

ЭСАБ Москва
ул. Усачева, 35
119048 Москва
РОССИЯ

Телефон: (095) 246 8906, 244 1598
Телекс: 413743 ESAB SU
Факс: (095) 246 8906

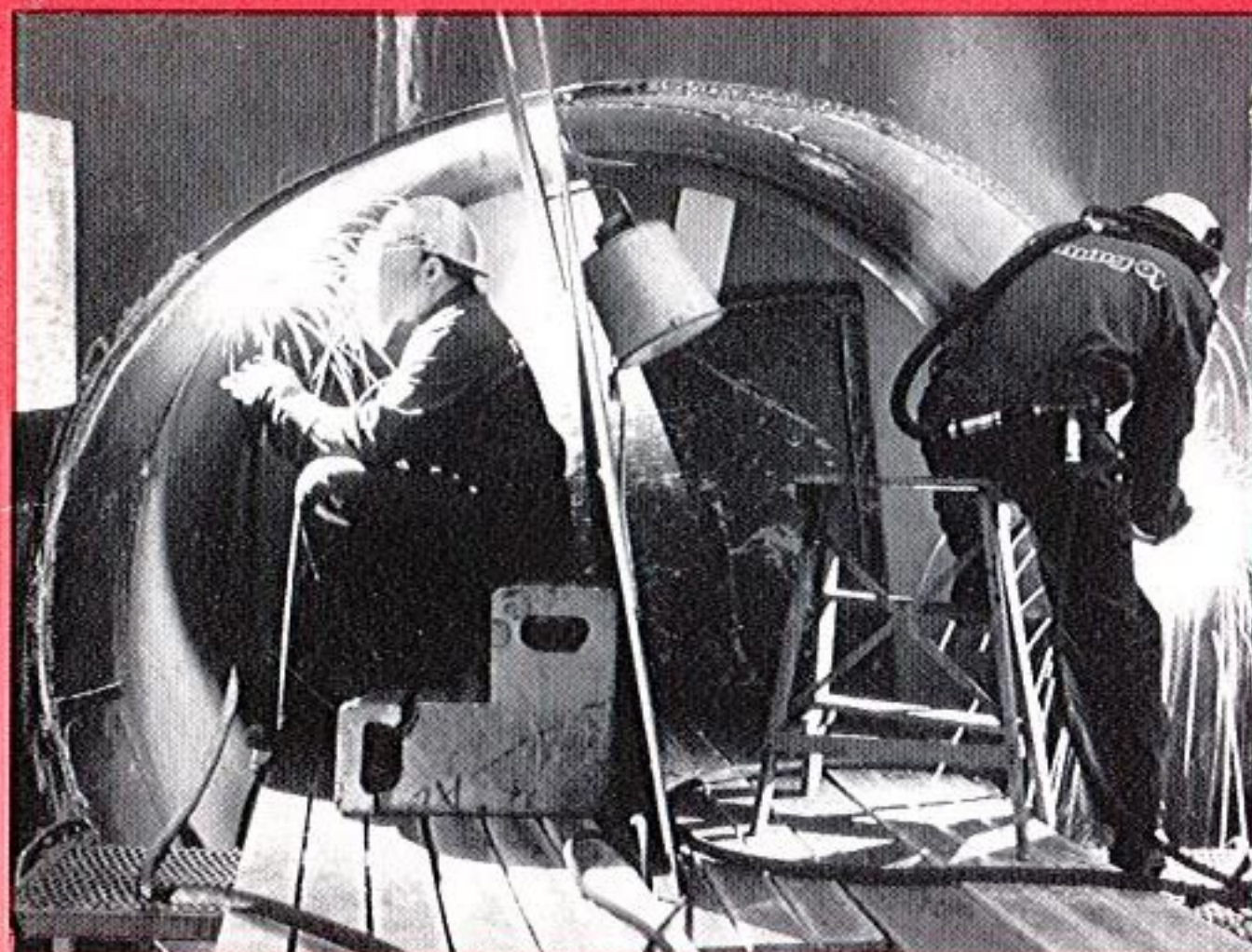
ЭСАБ Санкт-Петербург
наб. реки Мойки, 97
190000 Санкт-Петербург
РОССИЯ

Телефон: (812) 312 7002
Факс: (812) 311 0990

Издатель:
ФИЛАРК Велдинг Индастриз Б.В., Утрехт, Нидерланды

Отпечатано в Нидерландах
CW-WG2-9502/11

Руководство Для Сварщиков **Книга No 2**



FILARC PZ6113 **Рутиловая порошковая проволока** **и её модификации**

Рутиловые порошковые проволоки с высокими
сварочными характеристиками для
высокопроизводительной сварки во всех положениях.

Концерн ЭСАБ

FILARC

Следуя политике постоянного совершенствования своих сварочных материалов фирма ФИЛАРК оставляет за собой право изменять приведенные в этой книга данные без предупреждения.

Руководство по сварке ФИЛАРК дает практическую информацию по применению порошковых и металлопорошковых проволок. Данные, приведенные в руководстве, помогут сварщику выбрать требуемые режимы сварки, что обеспечит эффективное использование порошковых проволок ФИЛАРК с оптимальной производительностью и позволит избежать дефектов. Руководство будет полезно как для сварщиков, освоивших сварку порошковыми проволоками, так и для сварщиков, только осваивающих её. Полезную информацию найдут для себя также инженеры по сварке, внедряющие этот процесс сварки, инструкторы и мастера. Руководство улучшит качество сварки с применением порошковых и металлопорошковых проволок ФИЛАРК.

Это руководство содержит практическую информацию по применению проволоки **FILARC PZ6113** и её модификаций с одинаковыми сварочными характеристиками. Для более детальной информации по флюсам и металлонаполненным порошковым проволокам **FILARC** - см. отдельный каталог.

Нелегированные стали	Диаметр, мм	AWS A5.20
FILARC PZ 6113	1,2; 1,4; 1,6	E71T-1
FILARC PZ 6113S	1,2; 1,6	E71T-1
FILARC PZ 6114	1,2; 1,4; 1,6	E71T-1
FILARC PZ 6114S	1,2; 1,4; 1,6	E71T-1
Хладостойкие стали		AWS A5.29
FILARC PZ6115	1,2; 1,6	E81T1-Ni2
FILARC PZ6116S	1,2; 1,6	E81T1-K2
FILARC PZ6138	1,2; 1,6	E81T1-Ni1
Легированная сталь		AWS A5.29
FILARC PZ6112	1,2	E71T1-G
Ползучестойкие стали		AWS A5.29
FILARC PZ6222	1,2	E81T1-A1

Характерные особенности

FILARC тип	Защитный газ	Ударная вязкость
PZ6112	CO ₂ или Ar/CO ₂	-20°C
PZ6113	CO ₂ или Ar/CO ₂	-20°C
PZ6113S	CO ₂	-30°C
PZ6114	Ar/CO ₂	-40°C
PZ6114S	CO ₂	-40°C
PZ6115	Ar/CO ₂	-50°C
PZ6116S	CO ₂	-40°C (CTOD испыт.)
PZ6138	Ar/CO ₂	-40°C (CTOD испыт.)
PZ6222	Ar/CO ₂	+20°C

Введение

FILARC PZ6113 представляет семейство рутиловых порошковых проволок для сварки во всех пространственных положениях и обладающих отличными сварочными характеристиками, высокой производительностью и отличным внешним видом шва. Струйный перенос при сварке во всех положениях и хорошая растекаемость ванны делают эти проволоки очень популярными среди сварщиков. Валик сварочного шва получается ровным, что обеспечивает высокую усталостную прочность. Производительность особенно высока при сварке в различных пространственных положениях. Так, при сварке в положении 3G производительность равна 3,5кг/час. Все модификации позволяют с большой производительностью варить корневой шов на керамических подкладках в нижних и вертикальных положениях. Содержание водорода в наплавленном металле ниже 5мл/100г. В этом руководстве содержится вся необходимая информация для успешной высокопроизводительной сварки.

Содержание

Правильное использование оборудования.....	стр. 2
Горелка, проволокопровод и шланг.....	2
Устройство подачи проволоки	2
Подача газа	2
Взаимное положение наконечника и сопла	4
Оптимальная величина вылета.....	4
Размеры сопел.....	4
Положительная полярность.....	4
Работа дросселя	4
Установка режимов сварки.....	6
Выбор диаметра проволоки	8
Рекомендуемые средние режимы сварки	10
Пространственные положения сварки по стандарту ASME и EN (ASME/EN)	13
Советы сварщику.....	14
Положение горелки при различных положениях сварки.....	16
Техника выполнения поперечных колебаний.....	20
Зачистка	22
Как избежать дефектов	24
Дефекты сварки и их причины	25

Правильное использование оборудования

Горелка, проволокопровод и шланг

Убедитесь, что контактный наконечник (мундштук) соответствует диаметру проволоки и прочно закреплен на горелке. Идеально, если износ наконечника проверяют каждый раз при замене касеты с проволокой и при необходимости заменяют.

Проверьте сопло: не налипли ли брызги металла, препятствующие нормальной подаче газа, что может вызвать пористость.

Регулярно продувайте проволокопровод в направлении подачи проволоки. Не реже, чем еженедельно проверяйте состояние проволокопровода и заменяйте поврежденные элементы. Рекомендуется стальной спиральный проволокопровод.

Проверяйте плотность соединения шлангов подачи воды и газа. Если имеется охлаждающее устройство - проверяйте наличие воды и работу насоса.

Устройство подачи проволоки

Проволокопроводные трубки, идущие к прижимным роликам и от них, должны располагаться как можно ближе к роликам. Это предотвратит изгиб порошковой проволоки. Правильное взаимное положение снижает вредное дополнительное сопротивление. Металлическая пыль под ведущими роликами свидетельствует о неправильном взаимном положении (или о большом износе ведущих роликов). Используйте ведущие ролики с V-образным ручьем и гладкие прижимные ролики.

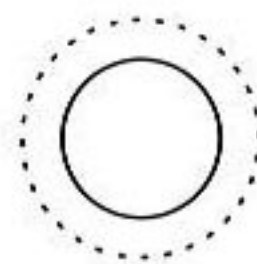
Проверьте, чтобы размер ручья на ведущем ролике соответствовал диаметру проволоки, а усилие прижатия ролика было бы правильно отрегулировано. Слишком большое прижимное усилие может сминать порошковую проволоку, что вызовет интенсивный износ проволокопровода и контактного наконечника. Недостаточное прижимное усилие вызывает проскальзывание, неравномерную подачу и обратное горение проволоком.

Ограничьте применение накатных роликов только тем случаем, когда трение в проволокопроводе вызывает проскальзывание роликов с ручьями. Это может иметь место только с длинным кабелем, делающим много поворотов, или в том случае, когда подающее устройство имеет одну пару роликов. Накатные ролики увеличивают износ проволокопровода и наконечника. Проверьте подачу проволоки: она должна быть равномерной.

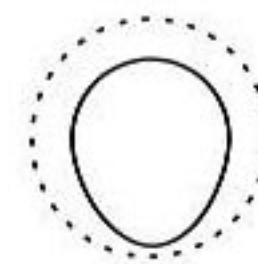
Подача газа

Проверьте правильный состав газа (см. каталог FILARC по порошковым проволокам). Установите расход газа в пределах 15 ... 20л/мин в соответствии с диаметром проволоки и сечением сварного шва. При сварке на улице установите расход - 20л/мин. Проварите короткий шов - пористый шов говорит о неправильной величине подачи газа. При необходимости замерьте расход газа простым расходомером, устанавливаемым на сопло горелки.

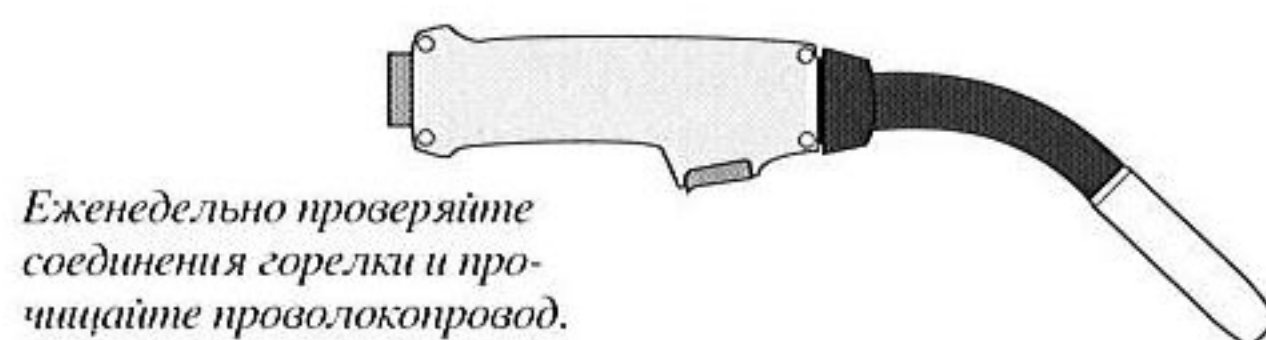
Заменяйте изношенный наконечник.



