

СПРАВОЧНИК СВАРЩИКА



Сварка нелегированных и низколегированных сталей
всепоозиционными рутиловыми порошковыми проволоками

СИЛА В СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Оглавление

Введение	3	Направление сварки	18
Перед тем, как начать сварку	4	Сварка в различных пространственных положениях	19
Контактные наконечники и газовые сопла	8	Техника сварки в положении вертикаль на подъем	22
Полярность и индуктивность	10	Заполнение ширины разделки за два прохода и ниточными швами	23
Выбор параметров сварки	11	Механизированная сварка	24
Положения при сварке по ASME и EN ISO	13	Зачистка	26
Выбор диаметра проволоки	14	Возможные проблемы	27
Рекомендации по выбору сварочных параметров	16		

Марка проволоки

AWS A5.20

OK Tubrod 15.13	E71T-1C H4	E71T-1M H8
OK Tubrod 15.13S	E71T-9 H4	
OK Tubrod 15.14	E71T-1C	E71T-1M
FILARC PZ6113	E71T-1C H4	E71T-1M H8
FILARC PZ6114		E71T-1MJ H4
FILARC PZ6114S	E71T-1CJ H4	

AWS A5.29

OK Tubrod 15.17		E81T1-Ni1M
FILARC PZ6115		
FILARC PZ6116S	E81T1-K2 JH4	
FILARC PZ6138		E81T1-Ni1M JH4
FILARC PZ6138 SR		E81T1-Ni1M J
FILARC PZ6138S SR	E81T1-Ni1C J	

AWS A5.29

Dual Shield 55		E91T1-Ni1M
Dual Shield 62		E101T1-G
Dual Shield II 81-K2		E81T1-K2
OK Tubrod 15.09		E111T1-K3MJ-H4

Введение

В данном справочнике представлена информация по практическому применению представленных ниже всепозиционных рутиловых порошковых проволок производства компании ESAB. При правильном применении данные проволоки обеспечивают:

- Великолепные сварочно-технологические характеристики со струйным переносом металла во всех пространственных положениях.

- Отличный внешний вид шва с гладкой поверхностью наплавленного валика.

- Высокую производительность, особенно в положении вертикаль на подъем.

- Отличные механические свойства сварного шва при отсутствии дефектов.

- Низкое содержание диффузионного водорода в наплавленном металле.

EN ISO 17632-A		Защитный газ	
T 42 2 P C 1 H5	T 46 2 P M 1 H10	CO ₂	Ar / 15-25 CO ₂
T 46 3 P C 2 H5		CO ₂	
T 46 2 P C 2 H5	T 46 2 P M 2 H5	CO ₂	Ar / 15-25 CO ₂
T 42 2 P C 1 H5	T 46 2 P M 1 H10	CO ₂	Ar / 15-25 CO ₂
	T 46 4 P M 1 H5		Ar / 15-25 CO ₂
T 46 4 P C 1 H5		CO ₂	
EN ISO 17632-A			
T 46 3 1Ni P C 2 H5	T 46 4 1Ni P M 2 H5	CO ₂	Ar / 15-25 CO ₂
T 50 5 2Ni P M 2 H5			Ar / 15-25 CO ₂
T 46 6 1,5Ni P C 1 H5		CO ₂	
	T 50 6 1Ni P M 1 H5		Ar / 15-25 CO ₂
	T 46 6 1Ni P M 1 H5		Ar / 15-25 CO ₂
T 46 6 1Ni P C 1 H5		CO ₂	
EN ISO 18276-A			
	T 55 4 Z P M 2 H5		Ar / 15-25 CO ₂
	T 62 4 Mn1,5Ni P M 2 H5		Ar / 15-25 CO ₂
			Ar / 15-25 CO ₂
	T 69 4 2NiMo P M 2 H5		Ar / 15-25 CO ₂

Перед тем, как начать сварку

Для того чтобы в полном объеме получить все те преимущества, которые нам могут обеспечить всепозиционные рутитовые порошковые проволоки производства компании ESAB, необходимо чтобы применяемое сварочное оборудование поддерживалось в хорошем состоянии. Ниже приведен перечень того, на что необходимо обращать внимание.

Необходимо проверить

Состояние контактного наконечника и газового сопла

✓ Удалите прилипшие брызги и замените испорченный или изношенный контактный наконечник



правильно

неправильно

✓ С помощью зачистного круга придайте концу проволокопровода коническую форму, чтобы он лучше сопрягался с контактным наконечником (ESAB M8).



Проходное сечение контактного наконечника и проволокопровода должны соответствовать диаметру применяемой проволоки

✓ Убедитесь, что контактный наконечник имеет требуемые размеры и плотно вкручивается в переходник.

✓ Убедитесь, что газовое сопло не забито сварочными брызгами.



Проволокопровод

- ✓ Рекомендуется применять стальной спиральный проволокопровод.
- ✓ Убедитесь, что проходное сечение проволокопровода соответствует диаметру применяемой проволоки.
- ✓ Периодически проверяйте проволокопровод на наличие переломов и степень износа, при необходимости замените его.
- ✓ Периодически продувайте проволокопровод сжатым воздухом, предварительно выкрутив контактный наконечник.



Газ и водяное охлаждение

- ✓ Проверьте газовый и водяные разъемы на отсутствие течей.
- ✓ Убедитесь что уровень охлаждающей жидкости достаточный, а водяная помпа исправно работает.



Элементы механизма подачи

- ✓ Для предотвращения переламывания проволоки, убедитесь что направляющие втулки максимально близко придвинуты к подающим роликам. Наличие металлической стружки под подающими роликами свидетельствует о несоосности канавок роликов и направляющих втулок.



Правильно



Неправильно

Перед тем, как начать сварку

✓ Используйте плоские цилиндрические ролики с V-образными канавками.

✓ Ролики с рифлеными канавками используйте только в случаях повышенного трения в проволокопроводе, когда гладкие ролики могут проскальзывать, например, при использовании длинных горелок. Применение роликов с насечкой приводит к ускоренному износу проволокопровода и контактного наконечника.

✓ Проверьте соответствие размеров канавок диаметру применяемой проволоки.

✓ Устанавливайте правильное усилие зажатия между подающими роликами. Излишнее усилие может деформировать проволоку, что приводит к проблемам со стабильностью скорости ее подачи, а также ускоренному износу проволокопровода и контактного наконечника. Недостаточное усилие зажатия приводит к проскальзыванию подающих роликов, и как результат – нестабильность скорости подачи и пригорание проволоки к контактному наконечнику.

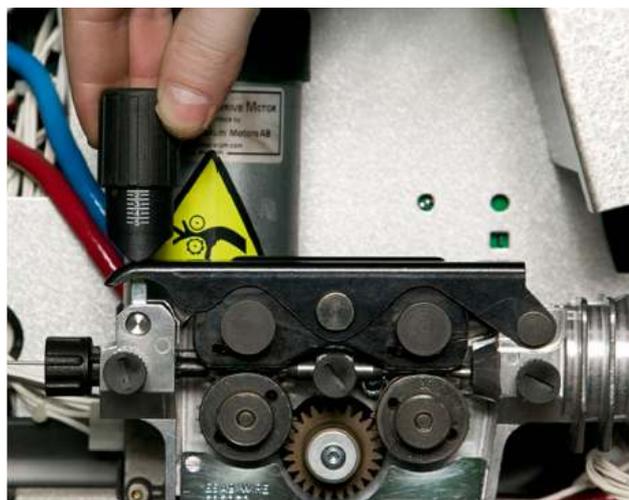
✓ Убедитесь, что проволока свободно выходит из контактного наконечника.



