

УДК 537.525

ФИЗИКА

Г. А. Галечян, С. И. Петросян

Экспериментальное исследование контракции положительного столба в продольном потоке газа

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 2/II 1973)

Известно, что положительный столб газового разряда при средних и высоких давлениях контрагирует, т. е. сжимается к оси. Конкретный механизм этого явления зависит от характеристик разряда: природы и давления газа, силы тока, радиуса трубки и т. д.

В работах (¹⁻⁹) рассматриваются различные механизмы для объяснения контракции положительного столба. Общими признаками сильно сжатого токового шнура являются неоднородность температуры по сечению трубки и преобладание объемной рекомбинации электронов над потерей частиц на стенках трубки вследствие амбиполярной диффузии. Контракция положительного столба в потоке газа имеет свои особенности и является малоизученной.

Настоящая работа посвящена исследованию контракции положительного столба в продольном потоке Ar, He, CO₂ и воздухе в трубке с цилиндрическими электродами.

Разрядная трубка состоит из водоохлаждаемых цилиндрических электродов и стеклянной трубки длиной 100 мм и внутренним диаметром 10 мм. Давление в системе измерялось U-образным ртутным манометром (от 1 до 250 мм рт. ст.) и моновакууметром (от 0,02 до 1 атм). Газ вводился радиально в анодную секцию трубки. Скорость потока He 250 м/сек достигалась подключением к вакуумной системе насоса производительностью 0,0183 м³/сек, а 40 м/сек—включением насоса производительностью 0,0033 м³/сек. Скорость потока измерялась трубкой Пито. Величина скорости газа слабо зависит от давления. При $P=60$ мм рт. ст. измеренная скорость не равна 250 м/сек, при $P=280$ мм рт. ст. $v=225$ м/сек.

Положительный столб исследовался при разрядных токах 0,01--0,04а.

«Зажигание» разряда происходило при давлении газа 10^{-2} мм рт. ст. При постоянном токе разряда, в трубке увеличивалось давление.

До $P=3$ мм рт. ст. положительный столб заполняет сечение трубки (диффузионный разряд). При дальнейшем увеличении давления газа наступает контракция и диаметр положительного столба уменьшается. На рис. 1 показаны графики зависимостей падения напряжения на электродах от давления при $I=0,03$ а. Начало контракции положитель-