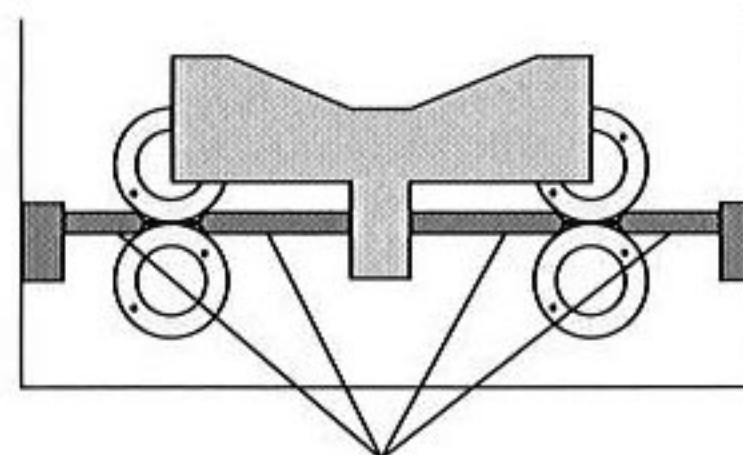
Концентричное отверстие



Изношенное отверстие

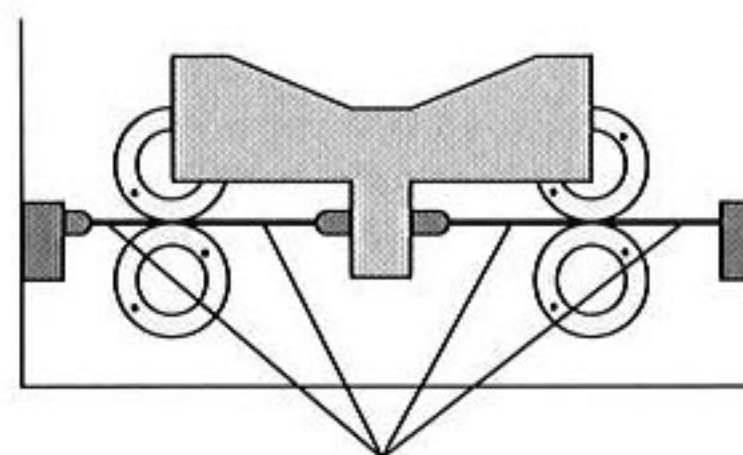


Еженедельно проверяйте соединение горелки и очищайте проволокопровод.



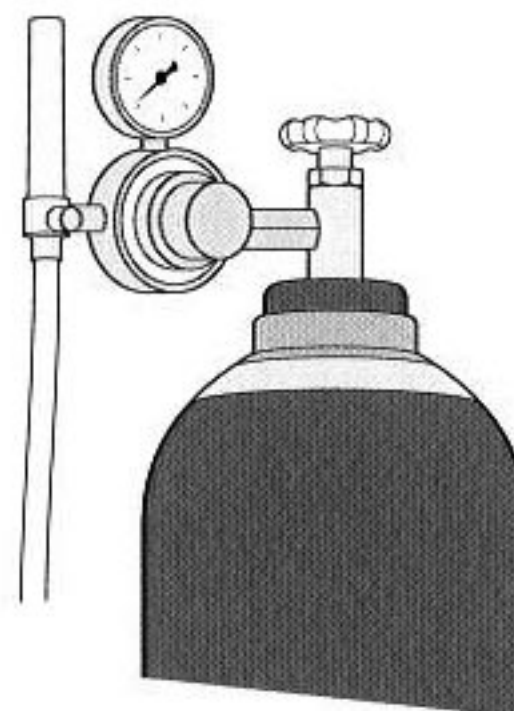
Выход к горелке

Правильное положение проволокопровода. Минимальное расстояние между проволокопроводными трубками и роликами.



Выход к горелке

Увеличенное расстояние между проволокопроводящими трубками и роликами может привести к изгибу проволоки.



Проверка давления и расхода газа.

Взаимное положение наконечника и сопла

Необходимо выдержать взаимное расположение сопла и наконечника. Идеальное взаимное расположение - 2мм, как показано на следующей странице. Большее расстояние увеличивает величину вылета проволоки, что приводит к образованию шлаковых включений и недостаточное проплавление, особенно в узких стыках. Наконечник, выступающий из сопла, может повлечь недостаточную газовую защиту.

Оптимальная величина вылета

Величина вылета определяется расстоянием между торцем наконечника и поверхностью детали и должна выдерживаться в пределах 15 ... 25мм для проволоки PZ6113 и ее модификаций. Постоянный вылет проволоки должен быть выдержан при сварке при различной разделке кромок. PZ6113 и ее модификация позволяют изменять вылет в широких пределах. Однако, очень большие колебания дуги вызовут дефекты сварки. Слишком большой вылет увеличивает капли и разбрызгивание металла, уменьшает защиту газа, что приводит к образованию пористого шва. Слишком маленький вылет повлечет увеличение температуры ванны расплава, что может привести, например, к трудностям при выполнении корневого шва. Кроме того, сварщик не может наблюдать ванну расплава.

Размеры сопел

Для того, чтобы обеспечить правильное положение сопла горелки в стыке, что позволяет выдержать рекомендованные выше величины вылетов проволоки, необходимо иметь сопла различных диаметров. Сопла малого диаметра применяют только для первого прохода. Малый диаметр сопла позволяет глубже подвести горелку в стык, что гарантирует необходимую газовую защиту. После смены сопла проверьте величину расхода газа.

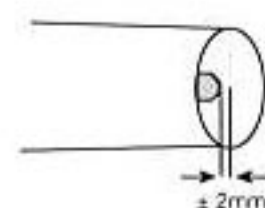
Положительная полярность

Для проволоки PZ6113 и ее модификаций применяйте:

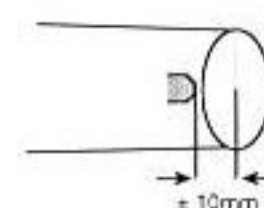
(+) ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ ПОЛЯРНОСТЬ

Работа дросселя

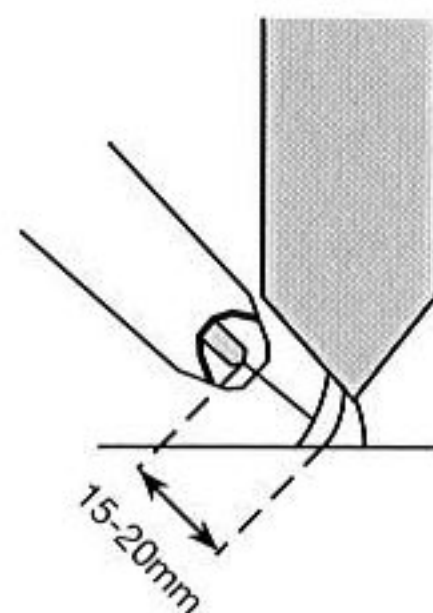
FILARC PZ6113 и её модификации обеспечивают струйный перенос при любых значениях сварочного тока. Отключите или установите на минимум индуктивность дросселя.



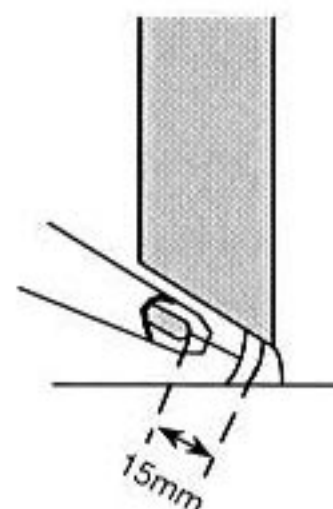
Правильное положение наконечника.



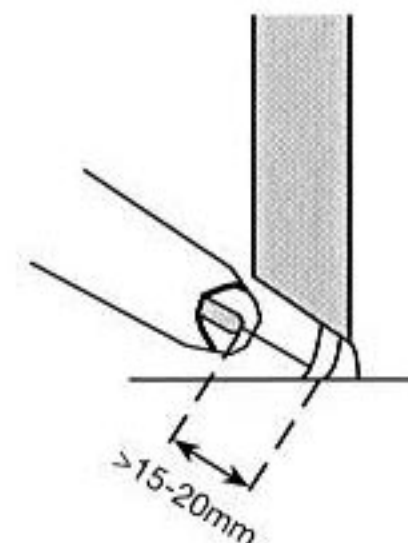
Неправильная величина вылета: увеличенный вылет (слева) влечет увеличение шлаковых включений и дефектов проплавления. Справа: наконечник находится слишком глубоко. Риск недостаточной защиты газом.



Идеальная величина вылета для проволоки всех диаметров.

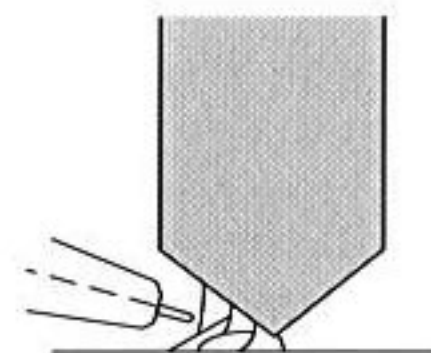


Правильное положение горелки с соплом малого диаметра для первого прохода при затруднённом доступе к стыку.

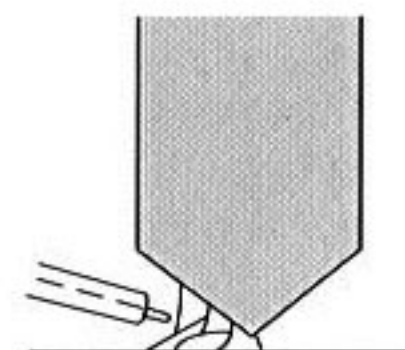


Неправильное положение горелки. Сопло слишком большого диаметра не позволяет горелке занять нужное положение в узком стыке, что приводит к увеличенному вылету проволоки.

Правильно подобранный размер сопла при сварке последующих проходов обеспечивает хорошую газовую защиту и правильную величину вылета.



Слишком маленькое сопло для заполняющих проходов уменьшает газовую защиту и ведет к образованию пористости.



Установка режимов сварки

Для оптимальной сварки необходимо, чтобы каждому значению величины сварочного тока соответствовало бы соответствующее напряжение дуги. Сварочный ток устанавливается регулировкой скорости подачи проволоки. Величина напряжения дуги регулируется величиной напряжения холостого хода на источнике питания.

Совет. На стр. 10 ... 12 приведены средние значения режимов для некоторых диаметров проволоки и разных пространственных положений сварки. Они должны рассматриваться сварщиком, как начальные.

После отключения регулировки работы газового клапана или установки минимальных величин регулировки его срабатывания устанавливают величину тока/скорость подачи.

Начинайте сварку при наименьших рекомендованных значениях напряжений. При этом может возникнуть залипание (см. рис. справа), но прихватывания проволоки в наконечнике не происходит.

Порядок установки оптимальных режимов, обеспечивающих плавный струйный и капельный перенос, приведен ниже:

- Увеличивайте напряжение дуги по 1 или 2 вольта до получения нормальной дуги.

Для достижения правильного режима сварки:

- Немного подрегулируйте скорость подачи проволоки.

При правильной регулировке будет плавный струйный и капельный перенос, концентрированная дуга с хорошей растекаемостью и заданная величина вылета.

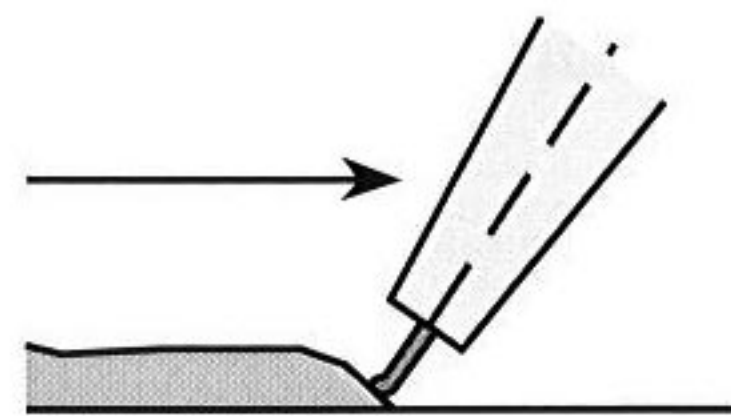
Если величина напряжения дуги слишком велика, то дуга будет слишком большая и может быть нестабильной. Ухудшается растекание и сварщик может увеличить вылет для предотвращения прихватывания проволоки. В этом случае необходимо заново установить напряжение дуги и скорость подачи.

ВНИМАНИЕ: Неприятности может доставить неравномерная подача проволоки из-за неправильной регулировки ведущего ролика, повреждения проволокопровода или изношенного наконечника. Проверьте вышеуказанные неполадки при неравномерности качества сварки; регулировка режимов сварки не компенсирует эти недостатки.

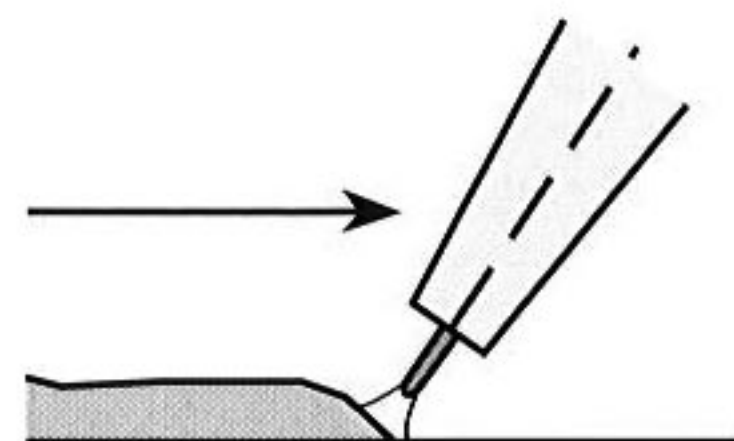
Измерение напряжения дуги и сварочного тока

Обычно источники питания оснащаются этими приборами, полезными при обучении и фиксации режимов. Они не исключают процесс настройки режимов сварки сварщиком.