гладкие



рифленые



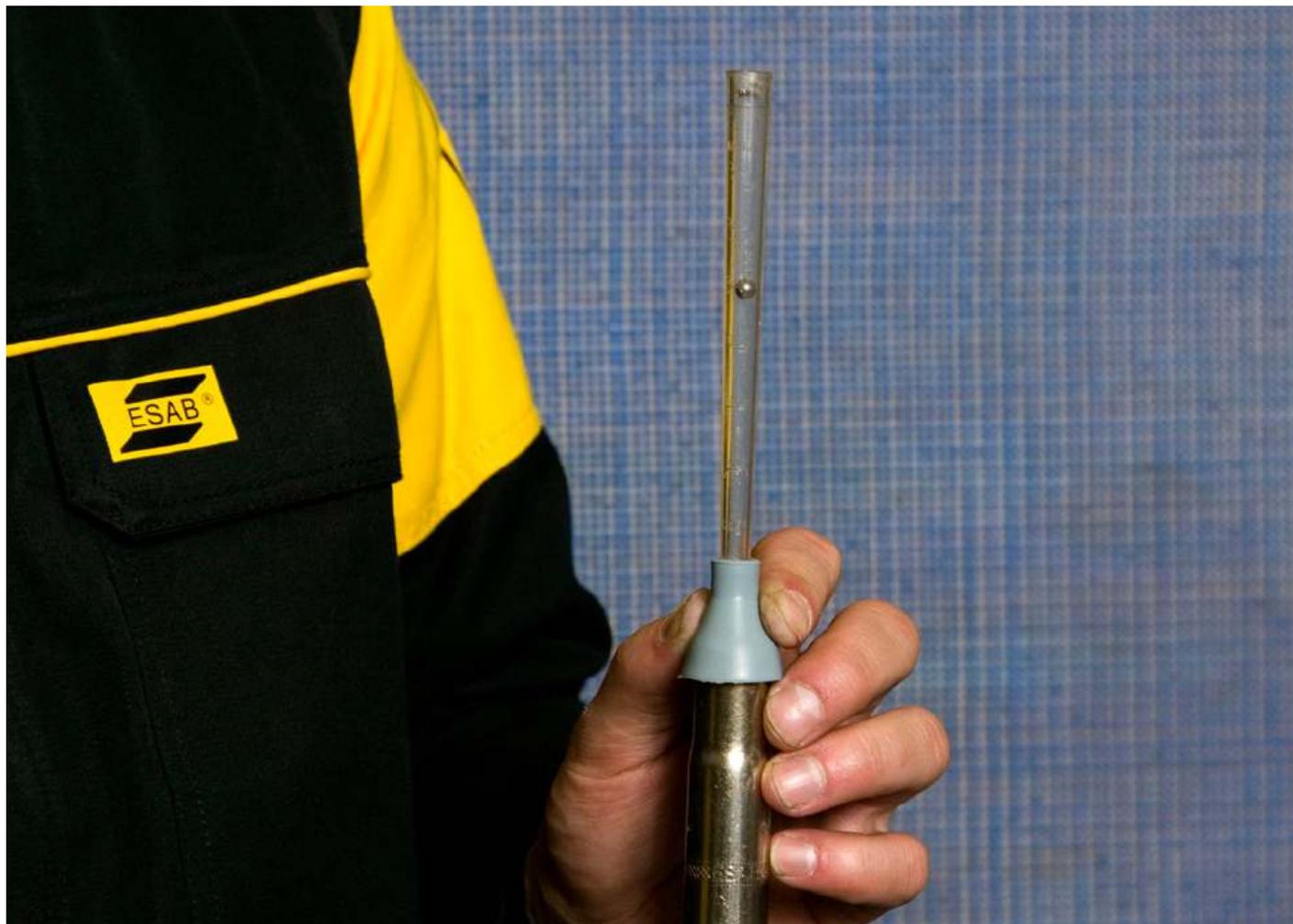
Защитный газ

✓ Убедитесь, что используемый защитный газ можно применять в сочетании с выбранной вами проволокой (стр.3). Расход газа устанавливается в пределах 15-20 л/мин.

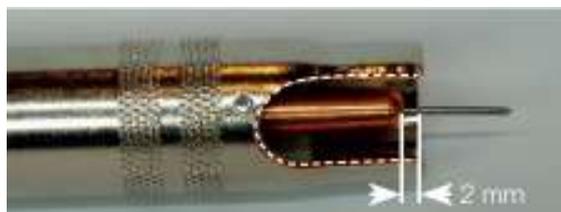
✓ При работе на открытых площадках устанавливайте расход газа 20 л/мин.

✓ Проверьте, соответствует ли расход газа из сопла требуемым значениям.

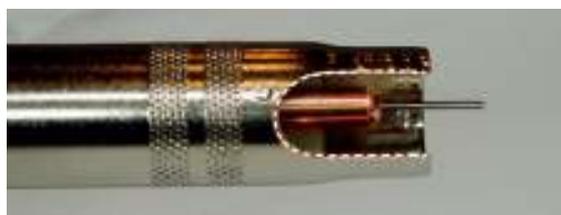
✓ Перепроверьте расход газа при переходе на сопло другого диаметра.



Контактные наконечники и газовые сопла



Правильное положение наконечника относительно среза сопла

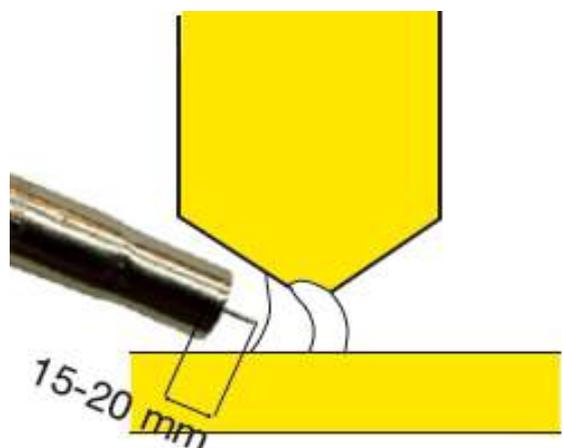


Неправильно. Наконечник глубоко утоплен в сопло



Неправильно. Наконечник выступает из газового сопла

Очень важно, чтобы правильно выдерживалось расстояние между торцом контактного наконечника и срезом газового сопла. Идеальным считается, если торец наконечника на 2 мм утоплен внутрь сопла. Его более глубокое положение может привести к тому, что сварка будет выполняться на большом вылете электрода, что может снизить сварочно-технологические свойства проволоки. Это также может привести к несплавлению и образованию шлаковых включений при сварке в узкий зазор. Выступающий за срез сопла контактный наконечник может привести к недостаточной газовой защите сварочной ванны.



Идеальный вылет электрода для проволок диаметром 1,2 и 1,4 мм (20-25 мм для \varnothing 1,6 мм)

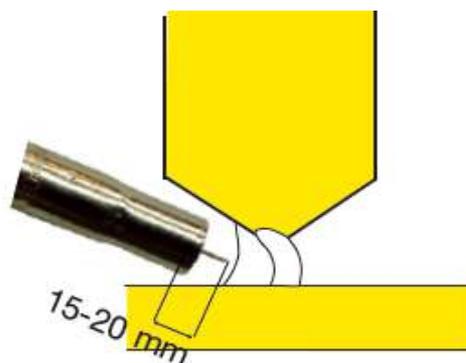
Правильный вылет электрода

Вылет электрода – это расстояние от торца контактного наконечника до свариваемой поверхности и должно выдерживаться в пределах 15-20 мм (\varnothing 1,2 и 1,4 мм). Увеличение вылета приводит к снижению сварочно-технологических характеристик проволоки, таких как укорочению дугового промежутка, увеличению размера капель, нестабильности дуги и повышенному разбрызгиванию. Кроме того, это может вызвать ухудшение газовой защиты, и, как следствие, образование пор.

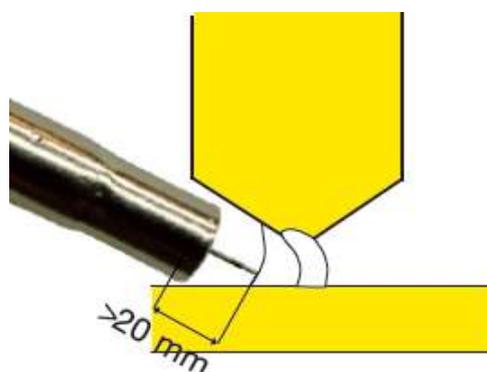
Если вылет электрода слишком мал, удлиняется дуговой промежуток, тепловложение в сварочную ванну увеличивается, из-за чего ее труднее контролировать.

Диаметр газового сопла

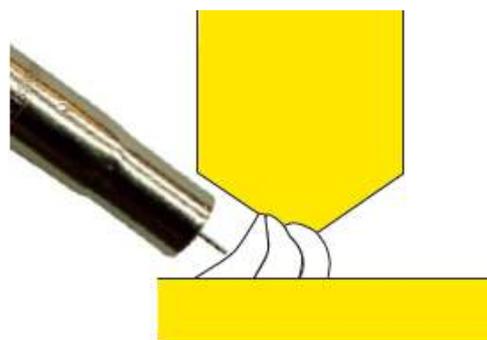
Чтобы обеспечить необходимый доступ к любому из используемых типов соединений, требуемый вылет электрода и хорошую газовую защиту, необходимо иметь набор газовых сопел различного диаметра. Сопла малого диаметра следует применять только для сварки первых корневых слоев. После этого следует вернуться к соплу стандартного диаметра, чтобы обеспечить достаточную защиту расплавленной ванны.



Правильно. Используйте сопло меньшего диаметра или конической формы для сварки первых корневых слоев.



Неправильно. Применение газового сопла стандартного диаметра при сварке в узкую разделку приводит к излишнему вылету электродной проволоки



