

Thermal Dynamics OptiHole

Технологическая информация и методические рекомендации
для вырезания качественных отверстий с использованием
высоко прецизионных систем плазменной резки Thermal Dynamics.

14 Фев. 2020

Юха Хейккила

(Juha Heikkila)

Оглавление

Что такое «OptiHole»?	3
Как сделать хорошее отверстие?	3
Что требуется от станка?	3
Диаметр отверстия	4
Общие параметры для регулировки	4
Параметры	6
Точка пробивки/ Заход на контур	6
Пережег/Выход	6
Скорость	7
Скорость завершения и дистанция	7
Высота реза	7
Предостановка	7
Материалы	7
Мягкая сталь	7
Нержавеющая сталь и алюминий	8
База данных OptiHole	8
Информация об отверстиях, которую предоставляет Thermal Dynamics	8
Тонкая настройка вырезания отверстий	10

Что такое «OptiHole»?

«OptiHole» - это база данных параметров, созданная и протестированная инженерами Thermal Dynamics, для получения высококачественных отверстий.

Использование этой базы данных существенно упрощает работу оператора. Все параметры для получения высококачественных отверстий могут быть автоматически загружены в CAD/CAM систему, ЧПУ, систему контроля высоты.

При корректном обеспечении выполнения OptiHole оператору не требуется что-либо делать, чтобы получить отверстия высокого качества.

База данных OptiHole охватывает процессы обработки мягкой стали от 30A до 400A MS и толщины от 3 мм до 40 мм.

Как сделать хорошее отверстие?

Хорошее отверстие круглое сверху до низу – цилиндрической формы, позволяющее пройти насквозь соответствующему болту (отверстие под болт).

Хорошая в целом окружность сверху достигается за счёт механических свойств станка, хорошего отклика приводов, равномерного и стабильного ускорения/замедления, надлежащей высоты резки.

Хорошая в целом окружность снизу достигается за счёт всего вышеперечисленного, а также корректной скорости реза. Обычно на небольших отверстиях скорость уменьшается, чтобы избежать вытягивания дуги к центру центробежным ускорением. При быстром движении по маленькой окружности центробежная сила притягивает дугу к центру отверстия.

Что требуется от станка?

Для получения хорошего результата при резке Вам нужен жесткий станок, который имеет нулевой или близкий к нулю люфт, хороший отклик серводвигателей, плавное ускорение, хорошее и точное управление высотой, быстрый и детерминированный ввод/вывод.

Изгибание (отсутствие жесткости), при движении приведет к некачественным отверстиям, так как резак не будет двигаться по идеальной окружности.

Люфт, создает вытянутые пятна при смене направления вращения мотора. Люфт получается от каждого механического соединения (шестерни в редукторе, шестерня с рейкой, ...). Сведение люфта как можно ближе к нулю насколько это возможно - крайне необходимо.

Серводвигатель, неточный отклик мотора приведёт к неравномерному движению по кругу или сделает круговое движение как овальным. Слишком высокое усиление может вызвать вибрации, которые сделают движение «шероховатым». Рекомендуется минимальное ускорение в 50 mG.

Контроль высоты резака, точное и быстрое управление высотой требуется для поддержания корректной высоты и максимально быстрого перемещения резака с высоты пробивки на высоту резки. Должна присутствовать функция фиксации/ «заморозки» резака.

Ввод/вывод, должен быть быстрым и детерминированным (срабатывать всегда в одно и то же предсказуемое время), чтобы команда выключения плазмы могла быть помещена в определенное место на вырезаемом контуре отверстия.

Диаметр отверстия

Вырезание отверстий - одна из самых сложных деталей при плазменной резке. Из-за физики плазменной дуги (ширина реза, пропил) существует ограничение на минимальный диаметр отверстия. Существует практическое правило, согласно которому минимальный диаметр отверстия составляет 1: 1. Например, Ваш лист имеет толщину 15 мм, тогда наименьшее отверстие хорошего качества может быть диаметром 15 мм.

