

УДК 621.7.044.4.

В.А.МНУХИН

ООО «Электрогидравлика»

mnukhin@eg.dn.ua

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

The paper presents methods of determining an optimum capacity of capacitor bank for a high-power electrohydraulic installation. As a result of calculations performed, it has been established that the bank has to be supplied with not less than seventeen capacitors of ИС-5-200 type.

**Введение.** Импульсный электрический разряд в жидкости – процесс с большой концентрацией энергии. По существу, такой разряд не что иное, как взрыв – очень быстрое выделение большого количества энергии в первоначально малом объеме канала разряда, проложенного стримером, появившимся под действием высокого электрического потенциала между противостоящими электродами. Наиболее часто используется диапазон рабочих напряжений  $5 \div 70$  кВ.

**Цель работы** – определение основных параметров мощного емкостного накопителя энергии, предназначенного для работы в составе электрогидравлической установки.

**Основная часть.** До момента электровзрыва энергия содержится в скрытой, потенциальной форме в электрическом конденсаторе. Быстрое выделение энергии порождает сильное механическое действие, т.е. появление механических сил, приложенных к среде и отдельным телам, помещенным в зону разряда. Существенно при этом, что энергия выделяется быстрее, чем затем передается окружающей среде. Например, весь разряд завершается к 10 мкс, а порожденная им ударная волна за это время проходит путь в окружающей среде только 1,5 см [1].

Таким образом, создание емкостного накопителя, позволяющего быстро накапливать и реализовывать энергию в рабочую среду, является одной из основных проблем электрогидравлических технологий.

В качестве рабочей жидкости электровзрывных установок наиболее часто используется водопроводная вода ввиду ее широкой доступности, а в отдельных случаях вода, подготовленная специальным образом. Схема типичной мощной (тротилловый эквивалент 70г) электрогидравлической установки приведена на рис. 1 [2]. Установка комплектуется импульсными силовыми конденсаторами ИС-5-200 [3]. Режим работы: заряд – до напряжения 5кВ, разряд – колебательный с декрементом затухания не менее 3. Частота следования циклов (заряд-разряд) не более 10 в минуту. Максимальная амплитуда разрядного тока до 10кА.

