SIMONA

ПОЛІМЕР™
комплект
фабрика нестандартних резервуарів

work.info

Данные по продуктам
Сварка

01/2012

Содержание

1	**Предисловие**	5
2	**Сварка нагретым газом**	6
2.1	Рабочее место	6
2.2	Подготовка шва	6
2.3	Описание метода	6
2.4	Дефекты сварки	8
2.5	Окончательная обработка сварного шва	9
2.6	Свариваемость материалов различного типа	9
3	**Сварка с нагревательным элементом**	10
3.1	Сварка уголковых соединений	11
3.2	Контактная стыковая сварка труб и фасонных деталей	13
3.3	Муфтовая сварка с использованием нагревательного элемента	17
4	**Сварка с нагревательной спиралью**	18
4.1	Основные требования	18
4.2	Подготовка сварного шва	18
4.3	Процесс сварки	18
5	**Сварка трением**	19
5.1	Описание метода	19
5.2	Подготовка к сварке	19
5.3	Процесс сварки	19
6	**Экструзионная сварка**	21
6.1	Подготовка	21
6.2	Температура	21
6.3	Влияние влажности	22
6.4	Аппарат	23
6.5	Окончательная обработка сварного шва	24
6.6	Предотвращение образования раковин в материале сварки	24
6.7	Форма сварных швов	25
6.8	Внешние факторы идеального стыкового шва	26

Содержание

7	**Испытание сварного шва на прочность**	27
7.1	Испытание ручным способом	27
7.2	Коэффициент прочности сварки (испытание на разрыв) (DVS 2203, Часть 2)	27
7.3	Технологическое испытание на изгиб	28
8	**Сварные соединения**	31
8.1	Эффективная несущая способность сварных соединений	31
8.2	Расположение сварных швов	32
8.3	Механические напряжения	34
9	**Консультация**	36
10	**Стандарты и ссылки**	37
10.1	Бюллетени DVS	37
10.2	Стандарты DIN	38
10.3	VDI-Правила	38
10.4	KRV-Правила	38
11	**Приложение**	39
	Сварка нагретым газом	40
	Контактная стыковая сварка пластин	42
	Контактная стыковая сварка труб	48
	Муфтовая сварка с использованием нагревательного элемента	52
12	**Правовая информация и консультации**	54
	SIMONA во всём мире	

1 Предисловие

Под сваркой полимеров понимается неразрывное соединение термопластичных полимеров путем использования тепла и давления и с применением сварочных присадок или без таковых. Данный метод не следует путать с такими методами, как холодная или диффузионная сварка, так как в них используются специальные растворители, посредством которых происходит растворение поверхностного слоя и склеивание соединительных поверхностей.

Все процессы сварки протекают при пластичном состоянии пограничных поверхностей материала в области стыка. Нитевидные молекулы прижатых друг к другу частей стыка сцепляются друг с другом и поглощаются, образуя однородный материал шва в соединении.

В принципе, могут свариваться только полимеры одного и того же вида (как например, ПП с ПП), а среди них – лишь обладающие одинаковым или сходным (родственным) молекулярным весом и одинаковой плотностью, причем на цвет полимера можно не обращать внимания.

Единственным исключением из этого правила является получение достаточно прочного соединения при сварке твердого ПВХ-U с акриловым стеклом (PMMA).

2 Сварка нагретым газом

(см. также DVS 2207-3)

2.1 Рабочее место

Помимо сварочного пистолета с насадками (насадки для быстрой сварки диаметром 3, 4 и 5 мм; круглые и шовные насадки, насадки для фасонной проволоки) оборудование рабочего места включает следующие приборы: термометр, воздухомер, отделитель масла и водоотделитель. На практике особенно хорошо зарекомендовали себя термометры с иглообразным наконечником – при измерении температуры подобный наконечник можно вставлять в насадку. Точное измерение температуры (по таблице на стр. 40 – 5 мм внутри насадки) – одна является одной из важных предпосылок для получения прецизионного шва с высоким коэффициентом прочности сварки (см. стр. 27).

2.2 Подготовка шва

Важнейшими видами швов являются DV-(X)-шов и V-шов, а также угловой шов для сварки пластин под прямым углом. Пластины должны быть идеально выровнены и иметь фаску под углом 30°. Такая обработка может быть выполнена при помощи рубанка, фуганка, фрезы, ножа или цикли.

Чаще всего используется разновидность DV-шва, когда сварка выполняется с обеих сторон поочередно для уменьшения коробления. Для более тонких пластин и для конструкций, где сварка выполняется только с одной стороны, рекомендуется применять V-шов. Свариваемые поверхности пластин и проволока должны быть тщательно механически очищены.

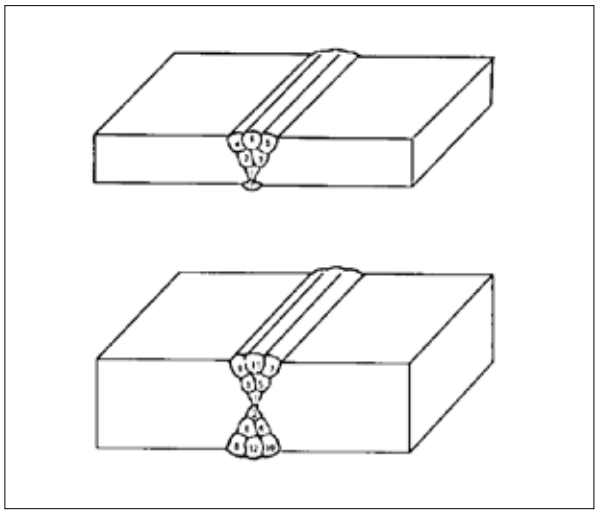
В целях достижения большей величины коэффициента прочности сварки должны быть удалены частицы грязи, жира и пота от рук, а также оксидные наслоения. Для этого недостаточно воспользоваться одним из обычных растворителей.

2.3 Описание метода

Оптимальные показатели сварки могут быть достигнуты только при условии, что основной материал сварки и сварочная проволока одинаково пластичны. Аппараты следует время от времени контролировать на предмет температуры и подаваемой массы воздуха и при необходимости регулировать.

Перед закладкой сварочной проволоки начальный участок должен некоторое время нагреваться, пока поверхность не станет матовой. Каждый раз перед созданием очередного валика сварного шва с помощью подходящего инструмента следует соскабливать наплыв материала сварки и оксидный слой, быстро выступающий при высоких температурах.

Для уменьшения коробления важно, чтобы перед нанесением нового слоя сварочный шов охлаждался воздухом. При сварке более толстых пластин с выполнением DV-швов пластину следует переворачивать после нанесения очередного слоя шва с тем, чтобы швы в своей очередности всегда располагались напротив друг друга. В процессе сварки нужно следить за тем, чтобы ширина нагретой зоны по обеим сторонам шва была одинакова и равнялась примерно 5–8 мм. Для хорошего соединения между пластинами важно обеспечить двойной наплыв, в пределах которого свариваемые части соединяются в своей зоне пластичности: молекулярные цепи вливаются друг в друга и возникает двойной наплыв.



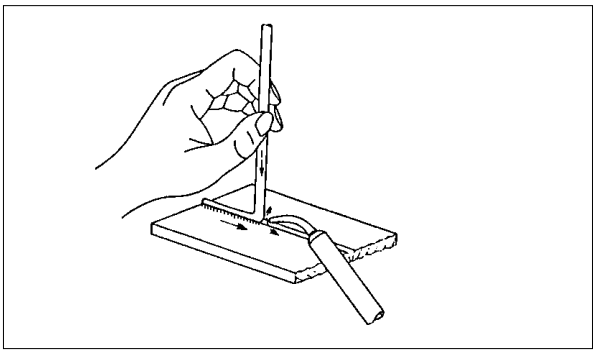
Важнейшие виды сварных швов при сварке нагретым газом.

Примеры конструкции сварного шва

Толщина материала	Сварочная проволока
мм	Количество x Диаметр (мм)
V-шов	
2	1 x 4
3	3 x 3
4	1 x 3 и 2 x 4
5	6 x 3
DV-шов (X-шов)	
4	2 (1 x 4)
5	2 (3 x 3)
6	2 (3 x 3)
8	2 (1 x 3 и 2 x 4)
10	2 (6 x 3)

Применение круглых насадок

Этот метод требует лучших навыков и чутья, чем работа с насадками быстрой сварки. Чтобы избежать образования поперечных трещин (при слишком остром угле) и деформации сжатия (при слишком тупом угле), проволоку здесь нужно держать под прямым углом.



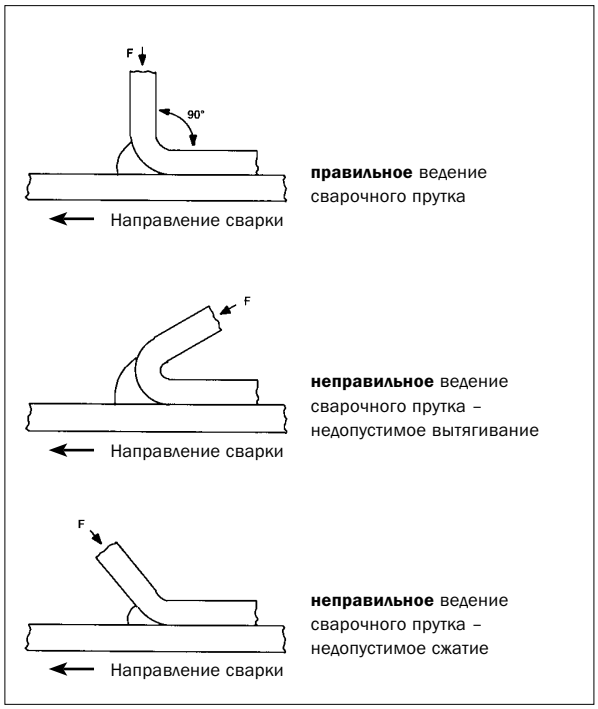
Сварка нагретым газом со сварочной проволокой круглого сечения

Применение насадок быстрой сварки

Применение насадок быстрой сварки, по сравнению с применением круглых насадок, позволяет добиться вдвое большей скорости сварки при улучшенной безопасности. Используются специальные насадки, в которые сварочная проволока вводится, и в которых затем нагревается. Узкая струя воздуха, выходящая из основания насадки по направлению к пластине, нагревает лишь вполне определенную (нужную) зону пластины. Имеются соответствующие насадки для проволок различного диаметра и профиля.

Применение шовных насадок

Сварка с применением шовных насадок служит для фиксации свариваемых частей. При этом расплав материала обеспечивается за счет нагретого воздуха, но без использования дополнительной проволоки. Применение шовной насадки при выполнении V-швов является обязательным, если требуется обеспечить идеальное соединение корневых зон и исключить влияние последствий надреза при гибке. Работать с шовной насадкой рекомендуется также в тех случаях, когда, например, конструкция изготовляемой части предусматривает элементы присоединения и т. п.



Принцип сварки нагретым газом (WF): ведение сварочного прутка с круглой сварочной насадкой

Насадка быстрой сварки

2.4 Дефекты сварки

- Пластина и проволока нагреваются неравномерно (зоны нагревания слева и справа от сварочной проволоки нагреты неравномерно).
- Температура и масса воздуха не соответствуют требованиям.
- Пластина и проволока плохо очищены.
- В потоке воздуха имеются частицы воды масла и пыли.
- Корневая зона V-швов не проварена
- В зоне сварного шва образуются воздушные полости.
- Объема сварочной проволоки недостаточно, чтобы заполнить паз сварного шва.
- Не выполнено выравнивание пластин.
- Сварка выполняется слишком быстро: проволока сохраняет круглую форму сечения и недостаточно деформируется; из-за этого соединение не образуется или является не полным.
- В виду слишком высокой температуры сварки возникает повреждение термического характера. Предполагаемое преимущество быстрой сварки не реализуется по причине термического нарушения молекулярных цепей: в экстремальном случае исходные макромолекулы почти полностью распадаются на мономеры. Особенно это относится к полиэтилену и полипропилену.

2.5 Окончательная обработка сварного шва

Как правило, сварной шов не обрабатывается. При желании его можно обработать посредством строгания, шлифования или скобления, следя при этом за тем, чтобы не возникали трещины. После нескольких проходов обработки шлифовальной бумагой со все более мелким зерном сварные швы можно затем отполировать (например, в случае заготовок из ПВХ и гранулированного полиэтилена).

Таблица с ориентировочными значениями для сварки нагретым газом приведена на стр. 40.

2.6 Свариваемость материалов различного типа

В принципе могут свариваться только полимеры одного и того же типа (как например, ПП с ПП), а среди них только обладающие одинаковым или сходным (родственным) молекулярным весом и одинаковой плотностью, причем на цвет полимера можно не обращать внимания. Практически это означает, что определенные материалы в принципе могут свариваться друг с другом достаточно надежно только в пределах одной или двух соседних по индексу расплава групп. Группы индекса расплава материала могут быть определены по обозначениям формуемых композиций согласно стандартам DIN EN ISO 1872 T1 (ПЭ) и DIN EN ISO 1873 T1 (ПП). Относящиеся к расплаву MFR-величины следует определять по обозначениям формуемых композиций.

Единственным исключением из этого правила является достаточно прочное соединение при сварке твердого ПВХ с акриловым стеклом (PMMA) или SIMOLUX (гранулированный ПЭ).

ПЭ-HD (PE 63/PE 80/PE 100)

Части трубопровода и пластины из группы индекса расплава MFR 0,3 – 1,7 и MFR 0,2 – 0,7 могут свариваться друг с другом. Это означает, что коэффициенты вязкости расплава (т. е. поведение расплава) при нагревании весьма сходны между собой. Данное положение включено в DVS 2207 Часть 1 и подтверждено также официальным заявлением DVGW (Немецкое Объединение Воды и Газа).

ПП-H 100 (Тип 1), ПП-B 80 (Тип2), ПП-R 80 (Тип 3)

Свариваемость в пределах группы индекса расплава 006/012 (MFR 190/5: 0,4 – 1,0 г/10 мин.). Это положение можно прочитать в DVS 2207 Часть 11.

ПВДФ

На рынке полимеров существует два типа ПВДФ, изготовляемых по различным технологиям полимеризации: эмульсионный ПВДФ и суспензионный ПВДФ. Не вдаваясь в детали, следует констатировать, что заготовки в обоих методах могут свариваться друг с другом с большим значением коэффициента прочности сварки.

В правилах DVS 2207 Часть 15 рассматривается также нагревательный элемент, как для контактной стыковой сварки, так и для сварки муфтовых соединений экструдированных труб, формованных фасонных деталей и пластин.

3 Сварка с нагревательным элементом

Нагревание происходит посредством нагревательного элемента с покрытием (ПТФЭ). Благодаря непосредственному контакту, передача тепла осуществляется с существенно большей интенсивностью, чем при сварке нагретым газом, а распределение тепла в поперечном сечении материала более благоприятно, т. е. ни одна из зон материала не нагревается больше, чем это необходимо для сварки. За счет этого напряжения в соединении практически не возникают. При использовании нагревательного элемента сварка как таковая обязана тому, что нагретые поверхности сжимаются с определенным усилием и под давлением охлаждаются. Современные аппараты оснащены системой сбора данных, которая позволяет сохранять параметры сварки и выводить на печать протокол процесса сварки.

