом, чтобы как можно меньше влиять на ударную прочность листа.

Различную продукцию можно получить от различных производителей красок и чернил, но при этом нужно тщательно соблюдать все их инструкции.

Горячая штамповка

Метод горячей штамповки можно успешно применять для стекла Novattro® при условии, что используется соответствующая штамповочная фольга. Глубина тиснения должна быть минимальной.

Нормальные условия:

- Температура красителя: 190°C
- Давление: 0,4 Н/мм²
- Продолжительность тиснения: 2–3 с

Чистка

Стекло Novattro® можно чистить чистой мягкой губкой и промывать теплой водой, содержащей мягкое мыло или слегка кислотный, нейтральный или щелочный детергент. После этого тщательно промыть чистой водой и высушить замшей или влажной губкой. Рекомендуется обработка антистатиком.

Свежие следы краски,смазки,избытка глазуровочной смеси и т.д. можно удалить перед просушиванием легким протиранием мягкой тканью с применением изопропилового спирта, этилового спирта или петролейного эфира(точка кипения 65 градусов) с последующей промывкой, как описывалось выше. Пятна ржавчины можно удалить 10%раствором оксолиновой кислоты.

Для чистки стекла Novattro® не следует использовать абразивные или сильно щелочные чистящие средства, ацетон, бензол, свинец- содержащий бензин или тетрахлорид углерода. Нельзя использовать для чистки бритвенные лезвия или другие острые инструменты.

Незначительные царапины можно удалить или сделать менее заметными полировкой горячим воздухом.

Обладая хорошими электрическими изолирующими свойствами, стекло Novattro® притягивает электростатические заряды и пыль. Обработка листов антистатическими средствами надолго защищает их от электростатического заряда и притягивания пыли.

Имеются продукты, которые одновременно действуют и как чистящие средства, и как антистатики.

Перед началом определенных работ на стекле Novattro®, например, окрашивание, скринговая печать или термическое формование, рекомендуется вначале удалить частицы пыли с помощью пушки ионизированного воздуха. Использование обычной воздушной пушки и ткани способствует только перемещению частиц, но не их удалению. После них частицы проникают вглубь поверхностного покрытия (например, краски) и ухудшают внешний вид изделия.

Установка

Необходимая толщина стекла Novattro® — это функция размеров листа и предполагаемой нагрузки.

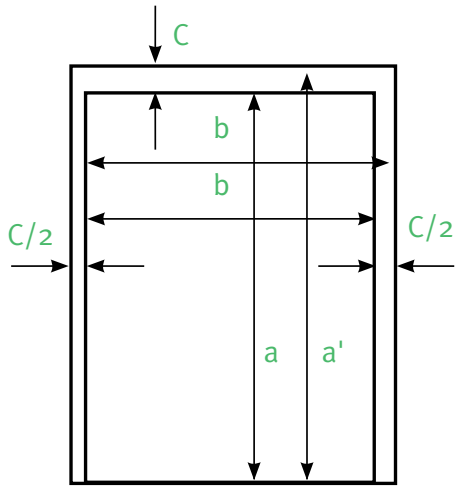
Размеры обычно определяются архитектором/дизайнером. Нагрузка (обычно ветер или снег) должна быть определена согласно или национальным нормам для данного района и высоты устанавливаемого остекления. Это обычно выполняет архитектор.

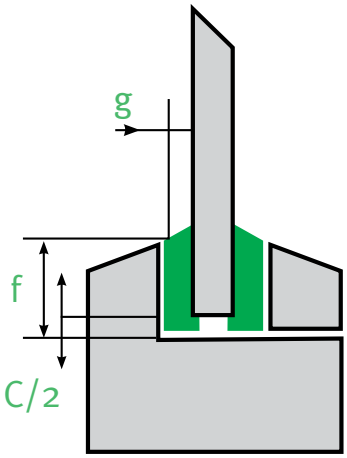
Следующие расчеты уместны, если лист зажат с четырех сторон, и если соблюдаются рекомендации по глубине паза, указанные в таблице. Кроме того, необходимо оставить достаточный зазор для расширения поликарбонатного стекла Novattro® после установки.

Уплотнительные материалы должны быть химически совместимы с поликарбонатным стекла Novattro® и должны принимать определенное перемещение листа без потери адгезии.

Резиновые прокладки из хлоропрена, не содержащего пластификаторы или компаунды на основе резины EPDM дают самые лучшие результаты.

