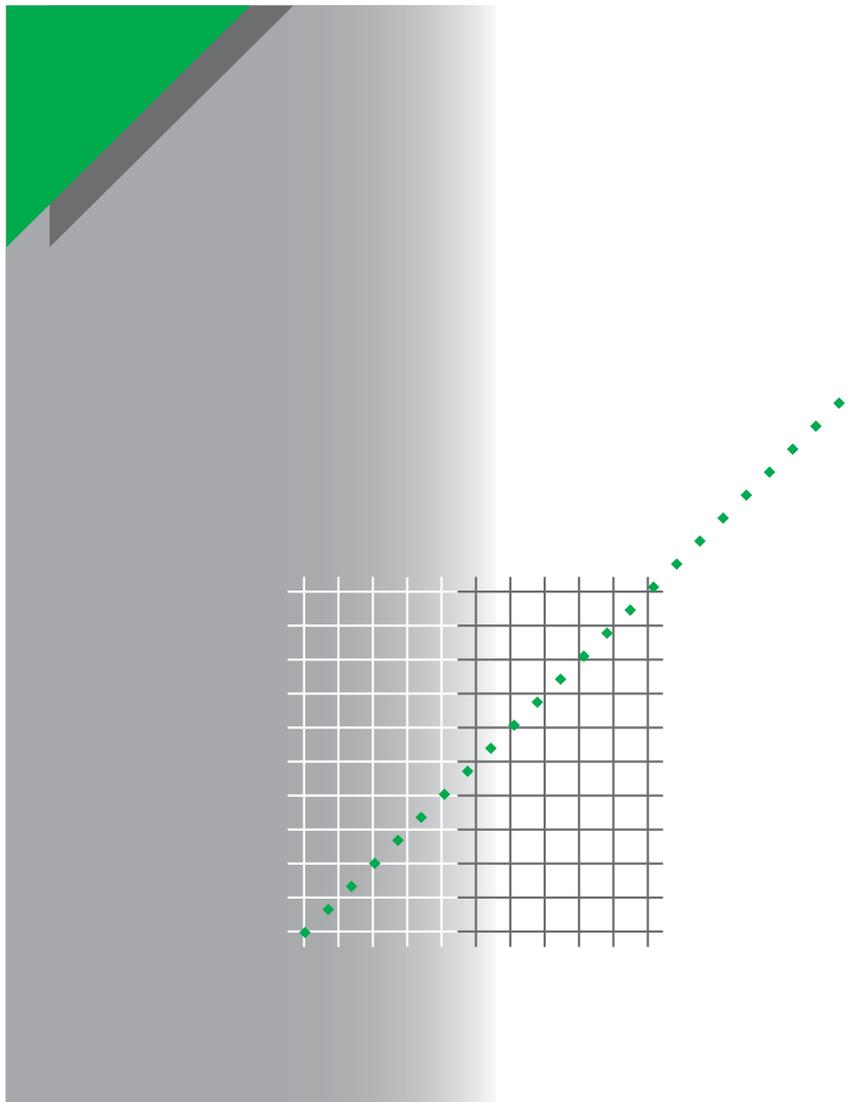


## Выпуск № 35

# Руководство по настройке приводов подъемных механизмов с преобразователями частоты ATV71



Компания *Schneider Electric* приступила к выпуску **«Технической коллекции *Schneider Electric*»** на русском языке.

**Техническая коллекция** представляет собой серию отдельных выпусков для специалистов, которые хотели бы получить более подробную техническую информацию о продукции *Schneider Electric* и ее применении, в дополнение к тому, что содержится в каталогах.

В **Технической коллекции** будут публиковаться материалы, которые позволят лучше понять технические и экономические проблемы и явления, возникающие при использовании электрооборудования и средств автоматизации *Schneider Electric*.

**Техническая коллекция** предназначена для инженеров и специалистов, работающих в электротехнической промышленности и в проектных организациях, занимающихся разработкой, монтажом и эксплуатацией электроустановок, распределительных электрических сетей, средств и систем автоматизации.

**Техническая коллекция** будет также полезна студентам и преподавателям ВУЗов. В ней они найдут сведения о новых технологиях и современных тенденциях в мире Электричества и Автоматики.

В каждом выпуске **Технической коллекции** будет углубленно рассматриваться конкретная тема из области электрических сетей, релейной защиты и управления, промышленного контроля и автоматизации технологических процессов.

**Валерий Саженов,**  
Технический директор  
ЗАО «Шнейдер Электрик»,  
Кандидат технических наук

## Выпуск № 35

### Руководство по настройке приводов подъемных механизмов с преобразователями частоты ATV71



В настоящее время в России уже многие сотни крановых и лифтовых электроприводов оснащены преобразователями частоты семейства ALTIVAR, обладающими широким набором функций для управления подъемными механизмами.

В помощь специалистам, работающим в области подъемно-транспортного оборудования, были опубликованы два выпуска технической коллекции, в которых подробно рассматривались вопросы проектирования, расчета и выбора оборудования для крановых электроприводов:

- «Методика по силовому расчету частотно-регулируемых электроприводов крановых механизмов», выпуск №7;
- «Проектирование электроприводов крановых механизмов», выпуск №12.

Данное пособие призвано оказать помощь в наладке крановых электроприводов на стадии ввода в эксплуатацию. Несмотря на то, что приведенные процедуры конфигурирования и рекомендации по настройке приводов относятся к преобразователю частоты ATV71, они в равной мере применимы также и к преобразователям ATV32 и ATV312 с учетом их функциональности.

Настоящая инструкция предоставляет дополнительную информацию и должна использоваться вместе с документацией для преобразователя частоты ATV71.

В данном документе не рассматриваются инструкции по правильной установке, ответственность за их выполнение несет установщик изделия.

#### **Условные обозначения параметров и переменных:**

BEN: частота наложения тормоза

BET: время наложения тормоза

BFR: стандартная частота напряжения питания двигателя

BRT: время снятия тормоза

FRO: заданная частота

FRS: номинальная частота двигателя

IBR: ток снятия тормоза

ITH: тепловой ток двигателя

MMF: измеренная выходная частота

NCR: номинальный ток двигателя

NPR: номинальная мощность двигателя

NSL: номинальное скольжение двигателя

NSP: номинальная угловая частота вращения двигателя

SIT: постоянная времени регулятора

SMMF: нефильтрованный сигнал скорости двигателя

SOTR: момент двигателя

SPG: коэффициент усиления регулятора

SRFR: частота двигателя

TBE: задержка наложения тормоза

TFR: максимальная частота

UNS: номинальное напряжение двигателя

# Содержание

Стр.

<b>Процедура настройки ПЧ ATV71 в разомкнутой системе .....</b>	<b>3</b>
● Данные двигателя .....	3
● Конфигурирование входов-выходов.....	3
● Оптимизация контура скорости.....	4
● Оптимизация управления тормозом .....	6
● Оптимизация скольжения двигателя .....	12
<b>Процедура настройки ATV71 в замкнутой системе .....</b>	<b>13</b>
● Данные двигателя .....	13
● Конфигурирование входов-выходов.....	13
● Оптимизация контура скорости.....	14
● Оптимизация управления тормозом .....	15
<b>Приложение 1. Измерение нагрузки .....</b>	<b>22</b>
<b>Приложение 2. Рекомендации по настройке .....</b>	<b>23</b>

# Процедура настройки ПЧ ATV71 в разомкнутой системе

**Данная процедура должна использоваться для разомкнутых частотно-регулируемых электроприводов с асинхронными двигателями.**

Самое важное, что должно учитываться при разработке системы: **в разомкнутой системе двигатель не развивает момент при нулевом задании.**

Привод не способен удерживать нагрузку, если заданная частота меньше скольжения двигателя. При уровне доступа к меню БАЗОВЫЙ преобразователь устанавливает нижнюю скорость соответствующую номинальному скольжению двигателя.

