

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Цель работы: изучить устройство и принцип действия оборудования для электролизной газосварки и освоить технологию ее выполнения.

Оборудование рабочего места: электролизер «Лига-41» в комплекте со шлангами, горелкой, сменными соплами, заливным устройством, а также емкости для дистиллированной воды и углеводородов (бензола, бензина, гексана и т. п.), комплект чистой стеклянной посуды, порошок едкого калия, материал для сварочных работ с аналогичным присадочным прутком, защитные очки со светофильтром типа Г-2.

Порядок выполнения работы и содержание отчета:

1. Записать тему и цель работы.
2. Изучить устройство электролизной газосварочной установки и требования по технике безопасности при ее эксплуатации.
3. Описать принцип работы и поэтапную подготовку установки к работе.
4. Указать возможные неисправности электролизной газосварочной установки «Лига-41» и методы их устранения.
5. Выполнить упражнения в зажигании сварочной горелки.
6. Выполнить сварочный шов двумя способами:
 - справа налево;
 - слева направо.
7. Описать последовательность тушения горелки.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЗОВОЙ СВАРКЕ

Газовая сварка относится к сварке плавлением. Источником тепла в данном случае является высокотемпературное пламя, образующееся в результате сгорания горючего газа в смеси с техническим кислородом.

Оно разогревает металл до получения жидкой сварочной ванны (рис. 1), в которую вводится присадочный материал, формируя тем самым сварочный шов.

Сварочное пламя должно обладать максимальной температурой, быть экономичным и нейтральным по отношению к жидкому металлу. Из горючих газов (водород, метан, ацетилен, пропан, пары бензина и керосина, МАФ и др.) названным требованиям наиболее отвечает ацетилен. Однако ацетилен загрязняет окружающую среду вредными веществами.

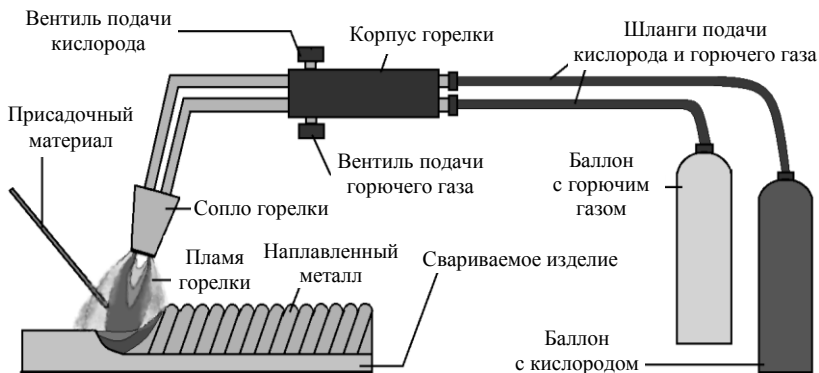


Рис. 1. Принципиальная схема газовой сварки

Одним из более экологичных путей применения газовой сварки является использование водорода, который может поставляться в баллонах. Однако использование водородных баллонов небезопасно – сжиженный водород может стать причиной обморожений, большие его концентрации вызывают удушье и головокружение.

Решением этой проблемы стали электролизеры – аппараты, которые с помощью электрической энергии позволяют сразу получить, причем в оптимальном соотношении, и водород и кислород.

Электролизеры обеспечивают тонкий и качественный шов, но с их применением в сварочной ванне образуется много шлака. Для устранения этого недостатка в газовую смесь добавляют небольшое количество органических веществ, которые гасят кислород. В качестве таких веществ используют углеводороды с температурой кипения в пределах 30...80 °С (бензин, гексан, гептан, бензол).

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

Сварочный водородно-кислородный аппарат может функционировать как от трехфазной, так и однофазной сети. Выпрямленный ток (рис. 2) подается в емкость с дистиллированной водой, которая расщепляется на ионы кислорода и водорода, в результате чего образуется оптимальная газовая смесь водорода и кислорода с большой энергией, которая необходима для проведения сварки.