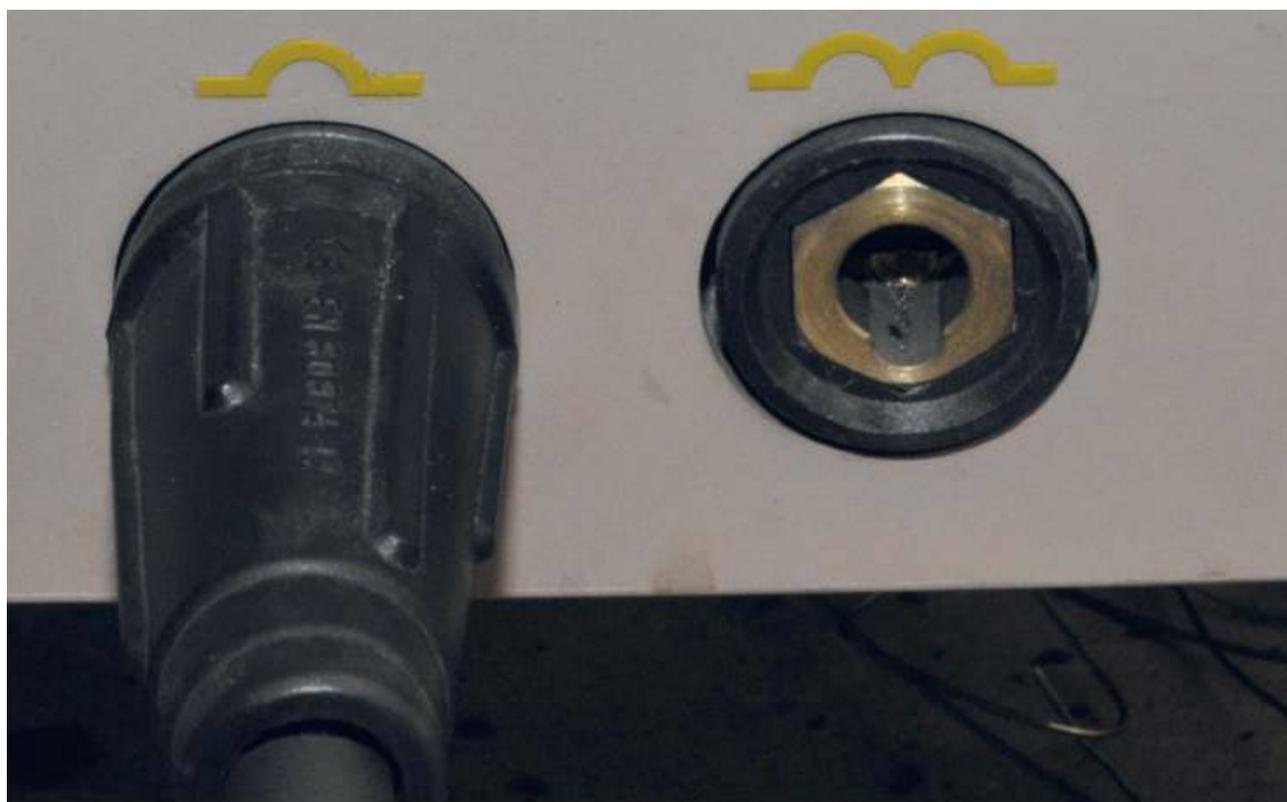
Правильно. Используйте стандартное газовое сопло для выполнения заполняющих и облицовочных проходов, что обеспечит необходимую газовую защиту сварочной ванны.

Полярность и индуктивность

Сварка всепозиционными рутитовыми порошковыми проволоками производства ESAB всегда ведется при подключении горелки на положительную клемму.

DC+ ОБРАТНАЯ ПОЛЯРНОСТЬ

Перенос металла при сварке всепозиционными рутитовыми порошковыми проволоками производства ESAB происходит в струйном режиме во всем рабочем диапазоне сварочных токов, потому индуктивность не требуется. Величину индуктивности следует установить равной нулю или подключить массу к разъему с минимальной индуктивностью.



Правильно. Подключите массу к разъему с минимальной индуктивностью

Выбор параметров сварки

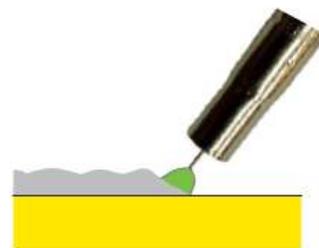
Оптимально процесс сварки происходит, когда при определенном значении сварочного тока установлено соответствующее напряжение на дуге. Сварочный ток регулируется изменением скорости подачи проволоки на подающем механизме. Напряжение на дуге регулируется изменением напряжения холостого хода (U_{xx}) на источнике питания. На стр. 16-17 приведены усредненные параметры процесса в зависимости от диаметра проволоки и положения сварки.

Как установить правильные параметры сварки

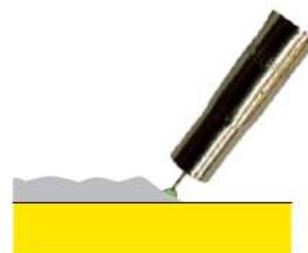
При выполнении описанной ниже процедуры очень важно выдерживать требуемую величину вылета электрода при сварке в любом пространственном положении.

- Пользуясь табл. на стр. 16-17 выбрать сварочный ток ($I_{св}$), соответствующий вашим условиям.

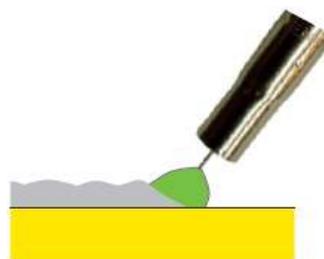
- Начать сварку с минимальных значений напряжений ($U_{д}$), предлагаемых в табл. Это связано с тем, чтобы не произошло пригорание проволоки к контактному наконечнику.



Правильно. Правильно выбранная длина дуги. Стабильная сфокусированная дуга с тихим струйным переносом присадочного металла



Неправильно. Дуга слишком короткая. Проволока погружается в сварочную ванну (стреляет). Причины – недостаточное рабочее напряжение, излишне высокая скорость подачи проволоки или большой вылет электрода.



Неправильно. Дуга слишком длинная. Широкая дуга создает риск предпосылки к получению недостаточной глубине проплавления и шлаковым включениям. Также повышается риск пригорания проволоки к контактному наконечнику. Причины – избыточное рабочее напряжение, низкая скорость подачи проволоки или слишком малый вылет электрода.

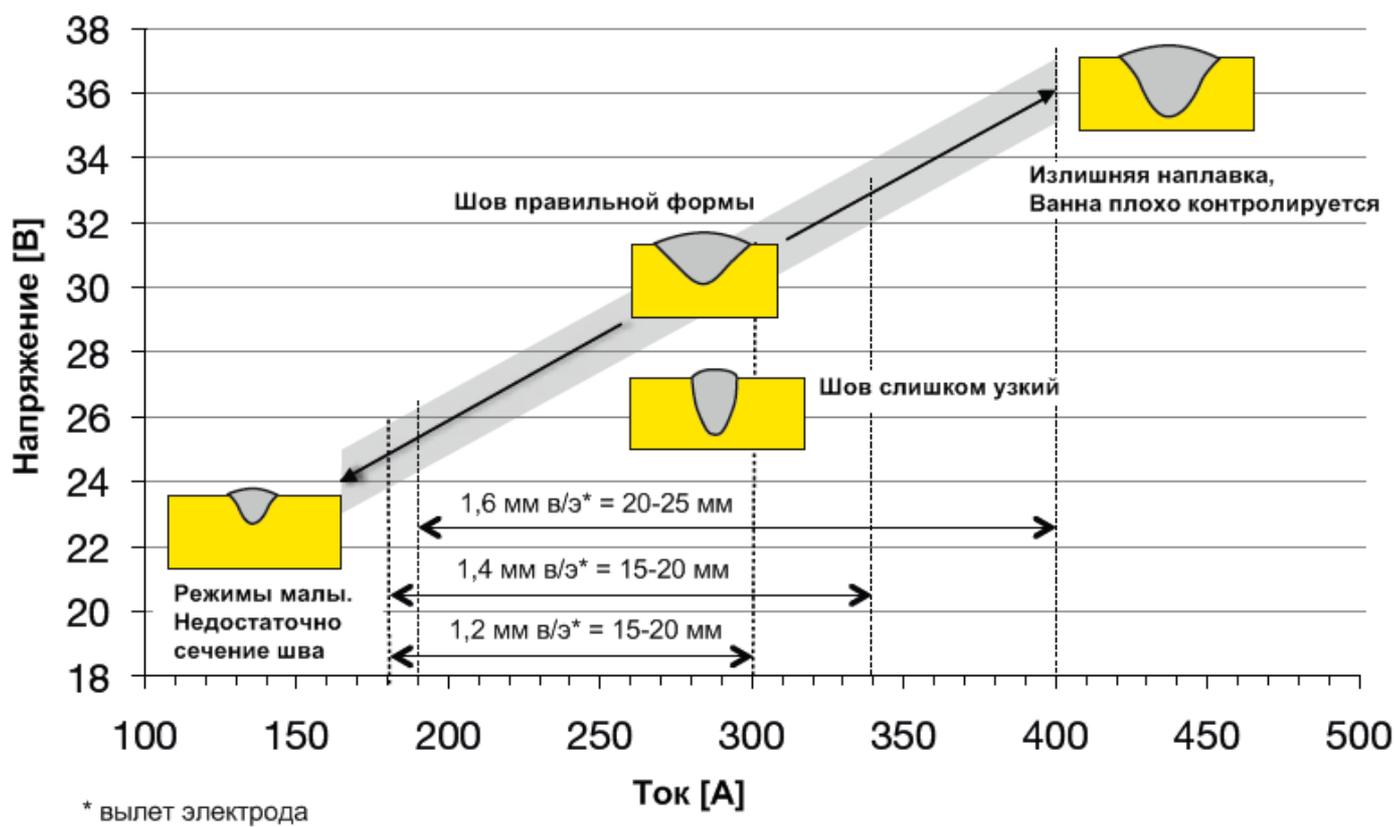
- Пошагово поднять напряжение на дуге на 1...2 В, пока она не стабилизируется – начнется мягкий струйный перенос металла с характерным шипящим звуком. При этом необходимо выдерживать требуемый вылет электрода.

- Если требуется изменить сварочный ток, например при изменении пространственного положения сварки, необходимо повторить вышеописанную процедуру.

