

НАЧАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ С ЛАЗЕРОМ

В ЭТОМ РУКОВОДСТВЕ ВЫ НАЙДЕТЕ ОСНОВНЫЕ РАБОЧИЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ РЕЗКИ И УСТРАНЕНИЯ НЕПОЛАДОК, КОТОРЫЕ ПОМОГУТ ВАМ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАНКА. Это также поможет повысить качество резки и эффективность работы при переходе с источника питания мощностью 500 Вт на лазерный источник мощностью 8000 Вт. Наслаждайтесь!

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ГАЗ:

Используется:

- Сдувание шлака с режущих кромок.
- Охлаждает металл и уменьшает зону нагрева.
- Охлаждает защитные линзы для предотвращения повреждений и более длительного сохранения расходных материалов.
- Для защиты металла, например, азот защищает нержавеющую сталь от окисления.

НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫМИ ГАЗАМИ ЯВЛЯЮТСЯ КИСЛОРОД, АЗОТ И ВОЗДУХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ:

- **Кислород:**
 - В основном для резки углеродистой стали, поскольку она также окисляется, вступая в реакцию с углеродом.
 - Он поддерживает горение, а также удаляет шлак
 - Требования к чистоте обычно составляют 99,5% или выше.
 - В зависимости от толщины материала требуется давление 0,3-1 МПа
- **Азот:**
 - В основном для нержавеющей стали, алюминия и латуни
 - Он действует как гасящий газ, его трудно зажечь и образовать шлак, поскольку он повышает устойчивость к коррозии.
 - Необходимо высокое давление, поэтому может резать на высоких скоростях.
 - Это самый дорогой из вышеперечисленных газов, и он также необходим в больших количествах и в большей чистоте.
 - Например, для резки нержавеющей стали толщиной более 8 мм потребуется 99,999% чистого азота с требуемым давлением около 1,5-2 МПа при толщине 12-25 мм.
- **Сжатый воздух:**
 - Больше подходит для работы с тонким металлом толщиной менее 6 мм при мощности 8000 Вт.
 - Дешевле, чем все вышеперечисленное.

1: ПОДРОБНЕЕ О РЕЗКЕ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

- Более предпочтителен для тонких металлов (3 мм или менее для 1000 Вт и ~ 8 мм для 8000 Вт)
 - Медь
 - Сталь
 - Оцинкованный металл
 - Алюминий
- Сжатый воздух должен быть сухим, чтобы в нем не было воды и масла, которые могут повредить защитную линзу и лазерную головку.
- Качество и количество сжатого воздуха напрямую влияют на результаты резки.

Преимущества:

- Намного дешевле, чем чистый кислород/азот.
 - Первоначальная стоимость покупки может быть выше, но в долгосрочной перспективе это обойдется намного дешевле.
- Содержит ~ 20% кислорода и ~70% азота, что позволяет использовать преимущества обоих газов при резке.
- Более легкодоступный

Недостатки:

- Скорость резки намного ниже, чем при использовании чистого кислорода
- После резки требуется гораздо больше дополнительных работ по обработке материала
- В основном для резки тонких металлических заготовок

Требования к воздушному компрессору:

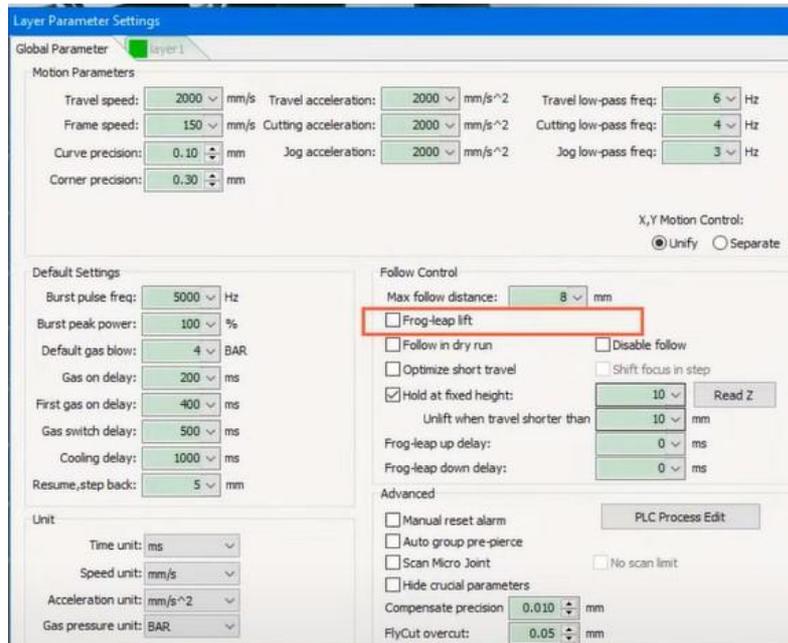
- Необходимо иметь хорошую осушающую установку для снижения влажности.
- Температура воздуха после обработки должна составлять ~2-5°C/ содержание масла $\leq 0,001$ ppm/ Содержание твердых частиц $\leq 0,01$ мкм
- После осушения температура должна быть комнатной.
- Поршневые воздушные компрессоры легче поддаются высокому давлению, но при этом они слишком шумные, требуют большего количества расходных материалов, а с отработавшим маслом плохо взаимодействуют, поэтому их обычно не рекомендуют использовать при давлении менее 1,6 МПа
- При давлении выше 1,6 МПа используйте винтовые компрессоры с отборными холодильными осушителями и прецизионными фильтрами.

Советы по техническому обслуживанию компрессора:

- Ежедневно очищайте воздушные фильтры и проверяйте, правильно ли работает система автоматической очистки.
- Проверяйте чтобы напряжение, ток и уровень масла был в норме.
- Проверяйте, нет ли утечек масла внутри трубопровода.
- Радиаторы и воздушные фильтры необходимо чистить еженедельно, чтобы избежать высокой температуры и засорения воздушных фильтров.
- Ежемесячно очищайте фильтр и сердечник клапана, чтобы избежать засорения.

ФУНКЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ/СКОРОСТИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

1: Функция «прыжок лягушки»:

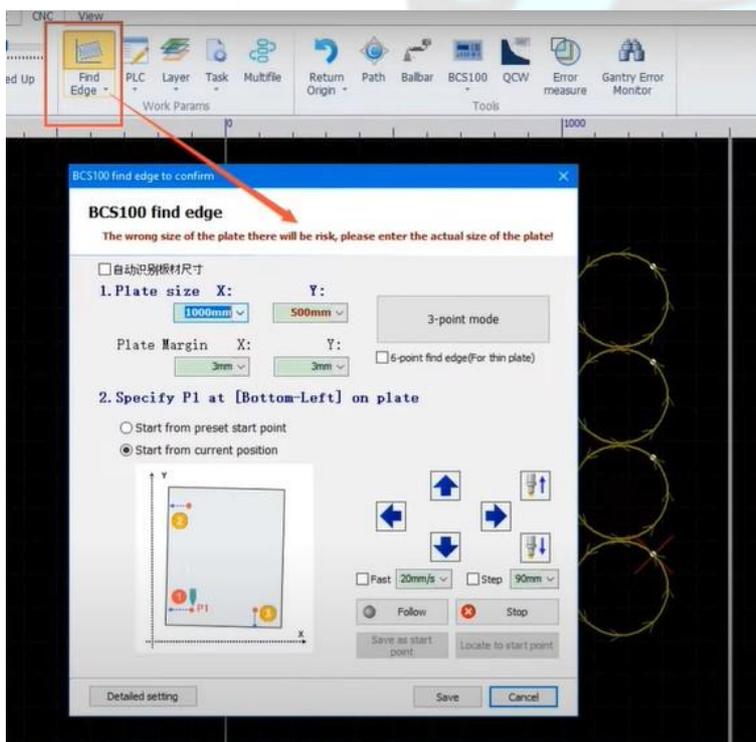


- позволяет поднимать режущую головку между резкой и одновременно перемещать ее, обеспечивая многоосевое перемещение во время резки.

- это также сократит общее время работы, так как не нужно будет сначала поднимать головку, а затем перемещать ее в следующее положение, а все операции будут выполняться одновременно.