Для облегчения настройки привода рекомендуется использовать макроконфигурацию ПТО в меню УСКОРЕННЫЙ ЗАПУСК.

На первом этапе необходимо выполнить настройку параметров без нагрузки. После настройки привода надо провести несколько тестов при полной нагрузке для оптимизации настроек.

## Данные двигателя

**Меню 1.1 Ускоренный запуск:** этот этап обеспечивает оптимальное управление приводом

Для управления приводом подъемных механизмов используется алгоритм векторного управления потоком по напряжению (SVC V).

● Введите номинальные данные с заводской таблички электродвигателя: стандартная частота питания двигателя (BFR), номинальная мощность (nPr), номинальное напряжение (UnS), номинальный ток (nCr), номинальная частота (FrS), номинальная угловая частота вращения (nSP). Тепловой ток двигателя (ItH) зависит от его характеристик и устанавливается, как правило, равным значению Ncr.

При отсутствии информации можно рассчитать мощность двигателя в соответствии с выражением:

$$NPR = UNS \times NCR \times \sqrt{3} \times 0.85 \times \cos\varphi$$

● Выполните подстройку ПЧ к характеристикам двигателя (в холодном состоянии) с помощью функции автоподстройки (TUN), предварительно замкнув принудительно выходной контактор двигателя.

**Примечание:** следует иметь в виду, что для кранов, работающих на открытом воздухе, желательно использовать функцию АВТОМАТИЧЕСКАЯ АВТОПОДСТРОЙКА (AUt). Иначе, если автоподстройка проведена летом, то зимой двигатель может насыщаться и не развивать необходимого момента.

● Выберите макроконфигурацию: CFG = ПТО.

## Конфигурирование входов-выходов

Этот этап обеспечивает простоту настройки работы тормоза.

Сначала осуществите пробный пуск с целью определения направления вращения. Это важно для настройки функции управления тормозом:

LI1 – вращение вперед или условно ВВЕРХ.

LI2 – вращение назад или условно ВНИЗ

При неправильном направлении вращения его можно поменять путем изменения порядка чередования фаз в меню УПРАВЛЕНИЕ ЭП:

PHR = ACB (заводская настройка: PHR = ABC).

Задание скорости осуществляется с помощью аналогового входа или дискретных входов, настроенных на предварительно заданные скорости (функция ЗАДАННЫЕ СКОРОСТИ).

В большинстве подъемных механизмов двигатель работает в генераторном режиме при спуске груза и в двигательном - при его подъеме. При работе в генераторном режиме энергия торможения должна рассеиваться на тормозном резисторе или отдаваться в сеть с помощью устройства рекуперации.

## Оптимизация контура скорости

**Меню 1.3 Настройка:** на этом этапе уменьшаются вибрации и настраивается динамика привода.

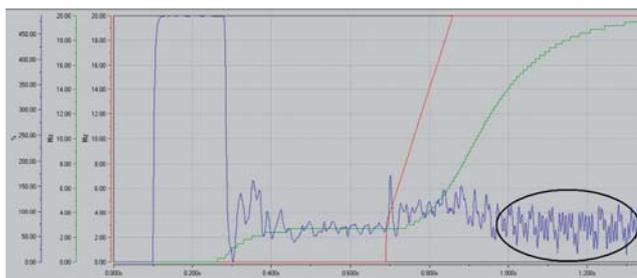
В большинстве случаев заводская настройка контура скорости является достаточной для удовлетворительной работы привода. Однако заводская настройка соответствует случаю, когда момент инерции механизма равен 3 моментам инерции двигателя. В подъемных механизмах из-за наличия редуктора моменты инерций двигателя и механизма оказываются соизмеримыми. В случае применения стандартного двигателя коэффициент SPG может настраиваться в пределах от 20 до 40, а SIT – от 100 до 150:

- Заводская настройка коэффициента передачи регулятора SPG = 40%: при увеличении SPG уменьшается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента. Однако при слишком большом увеличении параметра SPG происходит насыщение двигателя, приводящее к колебаниям момента. При уменьшении параметра SPG насыщение двигателя уменьшается, однако при этом увеличивается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента.

- Заводская настройка постоянной времени регулятора SIT = 100%: при увеличении SIT уменьшаются медленные колебания момента. Однако перерегулирование по скорости остается большим. При уменьшении параметра SIT уменьшается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента. Однако возникают колебания момента при пуске.

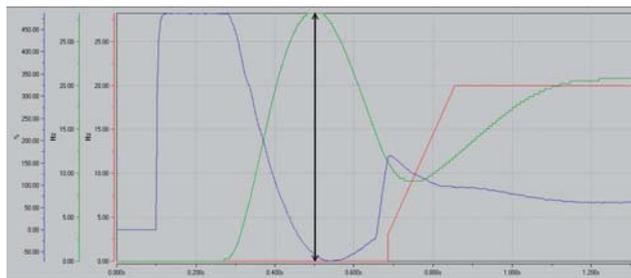
Кривые переходных процессов на приведенных ниже осциллограммах соответствуют следующим переменным: задание скорости FRO (красная кривая), скорость двигателя SRFR (зеленая кривая) и момент двигателя SOTR (голубая кривая):

При наличии колебаний в кривой момента:



уменьшите SPG.

При наличии перерегулирования по скорости:



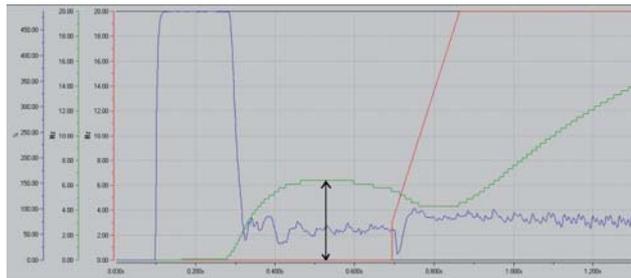
уменьшите SIT.

Если кривая скорости выглядит таким образом:



то настройка SPG правильная.

Если кривая скорости выглядит таким образом:



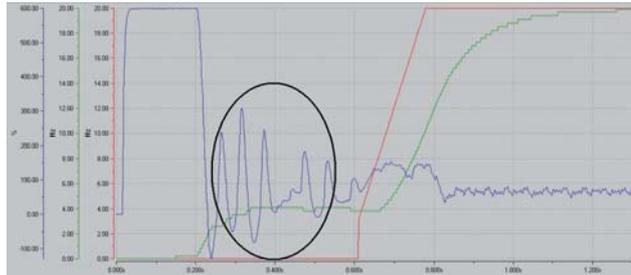
то настройка SIT правильная.