- Параметры сварки в табл. на стр. 16-17 ориентированы на Ar/20CO₂ смесь. В случае использования в

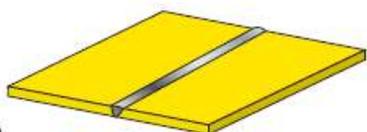
качестве защитного газа CO₂, напряжение на дуге надо поднять на 1...2 В. Следует помнить что в CO₂ дуга не такая мягкая, капли более крупные и брызг образуется несколько больше.

Примечание: Как было указано выше, вылет электрода имеет очень большое значение. Если вылет в процессе варки изменяется в больших пределах чем рекомендовано, процесс сварки становится неустойчивым. Уменьшение вылета приводит к возрастанию сварочного тока и удлинению дуги. Увеличение вылета наоборот, к падению тока и укорочению дуги.

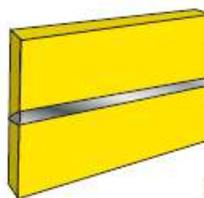


Положения при сварке по ASME и EN ISO

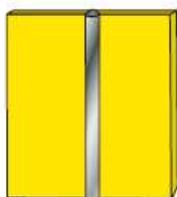
1G/PA



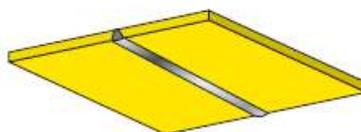
2G/PC



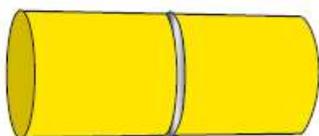
3G/PF&PG



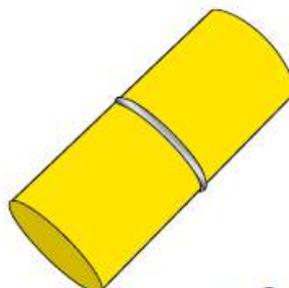
4G/PE



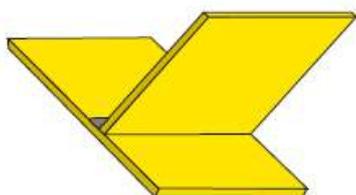
5G/PF&PG



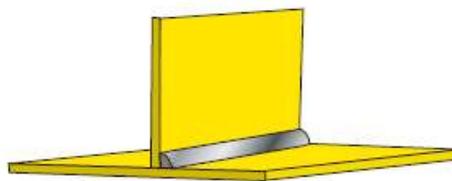
6G/HL045



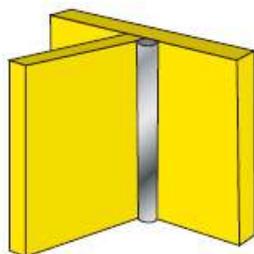
1F/PA



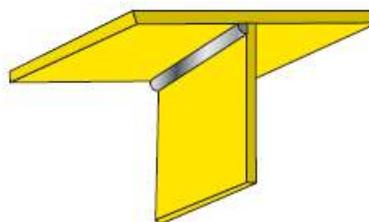
2F/PB



3F/PF&PG



4F/PD



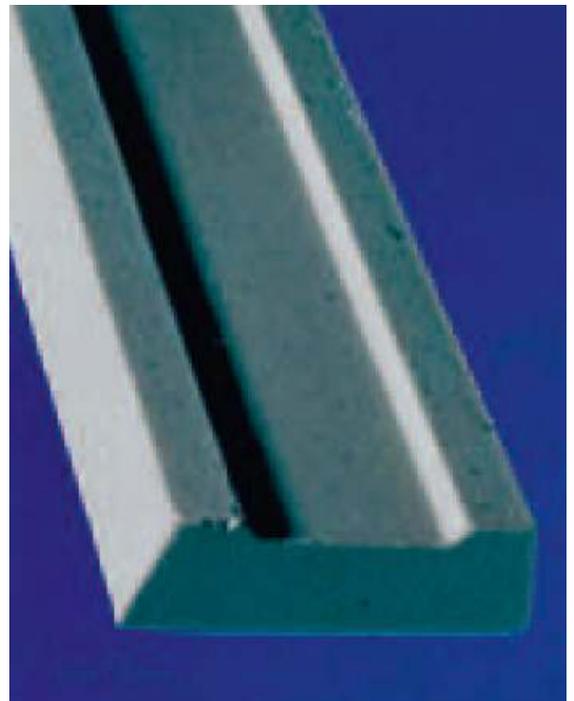
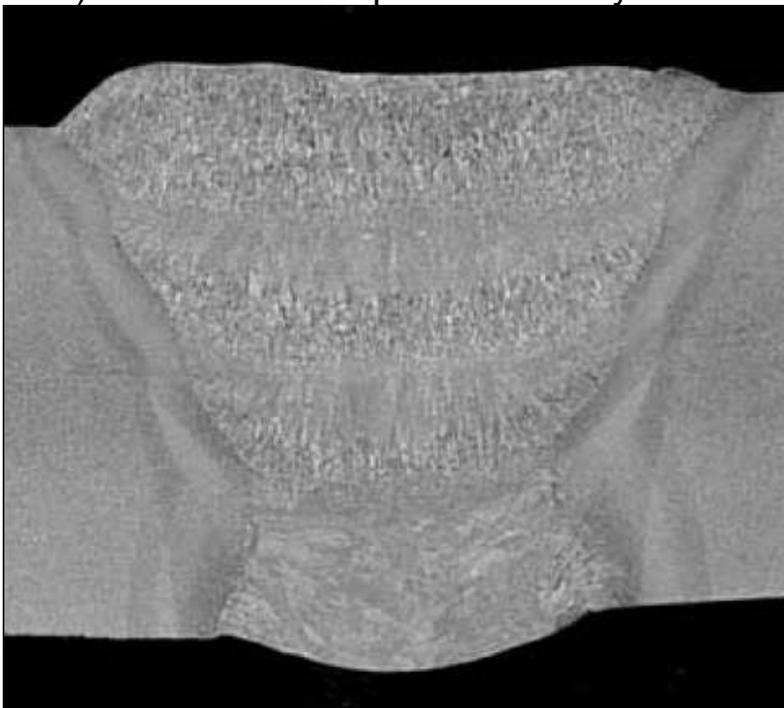
Выбор диаметра проволоки

Рутиловые порошковые проволоки диаметром 1,2-1,6 мм производства ESAB позволяют выполнять сварку во всех пространственных положениях, и подбираются исходя из толщины свариваемых деталей, разнообразия пространственных положений сварки и требований по производительности. Диаметр 1,4 мм является компромиссом между производительностью и возможностью варить в любом положении проволокой одного диаметра. В табл. на стр.15 даны рекомендации, какие диаметры, для каких пространственных положений можно применять. На практике, сваривать большие толщины (более 5 мм) в положении вертикаль на спуск

не рекомендуется из-за высокой вероятности образования трещин.

Односторонняя сварка с формированием обратного валика.

Всепозиционные рутиловые порошковые проволоки не рекомендуют применять для односторонних швов с формированием обратного валика навесу. Во многих случаях, таких как высококачественная односторонняя сварка V-образная с формированием обратного валика, экономически выгодно выполнять на керамических подкладках. Для рутиловых проволок всегда применяйте подкладки с трапецеидальными канавками.

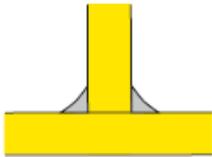
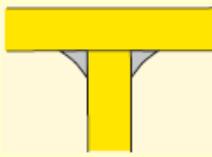
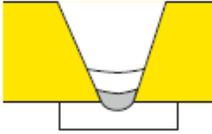
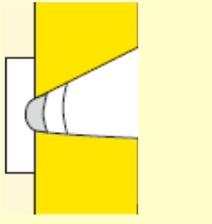
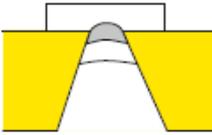
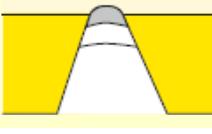
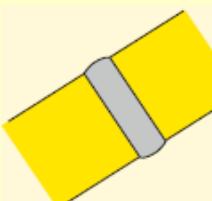


Стыковой шов, выполненный на пластине толщиной 18 мм в положении PF/3G.
Корневой проход на керамической подкладке

	Положение	ø 1,2 мм	ø 1,4 мм	ø 1,6 мм
обычно рекомендуется для:				
-	1F/PA	да ²	да	да
-	2F/PB	да ²	да	да
-	3F↑/PF	да	да	да
-	4F/PD	да	да	да
корень	1G/PA	на подкладке ¹	на подкладке ¹	не рекомендуется
заполнение	1G/PA	да ²	да	да
корень	2G/PC	на подкладке	на подкладке	не рекомендуется
заполнение	2G/PC	да	да	да
корень	3G/PF	на подкладке	на подкладке ³	не рекомендуется
заполнение	3G/PF	да	да	возможно ³
корень	4G/PE	нет	нет	нет
заполнение	4G/PE	да	да ²	не рекомендуется
корень	5G/PF	нет	нет	нет
заполнение	5G/PF	да	да ²	не рекомендуется
корень	6G/PF	нет	нет	нет
заполнение	6G/PF	да	да	не рекомендуется

1. Односторонний V-образный стык с формированием обратного валика на керамической подкладке. При сварке на токах выше 200 А возможно образование трещины вдоль оси шва, см. стр. 31.
2. На диаметрах 1,4 и 1,6 мм можно получить более высокую производительность.
3. Применение диаметра 1,2 мм предпочтительнее.