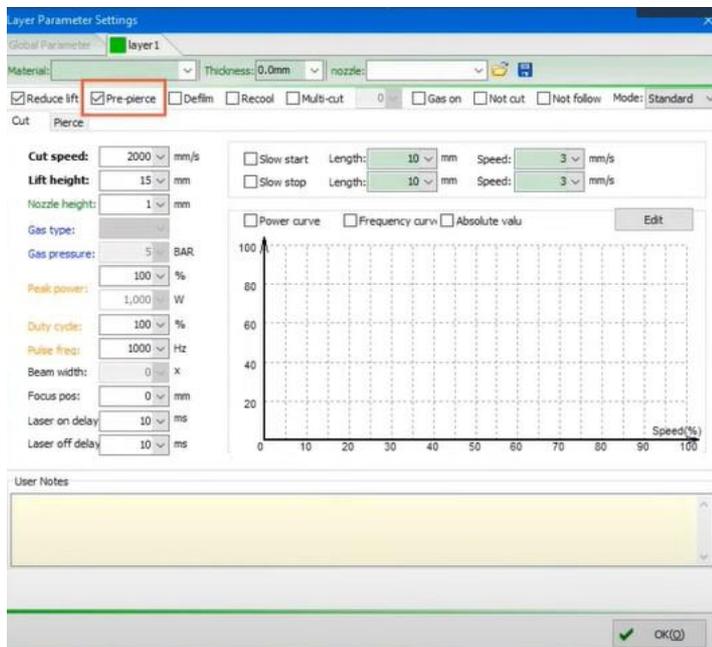
2: Функция автоматической фокусировки: чтобы сократить время, затрачиваемое на перефокусировку лазера при каждом изменении толщины материала, который уже не режет так хорошо, как раньше.

3: Функция поиска края листа:



- Это позволяет лазерной головке (использующей емкость) определять края материала, следовательно, определять, имеет ли материал перекося или нет, и резать соответствующим образом, без необходимости корректировать материал и перемещать тяжелые листы.

4: Концентрированная перфорация/Предварительный прожиг



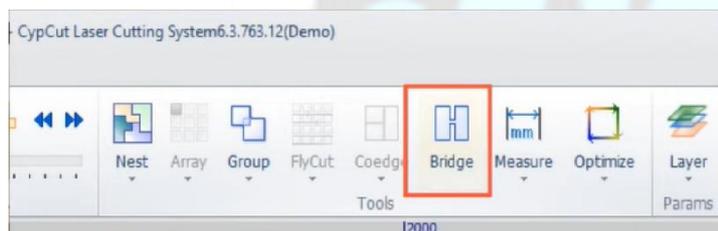
- Позволяет в процессе резки сначала выполнить все операции перфорации, а затем вернуться к процессу резки после.

- Помните, что фокусное расстояние для прожига обычно отличается от фокусного расстояния для резки. Т. о., сопло сначала будет использовать одно фокусное расстояние для выполнения всех прожигов и после изменения его для выполнения окончательной резки, вместо того чтобы постоянно переключаться между ними во время резки.

- Это почти вдвое сократит общее время перфорации и резки.

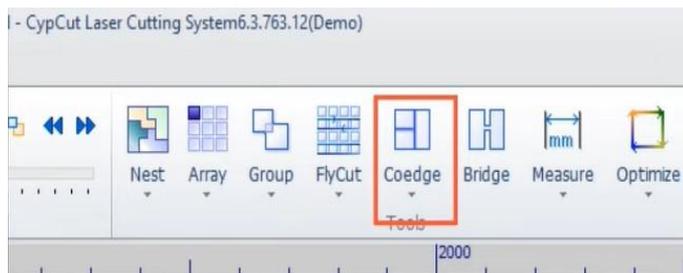
- Для прожига можно использовать сжатый воздух, а для резки - кислород.

5: Функция моста



- чтобы мелкие вырезанные детали не упали в лоток и не опрокинулись, чтобы не повредить головку или не столкнуться с ней.

6: Функция совместного использования:

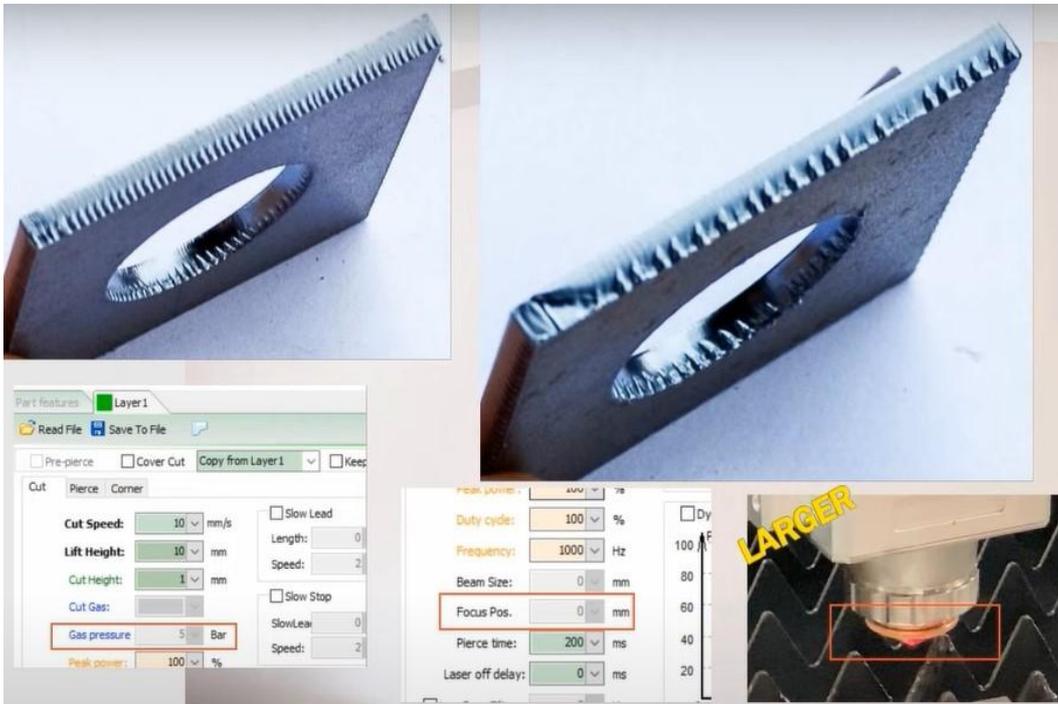


- для объединения контуров соседних деталей, если они являются прямыми и имеют одинаковый угол наклона, в одну прямую линию.

- применяется только в том случае, если расстояние между двумя кромками составляет менее 0,1 мм

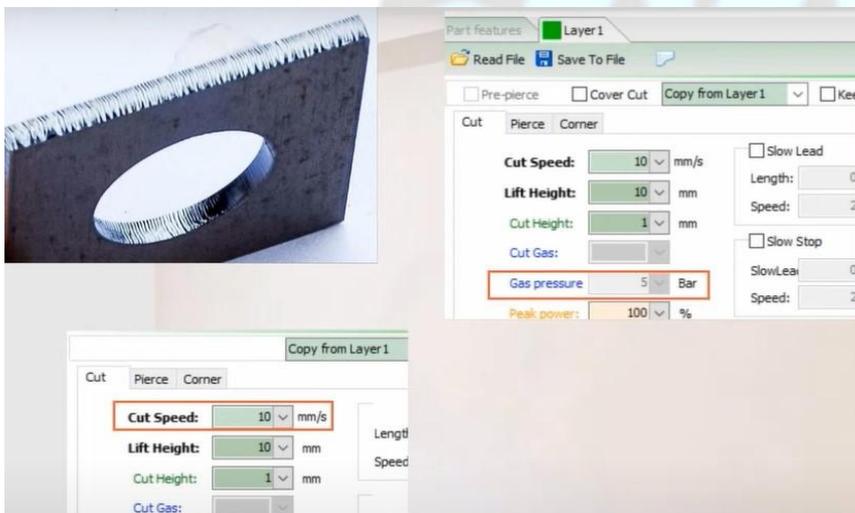
ПЛОХАЯ ГРАНЬ И ПРИЧИНЫ:

1:УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ:



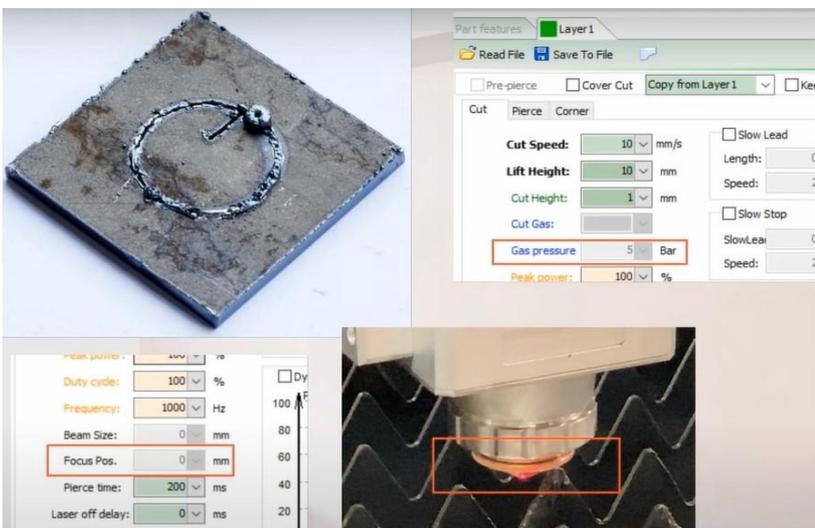
1: Зазубренный снизу:

- Давление вспомогательного газа может быть слишком большим, поэтому вы можете попробовать уменьшить его.
- сопло может быть слишком большим, вы можете использовать насадку поменьше
- увеличение фокусного расстояния также может помочь



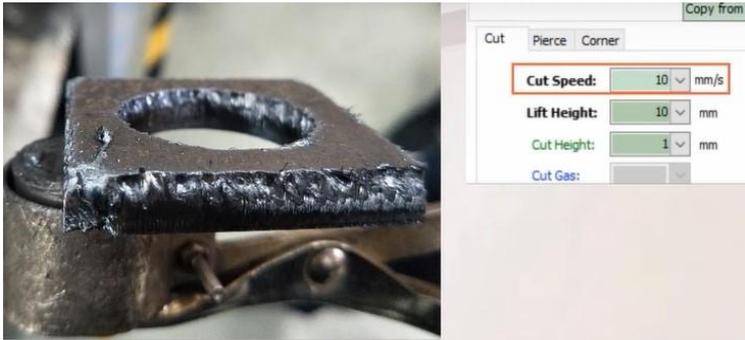
2: линии на режущей поверхности:

- Уменьшите давление газа
- увеличьте скорость резки



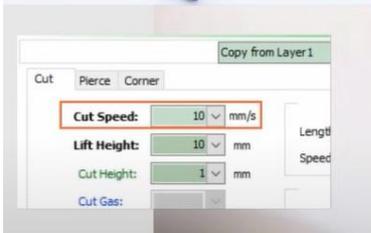
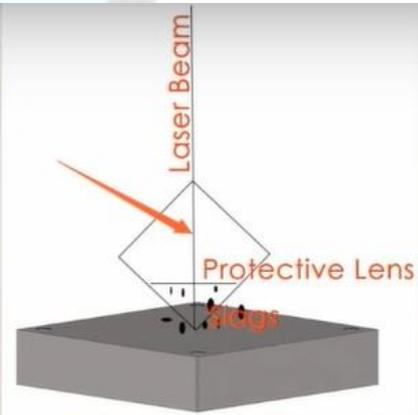
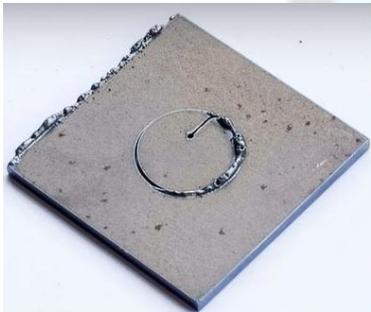
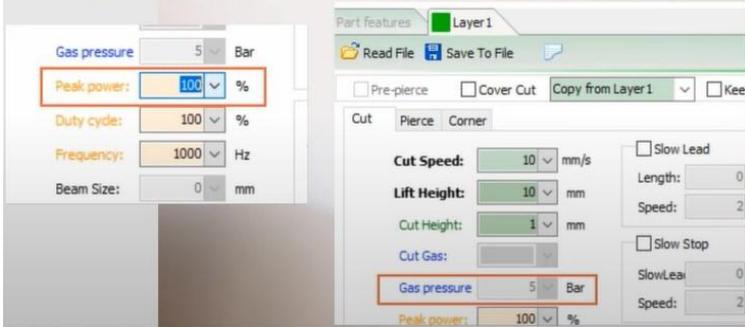
3: Слишком много шлака, и рез не проходит насквозь:

- уменьшите скорость резки
- увеличьте размер сопла
- увеличьте давление газа



4: Перегрев

- уменьшите пиковую мощность
- уменьшите давление газа
- увеличьте скорость резки.



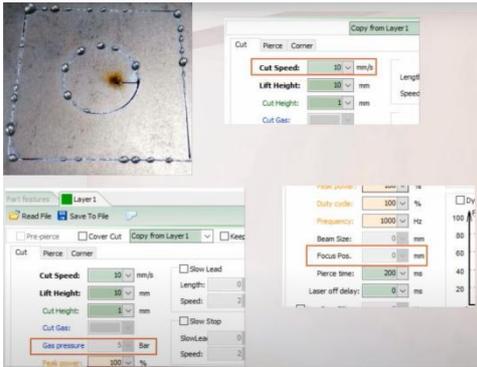
5: Хорошо режется с одной стороны и плохо с другой

- Уменьшите скорость резки
- Очистите защитную линзу или замените ее
- Отверстие сопла может быть забито частицами, в этом случае лучше замените сопло
- Лазерный луч может быть смещен от центра сопла, вам нужно будет выровнять его.



6: Маленькие заусенцы внизу:

- Увеличьте скорость резки.

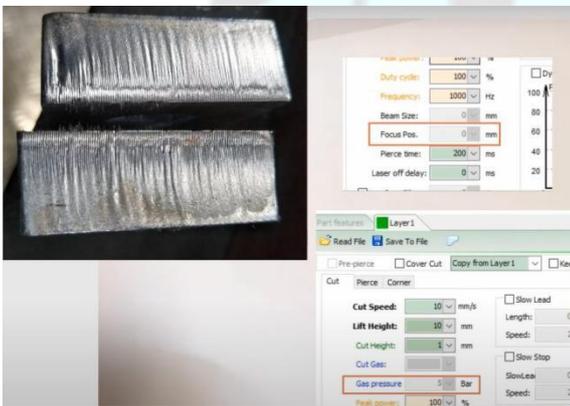


7: Остатки металла на поверхности:

- Уменьшите скорость
- Увеличьте давление газа
- Отрегулируйте положение фокусировки.

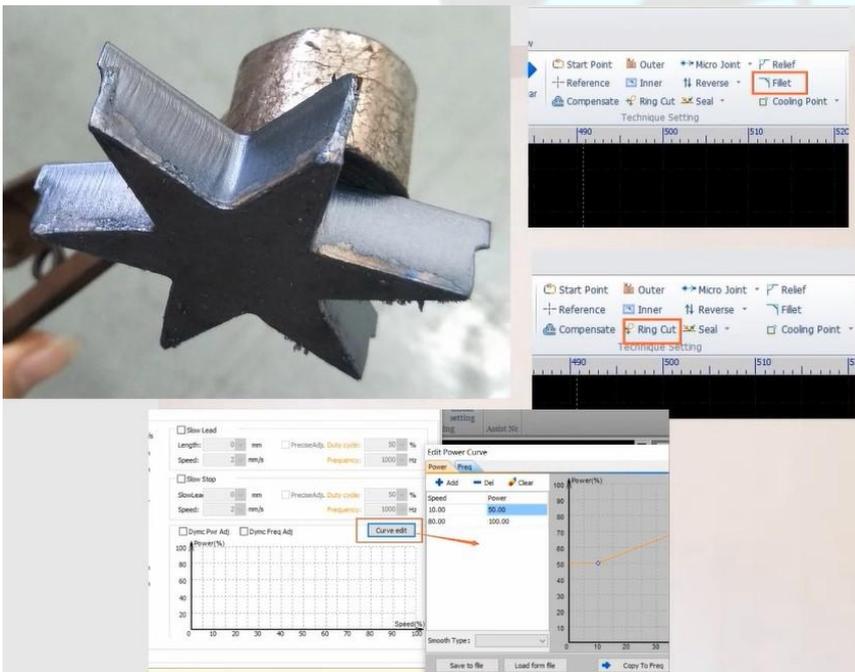


8: Уменьшите скорость резки



9: Скошенный разрез и линии:

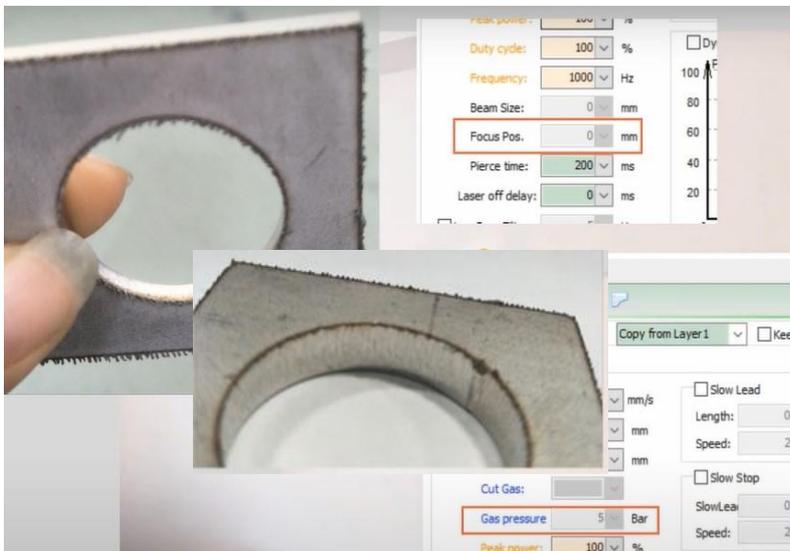
- Отрегулируйте положение фокусировки
- Уменьшите давление газа



