Метод прожига с перемещением

Системы плазменной резки HPR400XD™ и HPR800XD™

Технический документ

80784J — 0-я редакция — ноябрь 2012 г.

Hypertherm®

Hypertherm, Inc.
Etna Road, P.O. Box 5010
Hanover, NH 03755 USA
603-643-3441 Tel (Main Office)
603-643-5352 Fax (All Departments)
info@hypertherm.com (Main Office Email)
800-643-9878 Tel (Technical Service)
technical.service@hypertherm.com (Technical Service Email)
800-737-2978 Tel (Customer Service)
customer.service@hypertherm.com (Customer Service Email)
866-643-7711 Tel (Return Materials Authorization)
877-371-2876 Fax (Return Materials Authorization)
return.materials@hypertherm.com (RMA email)

Hypertherm Plasmatechnik GmbH
Technologiepark Hanau
Rodenbacher Chaussee 6
D-63457 Hanau-Wolfgang, Deutschland
49 6181 58 2100 Tel
49 6181 58 2134 Fax
49 6181 58 2123 (Technical Service)

Hypertherm (S) Pte Ltd.
82 Genting Lane
Media Centre
Annexe Block #A01-01
Singapore 349567, Republic of Singapore
65 6841 2489 Tel
65 6841 2490 Fax
65 6841 2489 (Technical Service)

Hypertherm (Shanghai) Trading Co., Ltd.
Unit 301, South Building
495 ShangZhong Road
Shanghai, 200231
PR China
86-21-60740003 Tel
86-21-60740393 Fax

Hypertherm Europe B.V.
Vaartveld 9
4704 SE
Roosendaal, Nederland
31 165 596907 Tel
31 165 596901 Fax
31 165 596908 Tel (Marketing)
31 165 596900 Tel (Technical Service)
00 800 4973 7843 Tel (Technical Service)

Hypertherm Japan Ltd.
Level 9, Edobori Center Building
2-1-1 Edobori, Nishi-ku
Osaka 550-0002 Japan
81 6 6225 1183 Tel
81 6 6225 1184 Fax

Hypertherm Brasil Ltda.
Rua Bras Cubas, 231 – Jardim Maia
Guarulhos, SP - Brasil
CEP 07115-030
55 11 2409 2636 Tel
55 11 2408 0462 Fax

Hypertherm México, S.A. de C.V.
Avenida Toluca No. 444, Anexo 1,
Colonia Olivar de los Padres
Delegación Álvaro Obregón
México, D.F. C.P. 01780
52 55 5681 8109 Tel
52 55 5683 2127 Fax

Hypertherm Korea Branch
#3904 Centum Leaders Mark B/D,
1514 Woo-dong, Haeundae-gu, Busan
Korea, 612-889
82 51 747 0358 Tel
82 51 701 0358 Fax

© Hypertherm, Inc., 2012 Все права защищены.

HPR400XD, HPR800XD, PowerPierce, EDGE Pro, Phoenix, Sensor THC, ArcGlide THC, ProNest и Hypertherm являются товарными знаками Hypertherm, Inc. и могут быть зарегистрированы в США и/или других странах. Все остальные товарные знаки являются собственностью их владельцев.

Метод прожига с перемещением (до 4 дюймов на нержавеющей стали)

Толщину прожига можно увеличить за счет применения метода, который называется «прожиг с перемещением». В сочетании с технологией PowerPierce® этот метод обеспечивает увеличение толщины прожига нержавеющей стали на 100 мм для системы HPR800XD и на 75 мм для системы HPR400XD .

Подъемник резака должен иметь возможность использовать настройки высоты переноса, высоты прожига и высоты резки наряду с настройками задержки перед переходом на высоту резки и задержки включения функции автоматической регулировки напряжения (APH). Стол для резки и контроллер должны обеспечивать возможность перемещения при переносе. Контроллер Hypertherm EDGE® Pro (с программным обеспечением Phoenix® 9.72 или более поздней версии), Sensor™ THC или подъемник ArcGlide®, а также программное обеспечение для раскроя ProNest® полностью поддерживают этот метод параметрами работы.

Примечание. Материалы, использованные при составлении этого технического документа, основаны на единицах измерения, применяемых в США (дюймы). Показатели в метрической СИ приведены для справки.

Базовое описание

Прожиг с перемещением (который иногда называется «бегущий прожиг» или «летящий прожиг») — метод, который в течение многих лет используется операторами плазменной резки для того, чтобы обеспечить прожиг толстых листов исключительно системами плазменной резки без необходимости прибегать к другим операциям, например сверлению.

