

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОЙ ВОЗВРАТНОЙ ПРУЖИНЫ НА ОСНОВЕ СУПЕРКОДЕНСАТОРА

Дэвид Вонг,
инженер компании
«National Environmental Products» (NEPTRONIC), Канада

Как средство перемещения приводов в выбранное положение в случае отключения источника питания, NEPTRONIC использует конденсаторы высокой емкости. Традиционно эта задача выполнялась при помощи механических приспособлений, например пружин. Наличие возврата приводов в определенное положение необходимо в отраслях промышленности, использующих приводы на воздушных заслонках, клапанах горячей и холодной воды в системах как водяного, так и воздушного отопления.

Обоснованием этого требования является то, что при отключении источника питания устройство должно быть установлено в определенное безопасное положение для предотвращения возможных аварий и связанных с этим материальных потерь.

При холодной погоде, если воздушная заслонка не закрывается, могут возникнуть такие проблемы, как замерзание калорифера (теплообменника) кондиционера. В системах водяного теплоснабжения клапан должен переместиться в полностью открытое положение в случае отключения электропитания. Это позволит воде течь в трубах и предотвратит их разрыв из-за замерзания воды в холодную погоду.

Некоторые помещения должны непрерывно охлаждаться из-за высоких внутренних температур. Для них есть необходимость возврата воздушных заслонок на притоке наружного воздуха в полностью открытое положение для снижения высокой температуры внутри охлаждаемой области.

Примером таких помещений могут быть фабрики и офисные здания в период теплой погоды или жары. Другим примером того, что высокая температура помещения может быть чрезмерной и нежелательной, являются помещения для производства яиц на современных птицефермах и внутренние помещения свиноферм. Слишком высокая температура, производимая сельскохозяйственным оборудованием, способна нанести вред многим животным или убить их.

Преимущества системы электронного возврата на базе суперконденсатора перед механической пружиной

В течение цикла работы привод перемещает заслонку или клапан в требуемое положение. В приводе, использующем механический возврат заслонки или клапана в безопасное положение при отключении источника питания, двигатель должен завершить вращение, чтобы создать силу возврата, что требует дополнительной энергии. Двигатель должен преодолеть две силы: силу, требуемую для перевода заслонки или клапана в безопасную позицию, а также силу, создаваемую пружиной. Устранив пружину, можно устранить необходимость в использовании дополнительной энергии. Это позволяет увеличить эффективность прибора и использовать меньшую энергию или меньший двигатель в приборе или использовать тот же двигатель и иметь значительно более высокий запас прочности.

Другим преимуществом суперконденсатора перед механической пружиной является срок службы. Пружины, используемые для возврата заслонки или клапана в безопасное положение, имеют относительно высокую нагрузку и высокие внутренние напряжения. Это приводит к износу пружин, перерыву в работе после "X" циклов или падению момента при возврате.

Пружины могут быть разработаны так, чтобы иметь значительно более низкие напряжения и более длинный цикл жизни, но при этом необходимо учитывать фактор их стоимости. С целью экономии разработчики пытаются задать фактор времени (времени хода) или фактор цикла (количества циклов) вне оценки работоспособности прибора. Иногда это не удается и прибор не в состоянии работать должным образом длительное время.

Один из главных конкурентов NEPTRONIC гарантирует работу прибора, подобного тому, который мы использовали на испытаниях, только для 60 000 циклов. Мы сделали вывод, что этот предел цикла зависит, прежде всего, от оценки жизненного цикла пружины, которую использовал конкурент в своем приборе. Как будет отмечено ниже, мы проверили конденсаторы высокой емкости при более чем 800 000 циклах нагрузки в процессе испытаний.

Конденсаторы не показали никаких явных признаков ухудшения характеристик по окончании испытания. В течение нашего испытательного цикла мы должны были заменить механику привода после более чем 330 000 циклов для того, чтобы продолжить испытание конденсатора. 330 000 циклов — более чем в шесть раз гарантируемая работоспособность эквивалентного прибора главного конкурента.

Конденсаторы высокой емкости безопасны — они не представляют никакой опасности в процессе производства, установки изделия или в течение работы. Например, при инвертировании полярности напряжения при изготовлении или при использовании чрезмерного напряжения, превышающего номинальное в четыре раза, самым плохим результатом станет внутренний сбой конденсатора без внешнего физического проявления. Это значительное отличие от стандартного конденсатора, способного взорваться при подобных условиях. Нет никакой угрозы поражения током от высокоемких конденсаторов в пределах системы электронной возвратной пружины (ENERDRIVE SYSTEM), поскольку значение мощности достаточно низкое.

Высокоемкие суперконденсаторы полностью безопасны для окружающей среды. Материалы, используемые в их производстве, — активизированный углерод, каучук, слабая кислота, алюминиевые и пластмассовые отложения — не ядовиты, безопасны и подлежат переработке. Срок годности суперконденсатора, по оценкам NEC, составляет более 50 лет при нормальных условиях окружающей среды, что является более чем достаточным сроком работы для привода.

Циклические испытания, проведенные NEC, изготовителем конденсаторов, и NEPTRONIC, проводились при крайних значениях температуры — от -35 до $+121$ °C соответственно. Не было отмечено никаких негативных результатов, приводы и система ENERDRIVE SYSTEM продолжили функционировать нормально.