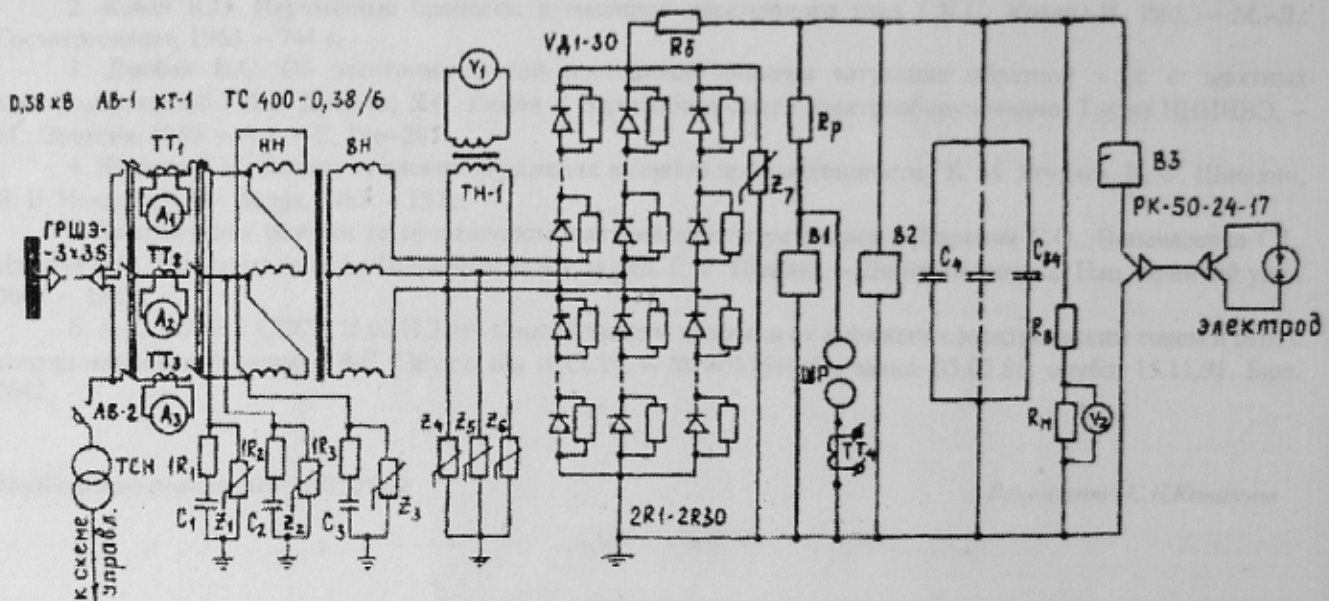


Рисунок 1- Принципиальная электрическая схема установки „Импульс-4“

Таблица 1 - Технические характеристики конденсаторов ИС -5 -200

Тип	Номинальное напряжение	Ном. емкость	Энергия заряда	Испытательное напряжение		Допуск по емкости	Масса	Гарантийная наработка	Средний ресурс	tg δ
				на корпус	между обкладками					
	кВ	мкФ	Дж	кВ	кВ	%	кг	циклы	циклы	%
ИС-5-200	5	200	2500	10	7,5	+20 -10	55	10 <sup>4</sup>	1,5·10 <sup>5</sup>	0,48

Управление установкой осуществляется контактором КТ-1, дублированным с автоматом защиты АВ -1. Хотя в схеме и используются диоды Д-143-630 36 класса по напряжению, установка имеет очень мощную защиту от коммутационных перенапряжений, как со стороны низкого, так и со стороны высокого напряжения, с помощью нелинейных активных сопротивлений постоянного тока – Z1÷Z7.

Расчеты рабочих токов, возникающих при разряде батареи выполнялись методами, изложенными в [4], причем при этом рассматривалась комплектация батареи 25-100 конденсаторами ИС-5-200 (5000÷20000 мкФ соответственно). Расчеты показали, что в пределах 5000÷14000 мкФ разряд носит периодический характер (табл.2), а при более высоких значениях емкостей – аperiodический (табл.3). Форма токовременных зависимостей приведена на рис.2.

Исходя из того, что для наиболее полной реализации накопленной в батарее энергии [1], а также для повышения срока службы конденсаторов (допустимое число переполяризации, определяющие наработки изделия на отказ) [3], наиболее подходит аperiodический разряд, при этом число конденсаторов ИС-5-200 в батарее может быть принято от 70 штук, что соответствует емкости не менее 15000 мкФ, что является вполне достаточным для обеспечения в пределах мобильной установки тротилового эквивалента до 50г.

Таблица 2 - Параметры тока разряда C &lt; 15000\* мкФ

№ п/п	C, мкФ	$\omega_0, c^{-1}$	$\omega, c^{-1}$	$i_0, кА$	$i, кА$
1.	5000	1942	1564	60,3	$i = 60,3 \cdot \sin 1564 t \cdot e^{-1150 t}$
2.	6000	1773	1350	69,9	$i = 69,9 \cdot \sin 1350 t \cdot e^{-1150 t}$
3.	7000	1641	1170	80,6	$i = 80,6 \cdot \sin 1170 t \cdot e^{-1150 t}$
4.	8000	1636	1020	92,5	$i = 92,5 \cdot \sin 1020 t \cdot e^{-1150 t}$
5.	9000	1148	880	107,2	$i = 107,2 \cdot \sin 880 t \cdot e^{-1150 t}$
6.	10000	1373	750	125,5	$i = 125,5 \cdot \sin 750 t \cdot e^{-1150 t}$
7.	11000	1310	627	150,0	$i = 150,0 \cdot \sin 627 t \cdot e^{-1150 t}$
8.	12000	1254	500	188,7	$i = 188,7 \cdot \sin 500 t \cdot e^{-1150 t}$
9.	13000	1204	359	263,0	$i = 263,0 \cdot \sin 359 t \cdot e^{-1150 t}$
10.	14000	1160	158	597,0	$i = 597,0 \cdot \sin 158 t \cdot e^{-1150 t}$

\* Параметры (емкость) батареи конденсаторов взяты исходя из грузоподъемности предполагаемых транспортных средств