Для описанного в этом документе метода прожига с перемещением используется синхронизация позиционирования подъемника резака, перемещения стола и плавного нарастания силы тока плазмы. Это позволяет достичь относительно короткого времени захода резака в лист в начале прожига, при котором расплавленный материал отбрасывается в строну от резака. В то же время резак находится на максимально возможном расстоянии от расплавленного материала. Одновременно поддерживается дуговое напряжение, которое может обеспечивать источник тока HPRXD.

В основе процесса лежит сочетание перемещения резака с выполнением прожига листа, что позволяет создать в нем желобок, который впоследствии может использоваться в качестве канала отвода расплавленного материала из углубляющегося «проема», образуемого при прожиге. Расправленный материал отбрасывается от резака в сторону, противоположную перемещению стола. В основном он скапливается на верхней поверхности листа. Как только дуга пройдет сквозь лист, операторы могут использовать стандартные настройки резки.

Примечание. Различные химические составы материала могут негативно повлиять на толщину прожига, возможную в системе. Настройки прожига с перемещением, которые указаны в этом документе, были получены при использовании нержавеющей стали 304L.

Ограничения и обеспечение безопасности

Если не принять должные меры предосторожности, то «продольный гребень» расплавленного материала и горячие газы, которые образуются при применении этого метода, могут привести к телесным повреждениям, возгораниям и повреждениям оборудования. Для защиты операторов и предотвращения попадания расплавленного металла на любые воспламеняющиеся материалы (не допускается выполнять плазменную резку вблизи с такими материалами), возможно, потребуется воспользоваться защитными средствами. Направление прожига с перемещением нужно выбирать таким образом, чтобы расплавленный материал не отбрасывался в сторону подъемника, портала, прилежащих резаков или другого чувствительного оборудования.

Примечание. Параметры прожига с перемещением, которые указаны в этом документе, были получены исключительно при линейном перемещении.

Расплавленный материал, который накапливается на листе, может повлиять на последующие траектории резки. Поэтому необходимо тщательно планировать траектории резки таким образом, чтобы избежать образования нароста выгара, или останавливать резку (после того как дуга пройдет сквозь лист), чтобы очистить пластину от выгара.

Последовательность перемещений подъемника и стола

При выполнении прожига с перемещением контролируются как высота резака, так и перемещение стола, что позволяет оптимизировать толщину прожига толстых листов. Подробные сведения о том или ином прожиге указаны в разделах «Последовательность операций подъемника» и «Последовательность перемещений стола».

Последовательность операций подъемника

Данная последовательность изображена на рисунке Рисунок 1.

1. Выполняется определение исходной высоты; резак располагается на **высоте переноса**.
2. Резак зажигается и переносится к заготовке; начинается плавное включение тока.
3. После переноса к заготовке резак быстро перемещается на **высоту прожига** и начинается перемещение стола с первой скоростью, запрограммированной кодом «F». (См. «Последовательность перемещений стола» на стр. 4)
4. Резак удерживается на **высоте прожига** до истечения времени **задержки перемещения** (определяется в процентах от общей задержки прожига).
5. По истечении времени **задержки перемещения** резак переместится на **конечную высоту прожига**. Время этого перемещения рассчитано таким образом, чтобы резак оказался на конечной высоте по истечении времени **задержки прожига**.
6. Резак останется на **конечной высоте прожига** на протяжении времени **задержки перед переходом на высоту прожига**. По истечении времени **задержки перед переходом на высоту прожига** резак переместится на **высоту прожига** и останется на этой высоте до истечения **задержки РДН (регулировки дугового напряжения) прожига с перемещением**.
7. По истечении времени **задержки РДН прожига с перемещением** начнет выполняться функция регулировки дугового напряжения.
8. Выполняется контурная резка детали.

