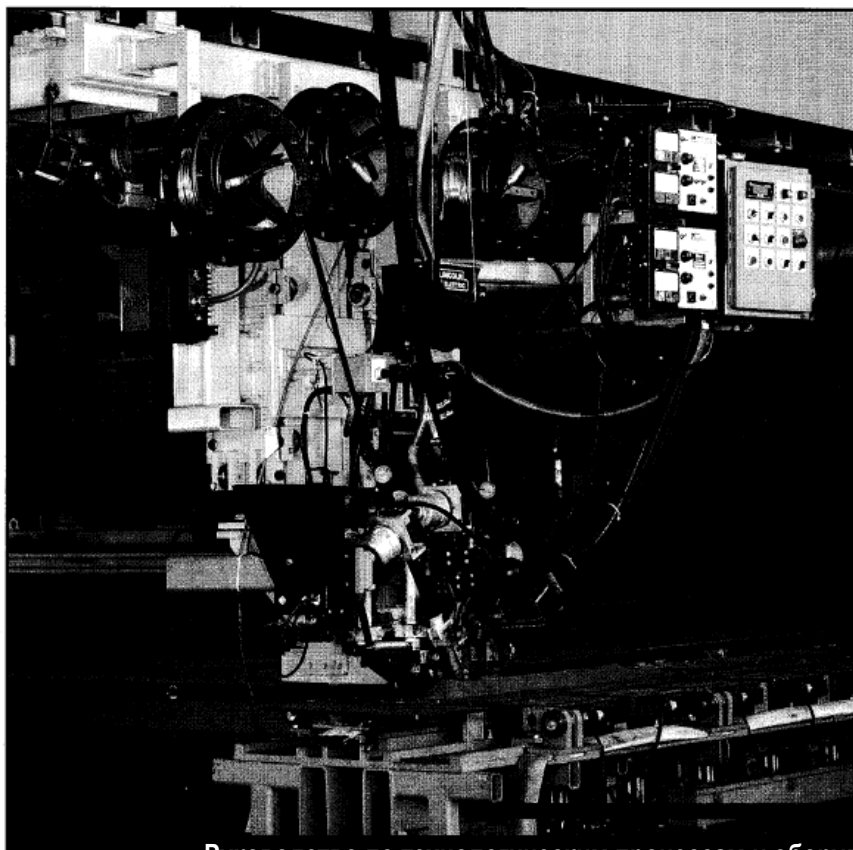


Руководство по дуговой сварке под флюсом



Руководство по технологическим процессам и оборудованию

LINCOLN[®]
ELECTRIC

ЭКСПЕРТЫ ПО СВАРКЕ

СОДЕРЖАНИЕ

БРОШЮРА №

I ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

- | | |
|--|--------|
| 1. Как производить дуговую сварку под флюсом штучными электродами | C5.600 |
| 2. Дуговая сварка под флюсом проводным электродом с низколегированным сердечником LAC™ | C5.610 |
| 3. Швы, полученные дуговой сваркой под флюсом в нижнем и горизонтальном положении | C5.620 |
| 4. Как выполнять кольцевые сварные швы | C5.630 |
| 5. Пористость | C5.650 |
| 6. Хранение и повторная сушка флюсов для дуговой сварки | C5.660 |

II. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

- | | |
|--|--------|
| 1. Аппарат TinyTwinarc® | E9.100 |
| 2. Как выполнять сварку последовательными дугами | C5.640 |

РАЗДЕЛ I.

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1. | Как производить дуговую сварку под флюсом штучными электродами | C5.600 |
| 2. | Дуговая сварка под флюсом проводным электродом с низколегированным сердечником LAC™ | C5.610 |
| 3. | Швы, полученные дуговой сваркой под флюсом в нижнем и горизонтальном положении | C5.620 |
| 4. | Как выполнять кольцевые сварные швы | C5.630 |
| 5. | Коэффициент пористости | C5.650 |
| 6. | Хранение и повторная сушка флюсов для дуговой сварки | C5.660 |



Как производить ДУГОВУЮ СВАРКУ ПОД ФЛЮСОМ ШТУЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ



ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВЕННЫМ СВАРНЫМ ШВАМ

Вследствие того, что широкое разнообразие условий проектирования, изготовления и внепланового технического обслуживания в процессе эксплуатации оказывают воздействие на результаты практического использования информации, содержащейся в настоящем бюллетене, ответственность за испытания и ремонтпригодность какого-либо изделия или конструкции несет строитель/пользователь.

ЧИСТОТА

Органические загрязняющие вещества (жидкая и густая смазка, краска и т.д.), ржавчина, окалина или влага могут вызывать появление пористости. Загрязнение сварных швов цинксодержащими грунтовками или грунтовками на основе эпоксидной смолы может привести к появлению интенсивной пористости из-за наличия газов, выделяемых этими веществами при сварке. Исходя из этого:

1. Пользуйтесь только чистыми электродами без следов ржавчины.
2. Просеивайте используемый флюс с тем, чтобы удалить крупные частицы шлака или иного мусора (шлаковый сетчатый фильтр K310). Если флюс загрязнен чрезмерно мелкой вторичной окалиной, удалите эту вторичную окалину при помощи магнитного сепаратора фирмы Lincoln (K58).
3. Обязательно удаляйте с места стыка толстые слои ржавчины и окалины и очищайте его от жидкой и густой смазки и влаги. При наличии каких-либо загрязняющих веществ необходимо применять скорости сварки меньше максимальной с тем, чтобы дать газам возможность уйти с пузырями из шва прежде, чем он затвердеет. Поэтому часто более экономично обезжирить место сварки или удалить влагу горелкой предварительного нагрева.

ТИП СОЕДИНЕНИЯ И СБОРКИ ПОД СВАРКУ

Дуговая сварка под флюсом представляет собой процесс с глубоким проплавлением. Во избежание прогара свариваемые пластины, как правило, либо плотно стыкуются, либо используется сварочная подкладка или строчечный прогон. Для получения сведений об основных типах соединений запрашивайте экземпляр бюллетеня S630.

В тех случаях, когда получаются зазоры между свариваемыми деталями, измените технологию процесса так, чтобы уменьшить проплавление. Применяйте токи меньшей силы, большие скорости прохода, постоянный ток (-) (отрицательный электрод) или больший вылет электрода.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

При наложении швов, полученных при дуговой сварке под флюсом, поверх **многопроходных** сварных швов, сделанных при помощи электродов Innershield®, может возникнуть пористость. Следовательно, на стыках, предназначенных для окончательной обработки дуговой сваркой под флюсом, следует применять лишь **один** строчечный прогон при помощи электродов фирмы Innershield.

ПОКРЫТИЕ ФЛЮСОМ

Установите глубину флюса таким образом, чтобы отсвет от дуги отражался на электроде. Меньшее количество флюса вызывает проплавление, что неудобно для оператора и может вызвать появление пористости. Излишняя глубина флюса дает узкое выпуклое усиление с обратной стороны шва.

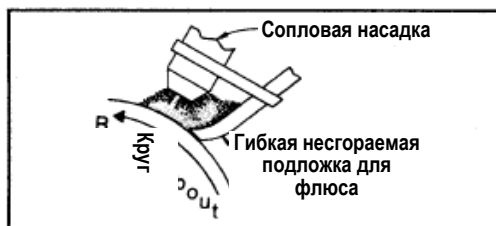


ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Наблюдение дуги высокой продолжительности или мощной может привести к ожогам. Необходимо соблюдать надлежащую методику и использовать защиту глаз.

При полуавтоматической сварке подача флюса регулируется подбором надлежащей воронки, как это описано на странице 7. При автоматической сварке глубина флюса задается расстоянием между разгрузочным концом трубы подачи флюса и изделием.

При таких способах практического применения, как круговая сварка, торцовая сварка или сварка справа под прямым углом к направлению движения, для удержания флюса вокруг дуги во время сварки может потребоваться какая-либо подложка. Она может представлять собой кусок огнестойкого материала, закрепленного на сопловой насадке, или перемычки для флюса, закрепленные или приклепанные к изделию. Гранулы флюса, окружающие шов в сварочной ванне, должны оставаться в соприкосновении со сварочной ванной до тех пор, пока металл шва не затвердеет.



ПОЛОЖЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

Практически все работы с использованием дуговой сварки под флюсом, должны производиться на изделиях, расположенных горизонтально. Однако существует два случая, когда предпочтительна сварка на наклонных плоскостях:

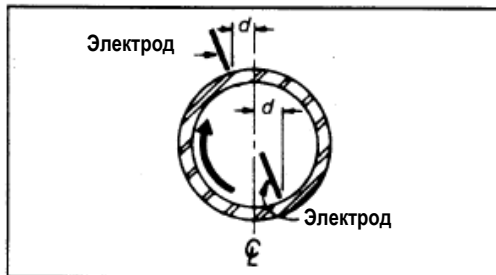
1. При сварке некоторых изделий из тонколистового металла скорость можно увеличить посредством расположения изделий для сварки на спуск. Максимальный угол спуска составляет 25°.
2. При сварке некоторых изделий из толстолистового металла с глубоким желобом иногда применяется угол подъема, составляющий 2 - 5°. Это помогает удерживать расплавленный металл от стекания впереди дуги.

ПОВОРОТНАЯ СВАРКА

При работе с круговыми или кольцевыми сварными швами необходимо преодолевать тенденцию растекания флюса и расплавленного металла. Для этого используются три фактора:

1. Стыпучий флюс ограничивается подложкой (смотрите страницу 1).
2. Размер металла, наплавленного за один проход, ограничивается использованием слабых токов и быстротой прогона.
3. Смещение электрода регулируется таким образом, чтобы шов затвердевал при его прохождении через центр диаметральной плоскости. Величины рекомендуемого смещения смотрите ниже.

Для получения дополнительных сведений о круговой сварке смотрите бюллетень S630.



Диаметр	
дюймы	мм
1 - 3	25 - 76
3 - 18	76 - 457
18 - 36	457 - 914
36 - 42	914 - 1067
42 - 48	1067 - 1219
48 - 72	1219 - 1829
Свыше 72	Свыше 1829

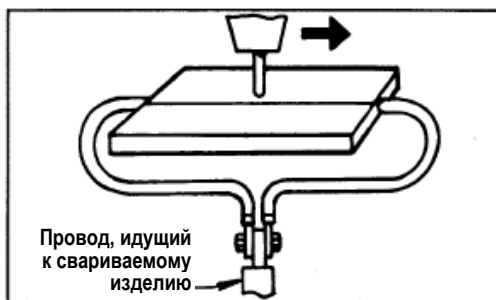
Смещение «d»	
дюймы	мм
3/8 - 3/4	9,5 - 19
3/4 - 1	19 - 25
1-1/4 - 1-1/2	32 - 38
1-1/2 - 1-3/4	38 - 44
1 - 3/4 - 2	44 - 51
2 - 2 - 1/2	51 - 64
3	64

ВЫБОР ФЛЮСА И ЭЛЕКТРОДОВ

Электроды и флюсы компании Lincoln могут, как правило, использоваться в широком диапазоне способов практического применения. Однако каждый из них имеет определенные характеристики, которые влияют на качество сварки или способствуют преодолению конкретных проблем. Для получения сведений о выборе современных флюсов и электродов смотрите бюллетень S210.

МЕСТО РАСПОЛОЖЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДА, ИДУЩЕГО К СВАРИВАЕМОМУ ИЗДЕЛИЮ

Как правило, наилучшие результаты получаются при ведении сварки от места соединения провода, идущего к свариваемому изделию. Прикрепляйте провод, идущий к свариваемому изделию, непосредственно к данному изделию.



Неправильное расположение места соединения провода, идущего к свариваемому изделию, может вызывать или усиливать дутьё (отклонение) дуги и приводить к возникновению пористости и неправильной форме усиления с обратной стороны шва. К сожалению, предсказать эффект этого воздействия возможно не всегда, и может потребоваться провести некоторые эксперименты. Однако в некоторых случаях улучшенные результаты получаются при разделении провода, идущего к свариваемому изделию, и подключению его к изделию в двух и более местах.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ

При сварке стали повышенной прочности (низколегированная конструкционная сталь с повышенным сопротивлением атмосферной коррозии) может потребоваться предварительный нагрев. Величина требуемого предварительного нагрева увеличивается с увеличением толщины пластин, жесткости стыков и повышением содержания углерода и легирующих элементов. При сварке многопроходных сварных швов поддерживайте межпроходную температуру, равную требуемой температуре предварительного нагрева, до тех пор, пока не будут завершены все проходы.

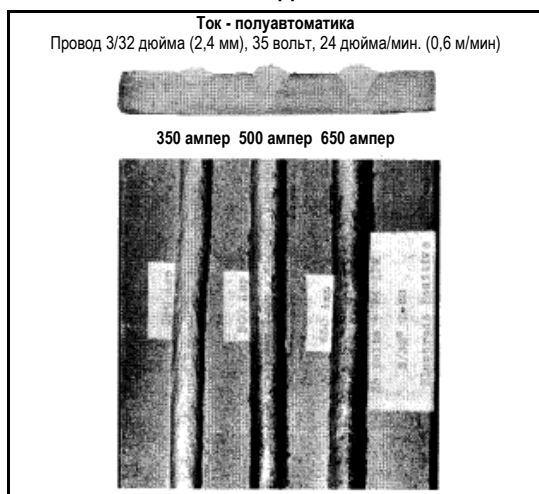
Минимальный требуемый предварительный нагрев можно предварительно рассчитать с использованием таблиц предварительного нагрева в нормативе D1.1 от AWS (American Welding Society, Американское общество специалистов по сварке), либо при помощи Preheat and Interpass Temperature Calculator («Вычислительные таблицы температуры предварительного нагрева и между проходами») WC-8, предлагаемых компанией Lincoln по цене 3 доллара США.

ТОК (СКОРОСТЬ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ)

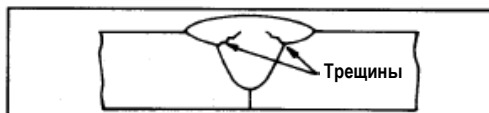
При сохранении неизменности прочих переменных параметров изменение силы тока имеет следующие эффекты:

1. Увеличение силы тока увеличивает скорость проплавления и производительность расплавления (электрода).
2. Излишнее увеличение силы тока дает блуждающую дугу, подрез (ослабление) сварного шва или высокое и узкое усиление с обратной стороны шва.
3. Излишнее уменьшение силы тока дает неустойчивую дугу.

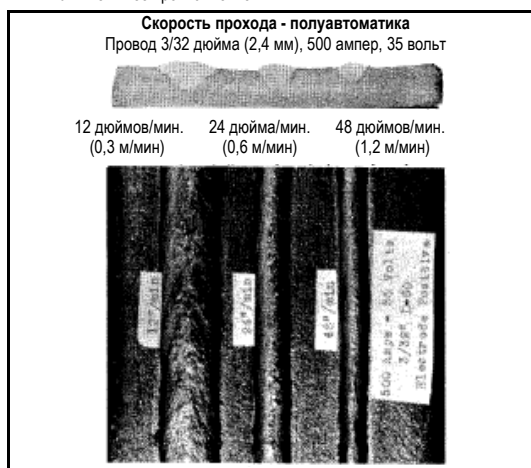
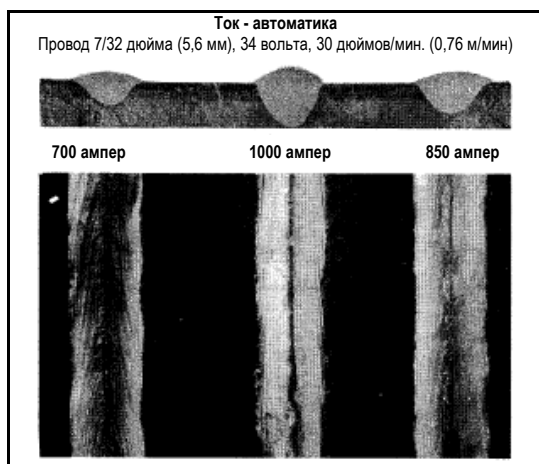
ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ



1. Чрезмерно высокая скорость прохода уменьшает смачивание и увеличивает тенденцию подреза (ослабления) сварного шва, появления блуждающей дуги, пористости и даже неравномерности форм усиления с обратной стороны шва.
2. Меньшие скорости прохода дают газообразным веществам время на выкипание из расплава шва, что уменьшает опасность возникновения пористости.
3. Чрезмерно высокие скорости дают:
 - a. «Шляпообразную» форму усиления с обратной стороны шва, которая подвержена растрескиванию.



- b. Чрезмерное просвечивание при проплавлении, что неудобно для оператора. **Предупреждение:** смотрите раздел «Покрытие флюсом» на передней странице.
- c. Большой бассейн расплава, растекающийся вокруг дуги, что ведет к неровности усиления с обратной стороны шва, разбрызгиванию и включениям шлака.
- d. Меньшее проплавление.

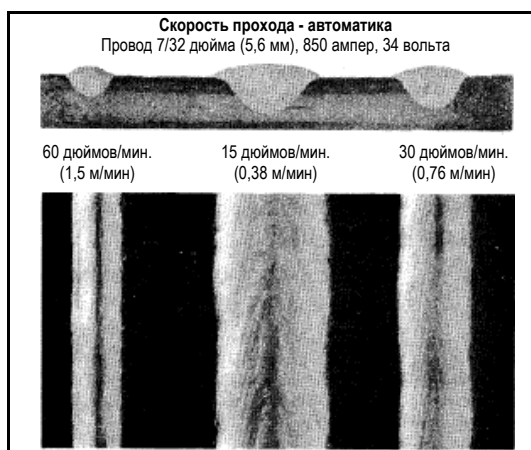


СКОРОСТЬ ПРОХОДА

Изменение скорости прохода так же, как и изменение силы тока, изменяет калибр сварного шва (катет углового шва) и проплавление. Основные рекомендации:

1. При сварке однопроходных сварных швов задавайте как можно большие силу тока и скорость прохода, обеспечивающие, тем не менее, получение надлежащего калибра сварного шва и требуемое проплавление без прожога.
2. При сварке многопроходных сварных швов задавайте скорость прохода, обеспечивающую получение надлежащего калибра усиления с обратной стороны шва.

Если прочие переменные параметры остаются неизменными, то изменение скорости прохода имеет следующие эффекты:



РАЗМЕР ЭЛЕКТРОДА – ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА

Сварочные пистолеты (горелки), приводные ролики и трубчатые токопроводы позволяют применять только ограниченный ассортимент размеров электродов. Поэтому зачастую изменение размера электрода требует установки надлежащих деталей, соответствующих калибру используемой проволоки:

Используются электроды только трех различных размеров:

Электрод 1/16 дюйма (1,6 мм) используется в первую очередь для высокоскоростной сварки на толстостеной стали калибров от 14 до 1/4 дюйма (1,9 до 6,4 мм).

Электрод 5/64 дюйма (2,0 мм) используется для сварки изделий толщиной калибра 12 (2,6 мм) и выше в большинстве тех случаев, когда сварочными пистолетами (горелками) работают вручную.

Электрод 3/32 дюйма (2,4 мм) используется в большинстве тех случаев, когда сварочные пистолеты (горелки) работают в механических держателях. Он может использоваться для сварки вручную, однако жесткая проволока уменьшает гибкость кабеля, а увеличенный бассейн расплава требует дополнительного мастерства оператора.

1. Электроды большего размера выдерживают более сильные токи.
2. Электроды большего размера при более слабом токе способствуют закрытию разрывов в тех случаях, когда встречается некачественная сборка под сварку.
3. При данном токе уменьшение размера электрода увеличивает проплавление и стабильность дуги.
4. Маленькие электроды легче разжигаются.

Влияние размера электрода - автоматика
600 ампер, 30 вольт, 30 дюймов/мин. (0,76 м/мин)



Размер 1/8 дюйма
(3,2 м/мин)

Размер 5/32 дюйма
(4,0 м/мин)

Размер 7/32 дюйма
(5,6 м/мин)



НАПРЯЖЕНИЕ

Напряжение используется в первую очередь для контроля формы усиления с обратной стороны шва. Если прочие переменные параметры остаются неизменными, то изменение напряжения имеет следующие эффекты:

1. Увеличение напряжения:
 - a. Дает более плоское и широкое усиление с обратной стороны шва.
 - b. Улучшает удаление шлака на прямых кромках стыков и отбортовочных швах (шов с плавным переходом к основному металлу).
 - c. Увеличивает потребление флюса.
 - d. Увеличивает стойкость к пористости, вызываемой ржавчиной или окалином.
 - e. Способствует закрытию разрывов в тех случаях, когда встречается некачественная сборка под сварку.
 - f. Увеличивает отбор легирующих элементов из флюса. Это можно выгодно использовать в тех случаях, когда производится сварка с присадками или флюсами для наплавки твердым сплавом для повышения содержания легирующих элементов.

Поэтому для работы с многопроходными сварными швами рекомендуется использовать флюсы компании Lincoln 800 series («серии 800») и флюс 980. Эти флюсы серии 800 и флюс 980 при увеличении напряжения не дают существенных изменений в восстановлении легирующих элементов.

1. Чрезмерно высокие напряжения.
 - a. Дают «шляпообразную» форму усиления с обратной стороны шва, которая подвержена растрескиванию.
 - b. Дают плохое удаление шлака.
 - c. В многопроходных сварных швах увеличение содержания легирующих элементов дает чувствительный к образованию трещин шов.
 - d. Дают отбортовочный шов с принижением проплавления, который подвержен растрескиванию.
 - e. Уменьшают устойчивость к пористости из-за блуждания дуги.
3. Понижение напряжения дает «более плотную» дугу, необходимую для обеспечения проплавления в глубоких желобках и устойчивости дуги к блужданию при работе на высоких скоростях. Оно также улучшает удаление шлака из глубоких v-образных швов (сварных швов с разделкой кромок).
4. Чрезмерно низкое напряжение дает высокое узкое усиление с обратной стороны шва и плохое удаление шлака.

Напряжение - полуавтоматика

Провод 3/32 дюйма (2,4 мм), 500 ампер, 24 дюйма/мин. (0,6 м/мин)



25 вольт 35 вольт 45 вольт



Напряжение - автоматика

Провод 7/32 дюйма (5,6 мм), 850 ампер, 30 дюймов/мин. (0,76 м/мин)



27 вольт 45 вольт 37 вольт





" = дюйм, mm = мм, electrode = электрод

МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДЛЯ МНОГОПРОХОДНЫХ СВАРНЫХ ШВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛЮСОВ СЕРИИ 700 И ЭЛЕКТРОДА L-60

Напряжение необходимо ограничивать с тем, чтобы воспрепятствовать наплавку кремния и магния для предотвращения растрескивания шва и повышения твердости перекрывающего валика (при многослойной сварке).

Линии на Рисунке 4 относятся к сварке:

1. Постоянный ток (+), для постоянного тока (-) увеличение на 4 вольта.
2. Вылет электрода 1½ дюйма (38 мм). Сведения об увеличении вылета электрода смотрите в разделе «Сварка с удлиненным вылетом электрода Linc-Fill™» на странице 8.
3. Пластины толщиной менее 1 дюйма (25 мм).

ПРИМЕЧАНИЕ: Указанные на рисунке 4 напряжения представляют собой фактические напряжения дуги, измеренные непосредственно между контактным блоком и изделием во время сварки. При измерении напряжения дуги может происходить некоторое отклонение или колебания стрелки, что зависит от стабильности сварочной дуги и характеристик демпфирования самого измерительного прибора. Затем среднее значение показаний принимается за фактическое напряжение дуги.

