

ление перехода коллектор-эмиттер транзистора  $T_2-R_T$ . В отсутствие импульса разрешения сопротивления  $R_T \ll R_1$ , так как транзистор  $T_2$  сильно насыщен (база его подсоединена через сопротивление к минусу батареи). При этом на выходе линейного пропускающего устройства будет присутствовать только паразитный сигнал от входного сигнала. Его величина 20—30 мВ при максимальном входном сигнале 6 в. Величина его может быть уменьшена выбором сопротивления  $R_1$  и применением второго каскада. При поступлении импульса разрешения на базу транзистора  $T_2$  сопротивление  $R_T \gg R_1$  и на выходе схемы будет присутствовать входной сигнал. Величина «педестала» от импульса управления составляет 20—30 мВ, причем по длительности это 20—30% от основного входного сигнала. Полярность скачка напряжения от импульса управления противоположна основному сигналу.

Величина «педестала» может быть снижена выбором  $R_3$ . Однако в одном и том же каскаде линейного пропускающего устройства нельзя одновременно уменьшить и величину «педестала» и «пролезания» от основного сигнала. Приходится применять два идентичных каскада. Для схемы на рис. 1  $K \approx 0,9$ ,  $\alpha \approx 0,003$ . Величина «педестала»  $\approx 20$  мВ. Недостатком линейного пропускающего устройства, приведенного на рис. 1, является некоторая задержка входного импульса ( $\sim 0,2-0,3$  мксек) и затягивание переднего фронта входного импульса. Задержка и затягивание входного импульса объясняется тем, что транзисторы  $T_2, T_4$  сильно насыщены и сравнительно долго выходят из насыщения. Применение более быстродействующих транзисторов позволяет в значительной мере избежать этих явлений. Описанный линейный пропускатель может пропускать и большие входные сигналы, что достигается увеличением напряжения питания. Работоспособность схемы проверялась в диапазоне температур  $-20-+45^\circ \text{C}$ .

В заключение авторы выражают благодарность И. А. Савенко за помощь в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Санин А. А. Электронные приборы ядерной физики. М., Физматгиз, 1961.
2. Сб. «Многоканальные измерительные системы ядерной физики», вып. 5. Под редакцией И. Д. Мурзина и Б. И. Хазанова. М., Госатомиздат, 1963.
3. Еремин А. С., Розов Б. С. «Приборы и техника эксперимента», № 2, 1963.

Поступила в редакцию  
26. 2 1965 г.

НИИЯФ

533.99

Г. И. ГОРЯГА, А. А. КУЗОВНИКОВ, А. А. РУБАН, Г. С. ЯРАМЫШЕВ

### О СТАБИЛИЗАЦИИ ФАКЕЛЬНОГО РАЗРЯДА

В последнее время получили распространение плазменные струйки, в которых струя создается стабилизированной дугой постоянного тока [1—4]. Сравнительно недавно для генерации плазменных струй начали использовать высокочастотный разряд. Высокочастотный нагрев позволяет получить потоки газа температуры  $\sim 10^4 \text{K}$  [5—8].

В работе [9] обсуждается конструкция и возможности применения микроволновой плазменной горелки. Появились сообщения о попытках использования для этих целей факельного разряда [10—11]. Интерес к использованию высокочастотного разряда для генерации плазменных струй отчасти обусловлен возможностью избежать загрязнения плазмы, поскольку такой разряд существует и при отсутствии контакта зоны нагрева с электродами и стенками разрядного устройства.

В настоящем сообщении описываются конструкции плазменной горелки, в которой нагрев газа осуществляется в факельном разряде.

В факельном разряде плазма образуется в результате колебательного движения электронов в высокочастотном поле [12]. Разряд существует в том случае, если вблизи электрода имеется зона маловозмущенного (потоками) газа, причем ее протяженность в направлении поля должна быть не меньше критической [13]. Температура электрода не существенна для развития и поддержания разряда [14]. Исходя из этого мы полагаем, что радиальное сжатие зоны горения факельного разряда, не влияя на существо процессов в разряде, приведет к его стабилизации, повышению температуры, созданию чистой струи плазмы.