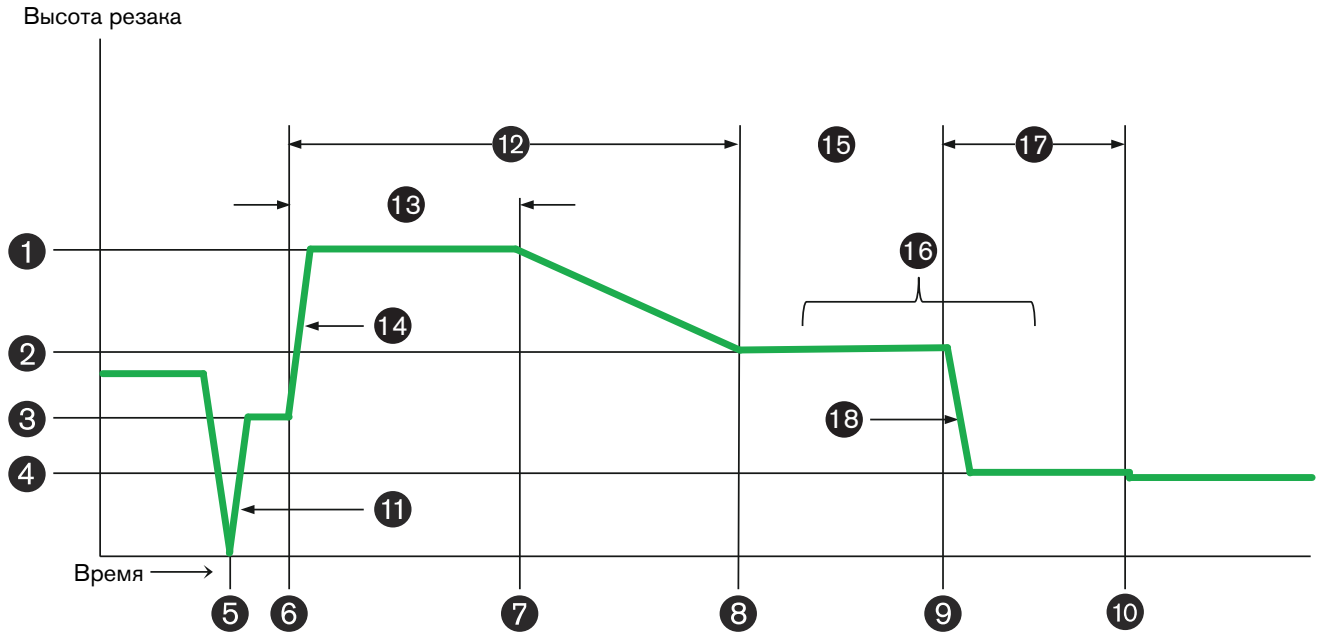

Рисунок 1 – Временная диаграмма высоты резака при прожиге с перемещением

1. Высота прожига
2. Конечная высота прожига
3. Высота переноса
4. Высота резки
5. Определение исходной высоты
6. Перенос дуги, начало перемещения, скорость потока защитного газа переключается от значения «подачи до возбуждения дуги» к значению «подачи при резке» (если первое значение меньше последнего)
7. Резак начинает опускаться к конечной высоте прожига
8. По истечении задержки прожига резак достигает конечной высоты прожига
9. По истечении времени задержки перед переходом на высоту прожига резак опускается на высоту прожига
10. Функция РДН начнет выполнятся по истечении времени задержки РДН прожига с перемещением до начала выполнения резки
11. Перемещение на высоту переноса
12. Задержка прожига
13. Задержка перемещения
14. Перемещение на высоту прожига
15. Задержка перед переходом на высоту резки
16. В этом месте дуга прожигает лист
17. Задержка РДН прожига с перемещением
18. Перемещение на высоту резки

Последовательность перемещений стола

Данная последовательность изображена на рисунке Рисунок 2.

1. После переноса начинается перемещение стола для первого сегмента с высокой скоростью строжки (первый код «F»). Стол перемещается на длину, необходимую для образования канала отвода (или желобка).
2. Перемещение стола во втором сегменте начинается с промежуточной скорости (второй код «F»). Стол перемещается на длину, необходимую для прохода дуги сквозь лист.
3. Третий сегмент движения стола начинается с программируемой **скоростью резки**. Оставшаяся часть резки выполняется с данной скоростью (третий код «F»).
4. И наконец, выполняется контурная резка детали.