Эти ограничения по напряжению относятся к следующему:

1. Всем флюсам для мягкой стали компании Lincoln, кроме 801, ML 800, 860, 865, 880, 880M, 882, 980, 985 и 990M. С флюсами серии 800 можно использовать более высокое напряжение, поскольку они представляют собой нейтральные флюсы, не чувствительные к поглощению легирующих элементов.
2. Электрод L-60. Флюсы серии 700 с электродом L-60 можно использовать для сварки пластин толщиной до 1 дюйма (25 мм) при условии того, что используемое напряжение не будет превышать значений, приведенных на графике Рисунка 4. Пластины толщиной до 1½ дюйма (38 мм), свариваемые в положении справа под прямым углом к направлению движения равномерно с обеих сторон при помощи флюса «серии 700» и электрода L-60 не требуют каких-либо особых мер безопасности. Для сварки многопроходных сварных швов при помощи электрода L-60 используйте флюсы 860 или 882.
3. Постоянный ток (+) (электрод положительный), вылет электрода 1½ дюйма (38 мм). Для постоянного тока (-) увеличьте напряжение на 4 вольта. При вылете электрода 1½ дюйма (38 мм) увеличьте задаваемое напряжение в соответствии с кривой на приведенном ниже Рисунке 5. Такое увеличение напряжения не увеличит поглощения легирующих элементов шовным металлом.

Рис. 5



ПОЛЯРНОСТЬ: ПОСТОЯННЫЙ ТОК (+) ПРОТИВ ПОСТОЯННОГО ТОКА (—)

Постоянный ток (+) рекомендуется для большинства случаев практического применения, поскольку он обеспечивает гладкость швов и большее проплавление. Он также отличается лучшей стойкостью к порообразованию, кроме случаев использования со сталями с высоким содержанием серы и фосфора.

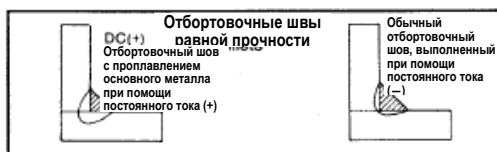
Постоянный ток (—) характеризуется увеличенной почти на 1/3 производительностью расплавления электрода и меньшей глубиной проплавления. Он используется:

1. Для обычных отбортовочных швов (швов с плавным переходом к основному металлу).
2. В тех случаях, когда полезно большее расплавление электрода, напр. наплавка твердых сплавов.
3. В тех случаях, когда необходимо меньшее проплавление с тем, чтобы уменьшить примеси для контроля растрескивания или пористости на обладающих плохой свариваемостью сортах стали.
4. В тех случаях, когда большая наплавка и меньшее проплавление способствуют предотвращению растрескивания на глубоких v-образных швах (сварных швах с разделкой кромок).
5. Для способов применения Linc-Fill™ (смотрите страницу 8).

При переходе с постоянного тока (+) на постоянный ток (—) при одинаковой силе тока увеличьте напряжение на 4 вольта с тем, чтобы сохранить одинаковую форму металла, наплавленного за один проход.

ОТБОРТОВочные швы с ПРОПЛАВЛЕНИЕМ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА: ПОСТОЯННЫЙ ТОК (+) ПРОТИВ ПОСТОЯННОГО ТОКА (—)

Использование отбортовочных швов с глубоким проплавлением основного металла при помощи постоянного тока (+) могут снизить сварочные затраты по сравнению с использованием обычных отбортовочных швов, свариваемых при помощи постоянного тока (—).



ПРИЁМЫ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА – ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА

МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

При надлежащей регулировке приводные ролики в полуавтоматических механизмах подачи проволоки компании Lincoln проскальзывают до того, как электрод будет вдавлен в кабель и заклинит. Если эти приводные ролики проскальзывают, то не увеличивайте усилие на роликах сверх рекомендованного заданного значения. Выясните причину, по которой для электрода требуется толкающее усилие, превышающее обычное, и устраните ее.

При установке нового оборудования или измерении размера электрода:

1. Убедитесь в том, что приводные ролики и трубчатые токопроводы смогут работать с электродом данного размера.
2. Отрегулируйте усилие на приводных роликах до требуемого для электрода данного размера.

Содержите механизм подачи проволоки в чистоте. Инструкции по техническому обслуживанию и конкретным регулировкам органов управления смотрите в Руководстве по эксплуатации механизма подачи проволоки.

Убедитесь в том, что механизм подачи проволоки и источник питания отрегулированы либо на постоянный ток, либо на постоянное напряжение, в зависимости от того, что будет уместным. Многие работы с использованием дуговой сварки под флюсом производятся с источниками питания не изменяющегося постоянного тока. Иногда для сварки малых швов с очень высокими скоростями прохода используется неизменное постоянное напряжение. Многие из более современных источников питания характеризуются неизменным постоянным током, неизменным постоянным напряжением и специальным режимом неизменного постоянного напряжения для дуговой сварки под флюсом. Как правило, неизменное постоянное напряжение используется для сварки малых швов, неизменное постоянное напряжение используется для дуговой сварки под флюсом используется для сварки малых и больших швов, а неизменное постоянное напряжение используется для сварки больших нижних сварных швов.

Прочность отбортовочного шва зависит от высоты (толщины) шва.

Высота (толщина) обычных отбортовочных швов определяется путем измерения при помощи галтельного (радиусного) шаблона. У равнобедренных отбортовочных швов высота (толщина) составляет 0,707 от катета углового шва (сторона шва, прилегающая к основному металлу). Если эти стороны не равны, то измерьте меньшую сторону и умножьте на 0,707. Этот метод предполагает, что отбортовочный шов проплавлен только до угла стыка.

Высота (толщина) отбортовочных швов с проплавлением основного металла включает в себя наплавленный металл, добавленный к наружной части стыка плюс глубина проплавления за угол стыка. Таким образом, малый отбортовочный шов с глубоким проплавлением основного металла может иметь ту же прочность, что и большой отбортовочный шов, наплавленный снаружи. Меньший размер шва означает меньшие сварочные затраты.

ВЫЛЕТ ЭЛЕКТРОДА

При данном конкретном токе увеличение расстояния между контактным наконечником насадки и изделием увеличивает производительность расплавления электрода. Для получения дополнительных сведений как об автоматической, так и о полуавтоматической сварке смотрите раздел «Сварка с удлиненным вылетом электрода Linc-Fill™» на странице 8.

СВАРКА НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Переменный ток рекомендуется для двух конкретных способов сварки:

1. Сварка последовательными дугами с использованием вводимых электродов.
2. Отдельные случаи сварки с однопостовым источником питания для дуговой сварки в тех случаях, когда блуждание дуги невозможно устранить путем повторной регулировки места заземления.

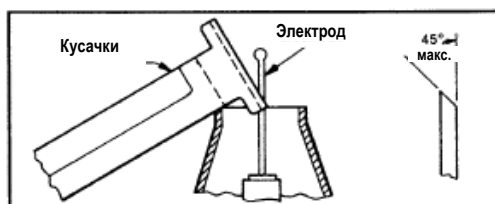
Для обеспечения надлежащей стабильности при использовании переменного тока требуется плотность тока большая, чем при использовании постоянного тока. При возникновении нестабильности дуги увеличьте ток или при той же силе тока воспользуйтесь следующим по убыванию калибром электрода.

ОБРАЩЕНИЕ С СВАРОЧНЫМИ ПИСТОЛЕТАМИ И КАБЕЛЯМИ

1. При установке нового оборудования или измерении размера электрода убедитесь в том, сварочный пистолет, кабель и контактный наконечник насадки смогут работать с электродом данного размера.
2. Не перекручивайте и не протягивайте кабель вокруг острых углов.
3. Не допускайте наезда колес грузовых тележек и платформ на кабель.
4. Содержите кабель в чистоте в соответствии с инструкциями, изложенными в Руководстве по эксплуатации механизма подачи проволоки.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ДУГИ

При помощи пары косых острогубцев или кромкообразных ножниц заострите кончик электрода вровень с торцом наконечника воронки подачи флюса. Неправильно обрезанный электрод может стать причиной плохого возбуждения и дугового пробоя контактного наконечника. Не допускайте провала заостренного кончика в пистолет.



Установите ток и напряжение на значения, необходимые для выполнения данной конкретной работы.

При использовании механизмов подачи проволоки периодического действия ML-3, LN-4, LN-5 или LN-6 задайте низкую толчковую скорость. Если толчковая скорость будет слишком велика, проволока будет иметь тенденцию застревать при возбуждении дуги.

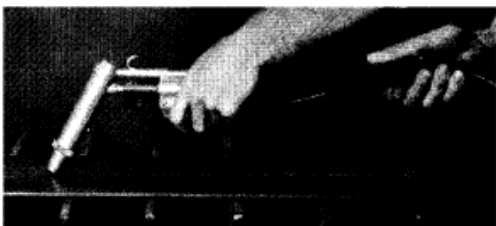
Поместите пистолет над стыком, как описано в разделе «Рабочие положения пистолета». Дайте сформироваться насыпке флюса. Нажмите на курок и коснитесь изделия электродом, слегка царапая его сквозь флюс.

Если электрод ударяется об изделие, отталкивая пистолет вверх без возбуждения дуги, то немедленно отпустите курок, поднимите пистолет и поверните насадкой вверх. Убедитесь в том, что соединение провода, идущего к свариваемому изделию, находится в надлежащем порядке, и что изделие в точке возбуждения очищено. Откусите кончик электрода и попытайтесь возобновить работу.

РАБОЧИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПИСТОЛЕТА

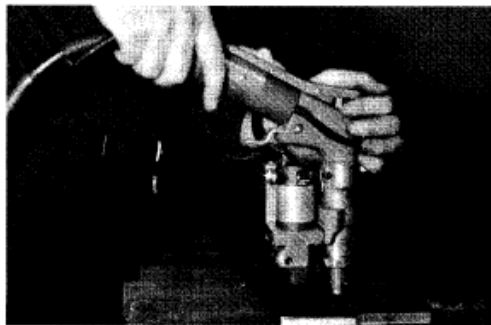
РУЧНЫЕ ПИСТОЛЕТЫ K112, K113

Держите пистолетную рукоятку параллельно стыку так, чтобы ствол пистолета не отклонялся от вертикального положения на величину более 45°. В то время, когда наконечник воронки подачи флюса слегка касается изделия, нажмите на курок и начните сварку, плавно протягивая наконечник воронки подачи флюса по изделию.



Удерживайте курок в нажатом положении до тех пор, пока сварка не будет закончена. Для прекращения дуги отпустите курок. Одновременно поднимите пистолет от изделия и поверните наконечником вверх с тем, чтобы прекратить подачу флюса. Во избежание ненужного расхода флюса обязательно кладите пистолет в положении наконечником вверх.

Механизмы подачи проволоки LN-8 и LN-9 оснащены «переключателем взаимной блокировки». Когда этот переключатель находится в положении «Отп» («Вкл.»), курок после возбуждения дуги можно отпускать.



МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ СВАРОЧНЫЙ ПИСТОЛЕТ (K114)

Держите этот пистолет в положении, показанном на приведенных выше фотографиях, так, чтобы электрод был направлен перпендикулярно стыку. Дополнительные сведения по ассортименту стыков приведены в Руководствах по эксплуатации механизмов подачи проволоки LN-8 и LN-9. Хотя этот пистолет и отрегулирован на проход с заранее заданной скоростью прохода на колесе с электродвигателем, его можно перемещать и вручную. Для обеспечения надлежащей подачи флюса при работе вручную следует сохранять те же положения пистолета.

НАКОНЕЧНИК ВОРОНКИ ПОДАЧИ ФЛЮСА

В комплекте с каждым пистолетом поставляется ряд наконечников воронки подачи флюса с отверстиями различного диаметра. При использовании метода опирания, рекомендованного для большинства стыков, этот наконечник воронки автоматически устанавливает надлежащее покрытие флюсом.

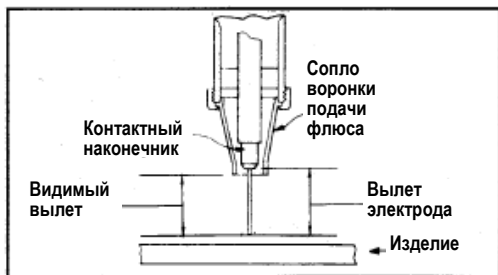
Как правило, используйте самый малый наконечник воронки, который обеспечивает достаточное покрытие флюсом с тем, чтобы предотвратить проплавление и обеспечить получения сварного шва требуемого размера. Чем меньше наконечник воронки, тем лучше совмещение проволоки со швом. Это особенно важно при сварке малых швов с высокой скоростью. Если требуется большее покрытие флюсом, воспользуйтесь следующим по крупности наконечником воронки.

СВАРКА С УДЛИНЕННЫМ ВЫЛЕТОМ ЭЛЕКТРОДА LINC-FILL™

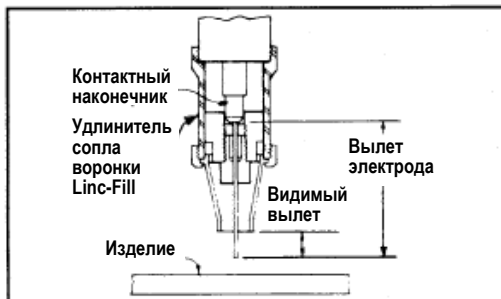
Использование удлинительной направляющей Linc-Fill увеличивает вылет электрода. Сварочный ток, проходя сквозь больший отрезок электрода, предварительно нагревает проволоку так, что она быстрее плавится в дуге. Это увеличивает производительность наплавки, что сокращает затраты на сварку.

Вылет электрода представляет собой расстояние между контактным наконечником и изделием, как это показано на приведенной ниже иллюстрации.

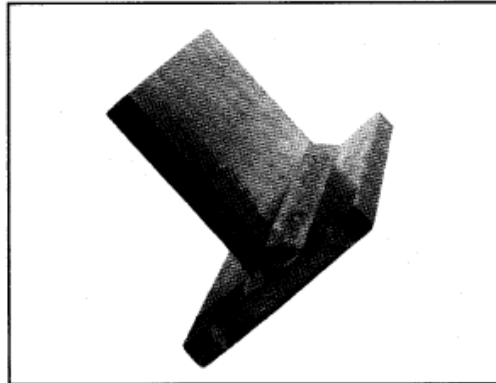
При полуавтоматической сварке типовым является вылет электрода, составляющий $\frac{1}{8}$ - $1\frac{1}{4}$ дюйма (16 – 28 мм). При использовании метода опирания этот вылет электрода задается автоматически при использовании воронки подачи флюса надлежащего калибра. В коммерческой продаже имеются изолированные удлинительные направляющие Linc-Fill. Они увеличивают вылет электрода до величины от $1\frac{3}{4}$ до 3 дюймов (44 – 75 мм), в зависимости от калибра проволоки и используемого пистолета.



При автоматической сварке обычно рекомендуются вылеты электрода, составляющие от $\frac{1}{8}$ до 2 дюймов (от 16 до 50 мм). Вылет электрода задается регулировкой расстояния между контактным наконечником и изделием. Для вылетов электрода до 5 дюймов (127 мм) в коммерческой продаже имеются удлинительные устройства Linc-Fill.



Преимущества использования удлинителей Linc-Fill показаны на графиках и в таблицах, приведенных на следующих далее страницах. В этих графиках и таблицах сравниваются производительности расплавления электрода при сварке с обычным вылетом электродов и сварке с использованием удлиненного вылета Linc-Fill.



Нижний отбортовочный шов, сваренный при 540 амперах на скорости 15 дюймов/мин. (0,38 м/мин.) при вылете $\frac{3}{4}$ дюйма (82 мм) с использованием ручного сварочного пистолета.

МЕТОДИКА РАБОТЫ С LINC-FILL

Для надежного возбуждения дуги при использовании удлиненного вылета:

1. При автоматической сварке настройте источник питания на напряжение холостого хода, с избытком превышающее сварочное напряжение. Приобретаемый отдельно пускатель возбуждения для NA-3 или NA-5 улучшает рабочие характеристики возбуждения, а для особо трубных случаев возбуждения дуги при удлиненном вылете можно также использовать Linc-Fill Starting Relay Kit (K237) (Комплект пусковых реле Linc-Fill).
2. При автоматической сварке пользуйтесь горячим запуском возбуждения.
3. При использовании механизмов подачи проволоки периодического действия ML-3, LN-4, LN-5 или LN-6 задавайте механизму подачи проволоки толчковую скорость, равную 50 - 70 % от фактической скорости подачи сварочной проволоки.
4. При использовании сварочной установки LN-6 устанавливайте специальный пусковой комплект Linc-Fill, номер по каталогу S14041.
5. При использовании сварочной установки LN-4 подключайте специальное реле времени задержки для возбуждения дуги при пониженном токе.
6. Обязательно заостряйте электрод (страница 6).
7. При полуавтоматической сварке производите возбуждение дуги посредством *легкого* царапающего движения поперек сварного шва. При работе с LN-7, LN-8 или LN-9 и нажатии курка держите электрод на небольшом удалении от изделия.

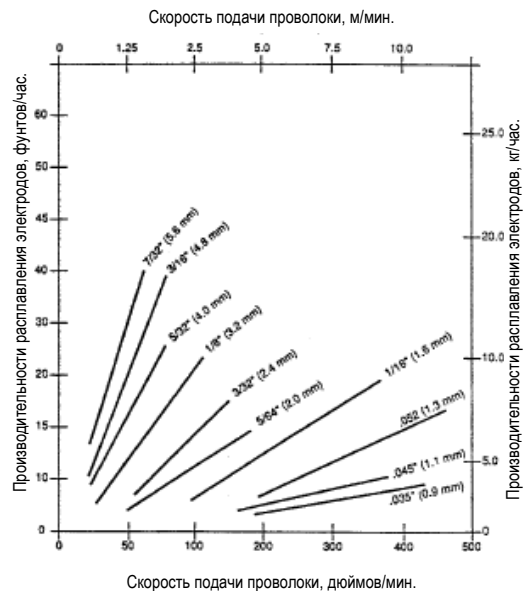
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ (L-50, L-56, L-60, L-61, L-70, L-S3, LA-75, LA-90, LA-100)

На графиках, приведенных на страницах 9-10, производится сравнение производительности расплавления электродов при сварке с использованием удлиненного вылета Linc-Fill и без него. Информация для этих графиков взята из таблиц на страницах 11-12.

СООТНОШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ И СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

Полярность постоянного тока (+), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, **обычный вылет электрода**

(при полярности постоянного тока (—) производительности расплавления электродов увеличиваются на 30-50 %)

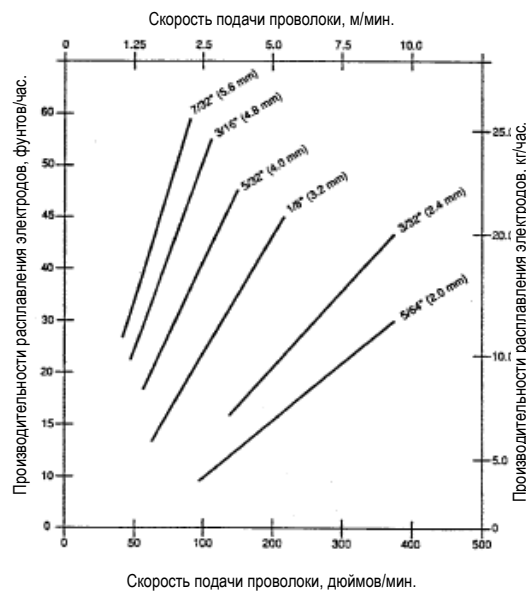


" = дюйм, mm = мм

СООТНОШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ И СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

Полярность постоянного тока (—), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, **удлиненный вылет электрода**

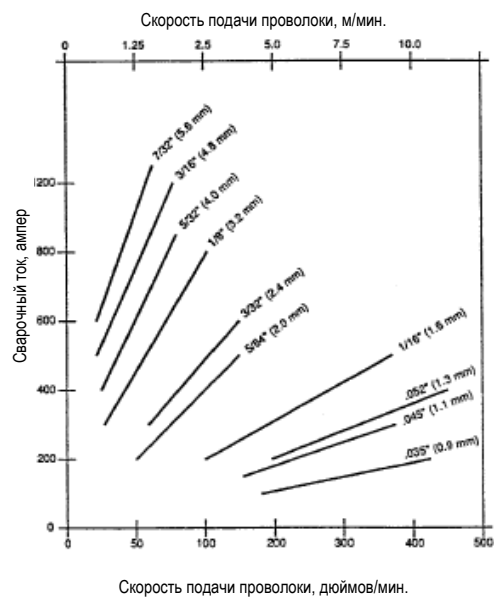
(при полярности постоянного тока (+) производительность расплавления электродов различается в пределах $\pm 10\%$ с разными флюсами)



" = дюйм, mm = мм

СООТНОШЕНИЕ СИЛЫ ТОКА (АМПЕР) И СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

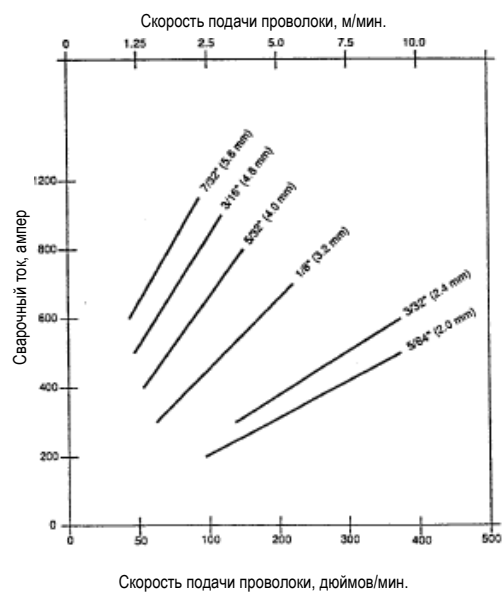
Полярность постоянного тока (+), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, **обычный вылет электрода**



" = дюйм, mm = мм

СООТНОШЕНИЕ СИЛЫ ТОКА (АМПЕР) И СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

Полярность постоянного тока (—), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, **удлиненный вылет электрода**



" = дюйм, mm = мм

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ (традиционные единицы измерения)

(L-50, L-56, L-60, L-61, L-70, L-S3, LA-75, LA-90, LA-100)

Полярность постоянного тока (+), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, обычный вылет электрода. При полярности постоянного тока (—) производительности расплавления электродов увеличиваются на 30 - 50 %.

Диаметр электрода (дюймов)	Обычный вылет (дюймов)	Расплавление	Ампер													
			100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
,035	1/2	дюймов/мин	185	296	428											
		фунтов/час	3,0	4,8	7,0											
,045	1/2	дюймов/мин		160	220	378										
		фунтов/час		4,3	5,9	10,2										
,052	1/2	дюймов/мин			190	304	458									
		фунтов/час			6,9	11,0	16,5									
1/16	5/8	дюймов/мин			98	165	251	369								
		фунтов/час			5,1	8,6	13,1	19,2								
5/64	1	дюймов/мин			50	84	123	181								
		фунтов/час			4,1	6,8	10,0	14,7								
3/32	1	дюймов/мин				57	82	112	150							
		фунтов/час				6,7	9,6	13,1	17,6							
1/8	1	дюймов/мин				27	40	55	71	90	112					
		фунтов/час				5,6	8,3	11,5	14,8	18,8	23,3					
5/32	1	дюймов/мин					24	34	45	56	68	81				
		фунтов/час					7,8	11,1	14,7	18,2	22,1	26,4				
3/16	1	дюймов/мин						22	29	37	45	53	62	72	82	
		фунтов/час						10,3	13,6	17,3	21,1	24,8	29,1	33,8	38,4	
7/32	1	дюймов/мин							21	26	31	36	42	48	55	63
		фунтов/час								13,4	16,6	19,8	23,0	26,8	30,6	35,1

Полярность постоянного тока (—), сварка с однополюсным источником питания для дуговой сварки, удлиненный вылет электрода. (При полярности постоянного тока (—) производительность расплавления электродов различается в пределах $\pm 10\%$ с разными флюсами).

