

Преобразователи частоты - от простого к сложному.

(Заметки для технологов).



Сегодня, когда рынок предлагает разнообразнейший ассортимент преобразователей частоты, бывает очень сложно сделать правильный выбор. Простая, на первый взгляд, задача требует подключения не только инженера по приводу, но и механика, и специалиста по КИПиА. Хотя, на мой взгляд, определяющим в этом вопросе является мнение технолога. Именно технолог должен четко сформулировать требования к **электроприводу**: степень (глубина регулирования), уровень необходимой автоматизации, алгоритм динамики применительно к своему технологическому процессу.

Д. А. Абдураманов, руководитель отдела «Промышленная электротехника. Электропривод», «СВ Альтера»

Что такое глубина регулирования? Это отношение наибольшей частоты вращения электродвигателя к наименьшей при условии сохранения момента во всем диапазоне регулирования.

Иногда заказчики спрашивают: «А какую наименьшую частоту можно задать на электродвигатель?» В принципе, любой, даже самый простой привод предполагает управление чуть ли не от 0 Гц. Но, естественно, самые простые теряют при этом начальный момент. Это уже зависит от глубины регулирования преобразователей частоты (ПЧ). Хотя она и не всегда требуется достаточно большой.

К сожалению, знания среднего технолога о преобразователях частоты ограничиваются тем, что можно управлять оборотами асинхронного электродвигателя вручную или с помощью какого-либо промышленного контроллера. Определяющим, на

взгляд технолога, является только мощность ПЧ. Итогом такого «выбора» является применение более сложного преобразователя для решения простых задач. С естественной переплатой за ненужные функциональные возможности.

Другой исход - недооценка сложности задачи, стоящей перед электроприводом. Здесь технолог пытается скомпенсировать скромные возможности недорогого ПЧ применением более сложных механических узлов или внедрением «продвинутого» промышленного контроллера. Это, в конечном итоге, приводит к перерасходу денег, потере времени, потере производительности модернизируемого оборудования.

Прежде чем произвести анализ наиболее распространенных ошибок при выборе ПЧ, необходимо вкратце ознакомиться с их техническими характеристиками. Возьмем для примера ПЧ немецкой фирмы Lenze.

Несколько слов о фирме Lenze. Немецкая фирма Lenze специализируется на производстве автоматизированной приводной техники. Основная сфера применения - автоматические линии в пищевой промышленности, станкостроение, химическая промышленность, металлопрокат, картонно-бумажная промышленность, водоснабжение и теплотехника.

Основная изюминка систем управления электроприводами данной фирмы состоит в сравнительно легкой адаптации их для работы в многодвигательных системах с синхронизацией по линейной скорости, без применения внешних контроллеров.

При помощи программного продукта «Global Drive Control» обычный инженер-электрик может решать задачи конструирования, выбора преобразователя частоты, электродвигателя, мотор-редуктора и других составных частей электропривода.

8200 SMD

Самый недорогой ПЧ, простой в эксплуатации, вследствие чего очень популярный среди потребителей. В нем реализован принцип изменения напряжения от частоты в линейной и в квадратичной функции.

Очень хорошо зарекомендовали себя при регулировании производительности насосов, вентиляторов, транспортных лент. Здесь их внедрение технологи оценили с точки зрения удобства регулирования и экономии электроэнергии. Применяется, в основном, в электроприводе с невысокой динамикой. Некоторые потребители успешно применяли их в упаковочном и перемоточном оборудовании, хотя, на мой взгляд, с потерей динамики и неоправданным внедрением контроллеров. К сожалению, в Украине эти ПЧ представлены только до мощности 22 кВт.

Небольшую глубину регулирования 20, т. е. потерю момента на частотах 3-4 Гц. разработчики скомпенсировали в какой-то мере введением начального напряжения, так называемого «бустера». Его применяют, когда нужно с места «рвануть» загруженный транспортер или мельницу. Хотя, конечно, глубина регулирования от этого не увеличивается. Отсутствие дополнительного управляющего входа, невозможность прямого управления моментом сдерживают применение 8200 SMD в перемоточных устройствах. Наиболее распространенная ошибка - в использовании тормозного сопротивления, а чаще всего - в неиспользовании его при необходимости. Технологи сбивают с толку параметр «Время замедления», которое согласно инструкции по эксплуатации можно выставлять от 0 до 999с.

