

## 4. Устройство и работа МТР «Юпитер 2»

### 4.1 Общие принципы работы Изделия.

Принцип работы Изделия основан на механическом перемещении включённого/выключенного рабочего инструмента над поверхностью обрабатываемого листа по программе, полученной в результате перевода графического файла в последовательность перемещений.

Совокупность механического перемещения включённого/выключенного РИ над поверхностью обрабатываемого листа и использование технологий плазменной или кислородной резки обеспечивает фигурный или линейный термический раскрой (резку) листового металла.

Достижение необходимого результата обеспечивается системой ЧПУ с программным обеспечением, координатным столом и рабочим инструментом.

Управление включение/выключение рабочего инструмента и его перемещение по оси Z осуществляется специализированным контроллером с собственным программным обеспечением. Совокупность контроллера с компьютером СЧПУ обеспечивает управление перемещением РИ и управление процессом термической резки металла.

Линейное перемещение по одной из осей (X или Y) обеспечивается за счёт работы сервоприводов по соответствующей оси.

Фигурное перемещение РИ обеспечивается одновременной работой сервоприводов осей X и Y с одинаковой или разными скоростями и направлениями.

Само перемещение РИ производится координатным столом за счёт передачи момента серводвигателя на механические элементы линейного перемещения – зубчатые пары «рейка-шестерня» (по осям X и Y) и шарико-винтовые передачи (по оси Z). То есть координатный стол является механической системой перемещения РИ над обрабатываемым листом.

Непосредственно саму резку металла осуществляет рабочий инструмент – газовый или плазменный резак. Эти рабочие инструменты используют разные технологии обработки металла, которые объединяет бесконтактный метод обработки металла (то есть рабочий инструмент - плазменный или газовый резак - не входит в физический контакт с обрабатываемым листом) и способ резки – термический.



#### **ГАЗЫ И ПАРЫ**

ГАЗЫ И ПАРЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННОЙ И КИСЛОРОДНОЙ РЕЗКИ, МОГУТ БЫТЬ ОПАСНЫМИ И ВРЕДНЫМИ ДЛЯ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ.

ОТВОДИТЕ ВЕСЬ ДЫМ И ГАЗЫ ИЗ ЗОНЫ ДЫХАНИЯ.

ДЕРЖИТЕСЬ ВДАЛИ ОТ ДЫМА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ РЕЗКЕ.

ЕСЛИ ВЕНТИЛЯЦИЯ НЕДОСТАТОЧНА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВСЕГО ДЫМА И ВСЕХ ГАЗОВ, ТО ИСПОЛЬЗУЙТЕ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ С ПОДАЧЕЙ ВОЗДУХА.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПЛАЗМЕННЫЙ РЕЗАК (ПЛАЗМОТРОН ) ИЛИ ГАЗОВУЮ ГОРЕЛКУ В ЗОНАХ, ГДЕ РАСПОЛОЖЕНЫ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ИЛИ ВЗРЫВООПАСНЫЕ ГАЗЫ ИЛИ МАТЕРИАЛЫ, МАСЛОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ.

В ЗОНЕ РЕЗКИ ЛИСТ МЕТАЛЛА ДОЛЖЕН БЫТЬ ОЧИЩЕН ОТ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ОБЕЗЖИРИВАЮЩИХ СРЕДСТВ, ВО ИЗБЕЖАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЯДОВИТЫХ ГАЗОВ.

В ПАРАХ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И ОЧИСТИТЕЛЕЙ ОБРАЗУЕТСЯ ЯДОВИТЫЙ ГАЗ ФОСГЕН. УСТРАНЯЙТЕ ВСЕ ИСТОЧНИКИ ТАКИХ ПАРОВ.

ИЗДЕЛИЕ, КОГДА ОНО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ РЕЗКИ, СОЗДАЕТ ДЫМ ИЛИ ГАЗЫ, КОТОРЫЕ СОДЕРЖАТ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, КОТОРЫЕ ПРИЗНАНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ВЫЗЫВАЮЩИМИ ВРОЖДЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ И В НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЯХ РАК.

**ШУМ**

ШУМ, ВОЗНИКАЮЩИЙ ПРИ РЕЗКЕ МЕТАЛЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАЗМЕННОЙ ИЛИ КИСЛОРОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕЗКИ МЕТАЛЛА, МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К НЕОБРАТИМОМУ НАРУШЕНИЮ СЛУХА. СВЕРХЗВУКОВАЯ СТРУЯ ПЛАЗМООБРАЗУЮЩИХ ГАЗОВ ИЛИ ПРОПАНОВО-КИСЛОРОДНАЯ (АЦЕТИЛЕНО-КИСЛОРОДНАЯ) СТРУЯ МОЖЕТ СОЗДАВАТЬ ШУМ, УРОВЕНЬ КОТОРОГО ПРЕВЫШАЕТ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫЕ ПРАВИЛАМИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ. СЛЕДУЕТ ЗАЩИЩАТЬ УШИ ОТ ГРОМКОГО ШУМА, ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ НЕОБРАТИМОГО НАРУШЕНИЯ СЛУХА.

ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ГРОМКОГО ЗВУКА ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПРОТИВОШУМНЫЕ БЕРУШИ И/ИЛИ НАУШНИКИ. ПРИНИМАЙТЕ МЕРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРУГИХ ЛЮДЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА РАБОЧЕМ УЧАСТКЕ.

УРОВЕНЬ ШУМА НЕОБХОДИМО ИЗМЕРИТЬ, ЧТОБЫ УБЕДИТЬСЯ В ТОМ, ЧТО ОН НЕ ПРЕВЫШАЕТ БЕЗОПАСНЫЙ УРОВЕНЬ.

**СВЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ ИЛИ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА**

СВЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА ИЛИ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ МОЖЕТ ПОВРЕДИТЬ ГЛАЗА И ОБЖЕЧЬ КОЖУ. ГАЗОВЫЙ ФАКЕЛ И ПЛАЗМЕННАЯ ДУГА ИМЕЮТ ВЫСОКУЮ ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ, КАК В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ, ТАК И В ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ. ЭТО ИЗЛУЧЕНИЕ МОЖЕТ ПОВРЕДИТЬ ГЛАЗА И ОБЖЕЧЬ КОЖУ, ЕСЛИ НЕ БУДУТ ПРИНЯТЫ НАДЛЕЖАЩИЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ.

ЧТОБЫ ЗАЩИТИТЬ ГЛАЗА, СЛЕДУЕТ ВСЕГДА ИСПОЛЬЗОВАТЬ СВАРОЧНУЮ МАСКУ (ОЧКИ ГАЗОСВАРЩИКА) ИЛИ ЗАЩИТНЫЙ ЩИТОК. КРОМЕ ТОГО, ВСЕГДА ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ С БОКОВОЙ ЗАЩИТОЙ, ОБЫЧНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ ИЛИ ДРУГИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ГЛАЗ.

НОСИТЕ СВАРОЧНЫЕ ПЕРЧАТКИ И СООТВЕТСТВУЮЩУЮ ОДЕЖДУ, ЧТОБЫ ЗАЩИТИТЬ КОЖУ ОТ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ ИЛИ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА И ОТ ИСКР.

СОДЕРЖИТЕ ШЛЕМ И ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ В ХОРОШЕМ СОСТОЯНИИ. ЗАМЕНЯЙТЕ СТЕКЛА, ЕСЛИ ОНИ ТРЕСНУЛИ, ПОЛОМАНЫ ИЛИ ЗАГРЯЗНЕНЫ.

ПРИНИМАЙТЕ МЕРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРУГИХ ЛЮДЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ, ОТ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ ИЛИ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЗАЩИТНЫЕ ПАЛАТКИ, ЭКРАНЫ ИЛИ ЩИТЫ.

## 4.2 Технология плазменной термической резки – описание, основные характеристики

Технология термической плазменной резки использует энергию электричества, поэтому следует уделять особое внимание технике безопасности.



### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ УДАР

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ УДАР МОЖЕТ ТРАВМИРОВАТЬ ИЛИ УБИТЬ ЧЕЛОВЕКА.

ИЗДЕЛИЕ ДОЛЖНО ПОСТОЯННО ПОДВЕРГАТЬСЯ КОНТРОЛЮ НА СООТВЕТСТВИЕ НАДЛЕЖАЩЕМУ СОСТОЯНИЮ.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИКАСАТЬСЯ К ЛЮБОЙ ДЕТАЛИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ. ПРИКОСНОВЕНИЕ К ТОКОПРОВОДЯЩИМ ЧАСТЯМ МОЖЕТ ПОСЛУЖИТЬ ПРИЧИНОЙ ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА ИЛИ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛЬНЫХ ОЖОГОВ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКОМ.

НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ СЛЕДУЕТ НОСИТЬ ОБУВЬ И РУКАВИЦЫ, КОТОРЫЕ ИМЕЮТ ДОСТАТОЧНУЮ ИЗОЛЯЦИЮ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЗРЕНИЯ. ВСЮ ОДЕЖДУ СОДЕРЖАТЬ В СУХОМ СОСТОЯНИИ. ПОВЫШЕННОЕ ВНИМАНИЕ ОТНОСИТСЯ К РАБОТЕ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ С ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ. НОСИТЕ СУХИЕ РАБОЧИЕ ПЕРЧАТКИ И СУХУЮ ОДЕЖДУ. ПРЕДПРИНИМАЙТЕ МЕРЫ, ЧТОБЫ ИЗОЛИРОВАТЬ СЕБЯ ОТ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ИЗДЕЛИЯ.

РЕМОНТИРУЙТЕ ИЛИ ЗАМЕНЯЙТЕ ВСЕ ИЗНОШЕННЫЕ ИЛИ ПОВРЕЖДЕННЫЕ ДЕТАЛИ.

ПРЕЖДЕ ЧЕМ ПРОВОДИТЬ ЛЮБОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЛИ РЕМОНТ, ФИЗИЧЕСКИ ОБЕСТОЧЬТЕ ИЗДЕЛИЕ.

ПРИ РАБОТЕ С ИЗДЕЛИЕМ РАБОЧЕЕ МЕСТО ДОЛЖНО БЫТЬ ОБОРУДОВАНО С ОБЩЕПРИНЯТЫМИ НОРМАМИ ОСНАЩЕНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ (ПУЭ-85, ГЛ. VII-6).

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ К СЕТИ, ЗАМЕНА ЕГО ЧАСТЕЙ ДОЛЖНО ПРОИЗВОДИТЬСЯ ТОЛЬКО ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАЮЩЕМ НАПРЯЖЕНИИ.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЧАСТИ ИЗДЕЛИЯ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЗАЗЕМЛЕНЫ.

ВСЕ КАБЕЛИ НЕ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ ПОВРЕЖДЕНИЙ.

ПРОВЕРЬТЕ НА НАДЛЕЖАЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВСЕ ПОДКЛЮЧЁННЫЕ К ИЗДЕЛИЮ ЭЛЕКТРОПРОВОДНИКИ.

ОГОЛЁННЫЕ МЕСТА БЕЗ ИЗОЛЯЦИИ ИЛИ С ПОВРЕЖДЁННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ОПАСНЫ ДЛЯ ЖИЗНИ. ПОВРЕЖДЁННЫЙ КАБЕЛЬ ДОЛЖЕН БЫТЬ СРАЗУ ЖЕ ЗАМЕНЁН!

ПРОЧИТАЙТЕ И СОБЛЮДАЙТЕ ВСЕ ИНСТРУКЦИИ, ПРИВЕДЕННЫЕ В ДАННОМ РУКОВОДСТВЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.



### ВЗРЫВ И ПОЖАР

ПОЖАР И ВЗРЫВ МОГУТ ПРОИЗОЙТИ ИЗ-ЗА ГОРЯЧЕЙ ОКАЛИНЫ, ИЗ-ЗА ИСКР ИЛИ ИЗ-ЗА ФАКЕЛА ГАЗОВОГО РЕЗАКА И ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ.