Диаметр электрода (дюймов)	Удлиненный вылет Linc-Fill (дюймов)	Расплавление	Ампер													
			100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
5/64	2-1/4	дюймов/мин,			96	176	263	370								
		фунтов/час			7,8	14,3	21,4	30,1								
3/32	3-1/4	дюймов/мин,				137	201	281	370							
		фунтов/час				16,1	23,6	32,9	43,4							
1/8	5	дюймов/мин,				66	98	134	174	218						
		фунтов/час				13,8	20,4	27,9	36,3	45,4						
5/32	5	дюймов/мин,					55	75	97	120	145					
		фунтов/час					17,9	24,4	31,6	39,1	47,2					
3/16	5	дюймов/мин,						47	59	72	86	100	116			
		фунтов/час						22,0	27,7	33,8	40,3	46,9	54,4			
7/32	5	дюймов/мин,							43	51	60	70	80	91		
		фунтов/час							27,4	32,5	38,3	44,7	51,1	58,1		

Вес электрода (фунтов/фут)

,035—,0033	,052—,0072	5/64 дюйма — ,016	1/8 дюйма — ,042	3/16 дюйма — ,094
,045—,0054	1/16 дюйма — ,0100	3/32 дюйма — ,023	5/32 дюйма — ,065	7/32 дюйма — ,128

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ (метрические единицы измерения) (L-50, L-56, L-60, L-61, L-70, L-S3, LA-75, LA-90, LA-100)

Полярность постоянного тока (+), сварка с однопостовым источником питания для дуговой сварки, обычный вылет электрода. При полярности постоянного тока (—) производительности расплавления электродов увеличиваются на 30 - 50 %.

Диаметр электрод (в дюймах)	Обычный вылет (в дюймах)	Расплаве ние	Ампер													
			100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
0,9	12	м/мин	4,7	7,5	10,9											
		кг/час	1,4	2,2	3,2											
1,1	12	м/мин		4,1	5,6	9,6										
		кг/час		2,0	2,7	4,6										
1,3	12	м/мин			4,8	7,7	11,6									
		кг/час			3,1	5,0	7,5									
1,6	16	м/мин			2,5	4,2	6,4	9,4								
		кг/час			2,3	3,9	5,9	8,7								
2,0	25	м/мин			1,3	2,1	3,1	4,6								
		кг/час			1,9	3,0	4,5	6,7								
2,4	25	м/мин				1,4	2,1	2,8	3,8							
		кг/час				3,0	4,4	5,9	8,0							
3,2	25	м/мин				0,7	1,0	1,4	1,8	2,3	2,8					
		кг/час				2,5	3,8	5,2	6,7	8,5	10,6					
4,0	25	м/мин					0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0				
		кг/час					3,5	5,0	6,7	8,3	10,0	12,0				
4,8	25	м/мин						0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	
		кг/час						4,7	6,2	7,8	9,6	11,2	13,2	15,3	17,4	
5,6	25	м/мин							0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
		кг/час							6,1	7,5	9,0	10,4	12,2	13,9	15,9	18,2

Полярность постоянного тока (—), сварка с однопостовым источником питания для дуговой сварки, удлиненный вылет электрода. (При полярности постоянного тока (—) производительность расплавления электродов различается в пределах $\pm 10\%$ с разными флюсами).

Диаметр электрода (в дюймах)	Удлиненный вылет Linc-Fill (в дюймах)	Расплавление	Ампер													
			100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
2,0	57	м/мин			2,4	4,5	6,7	9,4								
		кг/час			3,5	6,5	9,7	13,7								
2,4	83	м/мин				3,5	5,1	7,1	9,4							
		кг/час				7,3	10,7	14,9	19,7							
3,2	127	м/мин				1,7	2,5	3,4	4,4	5,5						
		кг/час				6,3	9,3	12,7	16,5	20,6						
4,0	127	м/мин					1,4	1,9	2,5	3,0	3,7					
		кг/час					8,1	11,1	14,3	17,7	21,4					
4,8	127	м/мин						1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9			
		кг/час						10,0	12,6	15,3	18,3	21,3	24,7			
5,6	127	м/мин							1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3		
		кг/час							12,4	14,7	17,4	20,3	23,2	26,4		

Вес электрода (г/м)

0,9 мм — 4,9	1,3 мм — 10,7	2,0 мм — 23,8	3,2 мм — 62,5	4,8 мм — 139,9
1,1 мм — 8,0	1,6 мм — 14,9	2,4 мм — 34,2	4,0 мм — 96,7	5,6 мм — 190,5



THE
LINCOLN ELECTRIC
COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через
глобальные филиалы и дистрибьюторов
Кливленд, Огайо 44117-1199 США
ТЕЛ.: 216.481.8100
ФАКС: 216.486.1751
ВЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

Дуговая сварка под флюсом
C5.600 7/94

РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ (КЕМ):



LAC™

ДУГОВАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ ПРОВОДНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ С НИЗКОЛЕГИРОВАННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

— Выбор и применение —



Увеличенные производительности наплавки, улучшенные свойства сопротивления ударным нагрузкам, увеличенное сопротивление растрескиванию и многодуговые сварочные процессы являются лишь некоторыми из преимуществ системы LAC™ для дуговой сварки под флюсом проводным электродом с низколегированным сердечником.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Процесс дуговой сварки под флюсом проводным электродом с низколегированным сердечником LAC предназначен для замены твёрдых легированных электродов, используемых с нейтральными флюсами. Процесс LAC состоит из ряда низколегированных трубчатых электродов LAC, которые используются с флюсами Lincolnweld® 880, 882, 880M, MIL 800 или 980. Эти флюсы более нейтральны, чем большая часть тех флюсов, которые рекламируются как нейтральные. Преимущества процесса дуговой сварки под флюсом проводным электродом с низколегированным сердечником LAC над твёрдыми легированными электродами, которые используются с нейтральными флюсами, заключаются в том, что:

1. Производительность наплавки на 50% выше, чем при такой же силе тока, при сохранении высокого уровня сопротивления ударным нагрузкам.
2. Меньший разброс в химическом составе покрытия, полученного наплавкой с помощью дуговой сварки, при изменении напряжения.
3. Лучшие свойства сопротивления ударным нагрузкам в зоне термического воздействия из-за технологии сварки с удлиненным вылетом.
4. Большее сопротивление шва растрескиванию, наряду с меньшим проплавлением и меньшим содержанием примесей при такой же силе тока с использованием технологии сварки с удлиненным вылетом.
5. Большая стабильность переменного тока.
6. Лучшие свойства сопротивления ударным нагрузкам покрытия, полученного наплавкой с помощью сварки последовательными дугами.
7. Большее сопротивление термическому растрескиванию.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ

Эти сочетания электрод-флюс разработаны в соответствии с нормой AWS A5.23-90 «Технические условия для низколегированных стальных электродов и флюсов, используемых для дуговой сварки под флюсом».

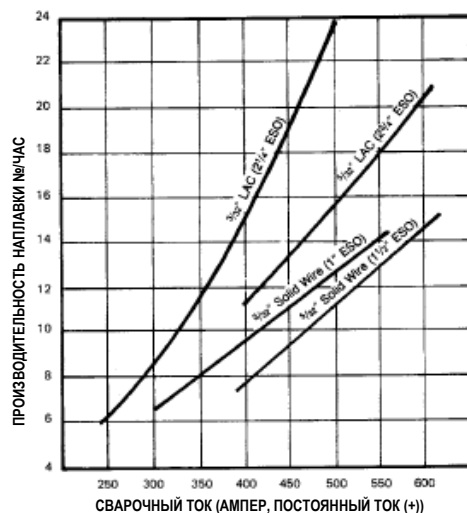
LAC-Ni2 (ECNi2) — Этот электрод предназначен для сварки атмосферостойких самопассивирующихся сталей (A588), сталей с содержанием 2½ % Ni, сталей с содержанием 3½ % Ni, и всех прочих сталей, требующих прочности на разрыв в 70 000 фунтов/кв. дюйм (A.W. [дуговая сварка] или S.R. [отжиг]) в сочетании с требованиями ударной вязкости при низких температурах.

LAC-M2 (ECM2) — Этот электрод предназначен для сварки T1 и аналогичных сталей, требующих предела текучести в 100 000 фунтов/кв. дюйм (A.W. или S.R.) и минимум 15 фут/фунтов ударной вязкости по Шарпи при - 50° Фаренгейта.

LAC-B2 (ECB2) — Этот электрод может использоваться для сварки хромомолибденовых сталей с содержанием 1¼ % Cr, ½ % Mo и менее.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАПЛАВКИ

Приведенные ниже кривые иллюстрируют типовые преимущества в производительности наплавки для сварки с помощью электродов LAC по сравнению с низколегированной сваркой с помощью твёрдых электродов.



" = дюйм, Solid Wire = сплошная проволока, LAC = низколегированный сердечник, ESO = вылет электрода

Рисунок 1

При использовании рекомендованных удлиненных вылетов электроды LAC дают прирост производительности наплавки от 40% до 50% по сравнению с той, которая получается при использовании сплошной легированной проволоки. Обычно невозможно повысить производительность наплавки сплошной легированной проволоки посредством увеличения электрического вылета, не ухудшая чистоту покрытия, полученного наплавкой с помощью дуговой сварки, и его механических свойств. Однако при использовании электродов LAC с соблюдением рекомендованных методик удлиненного вылета качество шва не ухудшается.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Электроды LAC Ni2, M2 и B2 с флюсами 800, 800M или LAC-M2 с флюсом MIL 800, а также LAC-Ni2 с флюсом 882 или 980 отвечают минимальным требованиям нормы AWS A5.23-90 «Технические условия

для низколегированных стальных электродов и флюсов, используемых для дуговой сварки под флюсом».

Требования к химическим и механическим свойствам и результаты тестов отображены в приведенной ниже таблице.

ТИПОВЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ РЕКОМЕНДОВАННЫХ СОЧЕТАНИЙ ЭЛЕКТРОД ЛАС-ФЛЮС

Флюс/электрод	Условие	Классификация флюс/электрод по AWS-ASME	Средняя твердость по Роквеллу	Предел прочности на разрыв (тыс. фунтов/кв. дюйм)	Предел текучести (тыс. фунтов/кв. дюйм)	% деформации растяжения на 2 дюйма	Ударная вязкость по Шарпи, определяемая на образцах с V-образным надрезом	
							Темп. теста	В среднем фут/фунтов
880/LAC-B2	S.R.	F8P2-ECB2-B2-H8	84	89,0	75,0	25	-20°F	48
880/LAC-M2	A.W.	F11A6-ECM2-M2-H8	100	111,0	100,0	25	-60°F	44
880/LAC-Ni2	A.W.	F7A6-ECNi2-Ni2-H8	87	81,0	65,0	30	-60°F	87
880/LAC-Ni2	S.R.	F7P10-ECNi2-Ni2-H8	84	78,0	62,0	31	-100°F	86
882/LAC-Ni2	A.W.	F8A4-ECNi2-Ni2	90	90,0	76,5	25	-40°F	60
882/LAC-Ni2	S.R.	F8P4-ECNi2-Ni2	87	84,0	70,0	29	-40°F	79
880M/LAC-B2	S.R.	F8P2-ECB2-B2-H8	91	87,0	73,0	25	-20°F	91
880M/LAC-M2	A.W.	F11A6-ECM2-M2	101	117,0	104,0	24	-60°F	53
880M/LAC-M2	S.R.	F11P6-ECM2-M2	100	114,0	100,0	24	-60°F	34
880M/LAC-Ni2	A.W.	F7A10-ECNi2-Ni2-H8	87	81,0	68,0	27	-100°F	65
880M/LAC-Ni2	S.R.	F7P10-ECNi2-Ni2-H8	84	78,0	64,0	32	-100°F	88
980/LAC-Ni2	A.W.	F8A2-ECNi2-Ni2-H8	93	92,0	80,0	27	-20°F	84
MIL 800/LAC-M2	A.W.	F11A6-ECM2-M2	102	120,0	107,0	23	-60°F	51

ASME = American Society of Mechanical Engineers, Американское общество инженеров-механиков, A.W. = дуговая сварка, S.R. = отжиг

Это типовые результаты тестов, которые были получены при испытании сварных швов, выполненных по методике сварки, изложенной ниже, и испытанных в соответствии с нормой AWS A5.23-90.

Методики испытаний (по AWS A5.23-90)

(Механический вылет 1 1/4 дюйма) электрический вылет 2 3/4 дюйма.

Температура предварительного нагрева и между проходами (температура перед наложением последующего слоя) 300°F.

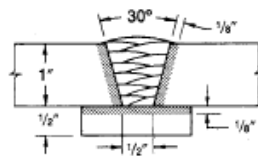
Диаметр электрода 5/32 дюйма при 500 амперах постоянного тока (+), напряжение на дуге 30 вольт, скорость прохода 16 дюймов/мин.

Ni2 и B2 — после снятия остаточных напряжений при 1150° F, когда такое указано.

Контрольный стык — LAC M2: A514, тип E (соединение без предварительной наплавки промежуточного металла на свариваемые кромки).

Контрольный стык — LAC Ni2: пластина A36 с предварительной наплавкой промежуточного металла Jet-LH8018-C1.

Контрольный стык — LAC B2: пластина A36 с предварительной наплавкой промежуточного металла Jetweld LH-90.



" = дюйм

Для сварки слоев внахлестку поместите электрод 5/32 дюйма от боковой стенки до кромки электрода.

ОБОРУДОВАНИЕ

Рекомендуется ⁽¹⁾ использование Системы подачи проволоки для дуговой сварки под флюсом компании Lincoln с источником питания либо неизменного постоянного напряжения, либо неизменного постоянного тока. Следует использовать следующее оборудование:

- Для полностью автоматических устройств:
 - Бухтодержатель проволоки с тормозом бобины M12908
 - Приспособление для правки проволоки с флюсовым сердечником M10214
 - Сопловая насадка K148A
 - Удлинительная направляющая K149-3/32
 - Наконечник направляющей S16167-3/32
 - Сопловая насадка K148B
 - Удлинительная направляющая K149-5/32
 - Наконечник направляющей S13786-5/32
- Для полуавтоматических устройств (диаметр 3/32 дюйма):
 - Пистолетно-кабельный агрегат K114, удлинительная направляющая S12891-1.
 - Пистолетно-кабельный агрегат K113, удлинительная направляющая S13027-3.

Рекомендованные насадки и приспособление для правки проволоки с флюсовым сердечником должны использоваться для обеспечения надлежащего электрического контакта и соответствующего выпрямления проволоки.

При применении полностью автоматических устройств с удлиненным вылетом рекомендуется использование надлежащих удлинительных направляющих. Однако, если конфигурация стыка ограничивает доступ к нему, эти направляющие можно снимать.

ВЫБОР: СРАВНЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ ЭЛЕКТРОДОМ С НИЗКОЛЕГИРОВАННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ LAC™

ТРЕБУЕМЫЕ СОГЛАСОВАННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА (Примечание E)

Тип стали		Рекомендованные электрод LAC/флюс	Рекомендованная обработка после нагревания	Примечания
Марка и класс по*ASTM (Американское общество испытания материалов)	Описание			
A202-A, A302-A A203-A и B A352-LC2 A203-E A516-70 A537 — Class 1 A588 — Все	Cr-Mn-Si. Mn-Mo 2½ % Ni 3½ % Ni C-Mn-Si C-Mn-Si Атмосферостойкая сталь	LAC-Ni2/880, 880M, 882	A.W. или S.R. при 1150° Ф A.W. или S.R. при 1100° Ф A.W. или S.R. при 1100° Ф A.W. или S.R. при 1100° Ф A.W. или S.R. при 1150° Ф	C C, D, H C, D, H
A514- от А по L включительно A517- от А по L включительно A533 — Класс 2 и 3 A543 — Класс 1 и 3 Класс 2 (Примечание B)	Высокопрочная закалённая отпущенная сталь Высокопрочная закалённая отпущенная сталь Высокопрочная закалённая отпущенная сталь Высокопрочная закалённая отпущенная сталь	LAC-M2/880, 880M. MIL 800	A.W. или S.R. при 1150° Ф A.W. или S.R. при 1150° Ф A.W. или S.R. при 1100° Ф	C, F C, F C, F C, F
A202-B	Cr-Mn-Si	LAC-B2/880, 880M	A.W. или S.R. при 1100° Ф A.W. или S.R. при 1150° Ф	C, F C, F

A.W. = [дуговая сварка], S.R. = [отжиг]

ТРЕБУЕМЫЙ СОГЛАСОВАННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Тип стали		Рекомендованные электрод LAC/флюс	Классификация по AWS A5.23 (Примечание A)	Рекомендованная обработка после нагревания	Примечания
Марка и класс по*ASTM	Описание				
A387-2, A335-P2, A217-WC4, A182-F2	½ Cr, ½ Mo	LAC-B2/880	F8P2-ECB2-B2-H8	A.W. или S.R. (Смотрите примечания)	G
A182-F11 и F12, A335-P11 & P12, A387-11&12, A217-WC6, A234-WP11 и 12	¼ Cr, ½ Mo	LAC-B2/880, 880M	F8P2-ECB2-B2-H8	A.W. или S.R. (Смотрите примечания)	G

ПРИМЕЧАНИЯ:

- A. Методика сварки, включая последующую термическую обработку, которая используется для получения указанных выше свойств, соответствует требованиям AWS A5.23. Эта методика показана на странице 2 и описана на страницах с 4 по 6 включительно.
- B. В классе 2 для удовлетворения требований по составляющему 115 000 фунтов/кв. дюйм пределу прочности на разрыв погонная энергия ограничена 40 000 джоулей/дюйм.
- C. Первый проход рекомендуется производить низководородным штучным электродом.
- D. Наплавленный металл с содержанием никеля свыше 2 % является ломким в горячем состоянии и имеет тенденцию к растрескиванию. Исходя из этого, обязательно производите первые один-два прохода низководородным ручным электродом. Слишком высокая предварительного нагрева или температура между проходами (перед наложением последующего слоя) снижает свойства сопротивления ударным нагрузкам. На тонких пластинах, где скорость охлаждения при закалке невелика, рекомендуется проверять свойства сопротивления ударным нагрузкам с тем, чтобы убедиться в их соответствии требованиям.
- E. Классификацию сочетаний электрод/флюс смотрите на странице 2.

При использовании сопловой насадки K148A для получения механического в 1¼ дюйма и электрического вылета в 2¼ дюйма применяется удлинительная направляющая K149-3/32 с наконечником направляющей S16167-3/32 (The S16167-3/32 представляет собой специальный наконечник направляющей для электродов LAC на 3/32 дюйма).

Во время первоначальной наладки в рамках методики применения удлиненного вылета удлинительная направляющая должна сниматься. Это предотвращает повреждения, возникающие из-за ненадлежащего возбуждения дуги до завершения должной регулировки. При применении оборудования неизменного постоянного тока компании Lincoln превосходные результаты получаются при включении в холодном состоянии. Если используется другое оборудование или оборудование неизменного постоянного напряжения, то для обеспечения хорошего запуска необходимо соблюсти следующие условия:

1. Электрод необходимо обрезать перед каждым запуском.
2. Толчковая скорость подачи проволоки должна устанавливаться ниже 60 дюймов/мин.
3. При неизменном постоянном напряжении следует использовать запуск из горячего состояния, а электрод перед возбуждением следует держать на высоте приблизительно ¼ дюйма над

(1) Для оборудования полуавтоматической сварки не рекомендуется использовать источники питания R3R.

изделием. Электрод не должен касаться изделия.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Должны быть соблюдены все требования к высококачественной дуговой сварки под флюсом, такие, как сварочное положение, тип соединения, чистота, сварочные подкладки и т.д.

ИНФОРМАЦИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СВАРКИ

Примечание по технике безопасности: При работе со сварочными процессами, предполагающими наличие зоны термического воздействия с использованием водорода или растрескивания наплавленного металла требуется применять методику удлиненного вылета с использованием низколегированных электродов LAC. Кроме того, для предотвращения вызываемого водородом растрескивания может потребоваться повышенная температура предварительного нагрева и температура между проходами.

- F. Если при сварке подается излишняя погонная энергия, то свойства зон термического воздействия у закаленных и отпущенных сталей серьезно ухудшаются. Погонная энергия воздействия на большинство закаленных и отпущенных сталей ограничивается величиной в 60 000 джоулей/дюйм. В тех случаях, когда возникают какие-либо вопросы, следует проконсультироваться с производителем стали относительно точных рекомендаций по погонной энергии.
- G. Предел прочности металла сварного шва с наплавлением Cr-Mo существенно уменьшается при температуре снятия структурных напряжений в металле шва менее 1150° Ф. Смотрите Рисунок 2.
- H. Оптимальная температура снятия структурных напряжений в металле шва для никелевых наплавов при соединении стали A203-Grade E составляет 1100 ± 25° Ф. Отпуск (снятие структурных напряжений) температура снятия структурных напряжений в металле шва для никелевых наплавов при температурах ниже 1050° Ф или выше 1150° Ф показывает резкую потерю ударной вязкости в записи при -150° Ф. (Смотрите Рисунок 3).



Эта резкая реакция никелевых покрытий, полученных наплавкой с помощью дуговой сварки, на температуру снятия структурных напряжений требует установления строгих мер контроля с тем, чтобы гарантировать поддержания этой температуры снятия структурных напряжений в желательном диапазоне. Печи для снятия напряжений должны быть откалиброваны таким образом, чтобы считывалась температура сварного узла, а не стенки печи или воздуха внутри печи.



В тех случаях, когда нужна лишь прочность, отбортовочные швы (швы с плавным переходом к основному металлу) на высокопрочной низколегированной (HSLA) стали могут выполняться при помощи менее прочного металла присадочной проволоки при соблюдении того условия, что размер отбортовочного шва будет увеличен с тем, чтобы обеспечить необходимую прочность. Это методика зачастую полезна в тех случаях, когда свариваются стали HSLA, которые подвержены растрескиванию.

При таких работах для односторонних отбортовочных сварных швов могут использоваться флюсы 761 или 780 и электроды L-61, а для многосторонних отбортовочных сварных швов - 780 и L-60.

При сварке при помощи любого электрода с присадкой в обмазке свойства шва могут изменяться в зависимости от (1) химического состава листа, (2) скорости охлаждения и (3) методики сварки. Поэтому данные о свойствах полученные в результате других испытаний и применения других методик могут отличаться от полученных при испытаниях AWS, перечисленных выше. Поэтому изготовитель несет ответственность за удостоверение соответствия механическим и химическим требованиям тех изделий, которые он изготавливает своим оборудованием.

Изменения в методике сварки не влияют на химический состав металла, наплавленного в процессе дуговой сварки под флюсом электродом с низколегированным сердечником LAC. Однако для сохранения свойств сварных швов и свойств зон термического воздействия, а также для предотвращения появления трещин в швах при сварке низколегированных сталей необходимо придерживаться методики приложения малой погонной энергии. Методики приложения большой погонной энергии, часто используемые при сварке мягкой низкоуглеродистой стали, не пригодны для низколегированных сталей. Для обеспечения соблюдения всех требований пользователь должен определить соответствие своей методики установленным требованиям.

Процесс дуговой сварки под флюсом электродом с низколегированным сердечником LAC не предназначен для быстрой последовательной сварки. Этот процесс разработан для сварки листов (толстых) из низколегированных сталей, где основными интересующими параметрами являются качество сварки и механические свойства сварного изделия.

