

Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Физико-технический институт
Кафедра технической физики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ
_____ О.Ю. Долматов
«__» _____ 2016г.

**ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ПРАВИЛ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА ВЧГ8-60/13**

Методические указания к лабораторному практикуму по курсу
Физика плазмы
для студентов направления 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»
Физико-технического института

Томск 2016

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- 1 Изучить устройство и правила эксплуатации высокочастотного генератора ВЧГ8-60/13.
- 2 Изучить правила техники безопасности при работе с ВЧ генератором ВЧГ8-60/13.
- 3 Провести пробное включение ВЧ генератора ВЧГ8-60/13.

2 ОПИСАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА ВЧГ8-60/13

Высокочастотный генератор ВЧГ8-60/13 размещён в экранированном металлическом шкафу, обеспечивающем надёжную защиту от электромагнитного излучения. Основные технические характеристики генератора ВЧГ8-60/13 приведены в таблице 1.

Таблица 1

ВЕЛИЧИНА	Ед. изм.	Значение
Напряжение питающей сети	В	380
Частота питающей сети	Гц	50
Потребляемая мощность	кВт	90
Колебательная мощность	кВт	60±6
Рабочая частота	МГц	13,56±0,13
Коэффициент полезного действия	%	не менее 75
Напряжение анодное	кВ	10,4÷10,5
Ток анодный	А	7,6÷7,7
Ток сеточный	А	1,8
Расход охлаждающей воды	м ³ /ч	не менее 1,4

Генератор выполнен в стальном шкафу, разделенном на два отсека: высокочастотный экранированный и неэкранированный. Шкаф генератора имеет двери с двух сторон, что делает удобным доступ ко всему размещенному в нем оборудованию. Двери снабжены электромеханической блокировкой, которая обеспечивает безопасность обслуживания.

Высокочастотный экранированный отсек разделен на две части: анодную и сеточную. В анодной части расположены: генераторная лампа ГУ-66А со стендом охлаждения, водоохлаждаемая регулируемая анодная индуктивность, две группы регулируемых вакуумных конденсаторов КП1-3-15/350 для регулирования частоты и мощности генератора, фидер – для связи генератора с нагрузкой, дроссель безопасности, дроссели фильтра.

В сеточной части расположены: сеточная водоохлаждаемая индуктивность, вакуумный конденсатор КП1-3-15/350 с ручной регулировкой сеточного тока, сеточный дроссель, блокировочные конденсаторы и антипаразитные сопротивления.

Электрические выводы из высокочастотного отсека выполнены через проходные конденсаторы.

В неэкранированном отсеке расположены рубильник, контактор, анодный трансформатор, выпрямитель, трансформатор накала генераторной лампы, аппаратура управления, контроля и защиты, вентилятор для охлаждения генераторной лампы, приводы вакуумных конденсаторов.

На дверях с лицевой стороны расположены измерительные приборы, сигнальные лампы, кнопки и тумблеры включения и управления генератором, блок стабилизации частоты, гнездо для измерения частоты.

На левой боковой стороне генератора расположен переключатель анодного напряжения (50% и 100%).

На нижней раме имеются трубки для подачи и слива охлаждающей воды, болты для подсоединения генератора к общему заземлению.

ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Цепи высокочастотного генератора. Схема цепей высокочастотного генератора содержит ряд элементов лампового автогенератора, преобразующего анодное напряжение постоянного тока в напряжение высокой частоты, а также ряд вспомогательных элементов и цепей.

Высокочастотный ламповый генератор выполнен на генераторном триоде ГУ – 66А по Т – образной схеме с общим катодом.

Постоянное напряжение от высоковольтного выпрямителя через высокочастотный фильтр, состоящий из проходных конденсаторов С13 , С15 и дросселей L1, L2 попадает на анод генераторной лампы V145.