Для доброкачественности сварных швов решающими являются следующие позиции (см. также иллюстрацию на стр. 11):

a. Подготовка сварного шва
При сварке с нагревательным элементом чистота поверхностей стыкуемых частей и нагревательного элемента также является важнейшим требованием. Тефлоновые пленки или покрытия облегчают очистку поверхностей нагрева и препятствуют при нагревании прилипанию полимера к нагревательному элементу. Это особенно необходимо при сварке ПВХ.

b. Температура нагревательного элемента
Как правило, для заготовок со стенками большей толщины применяются более низкие температуры в пределах установленного диапазона (см. Таблицы на стр. 42 – 51) при соответственно большем времени действия.

c. Время выравнивания
Идеально выровненные поверхности сварки выдерживаются без перекосов под давлением, определяемым по Таблицам (см. на стр. 42 – 51) для нагретого материала, пока не образуется наплыв расплава.

d. Время нагревания
На последующем отрезке времени полного цикла, для достижения равномерного притока тепла к материалу давление в ходе нагревания линейно спадает до нуля. Резкая температурная граница между зонами пластичности и непластичности материала при этом не возникает, и напряжения снимаются постепенно.

e. Время перестановки
Для обеспечения сварки с большим значением коэффициента прочности сварки (см. Главу „Коэффициент прочности сварки“, стр. 27) решающим фактором является быстрота соединения свариваемых частей. Это особенно существенно для ПВХ.

f. Время стыковки
На этапе стыковки (интервал времени до полной установки давления) давление медленно повышается. Внезапное установление полного давления при стыковке могло бы вытеснить расплав из зоны сварки. Следствием этого был бы недостаточно большой коэффициент прочности сварки.

g. Давление стыковки и время охлаждения
Давление стыковки и время охлаждения выбираются в соответствии с материалом и толщиной стенок. После охлаждения стыковки под давлением до температуры помещения прочность сварного шва будет обеспечена в полной мере. Готовая деталь может быть извлечена из машины. При этом нельзя охлаждать водой или воздухом (внутр. напряжения).

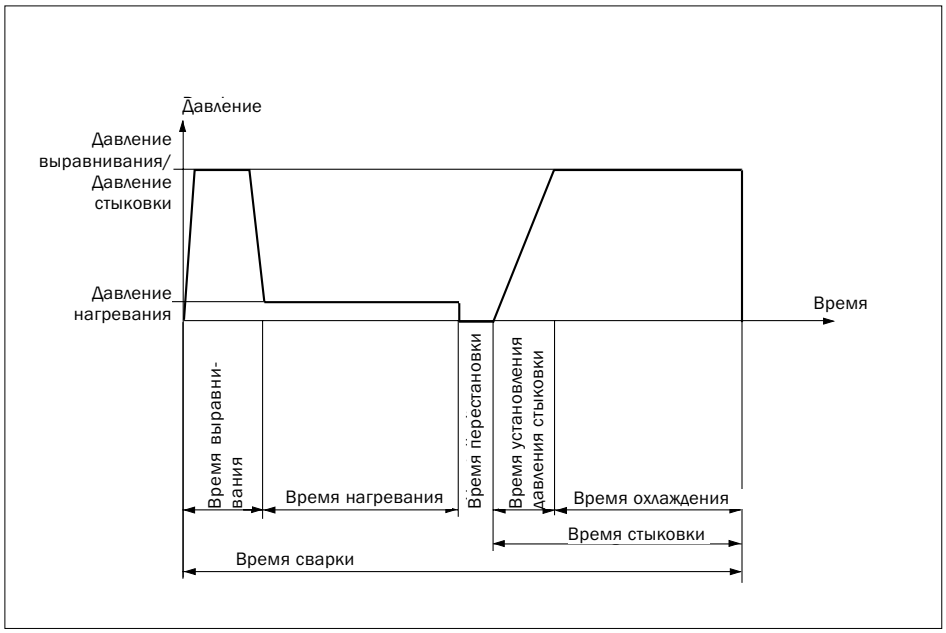


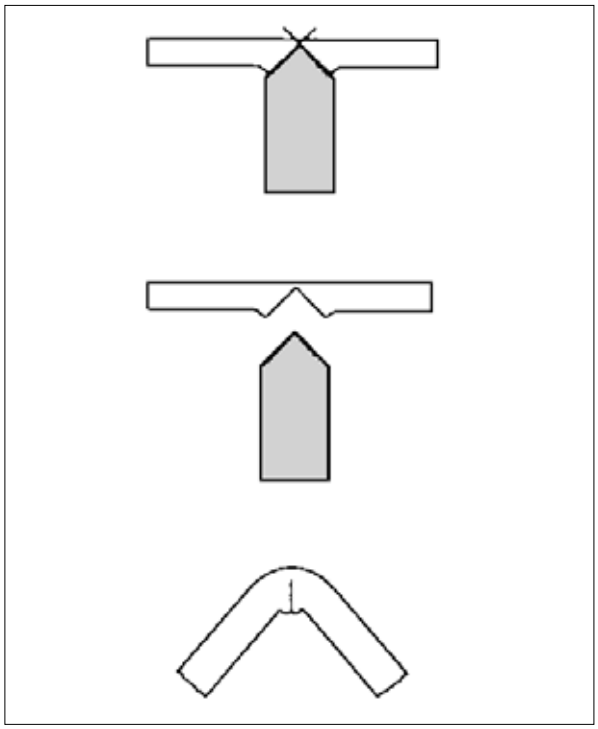
Диаграмма давление/время; шаги метода при контактной стыковой сварке с нагревательным элементом

3.1 Сварка уголковых соединений

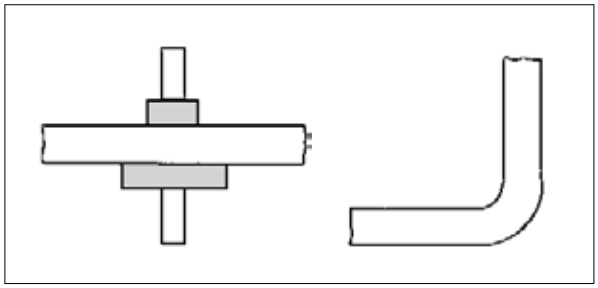
Данный комбинированный метод (см. иллюстрацию на стр. 12) является разновидностью контактной сварки с нагревательным элементом. Лезвие нагревательного ножа под давлением вводится в расплавленный полимер. Чтобы сэкономить время нагревания и не подвергать полимер чрезмерно долгому воздействию тепла, при большей толщине панели перед вводом ножа может быть выфрезерован или выпилен неглубокий паз (прибл. 0 5 x толщины листа). Когда расплав достигает необходимой глубины (от 2/3 до 3/4 толщины панели), в шов от нагретого ножа поступает столько тепла, что в нем, в области примыкания к уголкам, возникает термическая деформация. Как правило, нагревательные ножи вводятся в расплав при 80 – 86 °, что обеспечивает идеальную сварку уголкового соединения под 90 °. Для сварки под тупым углом должен применяться заточенный нож.

По длине профиля сварки уголкового соединения после охлаждения часто хорошо виден изгиб. Кроме коробления по длине нужно следить за возникающими в зоне сварки при охлаждении напряжениями усадки, которые еще более усиливаются благодаря собственным напряжениям, появившимся в процессе изготовления. Узкие боковые ребра способствуют увеличению коробления, а широкие (тем самым жесткие) ребра его уменьшению. Таким образом в случае пластины большей толщины (от 6 мм) обратную сторону соединения целесообразно прогревать вторым нагревательным ножом (шириной по крайней мере в 2 толщины пластины) или горячим воздухом с тем, чтобы предупредить появление нежелательных напряжений. Уголковые соединения в направлении, перпендикулярном экструзии, характеризуются меньшим искривлением или изгибом.

Кроме того, мы рекомендуем перед сваркой, начиная с толщины пластины 10 мм, подрезать паз V-шва примерно на 50 % толщины. Этот паз должен быть предусмотрен для того, чтобы предотвратить слишком большое вытеснение материала из зоны сварки. Кроме того, благодаря небольшому времени нагревания полное время сварки уменьшается.



Сварка уголкового соединения



Гибка

Ориентировочные значения для сварки с нагревательным элементом на гибочной машиной „Вегенер“ (например, BV 300)

	Установленная температура °C		Время сек
	вверху	внизу	на 1 мм толщины
Уголковое соединение			
ПЭ	220	140	~ 30
ПП	230	150	~ 45
ПВДФ	240	160	~ 45
Гибка			
ПВХ	220	170	~ 30

Описание метода сварки:

Для неразъемного соединения труб и фасонных деталей SIMONA®мы рекомендуем проверенные на практике методы:

- контактная стыковая сварка с нагревательным элементом (см. на стр. 13)
- Муфтовая сварка с нагревательным элементом (см. на стр. 17)
- сварка с нагревательной спиралью (см. на стр. 18)

См. также Правила DVS

- 2207-1 для ПЭ
- 2207-11 для ПП и
- 2207-15 для ПВДФ

3.2 Контактная стыковая сварка труб и фасонных деталей

(см. также DVS 2207-1, 11 и 15 и иллюстрацию на стр. 14)

Основные требования для сварки уголковых соединений, муфтовой сварки с использованием нагревательного элемента и сварки с нагревательной спиралью:

Место сварки следует защищать от неблагоприятных атмосферных воздействий (например, влажность, ветер, солнце и температуры ниже 0 °C).

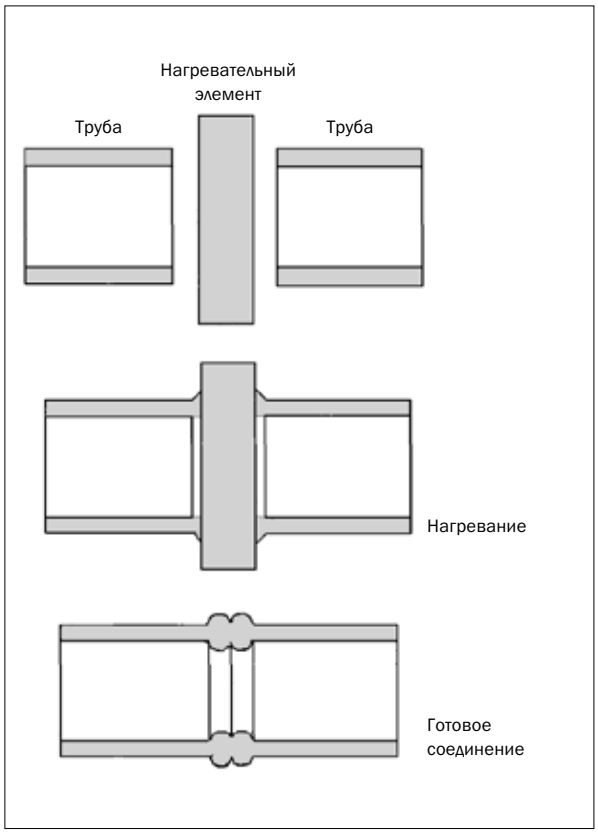
Если соответствующими мерами, как то:

- предварительное нагревание
- укрытие под тентом
- отопление

обеспечены условия для поддержания равномерной и достаточной для сварки температуры стенок труб, то работы могут производиться при любой наружной температуре. Свариваемые части должны иметь одинаковую температуру. Необходимо провести пробную сварку и проверить результат.

Соединяемые поверхности свариваемых частей должны быть хорошо очищены. Очистка должна производиться непосредственно перед сваркой. То же самое относится к нагревательному элементу, который должен очищаться ПЭ-очистителем, но ни в коем случае не бумагой из искусственного волокна. Чтобы воспрепятствовать сцеплению трубы с нагревательным элементом или облегчить отделение трубы, металлические поверхности должны иметь тефлоновое покрытие. Чтобы предотвратить охлаждение свариваемой трубы при сильном ветре, место сварки и свариваемые концы должны быть хорошо укрыты.

Перед контактной стыковой сваркой торцы труб должны быть нагреты при помощи нагревательного элемента до температуры сварки, после чего пластифицированные в результате этого поверхности (после удаления нагревательного элемента) должны быть состыкованы под давлением.



Принцип контактной стыковой сварки с нагревательным элементом

Подготовка шва

Перед зажатием в сварочной машине следует произвести аксиальное выравнивание частей трубопровода. Подвижность свариваемых частей по длине должна обеспечиваться подходящим образом, например, при помощи переставляемых валиков.

Соединяемые поверхности должны быть механически обработаны в зажатом состоянии с применением торцевого рубанка. Толщину срезаемого слоя следует установить примерно ≤ 0,2 мм. При попадании в трубу стружки последняя должна быть удалена при помощи чистого инструмента. Ни в коем случае нельзя прикасаться к поверхностям сварки руками.

После обработки следует проверить параллельность торцов. Величины остаточных зазоров не должны превышать значений из Таблицы на стр. 15. Одновременно следует контролировать смещение концов труб, которое должно составлять не более 10 % от толщины стенки трубы.

Максимальный зазор между обрабатываемыми поверхностями при сварке

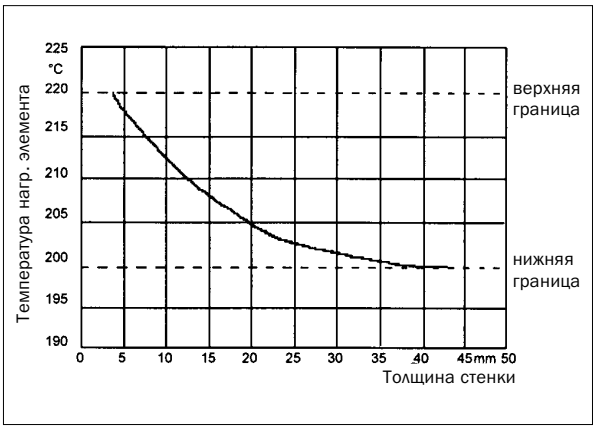
Наружный диаметр трубы d мм	Зазор мм
≤ 355	0,5
400 – < 630	1,0
630 – < 800	1,3
800 – ≤ 1000	1,5
> 1000	2,0

Процесс сварки

Нагревательный элемент, разогретый до температуры сварки (см. значения для ПЭ 63/ПЭ 80 на иллюстрации справа; изготовители машины для сварки труб на практике рекомендуют для ПЭ 100 температуру 220 °C независимо от толщины стенки), вводится между свариваемыми частями, после чего соединяемые поверхности с требуемым выровненным усилием прижимаются с двух сторон к нагревательному элементу. Для ПВДФ температура должна быть 240 ± 8 °C, а для ПП 210 ± 10 °C.

Контроль за температурой производится с применением быстродействующего прибора для измерения температуры поверхности и, при необходимости, с использованием теплопроводной пасты, или инфракрасных термометров.

