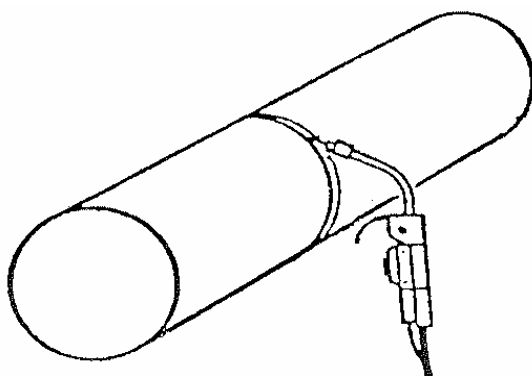


# ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА ТРУБ НА СПУСК САМОЗАЩИТНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ INNERSHIELD

Ø.068" (1,7 мм) NR-204H  
Ø.068" (1,7 мм) и 5/64" (2,0 мм) NR-207, 207H, 208H

РУКОВОДСТВО ПО СВАРКЕ



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	<u>Страница</u>
Область применения	3
Особенности процесса	3
Ответственность пользователя	3
Рекомендуемые режимы сварки корневого слоя проволокой марки NR-204H, Ø 0,068" (1,7 мм)	4
Рекомендуемые режимы сварки горячего, заполняющих и облицовочных проходов проволокой NR-207, 207H, 208H Ø 0,068" (1,7 мм)	5
Рекомендуемые режимы сварки горячего, заполняющих и облицовочных проходов проволокой NR-207, 207H, 208H Ø 5/64" (2,0 мм)	5
Диапазон режимов сварки проволокой Innershield NR-204 Ø 0,068" (1,7 мм)	6
Диапазон режимов сварки проволокой Innershield NR-207, NR-207H, NR208H Ø 0,068" (1,7 мм) и Ø 5/64" (2,0 мм)	6
Приблизительное количество проходов при сварке стыков труб различной толщины	7
Техника сварки	8
Корневой шов проволока Innershield NR-204H, Ø 0,068" (1,7 мм)	8
Рекомендации по устранению возможных проблем при работе с проволокой Innershield NR-204H, Ø 0,068" (1,7 мм)	10
Горячий, заполняющие и облицовочные слои, выполняемые проволоками марок Innershield NR-207, NR-207H, NR208H Ø 0,068" (1,7 мм) и Ø 5/64" (2,0 мм)	12
Рекомендации по устранению возможных проблем при работе с проволокой Innershield NR-207, NR-207H и NR208H	13
Комбинированная разделка кромок	14
Подготовка кромок под сварку	14
Температура предварительного подогрева и переходная температура	14
Рекомендуемое оборудование	15

## **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Сварка стыков трубопроводов на спуск

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА**

- Полуавтоматический процесс сварки неповоротного стыка
- Наплавленный металл содержит пониженный объем диффузионного водорода
- Высокий коэффициент наплавки
- Высокая производительность работ
- Механические свойства соединения позволяют его эксплуатацию в северных районах

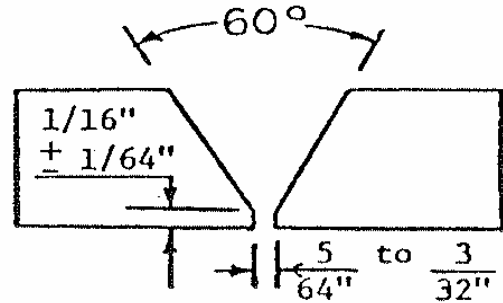
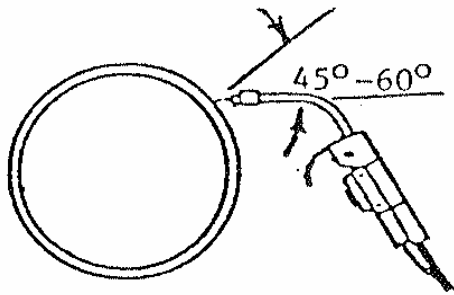
## **ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Компания Lincoln Electric настоятельно рекомендует внимательно ознакомиться с инструкциями и наставлениями по технологии полуавтоматической сварки труб, предназначенных для транспортировки газа и нефтепродуктов, порошковой проволокой Innershield. Заказчик должен удостовериться, что уровни прочности металла шва, зоны термического влияния и основного металла находятся в установленных пределах.

