

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ БАТАРЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ В СИСТЕМЕ С НЕЛИНЕЙНЫМИ НАГРУЗКАМИ

АСОМОАХ ДЖОШУА., магистр; ЛАРИНА И.И, доц., к.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, м. Донецк, Украина)

Установка батарей конденсаторов (БК) в системах электроснабжения 6 – 10 кВ с источником высших гармоник тока может приводить к их параллельному резонансу с сетью. Это приводит к увеличению токов высших гармоник (ВГ), протекающих через питающую сеть и конденсаторы, до величины в десятки и сотни раз превышающие значения потоков высших гармоник и их источников.

В работе проверена возможность возникновения резонанса в сети электроснабжения завода ВАОК. Для питания тягового внутривозовского транспорта используется выпрямительная подстанция, на которой установлена установка ВАКЛЕ – 2000 – 600Н – УХЛУ. Упрощенная схема замещения, составленная по полной электрической схеме участка сети, представлена на рис. 1.

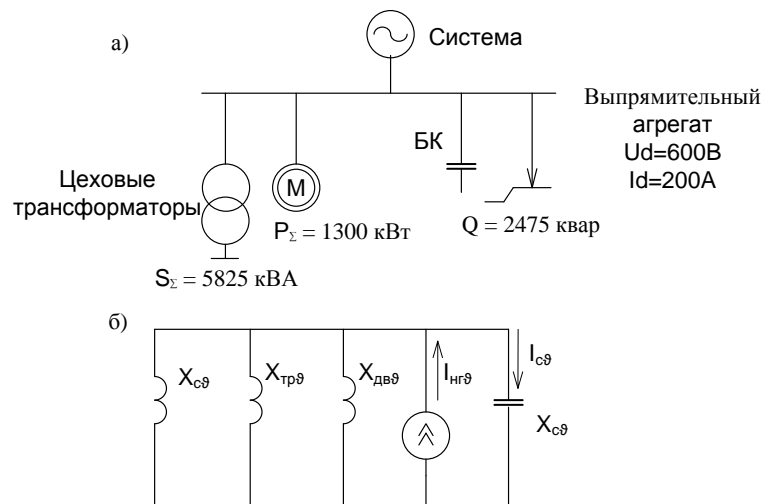


Рисунок 1 – К расчету токов ВГ:
а) упрощенная исходная; б) схема замещения для v -й гармоники

Конденсаторную батарею необходимо проверять на возможность возникновения резонанса токов по условию

$$g_{XL} = X_C / g$$

откуда определяется номер гармоники, при которой возможен резонанс

$$g = \sqrt{X_C / X_L}$$

Отстройка от резонанса выполняется для наименьшей из частот высших гармоник в месте подключения конденсаторов, поэтому для более высоких гармоник результирующее сопротивление реактора и конденсаторов будет всегда индуктивным.

Расчет потоков ВГ, протекающих в электрических цепях, производится по схеме замещения, составленной для каждой гармоники в отдельности. При этом в схеме замещения объединяются концы всех нагрузочных ветвей, вентильных

преобразователей и питающей энергосистемы. Сопротивление схемы замещения ν -й гармоники определяется согласно [1].

Первая гармоника тока нагрузки выпрямителя составила

$$I_1 = 0,9 \frac{U_{d\text{ ном}} \cdot I_{d\text{ ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ ном}} \cdot \cos \varphi} = 0,9 \frac{600 \cdot 2000}{\sqrt{3} \cdot 6000 \cdot 0,7} = 148,6 \text{ А.}$$

Величины токов учитываемых гармоник (5, 7, 11, 13) равнялись $I_5 = 26,8 \text{ А}$; $I_7 = 19,12 \text{ А}$; $I_{11} = 12,17 \text{ А}$; $I_{13} = 10,3 \text{ А}$.

Ток батареи конденсаторов рассчитывается по формуле

$$I_C = \frac{Q_{БК}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ ном}}}.$$

Величины токов при максимальной (2475квар) и минимальной (450квар) мощности БК равны $I_{C\text{ max}} = 238 \text{ А}$ и $I_{C\text{ min}} = 43 \text{ А}$.

Расчет коэффициентов кратности и токи гармоник в цепи батареи конденсаторов приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты кратности и токи ВГ в цепи БК

| Номер гармоники | $Q_{БК} = 450 \text{ квар}$ | | $Q_{БК} = 2475 \text{ квар}$ | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
| | $k_{B\nu}$ | $I_{CB}, \text{ А}$ | $k_{B\nu}$ | $I_{CB}, \text{ А}$ |
| 5 | 0,129 | 3,46 | -1,71 | 45,8 |
| 7 | 0,29 | 5,52 | 5,22 | 99,8 |
| 11 | 1,24 | 15,1 | 1,48 | 18 |
| 13 | 3,4 | 35,1 | 1,3 | 13,45 |

Эквивалентный ток батареи и кратность перегрузки вычислялся только при $Q_{БК\text{ max}}$, так как I_B при $Q_{БК\text{ min}}$ меньше тока батареи конденсаторов ($35,1 < 43 \text{ А}$).

Величины эквивалентного тока и кратности перегрузки составляют:

$$I_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{238^2 + 45,8^2 + 99,8^2 + 18^2 + 13,45^2} = 263,1 \text{ А,}$$

$$k_{II} = \frac{263,1}{238} = 1,105.$$

Результаты расчета показали, что перегрузка конденсаторов составляет 10,5%, что меньше, чем 15% при которой запрещается эксплуатация КУ.

Параметры сети обуславливают близость к резонансу на 7 гармонике, величина которой наибольшая в гармоническом спектре для данной установки.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Овчаренко А.С., Технично-економическая ефективність систем електропостачання промислових підприємств./ Овчаренко А.С., Рабинович М.Л.// Киев: Техника, 1977. – 172с.