УБЕДИТЕСЬ, ЧТО НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ НЕТ ВЗРЫВООПАСНОГО ИЛИ ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА. ЛЮБОЙ ТАКОЙ МАТЕРИАЛ, КОТОРЫЙ НЕВОЗМОЖНО УДАЛИТЬ, ДОЛЖЕН БЫТЬ ЗАЩИЩЕН.

СЛЕДУЕТ УДАЛЯТЬ ВСЕ ГОРЮЧИЕ ИЛИ ВЗРЫВООПАСНЫЕ ПАРЫ ИЗ ЗОНЫ РЕЗАНИЯ И С РАБОЧЕГО МЕСТА С ПОМОЩЬЮ ВЕНТИЛЯЦИИ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ РЕЗАТЬ ЁМКОСТИ, КОТОРЫЕ МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩЕЕСЯ ВЕЩЕСТВО.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ РЕЗАТЬ ЁМКОСТИ, А ТАКЖЕ КОЛБЫ, НАХОДЯЩИЕСЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (ТАКЖЕ ОСТАТОЧНЫМ). СУЩЕСТВУЕТ ОПАСНОСТЬ ИХ ВЗРЫВА.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАПУСКАТЬ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ МАШИНУ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОКРУЖАЮЩИЙ ВОЗДУХ СОДЕРЖИТ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ПЫЛЬ ИЛИ ГАЗЫ.

ЕСЛИ РАБОТА ПРОИЗВОДИТСЯ В ЗОНЕ, ГДЕ СУЩЕСТВУЕТ ОПАСНОСТЬ ВОЗГОРАНИЯ, НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧИТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПОЖАРНЫЙ КОНТРОЛЬ.

---

Процесс плазменной резки основан на использовании плазменной дуги постоянного тока прямого действия (электрод - катод, разрезаемый металл – анод).

При образовании плазменной дуги нагретый электрической дугой до высокой температуры (порядка 25 000 °С) газ переходит в ионизированное состояние – четвёртое агрегатное состояние вещества - плазму. Последнее означает, что этот газ утрачивает свойства диэлектрика и приобретает способность проводить электрический ток. В процессе резки плазменный поток становится проводником для тока, расплавляющего металл, и сам же его выдувает.

СУЩНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ заключается в локальном расплавлении и выдувании этого расплавленного металла с образованием полости реза, при перемещении работающего плазменного резака относительно разрезаемого металла.

Технология плазменной резки является одним из наиболее экономически эффективных способов раскрытия металла при толщинах металла от 1 до 50 мм. и характеризуется следующими показателями:

#### **ПРЕИМУЩЕСТВА:**

ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ РЕЗКИ МЕТАЛЛА – до 12 метров в минуту;

НИЗКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ резки металла при толщинах до 30 мм. В диапазоне толщин 30 - 50 мм. себестоимость резко возрастает;

МАЛАЯ ЗОНА ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ в области реза на разрезаемый лист металла.

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ. С помощью технологии плазменной резки режутся все типы металлов (чёрные, легированные (в т.ч. нержавеющие), сплавы алюминия, сплавы меди, титан и проч.);

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО РЕЗА. Современные плазменные резаки (плазмотроны) в совокупности с правильным подбором плазмообразующих и охлаждающих газов (воздух, кислород, аргоно-водородные смеси, азот и проч.) обеспечивают минимальную ширину реза, крайне низкую конусность реза, чистые (без наплывов и грат) кромки, почти не требующие дополнительной обработки;

БЕЗОПАСНОСТЬ. При использовании технологии плазменной резки не используются горючие газы (пропан, ацетилен).

#### **НЕДОСТАТКИ:**

ВЫСОКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ резки металла в диапазоне толщин 50-100 мм.;

ОГРАНИЧЕНИЕ ТОЛЩИНЫ разрезаемого металла - максимальная толщина разрезаемого металла не превышает, как правило, 100-110 мм;

КОНУСНОСТЬ РЕЗА - от 1 до 10 градусов при резке чёрных металлов и от 1 до 20 градусов при резке цветных металлов. Конусность возрастает при выборе в качестве охлаждающего и плазмообразующего газов воздуха и при увеличении толщины разрезаемого металла;

СЛОЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ, которая делает практически невозможным одновременное использование двух плазменных резаков, подключенных к одному аппарату.

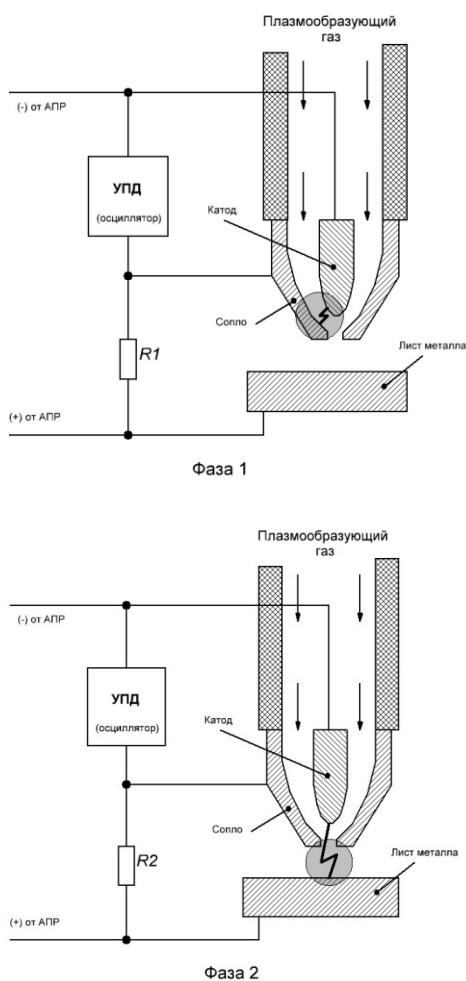
Для генерации и поддержания плазменной дуги используется специальное устройство, называемое плазменным резаком или плазмотроном.

Главными функциональными элементами плазменного резака (плазмотрона) являются:

- электрод (катод), имеющий вставку из металла с высокой термоэлектронной эмиссией (обычно из гафния Hf или циркония Zr);
- камера закрутки (завихрения) плазмообразующего газа;
- сопло, электрически изолированное от катода (электрода);
- корпус, конструктивно объединяющий электрод, камеру завихрения и сопло.

Плазмообразующий газ (смесь газов), пройдя через канал внутри электродного узла и механизм закрутки (завихрения) образует вихревой газовый поток, закрученный вдоль продольной оси электрода плазмотрона и выходящий через геометрически соосный с ним канал сопла.

Свойства и параметры рабочей дуги обусловлены формой и размерами соплового канала. С уменьшением диаметра и увеличением длины канала возрастают скорость потока плазмы, концентрация энергии в дуге (плотность дуги), её напряжение и режущая способность.



По способу возбуждения плазменной дуги плазмотроны делятся на два типа – осцилляторные и безосцилляторные.

Работа осцилляторного плазмотрона происходит следующим образом: генератор высокого напряжения высокой частоты (осциллятор) создаёт электрический потенциал в промежутке электрод-сопло плазмотрона, необходимый для возникновения искрового разряда. Этот разряд поджигает в газовой среде электрическую дугу, которая, возникшая, горит между электродом и соплом плазмотрона (Фаза 1) и выдувается наружу потоком завихрённого газа через канал сопла на расстояние 10-40 мм. от торца сопла. Это так называемая дежурная (пилотная) дуга плазмотрона. Ток дежурной дуги определяется токоограничивающим резистором R1 и составляет обычно 20—60 А. Дежурная дуга, коснувшись металла, шунтирует ограничивающий резистор R1 и замыкается на разрезаемый металл (Фаза 2), минуя контакта с соплом. При этом возникает режущая (рабочая) дуга, дежурная дуга при этом автоматически отключается. Поток закрученного по спирали плазмообразующего газа стабилизирует и сжимает столб рабочей электрической дуги, не позволяя ей касаться стенок канала сопла плазмотрона и обеспечивая плотность плазменного шнура. Расстояние сопла от разрезаемого металла при этом не превышает, как правило, 20 мм.

Работа безосцилляторного плазмотрона основана на другом принципе. Конструктивно безосцилляторный плазмотрон отличается от осцилляторного. Катод такого плазмотрона подпружинен и может передвигаться по продольной оси плазмотрона. В спокойном состоянии катод находится в нижнем положении и касается сопла. При включении АПР на катод подаётся минус напряжения дуги, на сопло плюс. При этом одновременно в вихревую камеру поступает плазмообразующий газ. Газ давит на катод и приподнимает его. При этом между катодом и соплом образуется дежурная (пилотная) дуга, которая сразу же выдувается газом через сопло наружу. Далее происходит «перехват» дежурной дуги, то есть дежурная дуга, коснувшись металла, шунтирует ограничивающий резистор R и замыкается на разрезаемый металл, минуя

контакта с соплом. При этом возникает режущая (рабочая) дуга, дежурная дуга при этом автоматически отключается.

Каждый из типов плазмотронов имеет свои недостатки и преимущества. Общее сравнение характеристик этих двух типов плазмотронов приведено в таблице 4-1

Таблица № 4-1

**Сравнение характеристик осцилляторных и безосцилляторных плазмотронов**

Параметр, характеристика	Плазмотрон	
	Безосцилляторный	Осцилляторный
Охлаждение катода и сопла	Плазмообразующим газом	Жидкостное или газовое
Жидкостное охлаждение	Не требуется	Как правило – требуется
Разделение газов на охлаждающие и плазмообразующие	Не применяется, невозможно	Возможно, применяется
Средний расход плазмообразующего газа	До 240-280 л/мин	До 80 л/мин.
Диапазон рабочих токов	10-160 А	10-400 А
Продолжительность включения	80 – 100 %	100 %
Индуктирование ЭМ-помех	Пониженное	Повышенное
Вес плазмотрона	0,5-1,5 кг.	1 - 3 кг.
Вес шланг-пакета плазмотрона	До 2 кг/м.	До 3,5 кг/м.
Срок службы пары «катод-сопло»	До 150-200 пробивок	До 700-800 пробивок

Срок службы сопла и катода зависят от интенсивности их охлаждения (жидкостью или охлаждающим газом), рациональных энергетических и технологических параметров, типа и величины расхода плазмообразующего газа.

Для плазменной резки металла применяются активные и неактивные газы и составленные из них газовые смеси. Активные газы — это кислород и кислородосодержащие смеси (например – воздух), а неактивные — азот, аргон, водород.

Применение активных газов, как правило, требуется при резке черных металлов. Неактивные газы (и их смеси) используются при резке цветных металлов и сплавов. В таблице 4-2 «Применение плазмообразующих газов в зависимости от вида металла» даны области применения плазмообразующих газов.

Таблица 4-2

**Применение плазмообразующих газов в зависимости от вида металла**

Плазмообразующие газы	Медь и ее сплавы	Алюминий и его сплавы	Сталь	Титан
Сжатый воздух	толщина до 60 мм	до 70 мм	до 60 мм	не рекомендуется
Азот с аргоном	не рекомендуется	не рекомендуется	только высоколегированную толщиной до 50 мм	не рекомендуется
Азот с кислородом	не рекомендуется	не рекомендуется	при резке любой толщины	не рекомендуется
Чистый азот	медь до 20 мм латунь до 90 мм	до 20 мм	высоколегированные до 75 мм низкоуглеродистые до 30 мм	для любой толщины

Азот с водородом	до 100 мм	до 100 мм	не рекомендуется	не рекомендуется
Аргон с водородом	выше 100 мм	выше 100 мм	для высоколегированной до 100 мм	не рекомендуется

Режим плазменной резки характеризуется следующими основными взаимосвязанными и взаимозависимыми параметрами:

- сила тока аппарата плазменной резки. Выбирается в зависимости от типа металла и его толщины;
- диаметр выходного отверстия сопла плазмотрона. Выбирается в зависимости от силы тока и давления плазмообразующих и охлаждающих газов;
- скорость резки. Выбирается в зависимости от типа и толщины разрезаемого металла, силы тока;
- расстояние между торцом сопла и изделием. Определяется давлением плазмообразующего газа и силой тока;
- тип, давление и расход плазмообразующего газа;
- степень очистки плазмообразующего газа.