Ответственность за качество конечной продукции (сварных швов, конструкций и т.д.) лежит целиком на самом пользователе. Большое количество факторов, находящихся вне пределов влияния компании, определяют качество выполняемых работ и результаты применения настоящей информации на практике. Эти факторы включают, но не ограничиваются следующими: сварочные режимы, химический состав основного металла и его температура, геометрия сварного соединения, принятый у заказчика порядок выполнения работ, требования предъявляемые к рабочим характеристикам сварных соединений и т.д.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ СВАРКИ КОРНЕВОГО СЛОЯ ПРОВОЛОКОЙ МАРКИ NR-204H, Ø.068" (1,7 мм)

(Innershield NR-204H предназначена только для сварки корневого слоя)



	<u>Корневой шов</u>
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	85
Сварочное напряжение (прямая полярность), Вольт <sup>1</sup>	15-16
Сварочный ток (приблизительно), А	150
Электрический вылет, мм	12 - 19 (1/2-3/4")
Угол наклона электрода, град	30 - 60
Коэффициент наплавки, кг/час	1,7
Температура подогрева, град. С	20 - 135

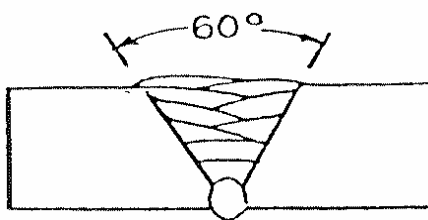
Самозащитная порошковая проволока марки Innershield NR-204 диаметром 0,068 “ предназначена только для выполнения корневого шва. Указанная техника сварки может быть изменена в соответствии с режимами сварки (см. Таблицу режимов) в зависимости от толщины стенки и диаметра трубы, величины зазора и притупления.

Поскольку конструкция, метод производства или монтажа, а так же варьирование сварочными параметрами напрямую влияют на результаты, получаемые при использовании настоящей информации - рабочие свойства изготавливаемого изделия находятся под непосредственной ответственностью пользователя.

<sup>1</sup> Напряжение на дуге может быть измерено максимально точно (непосредственно между свариваемой деталью и латунным блок-контактом в механизме подачи проволоки LN-23P).

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ СВАРКИ ГОРЯЧЕГО, ЗАПОЛНЯЮЩИХ И ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПРОХОДОВ ПРОВОЛОКОЙ NR-207, 207H, 208H Ø.068”

(1,7 мм)



	<u>Горячий проход</u>	<u>Заполняющие слои</u>	<u>Облицовочный слой</u>
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	105	120	105
Сварочное напряжение (прямая полярность), Вольт <sup>1</sup>	18 - 19	19 - 20	18 - 19
Сварочный ток (приблизительно) <sup>2</sup> , А	220	245	220
Электрический вылет, мм	12 - 19 (1/2-3/4”)	12 - 19 (1/2-3/4”)	12 - 19 (1/2-3/4”)
Угол наклона электрода, град	0 - 30	0 - 30	0 - 30
Коэффициент наплавки, кг/час	1,75	2,0	1,75
Температура подогрева, град. С	20 - 135	20 - 135	20 - 135

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ СВАРКИ ГОРЯЧЕГО, ЗАПОЛНЯЮЩИХ И ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПРОХОДОВ ПРОВОЛОКОЙ NR-207, 207H, 208H Ø5/64”

(2,0 мм)

	<u>Горячий и заполняющие слои</u>	<u>Облицовочный слой</u>
Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	90	80
Сварочное напряжение (прямая полярность), Вольт <sup>1</sup>	19 - 20	18 - 19
Сварочный ток (приблизительно) <sup>2</sup> , А	245	225
Электрический вылет, мм	12 - 19 (1/2-3/4”)	12 - 19 (1/2-3/4”)
Угол наклона электрода, град	0 - 30	0 - 30
Коэффициент наплавки, кг/час	2,0	1,75
Температура подогрева, град. С	20 - 135	20 - 135

Самозащитные порошковые проволоки Innershield NR-207, NR-207H и NR-208H предназначены только для выполнения горячего, заполняющих и облицовочного швов. При заполнении первых двух проходов следует использовать технику сварки с поперечными колебаниями по всей ширине шва. После первых двух проходов используйте технику сварки отдельными перекрывающимися слоями. При выполнении заполнения можно воспользоваться режимами с повышенной скоростью подачи проволоки в зависимости от толщины свариваемого материала..

<sup>1</sup> Напряжение на дуге может быть измерено максимально точно (непосредственно между свариваемой деталью и латунным блок-контактом в механизме подачи проволоки LN-23P.

<sup>2</sup> Для проволоки NR-208H обычно требуется несколько более высокий уровень сварочного тока.