Например, согласно технологического цикла, технологу нужно за

0 секунд остановить привод. При выставлении параметра «Время замедления» = 0 (что настраивается по логике) привод, вроде бы, должен четко и мгновенно остановиться в заданном месте. Но... этого не происходит. Привод какое-то время еще продолжает проворачиваться и останавливается совсем в ненужном месте. Здесь, конечно, нужно учитывать инерционность механической составляющей привода при резком уменьшении сигнала задания до 0. Ясно, что надо каким-то образом скомпенсировать инерцию механизма и куда-то сбрасывать запасенную кинетическую и электромагнитную энергии.

В преобразователях **8200SMD** можно выбрать два способа торможения:

- 1). Динамическое торможение постоянным током без применения тормозного резистора.
- 2). Ускоренное торможение с использованием тормозного резистора, на котором рассеивается механическая энергия привода.

Применение тормозного сопротивления или ввода динамического торможения позволяет уменьшить время ускоренного останова привода. Но из-за недостаточного уровня тормозящего электромагнитного поля, которое зависит от величины напряжения постоянного тока, время останова все равно отличается от нуля. Увеличение величины напряжения динамического торможения кажется, на первый взгляд, достаточным основанием для уменьшения времени останова, но это недопустимо, т. к. приведет к повреждению обмотки статора электродвигателя.

Динамическое торможение (постоянным током) используется только для торможения малоинерционных нагрузок. Тормозящий момент с применением динамического торможения меньше, чем при использовании внешнего тормозного резистора. Максимальный тормозной момент: 20%...30% от номинального момента мотора.

Таким образом, решение задачи мгновенного останова обмоточного электродвигателя с помощью динамического торможения представляется невозможной. Особенно там, где требуется высокая точность позиционирования.

Применение тормозных резисторов в механизмах с большой инерционностью и быстродействующим рабочим циклом является обязательным. Для достижения оптимального преобразования энергии торможения в тепло при выборе тормозного резистора следует учитывать характеристики преобразователя и тип задачи. Обычно мощность тормозного резистора должна быть не меньше мощности мотора в приводе. Так как нагрузка на тормозной резистор прилагается периодически, то их максимально возможная эффективность гораздо выше эффективности в обычных условиях.

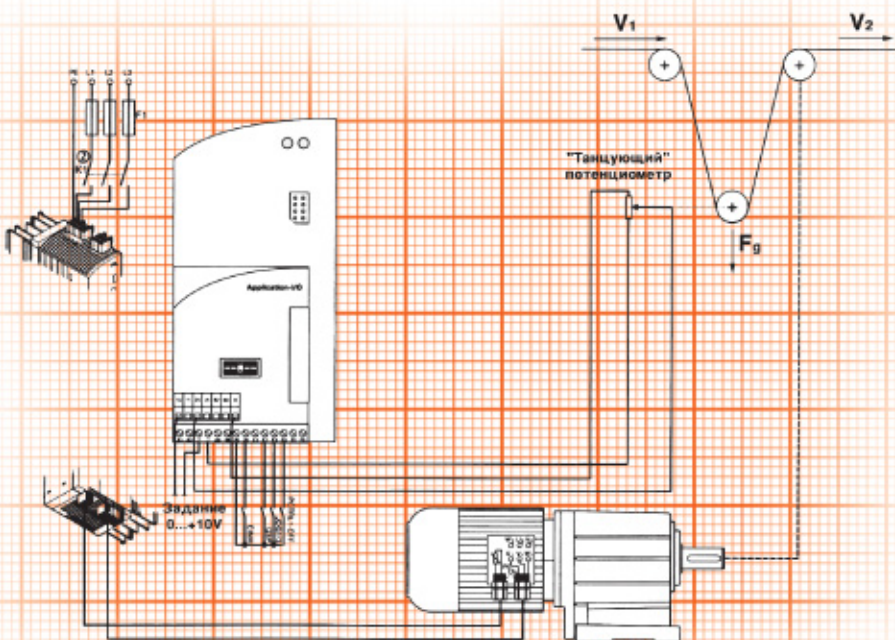
8200Vector

Следующий шаг в развитии преобразователей частоты различных фирм - это так называемые ПЧ с векторным принципом управления, в частности, у фирмы **Lenze** они идут под названием **8200Vector**.