10: Перегрев на углу

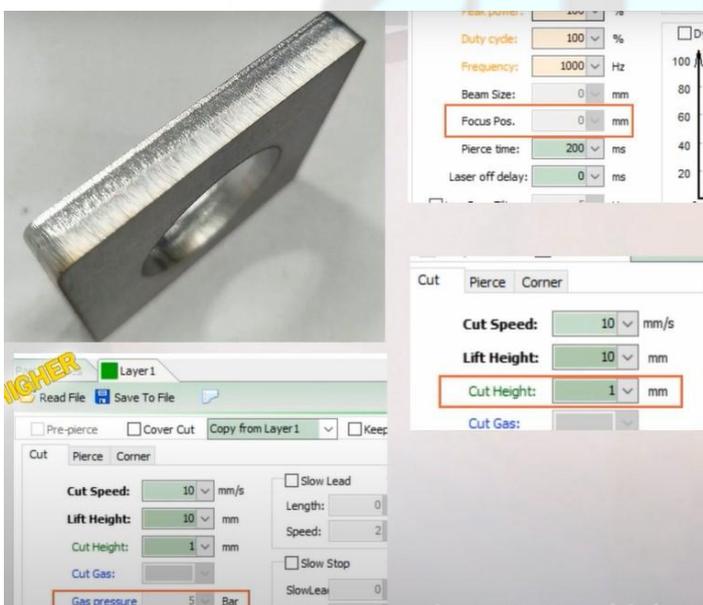
- Обычно угловая скорость будет слишком высокой
- Используйте фаски (функция скругления) вместо углов, если это разрешено.
- Используйте функцию вырезания кольца
- Используйте кривые мощности, чтобы снизить скорость на поворотах

2. НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ:



1: Заусенец на нижней стороне:

- Увеличьте положение фокуса.
- Увеличьте давление газа.
- Уменьшите скорость резки



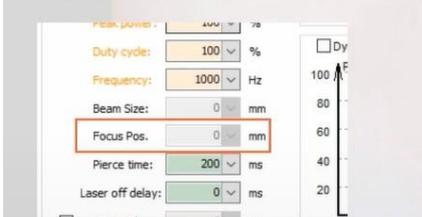
2: неровная поверхность реза:

- отрегулируйте положение фокусировки, попробуйте уменьшить
- уменьшите давление газа
- поднимите высоту сопла



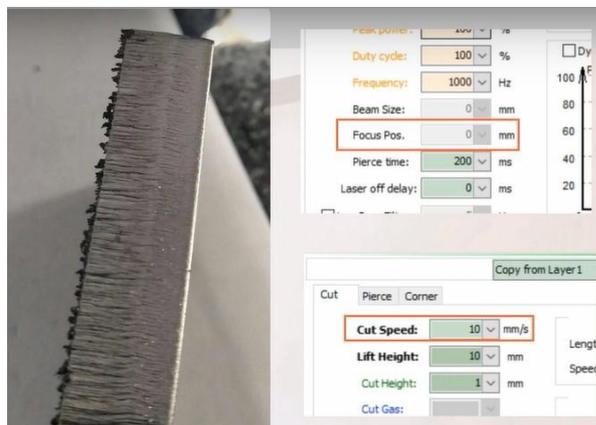
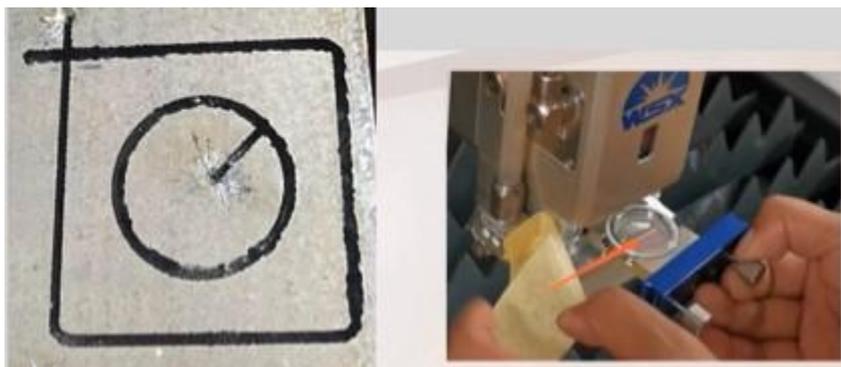
3: подгорание с нижней стороны

- Уменьшите фокус



4: Более широкий и неравномерный зазор для резки:

- Поврежденная/ грязная защитная линза.
- Очистите или замените ее.



5: Грубая режущая кромка

- Отрегулируйте скорость
- Уменьшите положение фокуса



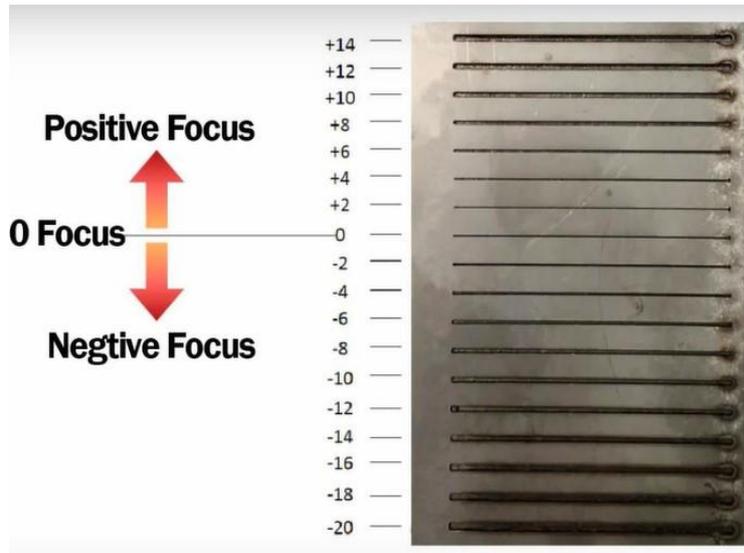
6: Неровный цвет по краям:

- Проверьте чистоту азота
- Проверьте, нет ли утечек в воздуховодах или из них

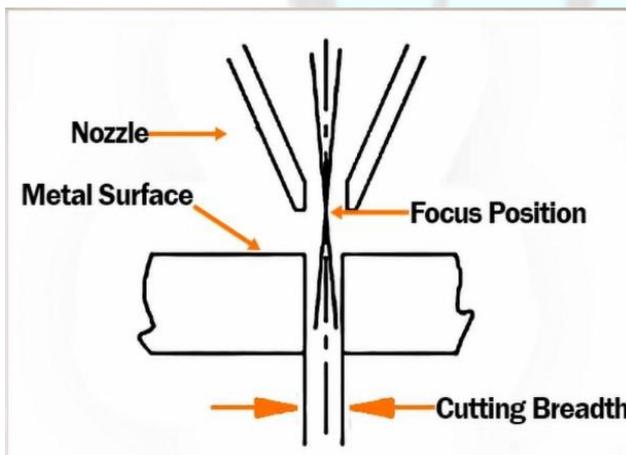
ПРИМЕЧАНИЕ: Параметры для нержавеющей стали также применимы к латуни и алюминиевым сплавам, но из-за более высокого отражения вы можете немного снизить скорость для латуни толщиной > 3 мм.

НАСТРОЙКА ПОЛОЖЕНИЯ ФОКУСИРОВКИ:

Это один из ключевых параметров лазерной резки, который напрямую влияет на то, сможет ли лазер выполнять резку с хорошим качеством или нет

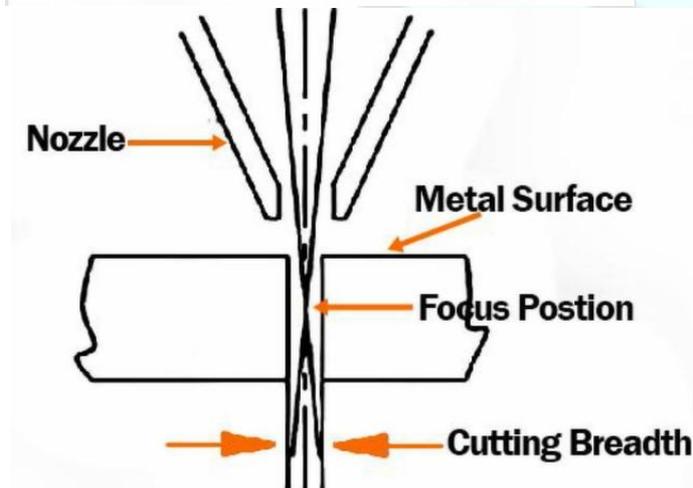


Как вы можете видеть здесь, чем больше смещение от положения фокусировки, тем больше ширина резки и тем меньше мощность резки.



ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ФОКУСА:

- Используется для кислородной резки углеродистой стали.
- Здесь положение фокуса устанавливается поверх материала, так что тепло может работать рука об руку с окислением, прорезая материал насквозь.



ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ФОКУСА:

- Используется для резки нержавеющей стали, латуни, алюминия... сжатым воздухом или азотом в качестве вспомогательного газа.
- Положение фокусировки устанавливается внутри материала.
- Обычно все значения прокола для положения фокуса на

любом материале должны быть отрицательными, чтобы прокалываемое отверстие было как можно меньше.

Cutting Model	Materials	Auxiliary Gas	Focus
Melting Cut	Stainless Steel	N ² /Compressed Air	Negative
	Carbon Steel	N ² /Compressed Air	Negative
	Aluminum/Brass	N ² /Compressed Air	Negative
Oxidation Cut	Carbon Steel	O ²	Positive
Pierce			Negative

ПРИМЕЧАНИЕ: НУЛЕВОЙ ФОКУС просто означает, что положение фокусировки находится на поверхности материала.

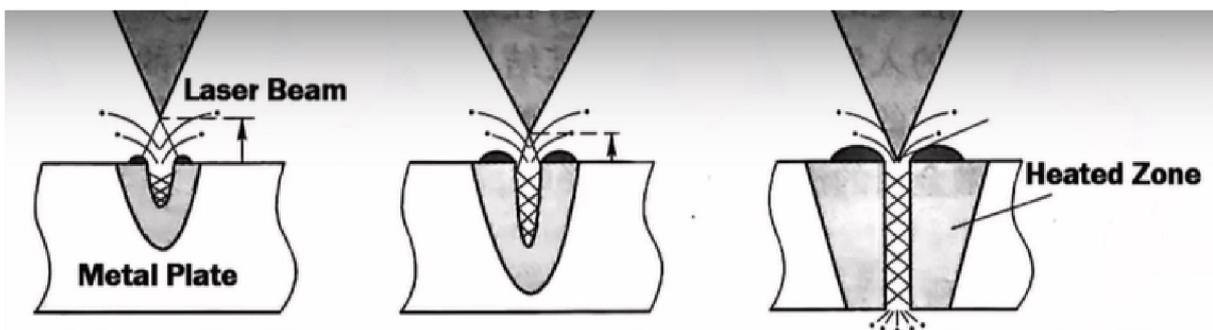
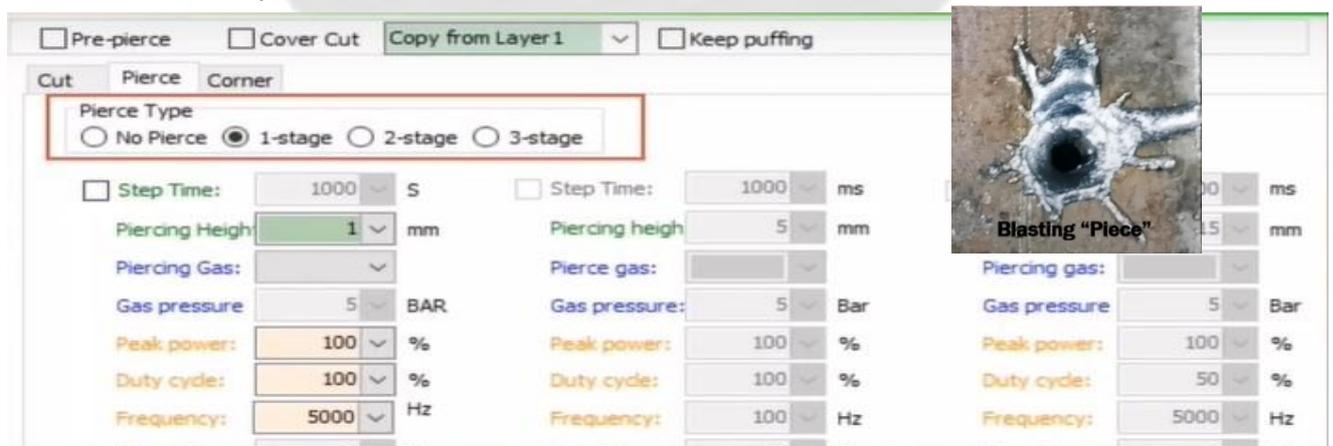
НАСТРОЙКИ ПРОКОЛА:

Важное отверстие, прорезанное в начальной точке материала

1: Предварительный прокол поможет уменьшить перегрев, так как резать будет только после выполнения этой функции, что даст лазерной головке достаточно времени для охлаждения, прежде чем она приступит к следующей обработке.

2: Высота насадки для предварительного прожига должна быть выше высоты резки

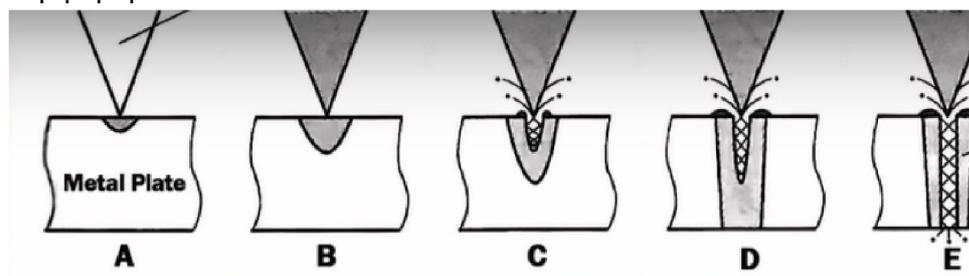
3: Функция предварительной обработки увеличивает общее время выполнения заданий, поскольку она должна выполняться перед созданием любого нового контура, что также может привести к возникновению большого количества ошибок.



Приведенный выше пример относится к **взрывной пробивке**, которая не состоит из нескольких этапов, и результаты обычно такие же, как на рисунке справа. При этом размер отверстия прямо пропорционален толщине металла.

Из-за наличия шлака эта функция не требуется для станков с высокими требованиями к точности.

Также есть технология **постепенного прожига**, которая использует лазерный импульс с высокой пиковой мощностью и малым рабочим циклом для расплавления и испарения небольшого количества металла. Это происходит постепенно, пока лист не будет перфорирован. Схема показана ниже:



Этот процесс занимает относительно больше времени по сравнению со взрывной обработкой, но, тем не менее, результаты получаются намного чище. Как показано на рисунке справа: Однако при реальной резке будет использоваться комбинация двух типов прожига, особенно при трехэтапной пробивке.



КАК ВЫБРАТЬ ПОДХОДЯЩИЙ ТИП ПРОКОЛА:

- Если мощность машины составляет менее 3000 Вт:
 - 6-12мм: двухэтапное прокалывание, при этом первое - это взрывная пробивка, а второе - постепенное прокалывание.
 - >12мм: 3-ступенчатая пробивка, при которой первая выполняется в виде взрывной, а вторая и третья - в виде постепенной (здесь мы устанавливаем рабочий цикл <50).
- 6000Вт
 - 12-16мм: 2-этапный прожиг
 - >16мм: 3-шаговый прожиг

ПРИМЕЧАНИЕ: Существует определенная цифра относительно значения параметра "прокол", поэтому рекомендуется использовать метод проб и ошибок, начиная с "без прокола" и заканчивая "3-шаговым".

- : Двух-трехступенчатый прокол в основном используется для резки углеродистой стали кислородом
- : Обычно для резки нержавеющей стали, алюминия, латуни и т.д. с использованием сжатого воздуха/азота достаточно однократного прокола.

Причинами образования мягких и неразрезанных сквозных отверстий при взрывном прокалывании могут быть:

1. Высокий рабочий цикл
2. Высокое давление кислорода
3. Высокая частота
4. Нет остановки продувки или слишком короткое время продувки между многоступенчатыми прожигами.

Как повысить качество перфорации:

1. Увеличьте пиковую мощность
2. Настройте фокус так, чтобы он был направлен на металлическую поверхность.
3. Измените давление кислорода при прожиге в соответствии с давлением при резке или просто переключитесь с кислорода на сжатый воздух.
4. Увеличьте время продувки между многоступенчатой перфорацией.
5. Снизьте давление продувки

	Peak Power	Duty Cycle	Frequency	Focus	Pressure	Blow Time
1	100%	80%	500kHz	-6mm	1 bar	200ms
2	100%	50%	500kHz	-6mm	1 bar	200ms



ФУНКЦИЯ ШИМ (широтно-импульсной модуляции) ИЛИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА:

- Используется для управления аналоговой схемой с помощью цифрового выхода микропроцессора
- Выходы лазера в основном включают непрерывный и импульсный режимы, при которых первый излучает лазер непрерывно, а второй - с фиксированными интервалами.
- В принципе, при любой фиксированной пиковой мощности рабочий цикл прямо пропорционален выходной мощности лазера, т.е. если лазерный источник мощностью 1000 Вт при 100% пиковой мощности и 50% рабочем цикле, это означает, что выходная мощность моего лазерного луча составляет 500 Вт.

