

УДК 621.316

Г.И. Бабокин, В.Г. Куницкий, С.Б. Малков

ТОКИ УТЕЧКИ В ШАХТНОЙ СЕТИ С ТРАНЗИСТОРНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

Семинар № 18

В работе был установлен характер влияния транзисторного преобразователя частоты (ПЧ) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного напряжения на величину и спектральный состав токов однофазной утечки через тело человека имитируемое эквивалентной схемой, представляющей параллельное соединение R, C элементов. Рассматриваемый далее вариант эквивалентной схемы наиболее хорошо воспроизводит зависимость полного сопротивления организма в целом от частоты, учитывая сложный гармонический состав тока утечки [1].

Исследование проводилось на экспериментальном стенде [2], включающем трехфазный разделительный трансформатор 380/380В, работающий в режиме изолированной нейтрали вторичной обмотки, транзисторный ШИМ-ПЧ типа «Триол АТОЧ/ 5,5»; асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором мощностью 5,5 кВт; генератор постоянного тока, работающий на активную нагрузку; силовой кабель типа ГРШЭ, длиной 5 м; цифровой запоминающий осциллограф PCS64, фирмы Vellaman. При этом длина участка кабельной сети от питающего трансформатора до ПЧ не превышала 3 м, а распределенная емкость жил кабеля относительно земли на участке от ПЧ до АД имитировалась магазинами сопротивлений и емкостей.

На рис. 1. приведен выбранный в данной работе вариант эквивалентной схемы замещения

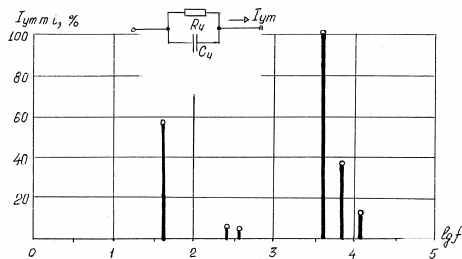


Рис. 1

тела человека и спектрограмма тока однофазной утечки $I_{ym,mi}$ соответствующая этой схеме, при частоте выходного напряжения ПЧ равной 50 Гц и емкости кабеля относительно земли $\approx 0,02$ мкф/фазу. Параметры схемы замещения [1]: $C_4 = 0,05 \cdot 10^{-6}$ ф, $R_4 = 1,5 \cdot 10^3$ Ом. Как видно из рисунка, в спектре тока утечки преобладает гармоника с несущей частотой ШИМ ПЧ, равной 4 кГц, а гармоника, обусловленная основной гармоникой выходного напряжения ПЧ, частота которой равна 50 Гц, не превышает 60 % от нее. В спектре присутствуют и другие высшие гармонические составляющие, но их удельный вес незначителен. Так, пятая гармоника составляет ≈ 6 %, седьмая – 3,5 % от амплитуды гармоники несущей частоты, наличие которой в спектре тока однофазной утечки существенно его увеличивает.

На рис. 2 в качестве примера приведены графики зависимости тока однофазной утечки через активное сопротивление 1 Ком при ее

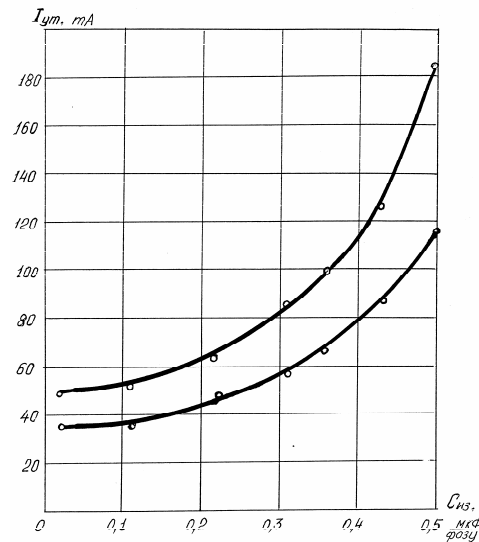


Рис. 2

возникновении на участке сети между ПЧ и АД при частоте напряжения на выходе ПЧ 50 Гц от емкости жил кабеля $C_{из}$ (кривая 1) и через параллельное соединение R_4 и C_4 учитывающее существующую емкость человеческого тела (кривая 2). При этом видно, что во втором случае ток однофазной утечки значительно превышает его величину, соответствующую утечке только через активное сопротивление в 1 Ком.

Таким образом, по результатам проведения экспериментальных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. В спектре тока однофазной утечки, так же, как и в спектре напряжения на выходе

ПЧ, присутствуют высшие гармоники с частотой, равной кратной несущей частоте ШИМ ПЧ. Они имеют значительную амплитуду, изменяющуюся с изменением частоты ПЧ и параметров кабеля, и существенно увеличивают токи однофазной утечки.

2. Наличие высших гармоник в спектре тока однофазной утечки требует при проведении расчетов обязательно учитывать емкость тела человека, а при выборе варианта эквивалентной электрической схемы замещения человека, основываться на значении несущей частоты ШИМ ПЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Маноилов В.Е.* Основы электробезопасности – Л.: Энергоиздат, 1985 г; 383 с

2. *Куницкий В.Г., Щуцкий В.И., Бабочкин Г.И., Малков С.Б.* Исследование режима работы устройства за-

щитного отключения в участковой сети с ШИМ-преобразователем. // Горный информационно-аналитический бюллетень «Неделя горняка – 2002», №8, 2003. – С. 225–227.

Коротко об авторах

Бабочкин Геннадий Иванович – профессор, доктор технических наук, проректор по научной работе, зав. кафедрой «Электротехника»,

Куницкий Виталий Григорьевич – доцент, кандидат технических наук,

Малков Сергей Борисович – инженер,

Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева.

НОВИНКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВА МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ушаков К.З. Газовая динамика шахт: — 2-е изд., перераб. и доп. — 481 с.: ил. ISBN 5-7418-0293-1 (в пер.)

Изложена общая теория процессов газопереноса в шахтах. Приведены газодинамические характеристики шахтных вентиляционных потоков, основное уравнение конвективно-диффузионного переноса газа, описаны особенности переноса динамически активных газов, в том числе их слоевые скопления, освещены методы измерения газодинамических характеристик, теория и практика моделирования процессов газопереноса. Обобщены результаты исследования процессов газовыделения. Рассмотрены процессы газопереноса в тупиковых выработках, лавах, выработанных пространствах, камерах, при работе оборудования с двигателями внутреннего сгорания, при рециркуляции и пульсирующей вентиляции.

Для научных работников, занимающихся вопросами вентиляции шахт и подземных сооружений.

Табл. 10, ил. 123, список лит. — 33 назв.
УДК 622.4