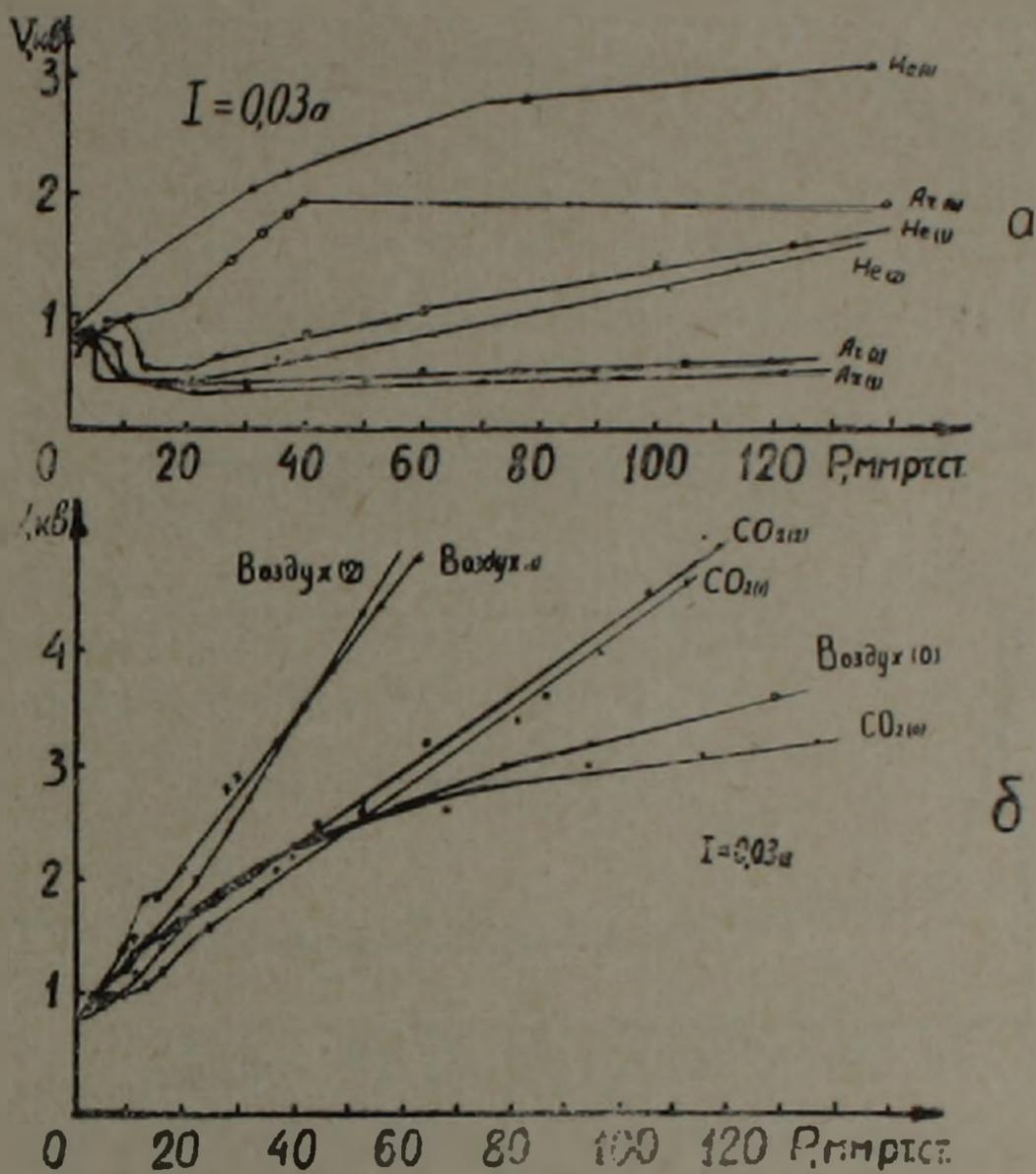


Рис. 1. Зависимость падения напряжения на электродах от давления газа в трубке: а—в He и Ag; б—в CO₂ и воздухе

ного столба в разных газах проявляется различным образом.

В разряде с потоком Ag и He отчетливо проявляется начало контракции. Скачком происходит резкое уменьшение напряжения и диаметра токового шнура: примерно в два раза. Следовательно, проводимость увеличивается в 8 раз. В Ag окраска свечения разряда скачком меняется от красного к фиолетовому.

В молекулярных газах CO₂ и воздухе заметного скачка напряжения и диаметра положительного столба не установлено. Диаметр токового шнура постепенно уменьшается с увеличением давления газа. На рис. 2 и 3 приведены графики зависимостей диаметра положительного столба от давления для Ag, He, CO₂. Диаметр определялся по свечению положительного столба. На рис. 4 приведены фотографии: диффузионного положительного столба, контрагированного сжатого токового шнура (б).

После резкого уменьшения диаметра положительного столба в потоке He со скоростью $v=250$ м/сек дальнейшее увеличение давления газа приводит к увеличению диаметра токового шнура и при

$P=100$ мм рт. ст. становится по величине близкой к внутреннему диаметру трубки.

Диаметр положительного столба в потоке He со скоростью 40 м/сек не увеличивается более 6 мм при повышении давления газа