У представителей компании Lincoln имеются подробные методики по некоторым соединениям и легирующим элементам, и эти методики следует применять при использовании процесса дуговой сварки под флюсом электродом с низколегированным сердечником LAC. Ниже перечислена полезная методическая информация:

- I. Полярность постоянного тока сварки должна быть положительной на электроде. Высокая производительность расплавления электрода и «холодная» пудлинговая крица (ванночка расплавленного металла), получаемые при отрицательной полярности постоянного тока на электроде, не допускают адекватного флюсования сварочной ванны и поэтому не рекомендуются. Можно также использовать переменный ток.
- II. Одна из основных трудностей при сварке высокопрочных низколегированных сталей заключается в их чувствительности к термическому растрескиванию. Особенно это относится к сталям, содержащим более 2% никеля. Растрескивание происходит обычно в корне шва, а форма усиления с обратной стороны шва является еще одним способствующим этому фактором. Тенденция корня к растрескиванию может быть сведена к минимуму при тщательном соблюдении перечисленных ниже инструкций. Эти инструкции не являются уникальными и не относятся лишь к дуговой сварке под флюсом электродом с низколегированным сердечником LAC, но приняты в качестве «правильных методов производства работ» для сварки большинства низколегированных сталей во всей сварочной отрасли.

1. Избегайте конфигурации корня, которая приведет к формированию узкого и глубокого усиления с обратной стороны шва. Угол разделки кромок должен составлять не менее 60° при зазоре между свариваемыми кромками 1/8 дюйма, и угол разделки кромок должен составлять не менее 75° при отсутствии зазора между свариваемыми кромками.
2. Для первых одного - двух проходов корня соединения используйте штучные электроды для ручной сварки. Соответствующие штучные электроды указаны ниже.
Jetweld® LH-110M для применения LAC-M2.
Jet-LH® 8018-C3 для применения LAC-Ni2.
Jetweld LH-90 для применения LAC-B2
3. Используйте следующие температуры предварительного нагрева и между проходами перед наложением последующего слоя:

Электрод	Толщина листа до 1½ дюйма	Толщина листа 1½ дюйма и более
LAC-M2	300°F	350°F
LAC-B2	250°F	350°F
LAC-Ni2	200°F	300°F

Более высокие или низкие температуры могут использоваться в тех случаях, когда они требуются по фактическим условиям задания и/или имеющим преобладающую силу нормам.

4. Для первых двух автоматических проходов при использовании электродов LAC используйте пониженный ток и пониженную скорость прохода. Некоторые предлагаемые режимы:
 - a. Диаметр 3/32 дюйма при 250 амперах (+), 25 вольт, 10 дюймов/мин. с вылетом электрода 1 дюйм.
 - b. Диаметр 3/32 дюйма при 300 амперах (+), 28 вольт, 12 дюймов/мин. с вылетом (удлиненным) электрода 2¼ дюйма.
 - c. Диаметр 5/32 дюйма при 400 амперах (+), 23 вольт, 12 дюймов/мин. с вылетом электрода 1½ дюйма.
 - d. Диаметр 5/32 дюйма при 400 амперах (+), 26 вольт, 12 дюймов/мин. с вылетом (удлиненным) электрода 2¾ дюйма.

На сварных соединениях с двумя скосами кромки для первых двух автоматических проходов с каждой стороны следует использовать пониженный ток.
5. Изменения напряжения не влияют на химический состав покрытия, полученного наплавкой с помощью дуговой сварки; однако слишком высокое напряжение может давать вогнутую форму, которая может растрескиваться.

- III. Рекомендованный рабочий диапазон для электродов LAC диаметром 3/32 дюйма составляет 250 – 500 ампер постоянного тока (+). Оптимальная заданная величина для контактной сварки в стык и сварки толстых листов составляет 400 ампер постоянного тока (+). Рекомендованный рабочий диапазон для электродов LAC диаметром 5/32 дюйма составляет 400 – 600 ампер постоянного тока (+). Оптимальная заданная величина для контактной сварки в стык и сварки толстых листов при использовании электродов LAC диаметром 5/32 дюйма составляет 500 ампер постоянного тока (+). Увеличение силы тока сверх рекомендованного диапазона могут привести к появлению горбатого усиления с обратной стороны шва, который не смачивается надлежащим образом, и к ухудшению механических свойств. Это случается потому, что количество металла слишком велико для количества расплавляемого флюса. Задания силы тока менее рекомендованного рабочего диапазона нестабильны и могут привести к излишним периодическим коротким замыканиям дуги.

- IV. Стандартные вылеты электродов при использовании электродов LAC следует использовать только тогда, когда такового требуют ограничения оборудования. Однако во всех возможных случаях при использовании электродов LAC путем применения методики удлиненных вылетов электродов можно получить следующие дополнительные преимущества:

1. Увеличенная производительность наплавки. (Смотрите Рисунок 1.)
2. Улучшенные свойства зон термического воздействия. Свойства сопротивления ударным нагрузкам у зон термического воздействия ухудшаются с увеличением погонной энергии. Значения производительности наплавки могут сохраняться при более низких заданных величинах силы тока при использовании методики удлиненных вылетов электродов, что ведет к улучшению свойств сопротивления ударным нагрузкам у зон термического воздействия.
3. Увеличенное сопротивление растрескиванию. Методика удлиненных вылетов в сочетании с пониженными токами уменьшает проплавление и проникновение примесей базовой подложки, сохраняя в то же время высокую производительность наплавки. Это особенно полезно при работе с подверженными растрескиванию сталями, когда необходимо предпринимать особые меры предосторожности для предотвращения возникновения как продольных, так и поперечных трещин.
4. Увеличенное сопротивление пористости от блуждания дуги.
- V. Надлежащие соотношения между напряжением и током для контактной сварки в стык или сварки толстых листов при использовании штучных электродов LAC-Ni2 и B2 отображены на Рисунке 4. При использовании LAC-M2 прибавьте 2 вольта к напряжению, определенному по Рисунку 4.

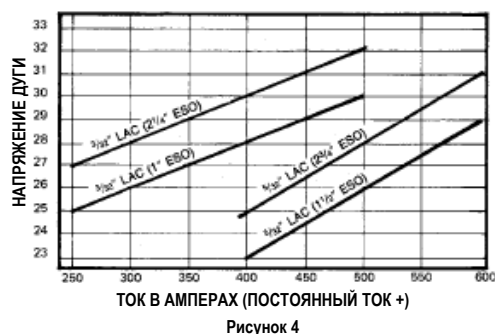


Рисунок 4

ESO = вылет электрода, " = дюйм

- VI. Электроды LAC-Ni2 и B2 предназначены как для однодуговой сварки с однопостовым источником питания, так и для сварки последовательными дугами. LAC-M2 предназначен только для однодуговой сварки. Однодуговая сварка стыковых швов должна производиться со скоростью прохода от 10 до 25 дюймов в минуту. Сварка со скоростью прохода свыше 25 дюймов в минуту может привести к возникновению пористости и плохому качеству слоя металла, наплавленного за один проход, из-за чрезмерной скорости охлаждения при закалке. Скорости прохода менее 10 дюймов в минуту могут привести к нестабильности дуги и возникновению пористости из-за влияния ванночки расплавленного металла.
- VII. Выводные планки должны быть достаточно велики для сведения к минимуму условий возникновения блуждания дуги, которые существуют в конце сварного узла или поблизости от него. Эта тенденция к блужданию дуги усиливается с увеличением размеров сварного узла и, если окажется достаточно сильной, может вызывать пористость, вспучивание металла, наплавленного за один проход, и растрескивание.

- VIII. Для обеспечения оптимальных механических свойств и надлежащего состояния усиления с обратной стороны шва вся вторичная окалина, ржавчина и окалинка от газопламенной огневой резки перед сваркой должны быть убраны со стыкового участка. Стык должен также быть свободен от влаги и прочих загрязняющих веществ, таких, как машинное масло и смазочно-охлаждающая эмульсия.
- IX. По вопросам методики сварки отбортовых швов (швов с плавным переходом к основному металлу) проконсультируйтесь со своим представителем компании Lincoln. Не забывайте, что для

получения наилучших результатов необходимо убирать со стыкового участка вторичную окалину и прочие загрязняющие вещества. Оптимальный вид усиления с обратной стороны шва получается на листе, очищенном от окалины.

Чрезмерная толщина слоя флюса приводит к появлению вспученных и плохо смачиваемых слоев металла, наплавленного за один проход. Это особенно сильно проявляется в корнях глубоких и узких сварных швов. Толщина слоя флюса должна составлять минимальную величину, необходимую для предотвращения проплавления.

ФЛЮСЫ LINCOLNWELD®

Флюсы Lincolnweld® 880, 882, 880M, MIL 800 и 980 были созданы для обеспечения исключительных механических свойств. Однако их составы, сделанные по особым формулам, менее устойчивы к возникновению пористости из-за таких загрязняющих веществ, как влага, вторичная окалинка, масла и т.д., чем сварочные флюсы общего назначения. Поэтому при сварке с этими флюсами необходимо удалять такие

загрязняющие вещества со свариваемого стыка. Кроме того, в случае их хранения в условиях повышенной влажности или в течение длительного времени рекомендуется предварительно нагревать эти флюсы до температуры не менее 250°F перед их использованием. Эта мера предосторожности уменьшит вероятность возникновения пористости и обеспечит достижение оптимальных механических свойств.

ХРАНЕНИЕ И ПОВТОРНАЯ СУШКА ФЛЮСОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Для надлежащего выполнения своих функций флюсы для дуговой сварки под флюсом и прочие низководородные сварочные принадлежности необходимо высушивать.

При хороших условиях хранения агломерированные флюсы компании Lincoln в оригинальных не вскрытых мешках могут оставаться сухими неопределенно долгое время.

Если мешки открывались или прокалывались, выньте флюс и храните его в закрытых контейнерах в каком-либо сухом месте. Флюсы для дуговой сварки под флюсом компании Lincoln не впитывают влагу. Однако загрязнение незащищенного флюса влагой может произойти просто в результате конденсации влаги из окружающего воздуха. Эта конденсация влаги происходит также на листовой стали и всех прочих предметах, хранящихся в одном и том же месте. Конденсация особенно сильна в условиях влажности при понижении температуры (обычно после захода солнца).

Если открытые мешки подвергаются воздействию воздуха в течение нескольких дней, либо если запечатанные мешки хранятся в условиях необычной влажности, то флюс может подвергнуться загрязнению в результате конденсации влаги. В зависимости от количества влаги качество сварного шва может ухудшиться следующим образом:

1. Влага уменьшает способность этого низководородного сварочного процесса противостоять образованию трещин в корне шва на упрочняемой стальной основе.
2. Влага может вызывать возникновение внутренней пористости. Выявление этой пористости может потребовать проведения рентгенографии или других неразрушающих испытаний.
3. Относительно высокое содержание влаги может в дополнение к внутренней пористости вызвать видимую внешнюю пористость.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Использование флюса с ненадлежащим содержанием влаги может привести к ухудшению качества сварных швов. На результаты, полученные при использовании прошедшего повторную сушку флюса влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company. Эти переменные факторы включают в себя, но без ограничения, методику повторной сушки, методику сварки, химический состав и температуру листовой стали, конструкцию сварного узла, способы изготовления и требования к обслуживанию. Поэтому единоличную ответственность за ремонтпригодность прошедшего повторную сушку флюса и какого-либо изделия или конструкции, на которых он используется, несет и должен нести строитель/пользователь.

Оно может также привести к возникновению излишней текучести шлака, огрублению поверхности шва и затруднению в удалении шлака.

4. Сильное загрязнение влагой может вызвать растрескивание сварного шва, образование трещин в корне шва, сильную пористость, плохой внешний вид и проблемы со шлаком.

Для повторной сушки флюса подогрейте его до температуры, составляющей не менее 500°F и поддерживайте ее в течение времени, достаточного для того, чтобы до нее прогрелась вся масса флюса. Поддерживайте эту температуру массы не менее одного часа. Сильное загрязнение влагой может увеличить время выдержки при температуре, необходимой для полного высушивания. Для сушки MIL 800 или 880M не рекомендуется применять температуры свыше 900°F. Не используйте температуры высушивания свыше 450°F, для сушки 8500-H2, MIL800-H или MIL800-HPNi.

Не пытайтесь просушивать флюс в бочках или любых иных емкостях большого объема, где затруднен прогрев всей массы.

Политика гарантийного обслуживания клиентов.

Бизнес компании The Lincoln Electric Company заключается в изготовлении и сбыте высококачественного сварочного оборудования, расходных материалов и металлообрабатывающего оборудования. Нашим девизом является удовлетворение потребностей наших покупателей и стремление превзойти их ожидания. Иногда покупатели могут запрашивать у компании The Lincoln Electric Company консультацию или информацию о том, как им использовать нашу продукцию. Мы отвечаем нашим клиентам, опираясь на самую полную информацию, имеющуюся у нас на данное время. Компания Lincoln Electric не имеет возможности обеспечивать или гарантировать такие консультации и не принимает на себя никакой ответственности за такие консультации или информацию. Мы в явной выраженной форме отрицаем любые гарантии какого бы то ни было вида, включая любые гарантии пригодности для каких-либо конкретных задач клиентов, в отношении таких консультаций или информации. Следует особо учитывать, что мы также не можем принять на себя никакой ответственности за обновление или корректировку таких консультаций или информации после того, как они были выданы, таким же образом предоставление консультаций или информации не создает, не распространяет и не изменяет какой-либо гарантии в отношении проданной нами продукции.

Компания Lincoln Electric является ответственным производителем, однако выбор и использование конкретных продуктов, продаваемых компанией Lincoln Electric подконтрольны исключительно покупателю и остаются под его единоличной ответственностью. На результаты, получаемые при применении методов изготовления этого типа, и на требования к обслуживанию влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company.



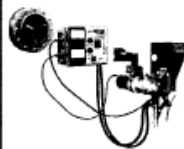
THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через глобальные филиалы и дистрибьюторов

Кливленд, Огайо 44117-1199 США

ТЕЛ.: 216.481.8100 ФАКС: 216.486.1751 БЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

ШВЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ДУГОВОЙ СВАРКОЙ ПОД ФЛЮСОМ В НИЖНЕМ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ



Настоящий бюллетень охватывает тип соединения, сварочные подкладки, флюсовые подложки и прочие требования к высококачественной дуговой сварке под флюсом на плоских листах, особенно при использовании полностью автоматических сварочных установок. Для получения аналогичных сведений об оборудовании для круговой сварки запрашивайте бюллетень C5.630. Для получения дополнительных сведений о воздействии методик и рабочих переменных параметров на качество сварки запрашивайте бюллетень C5.600 «КАК ПРОИЗВОДИТЬ ДУГОВУЮ СВАРКУ ПОД ФЛЮСОМ».

СТЫКОВЫЕ ШВЫ

Стыковые швы свариваются на стальных изделиях с широким диапазоном толщины, от листового металла 14-го калибра до плит толщиной в несколько дюймов. Для упрощения понимания стыковые швы делятся на три категории – на тонком листовом металле, с прямой кромкой и глубокие стыковые сварные швы с разделкой кромок.

ШВЫ НА ТОНКОМ ЛИСТОВОМ МЕТАЛЛЕ

Основными аргументами в пользу применения выполненных дуговой сварки под флюсом стыковых швов на тонком листовом металле являются контроль деформации и предотвращение прожога. Для контроля деформации изделие должно жестко опираться на часто проложенные медные или стальные сварочные подкладки. Эти сварочные подкладки играют также важную роль в предотвращении прожога.

При использовании стальных полосовых сварочных подкладок между листами оставляется небольшой промежуток. Шов проплавляется в эту стальную полосу таким образом, что она становится составной частью сварочного узла.

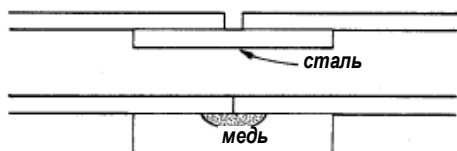


Рисунок 1

В тех случаях, когда добавление стальной полосы нежелательно, используется медная сварочная подкладка. Эта медная сварочная подкладка может быть ровной или иметь небольшой выточенный в ней желобок, в зависимости от требуемой формы усиления с обратной стороны шва. Этот желобок должен быть шире, чем подварочный шов с тем, чтобы не допустить ослабления (подреза) кромок усиления с обратной стороны шва. В тех случаях, когда возникает потребность в чрезвычайно гладких подварочных швах, желобок делается достаточно глубоким для того, чтобы разместить в себе флюс, засыпаемый в него до фиксации деталей на предназначенных им местах.

СТЫКОВЫЕ ШВЫ С ПРЯМОЙ КРОМКОЙ

Для выполнения стыковых швов с прямой кромкой для обеспечения полной прочности сварного шва требуется, как правило, 100 % проплавление без прожога.

Листы толщиной до $\frac{1}{4}$ дюйма могут быть плотно состыкованы и затем сварены за один проход с каждой стороны. При наличии обычных обрезных или обрезанных газопламенной огневой резкой кромок практически применить 60 проплавление с первой стороны. Если кромки обработаны и плотно прилегают друг к другу, то возможно проплавление до 80 %.

Когда две кромки плотно состыкованы друг с другом, особенно у стальных листов толщиной $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{4}$ дюйма, то наплавленный слой металла на вершине стыка становится большим, с неправильными кромками. Излишняя наплавка или неправильность кромок могут быть уменьшены посредством либо разделкой кромок листов скашиванием, либо оставления промежутка между листами.

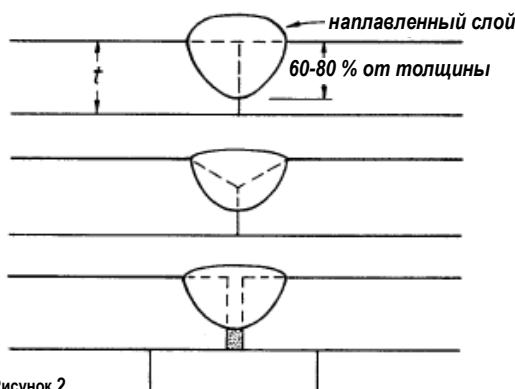


Рисунок 2

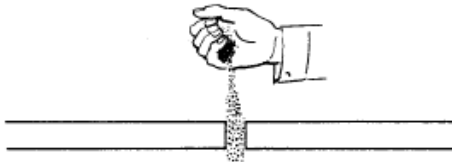


Рисунок 4 – Если флюс просыпается сквозь зазор, то необходима подложка.

Зазоры любого вида увеличивают проплавление. По установленному практикой правилу, если зазор достаточно велик для того, чтобы терять просыпающийся сквозь него флюс, то для задержки флюса требуется либо сварочная подкладка, либо слой заделанного вручную уплотнения.

Наваренный уплотнительный слой может выполняться либо вручную низковольтным электродом, либо при помощи полуавтоматического оборудования. Для стальных листов толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма и более уплотнительный слой наваривается со стороны второго прохода. (Рисунок 5А). На более тонком материале уплотнительный слой следует наваривать со стороны первого прохода. (Рисунок 5В).

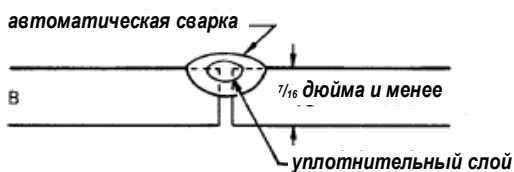
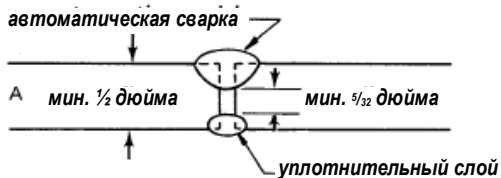


Рисунок 5 – Расположение наплавленных уплотнительных слоев в зависимости от толщины материала.

ОСТОРОЖНО: В тех случаях, когда существует возможность задержки флюса между свариваемым швом и подкладкой под стык, может происходить возникновение пористости. Эта пористость может быть внутренней (корневая пористость) или поверхностной (крупные отверстия).

Для устранения этой проблемы необходимо либо проплавление в сварочную подкладку или лист, либо уменьшение проплавления с тем, чтобы обеспечить составляющее не менее $\frac{5}{32}$ дюйма пространство между швом и подкладкой (смотрите Рис. 5А).

На стальных листах толщиной менее $\frac{1}{2}$ дюйма проплавные сварные швы можно делать с одной стороны, используя зазор и стальную или медную сварочную подкладку. Стальная сварочная подкладка остается постоянной частью сварочного узла (Рисунок 6).

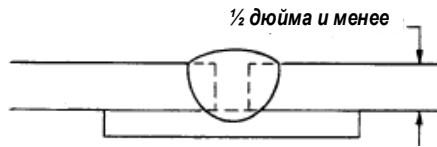


Рисунок 6

Ни в коем случае не делайте слои металла, наплавленного за один проход, слишком глубокими и узкими (Рисунок 7А), либо слишком широкими и «шляпообразными» (Рисунок 7В). Эти слои металла имеют тенденцию к внутреннему растрескиванию.

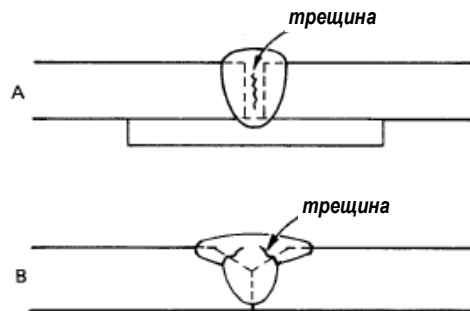


Рисунок 7 – Шов «А» имеет тенденцию к растрескиванию, поскольку его глубина больше, чем его ширина. Шов «В» имеет тенденцию к растрескиванию, поскольку он имеет «шляпообразную» форму.

ГЛУБОКИЕ ШВЫ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК – МНОГОПРОХОДНЫЕ

Первый проход глубокого шва с разделкой кромок требует учитывать те же факторы проплавления и прожога, что и стыковой шов с прямой кромкой. Единственная разница состоит в том, что важна скорее притуплённая кромка в вершине разделки шва, а не вся толщина материала.

При сварке глубокого шва с разделкой кромок значение имеют все факторы – глубина флюса, ровность листа и удаление шлака.

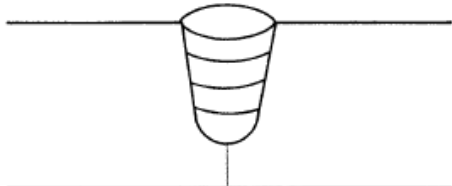
Из-за формы глубокого шва с разделкой кромок флюсу легко накапливаться на глубине более 1 дюйма. Излишняя глубина флюса в глубоком шве с разделкой кромок может привести к неправильной форме наплавки металла, аналогично тому, как это происходит при сильном блуждании дуги. Следует проявлять осторожность и не использовать глубину флюса более необходимой. Используйте лишь столько флюса, сколько требуется для предотвращения излишнего брызгообразования.

Многопроходные сварные швы имеют тенденцию образовывать большие ванны расплава, который достаточно жидок и «убегает», если ему предоставляется такая возможность. Поэтому изделие должно располагаться ровно или быть слегка приподнятым, как указано в разделе «Сварка на наклонных листах» на странице 7.

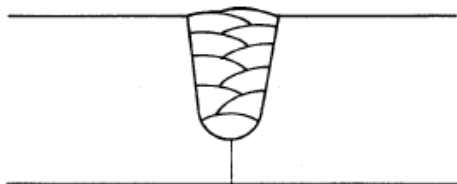
При сварке глубокого шва с разделкой кромок проблемой может оказаться удаление шлака. Маленькие слегка выпуклые слои (Рисунок 9В) очищаются намного легче, чем большие вогнутые слои (Рисунок 9А). В тех случаях, когда возникают трудности с удалением шлака, **уменьшите напряжение**. Это даст слегка выпуклый слой, необходимый

для улучшения удаления шлака. Если требуется дополнительное улучшение, то увеличьте скорость прохода для получения меньшего слоя металла шва, наплавленного за один проход.

Эти изменения дают также менее чувствительные к растрескиванию слоя металла, наплавленного за один проход, что всегда имеет большое значение при работе с глубокими сварными швами с разделкой кромок.