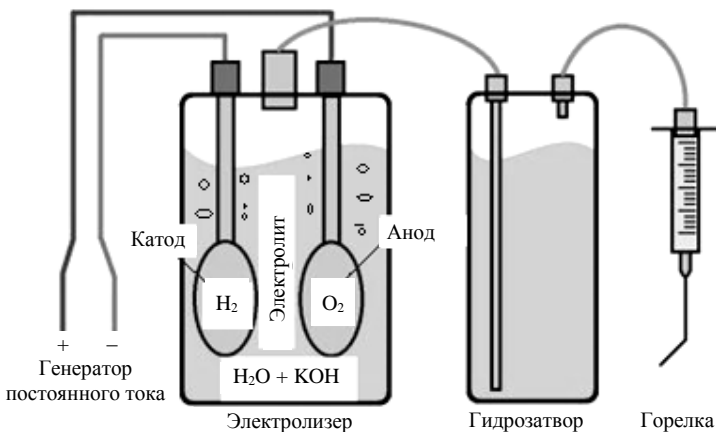


Рис. 2. Принципиальная схема работы газосварочного электролизера

Для ускорения процесса электролиза в дистиллированную воду добавляют щелочь – едкий калий (KOH), который, растворяясь в воде, образует электролит. Присутствие в электролите катионов калия улучшает прохождение между электродами электрического тока, что увеличивает КПД аппарата.

Полученная в результате электролиза газовая смесь по шлангам поступает в горелку, оснащенную встроенным «сухим» пламегасителем. Количество произведенной газовой смеси и, следовательно, сила пламени регулируются регулятором тока. Гидрозатвор выполняет функцию защиты аппарата при обратном ударе пламени горючей смеси.

При сварке водородом, в отличие от ацетилена, окружающая среда не загрязняется вредными веществами. Это обусловлено тем, что приборы, в которых водород выступает как горючее, выделяют только чистый водяной пар.

Сварочные водородно-кислородные аппараты различной мощности позволяют решать практически все задачи, ставящиеся перед газопламенной обработкой материалов. С их помощью осуществляют: сварку, наплавку, пайку, термоупрочнение, порошковое напыление и порошковую наплавку, кислородную резку (ручную и машинную). Различные режимы газовой сварки с водородом дают возможность выполнения широкого спектра работ – от микросварки и микропайки пламенем толщиной с иголку до резки стальных листов толщиной до 300 мм. Ра-

бота аппаратов может вестись как в ручном, так и в автоматическом режимах.

Малогабаритные переносные аппараты мощностью 1,8 кВт, работающие от сети с напряжением 220 В, позволяют получить температуру чистого пламени от 600 до 2600 °С и могут решить проблему сваривания и резки листов из черного и цветного металла толщиной до 2 мм.

Достоинства и недостатки водородной сварки

Соединение деталей с применением водородной сварки имеет следующие достоинства:

- высокая эффективность процесса сварки;
- безопасность выполнения сварочных работ;
- экологичность, поскольку в атмосферу не выделяются вредные вещества;
- электролизные газосварочные аппараты подходят для обработки деталей, выполненных из стали, стекла, чугуна, цветных металлов;
- низкая стоимость расходных материалов, так как аппарат работает на воде;
- сварочный аппарат не требует перезарядки электролитом.

Однако электролизные газосварочные аппараты имеют следующие недостатки:

- аппараты малой мощности могут применяться исключительно для тонких изделий, для толстых деталей нужны мощные сварочные аппараты;
- пористость швов при соединении деталей из меди или легированной стали;
- затрудненный контроль пламени, так как пламя от чистого водорода практически невозможно рассмотреть невооруженным глазом.

4. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ «ЛИГА-41»

Электролизная газосварочная установка «Лига-41» предназначена для выработки смеси газов (водород и кислород), пламя которых является источником нагрева до 2600 °С для высоко- и низкотемпературной пайки, сварки, резки металлов и других материалов (стекла, керамики и др.).

Применение установки позволяет выполнять термообработку металлов – закалку, местный отжиг, нормализацию и отпуск.