Для достижения этой цели ваша машина должна соответствовать вышеуказанным требованиям.

Чем тоньше становится лист, тем сложнее добиться диаметра отверстия 1: 1, и, возможно, что Вы сможете добиться хороших результатов только в соотношении 1: 1,5. Например, Ваш лист имеет толщину 3 мм, а применяемый процесс резки - мягкая сталь 50 А. С этим процессом ширина реза составляет 1,9 мм. Будет очень трудно вырезать идеальное круглое отверстие диаметром 3 мм из-за ускорения, замедления и, особенно, из-за предварительной остановки дуги.

Общие параметры для регулировки.

Параметры, которые можно изменить для вырезания хороших отверстий, могут быть условно разделены на три категории:

- **САМ**, геометрические параметры (точка пробивки, заход, пережег, ширина реза)
- **CNC** [ЧПУ], движение по X/Y (скорость)
- **TNC** [Управление высотой резака], суппорт и ввод/вывод сигналов «плазмы» (высота резки, «заморозка» резака, Вкл/Выкл плазмы (предостановка))

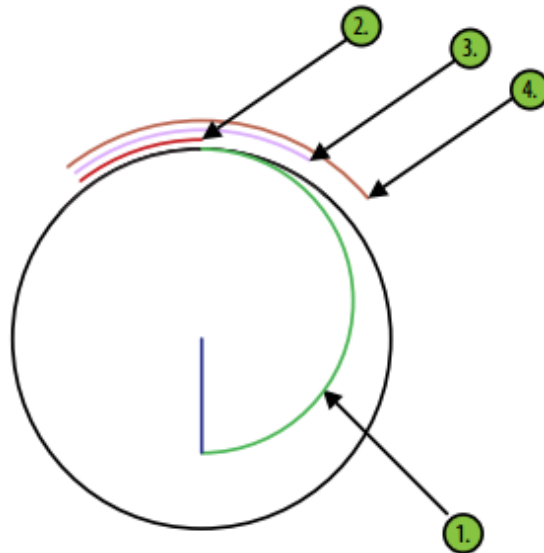
Точка пробивки	Пробивка всегда должна происходить в центре отверстия. Это дает максимальный зазор для шлака, накапливающегося внутри отверстия.
Заход	Различные типы оказывают большое влияние на начальную/конечную часть отверстия.
Пережег	Расстояние, которое будет добавлено, чтобы продлить траекторию реза. Используется для продолжения движения по плоскости X / Y во время затухания плазменной дуги.
Скорость	Обычно скорость уменьшается в зависимости от соотношения диаметра и толщины
Высота резки	Резак остается на постоянной высоте во время вырезания отверстия. Высота резака быть зафиксирована на высоте резки. Слежение за напряжением дуги не должно быть использовано при резке на скорости менее 90% от значения из таблиц резки.
Предостановка	Используется для выключения дуги до остановки движения. Плазма получает команду выключения, пока движение по X/Y продолжается. Используется для минимизации эффекта строжки поверхности отверстия при выпадении центрального отхода.
Ширина реза	Ширина удаляемого материала (ширина плазменной дуги). Это используется для вырезания отверстий корректного размера.

Скорость завершения

Вторая скорость, используемая на контуре отверстия. Применяемое снижение скорости используется в некоторых случаях для уменьшения выемки или ровного пятна, которое может появиться вокруг последнего сегмента окружности, когда выпадает центральный отход.

Дистанция скорости завершения

Расстояние от конечной точки реза, где включается скорость завершения.



- 1. Заход** Должен начинаться в середине отверстия, а затем быть непрерывной дугой к вырезаемому контуру (зеленый). Начало из центра может быть прямой линией, которая затем соединяется с дугой корректного радиуса, что связано с траекторией реза.
- 2. Пережег** Продление контура в конце вырезаемого контура (красный).
- 3. Предостановка** Место на вырезаемом контуре, где плазменная дуга получает команду выкл (фиолетовый).
- 4. Дистанция скорости завершения завершения** Место где включается скорость завершения (коричневый).

