

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ИСТОЧНИКА ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ПИТАНИЯ СВЧ МАГНЕТРОНА СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Сабодаш О.А., Тихон О.И.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мадвейко С.И. – канд. техн. наук, доцент

Выполнено моделирование схем питания СВЧ магнетрона и исследовано влияние принципа подключения к трёхфазной сети переменного тока на уровень и форму сигналов анодного напряжения и тока. Полученные результаты указывают на возможность перехода от импульсного к постоянному характеру генерации энергии.

Уникальные электрофизические свойства сверхвысокочастотной (СВЧ) плазмы обосновывают её применение для ряда процессов вакуумно-плазменной обработки полупроводниковых материалов [1,2]. Широкий диапазон возможных технологических и энергетических параметров, реализуемых СВЧ плазменных устройств, позволяет с одинаково качественными результатами использовать их как для проведения научных исследований, так и в составе производственных комплексов.

В качестве СВЧ-генераторов в составе плазменных устройств широко используются магнетроны. Для обеспечения их работы требуется наличие двух источников, один из которых осуществляет накал катода, а другой служит для питания анодной цепи [3]. Часто применяется однополупериодная схема, совмещающая обе эти функции, благодаря использованию силового трансформатора с двумя вторичными обмотками. На рисунке 1 изображена электрическая схема питания анодной цепи магнетрона с эквивалентной схемой магнетрона, представляющей собой подключенные последовательно диод и резистор [4].

Увеличение мощности магнетрона можно достичь за счёт модульной конструкции, в которой используется несколько генераторов вместо одного. Существуют установки, в которых благодаря использованию подобной конструкции, одновременно работает несколько десятков магнетронов.

Теоретический анализ схем питания магнетронов позволяет предположить, что использование трёхфазной сети переменного тока даёт возможность выровнять поступающий сигнал и повысить выходную мощность магнетрона при соблюдении непрерывности генерации СВЧ излучения. Исследование величин напряжения и тока проводилось с помощью программы *EveryCircuit*, в которой была смоделирована электрическая схема с целью наблюдения за формой сигналов в любой точке схемы.

На рисунке 2 изображена исследуемая схема питания анодной цепи с использованием трёхфазной сети переменного тока.

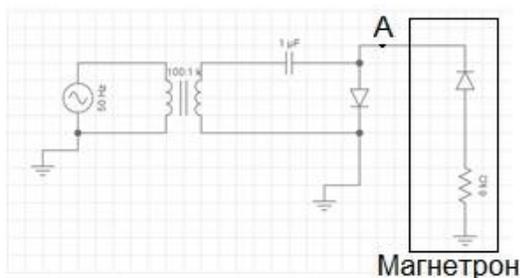


Рисунок 1 – Схема питания анодной цепи магнетрона

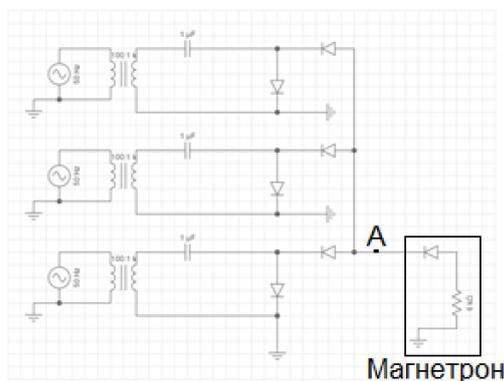


Рисунок 2 – Схема питания анодной цепи магнетрона с использованием трёхфазной сети переменного тока

Электрическая схема состоит из трех источников питания с фазами, различающимися на 120° . Источники подключены к повышающим трансформаторам, имеющим соотношение первичной и вторичной обмоток 100:1000. Вторичные обмотки трансформаторов подключены к конденсаторам ёмкостью 1 мкФ, которые выступают в роли умножителей напряжения. Также в схеме имеются 6 диодов, включенных таким образом, что при поступлении положительного полупериода первая группа

диодов открывается, и положительная полуволна не проходит к магнетрону. При поступлении отрицательного полупериода эти диоды закрываются, и удвоенное напряжение отрицательной полярности подаётся на катод. В качестве эквивалентной схемы магнетрона были подключены диод и резистор [4].

Результаты моделирования схем питания с использованием однофазной сети переменного тока и трёхфазной сети переменного тока с фазами 120° , 240° , 360° представлены на рисунках 4 и 5.