Необходимое усилие для выравнивания или стыковки может быть рассчитано, исходя из характера поверхности сварки и специфицированного давления. Обычно эти значения приводятся изготовителями сварочных машин таблично, так как большинство приборов работают не с измерением усилия, а с пневматикой или гидравликой. В заданной таким образом величине давления следует учесть также давление, возникающее из-за перемещения заготовки. Последнее обусловлено трением деталей машины и весом свариваемых частей.



Температура сварки ПЭ-HD (ПЭ 63/ ПЭ 80/ ПЭ100) (см. также DVS2207-1)

Выравнивание считается законченным только тогда, когда по всему периметру обеих свариваемых частей образуется наплыв согласно значениям в Таблицах на стр. 42 – 51. В период только что начавшегося времени нагревания сила сжатия уменьшается почти до нуля.

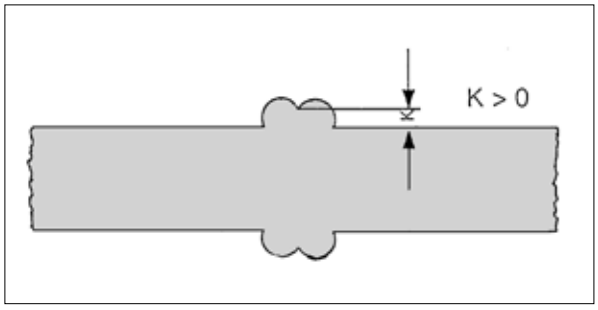
После нагревания стыкуемые поверхности следует отделить от нагревательного элемента, следя за тем, чтобы при этом не возникали повреждения и загрязнения. Отрезок времени, на котором происходит разделение стыкуемых поверхностей, извлечение нагревательного элемента и соприкосновение стыкуемых поверхностей друг с другом называется временем перестановки. Это время должно быть по возможности минимальным.

Свариваемые поверхности в момент соприкосновения должны иметь скорость, практически равную нулю. После этого давление следует увеличить (значения времени см. по Таблицам на стр. 42 – 51) и сохранять неизменным до полного охлаждения. В силу различий в давлении при движении машины для пластин и труб, приведенные в Таблицах значения давления стыковки, могут быть другими.

Не разрешается производить резкое охлаждение области сварного шва или применять для этого охлаждающие вещества.

При большой толщине стенки (от 20 мм и выше) равномерное охлаждение в области сварки достигается посредством укрытия места сварки, что благоприятно сказывается на свойствах материала сварного шва. После стыковки по всему периметру должен образоваться проходящий по обеим сторонам равномерный двойной наплыв (см. иллюстрацию ниже).

Если затем требуется обработка сварного наплыва, то это предпочтительно сделать еще до полного охлаждения шва (не ранее 2/3 времени охлаждения). При окончательной обработке холодного наплыва резанием существует опасность, что при выполнении этой операции могут появиться трещины. В твердых материалах, как, например, ПВДФ или ПП, это может привести к разрушению материала.



Образование наплыва при контактной стыковой сварке с нагревательным элементом

3.3 Муфтовая сварка с использованием нагревательного элемента

(см. также DVS 2207-1, 11 и 15)

Основные требования

Части труб и трубопроводов свариваются внахлест. При помощи нагревательного элемента с муфтой или штуцером обе поверхности нагреваются до температуры сварки, после чего концы труб, нагревательный элемент и муфта выравниваются соразмерно так, чтобы при стыковке создавалось давление сжатия.

При диаметрах труб

- ≥ 63 мм для ПЭ-HD и ПП
- ≥ 50 мм для ПВДФ

для сварки следует использовать подходящее приспособление.

Подготовка шва

Соединительная поверхность трубы должна быть обработана посредством режущего инструмента или цикли. Тут необходимо учесть применяемые нагревательные элементы согласно DVS 2208-1 (Таблицы 7 и 8). Фитинг изнутри должен быть тщательно очищен с использованием очистителей (например, Tangit-очиститель фирмы Henkel) и влагопоглощающей неволокнистой бумаги. Конец трубы следует слегка заузить под углом примерно 15°

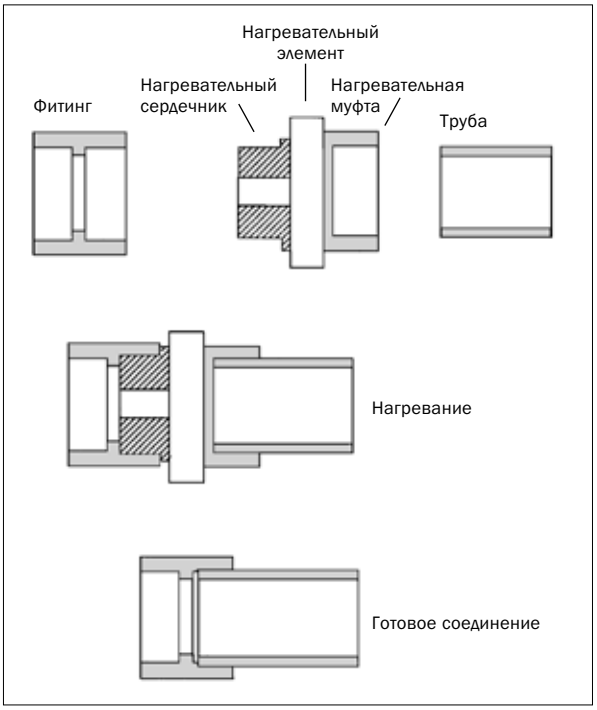
- на ширину 2 мм, при диаметрах до 50 мм
- на ширину 3 мм, при больших диаметрах.

При ручной сварке после этого следует промаркировать глубину вставления концов трубы в инструмент нагрева.

Процесс сварки

Инструменты сварки должны быть нагреты до температуры 260 ± 10 °C. Контроль за температурой производится с применением быстродействующего прибора для измерения температуры поверхности и, при необходимости, с использованием теплопроводной пасты, или инфракрасного термометра. Для нагревания сначала нужно вставить до упора (или насадить) Фитинг, а затем и трубу – до маркировки. Свариваемые части должны нагреваться в соответствии со значениями времени, приведенными в Таблицах (см. стр. 52 и 53).

По истечении заданного времени нагревания Фитинг и трубу следует извлечь из нагревательного элемента, поступая при этом в обратном порядке, и без скручивания снова соединить вместе путем совмещения до маркировки или до упора. Состыкованные части должны оставаться зафиксированными и остывать согл. таблице на стр. 52 и 53.



Принцип муфтовой сварки с нагревательным элементом

4 Сварка с нагревательной спиралью

(см. также DVS 2207-1 и 11)

4.1 Основные требования

При помощи интегрированной в муфте резисторной проволоки (нагревательная спираль), через которую пропускается электрический ток, соединительные поверхности, т. е. поверхности трубы и внутренняя сторона муфты, нагреваются до температуры сварки и затем свариваются. Этот метод в настоящее время используется с ПЭ-HD и ПП.

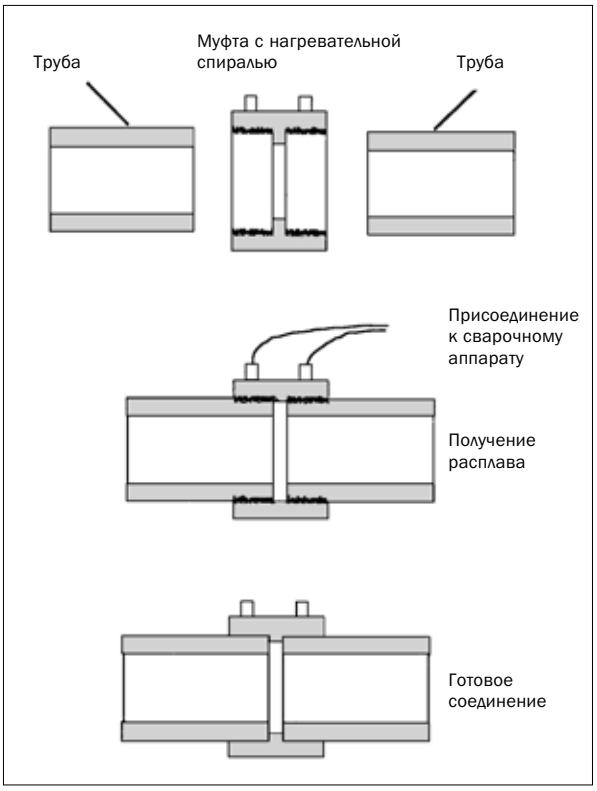
4.2 Подготовка сварного шва

Для качества сварки по методу нагревательной спирали решающее значение имеет чистота поверхностей. Поверхность трубы в области сварки должна быть обработана циклей или вращающимся скребком. Внутренняя кромка должна быть зачищена от заусенцев, а внешняя скруглена согласно изображению на иллюстрации внизу справа.
Фитинг изнутри должен быть тщательно очищен специальным очистителем (например, Tangit-очиститель фирмы Henkel) и влагопоглощающей неволокнистой бумагой. Эксцентриситет трубы в области сварки не должен превышать 1,5 % – макс. 3 мм – от внешнего диаметра. При превышении этого значения должны использоваться соответствующие охватывающие зажимы.

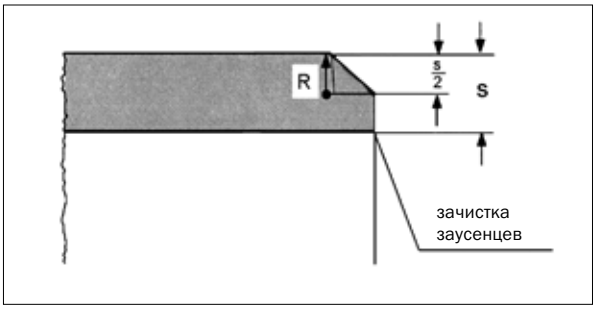
При насаживании фитинга нужно следить за тем, чтобы кромки соединяемых частей не перекашивались и не вводились с излишним усилием, так как в противном случае может произойти смещение или повреждение нагревательной спирали.

4.3 Процесс сварки

Разрешается использовать только такой сварочный аппарат, который хорошо согласуется с используемым фитингом. Перед сваркой аппарат настраивается на соответствующие значения диаметра и номинального давления трубы. Аппарат и Фитинг соединены между собой сварочным кабелем. Процесс сварки протекает в автоматическом режиме, причем в современных аппаратах автоматически составляется протокол работы. Движение труб в соединении допускается только после полного охлаждения.



Принцип сварки с нагревательной спиралью



Подготовка концов труб

5 Сварка трением

5.1 Описание метода

При сварке трением необходимая для сварки тепловая энергия (без подвода тепла и преимущественно без дополнительных материалов) возникает за счет взаимного трения свариваемых частей так, что в области соединительных поверхностей образуется наплыв материала и поверхности под давлением свариваются.

В большинстве случаев одна заготовка поворачивается против другой, остающейся неподвижной, причем ротационно симметричными соединительными поверхностями могут быть либо торцевые, либо охватывающие поверхности.

5.2 Подготовка сварки

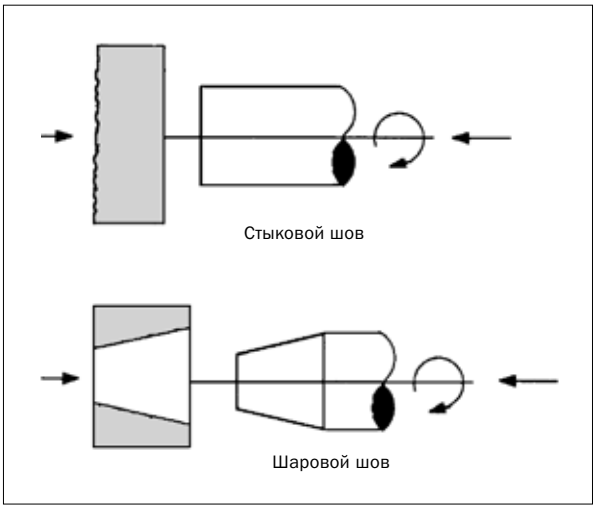
Соединительные поверхности свариваемых частей должны быть хорошо очищены. При этом нельзя применять очистители, под воздействием которых полимер растворяется или набухает.

Для успешной сварки имеет значение геометрия соединительных поверхностей. При стыковой сварке частей с диаметром 30 – 40 мм соединительные поверхности должны быть плоскими, в то время как при диаметрах свыше 40 мм одной или обеим поверхностям посредством механической обработки должна быть придана некоторая шарообразность.

Для тонкостенных частей (труб) в области соединительных поверхностей следует предусмотреть подходящую опору.

5.3 Процесс сварки

Свариваемые заготовки зажимаются в приспособлении (см. иллюстрацию на стр. 20). После этого одна заготовка при вращении смещается в направлении другой, которая в большинстве случаев остается неподвижной. При достижении температуры сварки (этот момент можно распознать по тому, что по всей окружности выделяется тестообразный материал) у неподвижной заготовки снимается блокировка и тем самым относительное вращательное движение обеих заготовок немедленно прекращается. Давление в стыке сохраняется до момента достаточного охлаждения соединения.



Сварка в зоне шва

Важные факторы сварки трением:

Давление нагревания:
Давление, с которым соединительные поверхности при вращении прижимаются друг к другу

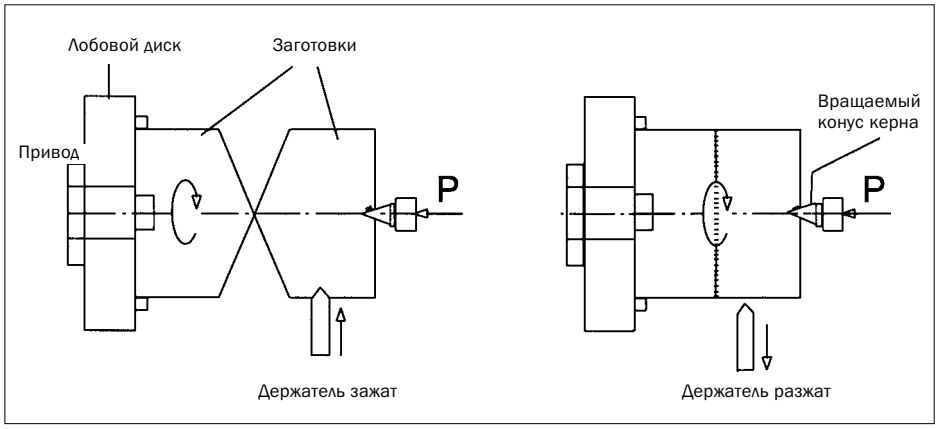
Время нагревания:
Время действия давления нагревания

Давление стыковки:
Давление стыковки свариваемых частей

Время стыковки:
Время действия давления стыковки

В зависимости от диаметра поверхности сварки на практике работают с окружными скоростями 1 – 4 м/сек. В каждом случае сварщик должен опытным путем определить требования к рабочему материалу и к заготовке, а также взаимозависимые условия сварки (например, скорость при трении, давление нагревания и давление стыковки).