При наличии перерегулирования по скорости:



то увеличьте SPG

Если колебания момента выглядят таким образом:



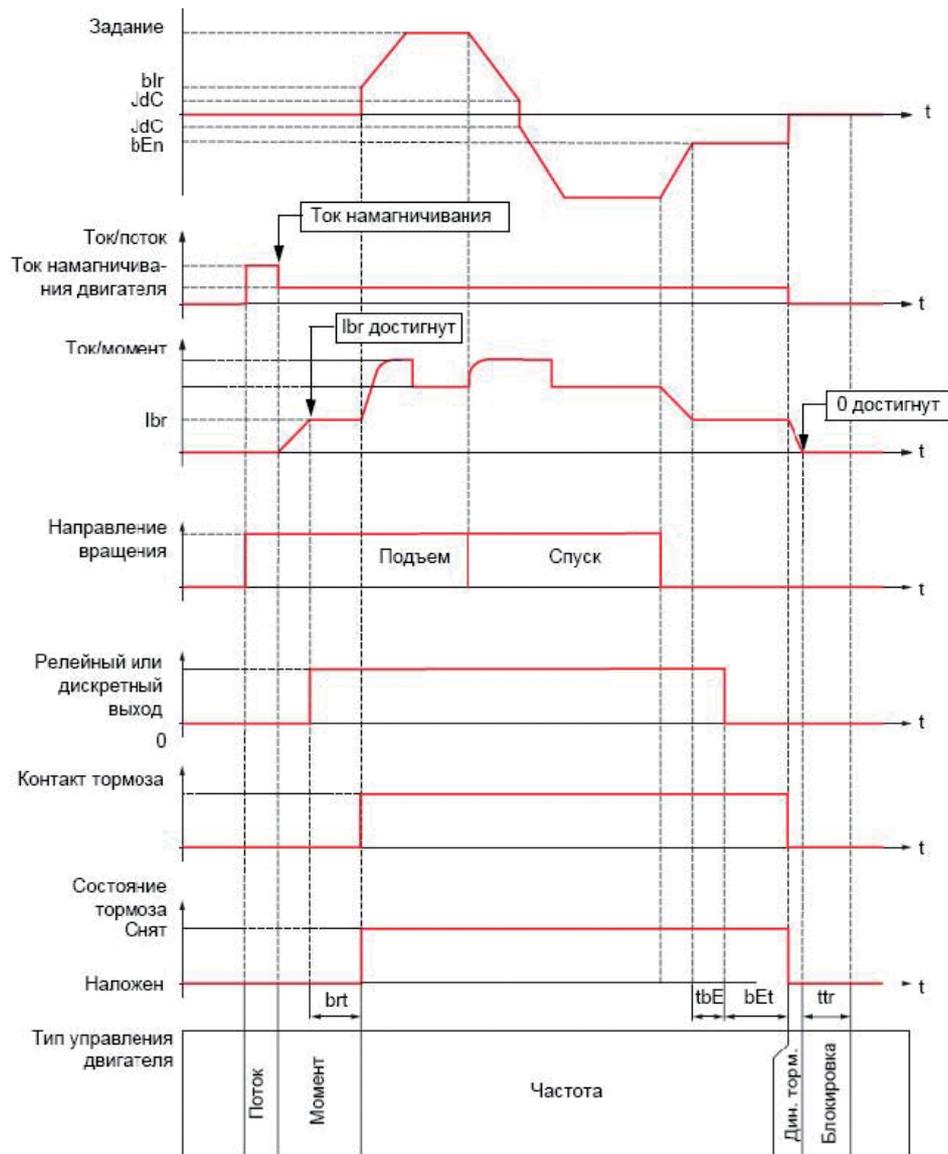
то увеличьте SIT

С помощью функции осциллографа программного обеспечения PowerSuite V2.6, можно регистрировать сигналы задания скорости (FRO), частоты двигателя (SRFR) и момента двигателя (SOTR).

**Внимание:** слишком вялая настройка контура скорости может привести к неконтролируемому со стороны преобразователя частоты перемещению груза. Поэтому необходимо провести испытания с полной нагрузкой с целью проверки настройки контура скорости.

## Оптимизация управления тормозом

**Меню 1.7 Прикладные функции:** этот этап улучшает динамические характеристики при пуске и остановке привода. Цель функции заключается в управлении процессами снятия и наложения тормоза, которые имеют различный характер:



Критериями качественного управления тормозом являются:

- отсутствие просадки груза при пуске электропривода в направлении подъема с номинальным грузом на крюке;
- наложение тормоза при скорости, близкой к нулевой;
- отсутствие кратковременного увеличения скорости, так называемого «провала» или «заноса», в момент наложения тормоза при спуске с любым грузом на крюке;
- отсутствие вращения вала электродвигателя при наложенном тормозе;
- минимальное время стоянки электродвигателя в момент пуска, когда тормоз еще не открыт, и в момент торможения, когда тормоз уже наложен.

## Настройка пускового режима

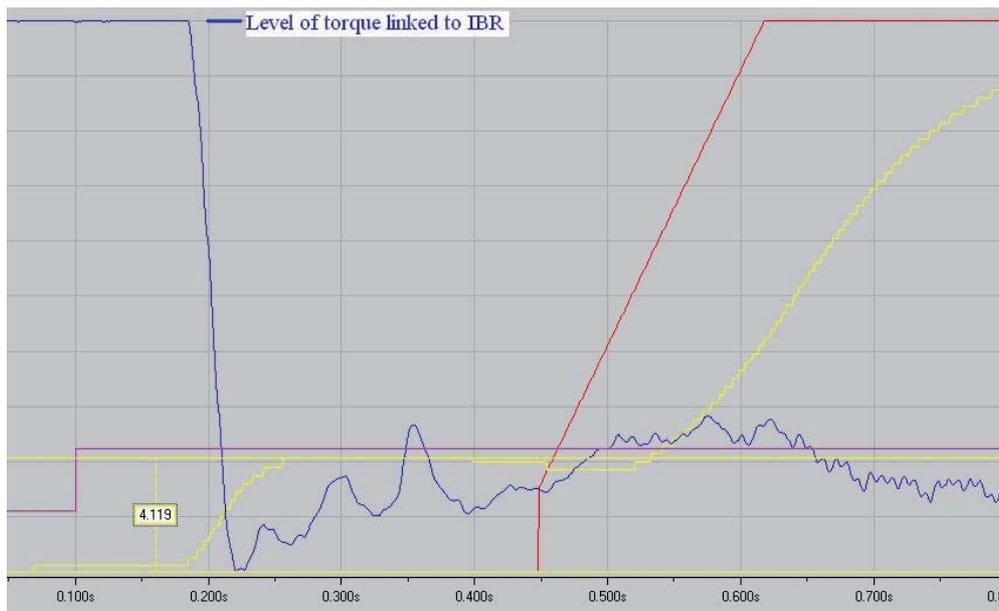
Задержка между командой управления тормозом (R2) и механическим снятием тормоза соответствует времени снятия тормоза (BRT).

В течение этого времени преобразователь ATV71 должен обеспечивать удерживание груза, для чего тормозной импульс должен быть установлен на **BIP = Yes** и ток снятия тормоза I FW на номинальный ток двигателя (заводская настройка для ПТО: **IBR = NCR**).