Были опробованы два способа стабилизации разряда: вихрем и потоком.

Схема горелки, в которой факельный разряд стабилизируется вихрем, представлена на рис. 1. При тангенциальном вводе в камеру рабочего вещества (вода, воздух) вдоль оси камеры сохраняется цилиндрическая область невозмущенного воздуха, диаметр которой определяется диаметром отверстия в диафрагме (2) и расходом рабочего вещества. При диаметре диафрагмы в 3 мм, расходе воды 15 см<sup>3</sup>/сек, невозмущенная зона имела диаметр ~ 3 мм.

Вид разряда, возбуждаемого на частоте 9 мГц, при колебательной мощности генератора 10 ватт схематично изображен на том же рисунке. На оси форсунки наблюдается яркий розового свечения канал (6) диаметром ~ 3 мм. Он начинается у электрода и заканчивается вне форсунки в 2—3 см от диафрагмы.

Вне форсунки существует менее яркий конусообразный внешний столб свечения (7), напоминающий свободно горящий факельный разряд. Он начинается вблизи отверстия водосборника, постепенно расширяясь до диаметра 5 см, и достигает длины ~ 40 см. Его форма зависит от ориентации оси форсунки. При вертикальном расположении ориентация столба свечения на всем протяжении совпадает с направлением оси форсунки. Когда форсунка расположена горизонтально, внешний столб свечения на расстоянии ~ 20 см от водосборника плавно изгибается вверх (см. рис. 1), что указывает на сравнительно небольшую скорость истечения плазмы из форсунки.

Анализ спектра разряда в точке, лежащей на расстоянии ~ 10 мм от диафрагмы показал, что цвет канала обусловлен свечением водорода. В спектре присутствуют полосы гидроксидов ОН. Кроме этого зафиксированы две линии кальция. Видимо, кальций поступает в форсунку в составе солей, растворенных в воде.

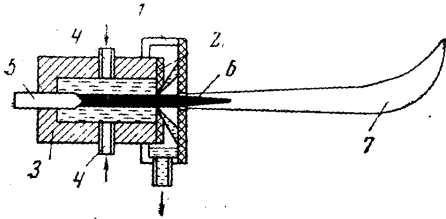


Рис. 1. Схема стабилизации факельного разряда вихрем. 1 — водосборник, 2 — диафрагма (асбестоцемент), 3 — корпус форсунки (оргстекло), 4 — тангенциальные вводы воды или воздуха, 5 — электрод (латунь), 6 — яркий канал, 7 — внешний столб свечения

Рис. 2. Схема стабилизации факельного разряда потоком. 1 — кварцевое сопло, 2 — корпус (асбестоцемент), 3 — ввод воздуха, 4 — полый электрод, 5 — сменная головка электрода, 6 — ядро разряда, 7 — внешняя зона разряда

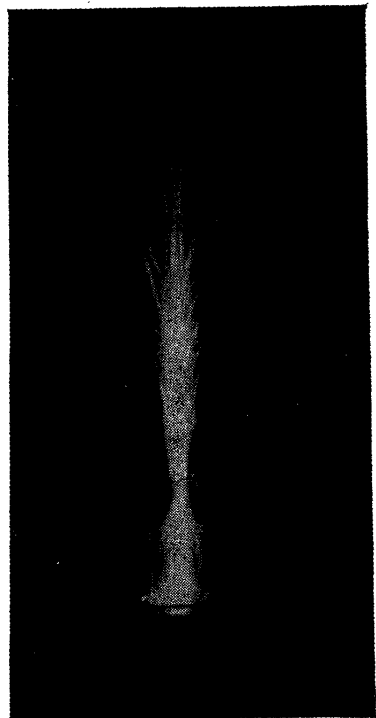
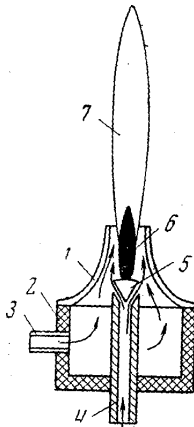


Рис. 3. Работающая форсунка. Стабилизация потоком, рабочее вещество — воздух

Форсунка находилась в эксплуатации около 10 час. Следов разрушения форсунки не обнаружено.

