

Высоковольтные преобразователи частоты TМdrive-MV уже в России

Мечетин О.В., директор ООО «Электротехнические системы Сибирь»,
по материалам выполненных работ и данных от производителя компании TMEIC.

Преобразователи частоты больших мощностей на напряжения 3-6,6 кВ находят все большее применение на предприятиях нашей страны. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, применение преобразователей частоты позволяет сэкономить на затратах на электроэнергию. В частности данное преимущество характерно для привода мощных двигателей вентиляторов, насосов и компрессоров. Во многих случаях внедрение преобразователей на данных механизмах позволяет заказчику окупить затраты на внедрение частотно-регулируемого привода в течение двух лет.

Во-вторых, применение преобразователей частоты позволяет осуществить плавный пуск одного или нескольких двигателей, что положительно влияет как на ресурс двигателя, так и на качество питающей сети. Так прямой пуск высоковольтного электродвигателя сопровождается 6-8 кратным броском пускового тока, создающим ударный электромагнитный момент и четырехкратный знакопеременный момент, передающийся через вал двигателя на приводимый в движение механизм. В результате, ударные нагрузки приводят к разрушению и пробою изоляции обмоток статора электродвигателей, перегоранию межкатушечных соединений, обгоранию выводных концов, поломкам валов, соединительных муфт, редукторов и другим неполадкам. При более длительных пусках обмотки электродвигателей помимо мощного электродинамического воздействия подвергаются интенсивному нагреву пусковыми токами. При этом выделяющееся тепло, не успевая рассеяться в металле статора или ротора, вызывает резкое повышение температуры обмотки, что приводит к снижению уровня изоляции и авариям.

Нарушается ритмичность производства и снижается выпуск готовой продукции. Предприятия несут большие затраты на ремонт вышедшего из строя оборудования.

Так же неблагоприятно сказываются броски пускового тока на питающую сеть, приводя к большим просадкам напряжения, что отрицательно сказывается на устойчивости работы других потребителей. Большие пусковые токи, потребляемые электродвигателями в момент их пуска, и связанные с этим глубокие посадки напряжения очень усложняют, а в ряде случаев делают невозможным пуск в работу двигателей в случае их электрообеспечения от газотурбинных, дизельных или иных электростанций ограниченной мощности. В связи с этим персонал предприятий, эксплуатирующий высоковольт-



Рис 1. Двухтрансформаторная схема

тные двигатели, старается обеспечивать их работу без остановок возможно более длительное время, даже когда указанное не требуется по технологии. А это, в свою очередь, приводит к значительному перерасходу электроэнергии.

В-третьих, использование преобразователя частоты в регулировании приводов технологических процессов дает возможность более точно и гибко реагировать на изменяющиеся требования к качеству конечной продукции.

На сегодняшний день известно два способа решения задач частотно-регулируемого привода. Это так называемая двухтрансформаторная схема и посредством применения «прямоточного» преобразователя частоты.

Первая схема, предусматривает применение двух трансформаторов – входного понижающего и выходного повышающего, синусного фильтра, состоящего из дросселя и батареи конденсаторов, а также преобразователя частоты на низкое напряжение 380-690 В (рис 1). Выбор данной схемы целесообразен по соображениям меньшей стоимости для механизмов сравнительно небольшой мощности (не более 0,8-1 МВт). Данная схема была применена одним из партнеров компании ООО «Электротехнические системы Сибирь» для регулирования скорости вращения привода насоса-компрессора перекачки нефтепродуктов. Система реализована в контейнерном исполнении с использованием внутренней климатической установки для эксплуатации на удаленных объектах. В состав системы входят два масляных трансформатора отечественного производства, синусный фильтр и преобразователь частоты Mitsubishi Electric FR-A540L-G600K мощностью 600 кВт, с 200% перегрузкой по току.

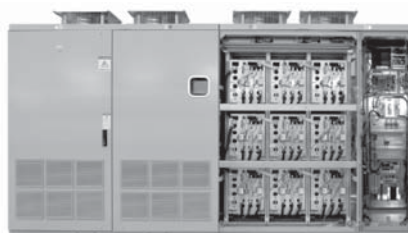


Рис 2. Преобразователь частоты TМdrive-MV

Вторая схема, наиболее распространенная во всем мире и является самым удачным решением частотного регулирования. Известны два подхода к конструированию «прямоточных» преобразователей частоты – это инвертор тока и инвертор напряжения. Мы рассмотрим в данной статье принцип действия и примеры применения преобразователей частоты TМdrive-MV корпорации TMEIC (Toshiba Mitsubishi Electric Industrial systems Corporation), построенных по схеме инвертор напряжения, поскольку данное решение является наиболее распространенным, лишено многих недостатков схемы инвертора тока и применяется всеми ведущими производителями, за единственным исключением.