### Настройка времени снятия тормоза (BRT):

Настройте параметр BRT на значение большее, чем необходимо, и затем постепенно уменьшайте его. Наилучшее значение BRT соответствует случаю, когда тормоз снимается без смещения ротора двигателя до начала разгона с заданным темпом.

В момент снятия тормоза ротор начинает вращаться в нужном направлении в течение времени BRT. Видно, что скорость двигателя (желтая кривая) возрастает, следуя заданному воздействию. Реальное снятие тормоза происходит, когда момент двигателя SOTR (голубая кривая) становится ниже уровня IBR.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

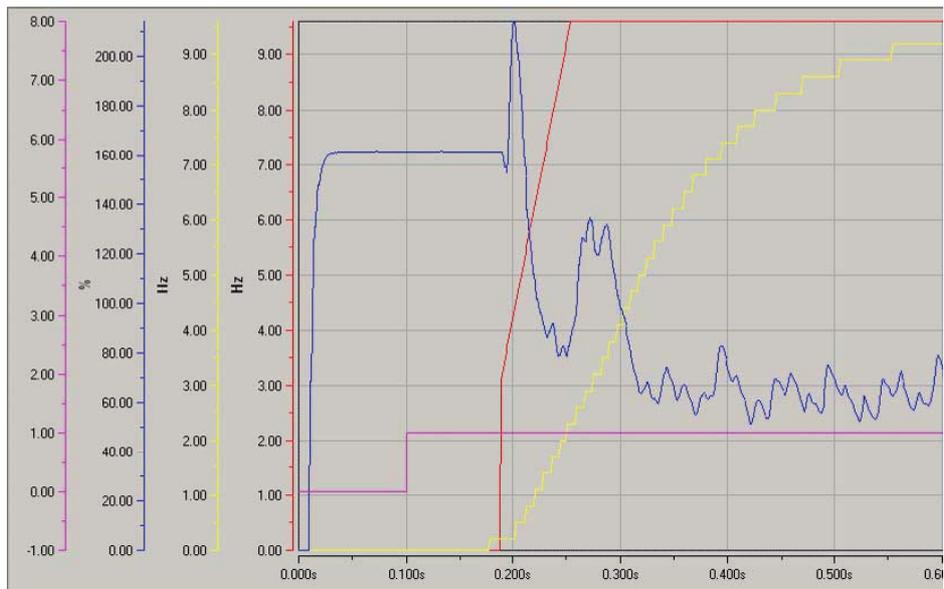
По этой же кривой может быть определено значение, которое необходимо для уменьшения BRT. С помощью курсоров определяется промежуток времени: первый курсор установлен в начальной точке уменьшения SOTR и второй курсор - в момент, когда задание скорости отлично от 0 Гц:



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

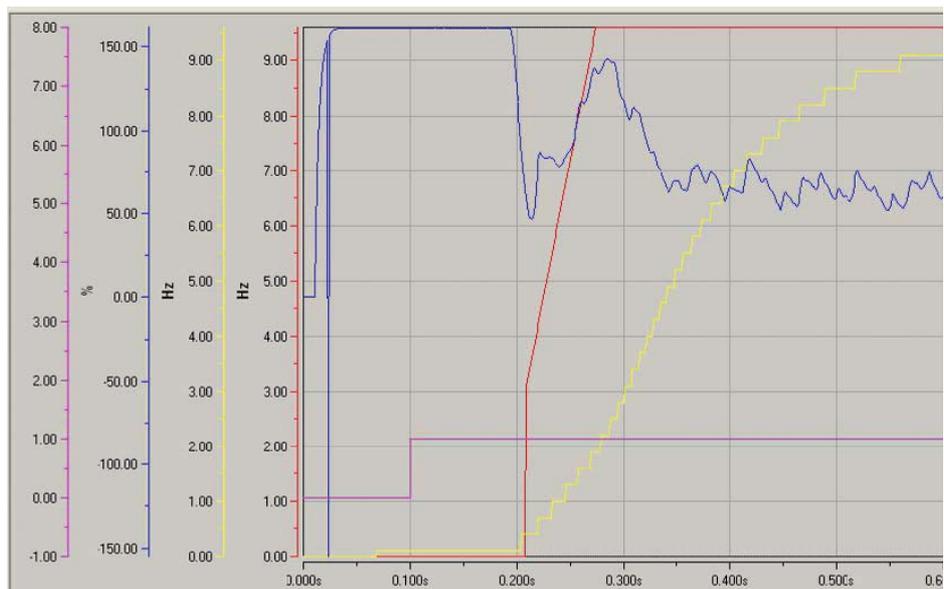
Здесь BRT необходимо уменьшить на 0.25 с.

Если параметр BRT слишком мал, то момент двигателя (SOTR) резко возрастает в момент снятия тормоза:



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

В данном случае настройка BRT хорошая:



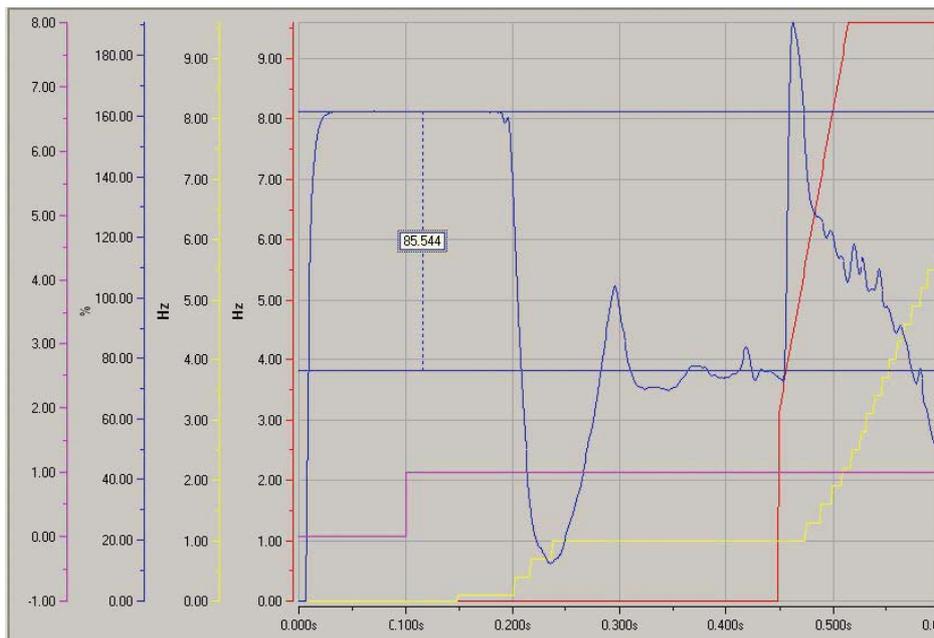
SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

**Примечание:** момент двигателя SOTR связан с режимом его работы: двигательным или генераторным. Когда скорость двигателя близка к 0 Гц, то можно наблюдать несколько точек с противоположным знаком, как на кривой момента SOTR. Но это обусловлено только расчетом SOTR, реальный момент двигателя, зафиксированный ПЧ, имеет надлежащее значение.