Давление нагревания (давление при трении) и давление стыковки (давление при сварке) для полиолефина и ПВХ-U составляют примерно 0,5 – 1,5 Н/мм^2. При этом действует правило, согласно которому давление при трении должно поддерживаться на достаточно низком уровне так, чтобы пластифицируемый полимер не выдавливался из стыкового соединения.



Принцип сварки трением
слева: подготовка к сварке; справа: сварка готова

6 Экструзионная сварка

(см. также DVS 2207-4)

Экструзионная сварка среди прочего используется для соединения толстостенных частей. При этом используются сварочная присадка. Для ПВХ-U этот метод используется только при определенных условиях (консультация с изготовителем экструдера). Для ПВДФ должны применяться специальные червячные шнеки (при необходимости следует проконсультироваться у изготовителя экструдера).

6.1 Подготовка

Непосредственно перед сваркой следует обработать как соединительные поверхности и примыкающие к ним области, так и поврежденные внешние поверхности (особенно в результате атмосферных воздействий или действия химикалий) до полного восстановления поврежденных участков. При этом нельзя применять очистители (например, ацетон), разъедающие поверхность полимера или изменяющие его свойства.

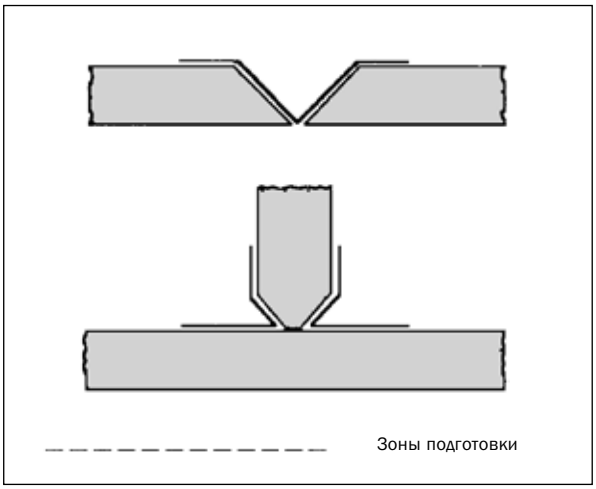
Пример:

Материал ПП, толщина листа 10 мм, V-шов 60° – 80°, подходящий экструдер, проволока ПП Ø 4 мм.

Установки:

угол среза 60°; зазор 1 мм (см. подготовку сварочной зоны), $T_м$ = 225 – 230 °C, $T_л$ = 275 – 295 °C, расстояние нагр. насадки к основному материалу 10 – 15 мм, мощность экструдера прибл. 1,5 кг/час. дает скорость сварки 150 – 175 мм/мин.

Скорость сварки: < 20 см/мин. для ПЭ/ПП при толщине стенки 10 мм.



Очистка зоны сварки

6.2 Температура

Температура

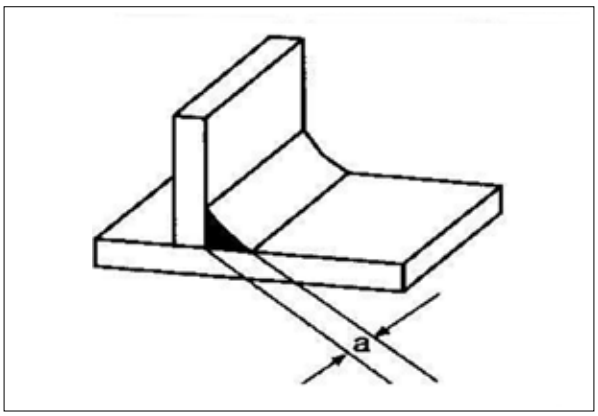
	Температура экструдируемой смеси, измеренная на выходе насадки °C	**Температура воздуха измеренная в насадке для нагретого воздуха** °C	**Масса воздуха (объем всасываемого холодноговоздуха)** л/мин
PE-HD	210 – 230	250 – 300	≥ 300
PE FOAM	210 – 230	250 – 300	≥ 300
PP-H, B, R	210 – 240	250 – 300	≥ 300
PP FOAM	210 – 240	250 – 300	≥ 300
PVC-U	170 – 180	300 – 360	≥ 300
PVC-C	195 – 205	300 – 360	≥ 300
PVDF	240 – 260	280 – 350	≥ 300

6.3 Влияние влажности

Полимеры и сварочные присадки из полиолефина при определенных условиях могут впитывать влагу. Исследования, проведенные одной именитой фирмой-изготовителем рабочих материалов и SIMONA, привели к одному и тому же заключению: в зависимости от материала и окружающих условий сварочные присадки впитывают влагу. При экструзионной сварке такие отложения влаги могут возникать в усадочных раковинах в сварном шве или в неровностях поверхности шва. Это явление усиливается при увеличении толщины шва (величина „a“).

Чтобы исключить возникающую при сварке проблему влажности, рекомендуется:

- Установить в систему подачи воздуха отделитель воды и масла
- Избегать различий в температуре элементов сварки (конденсат)
- Хранить сварочные присадки по возможности в сухих условиях (например, отапливать помещение)
- При необходимости, просушивать сварочные присадки (в вентилируемой печи: ПЭ 80 °C/ ПП 100 °C, ПВХ 60 °C, не менее 12 часов)
- Сварку с большой величиной „a“ (≥ 18 мм) производить в несколько рабочих проходов.



Угловой шов, величина „a“

Относительная влажность

Формула:

$$\text{Отн. влажность воздуха [\%]} = \frac{\text{имеющ. кол-во влаги x 100}}{\text{макс. количество влаги}}$$

При одинаковом содержании влаги в воздухе относительная влажность может меняться:

- при нагревании относительная влажность уменьшается, и
- при охлаждении увеличивается.

Если в результате охлаждения воздуха относительная влажность достигает значения 100 %, то при дальнейшем охлаждении в воздухе происходит выделение пара в виде тумана. Температура, при которой зто происходит, обозначается как «точка росы». Таким образом, «роса» возникает всегда, когда воздух охлаждается ниже точки росы.

Температура «точка росы» может быть определена из таблицы, приведенной на следующих страницах. Например, при заданной температуре 20 °C и относительной влажности 60 % температура «точка росы» определяется как 12 °C.

Температура «точки росы» для воздуха зависит от температуры и относительной влажности воздуха

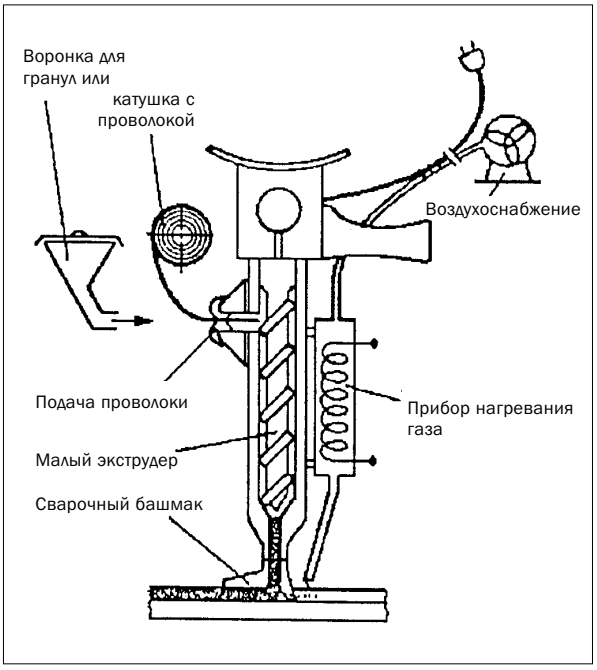
Темп. воздуха	Темп. «точки росы»1) в °C при отн. влажности воздуха													
°C	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,3	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	–0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	–1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	–2,2	–0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	–2,9	–1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	–3,7	–1,9	–0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	–4,5	–2,6	–1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	–5,2	–3,4	–1,8	–0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	–6,0	–4,2	–2,6	–1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

1) Приближенные значения могут быть получены путем линейной интерполяции.

6.4 Аппарат

Под переносным экструзионным сварочным аппаратом понимается аппарат, состоящий из небольшого червячного экструдера (в качестве пластификатора), например, с приводом от электродвигателя.

Для предварительного нагревания сварного стыка жестко монтируется наддув или обычный калорифер с подключением к воздухоснабжению.



Экструдер

Экструзионная сварка нагретым газом отличается следующими особенностями:

- Сварка производится с применением сварочной присадки, однородной по типу и форме.
- Сварочная присадка пластифицируется гомогенно и полностью.
- Поверхности стыковки нагреваются горячим воздухом до температуры сварки.
- Глубина пластификации 0,5 – 1,0 мм
- Экструдированная масса распределяется опорным башмаком и сжимается давлением.
- По сравнению со сваркой нагретым газом здесь при более высоком шве и меньшем внутреннем напряжении обеспечивается сокращение рабочих циклов и повышение характеристик прочности.

Конструкция сварочного башмака

Экструдированная сварочная присадка распределяется опорным башмаком, например из ПТФЭ, и сжимается давлением. Форма сварочного башмака оказывает влияние на ряд факторов, а именно:

- объем заполнения
- скорость заполнения
- поток расплава
- замыкание шва/формы
- равномерность давления.

Сварочный башмак в каждом отдельном случае должен соответствовать форме шва. В принципе действует правило: чем шире сварной шов, тем больше должна быть длина башмака (см. также DVS 2207-4).

В качестве рабочего материала для сварочного башмака годятся только полимеры, обладающие высокой термостойкостью – как раз этим качеством обладает ПТФЭ. Помимо высокой термостойкости этот полимер характеризуется хорошими антифрикционными и антиадгезийными свойствами.

6.5 Окончательная обработка сварного шва

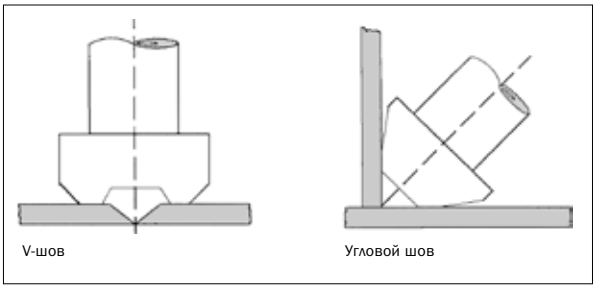
В принципе сварные швы должны быть выполнены таким образом, чтобы не требовалась никакая окончательная обработка. Швы экструзионной сварки должны иметь равномерную гладкую поверхность и безупречно сваренные краевые зоны.

Для предотвращения коробления, в корневой области шва при сварке нагретым газом делается подварочный шов.

Экструдированная масса, выступающая иногда из сварочного башмака (особенно в сильно нагруженных соединениях) должна быть зачищена с использованием цикли подходящей конфигурации.

6.6 Предотвращение образования раковин в материале сварки

Образование раковин происходит собственно после окончания процесса сварки. Их можно свести к минимуму путем изменения скорости охлаждения и выбора геометрии сварки, но не посредством варьирования параметров сварки.

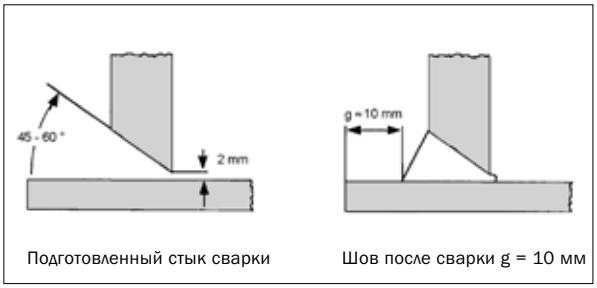


Конфигурирование сварочного башмака

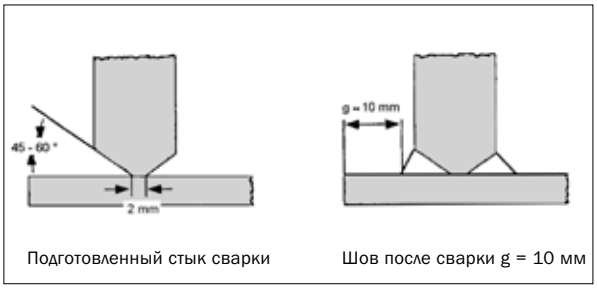
Вероятность появления раковин особенно велика при большой толщине стенок заготовок. Возникновение раковин связано с тем, что после затвердения поверхности шва образуется прочный слой, который противодействует сокращению объема. В результате этого процесса появляются раковины.

Медленное охлаждение сварного шва, препятствующее тем самым возникновению усадочных раковин, достигается путем применения укрытия из ткани (например, стекловаты с алюминиевой фольгой) обладающего достаточной термостойкостью.

Одновременно с этим в области сварного шва снимаются напряжения.



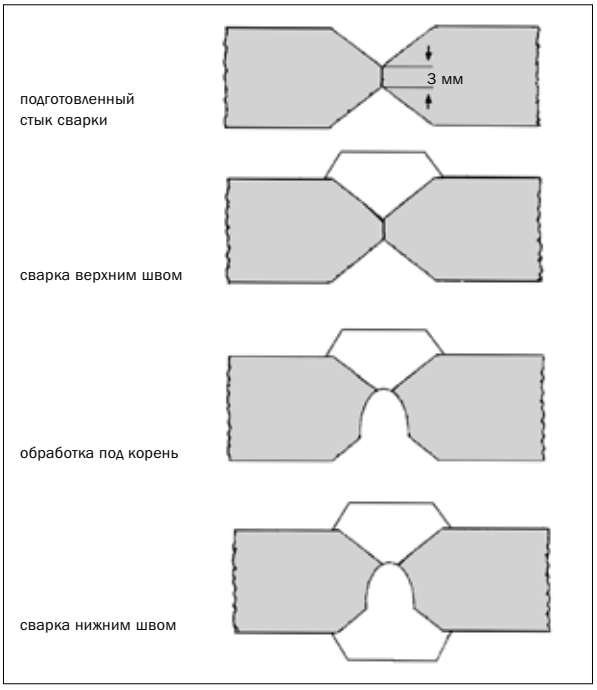
T-стык, HV-шов с угловым швом



T-стык с двойным HV-швом

6.7 Форма сварных швов

T-стык, HV-шов (V-полушов) с угловым швом, DV-шов
Отступ „g“ служит для наложения и проводки сварочного башмака.