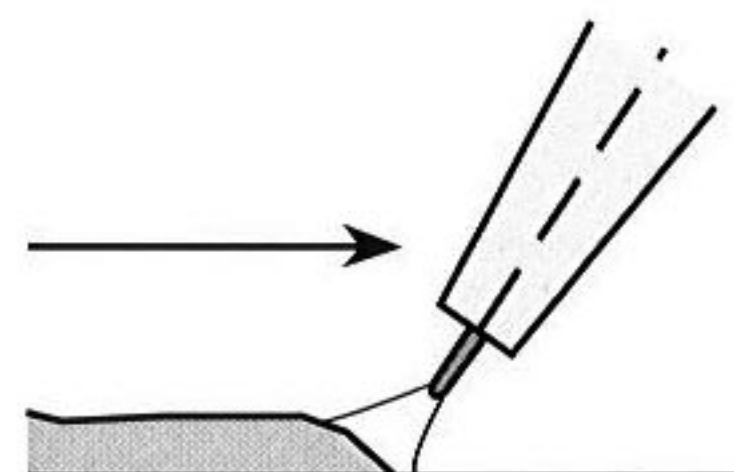
*Слишком короткая дуга.
Проволока находится в ванне. Причина: слишком большая скорость подачи или слишком малое напряжение дуги.*



*Правильная длина дуги.
Концентрированная дуга; струйный или мелкокапельный перенос.*



*Слишком длинная дуга.
Слишком мала скорость подачи или слишком большое напряжение дуги.*



Выбор диаметра проволоки

Проволка FILARC PZ6113 и ее модификации выпускаются диаметром 1,2 и 1,6мм, что позволяет достигнуть оптимальной производительности для различных комбинаций толщин листов и сварочных положений.

Некоторые модификации выпускаются также и диаметром 1,4мм, что дает возможность в некоторых случаях получить большую производительность.

Рекомендации представлены в таблице на следующей странице.

При сварке в положении 3F рекомендуется сваривать "снизу-вверх". PZ6113 и ее модификации позволяет сваривать без поперечных колебаний шов с катетом $a=4\text{мм}$ при скорости 18м/мин.

Сварка сверху-вниз также возможна, но потребует больший валик для получения заданного катета. При этом имеет место больший риск возникновения трещин при сварке жестких конструкций из-за более тонких слоев и меньшего проплавления.

Проволоки типа PZ6113 и ее модификации для сварки во всех положениях не рекомендуются для односторонних корневых проходов стыковых швов без зачистки и подварки обратной стороны. Во многих случаях, однако, корневой проход отличного качества может быть экономично выполнен с керамическими подкладками, как это видно на таблице, представленной на следующей странице.

Рекомендации в таблице приведены для общих случаев применения. В отдельных случаях, связанных с толщинами листов, спецификой применения и т.п. универсальность проволоки PZ6113 позволяет получать прекрасные результаты вне рекомендаций таблицы. Свяжитесь с представителями FILARC или ЭСАБ для получения дополнительных консультаций.

Диам. проволоки		1,2мм	1,4мм	1,6мм
Положения сварки		Применение		
Корень	1G/PA	да подкладке ¹	нет	нет
Заполн.	1G/PA	да ²	да	да
Корень	2G/PC	да подкладке	да подкладке	да подкладке
Заполн.	2G/PC	да	да	да
Корень	3G/PF	да подкладке	да подкладке ³	нет
Заполн.	3G/PF	да	да	возможно ³
Корень	4G/PE	нет	нет	нет
Заполн.	4G/PE	да	возможно ³	нет
Корень	5G/PF	нет	нет	нет
Заполн.	5G/PF	да	возможно ³	нет
Корень	6G/ HL045	нет	нет	нет
Заполн.	6G/ HL045	да	да	нет
–	1F/PA	да ²	да	да
–	2F/PB	да ²	да	да
–	3F/PF	да	да	да
–	4F/PD	да	да	да

¹ Трещины вдоль оси шва могут иметь место при токах более 200А. Такие проблемы возникают при сварке всеми рутинловыми материалами (см. также стр. 28)

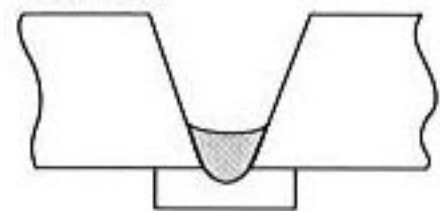
² Применение проволок диаметром 1,4 и 1,6мм улучшит производительность

³ Предпочтительнее диаметр 1,2мм

Рекомендуемые средние режимы сварки

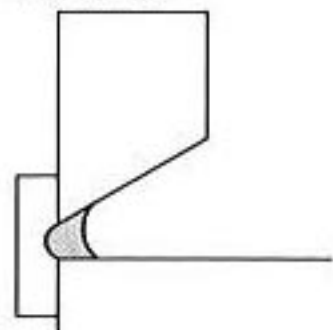
FILARC PZ6113 - 1,2мм, положительная (+) полярность.

1G/PA



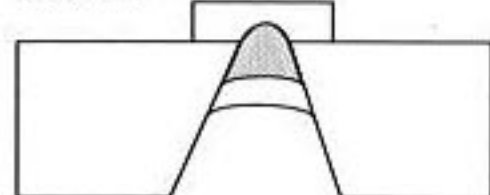
Корень*: 180-200А/6,0-8,0м/мин
23-26В
Заполн.: 180-280А/6,0-12,0м/мин
25-31В

2G/PC



Корень*: 180-210А/6,0-8,5м/мин
23-26В
Заполн.: 180-260А/6,0-10,0м/мин
25-29В

3G/PF



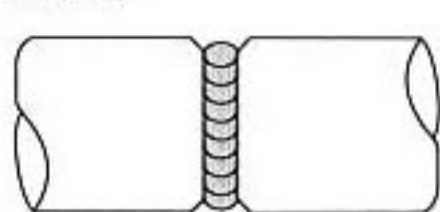
Корень*: 180-220А/6,0-8,5м/мин
23-27В
Заполн.: 180-240А/6,0-9,0м/мин
24-28В

4G/PE



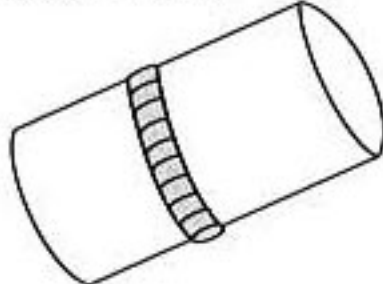
Корень: не рекомендуется
Заполн.: 180-260А/6,0-10,0м/мин
24-28В

5G/PF



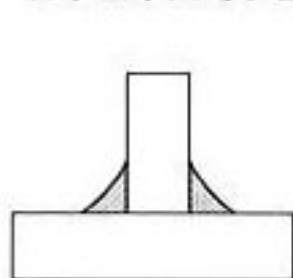
Корень: не рекомендуется
Заполн.: 180-240А/6,0-9,0м/мин
24-28В

6G/HL045



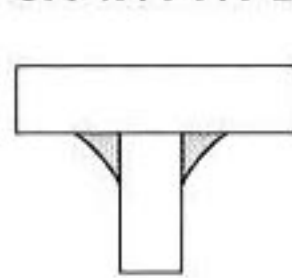
Корень: не рекомендуется
Заполн.: 180-240А/6,0-9,0м/мин
24-28В

1F/2F/PA/PB



180-300А
6,0-14,0м/мин
24-31В

3F/4F/PF/PD

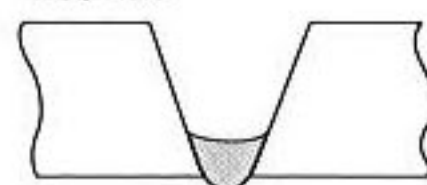


180-250А
6,0-10,0м/мин
23-28В

* на керамической подкладке

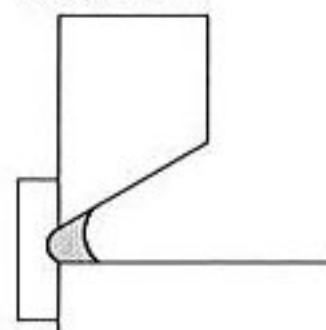
FILARC PZ6113 - диаметр 1,4мм, положительная полярность (+).

1G/PA



Корень: не рекомендуется
Заполн.: 190-340А/4,4-10,5м/мин
24-32В

2G/PC



Корень*: 180-210А/4,0-5,0м/мин
23-27В
Заполн.: 190-300А/4,4-8,5м/мин
24-32В

3G/PF



Корень*: 180-210А/4,0-5,5м/мин
23-27В
Заполн.: 190-240А/4,4-6,2м/мин
24-29В

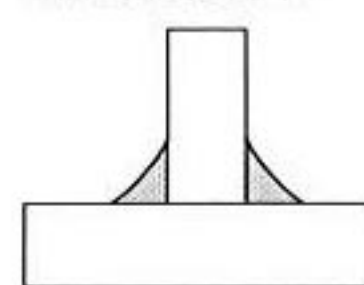
4G/PE



Корень: не рекомендуется
Заполн.: 190-240А/4,5-6,0м/мин
24-28В

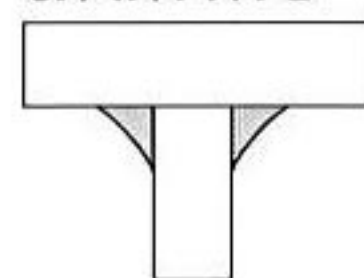
5G/6G/PF и HL045 - те же режимы, что для 4G.

1F/2F/PA/PB



190-340А/4,5-10,5м/мин
24-32В

3F/4F/PF/PD

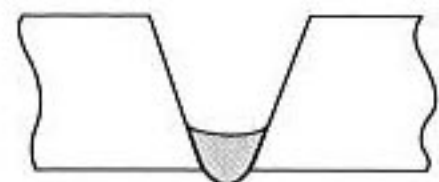


190-240А/4,5-6,0м/мин
24-28В

* на керамической подкладке

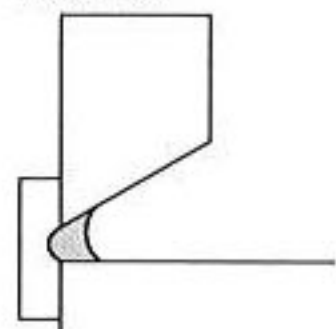
FILARC PZ6113 - 1,6мм, положительная полярность (+).

1G/PA



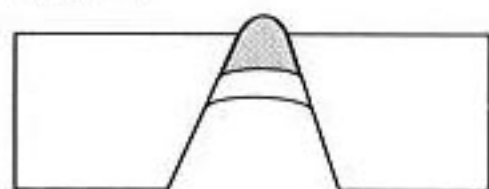
Корень: не рекомендуется
Заполн.: 210-400A/4,5-10,5м/мин
25-35B

2G/PC



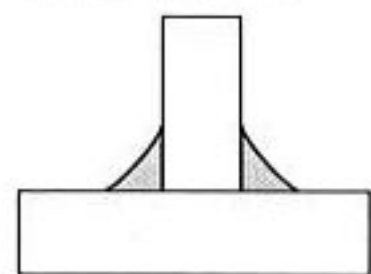
Корень*: 190-220A/3,7-5,0м/мин
25-28B
Заполн.: 210-320A/4,5-8,0м/мин
25-33B

3G/PF



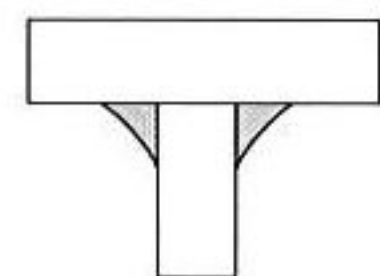
Корень: не рекомендуется
Заполн.: 220-250A/5,0-6,0м/мин
24-28B

1F/2F/PA/PB



200-400A/4,0-10,5м/мин
25-35B

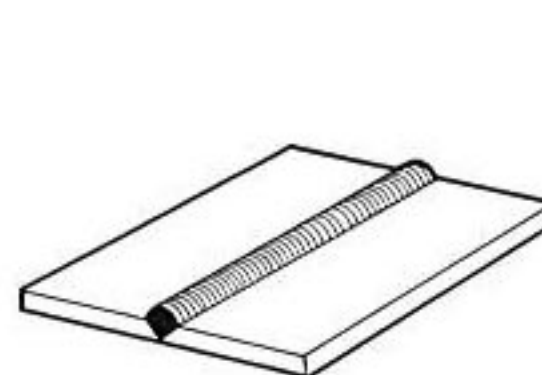
3F/4F/PF/PD



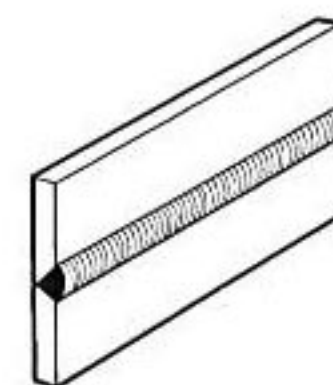
3F: 220-250A/5,0-5,8м/мин
24-28B
4F: 200-250A/4,0-5,8м/мин
25-29B

