

4. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НЕКЕРОВАНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ У СКЛАДІ ДЖЕРЕЛ ВТОРИННОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Некеровані напівпровідникові випрямлячі (НВ) призначені для перетворення напруги змінного струму в напругу постійного струму. Джерелом змінної напруги на вході НВ може бути електрична мережа з частотою 50 Гц або перетворювач постійної напруги в змінну напругу підвищеної частоти. Основне призначення випрямляча міститься у збереженні напрямку струму в навантаженні при зміні полярності прикладеної вхідної напруги.

Для класифікації випрямлячів використовують наступні ознаки: кількість випрямлених напівхвиль (напівперіодів) напруги, кількість фаз силової мережі, схему вентильного блоку, наявність вхідного трансформатора і т.ін.

За кількістю випрямлених напівхвиль відрізняють однофазні, двофазні, трифазні та шестифазні випрямлячі. При цьому під кількістю фаз напруги живлення розуміють кількість напруг живлення із різними початковими фазами.

За схемою вентильних блоків відрізняють випрямлячі із паралельним, послідовним і мостовим ввімкненням однофазних випрямлячів. Схеми таких випрямлячів наведені на рис.4.1.

Однонапівперіодну (однофазну) схему випрямлення (рис.4.1,а) використовують при потужностях навантаження 5...10 Вт і порівняно великих коефіцієнтах пульсацій. Перевагами однонапівперіодного випрямляча є мінімальне число елементів, невелика вартість, можливість роботи без трансформатора. Недоліками схеми є низька частота пульсацій (дорівнює частоті напруги в мережі живлення), неповне використання трансформатора, підмагнічування магнітопроводу постійним струмом.

Двонапівперіодну схему із середньої точки (двофазну), яка наведена на рис.4.1,б, найчастіше використовують при потужностях до 100 Вт та випрямлених напругах до 400...500 В. Випрямлячі, виконані за схемою (рис.4.1,б), характеризуються підвищеною частотою пульсацій, можливістю використання вентилів із спільним катодом (або анодом), що значно спрощує їх установку на спільному радіаторі. Недоліком використання такої схеми є підвищена зворотна

напруга на вентилях і більш складна конструкція трансформатора. Однофазна мостова схема (4.1,в) характеризується добрим використанням потужності трансформатора, тому рекомендується при потужностях до 1000 Вт і більше. Перевагами випрямлячів, виконаних за такою схемою є підвищена частота пульсацій, низька зворотна напруга на вентилях, можливість роботи без трансформатора. Серед недоліків треба відзначити підвищене падіння напруги на вентиляльному комплекті, неможливість встановлення однотипних вентилів на одному радіаторі без ізоляційних прокладок.

