

вому трансформатору, т.е. к нагрузке, можно приближенно оценить из следующих соображений: время выключения и восстановления запирающих свойств у современных силовых транзисторов, например, типа IGBT серии IRG4 не превышает 0,5-0,6 мкс. Примем время насыщения трансформатора с двойным запасом  $t_1 = 1, 2$  мкс. В рабочем режиме инвертора потери в железе трансформатора вообще отсутствуют, поэтому его сердечник может быть выполнен на магнитомягком железе с индукцией в (3-5) раз больше, чем индукция сердечника силового трансформатора, выполняемого обычно на феррите. Тогда для частоты 50 кГц

$$\frac{P_1^*}{P_2} \approx \frac{(B_2 \cdot t_1)}{B_1 \cdot t_2} = \frac{(0,2 \div 0,4) \cdot 1,2}{(1 \div 1,5) \cdot 10}, \quad (1)$$

где  $P_1^*$  – относительная установленная мощность дополнительного трансформатора,  $P_2^*$  – мощность силового трансформатора,  $B_1$  – индукция сердечника силового трансформатора,  $t_2$  – полупериод при частоте 50 кГц,  $t_1$  – время насыщения сердечника дополнительного трансформатора,  $B_2$  – индукция в сердечнике дополнительного трансформатора.

Из расчета по (1)  $P_1^* / P_2^* = 0,024 \div 0,032$ .

Масса силового трансформатора, при частоте (50 ÷ 100) кГц (0,5 ÷ 0,7) кг/кВт, откуда очевидно, что массо-габаритные показатели введенного в устройство дополнительного трансформатора ничтожно малы, масса не превышает 0,07 кг. Заметим, что масса исключенных из устройства дросселя и обратного диода значительно больше.

Таким образом, построение превентивной защиты от сквозных коротких замыканий транзисторов позволило значительно повысить надежность инвертора в целом, расширить полосу пропускания частот инвертора и использовать для электронных сварочных аппаратов наиболее эффективную полумостовую схему.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Патент РФ № 2291550. однофазный полумостовой инвертор. Оpubл. 10.01.2007. Бюл. № 1. Авторы: Магазинник Л.Т., Магазинник Г.Г.

Работа представлена на научную международную конференцию «Наука, технологии, инновации», Сейшелы, 10-17 мая 2007 г. Поступила в редакцию 28.05.2007.

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ОДНОФАЗНЫХ НАГРУЗОК

Магазинник Л.Т.

Ульяновский государственный технический университет  
Ульяновск, Россия

Преобразователи частоты средней и большой мощности выполняются обычно на тиристорах и имеют две разновидности: непосредственные преобразователи и преобразователи со звеном постоянного тока.

Достоинство непосредственных преобразователей частоты – возможность естественной коммутации тиристором. Недостатки: сложность силовой схемы и небольшой частотный диапазон. Расширить частотный диапазон удастся применением искусственной коммутации, но искусственная коммутация существенно усложняет непосредственный преобразователь частоты.

Преобразователи со звеном постоянного тока имеют широкий частотный диапазон и более простую силовую схему, содержащую обычно выпрямитель в виде «m»-фазного тиристорного моста, инвертор в виде такого же «m»-фазного или однофазного моста, сглаживающий дроссель и цепи возврата реактивной мощности в виде обратного диодного моста и конденсатора, включенных параллельно выходу выпрямителя.

Однако преобразователи со звеном постоянного тока требуют искусственной коммутации инвертора, либо выполнения его на запираемых ключах (транзисторах или двухоперационных тиристорах). Искусственная коммутация усложняет схему, а применение силовых транзисторов лимитирует мощность преобразователя. Двухоперационные тиристоры сравнительно дороги, потери в них существенно выше, чем в однооперационных, а схемы управления сложнее.

Известен преобразователь частоты со звеном постоянного тока, в котором коммутация инвертора осуществлена частичным отбором энергии из контура коммутации выпрямителя с помощью введения в схему однофазных насыщающихся трансформаторов по числу фаз питающей сети [1].

К недостаткам этого преобразователя и других известных схем преобразователей частоты на тиристорах без искусственной коммутации относится то, что максимальная частота на выходе этих устройств не превосходит частоты питающей сети, что ограничивает функциональные возможности преобразователя частоты.