**ДИАПАЗОН РЕЖИМОВ СВАРКИ**  
**ПРОВОЛОКОЙ INNTRSHIELD NR-204 Ø0,068" (1,7 мм)**  
(только корневые швы)

ES-465 April 13, 1995	Устанавливаемые значения		Сварочный ток <sup>2</sup> , А	Коэффициент наплавки, кг/час
	Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	Напряжение дуги <sup>1</sup> , В		
порошковая проволока NR-204 диаметр 0,068", прямая (DC-) полярность, вылет электрода 3/4" (19 мм)	70	13-15	125	1,7
	80	14-16	130	1,8
	95	15-16	165	1,9
	110	15-16	190	2,3
	130	15-16	220	2,7

**ДИАПАЗОН РЕЖИМОВ СВАРКИ**  
**ПРОВОЛОКОЙ INNTRSHIELD NR-207, 207H, 208H**  
**Ø0,068" (1,7 мм) и Ø5/64" (2,0 мм)**  
(горячий проход, заполняющие и облицовочный швы)

	Устанавливаемые значения		Сварочный ток <sup>2</sup> , А	Коэффициент наплавки, кг/час
	Скорость подачи проволоки, дюйм/мин	Напряжение дуги <sup>1</sup> , В		
Ø.068" (1,7 мм) NR-207, NR-207H, NR-208H, прямая (DC-) полярность вылет 19 мм (3/4")	80	17-18	195	1,3
	90	17-18	205	1,5
	105	18-19	220	1,8
	120	19-20	245	2,0
	145	21-22	275	2,5
	170	21-22	300	2,9
Ø 5/64" (2,0 мм) NR-207, NR-207H, NR-208H, прямая (DC-) полярность вылет 19 мм (3/4")	70	17-18	205	1,5
	80	18-19	225	1,8
	90	19-20	245	2,0
	110	20-21	275	2,5
	130	20-21	300	2,9

Поскольку конструкция, метод производства или монтажа, а так же варьирование сварочными параметрами напрямую влияют на результаты, получаемые при использовании настоящей информации - рабочие свойства изготавливаемого изделия находятся под непосредственной ответственностью пользователя.

<sup>1</sup>Напряжение на дуге может быть измерено максимально точно (непосредственно между свариваемой деталью и латунным блок-контактом в механизме подачи проволоки LN-23P).

<sup>2</sup>Для проволоки NR-208H обычно требуется несколько более высокий уровень сварочного тока.

**ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОХОДОВ  
ПРИ СВАРКЕ СТЫКОВ ТРУБ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЫ**

Толщина стенки трубы, дюйм (мм)	Корневой шов	Горячий проход	Заполняющие проходы		Корректирующие проходы между поз. 2:00-4:00 часов	Облицовочные проходы	Общее количество проходов в поз. 3:00 часов
			Слой за один проход	Слой за несколько проходов			
0,19** (4,8)	1	1	---	---	---	1	3
0,25** (6,3)	1	1	---	---	1	1	4
0,32 (8,1)	1	1	1	---	---	1	4
0,375 (9,5)	1	1	1	---	1	1	5
0,437 (11,0)	1	1	---	2	1	1	6
0,50 (12,7)	1	1	1	4	1	2	10
0,640 (16,3)	1	1	1	4	4	2	13
0,75 (19,0)	1	1	1	8	4	3	18
0,822 (20,9)	1	1	1	10	4	3	20

\*Общее количество проходов дано в позиции 3:00 часа. Количество проходов в позициях 12:00 и 6:00 часов будет равно: общее количество проходов в позиции 3:00 часов минус количество корректирующих швов.

\*\*Для сварки труб с данной толщиной стенки рекомендуется порошковая проволока диаметром 0,068” (1,7 мм). Меньший уровень сварочного тока и более низкий коэффициент наплавки при сварке проволокой этого диаметра позволяют понизить вероятность прожогов.

Количество заполняющих и корректирующих проходов зависит от параметров разделки кромок (величины притупления, зазора и угла скоса кромок).

Количество корректирующих проходов зависит от диаметра трубы и техники сварки. Обычно, если выполняется меньшее количество корректирующих проходов, то число заполняющих увеличивается. Общее количество проходов остается при этом примерно тем же. Если общее количество проходов значительно больше или меньше указанного значения, то следует проверить и откорректировать технику сварки и последовательность наложения швов. Наиболее часто встречаемая ошибка - выполнение слишком больших по сечению швов.