Из-за простоты системы ENERDRIVE SYSTEM, NEPTRONIC может включить ее в модели приводов от 2 Nm до 450 Nm с любыми цифровыми или аналоговыми сигналами управления, с напряжением питания 24 В или 220 В переменного тока. Этот широкий диапазон приводов с электронным возвратом обеспечит безопасность заслонок и/или клапанов любого производителя. Наконец, хотя система ENERDRIVE SYSTEM предназначена для перемещения в безопасное положение в случае отключения питания, она может также использоваться как средство фиксации привода в двух крайних выбранных положениях. Настройка выполняется простым переключателем.

Обзор испытаний

В испытаниях, проведенных в 1992 г., использовалось два различных испытательных механических стенда.

СТЕНД № 1 состоял из трех приводов **bbt1060 (новая маркировка ВТ060)**, установленных на двухходовых шаровых клапанах $3/4$ " со средним моментом 35 in.lb. каждый (70% номинального груза). Приводы перемещаются в открытое положение управляющим сигналом, затем сигнал управления отключается, позволяя двигателю возвращаться в закрытое положение под воздействием системы ENERDRIVE SYSTEM.

Этот цикл продолжается на минимальном отрезке времени, необходимым для перемещения привода в крайнее положение. Такая процедура обеспечивает максимальную цикличность нагрузки/разгрузки, обеспечивая наибольшее количество циклов в заданном периоде времени. Прежде, чем это испытание было остановлено, оно было повторено в более чем 800 000 циклах. При этом не возникло никаких видимых повреждений конденсатора.

СТЕНД № 2 применялся при нагрузке 50 in.lb. (5,6 Нм) (100% номинальной нагрузки) на привод.

Испытание было выполнено при подъеме груза весом 9,1 фунта через шкив диаметром 11 дюймов, установленный на валу привода **bbt1060 (новая маркировка ВТ060)** (рис. 1). Грузу позволяли опуститься. Когда положение остановки было достигнуто и проверено через индикатор положения обратной связи привода, внешнее питание отключалось. Это позволило конденсатору обеспечить питание для подъема груза в верхнее положение.

Положение привода проверялось через систему обратной свя-

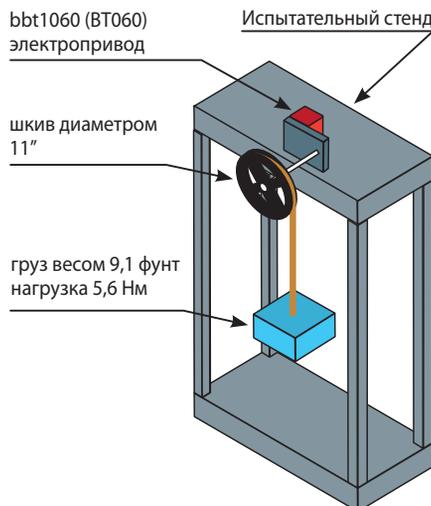


Рис. 1. Испытательный стенд № 2

зи. Непосредственно на конденсаторах проверялось напряжение заряда. Когда оно достигло 3,0 В, питание подавалось снова, чтобы повторно начать цикл. Это испытание контролировало полный заряд, разряд и рабочие характеристики конденсаторов (рис. 2). Испытание проверяло полный диапазон эксплуатационных режимов привода.

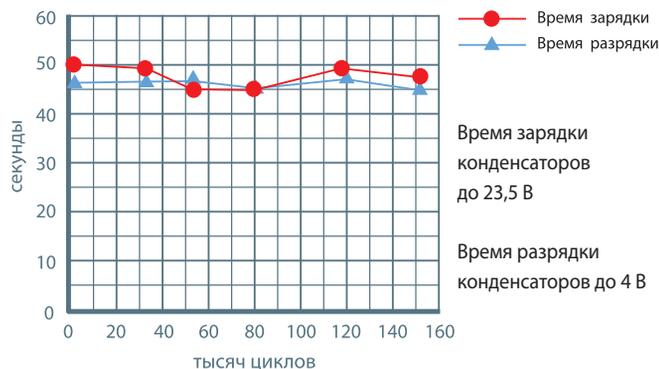


Рис. 2. Время заряда/разрядки конденсатора

Это испытание было повторено более чем 175 000 раз. При этом не возникло никаких видимых повреждений конденсаторов.

Резюме

Стандартные приводы, оснащенные высокоемкими суперконденсаторами для их перемещения в безопасное положение в случае отключения источника питания вместо пружин, обычно выполняющих эту функцию, имеют более длительный период эксплуатации, надежнее в использовании.

ТЕСТ № 1

Приборы с конденсаторами высокой емкости вместо пружин были проверены при нагрузке 70%. Испытательные приборы регулярно проверялись на наличие повреждений. В 333 415 циклах в приборе возникали проблемы с механикой двигателя. Механизм привода был заменен, и испытание продолжалось.

Тест был остановлен после 800 000 циклов, при этом приводы и конденсаторы сохраняли свои характеристики.

ТЕСТ № 2

Приборы с конденсаторами высокой емкости вместо пружин были проверены при нагрузке 100%.

Испытательные приборы регулярно проверялись на наличие повреждений. Тест был остановлен после 175 000 циклов. Приводы и конденсаторы сохраняли свои характеристики.

СПРАВОЧНО. ENERDRIVE SYSTEM: Система возврата привода в безопасное положение при отключении питания/Электронная возвратная пружина на основе конденсатора высокой емкости.

- Более 300 000 циклов (механическая пружина ~60 000 циклов).
- Патент США № 5278454, европейский патент № 0647366.

В подготовке статьи участвовали инженеры компании «National Environmental Products» (NEPTRONIC).

Канада. Март 2016 года