* на керамической подкладке

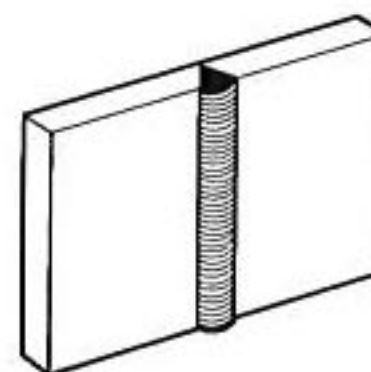
Положения сварки по стандартам ASME и EN (ASME/EN)



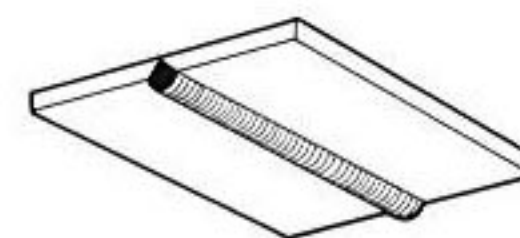
1G/PA



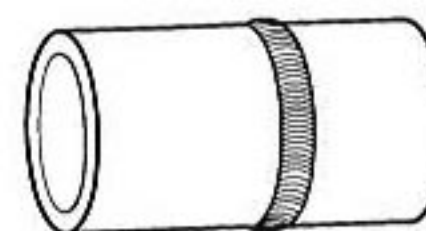
2G/PC



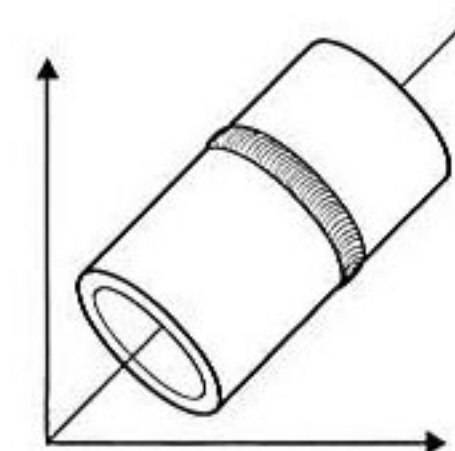
3G ↑↓/PF & PG



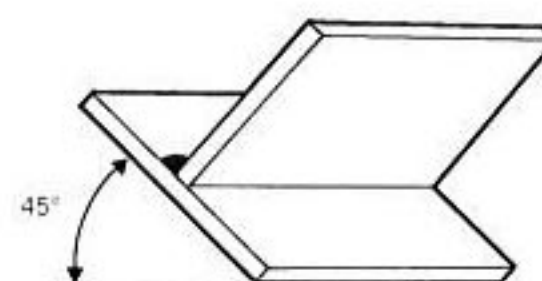
4G/PE



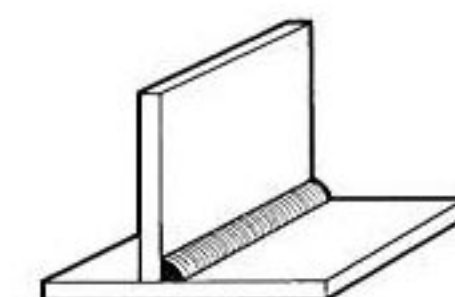
5G ↑↓/PF & PG



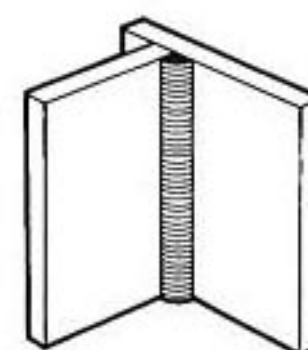
6G ↑↓/HL045



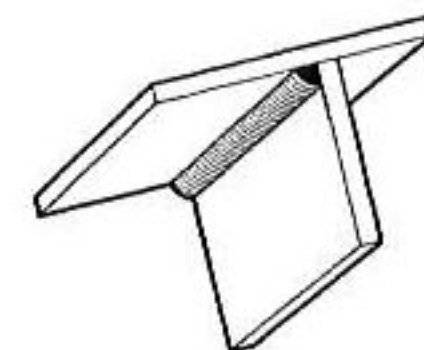
1F/PA



2F/PB



3F ↑↓/PF & PG



4F/PD

Советы сварщику

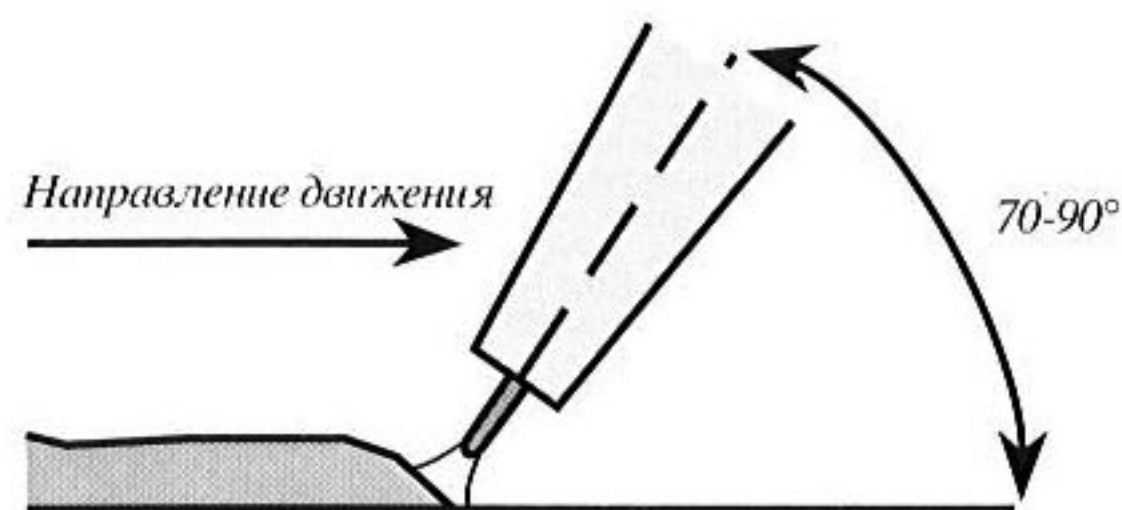
Хорошее проплавление. Для обеспечения хорошего проплавления и избежания шлаковых включений и непровара:

Всегда варите углом назад

Это обеспечит хорошее проплавление и предотвратит образование шлака перед ванной. См. фиг. А.

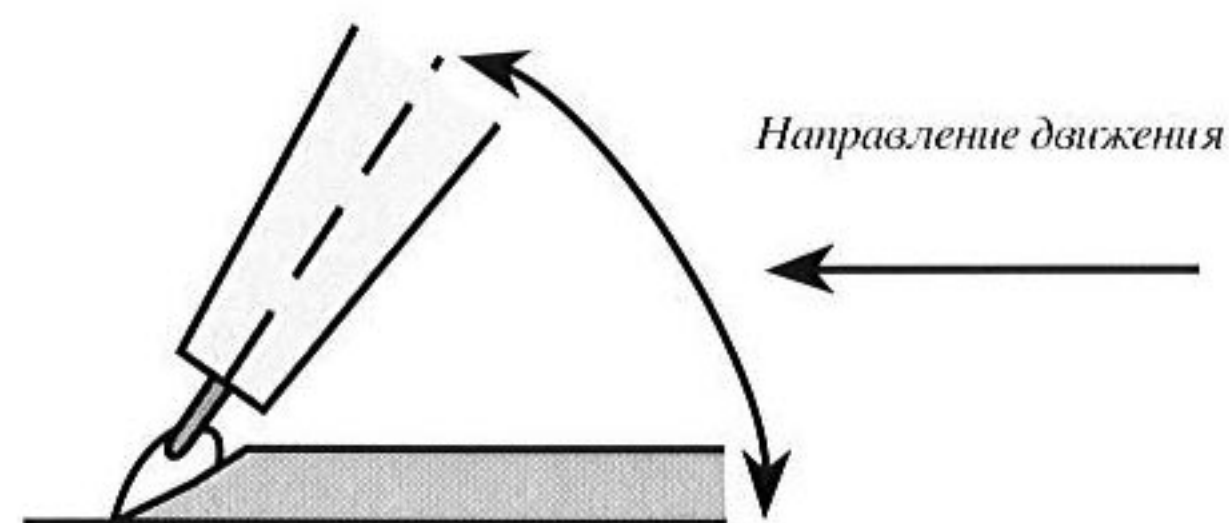
При сварке углом вперед вид сварочного шва может быть удовлетворительным, но проплавление всегда неполное. Может иметь место переполнение ванны, что приводит к образованию шлаковых включений и несплаву. См. Фиг. В.

Правильный угол наклона горелки - $70 \dots 90^\circ$ как показано на Фиг. А. При меньших углах (см. Фиг. С) можно ожидать непровар и недостаточное проплавление.



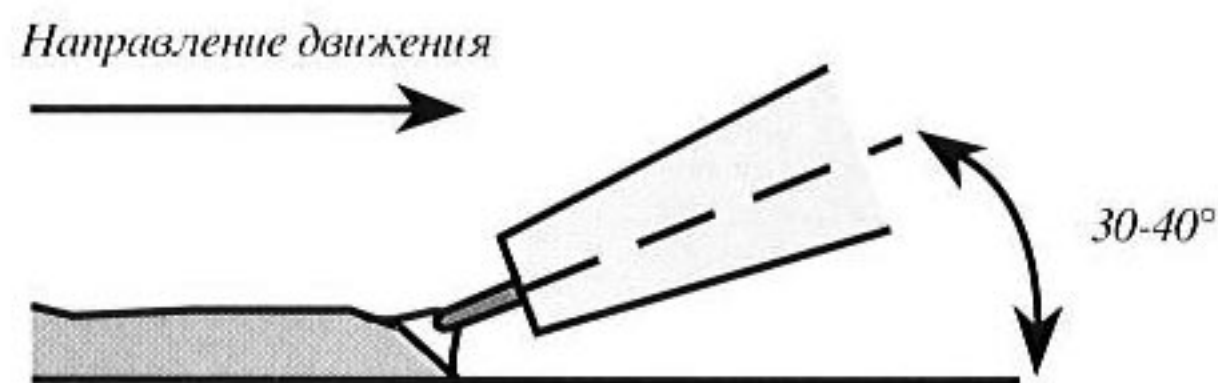
Фиг.А

Правильная сварка углом назад при наклоне горелки $70 \dots 90^\circ$.



Фиг.В

Сварка углом вперед. Возможен риск непровара и шлаковых включений.



Фиг.С

Сварка углом назад с неправильным углом наклона горелки, что приводит к непровару.

Положение горелки при различных положениях сварки

FILARC PZ6113 и её модификации хорошо подходят для сварки во всех пространственных положениях.

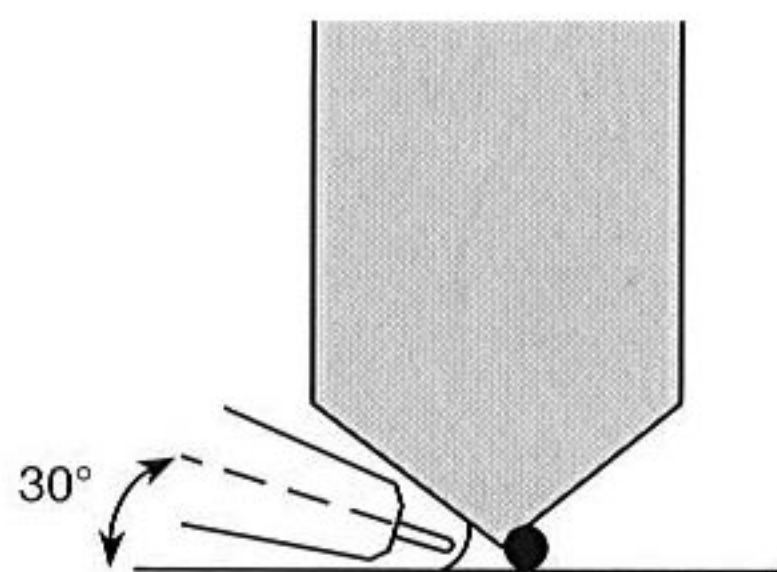
Ниже описываются типичные случаи, когда правильное положение горелки играет важную роль для избежания дефектов сварки.

2G/PC

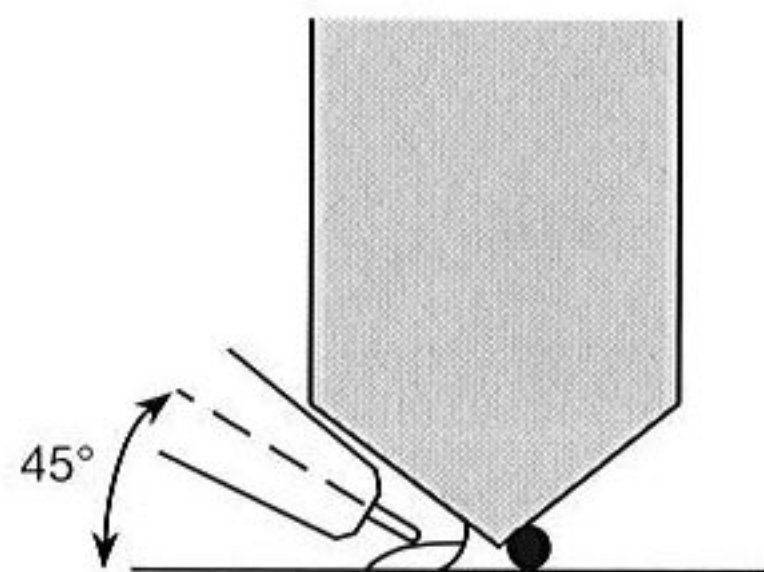
Положение горелки зависит от толщины листа и угла разделки кромок. Если горелка не может занять положение, показанное на приведенных ниже рисунках, то рекомендуется увеличить угол разделки кромок.