Техническая характеристика электролизной газосварочной установки «Лига-41» приведена в табл. 1.

Таблица 1. Техническая характеристика электролизной газосварочной установки «Лига-41»

№ п/п	Параметр	Значение
1	Напряжение питания, В	220 ± 10 %
2	Максимальная потребляемая мощность, кВт	4,4
3	Максимальное действующее значение силы тока, А	20
4	Производительность газовой смеси, л/мин	до 15
5	Давление газа, атм	До 0,6
6	Средний расход топлива (дистиллированной воды), см ³ /ч	450
7	Время непрерывной работы при полной зарядке, ч	2
8	Габаритные размеры, мм	300×400×540
9	Масса, кг	35

Внешний вид установки «Лига-41» приведен на рис. 3. Она включает в себя электролизер 1, охладитель-обогащитель 2 и газовую горелку 3 со сменными соплами 4, соединенную шлангами 5 с охладителем-обогащителем.

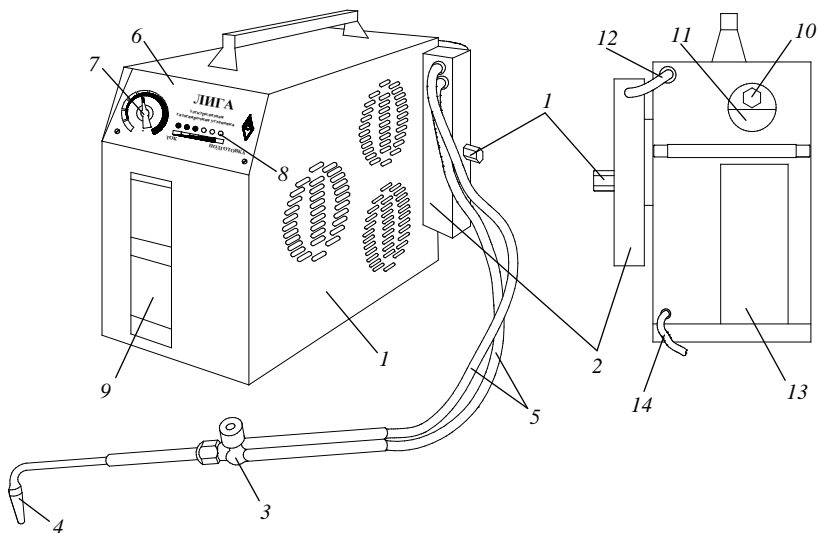


Рис. 3. Внешний вид электролизной газосварочной установки «Лига-41»:
 1 – электролизер; 2 – охладитель-обогащитель; 3 – горелка; 4 – сменное сопло;
 5 – выходные шланги охладителя-обогащителя; 6 – лицевая панель; 7 – регулятор тока,
 выключатель; 8 – светодиодные индикаторы; 9 – водяные затворы;
 10 – пробка заливного (сливного) отверстия; 11 – окошко контроля уровня электролита;
 12 – выходной шланг электролизера; 13 – электролит; 14 – электрический шнур

На лицевой панели электролизера 6 расположены: регулятор тока и выключатель 7, светодиодные индикаторы 8 для индикации силы тока и работоспособности установки, передняя прозрачная стенка водяного затвора 9.

На задней панели электролизера расположены: пробка заливного (сливного) отверстия 10 с окошком для контроля уровня электролита 11, выходной шланг электролизера 12, соединенный с охладителем-обогабителем, задняя прозрачная стенка емкости с электролитом 13 и электрический шнур 14. Электролизные установки «Лига 41» выпускаются полностью заправленными электролитом. Периодически требуется проверять уровень электролита в электролизере и при необходимости доливать дистиллированную воду до уровня через пробку 10.

Электролизная газосварочная установка «Лига-41» работает следующим образом. При протекании постоянного электрического тока через воду выделяются газообразные водород и кислород. Для увеличения КПД процесса электролиза в дистиллированную воду добавляют щелочь – едкий калий (KOH), который, растворяясь в воде, образует электролит. Щелочь практически не расходуется в процессе выработки газовой смеси, так как **расходуемым материалом в установке является вода**. Поэтому из-за расхода воды во время работы установки уровень электролита в электролизере постоянно понижается. При достижении уровня минимального значения срабатывает датчик, который подает прерывистый звуковой сигнал и блокирует выработку газа.