Колебательный контур подключен к генераторной лампе через анодно-разделительную емкость (конденсаторы С22, С23) и состоит из конденсаторов переменной емкости С33, С34, С36, С37, индуктивности L5 и блока укорачивающих конденсаторов С38...С41, которые при необходимости могут закорачиваться переключкой.

Соединение генератора с технологическим устройством осуществляется с помощью коаксиального фидера, длина которого не должна превышать 2 м.

Переменные конденсаторы С33, С34, С36, С37 являются элементами схемы, используемыми для согласования с нагрузкой. Кроме того, конденсаторы С33 и С34 используются в качестве регулирующих элементов в системе автоматической стабилизации частоты.

В цепь обратной связи входят индуктивность L4 и конденсатор C28 переменной емкости, с помощью которого изменяется напряжение возбуждения. Конденсаторы C42...C45 повышают КПД генератора.

Напряжение сеточного смещения образуется на сопротивлениях R25...R32 за счет протекания по ним постоянной составляющей сеточного тока.

Конденсатор C35, включенный параллельно антипаразитным сопротивлениям R25-R29, служит для протекания высокочастотной составляющей сеточного тока на частоте 13,56 МГц.

В случае перехода генератора на другую частоту падение напряжения на антипаразитных сопротивлениях создает большое затухание, препятствующее генерации.

Дроссель L3 служит для защиты рабочего конденсатора от попадания постоянного высокого напряжения в случае пробоя анодно-разделительных конденсаторов C22, C23 и C33, C34. Питание накала генераторной лампы осуществляется от трансформатора T1. Сельсиндатчики В1 и В2 позволяют контролировать положение подвижных пластин конденсаторов переменной емкости. Вентилятор обдува генераторной лампы приводится во вращение двигателем M1.

С помощью аэроконтакта F6 осуществляется защита генераторной лампы от включения накала при отсутствии воздушного охлаждения, а контакты реле протока воды не позволяют включить накал генераторной лампы при уменьшении ниже допустимой нормы количества воды, охлаждающей анод генераторной лампы и анодный трансформатор.

Петлевая антенна W1 служит для подачи высокочастотного сигнала частотомеру, подключаемому через высокочастотный разъем X2.

Петлевая антенна W2 служит для получения высокочастотного сигнала, обеспечивающего функционирование системы автоматической стабилизации частоты генератора.

Безопасность при работе с генератором обеспечивается отключением высокого напряжения в аварийном случае кнопкой S5, а при открывании одной из дверей блока контактом конечного выключателя S6 и рубильником Q4, закорачивающим на землю высокопотенциальный ввод в блок генератора.

Цепи питания высокочастотного генератора. Схема цепей питания содержит ряд элементов, служащих для преобразования переменного напряжения питающей сети в постоянное нерегулируемое напряжение, а также ряд вспомогательных элементов питания, защиты и коммутации.

Высоковольтный выпрямитель собран на полупроводниковых диодах V1...V96 по трехфазной двухполупериодной схеме. Выпрямитель получает питание от анодного трансформатора T2.

Подача питающего напряжения на генератор осуществляется контактором К3 и рубильником Q1, связанным механически с ручкой двери генератора.

Подача напряжения осуществляется двухступенчато. В первый момент пусковой ток идет через сопротивления R8...R13 (после срабатывания пускателя К4), затем срабатывает реле К5, а уж потом контактор К3. С помощью сопротивления R7, реле К1 и К2 осуществляется двухступенчатое включение накала генераторной лампы.

Схема цепей питания включает следующие элементы защиты:

- F2 и F3 – реле защиты анодного трансформатора по максимальному току;
- F8 – автоматический выключатель защиты от короткого замыкания;
- F7 – реле защиты генератора по максимальному анодному току.

Отключение нагрева при электрическом пробое в ВЧ факельном плазмотроне или в ином элементе колебательного контура генератора осуществляется с помощью панели защиты А2. Панель представляет собой электронное реле, срабатывающее при резком изменении постоянной составляющей сеточного тока, что соответствует электрическому пробое.

