

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАЗРЯДОМ

БАРУДОВ С, БАРУДОВ Э.

*Технический университет – Варна, кафедра „Электроэнергетика”,*

*E-mail: [barudov@tu-varna.acad.bg](mailto:barudov@tu-varna.acad.bg)*

**Аннотация:** Разработана и экспериментирована система управления разрядом в жидкой среде. Исследован заряд в удвоителе с емкостным ограничением тока при стабилизированном зарядном напряжении. Исследован разрядный контур, в котором частота разрядных импульсов определяется управляемым разрядником.

**Ключевые слова:** разряд в жидкой среде, зарядный контур, разрядный контур, управление разрядником

### ВВЕДЕНИЕ

Перенос жидкостей всегда связан с образованием различных видов отложений или накипей. Периодическое очищение трубопроводов является относительно трудным технологическим процессом, тем более в случаях их большой длины и сложной конфигурации.

Одна из технологических возможностей очистки накипей и отложений основана на использовании энергии разряда в жидкой среде. Ударная волна и гидродинамический поток, возникающие при кратковременном высоковольтном разряде в воде, разрушают отложения на стенах трубы, не повреждая ее.

В работе экспериментально проверена технологическая возможность очищения труб с внутренним диаметром от 10 до 50mm, уточняются параметры разрядного контура – конденсаторная батарея от 2 до 4μF, при зарядном напряжении от 8 до 12 кV.

### ПРИНЦИП РАБОТЫ. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.

На рис.1 указаны цепи зарядного и разрядного контуров, а на рис.2 – время импульсной диаграммы, объясняющей их функционирование, где:

- Зарядный контур включает блок 1, блок 2 и блок 4;
- Блок 2 – это высоковольтный трансформатор, в исходящей цепи которого включен удвоитель, причем  $C_1 < C_2$  и выполняет роль емкостного токоограничивающего элемента при заряде рабочего конденсатора  $C_2$ . В экспериментальном прототипе  $C_1$  равна 1μF, а  $C_2$  – конденсаторная батарея, которую можно переключать со значениями емкости 2,3 и 4μF. Симистор во входной питающей цепи – блок 1 выключается после достижения предварительно заданной величины  $U_{C2}^*$  конденсаторной батареи  $C_2$ . При  $U_{C2}^*$  – момент  $t_6$ , переустанавливается подача управляющих импульсов. Симистор выключается после этого момента путем естественной коммутации, и конденсаторная батарея перезарядается с  $\Delta U_c$  – рис.2. Для стабилизации зарядного напряжения  $U_{C2}$  использован лампово-транзисторный параллельный стабилизатор с непрерывным действием – блок 4. Лампа – металло-керамический тетрод с параметрами: анодное напряжение 16 кV, катодный ток 1A и рассеиваемая мощность 300W типа ПП1. Транзистор TV выполняет роль катодной динамической нагрузки. Через него ток, протекающий через лампу, можно стабилизировать до величины 1A. Параллельный стабилизатор включается после запирающего симистора – блок 1, и остается включенным, пока  $\Delta U_c = 0$ .