Произведенная в электролизере 1 водородно-кислородная газовая смесь проходит через водяные затворы (барбатеры) 9, которые играют роль огнепреградителя при обратном ударе (воспламенение смеси в газовом тракте, возникшее при выключении установки или в аварийных ситуациях).

Выработанная в процессе электролиза газовая смесь насыщена парами воды. Для того чтобы от них избавиться, газовая смесь проходит через охладитель-обогабитель 2, в котором собирается избыточная влага. Охладитель-обогабитель позволяет менять состав пламени, т. е. соотношение горючего газа и кислорода, а также вводить в газовую смесь пары летучих углеводородов (бензол, бензин и т. п.).

Полученная газовая смесь по шлангам 5 поступает в горелку 3, собранную вместе с дополнительным «сухим» огнепреградителем.

Количество произведенной газовой смеси (производительность) регулируется с помощью регулятора тока 7 на лицевой панели электролизера.

Если производительность установки не соответствует диаметру сопла горелки 4 или засорены газовые магистрали, то внутри электролизера увеличивается давление. При превышении давления 0,6 атм срабатывает аварийный датчик давления, который выключает ток через электролизер 1 и подает непрерывный звуковой сигнал.

5. ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА К РАБОТЕ

Перед началом работы следует произвести внешний осмотр, визуальный контроль технического состояния установки и ее комплектность.

Далее необходимо проверить уровень электролита в электролизере. Он должен находиться между метками min и max смотрового окошка 11 (см. рис. 3), расположенного на задней панели электролизера. В случае несоответствия необходимо долить дистиллированную воду до уровня через пробку 10 с помощью воронки и шланга (рис. 4).

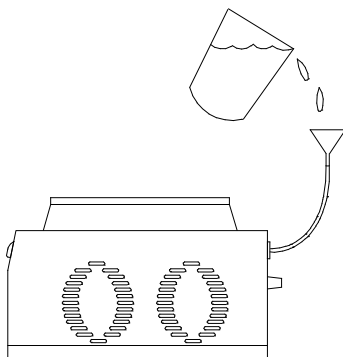


Рис. 4. Заливка электролита

Затем необходимо заправить охладитель-обоганитель углеводородом (например, бензолом или бензином). Для этого нужно снять охладитель-обоганитель 2 с направляющих, открутить пробку 10 и, предварительно слив отстой из отверстия, залить в это же отверстие 100 мл бензола или другого углеводорода (примерно на 1 ч непрерывной работы). Закрутить пробку 10 и установить охладитель-обоганитель в направляющие, находящиеся на корпусе электролизера, и соединить его шлангами с электролизером и горелкой. По мере работы необходимо доливать углеводород в охладитель-обоганитель.

Выходной штуцер электролизера 1 требуется соединить коротким шлангом 12 с входным штуцером охладителя-обогапителя 2, а выход-

ные штуцера охладителя-обогапителя соединить длинными шлангами 5 с входными штуцерами горелки.

Далее нужно тщательно затянуть хомуты, фиксирующие шланги на входных штуцерах горелки 6 (рис. 5), накидную гайку горелки 4 и сопло 3. Следует убедиться в том, что сопло горелки не засорено, при необходимости его прочистить.

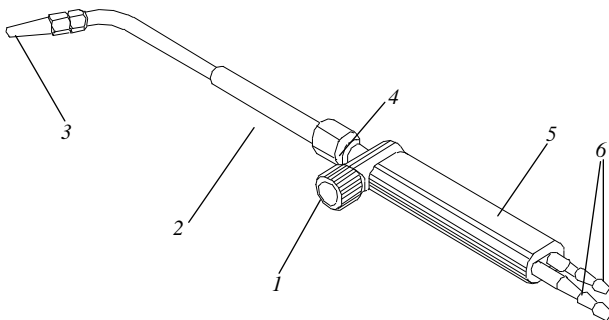


Рис. 5. Горелка:

1 – регулятор состава газовой смеси; 2 – «сухой» огнепреградитель; 3 – сменное сопло; 4 – накидная гайка; 5 – ручка; 6 – входные штуцера горелки

Требуется убедиться в герметичности всего газового тракта установки (наличие пробок на электролизере и охладителе-обогапителе, целостность шлангов, исправность горелки).

