

Применение сетевых дросселей для преобразователей частоты

Характерной особенностью сетей электропитания, как общего назначения, так и промышленных, является обилие потребителей электроэнергии, представляющих собой нагрузку резко нелинейного характера. Ток потребления таких устройств значительно отличается от синусоидального, то есть содержит в своем составе большое количество гармонических составляющих высшего порядка. Кроме того, токи потребления многих устройств могут значительно изменяться в короткие промежутки времени, оказывая влияние на величину действующего напряжения и симметрию фаз питающей сети.



Основные факторы, оказывающим влияние на качество напряжения питающей сети:

- процессы коммутации тока при переключениях силовых полупроводниковых приборов в выпрямителях, ведомых сетью инверторах, [преобразователях частоты](#), генераторах импульсов и т.п.;
- ударные изменения нагрузки преобразовательных устройств, например – при работе сварочных установок, печей, металлургических приводов и т.п.

Механизм искажений питающего напряжения потребителя электроэнергии связан с провалами или всплесками падения напряжения на индуктивном сопротивлении питающей сети, возникающими при резком изменении тока других потребителей, питающихся в той же точке подключения. Качество питающего напряжения сетей РФ строго регламентируется ГОСТ 13109-97, в том числе и в отношении нелинейных искажений. Однако на практике, в промышленных сетях со значительным количеством полупроводниковых преобразователей, несинусоидальность режима сети может выходить за пределы ограничений. Рис. 1 иллюстрирует реальную кривую однофазного переменного напряжения промышленной сети.

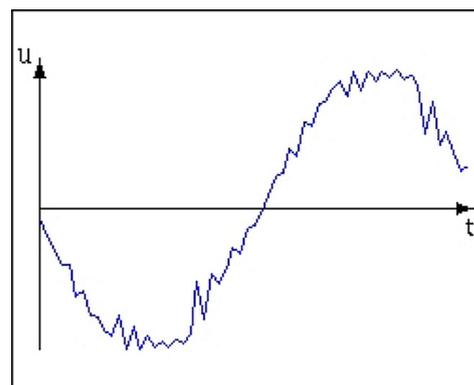


Рис. 1. Реальная форма напряжения при нелинейной нагрузке

На практике принято анализировать гармонический состав напряжения сети в отношении нечетных гармоник от 1-й до 13-й. Однако и составляющие более высоких порядков так же могут оказывать существенное влияние на показатели работы потребителей. В таблице показано примерное процентное содержание гармоник искажения для двух видов сетей.

Номер гармоники		3	5	7	11	13	17	19	23
Промышленная сеть	Низкое напряжение, %	5	8	8	4,8	4,8	1,5	1,5	1,5
	Среднее напряжение, %	3	4,8	4,8	2,9	2,9	1,5	1,5	1,3
Сеть общего назначения	Низкое напряжение, %	2	3	3	2	2	0,8	0,8	0,4
	Среднее напряжение, %	1,4	2,1	2,1	0,8	0,8	0,4	0,4	0,2

Содержание составляющих исчислено по отношению к величине эффективного напряжения. Таблица содержит типичные значения, однако при некоторых видах потребителей они могут сильно увеличиваться: например, при некоторых режимах работы сварочных устройств составляющие 5-й и 7-й гармоник могут увеличиваться в несколько раз.



Появление высших гармонических в составе напряжения питания обуславливает целый ряд негативных явлений в потребителях электроэнергии:

- повышенный нагрев за счет повышения сопротивления обмоток электроустановок при проявлении скин-эффекта – общие потери могут увеличиваться на величину от 5% до 12%; суммарные потери только на 5, 7 и 11 гармониках могут достигать 2 – 4% номинальных;
- быстрая потеря механических и диэлектрических свойств изоляции электромашин и аппаратов из-за повышенного нагрева;
- перегрев и снижение ресурса конденсаторных батарей из-за перегрузки их резонансными токами, возникающими на частотах гармонических составляющих;
- погрешность индукционных счетчиков учета электроэнергии и других подобных измерительных приборов может увеличиться до 10%, что совершенно недопустимо на практике;
- неправильные действия защитных реле, отказы систем автоматики, диспетчеризации и сетевой связи;
- уменьшение производительности и снижение качества продукции установок электролиза и пр.

При относительно небольших значениях коэффициента содержания гармоник (8,5-10%) в напряжении сети, помимо организационных мероприятий хорошие результаты дает применение сетевых дросселей (реакторов). Это индуктивности, включаемые последовательно перед потребителем электроэнергии, сглаживающие кривую протекающего тока. Физический смысл такого приема состоит в том, что между сетью и преобразователем частоты, появляется демпфирующий накопитель энергии, способствующий более мягкому протеканию процессов при резко переменной нагрузке. рочных устройств составляющие 5-й и 7-й гармоник могут увеличиваться в несколько раз. В таких случаях потребитель недоиспользуется по напряжению питания на величину от 3% до 6%. При этом, однако, применение сетевых дросселей для преобразователей частоты позволяет получить ряд выгод:

- снижает влияние преобразователя частоты на сеть – форма напряжения в точке подключения максимально приближается к синусоидальной, исключая, тем самым, влияние на других потребителей;
- защищает преобразователь от выбросов и провалов питающего напряжения и наводок на цепи управления и защиты;
- защищает батарею конденсаторов в звене постоянного тока от воздействия резонансных токов, увеличивая его срок службы;
- существенно ограничивает величину и скорость нарастания аварийных токов (короткого замыкания), тем самым защищая силовые полупроводниковые приборы от теплового разрушения и снижая требования к быстродействию цепей защиты.

По некоторым данным, эти свойства позволяют повысить надежность работы преобразователей частоты до 5 – 7 раз.

Существенным свойством применения сетевых дросселей является то, что в случаях множественных подключений нескольких потребителей в одной точке сети (например – для многодвигательных приводов рольгангов и др.) при известных их характеристиках и ограничениях на качество напряжения в точке подключения, можно рассчитать необходимые сетевые дроссели для всех параллельных потребителей. Тем самым обеспечить соответствие качества напряжения сети действующим стандартам и исключить взаимное влияние преобразователей одного на другой.

Некоторые модели преобразователей частоты всегда, без исключения, должны использоваться с сетевыми дросселями. Важным обстоятельством является то, что в случаях, когда выход преобразователя частоты из строя обусловлен влиянием некачественного напряжения сети или импульсными перенапряжениями, компания-поставщик не принимает на себя гарантийные обязательства. Все потери материального характера ложатся на потребителя.