Всегда старайтесь держать угол наклона горелки $70 \dots 90^\circ$ относительно направления движения, как показано на стр. 15.

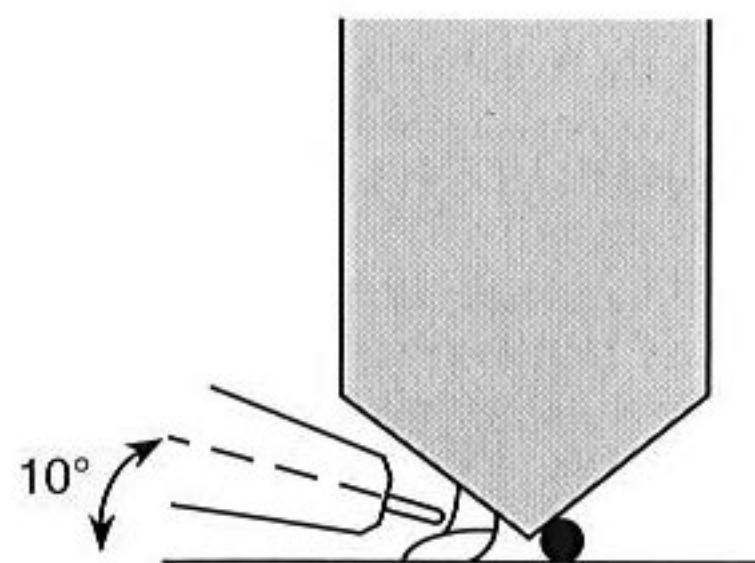
Для получения шва с равномерной высотой валика необходимо иметь равномерную скорость сварки. Дальнейшие рекомендации приведены на стр. 20.



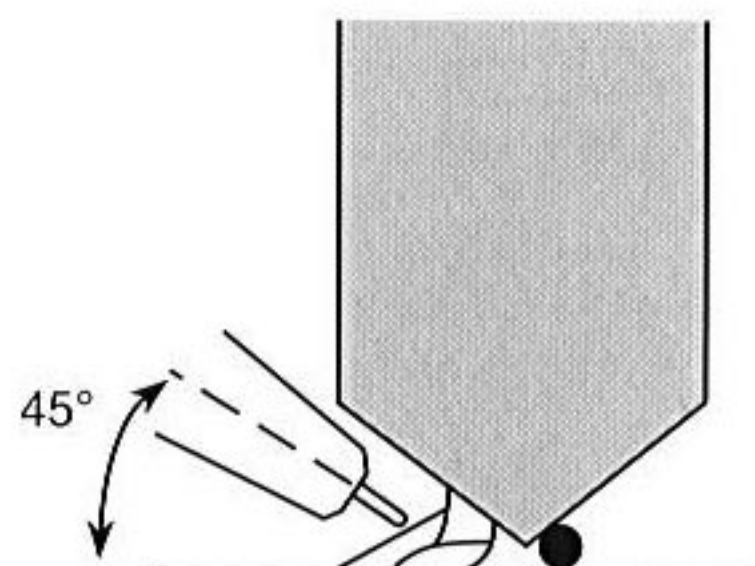
А. Корневой шов варится на керамической подкладке. Избегайте слишком большой высоты корневого шва.



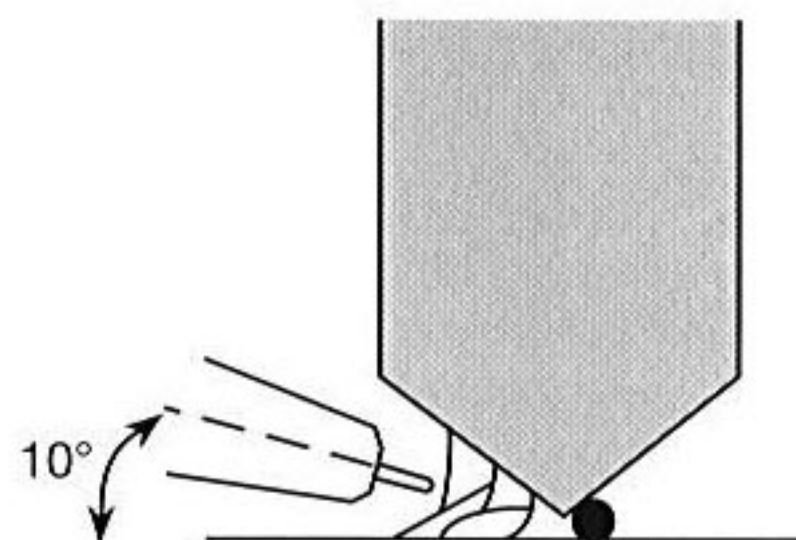
В. Шов второго прохода должен быть плоский.



С. Третий проход увеличивает сечение шва.



Д. Четвертый проход создает благоприятный угол для последующих проходов.



Е. Пятый проход. Обратите внимание, что слои наращиваются от нижней части.

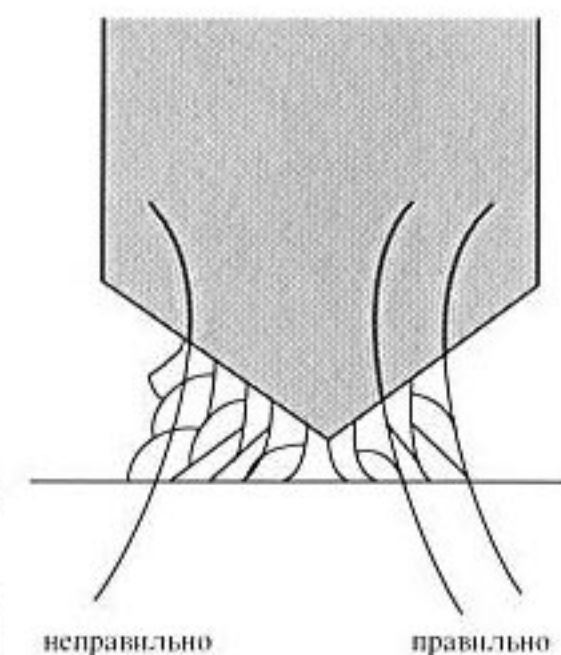
Исключение неравномерного формирования шва.

Шлаковые включения и непровар, возникающие вследствие неравномерного формирования шва, возникают по следующим причинам:

- Неправильная скорость сварки
- Неправильный угол наклона горелки
- Слишком большой сварочный ток
- Неправильная последовательность сварки

Неправильное формирование шва исправляется зачисткой.

Этого можно избежать формируя шов как можно более плоским, как показано на рисунке.

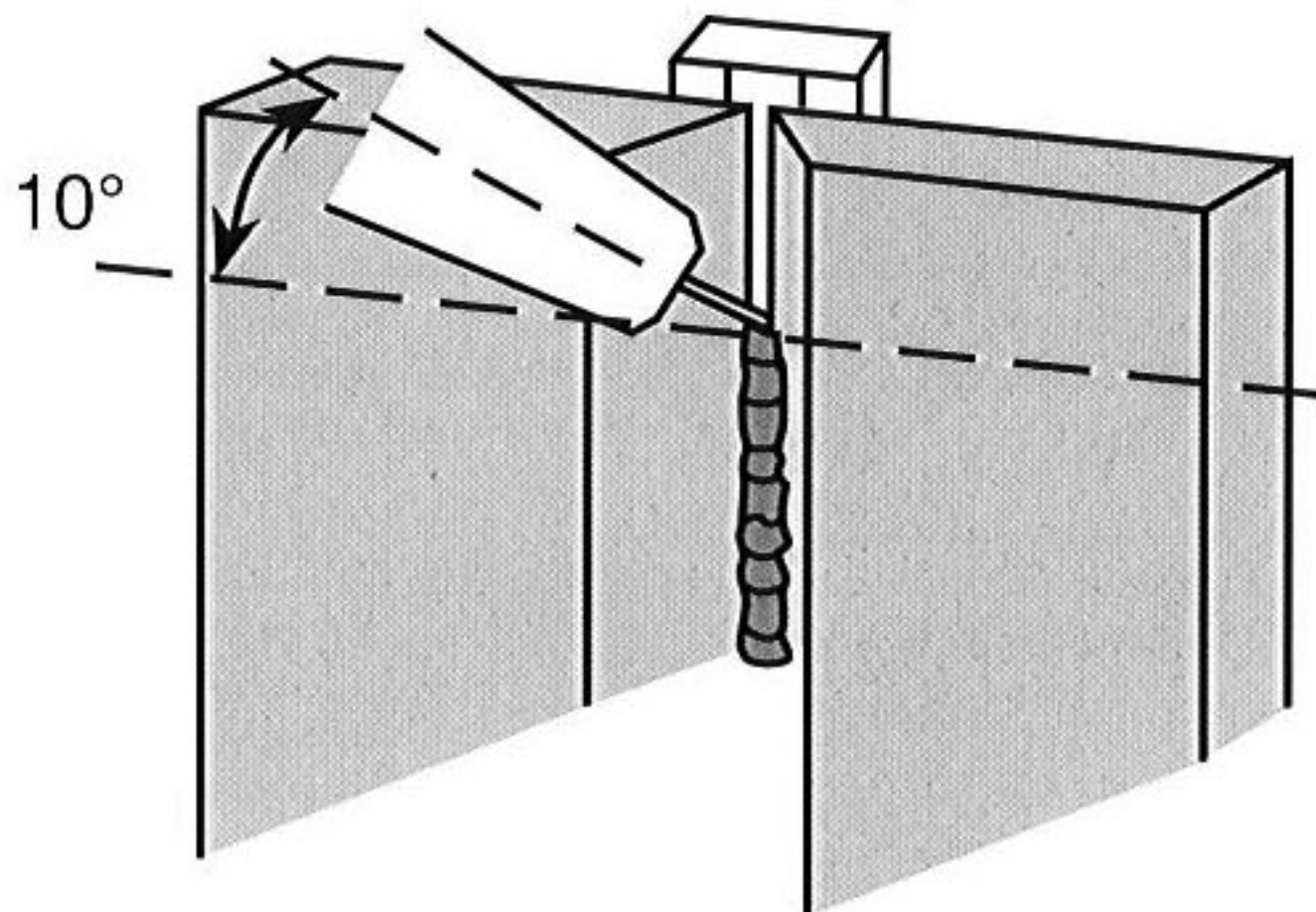


Положения горелки, продолжение

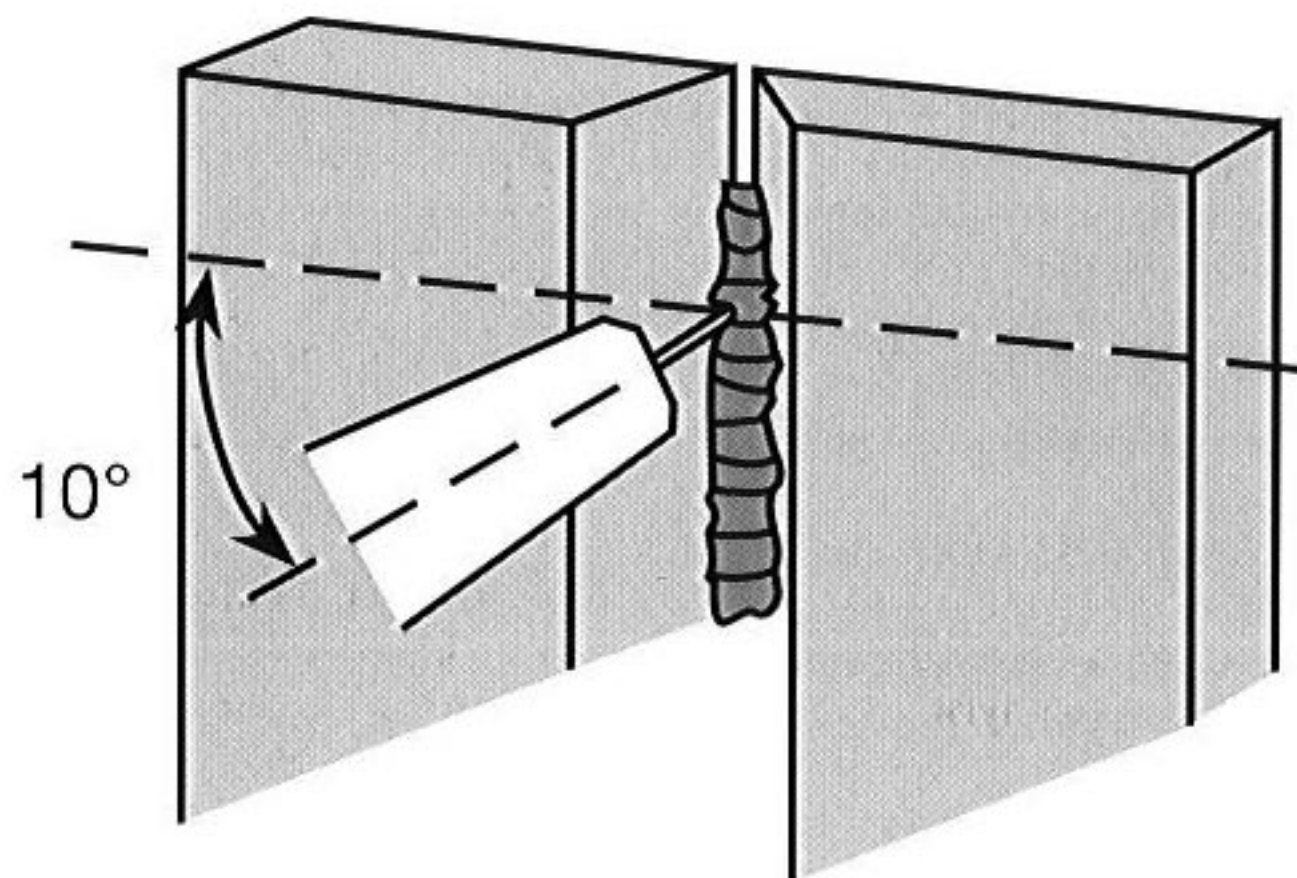
3G↑/3F↑/PF

Ниже приведены положения горелки при выполнении корня шва и последующих проходов. Угол скоса кромок должен обеспечивать хороший доступ горелки к корню шва. При необходимости используйте сопло для узких разделок.