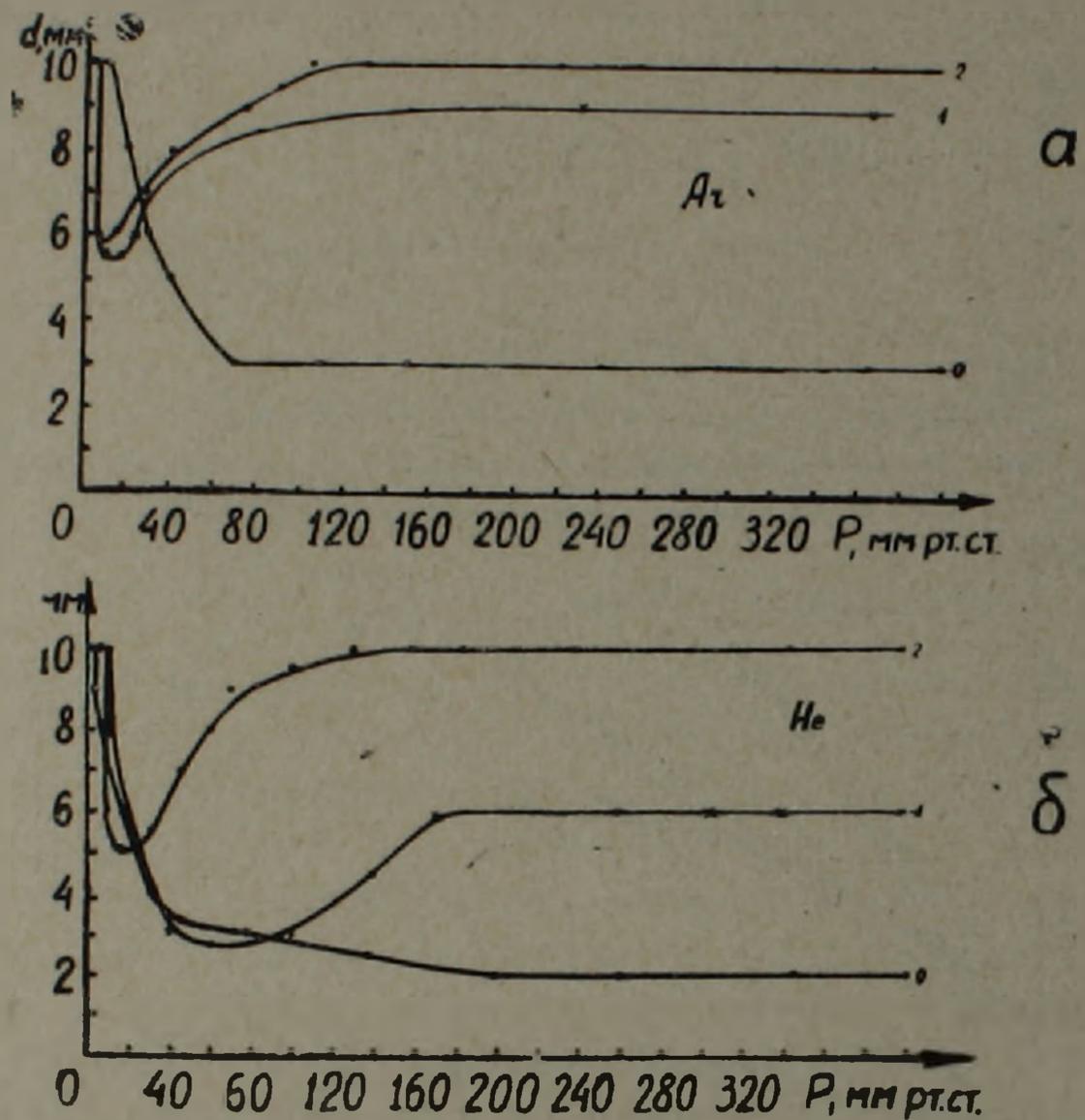


Рис. 2. Зависимость диаметра положительного столба от давления газа в трубке: кривая 0 соответствует положительному столбу без потока газа ($v=0$); кривая 1— $v=40$ м/сек; кривая 2— $v=250$ м/сек. а—в Ar ; б—в He