### Настройка тока снятия тормоза (IBR):

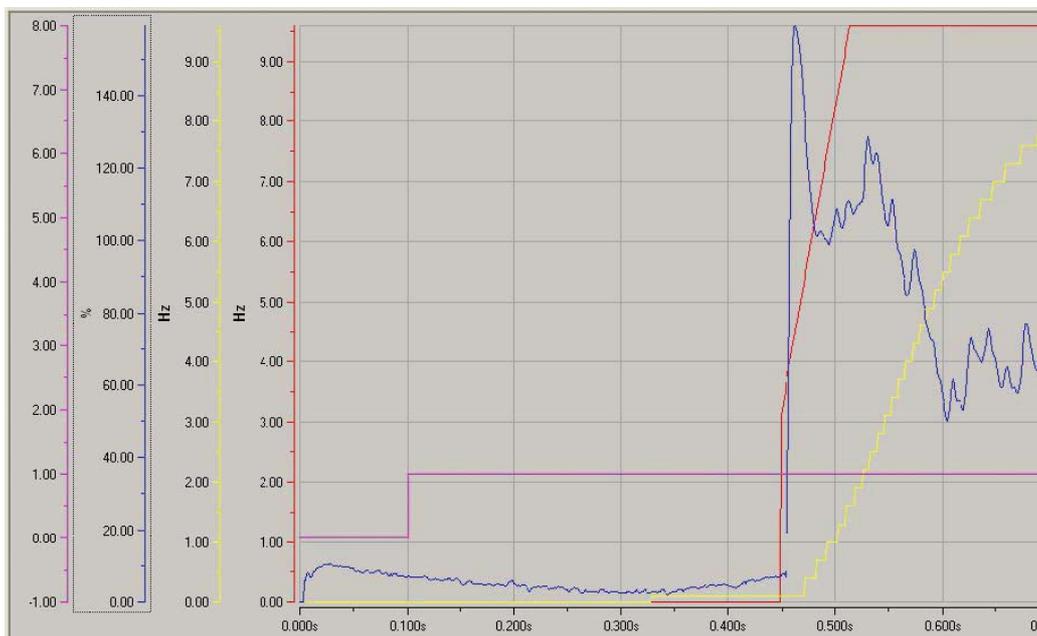
С помощью тока IBR настраивается ток для момента удержания груза в течение времени BRT. Поэтому для подъемных механизмов его необходимо настроить таким образом, чтобы двигатель мог начать движение с полной нагрузкой.

Начальная настройка тока IBR должна соответствовать номинальному значению тока двигателя:  $IBR = NCR$ . После уточнения этого значения можно настроить IBR на реальное значение момента при полной нагрузке.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

После проведения нескольких тестов при полной нагрузке (настроив предварительно режим остановки), можно определить значение IBR, соответствующее полной нагрузке.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

В данном случае ток IBR точно соответствует нагрузке двигателя и обеспечивает безударное удержание груза в момент снятия тормоза.

## Настройка остановки

При получении команды остановки преобразователь начинает снижать скорость в соответствии с заданным темпом торможения до достижения частоты наложения тормоза (BEN). Эта выходная частота поддерживается в течение времени наложения тормоза (BET).

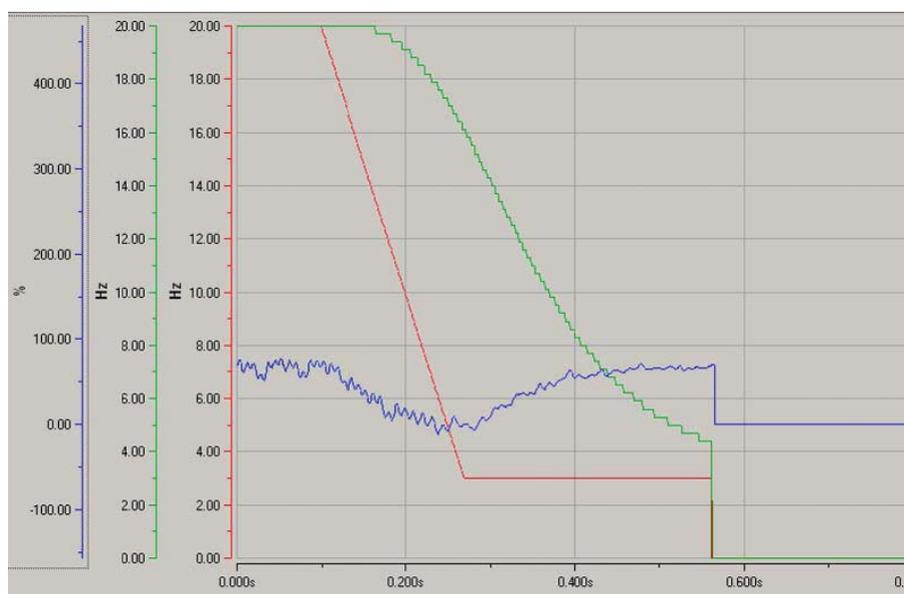
### Настройка времени наложения тормоза (BET):

Настройте параметр BET на значение большее, чем необходимо, и затем постепенно уменьшайте его до момента, когда ток прекращается сразу же после наложения тормоза.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

Здесь BET слишком велико, поскольку момент двигателя (голубая кривая) увеличивается до ограничения в конце времени BET. Такое поведение объясняется тем, что тормоз реально наложен, а двигатель продолжает развивать момент. В данном примере параметр BET должен быть уменьшен до 0.406 с.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

После этого момент двигателя не увеличивается по истечении времени BET. Хорошее значение BET соответствует случаю, когда ток двигателя не увеличивается в конце промежутка времени BET.

**Примечание:** если значение ВЕТ слишком мало, то груз будет немного проскальзывать сразу же после наложения тормоза:

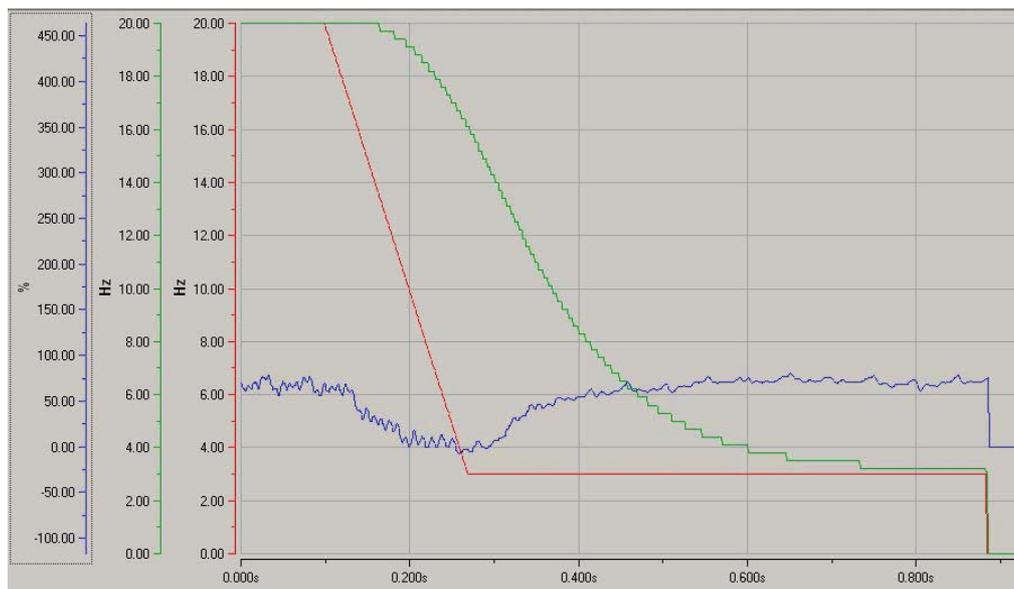


SOTR голубая, FRO красная, SMMF желтая кривая

В данном случае параметр ВЕТ должен быть увеличен до значения 0.094 с.