Резкое изменение сеточного тока вызывает во вторичной обмотке токового трансформатора Т3 импульс тока, пропорциональный первой производной сеточного тока по времени. Этот импульс, попадая на вход компаратора, собранного на микросхеме А1, приводит к срабатыванию реле К1. Нормально закрытые контакты этого реле разрывают цепь включения нагрева.

Операционный усилитель А1, работающий в режиме инверсного усилителя, охвачен глубокой положительной обратной связью через сопротивление R5. На его нагрузочном сопротивлении появляется отрицательное напряжение при появлении положительного сигнала на инвертирующем входе. В качестве усилителя тока использован транзистор V4, работающий в ключевом режиме.

На входе операционного усилителя включена цепочка, состоящая из сопротивления R10 и конденсатора С2 и предназначены для сглаживания пульсаций сеточного тока, связанных с неидеальной фильтрацией питающего анодного напряжения.

Питание схемы осуществляется от трансформатора Т1, выпрямительного моста Е1, фильтра R2, R3, С11 и стабилизатора V3.

Тиристор V2 и стабилитрон V1 вместе с элементами фильтра обеспечивает задержку подачи питающего напряжения на операционный усилитель во время пускового броска сеточного тока.

Схема цепей питания содержит такие вспомогательные демпфирующие элементы (С10, R14–R15), добавочное сопротивление киловольтметра R16...R20, блокировочные короткозамыкающие рубильники Q3 и Q4, переключатель Q2, позволяющий вести наладку генератора при 50% анодном напряжении.

Цепи управления. Цепи управления предназначены для управления генератором, стабилизации и контроля режима его работы.

Схема управления содержит коммутационную аппаратуру, измерительные приборы и сигнальные лампы, а также блок стабилизации частоты генератора.

Схема управления генератором предусматривает возможность включения его в строго определенной последовательности:

1 Подача воздушного и водяного охлаждения на генераторную лампу, анодный трансформатор и анодную и сеточную индуктивности блока генератора, при этом загорается зеленая сигнальная лампа Н1 «ОХЛАЖДЕНИЕ».

2 Подача напряжения на цепи управления автоматическим выключателем F1 цепей питания и рубильником Q1.

3 Включение первой ступени накала генераторной лампы кнопкой S2. Через 30–40с включение второй ступени накала кнопкой S1, загорается желтая сигнальная лампа Н2 – «БЛОКИРОВКА АНОД. НАПРЯЖЕНИЯ».

4 Включение высоковольтного выпрямителя осуществляется двухступенчато. Кнопкой S3 включается пускатель К4, в пусковой момент ток идет через сопротивления R8 – R13, уменьшающие бросок тока. Включается реле К5 и срабатывает контактор К3, загорается белая сигнальная лампа Н3 – «НАГРЕВ».

Включение магнитного пускателя возможно только при подаче водяного охлаждения на анодный трансформатор и замкнутых конечных выключателях дверей генератора. О включении конечных выключателей блокировок дверей и аэроконтакта сигнализирует желтая сигнальная лампа Н2.

Сигнальная лампа (красная) Н8–«ЗАЩИТА» загорается при срабатывании электронной защиты. Клеммная колодка X1 служит для подключения цепей управления к технологическим устройствам. Для контроля режима работы генератора предусмотрены следующие измерительные приборы, расположенные на лицевой панели генератора:

- амперметр РА1, измеряющий постоянную составляющую анодного тока;
- амперметр РА2, измеряющий постоянную составляющую сеточного тока;
- киловольтметр РV1, измеряющий выпрямленное напряжение;
- вольтметр РV2, измеряющий напряжение накала генераторной лампы;
- сельсины – приемники Р1 и Р2 указывают положение подвижных электродов вакуумных конденсаторов переменной емкости, расположенных в блоке генератора.