Рекомендации по выбору сварочных параметров

Положение		Ø 1,2 мм (вылет 15-20 мм)			
		I _{св} [А]	V _{пп} [м/мин]	U _д [В]*	
1F/2F		180-300	6,0-14,0	24-31	
3F/4F		180-250	6,0-10,0	23-28	
1G		корень**	180-200	6,0-8,0	23-26
		заполнение	180-280	6,0-12,0	25-31
2G		корень**	180-210	6,0-8,5	23-26
		заполнение	180-260	6,0-10,0	25-29
3G		корень**	180-220	6,0-8,5	23-27
		заполнение	180-240	6,0-9,0	24-28
4G		корень	нет		
		заполнение	180-260	6,0-10,0	24-28
5G		корень	нет		
		заполнение	180-240	6,0-9,0	24-28
6G		корень	нет		
		заполнение	180-240	6,0-9,0	24-28

*Напряжение рекомендовано для сварки в смеси Ar/20CO₂. При сварке в CO₂ напряжение на 1-2 В.

**На керамической подкладке

Ø 1,4 мм (вылет 15-20 мм)			Ø 1,6 мм (вылет 20-25 мм)		
I _{св} [А]	V _{пп} [м/мин]	U _д [В]*	I _{св} [А]	V _{пп} [м/мин]	U _д [В]*
190-340	4,5-10,5	24-32	200-400	4,5-10,5	25-35
190-240	4,5-6,0	24-28	3F: 220-250	5,0-5,8	24-28
			4F: 200-250	4,0-5,8	25-29
не рекомендуется			не рекомендуется		
190-340	4,4-10,5	24-32	210-400	4,5-10,5	25-35
180-210	4,0-5,0	23-27	190-220	3,7-5,0	25-28
190-300	4,4-8,5	24-32	210-320	4,5-8,0	25-33
180-210	4,0-5,5	23-27	не рекомендуется		
190-240	4,4-6,2	24-29	220-250	5,0-6,0	24-28
не рекомендуется			не рекомендуется		
190-240	4,5-6,0	24-28	не рекомендуется		
не рекомендуется			не рекомендуется		
190-240	4,5-6,0	24-28	не рекомендуется		
не рекомендуется			не рекомендуется		
190-240	4,5-6,0	24-28	не рекомендуется		

Направление сварки

Чтобы обеспечить хорошее проплавление и исключить вероятность образования шлаковых включений необходимо:

Всегда сварку выполнять углом назад

С точки зрения ведения процесса, выполнять сварку углом вперед несколько проще, однако при этом получаемое проплавление может оказаться недостаточным. При этом также, шлак может не успеть всплыть из кристаллизирующейся сварной ванны в полном объеме, образуя шлаковые включения и несплавления. Аналогичную картину можно получить, если варить углом назад, но при этом горелку держать под слишком малым углом наклона.



Правильно: сварка углом назад с наклоном горелки 70-80°



Неправильно: сварка углом вперед



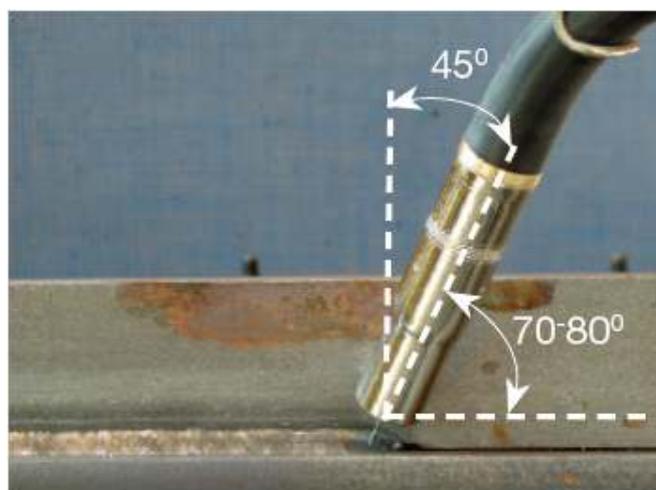
Неправильно: сварка углом назад, но угол наклона горелки слишком мал

Сварка в различных пространственных положениях

Ниже описаны типичные ситуации, при которых даны рекомендации, как правильно держать горелку относительно стыка, чтобы избежать образования сварочных дефектов.

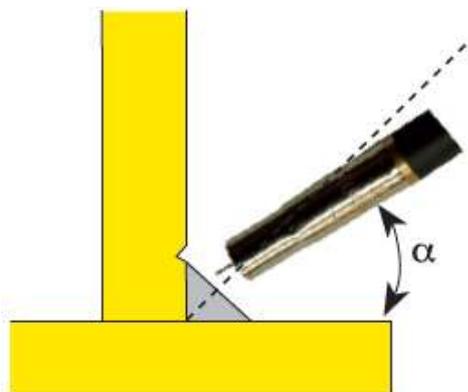
2F/PB – угловой шов, сварка в угол

На фото показано идеальное положение горелки относительно стыка при технике сварки углом назад. Однако, при сварке в данном положении, могут получаться дефекты типа подрезов и наплывов, причины образования которых рассмотрены ниже



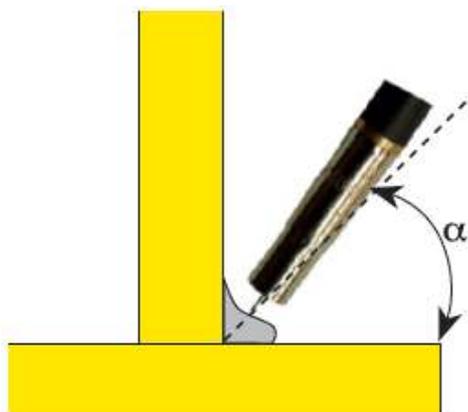
Подрез:

- Слишком высок сварочный ток
- Слишком высоко напряжение на дуге
- Велика скорость сварки
- Дуга направлена на вертикальную стенку
- Мал угол наклона (α) горелки



Наплыв:

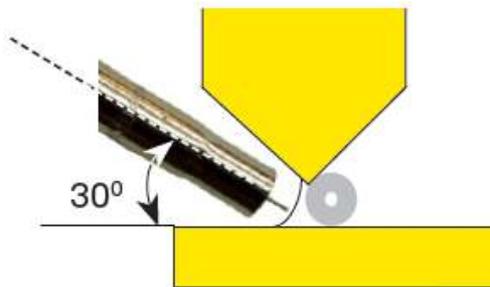
- Слишком высок сварочный ток
- Слишком высоко напряжение на дуге
- Велик угол наклона (α) горелки
- Большой объем металла наплавляется за один
- Мала скорость сварки



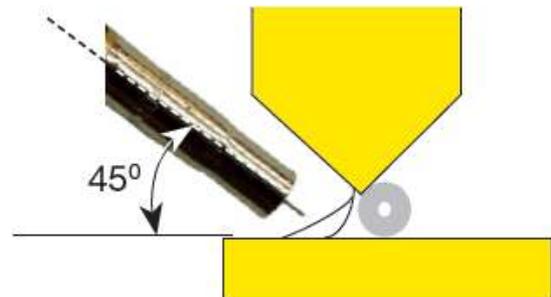
2G/PC – горизонтальный шов на вертикальной плоскости

Правильность положение горелки зависит от толщины свариваемых деталей и угла разделки. Если невозможно расположить горелку под оптимальным углом, рекомендуется увеличить угол разделки или величину зазора в корне шва.

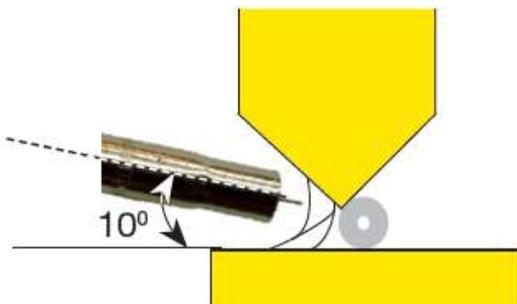
Всегда следует выдерживать угол наклона горелки $70-80^{\circ}$ относительно стыка, а сварку вести углом назад, как рекомендовано на стр.18. Следует выдерживать стабильную скорость сварки, чтобы наплаваемый валик был одинакового сечения в любой точке шва, и не образовывалось наплывов.



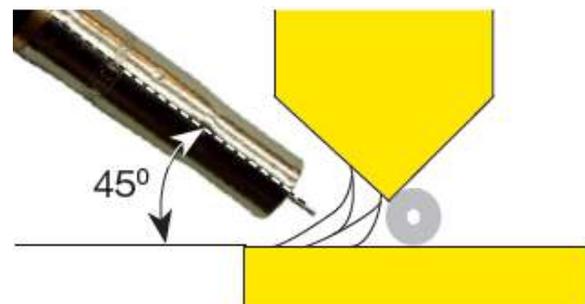
А. Корневой шов выполняется на круглой керамической подкладке. Избегать большого объема наплавленного металла.



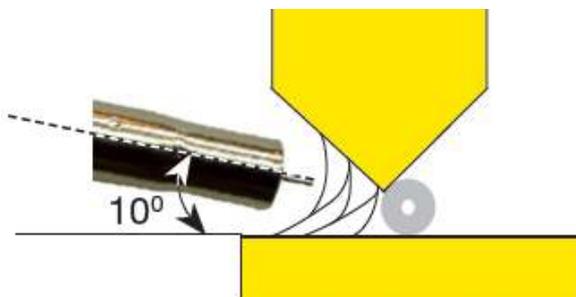
Б. На 2-м проходе наплавка выполняется на горизонтальную плоскость



В. 3-й проход наплавляется на второй слой.



