

04; 08

© 1992

КОНТРАКЦИЯ РАЗРЯДА,
ВЫЗВАННАЯ ЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙГ.А. Галечян, Д.М. Карапетян,
Л.Б. Тавакалян

В газовом разряде при превышении определенного значения разрядного тока или давления газа наблюдается контракция положительного столба. Контракция наблюдается также в разряде с прокачкой при переходе режима течения газа из ламинарной формы в псевдотурбулентную [1, 2]. Подробный обзор работ по контракции и механизмам этой неустойчивости приведен в [3].

В данной работе экспериментально обнаружена и исследована контракция разряда в аргоне, вызванная звуковой волной. Исследовался диапазон давлений и разрядных токов, для которых контракция разряда в отсутствие звуковой волны не наблюдается. Создание звуковой волны в разряде и увеличение ее интенсивности при определенном значении этого параметра вызывает скачкообразное контрагирование положительного столба, т.е. обнаруженная неустойчивость разряда вызвана исключительно звуковой волной.

Исследования проводились в диапазоне давлений $P=54-70$ Тор, разрядных токов $I_p=40-110$ мА. Интенсивность звука варьировалась от 74 до 88 дБ, измерения проводились при первой резонансной частоте звука в разрядной трубке $f=150$ Гц. Экспериментальные исследования выполнялись на стенде, состоящем из кварцевой разрядной трубки с внутренним диаметром 9,8 см, длиной 52 см. Расстояние между кольцевыми сетчатыми электродами составляло 27 см. Звук в трубке создавался при помощи электродинамического излучателя звуковых волн, прикрепленного к одному из торцов трубки. В противоположном торце располагался микрофон для контроля параметров звуковой волны.

На рис. 1, а приведены ВАХ разряда при давлении $P=54$ Тор. В разряде без звуковой волны (кривая 1) контракция не наблюдается. Создание звука в трубке сначала сопровождается некоторым уменьшением энерговыклада в разряд (кривая - 2, $J=78$ дБ) и диаметровидимой границы положительного столба. Затем при интенсивности звуковой волны $J=82$ дБ происходит скачкообразное контрагирование разряда (при токе 90 мА, кривая 3), которое носит гистерезисный характер. В области интенсивностей от 82 до 84 дБ ВАХ разряда практически не меняется. Однако при интенсивностях звука $J \gtrsim 84$ дБ картина горения разряда резко изменяется, происходит расконтрагирование положительного столба звуком (кривые 4 - $J=85$ дБ и 5-88 дБ), сопровождаемое ростом энерговыклада в разряд и диаметра видимой границы поло-

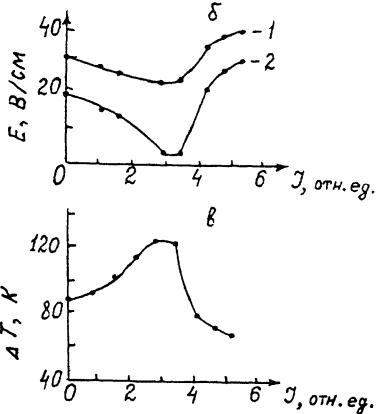
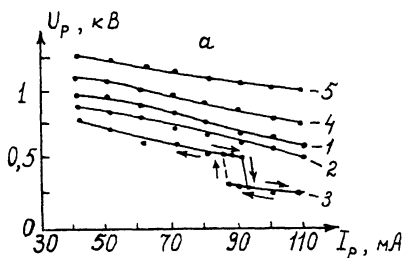


Рис. 1. а) ВАХ разряда в аргоне при $P=54$ Тор. б) Зависимость напряженности продольного электрического поля от интенсивности звука при $P=54$ Тор: 1 - $I_p=40$ мА, 2 - 100 мА. в) Зависимость радиального перепада температуры газа от интенсивности звука при $P=54$ Тор, $I_p=90$ мА.

жительного столба. Подобная картина наблюдается во всей исследуемой области давлений.