Для обеспечения нормального процесса плазменной резки и получения необходимого качества реза необходим рациональный выбор параметров режима.

Одним из параметров качества реза является ОБРАЗОВАНИЕ ГРАТА. Грат представляет собой затвердевшую смесь металла и его оксида, приставшую к нижней части поверхности после выполнения плазменной резки. На верхней кромке поверхности листа металла, прошедшего плазменную резку, могут также быть брызги.

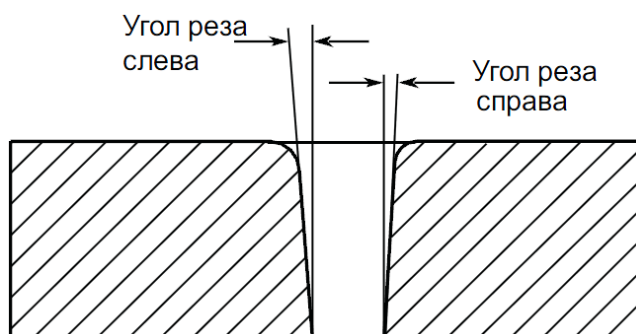
На формирование грата оказывает влияние множество переменных значений, в частности:

- скорость резки;
- расстояние, на котором находится плазменный резак от поверхности листа;
- сила тока и напряжение плазменной дуги;
- тип и давление плазмообразующего и охлаждающего газа.

Имеется также зависимость от таких переменных значений как сам материал, его толщина, состояние поверхности и перепады температуры материала во время резки. Грат может также образовываться, если скорость резки слишком велика или слишком мала. Обычно в середине диапазона между этими двумя предельными величинами находится та величина, при которой отсутствует грат.

Другим важным параметром резки является КОНУСНОСТЬ РЕЗА (УГЛОВОЕ ОТКЛОНЕНИЕ).

В горелке поток газа плазмы, выходя из горелки, вращается, поддерживая однородный столб газа. Это вращение проявляется в том, что одна сторона реза получается более прямоугольной, чем другая. Если смотреть по направлению перемещения, то правая сторона реза является более прямоугольной, чем левая.



Чтобы прямоугольная сторона реза находилась на внутреннем диаметре круга, горелку надо двигать по кругу против часовой стрелки. Чтобы прямоугольная сторона реза находилась на наружном диаметре, горелку надо двигать по часовой стрелке. Также нужно учитывать температурный градиент в плазменной дуге. Наибольшая передача

температуры от плазменной дуги к металлу происходит в верхней части реза, что заставляет плавиться в верхней части реза большее количество материала, чем в нижней части. Соответственно, это также влияет на конусность реза. На конусность влияет и степень обжаривания

плазменной дуги. Чем большему обжатию со стороны завихрённого плазмообразующего газа (а в некоторых моделях плазмотронов – и со стороны охлаждающего газа) подвергается плазменная дуга, тем меньшим получается конусность реза. Угол отклонения реза также зависит от расстояния, на котором находится плазмотрон от листа металла и от скорости резки. При плазменной резке без повышенного обжатия плазменной дуги угол резки с обеих сторон обычно составляет от 4 до 8 градусов. При использовании повышенного обжатия плазменной дуги угол резки может быть уменьшен до величины меньше 1 градуса.

**ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА С ПОВЫШЕННЫМ ОБЖАТИЕМ ПЛАЗМЕННОЙ ДУГИ** даёт возможность добиться очень хорошего качества реза и высокой точности. Данная технология обеспечивает для элементов допуск  $\pm 0,2$  мм и высокую точность повторения, позволяя, таким образом, получить качество кромки реза сопоставимое по качеству с теми кромками, которые даёт лазер. Также плазменная резка с повышенным обжатием плазменной дуги позволяет достичь результатов:

- грат либо не образовывается вовсе, либо создаётся в ограниченном количестве;
- высокая точность контура при острых углах и кромках;
- узкий допуск неровности поверхностей реза;
- узкая зона, подверженная тепловому воздействию, незначительное искривление;
- минимальная высота от вершин до впадин, гладкая поверхность реза;
- возможность выполнения отверстий малых диаметров.

**ШИРИНА РЕЗА.** Действует практическое правило, по которому ширина реза при плазменной резке составляет от полутора до двух величин диаметра выхода сопла. Ширина реза зависит от скорости резки. Если уменьшить скорость резки, то рез становится шире.

**МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (ЗОНА, ПОДВЕРЖЕННАЯ ТЕПЛОВОМУ ВЛИЯНИЮ).** По сравнению с кислородной резкой, зона, подверженная тепловому влиянию, меньше приблизительно на одну треть, если для нелегированных сталей используется плазменная резка. При обработке с помощью плазменной резки других материалов зона подверженная тепловому влиянию, варьирует, смотря по тому, что это за материал.

**АЗОТАЦИЯ КРОМКИ РЕЗА.** В случае выполнения плазменной резки с использованием в качестве плазмообразующего и охлаждающего газа воздуха или азота поверхность металла в области реза насыщается азотом (происходит азотация кромки реза). При использовании кислорода в качестве плазмообразующего и охлаждающего газа азотация кромки резко уменьшается или исчезает вообще.

Таблица 4-3

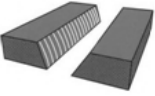
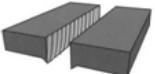
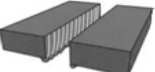
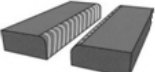
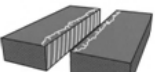
**Ориентировочные режимы плазменной резки металла с плазмообразующим газом - воздухом**

Разрезаемый материал	Параметры режима						
	Толщина (мм)	Диаметр сопла (мм)	Сила тока (А)	Напряжение дуги (В)	Расход воздуха (л/мин)	Скорость резки (м/мин)	Средняя ширина реза (мм)
Алюминий и его сплавы	5–15	2	120–200	170–180	70	2–1	3
	30–50	3	280–300	170–190	40–50	1,2–0,6	7
Медь и её сплавы	10	3	300	160–180	40–60	3	3
	20					1,5	3,5
	30					0,7	4
	40					0,5	4,5
	50					0,3	5,5
	60	3,5	400			0,4	6,5
Сталь 12Х18Н10Т	5–15	3	250–300	140–160	40–60	5,5–2,6	3
	10–30			160–180		2,2–1	4
	31–50			170–190		1–0,3	5



Таблица 4-4

**Наиболее распространённые отклонения по качеству, связанные с плазменной резкой, и способы их устранения**

Критерий	Отклонение	Возможная причина отклонения	Устранение отклонения
	Слишком большое угловое отклонение	Резак не установлен под требуемым углом.	Установить резак под правильным углом
		Расстояние между соплом и разрезаемым металлом слишком велико.	Уменьшить расстояние между плазмотроном и разрезаемым металлом
		Слишком маленькая сила тока	Увеличить силу тока
		Слишком высокая скорость резки	Отрегулировать скорость резки
		Неверное направление движения резака	Изменить направление движения плазмотрона (например с движения по часовой стрелки на движение против часовой стрелки)
		Сопло разрушено эрозией (изношено)	Заменить сопло
	Грат из-за высокой скорости	Слишком высокая скорость резки	Отрегулировать скорость резки
	Рез слишком узкий, бороздки по диагонали или в виде буквы S	Слишком маленькая сила тока	Увеличить силу тока
	Незначительное образование грата, грат твёрдый	Расстояние между соплом и разрезаемым металлом слишком велико.	Уменьшить расстояние между плазмотроном и разрезаемым металлом
	Грат из-за низкой скорости	Слишком низкая скорость	Отрегулируйте скорость
	Рез широкий, бороздки направлены вертикально	Слишком высокая сила тока	Уменьшить силу тока
	Образование грата в большом количестве, грат с пузырьками	Расстояние между соплом и разрезаемым металлом слишком мало.	Увеличить расстояние между плазмотроном и разрезаемым металлом
	Скруглённые верхние кромки	Вторичный газ не подходит для этого типа металла	Используйте другой газ
		Расстояние между соплом и разрезаемым металлом слишком велико.	Уменьшить расстояние между плазмотроном и разрезаемым металлом
		Слишком высокая скорость резки	Отрегулировать скорость резки
	Брызги на верхней кромке	Слишком низкая скорость резки	Отрегулировать скорость резки
		Расстояние между соплом и разрезаемым металлом слишком велико.	Уменьшить расстояние между плазмотроном и разрезаемым металлом
		Сопло разрушено эрозией	Заменить сопло

**ПРИМЕЧАНИЕ**

---

КОНКРЕТНЫЕ РЕЖИМЫ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА (ДАВЛЕНИЕ ГАЗОВ, СИЛА ТОКА, СКОРОСТЬ РЕЗКИ И ПРОЧ.) УКАЗАНЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ АППАРАТА ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ И ПЛАЗМОТРОНА.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

---

ТОЧНЫЕ (ФАКТИЧЕСКИЕ) РЕЖИМЫ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ОПЕРАТОРОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЁМ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ РАБОТЫ НА МАШИНЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ.

## 4.3 Технология кислородной термической резки – описание, основные характеристики



### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ УДАР

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ БЛОК СИСТЕМЫ АВТОПОДЖИГА ВЫРАБАТЫВАЕТ НАПРЯЖЕНИЕ ДО 7КВ. ВМЕШАТЕЛЬСТВО В РАБОТУ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО БЛОКА СИСТЕМЫ АВТОПОДЖИГА МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СИЛЬНОМУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ УДАРУ ОПЕРАТОРА ИЛИ ДРУГИХ ЛИЦ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ МТР И ПОВЛЕЧЬ ЗА СОБОЙ ЭЛЕКТРОТРАВМЫ, НЕСОВМЕСТИМЫЕ С ЖИЗНЬЮ.



### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШКАФ ГАЗОВОГО РЕЗАКА УПРАВЛЯЕТ РАБОТОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОВОЙ РЕЗКИ. В ЧИСЛЕ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ГАЗОВ – ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ ПРОПАН/АЦЕТИЛЕН, А ТАКЖЕ КИСЛОРОД, ОТНОСЯЩИЙСЯ К МАСЛООПАСНЫМ ГАЗАМ. ВМЕШАТЕЛЬСТВО В РАБОТУ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ШКАФА ЗАПРЕЩЕНО. ЗАПРЕЩЕНО ПРОИЗВОДИТЬ РЕГЛАМЕНТНЫЕ РАБОТЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ШКАФА ЛИЦАМ, НЕ ИМЕЮЩИХ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ДОПУСКОВ ПО РАБОТЕ С ГОРЮЧИМИ И МАСЛООПАСНЫМИ ГАЗАМИ.



### ВЗРЫВ И ПОЖАР

ПОЖАР И ВЗРЫВ МОГУТ ПРОИЗОЙТИ ИЗ-ЗА ГОРЯЧЕЙ ОКАЛИНЫ, ИЗ-ЗА ИСКР ИЛИ ИЗ-ЗА ФАКЕЛА ГАЗОВОГО РЕЗАКА.

- УБЕДИТЕСЬ, ЧТО НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ НЕТ ВЗРЫВООПАСНОГО ИЛИ ГОРЮЧЕГО МАТЕРИАЛА. ЛЮБОЙ ТАКОЙ МАТЕРИАЛ, КОТОРЫЙ НЕВОЗМОЖНО УДАЛИТЬ, ДОЛЖЕН БЫТЬ ЗАЩИЩЕН.
- СЛЕДУЕТ УДАЛЯТЬ ВСЕ ГОРЮЧИЕ ИЛИ ВЗРЫВООПАСНЫЕ ПАРЫ ИЗ ЗОНЫ РЕЗАНИЯ И С РАБОЧЕГО МЕСТА С ПОМОЩЬЮ ВЕНТИЛЯЦИИ.
- ЗАПРЕЩАЕТСЯ РЕЗАТЬ ЁМКОСТИ И КОЛБЫ, НАХОДЯЩИЕСЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (ТАКЖЕ ОСТАТОЧНЫМ), А ТАКЖЕ КОТОРЫЕ МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩЕЕСЯ ВЕЩЕСТВО. СУЩЕСТВУЕТ ОПАСНОСТЬ ИХ ВЗРЫВА.
- ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАПУСКАТЬ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ МАШИНУ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ В СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОКРУЖАЮЩИЙ ВОЗДУХ СОДЕРЖИТ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ПЫЛЬ ИЛИ ГАЗЫ.
- ЕСЛИ РАБОТА ПРОИЗВОДИТСЯ В ЗОНЕ, ГДЕ СУЩЕСТВУЕТ ОПАСНОСТЬ ВОЗГОРАНИЯ, НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧИТЬ ПОЖАРНЫЙ КОНТРОЛЬ.