Управление электродвигателями привода конденсаторов переменной емкости осуществляется с помощью тумблеров S8, S9. Тумблер S10 служит для выбора вида работы генератора. Выключатели S11...S14 служат для ограничения изменения емкостей конденсаторов С33 и С34, С36 и С37.

Блок стабилизации частоты. Принцип действия системы состоит в следующем: высокочастотный сигнал поступает в блок стабилизации частоты (БСЧ), где частота сигнала сравнивается с заданным его значением, равным 13,56 МГц. При отклонении текущего значения частоты от заданного на определенную величину в блоке вырабатывается сигнал, включающий двигатель М2, который вращая регулирующие винты конденсаторов С33, С34 изменяет их емкость в направлении, обеспечивающим уменьшение отклонение частоты генерации от заданного значения. Когда отклонение частоты достигает допустимого значения, управляющий сигнал пропадает и двигатель выключается.

3 ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ НА БАЗЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА ВЧГ8-60/13

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 К работе на плазмохимической установке (далее установка) допускаются лица, не моложе 18-ти лет, прошедшие медосмотр, инструктаж на рабочем месте, имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работ, прошедшие проверку знаний по вопросам охраны труда.

Периодичность повторного инструктажа один раз в квартал.

1.2 Работники, осуществляющие пуско-наладочные, ремонтные работы, периодические плановые осмотры, а также отработку плазмохимической технологии в электроустановках выше 1000В, должны иметь IV группу по электробезопасности, остальные работники – группу III.

1.3 Все виды работ на установке производятся группой не менее 2 человек, один из которых имеет IV квалификационную группу по электробезопасности (напряжение выше 1000В).

1.3.1 ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать на установке одному человеку и оставлять включенную установку без присмотра.

1.3.2 Лабораторные работы со студентами проводятся только в присутствии и под руководством преподавателя

1.4 Работы по наладке, настройке и регулированию технологических режимов работы установки производятся работниками в соответствии с настоящей инструкцией.

1.5 Все работы по наладке и настройке генератора производятся по письменному распоряжению и в соответствии с «Программой пуско-наладочных работ для генератора ВЧГ8-60/13».

1.6 Плазмохимическая установка состоит из ВЧ генератора (источника питания) и технологического блока, которые размещены в металлических корпусах. Технологический блок

включает следующие основные узлы: высокочастотный плазмотрон факельного типа, реактор, узел «мокрой» очистки отходящих газов. Работа установки автоматизирована, управление работой всего технологического оборудования производится с пульта управления и контроля за технологическим процессом, питание которого производится от сети переменного тока напряжением 380В.

1.7 Все работники должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка.

1.8 На рабочем месте возле установки должна быть вывешена краткая инструкция по охране труда, в которой для работников указываются основные требования по безопасным приемам работы, а также требования к защитным, предохранительным и блокировочным устройствам.

1.9 Работа на установке характеризуется следующими вредными и опасными факторами, воздействие которых на работников может привести к несчастному случаю:

- а) высокое напряжение;
- б) электромагнитное излучение;
- в) ультрафиолетовое излучение;
- г) световое излучение;
- д) воздействие вредных веществ (например, окислов азота, серы, углерода и т. п.)

Во избежание несчастных случаев каждый работник должен строго соблюдать требования правил, норм и инструкций.

Для создания безопасных условий труда предусмотрены следующие меры защиты:

1.9.1 Токоведущие части установки изолированы, в результате чего находятся в недоступных для работающих местах. «Поджиг» высокочастотного электрического разряда в плазмотроне, требующий прикосновения проводником к электроду, автоматизирован, что исключает случайное прикосновение персонала к электроду.

Металлические части установки, которые могут вследствие повреждения изоляции оказаться под напряжением, заземлены. Замер сопротивления контура заземления производится ежегодно.