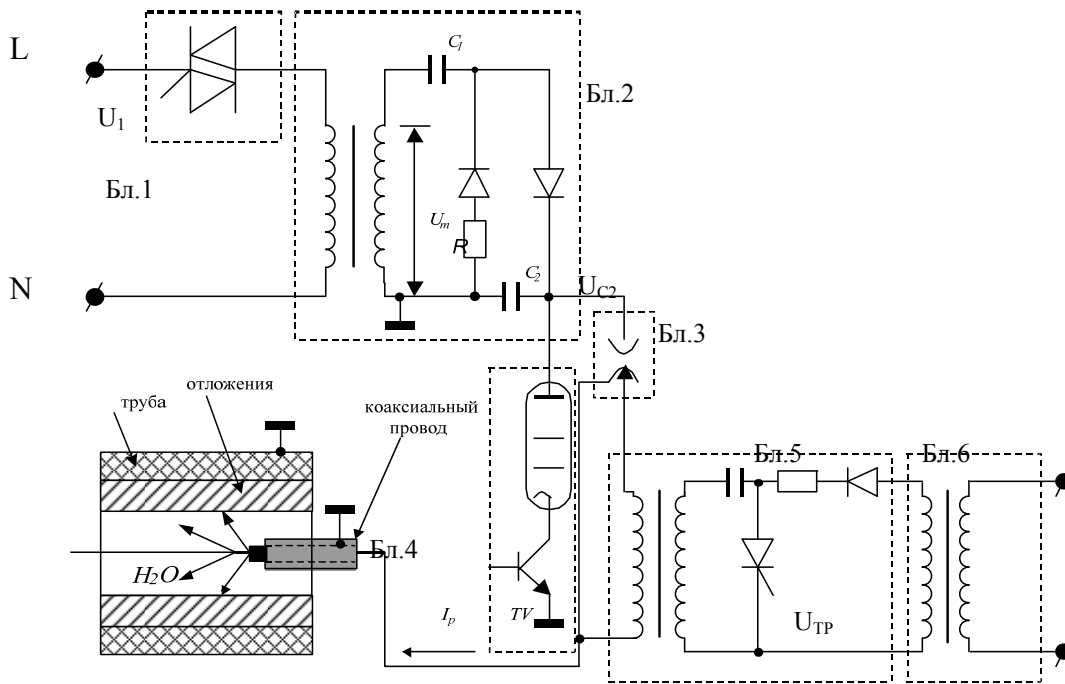


Рис.1 Система управления разрядом в жидкой среде

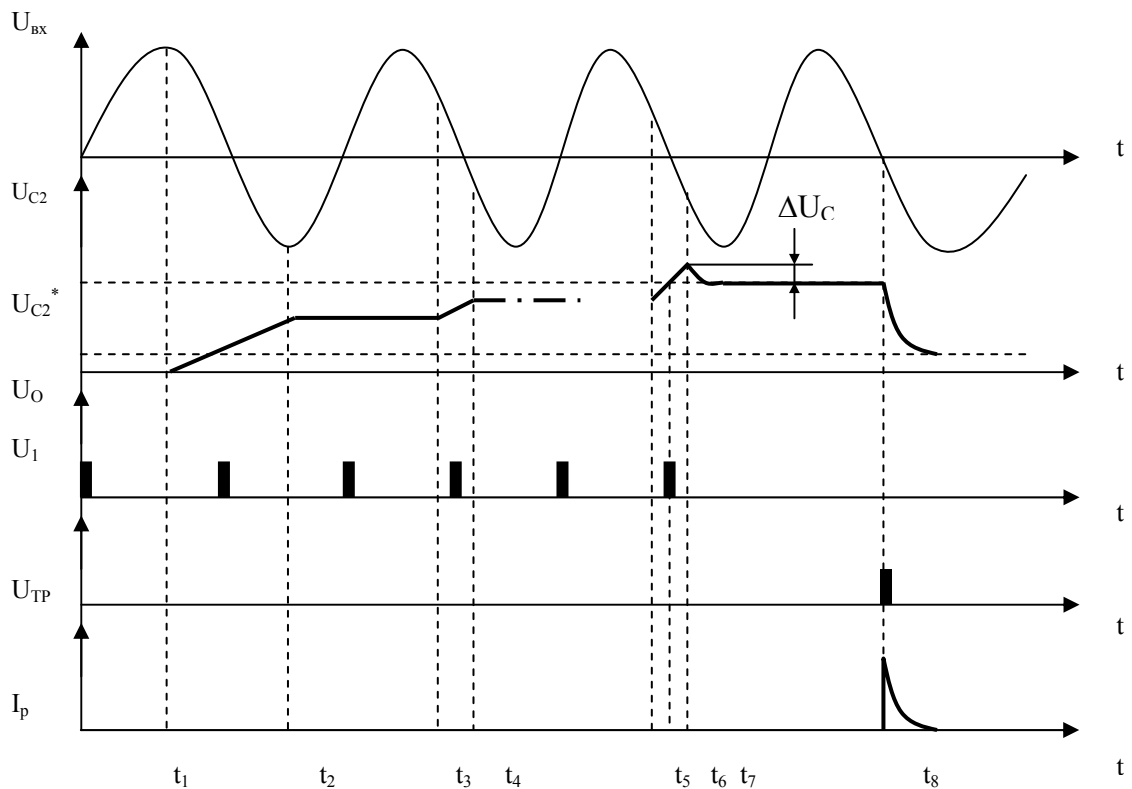


Рис.2. Функциональная время-диаграмма

Разрядная цепь включает: управляемый разрядник, блок 3, с цепями управления – блоки 5 и 6, связывающий коаксиальный провод и очищаемую трубу. Трансформатор – блок 6, является развязывающим трансформатором, а формирование высоковольтных импульсов зажигания для управляемого разрядника осуществляется в блоке 5. Частота разрядных импульсов определяется тиристором в блоке 5 –  $U_{ТР}$ . При подаче управляющего импульса тиристор блока 5 формирует пакет высоковольтных

импульсов зажигания, которые пробивают высоковольтный разрядник –  $t_8$  и начинается разряд конденсаторной батареи  $C_2$  и формирование ударной волны в очищаемой трубе.