Однотрансформаторный преобразователь частоты TМdrive-MV (Рис. 2) – это преобразователь частоты для асинхронных и синхронных двигателей на напряжения от 3 до 6,6 кВ и мощности 180 кВА до 8500 кВА на транзисторах IGBT с концепцией «гладкой синусоиды».

За последние годы использование промышленного оборудования с силовой электроникой возросло благодаря быстрому прогрессу в области производства транзисторов и тиристоров. Появились проблемы гармоник, которые генерируются этим мощным оборудованием и искажают форму напряжения источника питания, из-за чего может выйти из строя другое оборудование. Чтобы отвечать этим требованиям, высоковольтный преобразователь TМdrive-MV сконструирован так, чтобы уменьшить составляющую гармоники, отдаваемую в источник питания. Используя специально сконструированный трансформатор, высоковольтный преобразователь TМdrive-MV имеет схему 18-ти пульсного выпрямления и отвечает требованиям стандарта IEE519 (Рис. 3).

Волна выходного напряжения формируется синусоидами ступенчатого типа через ШИМ-регулирование. Форма выходного напряжения близка к «чистой синусоиде» (Рис. 4). Поэтому дополнительные тепловые потери обусловленные гармониками незначительны.

Броски напряжения при коммутации, которые повреждают изоляцию двигателя меньше по сравнению с двухуровневым ШИМ-инвертором, благодаря уникальному методу управления



Рис. 3 Форма входного тока TMdrive-MV

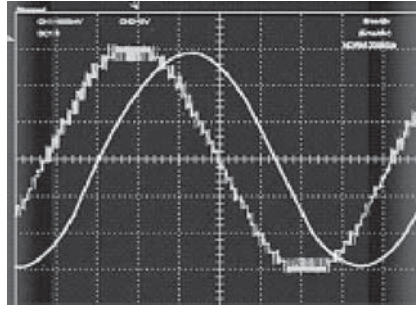


Рис. 4 Форма выходного напряжения и тока TMdrive-MV

переключением каждого IGBT. По этой причине не потребуется занижения мощности двигателя, а значит возможна модернизация существующего проекта. (В случае модернизации необходимо убедиться, что двигатель и механизм могут работать при условиях регулирования скорости).

Если токи гармоник присутствуют в токе двигателя, то колебания момента, называемые пульсациями момента, генерируются между статором и ротором. Пульсации момента порождают крутильные вибрации момента на приводном валу и валу механизма. Если частота пульсаций момента и собственная частота приводного вала совпадут, то момент пульсаций возрастет из-за резонанса. Так как токи гармоник на выходе TMdrive-MV малы, то пульсации момента на валу небольшие и их влияние может не приниматься во внимание в большинстве случаев.

Высоковольтный преобразователь TMdrive-MV имеет высокий КПД благодаря следующему:

1. Из-за уменьшения числа полупроводников в силовой цепи, благодаря использованию IGBT на 1700 вольт, при этом потери в них уменьшаются.
2. Потери переключения в каждом IGBT минимизируются уменьшением частоты переключения при использовании многоуровневой ШИМ управления.
3. Отсутствуют потери в выходном трансформаторе.

КПД TMdrive-MV должен быть не ниже 97% (97,6% измеренная величина на реальной нагрузке на заводе с инвертором 1800 кВА).

Более того, потери в оборудовании на производстве уменьшаются из-за низ-

кого уровня токов гармоник во входном и выходном токе TMdrive-MV.

Высоковольтный преобразователь TMdrive-MV состоит из однофазных инверторов (ячеек) соединенных в фазе последовательно. **Так как каждая ячейка имеет диодный выпрямительный мост, то входной COS φ будет на уровне 95% во всем рабочем диапазоне.** Поэтому не потребуется дополнительных конденсаторов для его коррекции.

Более того, входной COS φ, будет высоким, даже если TMdrive-MV приводит во вращение многополюсный асинхронный двигатель с очень низким COS φ.