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ С УСТАНОВКОЙ «ЛИГА-41»

Ручку регулятора тока 1 на лицевой панели электролизера (рис. 6) нужно вывести в крайнее левое положение (против часовой стрелки).

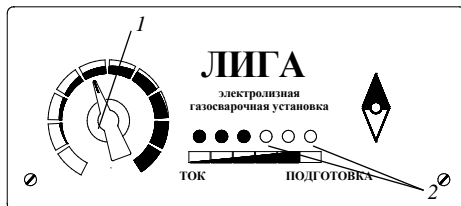


Рис. 6. Панель управления:

1 – регулятор тока, выключатель; 2 – светодиодные индикаторы

Далее требуется подсоединить устройство к сети. При этом заработают вентиляторы и на 8...10 с загорятся крайние светодиодные индикаторы (рис. 7, *а*), что свидетельствует о подготовке установки к работе (при этом возможна подача краткого звукового сигнала).

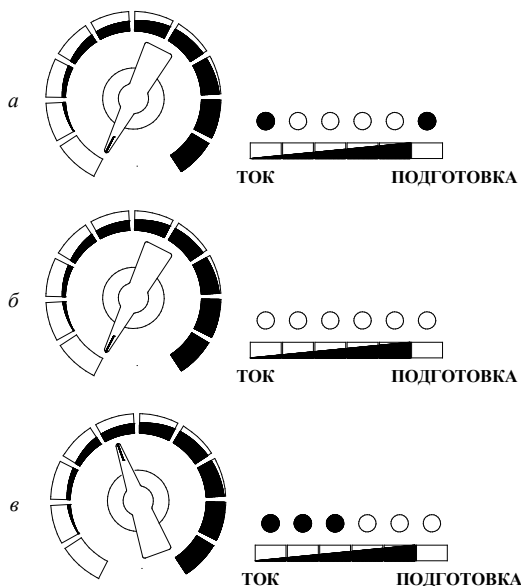


Рис. 7. Индикация панели управления при включении установки (*а*), после завершения самодиагностики (*б*) и в рабочем режиме (*в*)

Через 8...10 с, после завершения самодиагностики светодиоды погаснут (рис. 7, *б*).

После того, как светодиоды погаснут, ручку регулятора тока необходимо плавно повернуть по часовой стрелке до загорания двух-трех светодиодных индикаторов (рис. 7, *в*) – установка перейдет в рабочий режим.

Через водяные затворы должны пойти пузырьки газа, хорошо видимые в прозрачном окне с лицевой или задней стороны электролизера.

Уровень жидкости в водяном затворе перед включением установки может быть низким. После включения установки этот уровень должен подняться до необходимого – на 5...10 мм ниже края заливного отверстия на задней стороне электролизера. В противном случае следует

выключить установку из сети и довести уровень жидкости до необходимого.

При отсутствии или слабом выделении пузырьков газа в водяном затворе необходимо уменьшить ток до нуля.

Следует убедиться, что шланги подачи газа не пережаты и сопло горелки не засорено. Проверить, плотно ли затянуты пробки в заливных (сливных) отверстиях установки.

Если при включении или в процессе работы при условии нормального соотношения производительности и диаметра сопла и чистоты всего газового канала (шланги, охладитель-обоганитель, горелка, сопло) происходит срабатывание датчика давления (непрерывный звуковой сигнал и погасание всех светодиодных индикаторов), то необходимо отключить устройство от сети и повторно подсоединить его к ней. При этом снова на 6...8 с загорятся крайние светодиодные индикаторы (см. рис. 7, а). Возможно повторение циклов подготовки до четырех раз подряд с интервалом не менее 30 с.