ПРОЦЕСС КИСЛОРОДНОЙ (ГАЗОПЛАМЕННОЙ) ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ основан на процессе полного окисления (сгорания) железа (химический элемент «Fe») в струе химически несвязанного кислорода («O<sub>2</sub>») и выдувания этой струей из зоны реза продуктов окисления.

Сущность процесса заключается в местном расплавлении и выдувании расплавленного металла с образованием полости реза при перемещении газового резака относительно разрезаемого металла. В способах газовой резки источником нагрева металла является газовое (кислородное) пламя, а источники электрической энергии не используются.

Для нагревания железа до температуры плавления при резке используется горючий газ – пропан или ацетилен.

#### **ПРЕИМУЩЕСТВА:**

НИЗКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ резки металла при толщинах металла от 30 мм.;

БОЛЬШИЕ ТОЛЩИНЫ разрезаемого металла. Толщина разрезаемого металла может достигать 500 мм. и ограничена конструктивными особенностями Изделия.

ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО РЕЗА. Современные газовые резаки в совокупности с правильным подбором типа горючего газа (ацетилен или пропан) и давления газов обеспечивают приемлемую ширину реза, почти полное отсутствие конусности реза и чистые (без наплывов и грат) кромки, почти не требующие дополнительной обработки;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОРЕЗАКОВЫХ СХЕМ – при использовании технологии кислородной резки возможно одновременное использование нескольких газовых резаков для резки одного листа металла.

#### **НЕДОСТАТКИ:**

НИЗКАЯ СКОРОСТЬ РЕЗКИ;

ОГРАНИЧЕНИЕ ПО ТИПУ РАЗРЕЗАЕМЫХ МЕТАЛЛОВ – при использовании технологии кислородной резки возможно обрабатывать только некоторые (хотя и очень распространённые) виды чёрных и цветных металлов;

ВЫСОКАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ резки металла в диапазоне толщин до 10 мм.;

ОГРАНИЧЕНИЕ ТОЛЩИНЫ разрезаемого металла - толщина разрезаемого металла, начиная с которой получается приемлемое качество реза – от 4 мм.;

ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТЬ – при кислородной резке используются маслоопасный газ кислород и пожароопасные горючие газы: пропан и ацетилен.

Процесс кислородной резки металлов и сплавов основывается на способности металлов и сплавов гореть в струе технически чистого кислорода. Процесс резки начинается с нагревания металла в начале реза подогревающим пламенем резака до температуры воспламенения металла в кислороде. Затем пускается струя режущего кислорода, и металл сгорает, одновременно выдуваются образующиеся окислы и расплавившийся металл.

Кислородной резке могут подвергаться только те металлы и сплавы, которые удовлетворяют следующим основным требованиям:

1) температура воспламенения металла в кислороде должна быть ниже температуры его плавления. Металлы и сплавы, не удовлетворяющие этому требованию, будут не сгорать, а плавиться.

Лучше всех металлов этому требованию удовлетворяют малоуглеродистые стали, температура воспламенения в кислороде которых около 1300°, а температура плавления около 1500°. Увеличение содержания углерода в стали сопровождается повышением температуры воспламенения в кислороде и понижением температуры плавления. Поэтому с увеличением содержания углерода кислородная резка сталей ухудшается;

2) температура плавления окислов металла, образующихся при резке, должна быть ниже температуры плавления самого металла, в противном случае тугоплавкие окислы не будут выдвигаться режущей струей кислорода, что нарушит нормальный процесс резки.

Этому условию не удовлетворяют хромистые стали и алюминий. При резке хромистых сталей образуются тугоплавкие окислы с температурой плавления 2000°, а при резке алюминия — окисел с температурой плавления около 2050°. Кислородная резка их невозможна без применения специальных флюсов;

3) количество тепла, которое выделяется при сгорании металла в кислороде, должно быть достаточно большим, чтобы поддерживать непрерывный процесс резки. При резке стали около 70% тепла выделяется при сгорании металла в кислороде и только 30% общего тепла дает подогревающее пламя резака;

4) образующиеся при резке шлаки должны быть жидко-текучими и легко выдвигаться из места реза;

5) теплопроводность металлов и сплавов не должна быть слишком высокой, так как теплота, сообщаемая подогревающим пламенем, будет интенсивно отводиться от места реза, вследствие чего процесс резки будет неустойчивым и в любой момент может прерваться. Этому условию не удовлетворяют медь и алюминий и сплавы на их основе;

6) в металлах и сплавах, подвергающихся кислородной резке, должно быть ограниченное содержание примесей, препятствующих процессу резки.

В зависимости от содержания углерода и химического состава примесей стали по-разному поддаются кислородной резке.

ХОРОШО РЕЖУТСЯ малоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,3%. При содержании углерода в сталях свыше 0,7% процесс резки ухудшается и при содержании его свыше 1,2% делается почти невозможным.

ЧУГУН, СОДЕРЖАЩИЙ БОЛЕЕ 1,7% УГЛЕРОДА, КИСЛОРОДНОЙ РЕЗКОЙ НЕ ОБРАБАТЫВАЕТСЯ. Это объясняется тем, что температура плавления чугуна ниже температуры плавления образующихся оксидов, поэтому металл удаляется из зоны реза без характерного окисления. Кроме того, образующиеся при нагреве оксиды имеют низкую текучесть и с трудом удаляются струей кислорода.

Лучше всего подходит для кислородной резки углеродистая сталь, которая удовлетворяет всем условиям, необходимым для поддержания непрерывности процесса. Влияние примесей в стали на процесс кислородной резки отражено в таблице 4-5.

Таблица 4-5

**Влияние примесей стали на процесс кислородной резки**

<b>Легирующий элемент</b>	<b>Влияние на процесс резки</b>
Углерод	При содержании до 0,4% процесс резки не ухудшается, при более высоком содержании ухудшается, а при содержании 1-1,25% становится невозможным.
Марганец	Содержание до 0,4% на процесс резки заметно не влияет. При более высоком содержании процесс резки затрудняется, а при 14% становится невозможным.
Кремний	Содержание в количестве, обычном для сталей отрицательного влияния на процесс резки не оказывает. При повышенном содержании процесс усложняется, а при содержании более 4% становится невозможным.
Фосфор и сера	В обычных количествах отрицательного влияния не оказывает.
Хром	Содержание до 4-5% отрицательного влияния на процесс резки не оказывает. При большем содержании процесс резки становится невозможным и требует применения флюса.
Никель	Содержание до 7-8% отрицательного влияния на процесс резки не оказывает. С увеличением содержания процесс резки усложняется.
Молибден	Содержание до 0,25% отрицательного влияния на процесс резки не оказывает.
Вольфрам	Содержание до 10% отрицательного влияния на процесс резки не оказывает. При более высоком содержании процесс резки затрудняется, а при 20 % становится невозможным.
Ванадий	В обычных количествах отрицательного влияния не оказывает.
Медь	Содержание до 0,7% влияния на процесс резки не оказывает.
Алюминий	Содержание до 0,5 % влияния на процесс резки не оказывает.

Режим кислородной резки характеризуется следующими основными параметрами:

- мощностью подогревательного пламени;

- давлением и расходом режущего кислорода;
- скоростью резки;
- шириной реза.

Для обеспечения нормального процесса газопламенной кислородной резки необходим рациональный выбор параметров режима.

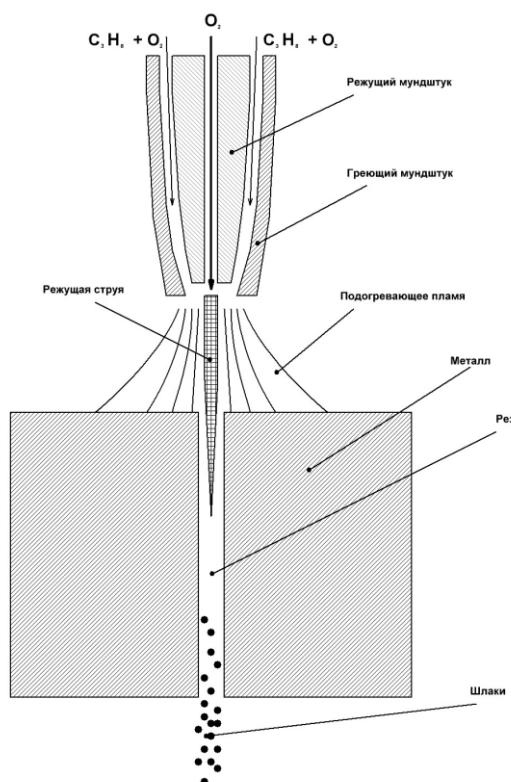
Параметрами режима являются:

- диаметр сопла мундштука резака (номер мундштука),
- давление горючего газа – пропана или ацетилена,
- давление греющего кислорода,
- давление режущего кислорода,
- скорость резки,
- расстояние между торцом мундштука и изделием,
- время прогрева металла.

Мощность подогревательного пламени характеризуется расходом горючего газа в единицу времени и зависит от толщины разрезаемого металла. Она должна обеспечивать быстрый подогрев металла в начале резки до температуры воспламенения и необходимый подогрев его в процессе резки.

РОЛЬ ПОДОГРЕВАЮЩЕГО ПЛАМЕНИ В ПРОЦЕССЕ РЕЗКИ МЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ РАЗРЕЗАЕМОГО МЕТАЛЛА. Так, при толщине металла до 5 мм подогревающее пламя занимает до 80% в общем количестве тепла, участвующего в процессе резки.

С увеличением толщины металла роль подогревающего пламени в балансе температур падает, и при толщине 50 мм и более доля подогревающего пламени падает до 10%. В результате взаимодействия расплавленного металла с кислородом образуются оксиды железа, которые вместе с расплавленным металлом удаляются из зоны реза кинетической энергией струи кислорода.



Выбор давления режущего кислорода зависит от толщины разрезаемого металла и чистоты кислорода. Чем чище кислород, тем меньше давление и расход кислорода на 1 пог. м реза.

Скорость перемещения резака должна соответствовать скорости горения металла. От скорости резки зависит устойчивость процесса, а также и качество. Малая скорость приводит к оплавлению свариваемых кромок, а большая — к появлению непрорезаемых до конца участков реза.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

ТОЧНЫЕ (ФАКТИЧЕСКИЕ) РЕЖИМЫ КИСЛОРОДНОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ОПЕРАТОРОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЁМ В НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ РАБОТЫ НА МАШИНЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ.

#### Схема процесса разделительной кислородной резки

Смесь кислорода  $O_2$  с горючим газом (например с пропаном  $C_3H_8$ ) выходит из подогревательного мундштука резака и сгорает, образуя подогревательное пламя.

Этим пламенем металл нагревается до температуры начала его горения. После этого по осевому каналу режущего мундштука подается струя режущего кислорода  $O_2$ .

Кислород попадает на нагретый металл и зажигает его. При его горении выделяется значительное количество теплоты, которое совместно с теплотой, выделяемой подогревательным пламенем, передается нижележащим слоям металла, которые также сгорают.

