

### Лабораторная работа 3 Исследование двухламповой схемы включения люминесцентных ламп

*Цель работы:* исследование работы двухламповой схемы включения люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД.

#### *Основные теоретические сведения*

Работа люминесцентных ламп сопровождается их погасанием и зажиганием в каждый полупериод переменного тока. В связи с этим возникают пульсации светового потока. Освещение объектов пульсирующим световым потоком утомляет зрение (так как мышцы зрачка глаза сокращаются два раза за период) и вызывает стробоскопический эффект (кажущаяся неподвижность объекта при совпадении или кратности частоты пульсации светового потока и частоты вращения или колебания объекта наблюдения).

Пульсация светового потока характеризуется коэффициентом пульсации, %:

$$K = \frac{\Phi_{\text{макс}} - \Phi_{\text{мин}}}{\Phi_{\text{макс}} + \Phi_{\text{мин}}} 100, \quad (3.1)$$

Величина  $K$  определяется составом люминофора, видом балластного сопротивления и схемой включения лампы в сеть. У лампы типа ЛБ меньший коэффициент пульсации (табл. 3.1) по сравнению с другими лампами, т.к. у них преобладает фосфоресценция (длительное послесвечение). У ламп типа ЛД и ЛДЦ более заметен процесс флюоресценции (отсутствие послесвечения).

*Таблица 3.1. Значение коэффициента пульсации светового потока для люминесцентных ламп при различных способах их включения*

Тип лампы	Коэффициент пульсации, %			
	одной лампы	двух ламп в схемах с расщепленной фазой	двух ламп в разных фазах	трех ламп в разных фазах
ЛБ и ЛТБ	25	10,5	10	2,2
ЛХБ	35	15	15	3,1
ЛДЦ	40	17	17	3,5
ЛД	55	23	23	5
ДРЛ	65	—	31	5

Для снижения коэффициента пульсации газоразрядных ламп применяют многоламповую схему освещения объекта со сдвигом фаз тока в различных лампах таким образом, чтобы излучения светового потока в лампах были в различные моменты времени. Реализация этого принципа заключается в трехфазной схеме включения люминесцентных ламп и в однофазной двухламповой схеме. Наиболее распространенная схема — двухламповое пускорегулирующее устройство с расщепленной фазой. В этой схеме одна из ламп включается по обычной схеме с индуктивным балластом, а другая — с индуктивно-емкостным (рис. 3.1).