Экспериментальное исследование работы управляемого разрядника показывает, что протекание разрядного тока переустанавливается при напряжении  $U_0$  (рис.2) на конденсаторную батарею  $C_2$  в диапазоне от 700 до 900V. Это напряжение почти не зависит от параметров разрядника и разрядной цепи и связано с восстановлением среды в управляемом разряднике.

В соответствии с описанием заряда при емкостном ограничении тока в удвоителе [1], величина зарядного напряжения в каждом периоде питающей сети  $U_{cn}$  можно определить из уравнения 1:

$$U_{cn} = 2.U_m \left[ 1 - \frac{C_2^{n-1}}{(C_1 + C_2)^{n-1}} \right] \quad (1)$$

где:

-  $n$  – номер периода входного питающего напряжения;

-  $U_m$  - амплитудная величина напряжения высоковольтной обмотки трансформатора блока 2;

На рис.3, 4 и 5 показано изменение  $U_{cn}$  при параметрах  $C_2$  и  $U_m$ .

На рис.6 показано изменение  $U_{cn}$  в функции колебания входного питающего напряжения.

Результаты изменений  $U_{cn}=f(C_2, U_m, \Delta U_m, t)$ , показанных на рис.3 - рис.6, указывают на то, что для формирования одинаковых разрядных импульсов обязательно надо стабилизировать напряжение заряда на рабочем конденсаторе. При рабочей частоте разрядных импульсов от 0,5-2Hz и при  $C_2=4\mu F$  мощность параллельного лампового-транзисторного стабилизатора – блок 4, не превышает 215W, а время его включенного состояния 6mS.