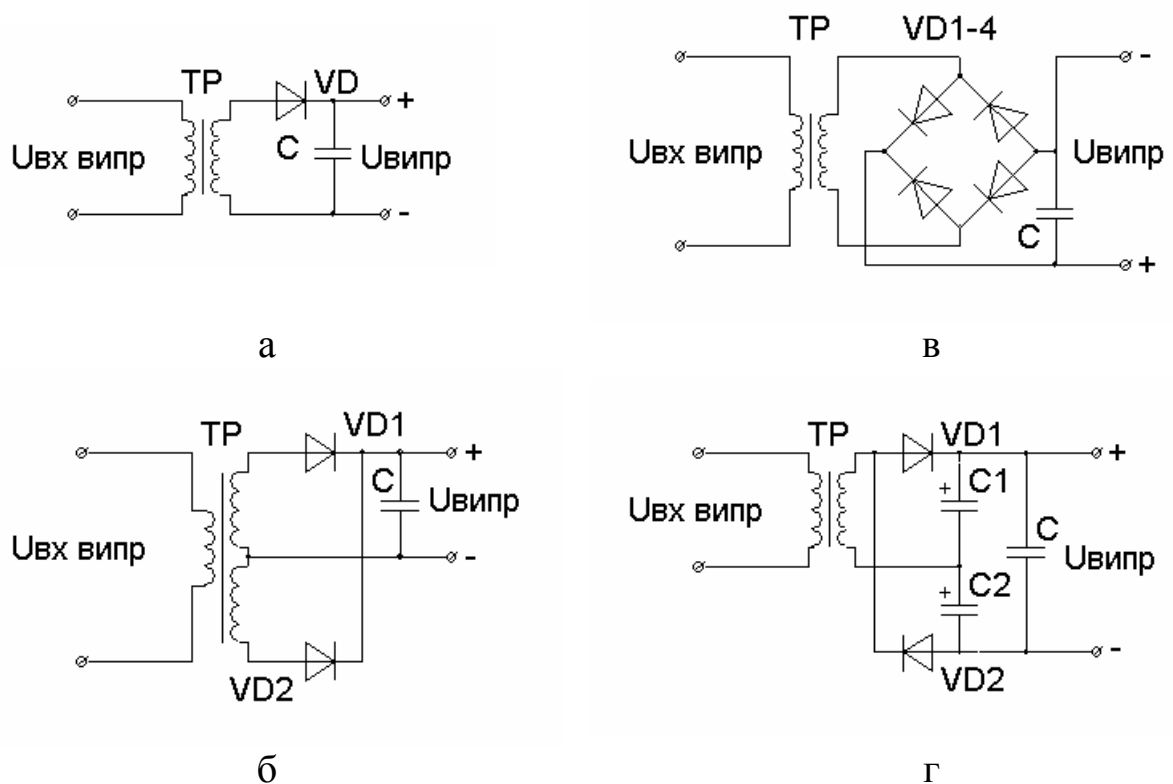


Рис.4.1. Схеми випрямлячів: а – однонапівперіодна (однофазна); б – двонапівперіодна (двофазна); в – однофазна мостова; г – симетрична з подвоєнням напруги

Симетричну схему із подвоєнням напруги (рис.4.1,г) використовують частіше при потужностях навантаження до 1000 Вт та випрямлених напругах вище 500...600 В. При рівних випрямлених напругах значення напруги на вторинній обмотці трансформатора у схемі подвоєння майже в два рази менша ніж у мостовій. Зворотна напруга на вентилях даної схеми приблизно дорівнює зворотній напрузі вентилів мостової схеми. Частота пульсацій в схемі (рис.4.1,г) у два рази більша частоти мережі живлення.

Основними параметрами випрямлячів є номінальна напруга і частота мережі живлення та їх відхилення від номінальних значень; повна споживана напруга при номінальному навантаженні; номінальна вихідна напруга; номінальний струм навантаження та його відхилення від номінальних значень; ККД; коефіцієнт пульсацій K_{Π} .

Коефіцієнтом пульсацій називають відношення амплітуди першої гармоніки змінної складової випрямленої напруги до його постійної складової. Іноді визначають коефіцієнт пульсацій як відношення подвійної амплітуди змінної складової до постійної складової. Подвійна амплітуда змінної складової вимірюється як сума позитивної та негативної напівхвиль змінної складової випрямленої напруги.

Вхідними даними до розрахунку випрямляча є номінальна випрямлена напруга $U_{ВИПР}$, струм навантаження I_H , вхідна напруга – напруга на вторинній обмотці трансформатора $U_{ВХ ВИПР} = U_2$.

4.1. За співвідношеннями, наведеними в табл.4.1, визначаються наступні параметри вентилів випрямлячів:

- зворотна напруга на діоді $U_{ЗВ}$ (В);
- середнє значення струму, який протікає через діод $I_{СР}$ (А);
- амплітудне значення струму, який протікає через діод I_m (А).

У процесі розрахунку випрямляча ці дані уточнюються.

4.2. Отримані в п.4.1 дані використовуються для вибору типу діода з табл.Є.1 або [9] із наступними основними параметрами:

- прямий максимальний струм через діод $I_{ПР МАХ}$, А;
- зворотна максимальна напруга на діоді $U_{ЗВ МАХ}$, В;
- постійна пряма напруга на діоді $U_{ПР}$, В.

4.3. Активний опір обмоток трансформатора приймається рівним:

- для випрямлячів потужністю до 10 Вт

$$r_{TP} \approx (0,07...0,1)R_H, \text{ Ом}; \quad (4.1)$$

- для випрямлячів потужністю 10 ... 100 Вт

$$r_{TP} \approx (0,05...0,08)R_H, \text{ Ом}. \quad (4.2)$$

Прямий опір діода у складі випрямляча знаходять за наближеною формулою $r_{PP} \approx U_{PP}/3I_{CP}$, де U_{PP} – постійна пряма напруга на діоді (табл.Є.1.).

Активний опір фази випрямляча визначається за співвідношеннями:

– для мостової схеми

$$r = r_{TP} + 2r_{PP}, \text{ Ом}; \quad (4.3)$$

– для інших схем випрямлення

$$r = r_{TP} + r_{PP}, \text{ Ом}. \quad (4.4)$$

Розрахунковий коефіцієнт A визначається за табл.4.1.