Силовая цепь высоковольтного преобразователя TMdrive-MV состоит из специально сконструированного входного трансформатора и однофазного ШИМ инвертора (инверторной ячейки). Многоуровневая структура TMdrive-MV построена таким образом, что выход из строя одной ячейки не только не приводит к тому, что выходят из строя другие последовательно соединенные ячейки, но и преобразователь остается работоспособным. **То есть преобразователи частоты TMdrive-MV обладают повышенным сроком службы, среднестатистическое время между двумя отказами превышает 12 лет!**

Высоковольтный TMdrive-MV с выходом на 3,3 кВ состоит из трех ячеек в фазе, соединенных последовательно и с выходом на 6,6 кВ состоит из шести ячеек (Рис. 5). Векторное управление без датчиков обеспечивает стабильное поддержание скорости. Использование 32 битного микропроцессора специально сконструированного, для применения в силовой электронике обеспечивает высоко надежное регулирование.

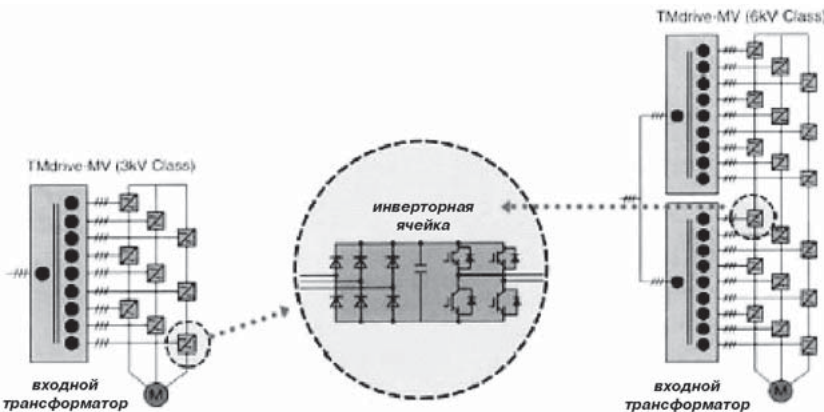


Рис. 5 Внутренняя схема преобразователя частоты TMdrive-MV

Векторное управление с датчиком обратной связи может применяться для случаев, когда необходимо сверхточное поддержание скорости или требуется большой пусковой момент. Также возможно и обычное регулирование с законом $V/F=const$.

Система управления включает в себя весь спектр необходимых защит как самого преобразователя частоты, так и двигателя. **Также обеспечивается автоматический рестарт с подхватом (при пропаже напряжения 300 мсек и 6 секунд) и синхронный переход (переход двигателя на линию, переход линии на двигатель).** Программирование и управление осуществляется как с пульта управления, так и посредством программного обеспечения для обслуживания и настройки (Операционная система: Windows2000, Windows XP).

По всему миру внедрено более 600 преобразователей частоты TMdrive-MV, на различные механизмы – это и плунжерные и центробежные насосы, вентиляторы, дымососы, экструдеры, миксера, печи обжига, компрессора, конвейера, пресса, мельницы, мешалки, рольганги, тестовое оборудование и другие многочисленные применения. Известны применения на различных производствах и в различных отраслях: металлургия, энергетика, коммунальное хозяйство, добыча, переработка, транспортировка, хранение нефти и газа, химическая промышленность, горнодобывающие и обогащительные фабрики, целлюлозно-бумажная промышленность, крановое оборудование и многое другое.

К августу 2007 года на территории России уже работают 4 преобразователя частоты серии TMdrive-MV. Поставку и пуск двух из них наибольшей мощности осуществила компания ООО «Электротехнические системы» на одно из крупнейших химических предприятий РФ. Данные преобразователя установлены на технологической линии по производству цемента сухим способом. Один мощностью 1630 кВА напряжением 6 кВ регулирует скорость вращения (производительность) вентилятора, а второй мощностью 2180 кВА напряжением 6 кВ регулирует скорость вращения (производительность) дымососа. Выбор в пользу японских преобразователей частоты TMdrive-MV был сделан по причинам высокой надежности, массогабаритных характеристик, сокращенных сроков поставки и стоимости, как самих преобразователей, так и их обслуживания.

ООО «Электротехнические системы Сибирь»
г.Новосибирск,
ул. Сибиряков-Гвардейцев,
д.62, офис 444.
Тел./факс: (383) 342-16-29,
Тел.: (383) 3-150-150,
219-00-45, 227-91-05
www.ess-sib.ru
e-mail: info@ess-sib.ru

На правах рекламы