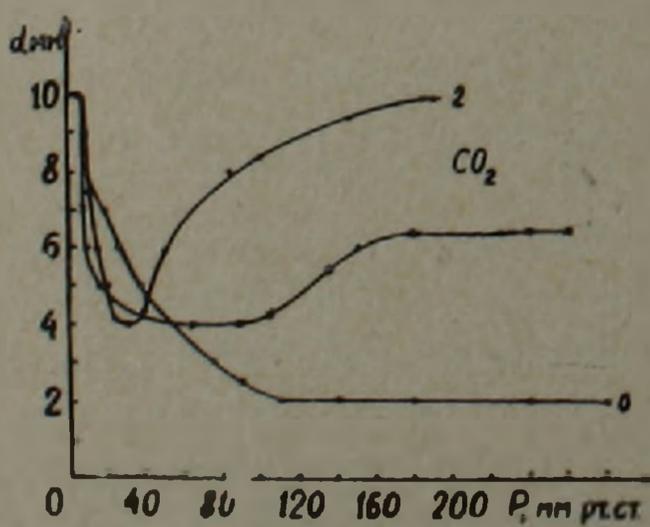


Рис. 3. Зависимость диаметра положительного столба от давления CO_2 в трубке. Кривая 0 соответствует положительному столбу без потока газа ($v=0$), кривая 1— $v=20$ м/сек; кривая 2— $v=100$ м/сек

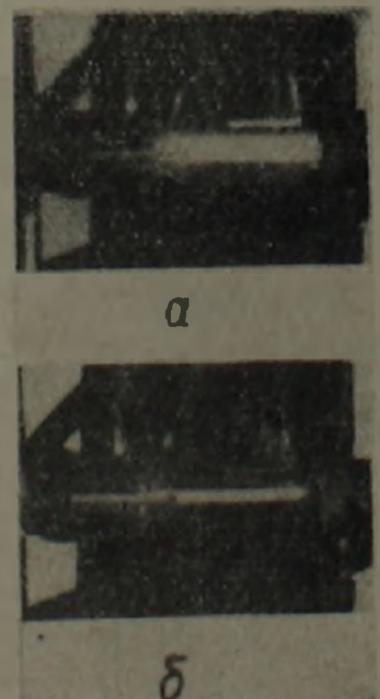


Рис. 4. Фотографии разряда: а—диффузионный положительный столб; б—контрагированный разряд

в трубке до 700 мм рт. ст. В Аг при такой же скорости потока газа диаметр шнура увеличивается до несколько большей величины.

Это, очевидно, связано с большим различием атомных весов в Аг и Нс. В CO_2 и воздухе диаметр положительного столба в потоке газа с $v=100$ м/сек с увеличением давления газа плавно уменьшается до ~ 5 мм. Дальнейший рост Р в трубке приводит к увеличению диаметра контрагированного шнура до величины, близкой внутреннему диаметру трубки. При потоке газа $v=20$ м/сек повышение давления не приводит к увеличению диаметра токового шнура более 6 мм.

На всех графиках, для сравнения, приведены зависимости диаметра положительного столба от давления газа в разрядах без потока газа ($v=0$). Сильно контрагированное состояние возникает при давлениях 50—100 мм рт. ст. Увеличение давления до 700 мм рт. ст. не приводит к заметному изменению диаметра шнура.

Скачкообразное изменение параметров разряда в потоке Аг и Нс при контракции положительного столбика указывает на то, что это явление вызвано возникновением неустойчивости в положительном столбе при пороговом значении давления газа. Развитие неустойчивости связано с наличием потока газа через положительный столб, так как в разрядах без потока газа ($v=0$) мы не наблюдаем скачка параметров.

Диаметр положительного столба в потоке газа зависит от скорости и плотности газового потока. При высоких скоростях и плотностях газа через разрядную трубку диаметр положительного столба становится равным внутреннему диаметру трубки.

В заключение приносим благодарность М. Л. Тер-Микаэлян за интерес к работе и обсуждения.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Գ. Ա. ԳԱԼԵՉՅԱՆ, Ս. Ի. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Պարսպման խողովակներում դրական սյան տիրույթի կոնտրակցիայի փորձնական հետազոտությունը գազի երկայնական հոսքի պայմաններում

Սույն աշխատության մեջ բերված են զլանածե էլեկտրոդներով պարսպման խողովակում դրական սյան տիրույթի կոնտրակցիայի հետազոտության արդյունքները:

Ստացված գրաֆիկները ցույց են տալիս, որ երբ $P > 100$ մմ սնդ. սյան, գազի երկայնական հոսքի մեծ արագությունների դեպքում կոնտրակցիայի ենթարկված դրական սյան տրամագիծը մոտենում է պարսպման խողովակի ներքին տրամագծին:

