

УДК 621.316.722.001.24:621.314

РАСЧЕТ РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫМ ТРАНСФОРМАТОРОМ

ГАСАНОВ З.А., АЛИЕВ Э.С., ВЕЗИРОВ Ф.Х.

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия

Напряжение сети промышленных предприятий часто отклоняется от своего номинального значения либо за счет нагрузки собственных потребителей предприятия, либо из-за подачи предприятию напряжения, отличного от номинального значения. Это отклонение иногда достигает такого значения, что нарушается нормальный режим работы электроустановок. Для устранения его некоторые ответственные электроустановки питают через регулятор напряжения.

Регулятор напряжения с вольтодобавочным трансформатором [1] по мощности оказывается меньше потребляемой мощности электроустановок, питающихся через этот регулятор. На рис. 1 приведена схема включения вольтодобавочного трансформатора для продольного регулирования напряжения нагрузки.

На первичную обмотку вольтодобавочного трансформатора напряжение подается от автотрансформатора АТР. Его вторичная обмотка подключена последовательно с линией. При нулевом положении ползунка напряжение на выходе регулятора равно напряжению сети, что имеет место при номинальном значении напряжения сети. При понижении напряжения на выходе регулятора ползунок переходит в сторону положения «1», в связи с чем напряжение вторичной обмотки трансформатора суммируется с напряжением сети, что приводит к повышению выходного напряжения регулятора.

При повышении напряжения на выходе регулятора выше номинального ползунок переходит в сторону положения «2», и напряжение вторичной обмотки трансформатора ТР вычитывается из напряжения сети, в связи с чем стабилизируется выходное напряжение регулятора.

Эти процессы осуществляются с помощью системы автоматического управления, где необходимо иметь датчик напряжения (ДН), серводвигатель (Д), блок управления серводвигателем (БУ), редуктор (Р), который механически связан между серводвигателем и ползунком, эталонное напряжение $U_э$, соответствующее номинальному значению напряжения сети. Обычно при изменении напряжения питающей сети в пределах от 160В до 260В напряжение на нагрузках поддерживается постоянным и равным номинальному $U_n = 220В$. При этом максимальное отклонение напряжения питающей сети от номинального в сторону уменьшения составляет $\Delta U_1 = U_n - U_{1min} = 220 - 160 = 60В$, а в сторону увеличения - $\Delta U_2 = U_{1max} - U_n = 260 - 220 = 40В$. Максимальную мощность вольтодобавочного трансформатора при повышении и понижении напряжения питающей сети можно определить таким образом:

$$S_{вд1max} = \Delta U_1 \cdot I_n, \quad S_{вд2max} = \Delta U_2 \cdot I_n \quad (1)$$

где I_n - номинальный ток стабилизатора.

