Столкновительно радиационные модели для высокочастотного емкостного разряда в аргоне [[1]](#footnote-1)\*)

Волошин Д.Г.

Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Москва, Россия, [info@sinp.msu.ru](mailto:info@sinp.msu.ru)

Низкотемпературная плазма на основе аргона широко используется как для исследования фундаментальных процессов, так и в технологических приложениях. Возбужденные состояния Ar являются важными компонентами в физике и процессах газового разряда. Долгоживущие возбужденные состояния действуют как резервуары энергии и влияют на структуру разряда посредством передачи энергии другим компонентам и поверхностям. ВУФ-фотоны эмитриуемые резонансными состояними Ar могут существенно влиять на свойства обрабатываемых материалов, как положительным (стерилизация поверхностей, отверждение полимеров), так и отрицательным (повреждение диэлектриков с низкой диэлектрической постоянной) образом. Поэтому моделирование разрядов в плазменных реактоорах должно правильно предсказывать плотности возбужденных состояний Ar в плазме.

В данной работе изучалось использование столкновительно-радиационных моделей в кинетическом моделировании высокочастотного емкостного разряда на основе метода «Частиц в Ячейке» с Монте-Карло столкновениями.

В модель были включены различные наборы возбужденных состояний Ar: от простого случая с суммарным метастабильным и резонансным уровнями [1], к более подробной схеме с четырьмя нижними 1s уровнями и двумя эффективными более высокими уровнями [2] и до достаточно подробной схемы в [3] с 14 уровнями (4 нижних 1s-состояния и 10 2p-состояний) и различными излучательными и электронными переходами между этими состояниями. Сечения электронного возбуждения в этих разных наборах были нормализованы, чтобы соответствовать полным потерям энергии электрона в неупругих столкновениях. Эта нормализация необходима для получения правильной функции распределения электронов по энергии, особенно при использовании сечений, полученных из квантовомеханических расчетов.

Экспериментальные результаты из [3, 4] для плотностей Ar(1s) использовались для проверки кинетических самосогласованных расчетов. Представлены сокращенные наборы возбужденных состояний Ar, которые дают необходимую информацию о концентрации метастабильных и радиационных состояний, но при этом не слишком усложняют кинетическое моделирование.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (РНФ No 18-72-00155).

Литература

1. Rakhimova T. et al., IEEE Trans. Plasma Sci., 2006, 34, 867.
2. Dyatko N.A., Ionikh Yu.Z., Meshchanov A.V., and Napartovich A.P., Plasma Physics Reports, 2005, 31, 871.
3. Kovalev A.S., Kurchikov K.A., Proshina O.V., Rakhimova T.V., Vasilieva A.N., Voloshin D.G., Physics of Plasmas, 2019, 26, doi:10.1063/1.5123989.
4. Zhu X. , Cheng Z., Pu Y., Czarnetzki U., J. Phys. D: Appl. Phys., 2016, 49, 225204.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Lt/en/EY-Voloshin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)