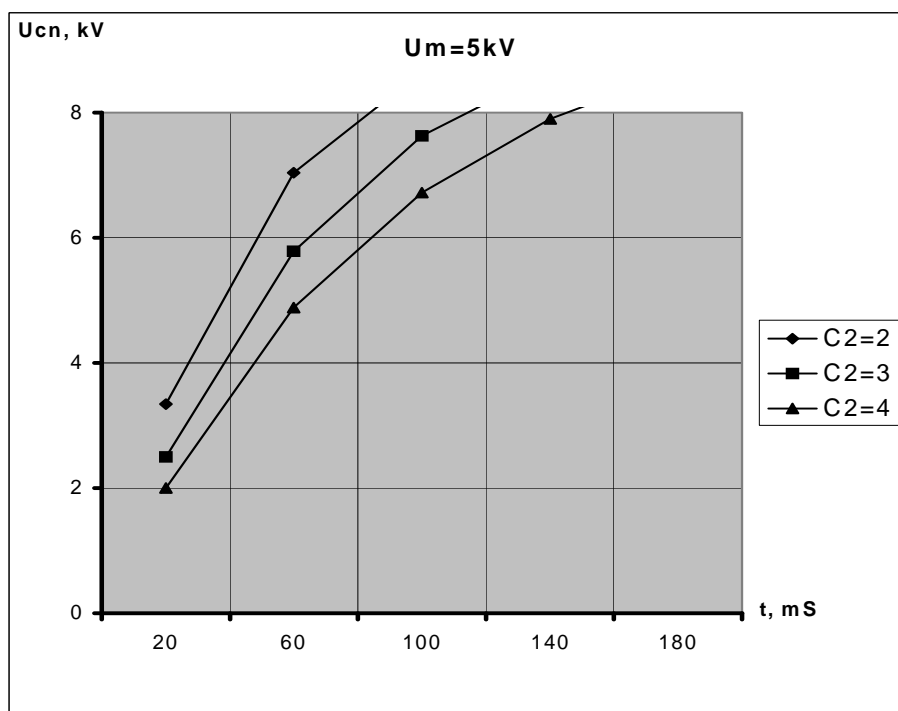


Рис.3 Зависимость зарядного напряжения от времени при  $U_m=5\text{ kV}$

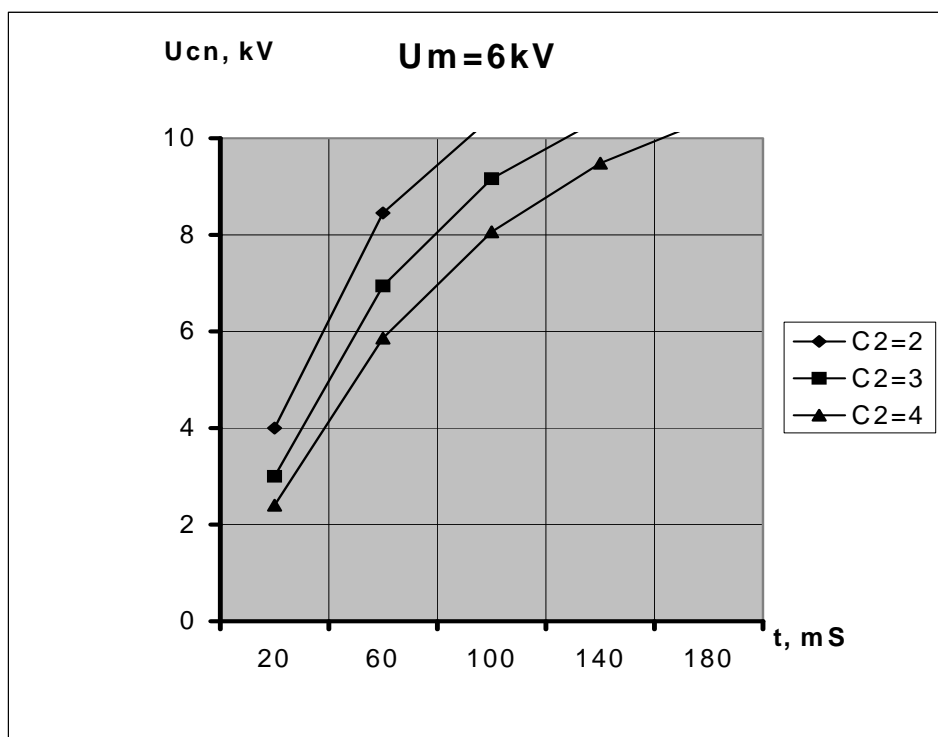


Рис.4 Зависимость зарядного напряжения от времени при  $U_m = 6\text{kV}$

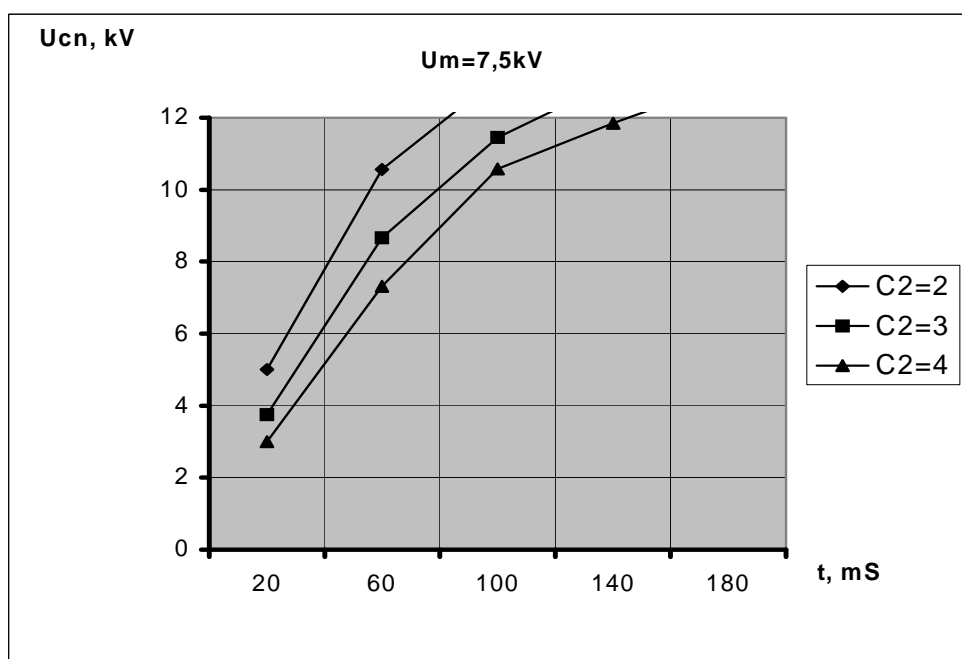


Рис.5 Зависимость зарядного напряжения от времени при  $U_m = 7,5\text{kV}$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана и апробирована система управления разрядом в жидкой среде, исследован заряд в удвоителе с емкостным ограничением тока, предложена система стабилизации зарядного напряжения – путем выключения входного питающего напряжения при определенном значении напряжения на рабочем конденсаторе и его дополнительной стабилизации параллельным стабилизатором непрерывного действия.

Экспериментально исследован разрядный контур, в котором частота разрядных импульсов определяется управляемым разрядником.

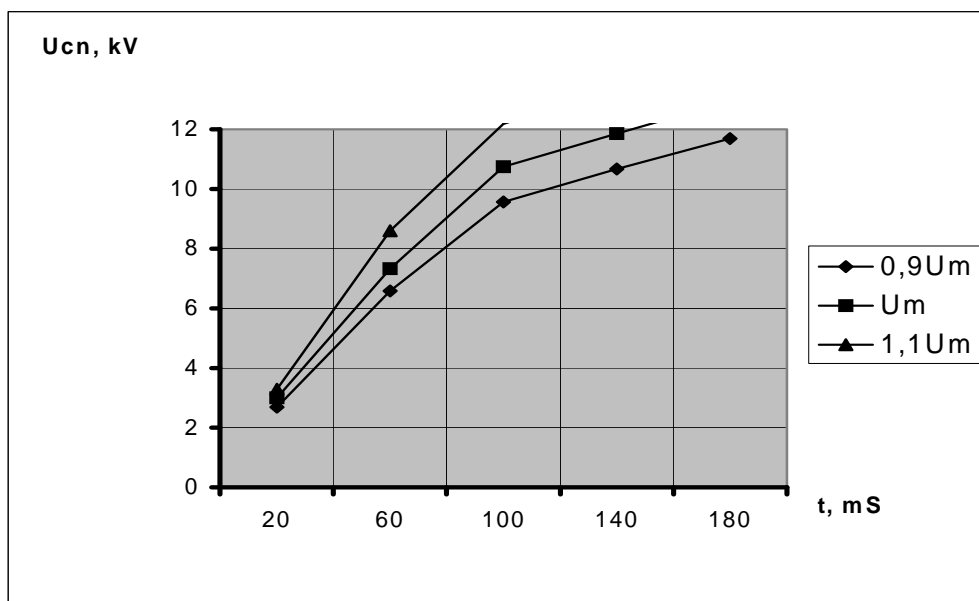


Рис.6 Зависимость зарядного напряжения от времени при  $C_2 = 4\mu\text{F}$ ,  $U_m = 7,5\text{k}$

Система апробирована при очищении труб теплообменников диаметром 12 и 32 mm и длиной от 2 до 5m.