$$I_n = \frac{S_n}{U_n} \quad (2)$$

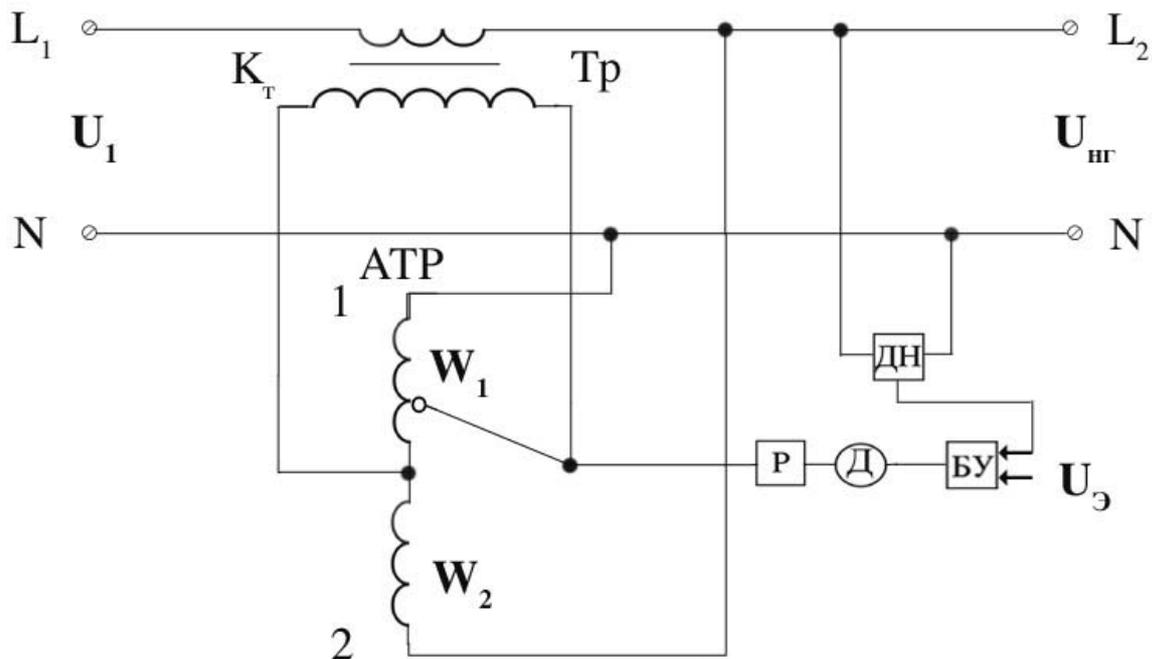


Рис.1

S_H – мощность стабилизатора.

С учетом (2) запишем (1) в виде:

$$S_{ВД1} = \Delta U_1 \cdot \frac{S_H}{U_H} = \frac{\Delta U_1}{U_H} \cdot S_H = \frac{60}{220} S_H = 0,273 \cdot S_H \quad (3)$$

$$S_{ВД2} = \Delta U_2 \cdot \frac{S_H}{U_H} = \frac{\Delta U_2}{U_H} \cdot S_H = \frac{40}{220} \cdot S_H = 0,182 \cdot S_H \quad (4)$$

Так как $S_{ВД1} > S_{ВД2}$, то мощность вольтодобавочного трансформатора должна составить 27,3% от мощности стабилизатора.

Напряжение, подводимое к автотрансформатору АТР, равно U_H и в режиме стабилизации составляет 220В. Точка “0” не является средней точкой автотрансформатора (т.е. $W_1 \neq W_2$), так как максимальные значения отклонений напряжения от номинального в сторону уменьшения - ΔU_1 и в сторону увеличения - ΔU_2 разнятся между собой.

Если напряжение на полуобмотке W_2 обозначим через U_{w2} , то напряжение на полуобмотке W_1 будет $U_{w1} = 220 - U_{w2}$. Коэффициент трансформации вольтодобавочного трансформатора равен:

$$K_T = \frac{U_{w1 \max}}{\Delta U_1} = \frac{U_{w2 \max}}{\Delta U_2} \quad (5)$$

С учетом того, что $\Delta U_1 = 60В$; $\Delta U_2 = 40В$ и $U_{W1 \max} = 220 - U_{W2 \max}$, из (5) получим:

$$\frac{220 - U_{W2MAX}}{60} = \frac{U_{W2MAX}}{40}$$

Решая выражение относительно U_{W2max} , получим $U_{W2max} = 88В$. Тогда $U_{W1max} = 220 - 88 = 132В$. При этом коэффициент трансформации трансформатора ТР составляет:

$$K_T = \frac{U_{W1max}}{\Delta U_1} = \frac{U_{W2max}}{\Delta U_2} = \frac{132}{60} = \frac{88}{40} = 2,2$$

Потребляя от сети так называемую проходную (внешнюю мощность) S_{Π} , автотрансформатор (АТР) передает ее трансформатору Тр. Внутренняя или расчетная мощность автотрансформатора S_P , передаваемая посредством магнитного поля из первичной обмотки АТР во вторичную, определяет расход материалов, габариты и стоимость автотрансформатора. Зависимость между параметрами S_{Π} S_P определяется

$$\frac{S_P}{S_{\Pi}} = \frac{K_a - 1}{K_a} \quad (6)$$

выражением [2]:

где K_a – коэффициент трансформации автотрансформатора.