Убедившись в наличии пузырьков в водяном затворе и отсутствии срабатывания датчика давления, можно поджечь газ, выходящий из сопла горелки.

Регулирование расхода газовой смеси осуществляется ручкой регулятора тока на лицевой панели электролизера.

Регулирование степени обогащения газовой смеси парами углеводорода происходит при вращении ручки регулятора 1 горелки (см. рис. 5). При этом характер и цвет пламени меняются от окислительного (сплошное желтое пламя) до восстановительного (голубое пламя).

Окислительное пламя применяется при сварке цветных металлов и их сплавов, а также пайке твердыми припоями.

Для сварки стали необходимо добиться, чтобы длина голубого язычка пламени (ядра) достигала длины 5...10 мм.

При попадании углеводорода в водяной затвор необходимо немедленно с помощью шприца и трубки через заливное отверстие промыть его дистиллированной водой и установить требуемый уровень жидкости.

Гасить горелку следует резко сдув пламя. После этого нужно выключить электролизер. Если пламя не сдувается, можно регулятором тока выключить электролизер, при этом будет слышен негромкий щелчок (сработает «сухой» огнепреградитель 2 (см. рис. 5). После выключения электролизера нужно повернуть ручку регулятора горелки в среднее положение.

Если обратный удар прошел до водяного затвора, необходимо выключить установку из сети и восстановить уровень жидкости в водяном затворе.

После каждого рабочего дня следует слить отстой из охладителя-обогапителя. Отстой также сливается в случае его переполнения, т. е. при попадании жидкости в шланги или в сопло горелки.

Во время работы уровень электролита в электролизере понижается, поэтому периодически или при срабатывании датчика уровня (прерывистый звуковой сигнал) необходимо восстанавливать уровень электролита, доливая в электролизер дистиллированную воду.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТАНОВКИ

Замена электролита выполняется через каждые 250...300 ч работы, но не реже одного раза в год. Для этого необходимо вывинтить пробку из заливного отверстия на задней стенке электролизера, завернуть вместо пробки заливное устройство (рис. 8) и вылить старый электролит, поставив электролизер заливным отверстием вниз.

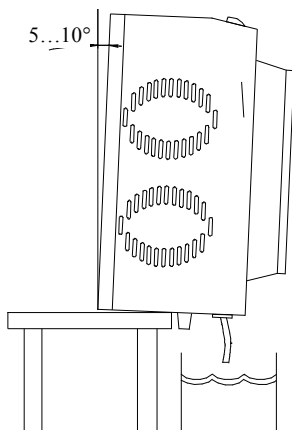


Рис. 8. Слив электролита

Далее нужно прополоскать электролизер один-два раза дистиллированной водой. После этого с помощью чистой воронки и заливного устройства требуется залить в электролизер (см. рис. 4) 2...2,5 л свежего электролита. При заправке электролизера электролитом необходимо следить за тем, чтобы уровень электролита установился между метками min и max смотрового окошка.

Приготовление электролита для установки «Лига-41». Для приготовления электролита необходимо в чистой стеклянной посуде развести едкий калий в дистиллированной воде из расчета 350 г КОН на 1 л воды. Рекомендуется добавлять сухой КОН в воду небольшими порциями, помешивая. При этом следует обращать внимание на повышение температуры раствора, избегая его перегрева.

Промывка горелки выполняется через каждые 250...300 ч работы установки или при попадании электролита в горелку. Промывается горелка дистиллированной водой или раствором борной кислоты в направлении от сопла.

8. НЕИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправностью электролизной установки является нарушение процесса электролиза из-за недостаточного уровня электролита, засорения или утечек в газовой магистрали, повышенного тока или низкого напряжения сети, низкой температуры или концентрации электролита.

Неисправности электролизной газосварочной установки «Лига-41» и методы их устранения приведены в табл. 2.