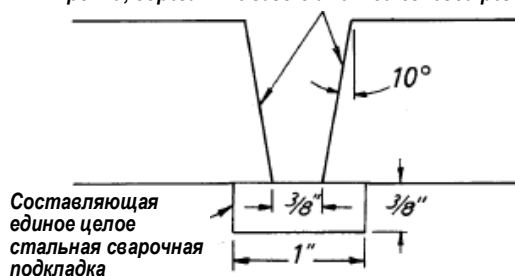
9A – Очищать трудно. Кроме того, широкие слои металла, наплавленного за один проход при высоком напряжении дуги, поглощают больше марганца и кремния.



9A – Очищать легко.

Рисунок 9 – Маленькие, хорошо сформированные слои металла, наплавленного за один проход, которые перекрывают желоб не полностью, очищать легче, чем большие вогнутые слои наплавленного металла.

Кромки, обрезанные газопламенной огневой резкой



" = дюйм

10A – Недорогая подготовка



10B – Дорогая подготовка

Рисунок 10 – Подготовка стыка, показанная на Рисунке 10A, может быть произведена с меньшими затратами, чем та, которая показана на Рисунке 10B. Поскольку время и качество сварки в обоих случаях почти одинаковы, то в тех случаях, когда таковое практично, следует рассмотреть вариант, показанный на Рисунке 10A.

Отформатировано: русский (Россия)

ОТБОРТОЧНЫЕ ШВЫ (ШВЫ С ПЛАВНЫМ ПЕРЕХОДОМ К ОСНОВНОМУ МЕТАЛЛУ)

Основные факторы, которые следует учитывать при использовании отбортовочных швов, включают в себя оборудование, форму слоя металла, наплавленного за один проход, блуждание арки и тот факт, что отбортовочные швы представляют собой заделанные стыки.

ОБОРУДОВАНИЕ

При сварке с использованием полностью автоматизированного оборудования для выполнения горизонтальных отбортовочных швов рекомендуется использовать приставку для сварки отбортовочных швов внахлестку с головками компании Lincoln. Эта приставка оставляет головку в вертикальном положении и поворачивает электрод на надлежащий угол, обеспечивающий сварку. Стандартный прямой контактный агрегат следует использовать для сварки нормальных угловых или желобковых швов в нижнем положении. При любой технологии флюсовый бункер не должен отклоняться от вертикали на угол свыше 40 градусов. Большой наклон приводит к нестабильной подаче флюса.

ФОРМА СЛОЯ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ЗА ОДИН ПРОХОД

Катет углового шва (сторона шва, прилегающая к основному металлу) размером 5/16 дюйма представляет собой максимальный однопроводный отбортовочный шов, который можно сделать одним

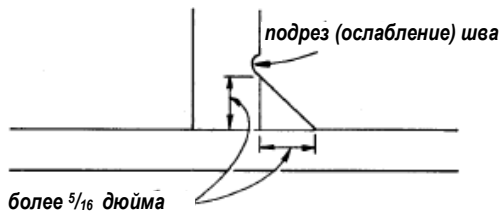


Рисунок 11

электродом в горизонтальном положении. Попытки наварить большие слои металла, наплавленного за один проход, могут привести к возникновению подреза (ослабления) сварного шва, как показано на Рисунке 11. Горизонтальные отбортовочные швы с размером катета до 1/2 дюйма можно сваривать за один проход, используя методику сварки последовательными дугами. Практичными являются однопроводные нижние отбортовочные сварные швы с размером до 1/4 дюйма.

Дополнительные соображения по сварке отбортовочных швов смотрите на рисунках с 12 по 16 включительно.

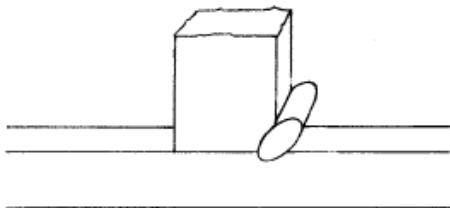


Рисунок 12 – Такие слои металла, наплавленного за один проход, получаются в результате чрезмерно высокой скорости прохода, глубокого заложения флюса, большой силы тока, низкого напряжения или положения сварки на подъем.

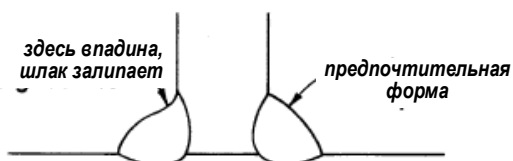


Рисунок 12А – Если отбортовочный шов на верхней грани принимает вогнутую форму, затрудняя удаление шлака, то уменьшите напряжение ровно настолько, насколько требуется для придания слою металла слегка выпуклой формы.

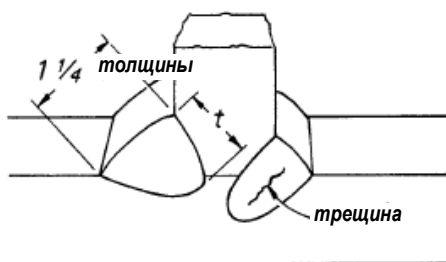


Рисунок 13 – Лучшими являются швы, которые немного шире своей глубины. Глубокие узкие слои металла, наплавленного за один проход, подвержены внутреннему растрескиванию

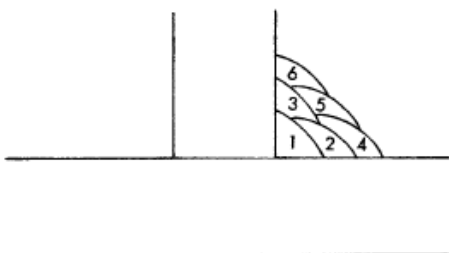
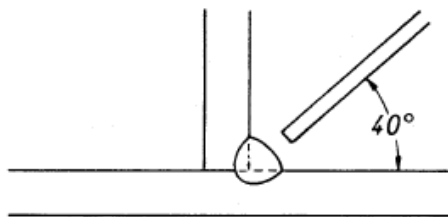
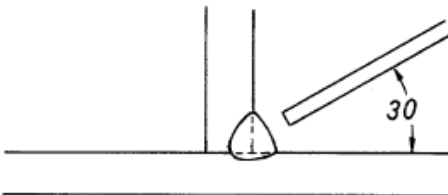


Рисунок 14 – Надлежащая последовательность слоев металла, наплавленного за один проход, для многопроходных отбортовочных швов.



15А – Равные катеты (стороны шва, прилегающие к основному металлу)



15В – Большая глубина проплавления

Рисунок 15 – Положения электрода для обеспечения равенства катетов и для максимального проплавления горизонтального углового шва.

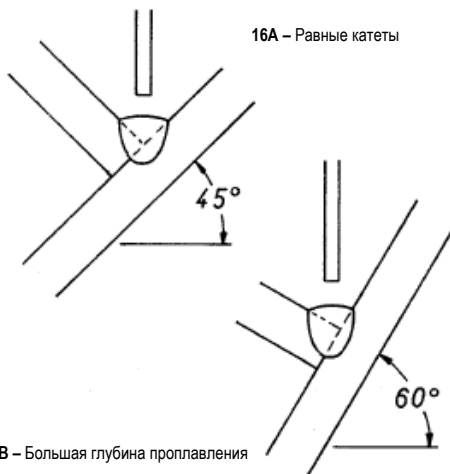


Рисунок 16 – Положения электрода для обеспечения равенства катетов и для максимального проплавления, но с неравными катетами нормального углового шва.

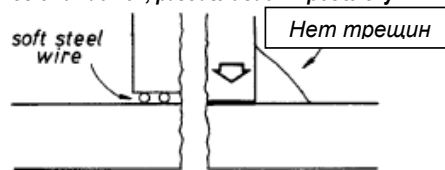
БЛУЖДЕНИЕ ДУГИ

Блуждание дуги может привести к возникновению пористости. Ему особенно подвержены швы при полярности постоянного тока (—) и маленьких электродах. Оно чаще всего возникает при автоматической высокоскоростной сварке на тонколистовой стали, однако может возникать и на более толстых листах, по большей части на сложных соединениях. Иногда при полуавтоматической многопроходной сварке возникает пористость отката, если используется метод опирания. Наилучший способ устранения пористости заключается в устранении блуждания дуги. Возможные методы смотрите в бюллетене S620.

ЗАДЕЛАННЫЙ СТЫК

По мере того, как угловой шов сжимается при остывании, он стремится стянуть два листа вместе. Когда листы жестко закреплены, то металл не может сжиматься при остывании, поэтому он вытягивается. Это вызывает естественную тенденцию к растрескиванию отбортовочных швов. Наилучший способ преодоления этой тенденции

Шов сжимается, раздавливает проволоку



Шов сжимается, раздавливает проволоку

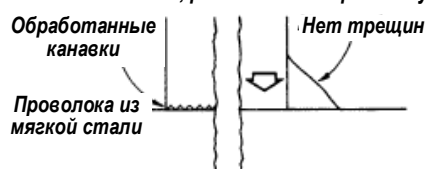


Рисунок 17

к растрескиванию заключается в оставлении в стыке зазора размером 1/16 дюйма, как показано на Рисунке 17.

СВАРНЫЕ ШВЫ ВНАХЛЁСТКУ

Двама основными факторами, учитываемыми при сварке внахлестку, являются плотная пригонка и юстировка электродов.

Обе пластины должны быть плотно прижаты друг к другу, поскольку зазор между ними непременно даст неправильную форму слою металла, наплавленному за один проход, и некачественный шов. Плотная пригонка делает швы внахлестку особенно уязвимыми к возникновению пористости, поэтому необходимо контролировать наличие влаги, краски и прочих загрязняющих веществ.

Положение электродов является критически важным для качества швов внахлестку. Если электрод находится слишком высоко над верхним листом, то шов не сможет сплавиться с нижним листом надлежащим

образом. Если он находится слишком далеко от верхнего листа, то шов не сможет сплавиться с верхним листом надлежащим образом, а может прожечь нижний лист.

При работе с полностью автоматизированным оборудованием используйте приставку для сварки внахлестку при сварке стали толщиной 3/16 - 3/8 дюйма в горизонтальном положении. Для более тонкой стали используйте стандартный прямой контактный агрегат. Швы внахлестку толщиной 3/8 дюйма и более становятся угловыми швами.

В тех случаях, когда внешний вид не важен, на материале 10-го калибра и тоньше можно делать сквозные швы внахлестку. В тех случаях, когда между толщиной двух листов есть разница, рекомендуется приваривать тонкий лист к толстому, как показано на Рисунке 19.

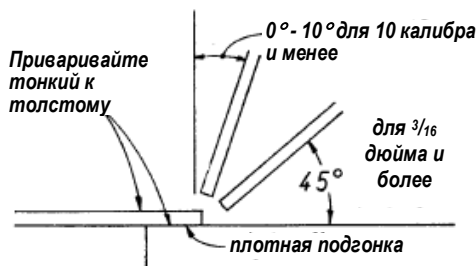


Рисунок 18

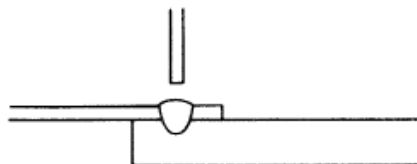


Рисунок 19

ПРОБОЧНЫЕ СВАРНЫЕ ШВЫ

Основным соображением при использовании пробочных (несквозных) сварных швов является желание гарантии того, что шов сплавится с обоими листами и заполнит отверстие полностью. Максимальный диаметр, используемый для сварной пробки, составляет обычно $\frac{3}{4}$ дюйма. Пробки большего диаметра иногда свариваются при помощи полуавтоматической сварочной установки и циркуляции дуги вокруг пробки до завершения заполнения отверстия. Таким способом делаем пробки диаметром и глубиной до 2 дюймов.

Поскольку пробки обязательно полностью покрываются флюсом, то трудно определить, когда пробка будет заполнена, поэтому сварка пробочных (несквозных) швов производится с контролем времени.

Зачастую с целью уменьшения размера лунки в верхней части пробки ток уменьшается на последние несколько секунд перед тем, как дуга будет выключена.

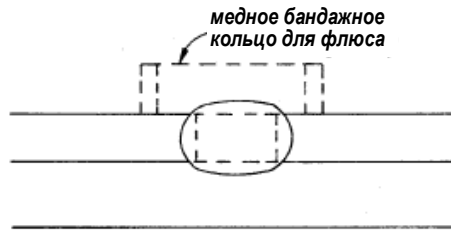


Рисунок 20 - Пробочные (несквозные) сварные швы должны сплавляться с обоими листами и заполнять отверстие полностью.

ТОРЦОВЫЕ СВАРНЫЕ ШВЫ

Торцовые сварные швы выполняются с высокими скоростями прохода на листовом металле калибром от 10 до приблизительно 18. Основными проблемами является направление электрода и поддержка флюса.

Электрод должен направляться точно и таким образом, чтобы он постоянно располагался непосредственно над стыком. Поддержка (подложка) необходима для того, чтобы флюс не ссыпался за кромку, а также потому, что удерживаемый флюс, в свою очередь, сдерживает расплавленный металл, пока тот остывает. Для получения наилучшего результата ведите сварку на спуск под углом около 10° .

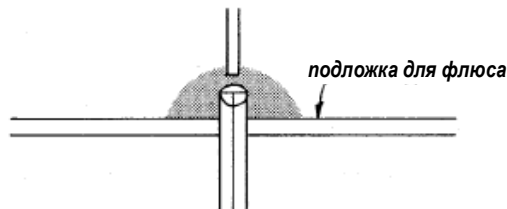


Рисунок 21 – Размещайте подложку для флюса так близко к шву, как это практически возможно.

СВАРКА НА НАКЛОННЫХ ЛИСТАХ

Как правило, изделие следует располагать горизонтально, потому что сварка на наклонном листе может искажать форму слоя металла, наплавленного за один проход, и оказывать неблагоприятное воздействие на проплавление. Сварка на подъем увеличивает проплавление, а сварка на спуск уменьшает его. Однако существует два случая, когда наклонная сварка выгодна.

Поскольку излишнее проплавление при сварке листового металла нежелательно, то сварка на спуск под углом от 10 до 20 градусов уменьшает проплавление, позволяя использовать большие токи и более

скорости сварки. Наклон более 20 градусов приводит к деформации слоев металла, наплавленного за один проход.

При работе с толстолистовыми глубокими стыками с разделкой кромок, особенно с использованием многодуговых сварочных процессов, создается большая ванна расплава, который находится в жидком состоянии. Если осуществляется сварка на спуск под малым углом, то эта большая ванна скатывается перед дугой, как показано на Рисунке 22, и ухудшает качество швов. При работе со стыками такого типа сгонка наплавки на подъем под малым углом (около 2°) устранил эту проблему.



Рисунок 22 – В тех случаях, когда ванна расплава перемещается перед дугой, эта дуга воздействует на ванну вместо металла основы и нормальной лунки. В результате этого:

1. Дуга нестабильна.
2. Слой наплавленного металла волнист.
3. Сварной шов лишен проплавления.

ВЫВОДНЫЕ ПЛАНКИ И ДИСТАНЦИОННЫЕ ПРОКЛАДКИ

На тех стыках, где шов должен доходить до конца листов, необходимо применять определенные средства удержания металла с тем, чтобы он не стекал с конца. Наиболее распространенным методом является использование выводных планок. В этом случае дуга возбуждается на одной выводной планке в начале шва и выключается на второй выводной планке в конце шва. Эти планки достаточно велики, поэтому весь слой наплавленного на изделие металла имеет надлежащую форму. Выводные планки должны быть достаточно широки для того, чтобы удерживать флюс и иметь уплотнение в нижней части с тем, чтобы предотвратить прожог. Выводные планки должны соответствовать конфигурации вогнутого шва с выкружкой (Рисунок 23). По окончании сварки они снимаются.

Одним из вариантов выводных планок является медная перемычка, удерживающая флюс, который, в свою очередь, сдерживает расплавленный металл.

В тех случаях, когда несколько деталей располагаются в ряд, медные блоки, размещаемые между листами, позволяют поддерживать дугу для осуществления непрерывной сварки.

ЗАМЕЬТЕ, такой же желоб, как и на листе

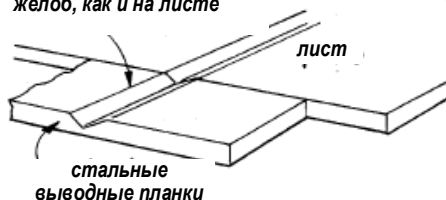


Рисунок 23 – Наиболее эффективные выводные планки близко соответствуют форме и очертаниям стыка.

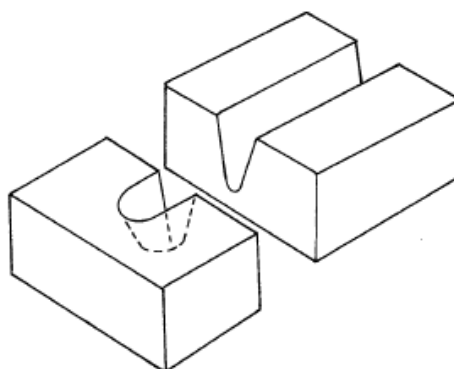


Рисунок 24 – Иногда вместо выводных планок используются медные перемычки.

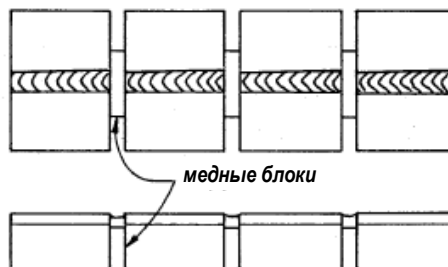


Рисунок 25 – Медные блоки представляют собой хорошие разделители в тех случаях, когда несколько деталей свариваются непрерывной дугой. Они должны располагаться достаточно низко для того, чтобы дуга их не касалась.

Политика гарантийного обслуживания клиентов.

Бизнес компании The Lincoln Electric Company заключается в изготовлении и сбыте высококачественного сварочного оборудования, расходных материалов и металлорежущего оборудования. Нашим девизом является удовлетворение потребностей наших покупателей и стремление превзойти их ожидания. Иногда покупатели могут запрашивать у компании The Lincoln Electric Company консультацию или информацию о том, как им использовать нашу продукцию. Мы отвечаем нашим клиентам, опираясь на самую полную информацию, имеющуюся у нас на данное время. Компания Lincoln Electric не имеет возможности обеспечивать или гарантировать такие консультации и не принимает на себя никакой ответственности за такие консультацию или информацию. Мы в явно выраженной форме отрицаем любые гарантии какого бы то ни было вида, включая любые гарантии пригодности для каких-либо конкретных задач клиентов, в отношении таких консультаций или информации. Следует особо учитывать, что мы также не можем принять на себя никакой ответственности за обновление или корректировку таких консультаций или информации после того, как они были выданы, таким же образом предоставление консультаций или информации не создает, не распространяет и не изменяет какой-либо гарантии в отношении проданной нами продукции.

Компания Lincoln Electric является ответственным производителем, однако выбор и использование конкретных продуктов, продаваемых компанией Lincoln Electric подконтрольны исключительно покупателю и остаются в его единоличной ответственности. На результаты, получаемые при применении методов изготовления этого типа, и на требования к обслуживанию влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company.



THE
LINCOLN ELECTRIC
COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через
глобальные филиалы и дистрибьюторов

Кливленд, Огайо 44117-1199 США

ТЕЛ.: 216.481.8100

ФАКС: 216.486.1751

ВЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

Дугловая сварка под флюсом
C5.620 12/99

РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ (КЕМ):

Как выполнять КОЛЬЦЕВЫЕ СВАРНЫЕ ШВЫ дуговой сваркой под флюсом



Кольцевые или круговые сварные швы отличаются от тех, которые свариваются в нижнем положении в двух важных аспектах.

Во-первых, это тенденция расплавленного флюса и наплавленного металла стекать с изделия. Эта тенденция преодолевается:

1. Регулировкой положения проволоки.
2. Ограничением размера слоя металла, наплавленного за один проход, посредством снижения силы тока, снижения напряжения и/или повышением скорости прохода выше обычных.
3. Удержанием рыхлого флюса.

Во-вторых, это повышение значения удаления шлака. Если сваривается многопроходный шов, то шлак должен удаляться по мере продвижения сварки. Эта проблема принципиально решается через контроль типа соединения, размера и формы слоя металла, наплавленного за один проход.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ВЫПЛЕСКИВАНИЯ

Ванна расплавленного металла и шлака на круговых швах имеет тенденцию подтекать и выплескиваться. В особо сложных случаях металл фактически сливается с изделием. В менее серьезных случаях ванна расплава начинает убегать, однако застывает до слива. Это приводит к деформации слоя металла, наплавленного за один проход, как показано на Рисунках 1В и 1С.

Воздействие положения проволоки

Для предотвращения разлива или деформации слоя металла, наплавленного за один проход, швы должны затвердевать по мере того, как они проходят через диаметрально плоскость детали. Это означает, что проволока должна размещаться перед диаметральной плоскостью. На рисунке 1 отображены формы слоев металла, наплавленного за один проход, которые получаются в результате

размещения проволоки в различных положениях. Обратите также внимание на то, что слой металла на Рисунке 1С имеет большее проплавление и большую тенденцию к прожогу, чем слой металла на Рисунке 1А. Обратное справедливо для Рисунка 1С.

На Рисунке 2, приведенном на следующей странице, даются предлагаемые расстояния эксцентричного расположения проволоки.

Эта проволока должна быть направлена почти перпендикулярно поверхности изделия, особенно изделия меньшего диаметра. Расположение ее под наклонным углом может привести к деформации слоя металла, наплавленного за один проход, и плохому возбуждению дуги.

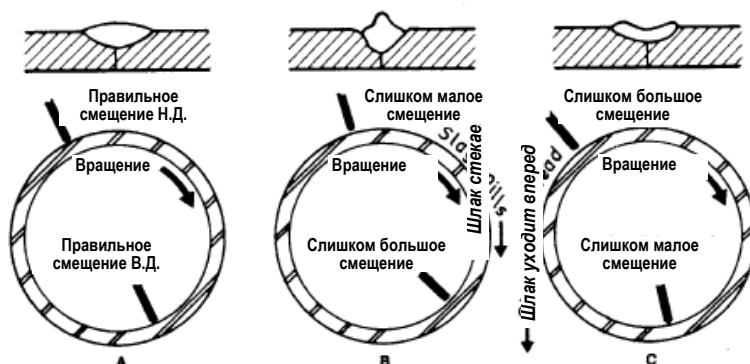


Рисунок 1 – Воздействие эксцентричного смещения на форму слоя металла, наплавленного за один проход

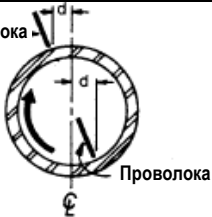
	Диаметр поперечного сечения в дюймах (мм)	Диапазон «d» смещения проволоки в дюймах (мм) перед диаметральной плоскостью
	1-3 (25-76) 3-18 (76-457) 18-36 (457-914) 36-42 (914-1067) 42-48 (1067-1219) 48-72 (1219-1829) Свыше 72 (1829)	$\frac{3}{16}$ - $\frac{3}{8}$ (9,5-19,1) $\frac{3}{16}$ - 1 (19,1-25,4) $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ (31,7-38,1) $\frac{1}{2}$ - $1\frac{3}{4}$ (38,1-44,4) $1\frac{3}{4}$ - 2 (44,4-50,8) 2 - $2\frac{1}{2}$ (50,8-63,5) 3 (76,2)

Рисунок 2 – Приблизительные расстояния смещения проволоки от центра для различных диаметров изделия. При каких-либо конкретных технологиях фактическое смещение может выходить за пределы этих диапазонов.

