

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИГНАЛОВ С ШИМ В ГЕНЕРАТОРАХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АТМОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ

Рокач В.А.

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

Научный руководитель: Осипов А.Н. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос энергопотребления устройств генерирования низкотемпературной атмосферной плазмы на резонансной частоте при изменении коэффициента заполнения. Представлены зависимости применения сигналов с широтно-импульсной модуляцией для генераторов атмосферной холодной плазмы. Анализ результатов показывает зависимости потребляемой мощности при изменении коэффициента заполнения сигнала.

**Ключевые слова:** амплитуда, коэффициент заполнения, мощность, широтно-импульсная модуляция.

**Введение.** Применение генераторов низкотемпературной атмосферной плазмы в настоящее время требует от производителей технологических и схемотехнических решений, которые позволят уменьшать потребляемую мощность и обеспечивать стабильность работы, а также получить универсальное оборудование для эксплуатации на различных режимах [1].

Генератор низкотемпературной плазмы состоит из высоковольтного преобразователя, генератора управляющего сигнала, источника питания и разрядной системы. Для формирования атмосферной холодной плазмы как правило предполагается подача управляющих сигналов на высоковольтный преобразователь прямоугольной формы с коэффициентом заполнения  $D=50\%$ . Сведений о применении сигналов с другим коэффициентом заполнения в литературе отсутствуют [2].

**Основная часть.** В связи этим, в данном докладе рассматривается энергопотребление устройств генерирования низкотемпературной атмосферной плазмы на резонансной частоте при изменении коэффициента заполнения широтно-импульсного модулированного сигнала, подаваемого на высоковольтный преобразователь.

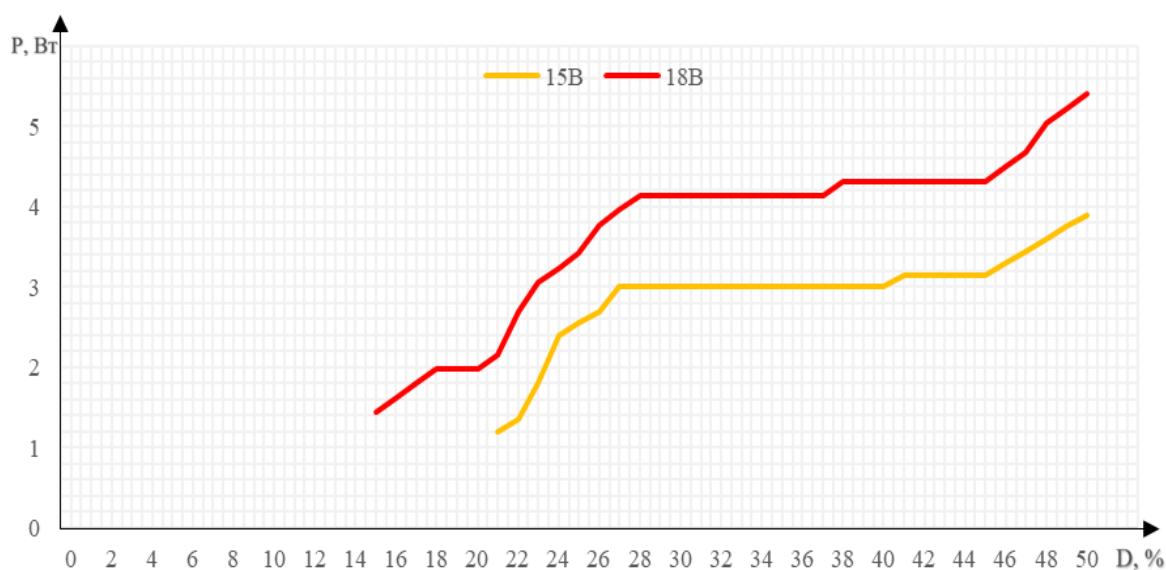


Рисунок 1 – Зависимости мощности от коэффициента заполнения

В ходе работы использовался генератор сигналов для подачи сигнала с изменяемым коэффициентом заполнения, осциллограф для регистрации сигналов, вольтметр и амперметр

для фиксирования мощностных значений, блок питания с регулируемым выходным напряжением. Исследования проводились при напряжении питания  $E_n=15\text{В}$  и  $E_n=18\text{В}$  на резонансной частоте  $f=48,8\text{кГц}$ . При подаче сигнала на высоковольтный преобразователь с коэффициентом заполнения  $D=50\%$  на частоте  $f=48,8\text{кГц}$  наблюдается наименьшая потребляемая мощность схемы, что соответствует резонансу токов. В месте с тем, в настоящее время находят широкое применение сигналы с широтно-импульсной модуляцией, с изменяющимся коэффициентом заполнения. [3].

На рисунке 1 представлен график зависимости потребляемой мощности от коэффициента заполнения, который изменяется от 1 до 50%. Уменьшение коэффициента заполнения сигнала приводит к уменьшению потребляемой мощности. Следует выделить три участка на представленном графике. Область повышения потребляемой мощности с коэффициентом заполнения  $D=15\div 28\%$  при напряжении питания  $E_n=18\text{В}$  и  $D=21\div 27\%$  при  $E_n=15\text{В}$  соответственно, область постоянной потребляемой мощности с коэффициентом заполнения  $D=28\div 45\%$  при напряжении питания  $E_n=18\text{В}$  и  $D=27\div 45\%$  при  $E_n=15\text{В}$ , область незначительного увеличения потребляемой мощности с коэффициентом заполнения  $D=45\div 50\%$  при напряжении питания  $E_n=18\text{В}$  и  $D=45\div 50\%$  при  $E_n=15\text{В}$ .

