



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25363 (13) U

(51) МПК (2006)

H02N 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ІМПУЛЬСНИЙ НАКОПИЧУВАЧ ЕНЕРГІЇ

1

2

(21) u200702372

(22) 05.03.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Коняхін Григорій Фатеевич, Верещагін Валентин Леонідович

(73) УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

(57) Імпульсний накопичувач енергії, що містить генератор імпульсної напруги, розрядник й подвій-

ну формуючу лінію, поміщену в діелектрик, з'єднані послідовно, який відрізняється тим, що додатково містить не менш трьох ультразвукових генераторів, з'єднаних з подвійною формуючою лінією й розміщених радіально навколо неї, а як діелектрик використана однорідна суміш трансформаторного мастила з титанатом барію.

Корисна модель відноситься до пристроїв енергопостачання сильноточних прискорювачів заряджених часток, імпульсних лазерів, генераторів випромінювання.

Відомі різні системи нагромадження енергії більших рівнів ($Q \geq 10 \text{ МДж}$) [Кнопфель Г. Кумуляция электромагнитной энергии. - Физика высоких плотностей энергии. - Перев. с англ. - М.: Мир, 1974. - с.189].

Недоліком традиційних систем енергонакопичування (хімічних, роторних, індуктивних) є великий час передачі енергії до навантаження.

Відомі пристрої, які дозволяють накопичувати більші рівні енергії й віддавати їх у навантаження протягом коротких проміжків часу [Винтерберг Ф. /Физика высоких плотностей энергии. - М. -Мир, 1974.-с.433]. Ці накопичувачі енергії містять конденсаторні блоки, з'єднані з формуючими лініями (полоскові, або коаксіальні лінії). Необхідність використання двохкаскадної системи (конденсаторна батарея, формуюча лінія) пов'язана з тим, що зі збільшенням запасованої енергії у конденсаторах неминує зростають і паразитні параметри (індуктивність струмопідводів, ємності) розрядного контуру [Гончаренко Г.М. Установки для нагрева газов импульсными токами. - Труды МЭИ.-Вып.45.- Электроэнергетика. -М: Изд. МЭИ, 1960.-с.7-12]. Використання формуючої лінії дозволяє забезпечити необхідні параметри високовольтного імпульсу напруги, підводимого до навантаження. Відомі імпульсні накопичувачі енергії, у яких формуюча лінія є й первинним джерелом енергії й використо-

вується для створення імпульсу необхідної форми: Тут як накопичувач використовується полоскова лінія або коаксіальна лінія [Martin т. /IEEE Trans., 1969. -pt1. -V.N3-16.-N3/-P/59-63].

Недоліками таких накопичувачів енергії є громіздкість, великі масогабаритні параметри.

Найбільш близьким до об'єкта, що заявляється (прототипом), є імпульсний накопичувач енергії, описаний у роботі [Месяц Г.А. Генерирование мощных наносекундных импульсов. -М.: Сов. радио, 1974. -с.216-224].

Основними елементами відомого пристрою є генератор імпульсної напруги (ГІН), розрядний пристрій і подвійна формуюча лінія (ПФЛ). Всі перераховані елементи з'єднані між собою послідовно. Подвійна формуюча лінія оточена ізолятором (діелектриком), у якості якого використовується трансформаторне масло. Вхід ГІНа з'єднаний із зовнішнім високовольтним джерелом живлення, а вихід ПФЛ з'єднаний з навантаженням. ГІН призначений для накопичування електричної енергії в конденсаторах і для множення напруги при його включенні. Розрядник призначений для підключення ГІНа до ПФЛ. Після включення розрядника напруга від ГІНа подається на вхід ПФЛ і по ній поширюється електромагнітна хвиля. У лінії повинна існувати хвиля, що біжить. Тому що ГІН виробляє великі напруги (10...15МеВ), то необхідно забезпечити високовольтну ізоляцію напрямних електродів ПФЛ, для чого використовують розміщення ПФЛ у діелектрик.

(13) U

(11) 25363

(19) UA

Недоліками відомого імпульсного накопичувача енергії є великі габарити пристрою, невисока енергоємність накопичувача енергії.

Ці недоліки обумовлені наступними причинами. Для узгодження параметрів проміжного накопичувача енергії-подвійної формуючої лінії з параметрами навантаження необхідно зменшувати радіальні розміри лінії (величина навантаження становить звичайно порядку одиниць Ом, а хвильовий опір ПФЛ істотно залежить від радіальних розмірів лінії [Кугушев А.М., Голубєва Н.С. Основи]. Тому що прискорювальні напруги, створювані генератором імпульсних напруг великі, то необхідне забезпечення надійної високовольтної ізоляції. Крім того, величина потоку переданої по ПФЛ потужності залежить від величини діелектричної проникності ϵ середовища, що оточує лінії.

Як діелектрики для ПФЛ використовують твердотільні й рідкі діелектрики з великою величиною ϵ . Твердотільні діелектрики мають малий строк активного існування. Більшим часом існування, більшим числом циклів заряд-розряд володіють рідкі діелектрики. Однак їхній недолік у порівняно невеликих величинах діелектричної проникності ϵ (для масел $\epsilon < 10$). Крім цього, для рідких діелектриків у сильному ступені проявляється залежність пробивної напруженості $E_{пр}$ від полярності електродів ПФЛ і тривалості імпульсу [Глейзер И.З. Тонус-наносекундный ускоритель электронов. /Труды НИИ Я.Ф.ЭиА. -М.: Атомиздат, 1974. -с.5]. Таким чином, необхідно вибрати діелектрик, що володіє високими значеннями діелектричної проникності й що дозволяє витримувати велика кількість розрядів, бути технологічним, мати можливість швидкої заміни.