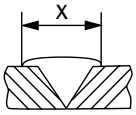
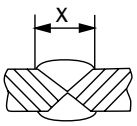
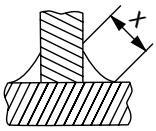
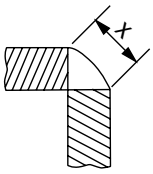
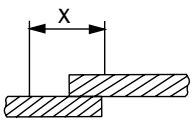
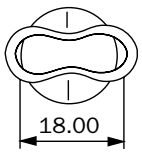
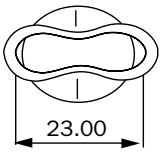
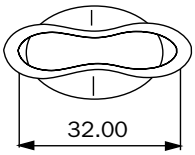
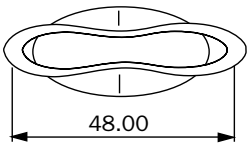


Стык с DV-швом – сварной шов без зазора

6.8 Внешние факторы идеального стыкового шва:

- Чистота основного материала, присадки и нагреваемого воздуха
- Температура сварочной присадки
- Температура основного рабочего материала
- Температура нагретого газа
- Весовой расход сварочной экструзионной массы
- Масса нагретого газа
- Скорость сварки (прохода)
- Давление сварки (давления сжатия)

Примеры внешней формы сварочной насадки по размеру и попер. разрез сопла для сварочных работ до 40 мм (DIN EN 13705, 2004)

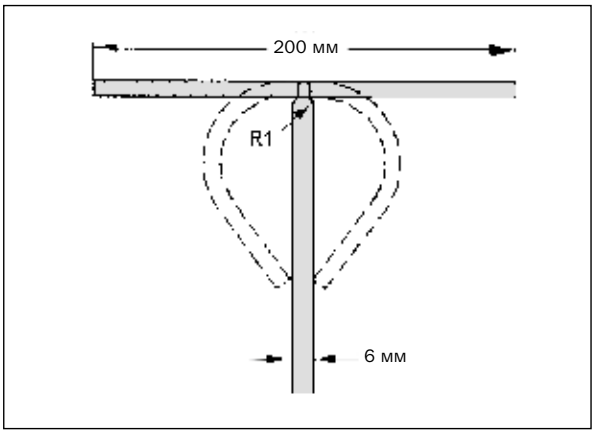
Профиль свар. шва	V-Профиль	X-Профиль	T-Профиль	Угловой профиль	Нахлест
					
X (мм) Насадка	**до 16**	**от 17 до 21**	**от 21 до 30**	**от 25 до 40**	
					

7 Испытание сварного шва на прочность

7.1 Испытание ручным способом

Правила DVS 2203-5: „Такое исполнение технологического испытания на изгиб является простой ориентировочной проверкой в условиях мастерской. С точки зрения прикладываемого усилия этот метод ограничивается толщиной испытательного образца ≤ 10 мм.

Образец с обработанным сварным швом сгибается вокруг скругленного стержня толщиной 6 мм с быстро нарастающим усилием (см. иллюстрацию с права) до разрушения образца, соответственно до состояния, при котором свободные концы образца достигают стержня.”



Схематическое представление испытания ручным способом.

7.2 Коэффициент прочности сварки (испытание на разрыв)

(DVS 2203-5)

Коэффициент прочности сварки

	Сварка нагретым газом		Конт. стык. сварка с нагреват. элементом		Экструзионная сварка	
	Крактовр. коэффиц.	Долговрем. коэффиц.	Крактовр. коэффиц.	Долговрем. коэффиц.	Крактовр. коэффиц.	Долговрем. коэффиц.
PE-HWU/-HWST	0,8	0,4	0,9	0,8	0,8	0,6
PP-DWU/-DWST	0,8	0,4	0,9	0,8	0,8	0,6
PVC-CAW/-MZ/-C	0,8	0,4	0,9	0,6	-	-
PVDF	0,8	0,4	0,9	0,6	-	-

Кратковременные коэффициенты приводятся для времени нагрузки до одного часа. Таким образом, долговременные коэффициенты следует использовать только в конструкционных расчетах.

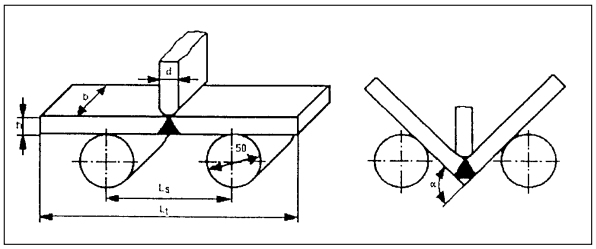
Коэффициент сварки определяется как отношение прочности на разрыв сварного шва к прочности на разрыв основного рабочего материала:

$$\frac{\text{Прочность на разрыв сварного шва}}{\text{Прочность на разрыв основного рабочего материала}}$$

7.3 Технологическое испытание на изгиб

(DVS 2203-5)

Технологическое испытание на изгиб служит (в сочетании с другими испытаниями) для получения выводов о качестве сварки. Угол изгиба и картина разрушения позволяют делать выводы о способности соединения к деформациям и, таким образом, о качестве исполнения сварного шва. долгосрочные свойства сварного соединения могут быть определены на основе испытания на изгиб лишь условно.



Схематическое представление испытания машинным способом.

Размеры модели испытаний и испытательных образцов (DVS 2203-5)

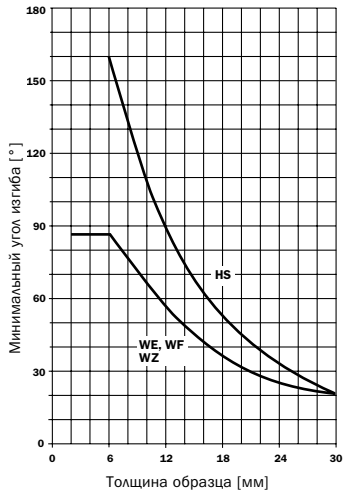
	Испытательные образцы					
	Толщина s Номин. размер мм	**Ширина b** мм		**Мин. длина L_1** мм	**Ширина опоры L_S** мм	**Толщина штампа гибки a** мм
		Труба	Плита			
	3 < s ≤ 5	0,1 x d[1)] мин.: 6 макс.: 30	20	150	80	4
	5 < s ≤ 10		20	200	90	8
	10 < s ≤ 15		20	200	100	12,5
	15 < s ≤ 20		30	250	120	16
	20 < s ≤ 30		30	300	160	25

[1)] Номинальный диаметр

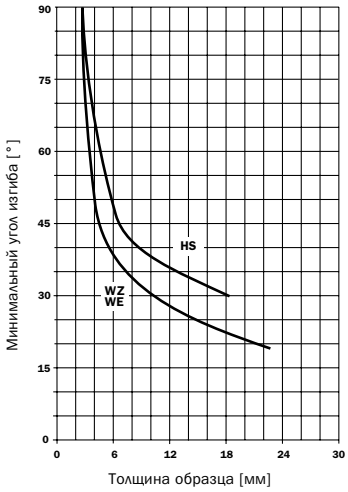
Скорость испытания

Рабочий материал	**Скорость испытания** мм/мин
PE-HD	50
PP-R	50
PP-H, -B	20
PVDF	20
PVC-U	10

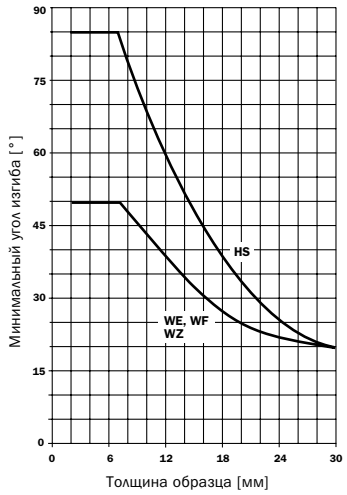
Зависимость минимального угла изгиба от толщины образца для полуфабрикатов SIMONA



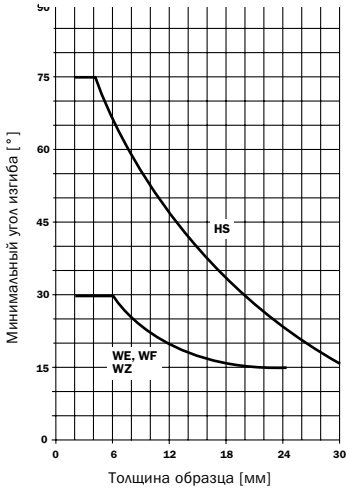
SIMONA®
PE-HWU/HWST



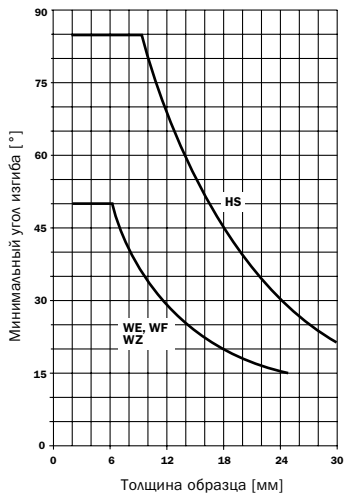
SIMONA®
PVDF



SIMONA® PP-C,
PP-DWU/DWST/
PE-EL



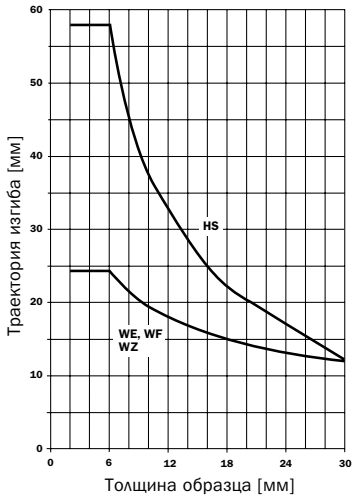
SIMONA®
PVC-CAW/
PVC-C



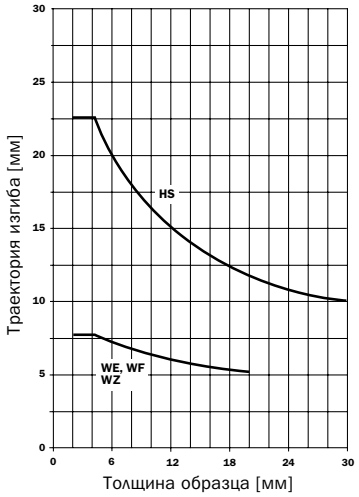
SIMONA®
PVC-MZ/HSV

HS: *Контактная стыковая сварка с нагр. элем.*
WF: *Нагретый газ – сварка с вентиляцией*
WZ: *Нагретый газ – сварка с вытягиванием*
WE: *Нагретый газ – экструзионная сварка*

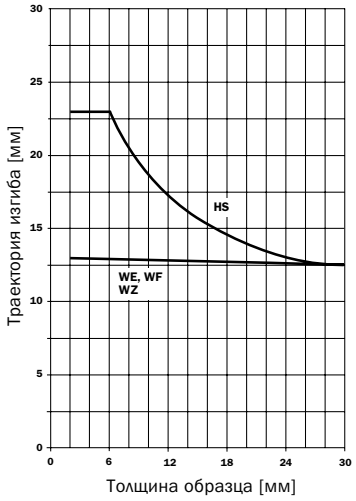
Зависимость минимальной траектории изгиба от толщины образца для полуфабрикатов SIMONA



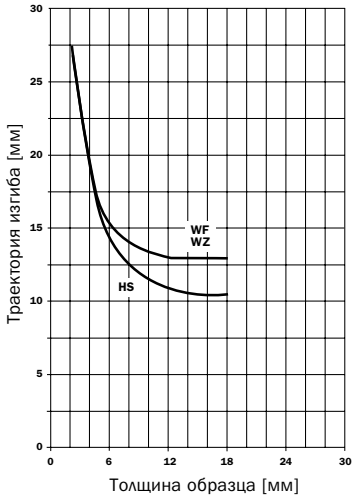
SIMONA®
PE-HWU/HWST



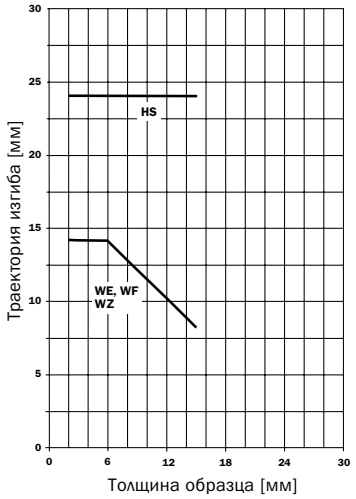
SIMONA®
PVDF



SIMONA® PP-C,
PP-DWU/DWST/
PE-EL



SIMONA®
PVC-CAW/
PVC-C



SIMONA®
PVC-MZ/HSV

HS: *Контактная стыковая сварка с нагр. элем.*
WF: *Нагретый газ – сварка с вентиляцией*
WZ: *Нагретый газ – сварка с вытягиванием*
WE: *Нагретый газ – экструзионная сварка*

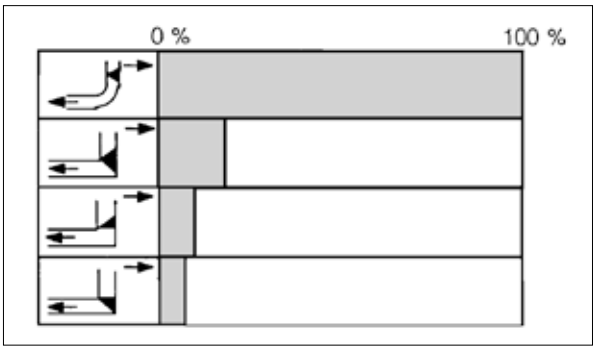
8 Сварные соединения

8.1 Эффективная несущая способность сварных соединений

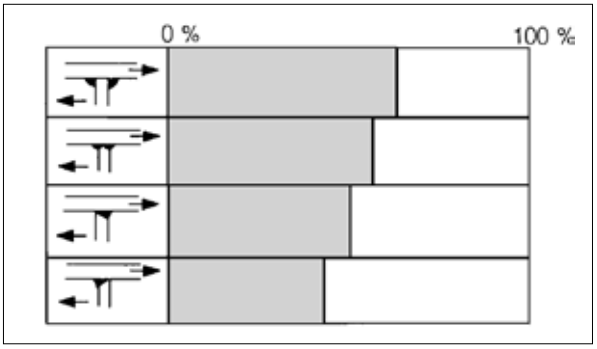
Внутреннее и внешнее коробление, а также неблагоприятные по толщине переходы стенок, определяют эффективную несущую способность сварных соединений, которая в зависимости от обстоятельств может быть существенно ниже прочности материала. В любом случае, сварные соединения представляют собой определенную неоднородность. Поскольку обработка сварных швов в большинстве случаев не выполняется, то к этому добавляются также неровности поверхностей, что еще более уменьшает эффективную несущую способность.

На иллюстрации вверху справа изображены четыре различных уголковых соединения с различной конструкцией. Если эти соединения подвергаются изгибу, то оказывается, что прямоугольные уголковые соединения, как правило, являются существенно менее благоприятными, чем скругленные углы с местами стыковки вне закругления. Скругления всегда допускают существенно большие механические напряжения и проявляют до 10 крат более высокую эффективную несущую способность, чем традиционные прямоугольные уголковые соединения.

Т-образные соединения с односторонним сварным швом ведут себя значительно лучше, чем при двусторонней сварке (см. иллюстрацию ниже). Важным здесь также является то, что со стороны растяжения напрягаемой части отсутствует коробление. На эффективной несущей способности благоприятно сказывается также и определенное закругление уголкового шва, что положительно воздействует на распределение силового потока.

