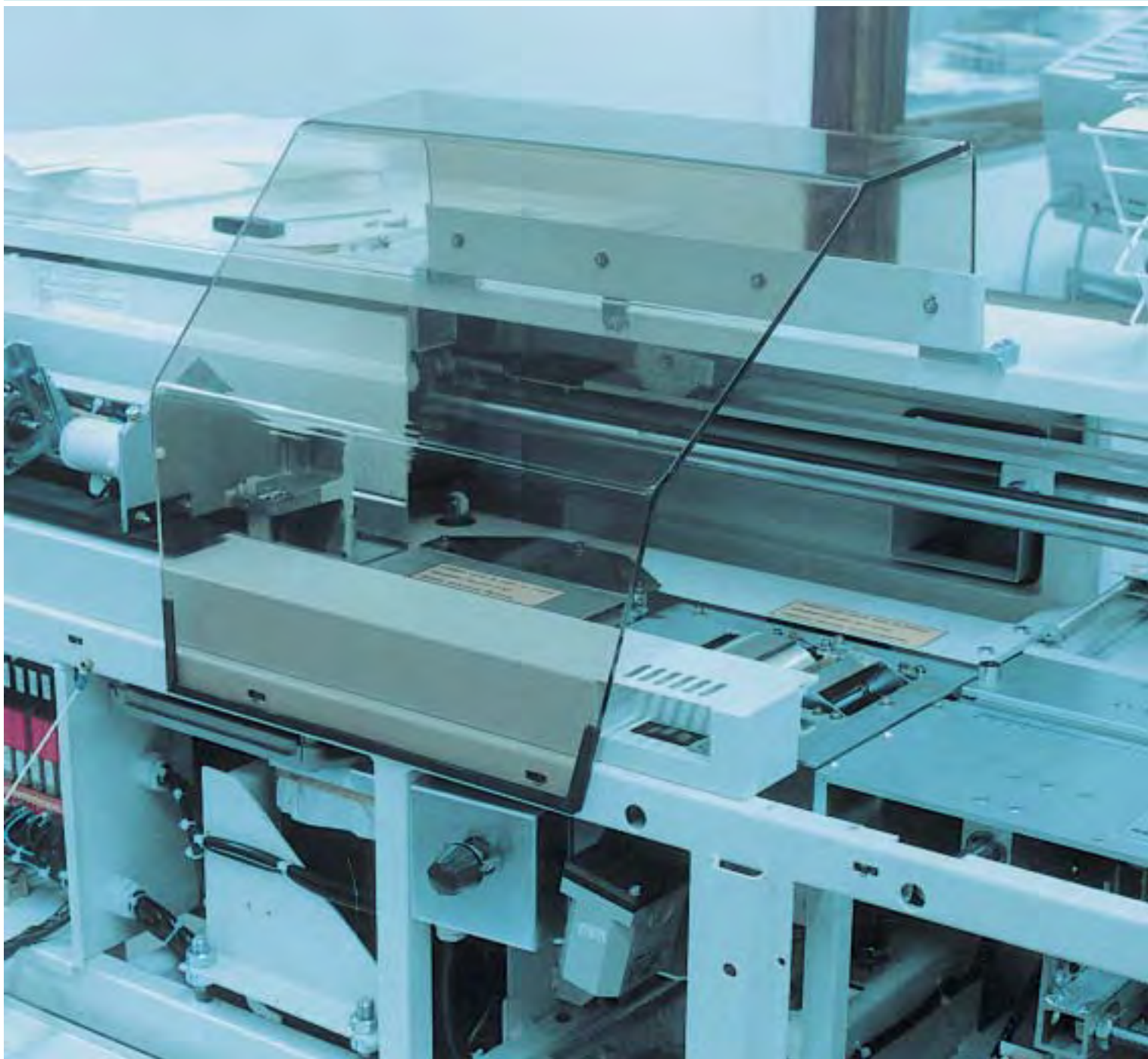


Makrolon® mono.
Обладает выдающимися техническими
характеристиками.



 **makrolon®**
mono

Makrolon® mono.

Привлекательный материал, прост в применении.



Makrolon® mono представляет сплошные поликарбонатные листы. Их высокая прозрачность и гладкая поверхность делают их привлекательным материалом для широких областей применения. Они проявляют отличную ударпроч-

ность даже при температурах ниже -100°C. Поликарбонатные листы могут термоформоваться и изгибаться в холодном виде, легко обрабатываются. Листы Makrolon® mono могут соединяться сольвентными адгезивами, поверхност-

ными адгезивными клеями и адгезивной лентой. Их можно сваривать ультразвуком или горячим воздухом. Механическая фиксация – это еще один удобный способ соединения.