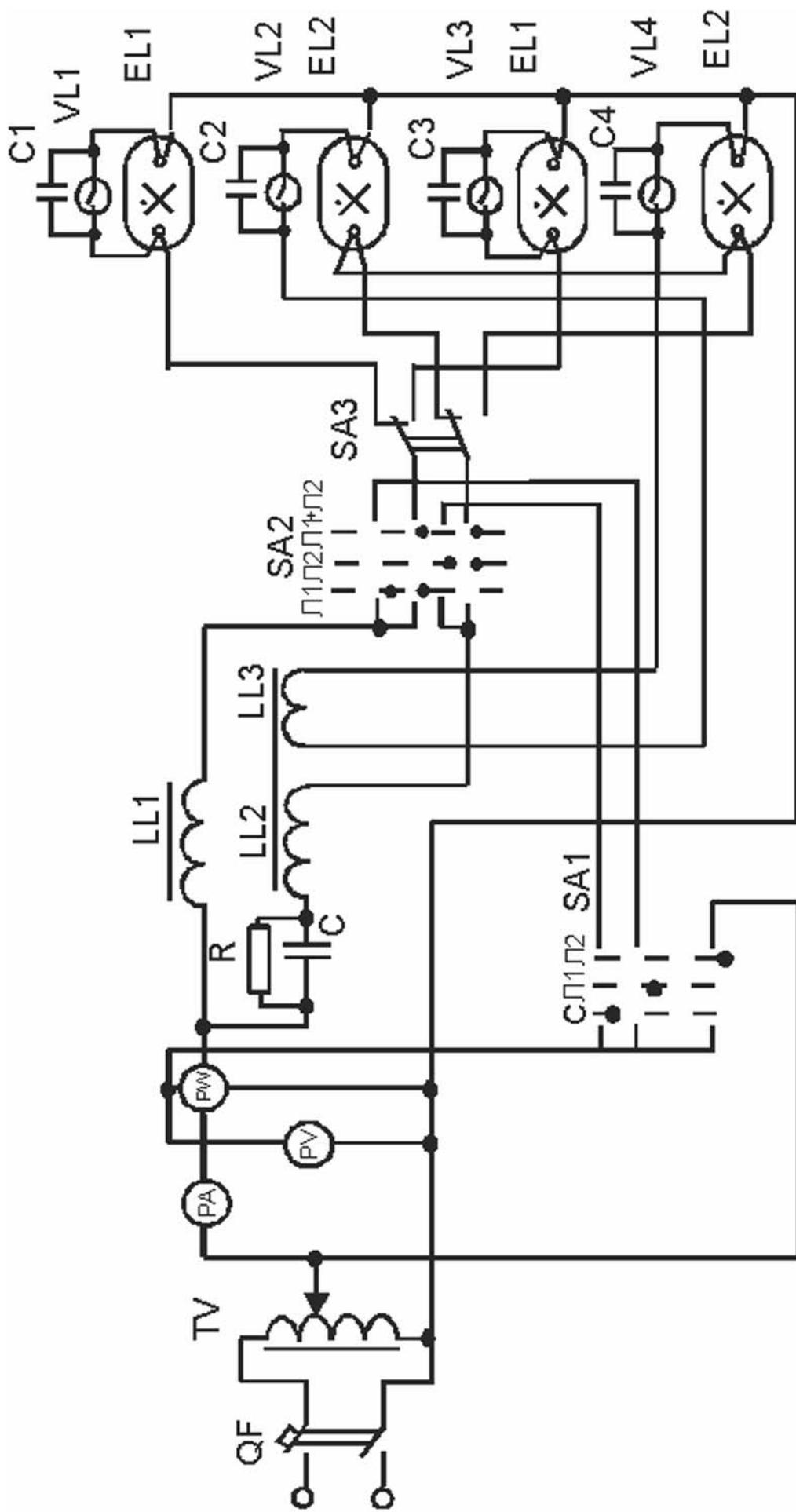


Рис. 3.1. Электрическая схема стенда

Такая схема обеспечивает высокий коэффициент мощности установки ( $\cos \varphi = 0,9-0,98$ ) и уменьшает пульсацию светового потока. Коэффициент мощности в отстающей цепи  $\cos \varphi = 0,5$ , — это соответствует углу  $\varphi = 60^\circ$ .

Для компенсации столь низкого коэффициента мощности необходимо обеспечить в опережающей цепи сдвиг на  $60^\circ$ . Это достигается путем включения в опережающую цепь индуктивно-емкостного балласта с соотношением:

$$X_C = 2X_L.$$

Емкость в опережающей цепи снижает импульс напряжения на лампе, поэтому в цепи пуска устанавливают дополнительную индуктивность, обеспечивающую нормальный разогрев электродов и напряжение на лампе при запуске.

Векторная диаграмма токов и осциллограммы световых потоков для двухламповой схемы представлены на рисунках 3.2 и 3.3.

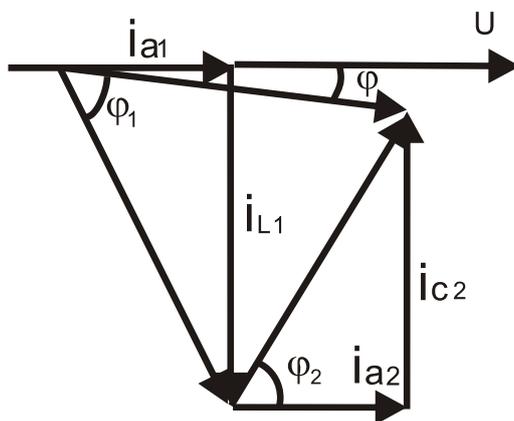


Рис. 3.2. Векторная диаграмма токов для двухламповой схемы

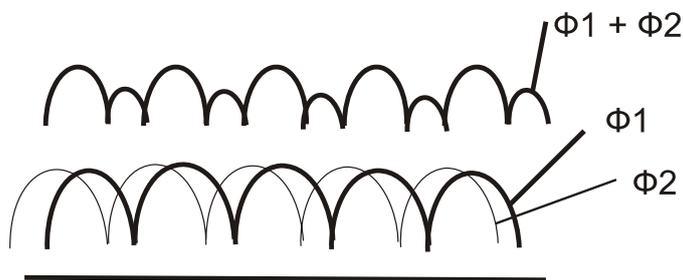


Рис. 3.3. Осциллограммы потоков излучения

### Методика выполнения работы

Основные электротехнические и светотехнические параметры снимаются на лабораторном стенде, электрическая схема которого приведена на рисунке 3.1.