Г. 4-ым проходом наплавляем валик так, чтобы на него можно было наплавить следующий слой.



Д. 5-й проход. Далее по тому же принципу идет последовательное заполнение разделки до тех пор, пока она не будет полностью заполнена с двух сторон.

Избегайте образования наплыва

Обычно наплыв образуется из-за:

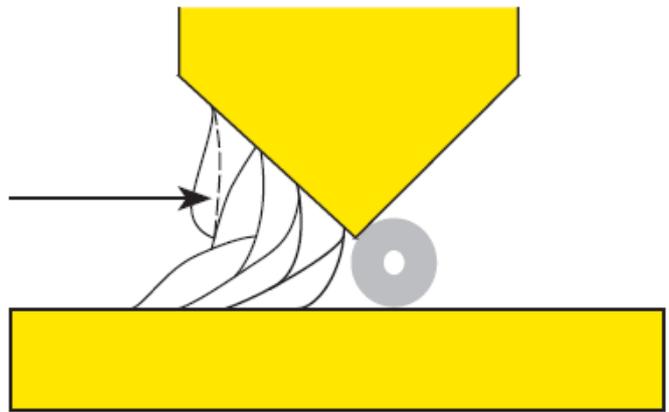
- Слишком малой скорости сварки
- Неправильного угла наклона горелки
- Слишком высокого сварочного тока
- Неправильной последовательности наложения наплаваемых валиков

Чтобы предотвратить образование дефектов на последующих проходах, наплыв необходимо зачистить. Чтобы избежать наплыва, наплаваемые валики должны быть максимально плоскими.

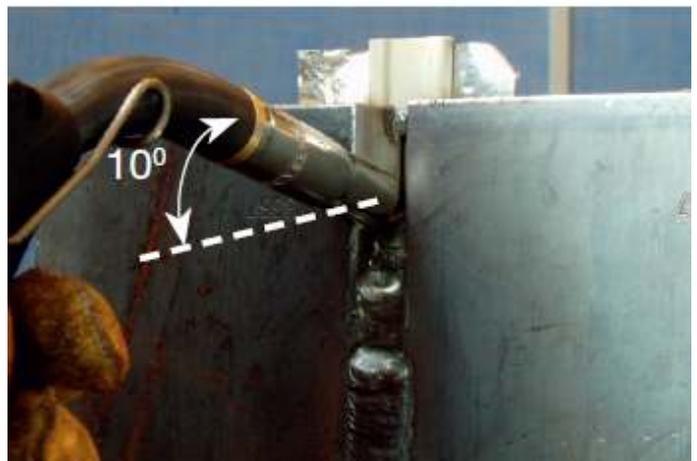
3G↑/3F↑/PF – вертикаль на подъем

Всепозиционными порошковыми проволоками производства ESAB можно выполнять угловые швы катетом до 4 мм без поперечных колебаний на скорости сварки до 18 см/мин.

При сварке стыковых швов, корневой проход выполняют на керамических подкладках с трапецевидальной канавкой. Угол разделки должен обеспечивать свободный доступ к корневой зоне. Если доступ ограничен, необходимо использовать газовое сопло для сварки в узкую разделку.



Следует избегать образования наплывов, однако если это случилось, необходимо его счистить до уровня, указанного пунктирной линией.



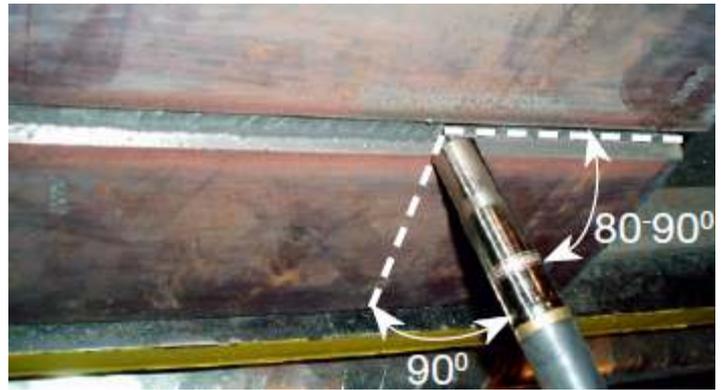
Корневой проход



Заполнение

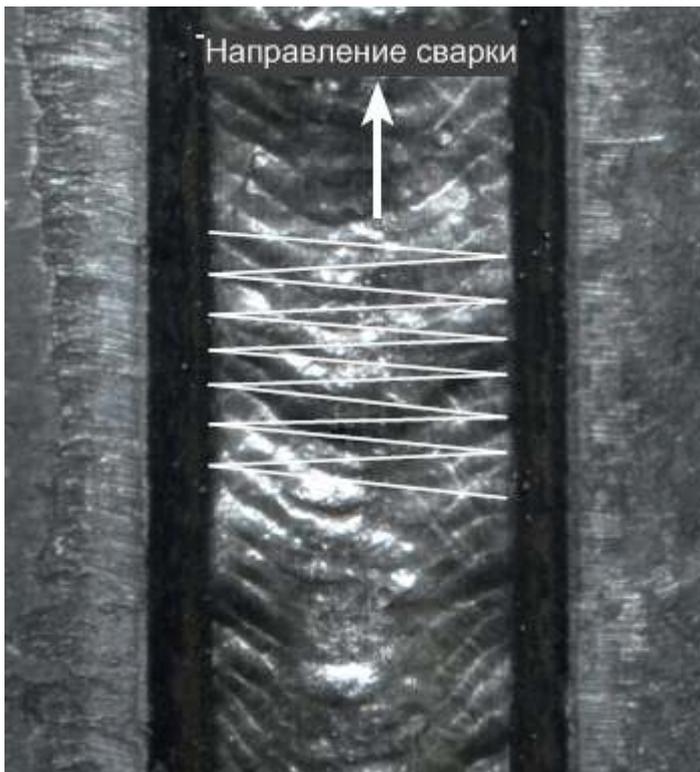
4G/PE 4F/PD – потолочное положение

Корневой проход выполняйте штучным покрытым электродом, а заполнение всепозиционными рутитовыми порошковыми проволоками производства ESAB. На фото показано оптимальное положение горелки относительно стыка.



Техника сварки в положении вертикаль на подъем

Поперечные колебания на всю ширину разделки



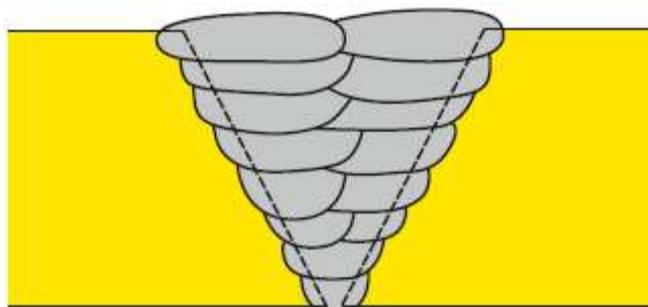
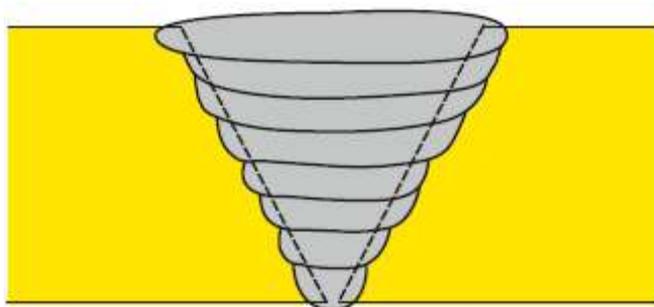
Обычно всепозиционные рутитовые порошковые проволоки производства ESAB позволяют выполнять сварку с колебаниями на всю ширину разделки. Однако следует обращать внимание на величину удельного тепловложения, т.к. при его чрезмерном повышении можно потерять требуемые свойства сварного соединения по ударной вязкости.

Техника сварки с поперечными колебаниями заключается в прямолинейных перемещениях горелки поперек шва от кромки до кромки с небольшими перемещениями вверх по направлению сварки.

Заполнение ширины разделки за два прохода и ниточными швами

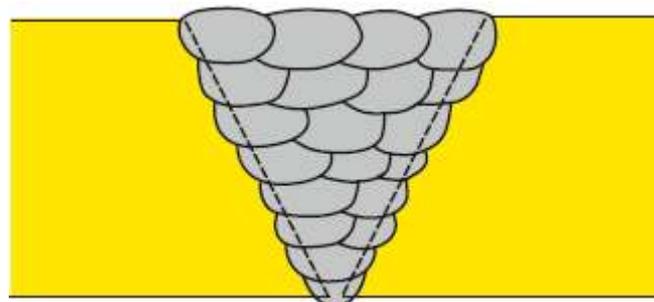
Технику заполнения разделки в два валика или ниточными швами следует применять для изделий, к которым предъявляются жесткие

требования по ударной вязкости при отрицательных температурах, например для оффшорных конструкций.