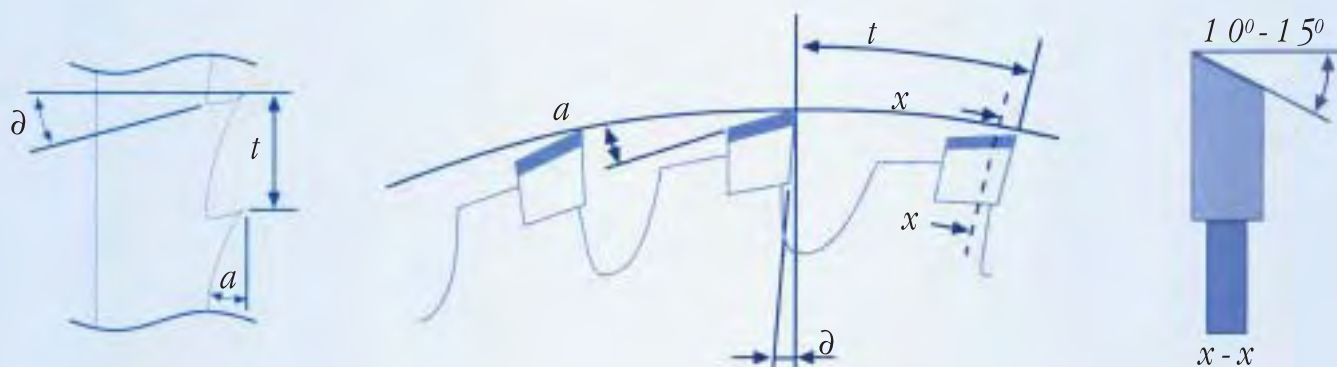
Содержание



1. Изготовление	1.1 Предварительные замечания	4
	1.2 Распиловка	4
	1.3 Разрезание и перфорирование	5
	1.4 Сверление	6
	1.5 Укладка	6
	1.6 Лазерная резка	6
2. Формование	2.1 Холодное формование	7
	Холодное загибание	7
	Вальцовочное формование	7
	2.2 Термоформование	7
	Предварительная сушка	7
	Горячий линейный изгиб	8
	Драпировочное формование	8
	Вакуумное формование	9
	Отжиг	10
3. Соединение и крепление	3.1 Соединение растворителем	12
	3.2 Адгезивное соединение	13
	3.3 Соединение лентой	13
	3.4 Сварка	14
	3.5 Механическое соединение	14
4. Обработка	4.1 Шлифовка	16
	4.2 Полировка	16
	4.3 Украшение	16
5. Чистка		17
6. Установка		18
7. Свойства		19
8. Изготовители машины		20

1. Изготовление

Рис. 1: Ленточная пила и дисковая пила



1.1 Предварительные замечания

Инструменты

Листы из Makrolon® моно могут 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.

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 резанием поскольку они часто содержат добавки, которые не совместимы с поликарбонатом и могут привести к расслоению от напряжения.

Контроль измерения

Коэффициент линейного теплового расширения термопластиков в целом значительно выше, чем у металлов или стекла. Зная коэффициент линейного теплового расширения листов Makrolon® моно ($0.065 \text{ мм/м}^\circ\text{C}$), следует проводить проверки измерений, когда лист находится при температуре окружающей среды (сравнительная температура).

Маскирование

Листы Makrolon® моно имеют 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 этого не сделать сразу же, дальше это будет намного сложнее; воздействие солнечного света и элементов разрушающей полиэтиленовую маскировку.

Маркировка

Если перед резкой листы требуется промаркировать, это следует сделать по за-

щитной маркировке. При необходимости, можно чертить прямо по листу восковым карандашом. Острый инструмент не следует применять для разметки, поскольку под нагрузкой острые надрезы могут привести листы к повреждению.

1.2 Резание пилой

Дисковая пила

Для резки плоских листов наиболее часто применяют пилу настольного типа. Предпочтительнее использовать дисковую пилу с карбидными кончиками с переменным скосом. Расстояние между зубьями варьируется от очень небольшого для тонких листов, до большого для толстых листов. Сохраняйте зазор между лезвием и столом как можно меньшим. Убедитесь, что на столе нет ничего, что может повредить маскировку или поцарапать листы Makrolon® моно.

Всегда режьте тонкие листы в пачке толщиной $\pm 15 \text{ мм}$, используя в качестве подложки более толстый лист или полоску (3 мм). 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 листа. Мы рекомендуем использовать острый инструмент и своевременно убирать стружку.

Рис. 2: Чистый вырез – зазор между лезвием и режущим слоем 0.01 - 0.03 мм



Ленточная пила

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 и фреза предпочтительнее ленточной пилы.

	лент.пила	диск. пила
угол зазора	20 -40°	10 - 30°
передний угол	0-5°	5-15°
скорость резки (мм/мин)	600-1000	1000-3000
шаг зубьев (мм) †	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, про-

верьте лезвие, выровните направляющую линейку, используйте воздух для охлаждения лезвия, начинайте распилку при работающем лезвии дисковой пилы.

1.3 Резка ножницами и пробивка

Лист из Makrolon® mono толщиной до 3 мм легко пробивается или режется ножницами, оставляя чистый надрез. В более толстых участках материал имеет при резке 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 0.03 мм (см. рис. 2).

Если требуются гладкие кромки у листов и деталей толщиной свыше 1.5 мм, для указанных выше способов лучше всего использовать направляющую линейку. Не рекомендуется резать листы Makrolon® mono, уложенные 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. Рекомендуются симметричные двойные скошенные лезвия. Для толщины свыше 1,5 мм следует использовать асимметричные лезвия. Для получения прямых кромок следует использовать односторонние лезвия, скошенные под углом 30° (см. рис. 3).