Таблица 2. **Неисправности электролизной газосварочной установки «Лига-41» и методы их устранения**

Неисправность	Возможная причина	Способы устранения
Аппарат не включается, подается прерывистый звуковой сигнал	Недостаточный уровень электролита	Долить необходимое количество дистиллированной воды
Аппарат не развивает необходимую мощность	Повреждение или неплотное прилегание шлангов, плохо закручены пробки	Восстановить герметичность системы
Отсутствие пузырей газа в водяном затворе	Засорена газовая магистраль или неплотное прилегание пробок	Устранить засорение в газовой магистрали или устранить утечку газа
Вскипание электролита и его выброс в водяной затвор	Большой ток через электролизер, выработка электролита	Уменьшить ток или сменить электролит
Неровное горение факела	Засорено сопло или большое количество отстоя в охладителе-обогапителе	Прочистить сопло или слить отстой из охладителя-обогапителя и промыть горелку
При включении регулятора тока на максимум горит не более 3...4 индикаторов	Низкая концентрация электролита, недостаточное напряжение сети, низкая температура электролита	Поработать 15 мин при включенном на максимум регуляторе тока, если это не помогает, сменить электролит

9. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРКЕ ВОДОРОДОМ

Установка предназначена для работы в помещениях при температуре воздуха от 5 °С до 40 °С и относительной влажности до 80 %.

При внесении устройства с холода в теплое помещение необходимо дать ему нагреться в течение 1,5...2 ч.

Корпус электролизера должен быть заземлен.

Категорически запрещается работа в пожароопасных помещениях.

Необходимо удалить на 0,5 м от места выполнения работ все сгораемые материалы или защитить их металлическим экраном. Газовая горелка не должна находиться близко к воспламеняющимся веществам.

Если процесс сварки производится в небольшом помещении, то следует делать перерывы и периодически выходить на свежий воздух.

Осуществляя сварочные работы, необходимо надевать защитные очки (светофильтры типа Г-2) для защиты сетчатки и кровеносной оболочки глаз от яркого света, а также для защиты их от разбрызгивающегося металла и шлака.

Осуществляя сварку водородом, горелку следует держать по направлению к противоположной стороне от источника питания. При невозможности соблюдения этого правила, следует оградить источник посредством металлического щита.

При работе с электролитом (приготовлении, сливе, заливке его в установку) необходимо пользоваться резиновыми перчатками. Попадание электролита на незащищенные участки тела вызывают ожоги. Незащищенные участки тела, на которые попали капли электролита, следует немедленно промыть проточной водой.

Не допускается работа электролизера с незажженной горелкой.

10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите принцип работы газовой сварки.
2. Опишите принцип работы водородно-кислородных электролизеров.
3. Укажите достоинства и недостатки водородной сварки.
4. Укажите назначение электролизной установки «Лига-41».
5. Для какой цели в дистиллированную воду добавляют щелочь?
6. Что является расходным материалом при работе установки?
7. Для каких целей в установке «Лига-41» служат водяные затворы?

8. Для каких целей охладитель-обоганитель заправляют углеводородом?
9. Чем регулируется количество производимой газовой смеси?
10. Что произойдет, если диаметр сопла горелки не будет соответствовать производительности установки или сопло будет засорено?
11. Какое пламя называется окислительным и когда оно применяется?
12. Какое пламя называется восстановительным и когда оно применяется?
13. Приведите порядок технического обслуживания электролизной установки «Лига-41».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хомченко, Г. П. Неорганическая химия: учеб. / Г. П. Хомченко, И. К. Цитович. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Высш. шк., 1987. – 464 с.
2. Овчинников, В. В. Технология электросварочных и газосварочных работ: учеб. / В. В. Овчинников. – 7-е изд., стер. – Москва: Академия, 2016. – 272 с.
3. Справочник сварщика / под ред. В. В. Степанова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1982. – 560 с.
4. Установка электролизная газосварочная «Лига-41». Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] / ООО «Плазмаш», Санкт-Петербург. – Режим доступа: www.neotorg.com/санкт-петербург/node/плазмаш/14952. – Дата доступа: 03.04.2022.