Расчеты допускают максимально отклонение листа 50мм, а для меньших размеров 1/25 ширины (см. рис. 13)





a и b — планарные габаиты
a' и b' — плотные размеры

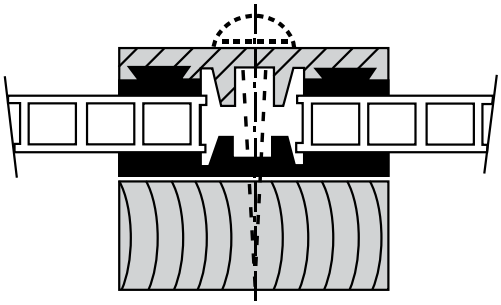
c — зазор кромки
f — глубина паза

g — ширина уплотнителя

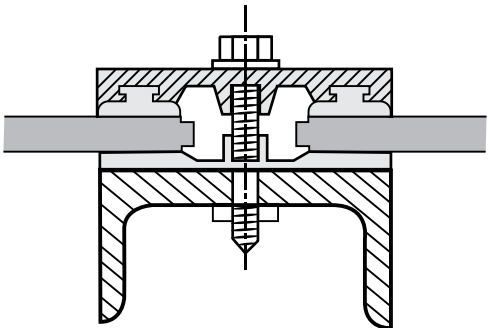
a' и b' мм	c, мм	f, мм	g, мм
≤ 500	2,5	12	3
750	3	16	4
1000	3,5	20	5
1500	4,5	222	6
2000	6	24	7
2500	7	26	8
3000	8	28	9

Крепление

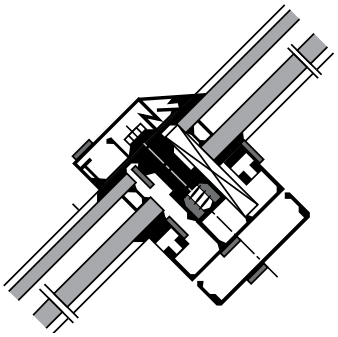
Типы соединения полимерного стекла Novattro®



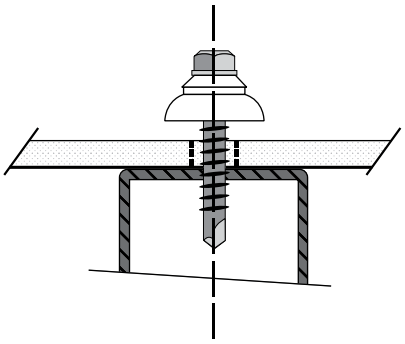
Типовое остекление с комбинированным использованием деревянных и алюминиевых профилей и соответствующих EPDM-резиновых уплотнителей



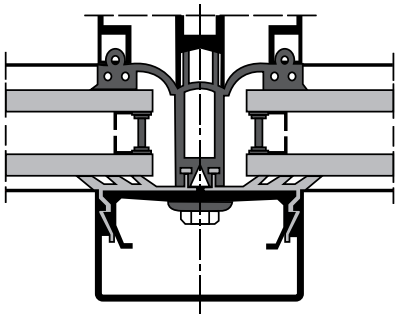
Типовое остекление с использованием профилей из высокопрочной стали, алюминия и EPDM-резиновых уплотнителей



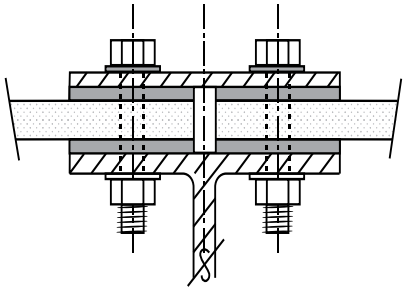
Застекленнная крыша алюминиевыми профилями и стеклом, в которой может использоваться лист Novattro® ограниченного размера



Установка листа с помощью болтов, шайб и тонких EPDM-резиновых уплотняющих колец



Навесная стена с алюминиевыми профилями и стеклом, в которой может использоваться лист Novattro® ограниченного размера

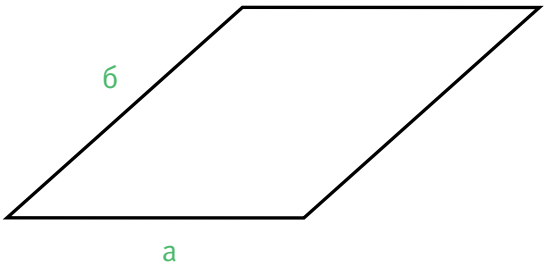


Типовой лист в шумозащитном экране с использованием мощных распределяющих давление прижимов, фиксируемых с помощью болтов

Расчет нагрузки ветра/снега на стекло Novattro®

Нагрузки ветра/снега. Поликарбонатное стекло, закрепленное с четырех сторон, одна панель, один пролет.