Максимальная частота  $f_2$  на выходе инвертора [1] равна частоте  $f_1$  питающей сети, а весь спектр выходных частот определяется из выражения:

$$f_2 = f_1 / mk + 1 \quad (1)$$

где m – пульсность выпрямителя, k = 0, 1, 2... .

В частности, при  $m = 2$  (однофазный выпрямитель) выходные частоты в соответствии с формулой (1) имеют ряд:  $f_1, f_1/3, f_1/5, \dots$

Для расширения частотного диапазона преобразователя частоты без применения искусственной коммутации предлагается ввести в схему преобразователя частоты введен дополнительно однофазный развязывающий трансформатор, содержащий «m» первичных обмоток, подключенных к соответствующим вторичным обмоткам однофазных насыщающихся трансформаторов и одну вторичную обмотку, включенную последовательно с нагрузкой на выходе однофазного мостового тиристорного инвертора [2].

Это позволяет значительно расширить частотный диапазон преобразователя частоты без применения устройств искусственной коммутации.

Частотный диапазон предлагаемого преобразователя частоты в 3-6 раз (зависимости от пульсности выпрямителя) выше, чем у любых известных преобразователей частоты с естественной коммутацией. Насыщающиеся трансформаторы и, особенно, развязывающий трансформатор имеют небольшие габариты, так как время насыщения относительно мало, а тепловую нагрузку у развязывающего трансформатора несет в основном лишь вторичная обмотка.

Устройство может найти применение как для мощных однофазных нагрузок, например, в электротяге, так и для однофазных электроприводов переменного тока средней и малой мощности, требующих дискретного регулирования скорости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Надсинхронный вентильный каскад. Патент № 2073309, Б.И. № 4, 1997 г., авторы Магазинник Л.Т., Магазинник Г.Г.
2. Преобразователь частоты. Патент № 2231204 БИ № 17 от 20.06.2004, автор Магазинник Л.Т.

Работа представлена на научную международную конференцию «Новые технологии и современные системы автоматизации», Тунис, 10-17 июня 2007 г. Поступила в редакцию 28.05.2007.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ПЫЛИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Семикина Е.В., Токачев П.В., Карлов П.М.  
*Курский государственный медицинский университет, кафедра общей гигиены  
 Курск, Россия*

На Михайловском месторождении КМА добыча богатых железных руд и железистых кварцитов ведется открытым способом и одним из основных негативных профессиональных факторов воздействия на организм рабочих при до-

быче и переработке сырья является пыль. Согласно литературных источников, основную массу данной пыли составляют окислы железа и свободная двуокись кремния (Н.К.Корнилов, 1980).

Содержание железа мы определяли в пыли руды доменной и концентрате.

После проведения предварительной подготовки, которая заключалась в высушивании и доведении до постоянной массы, 0,2 г пробы спекали в муфельной печи с 0,3 г NaOH (сух). Затем растворяли в 30% растворе щелочи. К 1 мл полученного раствора добавили 5 мл 10% раствора сульфосалициловой кислоты и аммиачный буфер (до pH = 10).

На спектрофотометре СФ-56 определили оптическую плотность полученного раствора при  $\lambda = 420$  нм. По величине оптической плотности построен калибровочный график (ГСО № 7766-2000), согласно которому концентрация железа в первой пробе составляла 0,001, во второй – 0,005, что соответствует содержанию в руде доменной 50% железа, в концентрате 71%.

Столь высокое содержание железа в пыли не может не отразиться на состоянии здоровья рабочих, вдыхающих ее, связи с чем на кафедре общей гигиены ведется изучение влияния пыли железистых кварцитов на иммунную систему организма.

Работа представлена на IV научную международную конференцию «Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ», Хорватия (Пула), 7-14 июля 2007 г. Поступила в редакцию 05.06.2007.

#### МНОГОАТРИБУТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ

Тюпки М.В.

*Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева  
 Красноярск, Россия*

Процессы развития экономики, промышленности и технического образования в мире характеризуются всевозрастающей потребностью в специалистах высоких технологий, в том числе информационных. Сейчас основное внимание в образовательной и научной деятельности уделяется такому направлению, как «Системный анализ и управление», который включает анализ и синтез сложных систем, их математическое, информационное и программное обеспечение, способы и методы проектирования, отладки и создания соответствующих программных средств. Истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: теории операций и общей теории управления [1].

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного ана-