Само по себе это словосочетание технологам мало о чем говорит. Но возможности, связанные с этим управлением, очень широкие. В нем сохранены режимы линейной зависимости напряжения-частота в квадратичной зависимости и добавлены еще два режима: векторное управление и управление моментом.

Пресловутая «глубина регулирования» без датчика обратной связи 50 - это говорит о том, что уже при частоте 1 Гц электродвигатель будет выходить на номинальный момент. Увеличение по сравнению с 8200 SMD глубины регулирования улучшает точностные характеристики.

Это позволяет более точно подводить транспортируемый материал до точки останова, точнее производить дозировку при помощи шнеков, плунжерных насосов и т. п.



Если же на дополнительный вход подать сигнал обратной связи с датчика веса или давления, то можно поддерживать эти величины согласно заданным.

Пример использования **8200Vector** для стабилизации давления в системе водоснабжения показан на схеме 1. Регулирование производительности насоса с помощью преобразователя частоты позволяет обеспечить стабильное давление в системе. Встроенный ПИД-регулятор делает регулирование более плавным и позволяет избежать резких колебаний давления

и гидроударов. При снижении скорости вращения насоса в 2 раза потребляемая мощность уменьшается в 8 раз! Экономия электроэнергии за счет снижения производительности насоса в часы «отдыха» окупает систему менее, чем за 1 год. В последующем это уже «чистая» прибыль.

А вот еще пример управления производительностью насоса. Имеется насос, допустим, 45 кВт и производительностью 65 м³. Пока этой производительности хватает для потребителя, насос работает в заданном режиме при частоте, скажем, 49,5 Гц. Теперь допустим, что в какой-то момент производительности насоса перестало хватать, частота поднялась до 51 Гц и продержалась в течении выбранного времени, примерно 3 минуты. Это является сигналом для заранее сконфигурированного внутреннего реле преобразователя. Реле срабатывает и включает контактор дополнительного насоса, который начинает выдавать паспортную производительность. В этот время

производительность первого насоса плавно снижается до необходимой. Если же потребность в дополнительном насосе отпадает, он отключается и ПЧ плавно поднимает производительность основного насоса, исходя из потребностей.

Расширенные функциональные возможности позволяют применять **8200Vector** для замены регулируемых электроприводов постоянного тока. Наличие режима управления моментом позволяет применять **8200Vector** для перемотки рулонных материалов с ручной или автоматической регулировкой натяже-

ния (см. схему 2). Возможность подключения датчика обратной связи по скорости позволяет стабилизировать частоту вращения.

В преобразователе имеется схема оптимизации сигнала тахогенератора. Встроенный ПИД-регулятор позволяет настроить параметры обратной связи для устойчивой работы привода с обратной связью.

В небольших переметочных устройствах с невысокой линейной скоростью регулировку скорости перемотки и управление натяжением обычно производит оператор. В функции оператора входит компенсировать провис полотна при изменении толщины рулонного материала и диаметра намотки. Внедрение дополнительного контроллера Drive PLS значительно облегчает эту работу. Контроллер вычисляет диаметр рулона, следит за натяжением и выполняет ряд сервисных функций.

Один из часто задаваемых вопросов - это применение электродвигателя большей мощности, чем мощность преобразователя. Тут нужно, чтобы ток электродвигателя не превышал номинальный ток преобразователя. Подобное сочетание позволяет использовать двигатель с естественной вентиляцией в более широком диапазоне скорости. И все же мощность двигателя не должна превышать мощность преобразователя больше, чем на один типоразмер.