Таблиця 4.1

Співвідношення для розрахунку випрямляча

Схема випрямляча	A	$U_{ЗВ}$	$I_{СЕР}$	I_m	U_{2x}	I_2
Однонапівперіодна (однофазна)	$3,2 \frac{r}{R_H}$	$2,8U_{2x} \approx$ $\approx 3U_{ВИПР}$	I_H	$FI_H \approx 7I_H$	$BU_{ВИПР}$	DI_H
Двонапівперіодна (двофазна)	$1,6 \frac{r}{R_H}$	$2,8U_{2x} \approx$ $\approx 3U_{ВИПР}$	$\frac{I_H}{2}$	$0,5FI_H \approx 3,5I_H$	$BU_{ВИПР}$	$\frac{DI_H}{2}$
Однофазна мостова	$1,6 \frac{r}{R_H}$	$1,4U_{2x} \approx$ $\approx 1,5U_{ВИПР}$	$\frac{I_H}{2}$	$0,5FI_H \approx 3,5I_H$	$BU_{ВИПР}$	$\frac{DI_H}{\sqrt{2}}$
Симетрична з подвоєнням напруги	$6,3 \frac{r}{R_H}$	$2,8U_{2x} \approx$ $\approx 1,5U_{ВИПР}$	I_H	$FI_H \approx 7I_H$	$\frac{BU_{ВИПР}}{2}$	$\sqrt{2}DI_H$

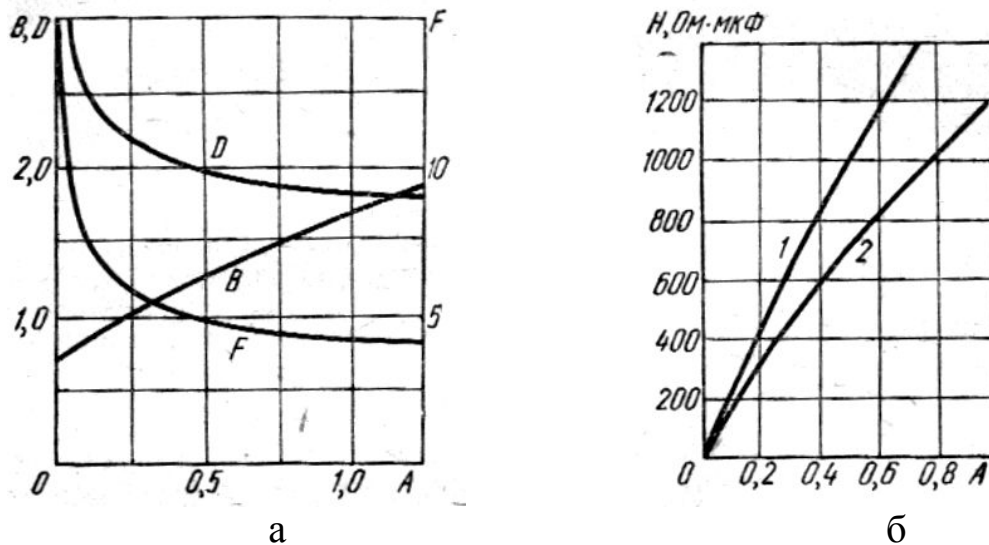


Рис.4.2. Графіки для визначення: а – коефіцієнтів B, D, F ; б – коефіцієнта H (1 – для однонапівперіодної схеми, 2 – для інших схем випрямлення)

У залежності від значення A із графіків на рис.4.2,а,б знаходять допоміжні коефіцієнти B, D, F, H .

За табл.4.1 визначають $U_{ЗВ}, I_{СЕР}, I_m$, які мають не перевищувати припустимих значень для обраних діодів (табл.Є.1), [9]. В іншому випадку треба вибрати інші діоди та виконати розрахунок з початку.

За табл.4.1 визначаються параметри U_{2x} та I_2 – відповідно напруга холостого ходу та ефективне значення струму вторинної обмотки трансформатора.

Вихідну ємність випрямляча визначають за формулою

$$C_0 = H/rK_{П0}, \text{ Ом}, \quad (4.5)$$

де C_0 виміряється у мкФ, опір r – в Омах.

При розрахунку ємності фільтра необхідно враховувати, що відносне значення змінної складової напруги для обраних конденсаторів фільтра повинно бути не менше за 0,05.

Коефіцієнт пульсацій вихідної напруги випрямляча визначається із наступних співвідношень:

– для схем з фазністю випрямлення $m = 1$ (рис.4.1,а)

$$K_{П0} = \frac{U_{ВИПР} \pi/2}{U_{ВИПР}} = 1,57. \quad (4.6)$$

– для схем з фазністю випрямлення $m \geq 2$ (рис.4.1,б-г)

$$K_{П0} = U_{1M} / U_{ВИПР} ; \quad (4.6)$$

$$U_{nM} = U_{ВИПР} \frac{2}{m^2 n^2 - 1}, \quad (4.7)$$

де U_{1M} – амплітуда першої гармоніки випрямленої напруги; порядок основної гармоніки пульсацій $n = 1$.