Образующиеся при этом шлаки (оксиды железа и т.д.) выдуваются струей режущего кислорода из зазора между кромками реза. Для кислородной резки пригодны горючие газы и пары горючих жидкостей, дающие температуру пламени при сгорании в смеси с кислородом не менее  $1800^{\circ}C$ . Особенно важную роль при резке имеет чистота кислорода. **ДЛЯ РЕЗКИ НЕОБХОДИМО ПРИМЕНЯТЬ КИСЛОРОД С ЧИСТОТОЙ 98,5-99,5 %**. С понижением чистоты кислорода очень сильно снижается производительность резки и увеличивается расход кислорода. Так при снижении чистоты с 99,5 до 97,5 % (т.е. на 2 %) - производительность снижается на 31 %, а расход кислорода увеличивается на 68,1 %.

**ПОВЕРХНОСТЬ РАЗРЕЗАЕМОГО МЕТАЛЛА ДОЛЖНА БЫТЬ ОЧИЩЕНА ОТ МАСЛА, КРАСКИ, РЖАВЧИНЫ И ДРУГИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.**

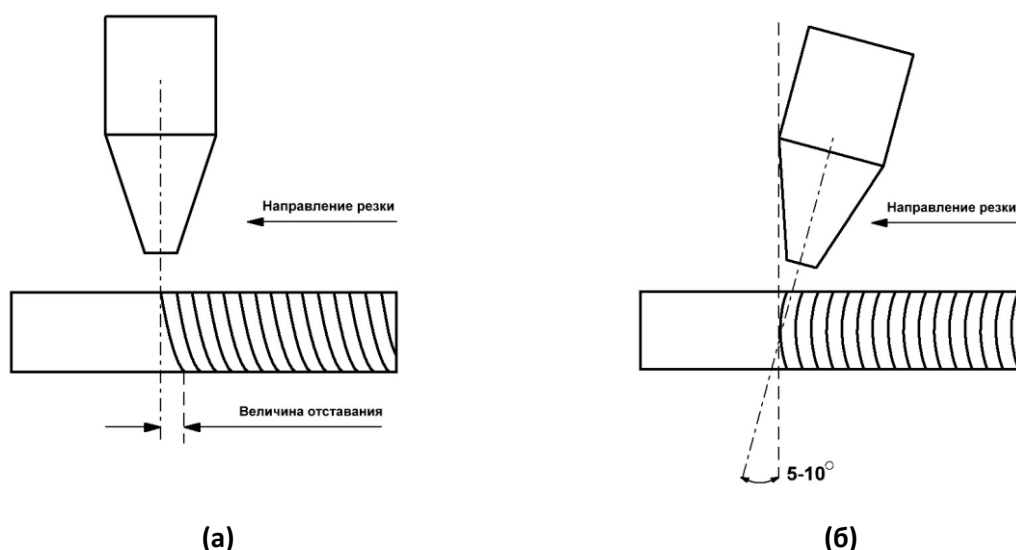
Лист металла устанавливается таким образом, чтобы был свободный выход режущей струи с обратной стороны.

Операция резки начинается с предварительного подогрева в месте реза при температуре горения металла ( $1200-1350^{\circ}C$ ). Устанавливаемая мощность подогревающего пламени зависит от рода горючего газа, толщины и состава разрезаемого металла.

Начинают резку обычно с кромки металла. При толщинах до 80-100 мм можно прорезать отверстие в любом месте листа.

Ядро подогревающего пламени должно находиться на расстоянии 2-3 мм от поверхности металла. Когда температура подогреваемого металла достигнет необходимой величины, пускают струю режущего кислорода.

По мере углубления режущей струи в толщу реза уменьшается скорость и мощность струи режущего кислорода. Поэтому наблюдается ее искривление, для уменьшения которого дается наклон режущей струи.



**Отставание режущей струи (а); резак, наклоненный для уменьшения отставания струи (б)**

При резке толстого металла ширина реза увеличивается к нижней кромке из-за расширения струи режущего кислорода. На кромках с их нижней стороны остается некоторое количество шлака.

Как правило, прямолинейная кислородная резка стальных листов толщиной до 50 мм выполняется вначале с установкой режущего сопла мундштука в вертикальное положение, а затем с наклоном в сторону, противоположную направлению резки (обычно на 15–30°).

Наклон режущего сопла мундштука в сторону ускоряет процесс окисления металла и увеличивает скорость кислородной резки, а, следовательно, и её производительность.

При бо́льшей толщине стального листа (свыше 50 мм.) резак в начале резки наклоняют на 5-10° в сторону, обратную движению резки.

В металле, на поверхности реза, повышается содержание углерода. Причина этого в том, что при горении углерода образуется окись углерода CO, при взаимодействии которой с железом, в металле и повышается содержание углерода. Возможна и диффузия углерода к кромке реза из близкорасположенных участков металла.

Если производится последующая сварка для предупреждения повышения углерода в металле шва (образование закаленных структур), следует производить механическую обработку или зачистку поверхности реза.

В процессе реза происходит термообработка металла кромок реза, соответствующая закалке. Ширина зоны термического влияния (до 6 мм) зависит от химического состава и возрастает с увеличением толщины разрезаемого металла.

Низкоуглеродистая сталь закалке практически не поддается. Происходит только укрупнение зерна и появление в структуре наряду с перлитом участков сорбита. При резке сталей с повышенным содержанием углерода или легирующих примесей в структуре металла может появиться троостит и даже мартенсит.

Неравномерный нагрев кромок создает напряжения в металле и деформирует его. Кромки реза несколько укорачиваются, а в прилегающем слое возникают растягивающие напряжения, которые могут привести к образованию трещин.

Таблица 4-6

**Выбор мундштуков для газового резака Harris 198 2TF (для низкоуглеродистых сталей)**

№ мундштука	Показатели резки		Показатели кислорода	
	Толщина, мм.	Скорость, мм./мин.	Подогрев, bar	Резка, bar
5/0VVC	1-4	750	0.4	3.0
4/0VVC	4-6	700	0.5	3.0
3/0VVC	6-9	650	0.7	5.0
00VVC	9-12,5	630	0.7	5.0
0VVC	12.5-20	600	0.7	6.0
01/2VVC	20-35	550	0.7	7.0
1VVC	35-50	480	0.7	7.0
1VVC	50-60	400	0.7	7.0
11/2VVC	60-75	310	0.7	7.0
2VVC	75-100	280	0.7	7.0
2VVC	100-125	240	0.7	7.0
21/2VVC	125-150	200	0.7	7.0
3VVC	150-175	180	0.7	7.0
4VVC	175-200	180	0.7	7.0
5VVC	200-225	150	0.7	6.0
51/2VVC	225-250	130	0.7	6.0



Таблица 4-7

**Показатели параметров для мундштука с нормальным подогревом (тип 6290-NX)**

<b>Мундштук</b>	<b>Резка толщин, мм</b>	<b>Скорость резки, мм/мин</b>	<b>Давление кислорода, бар</b>	<b>Расход O<sub>2</sub> на резку, м<sup>3</sup>/ч</b>	<b>Расход O<sub>2</sub> на подогрев, м<sup>3</sup>/ч</b>	<b>Расход пропана, м<sup>3</sup>/ч</b>
000-NX	0 - 5	750	1,0 - 2,0	0,66 - 0,84	0,84	0,24
00-NX	5-10	500 - 650	1,0 - 2,0	0,84 - 1,08	1,08	0,3
0-NX	10-15	450 - 500	1,5 - 2, 5	1,08 - 1,62	1,08	0,3
1-NX	15 - 25	400 - 450	2,0 - 3,5	1,62 - 2,7	1,08	0,3
2-NX	25 - 50	250 - 350	3,0 - 4, 5	4,32 - 6,48	1,2	0,36
3-NX	50 - 75	200 - 250	3,0 - 4,5	5,4 - 7,56	1,2	0,36
4-NX	75 - 150	150 - 200	3,5 - 5,5	9,78 - 15,18	1,5	0,42
5-NX	150 - 200	125 - 150	4.5 - 5,5	14,1 - 17,34	1,8	0,48
6- NX	200 - 300	100 - 125	5,0 - 6,5	16,26 - 20,58	2,1	0,54

#### 4.4 Использование технологий термической резки металла в Изделии

В машине термической резки «Юпитер 2» могут быть использованы как одна из вышеприведённых технологий, так и обе. Использование той или иной технологии обусловлено комплектацией Изделия.

МТР «Юпитер 2» могут быть укомплектованы в вариантах, указанных в таблице 4-8:

Таблица 4-8

Комплектация МТР «Юпитер 2» в зависимости от применяемой технологии

Вариант комплектации	Тип резки	Местонахождение резака		
		Одна каретка	Две каретки	
			Ведущая	Ведомая
1 вариант	Плазменная	На ведущей	---	---
2 вариант	Кислородная	На ведущей	---	---
3 вариант	Кислородная	---	Газовый резак	Газовый резак
4 вариант	Комбинированная	---	Плазмотрон	Газовый резак
5 вариант	Комбинированная	---	Газовый резак	Плазмотрон

## 4.5 Описание и работа составных частей Изделия

МТР состоит из рельсового пути, портала с каретками, гибких кабель-каналов, соединяющих каретку(и) с порталом и портал с рельсовым путём, стойки системы ЧПУ (СЧПУ) и рабочих инструментов.

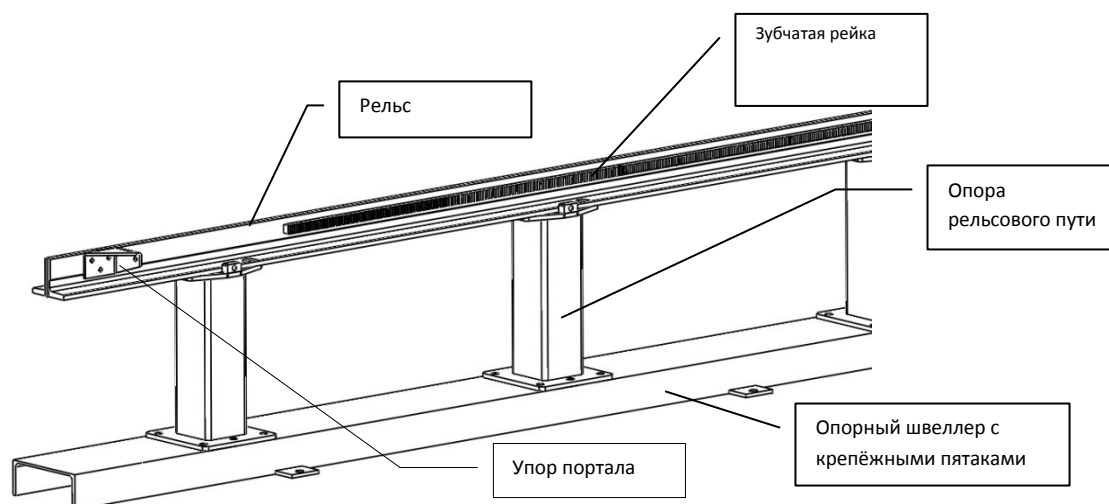
### 4.5.1 Рельсовый путь.

Рельсовый путь предназначен для обеспечения линейности перемещения портала по оси Х. Рельс выполнен в виде перевернутого тавра (горизонтальной полкой вниз), положенного на сварные опоры, которые, в свою очередь, помещены на опорный швеллер. Опорный швеллер имеет крепёжные пятки для его крепления к фундаменту МТР. Крепление опорного швеллера к фундаменту производится с помощью анкерных болтов.

Каждая опора в своей верхней части имеет механизм юстировки части рельсового пути по горизонтальным и вертикальным плоскостям.

Первая юстировка рельсового пути производится при монтаже МТР монтажной организацией. Последующие юстировки производятся в том случае, если МТР меняла своё место расположения или если рельсовый путь был повреждён или подвергнут сильному ударному или гнущему воздействию. Если таких воздействий не было, то юстировка РП производится по результатам проверки рельсовых путей во время выполнения ежегодных регламентных работ.