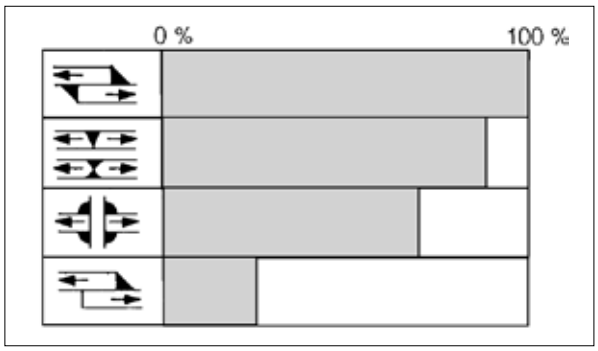


Уголковые сварные соединения



Т-образные сварные соединения

На иллюстрации ниже представлены соединения, подвергающиеся нагрузке растяжения. В области шва возникают напряжения на растяжение или на срез. Обработанный V-шов проявляет более высокую эффективную несущую способность, так как силовой поток не ограничен и действие сил коробления сводится к минимуму. При простом соединении внахлест в сварном шве также возникают как силы растяжения или среза, так и моменты гибки. Эффективная несущая способность здесь очень невелика, так как силовой поток сильно ограничен. В противоположность этому соединение с двойным нахлестом способствует благоприятному огибанию силового потока. Такой вид соединения обладает высокой эффективной несущей способностью. То же самое относится и к перекрестным соединениям.



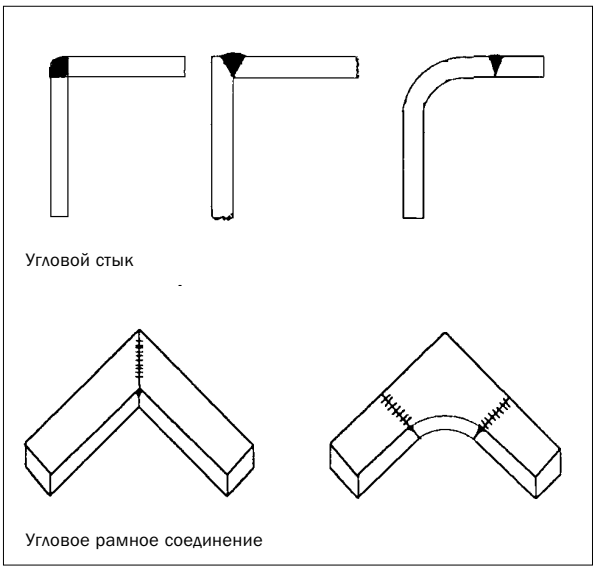
Плоское сварное соединение

8.2 Расположение сварных швов

Нижеследующие примеры конструкции швов следует рассматривать в связи с DVS 2205 Лист 3 в порядке дополнения.

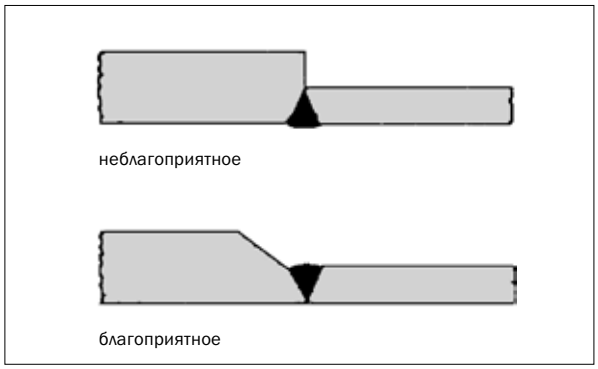
В случае несущих или уголковых швов последние имеют такие размеры, чтобы обеспечить сечение, требуемое для передачи сил. Предпочтительным при этом является вариант стыкового соединения.

V-швы должны свариваться с противоположной стороны по отношению к корню шва.



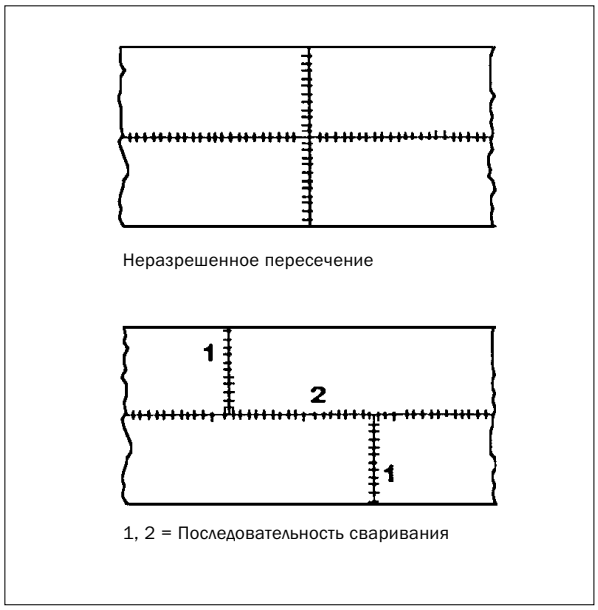
Примеры угловых соединений

При стыковке заготовок различной толщины возникают переходные области прохождения силового потока.

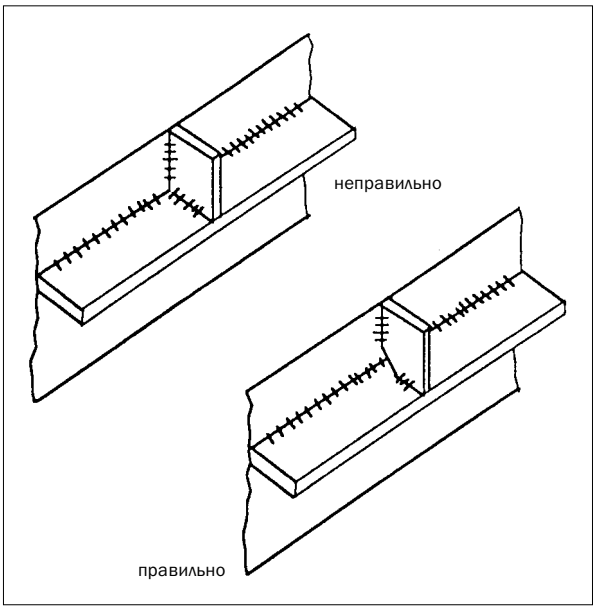


Примеры изменения поперечного сечения

Следует избегать скопления сварных швов в одном месте. Взаимное пересечение швов не допускается.



Примеры скопления швов

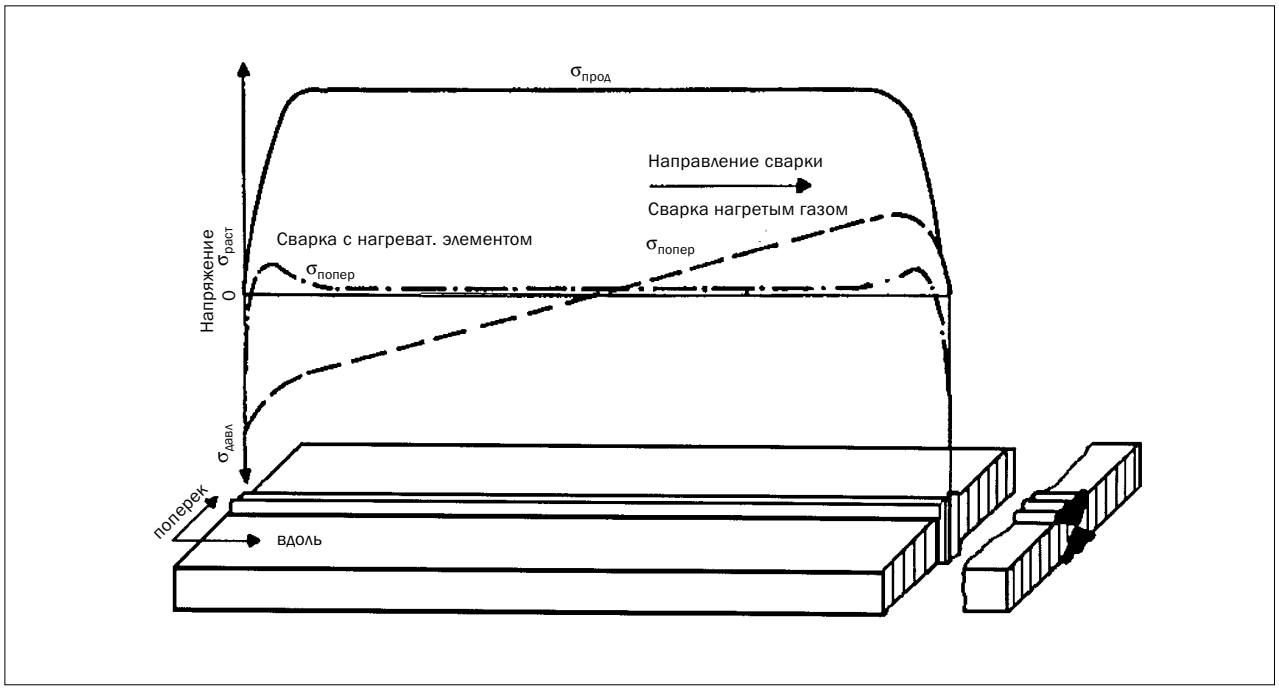


Присоединение жесткои конструкции

8.3 Механические напряжения

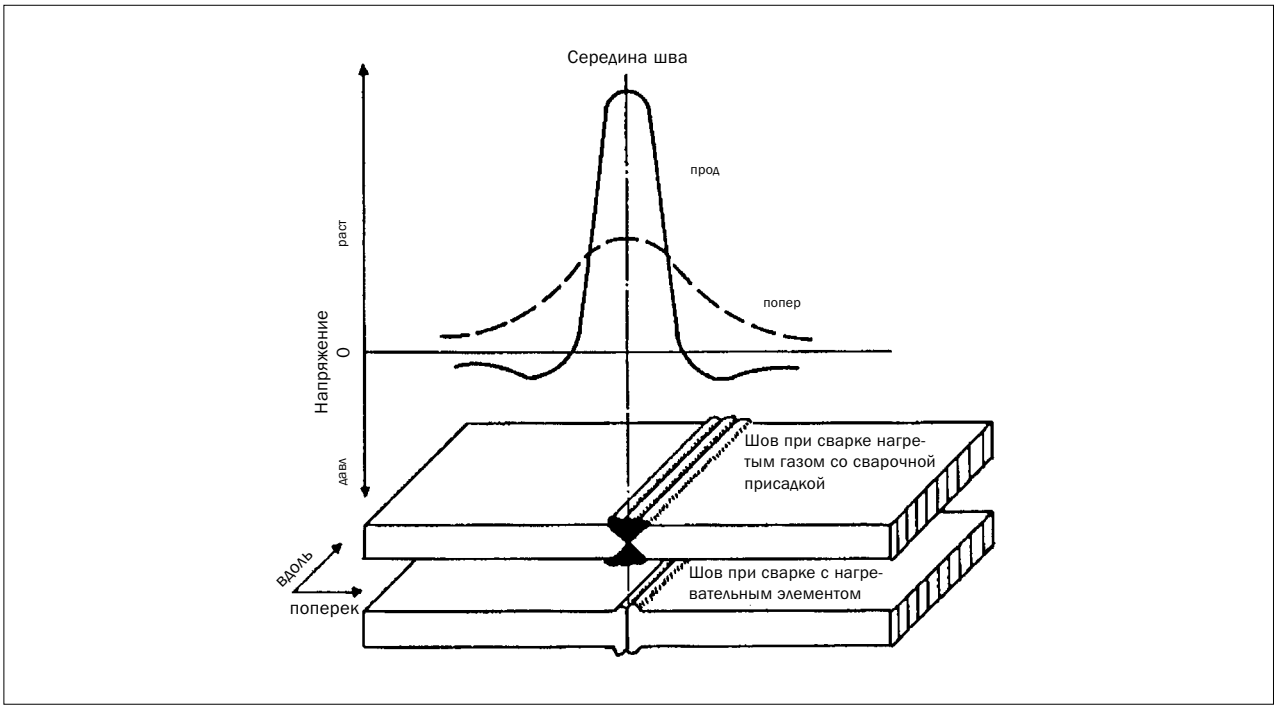
При сварке термопластичных материалов в зависимости от метода сварки возникают различные состояния механических напряжений, которые в сварном шве могут действовать в поперечной, продольной, а для заготовок большей толщины также и в вертикальной плоскостях. Эти напряжения вызваны различиями в местном нагреве, связанными с неравномерным охлаждением.

При нагревании материала в зоне сварного шва из-за теплового линейного расширения возникают напряжения давления, причем благодаря пластичному поведению термопластичных полимеров в процессе сварки происходит ослабление этих напряжений. При последующем охлаждении образуются тепловые механические напряжения. В то время как продольные напряжения, возникающие в сечении сварного шва, не зависят от метода сварки, в то время как для возникающих поперечных напряжений это не так. При этом решающим является состояние свариваемой панели, а именно: либо панель зажата, либо она может сжиматься. При сварке нагретым газом поперечные напряжения своим возникновением обязаны сменяющим друг друга с течением времени фазам процесса сварки: по причине уже упомянутых ослаблений напряжений в начальной области возникают тепловые напряжения. При продолжении сварки эти области материала должны воспринимать также возникающие напряжения растяжения. Из этого следует тот факт, что в зонах, где сварка выполнялась в последнюю очередь, напряжения растяжения остаются неизменными, в то время как в зонах начальной сварки они увели-



Картина изменения напряжений сварки по длине сварного шва при сварке с нагревательным элементом и при сварке нагретым газом (по Менгесу)

чиваются. Картина изменения напряжений сварки в сечении, вертикальном по отношению к сварному шву. Величина поперечных напряжений при контактной стыковой сварке с нагревательным элементом в большой степени зависит от величины и длительности давления сварки (по Менгесу).



9 Консультация

Сотрудники нашего отдела продаж и Технического сервисного центра обладают многолетним опытом в области применения и обработки термопластичных полуфабрикатов. Мы охотно проконсультируем Вас.