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

1.4 Сверление

Рекомендуется применять специальные сверла для пластика, но годятся также 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

Рис. 3

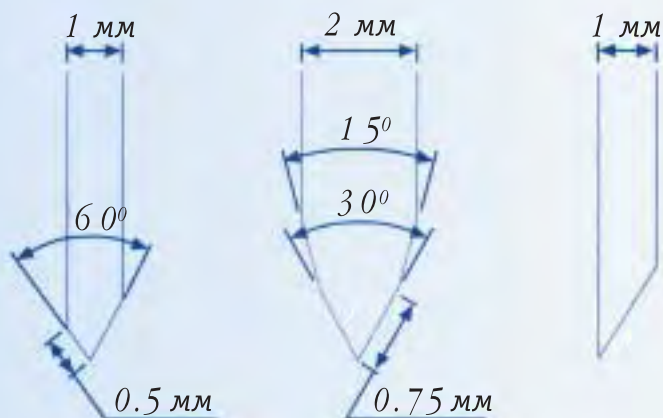
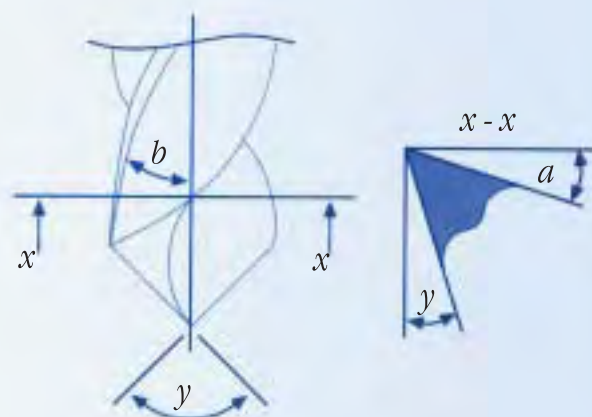


Рис. 4: Сверление



для отвода тепла и стружки. Никогда не используйте охлаждающие масляные смеси. для больших отверстий можно использовать коммерчески доступные цилиндрические фрезы. Всегда соблюдайте расстояние от центра отверстия до кромки листа, которое должно быть не менее двукратного диаметра отверстия, минимум 6 мм.

Убедитесь, что просверленные отверстия имеют гладкую поверхность без следов трещин или шероховатости, что может быть причиной разлома во время закрепления.

угол зазора	5-15°
передний угол	0-5°
верхний угол	110-130°
спиральный угол	30°
скорость резания	15-30 м/мин
подача	0,1-0,3 мм/об

см. рис. 4

1.5 Фрезерование

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

угол зазора	5-10°
передний угол	0-10°
скорость резания	15-30 м/мин
подача	0,1-0,3 мм/об

1.6 Лазерное резание

Термическое резание с помощью лазерного луча CO₂- (напр. для сложного контура) можно также выполнять на листах Makrolon® mono, с или без маскирования. Для получения обрезанных листов без окалины на кромках может потребоваться предварительная сушка листов из Makrolon® mono. Иногда после термической обрезки может понадобиться отжиг. Лазерная резка толстых листов (более 2 мм) 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.

2. Формование

Рисунок 5: Горячий линейный изгиб. Листы Makrolon® моно должны местно нагреваться с помощью ИК-излучателей или провода сопротивления.



2.1 Холодное формование

Холодный изгиб

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

Вальцовочное формование

Вальцовочное формование может выполняться на стандартных листовых металлических валах. При вальцовочном формовании листов толщиной свыше 2 мм, 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 напряжения, более чувствительны к химическому воздействию, чем плоские листы. Ни при каких обстоятельствах не соприкасайтесь с деталями в процессе холодного сгибания или 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°. При возможности прежде, чем собирать листы, дайте им после сгибания несколько дней для релаксации. В целом, горячий линейный изгиб предпочтительнее вальцовочного формования.

2.2 Термоформование

Предварительная сушка

Не смотря на очень низкую степень поглощения влаги, которая влияет на габаритную стабильность листов Makrolon® моно, для всех методов термоформования, где температура листа достигала 160°C, рекомендуется тщательная предварительная сушка листов. Если этого не сделать, могут появиться влажные пузырьки, ухудшающие внешний вид готового

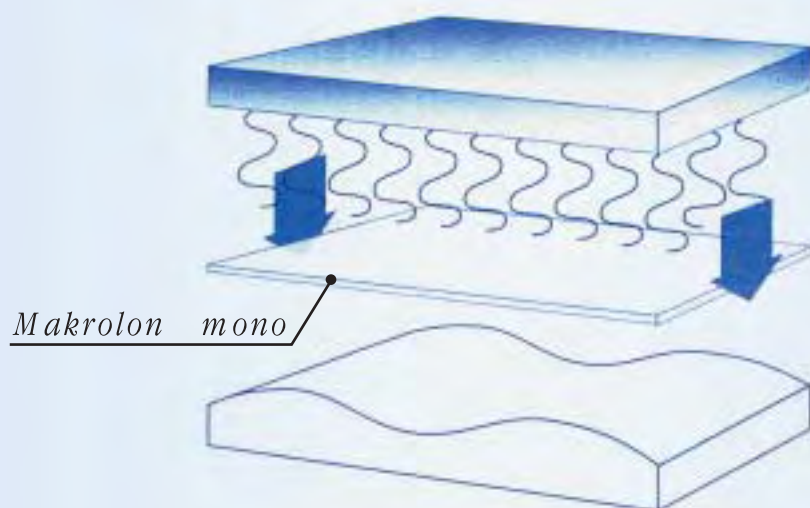
изделия. Рекомендуется использовать воздушный вентилируемый термостат при температуре 120-125° C. Чем толще лист, тем дольше он должен находиться в термостате:

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 формования лучше оставить в термостате, чтобы сэкономить энергию для нагревания

Рис. 6: Термоформование



и длительность нагрева в термоформирующей 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 термоформируемой детали из Makrolon® моно помните, что лист делает усадку при первом нагреве до температуры стеклования около 148°C.