#### Настройка задержки наложения тормоза (ТВЕ):

Когда скорость двигателя достигает значения, соответствующего частоте наложения тормоза (ВЕН), то команда на наложение тормоза подается сразу же. Для уменьшения толчка с помощью параметра ТВЕ можно стабилизировать скорость около значения ВЕН и затем по истечении уставки ТВЕ преобразователь подает команду на наложение тормоза.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

При небольшом значении ТВЕ (в данном примере ТВЕ=0.3 с) наложение тормоза происходит действительно мягко.

## Оптимизация скольжения двигателя

Оптимизация скольжения необходима при поддержании скорости под действием нагрузки. Она уменьшает разницу между скоростями при работе вхолостую и под нагрузкой.

Преобразователь ATV71 рассчитывает номинальное скольжение двигателя (NSL) по предварительно настроенной номинальной скорости (NSP).

Этот параметр (NSP) может быть проверен, если на заводской табличке указано недостоверное значение номинальной скорости.

При нежелании изменения номинальной скорости двигателя NSP есть другой способ настройки с помощью параметра компенсации скольжения SLP. Этот параметр является коэффициентом, прикладываемым к номинальному скольжению двигателя NSL.

### Примечание:

Если SLP чересчур мал, то двигатель никогда не достигнет заданной скорости.

Если SLP слишком велик, то двигатель будет перекомпенсирован и станет неустойчивым.

## Методика настройки номинального скольжения двигателя:

### измерение скорости

- Установите SLP = 0
- Запустите двигатель на номинальную скорость FRS с номинальной нагрузкой (==> ток двигателя LCR равен номинальному току NCR)
- Измерьте с помощью тахометра реальную скорость двигателя
- Настройте параметр NSP на измеренное значение, установите SLP равным 100%

## Другая методика настройки номинального скольжения двигателя:

### измерение времени

- Измерьте время при опускании номинального груза
- Измерьте время при подъеме номинального груза
- Если разность измерений составляет меньше 5%, то настройка правильная
- Если время при опускании груза больше времени при его подъеме, то увеличьте параметр SLP

# Процедура настройки ATV71 в замкнутой системе

Данную процедуру необходимо использовать для замкнутого электропривода с асинхронным двигателем. Важно иметь в виду, что в замкнутой системе двигатель может развивать момент при нулевом задании. Для облегчения настроек привода рекомендуется использовать макроконфигурацию ПТО в меню УСКОРЕННЫЙ ЗАПУСК.

Первым шагом необходимо осуществить настройку разомкнутой системы без нагрузки. Далее, настроив систему нужным образом, можно провести несколько тестов для проверки работы замкнутой системы. После этого необходимо проделать испытания при полной нагрузке с целью оптимизации настроек.

## Данные двигателя

**1.1 Меню УСКОРЕННЫЙ ЗАПУСК:** этот этап обеспечивает оптимальное управление приводом.

До начала работы с замкнутой системой необходимо убедиться в правильной работе разомкнутой системы с целью проверки настройки контура скорости, управления тормозом и проверки датчика обратной связи. Поэтому сначала для управления приводом используется алгоритм векторного управления потоком по напряжению (SVC V).

- Введите номинальные данные электродвигателя: стандартная частота двигателя (BFR), номинальная мощность (nPr), номинальное напряжение (UnS), номинальный ток (nCr), номинальная частота (FrS), номинальная скорость (nSP), максимальная частота (TFR) и тепловой ток двигателя (ITH = NCR).

При отсутствии информации можно рассчитать мощность в соответствии с выражением:

$$NPR = UNS \times NCR \times \sqrt{3} \times 0.85 \times \cos\varphi$$

- Затем необходимо провести автоподстройку с холодным двигателем.
- Установите макроконфигурацию: CFG = ПТО.

## Конфигурирование входов-выходов

- Этот этап облегчает настройку торможения

Сначала проделайте пробное движение крюка для определения направления вращения. Это важно для настройки функции управления тормозом:

назначьте LI1 на движение Вперед ==> крюк должен подниматься

назначьте LI2 на движение Назад ==> крюк должен опускаться

Если направление вращения неправильное, то можно его изменить путем изменения порядка чередования фаз в меню Привод:

PHR = ACB (заводская настройка: PHR = ABC).

Задание скорости можно осуществлять с помощью аналогового входа или дискретного входа, используя функцию предварительно заданных скоростей.

В большинстве подъемных механизмов двигатель работает в генераторном режиме при спуске груза и в двигательном при его подъеме. При работе в генераторном режиме энергия торможения должна рассеиваться на тормозном резисторе или отдаваться в сеть с помощью рекуператора.

- Этот этап связан с обратной связью контура регулирования скорости двигателя

Выберите тип датчика обратной связи (ENS) и соответствующую интерфейсную карту.

Установите параметр применения датчика на контроль обратной связи: ENU = SEC. При этой настройке можно наблюдать за измеряемой выходной частотой (MMF) в меню Мониторинга.

Для выбранного фотоимпульсного (инкрементального) датчика приращений необходимо настроить соответствующее количество импульсов на оборот (PGI). В противном случае выходная частота MMF будет отличаться от заданной частоты (FRH).

Затем, при отсутствии нагрузки проведите проверку датчика и его крепления при работе на низкой скорости, соответствующей примерно 15 Гц. Подробная инструкция по проверке датчика находится в меню Привода.

Если тест не прошел, то можно попробовать изменить направление вращения (inverse A, A/ by B, B/). Если по-прежнему проверка датчика не проходит, то необходимо убедиться в правильности его подключения (питание, сигналы ...).

После успешного проведения тестирования датчика можно переходить к работе с замкнутой системой, назначив параметр Ctt на FVC.

# Оптимизация контура скорости

**1.3 Настроечное меню:** этап связан с вибрациями и качеством переходного процесса.

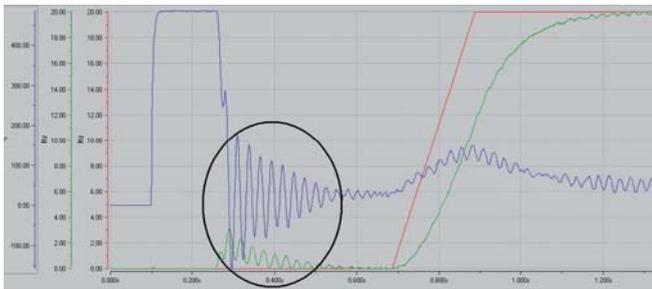
В большинстве случаев заводская настройка контура скорости является достаточной для удовлетворительной работы привода. Однако заводская настройка соответствует случаю, когда момент инерции механизма равен 3 моментам инерции двигателя. В подъемных механизмах из-за наличия редуктора моменты инерций двигателя и механизма оказываются соизмеримыми. В случае применения стандартного двигателя коэффициент SPG может настраиваться в пределах от 20 до 40, а SIT – от 100 до 150:

● Заводская настройка коэффициента передачи регулятора SPG = 40%:  
при увеличении SPG уменьшается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента. Однако при слишком большом увеличении параметра SPG происходит насыщение двигателя, приводящее к колебаниям момента. При уменьшении параметра SPG насыщение двигателя уменьшается, однако при этом увеличивается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента.