Керамическая подкладка



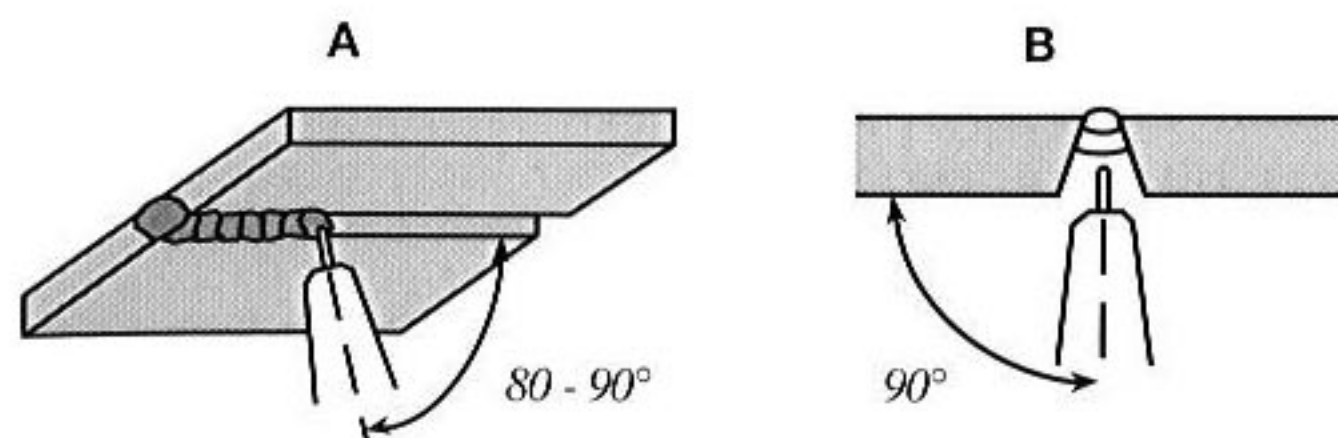
Корневой проход



Заполняющие проходы

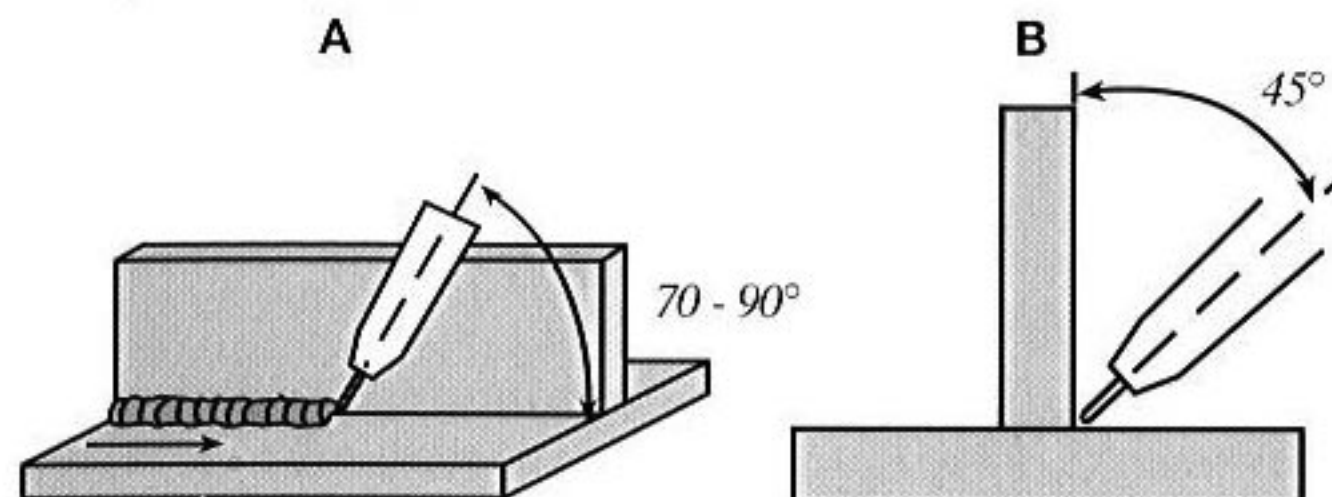
4G/PE

Применяйте основные электроды для корневого прохода, заполнение производите FILARC PZ6113 и её модификациями.



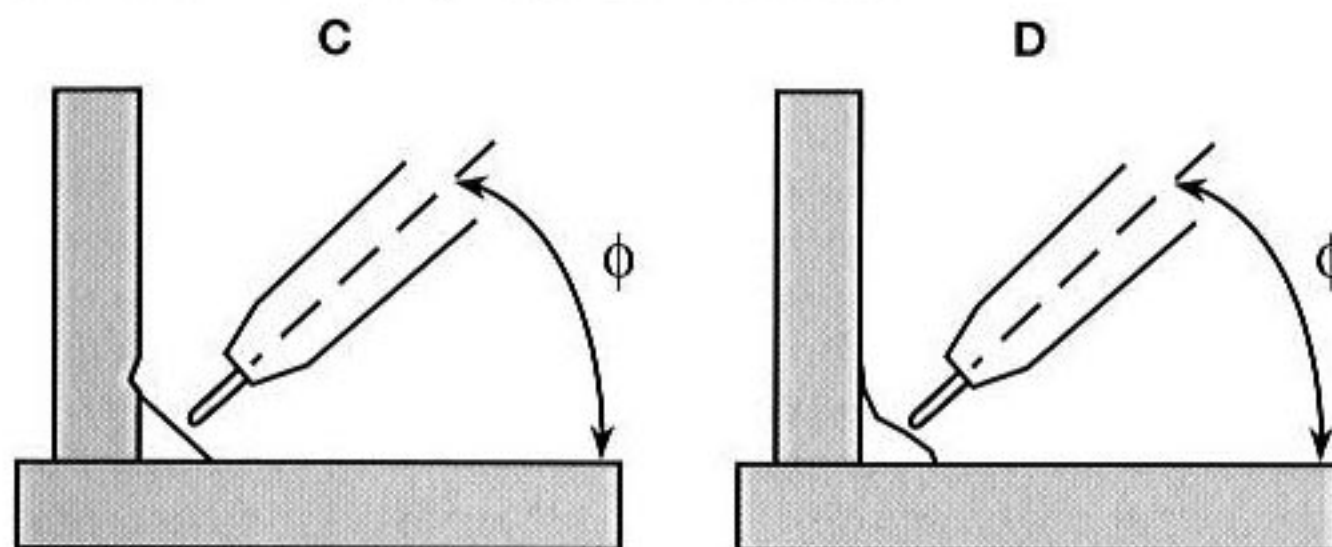
2F/PB

Фиг.А и В показывают идеальное положение горелки. Рекомендуется сварка углом назад.



Недостатки и их устранение

На фиг. С и D показаны подрез и неравномерное формирование шва и возможные причины их появления.



С. Подрез

- Слишком большой сварочный ток
- Слишком большое напряжение дуги
- Слишком большая скорость сварки
- Дуга расположена слишком близко к вертикальной стенке
- Слишком малый угол наклона горелки (Φ)

Д. Неравномерное формирование шва

- Слишком большой сварочный ток
- Слишком большое напряжение дуги
- Слишком большой угол наклона горелки (Φ)
- Слишком большое сечение шва
- Слишком мала скорость сварки

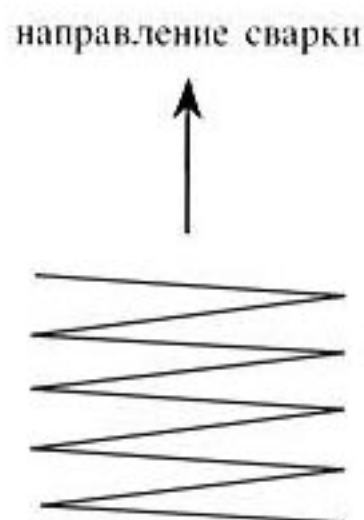
Техника выполнения поперечных колебаний

Выполнение поперечных колебаний вполне приемлемо при сварке проволокой FILARC PZ6113 и ее модификациями. Однако, благодаря большому тепловложению (полный шов), вязкость металла шва будет ухудшаться. Быстрое затвердевание шлака удерживает ванну и позволяет иметь высокий коэффициент наплавки, особенно в положениях 3G.

Техника, описываемая ниже, применима во всех случаях, где обычно применяют поперечные колебания.

Техника поперечных колебаний

Пересекайте ванну прямолнейными поперечными движениями, постепенно перемещаясь в направлении сварки.



Приведенные ниже советы по выполнению поперечных колебаний позволяют получить хорошую вязкость наплавленного металла при низких температурах, часто требуемую при использовании FILARC PZ6138, PZ6116S и PZ6115. Здесь необходимо избегать сварки непрерывными поперечными колебаниями. Лучшая вязкость наплавленного металла получается при заполнении узкими валиками или техникой прерывистых поперечных колебаний с целью получения более тонких валиков.

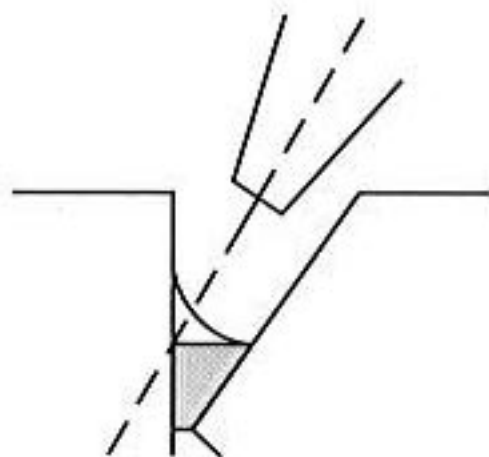
Положение 1G/PA

Ограничьте размах поперечных колебаний. Попробуйте варить как можно дольше без колебаний.

При сварке К-образного стыка, показанного ниже, важно выдерживать правильное положение горелки. Дуга должна быть направлена на точку пересечения поверхности торца листа и шва, как показано ниже.

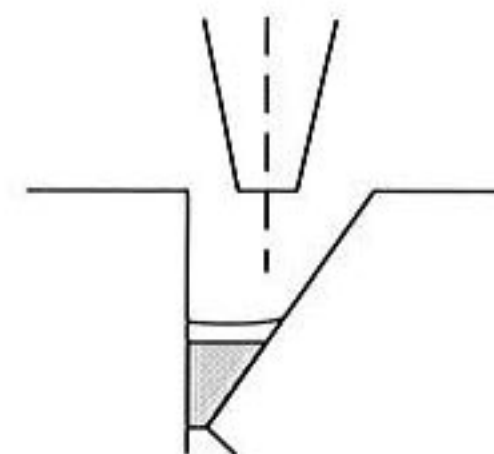
А. Правильно

- Варите тонким швом
- Выдерживайте правильное положение горелки
- Размах поперечных колебаний должен быть минимальным



В. Неправильно

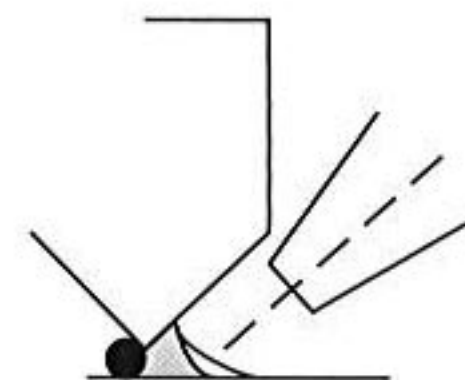
- Слишком большой размах колебаний
- Неправильное положение горелки
- Сварка углом вперед



Положение 2G/PC

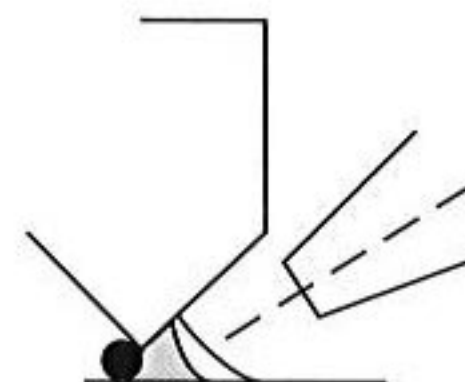
А. Правильно

- Горелка направлена на горизонтальный лист
- Правильный размах колебаний
- Хорошее растекание на кромках и шве



В. Неправильно

- Горелка не направлена на горизонтальный лист
- Слишком большой размах колебаний



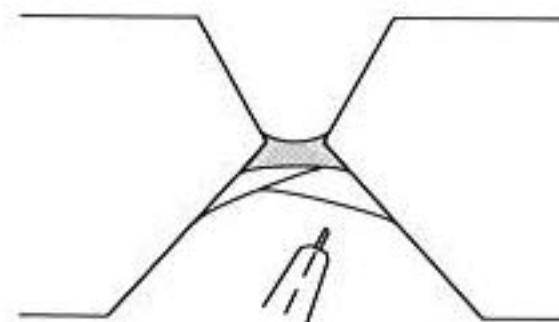
Положение 3G/PF

При сварке PZ6138 и другими низкотемпературными типами в позиции PF очень важно соблюдать ограниченный размах поперечных колебаний и технику выполнения. Всегда, где позволяет геометрия стыка, следует начинать с узкого плоского шва. Задержитесь примерно на 2 секунды у кромки листа для того, чтобы расплавленный металл затвердел. Убедитесь в хорошей растекаемости металла, как показано на фиг. А.