Воздействие тока и скорости прохода

Независимо от положения проволоки, если ванна расплава окажется слишком большой для данного диаметра изделия, то металл будет сливаться просто потому, что он не может застыть достаточно быстро. Размер слоя металла, наплавленного за один проход, зависит от используемой силы тока и скорости прохода. Уменьшение силы тока и/или увеличение скорости прохода уменьшает размер слоя металла. Снижение напряжения уменьшает объем шлака.

Очевидно, что на малых диаметрах нужно использовать малоразмерные слои металла, наплавленного за один проход. На Рисунке 3 указаны максимальные размеры однопроходного шва, которые можно использовать на малых диаметрах. В общем, лучше назначать на изделия малого диаметра сварку справа под прямым углом к направлению движения, если таковое возможно. Для больших диаметров на Рисунке 4 отображены методики, которые обеспечивают доброкачественность швов с минимальными затруднениями.

Удержание флюса

Сам флюс, будучи гранулярным, при отсутствии контроля будет сыпаться с изделий малого диаметра. Это оставляет дугу не покрытой, что ведет к плохому качеству слоя металла, наплавленного за один проход. Один из методов преодоления этого заключается в использовании соплового агрегата, который сыплет флюс прямо на дугу и дает ему меньше возможностей просыпаться. К соплу должна прикрепляться щетка из проволоки или иного гибкого термостойчивого материала с тем, чтобы она проходила по изделию перед дугой, как показано на Рисунке 5, она также будет удерживать флюс и предотвращать сыпание. Эта подложка должна быть электрически изолирована от электрода.

Подложка для удержания флюса необходима также и у кромок изделия. Кольца из листовой стали, соединенные с кромкой прихваточным швом, или гибкие удерживающие приспособления, которые скользят по кромке, как показано на Рисунке 6, эффективно удерживают флюс с тем, чтобы слои металла наплавлились прямо по кромке изделия.

В этом деле должна предприниматься одна мера предосторожности – излишек флюса способствует просыпке или проливу. Количество флюса должно быть достаточным лишь для адекватного покрытия дуги так, чтобы свет отражался от электрода.

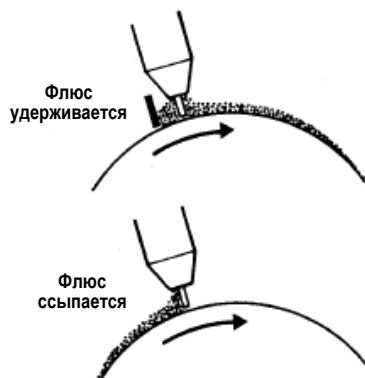


Рисунок 5 – Устройства для удержания флюса, которые проходят по изделию перед дугой для предотвращения сыпки флюса

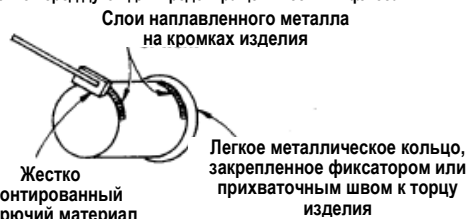


Рисунок 6 – Для обеспечения сварки около кромок им требуются устройства для удержания флюса.

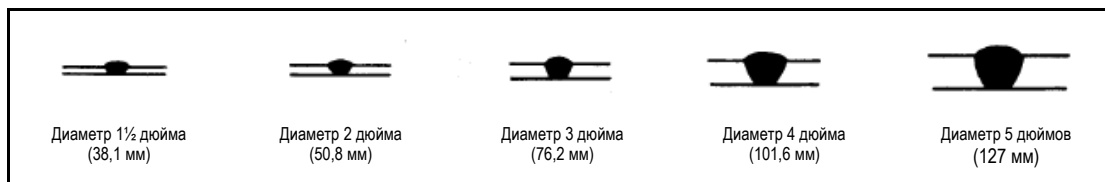


Рисунок 3 – Приблизительные размеры самых больших слоев металла, наплавленного за один проход, которые можно получить на малых диаметрах. Для получения таких швов на тонких участках необходимо наличие сварочных подкладок, а для предотвращения сыпки флюса могут потребоваться специальные приспособления.

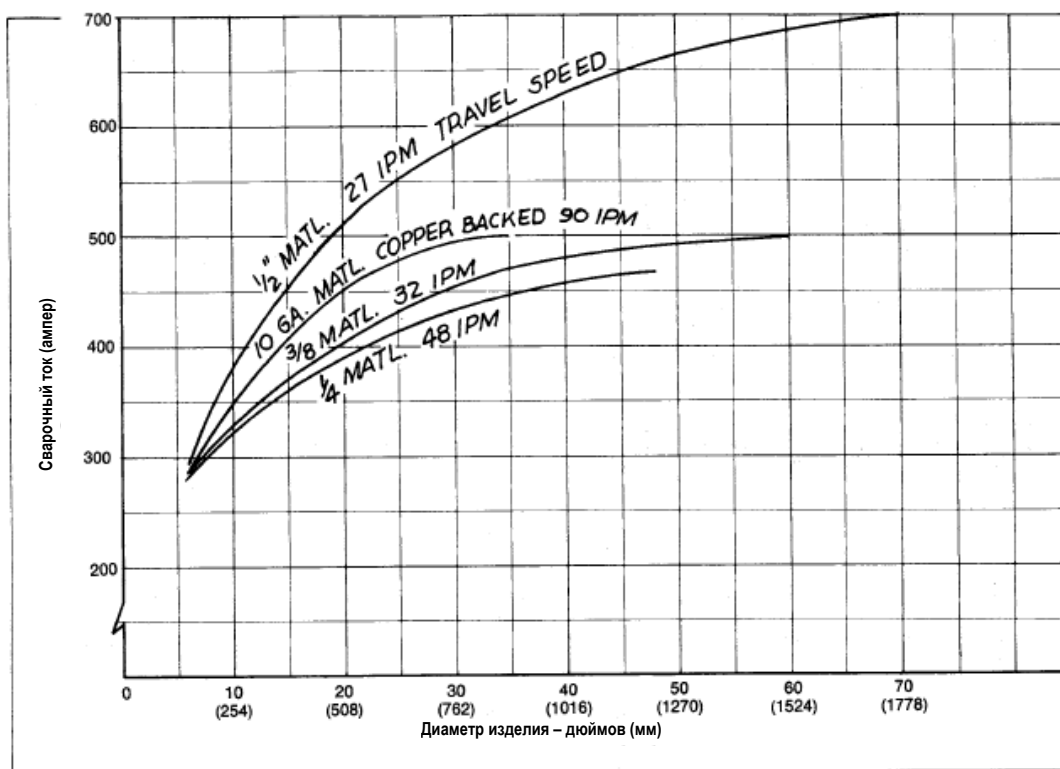


Рисунок 4 – Приблизительные максимальные токи (на данных скоростях) для различных значений толщины для изделий различного диаметра при работе без специальных устройств для контроля просыпки. За верхней границей кривых пользуйтесь стандартной процедурой горизонтальной сварки.

" = дюйм, MATL. = материал, IPM = дюймов/мин., TRAVEL SPEED = скорость прохода, COPPER BACKED = с медной сварочной подкладкой

Удаление шлака

На первом проходе двухпроходных сварных швов гораздо легче очистить тот слой металла, наплавленного за один проход, который омывает верхние кромки стыка, чем тот слой, который не совсем доходит до этих верхних кромок. Смотрите Рисунок 7.



Рисунок 7 – Для оптимального удаления шлака слой первого прохода двухпроходного сварного шва должен омывать кромки.

При использовании многопроходных сварных швов удаление шлака имеет важное значение, поскольку если сварка должна идти непрерывно, то шлак подлежит удалению до завершения первого оборота. Для улучшения удаления шлака особое значение имеют два фактора. Это размер слоя металла, наплавленного за один проход, и форма слоя металла, наплавленного за один проход:

1. Слои металла меньшего размера имеют тенденцию к быстрому охлаждению, что уменьшает налипание шлака.
2. Слои металла от ровного до слегка выпуклого (Рисунок 8) намного облегчают удаление шлака по сравнению с подрезанными швами, которые имеют тенденцию блокировать шлак на шве у кромок слоя металла, наплавленного за один проход.

Такое улучшение слоя металла, наплавленного за один проход, и удаления шлака легко обеспечивается снижением напряжения дуги.

При работе с толстолистовыми изделиями обычно быстрее наложить много малых слоев металла, наплавленного за один проход, при непрерывном процессе сварки, чем накладывать более крупные слои наплавленного металла и быть вынужденным останавливаться для удаления шлака. Смотрите Рисунок 8. Величина силы тока, используемого для выполнения задания, определяет производительность расплавления проволочного электрода и, следовательно, ту скорость, с которой заполняется стык. С точки зрения производительности расплавления нет никакой разницы, будет ли скорость низкой, а слои металла, наплавленного за один проход – большими, или будет ли скорость высокой, а слои металла, наплавленного за один проход – малыми.

Имеет же значение тот факт, что более высокие скорости дают меньшие слои металла, наплавленного за один проход, от которых шлак легко отделяется. Зачастую это обозначает разницу между необходимостью

непрерывной работы и периодических остановок для удаления шлака. Любые остановки выливаются в напрасные затраты на оплату труда и накладные расходы. Легко очищающиеся и гладкие швы с хорошим внешним видом сокращают затраты и повышают моральную самооценку и престиж оператора. В частности, многопроходная сварка улучшает качество сварных швов, особенно ударную вязкость в запиле (статическую).

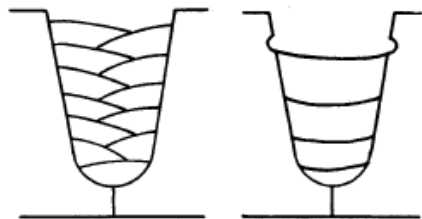


Рисунок 8 – Использование маленьких и хорошо сформированных слоев металла, наплавленного за один проход (слева), улучшает удаление шлака. Малые слои металла, наплавленного за один проход, могут навариваться с большими скоростями прохода и без увеличения тока или расплавления. Такие слои металла, наплавленного за один проход, какие показаны справа, вызывают схватывание шлака, а его удаление получается лишь с трудом.

Другой способ улучшения удаления шлака, особенно с изделий малого диаметра, которые во время сварки очень сильно нагреваются, заключается в направлении на шов воздушной струи. Обычно наилучшие результаты приносит размещение воздушного сопла таким образом, чтобы оно обдувало шов в положении, близком к положению на 2 часа 30 минут (справа под почти прямым углом к направлению движения). Воздух охлаждает как изделие, так и шлак, поэтому его способность к залипанию уменьшается. Смотрите Рисунок 9.

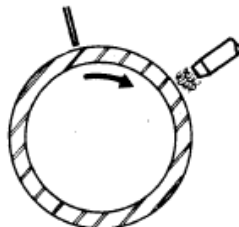


Рисунок 9 – Воздух, подаваемый на изделие из положения на 2 часа 30 минут (справа под почти прямым углом к направлению движения), охлаждает как изделие, так и шлак, и способствует удалению шлака.

СБОР ФЛЮСА

Поскольку сварка кольцевых швов часто предусматривает создание длинных непрерывных швов, то своевременным будет прокомментировать сбор флюса. Содержание флюса в чистоте имеет несколько преимуществ. Оно обеспечивает получение доброкачественных гладких швов и предотвращает засорение

механизмов подачи флюса. Старайтесь подобрать флюс до того, как он окажется на полу. Для удаления пыли используйте вакуумный механизм восстановления, а магнитный сепаратор при необходимости удалит магнитные частицы.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Простое подключение провода заземления к какой-нибудь стационарной детали сварочного кондуктора недостаточно, поскольку это приведет к тому, что сварочный ток пойдет через подшипники на вращающуюся часть кондуктора. Это приведет к дуговому пробое подшипников и непременно их разрушению. Заземление можно производить

посредством одного или нескольких медных или медно-графитных скользящих башмаков токоприёмника, которые касаются чистой поверхности вращающейся части кондуктора, предотвращая, таким образом, прохождение тока через подшипники. В качестве альтернативы в продаже имеются специальные вращающиеся устройства заземления, которые позволяют осуществлять эффективное заземление вращающегося оборудования.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

При надлежащей регулировке сварка круговых швов почти так же проста, как сварка нижних швов в горизонтальном положении. Однако, при настройке на выполнение кольцевой сварки проверьте следующее:

1. Размер слоя металла, наплавленного за один проход, определяемый сварочным током и скоростью прохода.
2. Положение и угол электрода.
3. Подложку для удержания флюса для изделий малого диаметра.
4. Подложку для удержания флюса на кромках.
5. Удаление шлака.
6. Систему восстановления чистого флюса.
7. Заземление.



THE
LINCOLN ELECTRIC
COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через
глобальные филиалы и дистрибьюторов
Кливленд, Огайо 44117-1199 США
ТЕЛ.: 216.481.8100
ФАКС: 216.486.1751
ВЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

Дуговая сварка под флюсом
C5.630 12/99

Политика гарантийного обслуживания клиентов.

Бизнес компании The Lincoln Electric Company заключается в изготовлении и сбыте высококачественного сварочного оборудования, расходных материалов и металлорежущего оборудования. Нашим девизом является удовлетворение потребностей наших покупателей и стремление превзойти их ожидания. Иногда покупатели могут запрашивать у компании The Lincoln Electric Company консультацию или информацию о том, как им использовать нашу продукцию. Мы отвечаем нашим клиентам, опираясь на самую полную информацию, имеющуюся у нас на данное время. Компания Lincoln Electric не имеет возможности обеспечивать или гарантировать такие консультации и не принимает на себя никакой ответственности за такие консультации или информацию. Мы в явном выраженной форме отрицаем любые гарантии какого бы то ни было вида, включая любые гарантии пригодности для каких-либо конкретных задач клиентов, в отношении таких консультаций или информации. Следует особо учитывать, что мы также не можем принять на себя никакой ответственности за обновление или корректировку таких консультаций или информации после того, как они были выданы, таким же образом предоставление консультаций или информации не создает, не распространяет и не изменяет какой-либо гарантии в отношении проданной нами продукции.

Компания Lincoln Electric является ответственным производителем, однако выбор и использование конкретных продуктов, продаваемых компанией Lincoln Electric подконтрольны исключительно покупателю и остаются в его единичной ответственности. На результаты, получаемые при применении методов изготовления этого типа, и на требованию к обслуживанию влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company.

Ее причины и способы устранения в технологии дуговой сварки под флюсом



Использование дуговой сварки под флюсом на изделиях, охватывающих диапазон от легких баков с мерными делениями до тяжелого машинного оборудования и громадных конструкций, подтверждает надежность и экономическую обоснованность данной технологии. Тем не менее, иногда возникают трудности, особенно при подготовке к новой работе. Зачастую эти затруднения приводят к возникновению пористости в сварных швах. Далее приведены некоторые подсказки, которые помогут преодолеть эти затруднения.

СТАЛЬ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ МАРОК

Анализ стали имеет, как правило, небольшой эффект на возникновение пористости в наплавленном металле, хотя очень высокое или очень низкое содержание углерода имеет тенденцию увеличивать пористость. Воздействие очень низкого содержания углерода можно обнулить путем использования такого раскисленного кремнием электрода, как L-60.

Принципиальным исключением из вышеизложенного является содержание серы, обнаруживаемое главным образом в таких марках сталей, как легкообрабатываемая (автоматная) сталь. Сера имеет тенденцию производить газы, которые должны выйти еще тогда, когда наплавленный металл находится в жидком состоянии, иначе они будут уловлены расплавом и вызовут возникновение пористости.

Сера может создавать проблемы даже тогда, когда по результатам анализа ее содержание находится во вполне допустимых пределах. Это происходит в тех случаях, когда она имеет вид отдельных включений. Содержание серы в этих серных включениях намного выше того, которое показывает анализ стали. Эти включения могут быть выявлены способом глубокого травления сечения стального изделия или другими химическими способами. Мощные включения могут фактически проявляться в виде слоистого строения и вызывать появление в шве больших отверстий.

В тех случаях, когда нужно варить сталь с сернистыми включениями используйте те технологии, которые дают минимум примесей (слабый ток, отрицательная полярность, электроды большого размера) и характеризуются наименьшими возможными скоростями прохода, дающими газам время уйти из ванны расплава. На тех стыках, которые представляют собой обычные стыковые швы с прямой кромкой, делайте скос (удаляйте дефекты стыка огневой зачисткой), а на тех стыках, которые представляют собой обычные соединения с прямолинейным скосом кромок, увеличивайте угол скоса. Используйте многопроходную технологию.

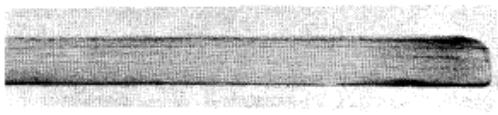


РИСУНОК 1 – Сернистые включения – темные линии на показанном выше протравленном сечении обозначают участки высокой концентрации серы.

ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В СТЫКЕ

Наиболее часто встречающейся причиной возникновения пористости является наличие в стыковом соединении ржавчины, грязи, масла, краски или иных выделяющих газы загрязняющих веществ. Особенно трудно производить сварку по грунтам на эпоксидной или цинковой основе, они могут вызывать возникновение сильной пористости из-за большого объема газов, выделяемых этими веществами во время сварки. Если планируется получить швы удовлетворительного качества, то сварные соединения должны очищаться от всех посторонних веществ. Должны быть защищены сами стыкуемые кромки, очистка поверхности стыка помогает мало. (Смотрите Рисунок 2.)

Иногда в качестве протравной антикоррозийной грунтовки используются растворы азотистокислого натрия. Их осадок прозрачен, и лист выглядит чистым и лишенным покрытия. Применение этих веществ может вызывать газообразование и возможное возникновение пористости.

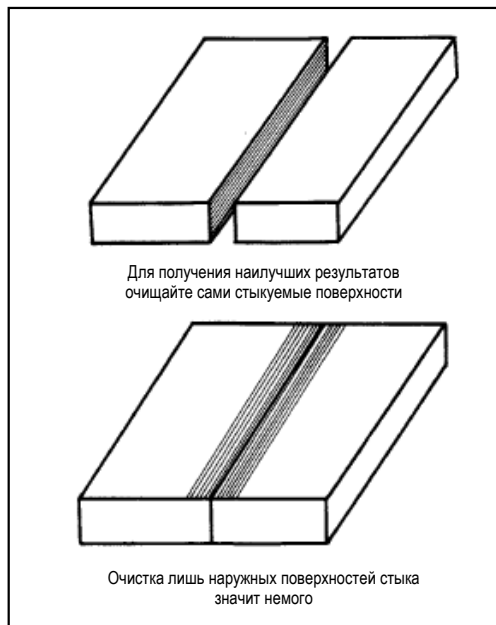


РИСУНОК 2 – Для проведения качественной дуговой сварки под флюсом существенное значение имеет надлежащая зачистка кромок.

Это особенно верно для тех случаев, которые касаются сопрягаемых (или прилегающих) поверхностей. Практически любой ингибитор коррозии может вызвать проблемы с возникновением пористости.

Однако нет необходимости зачищать любую кромку, которая подлежит сварке дуговой сваркой под флюсом. Те кромки, которые были подготовлены машинной обрезкой или газопламенной огневой резкой могут с удовлетворительным качеством свариваться без дополнительной очистки, если на них нет ржавчины или масляного покрытия. Без дополнительной зачистки могут также свариваться неподготовленные кромки с обычной «вторичной окалиной» от прокатки, если эта окалина не слишком рыхла и чешуйчата. Фактически, даже при наличии толстого слоя окалины можно производить сварку с удовлетворительным качеством, если использовать такой раскисленный кремнием электрод, как L-60. Однако скорость сварки может снизиться.

Однако имейте в виду, что существует два вида «вторичной окалины» от прокатки. Цвет первого вида – черный или темный. Второй тип представляет собой «красную вторичную окалину», которая имеет красновато-бурый цвет. Она содержит влагу и оказывает такое же неблагоприятное воздействие, как и ржавчина.

Силовое крацевание «очистка проволочными щётками» отчищает ржавчину и «красную вторичную окалину». Нагрев сварочной горелкой удаляет влагу из ржавчины. Хотя каждый из этих способов существенно уменьшает пористость, для получения оптимальных результатов они могут использоваться в совокупности. Перед подгонкой стыков очистите их проволочными щётками. Затем во время сварки подайте пламя сварочной горелки на стык на расстоянии около 12 футов (0,30-0,60 м) перед Лугой и удалите остаточную влагу. Убедитесь в том, что температура пламени достаточна для того, чтобы нагреть лист до 300-500°Ф (149-260°С). Недостаточный нагрев может оставить некоторое количество влаги, которая вызовет подкорковую пористость.

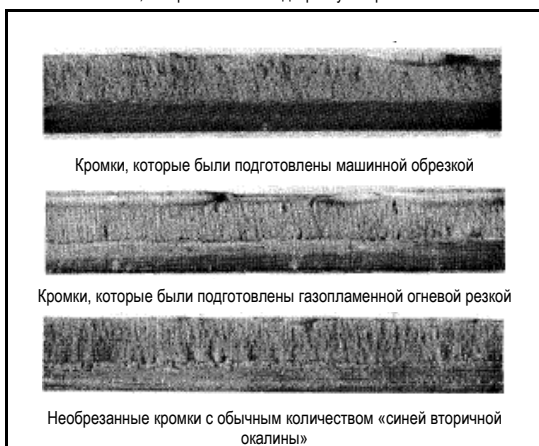


Рисунок 3 – Доброкачественные швы без пористости могут навариваться на кромках, которые были подготовлены машинной обрезкой или газопламенной огневой резкой, или остались необрезанными, но с обычным количеством «синей вторичной окалины».

Жидкая и густая смазка, смазка для пресс-формы и прочие аналогичные загрязняющие вещества зачастую очищаются в ходе мойки

и обезжиривания. В этих случаях убедитесь в том, что моющие составы смыты полностью, а изделие перед началом сварки полностью высушено. Для устранения пористости, вызванной органическими загрязняющими веществами, наилучшим является раскисленный кремнием электрод L-60.

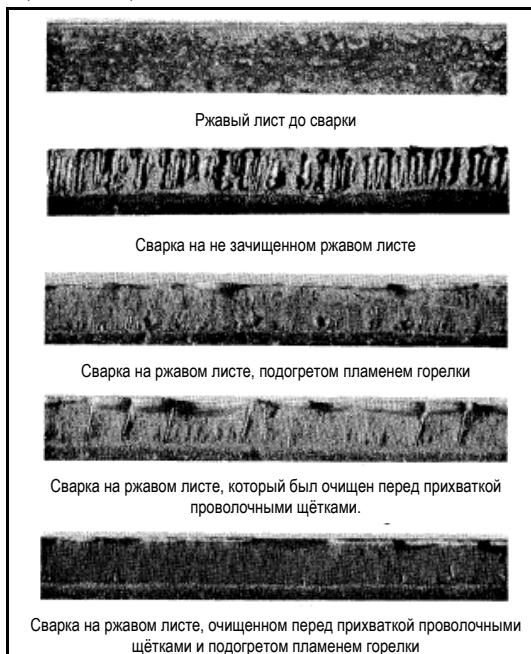


Рисунок 4 – Силовое крацевание «очистка проволочными щётками» и подогрев пламенем горелки очищают даже самый ржавый лист так, что становится возможным сваривать качественные швы без пористости



Рисунок 5 – Пористость, вызванная маслом на листе

ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА ВО ФЛЮСЕ

Любое вещество, вызывающее пористость при нахождении в стыке, будет вызывать пористость и при нахождении во флюсе. Наиболее распространенными загрязняющими веществами во флюсе являются влага, грязь и «вторичная окалина» от прокатки.

Необходимо бережно относиться к хранению флюса надлежащим образом, независимо от того, открывался ли контейнер или нет. Сварочный флюс может поглощать влагу. Повторно используемый флюс тоже может поглощать влагу. Информацию о надлежащих методах повторной сушки флюса смотрите в бюллетене C5.660.



