

П. І. ТИНСЬКИЙ

СТАБІЛІЗАЦІЯ СТРУМУ НАВАНТАЖЕННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛОМ МАГНІТНИХ ПОТОКІВ

Живлення електричних дуг провадиться від селенових випрямлячів, а також від реактивних трансформаторів типу ТРД-50.

Якщо струм дуги змінюється на 1%, її яскравість змінюється на 3% [1], тому для незмінності яскравості дуги потрібно забезпечити стабілізацію її струму.

Реактивний трансформатор зовсім не стабілізує струм дуги, якщо змінюється напруга живлення. Нестабільність струму дуги при цьому

$$N = \frac{\Delta I}{I_{\text{ном}}} \cdot 100 \quad (1)$$

становить досить значну величину. Тут $I_{\text{ном}}$ — номінальний струм дуги; ΔI — зміна струму дуги від номінальної величини.

У зв'язку з цим виникає потреба в стабілізації струму дуги при зміні напруги сітки живлення.

У реактивному дуговому трансформаторі є магнітний шунт, який зв'язаний з головним стержнем трансформатора через повітряний зазор. Під час коливання напруги сітки живлення в основному стержні трансформатора змінюватиметься і потік. Для компенсації зміни цього потоку треба одержати другий потік, який був би направлений назустріч основному. Так, при зростанні потоку основного стержня потік стержня шунта буде направлений назустріч основному і скомпенсує створений лишок потоку.

Електрорушійна сила, яка виникає в первинній обмотці трансформатора,

$$e_2 = -\omega_1 \frac{d\Phi_0}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ в}, \quad (2)$$

де ω_1 — кількість витків первинної обмотки;

Φ_0 — магнітний потік через основний стержень трансформатора.

Е. р. с., яка утворилася в первинній обмотці, залежить від різниці потоків, що проходять через основний стержень Φ_0 і через

стержень магнітного шунта $\Phi_{\text{ш}}$

$$e_2 = -\omega_2 \frac{d(\Phi_0 - \Phi_{\text{ш}})}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ в}, \quad (3)$$

$$e_2 = -\omega_2 \frac{d\Phi_2}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ в}, \quad (4)$$

де ω_2 — кількість витків вторинної обмотки;

$\Phi_{\text{ш}}$ — потік через стержень магнітного шунта;

Φ_2 — потік, який утворився при відніманні $\Phi_0 - \Phi_{\text{ш}}$.

У звичайному трансформаторі е. р. с. вторинної обмотки e_2 не залежить від величини струму цієї обмотки. В реактивному дуговому трансформаторі ця е. р. с. уже залежить від струму дуги, тобто від струму вторинної обмотки.

У загальному виді можна записати

$$e_2 = \psi(I_{\text{дуги}}). \quad (5)$$

Для вивчення роботи реактивного дугового трансформатора розглянемо його векторну діаграму.

У режимі холостого ходу магнітний шунт не впливає на роботу реактивного трансформатора, тому його векторна діаграма схожа на діаграму звичайного трансформатора і тут не наводиться. Діаграма реактивного трансформатора вказана на рис. 1.

Розглядаючи векторну діаграму, можна встановити, що:

а. Струм холостого ходу трансформатора I_0 становить приблизно 8% номінального струму первинної обмотки I_1 , тому вектори струмів I_1 та I_2 зсунуті на кут 177° .

б. Значний зсув за фазою вектора струму I_2 в бік відставання пояснюється тим, що за рахунок магнітного шунта виникає реактивна складова е. р. с. вторинної обмотки, яка і зсуває вектор струму I_2 . У вторинній обмотці виникає втрата напруги, яка характеризується трикутником е. р. с., сторони якого $I_2' r_2$, $I_2(x'_{\text{б}_1} + x'_{\text{ш}})$ та $I_2' Z_2$.