Поперечные колебания на всю ширину разделки: высокое удельное тепловложение

Заполнение разделки в два валика: среднее удельное тепловложение



Без колебаний ниточными швами: минимальное удельное тепловложение

	удельное тепловложение
Поперечные колебания на всю ширину разделки	2,5-3,5 кДж/мм
Заполнение разделки в два валика	1,5-2,5 кДж/мм
Без колебаний ниточными швами	1,0-1,5 кДж/мм

Механизированная сварка

Механизация процесса сварки при использовании всепозиционных рутиловых порошковых проволок производства ESAB является основным путем повышения производительности сварочных работ. Она позволяет повысить сварочный ток и скорость сварки до значений неприемлемых для условий ручной сварки, а также избавиться от тяжелого монотонного труда. ESAB предлагает линейку оборудования для механизации MIG-MAG и FCAW процессов сварки, состоящую из:

- ESAB Miggytrac для сварки в нижнем положении
- ESAB Railtrac для сварки в нижнем и вертикальном положениях
- ESAB Railtrac Orbital для сварки кольцевых швов



ESAB Miggytrac.



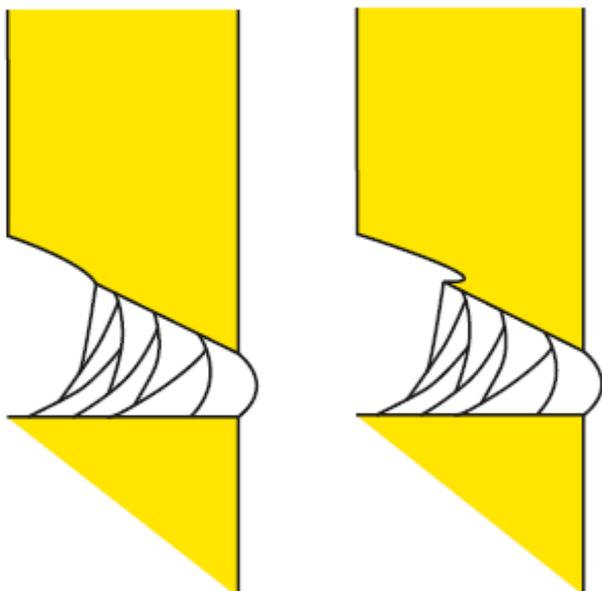
ESAB
Railtrac.



ESAB Railtrac
Orbital для
сварки
кольцевых
швов

Зачистка

Зачистку следует применять, когда требуется убрать наплыв или необходимо скорректировать форму слишком выпуклого шва. Следует удалять только явно выраженные неровности, избегая получения глубоких зарезов. Они могут стать причиной образования шлаковых включений и несплавлений при выполнении последующих проходов.



Правильно

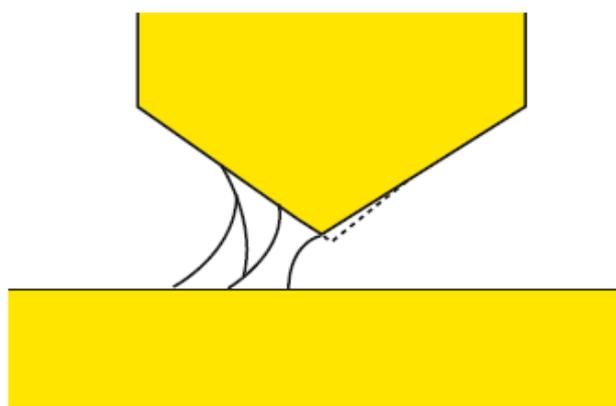
Неправильно



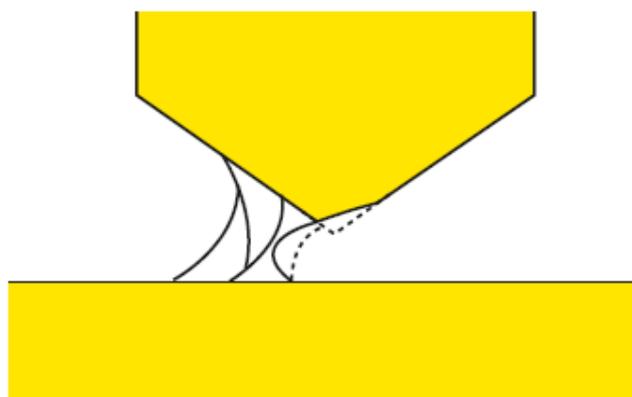
Всегда зачищайте места зажигания и гашения дуги

Зачистка корня шва

Когда выполняется сварка двухстороннего шва, перед тем как начинать выполнять первый проход с другой стороны, убедитесь, что корневой проход с первой стороны зачищен до металлического блеска.



Правильно



Неправильно

Зачистной круг врезался в корневой шов, образовав глубокую штробу. Как правило, подобный глубокий паз труднодоступен для горелки.

Возможные проблемы

Проблемы процесса сварки

Использование соответствующего оборудования, которое поддерживается в рабочем состоянии и хорошая подготовка сварщика значительно снижают вероятность получения дефектов, однако полностью их исключить не удастся. В этом случае понимание сварщиком наиболее частых причин их возникновения позволит быстро справиться с возникшей проблемой. Ниже приведен перечень наиболее часто встречающихся проблемы сварки и причины их возникновения.

Нестабильность процесса сварки

Вероятные причины

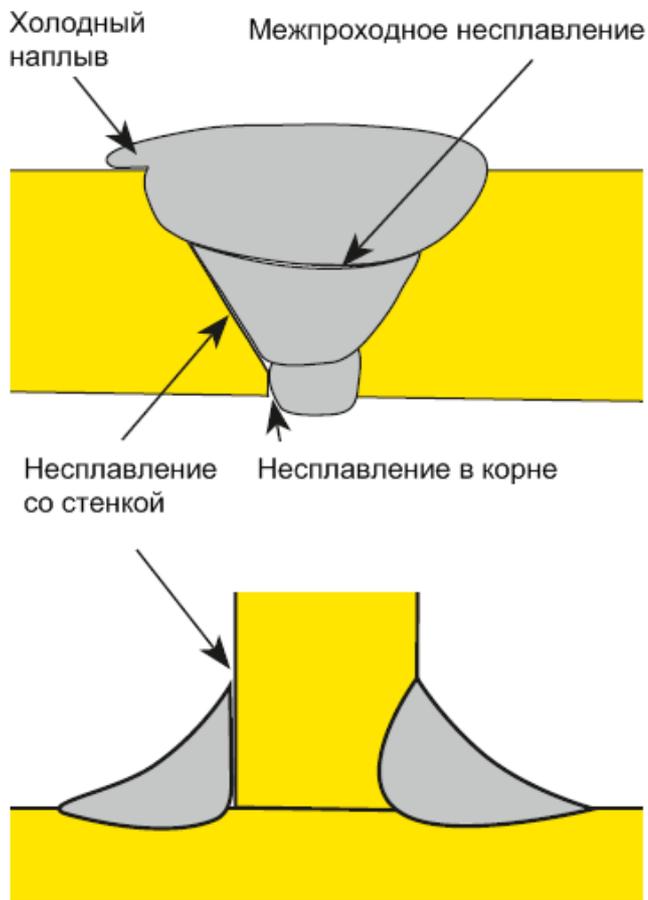
- | | |
|--|--|
| 1. Проволока «стреляет» | - неправильно выбраны параметры сварки |
| 2. Проволока пригорает к контактному наконечнику | - перетянут тормоз ступицы катушки
- неправильно установлены параметры сварки
- изношенный/испорченный контактный наконечник
- неправильно установлено время задержки отключения напряжения при гашении дуги |
| 3. Повышенное брызгообразование | - неправильно установлены параметры сварки
- не тот защитный газ
- неправильно установлен расход газа
- нестабильная работа подающего механизма
- изношенный/испорченный контактный наконечник |
| 4. Нестабильная работа подающего механизма | - подающие ролики слабо зажаты, проволока проскальзывает
- подающие ролики сильно зажаты, проволока деформируется
- изношены подающие ролики
- несоосность роликов и направляющих втулок
- изношен или испорчен проволокопровод
- неправильный тип/размер проволокопровода
- неправильный размер контактного наконечника
- изношенный/испорченный контактный наконечник
- перетянут тормоз ступицы катушки
- ослаблен тормоз ступицы катушки (проволока запутывается) |
| 5. Нестабильная дуга | - неправильные параметры сварки
- нестабильная работа подающего механизма
- неправильно установлен расход газа
- магнитное дутье из-за плохого контакта клеммы «земля» |

Возможные проблемы

Дефекты сварки

Дефекты несплавления

Ниже представлен ряд наиболее характерных дефектов сварного соединения, связанных с несплавлением, но все они связаны с отсутствием сплавления металла шва с основным металлом или между проходами. Типичные виды несплавлений показаны на V-образном стыковом шве. Их также можно встретить и на других типах стыковых соединений. Также показан характерный дефект несплавления со стенкой в угловом соединении.