Создание звука и увеличение его интенсивности до 82 дБ сопровождается уменьшением напряженности продольного электрического поля E (рис. 1, б). В области интенсивностей $J=82-84$ дБ величина E остается практически неизменной. Звуковая волна интенсивностью выше 84 дБ вызывает рост напряженности продольного электрического поля (величина поля измерялась компенсационным методом [4]). Термопарные измерения показали, что перепад температуры газа между осью и стенкой разрядной трубки ΔT в области интенсивности звука $J < 82$ дБ с ростом величины этого параметра растет (рис. 1, в), а при $J > 84$ дБ уменьшается. На рис. 1, б, в интенсивность звука 1 отн. ед. соответствует 74 дБ; 2,8 - 82 дБ; 5, 2 - 88 дБ.

Таким образом, экспериментальные исследования показывают, что в исследуемой области давлений и разрядных токов создание звука приводит при определенной интенсивности звуковой волны к контракции разряда, сопровождаемой уменьшением величины продольного электрического поля и увеличением радиального градиента температуры газа. Дальнейшее увеличение интенсивности звука сопровождается расконтрагированием разряда и обратным поведением E и ΔT . Контракция разряда, вызванная исключительно звуковой волной, подобна контракции положительного столба в продольном потоке газа при изменении режима течения газа из ламинарного в псевдотурбулентный [1] при увеличении числа Рейнольдса. В работе [5] экспериментально получено, что в разряде с продольным потоком аргона увеличение скорости прокачки от 0 до 40 м/с вызывает

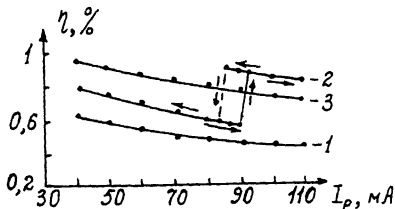


Рис. 2. Зависимость глубины модуляции тока звуковой волной ($f_1 = 150$ Гц) от величины разрядного тока: 1 - $J = 78$ дБ, 2 - 82 дБ, 3 - 88 дБ.

уменьшение E в 2 раза. Увеличение скорости прокачки от 40 до 120 м/с сопровождается небольшим спадом E , а дальнейшее увеличение скорости прокачки приводит к росту электрического поля в ~ 3 раза. Последнее обстоятельство авторы [5] объясняют переходом потока в турбулентный режим течения газа. Полученная в данной работе зависимость E от интенсивности звука подобна зависимости E от скорости прокачки в разряде с продольным потоком газа [5]. В работе [1] получено, что при переходе режима течения газа из ламинарного в псевдотурбулентный в разряде возникают крупномасштабные пульсации, приводящие к развитию неустойчивости в разряде и его контракции. Контракция разряда звуком, по-видимому, также связана с возникновением крупномасштабных неустойчивостей. Переход разряда в контрагированное состояние сопровождается скачкообразным ростом глубины модуляции разрядного тока звуковой волной (при токе 90 мА, рис. 2). При интенсивностях звуковой волны, приводящих к расконтрагированию положительного столба, в разрядной трубке наблюдаются мелкомасштабные вихри, размер которых значительно меньше диаметра разрядной трубки, скачка глубины модуляции разрядного тока звуком при этом не наблюдается (рис. 2).

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Г а л е ч я н Г.А. // ТВТ. 1982. Т. 20. № 2. С. 379-380.
- [2] В е л и х о в Е.П., Г о л у б е в В.С., П а ш к и н С.В. // УФН. 1982. Т. 137. № 1. С. 117-150.
- [3] Е л е ц к и й А.В. В кн.: Химия плазмы. Вып. 9 / Под ред. П.М. Смирнова. М.: Энергоиздат, 1982. С. 151-178.
- [4] К о з л о в О.В. Электрический зонд в плазме. М.: Атомиздат, 1969. 292 с.
- [5] G e n t l e K., I n g a r d H., В e k e f i G. // Nature. 1964. V. 203. P. 1369-1370.

Институт
прикладных проблем
физики АН Армении

Поступило в Редакцию
13 декабря 1991 г.