ПРИМЕЧАНИЕ: На следующей странице вы найдете основные параметры резки, которые могут послужить хорошим примером для начинающих пользователей. Напоминаем, что это не практические правила работы с волоконным лазером, а всего лишь основные рекомендации, которые вы можете изменить по своему усмотрению. То же самое относится и ко всей вышеприведенной информации.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗКИ:

1, 500W Cutting Parameters

1.1 QBH Single Module 500W 25 μ m Cutting Parameters (Collimation-75mm, Focus-125mm)

500W Laser Source(25 μ m)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	0.8	12	500	N ₂	12	1.5S	0	1
	2	3.5	500	O ₂	0.6	1.2D	+3	1
	3	2	500	O ₂	0.6	1.2D	+3	1
	4	1.5	500	O ₂	0.6	1.5D	+3	1
	5	1.0	500	O ₂	0.6	2.0D	+3	1
	6	0.8	500	O ₂	0.6	2.5D	+3	1
Stainless Steel	0.5	24	500	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	1	12	500	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	2.7	500	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	0.7	500	N ₂	14	2.0S	-1.5	0.5

Note: The red font parameters in the table are proofing parameters. They are greatly affected by various factors in actual processing. They are only suitable for small batch production. Large batch production is not recommended. It is recommended to use higher power lasers.

2, 1000W Cutting Parameters

2.1 Single Module 1000W Core-25 μ m Cutting Parameters (Collimation-100mm, Focus-125mm)

1000W Laser Source(25 μ m)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	0.8	18	1000	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	1	10	1000	O ₂	10	1.2D	+3	0.8
	2	4	1000	O ₂	2	1.2D	+3	0.8
	3	3	1000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	4	2.3	1000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	5	1.8	1000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	6	1.5	1000	O ₂	0.6	1.5D	+3	0.8
	10	0.8	1000	O ₂	0.6	2.5D	+3	0.8
Stainless Steel	0.8	20	1000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	1	13	1000	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	6	1000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	3	1000	N ₂	12	3.0S	-1.5	0.5

	5	0.6	1000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
Aluminum	0.8	18	1000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	1	10	1000	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	5	1000	N ₂	14	2.0S	-1	0.5
	3	1.5	1000	N ₂	16	3.0S	-1.5	0.5
Brass	1	9	1000	N ₂	12	2.0S	0	0.5
	2	2	1000	N ₂	14	2.0S	-1	0.5
	3	0.8	1000	N ₂	16	3.0S	-1.5	0.5

Note: The red font parameters in the table are proofing parameters. They are greatly affected by various factors in actual processing. They are only suitable for small batch production. Large batch production is not recommended. It is recommended to use higher power lasers.

2.2 Single Module 1000W Core-25μm Piercing Reference

1000W Laser Source(25μm)--10mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	1000	100	100	12	1	100	0	50ms
Media	1000	45	100	8	0.6	600	-4	50ms
Low	1000	40	100	4	0.6	2500	-5	

1000W Laser Source(25μm)--5mm Stainless Steel by N ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	1000	100	1000	12	10	100	0	0ms
Media	1000	50	1000	10	10	500	-5	0ms
Low	1000	45	1000	4	10	1000	-6	

The piercing parameters are taken as an example of the limit thickness of carbon steel / stainless steel that can be penetrated at the current power; the piercings are sorted in order, the highest is the first, and so on....

3, 1500W Cutting Parameters

3.1 Single Module 1500W Core-50μm Cutting Parameters (Collimation-100mm, Focus-125mm)

1500S Laser Source(50μm)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	20	1500	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	5	1500	O ₂	2	1.2D	+3	0.8
	3	3.6	1500	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	4	2.5	1500	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	5	1.8	1500	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	6	1.4	1500	O ₂	0.6	1.5D	+3	0.8
	8	1.2	1500	O ₂	0.6	1.5D	+3	0.8
	10	1	1500	O ₂	0.6	2.0D	+2.5	0.8
	12	0.8	1500	O ₂	0.6	2.5D	+2.5	0.8
	14	0.65	1500	O ₂	0.6	3.0D	+2.5	0.8
	16	0.5	1500	O ₂	0.6	3.0D	+2.5	0.8

Stainless Steel	1	20	1500	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	2	7	1500	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	4.5	1500	N ₂	12	2.5S	-1.5	0.5
	5	1.5	1500	N ₂	14	3.0S	-2.5	0.5
	6	0.8	1500	N ₂	16	3.0S	-3	0.5
Aluminum	1	18	1500	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	6	1500	N ₂	14	2.0S	-1	0.5
	3	2.5	1500	N ₂	14	2.5S	-1.5	0.5
	4	0.8	1500	N ₂	16	3.0S	-2	0.5
Brass	1	15	1500	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	5	1500	N ₂	14	2.0S	-1	0.5
	3	1.8	1500	N ₂	14	2.5S	-1.5	0.5
	4	1	1500	N ₂	16	3.0S	-2	0.5

3.2 Single Module 1500W Core-50µm Piercing Reference

1500W Laser Source(50µm)--16mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	1500	100	100	12	1	100	0	50ms
Media	1500	45	100	8	0.6	600	-4	50ms
Low	1500	40	100	4	0.6	2500	-5	

1500W Laser Source(50µm)--6mm Stainless Steel by N ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	1500	100	1000	12	10	100	0	0ms
Media	1500	50	1000	8	10	500	-5	0ms
Low	1500	45	1000	4	10	1000	-6	

The piercing parameters are taken as an example of the limit thickness of carbon steel / stainless steel that can be penetrated at the current power; the piercings are sorted in order, the highest is the first, and so on....

4, 2000W Cutting Parameters

4.1 Single Module 2000W Core-50µm Cutting Parameters (Collimation-100mm, Focus-125mm)

2000S Laser Source(50µm)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	25	2000	N ₂	14	1.5S	0	0.8
	2	5.2	2000	O ₂	1.6	1.0D	+3	0.8
	3	4.2	2000	O ₂	0.6	1.0D	+3	0.8
	4	3	2000	O ₂	0.6	1.0D	+3	0.8
	5	2.2	2000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8

	6	1.8	2000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	8	1.3	2000	O ₂	0.5	2.0D	+2.5	0.8

	10	1.1	2000	O ₂	0.5	2.0D	+2.5	0.8
	12	0.9	2000	O ₂	0.5	2.5D	+2.5	0.8
	14	0.8	2000	O ₂	0.5	3.0D	+2.5	0.8
	16	0.7	2000	O ₂	0.5	3.5D	+2.5	0.8
	18	0.5	2000	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
	20	0.4	2000	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
Stainless Steel	1	28	2000	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	2	10	2000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	5	2000	N ₂	12	2.0S	-1.5	0.5
	4	3	2000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	2	2000	N ₂	14	3.0S	-2.5	0.5
	6	1.5	2000	N ₂	14	3.0S	-3	0.5
	8	0.6	2000	N ₂	16	3.0S	-4	0.5
Aluminum	1	20	2000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	10	2000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	4	2000	N ₂	14	2.0S	-1.5	0.5
	4	1.5	2000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	0.9	2000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
	6	0.6	2000	N ₂	16	3.0S	-3	0.5
Brass	1	18	2000	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	8	2000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	3	2000	N ₂	14	2.5S	-1.5	0.5
	4	1.3	2000	N ₂	16	3.0S	-2	0.5
	5	0.8	2000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
	6	0.4	2000	N ₂	16	3.5S	-3	0.5

Note: The red font parameters in the table are proofing parameters. They are greatly affected by various factors in actual processing. They are only suitable for small batch production. Large batch production is not recommended. It is recommended to use higher power lasers.