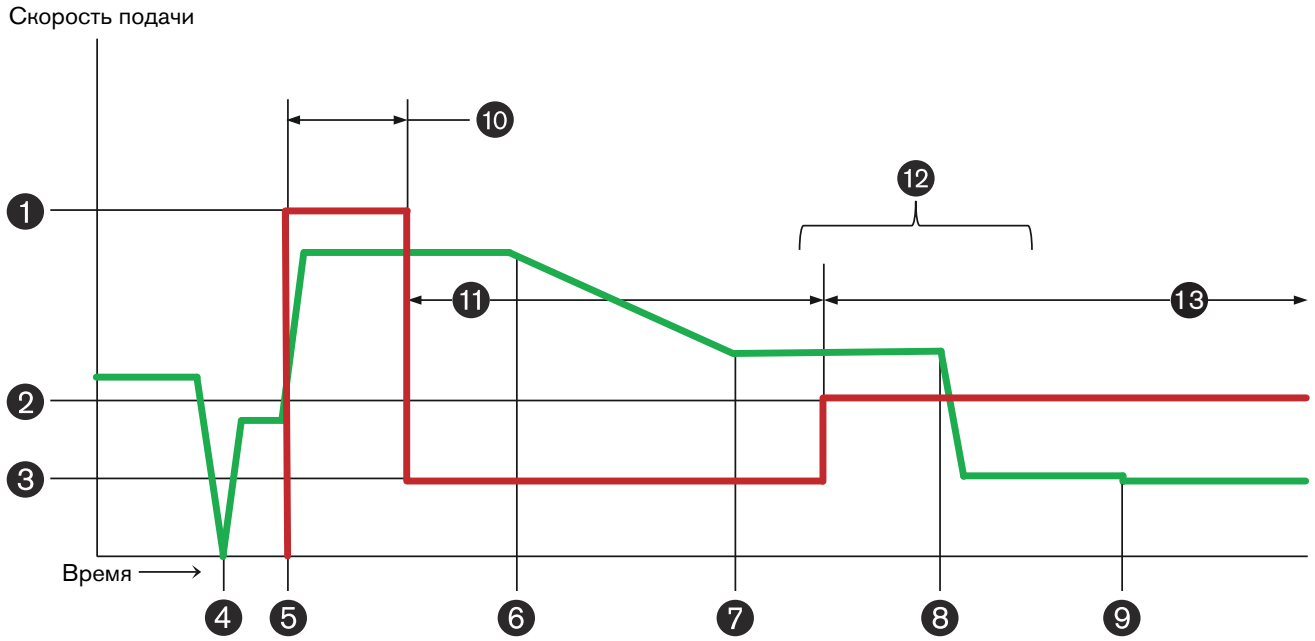

Рисунок 2 – Временная диаграмма перемещения стола при прожиге с перемещением

1. Скорость строжки
2. Скорость резки
3. Малая или средняя скорость
4. Определение исходной высоты
5. Перенос дуги, начало перемещения, скорость потока защитного газа переключается от значения «подачи до возбуждения дуги» к значению «подачи при резке» (если первое значение меньше последнего)
6. Резак начинает опускаться к конечной высоте прожига
7. По истечении задержки прожига резак достигает конечной высоты прожига
8. По истечении времени задержки перед переходом на высоту прожига резак опускается на высоту прожига
9. Функция РДН начнет выполнятся по истечении времени задержки РДН прожига с перемещением до начала выполнения резки
10. Образование желобка отвода
11. Проход сквозь лист ускоряется в то время, когда расплавленный материал отводится по желобку
12. В этом месте дуга прожигает лист
13. Переход к скорости резки после прохода дуги сквозь лист

Встроенные параметры программы обработки деталей

При использовании контроллера EDGE Pro воспользуйтесь следующим списком параметров для управления последовательностью прожига с перемещением.

Таблица 1: Встроенные параметры программы обработки деталей прожига с перемещением

Название параметра	Встроенный программный код	Описание
Прожиг с перемещением, подача 1 – быстрая строжка	F45 G01 X0 Y1	Скорость = 1143 мм/мин Перемещение на 25 мм по оси Y
Прожиг с перемещением, подача 2 – средняя скорость	F20 G01 X0 Y0.5	Скорость = 508 мм/мин Перемещение на 13 мм по оси Y
Прожиг с перемещением, подача 3 – скорость резки	F10 G01 X0 Y2.5	Скорость = 254 мм/мин Перемещение на 65 мм по оси Y
Коэффициент высоты переноса	G59 V604 F300	Высота переноса = 300 % от высоты резки
Задержка прожига	G59 V601 F8.0	Общая задержка прожига = 8,0 с
Задержка перемещения (подъемник)	G59 V610 F50	Процентный показатель задержки перемещения = 50 % от задержки прожига
Фактор высоты прожига	G59 V602 F500	Высота прожига = 500 % от высоты резки
Коэффициент конечной высоты прожига	G59 V611 F250	Конечная высота прожига = 250 % от высоты резки
Задержка перед переходом на высоту резки	G59 V605 F3.0	Задержка перед переходом на высоту резки = 3,0 с
Высота резки	G59 V603 F0.25	Высота резки = 6 мм
Задержка РДН прожига с перемещением	M51T15	Задержка РДН прожига с перемещением = 4 секунды (значение M51T является суммой задержки РДН прожига с перемещением, задержки перед переходом на высоту прожига и задержки прожига)

Параметры прожига толстой нержавеющей стали с перемещением

В следующих таблицах содержатся параметры прожига с перемещением (в Британской и метрической СИ), которые получены для прожига нержавеющей стали толщиной до 100 мм.