FILARC PZ6113S является исключением. Эта сварочная проволока разработана для достижения хорошей ударной вязкости при температурах до -30°C при сварке с непрерывными поперечными колебаниями.

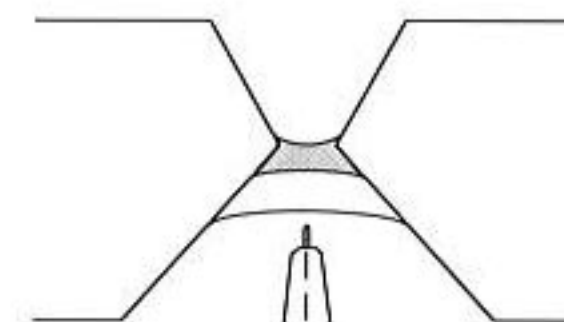
А. Правильно

- Плоский валик
- Сварка без поперечных колебаний или с минимальными поперечными колебаниями



В. Неправильно

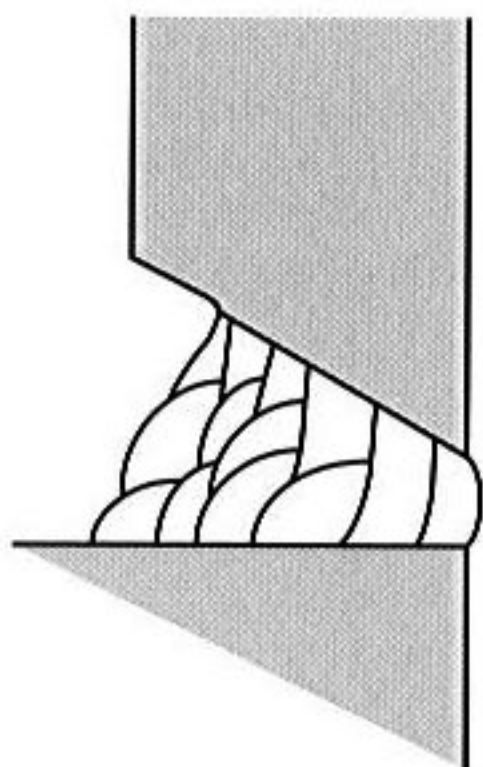
- Сварка с поперечными колебаниями по всей ширине стыка
- Очень толстые по высоте слои



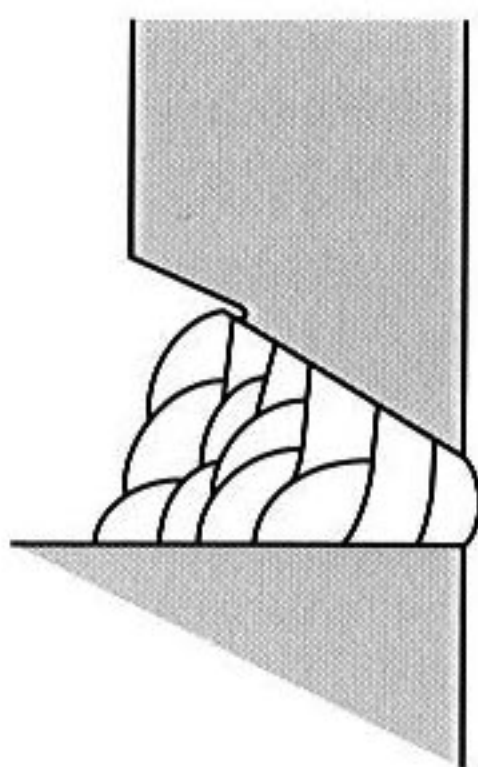
Зачистка

Зачистка может быть необходима для исправления наплывов шва. Зачищайте всегда места начала и конца сварки. Зачищайте только явные дефекты и не допускайте острых кромок. Они могут привести к шлаковым включениям и непровару.

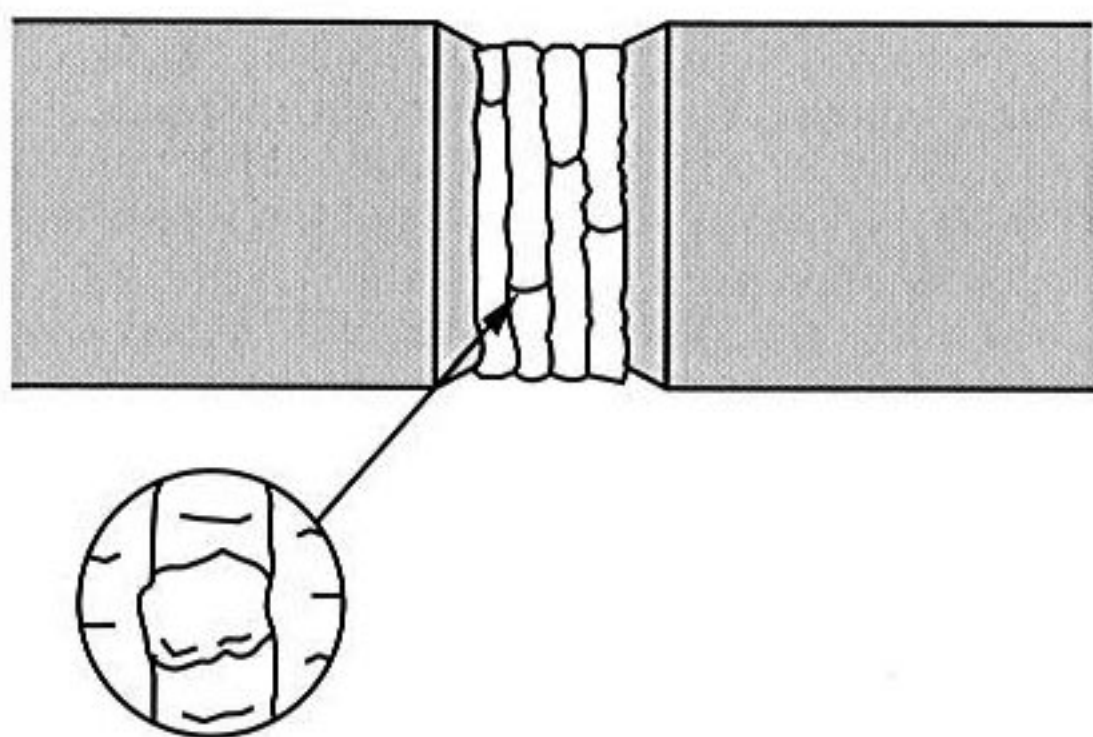
А. Правильно



В. Неправильно



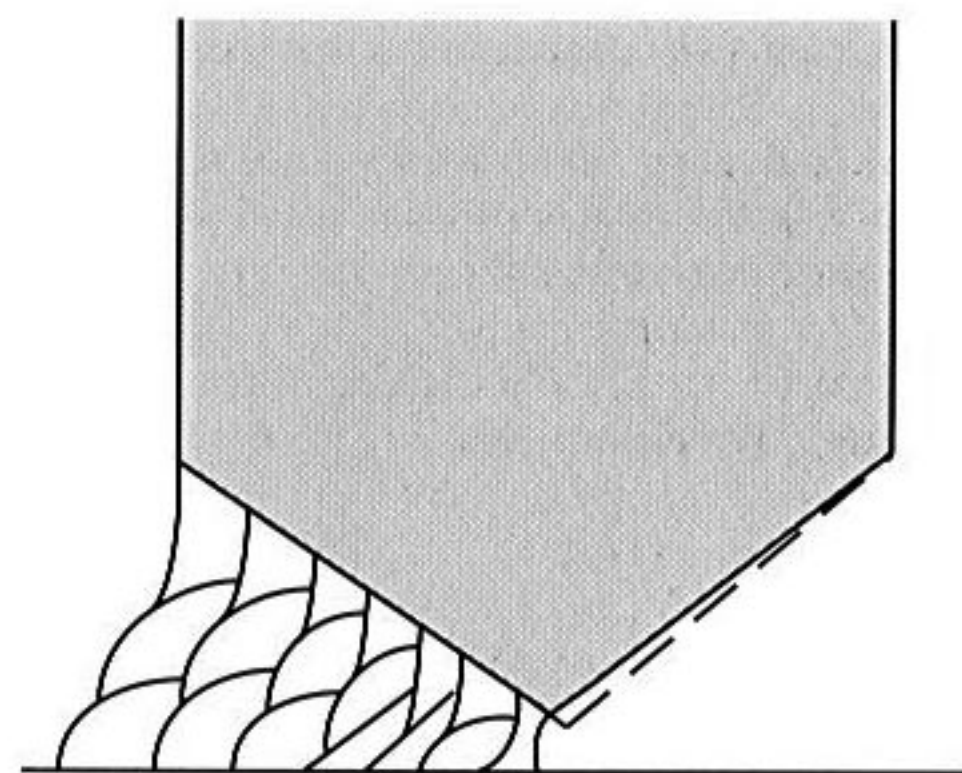
С. Всегда зачищайте начало и конец сварки.



Заполняющие проходы

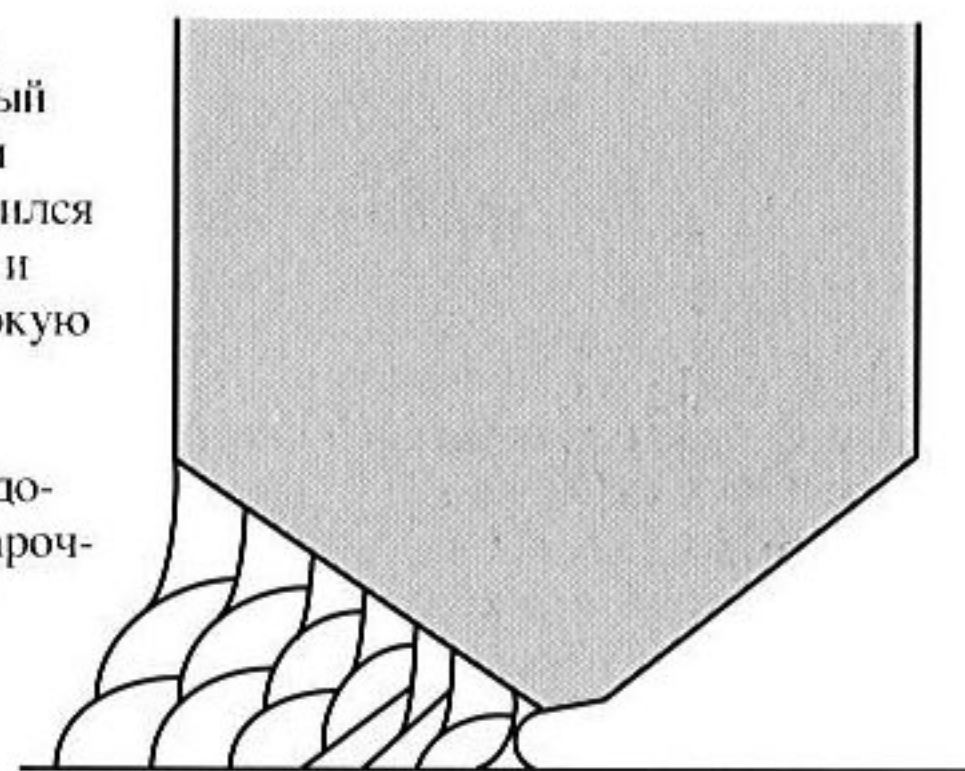
На рисунке D показана зачистка перед сваркой, позволяющая получить ровную, слегка поднутренную поверхность, удобную для доступа сварочной горелки.

D. Правильно



Е. Неправильно

Шлифовальный круг слишком глубоко внедрился в корень шва и оставил глубокую канавку. Узкий зазор всегда труднодоступен для сварочной горелки.