В основу корисної моделі поставлене завдання вдосконалити імпульсний накопичувач енергії шляхом одержання однорідної суміші різних діелектриків при ультразвуковому впливі, що дозволяє зменшити габарити пристрою, збільшити енергоємність імпульсного накопичувача енергії.

Поставлене завдання вирішується тим, що в імпульсному накопичувачі енергії, що містить генератор імпульсної напруги, розрядник й подвійну формуючу лінію, поміщену в діелектрик, з'єднані послідовно, додатково встановлені не менш трьох, ультразвукових генераторів, з'єднаних з подвійною формуючою лінією й розміщених радіально навколо неї, а як діелектрик використовується однорідна суміш трансформаторного мастила з титанатом барію.

Таким чином, введення ультразвукових генераторів і використання як діелектрик, що оточує подвійну формуючу лінію, однорідної суміші трансформаторного мастила і титанату барію зменшує габарити пристрою і збільшує енергоємність імпульсного накопичувача енергії.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена структурна схема пропонуваного імпульсного накопичувача енергії.

Пропоноване технічне рішення складається з генератора імпульсної напруги 1, розрядника 2, подвійної формуючої лінії 3, оточеної однорідною сумішшю трансформаторного мастила й титанату

барію 4, і з'єднаних з подвійною формуючою лінією 3, ультразвукових генераторів 5.

Робота пропонуваного пристрою відбувається в такий спосіб. Перед включенням високовольтного джерела живлення (ВВДЖ) за допомогою ультразвукових генераторів 5 здійснюється опромінення діелектричної суміші 4, що оточує подвійну формуючу лінію 3. Потім високовольтним джерелом живлення заряджають генератор імпульсної напруги 1. Розрядний пристрій 2 (розрядник) здійснює комутацію генератора 1 і ПФЛ 3. При цьому формується необхідний імпульс напруги, що і подається в навантаження.

У даному пристрої як діелектрик використовується суміш трансформаторного мастила ($\epsilon_m=2,2$) і часток титанату барію ($\epsilon_{\text{тб}}=300\ldots 1000$)... Відповідно до логарифмічного правила сумішей величина діелектричної проникності суміші ϵ дорівнює [Lihtencheker. Phys. Z., -V.10. -P.1005].

$$\lg \epsilon = \alpha_1 \lg \epsilon_m + \alpha_2 \lg \epsilon_{\text{тб}},$$

де α_i - об'ємні концентрації і компоненти. При $\alpha_m/\alpha_{\text{тб}} \sim 0,6$ величина $\alpha=102,8$. Одного використання такої суміші важко, тому що частки титанату барію осідають на стінки формуючої лінії, діелектрична проникність суміші стає рівною $\alpha \approx 2,2$. Тому в даній пропозиції використовуються ультразвукові генератори, які створюють однорідну суміш різних діелектриків з $\alpha > 100$.

Дійсно, ультразвукові впливи здатні викликати взаємне емульгування рідин, диспергування твердих тіл у рідині, агрегацію зважених часток у рідині й т.п. [Кудрявцев Б.Б. Применение ультразвуковых методов в практике физико-химических исследований. -М.-Л.: ГИТТЛ, 1952. С.257]. З погляду мінімуму витрати енергії ультразвукового опромінення доцільно частки титанату барію з розміром 10^{-4} мм, при цьому опромінення необхідно вести на частотах $\omega=10^4\ldots 10^5$ Гц [Носов В.А. Ультразвук в химической промышленности. -Киев: Гостехмет, 1963. -С.86]. Під дією гідродинамічних, конвективних потоків у мастилі, дрейфових рухів при інтенсивному опроміненні не менше 150дБ швидкість підйому твердих часток титанату барію не менше 10см/с [Физика и техника мощного ультразвука. Физические основы ультразвуковой технологии. - Под ред. Л.Д. Розенберга. - М.: Наука, 1970. -С.650, С.644]. Для створення таких звукових полів необхідна потужність генератора порядку 1кВт [Применение ультразвуковых полей в промышленности. - Сб. статей под ред. Н.Ф. Ноздрева. -М.: Машпед, 1959]. Тому що один ультразвуковий генератор захоплює область впливу порядку 1м [Теория и расчет электроакустических преобразователей. - Под общей ред. В.П. Иванова. -Л.: ВМОЛ, 1972], то для типових лінійних розмірів потужних накопичувачів енергії одиниці метрів, число ультразвукових генераторів повинне бути не менш трьох.

Авторами були проведені розрахунки імпульсного накопичувача енергії з використанням методики роботи [Бабыкин М.В., Баржов А.В. Методы получения предельных электрических мощностей в коротких импульсах.- М: Институт атомной энергии №2253, 1972]. З обліків матеріалів, опубліко-

ваних у роботі [Месяц Г.А. Генерирование мощных наносекундных импульсов. - М.: Сов.радио, 1974, - Глава 11] отримано, що при застосуванні 30% складу титанату барію в трансформаторному маселі, енергоємність імпульсного накопичувача енергії збільшується в 5,7...6 разів у порівнянні із прототипом і в 2,2...2,65 разів зменшується довжи-

на всього накопичувача енергії. Додаткові енерговитрати на порушення ультразвукових генераторів становить 3...5кВт протягом десятків секунд (при швидкості дрейфу часток порядку 10м/с цей час необхідно для заповнення частками лінії з радіальним розміром в 1м).