Параметры

Точка пробивки/ Заход на контур

Заход по дуге с большим радиусом и пробивка в центре даст самый плавный переход к вырезаемому контуру. Использование маленького радиуса или заход с углом 90 градусов заставляет станок тормозить и ускоряться во момент перехода на контур. Заход оказывает огромное влияние на форму отверстия сверху.

Пробивка в центре позволяет появляющемуся при пробивке шлаку поместиться внутри зоны отверстия.

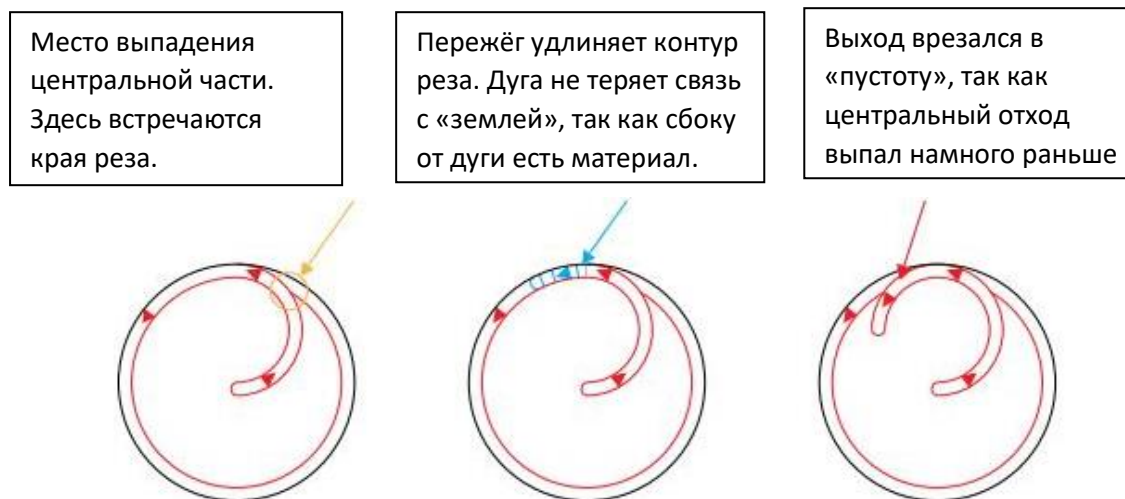
Обычно, хорошей отправной точкой является заход с радиусом равным 0,8 x диаметр отверстия.

Слишком маленький радиус делает очень сложным удаление зазубрины в конце. Слишком большой создает эффект строжки в последней четверти.

Для маленьких отверстий вы можете использовать функцию предпробивки, чтобы избежать скопление шлака на вырезаемом контуре. Для получения большей информации ознакомьтесь с руководством по пробивке.

Пережег/Выход

При вырезании отверстий обычно выход не используется и не рекомендуется. Так как центральный отход отверстия будет падать вниз до того, как резак достигнет конца, дуга попадает в пустоту и моментально гаснет. Это будет то же самое, что резка вне листа и значительно сокращает срок службы расходных деталей. Выход и гашение от дуги оказывают наибольшее влияние на форму отверстия снизу.



Вместо выхода используется пережог. Пережог продлевает вырезаемый контур. Можно сказать, что это выход с таким же, как и окружность радиусом.

Слишком малое значение пережега приведет к остановке движения по X/Y до гашения дуги, что создаст выраженный эффект строжки на вырезаемом контуре. Слишком большое значение создаст ненужное движение, которое увеличит общее время резки, но при этом не будет иметь других побочных эффектов.

Скорость

Уменьшение скорости на отверстиях используется для повышения цилиндричности, небольшая скорость поддерживает дугу прямой.

Обычно хорошей отправной точкой является: соотношение диаметр/толщина 1:1 и меньше – 35-45% скорости резки, от 1:1 до 2:1 – 45-60% скорости резки, от 2:1 до 5:1 – 60-85% скорости резки.