При параллельном подключении нескольких электродвигателей суммарная их мощность не должна превышать мощности преобразователя. Двигатели должны быть одной мощности и иметь собственную тепловую защиту.

Рассмотрим еще один важный «технологический» вопрос: можно ли поднять обороты электродвигателя в определенной установке. Если абстрагироваться от механических свойств двигателя (качества подшипника, типа смазки и

т. п.), то опять нужно контролировать на дисплейной панели потребляемый ток. Если ток был ниже номинального при частоте 50 Гц, то можно поднимать обороты до тех пор, пока ток не станет номинальным. В центробежных насосах и вентиляторах ток сразу начинает расти в квадратичном законе. В реальных условиях редко удается поднять обороты более, чем на 10%. В различных мешалках, мельницах обороты лучше подбирать эмпирическим путем, исходя из самых тяжелых условий эксплуатации и контролируя ток нагрузки. При этом нужно учитывать тот факт, что с увеличением частоты выше 50/60 Гц момент начинает падать для стандартных отечественных электродвигателей.

Исходя из этого, можно увидеть, что наиболее типичное применение повышенных оборотов с уменьшением момента - это деревообрабатывающие и шлифовальные станки.

Вообще, можно много говорить о достоинствах ПЧ *Lenze* и много приводить примеров их применения, которое дает неоспоримую выгоду при их внедрении. Поэтому мы приглашаем продолжить этот разговор у нас в офисах по приведенным ниже адресам.

Киев, 03057, пр. Победы,
«СВ Альтера»,
т. (044) 241-90-84;
e-mail:
svaltera@svaltera.kiev.ua;

Харьков, 61145,
ул. Космическая, 26,
оф. 416, ДП «СВ Альтера»,
т. (0572) 587-291, 586-212;

Донецк, 83086,
ул. Артема, 27,
ДП «СВ Альтера»,
т. (062) 385-35-96,
385-35-97;

Днепропетровск, 49009,
пр. Калинина, 47, оф. 23,
т. (0562) 26-87-78;
Http://www.svaltera.kiev.ua.

ЭМУЛЬГИРОВАНИЕ, КАК ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ МАЗУТА К ЭФФЕКТИВНОМУ СЖИГАНИЮ

Известно, что поступающий в хранилища мазут может содержать до 10% и более воды. Попытки в дальнейшем его осушить весьма дороги и малоэффективны, кроме того, обмазанная вода плохо очищается и загрязняет окружающую среду. Наиболее эффективным путем подготовки мазутного топлива на сегодняшний день является его эмульгирование.



Измерительно-управляющий комплекс системы эмульгирования.

$W=0-50\%$ (погрешность 0,2%).

Кавитационно-струйный эмульгатор с расходом по эмульсии до 70 т/час.

Основные положения этой технологии сводятся к тому, что вода в микродисперсной фазе (в определенном соотношении с топливом) не ухудшает, а повышает эффективность сжигания топлива и обеспечивает его экономии на 10% при одновременном (в 2-3 раза) снижении уровня вредных выбросов.

В Днепропетровском национальном университете (ДНУ) разработаны кавитационные устройства для получения эмульсии с дисперсностью на уровне 5 мкм, а также измерительно-управляющий комплекс, определяющий в режиме реального времени степень обводненности мазута в мазутопроводе и управляющий расходом подаваемой на эмульгирование воды.

Эти устройства и приборы объединены в систему эмульгирования мазута (СЭМ), которая включается в действующую схему топливоподачи, не требует дополнительных площадей и капитальных затрат, позволяя регулировать и поддерживать заданную степень водности эмульсии в автоматическом режиме.

Затраты внедрения СЭМ окупаются не более чем за 6 месяцев. СЭМ отработана в системе Днепропетровского управления «Облавтодор», на мартеновской печи Нижнеднепровского трубопрокатного завода, реализована на Керченском рыбоконсервном заводе и ТЭЦ Вольногорского горнометаллургического комбината (Днепропетровская обл.).

В. В. Давидсон,
А. П. Толстолат,
Л. А. Флеер