Толщина (размер)	Ветер/снег статическая нагрузка		Максимальный размер (ширина панели) согласно соотношению а:б					
			Коэф. 1:1 до 1:1,2		Коэф. 1:1,2 до 1:1,5		Коэф. 1:1,5 до 1:1,8	
мм	кгс/ м²	фунт/фут²	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
4	50	10	1200	48	1150	46	1050	42
	80	15	1150	46	1050	42	1000	40
	120	25	1080	43	1020	41	920	37
	150	30	1020	41	980	39	880	35
	200	40	980	39	880	35	800	32
5	50	10	1350	54	1280	51	1200	48
	80	15	1280	51	1180	47	1100	44
	120	25	1180	47	1100	44	1020	41
	150	30	1120	45	1020	41	950	38
	200	40	1020	41	950	38	880	35
	250	50	950	38	880	35	800	32
6	50	10	1650	66	1580	63	1520	61
	100	20	1480	59	1420	57	1350	54
	150	30	1320	53	1250	50	1180	47
	200	40	1200	48	1120	45	1020	41
	250	50	1080	43	980	39	880	35
	300	60	920	37	850	34	750	30
8	50	10	2050	81	1920	77	1780	71
	80	15	1820	73	1750	70	1620	65
	120	25	1750	70	1620	65	1480	59
	150	30	1620	65	1480	59	1320	53
	200	40	1480	59	1350	54	1180	47
	250	50	1350	54	1200	40	1050	42
	300	60	1220	41	1080	43	920	37
10	50	10	2050	81	2050	81	1950	78
	100	20	2050	81	1920	77	1780	71
	150	30	1900	76	1750	70	1650	66
	200	40	1750	70	1580	63	1480	59
	250	50	1580	63	1400	56	1320	53
	300	60	1400	56	1220	41	1080	43
12	50	10	2050	81	2050		2050	81
	100	20	2050	81	2050	81	2050	76
	150	30	2050	81	1920	75	1880	69
	200	40	1880	75	1720	69	1550	52
	250	50	1720	69	1580	63	1400	56
	300	60	1550	62	1420	57	1220	49



Максимальное рекомендуемое расстояние, по центру между опорами.

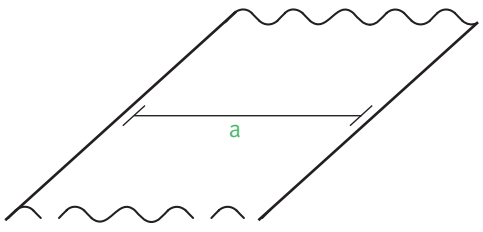
Примечания:

1. Для панелей с коэффициентом меньше, чем 1:1.8, данные приводятся в таблице 10 «Нагрузка на поликарбонатное стекло Novattro® с фиксацией с двух сторон».

2. Таблица начинается с толщины в 4 мм, которая является наименьшей толщиной, рекомендуемой к использованию в качественном постоянном остеклении. Лист меньшей толщины используются для вывесок, рекламы, вакуумформовки, сельскохозяйственных конструкций, павильонов на выставке и т.д.

Нагрузки ветра/снега. Плоский лист, закрепленный с двух сторон, одна панель, один пролет.

Постоянная нагрузка		Максимальное расстояние между опорами a (мм)					
		Толщина листа стекла Novattro® (мм)					
		4	5	6	8	10	12
кгс/м²	фунт/фут²	мм	мм	мм	мм	мм	мм
50	10	780	980	1280	1800	1950	2050
80	16	680	820	1150	1680	1850	2050
100	20	620	700	1080	1550	1780	2020
120	25	580	620	980	1400	1700	1950
150	30	420	580	850	1180	1600	1780
200	40	NA	420	650	1050	1480	1550
250	50	NA	NA	450	950	1280	1350
300	60	NA	NA	NA	820	1080	1220



Максимальное рекомендуемое расстояние, по центру между опорами.