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

Прежде чем начать операции по нагреванию и формованию, листы Makrolon® моно 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 5. Чистка).

Горячее линейное сгибание

Температуры 150 - 160°C 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 ограждений машин. Листы Makrolon® моно должны нагреваться локально с помощью ИК-излучателей 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 3 мм. 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.

Драпировочное формование

Одноосиальные 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 ткань, предварительно нагретую (80 - 100°C) 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.

Рис. 7: Вакуумное формование

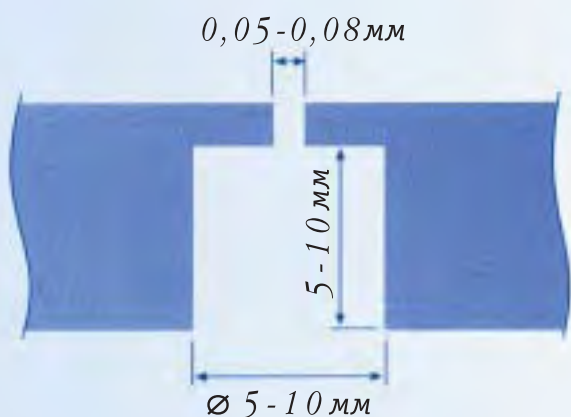
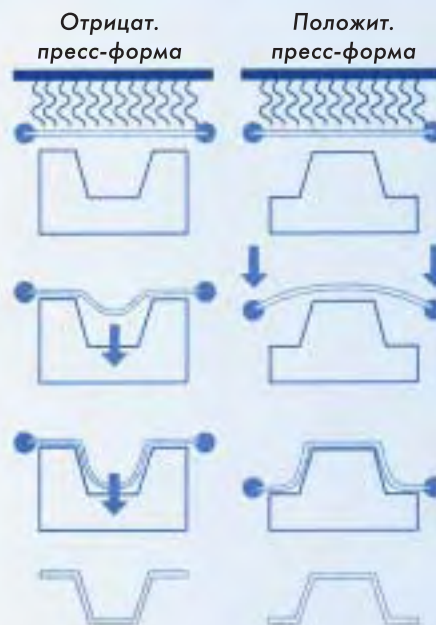


Рис. 8



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 - 130°C): 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°. Добавьте припуск на усадку изделия 0.8 – 1%.

Чтобы обеспечить нормальное прохождение воздуха, важно иметь оптимальное количество отверстий в нужных местах. Чтобы на конечном изделии не оставалось следов, диаметры этих отверстий не должны превышать 0.5 – 0.8 мм (см. рис. 7). 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 утонь-

шения и появления сетки во время формования, делайте пресс-формы с закруглениями, по меньшей мере, равными толщине листа.

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).

Нагревание

Для обеспечения нормального термического формования лист Makrolon® топо необходимо равномерно нагреть до температуры 175 – 205°C.

В верхнем температурном диапазоне формования листы Makrolon® топо принимают детали пресс-формы более точно. При температурах 175 – 180°C получают маленькие детали. Использование отдельных нагревательных систем (за пределами формующей машины),

как это часто делается для других термопластиков, не рекомендуется, поскольку температура обработки относительно высокая, а листы Makrolon® топо 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, используемые для поддержания и зажима кромок листа, чтобы избежать значительных тепловых потерь во время нагревания, а также неравномерного охлаждения, что может привести к внутренним напряжениям или короблению кромок. Чтобы улучшить градиент толщины лист может быть выдут или получить предварительную форму с помощью заглушки.

Охлаждение сформованной части

Листы Makrolon® можно быстро остыва- ют, поэтому требуют быстрого формова- ния. В то же время, однако, их высокая температура отклонения под нагрузкой позволяет получать короткие циклы ох- лаждения. Изделия можно снимать с пресс-формы без большого риска де- формации после того, как их температу- ра достигла уровня 135°C.

Свободное выдувание или сво- бодное вытягивание

Эти методы используются для формо- вания куполообразных изделий. При формовании свободным выдуванием ис- пользуется воздушное давление, а при свободном вытягивании используется вакуум.

Лист нагревается до появления прови- сания. Чтобы не было искаженных час- тей, нагрев должен быть однородным. Избегайте сквозняков на рабочем мес- те, они могут послужить причиной не- равномерного прогревания.

Исходное давление (или вакуум) вы- сокое, которое снижается к концу цикла формования. Давление (или вакуум) поддерживается постоянным, пока тем- пература листа не достигнет 135°C и изделие можно снять. Грязь в сжатом воздухе может оставить следы на листе.

Другие методы

Другие методы термического формова- ния это комбинации описанных выше методов.

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

Формование высоким давлением

При использовании отрицательной пресс-формы атмосферное давление воздуха, которое распределяет размяг-

ченный лист по пресс-форме, повышает- ся за счет подачи воздуха под давлени- ем до 1 Н/мм² (10 Kgf/cm²). В результа- те изделие получается с деталями хо- рошего качества и четкими кромками.

Формование сдвоенных листов

Два нагретых листа укладываются меж- ду двумя нагретыми пресс-формами. Воздушное давление, затем создает по- лые формы, которые используются для создания деталей с высокой структур- ной жесткостью и низкой плотностью.

Отжиг

Там, где возможно, используйте опти- мальные условия обработки для сведе- ния до минимума создание внутренних напряжений.