1.9.2 Установка размещена в металлических корпусах, экранирующих электромагнитное и ультрафиолетовое излучение. **ЗАПРЕЩЕНО** во время работы установки, открывать двери генератора и технологического блока. При соблюдении указанных мер излучение не превышает допустимого.

1.9.3 Смотровое окно на дверях технологического блока установки должно быть оснащено экранирующей металлической сеткой.

1.9.4 Установка оснащена вытяжной системой вентиляции, системой «мокрой» очистки отходящих газов, защищающих работников от вредных газообразных и конденсированных веществ, образующихся в процессе работы.

1.10 Защитные ограждения (открывающиеся и съёмные) должны иметь электромеханические блокировки, автоматически отключающие подачу напряжения на установку при их открывании.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать на установке при неисправных дверных блокировках, открытых дверях ВЧ генератора и технологического блока установки.

1.11 Крепление блокировочных устройств должно быть надёжным, исключающим случаи самооткрывания.

1.12 В случае прекращения подачи электроэнергии, во время перерыва в работе или в аварийной ситуации установка должна быть отключена от питающей сети.

1.13 Периодические осмотры и планово-предупредительные ремонты генератора, производятся по графикам, утверждённым руководителем работ.

1.14 Осмотр и ремонтные работы на установке производить при её полном отключении от источников питания. При этом необходимы:

а) видимый разрыв в виде отключения разъединителя входного рубильника с последующим снятием предохранителей;

б) на приводах (рукоятках приводов) коммутационных аппаратов во избежание подачи напряжения на рабочее место должны быть вывешены плакаты «НЕ ВКЛЮЧАТЬ, РАБОТАЮТ ЛЮДИ»;

г) проверка отсутствия напряжения на отходящих кабельных линиях питающих установку;

д) заземление конденсаторных установок.

1.15 Установка должна быть обеспечена следующими защитными средствами:

а) штанга оперативная на напряжение до 35 кВ – 1 шт.;

б) указатель напряжения УВН-110 на напряжение до 20 кВ – 1 шт.;

в) клещи токоизмерительные К4570/1Ц – 1 шт.;

г) диэлектрические перчатки – 2 пары;

д) диэлектрические боты – 1 пара;

е) диэлектрические коврики 2 шт.;

ж) переносное заземление ЗПП-15 – 1 шт.;

з) защитные очки – 2 пары;

и) щипцы (пассатижи) – 1 шт.;

к) халаты – 2 шт.

1.16 Все работники обеспечиваются спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

1.17 В случае травмирования работников необходимо оказать доврачебную помощь, если необходимо, вызвать скорую помощь по телефону **03**, сообщить руководителю работ.

1.18 Запрещено принимать пищу на рабочем месте.

1.19 Лица, виновные в нарушении требований инструкций по охране труда, несут ответственность в соответствии с законодательством РФ.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

2.1 Привести в порядок рабочую одежду, застегнуть рукава, провести внешний осмотр установки, проверить наличие и надёжность заземления и защитных средств.

2.2 Проверить наличие и исправность:

- а) предохранительных устройств;
- б) блокирующих устройств;
- в) наличие напора воды в водопроводе;
- г) работу компрессора;
- д) системы «мокрой» очистки отходящих газов;

2.3 Результаты осмотра и принятые меры по ликвидации выявленных нарушений техники безопасности заносятся в рабочий журнал установки.

При осмотре обращать внимание:

а) на безотказность работы всех блокирующих устройств, обеспечивающих безопасные условия работы персонала, необходимую чёткость и очерёдность включения всех элементов генератора и установки в целом;

б) на надёжность экранирования и заземления корпуса генератора, технологического блока и компрессора;

в) на чистоту контактов пускорегулирующей аппаратуры;

г) на отсутствие пыли на токоведущих частях и изоляторах.

При обнаружении неисправностей блокировочных устройств до их устранения установку включать категорически ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

2.4 Запрещается работать на установке при обнаружении каких-либо неисправностей работы оборудования, отсутствии защитных средств или истечении сроков их годности.