Возможно использование системы, как для металлических, так и для неметаллических труб. При металлических трубах разряд осуществляется между жилой коаксиального провода и трубой, а при неметаллических трубах – между жилой и оплеткой провода.

1. Волков И.В., Вакуленко В.М. Источники электропитания лазеров, Техника 1976г.
2. Пентетов И.В. Основы теории зарядных цепей емкостных накопителей энергии, Наукова думка 1982 г.

## GAZBOŞALMASININ İDARƏETMƏ SİSTEMİ

**BARUDOV S, BARUDOV E.**

Maye mühitdə qazboşalmasının idarəetmə sistemi işlənilib təcrübədən keçirilmişdir. Stabil yükləmə gərginliyində cərəyan üzrə tutum məhdudlaşdırıcısı olan sistemdə yük tədqiq edilmişdir. Qazboşalması impulslarının tezliyi boşaldıcı ilə idarə olunan qazboşalması konturu tədqiq edilmişdir.

## THE DISCHARGE CONTROL SYSTEM

**BARUDOV S, BARUDOV E.**

The control system of the discharge in the liquid environment is developed and experimented. The charge in a doubler with capacitance restriction of a current is investigated at stabilized charging voltage. The discharge contour in which the frequency of discharge impulses is defined by an operated arrester is investigated