# ТЕХНИКА СВАРКИ

## Корневой шов проволока Innershield NR-204H, Ø.068" (1,7 мм)

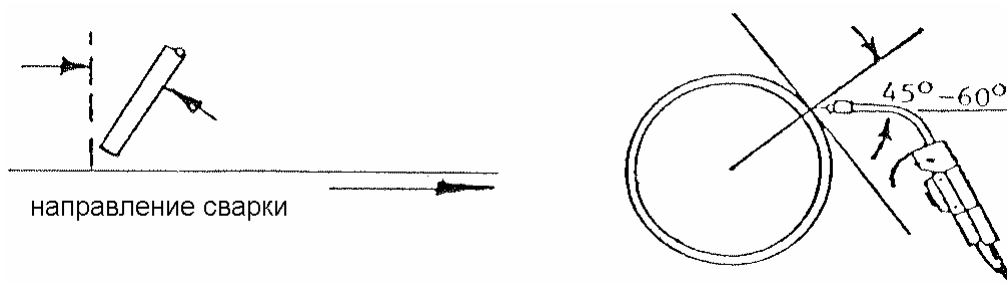
Самозащитная проволока Innershield NR-204 диаметром 0,068" (1,7 мм) используется только для выполнения корневого шва.

**Начало сварки.** В начале сварки вылет электрода составляет 1/2" (12,7 мм). При этом конец электрода слегка касается поверхности трубы или немного приподнят над ней. Более короткий вылет дает более стабильное зажигание дуги.

**Ре-старты, замки.** Повторное зажигание дуги производите в точке приблизительно на 5 - 7 мм ниже кратера предыдущего шва. После стабилизации дуги вернитесь к кратеру и сделайте в нем короткую паузу для его заполнения. Затем продолжите выполнение шва в обычном порядке.

**Остановки.** Они должны выполняться таким образом, чтобы уводить каждый раз кратер шва от оси симметрии разделки в сторону скошенной кромки. Это обеспечит отсутствие на контрольной рентгеновской пленке темных пятен - следов усадочных раковин кратеров - и повысит качество соединения.

**Угол наклона электрода.** Расположение электрода и угол наклона аналогичны тем, которые используются при сварке на спуск штучными электродами. Электрод располагается преимущественно в центре сварного соединения, а угол наклона составляет 45°. При изменении угла наклона можно контролировать степень проплавления. При увеличении угла увеличивается проплавление, а при уменьшении - проплавление уменьшается.

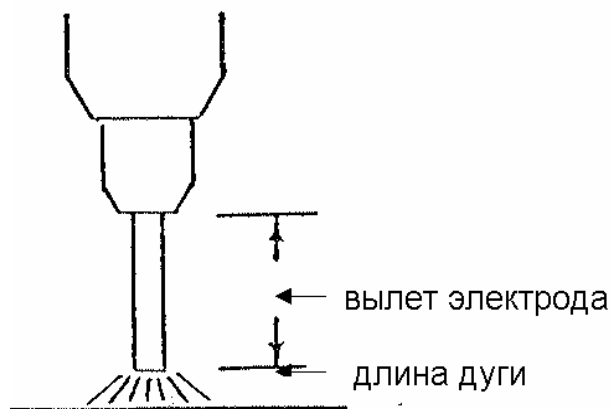


**Скорость сварки** зависит от реальной величины зазора и требуемой глубины проплавления. Меньшая скорость приводит к увеличению поперечного сечения шва и уменьшению проплавления. Более высокая скорость сварки приводит к тому что срез проволоки перемещается к переднему краю ванны и углубляется в разделку, повышая таким образом проплавление. Однако, слишком высокая скорость сварки уменьшает величину тепловложения, при этом корневой шов лишь соединяет кромки без образования нормального валика. Это так же может произойти в тех частях соединения, где зазор слишком мал или слишком велика величина притупления. При таких обстоятельствах несколько пониженная скорость сварки поможет восстановить требуемое проплавление и сформировать шов.

**Нормальный процесс сварки.** Сварка ведется практически без поперечных колебаний с углом наклона электрода около 45°. Электрод в процессе сварки нацелен на передний край сварочной ванны. Для лучшего проплавления можно варьировать скоростью сварки (скоростью перемещения электрода), углом наклона или вылетом электрода. При угле наклона 30-45° можно получить наиболее гладкий обратный валик.