Эл. почта: tsc@simona.de

10 Страндарты и ссылки

10.1 Бюллетени DVS

2201	**Часть 2**	(02.89)	Испытание полуфабрикатов из термопластичных полимеров Пригодность к сварке; методы испытаний – требования
2202	**Часть 1**	(07.06)	Дефекты сварных соединений термопластичных полимеров. Особенности, описание, оценка
2203			Испытание полуфабрикатов и сварных соединений из термопластичных полимеров
	Часть 1	(01.03)	Методы испытаний, требования
	Часть 2	(04.06)	Прочность на растяжение
	Часть 3	(04.11)	Ударная прочность, Прочность на ударное растяжение
	Часть 4	(12.01)	Усталость материалов – Длительная прочность на растяжение
	Часть 5	(08.99)	Технологическая прочность на изгиб
2204	**Часть 1**	(01.11)	Склеивание термопластичных полимеров – Для деталей из мягкого ПВХ или из ПВХ-С правила еще разрабатываются.
2205			Расчет резервуаров и аппаратов из термопластичных полимеров
	Часть 1	(04.02)	Показатели
	Часть 2	(01.11)	Круглые резервуары без давления, устанавливаемые вертикально
	Часть 3	(04.75)	Сварные соединения
	Часть 4	(11.88)	Фланцевые соединения
	Часть 5	(07.87)	Прямоугольные резервуары
	Вкладыш	(10.84)	Расчет резервуаров и аппратов из термопластичных полимеров, прямоугольные резервуары, детали конструкций
2206	**-1-5**	(2011)	Испытание узлов и конструкций из термопластичных полимеров
2207			Сварка термопластичных полимеров,
	Часть 1	(09.05)	Сварка с нагревательным элементом для труб, частей трубопроводов и панелей из ПЭ-HD
	Часть 3	(04.05)	Сварка термопластичных полимеров нагретым газом – панели и трубы – параметры сварки
	Часть 4	(04.05)	Экструзионная сварка; панели и трубы
	Часть 6	(09.03)	Сварка термопластичных полимеров; бесконтаткная стыковая сварка труб, частей трубопроводов и панелей; методы – машины – параметры
	Часть 11	(08.08)	Сварка с нагревательным элементом для термопластичных полимеров, труб, частей трубопроводов и панелей из ПП
	Часть 12	(12.06)	Сварка термопластичных полимеров - Сварка с нагревательным элементом труб, частей трубопроводов и панелей из ПВХ-U
	Часть 14	(04.09)	Сварка с нагревательным элементом для панелей из ПП и ПЭ
	Часть 15	(12.05)	Сварка с нагревательным элементом для труб, частей трубопроводов и панелей из ПВДФ
2208	**Часть 1**	(03.07)	Машины и аппараты для сварки термопластичных полимеров – сварка с нагревательным элементом
2210	**Часть 1**	(04.97)	Промышленные трубопроводы из термопластичных полимеров; проектирование и исполнение, системы наземных труб
2211		(04.05)	Сварочные присадки для термопластичных полимеров; область назначения, обозначение, требования, испытания
2212	**Часть 1**	(09.05)	Экзамен на сварщика полимеров, группа испытаний 1

Бюллетени DVS можно заказать по адресу:

Deutscher Verlag für Schweißtechnik GmbH, Aachener Str. 172, 40223 Düsseldorf, Deutschland

10.2 Стандарты DIN

DIN EN 14610		(02.05)	Сварка и родственные процессы; термины для процесса сварки металла
DIN 1910	**Часть 3**	(09.77)	Сварка – сварка полимеров; методы
DIN 16960	**Часть 1**	(02.74)	Сварка термопластичных полимеров; основные положения
DIN EN 13705		(09.04)	Сварка термопластичных полимеров - Машины и аппараты для сварки нагретым газом

10.3 VDI-Правила

VDI 2003	(01.76)	Обработка полимеров резанием

Стандарты DIN и VDI-Правила можно заказть по адресу:
Beuth-Verlag, Postfach 1145, Burggrafenstr. 4–10, 10772 Berlin 30, Deutschland

10.4 KRV-Правила

Руководство по склеиванию ПВХ-трудопроводов под давлением

KRV-Правила можно заказать по адресу:
Kunststoffrohrverband e.V., Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V., Dyroffstr. 2, 53113 Bonn, Deutschland

Источники

- Вышеназв. стандарты и правила
- Hoechst-брошюра: „Формовка, обработка, стыковка“
- Hadick: Сварка полимеров
- Карманное издание бюллетеней и правил DVS, стыковка полимеров, том 68/IV, 13-е издание, 2010

11 Приложение

В зависимости от машин и условий работы возможны изменения ориентировочных значений, содержащихся в последующих таблицах, в особенности значений времени нагревания. В принципе, для этого следует изготовить рабочие образцы и проводить их испытания.

Сварка нагретым газом DVS 2207-3, вкладной лист 1

Ориентировочные значения для сварки нагретым газом

Материал	Воздух	Температура	Скорость см/мин			
		измеренная 5 мм в сварочной насадке	Диаметр насадки воздушного охлаждения сварки мм		Диаметр насадки быстрой сварки мм	
	л/мин	°C	3	4	3	4
ПЭ						
-HWU, -HWST	50 – 60	320 – 340	10 – 15	прибл. 10	≤50	≤40
-HWU-B	50 – 60	320 – 340	10 – 15	прибл. 10	≤50	≤40
FOAM	50 – 60	300 – 340	10 – 15	прибл. 10	≤50	≤40
-HML 500	50 – 60	270 – 300	–	–	≤25	≤20
ПП						
-DWU AlphaPlus®, -DWST	50 – 60	320 – 340	прибл. 10	< 10	≤50	≤40
-DWU-B	50 – 60	320 – 340	прибл. 10	< 10	≤50	≤40
FOAM	50 – 60	300 – 340	прибл. 10	< 10	≤50	≤40
PPs	50 – 60	300 – 320	прибл. 10	< 10	≤50	≤40
ПВХ						
-MZ-COLOR	45 – 55	350 – 370	15 – 20	прибл. 15	≤50	≤40
-GLAS	45 – 55	350 – 370	15 – 20	прибл. 15	≤60	≤50
-CAW	45 – 55	350 – 380	15 – 20	прибл. 15	≤60	≤50
-C	45 – 55	370 – 390	15 – 20	прибл. 15	≤60	≤50
COPLAST-AS	45 – 50	340 – 360	20 – 25	15 – 20	прибл. 100	прибл. 75
SIMOPOR	45 – 50	340 – 360	20 – 25	15 – 20	прибл. 100	прибл. 75
PVDF*	50 – 60	365 – 385	10 – 15	прибл. 10	≤40	≤30
E-CTFE*	50 – 60	350 – 380	–	–	≤25	≤20
SIMOLUX	40 – 50	300 – 320	прибл. 15 – 20	прибл. 15	≤50	≤40

* Для предотвращения возможных процессов окисления свариваемых поверхностей рекомендуется использовать инертный газ (например, азот).

Сварка нагретым газом экструзионная и с воздушным охлаждением (WZ и WF), вкладной лист 1

Ориентировочные значения для сварки нагретым газом экструзионной и с воздушным охлаждением, для труб и панелей

Метод сварки	Обозначение	Температура газа [1]	Объемный расход газа [2]	Скорость сварки [3]	Усилие сварки (Н) при проволоке Ø	
		°C	л/мин	мм/мин	3 мм	4 мм
Сварка нагретым газом с воздушным охлаждением						
	PE-HD [4]	300 – 320	40 – 50	70 – 90	8 – 10	20 – 25
	PP-H, PP-B, PP-R	305 – 315	40 – 50	60 – 85	8 – 10	20 – 25
	PVC-U	330 – 350	40 – 50	110 – 170	8 – 10	20 – 25
	PVC-C	340 – 360	40 – 50	55 – 85	15 – 20	20 – 25
	PVDF	350 – 370	40 – 50	45 – 50	15 – 20	25 – 30
Сварка нагретым газом экструзионная						
	PE-HD [4]	320 – 340	45 – 55	250 – 350	15 – 20	25 – 35
	PP-H, PP-B, PP-R	320 – 340	45 – 55	250 – 350	15 – 20	25 – 35
	PVC-U	350 – 370	45 – 55	250 – 350	15 – 20	25 – 35
	PVC-C	370 – 390	45 – 55	180 – 220	20 – 25	30 – 35
	PVDF	365 – 385	45 – 55	200 – 250	20 – 25	30 – 35
	E-CTFE	350 – 380	50...60 Нагретый газ/ азот	220 – 250	10 – 15	Нет данных
	FEP	380 – 390	50 – 60	60 – 80	10 – 15	Нет данных
	MFA	395 – 405	50 – 60	60 – 80	10 – 15	Нет данных
	PFA	400 – 410	50 – 60	70	10 – 15	Нет данных

[1] Измерено в насадке на глубине 5 мм в центре главного отверстия насадки
[2] Объем всасываемого воздуха при давлении окружающей среды
[3] В зависимости от присадочного диаметра сварки и геометрии сварочного шва
[4] PE 63, PE 80, PE 100

Контактная стыковая сварка DVS 2207-1

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки пластин SIMONA® PE-HWU/HWST/PE 100

Толщина пластин	Температура*	Выравнивание** p ≈ 0,15 Н/мм²	Нагревание p ≈ 0,01 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p ≈ 0,15 Н/мм²	
		Высота наплыва	Время	Макс. время***	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
3	220	0,5	30	< 3	3,0	6,0
4	220	0,5	40	< 3	4,0	6,0
5	215	1,0	50	< 3	5,0	7,0
6	215	1,0	60	< 3	5,5	8,5
8	215	1,5	80	< 3	6,5	11,0
10	215	1,5	100	< 3	7,0	12,5
12	210	2,0	120	< 3	8,0	16,0
15	210	2,0	150	< 3	8,5	19,5
20	205	2,0	200	< 3	10,5	25,0
25	205	2,5	250	< 3	11,5	31,0
30	200	2,5	300	< 3	13,5	36,5
35	200	3,0	350	< 3	15,5	42,5
40	200	3,5	400	< 3	17,0	48,5
50	200	3,5	500	< 3	25,0	60,0
60	200	4,0	600	< 3	30,0	70,0
70	200	4,0	700	< 3	35,0	80,0

* Для PE 100 для всех значений толщины рекомендуется постоянная температура нагревательного элемента 220 °C.
** Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,15 Н/мм²)
*** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Ориентировочные значения для стыковой сварки пластин SIMONA® PE FOAM

Толщина пластин	Температура	Выравнивание* p ≈ 0,30 Н/мм²	Нагревание p ≈ 0,01 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p ≈ 0,30 Н/мм²	
		Высота наплыва	Время	Макс. время**	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
6	215	1,0	60	< 3	5,5	8,5
8	215	1,5	80	< 3	6,5	11,0
10	215	1,5	100	< 3	7,0	12,5
12	210	2,0	120	< 3	8,0	16,0
15	210	2,0	150	< 3	8,5	19,5
20	205	2,0	200	< 3	10,5	25,0

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,3 Н/мм²)
** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Контактная стыковая сварка DVS 2207-11

ПОЛІМЕР™ комплект
фабрика нестандартних резервуарів

Ориентировочные значения для стыковой сварки пластин SIMONA® PP-DWU/DWST, PPs

Толщина пластин	Температура*	Выравнивание* p ≈ 0,1 Н/мм²	Нагревание p ≈ 0,01 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p ≈ 0,1 Н/мм² ± 0,01	
		Высота наплыва	Время	Макс. время**	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
3	220	0,5	105	< 3	5	6
4	220	0,5	130	< 3	5	6
5	215	0,5	145	< 3	5 – 6	6 – 12
6	215	0,5	160	< 3	5 – 6	6 – 12
8	215	1,0	190	< 3	6 – 8	12 – 20
10	215	1,0	215	< 3	6 – 8	12 – 20
12	210	1,0	245	< 3	8 – 11	20 – 30
15	210	1,0	280	< 3	8 – 11	20 – 30
20	205	1,5	340	< 3	11 – 14	30 – 40
25	205	1,5	390	< 3	11 – 14	30 – 40
30	200	1,5	430	< 3	14 – 19	40 – 55
35	200	2,0	470	< 3	14 – 19	40 – 55
40	200	2,0	505	< 3	19 – 25	55 – 70
50	200	2,5	560	< 3	25 – 32	55 – 70

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,1 Н/мм²)
** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Ориентировочные значения для стыковой сварки пластин SIMONA® PP FOAM

Толщина пластин	Температура	Выравнивание* p ≈ 0,20 Н/мм²	Нагревание p ≈ 0,01 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p ≈ 0,20 Н/мм² ± 0,01	
		Высота наплыва	Время	Макс. время**	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
6	215	0,5	160	< 3	5 – 6	6 – 12
8	215	1,0	190	< 3	6 – 8	12 – 20
10	215	1,0	215	< 3	6 – 8	12 – 20
12	210	1,0	245	< 3	8 – 11	20 – 30
15	210	1,0	280	< 3	8 – 11	20 – 30
20	205	1,5	340	< 3	11 – 14	30 – 40

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,2 Н/мм²)
** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Контактная стыковая сварка

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки пластин SIMONA® PVC-CAW

Толщина пластин	Температура*	Выравнивание* $p \approx 0{,}5$ Н/мм^2	Нагревание $p \approx 0{,}03$ Н/мм^2	Перестановка	Стыковка $p \approx 0{,}5$ Н/мм^2 ± 0,01	
		Высота наплыва	Время	Макс. время**	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
3	225 – 230	> 0,5	45	< 2	3	3
4	225 – 230	> 0,5	60	< 2	4	4
5	225 – 230	> 0,5	75	< 2	5	5
6	225 – 230	> 0,5	90	< 2	6	6
8	220 – 225	> 1,0	120	< 2	8	8
10	220 – 225	> 1,0	150	< 2	10	10
12	220 – 225	> 1,0	180	< 2	12	12
15	220 – 225	> 1,5	225	< 2	15	15
20	220 – 225	> 1,5	300	< 2	20	20
25	220 – 225	> 2,0	375	< 2	20	25
30	220 – 225	> 2,0	450	< 2	20	30

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,5 Н/мм^2)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Контактная стыковая сварка DVS 2207-15

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки пластин SIMONA® PVDF

Толщина пластин	Температура	Выравнивание* $p \approx 0{,}1$ Н/мм²	Нагревание $p \leq 0{,}01$ Н/мм²	Перестановка	Стыковка $p \approx 0{,}1$ Н/мм²	
		Высота наплыва	Время = 10 x Толщина стенки + 40 сек	Макс. время**	Время полного установления давления = 0,4 x Толщина + 2,5 сек	Время охлаждения при давлении = 1,2 x Толщина стенки + 2 мин
			Время			
мм	°C	мм	сек	сек	сек	мин
3	245	0,5	70	< 3	3,5	5,5
4	245	0,5	80	< 3	4,0	7,0
5	245	0,5	90	< 3	4,5	8,0
6	240	0,5	100	< 3	5,0	9,0
8	240	1,0	120	< 3	5,5	11,5
10	240	1,0	140	< 3	6,5	14,0
12	235	1,0	160	< 3	7,5	16,5
15	235	1,3	190	< 3	8,5	20,0
20	235	1,7	240	< 3	10,5	26,0
25	235	2,0	290	< 3	13,0	32,0
30	235	2,0	340	< 3	13,0	40,0
40	235	2,0	440	< 3	13,0	50,0
50	235	2,0	540	< 3	13,0	60,0

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,1 Н/мм²)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Для бесконтактной стыковой сварки PVDF в настоящее время действуют DVS-правила:

Проект 2207-6 Сварка термопластичных полимеров
Бесконтактная стыковая сварка труб, частей трубопровода и панелей
Методы – Машины – Параметры

Контактная стыковая сварка

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки пластин SIMONA® Э-ХТФЭ

Толщина пластин	Выравнивание* $p \approx 0{,}3$ Н/мм²	Нагревание $p \leq 0{,}03$ Н/мм²	Перестановка	Стыковка $p \approx 0{,}15$ Н/мм²	
	Высота наплыва	Время	Макс. время*	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении 100 x Толщина стенки
мм	мм	сек	сек	сек	мин
2,3	> 0,5	35	< 3	3	~ 5
3	> 0,5	45	< 3	4	~ 6
4	> 0,5	60	< 3	5	~ 8
5	> 0,5	75	< 3	6	~ 10

Температура нагревательного элемента равна 260 – 270 °C.