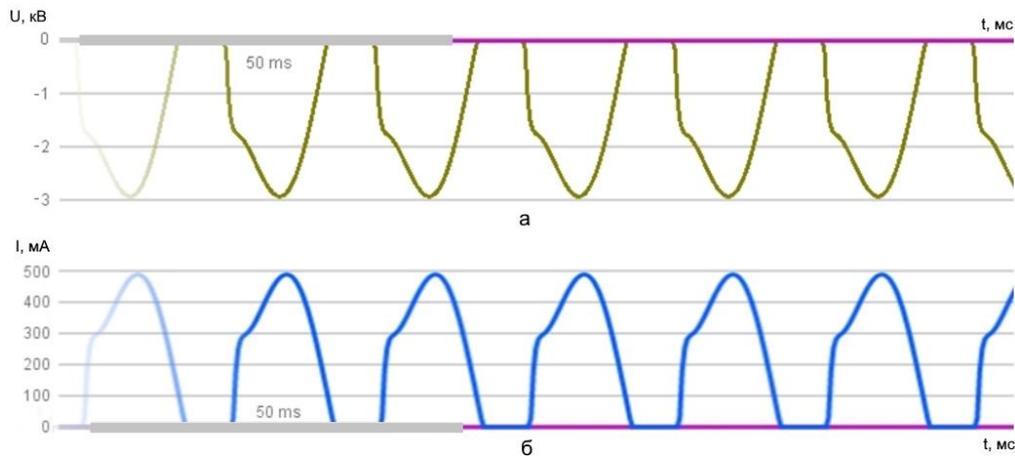


Рисунок 4 – Осциллограммы напряжения (а) и тока (б), снятые со схемы в точке А для случая однофазной сети переменного тока

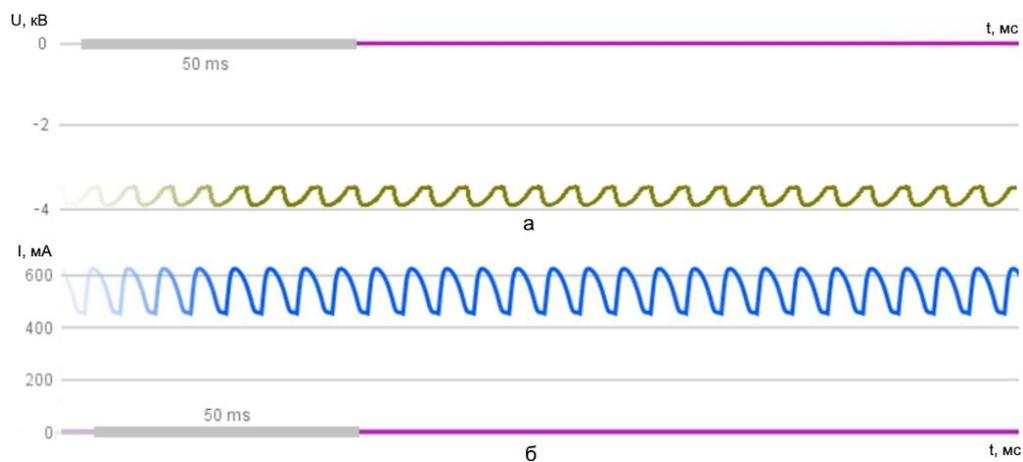


Рисунок 5 – Осциллограммы напряжения (а) и тока (б), снятые со схемы в точке А для случая трехфазной сети переменного тока с фазами 120° , 240° , 360°

Изображённые на рисунке 4 осциллограммы демонстрируют импульсный характер величин напряжения и тока, соответствующий принципу работы источника питания магнетрона, построенного по однополупериодной схеме выпрямления. На рисунке 5 наблюдается переход к пульсирующему току, а также повышение минимальных значений тока и напряжения, что указывает на стабильность питания магнетрона. Близкую к постоянной форму снимаемых импульсов можно объяснить наложением сигналов, исходящих от трехфазной сети переменного тока с фазами 120° , 240° , 360° . Использование подобного источника питания может способствовать относительно стабильному характеру работы магнетрона и переходу к непрерывному режиму генерации СВЧ энергии.

Список использованных источников:

1. Яфаров, Р.К. Физика СВЧ вакуумно-плазменных нанотехнологий / Р.К. Яфаров. – М.: Физматлит, 2009. – 216 с.
2. Гуляев, Ю.В. Микроволновое ЭЦР вакуумно-плазменное воздействие на конденсированные среды в микроэлектронике (физика процессов, оборудование, технология) / Ю.В. Гуляев, Р.К. Яфаров // Зарубежная электронная техника. – 1997. – № 1. – С.77-120.
3. Артюхов, И. И. Магнетронные генераторы для установок СВЧ нагрева: учеб. пособие. / И.И. Артюхов, М.А. Фурсаев. – Саратов: СГТУ, 2000. – 48 с.
4. Артюхов, И. И. Моделирование магнетронного генератора малой мощности / И.И. Артюхов, Земцов А. И. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – 8 с.