На тавре каждого рельса закреплена зубчатая рейка привода по оси Х. Концы рельсов имеют упоры, предназначенные для предотвращения выкатывания портала за пределы рельсового пути. На одном из рельсовых путей (левом или правом) к каждой опоре прикреплены кронштейны лотка гибкого кабель-канала портала и сам лоток. В кабель-канал портала укладываются кабели питания всех сервоприводов, сигнальные кабели портала МТР и газовые шланги. ТАКОЙ РЕЛЬСОВЫЙ ПУТЬ СЧИТАЕТСЯ ОСНОВНЫМ и все работы по монтажу МТР, юстировке РП начинаются именно с него.



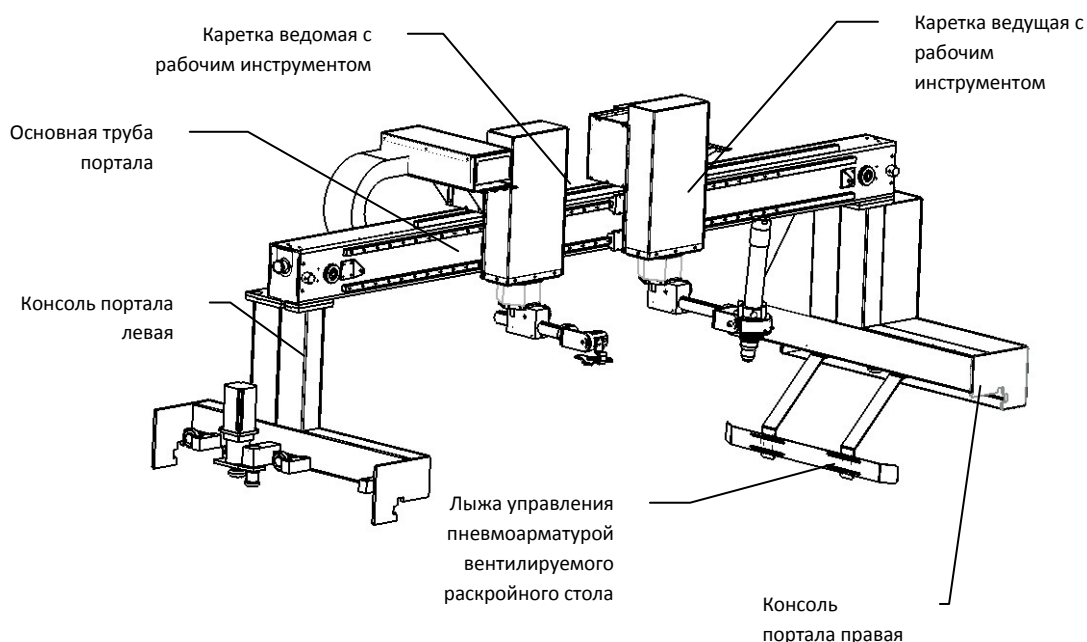
На другом рельсовом пути МТР установлены пластины срабатывания концевых выключателей (датчиков) определения нулевой точки по оси Х, аварийного останова, определения зоны парковки.

## 4.5.2 Портал.

Портал представляет собой сварную или сборную металлическую конструкцию П-образного типа, поперечиной которой является основная труба портала, а боковыми стойками – консоли портала.

В консолях портала расположены узлы приводов по оси Х - сервоприводы по оси Х с планетарными редукторами и прижимными блоками, электронные модули коммутации и передачи сигналов, грибки аварийного останова и разъёмы подключения выносного пульта оператора.

В одной из консолей (в зависимости от исполнения Изделия – на левой или правой) также расположено крепление гибкого кабель-канала портала, с помощью которого организован ввод в портал силовых и сигнальных кабелей, газовых шлангов. Соответственно, на противоположной консоли расположены концевые выключатели (датчики) определения нулевой точки по оси Х, аварийного останова, определения зоны парковки.



В зависимости от исполнения Изделия, в правой или в левой, или в обоих одновременно могут располагаться сервоусилители моторов осей Х и Y и их блоки питания.

К одной из консолей (в зависимости от исполнения Изделия – на левой или правой) прикреплена лыжа управления пневмоаппаратурой вентилируемого раскройного стола.

В консолях расположены опорные ролики, на которых портал перемещается по рельсовому пути. При этом на той консоли, где организован ввод гибкого кабель-канала, имеются узлы защемления (обжима) верхней части тавра рельсового пути. Данные узлы предназначены для обеспечения устойчивости портала на тавре рельсового пути и для обеспечения перпендикулярности портала относительно рельсового пути. Степень обжима (защемления) проверяется при проведении ежемесячных и ежегодных регламентных работ или при изменении геометрии вырезаемых деталей.

На основной трубе портала на фронтальной стороне установлены сложнопрофильные рельсы перемещения кареток/суппортов по оси Y. Также на фронтальной стороне установлены (в зависимости от комплектации Изделия) правый и левый узлы натяжения троса перемещения ведомой каретки, пластины срабатывания концевых выключателей (датчиков) определения нулевой точки по оси Y, аварийного останова.

Сверху трубы портала установлена зубчатая рейка сервопривода оси Y.

На задней стороне трубы портала установлен лоток гибкого кабель-канала кареток/суппортов.

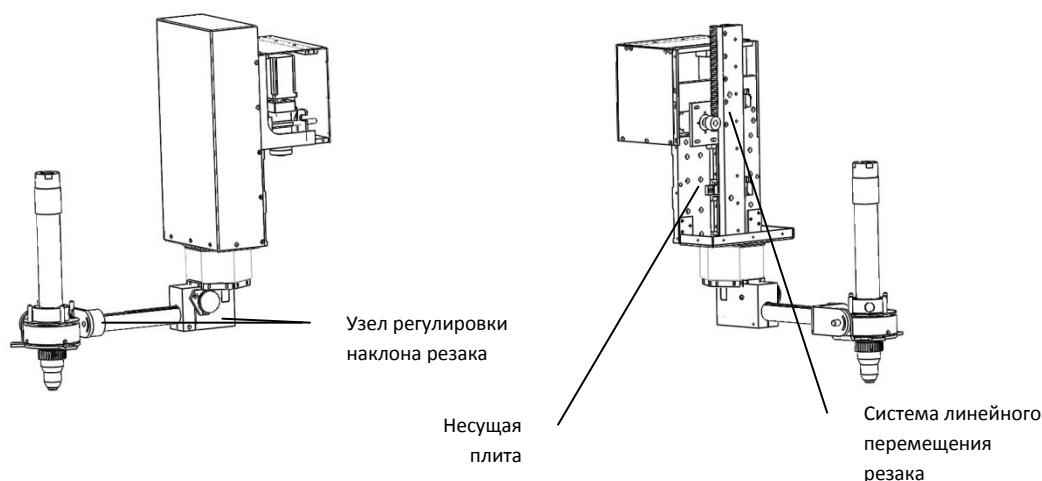
### 4.5.3 Каретки (суппорта)

В МТР «ЮПИТЕР 2» РЕАЛИЗОВАНЫ ПРИНЦИПЫ:

- ПРИНЦИП ВЕДУЩЕЙ И ВЕДОМОЙ КАРЕТКИ
- ОДНА КАРЕТКА = ОДИН РАБОЧИЙ ИНСТРУМЕНТ
- ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМОТРОН УСТАНОВЛИВАЕТСЯ НА ВЕДУЩЕЙ КАРЕТКЕ

То есть ведущая каретки имеет привод для перемещения по оси Y, а ведомая – нет. При этом ведущей кареткой принимается каретка с основным рабочим инструментом. Перемещение ведомой каретки по оси Y производится с помощью привода оси Y ведущей каретки через устройство сцепления кареток (узел фиксации ведомой каретки).

Ведущая каретка состоит из несущей плиты, днищевой плиты, двух боковых стенок и крышки, фронтального кожуха, державки рабочего инструмента (газового или плазменного резака). Внутри каретки расположен сервопривод для перемещения каретки (суппорта) по оси Y с системой прижима привода к зубчатой рейке, линейная система перемещения державки рабочего инструмента по оси Z с сервоприводом, концевые выключатели определения нулевой точки по оси Y и аварийного останова, электронные модули управления приводом оси Z и работой рабочего инструмента.

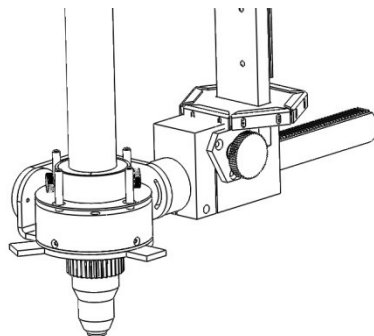


На тыльной стороне несущей плиты ведущей каретки расположены высокоточные линейные подшипники перемещения каретки по оси Y.

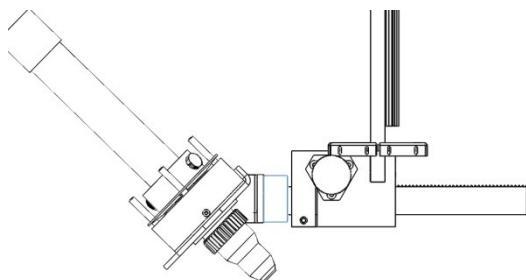
В случае, если МТР «Юпитер 2» имеет в качестве рабочего инструмента используется газовый резак, то на каретке (ведущей или ведомой) расположен шкаф газовых клапанов газового резака. В этом шкафу находятся электромагнитные клапана, аппаратура включения автоподжига, электронные модуль управления.

Если в качестве рабочего инструмента используется плазменный резак, то на ведущей каретке установлена державка обоймы плазмотрона, а в случае использования выносного осциллятора (блока поджига дуги) – сам осциллятор в защитном корпусе.

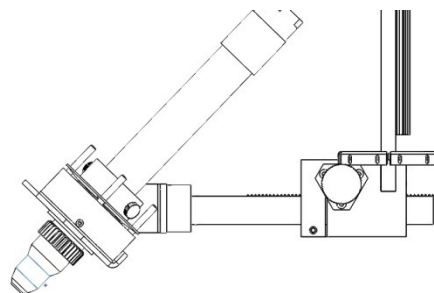
Державка обоймы рабочего инструмента, в зависимости от модели МТР «Юпитер 2», года выпуска и комплектации, может иметь узел пространственной регулировки рабочего инструмента. Данный узел используется для установки резака под углом для снятия фаски при прямолинейном резе (по оси X или по оси Y). Примеры наклона резака приведены на рисунках ниже.



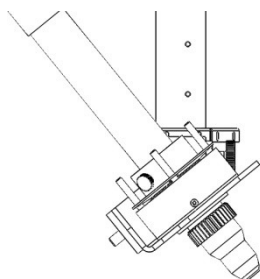
Нормальное положение резака (90° относительно листа в направлениях X и Y)



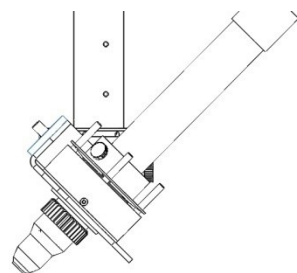
Наклон резака назад по оси X



Наклон резака вперёд по оси X



Наклон резака вправо по оси Y



Наклон резака влево по оси Y

#### ПРИМЕЧАНИЕ

НАКЛОН РЕЗАКА И ЕГО ФИКСАЦИЯ ПРОИЗВОДИТСЯ ОПЕРАТОРОМ ВРУЧНУЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШЕСТИГРАННЫХ КЛЮЧЕЙ. ОПЕРАТОР ДОЛЖЕН НАДЁЖНО ЗАФИКСИРОВАТЬ РЕЗАК ПОСЛЕ ВЫСТАВЛЕНИЯ УГЛА ДЛЯ ИЗБЕЖАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА ВО ВРЕМЯ РЕЗКИ.