РИСУНОК 6 – Грязный флюс может вызывать возникновение пористости.

Не допускайте попадания грязи во флюс. Однако это не всегда возможно, поэтому следующим из решений становится использование оборудования для восстановления флюса, которое удаляет из него грязь и пыль. Регулярно очищайте пылесборный мешок, в противном случае шлак и грязь могут попасть в восстановленный флюс, что приведет к появлению множества отверстий, аналогичных тем, которые показаны на Рисунке 6.

На некоторых стыках, таких, как внутренние стыки резервуаров, вторичная окалина от прокатки попадает в места соединения и загрязняет швы. Некоторое количество этой окалины может поглощаться оборудованием для восстановления флюса и загрязнять флюс. Для удаления вторичной окалины от прокатки из флюса необходим магнитный сепаратор, напр., K58 компании Lincoln.

Система восстановления может поглощать вместе с флюсом также и другие загрязняющие вещества. Если их невозможно удалить ни сушкой, ни оборудованием для восстановления флюса, ни магнитным сепаратором, то лучше списать такой флюс, а не рисковать появлением пористости в швах.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ

При хранении в ненадлежащих условиях электрод может заржаветь. Ржавчина может привести к возникновению пористости, особенно при сварке на высоких скоростях на тонколистовом металле. Дополнительными недостатками ржавых электродов являются излишний износ и дуговой пробой контактного наконечника и ненадлежащее питание через кабели полуавтоматических сварочных устройств. Ржавые электроды использовать нельзя.

Электроды, загрязнены жидкой или густой смазкой, грязью и аналогичными веществами перед использованием необходимо очищать. Иногда для улучшения подачи питания через кабели полуавтоматических сварочных устройств на электроды наносится небольшое количество смазки. Если нанести слишком много, то это приведет к возникновению пористости.

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ФЛЮСА

Поверх дуги обязательно должно находиться количество флюса, достаточное для защиты наплавленного металла от воздуха. И наоборот, слишком большое количество флюса приводит к ухудшению формы слоя металла, наплавленного за один проход.



РИСУНОК 7 – Газовые раковины в шве, получающиеся в результате недостаточного покрытия флюсом.

На надлежащую величину покрытия флюсом указывает свет, отражающийся от электрода. В том случае, когда используется меньшее количество флюса, дуга начинает просвечивать, что может привести к возникновению рассеянной поверхностной пористости. Недостаточность флюсового покрытия возникает на кольцевых швах с большей вероятностью, чем на горизонтальных швах. Зачастую на маленьких

кольцевых швах необходимо обеспечивать определенные механические средства для удержания флюса вокруг дуги. Аналогичным образом, если флюс стекает со шва до своего отверждения, то на шве может проявиться поверхностная пористость. Особенно подвержены этой проблеме угловые швы и многопроходные нижние угловые сварные швы.

ПРИХВАТОЧНЫЕ ШВЫ

В тех случаях, когда стежки прихваточного шва подлежат закрытию с помощью дуговой сварки под флюсом, для сварки прихваточным швом следует использовать штучные электроды классов E6010, E6011, E7016 или E7018. Эти электроды отличаются хорошим проплавлением и дают наплавку без пористости. Удаление шлака происходит легко и, если небольшое количество шлака останется или залипнет, то это не вызовет пористости в слое металла, наплавленного за один проход при дуговой сварке под флюсом. Шлак электродов другого типа может приводить к возникновению пористости.

ПОЯВЛЕНИЕ БЛУЖДАЮЩЕЙ ДУГИ

Блуждающая дуга может вызывать возникновение пористости. Особенно этому подвержены технологии с применением полярности постоянного тока (—) и маленьких электродов. Наиболее часто она появляется при автоматической высокоскоростной сварке тонколистовой стали, однако может проявляться и при сварке более толстых сталей, по большей части на сложных стыках. Иногда при использовании метода опирания в технологиях многопроходной полуавтоматической сварки возникает откатная пористость.



РИСУНОК 8 – По сравнению с другими видами сварки пористость в результате откатного блуждания дуги наиболее распространена на завершающем конце швов при сварке листовой стали малых калибров.

На тонколистовой стали пористость в результате блуждания дуги обычно возникает на нескольких последних дюймах шва. Она всегда усиливается по мере приближения дуги к концу сварного соединения. Наилучший способ избавиться от пористости заключается в устранении блуждания дуги. Некоторые возможные меры для этого состоят в следующем:

1. Сваривайте в направлении от стыка изделий.
2. Наварите крупностежковый прихваточный шов у завершающего конца стыка.
3. Прочно закрепите соединение провода, идущего к свариваемому изделию в начальном конце, затем варите в направлении замкнутого конца сварочного кондуктора.

При создании сварочного кондуктора для сварки на тонколистовых изделиях используйте массивные медные или иные немагнитные детали, либо обеспечьте удаление всех стальных деталей сварочного кондуктора на расстояние не менее 1 дюйма (25 мм) от дуги и свариваемой стали. Если эти меры не помогают, примените низкремнистые электроды (L60), низкое напряжение, уменьшите силу тока и скорость прохода, используйте полярность постоянного тока (+).

При возникновении пористости в ходе многопроходной полуавтоматической сварки в дополнение к использованию низкремнистого электрода (L60), полярности постоянного тока (+) и сварке в направлении от места соединения провода, идущего к свариваемому изделию, попробуйте принять следующие меры:

1. Избегайте наклонять электрод таким образом, чтобы он смотрел назад в направлении готового шва, поскольку это увеличивает «откат». Держите электрод как можно ближе к вертикальному положению.

2. Если толщина листа составляет менее 1 дюйма (25 мм), то используйте наиболее устойчивый к откату пористости флюс (смотрите бюллетень C5.10).
3. Увеличьте калибр отверстия горловины подачи флюса с тем, чтобы увеличить покрытие флюсом.
4. Избегайте наносить слой металла, наплавленного за один проход, в тех местах, которые допускают стекание расплавленного флюса. Толстый слой расплавленного флюса должен постоянно покрывать ванночку расплавленного металла.

ЗАХВАЧЕННЫЙ ФЛЮС

Во всех тех случаях, когда существует возможность захвата флюса в пространстве между нижней частью слоя металла, наплавленного за один проход, и другой стороны стыка, возникает и вероятность возникновения пористости. Эта пористость может быть либо подкорковой в корне шва, либо может выходить на поверхность в виде больших дыр.

Устранить это можно либо оставлением зазора не менее $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм) между корнем шва и другой стороной, либо полным проплавлением до этой другой стороны таким образом, чтобы не оставалось непроваренного пространства.

Наиболее распространенным примером практической работы, во время которой встречается это явление, служат стыковые швы. Стык может подкладываться сварным швом, сварочной подкладкой или даже другим наваренным автоматическим швом. Если зазор между торцами листов составляет $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм) и более, то флюс может просыпаться в него перед дугой. Доброкачественные швы получаются путем обеспечения достаточного проплавления, производимого таким образом, чтобы слоя металла, наплавленного за один проход, доходил до подкладки, либо путем поддержания такого проплавления, чтобы от слоя металла, наплавленного за один проход, до подкладки оставалось не менее $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм).



РИСУНОК 9 – Этот торцовый стык имел с обратной стороны сварной шов, выполненный вручную. Проплавление проникло на расстояние менее $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм) от подкладочного слоя наплавленного металла, возникла пористость.



РИСУНОК 10 – Этот торцовый стык идентичен показанному на Рисунке 9, за исключением того, что проплавление не проникло до подкладочного слоя наплавленного металла и осталось на расстоянии менее $\frac{3}{16}$ дюйма (4,7 мм) от него. Шов доброкачественный, пористость не возникла.



РИСУНОК 11 – Смещенные сварные швы внахлестку неизбежно захватывают флюс в нижней части стыка. Первый проход может оказаться пористым, второй – доброкачественным.

Другим случаем, в котором иногда возникает проблема, являются смещенные сварные швы внахлестку. Чтобы получить швы без пористости необходимо проплавить за угол. Зачастую трудно произвести проплавление таким образом, чтобы оно отвечало этому требованию. Вместо этого делают два прохода. Второй проход повторно расплавляет первый слой, и наплавленный металл остается чистым и свободным от пористости.

ПРЕССОВАЯ ПОСАДКА

Стыки с прессовой посадкой обычно перед сжатием деталей вместе покрываются смазкой. Эта смазка становится выделяющим газ загрязняющим веществом, которое может вызвать пористость, обычно в виде больших отверстий в конце шва или поблизости от него. Лучше всего избегать прессовой посадки и оставлять зазор до $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм). Другим решением проблемы является сделать на одной детали насечку таким образом, чтобы появился канал для выхода газа.

ПОЛЯРНОСТЬ

Как правило, для уменьшения пористости положительная полярность лучше отрицательной. Это не так в случае сварки сернистой стали или некоторых других видов стали, когда требуется уменьшить проплавление и примеси.

СКОРОСТЬ ПРОХОДА

Большие скорости прохода по тонколистовой стали способствуют увеличению пористости, поскольку усиливается блуждание дуги (смотрите страницу 3). В этих случаях уменьшение скорости и силы тока может уменьшить пористость, если прочие способы контроля блуждания дуги окажутся неэффективными.

Фактически, уменьшение скорости уменьшает пористость на любом шве. Меньшие скорости дают выделяющим газ веществам больше времени для выкипания из расплавленного сварочного металла.

Конечно, обычно уменьшение скорости сварки увеличивает затраты, поэтому сначала следует попробовать другие способы решения проблемы.

Политика гарантийного обслуживания клиентов.

Бизнес компании The Lincoln Electric Company заключается в изготовлении и сбыте высококачественного сварочного оборудования, расходных материалов и металлизующего оборудования. Нашим девизом является удовлетворение потребностей наших покупателей и стремление превзойти их ожидания. Иногда покупатели могут запрашивать у компании The Lincoln Electric Company консультацию или информацию о том, как им использовать нашу продукцию. Мы отвечаем нашим клиентам, опираясь на самую полную информацию, имеющуюся у нас на данное время. Компания Lincoln Electric не имеет возможности обеспечивать или гарантировать такие консультации и не принимает на себя никакой ответственности за такие консультации или информацию. Мы в явно выраженной форме отрицаем любые гарантии какого бы то ни было вида, включая любые гарантии пригодности для каких-либо конкретных задач клиентов, в отношении таких консультаций или информации. Следует особо учитывать, что мы также не можем принять на себя никакой ответственности за обновление или корректировку таких консультаций или информации после того, как они были выданы, таким же образом предоставление консультаций или информации не создает, не распространяет и не изменяет какой-либо гарантии в отношении проданной нами продукции.

Компания Lincoln Electric является ответственным производителем, однако выбор и использование конкретных продуктов, продаваемых компанией Lincoln Electric подконтрольны исключительно покупателю и остаются в его единоличной ответственности. На результаты, получаемые при применении методов изготовления этого типа, и на требование к обслуживанию влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company.



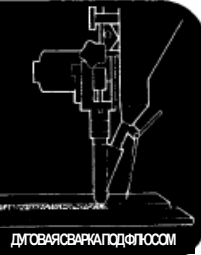
THE
LINCOLN ELECTRIC
COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через
глобальные филиалы и дистрибьюторов
Кливленд, Огайо 44117-1199 США
ТЕЛ.: 216.481.8100
ФАКС: 216.486.1751
ВЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

Дуговая сварка под флюсом
C5.650 1/98



Хранение и повторная сушка флюсов для дуговой сварки



ДУГОВАЯ СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ

Для обеспечения надлежащих рабочих параметров флюсы для дуговой сварки и иные низководородные сварочные материалы должны быть сухими.

При хороших условиях хранения агломерированные флюсы компании Lincoln в оригинальных невскрытых мешках могут оставаться сухими.

Если мешки открывались или прокалывались, выньте флюс и храните его в закрытых контейнерах в каком-либо сухом месте. Флюсы для дуговой сварки под флюсом компании Lincoln не впитывают влагу. Однако загрязнение незащищенного флюса влагой может произойти просто в результате конденсации влаги из окружающего воздуха. Эта конденсация влаги происходит также на листовой стали и всех прочих предметах, хранящихся в одном и том же месте. Конденсация особенно сильна в условиях влажности при понижении температуры (обычно после захода солнца).

Если открытые мешки подвергаются воздействию воздуха в течение нескольких дней, либо если запечатанные мешки хранятся в условиях необычной влажности, то флюс может подвергнуться загрязнению в результате конденсации влаги. В зависимости от количества влаги качество сварного шва может ухудшиться следующим образом:

1. Влага уменьшает способность этого низководородного сварочного процесса противостоять образованию трещин в корне шва на упрочняемой стальной основе.
2. Влага может вызывать возникновение внутренней пористости. Выявление этой пористости может потребовать проведения рентгенооскопии или других неразрушающих испытаний.
3. Относительно высокое содержание влаги может в дополнение к внутренней пористости вызвать видимую внешнюю пористость. Оно может также привести к возникновению излишней текучести шлака, огрублению поверхности шва и затруднению в удалении шлака.
4. Сильное загрязнение влагой может вызвать растрескивание сварного шва, образование трещин в корне шва, сильную пористость, плохой внешний вид и проблемы со шлаком.

ПРОНИКАЮЩИЙ ВОДОРОД (ГЛИЦЕРИНОВЫЙ МЕТОД)⁽¹⁾

	Флюс 860 компании Lincoln (с электродом L-61)	Влагоустойчивый низководородный штучный электрод
Как изготовлен	0,011 мл/грамм	0,011 мл/грамм
Увлажнен	0,056 мл/грамм	0,230 мл/грамм
Повторно высушен при 230°F	0,032 мл/грамм	Не испытывался
Повторно высушен при 500°F	0,018 мл/грамм	0,042 мл/грамм
Повторно высушен при 750°F	Не испытывался	0,020 мл/грамм

⁽¹⁾ "Регистр английского Ллойд" и Американское бюро судоходства указывают, что содержание проникающего водорода не должно превышать 0,1 мл H₂ на грамм наплавленного сварочного металла для металлов отборочных швов (швов с плавным переходом к основному металлу) обычной прочности. Американское бюро судоходства указывает, что содержание проникающего водорода не должно превышать 0,5 мл H₂ на грамм наплавленного сварочного металла.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Как отмечается в настоящем бюллетене, использование флюса с ненадлежащим содержанием влаги может привести к ухудшению качества сварных швов. На результаты, полученные при использовании прошедшего повторную сушку флюса, влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company. Эти переменные факторы включают в себя, но без ограничения, методику

повторной сушки, методику сварки, химический состав и температуру листовой стали, конструкцию сварного узла, способы изготовления и требования к обслуживанию. Поэтому единоличную ответственность за ремонтпригодность прошедшего повторную сушку флюса и какого-либо изделия или конструкции, на которых он используется, несет и должен нести строитель/пользователь.



THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

Мировой лидер в производстве продукции для сварки и резки • Ведущий производитель промышленных двигателей

Сбыт и обслуживание через филиалы и дистрибьюторов во всем мире.

Кливленд, Огайо 44117-1199 США

Литографировано в США

Действ. с мая 1993 г.

РАЗДЕЛ II.

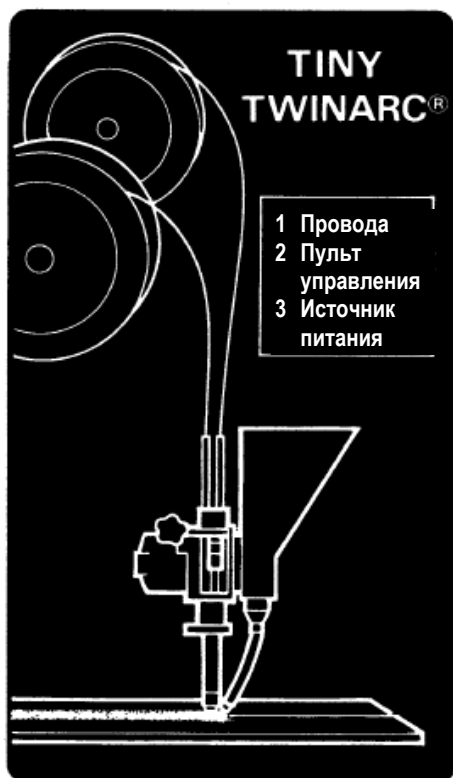
- | | | |
|----|---|--------|
| 1. | Аппарат TinyTwinarc® | E9.100 |
| 2. | Как выполнять сварку последовательными дугами | C5.640 |

Tiny Twinarc®

ПРОЦЕСС дуговой сварки под флюсом С ДВУМЯ ПРОВОЛОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

ОПИСАНИЕ

Tiny Twinarc® представляет собой технологический процесс дуговой сварки под флюсом, в котором используются два электрода малого диаметра с высокоскоростной подачей проволоки. Tiny Twinarc® предлагает существенную экономию в сварочном процессе при замене им обычного одноэлектродного оборудования во многих способах практического применения. Эта экономия получается в результате повышения скоростей прохода и используемых значений производительностей наплавки. Наличие находящихся в непосредственной близости проводных электродов обуславливает растянутую ванночку расплавленного металла, что улучшает характеристики совместного хода и дает возможность повышения скоростей прохода при одновременном сохранении надлежащей формы слоя наплавленного металла. Это оборудование состоит из автоматической сварочной головки (и органов управления) со спаренными приводными роликами и направляющими и обычной контактной насадкой.



ПРЕИМУЩЕСТВА

Этот процесс предлагает следующие преимущества над одноэлектродным:

1. Высокая производительность наплавки – обычным является увеличение на 40 % и более.
2. Повышенные скорости прохода – 25 % и более на тонколистовом материале и от 50 до 75 % на более толстом.
3. Пониженная погонная энергия и снижение искажения на 5 – 50 %. Использование Tiny Twinarc обеспечивает малую погонную энергию на фунт наплавленного металла. Это помогает контролировать искажение и имеет особенно важное значение при сварке сталей с высокой ударной вязкостью, когда динамическая нагрузка зоны термического воздействия ухудшается в связи с увеличением погонной энергии.
4. Пониженное потребление энергии на фунт расплавленного металла.

Tiny Twinarc представляет собой быстрый и простой сварочный процесс, который обеспечивает снижение производственных затрат при равном или более высоком качестве сварки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Процесс Tiny Twinarc имеет практическое применение в производстве землеройных машин, экскаваторов, бетономешалок, железнодорожных вагонов, стандартных баков и резервуаров высокого давления, тонкостенных корпусов и многих других сварных продуктов, изготовленных из материалов толщиной от 14 калибра (1,9 мм) до толстолистовой стали. Эта система универсальна и легко применима на:

1. Тонколистовых сварных узлах
2. Толстолистовых сварных узлах
3. Более крупных кольцевых швах, где применимы повышенные производительности наплавки.
4. Нормальных угловых швах, нижних угловых швах и швах внахлестку.
5. Стыковых швах, включая те, которые варятся справа под прямым углом к направлению движения.
6. Наплавках твердым сплавом.

ПРЕИМУЩЕСТВА В ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАПЛАВКИ

Увеличение силы тока – При использовании процесса однодуговой сварки увеличение силы тока для повышения производительности наплавки может привести к деформации слоя металла, наплавленного за один проход, подрезу (ослаблению) сварного шва и/или излишнему проплавлению. Процесс Tiny Twinarc делает увеличение силы тока практичным.

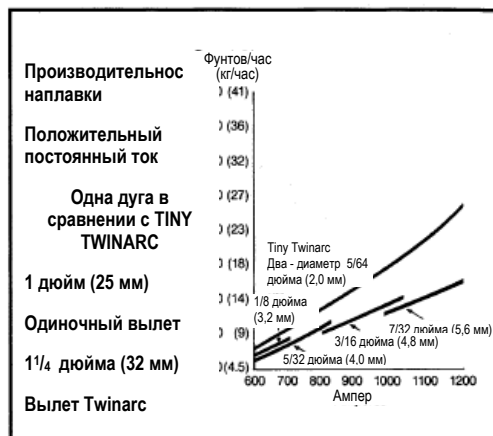
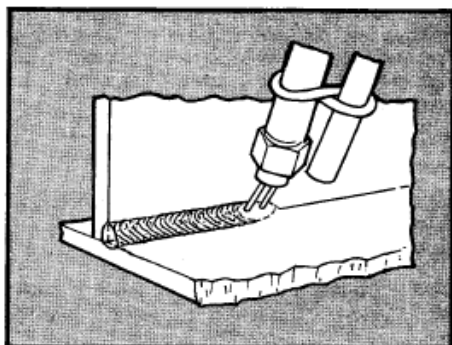
Нагрев электрическим током – Еще одним фактором, добавляющим свой вклад в повышение производительности наплавки Tiny Twinarc заключается в эффекте нагрева током высокой плотности на проволоке меньшего диаметра.

СКОРОСТЬ ПРОХОДА

При работе в процессе обычной однодуговой сварки можно увеличивать скорость прохода посредством простого увеличения сварочного тока; однако форма слоя металла, наплавленного за один проход, внешний вид этого наплавленного металла, подрез (ослабление) сварного шва или прожог накладывают на скорость прохода свои ограничения. При использовании процесса Tiny Twinarc применяемая более высокая производительность наплавки дает увеличение скорости перемещения дуги, сохраняя в то же самое время нужную форму слоя металла, наплавленного за один проход, место наплавки слоя металла, проплавление и прочие желательные сварочные характеристики.

НИЖНИЕ УГЛОВЫЕ ШВЫ

При сварке нижних угловых швов Tiny Twinarc может на величину до 68 % увеличивать скорости прохода на угловых швах в диапазоне от 1/8 дюйма до 5/16 дюйма (от 3,2 до 7,9 мм) включительно.



Нижние угловые швы малого калибра

Одна дуга в сравнении с Tiny Twinarc®

РАЗМЕР

1/8 дюйма (3,2 мм)	62 дюймов/мин. (1,6 м/мин.)	100 дюймов/мин. (2,5 м/мин.)
5/32 дюйма (4,0 мм)	54 дюйма/мин. (1,6 м/мин.)	85 дюймов/мин. (2,2 м/мин.)
3/16 дюйма (4,8 мм)	42 дюйма/мин. (1,1 м/мин.)	70 дюймов/мин. (1,8 м/мин.)

Нижние угловые швы

Одна дуга в сравнении с Tiny Twinarc®

РАЗМЕР

1/4 дюйма (6,4 мм)	30 дюймов/мин. (0,8 м/мин.)	50 дюймов/мин. (1,3 м/мин.)
5/16 дюйма (7,9 мм)	22 дюйма/мин. (0,6 м/мин.)	32 дюйма/мин. (0,8 м/мин.)

НОРМАЛЬНЫЕ УГЛОВЫЕ ШВЫ

Tiny Twinarc предлагает оставляющее около 50 % увеличение скорости сварки по сравнению с работой одним электродом при сварке нормальных угловых швов

Нормальные угловые швы	
Одна дуга в сравнении с Tiny Twinarc®	
РАЗМЕР	
3/8 дюйма (9,5 мм)	22 дюйма/мин. (0,6 м/мин.) 32 дюйма/мин. (0,8 м/мин.)
1/2 дюйма (13 мм)	14 дюймов/мин. (0,4 м/мин.) 21 дюйм/мин. (0,6 м/мин.)
5/16 дюйма (416 мм)	10 дюймов/мин. (0,3 м/мин.) 15 дюймов/мин. (0,4 м/мин.)