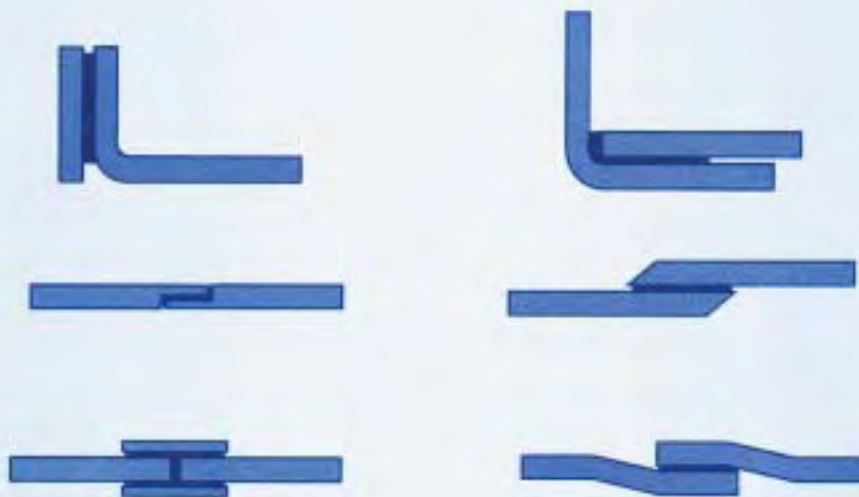
Части со слишком высоким внутренним напряжением следует подвергать отжи- гу, чтобы избежать проблем во время эксплуатации. Это можно сделать, на- грывая части равномерно в вентилируе- мом термостате при температуре до 120 -130°C, при которой они выдерживают- ся из расчета 1 час на каждые 3 мм тол- щины этой части. Затем эта часть мед- ленно охлаждается до комнатной темпе- ратуры, предпочтительно в термостате с закрытой дверцей.

Устранение неисправностей - Термоформование

Проблемы	Возможные причины	Решение	Горячий линейный изгиб	Драпировочное формование	Вакуумное формование	Свободное выдувание
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 больший лист			•	
	поверхность листа					
Образование паутины	слишком мала	проверьте наличие горячих или теневых пятен			•	
	неравномерный нагрев	мин. расстояние = 2x глубине			•	
	слишком малое расстояние от пресс-формы	ограничить вакуум			•	
	скорость вакуумирования	расстояние от зажимной пресс-формы <50 мм			•	
Уменьшенные или неполные детали	поверхность листа слишком большая	проверьте на утечку или добавьте вакуумных отверстий			•	
	вакуум слишком малый	увеличить нагрев			•	
Часть прилипает к пресс-форме	температура листа слишком мала	снизить температуру пресс-формы			•	
	пресс-форма слишком горячая	снимите быстрее			•	
	часть, снятая слишком поздно	угол уклона > 4-6°			•	
Следы	угол штамповочного уклона слишком мал	замутнить паром или использовать наждачную бумагу			•	
	поверхность пресс-формы слишком гладкая	уменьшить время нагревания	•	•		
Дефекты поверхности	температура листа слишком высокая	переустановить отверстия			•	
	вакуумные отверстия не на месте	продуть сжатым воздухом		•	•	
Неровные части	пыль на пресс-форме или листе				•	
	переустановить отверстия				•	
	вакуумные отверстия не на месте	повысить температуру			•	
Неровные части	пресс-форма/зажим слишком холодные	предварит. нагревания	•	•	•	•
	неравномерное нагревание/охлаждение	проверьте наличие сквозняков, проверьте нагреватель, снимите раньше				
Неровные части	часть, снятая слишком поздно					

3. Соединение и крепление

Рис. 9: Рекомендуемые конструкции соединений



3.1 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 соединения при работе с относительно тонкими материалами (см. Рис.9).

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

Наиболее распространенный растворитель — метилхлорид (точка кипения 40.2°), но для соединения больших участков он не годится, т.к быстро испаряется.

После добавления 8% поликарбонатных гранул к метилхлориду 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 две части;
- как только части будут совмещены, их следует зажать вместе на пару минут под равномерным давлением 0.5-2 Н/мм², 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 листов Makrolon® моно с другими термопластичными возможно только, если используемый растворитель растворит оба материала.

3.2 Адгезивное соединение

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

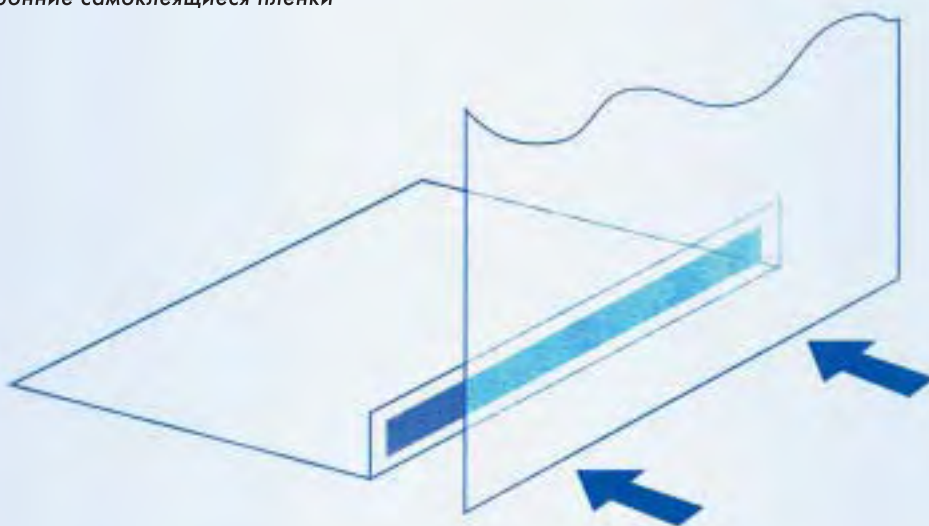
Части из Makrolon® моно можно соединять друг с другом, в также с другими материалами с помощью различных универсальных адгезивов. Универсального ответа нет, потому что каждое применение имеет собственные требования, такие как среда конечного использования, рабочая температура, внешний вид соединения, простоте нанесения адгезива и т.д. Следовательно нужно правильно подбирать адгезив.