● Заводская настройка постоянной времени регулятора SIT = 100%:  
при увеличении SIT уменьшаются медленные колебания момента. Однако перерегулирование по скорости остается большим. При уменьшении параметра SIT уменьшается перерегулирование по скорости, вызванное броском момента. Однако возникают колебания момента при пуске.

Следующие кривые соответствуют заданию скорости (FRO красная кривая), скорости двигателя (SRFR зеленая кривая) и моменту двигателя (SOTR голубая кривая):

Если колебания скорости выглядят так:



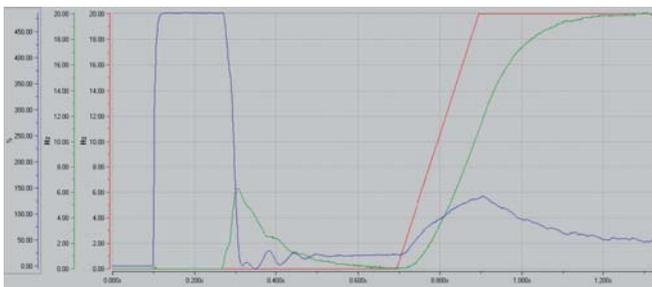
то уменьшите SPG

Если колебания скорости выглядят так:



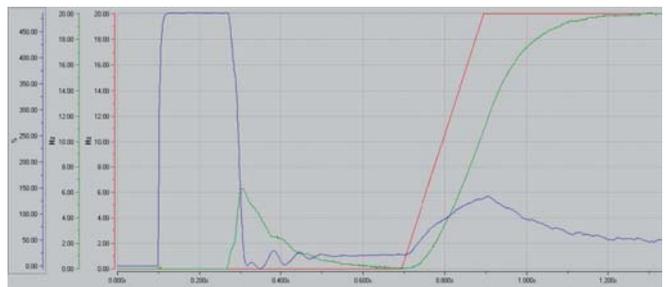
то уменьшите SIT

Если колебания скорости выглядят так:



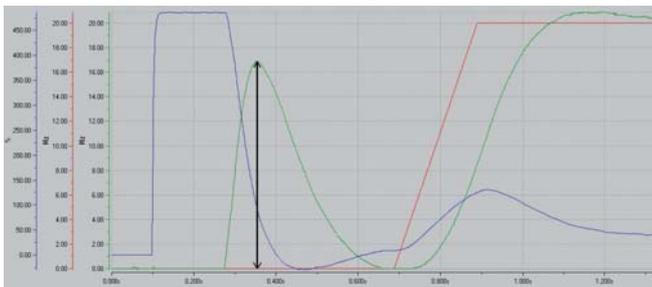
то настройка SPG правильная

Если колебания скорости выглядят так:



то настройка SIT правильная

При наличии большого перерегулирования:



увеличьте SPG

Если колебания скорости выглядят так:



увеличьте SIT

С помощью функции осциллографа ПО PowerSuite V2.6, можно регистрировать сигналы задания скорости (FRO), частоты двигателя (SRFR) и момента двигателя (SOTR).

**Предупреждение:** слишком вялая настройка контура скорости может привести к проскальзыванию груза (неисправность ANF)! Следовательно, необходимо проделать несколько тестов при полной нагрузке с целью проверки настройки контура скорости.

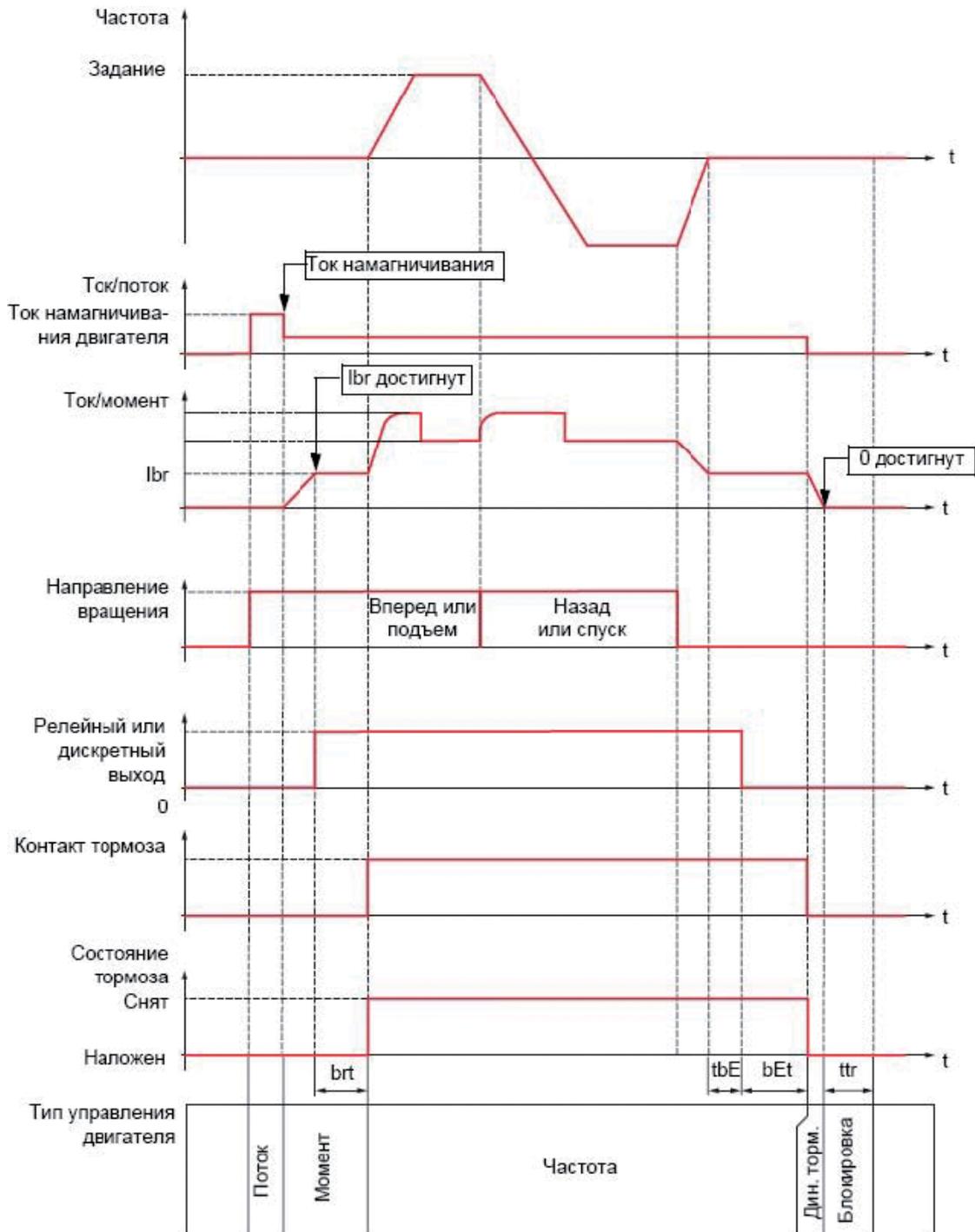
## Оптимизация управления тормозом

**1.7 Меню Прикладные функции:** этот этап улучшает процессы снятия и наложения тормоза.

Цель функции заключается в управлении процессами снятия и наложения тормоза, которые имеют различный характер:

основное преимущество замкнутой системы заключается в возможности регулирования при нулевой скорости.