4.2 Single Module 2000W Core-50μm Piercing Reference

2000W Laser Source(50μm)--20mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off & Blowing
High	2000	100	200	12	1	200	0	200ms
Media	2000	45	150	8	0.7	400	-4	200ms

Low	2000	55	15	4	0.6	3000	-6	
-----	------	----	----	---	-----	------	----	--

2000W Laser Source(50μm)--8mm Stainless Steel by N₂(Reference only)

	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	2000	100	1000	12	10	100	0	0ms
Media	2000	50	1000	8	10	500	-5	0ms

Low	2000	40	1000	4	10	1000	-6	
-----	------	----	------	---	----	------	----	--

5, 3000W Cutting Parameters

5.1 Multi-module 3000W Core-100μm Cutting Parameters(Collimation-100mm, Focus-150mm)

3000W Laser Source(100μm)

Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	30	3300	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	1	10	1500	O ₂	10	1.5S		0.8
	2	5.2	1800	O ₂	1.6	1.2D	+3	0.8
	3	4.5	1800	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	4	3.6	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	5	3.2	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	6	2.6	3000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	8	2.2	3000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	10	1.1-1.3	1800-2200	O ₂	0.5	3.0D	+2.5	0.8
	12	0.9-1.1	1800-2200	O ₂	0.5	3.5D	+2.5	0.8
	14	0.8-0.9	2200-3000	O ₂	0.5	3.5D	+2.5	0.8
	16	0.7-0.8	2200-3000	O ₂	0.5	4.0D	+2.5	0.8
	18	0.65-0.7	2200-3000	O ₂	0.5	4.0D	+2.5	0.8
	20	0.55-0.6	2200-3000	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
	22	0.5-0.55	2200-3000	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
Stainless Steel	1	35	3000	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	2	13	3000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	7	3000	N ₂	12	2.5S	-1.5	0.5
	4	5	3000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	4	3000	N ₂	14	2.5S	-2.5	0.5
	6	3	3000	N ₂	14	3.0S	-3	0.5
	8	1.2	3000	N ₂	16	3.5S	-4	0.5
	10	0.8	3000	N ₂	16	4.0S	-5	0.5
Aluminum	1	25	3000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	15	3000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	8	3000	N ₂	14	2.0S	-1.5	0.5
	4	5	3000	N ₂	14	2.0S	-2	0.5
	5	3	3000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5

	6	2	3000	N ₂	16	3.5S	-3	0.5
	8	0.8	3000	N ₂	16	3.0S	-4	0.5
Brass	1	22	3000	N ₂	12	1.5S	0	0.5
	2	12	3000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	5	3000	N ₂	14	2.5S	-1.5	0.5
	4	3	3000	N ₂	14	3.0S	-2	0.5

	5	2	3000	N ₂	14	3.0S	-2.5	0.5
	6	1.3	3000	N ₂	16	3.0S	-3	0.5
	8	0.6	3000	N ₂	16	4.0S	-4	0.5

Note 1: When taking oxygen for cutting 1mm carbon steel , because oxygen is a gas of combustion-supporting, during high-speed operation, it is easy to generate slag and difficult to remove, resulting in speed cannot be improved, so adjust the power to a range that can match the current speed.

Note 2: The power used for commissioning and the speed of commissioning will be different according to the gas purity and the quality of the board.

6, 4000W Cutting Parameters

6.1 Multi-module 4000W Core-100μm Cutting Parameters (Collimation-100mm, Focus-150mm)

4000W Laser Source(100μm)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	35	4000	N ₂	12	1.5S	0	1
	1	10	1500	O ₂	10	1.5S	+3	0.8
	2	5.2	1800	O ₂	1.6	1.2D	+3	0.8
	3	4.5	1800	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	4	3.5	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	5	3.2	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	6	2.8	3000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	8	2.3	3600	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	10	2	4000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	12	1.2	1800-2200	O ₂	0.5	3.0D	+3	0.8
	14	1	1800-2200	O ₂	0.5	3.5D	+3	0.8
16	0.8	2200-2600	O ₂	0.5	3.5D	+3	0.8	

	18	0.7	2200-2600	O ₂	0.5	4.0D	+3	0.8
	20	0.65	2200-2600	O ₂	0.5	4.0D	+3	0.8
	22	0.6	2200-2800	O ₂	0.5	4.5D	+3	0.8
	25	0.5	2400-3000	O ₂	0.5	5.0D	+3	0.8
Stainless Steel	1	40	4000	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	2	20	4000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	12	4000	N ₂	12	2.0S	-1.5	0.5
	4	7	4000	N ₂	12	2.5S	-2	0.5
	5	4.5	4000	N ₂	14	2.5S	-2.5	0.5
	6	3.5	4000	N ₂	14	3.0S	-3	0.5
	8	1.8	4000	N ₂	14	3.0S	-4	0.5
	10	1.2	4000	N ₂	16	4.0S	-5	0.5
	12	0.8	4000	N ₂	16	4.0S	-6	0.5
	1	30	4000	N ₂	12	1.5S	0	0.6
	2	20	4000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	13	4000	N ₂	14	2.0S	-1.5	0.5
Aluminum	4	7	4000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	5	4000	N ₂	14	2.5S	-2.5	0.5
	6	3	4000	N ₂	16	3.0S	-3	0.5
	8	1.3	4000	N ₂	16	3.0S	-4	0.5
	10	0.8	4000	N ₂	16	3.5S	-5	0.5
Brass	1	28	4000	N ₂	12	1.5S	0	0.6
	2	15	4000	N ₂	12	1.5S	-1	0.6
	3	8	4000	N ₂	14	2.0S	-1	0.6
	4	5	4000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	3	4000	N ₂	14	3.0S	-2	0.5
	6	2.5	4000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
	8	1	4000	N ₂	16	3.0S	-4	0.5
	10	0.6	4000	N ₂	16	3.5S	-5	0.5

6.2 Multi-module 4000W Core-100µm Piercing Reference

4000W Laser Source(100µm)--25mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	4000	100	200	12	1	100	0	300ms
Media	4000	45	200	8	0.6	200	-5	300ms

Low	4000	50	200	4	0.6	3000	-6	
-----	------	----	-----	---	-----	------	----	--

4000 Laser Source(100μm)--12mm Stainless Steel by N ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	4000	100	1000	12	10	100	0	0ms
Media	4000	50	1000	8	10	500	-6	0ms
Low	4000	45	1000	4	10	1500	-8	

The piercing parameters are taken as an example of the limit thickness of carbon steel / stainless steel that can be penetrated at the current power; the piercings are sorted in order, the highest is the first, and so on....

7, 6000W Cutting Parameters

7.1 Multi-module 6000W Core-100μm Cutting Parameters(Collimation-100mm, Focus-150mm)

6000W Laser Source(100μm)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	10	1500	O ₂	10	1.5S	+3	0.8
	2	5-5.5	1800	O ₂	2	1.2D	+3	0.8
	3	3.6-4.2	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	4	3.3-3.8	2400	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	5	3-3.6	3000	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	6	2.7-3.2	3300	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	8	2.2-2.5	4200	O ₂	0.6	1.2D	+3	0.8
	10	2.0-2.3	5500	O ₂	0.6	1.2D	+4	0.8
	12	0.9-1	2200	O ₂	0.6	3.0D	+2.5	0.8
	12	1.9-2.0	6000	O ₂	0.6	1.2D	+5	0.8
	14	0.8-0.9	2200	O ₂	0.6	3.5D	+2.5	0.8
	14	1.4-1.7	6000	O ₂	0.6	1.4D	+5	1
	16	0.8-0.9	2200	O ₂	0.6	4.0D	+2.5	0.8
	16	1.2-1.4	6000	O ₂	0.6	1.4D	+6	1
	18	0.65-0.75	2200	O ₂	0.6	4.0D	+2.5	0.8
	20	0.6-0.7	2400	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
	22	0.55-0.65	2400	O ₂	0.6	4.0D	+3	0.8
	25	0.5	2400	O ₂	0.5	5.0D	+3	1
Carbon Steel	1	45	6000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	25	6000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	14	6000	N ₂	14	2.0S	-1.5	0.5
	4	8	6000	N ₂	14	2.0S	-2	0.5
	5	6.4	6000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
	6	5	6000	N ₂	16	3.5S	-3	0.5
Carbon Steel	1	40	6000	Air	10	1.5S	0	0.8
	2	28	6000	Air	10	1.5S	-1	0.5
	3	18	6000	Air	10	1.5S	-1.5	0.5
	4	13	6000	Air	12	1.5S	-2	0.5
	5	9	6000	Air	12	1.5S	-2.5	0.5