Если скорость слишком высокая, отверстие становится коническим. Если скорость слишком низкая, нижняя сторона не скруглится, или вы получите черновую, шероховатую поверхность.

В некоторых случаях уменьшение скорости может быть использовано для уменьшения ровного пятна в конце отверстия, где выпадает отход (Скорость завершения, смотри далее)

Скорость завершения и дистанция

Скорость завершения используется в некоторых процессах для замедления движения по X/Y в определенной точке на дистанции (расстоянии) скорости завершения траектории реза. Это уменьшит ровное пятно или выемку, которые могут возникнуть при выпадении центрального отхода из отверстия.

Высота реза

Иногда необходимо уменьшать высоту реза в порядке получения более цилиндрических отверстий. Основной настройкой должна быть скорость, но, если снижения скорости недостаточно для получения наилучшей цилиндричности отверстия, высоту реза можно уменьшить, чтобы уменьшить угол скоса из-за дуги.

Слишком маленькая высота реза сделает шероховатую верхнюю поверхность и может привести к тому, что резак ударится о шлак от пробивки при небольших отверстиях, что значительно сократит срок службы расходных материалов.

Предостановка

Предостановка используется для выключения плазменной дуги до достижения конца траектории реза. Как правило, дуга выключается примерно в точке, где выпадает центральный отход. При использовании захода длиной, которая равна 0,8 от диаметра отверстия, предварительная остановка должна быть установлена примерно 10 градусов до конца траектории реза. Предостановка имеет наибольшее влияние на форму нижней части отверстия.

Если предостановка слишком длинная, отверстие не будет вырезано. Если используется слишком короткая предостановка, тогда на поверхности реза будет сильно выраженный эффект строжки.

Материалы

Мягкая сталь

База данных содержит информацию для мягкой стали различной толщины. Состав стали может давать некоторые отличия в качестве отверстия и параметрах.

Нержавеющая сталь и алюминий

Вырезание отверстий в нержавеющей стали и алюминии более сложно по сравнению с мягкой сталью. Особенно в нержавеющей стали, трудно вырезать отверстия из-за того, что плазменная дуга отстает. Может случиться так, что центральный отход вашего отверстия не упадет, даже если вы использовали пережег, и резак достиг конца траектории реза.

В этом случае вы должны вставить уменьшенную скорость завершения в конце траектории реза. Рекомендуется применять эту скорость примерно за 30-45 ° до конца реза. Эта скорость завершения позволит дуге выпрямиться и, таким образом, она сможет расплавить остаток металла, чтобы центральный отход мог выпасть.

Кроме того, скорость, необходимая для достижения приемлемой цилиндрической формы, может быть настолько низкой, что на нижней стороне образуется окалина. Эту окалину трудно удалить, особенно на нержавеющей стали.

База данных OptiHole

Информация об отверстиях, которую предоставляет Thermal Dynamics

Thermal Dynamics предоставляет данные об отверстиях, которые будут использоваться совместно в ЧПУ, ТНС и САМ. Ниже приведены ознакомительная информация:

ID процесса	Материал	Толщина, мм	Ток, А	Диаметр отверстия	Скорость, мм/мин	Скорость завершения, мм/мин	Дистанция скорости завершения, мм	Ширина реза, мм	Высота реза	Радиус захода, мм	Пережег, мм	Предоستانовка, мм
10029	MS	8	100	8	700	0	0.00	1.80	1.50	3.50	4.00	5.50
10029	MS	8	100	16	1000	0	0.00	1.80	1.80	6.40	8.00	8.00
10029	MS	8	100	40	1500	0	0.00	1.90	1.80	19.50	20.00	35.00

Каждый процесс имеет уникальный идентификатор, используемый при вырезании отверстий, такой же что используется для определения плазменного процесса. Каждый процесс имеет данные по отверстиям размером 1:1, 2:1 и 5:1 относительно толщины листа. Предполагается, что промежуточные размеры отверстий интерполируются по 3 точкам данных.