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,3 Н/мм²)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Внимание! Нагревательные элементы известных машин контактной стыковой сварки имеют ограничение по температуре, равное 250 °C. Для консультации просим обращаться в фирму-изготовитель машины.

Контактная стыковая сварка

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки пластин из высокомолекулярных полимеров

Материал	**Давление выравнивания**	**Нагревание p = 0,01 N/m²**	**Перестановка давления**	**Время полного установления**	**Охлаждение**	
(Высота наплыва = 1 мм)	Н/мм²	**Время** сек	**Макс. время*** сек	сек	**Давление** Н/мм²	**Время** мин
PE-HML 500	1,0	Толщина пластин в мм x 20 – 25	< 3	< 10	1,0	Толщина пластин в мм x 1,5
PE-1000	3,0		< 3	< 10	3,0	

Температура нагревательного элемента равна 200 – 210 °C.
* Время перестановки должно быть как можно коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

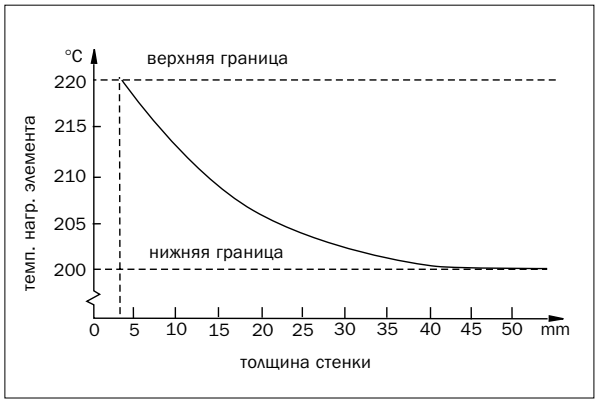
Правила сварки высокомолекулярных материалов не имеются.
Несмотря на это с вышеукзанными параметрами были достигнуты хорошие результаты.

Контактная стыковая сварка DVS 2207-1

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки труб из PE 80/PE 100/PE 100 RC

Толщина стенки	Выравнивание* $p \approx 0{,}15$ Н/мм^2	Нагревание $p \approx 0{,}01$ Н/мм^2	Перестановка	Стыковка $p \approx 0{,}15$ Н/мм^2	
		Время	Макс. время**	Время полного установления давления	Время охлаждения при давлении стыковки Минимальное значение
мм	мм	сек	сек	сек	мин
до 4,5	0,5	45	5	5	6
4,5 – 7	1,0	45 – 70	5 – 6	5 – 6	6 – 10
7 – 12	1,5	70 – 120	6 – 8	6 – 8	10 – 16
12 – 19	2,0	120 – 190	8 – 10	8 – 11	16 – 24
19 – 26	2,5	190 – 260	10 – 12	11 – 14	24 – 32
26 – 37	3,0	260 – 370	12 – 16	14 – 19	32 – 45
37 – 50	3,5	370 – 500	16 – 20	19 – 25	45 – 60
50 – 70	4,0	500 – 700	20 – 25	25 – 35	60 – 80

Температура нагревательного элемента равна 200 – 220 °C.
Для PE 100 при всех номиналах толщины рекомендуется постоянная температура нагревательного элемента 220 °C.
* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,15 Н/мм²)
** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся



Ориентировочная кривая температуры нагр. элемента в зависимости от толщины листа.

Контактная стыковая сварка DVS 2207-11

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки труб из PP

Толщина стенки	Выравнивание* p = 0,1 Н/мм²	Нагревание p ≤ 0,01 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p = 0,10 Н/мм² ± 0,01	
		Время	Макс. время**	Время установления давления стыковки	Время охлаждения при давлении стыковки Минимальное значение
мм	мм	сек	сек	сек	мин
до 4,5	0,5	135	5	6	6
4,5 – 7	0,5	135 – 175	5 – 6	6 – 7	6 – 12
7 – 12	1,0	175 – 245	6 – 7	7 – 11	12 – 20
12 – 19	1,0	245 – 330	7 – 9	11 – 17	20 – 30
19 – 26	1,5	330 – 400	9 – 11	17 – 22	30 – 40
26 – 37	2,0	400 – 485	11 – 14	22 – 32	40 – 55
37 – 50	2,5	485 – 560	14 – 17	32 – 43	55 – 70

Температура нагревательного элемента равна 210 ± 10 °C.

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,1 Н/мм²)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Контактная стыковая сварка DVS 2207-12

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки труб, фитингов и листов из PVC-U/PVC-C

Номинальная толщина стены	Температура	Выравнивание* p = 0,5 Н/мм²	Нагревание p = 0,03 Н/мм²	Перестановка	Стыковка p = 0,5 Н/мм²	
		Высота наплыва	15 сек x Толщина стенки	Макс. время**	Время полного установления давления 1 + Толщина стенки/2	Время охлаждения при давлении стыковки
мм	°C	мм	сек	сек	сек	2 мин x Толщина стенки мин
1,9	230	0,5	28,5	< 2	2	4
3	230	0,5	45	< 2	3	6
4	230	0,5	60	< 2	3	8
6	230	0,5	90	< 2	4	12
8	230	1,0	120	< 2	5	16
10	230	1,0	150	< 2	6	20
12	230	1,0	180	< 2	7	24
15	230	1,5	225	< 2	9	30
20	230	1,5	300	< 2	11	40
25	230	1,5	375	< 2	14	50

При наружной температуре 20 °C ± 2 °C и умеренном движении воздуха (никакого сквозняка).

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,5 Н/мм²)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифицированные поверхности охладятся

Контактная стыковая сварка DVS 2207-15

Ориентировочные значения для контактной стыковой сварки труб из PVDF

Толщина стенки	**Выравнивание* p ≈ 0,10 Н/мм²**	**Нагревание p ≤ 0,01 Н/мм²**	**Перестановка**	**Стыковка p = 0,10 Н/мм²**	
		Время = 10 x Толщина стенки + 40 сек	**Макс. время****	**Время установления давления стыковки = 0,4 x Толщина стенки + 2,5 сек**	**Время охлаждения при давлении стыковки = 1,2 x Толщина стенки + 2 мин**
мм	Минимальное значение мм	сек	сек	сек	Минимальное значение мин
1,9 – 3,5	0,5	59 – 75	3	3 – 4	5 – 6
3,5 – 5,5	0,5	75 – 95	3	4 – 5	6 – 8,5
5,5 – 10,0	0,5 – 1,0	95 – 140	4	5 – 7	8,5 – 14
10,0 – 15,0	1,0 – 1,3	140 – 190	4	7 – 9	14 – 19
15,0 – 20,0	1,3 – 1,7	190 – 240	5	9 – 11	19 – 25
20,0 – 25,0	1,7 – 2,0	240 – 290	5	11 – 13	25 – 32

Для ПВДФ действительной является температура 240 ± 8 °C.

* Высота наплыва у нагревательного элемента к концу времени выравнивания (выравнивание при давлении 0,1 Н/мм2)

** Время перестановки должно быть как можно более коротким, в противном случае пластифичированные поверхности охладятся

Муфтовая сварка с использованием нагревательного элемента DVS 2207-1 и 11

Ориентировочные значения для муфтовой сварки трубы из PE-80/100 и PP с использованием нагревательного элемента

Диаметр трубы	Нагревание		Перестановка	Охлаждение	
здесь	Время		Макс. время	Минимальное значение времени	
	SDR 11	SDR 17			
мм	сек	сек	сек	в зажатом состоянии сек	всего мин
16	5		4	6	2
20	5		4	6	2
25	7	[1]	4	10	2
32	8	[1]	6	10	4
40	12	[1]	6	20	4
50	18	[1]	6	20	4
63	24	[1]	8	30	6
75	30	15	8	30	6
90	40	22	8	40	6
110	50	30	10	50	8
125	60	35	10	60	8

[1] Не рекомендуется ввиду малой толщины стенки.
Температура нагревательного элемента равна 260 ± 10 °C.

Муфтовая сварка с использованием нагревательного элемента DVS 2207-15

Ориентировочные значения для муфтовой сварки трубы из PVDF с использованием нагревательного элемента

Диаметр трубы	Нагревание	Перестановка	Охлаждение [1]	
здесь	Время	Макс. время	Минимальное значение времени	
мм	сек	сек	в зажатом состоянии сек	всего мин
16	4	4	6	2
20	6	4	6	2
25	8	4	6	2
32	10	4	12	4
40	12	4	12	4
50	18	4	12	4
63	20	6	18	6
75	22	6	18	6
90	25	6	18	6
110	30	6	24	8

[1] При ручнои сварке свариваемые части фиксировать согласно времени указаниому в столбце „в зажатом состоянии“. Соединение можно подвергать дальнейшей обработке только по истечению времени охлаждения (см. столбец всего)

Температура нагревательного элемента 260 ± 10 °C

12 Правовая информация и консультации

Правовая информация

С появлением нового издания все предыдущие издания утрачивают силу. Окончательный вариант этой публикации можно найти на нашем интернет-сайте www.simona.de.

Все данные, содержащиеся в настоящем документе, отражают современное состояние наших знаний на день опубликования и содержат информацию о нашей продукции и возможных применениях (ошибки и опечатки оговорены). Поэтому он не может служить юридически обязывающей гарантией определенных свойств продуктов или их пригодности для конкретных целей.

Мы не несем никакой ответственности за применение, переработку или любое другое использование этой информации или нашей продукции, а также за вытекающие из этого последствия. Покупатель обязан контролировать качество и характеристики продукции. Он несет полную ответственность за выбор, применение, использование и переработку продуктов, за использование информации, а также за вытекающие из этого последствия. Во внимание должны приниматься действующие права защиты третьих сторон.

Мы гарантируем безупречное качество наших продуктов в рамках наших «Общих условий купли-продажи».

Консультации

Наши технические консультации предоставляются опытными специалистами на основе Ваших данных и в соответсвии с общепринятыми техническими нормами. Консультации не являются гарантией определенных характеристик продукции и не служат основанием для отдельных договорных юридических отношений.

Мы несем ответственность только за умышленно нанесённый ущерб или грубую халатность. Наши данные не освобождают Вас от обязанности проведения собственного контроля.

Все изменения в связи с новыми знаниями и оценками оговорены.

Наши сотрудники Отдела продаж и Технического сервисного центра с удовольствием проконсультируют Вас по технологии обработки и по использованию термопластичных полуфабрикатов.

Phone +49 (0) 67 52 14-587
Fax +49 (0) 67 52 14-302
tsc@simona.de

SIMONA во всём мире

SIMONA AG

Teichweg 16
D-55606 Kirn
Germany
Phone +49 (0) 67 52 14-0
Fax +49 (0) 67 52 14-211
mail@simona.de
www.simona.de

МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Завод I/II
Teichweg 16
D-55606 Kirn
Germany
Phone +49 (0) 67 52 14-0
Fax +49 (0) 67 52 14-211

Завод III
Gewerbestraße 1–2
D-77975 Ringsheim
Germany
Phone +49 (0) 78 22 436-0
Fax +49 (0) 78 22 436-124

SIMONA Plast-Technik s.r.o.
U Autodílen 23
CZ-43603 Litvínov-Chudeřín
Czech Republic

SIMONA ENGINEERING PLASTICS (Guangdong) Co. Ltd.
No. 368 Jinou Road
High & New Technology Industrial Development Zone
Jiangmen, Guangdong
China 529000

SIMONA AMERICA Inc.
64 N. Conahan Drive
Hazleton, PA 18201
USA

МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ СБЫТА

SIMONA S.A.S. FRANCE
Z.I. 1, rue du Plant Loger
F-95335 Domont Cedex
Phone +33 (0) 1 39 35 49 49
Fax +33 (0) 1 39 91 05 58
mail@simona-fr.com
www.simona-fr.com

SIMONA UK LIMITED
Telford Drive
Brookmead Industrial Park
GB-Stafford ST16 3ST
Phone +44 (0) 1785 22 24 44
Fax +44 (0) 1785 22 20 80
mail@simona-uk.com
www.simona-uk.com

SIMONA AG SCHWEIZ
Industriezone
Bäumlimattstraße 16
CH-4313 Möhlin
Phone +41 (0) 61 8 55 90 70
Fax +41 (0) 61 8 55 90 75
mail@simona-ch.com
www.simona-ch.com

SIMONA S.r.l. ITALIA
Via Padana Superiore 19/B
I-20090 Vimodrone (MI)
Phone +39 02 25 08 51
Fax +39 02 25 08 520
mail@simona-it.com
www.simona-it.com

SIMONA IBERICA SEMIELABORADOS S.L.
Doctor Josep Castells, 26–30
Polígono Industrial Fonollar
E-08830 Sant Boi de Llobregat
Phone +34 93 635 41 03
Fax +34 93 630 88 90
mail@simona-es.com
www.simona-es.com

SIMONA-PLASTICS CZ, s.r.o.
Zděbradská ul. 70
CZ-25101 Říčany-Jažlovice
Phone +420 323 63 78 3-7/-8/-9
Fax +420 323 63 78 48
mail@simona-cz.com
www.simona-cz.com

SIMONA POLSKA Sp. z o. o.
ul. H. Kamieńskiego 201–219
PL-51-126 Wrocław
Phone +48 (0) 71 3 52 80 20
Fax +48 (0) 71 3 52 81 40
biuro@simona.pl
www.simona-pl.com

ООО «СИМОНА РУС»
Проспект Андропова, 18, корп. 6
115432 Москва
Российская Федерация
Phone +7 (499) 683 00 41
Fax +7 (499) 683 00 42
mail@simona-ru.com
www.simona-ru.com

SIMONA FAR EAST LIMITED
Room 501, 5/F
CCT Telecom Building
11 Wo Shing Street
Fo Tan
Hongkong
Phone +852 29 47 01 93
Fax +852 29 47 01 98
sales@simona.com.hk

SIMONA ENGINEERING PLASTICS TRADING (Shanghai) Co. Ltd.
Room C, 19/F, Block A
Jia Fa Mansion
129 Da Tian Road, Jing An District
Shanghai
China 200041
Phone +86 21 6267 0881
Fax +86 21 6267 0885
shanghai@simona.com.cn

SIMONA AMERICA Inc.
64 N. Conahan Drive
Hazleton, PA 18201
USA
Phone +1 866 501 2992
Fax +1 800 522 4857
mail@simona-america.com
www.simona-america.com

С появлением нового издания все предыдущие издания утрачивают силу. Окончательный вариант этой публикации можно найти на нашем интернет-сайте www.simona.de. Все данные, содержащиеся в настоящем документе, отражают современное состояние наших знаний на день опубликования и содержат информацию о нашей продукции и возможных применениях (ошибки и опечатки оговорены).