Соблюдайте следующие факторы:

- убедитесь, что все соединенные поверхности зачистены и тщательно очищены;

- не следует использовать адгезивы, содержащие растворители или катализаторы, вторые несовместимы с поликарбонатом;

Рис. 10: Двухсторонние самоклеящиеся пленки



- 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.

3.3 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).

Процесс:

- сделайте кромку сгиба более широкой, чем ширина ленты;
- протрите этот участок 50% раствором изопропилового спирта в воде;
- осторожно наклейте ленту;
- прижимание деревянным валиком вытесняет захваченный воздух и улучшает прочность;

3.4 Сварка

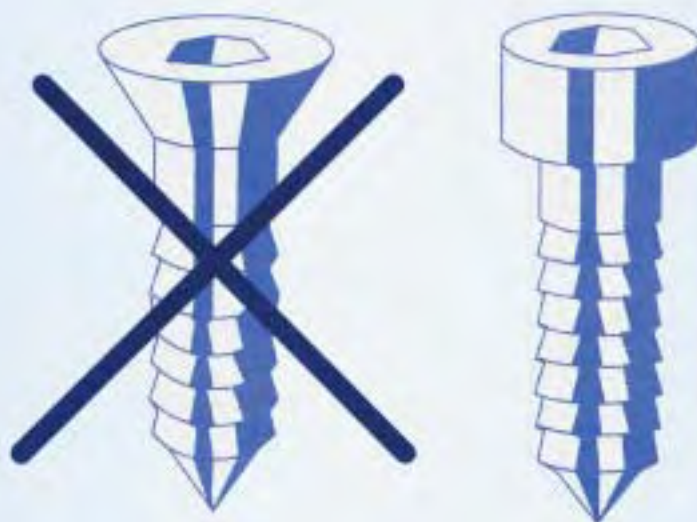
С эстетической точки зрения сварка нежелательна для соединения. Сварка используется главным образом для соединения продуктов из готовых листов.

Соблюдайте следующее:

- части из Makrolon® mono 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;

Рис. 11



Сварка горячим воздухом

Этот метод сварки можно успешно применять для соединения элементов из Makrolon® mono. 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°, измеренная на расстоянии 5 мм от форсунки.

В качестве сварочных электродов можно использовать специально вытянутые поликарбонатные стержни или небольшие полосы, выпиленные из листа Makrolon® mono.

Ультразвуковая точечная сварка

Листы Makrolon® mono могут быть успешно соединены ультразвуковой точечной сваркой

Подробную информацию об аппарате точечной сварки и условиях сварки важно получить у изготовителей этого оборудования.

3.5 Механическое крепление

Не забывайте, что отверстия, проделанные в листах Makrolon® mono для сборки, могут ослабить прочность листов. Листы Makrolon® mono имеют значительно более высокий коэффициент линейного теплового расширения, чем металл или стекло.

Поэтому оставляйте допуски, чтобы листы могли свободно расширяться при изменчивой температуре.

Пример:

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

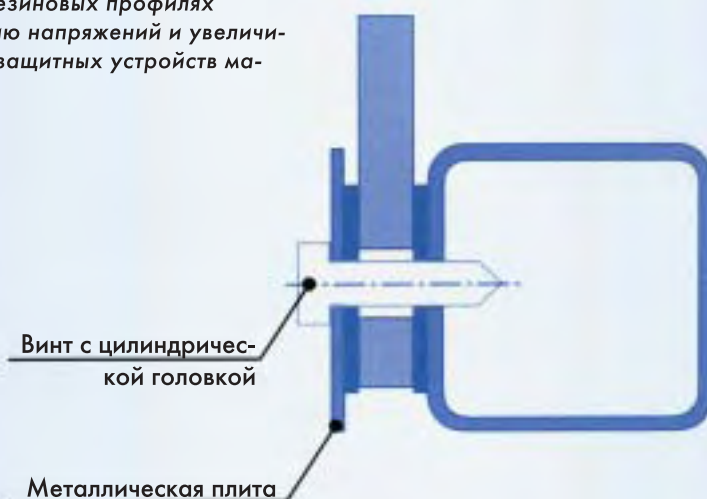
	коэффициент линейного теплового расширения (мм/м°С)	расширение d 20°С (мм)
Makrolon® mono	0,065	1,30
алюминий	0,024	0,48
сталь	0,012	0,24
стекло	0,008	0,16

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

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

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

Рис. 12: Защитные приспособления для стекол машины могут быть также зажаты в резиновых профилях EPDM, устраняя концентрацию напряжений и увеличивая ударное сопротивление защитных устройств машины



Соответствующие отверстия с гарантированным зазором должны быть высверлены в листе Makrolon® topo, причем зазор зависит от размеров листа и температурных колебаний, вторые могут быть при эксплуатации. Для очень больших листов возможно потребуются даже 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 Makrolon® topo или для подсоединения металлических деталей, например, шарниров, металлических стандартных профилей и т.д. к листу Makrolon® topo. Защитные приспособления для стекол машины могут быть также зажаты в резиновых профилях EPDM, устраняя концентрацию напряжений и увеличивая ударное сопротивление защитных устройств машины (см. Рис. 12).