В приведенном выше примере для листа толщиной 8 мм диаметры отверстий составляют 8 мм (1:1), 16 мм (2:1) и 40 мм (5:1). Диаметры отверстий 0-8 мм должны использовать данные из ряда для 8 мм. Отверстия более 8 мм, но менее 16 мм будут интерполироваться между точками данных для 8 мм и 16 мм. Отверстия с размером больше 16 мм, но меньше 40 мм будут интерполироваться между точками данных для 16 мм и 40 мм. Для отверстий больше 5:1 можно использовать стандартную таблицу резки.

Например, отверстие с размером 12 мм находится посередине между 8 и 16. Затем Вам желательно использовать значения, которые находятся в «середине» точек данных, то есть: Скорость $(1000-700) / 2 + 700 = 850$. Это применяется к каждому параметру.

ID процесса	Идентификатор для определения процесса. Параметры для использования с системами Thermal Dynamics серии Ultra-Cut.
Материал	Материал процесса (MS – мягкая сталь, SS – нержавеющая сталь, AL – алюминий).
Толщина	Толщина листа процесса в мм.
Ток	Ток процесса в амперах.
Диаметр отверстия	Диаметр отверстия для данных в мм.
Скорость	Скорость, используемая на контуре, в мм/мин.
Скорость завершения	Скорость, используемая при завершении контура, в мм/мин.
Дистанция скорости завершения	Расстояние от конечной точки (после применения пережега), где используется скорость завершения, в мм.
Ширина реза	Ширина реза, используемая для отверстия, в мм. Значение – абсолютное, игнорирует табличное значение ширины реза процесса.
Высота реза	Высота резака в мм. Резак должен быть зафиксирован/ «заморожен», если скорость вырезания отверстия меньше 90% табличной скорости.
Радиус захода	Радиус захода, который следует использовать, в мм.
Пережег	Пережег, используемый при вырезании отверстия, в мм.
Предостановка	Точка, в которой выключается сигнал ПУСК и начинается снижение тока, в мм. Отсчитывается от конца пережега.

Тонкая настройка вырезания отверстий

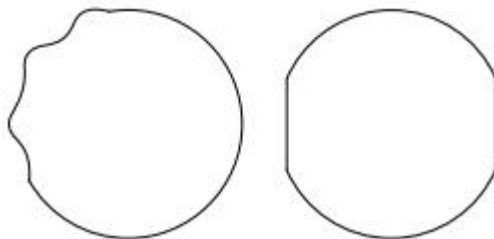
В некоторых случаях получаемые отверстия могут не соответствовать ожиданиям. Это может происходить по различным причинам: состав материала, качество и чистота газов, механические настройки и так далее. Всегда, перед внесением корректировок в параметры убедитесь в надлежащем качестве и уровне давления газов, исправности механики станка и т.д. Ниже приведен краткий список общих вопросов и решений к ним.

Цилиндричность

Цилиндричность (конусность кромки) больше всего зависит от скорости и высоты резки. Уменьшение скорости приводит к уменьшению положительного конуса (диаметр в верхней части отверстия больше, чем в нижней части). Уменьшение высоты реза также уменьшает положительный конус. Увеличение скорости и высоты уменьшает отрицательный конус (диаметр в верхней части отверстия меньше, чем в нижней части).

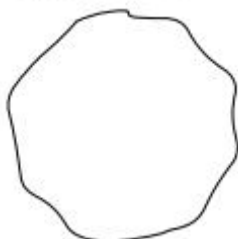
Окружность сверху

Верхняя окружность обычно определяется способностью двигателей точно следовать траектории реза. Если в отверстии появляются ровные места (изображение справа), то это обычно указывает на люфт. Исправьте механические проблемы и/или настройте моторы. Если резак не зафиксирован по высоте, он может перемещаться вверх-вниз во время резки и вызывать проблемы (изображение слева).



Окружность снизу

В основном зависит от скорости. Слишком высокая или слишком низкая скорость может привести к тому, что дуга станет нестабильной и создаст некруглое отверстие. Увеличивайте или уменьшайте скорость с шагом 10%. Может также быть в результате того, что высота не заблокирована / «заморожена». Проверьте, что высота резака заблокирована.