в. Вектор $I_2(x_2 + x'_{\text{ш}})$ пропорційний вторинному струму та реактивному опору $x'_{\text{ш}}$, який характеризує дію магнітного шунта. Реактивний опір x_2 для цього трансформатора є незмінною величиною, тому цей вектор залежить в основному від вектора струму I_2 . Вектор струму I_1 теж зсунутий в бік запізнення відносно вектора первинної напруги на кут $\varphi \approx 50^\circ$. Хоч вторинна обмотка і навантажена на активний опір, але через реактивну складову обмоток трансформатора кут φ досягає значної величини.

г. Вектор магнітного потоку $\Phi_{\text{ш}}$ є потоком розсіювання і збігається за фазою з потоком розсіювання вторинної обмотки $\Phi'_{\text{б}_2}$. За фазою він збігається з струмом I_2 . Вектор е. р. с. $E'_{\text{ш}}$ запізнює-

ться від вектора свого потоку на кут 90° . Вектор e р. с. збігається з вектором вторинної напруги U_2 , тому що витки вторинної та вимірювальної штучно намотаної обмотки намотані на одному і тому стержні і через них проходить той же магнітний потік Φ_2 .

Розглянемо процес стабілізації струму дуги при зміні напруги живлення. Потрібно, щоб у номінальному режимі зовнішня характеристика трансформатора була крутопадаючою і при зміні напруги криві навантаження знаходилися близько одна від одної, тобто струм дуги змінювався б на малу величину. Для цього на

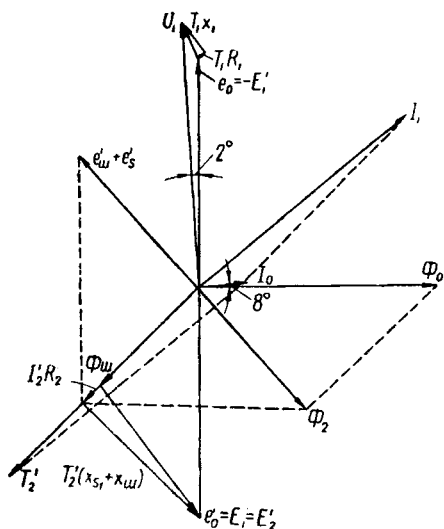


Рис. 1. Векторна діаграма при номінальному режимі ТРД-50.

стержень магнітного шунта намотують компенсаційну обмотку, в якій магнітний потік $\Phi_{ш}$ буде наводити е. р. с. $e_{комп}$

$$e_{комп} = -\omega_{комп} \cdot \frac{d\Phi_{ш}}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ в,} \quad (6)$$

де $\omega_{комп}$ — кількість витків компенсаційної обмотки.

При зустрічному включенні $e_{комп}$ та e_2 загальна е. р. с. e_0 буде

$$e_0 = -\omega_2 \frac{d\Phi_0}{dt} \cdot 10^{-8} + \omega_{комп} \frac{d\Phi_{ш}}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ в,} \quad (7)$$

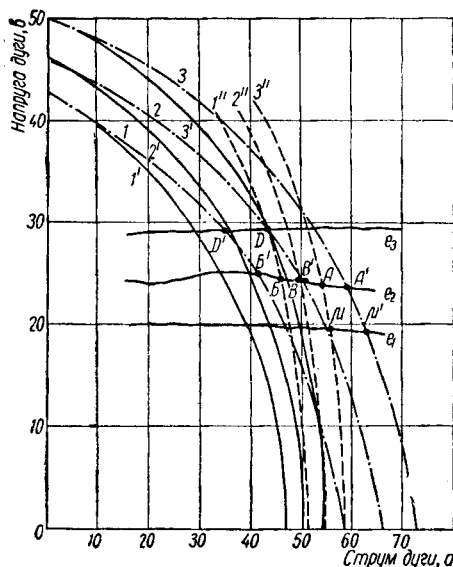


Рис. 2. Характеристики реактивного трансформатора ТРД-50, зняті при напругах живлення:

1, 1', 1'' — 100 в; 2, 2', 2'' — 110 в; 3, 3', 3'' — 120 в; 1, 2, 3 — характеристики звичайного трансформатора ТРД-50; 1', 2', 3' — характеристики модернізованого трансформатора ТРД-50; 1'', 2'', 3'' — характеристики модернізованого трансформатора ТРД-50 з підвищеною напругою вторинної обмотки.

$$e_{0_2} = \left(-\omega_2 \frac{d\Phi}{dt} + \omega_{\text{комп}} \frac{d\Phi_{\text{ш}}}{dt} \right) \cdot 10^{-8} \text{ в.} \quad (8)$$

Зовнішня характеристика трансформатора з компенсаційною обмоткою і без неї при різних напругах живлення показана на рис. 2. Криві зовнішньої характеристики реактивного дугового трансформатора з компенсаційною обмоткою значно крутіші порівняно з характеристиками без компенсації.