Обычно вылет электрода составляет 1/2" (12,7 мм). В верхней части трубы, где возможно образование прожогов, рекомендуется увеличить вылет электрода до 1" (25,4 мм), чтобы контролировать размеры обратного валика. При большом зазоре или малом притуплении возможно образование прожогов, поэтому в этом случае также рекомендуется более длинный вылет электрода. Тем не менее, установлено, что наилучшие результаты сварки, лучшее формирование обратного валика и наиболее эффективный контроль на большей части трубы, достигаются при вылете 1/2" (12,7 мм), угле наклона электрода 45° направленного на передний край сварочной ванны.





**Верхняя часть трубы.** Начинают сварку при вылете электрода - 1/2" (12,7 мм). Когда дуга установится, удлиняют вылет, чтобы охладить сварочную ванну и контролировать проплавление. Для увеличения или уменьшения проплавления могут понадобиться поперечные колебания электрода. Форма проплавления будет зависеть от траектории колебаний конца электрода. Более медленное поперечное колебание электрода с небольшой задержкой на кромке лучше, чем быстрое колебание из стороны в сторону. По мере продвижения вниз таких движений должно быть меньше. В верхней части трубы угол наклона должен быть равен 45° Для получения оптимальной формы обратного валика конец электрода должен быть направлен к кромке сварочной ванны.

**Нижняя часть трубы.** Если зазор стыкуемых кромок не слишком велик или притупление не очень маленькое, то сварка в нижней части трубы не требует какой-либо специальной методики в отличие от обычной техники сварки. Иногда требуется меньшая скорость сварки, чтобы предотвратить образование прожогов ("усиков").

**Скорость подачи проволоки и напряжение дуги** устанавливаются в соответствии с рекомендациями и их не надо регулировать в процессе сварки. Соотношение между скоростью подачи проволоки и напряжением дуги выбирается таким образом, чтобы длина дуги и ее ширина позволяли попадать дугой в верхнюю часть притупления. При более низком напряжении получается очень узкая дуга, увеличивается вероятность прожога. Более высокое напряжение увеличивает длину дуги и может привести к маленькому обратному валику, низкому проплавлению или, если при слишком большой длине дуги, к высокой пористости.

**Большой зазор или малое притупление.** В данном случае можно использовать такую же технику, как и при сварке в верхней части трубы.

**Узкий зазор или большое притупление.** В случае, если шов становится несколько узким и полного проплавления не происходит, то для увеличения проплавления необходимо слегка варьировать вылетом электрода от 1/2" (12,7 мм) до 3/8" (9,5 мм) и обратно к 1/2" (12,7 мм). Все это должно выполняться при удержании среза электрода над сварочной ванной во избежании упирания сварочной проволоки в застывший металл. Умеренная скорость сварки и небольшой угол наклона позволяют получить хорошие результаты.

Если зазор слишком мал - никакая техника сварки не обеспечит хорошего проплавления. В этой ситуации необходимо воспользоваться диском зачистной машины и восстановить зазор. Более широкий зазор способствует более равномерному формированию обратного валика, чем более узкий.

**Шлаковые включения по краям шва карманы".** При выполнении корневого шва образуются зашлаковки кромок разделки трубы по всей длине стыка. В связи с этим может понадобиться небольшая шлифовка, чтобы обеспечить хорошее качество наплавляемого валика при выполнении горячего прохода.

**Рекомендации по устранению возможных проблем  
при работе с проволокой Innershield NR204-H, .068” (1,7 мм)  
(только корневого шов)**

