## Методика анализа гармонических искажений

Исходными данными для расчета являются:

* полный расчетный действующий ток на присоединении Iд ;
* расчетный действующий ток преобразовательной техники Iпт;
* количество гармоник учитывающийся при расчете n;
* действующие значение фазного напряжения Uф;
* активно сопротивление системы Rпс;
* реактивное сопротивление системы Xпс

К преобразовательной технике относится: светодиодное освещение, источники бесперебойного питания, устройства плавного пуска, устройства частотного регулирование.

Расчет коэффициента искажений синусоидальности тока

Для расчета коэффициента искажений синусоидальности тока функцию тока преобразовательной техники необходимо разложить в ряд Фурье. Принимаем что преобразователь работает по схеме Ларионова функциятока прямоугольной формы, функция нечетная, для определения токов гармоник достаточно определить только один коэффициент ряда Фурье bn.

n – номер гармоники

Для функции тока прямоугольной формы коэффициент определяется на интервале от π/6 до 5 π/6.

Амплитудное значение тока n гармоники равно:

Действующие значение тока n – ой гармоники:

Среднеквадратичное значение токов гармоник

Коэффициент искажений

Допустимые значения синусоидальности кривой тока ГОСТ 32144-2013 не нормирует.

По рекомендация производителей активных фильтров  если THDi < 10%  доля гармоник считается низкой и меры для их подавления не требуются.

Преобразовательная техника не являются источниками гармоник напряжения, а представляют собой электроприемники с нелинейной характеристикой потребления тока, при этом искажается синусоида напряжения и это является источником высших гармоник.

Функция напряжения — это нечетная периодическая функция в форме синусоиды. Для определения напряжения гармоник достаточно определить только один коэффициент ряда Фурье bn на отрезках bn1 (0- π/6), bn2 (π/6- 5π/6), bn3 (5π/6- π), затем определяется:

На отрезке bn2 (π/6- 5π/6), вносится искажения от ток преобразовательной техники,соответственно получаем формулы для bn1, bn2, bn3:

Амплитудное значение напряжения n гармоники равно:

Амплитуда фазного напряжения:

Величина напряжения при протекании тока преобразовательной техники

Полное сопротивление:

Действующие значение напряжения n – ой гармоники:

Среднеквадратичное значение напряжений гармоник:

Коэффициент искажений

Допустимые значения синусоидальности кривой напряжения согласно ГОСТ 32144-2013 не более 8%.

## Исходные данные

- полный расчетный действующий ток на присоединении Iд = 600 А

- расчетный действующий ток преобразовательной техники Iпт = 500 А

- количество гармоник учитывающийся при расчете n = 25

- действующие значение фазного напряжения Uф = 230 В

- активно сопротивление системы Rпс = 0.5

- реактивное сопротивление системы Xпс = 0.5

## Анализ гармонических искажений

Таблица 1 Амплитудные значения токов гармоник

|  |  |
| --- | --- |
| n | InA, А |
| 1 | 551.33 |
| 2 | 0.0 |
| 3 | 0.0 |
| 4 | 0.0 |
| 5 | -110.27 |
| 6 | 0.0 |
| 7 | -78.76 |
| 8 | -0.0 |
| 9 | -0.0 |
| 10 | -0.0 |
| 11 | 50.12 |
| 12 | 0.0 |
| 13 | 42.41 |
| 14 | -0.0 |
| 15 | 0.0 |
| 16 | -0.0 |
| 17 | -32.43 |
| 18 | -0.0 |
| 19 | -29.02 |
| 20 | 0.0 |
| 21 | -0.0 |
| 22 | 0.0 |
| 23 | 23.97 |
| 24 | -0.0 |
| 25 | 22.05 |

Среднеквадратичное значение тока гармоник:

Irms = 113.2 A

Коэффициент искажения синусоидальности тока:

TNDi = 18.87 %

Таблица 2 Амплитудные значения напряжений гармоник

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n | bn1, B | bn2, B | bn3, B | Un, В |
| 1 | 9.379 | -26.603 | 9.379 | -7.845 |
| 2 | 17.256 | -0.0 | -17.256 | 0.0 |
| 3 | 22.416 | 3.891 | 22.416 | 48.723 |
| 4 | 24.158 | -0.0 | -24.158 | 0.0 |
| 5 | 22.416 | 3.891 | 22.416 | 48.723 |
| 6 | 17.749 | -0.0 | -17.749 | 0.0 |
| 7 | 11.208 | 1.946 | 11.208 | 24.362 |
| 8 | 4.109 | 0.0 | -4.109 | 0.0 |
| 9 | -2.242 | -0.389 | -2.242 | -4.873 |
| 10 | -6.798 | 0.0 | 6.798 | 0.0 |
| 11 | -8.967 | -1.556 | -8.967 | -19.49 |
| 12 | -8.688 | -0.0 | 8.688 | 0.0 |
| 13 | -6.405 | -1.112 | -6.405 | -13.922 |
| 14 | -2.92 | 0.0 | 2.92 | 0.0 |
| 15 | 0.801 | 0.139 | 0.801 | 1.741 |
| 16 | 3.857 | 0.0 | -3.857 | 0.0 |
| 17 | 5.604 | 0.973 | 5.604 | 12.181 |
| 18 | 5.77 | 0.0 | -5.77 | 0.0 |
| 19 | 4.483 | 0.778 | 4.483 | 9.744 |
| 20 | 2.206 | -0.0 | -2.206 | 0.0 |
| 21 | -0.408 | -0.071 | -0.408 | -0.887 |
| 22 | -2.68 | -0.0 | 2.68 | 0.0 |
| 23 | -4.076 | -0.707 | -4.076 | -8.859 |
| 24 | -4.322 | 0.0 | 4.322 | 0.0 |
| 25 | -3.449 | -0.599 | -3.449 | -7.497 |

Среднеквадратичное значение напряжения гармоник:

Urms =56.217 В

Коэффициент искажения синусоидальности напряжения:

TNDu = 24.442 %

Необходимо применение активных фильтров гармоник для компенсации токов гармоник в соответсвии с Таблицей 1