Для компенсації втрат напруги вторинної обмотки трансформатора необхідно збільшити кількість витків її пропорційно заданому коефіцієнту нестабільності. Це забезпечить потрібний режим горіння дуги та її яскравості.

Як видно з рис. 2, крива із збільшеною вторинною напругою стає ще крутішою, коефіцієнт нестабільності дуги зменшується. У номінальному режимі, а також у режимі короткого замикання криві ніби «зближуються», роблячи характеристику більш крутою. Це забезпечує стабілізацію струму дуги при зміні напруги живлення. Збільшена крутість зовнішньої характеристики трансформатора дає додаткову стабілізацію струму дуги при обгорянні вугілля.

Модернізований трансформатор типу ТРД-50 при зміні напруги живлення від 100 до 120 в та при незмінній відстані між вугіллям $l = 5 \text{ мм}$ (характеристики вугілля з [4]) дозволить одержати нестабільність струму дуги $N = 13,7\%$ (рис. 2, точки А, Б, В) порівняно з $N = 35,4\%$ (рис. 2, точки А', Б', В') для звичайного трансформатора ТРД-50.

Якщо одночасно змінюються напруга живлення від 100 до 120 в і відстань між вугіллям дуги від $l = 3 \text{ мм}$ до $l = 8 \text{ мм}$, то нестабільність струму дуги в модернізованому трансформаторі буде $N = 21,6\%$ (рис. 2, точки В, Г, Д) порівняно з $N = 54\%$ (точки В', Г', Д') у звичайному трансформаторі ТРД-50.

Таким чином, модернізований трансформатор дозволяє одержати нестабільність струму при зміні напруги живлення та при незмінній відстані між вугіллям меншою в 2,5 рази. Якщо разом змінюється напруга живлення і відстань між вугіллям, то нестабільність зменшується в два рази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Федосеева Е. О. и Третьякова А. А. Электропитание киноустановок. 1955.
2. Холуянов Ф. И. Трансформаторы однофазного и трехфазного тока. ОНТИ, Энергоиздат, 1934.
3. Труды НИКФИ. Выпуск X. Госкиноиздат, 1949.
4. Круг К. А. Основы электротехники. Т. II, 1946.
5. Никитин В. П. Электрические машины и трансформаторы для дуговой сварки. Т. I. Основы теории. ОНТИ. НКТП, 1937.

П. И. ТЫНСКИЙ
СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА НАГРУЗКИ
ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ МАГНИТНЫХ ПОТОКОВ

К р а т к о е с о д е р ж а н и е

Питающий трансформатор должен иметь крутопадающую характеристику для стабилизации тока электрической дуги, когда изменяются напряжение сети и расстояние между углями электрической дуги.

Кривые напряжения трансформатора идут параллельно при изменении питающего напряжения, в то время как ток нагрузки изменяется.

Стабилизация тока нагрузки может быть получена перераспределением магнитного потока между первым стержнем и стержнем магнитного шунта.

Векторная диаграмма реактивного трансформатора представлена для номинального режима.

P. I. TINSKY

THE STABILIZE OF CURRENT OF LOAD
BY REDISTRIBUTION OF MAGNETIC FLUXES

S u m m a r y

The supply transformer must have step up characteristic to stabilize the current of the electrical arc, when voltage and distance between coals of electrical arc are changed.

The curves of the transformer voltage are parallel when the supply voltage is varied, therefore the load current is not constant.

To stabilize the load current it is necessary to redistribute magnetic flux between the first pivot and magnetic pivot.

The vector diagram of the reactive transformer for nominal regime is obtained.