При помощи высоковольтного щупа проводилось фиксирование значений амплитуды сигнала на разрядной системе. График изменения амплитуды напряжения на высоковольтных электродах разрядной системы при изменении коэффициента заполнения приведены в нормированных единицах на рисунке 2.

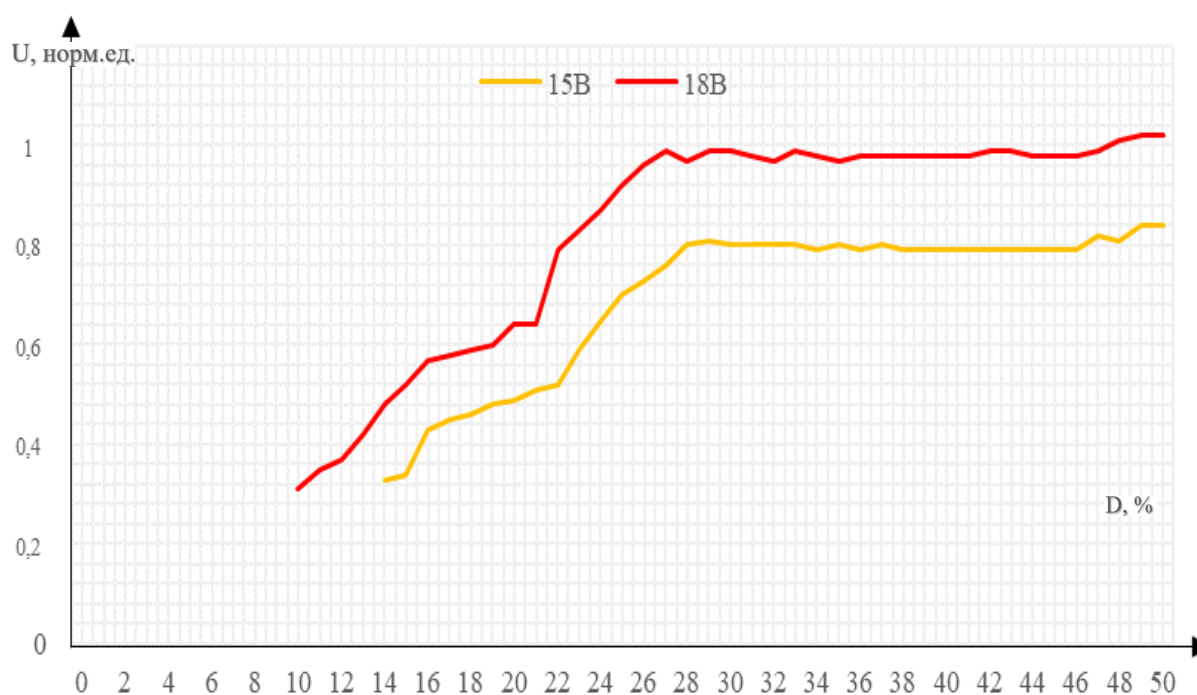


Рисунок 2 – Изменение амплитуды выходного сигнала при изменении коэффициента заполнения

Как видно из графика увеличение амплитуды наблюдается при коэффициенте заполнения  $D=10\div 27\%$  для напряжения питания  $E_n=18\text{В}$  и для  $D=14\div 29\%$  при  $E_n=15\text{В}$ , а при коэффициенте заполнения  $D=27\div 50\%$  для напряжения питания  $E_n=18\text{В}$  и при  $D=29\div 50\%$  для  $E_n=15\text{В}$  характеризуются постоянной амплитудой. То есть, изменение коэффициента заполнения управляемого импульса сигнала приводит к изменению амплитуды напряжения на выходном блоке разрядной системы.

**Заключение.** Таким образом, в результате исследования установлено, что уменьшение коэффициента заполнения широтно-импульсного модулируемого сигнала приводит к уменьшению потребления. Однако, существует достаточно широкий диапазон, в котором

изменение коэффициента заполнения не приводит к изменению потребляемой мощности. Для этого диапазона изменения коэффициента заполнения также характерно и постоянство амплитуды напряжения на электродах разрядной системы. Предоставленные результаты могут быть использованы при проектировании энергоэффективных устройств генерации атмосферной низкотемпературной плазмы.

#### **Список литературы**

1. Полные плазмохимические модели процессов в неравновесной плазме / И. В. Кочетов – Изд-во Моск. ун-та : Наука 2000 – 295с.
2. Плазменная медицина / О.И. Денко – : Изд-во Томск ун-та : 2011 – 191с.
3. Liver Hemostasis by Using Cold Plasma / A.A. Aleinik, – P:Surgical Innovation, 2017 – 257 с
4. Plasma Processing for Nanoelectronics – History and Pro-spects / A. MichaelLParis, France, 2010 – 105 с.
5. Плазмотроны: конструкции, характеристики, расчет / А.С. Коротеев. – Москва 1993 – 296 с.

UDC 621.316.728

## **PECULIARITIES OF USING PWM SIGNALS IN GENERATORS LOW TEMPERATURE ATMOSPHERIC PLASMA**

*Rokach V.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Osipov A.N. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT*

**Annotation.** The article discusses the issue of power consumption of devices for generating low-temperature atmospheric plasma at a resonant frequency when the fill factor changes. There are presented dependencies of application of signals with pulse width modulation for generators of atmospheric cold plasma. The analysis of the results shows the dependencies of the power consumption when the signal duty cycle changes.

**Keywords:** amplitude, fill factor, power, pulse width modulation.