Таблица 3 - Параметры тока разряда при C ≥ 15000 мкФ

№ п/п	C, мкФ	$\delta_1, c^{-1}$	$\delta_2, c^{-1}$	$i_0, кА$	$i, кА$
11.	15000	-893	-1407	183,5	$i = 183,5 (e^{-893 t} - e^{-1407 t})$
12.	16000	-770	-1530	124,1	$i = 124,1 (e^{-770 t} - e^{-1530 t})$
13.	17000	-688	-1612	102,1	$i = 102,1 (e^{-688 t} - e^{-1612 t})$
14.	18000	-625	-1675	89,8	$i = 89,8 (e^{-625 t} - e^{-1675 t})$
15.	19000	-575	-1725	82,0	$i = 82,0 (e^{-575 t} - e^{-1725 t})$
16.	20000	-533	-1767	76,4	$i = 76,4 (e^{-533 t} - e^{-1767 t})$

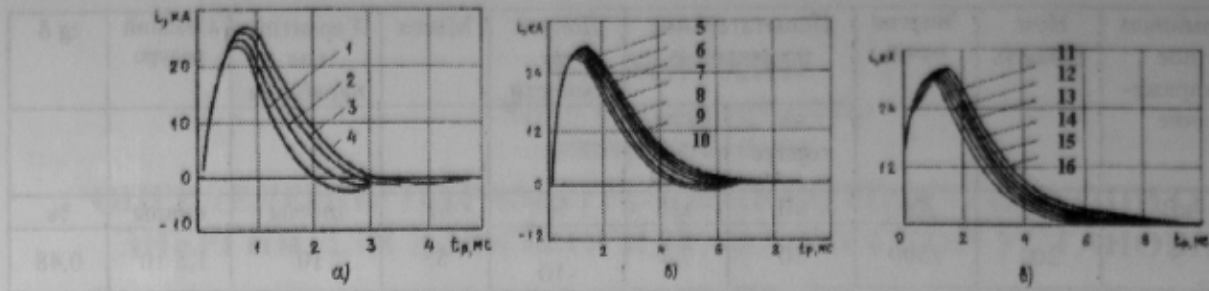


Рисунок 2 - Токовременные зависимости процесса разряда батареи различной емкости (нумерация кривых принята в соответствии с таблицами 2 и 3)

**Выводы.** Выполненные расчёты являлись основой для создания мощной конденсаторной батареи для комплектации мобильных электрогидравлических установок серии "Импульс" которые в последствии были реализованы при выполнении работ в различных отраслях промышленности.

#### Список литературы

1. Гулый Г.А. Высоковольтный электрический разряд в силовых импульсных системах. / Гулый Г.А., Малошешский П.П. – // К.: Наукова думка, 1976. – 176 с.
2. Мнухин А.Г. Разработка многофункциональной гидравлической установки «Импульс-4» / Мнухин А.Г., Емельяненко В.И., Горощко И.П., Мнухин М.А., Мнухин В.А. // Вісник Академії Інженерних наук України, №1, 2001. – С. 3-8.
3. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки: Справочник / Берзан В.П., Геликман Б.Ю., Гураевский М.Н. и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987.- 656 с.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. / Бессонов Л.А. // М.: Высшая школа, 1963. - 751с.

Надійшла до редколегії 04.05.2009

Рецензент: В.Ф.Сивокобиленко

**В.А.МНУХИН**

ООО «Электрогидравлика»

**Определение параметров емкостного накопителя энергии для электрогидравлической установки.** В статье представлены результаты исследований основных параметров мощного емкостного накопителя энергии, предназначенного для работы в составе электрогидравлической установки.

**Емкостный накопитель, параметры, электрогидравлическая установка**

**В.А.МНУХИН**

ТОВ «Електрогідроліка»

**Визначення параметрів ємнісного накопичувача енергії для електрогідролічної установки**

В статті подані результати досліджень основних параметрів потужного ємнісного накопичувача енергії, призначеного для роботи в складі електрогідролічної установки.

**Ємнісний накопичувач, параметри, електрогідролічна установка**

№	Висота, м	Діаметр, мм	Об'єм, л	Тиск, МПа	Час, с
1	1000	100	0,001	10	10
2	1500	100	0,002	15	15
3	2000	100	0,003	20	20
4	2500	100	0,004	25	25
5	3000	100	0,005	30	30
6	3500	100	0,006	35	35
7	4000	100	0,007	40	40
8	4500	100	0,008	45	45
9	5000	100	0,009	50	50
10	5500	100	0,010	55	55