В схему входят автоматический выключатель, защищающий цепь от токов короткого замыкания, блок измерения и цепи включения лампы с индуктивным и индуктивно-емкостным балластами.

Блок измерения содержит амперметр РА, вольтметр РV, ваттметр РW, люксметр, два фотоэлемента и осциллограф. Цепь лампы с индуктивным балластом состоит из дросселя LL1, стартера VL1 и люминесцентной лампы EL1. Цепь ламп с индуктивно-емкостным балластом включает в себя дроссель LL2 с компенсирующей индуктивностью LL3, конденсатор С, стартер VL2 и люминесцентную лампу EL2.

### *Последовательность выполнения работы*

1. Изучить работу двухламповой схемы включения люминесцентных ламп и ее влияние на снижение коэффициента пульсации светового потока [1, 2, 3].
2. Ознакомиться с измерительным стендом и его электрической схемой.
3. Записать паспортные данные электроизмерительных приборов в таблицу 3.2.

*Таблица 3.2. Технические характеристики приборов, используемых в работе*

Наименование прибора	Тип, система	Пределы измерения	Цена деления	Класс точности	Примечания

4. Записать паспортные данные исследуемых ламп в таблицу 3.3.

*Таблица 3.3. Технические характеристики исследуемых ламп*

Лампы	Тип	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размеры, мм	
					диаметр	длина
ЛД						
ЛБ						

5. Установить переключатель SA2 в положение отстающей лампы Л1, а переключатель SA1 — в положение  $U_c$ .
6. Установить люксметр на столе стенда напротив конца лампы, а фотоэлементы — под исследуемыми лампами.
7. Подключить схему к сети с помощью автоматического выключателя QF и установить автотрансформатором напряжение 220 В.
8. Записать в таблицу 3.4 показания соответствующих приборов.
9. Снять на кальку осциллограммы напряжения и светового потока.
10. Провести аналогичные опыты с другими лампами и схемами.
11. Произвести расчеты и данные записать в таблицу 3.4.
12. Оформить отчет.

Таблица 3.4. Результаты экспериментальных и расчетных исследований

Лампы	Схема	Мощность		Напряжение		Ток, А	Освещенность, лк	Вычислено			
		$P_C$ , Вт	$P_L$ , Вт	$U_C$ , В	$U_L$ , В			свет. поток, лм	коэф. мощн.	$K_{П}$ , %	$K_u$ , %
ЛБ	Отстающая EL1										
	Опережающая EL2										
	Схема в целом										
ЛД	Отстающая EL1										
	Опережающая EL2										
	Схема в целом										

Коэффициент пульсации светового потока вычисляют по формуле (3.1). Напряжение на лампе 1 или 2 и пульсации их светового потока измеряются с помощью осциллографа путем установки переключателей SA2 и SA3 в соответствующие положения.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схема лабораторного стенда.
3. Таблицы паспортных и лабораторных данных.
4. Примеры расчета светового потока, коэффициента пульсации и светотдачи ламп.
5. Осциллограммы мгновенных значений светового потока.
6. Напряжение сети и ламп для каждой из схем.
7. Сравнительная оценка работы ламп типов ЛБ и ЛД в отдельных цепях и схеме в целом.

### *Контрольные вопросы*

1. Назовите причины пульсации светового потока ГРЛ.
2. Как влияет состав люминофора на глубину пульсации светового потока?
3. Какова пульсация светового потока ламп накаливания и почему?
4. Как влияет пульсация светового потока на зрение?
5. Какова сущность стробоскопического эффекта?
6. Как определить коэффициент пульсации?
7. Назовите методы снижения коэффициента пульсации.
8. Почему коэффициент мощности схемы в целом больше, чем у каждой лампы?
9. Почему электрический ток схемы в целом практически такой же, как и у отдельных ламп?