Примечания:

1. Общие комментарии, приведенные выше, и примечания таблицы 9 также применимы и к таблице 10.

Расчет нагрузок ветра/снега: стекло Novattro®

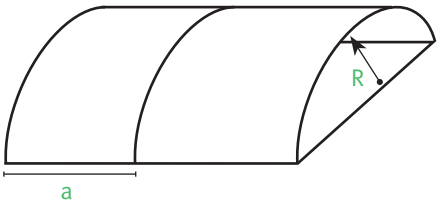
Установка изогнутого стекла Novattro® на опорные арки, случаи опирания и таблицы по выбору шага подкреплений

Таблица нагрузок ветра/снега: изогнутое стекло с фиксацией с двух сторон

Толщина	Радиус кривизны (R)	Максимальное рекомендуемое расстояние между центральными осями опорных арок a (мм), согласно нижеприведенным нагрузкам ветра/снега (мм)							
		Постоянные нагрузки ветра/снега (кгс/м²)							
мм	мм	50	80	100	120	150	200	250	300
4	700	250	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	900	2050	2050	1850	1650	1500	1350	1200	1000
	1100	2050	1900	1750	1600	1450	1250	1050	900
	1300	1950	1800	1650	1480	1320	1180	1000	820
	1500	1800	1650	1500	1380	1200	1050	900	750
	1800	1650	1580	1420	1320	1120	950	820	700
	2000	1580	1480	1350	1250	1050	880	750	650
	2200	1500	1400	1300	1180	980	800	680	600
	2800	1350	1250	1180	1100	900	720	600	NA
	4000	1200	1050	950	850	780	650	450	NA
	6000	850	780	720	650	600	450	NA	NA
5	900	2050	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750
	1100	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1300	2050	2050	2050	2050	1950	1750	1600	1450
	1500	20560	2050	2050	1950	1850	1700	1550	1400
	1800	2050	2050	1950	1850	1750	1550	1350	1150
	2000	2050	1950	1850	1750	1550	1350	1150	1050
	2200	1950	1850	1750	1650	1500	1300	1100	1000
	2800	1600	1500	1400	1300	1200	1050	900	750
	4000	1400	1300	1200	1100	1000	850	750	600
	6000	1200	1050	950	850	750	600	450	NA
6	1100	22050	2050	2050	2050	2050	2000	1900	1750
	1300	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1500	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600	1450
	1800	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1500	1350
	2000	2005	2050	1950	1850	1700	1550	1400	1250
	2200	2050	1950	1850	1750	1650	1500	1350	1200
	2800	1700	1600	1500	1400	1300	1150	1000	850
	4000	1600	1500	1400	1300	1150	1000	850	720
	6000	1480	1380	1300	1200	1080	920	780	620

продолжение

Толщина	Радиус кривизны (R)	Максимальное рекомендуемое расстояние между центральными осями опорных арок a (мм), согласно нижеприведенным нагрузкам ветра/снега (мм)							
		Постоянные нагрузки ветра/снега (кгс/м²)							
мм	мм	50	80	100	120	150	200	250	300
8	1500	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1800	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1500
	2000	2050	2050	2050	2000	1900	1750	1600	1450
	2200	2050	2050	2050	1950	1850	1700	1550	1400
	2500	2050	2050	1920	1850	1720	1580	1420	1280
	2800	2050	1950	1820	1720	1600	1450	1300	1150
	4000	1950	1820	1720	1620	1500	1350	1200	1000
	6000	1820	1680	1520	1380	1250	1100	950	780
10	1800	2050	2050	2050	2050	2005	1950	1800	1650
	2200	2050	2050	2050	2050	200	1850	1700	1550
	2800	2050	2050	2050	1950	1800	1750	1600	1450
	4000	2050	2050	2000	1900	1780	1620	1480	1320
	6000	2050	1920	1820	1720	1550	1400	1250	1100
12	2200	2050	2050	2050	2050	2050	2050	1950	1800
	2800	2050	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650
	4000	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1480
	6000	2050	2050	2005	1950	1720	1580	1420	1280



Примечания:

1. Стекло Novattro® должно устанавливаться таким образом, чтобы изогнутая часть находилась на опорной арке, с нахлестом краев от 15 до 25 мм, в зависимости от размера, плюс 3 мм допуск на тепловое расширение.