Когда ползунок АТР работает в режиме повышения напряжения сети, K_a можно определить по формуле:

$$K_{a1} = \frac{W_1 + W_2}{W_1 X} \quad (7)$$

где X – параметр, характеризующий положение ползунка. При нулевом положении ползунка $X = 0$, а при максимальном отклонении $X = 1$.

Следует отметить, что при постоянстве тока нагрузки, проходная мощность автотрансформатора также зависит от положения ползунка, т.е.

$$S_{\Pi} = S_{\Pi MAX} \cdot X, \quad (8)$$

где $S_{\Pi MAX}$ – максимальное значение проходной мощности.

С учетом (7) и (8), в (6) получим

$$S_{P1} = S_{\Pi} \cdot X \cdot \frac{W_1 + W_2 - W_1 X}{W_1 + W_2} \quad (9)$$

Если учесть, что при повышении напряжения сети

$$S_{\Pi MAX} = S_{ВД1 MAX} = 0,273 S_H,$$

то получим:

$$S_{P1} = 0,273 S_H \frac{W_1 + W_2 - W_1 X}{W_1 + W_2} \cdot X \quad (10)$$

Зависимость S_{P1} от X приведена на рис. 2.

Анализ зависимости (10) показывает, что при

$$X = \frac{W_1 + W_2}{2W_1} \quad (11)$$

S_{P1} имеет максимальное значение, равное

$$S_{P1MAX} = 0,273 S_H \frac{W_1 + W_2}{4W_1} \quad (12)$$

Так как

$$\frac{W_1 + W_2}{W_1} = \frac{U_{W1MAX} + U_{W2MAX}}{U_{W1MAX}} = \frac{220}{132} = 1,67;$$

то

$$X = \frac{W_1 + W_2}{2W_1} = \frac{1,67}{2} = 0,833$$

Тогда

$$S_{P1MAX} = 0,273 S_H \cdot \frac{W_1 + W_2}{4W_1} = 0,273 S_H \cdot \frac{1,67}{4} = 0,114 S_H \quad (13)$$

Когда ползунок АТР работает в режиме понижения напряжения сети, Ка можно определить по формуле:

$$K_{a2} = \frac{W_1 + W_2}{W_2 \cdot X}; \quad (14)$$

с учетом (14) и (8), в (6) получим:

$$S_{P2} = S_{П2MAX} \cdot X \frac{W_1 + W_2 - W_2 \cdot X}{W_1 + W_2}. \quad (15)$$

При понижении напряжения сети

$$S_{П2MAX} = S_{ВД2MAX} = 0,182 S_H$$

Поэтому

$$S_{P2} = 0,182 S_H \frac{W_1 + W_2 - W_2 \cdot X}{W_1 + W_2} X \quad (16)$$

Зависимость S_{P2} от X приведена также на рис. 2. Анализ зависимости (16) показывает, что при

$$X = \frac{W_1 + W_2}{2W_2}$$

S_{P2} имеет максимальное значение, равное

$$S_{P2MAX} = 0,182S_H \frac{W_1 + W_2}{4W_2}.$$

Так как

$$\frac{W_1 + W_2}{W_2} = \frac{U_{W1} + U_{W2}}{U_{W2}} = \frac{220}{88} = 2,5$$