4. Доводка

4.1 Шлифовка

Закаливание листа Makrolon® моно, 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).

4.2 Полировка

Листы Makrolon® моно можно полировать с помощью полировального круга "Reiter" 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.

4.3 Декорирование

Прежде чем начать печать или окрашивать листы Makrolon® моно рекомендуется обработать антисептиком, чтобы удалить частицы пыли (см. 5. Чистка). Хорошим способом удаления частиц пыли является использование ионизированного воздуха.

Печать и окрашивание

Печать и окрашивание листов Makrolon® моно 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 листов Makrolon® моно 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

5. Чистка

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

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

Для чистки листов Makrolon® mono 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, листы Makrolon® mono притягивают электростатические заряды и пыль. Обработка листов антистатическими средствами надолго защищает их от электростатического заряда и притягивания пыли.

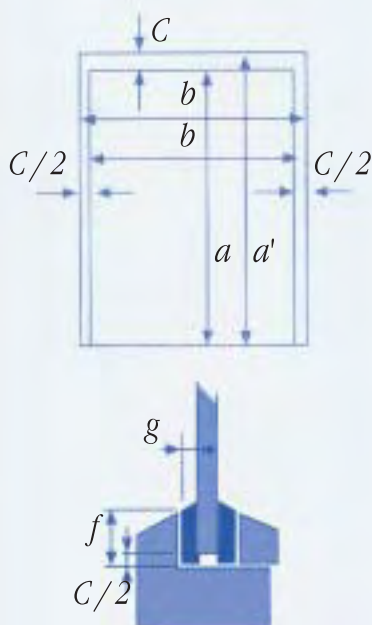
Имеются продукты, которые одновременно действуют и как чистящие средства, и как антистатики.

Перед началом определенных работ на листах Makrolon® mono, например, окрашивание, скрининговая печать или термическое формование, рекомендуется вначале удалить частицы пыли с помощью пушки ионизированного воздуха. Использование обычной воздушной пушки или ткани способствует только перемещению частиц, но не их удалению.

После них частицы проникают вглубь поверхностного покрытия (например, краски) и ухудшают внешний вид изделия.

6. Установка

Рис. 13



a и *b*: планарные габариты
a' и *b'*: плотные размеры
c: зазор кромки
f: глубина паза
g: ширина уплотнителя

<i>a'</i> и <i>b'</i> мм	<i>c</i> мм	<i>f</i> мм	<i>g</i> мм
≤500	2,5	12	3
750	3	16	4
1000	3,5	20	5
1500	4,5	22	6
2000	6	24	7
2500	7	26	8
3000	8	28	9

Необходимая толщина листа Makrolon® попо это функция размеров листа и предполагаемой нагрузки.

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

Размеры обычно определяются архитектором/дизайнером. Нагрузка (обычно ветер или снег) должна быть определена согласно или национальным нормами 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 листа Mascoform после установки.

Уплотнительные материалы должны быть химически совместимы с поликарбонатным листом Mascoform и должны принимать определенное перемещение листа без потери адгезии.

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

7. Свойства

		Типичные значения	Единицы	Метод исследования
Физические	плотность	1,20	г/см ³	ISO 1183
	поглощение влаги -насыщение при 23°C/50% RH	0,15	%	ISO 62, метод 4
	насыщение в воде при 23°C	0,35	%	ISO 62, метод 1
	24 часа в воде при 23°C	-		
	индекс рефракции при 20°C	1,586	-	ISO 489
Механические	пропускание света (лист 3 мм)	88	%	DIN 5036
	растягивающее напряжение на выходе	60	МПа	ISO 527-2/1B/50
	удлинение на выходе	7	%	ISO 527-2/1B/50
	прочность на разрыв (-40°C)	80	МПа	ISO 527-2/1B/50
	прочность на разрыв (23°C)	60	МПа	ISO 527-2/1B/50
	прочность на разрыв (70°C)	50	МПа	ISO 527-
	номинальное удлинение при разрыве	>60	%	2/2/1B/50
	модуль прочности эластичности	2400	МПа	ISO 527-2/1B/50
	изгибающее ограничивающее напряжение	90	МПа	ISO 527-2/1B/1
	ударная вязкость (без канавки)	без разрыва	кДж/м ²	ISO 178
	ударная вязкость (с канавкой)	≈10	кДж/м ²	ISO 179/1 fu ISO 179/1eA.
	прочность растягивания/удара	≥150	кДж/м ²	толщ. ≥ 4 мм ISO 8256, метод A
	Термические	izod с канавкой (3 мм)	10	кДж/м ²
твёрдость на вдавливание шара Н 358/30Б		130	Н/мм ²	ISO 180 1A
твёрдость по Роквеллу				ISO 2039-1
температура размягчения по Вика		145	°C	
теплопроводность		0,20	Вт/мК	ISO 306, метод B50
коэфф. линейного расширения		0,065 или 6,5×10 hoch-5	мм/м°C или 1/К	DIN 52612 DIN 5375 ^{2-A}
отклонение температуры под нагрузкой соот. ISO/R75 - метод A; 1,81 МПа		135-140	°C	ISO 75
Электрические	непрерывное	120	°C	
	мин. рабочая температура	-100	°C	
	Диэлектрическая прочность	35	кВ/мм	
	Объемное удельное сопротивление	>10hoch 16	Ом/см	IEC 243-1 DIN VDE 0303;
	Поверхностное удельное сопротивление	>hoch 15	Ом	часть 3 DIN VDE 0303;
	Диэлектрическая константа при 50 Гц	3,0	-	часть 3 DIN VDE 0303;
	Коэффициент рассеяния при 50 Гц	0,0007	-	часть 4 DIN VDE 0303;
Сопротивление сопровождения	250...300	номинал	часть 4 DIN VDE 0303; часть 1	