Как избежать дефектов

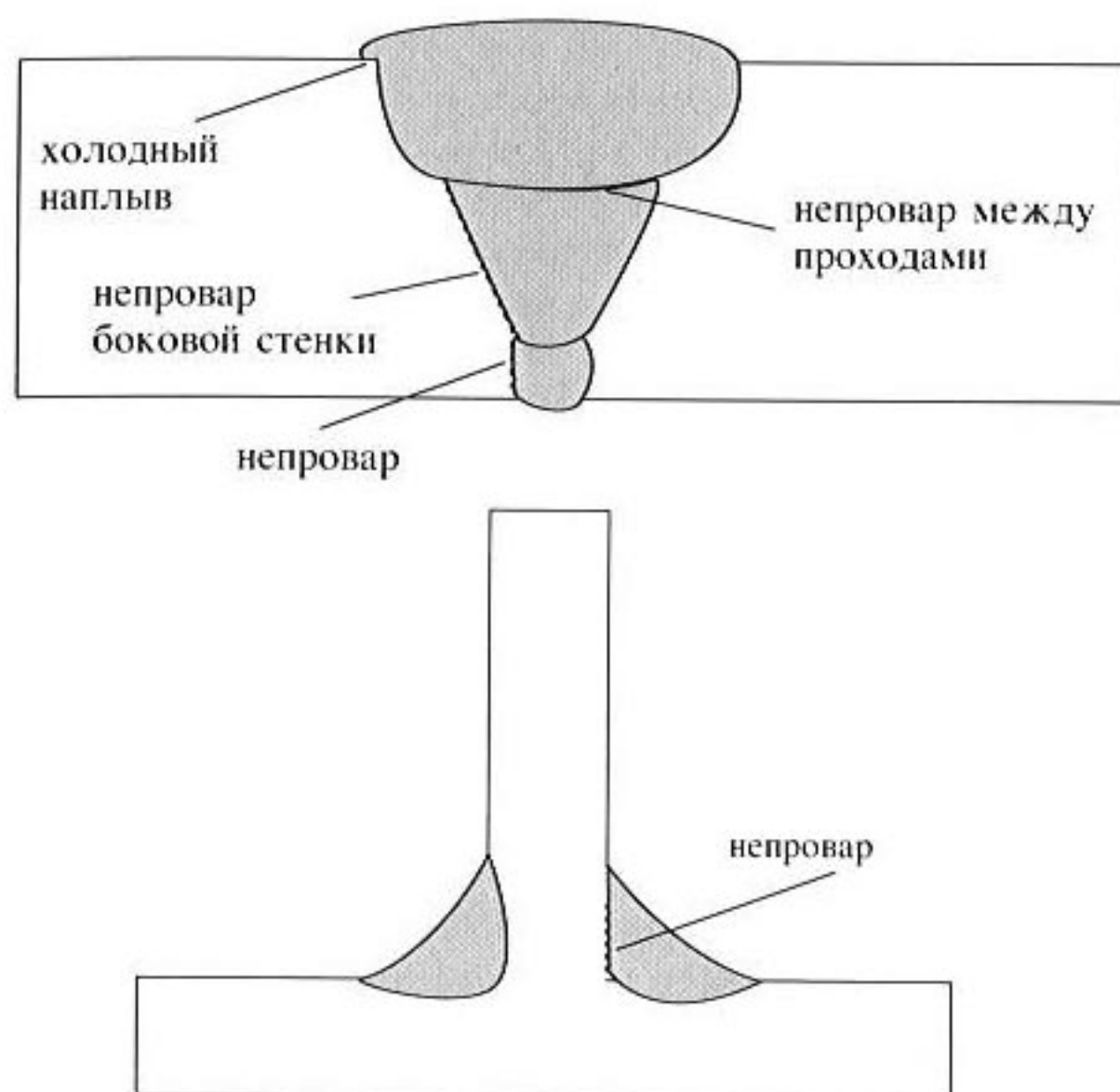
Хорошее обслуживание оборудования и подготовка сварщиков помогает предотвратить дефекты сварки, однако они не могут быть исключены полностью. В этих случаях понимание сварщиком причин их появления поможет быстро решить эти проблемы.

Ниже приведены типичные неполадки и их устранение. При неполадках, вызываемых неправильной установкой параметров или неправильной техникой выполнения сварки необходимо обращаться к разделам данного руководства, описывающих применение проволоки FILARC PZ6113 и её модификаций. Дефекты сварки и их причины описаны на следующей странице.

Неполадки	Возможные причины
1. застревание проволоки	- установка параметров
2. прихватывание проволоки	- слишком тугий тормоз кассеты с проволокой - повреждение/износ контактного наконечника
3. разбрызгивание	- установка режимов - не тот защитный газ/ слишком мала подача газа - неравномерная подача проволоки - износ наконечника - грязь, краска, ржавчина в стыке
4. неравномерная подача проволоки/нестабильная дуга/прекращение подачи проволоки	- слишком мало усилие прижатия ролика - повреждение/износ наконечника - неправильный размер наконечника - перегрев наконечника - повреждение/износ/перегиб проволокпровода - грязная или ржавая проволока/петли на проволоке - неправильное положение роликов и трубок/износ роликов - тугий тормоз кассеты с проволокой - проволока запутана в кассете (слабый тормоз кассеты) - неравномерная подача газа

Дефекты сварки и их причины

Непровар. Имеется несколько видов непровара, но все они связаны с недостаточным проплавлением основного металла и металла шва на отдельных его участках. Ниже показаны типичные виды непровара на примере стыка с V-образной разделкой кромок. Такие же дефекты могут быть и при другой разделке кромок. Ниже показан непровар в угловом шве, имеющий место у вертикальной стенки.

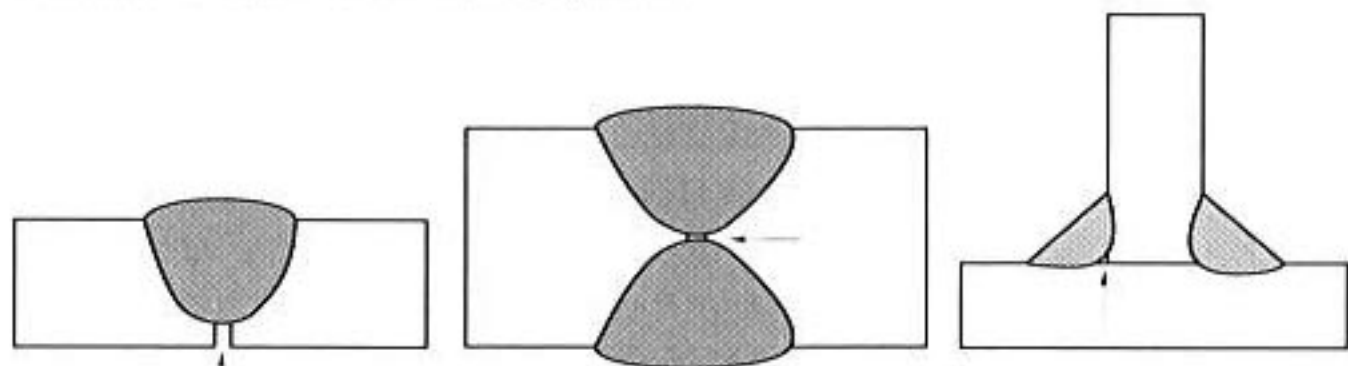


Возможные дефекты	Устранение
Общие	
• слишком высокая скорость сварки	- уменьшить скорость сварки/увеличить время остановки на краях
• сварка углом вперед	- варить углом назад, угол наклона горелки 70 ... 90°
Непровар*	
• слишком мал зазор стыка	- увеличить зазор
Угловой шов: непровар вертикальной стенки	
• горелка слишком наклонена вертикально	- изменить направление горелки

* Рутитовые порошковые проволоки меньше подходят для сварки корневого прохода без керамической прокладки.

Применяйте керамические подкладки с прямоугольной канавкой для приема шлака.

Непровар. Непровар возникает вследствие того, что наплавленный металл не полностью переплавляет металл стыка. Ниже показаны три типичных случая.



Примеры непровара корня шва

Возможные дефекты

Общие

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • слишком малый сварочный ток | - увеличить скорость подачи/напряжение дуги |
| • слишком большая скорость сварки | - уменьшить скорость сварки |
| • слишком малая скорость сварки | - увеличить скорость сварки; предотвратить образование шлака перед ванной |
| • сварка углом вперед | - варить углом назад |
| • слишком малый угол наклона горелки | - обеспечить угол наклона горелки 70 ... 90°: направляйте дугу на переднюю часть ванны |

Стыковой шов

- | | |
|---|--|
| • слишком мал корневой зазор/велико усиление на поверхности | - увеличить корневой зазор/уменьшить усиление на поверхности |
| • для стыка с разделкой | - увеличить угол скоса |

Шлаковые включения

Шлаковые включения образуются, когда расплавленный шлак не может покинуть ванну расплава, или, когда шлак переполняет ванну, или, если шлаковые включения не могут пройти через недостаточно расплавленный металл шва.

Возможные дефекты

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • слишком малый сварочный ток | - увеличить скорость подачи/напряжение дуги |
| • слишком мала скорость сварки | - увеличить скорость сварки: не допускать образования шлака в передней части ванны |
| • сварка углом вперед | - варить углом назад |
| • слишком малый угол наклона горелки | - выдержать угол наклона горелки; удерживать шлак за дугой |

Возможные дефекты

- выпуклый шов
- слишком большие поперечные колебания

Устранение

- увеличить напряжение дуги
- уменьшить скорость сварки; где возможно применять технику прерывистых колебаний или уменьшить размах колебаний. Избегайте толстых слоев.

Важно. Дефект шлаковых включений чаще всего появляется при сварке рутиловыми проволоками в положении 2G. Из-за малого угла стыка возникают шлаковые включения на скосах кромки верхнего листа, а также возможен непровар.

Рутиловые проволоки больше предрасположены к этому явлению, поскольку их дуга менее мощная. Кроме того, металл, наплавленный рутиловыми проволоками, имеет тенденцию к провисанию, особенно в положении 2G, что приводит к выпуклым швам.

Первым шагом в преодолении этого явления еще на стадии проектирования является предусмотрение увеличения угла скоса фаски нижнего листа. Это даёт возможность сварщику избежать острых кромок, где образуются шлаковые включения. Сварщик должен обращать внимание на величину вылета и выдерживать короткую дугу, обеспечивающую лучшее проплавление. Скорость сварки должна быть достаточно высокой, чтобы не было провисания шва и чтобы шлак находился перед ванной расплава.

Смотрите стр. 16 и 17 по рекомендациям положения горелки и последовательности выполнения проходов.

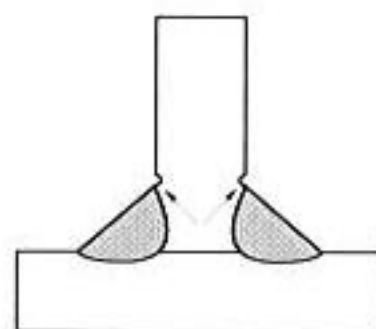
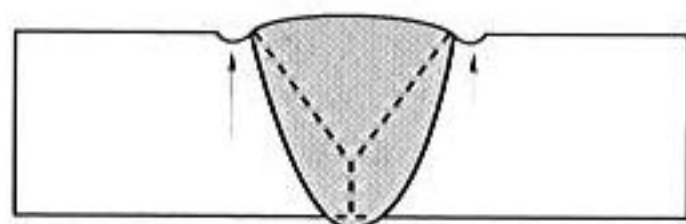
Пористость

Возможные дефекты

- сквозняк/ветер
- наличие краски, масла или грязи в зоне сварки
- засорение сопла
- повреждение сопла
- слишком маленькое или слишком большое сопло
- слишком большая или слишком малая подача газа
- утечка газа

Устранение

- | | |
|--|-----------------------------|
| - закрыть двери или окна/установить защитные перегородки | - очистить поверхности |
| - очистить/заменить сопло | - заменить сопло |
| - заменить соплом, подходящим к геометрии стыка | - отрегулируйте подачу газа |
| - проверьте утечку газа, зажав сопло: продолжающийся расход газа говорит об утечке | - проверьте соединения |
| - проверьте взаимное положение наконечника и сопла; отрегулируйте режимы сварки | |



Подрез обычно бывает из-за большого сварочного тока или высокой скорости сварки. Для предотвращения этого явления уменьшите скорость подачи и/или скорость сварки до получения валика шва хорошего вида.

Подрез на одной стороне углового шва может возникнуть из-за неправильного положения горелки; попробуйте увеличить угол между горелкой и пластиной.

Трещины по оси шва при сварке на подкладке

Трещины по оси шва могут возникнуть при сварке корневого шва на подкладке в случае большого тепловложения. Так же, как и образование шлаковых включений при сварке в положении 2G, это присуще рутитовым порошковым проволокам. Выпуклый валик шва способствует неудовлетворительному затвердеванию, что приводит к образованию трещин, особенно при больших усадочных усилиях. Для предотвращения образования трещин рекомендуется:

- Угол скоса кромок должен быть $45 \dots 60^\circ$; зазор - приблизительно 5мм.
- Применяйте керамические подкладки с прямоугольной выемкой для приема шлака. Ширина канавки должна быть порядка 15мм.
- Варите током ниже 200А (диаметр проволоки 1,2мм). При этом ванна расплава будет иметь более или менее овальную форму вместо неблагоприятной стреловидной.
- Варите с минимальными поперечными колебаниями для предотвращения увеличенной толщины валика и удерживайте дугу в передней части ванны для обеспечения удовлетворительного проплавления.