Проблема	Причина	Коррекция
<p>Непровар (слишком маленький обратный валик или его отсутствие)</p>	<p>Очень маленький зазор и/или большое притупление</p> <p>Низкая скорость подачи сварочной проволоки и/или величина напряжения дуги</p> <p>Низкая скорость сварки, конец электрода находится далеко от передней кромки сварочной ванны, малый угол наклона электрода.</p> <p>Слишком длинный вылет электрода для данной величины зазора.</p> <p>Неправильно выбран угол наклона электрода.</p>	<p>Увеличьте зазор или уменьшите притупление.</p> <p>Используйте более высокие скорости сварки с рекомендуемыми значениями напряжения дуги.</p> <p>Увеличьте скорость сварки, приблизьте конец электрода к передней кромке сварочной ванны, увеличьте угол наклона.</p> <p>Используйте более короткий вылет электрода в соответствии с приведенными рекомендациями.</p> <p>Выполняйте сварку с углом наклона электрода - 45° - 60°.</p>
<p>Слишком большое проплавление (чрезмерное усиление обратного валик)</p>	<p>Большой зазор и/или слишком маленькое притупление.</p> <p>Слишком высокие значения напряжения дуги и скорости подачи сварочной проволоки для данного зазора и притупления или для данной толщины стенки трубы.</p> <p>Слишком высокая скорость сварки, удаление конца электрода от передней кромки сварочной ванны или слишком большой угол наклона электрода.</p>	<p>Уменьшите зазор или увеличьте притупление. Выставьте рекомендуемую величину зазора, уменьшите скорость подачи проволоки и напряжение дуги. Увеличьте вылет электрода. Процесс сварки ведите с небольшими поперечными колебаниями электрода.</p> <p>Установите рекомендуемые значения скорости подачи проволоки и напряжения дуги.</p> <p>Уменьшите скорость сварки, переместите конец электрода к передней кромке сварочной ванны или уменьшите угол наклона</p>
<p>Неравномерное формирование обратного валика</p>	<p>Непостоянная скорость сварки, опережение переднее фронта сварочной ванны.</p> <p>Слишком малое притупление или большой зазор. Большое притупление или узкий зазор.</p> <p>Неправильно выбран угол наклона электрода.</p>	<p>Обеспечьте постоянную скорость сварки, следите за формированием сварочной ванны.</p> <p>В процессе сварки следите за проплавлением.</p> <p>Угол наклона электрода должен составлять 45°-60°.</p>

--	--	--

Проблема	Причина	Коррекция
Слишком большая зашлаковка стенок (“Карманы”)	Низкое напряжение дуги для выбранной скорости подачи проволоки.  Слишком большой вылет электрода.	Установите рекомендуемое соотношение между скоростью подачи проволоки и напряжением дуги.  Используйте более короткий вылет.
Прожоги (“усики”)	Слишком высокая скорость сварки, отклонение от передней кромки сварочной ванны.  Неправильно выбран угол наклона электрода.	Уменьшите скорость сварки. В процессе сварки конец электрода приблизьте к передней кромке сварочной ванны.  Рекомендуемый угол наклона - 45 <sup>0</sup> -60 <sup>0</sup> , следите за передней кромкой сварочной ванны.
Поры	Плохая подготовка свариваемого соединения перед сваркой - наличие воды, масла, грязи и т.п. на кромках и концах трубы.  Слишком высокое напряжение дуги для данной скорости подачи сварочной проволоки.  Слишком высокая скорость подачи сварочной проволоки или величина напряжения дуги.	Зачистить и высушить подготовленный к сварке участок трубы.  Установите рекомендуемое соотношение между скоростью подачи проволоки и напряжением дуги.  Установите более низкую скорость подачи проволоки или величину напряжения дуги.
Низкое качество шва в зонах замков и рестартов	Большое поперечное сечение шва	Зашлифуйте место заварки кратера и место на котором прервался процесс сварки.
Темные пятна на рентгеновской пленке в местах рестартов.	Усадочные раковины в кратерах	Останавливайте выполняемый шов на прихватках или выводите кратер за пределы зазора.

## Горячий, заполняющие и облицовочные слои, выполняемые проводами марок Innershield NR-207, 207H и 208H диаметрами .068”(1,7 мм) и 5/64”(2,0 мм)

**Начало сварки.** Начинать сварку следует всегда с вылетом электрода - 1/2” (12,7 мм). При этом срез электрода слегка соприкасается с трубой или немного приподнят над ее поверхностью. После зажигания дуги вылет электрода необходимо увеличить до 3/4” (19,1 мм).

**Рестарт (возобновление процесса сварки).** Сперва очистите шлак с предыдущего кратера и начните сварку с верхней части кратера. Затем выдержите паузу и малыми колебаниями электрода заполните кратер. После этого продолжайте сварку с нужной скоростью.

**Нормальный вылет электрода** равен 3/4” (19,1 мм). В нижней части трубы наилучший контроль сварочной ванны достигается при вылете электрода до 1-1/4” (32 мм).

**Скорость сварки** следует отрегулировать, чтобы поддерживать соответствующую форму валика и контролировать сварочную ванну. Низкая скорость сварки может привести к разбрызгиванию сварочной ванны и как следствие возникновение пористости и шлаковых включений. Скорость сварки должна быть такой, чтобы срез электрода всегда располагался у переднего края ванны, как бы стремясь выйти за ее пределы.