2. Тонкие листы (толщиной до 6 мм) могут быть изогнуты в панелях относительно малого размера от 2000 мм до 3000 мм при ширине от 1000 до 1220 мм. Толстый лист толщиной 8 мм и выше может быть изогнут холодной гибкой только при условии использования длинных панелей, изготовляемых по специальному заказу (от 4000 до 7000 мм) в особенности при установке в полную ширину - 2050 мм.

3. Опорные арки и фиксаторы должны выдерживать максимальные разрешенные нагрузки.

4. В таком методе установке не имеет смысла использовать лист длиной менее 500 мм.

5. Наименьший радиус, приведенный в таблице, является минимальным разрешенным радиусом для этого конкретного стекла Novattro®.

6. Приведенные размеры подходят для использования в большинстве обычных стационарных конструкций под давлением или подъемной силой. Специальные сооружения, такие как переносные покрытия для бассейнов, могут использовать лист большего размера при условии получения соответствующего разрешения.

Базовые рекомендации по правильному проектированию и внедрению проектов, использующих стекло Novattro®

1. **Общие комментарии:**

   - Стекло Novattro® во всех своих вариантах представляет собой великолепный материал для различного остекления и светопроводящей облицовки. Лист прослужит многие годы при условии тщательного проектирования и внедрения в соответствии с указаниями Производителя, его рекомендациями и инструкциями по установке. Игнорирование указаний и рекомендаций Производителя и невнимательное или небрежное выполнение инструкций по установке может привести к дефектам, поломкам, разрушению листа и значительному снижению светопроводящих характеристик стекла Novattro®.
   - Служба технической поддержки компании SafPlast Innovative обеспечит разработчикам первоклассную техническую помощь и консультации в ходе всех этапов проектирования и подготовки необходимых спецификаций для тендеров. Разработчикам, руководителям проекта и контролерам будут предоставлены рекомендации по контролю качества выполнения работ со стороны главного подрядчика и его субподрядчиков.

2. **Основные положения проектирования:**

   - Толщина листа стекла Novattro®: Толщина листа будет определена в соответствии с типом остекления, опорным каркасом, размером панели и местными требованиями к нагрузкам ветра/снега и/или специальных человеческих факторов (напор толпы, вандализм или насилие), как было указано в настоящем руководстве.
   - Предотвращение механических повреждений: поликарбонатное стекло Novattro® мягче стекла и более ударостойкое. Поверхность стекла Novattro® может быть повреждена от ударов, механических повреждений, абразивных и полирующих материалов, чистящих инструментов и материалов, в том числе и являющихся химически нейтральными по отношению к поликарбонатному листу.

3. **Препятствия вандалам:**

   Везде, где возможно, планируйте барьер или препятствие, создающее достаточный зазор, предотвращающий или препятствующий непосредственному контакту между возможным вандалом и листом.

4. **Уход и очистка:**

   Заранее подготовьте четкие и легко распознаваемые плакаты с правильными инструкциями по рекомендуемому уходу и очистке.

5. **Контроль светопередачи и теплопроводности:**

   Бесцветный прозрачный лист Novattro® или тонированный прозрачный лист всех вариантов красиво и эстетично смотрятся, передают много света и позволяют любоваться окружающей природой, облаками в небе днем и луной и звездами ночью. Замечательно. Тем не менее, все эти славные свойства могут создавать проблемы, особенно в теплом и жарком климате, так как вместе с видимым светом через остекление в здание поступает значительное количество тепла. Это проблемное тепло поступает в здание в основном в результате прямой радиации, и даже полная мощность работы кондиционеров не позволяет избавиться от этого неудобства и возможного вреда людям и оборудованию. Такой излишек тепла увеличивает нагрузку на систему кондиционирования воздуха в здании, в особенности там, где непосредственно падает свет, что значительно увеличивает энергетические и эксплутационные затраты.

Мы рекомендуем:

- В теплом или горячем климате, или климатических зонах с жарким летом, если архитектор настаивает на использовании прозрачного остекления, рекомендуется снизить размер остекления до минимально разрешенного размера, что позволит уменьшить теплообразование и количество прямой солнечной радиации.
- Проектировать прозрачные навесы или другие остекленные отверстия таким образом, чтобы они находились в тени других частей здания всегда или большую часть дня, либо располагать их так, чтобы они как можно больше ориентировались на север.