Таблица 2: Параметры прожига толстой нержавеющей стали с перемещением (Британская СИ)

Процесс	Толщина (дюймы)	Скорость 1 (дюйм/мин)	Скорость 2 (дюйм/мин)	Скорость 3 (дюйм/мин)	Сегмент 1 (дюймы)	Сегмент 2 (дюймы)	Сегмент 3 (дюймы)	Коэффициент высоты переноса (высота резки, %)	Задержка прожига (секунды)	Задержка перемещения (задержка прожига, %)	Фактор высоты прожига (высота резки, %)	Фактор конечной высоты прожига (высота резки, %)	Задержка перед переходом на высоту резки (секунды)	Высота резки (дюймы)	Задержка РДН прожига с перемещением (секунды)
800 A H35/N_2	4	40	6	11	2	1	1.5	150	6	50	475	275	8	0.5	2
400 A H35-N_2/N_2	3	45	20	10	0.998	0.417	2.5	300	8	50	500	250	3	0.25	4
400 A H35-N_2/N_2	2	45	15	20	0.75	0.417	1.5	300	4.8	50	500	250	0.5	0.25	5.7

Таблица 3: Параметры прожига толстой нержавеющей стали с перемещением (метрическая СИ)

Процесс	Толщина (мм)	Скорость 1 (мм/мин)	Скорость 2 (мм/мин)	Скорость 3 (мм/мин)	Сегмент 1 (мм)	Сегмент 2 (мм)	Сегмент 3 (мм)	Коэффициент высоты переноса (высота резки, %)	Задержка прожига (секунды)	Задержка перемещения (задержка прожига, %)	Фактор высоты прожига (высота резки, %)	Фактор конечной высоты прожига (высота резки, %)	Задержка перед переходом на высоту резки (секунды)	Высота резки (мм)	Задержка РДН прожига с перемещением (секунды)
800 A H35/N_2	100	1016	152	279	50,8	25,4	38,1	150	6	50	475	275	8	12,7	2
400 A H35-N_2/N_2	75	1143	508	254	25,3	10,6	63,5	300	8	50	500	250	3	6,4	4
400 A H35-N_2/N_2	50	1143	381	508	19,1	10,6	38,1	300	4,8	50	500	250	0,5	6,4	5,7

Образец кода EDGE Pro для прожига нержавеющей стали толщиной 75 мм при силе тока 400 А

В следующем образце кода ЧПУ Hypertherm EDGE Pro предполагается использование обычных единиц измерения США (дюймы). Назначение данного образца — показать примеры кодов, которые можно использовать для выполнения прожига с перемещением листа нержавеющей стали толщиной 75 мм при силе тока 400 А.

```
G99 X1 Y180 I0 J0
G20                 (выбор Британской СИ [дюймы])
G91                 (инкрементный программный режим)
G43X0.265           (значение разреза = 0.265 дюйма)
G41                 (включение коррекции на ширину левого разреза)
G59 V502 F35        (плазменный резак/тип расходных деталей)
G59 V503 F2         (тип материала)
G59 V504 F400       (текущая настройка)
G59 V505 F23        (тип плазмообразующего/защитного газа)
G59 V507 F58        (толщина материала)
G59 V600 F202       (дуговое напряжение)
G59 V601 F8         (задержка прожига)
G59 V602 F500       (фактор высоты прожига)
G59 V603 F0.25      (высота резки)
G59 V604 F300       (коэффициент высоты переноса)
G59 V605 F3         (задержка перед переходом на высоту резки)
G59 V610 F50        (задержка перемещения = 50 %)
G59 V611 F250       (конечная высота прожига = 250 %)
M07                 (пуск плазмы)
M51T15              (Задержка РДН прожига с перемещением = 4)
                    (Добавляется задержка прожига, задержка перед переходом на высоту резки и задержка РДН)
F45                 (скорость строжки)
G01 X0 Y.9975       (линейное перемещение)
F20                 (скорость замедленного перемещения)
G01 X0 Y.4166       (линейное перемещение)
F10                 (скорость резки)
G01 X0 Y2.5         (линейное перемещение)
M08                 (останов плазмы)
G40                 (отключение коррекции на ширину разреза)
M02                 (конец программы)
```