Кроме Makrolon® моно фирма Macroform GmbH может предложить Вам еще несколько продуктов для различных требований и различных применений:

Полиэфирные листы:

Axpet®
Vivak®
Vivak UV®

Поликарбонатные листы:

Makrolon® моно
Makrolon® моно longlife
Makrolon® моно dura
Makrolon® моно longlife
Makrolon® моно longlife no drop
Makrolon® onda multi longlife

и материал Bayloy®

- изготовленный из высококачественного сырья от фирмы Bayer AG.

8. Изготовители машин

Изготовители фрез:

Maschinenfabrik Georg Geiss
Postfach 63
Sudetenstrasse 18 (PF 96 145)
D-96143 Sesslach
Tel. ++49/9569 92210
Fax ++49/9569 922120

Изготовители линейных гибочных машин:

C.R Clarke & Company Ltd
Betws Industrial Park
UK-SA18 2LS Ammanford, Dyfed
Tel. ++44/1269592329/593860
Fax ++44/1269 591890

Reichel GmbH
Muhle 1
D-gg zoo Bubenheim
Tel. ++49/6130 92030
Fax ++49/6130 920322

Shannon BV
Industrieweg 14
Postbus 127 (2250 AC)
NL-2254 AE Voorschoten
Tel. ++31/71 616952
Fax ++31/71 614991

Изготовители вакуумных формующих машин:

Adolf Illig Maschinenbau GmbH & Co
Mauerstrasse 100
D-74081 Heilbronn
Tel. ++49/7131 5050
Fax ++49/7131 505303

Paul Kiefel GmbH
Postfach 1660
Industriestrasse (PF 83395)
D-83 383 Freilassing
Tel. ++49/8654 780
Fax ++49/8654 78490

Изготовители адгезивов:

Bostik BV
Laagraven 45
NL-3439 LK Nieuwegein
Tel. ++31/3088 5511
Fax ++31/3089 6846

Ciba-Geigy Ltd.
Klybeck Strasse
CH-4002 Basel
Tel. ++41/61 6961111
Fax ++41/61 6977444

Engineering Chemicals BV
Rectavit NV
Antoon Cateriestraat 39
B-9031 Drongen
Tel. ++32/9 2268941
Fax ++32/9 2275249

Изготовители чернил для печати:

Diegel GmbH
Postfach 170
Ernst-Diegel-Strasse 1 (PF 36 304)
D-36 291 Alsfeld
Tel. ++49/66317 850
Fax ++49/6631 4646

Marabuwerke GmbH 8 Co
Postfach 152
Aspergestrasse 4 (PF 71 732)
D-71 730 Tamm
Tel. ++49/7141 6910
Fax ++49/7141 691214

Proll Farbenfabrik GmbH & Co
Postfach 429
Treuchtlinger Strasse 29 (PF 91781)
D-91773 Weissenburg i. Bay.
Tel. ++49/9141 9060
Fax ++49/9141 90649

Продажа и технические консультации:

Москва
ЗАО «Оргстекло»
121596, г. Москва, ул. Горбунова, д.8
Тел./факс: +7 (495) 725-08-67, 725-33-38
140054, г. Котельники, Московская обл.
Новорязанское шоссе, 9
Тел./факс: +7 (495) 916-85-98
E-mail: info@orgsteklo.ru
www.orgsteklo.ru

Санкт-Петербург
ЗАО «Оргстекло»
195112, г. Санкт-Петербург, Новочеркасский пр-т, д.1
тел.: +7 (812) 224-95-42, 528-50-86, 528-62-36
факс: +7 (812) 528-47-04
E-mail: piter@orgsteklo.ru
www.orgsteklo.ru

Минск
ИП «Оргстекло»
220073, г. Минск,
ул. Харьковская, За, комн. 2
тел./факс: +375 17 208-85-77, 251-44-88, 208-85-88
E-mail: info@orgsteklo.by
www.orgsteklo.by

Киев
ООО «Оргстекло»
04073, г. Киев,
ул. Сырецкая, 25 а, 3-этаж
тел./факс: +38 044 495-3207, 495-3208
E-mail: info@orgsteklo.in.ua
www.orgsteklo.in.ua

Ответственность за продукцию:

Данная информация и наши технические рекомендации — устные, письменные или в виде испытаний — даются в честных намерениях, но без гарантии, это же относится и к той части, где затрагиваются права собственности третьих сторон. Наша рекомендация не освобождает вас от обязательства по проверке приведенной здесь информации, — особенно той, что приводится в наших перечнях по безопасности и техническим данным, — а также по испытанию продукции на предмет пригодности для определенных процессов и применения. Применение, использование и обработка нашей продукции и продукции, изготовленной вами на основе наших технических рекомендаций, находятся вне нашего контроля и, поэтому полностью лежат на Вашей ответственности. Наша продукция продается в соответствии с действующим вариантом наших Общих условий по продаже и доставке.

макроформ

THE LONG-TERM-PARTNER