6. Проектирование и инженерная проработка:

Основной проект, подготовленный на базе основных креативных идей, должен учитывать основные принципы, указания и рекомендации, приведенные в настоящем руководстве. Дальнейшие идеи по дизайну можно посмотреть на нашем сайте: www.novattro.ru

Мы предлагаем:

- При использовании сплошного поликарбонатного покрытия в каком-либо проекте, после изучения имеющейся в наличии технической и общей информации, разработчик должен подготовить концептуальную программу и связаться с отделом технической поддержки компании SafPlast Innovative для предварительной технической помощи и консультации. Этот первый шаг можно сделать с помощью обычной почты, факса, электронной почты или телефона.
- В качестве второго шага, разработчику рекомендуется отправить факсом, электронной почтой или срочной доставкой основные эскизы и схемы, описывающие проект, или общие идеи, разрабатываемого проекта, желательно с аннотациями или описанием цели проекта, возможными вопросами или конфликтующими идеями. Консультант отдела технической поддержки компании SafPlast Innovative ответит тем же способом и передаст различную информацию и основные технические детали. При необходимости, можно будет быстро организовать личную встречу.
- При планировании и дальнейшем продвижении проектирования, разработчик отправит консультанту компании SafPlast Innovative предварительные материалы для просмотра и комментариев и получения более подробных консультаций и рекомендаций для проведения специального тендера и подготовки в внедрению проекта.
- После того, как окончательная документация по тендеру и планы внедрения проекта достигнут окончательного этапа, разработчик/инженер или руководитель проекта передаст эти документы консультанту компании SafPlast Innovative для окончательного просмотра и комментариев.

7. **Причины и доводы в пользу использования поликарбонатного стекла Novattro®:**
   - Можно применять с минимальным наклоном, зависящим от географического месторасположения или климатических условий, или вертикально.
   - Может использовать в кровельном покрытии или застекленных крышах любых видов, в окнах, панелях и различных экранах. (см. Иллюстрацию 36, два схематических примера).
   - Легко применяется во многих типах опорных конструкций. Может устанавливаться в деревянные, стальные или алюминиевые конструкции или комбинацию этих материалов. Обеспечивает более простое и надежное решение с точки зрения герметичности.
8. **Причины и доводы в пользу использования гнутого стекла Novattro®: (холодный изгиб или термоформование)**
   - Применяется в основном в горизонтальных установках, однако возможно также использование и вертикальной установке . Применяется в крышах навесов, остекленных крышах, куполах, крытых переходах, экранах, уличной архитектуре и.т.д. Негативная сторона: в большинстве перечисленных вариантов легче и дешевле использовать плоский лист. Работа с гнутым листом требует более сложного и тщательного проектирования. Часть структурных элементов необходимо формовать равномерно и аккуратно, сохраняя внутреннюю форму элементов. Перед термоформованием необходимо провести процесс осушки. На проведение обеих процедур требуется время и затраты.
9. **Общие комментарии:**
   - Все вышеперечисленное не должно восприниматься как требование или обязательство разработчика доверить проект или любую его часть компании SafPlast Innovative или любому лицу, действующему от ее имени, либо как обязательство приобретения материалов остекления от компании SafPlast Innovative.
   - Техническая поддержка и консультации, предоставляемые представителем службы технической поддержки компании SafPlast Innovative, должны рассматриваться как рекомендации, предоставляемые в соответствии с профессиональным знанием и опытом, основанные на обширном накопленном опыте, предыдущих консультациях по подобным проектам, предоставленными с добрыми намерениями. Консультация компании SafPlast Innovative не будет считаться обязательством, данным компанией в отношении качества разработки, консультации, любой иной информации илихпредоставленных деталей, если только такое обязательство не было предоставлено в письменном виде в качестве специальной гарантии конкретного проекта.
   - Предоставленная информация и консультация не должны рассматриваться как рекомендация соответствия того или иного продукта компании SafPlast Innovative, если только возможность такого использования была сообщена компании SafPlast Innovative для информации и утверждения заблаговременно в письменном виде.
   - Вместе с вышесказанным, использование и установка без тщательного соблюдения рекомендаций и инструкций по установке могут нанести вред покупаемому продукту и аннулировать все гарантии.

Контакты:

ТОО «AS STROY HOLDING»

050016 Республика Казахстан,
г. Алматы, ул. Чайковского, 22 офис
109, 110.

Телефон: +7 (727) 233 57 43,
web: www.alstroy.kz,
e-mail: alstroy_k@mail.ru