Неровная поверхность сверху

Неровный или зубчатый верхний край может быть вызван слишком малой высотой реза или брызгами при резке, влияющим на дугу. Выполнение предварительной пробивки, а затем очистка шлака с поверхности скажет, что в каком случае является причиной. Если верхний край выглядит хорошо при предварительной пробивке, то это вызвано разбрызгиванием шлака, и следует использовать предварительную пробивку или

спрей против разбрызгивания. Если верхний край остается «зазубренным», увеличьте высоту среза на 20%.



Зазубрина сверху

Слишком длинная предостановка. Плазменная дуга выключается до полного отрезания. Уменьшите дистанцию предостановки.



Зазубрина снизу

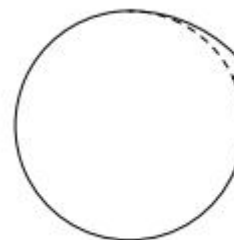
Слишком длинная предостановка. Плазменная дуга выключается до полного отрезания. Уменьшите дистанцию предостановки.



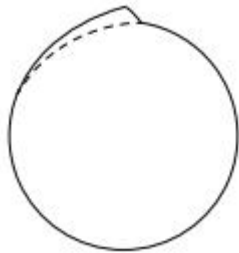
Эффект строжки сверху

Место строжки (шероховатый участок на внутренней поверхности отверстия) указывает на то, что не так.

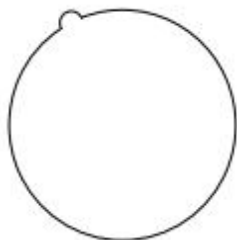
Выбивание в последней четверти отверстия обычно указывает на слишком большой радиус захода. Уменьшить радиус захода.



Сτροφή в начале (где дуга движется к контуру) обычно указывает на то, что резак все еще движется от высоты прожига к высоте реза. Увеличьте скорость суппорта.

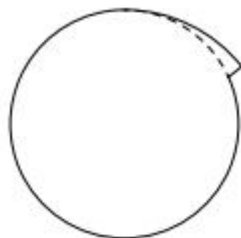


Строжка в конце траектории реза обычно указывает на слишком малое расстояние предостановки. Резак остается включенным в то время, как отсутствует движение по X / Y, и сжигает край. Увеличьте расстояние предостановки.

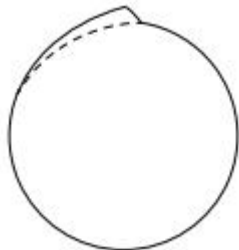


Эффект строжки снизу Место строжки (шероховатый участок на внутренней поверхности отверстия) указывает на то, что не так.

Строжка в последней четверти отверстия обычно указывает на слишком большой радиус захода или слишком низкую скорость завершения. Уменьшите радиус захода и / или увеличьте скорость завершения с шагом 10%.



Строжка в начале (где дуга движется к контуру) обычно указывает на то, что резак все еще движется от высоты прожига к высоте реза. Увеличьте скорость суппорта.



Строжка в конце траектории реза обычно указывает на слишком малое расстояние предостановки. Резак остается включенным в то время, как отсутствует движение по X / Y, и сжигает край. Увеличьте расстояние предостановки.



Плоская поверхность снизу

Плоское пятно внизу, в последней четверти, обычно возникает, когда центральный отход падает и утягивает дугу. Это можно уменьшить, изменив радиус захода и / или уменьшив скорость завершения.

Увеличение радиуса захода может привести к тому, что дуга выжжет плоское пятно. Если используется слишком большой радиус, дуга также сожжет верхнюю часть отверстия.

Уменьшение радиуса может уменьшить ровное пятно, но сделает затруднительным удаление зазубрины в конце.

Скорость завершения должна начинаться за несколько миллиметров до ровного места. Для начала может быть использовано 40% от скорости вырезания отверстия.