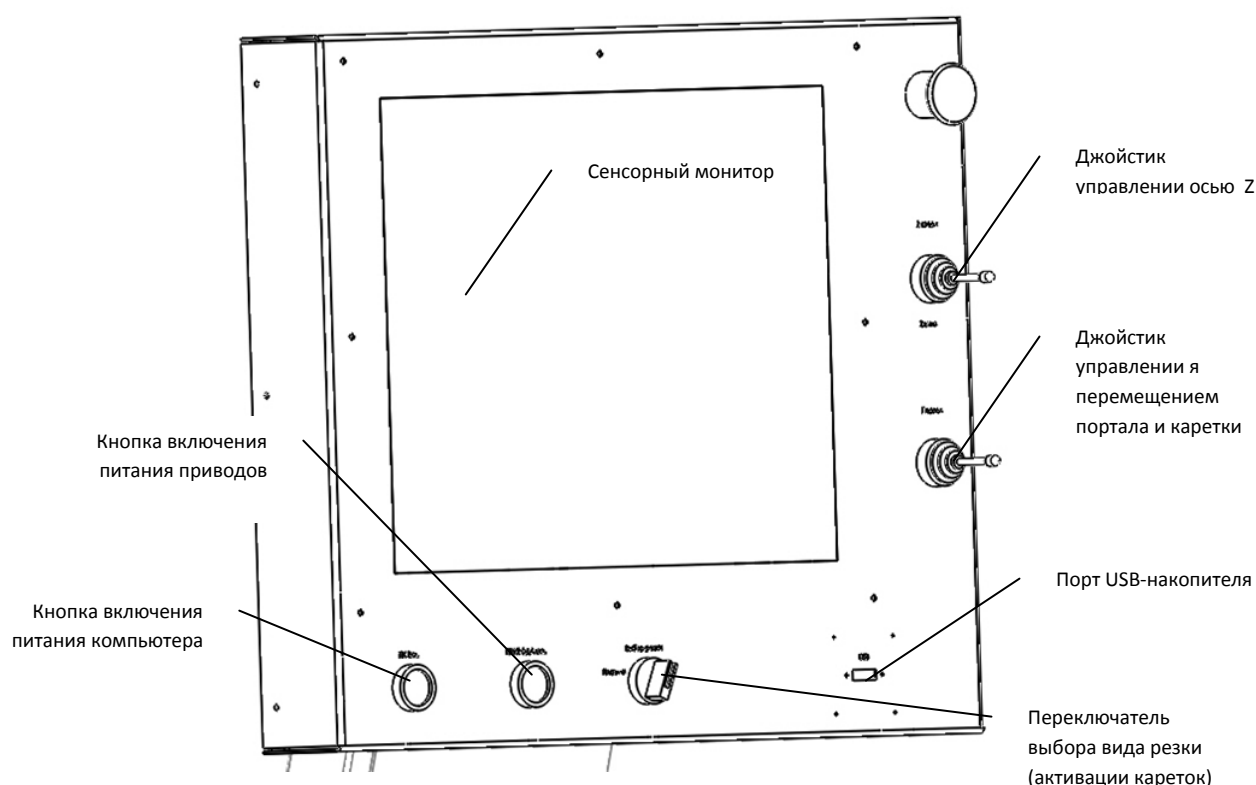
Также на державке рабочего инструмента установлены датчики определения поверхности листа и, в случае установки газового резака - чувствительные элементы емкостного датчика слежения за расстоянием до поверхности листа.

На некоторых моделях МТР «Юпитер 2» (в зависимости от комплектации и года выпуска) в державке рабочего инструмента установлены выключатели системы защиты резака от столкновения, входящие в CAO (CAO = Система Аварийного Останова).

#### 4.5.4 Система управления (СЧПУ)

Машины термической резки «Юпитер 2» укомплектовываются двухуровневой системой числового программно управления (СЧПУ) на базе компьютера в промышленном исполнении, Общее управление УЧПУ производится под операционной системой Windows XP Embedded Standard. Непосредственное управление координатным столом, процессом резки производится управляющей программой верхнего уровня (УПВУ) ProCut или УПВУ J-CUT.

Система ЧПУ аппаратно состоит из двух частей – стойки оператора и шкафа электроники и электрики. В некоторых моделях МТР «Юпитер 2» эти два узла конструктивно могут быть объединены.



СЧПУ выполняет следующие функции:

- управление режимами работы МТР;
- управление движением портала и кареток по осям X и Y как вручную, так и по программе;
- управление работой рабочего инструмента;
- отслеживание концевых выключателей ограничения перемещения по осям X, Y и Z с блокировкой движения в запрещённую сторону;
- выключение рабочего инструмента при срабатывании системы аварийного останова;
- слежение за высотой рабочего инструмента относительно разрезаемого листа в процессе резки.

В стойке ЧПУ расположены:

- компьютер в промышленном исполнении с управляющей программой верхнего уровня;
- LCD сенсорный монитор с диагональю не менее 15";

- джойстики ручного управления координатным столом;
- элементы управления (кнопки включения компьютера, силового питания приводов, выбора рабочей (активной) каретки, кнопка-грибок системы аварийного останова и проч. кнопки, клавиши и переключатели);
- электронный модуль (с индикатором) Панели оператора для ввода параметров рабочего инструмента и некоторых параметров резки;
- электронный модуль управления координатным столом;
- плата обработки напряжения дуги плазмотрона – при использовании технологии плазменной резки;
- силовая коммутационная плата;
- в зависимости от исполнения – сервоусилители приводов осей X и Y (в некоторых моделях – сервоусилители приводов осей Z);
- элементы электроавтоматики;
- стабилизатор питания (в зависимости от комплектации модели МТР);
- разъёмы и клеммники для подключения силовых и сигнальных кабелей.

Включение ЧПУ производится путём однократного нажатия кнопки «ПК Вкл.». После этого запустится ОС Windows XP ES. После запуска ОС Windows XP ES и после запуска УВПУ – необходимо нажать кнопку «ПРИВОДА вкл.», которая подаст питание на блоки управления сервоприводов и остальной электрики и автоматики.

Система ЧПУ с помощью программного обеспечения переводит графические контуры, которые получает в цифровом виде, в набор команд для контроллера, обеспечивающего работу РИ и оси Z и в набор импульсов для сервоусилителей приводов по осям X и Y.

При перемещении каретки с РИ по осям X и Y используется импульсный метод управления сервоприводами по каналу LPT-порта компьютера системы ЧПУ. То есть один импульс на выходе LPT-порта равен одному сдвигу ротора серводвигателя на некое постоянное угловое значение, как правило лежащее в пределах от 0,007 до 1,8 градуса. Непрерывная последовательность импульсов приводит к вращению серводвигателя. Также по LPT-порту происходит управление направлением вращения серводвигателя.

Управление МТР производится на основании структуры, приведённой ниже.

Основными управляющими элементами являются ПК с УПВУ и БЦУ (Блок Центрального Управления).

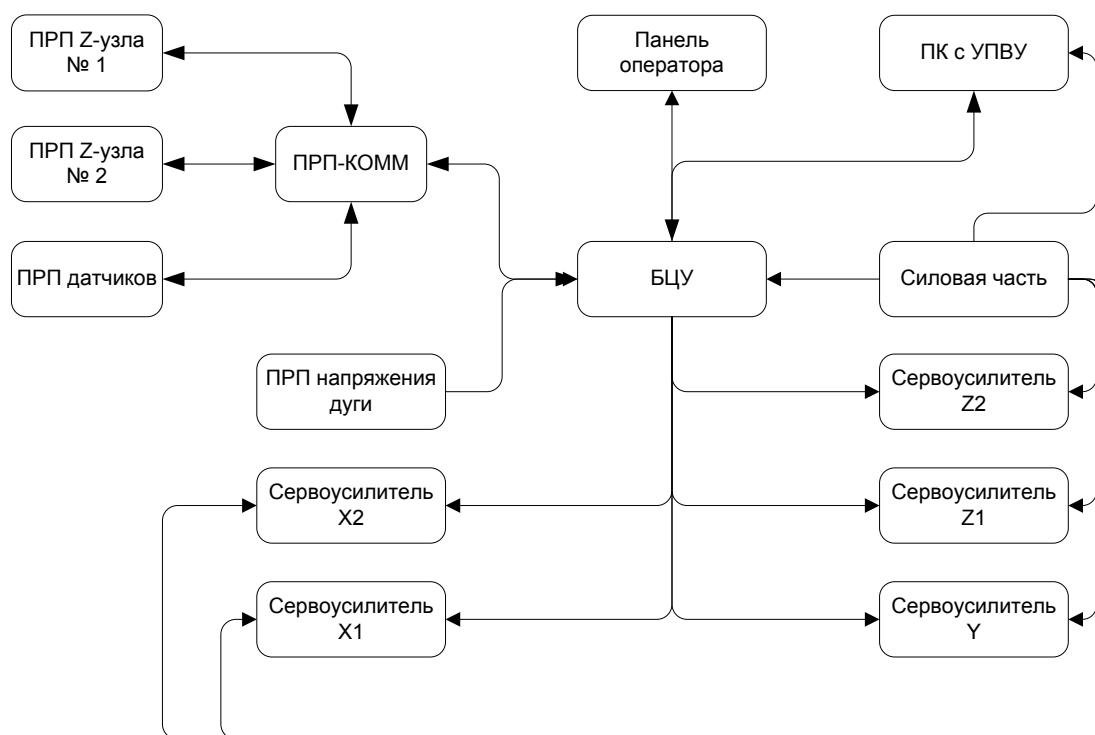
ПК с УПВУ генерирует команды перемещения портала и ведущей каретки, запуска и остановки процесса резки и передаёт их в БЦУ.

БЦУ гальванически развязывает, усиливает и транслирует команды перемещения на сервоусилители осей X и Y, а также выполняет функции управления осями Z и рабочим инструментом, обработку данных от ПРП, коммутацию и трансляцию сигналов от ПРП до ПК с УПВУ.

В системе управления имеются ПРП:

- ПРП датчиков;
- ПРП Z-узла;
- ПРП-Комм;
- ПРП напряжения дуги;
- Панель оператора;
- Выносной пульт.





Структурная схема № 1

#### 4.5.4.1 ПРП датчиков

ПРП датчиков устанавливается на консоль, противоположную консоли ввода газовых шлангов и силовых и сигнальных кабелей.

К ПРП датчиков подключаются бесконтактные датчики (или концевые выключатели), отвечающие за сигналы «Авария по оси Х», «0» по оси Х», «Парковка», «Зона выключателей», а также (при необходимости) - выносной пульт управления МТР.

ПРП датчиков имеет светодиодную индикацию срабатывания бесконтактных датчиков (или концевых выключателей).

ПРП датчиков соединяется с коммутационной платой ПРП-КОММ.

ПРП датчиков выполняет следующие функции:

- Обеспечение питания бесконтактных датчиков (или концевых выключателей);
- Обеспечение питания выносного пульта;
- Трансляция сигналов от выносного пульта в ПРП-КОММ;
- Обработка и трансляция в ПРП-КОММ сигналов бесконтактных датчиков (или концевых выключателей);
- Участие в цепи САО.

Схема подключения ПРП датчиков указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

#### 4.5.4.2 ПРП Z-узла

ПРП Z-узла устанавливается в каретку и крепится к боковой стенке каретки. Возможно другое расположение ПРП Z-узла в каретке.

К ПРП Z-узла подключаются:

- 5 Бесконтактный датчик (или концевой выключатель) «Авария по оси Y»;
- 6 Бесконтактный датчик (или концевой выключатель) «0» по оси Y»;
- 7 Бесконтактный датчик (или концевой выключатель) «Авария по оси Z»;
- 8 Бесконтактный датчик (или концевой выключатель) «ВРТ оси Z»;
- 9 Блок емкостного датчика слежения за высотой газового резака;
- 10 Блок УЗ-датчиков определения НРТ;
- 11 4-е газовых клапана;
- 12 Реле включения автоподжига газового резака.

ПРП Z-узла имеет светодиодную индикацию срабатывания бесконтактных датчиков (или концевые выключателей).

ПРП Z-узла соединяется с коммутационной платой ПРП-КОММ.