2.5 Необходимо внимательно ознакомиться с плановым заданием на проведение работ на установке, наличием и состоянием исходных материалов (сырья) и безопасным обращением с ними.

2.6 Студентам до полного ознакомления с плановым заданием работ на установке категорически ЗАПРЕЩАЕТСЯ включать и выключать рубильники, выключатели, открывать и закрывать вентили, краны, открывать крышки приборов, крутить рукоятки и т.п.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

3.1 Для исключения аварийных ситуаций, для безопасного выполнения работ необходимо строго соблюдать указанную последовательность запуска установки:

3.1.1 Включить в генераторе автоматические выключатели F1, F2.

3.1.2 Поставить в генераторе переключатель мощности в положение 50% или 100 % (в соответствии с плановым заданием).

3.1.3 Закрыть все двери генератора и технологического блока.

3.1.2 Включить рубильник Q1 на генераторном блоке.

3.1.3 Включить рубильник на питающем щите, при этом включается вентилятор воздушного охлаждения генераторной лампы.

3.1.4 Подать охлаждающую воду общим краном на водяном коллекторе, при этом на генераторе загорится сигнальная лампа «ОХЛАЖДЕНИЕ».

3.1.5 Включить на генераторе первую ступень накала кнопкой S2. Через 40 сек кнопкой S1 включить вторую ступень накала. Загорается белая сигнальная лампа «БЛОКИРОВКА АНОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ».

3.1.6 Поставить на генераторе тумблер S10 на генераторном блоке в положение «РУЧНАЯ РАБОТА».

3.1.7 Включить систему «мокрой» очистки отходящих из реактора газов б.

3.1.8 Включить компрессор 7 и подать в плазмотрон 3 плазмообразующий газ.

3.1.9 Нажатием кнопки S3 на генераторе включить «НАГРЕВ» и подать высокое напряжение на электрод плазмотрона, одновременно «поджечь» разряд в плазмотроне 7 с помощью автоматического устройства.

3.2 Во время работы установки запрещается открывать, снимать ограждения, отключать предохранительные и блокирующие устройства. Все работы производить при закрытых дверях генератора и технологического блока.

3.3 Во время работы установки следить за индикаторными лампами «ОХЛАЖДЕНИЕ», «НАКАЛ», «НАГРЕВ» на генераторе и датчиками расхода плазмообразующего газа, охлаждающей воды на пульте управления технологического блока.

3.4 Периодически снимать режимные параметры работы установки и заносить их в рабочий журнал. При необходимости производить корректировку этих параметров в соответствии с плановым заданием.

3.5 Во время работы установки следить за сигнальной лампой режима «РАБОТА», расположенной на пульте управления и контроля за технологическим процессом, при сбое технологического режима, автоматически выключается режим «НАГРЕВ» генератора и электроприводы подачи шлама, что сопровождается сигналом звонка.

3.6 В случае возникновения аварийной ситуации: локальный прогар стенок реактора при «закорачивании» высокотемпературного канала высокочастотного факельного разряда на металлическую поверхность внутренних стенок реактора, – термомпара показывает всплеск температуры, необходимо выполнить требования п.4.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

4.1 В случае возникновения аварийной ситуации необходимо незамедлительно кнопкой S5 отключить подачу высокого напряжения на установку.

4.2 Кнопкой S4 отключить накал генераторной лампы.

4.3 Не менее, чем через 10 минут после отключения накала, перекрыть кран на водяном коллекторе, подающим охлаждающую воду.

4.4 Не менее, чем через 10 минут после отключения накала, отключить вентилятор обдува генераторной лампы рубильником Q1.

4.5 Отключить компрессор 7, прекратить подачу плазмообразующего газа в плазмотрон 3.

4.6 Не менее, чем через 10 минут после отключения накала, отключить систему мокрой очистки отходящих из реактора газов 6.