Картина разряда существенно не изменялась, если в качестве стабилизирующего рабочего вещества использовался воздух. Поскольку в этом случае электрод охлаждался менее интенсивно, он в процессе разряда разрушался: за время 30 мин графитовый электрод диаметром 4 мм выгорал на 5 мм. В спектре разряда присутствуют пс

лосы циана. Диафрагма и корпус (асбестоцемент) форсунки заметному разрушению не подвергались.

На рис. 2 изображена схема форсунки, в которой факельный разряд стабилизируется потоком воздуха. Стрелками указаны направления движения газа в камере. При таком распределении течений у головки электрода по оси форсунки образуется «застойная» зона: воздух в ней мало возмущен. Диаметр этой зоны несколько меньше диаметра головки электрода (4 мм), ее протяженность зависит от геометрии устройства, соотношения скоростей потоков воздуха из камеры и полости электрода и может достигать нескольких сантиметров. На рис. 3 изображена работающая форсунка. Схема разряда представлена на рис. 2. По интенсивности свечения в разряде можно выделить две зоны. Вблизи электрода в области зоны «застоя» наблюдается более яркая часть — ядро разряда. К ней примыкает веретенообразный столб свечения. Он начинается у электрода в виде ореола ядра и простирается вдоль оси камеры на расстояние ~20 см от края сопла.

Форма разряда стабильна, сохраняется при изменении ориентации камеры. Протяженность внешней зоны разряда зависит от скорости потоков воздуха. С увеличением скорости она уменьшается и при некоторой критической разряд сдувается, гаснет.

В спектре, зарегистрированном в точке на оси разряда, на расстоянии ~10 мм от края сопла форсунки с вольфрамовой головкой электрода наблюдались лишь полосы закиси азота. С графитовой, железной и медной головками электродов в спектрах присутствовали линии материала вставки.

Камера с вольфрамовой головкой проработала без следов разрушения свыше 5 час.

Исследование температуры плазменной струи в описанных форсунках проводилось спектральными методами.

Полагаем, что оба типа форсунок могут быть использованы в технике и лабораторной практике.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Maeschke H. Z. F. Phys., 129, 108, 1951.
2. Канн, Лукати. «Вопросы ракетн. техн.», № 8, 1960.
3. Джон, Фейд, Швайгер, Иос. «Вопросы ракетн. техн.», № 8, 1960.
4. Кварантели Ю. К. «Заводская лаборатория», № 5, 577, 1960.
5. Colongues R., Geoyges C. Acad. sci., 255, No. 20, 2539—2541, 1962.
6. Bull. Soc. chim., 522, 1962.
7. Reed T. J. Appl. Phys., 32, No. 5, 821—824, 1961.
8. Colongues R. Techn. mod., 54, No. 11, 476—480, 1962.
9. Schmidt W. Electronisch Rundschau, 13, Nr. 11, 1959.
10. Королев Ф. А., Жеенбаев Ж. «Инж. физ. журн.», 2, № 12, 44, 1955.
11. Бамберг Е. А., Дресвин С. В. ЖТФ, 1962, 32, № 6, 772—774.
12. Кузовников А. А., Капцов Н. А. «Изв. вузов», физика, № 6, 1960.
13. Cristescu G. D., Grigorevici R. Rev. phys. Acad. RPR, 1, 103—106, 1956.
14. Солнцев Г. С. Диссертация. М., 1952.

Поступила в редакцию  
3. 2 1965 г.

Кафедры  
молекулярной физики  
и электроники

533.9.01

Ю. М. НИКОЛАЕВ

## ГРАВИТАЦИОННАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАЗМЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОМ ВОЛНОВОМУ ВЕКТОРУ

Гравитационная неустойчивость несжимаемой проводящей жидкости в магнитном поле исследовалась в ряде работ [1, 2, 3].

Рассмотрим систему, состоящую из двух идеально проводящих сжимаемых жидкостей бесконечной протяженности, которая находится в поле тяжести Земли,