**Последовательность выполнения проходов.** Последовательность выполнения проходов следующая: корневой шов, горячий проход, заполняющие проходы в зависимости от толщины стенки, прокладочные швы между поз. 2:00-4:00 часов (если необходимо) и облицовочный слой. В нижней части трубы - между поз. 5:00 и 6:00 часов - последний заполняющий проход не выполняется. Благодаря этому в нижней части стыка имеется больше места для облицовочного прохода, что приводит к образованию валика лучшей формы. При малых толщинах стенок, когда выполняется только один заполняющий проход, облицовочный шов накладывается прямо по горячему проходу между поз. 5:00-6:00 и 7:00-6:00 часов.

**Выполнение заполняющего прохода.** Рекомендуемая техника - прямое движение без поперечных колебаний. Горячий и первый заполняющий проходы выполняются на всю ширину шва (максимальная ширина - примерно 12-13 мм). Для сбалансированного заполнения разделки используется техника наложения перекрывающихся валиков. При этом формирование слоя происходит за несколько проходов за счет перекрывающихся друг с другом валиков. Если толщина стенки трубы достаточно велика, то может потребоваться выполнение трех или четырех валиков для образования очередного слоя. Слои из одного валика после второго заполняющего прохода не рекомендуются. Для облегчения процесса сварки и получения оптимальных механических свойств сварного соединения рекомендуется выполнять сварку узкими валиками без поперечных колебаний электрода. Можно выполнять небольшие поперечные колебания для улучшения смачиваемости по краям валика. Если скорость сварки невелика, а амплитуда поперечных колебаний больше, чем необходима, то может произойти некоторое разбрызгивание сварочной ванны, в результате чего возможно возникновение пористости или шлаковых включений.

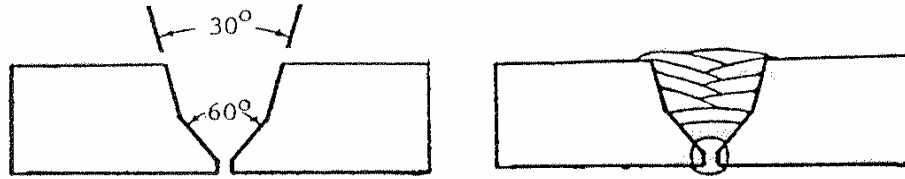
При работе в потолочном положении может возникнуть необходимость в некотором понижении скорости подачи проволоки. Это можно сделать без остановки процесса сварки посредством переключателя, расположенного на горелках K345-10 и K355-10.

**Выполнение облицовочного шва.** Данный проход должен быть именно облицовочным и не являться частью заполняющих проходов. Перед выполнением облицовочного шва разделка на вертикальных участках стыка - 3:00 часа - должна быть полностью заполнена. Верхний и нижний участки стыка должны быть недозаполнены на глубину примерно 1/16” (1,6 мм). Это поможет выполнить единообразный облицовочный слой и облегчит обзор. Облицовочный шов следует выполнить в два прохода в тех случаях когда его ширина должна превысить 5/8” (16 мм). Облицовочный слой в один проход обычно требует большей наплавки и отличается по своей геометрии в продольном направлении. Скорость подачи проволоки при этом такая же или более низкая, чем при заполнении. Чтобы более эффективно контролировать форму валика в потолочном положении, возможно понадобится перейти на сварку углом вперед.

## Рекомендации по устранению возможных проблем при работе с проволокой Innershield NR207, 207-H и 208-H

Проблема	Причина	Коррекция
Неровные края шва	Слишком малая скорость сварки, очень большая сварочная ванна. Большой вылет электрода.	Увеличьте скорость сварки, сделайте меньше наплавляемый валик, при наложении очередного слоя используйте технику перекрывающихся валиков.
Разбрызгивание сварочной ванны.	Малая скорость сварки, слишком большая сварочная ванна.  Слишком высокая скорость подачи сварочной проволоки, высокое напряжение дуги.	Увеличьте скорость сварки, сделайте меньше наплавочный валик, используйте технику перекрывающихся валиков.  Уменьшите скорость подачи проволоки и напряжение дуги.
Слишком большое усиление в потолочном положении	Слишком большая скорость сварки.  Короткий вылет электрода.  Неправильно выбран угол наклона электрода.  Слишком высокая скорость подачи сварочной проволоки.	Уменьшите скорость сварки.  Увеличьте вылет электрода.  Выберете нужный угол наклона электрода.  Уменьшите скорость подачи сварочной проволоки.
Пористость	Плохая подготовка свариваемого соединения перед сваркой - наличие воды, масла, грязи и т.п. на кромках и концах трубы.  Слишком высокое напряжение дуги для данной скорости подачи сварочной проволоки.  Слишком низкая скорость сварки, большая сварочная ванна.  Короткий вылет электрода.	Зачистить и высушить подготовленный к сварке участок трубы.  Установите рекомендуемое соотношение между скоростью подачи проволоки и напряжением дуги.  Увеличьте скорость сварки, уменьшите наплавочный валик, используйте технику перекрывающихся валиков при наложении очередного слоя.  Откорректировать вылет.
Несплошности в шлаковой корке (образование "островков")	Слишком короткий вылет.  Слишком высокая температура соединения.  Слишком высокое напряжение	Удлинить вылет.  Понизить переходную температуру.  Понизить напряжение.
Пульсирующая нестабильность переноса металла.	Проблемы в тракте подачи.  Неверный угол наклона горелки.  Слишком большой вылет электрода.	Проверить состояние контактного наконечника и лайнера.  Увеличить угол наклона.  Укоротить вылет.