ПРП Z-узла выполняет следующие функции:

- Осуществляет сбор и коммутацию сигналов концевых датчиков каретки;
- Осуществляет обработку и трансляцию сигналов от УЗ-датчика определения НРТ в БЦУ;
- Осуществляет обработку и трансляцию сигналов от емкостного датчика слежения за высотой газового резака в БЦУ;
- Осуществляет включение/выключение газовых клапанов газового резака (горючий газ, кислород греющий, кислород режущий) и горючего газа горелки автоподжига;
- Осуществляет включение/выключение высоковольтного блока автоподжига;
- В некоторых вариантах – осуществляет управление сервоусилителем оси Z;
- Участие в цепи САО.

Схема подключения ПРП Z-узла указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

#### 4.5.4.3 ПРП–КОММ

ПРП-КОММ устанавливается на консоли, где выполнен ввод газовых шлангов и силовых и сигнальных кабелей.

К ПРП-КОММ подключаются другие периферийные платы (см. структурную схему), а также (при необходимости) - выносной пульт управления МТР.

ПРП-КОММ соединяется с платой БЦУ.

ПРП-КОММ выполняет следующие функции:

- Коммутация и трансляция сигналов между ПРП, расположенными на портале МТР и БЦУ в стойке оператора;
- Трансляция сигналов от выносного пульта в БЦУ;
- Участие в цепи САО.

Схема подключения ПРП-КОММ указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

#### 4.5.4.4 Панель оператора

Через эту Панель Оператор вводит данные в БЦУ, необходимые для настройки станка, данные и параметры режимов резки металла.

Панель оператора (ПО) устанавливается в стойке ЧПУ.

ПО подключается к БЦУ.

ПО имеет собственный жидкокристаллический индикатор и клавиатуру ввода данных.

Панель оператора выполняет следующие функции:

- Индикация ввода данных;
- Обработка вводимых через клавиатуру оператором данных и их трансляция в БЦУ;
- Трансляция в ПК с УПВУ команд оператора по перемещению портала и каретки;
- Трансляция в БЦУ команд оператора по перемещению РИ вверх/вниз;
- Трансляция в БЦУ команд оператора, подаваемых через отдельные кнопки и переключатели;
- Индикация этапов выполнения программ и алгоритмов рабочего инструмента и оси Z.

Схема подключения Панели оператора указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

При работе с Панелью оператора:

- выбор пункта меню осуществляется путём вращения рукоятки «ВЫБОР»;
- активация пункта меню или подменю – путём нажатия кнопки «ВВОД»;
- сохранение введённых данных – путём нажатия кнопки «ВВОД»;
- возврат в меню верхнего уровня – путём нажатия кнопки «МЕНЮ».

#### 4.5.4.5 БЦУ

БЦУ (Блок Центрального Управления) является ЭВМ на базе микроконтроллера Atmega.

БЦУ устанавливается в стойку системы ЧПУ и подключается к ПК с УПВУ.

БЦУ осуществляет следующие функции:

- Генерация сигналов управления для сервоусилителя(ей) оси Z;
- Управление осью (осями) Z;
- Обработка данных, введенных Оператором через Панель оператора;
- Расчёт алгоритма врезки на основе введенных данных и его выполнение;
- Усиление, гальваническое развязывание и трансляция сигналов управления от ПК с УПВУ в сервоусилители приводов по осям X и Y;
- Обработка данных от емкостного датчика слежения по высоте газового резака;
- Обработка данных от УЗ-датчика определения НРТ;
- Обработка данных от платы обработки напряжения плазменной дуги;
- Слежения по высоте резака (отслеживание величины зазора между рабочим инструментом и листом металла в процессе резки и удержание этой величины в заданном Операторе диапазоне);
- Усиление, гальваническое развязывание и трансляция сигналов концевых датчиков по осям X и Y от портала в ПК с УПВУ;
- Участие в САО.

Схема подключения БЦУ указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

#### **4.5.4.6 Силовая часть**

Представляет собой набор элементов электроавтоматики (в некоторых комплектациях – включая специализированную силовую плату), соединённых между собой.

Силовая часть расположена в стойке системы ЧПУ.

В зависимости от модификации МТР может быть выполнена в распределённом виде – некоторые блоки силовой части могут быть расположены на консолях портала и каретках.

Силовая часть включает в себя:

1. Блоки питания сервоусилителей осей X и Y (в зависимости от модификации);
2. Блок питания сервоусилителей оси Z;
3. Блок питания ПРП и БЦУ;
4. Релейный блок;
5. Защитный автомат силовой цепи;
6. Стабилизатор напряжения (в зависимости от модификации);
7. Иные элементы электроавтоматики.

Силовая часть выполняет функции:

- Снабжение электропитанием ПК с УПВУ;
- Снабжение электропитанием ПРП и БЦУ;
- Снабжение электропитанием сервоусилителей приводов осей X, Y и Z;
- Обеспечение функционирования САО (Системы Аварийного Останова);
- Реализации релейной логики при включении, выключении МТР а также при срабатывании САО.

Схема расключения силовой части указана в Приложении № 1 «Альбом электрических схем МТР «Юпитер 2».

#### 4.5.4.7 Система аварийного останова

САО (система аварийного останова) предназначена для блокировки работы МТР в случае наступления нештатной или аварийной ситуации.

Элементы САО расположены по всей МТР и находятся в следующих местах:

- Левая консоль портала: грибок аварийного останова, концевой включатель аварийного останова.
- Правая консоль портала – грибок аварийного останова.
- Ведущая каретка - концевой включатель аварийного останова на плите каретки, выключатели САО в державке РИ (система защиты РИ от столкновения).
- Ведомая каретка - концевой включатель аварийного останова на плите каретки, выключатели САО в державке РИ (система защиты РИ от столкновения).
- Выносной пульт оператора – грибок аварийного останова.
- Стойка ЧПУ – грибок аварийного останова.
- Силовой распределительный шкаф (в зависимости от комплектации) – грибок аварийного останова и защитные тепловые реле пускателей (контакторов).

САО построена по нормально замкнутому принципу. То есть при срабатывании того или иного элемента САО цепь САО разрывается. При этом обесточивается катушка реле САО и происходит перекидывание контактов реле. При этом на электронный модуль управления координатным столом и на сервоусилители приводов осей X и Y поступает сигнал о срабатывании САО, одновременно снимается питание с электромагнитных клапанов газораспределительного ящика газового резака, блока автоподжига и с катушки реле включения АПР.

Привода оси Z имеют автономную САО, не связанную с общей. Это обусловлено тем, что при срабатывании общей САО привода осей Z автоматически выводят рабочие инструменты в крайнее верхнее положение.

Цепь САО начинается с силовой платы и имеет следующую очередность прохождения сигнала:

1. Панель оператора;
2. БЦУ;
3. ПРП-КОММ;
4. ПРП датчиков;
5. ПРП-КОММ;
6. Каретка 1;
7. ПРП-КОММ;
8. Каретка 2;
9. ПРП-КОММ;
10. БЦУ;
11. Панель оператора;
12. Силовая часть.



#### **4.5.4.8 Выносной пульт**

Предназначен для дистанционного управления перемещением портала, кареток и осью Z. С помощью выносного пульта также производится точное позиционирование РИ над листом.

Выносной пульт подсоединяется кабелем к ПРП датчиков (через кабель-удлинитель) или к ПРП-КОММ (также через кабель-удлинитель).

Выносной пульт имеет кнопки выполнения команд:

1. Портал вперед;
2. Портал назад;
3. Каретка влево;
4. Каретка вправо;
5. Z вверх;
6. Z вниз;
7. Старт;
8. Стоп;
9. Скорость уменьшить;
10. Скорость увеличить;

Выносной пульт также имеет кнопку-грибок CAO.

## 4.6 Общее описание работы Изделия.

При включении общего автомата питания в шкафу электропитания на стойку ЧПУ подаётся силовое питание.

ПРИ ЭТОМ КООРДИНАТНЫЙ СТОЛ МТР БУДЕТ ВСЁ ЕЩЁ ОБЕСТОЧЕН, ПК И РИ НЕ ЗАПУЩЕНЫ.

Для включения самого Изделия Оператору необходимо однократно нажать кнопку «ПК ВКЛ» на Панели оператора. После нажатия кнопки запустится ПК СЧПУ, и, после прохождения самодиагностики, запустит операционную систему ПК – Windows XP ES. Одновременно с этим подаётся питание на монитор, иницируется CAO.

ЗАПУСТИТЬ РИ И ДВИЖЕНИЕ КООРДИНАТНОГО СТОЛА МТР ПО-ПРЕЖНЕМУ БУДЕТ НЕВОЗМОЖНО.

Далее Оператор запускает УПВУ путём нажатия на соответствующую иконку, расположенную на Рабочем столе Windows XP ES.

ПОСЛЕ ЗАПУСКА УПВУ СТАНОВИТСЯ ВОЗМОЖНЫМ ВКЛЮЧИТЬ РИ И ЗАПУСТИТЬ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЕ КООРДИНАТНОГО СТОЛА МТР.

ПОСЛЕ ЗАПУСКА УПВУ МТР ЧАСТИЧНО ГОТОВА К РАБОТЕ.

При этом разрешены только те действия Оператора, которые не запрещены датчиками или концевыми выключателями. Например:

- при срабатывании индуктивных датчиков или концевых выключателей CAO запрещено движение по осям, РИ заблокирован.
- при срабатывании индуктивных датчиков или концевых выключателей положения «0» запрещено движение по соответствующему направлению оси.

Включение приводов осей X и Y, а также подача питания на РИ (цепь управления РИ) осуществляется при нажатии Оператором кнопки с фиксацией «ПРИВОДА ВКЛ.» При этом сервоусилители приводов проводят самодиагностику. ТАКЖЕ ПРИ ЭТОМ ПРОИСХОДИТ АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОДНЯТИЕ ДЕРЖАВКИ РИ В КРАЙНЕЕ ВЕРХНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

В процессе работы СЧПУ контролирует состояние всех датчиков и концевых выключателей, а также систему аварийного останова. При возникновении внештатных ситуаций CAO и СЧПУ полностью или частично блокируют работу Изделия вплоть до устранения причин возникновения этих нештатных ситуаций.

Соответственно, если соблюдены условия:

- УПВУ запущена;
- сервопривода включены и самодиагностировались;
- нет срабатывания CAO;

МАШИНА ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ «ЮПИТЕР 2» ПОЛНОСТЬЮ ГОТОВА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.

Далее Оператор руководствуется частью 5 настоящего Руководства и эксплуатационной документацией МКН1. 381029.001РО.

#### **4.7 Взаимодействие Изделия с другими изделиями и компонентами Комплекса термической резки.**

При работе машина термической резки, в зависимости от комплектации, взаимодействует с:

- Газовой кислородной магистралью или рампой;
- Газовой пропановой или ацетиленовой магистралью или рампой;
- Аппаратом плазменной резки;
- Вентилируемым раскройным столом и фильтровентиляционным устройством.

Подсоединение машины термической резки к газовым магистралям производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50379-92.

Подсоединение МТР к аппарату плазменной резки производится в соответствии с эксплуатационной документацией на сам аппарат плазменной резки.

## 4.8 Средства измерения

При проведении измерений для монтажа координатного стола, его калибровки, проверки параметров координатного стола необходимо использовать следующие средства измерения:

- рулетки по ГОСТ 7502-98 «Рулетки измерительные металлические. Технические условия» с классом точности 2;
- уровень строительный по ГОСТ 9416-83 «Уровни строительные. Технические условия»;
- уровень брусковый по ГОСТ 9392-89 «Уровни рамные и брусковые. Технические условия» с рабочей плоскостью длиной не менее 200 мм и ценой деления не менее 0,05;
- вольтметр по ГОСТ 8711-93 «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним» с классом точности не хуже 1;
- амперметр по ГОСТ 8711-93 «Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним» с классом точности не хуже 1;
- манометр по ГОСТ 2405-88 «Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия»;
- термометр по ГОСТ 28498-90 «Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования» температурным диапазоном измерения от -20 до +60 °С;
- гигрометр пьезосорбционный по ГОСТ 8.472-82;