ШВЫ ВНАХЛЕСТКУ

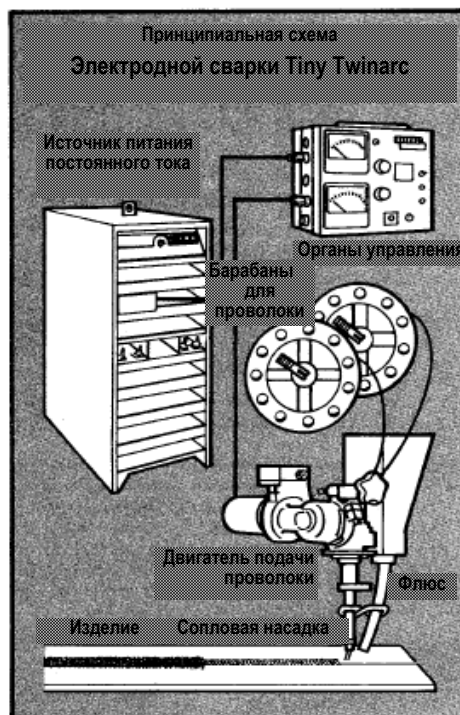
Сварка малых швов внахлестку при помощи Tiny Twinarc дает выигрыш в скорости по сравнению с односторонней сваркой в размере от 43 до 73 %.

Швы внахлестку малого калибра	
Одна дуга в сравнении с Tiny Twinarc®	
РАЗМЕР	
12 калибр (2,7 мм)	90 дюймов/мин. (2,3 м/мин.) 160 дюймов/мин. (4,1 м/мин.)
10 калибр (3,4 мм)	70 дюймов/мин. (1,8 м/мин.) 130 дюймов/мин. (3,3 м/мин.)
3/16 дюйма (4,8 мм)	54 дюйма/мин. (1,4 м/мин.) 80 дюймов/мин. (2,0 м/мин.)

СТЫКОВЫЕ ШВЫ

Tiny Twinarc может использоваться для сварки подготовленных швов с разделкой желобом в стандартных баках и толстостенных баках. Стыковые швы можно экономично сваривать в нижнем положении и в положении справа под прямым углом к направлению движения. Практически достижимо увеличение скорости на 30 % и более.

Подготовленные стыковые швы	
Одна дуга в сравнении с Tiny Twinarc®	
ТОЛЩИНА	
3/4 дюйма (19 мм)	16,8 фута/час (5,1 м/час) 23,5 фута/час (7,2 м/час)
1 дюйм (25 мм)	11,5 фута/час (3,5 м/час) 16,5 фута/час (5,0 м/час)
1-1/4 дюйма (32 мм)	8,5 фута/час (2,6 м/час) 11,8 фута/час (3,6 м/час)



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выбор флюса и электрода – В общем, выбор флюса и электрода для применения в системе Tiny Twinarc следует производить исходя из тех же соображений, что и для однопроводных систем. Сочетания флюсов и электродов смотрите в бюллетене S210. Относительно предполагаемой методики сварки проконсультируйтесь со своим представителем компании Lincoln.

Полярность

Положительный электрод постоянного тока (+) рекомендуется для:

1. Получения наилучшей ударной вязкости.
2. Самого глубокого проплавления.
3. Высочайшего качества, определяемого радиографическим методом
4. Высокоскоростной сварки тонколистовых изделий, когда важна скорость перемещения дуги.
- 5.

Отрицательный электрод постоянного тока (-) рекомендуется для:

1. Повышенного сопротивления растрескиванию в результате получения менее чувствительной к растрескиванию формы слоя металла, наплавленного за один проход и уменьшения примесей от опорной плиты.
2. Сварки с высокой производительностью наплавки там, где производительность является основным фактором.

Размер электрода – Диаметр электрода, подбираемого для процесса Tiny Twinarc компании Lincoln, обеспечивает наилучший компромисс между производительностью наплавки, формой слоя металла, наплавленного за один проход, проплавлением, углублением и т.д. Имеющиеся в продаже размеры: диаметры 045, .052, 1/16 дюйма, 5/64 дюйма и 3/32 дюйма (1,1, 1,3, 1,6, 2,0, и 2,4 мм).

Работа с неизменным постоянным напряжением и неизменным постоянным током – Источник питания с неизменным постоянным напряжением предпочтителен:

1. При высокоскоростной сварке, когда основной заботой является скорость.
2. Для нижних угловых швов 3/16 дюйма (4,8 мм) и менее.
3. Для нормальных угловых швов 5/16 дюйма (7,9 мм) и менее.

При дуговой сварке под флюсом с неизменным постоянным напряжением предпочтительно иметь работающие в режиме неизменного постоянного тока DC-600, DC-650 PRO, DC-1000 или DC-1500 или другие источники питания:

1. для сварки с высокой производительностью наплавки.
2. Для максимального проплавления.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОРУДОВАНИЮ

Для установки заново⁽¹⁾ рекомендуется следующее оборудование:

1. **Автоматическая сварочная головка NA-3S или NA-5S (передаточное число 95:1) и органы управления.** Транзисторное управление удобно и универсально, имеет независимую регулировку:
 - a. Толчковой скорости
 - b. Динамическое включение "на лету" или «из горячего состояния».
 - c. Стартовый контур для контроля тока, напряжения и синхронизации (заказывается отдельно).
 - d. Контроль тока, напряжения и синхронизации анодного пятна (заказывается отдельно).
2. **Источники питания DC-600, DC-650 PRO, DC-1000 или DC-1500** – работают в режиме неизменного постоянного тока или в режиме неизменного постоянного напряжения.

Эти агрегаты оснащены всережимным реостатом с возможностью дистанционного управления,

компенсацией сетевого напряжения и регулируемым напряжением холостого хода при неизменном постоянном напряжении. Эти транзисторные источники питания в сочетании с системой Tiny Twinarc предназначены для обеспечения превосходных и неизменных результатов. Они обеспечивают наилучшую степень контроля при настройке системы в тех случаях, когда применяются с автоматическими сварочными системами NA-3S или NA-5S.

3. Контактный узел Tiny Twinarc (K129) – включает в себя приводные ролики, режим холостого хода, проволочный барабан и горелку.
4. Устройство выпрямления твердой проволоки Tiny Twinarc (K281)
5. Источник питания для кабельных сборок автоматического управления и кабеля, подключенного к свариваемому изделию.

⁽¹⁾ По вариантам, заказываемым отдельно, проконсультируйтесь со своим представителем компании Lincoln.

Для получения дополнительных сведений о дуговой сварке под флюсом смотрите бюллетени S604, S632 и S640.

Единовременную ответственность за ремонтпригодность какого-либо изделия или конструкции, на которых используется этот тип информации, несет и должен нести строитель/пользователь. На результаты, полученные при использовании этого типа информации, влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company. Эти переменные факторы включают в себя, но без ограничения, методику сварки, химический состав листовой стали, температуру, конструкцию сварного узла, способы изготовления и требования к обслуживанию.



THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

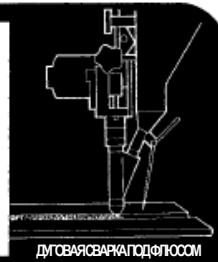
Мировой лидер в производстве продукции для сварки и резки • Ведущий производитель промышленных двигателей

Сбыт и обслуживание через филиалы и дистрибьюторов во всем мире.

Кливленд, Огайо 44117-1199 США

Действ. с июня 1994 г.

Как выполнять сварку ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ДУГАМИ



ПРЕИМУЩЕСТВА СВАРКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ДУГАМИ

Многие изделия, которые можно успешно сваривать одноэлектродным автоматическим оборудованием, могут быть сварены более эффективно при помощи технологии многоэлектродной сварки последовательными дугами. Причина проста. Два электрода, подаваемые на один и тот же шов, несут суммарный ток, превышающий ток одного электрода. Большой суммарный ток повышает производительность наплавки и/или скорость и снижает затраты на сварку. Другое преимущество, зачастую приобретаемое при помощи сварки последовательными дугами, заключается в уменьшении деформации в результате повышения скорости сварки.

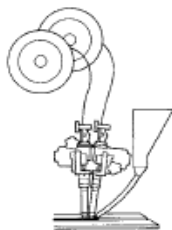
ОГРАНИЧЕНИЯ СВАРКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ДУГАМИ

Сочетание высокой скорости прохода, большей сварочной ванны, большего количества настроек и более дорогого оборудования делает многодуговую сварку непрактичной для практического применения в следующих сферах:

1. Короткие швы и круговые швы малого диаметра.
2. Конструкции, на которых приходится часто менять настройки
3. Малый объем работ, не оправдывающий затраты на оборудование
4. Практические задачи, при решении которых погонная энергия может быть ограничена из-за требований к механическим свойствам металла шва или подвергаемой тепловому воздействию зоны.

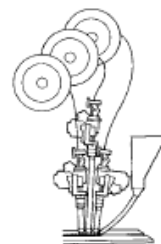
ПОСТОЯННЫЙ ТОК–ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК 2-ЭЛЕКТРОДНАЯ СВАРКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ДУГАМИ

Использует автоматические головки NA-3 или NA-5 и источник питания постоянного тока для ведущей дуги, и автоматическую головку NA-4 и источник питания переменного тока типа постоянного неизменного тока для ведомого электрода. В тех случаях, когда требуется максимальная мобильность, рекомендуется использование тележки-тягача LT-56



ПОСТОЯННЫЙ ТОК–ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК – ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК 3-ЭЛЕКТРОДНАЯ СВАРКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМИ ДУГАМИ

Использует автоматические головки NA-3 или NA-5 и источник питания постоянного тока для ведущей дуги, и две автоматические головки NA-4 и два источника питания переменного тока типа постоянного неизменного тока для ведомого электрода, соединенные по схеме Скотта⁽¹⁾.



Преимущества

1. В довольно широком диапазоне практического применения производительность и скорость наплавки на 25 – 100 % выше, чем у одноэлектродной сварки постоянного тока:
 - a. Многопроходные сварные швы.
 - b. Однопроходные стыковые швы на стали 10 калибра и толще.
 - c. Однопроходные нижние угловые швы и швы внахлестку от 1/4 до 1/2 дюйма (от 6,4 до 12,7 мм).
 - d. Однопроходные нормальные угловые швы от 1/4 до 3/4 дюйма (от 6,4 до 19,1 мм).
 - e. Круговые швы большого диаметра [минимум 40 дюймов (1 м)]
2. Лучший выбор для сварки плоской подкладки под флюс.
3. Разнос электродов и органов управления легко перестроить для новых практических работ.
4. Техника удлиненного вылета Linc-Fill™ увеличивает производительность наплавки и скорости как прохода, так и подачи проволоки.

Преимущества

1. Более высокие перемещения дуги и производительности наплавки, чем у двухэлектродной сварки последовательными дугами постоянного тока - переменного тока в более ограниченном диапазоне сфер практического применения.
 - a. Многопроходные сварные швы.
 - b. Однопроходные нижние угловые швы и швы внахлестку от 5/16 до 1/2 дюйма (от 7,9 до 12,7 мм).
 - c. Нормальные угловые швы от 1/2 до 3/4 дюйма (от 12,7 до 19,1 мм).
 - d. Однопроходные стыковые швы [пример изготовления трубы диаметром 3/4 дюйма (от 9,5 мм). Со скоростью 125 дюймов/мин. (3,2 м/мин.).
 2. После того, как будут настроены регулировки разнеса электродов и органов управления, легко производит повторные сварные швы.
 3. Длинная сварочная ванна сводит к минимуму тенденцию к возникновению пористости.
- ⁽¹⁾ Источник питания AC-1200 оснащен заглушками на штуцерах соединения по схеме Скотта для быстрого перехода к сварке в режиме «постоянный ток–переменный ток – переменный ток».

ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Эффекты воздействия переменных эксплуатационных параметров на одноэлектродную дуговую сварку под флюсом, описанные в бюллетене S604, относятся также и к дуговой сварке последовательными дугами. Однако, поскольку дуговая сварка последовательными дугами включает в себя сварку двумя или тремя дугами в одной и той же сварочной ванне, то для обеспечения хорошего качества шва необходимо уделять особое внимание контролю взаимодействия дуг.

Для контроля проплавления и размера шва выбираются полярность постоянного тока ведущей дуги, ток, напряжение, скорость прохода и калибр проволоки. Для заполнения слоя наплавленного металла до требуемого размера и для получения надлежащей формы и внешнего вида слоя металла, наплавленного за один проход, выбираются переменные параметры переменного тока ведомых дуг.

В трехдуговой системе «постоянный ток – переменный ток – переменный ток» ведомый электрод (переменного тока) обычно того же размера, что и средний проволоочный электрод (переменного тока), или меньшего размера, и он работает на таком же или более слабом токе, более высоком напряжении и имеет тот же разнос.

КРЕПЁЖНАЯ ОСНАСТКА

При разработке и создании технической оснастки для сварки последовательными дугами необходимо предусматривать допуски для регулировки углов и разноса электродов с тем, чтобы обеспечить идеальные условия для данного конкретно применения. Головки должны монтироваться жестко с тем, чтобы сохранять правильное положение во время промышленной сварки.

ПОЛЯРНОСТЬ

Для максимального проплавления используйте полярность ведущей дуги постоянного тока (+). Для увеличения производительности наплавки и уменьшения проплавления используйте полярность постоянного тока (–).

Переменный ток рекомендуется для ведомых дуг с тем, чтобы минимизировать взаимное влияние блуждания дуг с целью облегчения регулировки и сварки.

ТОК

Для получения максимальной производительности наплавки, соответствующей необходимому проплавлению, используйте повышенную силу постоянного тока ведущей дуги. Для того, чтобы заполнить шов слоем наплавленного металла и устранить подрез (ослабление) шва, используйте переменный ток ведомой дуги достаточной силы. Избыточный ток ведет к возникновению волнистых кромок.

НАПРЯЖЕНИЕ

В ведущей дуге постоянного тока применяйте низкое напряжение для получения жесткой глубоко проплавляющей дуги, особенно при сварке V-образных соединений встык. Увеличение напряжения увеличивает ширину слоя металла, наплавленного за один проход. Избыточное напряжение ведет к возникновению волнистых кромок.

Отрегулируйте напряжения переменного тока ведомых дуг для получения надлежащей формы и ширины слоя металла, наплавленного за один проход, для надлежащего намыва, может потребоваться от 35 до 42 вольт, особенно на третьей дуге. Избыточное напряжение ведет к возникновению подреза (ослабления) шва.

СКОРОСТЬ ПРОХОДА

Большая скорость прохода дает малое проплавление и узкий слой металла, наплавленного за один проход. Избыточная скорость ведет к возникновению подреза (ослабления) шва.

Излишне малая скорость позволяет расплавленному металлу намываться под ведущую дугу, вызывая нестабильность дуги и «скатывание» с кромок слоя наплавленного металла.

РАЗМЕР ЭЛЕКТРОДОВ

При выполнении большинства работ для ведущей дуги рекомендуются электроды либо $\frac{5}{32}$, либо $\frac{3}{16}$ дюйма, (4,0 или 4,8 мм). Для глубокого проплавления используйте размер $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм). Ведомые электроды обычно имеют размер меньший, чем размер ведущего электрода, поскольку они принимают ток меньшей силы.



ВЫБОР ФЛЮСА И ЭЛЕКТРОДА

В основном флюс и электрод для сварки последовательными дугами выбирается по тем же причинам, по каким они выбираются для однодуговой автоматической сварки.

Для большинства видов однопроходной сварки рекомендуется сочетание 761 или 780 и L-61. Для высокоскоростной сварки [свыше 60 дюймов/мин (1,5 м/мин.)] рекомендуются 761 и L-61, также могут использоваться 781 и L-61. Для многопроходной сварки листов толщиной более 1 дюйма (25,4 мм) обычно следует использовать 860 и L-61 или 980 и L-50.

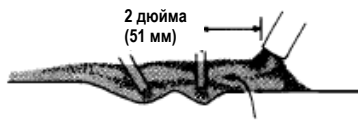
Для сварки стыковых швов с прямой кромкой, требующей одного прохода с каждой стороны, рекомендуется использовать флюс Lincolnweld® 985 и 995. Флюс 985 предназначен для использования с электродами Lincoln L-50 или LA-90. Флюс 995 предназначен для использования с электродом. Эти флюсы обеспечивают сварку с минимальным наплывом и надлежащим проплавлением.

В тех случаях, когда от многопроходных швов требуется надлежащая стойкость к водородной пористости и оптимальная ударная вязкость, используйте флюс 880M или флюс MIL 800 с L-50.

ГЛУБИНА ФЛЮСА

Закладывайте флюс достаточно глубоко для того, чтобы ведомая арка иногда проплавляла его. Слишком глубокое заложение флюса дает узкий грубый слой наплавленного металла.

Закладывайте флюс на расстоянии около 2 дюймов (51 мм) от ведущей дуги с тем, чтобы флюс действовал как механическая ловушка, не давая шлаку и расплаву затекать вперед и мешать работе дуги.



Флюс работает как перемычка, удерживая кА шлак, так и расплав от вытекания вперед

РАЗНОС ЭЛЕКТРОДОВ

Рекомендуется разнос электродов, составляющий от $\frac{1}{8}$ до $\frac{3}{8}$ дюйма (от 15,9 до 22,2 мм). Меньший разнос дает узкий слой металла, наплавленного за один проход, и глубокое проплавление, тогда как больший разнос уменьшает проплавление и расширяет слой металла, наплавленного за один проход. Разнос также влияет на стабильность дуги. Для устранения нестабильности вводимой дуги, вызываемой пробоем на ванну расплава, уменьшайте разнос, а для устранения нестабильности ведущей дуги, вызываемой затеканием под эту дугу расплава или шлака, увеличивайте этот разнос.

Нижние угловые швы с размером катета $\frac{3}{8}$ дюйма (9,5 мм) и более свариваются с разнесом в 3 дюйма (76,2 мм). Для них больше подходит сварка в три прохода, чем сварка последовательными дугами. При таком большом разнесе сочетание «постоянный ток – переменный ток – постоянный ток» может обеспечить третью дугу более стабильную, чем рекомендованное для большинства работ сочетание «постоянный ток – переменный ток – переменный ток».

ВЫЛЕТ ЭЛЕКТРОДА

Обычный вылет электрода между наконечником сопловой насадки и изделием начинается с расстояния около $\frac{3}{4}$ дюйма (6,4 мм) для малых швов и до расстояния около 2 дюймов (51 мм) для больших швов.

ОСОБЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО СВАРКЕ ГЛУБОКИХ ШВОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК

ПОДГОТОВКА СТЫКА

1. На эскизах показаны типовые стыки. Общий скос после того, как листы будут стянуты под действием процесса сжатия, общий скос кромок должен быть не меньше 7° . Меньшие скосы дают подрез и улавливают шлак. Большие углы скоса дают утечку расплава.



2. Для большей части работ, кроме круговой сварки, требуются выводные планки. Эти планки должны использоваться на обеих сторонах и иметь такую же форму, как и стык. Делайте их достаточно массивными для того, чтобы обеспечить минимальные помехи дуге, и приваривайте их к обоим концам стыка и к сварочной подкладке, если таковая используется. Замкните готовый конец с тем, чтобы обеспечить путь магнитного потока для уменьшения блуждания дуги.

ЮСТИРОВКА

Точная юстировка имеет чрезвычайно большое значение. Проверьте следующее:

1. Шов должен точно совмещаться с линией прохода сварочных головок и располагаться ровно по всей длине стыка.
2. Изделие должно быть ровным на шве и располагаться ровно по всей длине стыка.
3. Отнесите электроды от стенок желоба на расстояние, приблизительно равное ширине большого проволочного электрода.

Сварка с удлиненным вылетом электрода Linc-Fill™ увеличивает производительность наплавки и уменьшает затраты на большие швы на толстых листах. Для надлежащей юстировки электрода относительно стыка требуется сопловая насадка K148, оснащенная удлинителем K149 Linc-Fill.

ЮСТИРОВКА ЭЛЕКТРОДА

Для большинства швов с ровными кромками электроды должны располагаться в линию. Они должны оставаться в пределах полосы размером $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм). Однако на нижних угловых швах могут оказаться необходимыми некоторые изменения с тем, чтобы сохранить размер катета на вертикальном листе.

СОПЛОВЫЕ НАСАДКИ

Скрепите насадки вместе при помощи изолированного фиксатора, помогающего сохранить юстировку и разнос электродов. Изношенные наконечники сопловых насадок вызывают неправильную юстировку и нестабильный контакт. Немедленно замените изношенные наконечники сопловых насадок.

СОЕДИНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ

Место подключения провода к свариваемому изделию особенно важно для сварки коротких швов. Подключите рабочие провода как постоянного, так и переменного тока к началу шва. Однако, если требуется откат для предотвращения протечки металла перед дугой, то варите в направлении на место подключения провода, идущего к свариваемому изделию.

Обеспечьте горизонтальную регулировку сварочных головок таким образом, чтобы они могли перемещаться по стыку для юстировки.

4. На всех проходах сохраняйте постоянный вылет электрода.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ

Он должен определяться исходя из химического состава металла основы и толщины листа. Должны также быть удовлетворены требования регулирующих норм.

1. Для оценки температуры предварительного нагрева и между проходами воспользуйтесь «Preheat Temperature Calculator» («Вычислительными таблицами температуры предварительного нагрева, предлагаемыми компанией Lincoln»).
2. Предварительно прогрейте все изделие целиком, если таковое возможно.
3. После сварки дайте листу медленно остыть. При необходимости подвергните термообработке.

Для обеспечения оптимальных механических свойств, сопротивления растрескиванию и контроля твердости рекомендуется осуществлять контроль температуры предварительного нагрева и температуры между проходами. Это особенно важно для многопроходных швов и более толстых листов. Контроля температуры предварительного нагрева и температуры между проходами могут также потребовать условия работы, имеющие преобладающую силу нормы, жесткие ограничения, уровень лигатуры и прочие соображения.

ПРОВАРКА КОРНЯ ШВА

Для первых нескольких проходов рекомендуется применять сварку одной дугой с постоянным током (+) с тем, чтобы добиться адекватного проплавления. Если блуждание дуги создает серьезную проблему, то выполните эти корневые проходы посредством сварки одной дугой с переменным током.

ФОРМА СЛОЯ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ЗА ОДИН ПРОХОД

Слой металла, наплавленного за один проход, должны иметь немного выпуклую форму с тем, чтобы предотвратить продольное растрескивание. Проплавка разделяет слои наплавленного металла, которые являются скорее нормальными, а не крутыми угловыми швами на боковых стенках стыка.



КОНТРОЛЬ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Расплавленные флюс и металл не должны вытекать перед дугой. Изложенное далее представляет собой краткие сведения о методах, используемых для контроля ванны расплава:

1. Слегка увеличьте разнос электродов.
2. Увеличьте скорость прохода.
3. Ведите сварку на небольшой подъем (2°) – не на спуск.
4. Не начинайте с высшей точки в начале предыдущего слоя металла, наплавленного за один проход.
5. Используйте надлежащую юстировку.
6. Используйте относительно низкое напряжение на ведущей дуге и/или слабый ток на ведомой дуге.

Единоличную ответственность за ремонтпригодность какого-либо изделия или конструкции, на которых используется этот тип информации, несет и должен нести строитель/пользователь. На результаты, полученные при использовании этого типа информации влияют многие переменные факторы, неподконтрольные компании The Lincoln Electric Company. Эти переменные факторы включают в себя, но без ограничения, методику сварки, химический состав листовой стали, температуру, конструкцию сварного узла, способы изготовления и требования к обслуживанию.



THE
LINCOLN ELECTRIC
COMPANY

Местный сбыт и обслуживание через
глобальные филиалы и дистрибьюторов
Кливленд, Огайо 44117-1199 США
ТЕЛ.: 216.481.8100
ФАКС: 216.486.1751
ВЕБ-САЙТ: www.lincolnelectric.com

Дуговая сварка под флюсом
C5.640 2/98

РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ (КЕМ):



ЭКСПЕРТЫ ПО СВАРКЕ

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY

22801 St. Clair Ave.

Кливленд, Огайо 44117-1199 США

ТЕЛ.: 216.481.8100 • ФАКС: 216.486.1751

www.lincolnelectric.com

**Дуговая сварка под флюсом
C5.50 9/00**