4.7 Отключить трёхфазный рубильник на питающем щите.

4.8 Принять меры по ликвидации аварии, немедленно сообщить руководителю работ.

4.9 В случае травмирования работников, немедленно после вызова скорой помощи по тел. 03, приступить к оказанию доврачебной помощи, сообщить руководителю работ.

4.10 Устранить воздействие на организм пострадавшего повреждающих факторов, угрожающих его здоровью и жизни (освободить от действия электрического тока, погасить горящую одежду); вывести пострадавшего на свежий воздух, обеспечить полный покой, усадить в удобное кресло или уложить, предохраняя от охлаждения.

4.12 **При поражении электрическим током** необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от действия электрического тока, так как от продолжительности этого действия зависит тяжесть электротравмы, поэтому необходимо немедленно отключить ту часть установки, которой касается пострадавший.

Если невозможно произвести быстрое отключение установки, то необходимо отделить пострадавшего от токоведущих частей (палкой, доской, оттянуть за полы пиджака, руками, обмотанными шарфом и т. п.)

4.13 После освобождения пострадавшего от действия повреждающих факторов необходимо оценить его состояние:

- а) сознание: ясное, отсутствует;
- б) дыхание: нормальное, отсутствует;

в) пульс на сонных артериях: хорошо определяется, плохо определяется.

4.14 Если пострадавший находится в сознании, но до этого был в обмороке с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, следует выполнить следующие действия:

а) уложить пострадавшего на подстилку, например из одежды;

б) расстегнуть одежду, стесняющую дыхание;

в) обеспечить приток свежего воздуха;

г) освободить помещение от посторонних людей и создать полный покой, наблюдая за пульсом и дыханием.

4.15 Если пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс, необходимо сразу же начать делать искусственное дыхание. Для этого, прежде всего, необходимо обеспечить проходимость верхних дыхательных путей (пальцем, обвёрнутым бинтом или тканью удалить из полости рта инородное содержание). Затем оказывающий помощь располагается сбоку от головы пострадавшего, одну руку подсовывает под пострадавшего, а ладонью другой руки надавливает на его лоб, запрокидывая голову. Оказывающий помощь делает глубокий вдох открытым ртом, плотно охватывает губами открытый рот пострадавшего и делает энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот; одновременно он закрывает нос пострадавшего щекой. Как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха приостанавливают.

4.16 Если у пострадавшего отсутствует сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, необходимо немедленно кроме искусственного дыхания делать наружный массаж сердца.

Оказывающий помощь располагается сбоку от пострадавшего, и, наклонившись, делает два быстрых вдувания, затем поднимается, оставаясь на этой же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки кладёт на нижнюю половину грудины (отступив на два пальца выше от её нижнего края), а пальцы приподнимает. Ладонь второй руки он кладёт поверх первой, поперёк или вдоль и надавливает, помогая наклоном своего корпуса.

Надавливание следует производить быстрыми толчками, так чтобы смещать грудину на 4 - 5 см, продолжительность надавливания не более 0,5 с. За 1 минуту необходимо сделать не менее 60 надавливаний и 12 вдуваний.

4.17 **Первая помощь при ожогах:** на обожжённый участок кожи наложить стерильную повязку. Нельзя обожжённый участок кожи смазывать мазями, присыпать пищевой содой, вскрывать пузыри, удалять прилипшие вещества. Обожжённое лицо необходимо закрывать стерильной марлей.

При ожогах глаз ультрафиолетовым излучением разряда следует делать холодные примочки из раствора борной кислоты ($\frac{1}{2}$ чайной ложки на 1 стакан воды).