то

$$X = \frac{W_1 + W_2}{2W_2} = \frac{2,5}{2} = 1,25$$

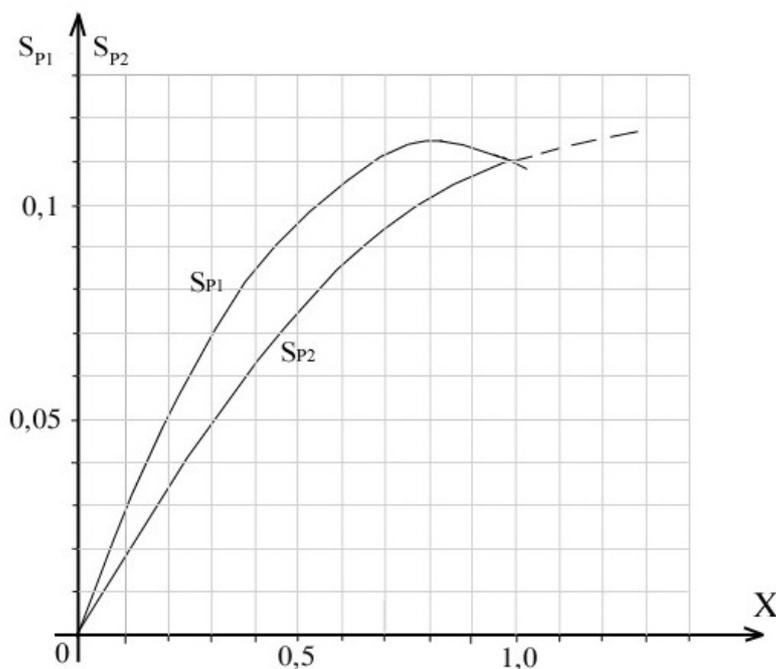


Рис.2

Однако это значение находится за пределом отклонения ползунка, где

$$S_{P2MAX} = 0,182 \frac{W_1 + W_2}{4W_2} \cdot S_H = 0,182 \frac{2,5}{2} S_H = 0,114S_H \cdot$$

При $X = 1$

$$S_{P2} = 0,182 \frac{W_1}{W_1 + W_2} S_H = 0,182 \frac{1}{1,67} S_H = 0,109 S_H$$

Сравнение выражений (13) и (17) показывает, что расчетную мощность автотрансформатора необходимо выбрать из условия

$$S_P \geq 0,114 S_H \quad (18)$$

ВЫВОДЫ

1. Получены расчетные формулы для определения параметров вольтодобавочного трансформатора и автотрансформатора.
2. Расчетным путем показано, что мощность вольтодобавочного трансформатора составляет 27,3%, а расчетная мощность автотрансформатора составляет 11,4% от мощности стабилизатора при регулировании напряжения сети в пределах от 160 до 260В.

-
1. *Липкин Б.Ю.* Электроснабжение промышленных предприятий и установок, М.: Высшая школа, 1990, 366 с.
 2. *Волдек А.И.* Электрические машины, Л.: Энергия, 1974, 840 с.

VOLTƏLAVƏLİ TRANSFORMATORU İLƏ GƏRGİNLİK TƏNZİMLƏYİCİSİNİN HESABATI

HƏSƏNOV Z.A., ƏLİYEV E.S., VƏZİROV F.X.

Məqalədə voltəlavəli transformatoru ilə gərginlik tənzimləyicisinin parametrlərini təyin etmək üçün hesablama tənlikləri gətirilib. Göstərilib ki, voltəlavə transformatorun hesabi gücü mənbə faz gərginliyini 160V-260V hədlərində tənzimlənmə zamanı sabitləşdiricinin gücünün 27,3%-ni, avtotransformatorun hesabi gücü isə həmin gücün 11,4% təşkil edir.

CALCULATION OF TENSION REGULATOR WITH VOLT ADDITIONAL TRANSFORMER

HASSANOV Z.A., ALIEV E.S., VESIROV F.K.

There is brought the rated expressions for determination the parameters of regulator of tension with volt additional transformer in the article. It is showed that the rated power of volt additional transformer is made up 27,3 %, but the rated power of autotransformer is made up 11,4 % from power of stabilizer at the regulation of phase tension of network system within 160-260 volt.