

## FDTD МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В МАГНИТОАКТИВНОЙ ПЛАЗМЕ

А.Д. Исаков, А.В. Шарнин, Л.А. Лобес

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

e-mail: Rhawww@gmail.com

Моделирование распространения электромагнитных волн в магнитоактивной плазме актуально для задач диагностики плазмы на установках управляемого термоядерного синтеза [1]. Рост вычислительной мощности современных компьютеров снимает ограничения по быстродействию на применение FDTD метода для 2D и 3D уточненного моделирования процессов распространения волн в магнитоактивной плазме, в том числе в режиме X-mode. В работах [2, 3] показано, что вопросы реализации эффективных и устойчивых расчетных FDTD схем моделирования процесса распространения волн в режиме X-mode являются актуальными и не имеют универсального решения.

В работе представлены результаты синтеза FDTD-модели распространения электромагнитных волн в замагниченной плазме в режиме X-mode. Представлены и интерпретированы первые результаты моделирования. Показаны принципы использования модели для исследования процесса импульсной рефлектометрии плазмы на установках типа токамак. Приведены предварительные результаты анализа воздействия магнитного поля на параметры детектируемого рефлектометром полезного сигнала. Представлены результаты сравнительного анализа FDTD-моделирования с результатами аналитического 1D-моделирования в режиме X-mode для плоскостной среды.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F. da Silva, S. Neuraux, Development of a 2D full-wave JE-FDTD Maxwell X-mode code for reflectometry simulation.
2. Alireza Samimi, Jamesina J. Simpson, "An Efficient 3-D FDTD Model of Electromagnetic Wave Propagation in Magnetized Plasma", IEEE Trans. Antennas Propag., Vol. 63. No. 1, pp. 269 – 279, Jan. 2015
3. Xu, Lijun; Yuan, Naichang, FDTD Formulations for Scattering From 3D Anisotropic Magnetized Plasma Objects, Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE, . 2006

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОНДЕНСИРУЕМЫХ ГАЗОВ НА ПРОЦЕСС ДЕСУБЛИМАЦИИ ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА

А.А. Картавых, С.М. Губанов, А.Ю. Крайнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [kaashk@mail.ru](mailto:kaashk@mail.ru)

В производстве по разделению гексафторида урана, при фракционной разгонке газовой смеси, для десублимации фтористого водорода применяются специальные емкости – осадители, охлаждаемые жидким азотом. Для ведения технологического процесса принят температурный уровень в 77 К.

Применение жидкого азота в качестве холодоносителя энергетически и материально затратно. Операции по заливке жидкого азота в сосуды Дьюара производится вручную, при обращении с жидким азотом присутствуют вредные и опасные факторы, такие как низкая температура, вытеснение кислорода из воздуха, повышение давления в ограниченном объёме. Расход жидкого азота, как холодоносителя в год составляет 465

375 кг, или 22 142 542 ккал в год (2 528 ккал/час при теплоте фазового перехода жидкого азота 47,58 ккал/кг), что влечет необходимость хранить значительный запас жидкого азота.

Возможно, исключить перечисленные факторы при применении жидкого азота, если использовать в качестве хладагента холодный воздух с температурой 113 К. При этом возникает вопрос об эффективном температурном уровне ведения технологического процесса.

Для выявления эффективного температурного уровня необходимо оценить техническую возможность ведения процессов десублимации фтористого водорода при температурном уровне отличном от исторически сложившегося при ведении технологического процесса. Произвести сравнение количества вещества не десублимируемого в осадителях при существующем и перспективном температурных уровнях.

Опытные работы проводились на существующей экспериментальной установке [1], на которой выполнена имитация технологического процесса. В осадитель предварительно охлажденный до температуры 143 К напускалась газовая смесь с постоянным расходом, включающая 90% фтористого водорода и 10% воздуха. Для десублимации проскоков фтористого водорода перед насосом установлен еще один осадитель, охлаждаемый жидким азотом. Продолжительность проведения эксперимента составляла не менее 8 ч., после чего подводился материальный баланс количества десублимированного фтористого водорода. Путем взвешивания емкостей определена масса фтористого водорода осевшего во второй емкости, охлаждаемой жидким азотом.

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента МК-5959.2016.8.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дурновцев М.И., Крайнов А.Ю., Губанов С.М., Чуканов М.В. Измерение давления насыщенных паров фтористого водорода в области низких температур // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т.58. – № 2/2. – С. 10–13.

#### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

М.М. Филиппов, С.М. Губанов, А.Ю. Крайнов, А.А. Картавых  
Акционерное общество «Сибирский Химический Комбинат»,  
Россия, г. Северск, ул. Курчатова 1, 636039  
E-mail: [iskatelll@yandex.ru](mailto:iskatelll@yandex.ru)

Важным технологическим параметром для помещений Завода разделения изотопов являются требования к влажности воздуха. Требуемая влажность воздуха обеспечивается вентиляционными системами (ВС). Для определения оптимальных режимов работы ВС в машзалах с газовыми центрифугами (ГЦ) произведено исследование физических процессов осушки и распределения влажностив объеме помещения. В качестве объекта для моделирования процесс рассматривается производственное помещение размером 500x50x8,5м.

В статье [1] представлена нестационарная физико-математическая модель процесса вентиляции, основанная на уравнениях газовой динамики, записанных в двумерном плоском приближении. Произведено численное моделирование для трех характерных режимов работы ВС.

С помощью, разработанной на основании физико-математической модели, компьютерной программы [2] произведен расчет полей распределения относительной влажности в объеме помещения, в зависимости от