## КОМБИНИРОВАННАЯ РАЗДЕЛКА КРОМОК



При комбинированной разделке техника сварки не изменяется. Для заполняющего и облицовочного проходов здесь также рекомендуется техника наложения перекрывающихся валиков, что облегчает процесс сварки и позволяет получить оптимальные механические свойства сварного соединения.

## ПОДГОТОВКА КРОМОК ПОД СВАРКУ

Процесс сварки самозащитной порошковой проволокой Innershield относится к процессам, обеспечивающим наплавку металла с низким содержанием диффузионного водорода. Для всех проходов решающее значение имеет чистота сварного соединения, особенно для корневого шва. Участок зачистки включает торцы труб, скошенную поверхность и притупление, а также внутренняя и наружная поверхность с концов труб на длине 25,0 мм. Удаление всех пятен краски, окалины, ржавчины и грязи выполняется электрической зачистной машиной или другими механическими способами. Подготовленные участки должны быть свободны также от масляных пятен, пятен нефти и влаги. Плохо зачищенные участки могут явиться причиной образования дефектов в сварном шве.

## ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДОГРЕВА И ПЕРЕХОДНАЯ ТЕМПЕРАТУРА

С увеличением прочности трубной стали возрастает необходимость предварительного подогрева свариваемого соединения, чтобы избежать упрочнения и растрескивания зоны термического влияния и/или корневого шва. Рекомендуемая температура предварительного подогрева лежит в диапазоне 70°F-275°F (20°C-135°C), причем с увеличением уровня прочности стали повышается температура предварительного подогрева. Для некоторых сталей класса прочности X70 с излишне высокой величиной предела текучести, максимум которой не регламентирован, может потребоваться предварительный подогрев до 300°F (140°C). Это имеет место, когда фактическая величина предела текучести превышает минимальный установленный уровень на 15%. Кроме того, квалификационная аттестация сварщиков по API 1104 может быть затруднена из-за прочности этих сталей. Неравнопрочность сварного соединения и основного металла может привести к разрушению по металлу шва, особенно при испытаниях загиб.

Рекомендуемые температуры перед наложением последующего слоя - 70°F - 250°F (20°C-125°C). Данная температура увеличивается с возрастанием требований к ударной вязкости и критическому раскрытию в вершине трещины CTOD, а также регулирует уровень твердости металла шва и зоны термического влияния. В наиболее типичном случае, для труб из стали класса X60 и выше, перед наложением очередного слоя требуется температура 225°F-275°F (120°C-135°C).

Компания "Lincoln Electric" настойчиво рекомендует своим клиентам, до проведения сварки труб, проверить, находится ли в приемлемых пределах величина и диапазон изменения твердости металла сварного шва, зоны термического влияния и основного металла.

## **РЕКОМЕНДУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

### **Источник питания постоянного тока с жесткой вольт-амперной характеристикой.**

Универсальный сварочный агрегат SAM-400  
Сварочные агрегаты SA-250/350-SA  
Сварочный агрегат типа Classic с CV-адаптером или Модулем п/автоматической сварки  
Сварочный агрегат SAE-400 с CV-адаптером  
Универсальный тиристорный выпрямитель Idealarc DC-400  
Универсальный тиристорный выпрямитель Idealarc DC-600  
Тиристорный выпрямитель Idealarc CV-400

### **Механизм подачи сварочной проволоки.**

Мобильный механизм подачи LN-23P в комплекте с адаптером K-350.

### **Сварочная горелка в сборе с кабелем.**

Комплект K-355-10 с двухрежимным переключателем (номинальный ток - 250 А).  
Комплект K-345-10 с двухрежимным переключателем (номинальный ток - 350 А).