	6	6	6000	Air	12	1.5S	-3	0.5
Stainless Steel	1	60	6000	N ₂	10	1.5S	0	0.8
	2	30	6000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	18	6000	N ₂	12	2.5S	-1.5	0.5
	4	12	6000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	8	6000	N ₂	14	3.0S	-2.5	0.5
	6	5	6000	N ₂	15	3.0S	-3	0.5
	8	3.8	6000	N ₂	15	3.0S	-4	0.5
	10	2	6000	N ₂	15	3.5S	-6	0.5
	12	1.2	6000	N ₂	16	3.5S	-7.5	0.5
	14	1	6000	N ₂	16	4.0S	-9	0.5
	16	0.6	6000	N ₂	18	4.0S	-10.5	0.5
	18	0.5	6000	N ₂	20	5.0S	-11	0.3
20	0.3	6000	N ₂	20	5.0S	-12	0.3	
	1	50	6000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	25	6000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	16	6000	N ₂	14	2.5S	-1.5	0.5
Aluminum Alloy	4	10	6000	N ₂	14	2.5S	-2	0.5
	5	6	6000	N ₂	14	3.0S	-3	0.5
	6	4	6000	N ₂	16	3.0S	-3	0.5
	8	2	6000	N ₂	16	3.0S	-4	0.5
	10	1.2	6000	N ₂	18	3.5S	-4.5	0.5
	12	0.7	6000	N ₂	18	4.0S	-5	0.5
	14	0.5	6000	N ₂	18	4.0S	-5	0.3
	16	0.4	6000	N ₂	20	5.0S	-8	0.3
Brass	1	40	6000	N ₂	12	1.5S	0	0.8
	2	20	6000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	14	6000	N ₂	14	2.5S	-1	0.5
	4	9	6000	N ₂	14	3.0S	-1.5	0.5
	5	5.5	6000	N ₂	14	3.0S	-2	0.5
	6	3.8	6000	N ₂	16	3.0S	-2.5	0.5
	8	1.8	6000	N ₂	16	3.5S	-3	0.5
	10	1	6000	N ₂	16	3.5S	-3	0.5

8, 8000W Cutting Parameters

8.1 Multi-module 8000W Core-100µm Cutting Parameters(Collimation-100mm, Focus-200mm)

8000W Laser Source(100µm)								
Material	Thickness (mm)	Speed (m/min)	Power (W)	Gas	Pressure (bar)	Nozzle	Focus (mm)	Height (mm)
Carbon Steel	1	40-45	8000	Air	10	1.5S	0	1
	2	30-35	8000	Air	12	2.0S	0	0.5
	3	20-25	8000	Air	13	2.0S	-1	0.5
	4	15-18	8000	Air	13	2.5S	-1.5	0.5
	5	10-12	8000	Air	13	2.5S	-2	0.5
	6	8-9	8000	Air	13	2.5S	-2	0.5
	8	5-5.5	8000	Air	13	3.0S	-3	0.5
	10	2.3	6500	O ₂	0.6	1.2D	+6	1
	12	2	7500	O ₂	0.6	1.2D	+7	1
	14	1.8	8000	O ₂	0.6	1.4D	+8	1
	16	1.6	8000	O ₂	0.6	1.4D	+9	0.8
	20	1.3	8000	O ₂	0.6	1.6D	+9	0.8
	22	0.65	8000	O ₂	0.7	1.8D	+9	0.8
		25	0.45	8000	O ₂	0.7	1.8D	+10
	30	0.25	8000	O ₂	1.3	1.8D	+11	1.2
	40	0.18	8000	O ₂	1.5	1.8D	+11.5	1.2
Stainless Steel	1	60	8000	N ₂	10	2.0S	0	1
	2	35	8000	N ₂	12	2.0S	0	0.5
	3	24	8000	N ₂	13	2.0S	0	0.5
	4	15	8000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	5	10	8000	N ₂	15	2.5S	-1	0.5
	6	8	8000	N ₂	8	3.5S	-2	0.5
	8	5	8000	N ₂	7	5.0S	-2	0.5
	10	3.5	8000	N ₂	6	5.0S	-3	0.5
	12	2.5	8000	N ₂	6	6.0S	-4	0.5
	14	2	8000	N ₂	6	7.0S	-6	0.3
	16	1	8000	N ₂	6	7.0S	-8	0.3
	18	1.5	8000	N ₂	14	5.0S	-9	0.5

	20	0.8	8000	N ₂	6	7.0S	-11	0.3
	25	0.4	8000	N ₂	6	7.0S	-13	0.3
	30	0.22	8000	N ₂	10	5.0S	+7	0.3
	40	0.15	8000	N ₂	15	7.0S	+8	0.3
Stainless Steel	1	60	8000	Air	10	2.0S	0	1
	2	35	8000	Air	10	2.5S	0	0.5
	3	25	8000	Air	10	2.5S	0	0.5
	4	16	8000	Air	10	3.5S	0	0.5
	5	10	8000	Air	10	3.5S	0	0.5
	6	8	8000	Air	10	3.5S	0	0.5
	8	5.5	8000	Air	10	3.5S	0	0.5
	10	3.5	8000	Air	10	3.5S	-1	0.5
	12	2.5	8000	Air	10	5.0S	-4	0.5
	14	2	8000	Air	10	5.0S	-6	0.5
	16	1	8000	Air	10	5.0S	-8	0.5
	18	0.8	8000	Air	10	5.0S	-9	0.5
	20	0.7	8000	Air	10	5.0S	-11	0.3
	25	0.5	8000	Air	10	5.0S	-13	0.3
	30	0.3	8000	Air	10	5.0S	-15	0.3
Aluminum Alloy	1	45	8000	N ₂	12	2.0S	0	0.8
	2	30	8000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	25	8000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	4	15	8000	N ₂	12	2.0S	-2	0.5
	5	10	8000	N ₂	14	2.5S	-3	0.5
	6	7	8000	N ₂	14	2.5S	-3	0.5
	8	4	8000	N ₂	14	2.5S	-4	0.5
	10	2.5	8000	N ₂	14	5.0S	-5	0.5
	12	2	8000	N ₂	16	5.0S	-5	0.5
	14	1.2	8000	N ₂	16	5.0S	-6	0.5
	16	1	8000	N ₂	16	5.0S	-7	0.5
	18	0.8	8000	N ₂	16	5.0S	-8	0.5
	20	0.6	8000	N ₂	16	7.0S	-9	0.3
	25	0.5	8000	N ₂	16	7.0S	-10	0.3
		30	0.3	8000	N ₂	18	7.0S	+7
Brass	1	40	8000	N ₂	12	2.0S	0	1
	2	27	8000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	3	18	8000	N ₂	12	2.0S	-1	0.5
	4	11	8000	N ₂	12	2.0S	-2	0.5
	5	8	8000	N ₂	14	2.5S	-3	0.5
	6	6.5	8000	N ₂	14	2.5S	-3	0.5
	8	3	8000	N ₂	14	2.5S	-4	0.5
	10	1.5	8000	N ₂	14	5.0S	-5	0.5
	12	1	8000	N ₂	14	5.0S	-5	0.5
	14	0.8	8000	N ₂	16	5.0S	-8	0.5

	16	0.6	8000	N ₂	16	5.0S	-11	0.3
Copper	1	30	8000	O ₂	5	2.0S	-0.5	1
	2	20	8000	O ₂	5	2.0S	-1	0.5
	3	14	8000	O ₂	6	2.0S	-2	0.5
	4	8	8000	O ₂	8	2.0S	-2	0.5
	5	5	8000	O ₂	8	2.5S	-3	0.5
	6	3	8000	O ₂	8	2.5S	-3	0.5
	8	1.5	8000	O ₂	10	3.0S	-4	0.5
	10	0.7	8000	O ₂	12	4.0S	-5	0.5

Note 1: The power used for commissioning and the speed of commissioning will be different according to the gas purity, plate quality and other aspects.

Note 2: The red font parameters in the table are proofing parameters. They are greatly affected by various factors in actual processing. They are only suitable for small batch production. Large batch production is not recommended. It is recommended to use higher power lasers.

Note 3: In the copper cutting, oxygen is the only gas suitable, air or nitrogen cannot be used for cutting.

8.2 Multi-module 8000W Core-100µm Piercing Reference

8000 Laser Source(100µm)--20mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	8000	45	80	16	1	200	-3	200ms
Media	8000	35	80	12	0.9	600	-4	300ms
Low	8000	18	80	4	0.6	400	-4	

8000W Laser Source(100µm)--30mm Carbon Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	8000	70	100	16	1	200	-5	200ms
Media	8000	37	80	15	0.7	2000	-5	300ms
Low	8000	45	120	13	0.7	2000	-5	

8000W Laser Source(100µm)--20mm Stainless Steel by N ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	8000	24	80	20	0.8	150	-8	200ms

Media	8000	37	80	15	0.7	2000	-5	300ms
Low	8000	45	120	13	0.7	2000	-5	

8000W Laser Source(100μm)--20mm Stainless Steel by N ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	8000	24	80	20	0.8	150	-8	200ms
Media	8000	35	100	15	6	2000	-8	200ms
Low	8000	50	80	4	6	500	-8	

8000W Laser Source(100μm)--30mm Stainless Steel by O ₂ (Reference only)								
	Power (W)	Duty %	Frequency Hz	Nozzle Height	Pressure (bar)	Piercing Time	Focus (mm)	Laser-off &Blowing
High	8000	70	1000	15	1.2	3000	3	0ms
Media-H	8000	70	1000	12	1.2	2000	3	0ms
Media-L	8000	65	800	10	1	1000	-10	
Low	8000	60	800	10	1	800	-18	

The piercing parameters are taken as an example of the limit thickness of carbon steel /