Дефекты несплавления

Возможная причина

Общие:

- Слишком высокая скорость сварки
- Неправильно подобраны параметры сварки
- Сварка ведется углом вперед

Несплавление в корне шва*

Угловой шов: несплавление с вертикальной стенкой

- Горелка сильно повернута на горизонтальную стенку

Способ устранения

- снизить скорость перемещения / увеличить время задержки дуги на кромках
- откорректировать параметры
- варить углом назад с углом наклона горелки 70-80°

- увеличить зазор в корне стыка

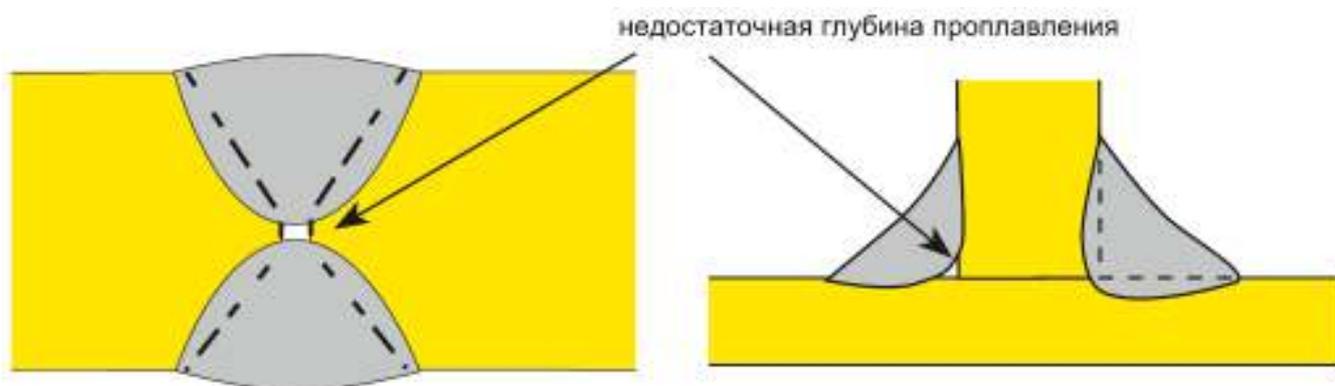
- изменить ориентацию горелки

* Для односторонней сварки рекомендуется применять керамические подкладки, см. стр.14

Непровар в корне шва

Ниже показано как металл шва недостаточно проник в корневую

зону сварного стыка. Представлены два вида непроваров.



Недостаточная глубина проплавления

Возможная причина

Способ устранения

Общие:

- Мал сварочный ток
- Велико напряжение на дуге
- Слишком высокая скорость сварки
- Слишком низкая скорость сварки
- Сварка ведется углом вперед
- Угол наклона горелки слишком мал

- увеличить скорость подачи проволоки и поднять рабочее напряжение
- снизить рабочее напряжение
- снизить скорость перемещения
- увеличить скорость перемещения, при данной скорости шлак опережает расплавленную сварочную ванну
- варить углом назад
- задать правильный угол наклона горелки α , см. стр. 21; дуга должна гореть на головную часть ванны

Стыковой шов – неправильная разделка кромок

- Мал зазор в корне шва
- Угол раскрытия кромок слишком мал

- увеличить зазор
- уменьшить притупление
- увеличить угол раскрытия разделки

Возможные проблемы

Поры

Возможная причина

- Ветер / сквозняк
- Краска, жир или грязь
- Газовое сопло забито брызгами
- Газовое сопло деформировано
- Газовое сопло слишком мало
- Избыток / недостаток расхода защитного газа
- Утечка защитного газа из системы
- Утечка охлаждающей жидкости из водоохлаждаемой горелки
- Плохая защита зоны сварки

Способ устранения

- закрыть окно или дверь; при работе на открытом пространстве использовать защитные тенты
- очистить и обезжирить листы в зоне сварки
- очистить / заменить сопло
- заменить сопло
- использовать сопло большего размера
- установить требуемый расход
- проверить расход газа на выходе из сопла; найти утечку, опрессовав систему воздухом
- проверить герметичность соединений
- велико расстояние от контактного наконечника до сварочной ванны: откорректировать положение горелки

Шлаковые включения

Шлаковые включения образуются в случаях, когда расплавленный шлак двигается впереди сварочной дуги и захватывается кристаллизующейся сварочной ванной. Всепозиционные рутитовые порошковые проволоки имеют склонность к образованию таких включений, т.к. их шлак является быстротвердеющим, что необходимо для того чтобы удерживать от стекания ванну большого размера.

Наиболее опасными с точки зрения зашлаковок являются сварочные положения 1G/PA и 2G/PC, особенно при сварке в разделку с малым углом раскрытия.

Особенно важно держать под контролем величину проплавления. Для того чтобы добиться требуемого проплавления, необходимо выдерживать требуемый вылет электрода и длину дуги. Если напряжение на дуге избыточно и/или вылет электрода будет слишком мал, глубина проплавления может падать. Скорость сварки также является значимым параметром, влияющим на величину проплавления, и она должна быть достаточной, чтобы избежать образование слоя расплавленного шлака перед дугой в головной части сварочной ванны (в положениях 1G и 2G) и образования наплыва (в положении 2G).

Шлаковые включения

Возможная причина

- Слишком мал сварочный ток
- Напряжение на дуге слишком велико
- Скорость сварки мала

- Сварка ведется углом вперед
- Угол наклона горелки слишком мал

- Слишком выпуклый шов

Способ устранения

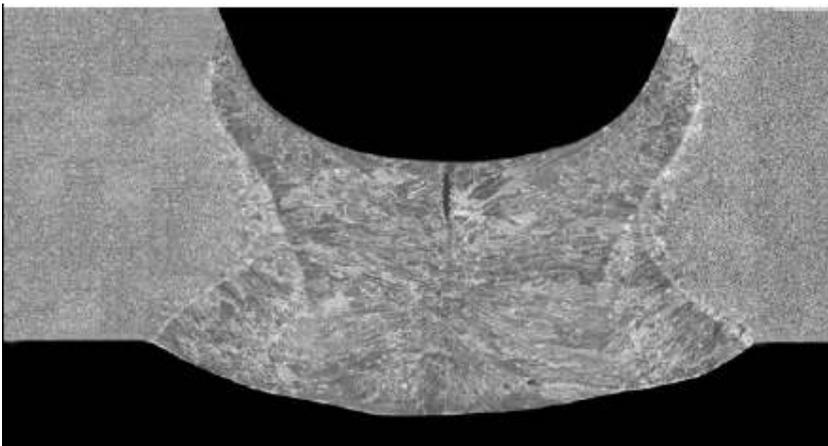
- увеличить ток сварки
- понизить напряжение на дуге
- увеличить скорость сварки; избегать попадания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны
- варить углом назад
- держать горелку под углом $70-90^{\circ}$ к изделию в зависимости от положения сварки; избегать попадания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны
- увеличить рабочее напряжение или варить с поперечными колебаниями горелки

Осевая трещина при сварке на керамической подкладке

Когда корневой проход выполняется на керамической подкладке, в положении 1G/PA существует вероятность образования осевой горячей трещины. Если сварочный ток или напряжение на дуге слишком велики, на вогнутой поверхности сварного шва под воздействием

растягивающих напряжений может образовываться осевая трещина. Чтобы избежать ее образования, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- Угол раскрытия кромок разделки должен составлять $50-60^{\circ}$ при корневом зазоре 4-5 мм
- Применять керамические подкладки с трапециевидальной канавкой. Ширина канавки должна быть около 15 мм
- Для того чтобы получить ровную или слегка вогнутую поверхность шва, на корневом проходе необходимо устанавливать ток сварки не более 200 А (\varnothing 1,2 мм) и не очень высокое напряжение на дуге



Осевая трещина. Получение правильного корневого шва на керамической подкладке см. стр. 14

Мировой лидер в оборудовании и технологиях по сварке и резке.

Компания ESAB работает на передовой линии в области технологий сварки и резки металла. Более чем столетний опыт и постоянное усовершенствование продукции и технологий позволяет нам идти в ногу с техническим прогрессом в каждом направлении, которым занимается компания ESAB.

Стандарты качества и экологические нормативы

Три ключевых момента в деятельности компании: качество, экология и безопасность. ESAB является одной из немногих компаний в мире, продукция которой отвечает стандартам ISO14001 и OHSAS 18001 в части систем экологического менеджмента, а также в области

управления охраной здоровья и безопасностью персонала. Это относится ко всем производственным предприятиям компании ESAB.

С точки зрения ESAB качество – это непрерывно развивающийся процесс, который является сутью нашего производства в международном масштабе. Производственные мощности во всех странах мира, местные представительства и международная сеть независимых дистрибьюторов гарантируют нашим клиентам высокое качество и богатый опыт ESAB в области производства материалов и технологий, независимо от того, где находятся наши клиенты.

За дополнительной информацией обращайтесь в офисы ООО «ЭСАБ».

Москва т.+7 (495) 663 20 08, ф. 663 20 09,
Санкт-Петербург т. +7 (812) 336 70 80, ф. 336-70-62,
Екатеринбург т. +7(343) 220 10 07, 220 12 95, 220 13 03, ф. 220 11 57,
Казань т/ф +7(843) 291 75 37; 291 75 38,
Нижний Новгород т./ф. +7 (831) 278 00 03,
Орел моб. т. +7 (919) 209 52 15,
Ростов-на-Дону т./ф. +7 (8632) 95 03 85,
Южно-Сахалинск т./ф. +7 (4242) 45 35 06,
Киев т. +38 (044) 593 86 08, ф. 593 86 07,
Алматы т. +7 (727) 259-86-60, ф. 727 259 86 61,
Минск т. +375 (17) 328 60 49, ф.328 60 50
e-mail esab@esab.ru Полный список дистрибьюторов на www.esab.ru