При обширных ожогах кожи пострадавшего необходимо завернуть в чистую простынь, не раздевая, напоить тёплым чаем и создать покой до прибытия врача.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТ

- 5.1 Через 5–10 минут кнопкой S5 отключить подачу высокого напряжения на установку.
- 5.2 Кнопкой S₄ отключить накал генераторной лампы.
- 5.3 Не менее, чем через 10 минут после выключения накала, перекрыть кран на водяном коллекторе, подающим охлаждающую воду.
- 5.4 Не менее, чем через 10 минут после выключения накала, выключить вентилятор обдува генераторной лампы рубильником Q1.
- 5.5 Отключить компрессор 7 и прекратить подачу плазмообразующего газа в плазмотрон 3.
- 5.6 Не менее, чем через 10 минут после выключения накала, отключить работу системы «мокрой» очистки отходящих из реактора газов 6.
- 5.7 Поставить в исходное положение все переключатели.
- 5.8 Выключить трёхфазный рубильник на питающем щите.
- 5.9 Привести в порядок рабочее место.
- 5.10 О замеченных неисправностях сообщить руководителю работ и занести в рабочий журнал.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель проведения работы.
2. Принципиальную электрическую схему ВЧ генератора ВЧГ8-60/13 и ее краткое описание.
3. Порядок включения и выключения ВЧ генератора.
4. Основные требования по технике безопасности при работе на ВЧ генераторе ВЧГ8-60/13 перед началом работы, во время работы, в аварийных ситуациях и по окончании работ.

6 ПОРЯДОК РАБОТЫ

- 1 Изучить устройство и правила эксплуатации ВЧ генератора ВЧГ8-60/13.
2. Изучить правила техники безопасности при работе с ВЧ генератором генератора ВЧГ8-60/13.
3. Провести в присутствии преподавателя пробное включение и выключение ВЧ генератора ВЧГ8-60/13.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Почему ВЧ генератор ВЧГ8-60/13 выполнен в экранированном металлическом шкафу?
- 2 С какой целью двери генератора снабжены электромеханической блокировкой?
- 3 Тип генераторной лампы, используемой в ВЧ генераторе.
- 4 По какой схеме собран ВЧ генератор?
- 5 С какой целью электрические выводы из высокочастотного отсека выполнены через проходные конденсаторы?
- 6 При каких процентах анодного напряжения работает ВЧ генератор?
- 7 Как попадает высокое постоянное напряжение от высоковольтного выпрямителя на анод генераторной лампы?
- 8 Каким образом колебательный контур ВЧ генератора подключен к генераторной лампе?
- 9 Через какой элемент схемы ВЧ генератора осуществляется его соединение с нагрузкой (технологическим устройством)?
- 10 Какие элементы схемы ВЧ генератора используются для его согласования с нагрузкой (технологическим устройством)?
- 11 Какой элемент схемы ВЧ генератора служит для защиты технологического устройства от попадания постоянного высокого напряжения в случае пробоя анодно-разделительных конденсаторов?
- 12 С помощью какого элемента схемы ВЧ генератора осуществляется защита генераторной лампы от включения накала при отсутствии воздушного охлаждения?
- 13 Какие элементы схемы ВЧ генератора не позволяют включить накал генераторной лампы при уменьшении ниже допустимой нормы расхода воды, охлаждающей анод генераторной лампы и анодный трансформатор?
- 14 Какие общие требования безопасности предъявляются к персоналу при работе на ВЧ генераторе?
- 15 Какими вредными факторами характеризуется работа на ВЧ генераторе?
- 16 Какими защитными средствами должна быть обеспечена плазмохимическая установка на базе ВЧ генератора?
- 17 Перечислите требования безопасности перед началом работы установки?
- 18 Перечислите требования безопасности во время работы установки?
- 19 Перечислите требования безопасности по окончании работы установки?
- 20 Перечислите требования безопасности при аварийных ситуациях на установке?

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Эксплуатационная документация на установку высокочастотную ВЧГ8-60/13. Завод-изготовитель ЗАО «Завод высокочастотных установок». Зав .№ 194.