Таким образом, снятие и наложение тормоза могут осуществляться при 0 Гц (вместо частоты скольжения в разомкнутой системе).



### Настройка пускового режима

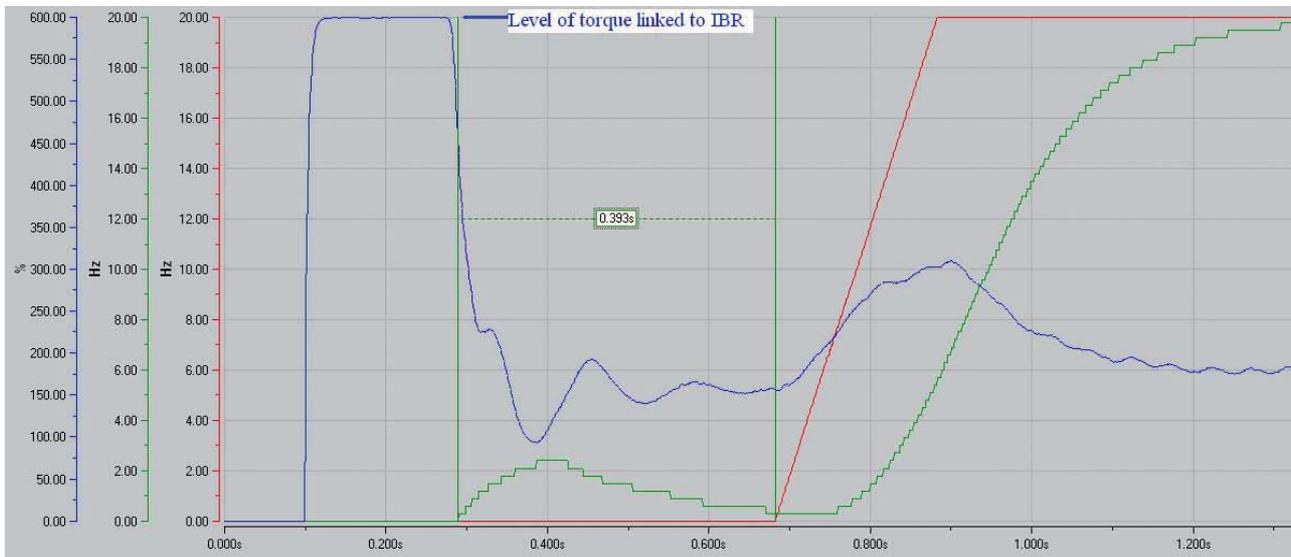
Задержка времени между командой управления тормозом (R2) и механическим открытием тормоза соответствует времени снятия тормоза (BRT).

В течение этого времени преобразователь ATV71 должен обеспечивать удерживание груза, для чего тормозной импульс должен быть установлен на **BIP = Yes** и ток снятия тормоза I FW на номинальный ток двигателя (заводская настройка для ПТО: **IBR = NCR**).

### Настройка времени снятия тормоза (BRT):

Настройте параметр BRT на значение большее, чем необходимо, и затем постепенно уменьшайте его до значения, когда снятие тормоза происходит без проворачивания ротора двигателя перед последующим разгоном.

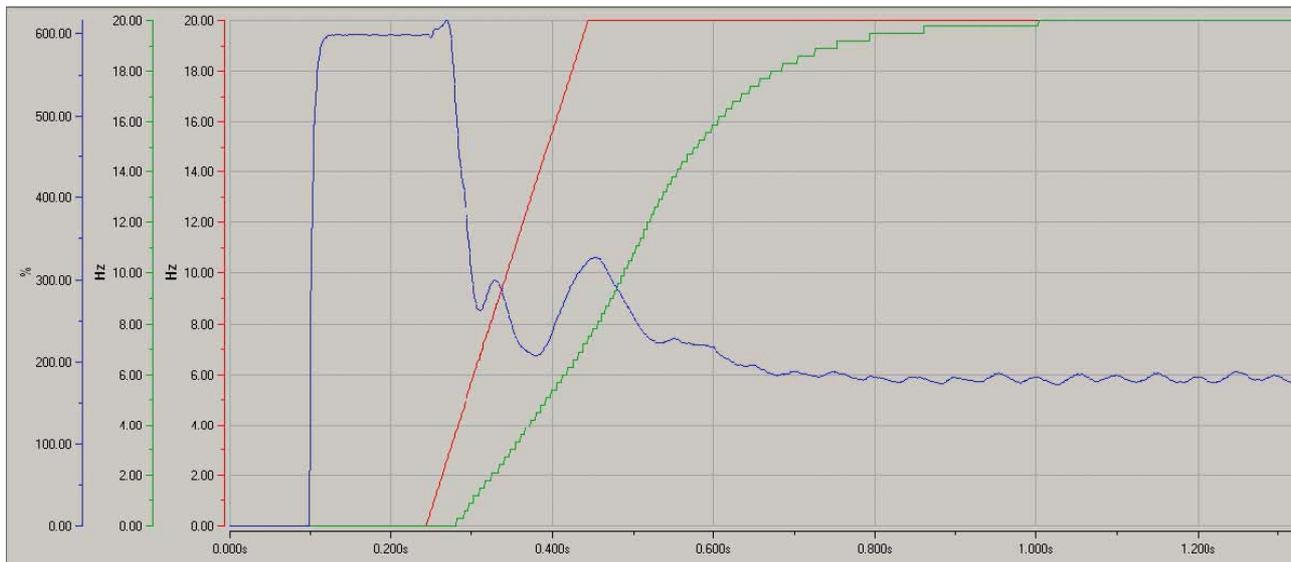
На момент реального снятия тормоза ось проворачивается вверх в течение времени BRT. Видно, что скорость двигателя (зеленая кривая) увеличивается. В момент снятия тормоза момент двигателя (голубая кривая SOTR) уменьшается от уровня IBR.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

На этой кривой можно определить значение, на которое необходимо уменьшить BRT. Поместив первый курсор на начало момента уменьшения кривой SOTR, а второй курсор в точку, когда задание скорости отличается от 0 Гц, видим, что значение BRT должно быть уменьшено до 0.393 с.

Если BRT слишком мало, то момент двигателя увеличивается в момент снятия тормоза:



SOTR голубая, FRO красная, SRFR желтая кривая

Другим способом увидеть это является тот факт, что скорость двигателя остается около 0 Гц по истечении времени BRT (с переменной SMMF: не фильтрованный сигнал измеренной скорости двигателя).

В данном случае настройка BRT хорошая:



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

### Настройка тока снятия тормоза (IBR):

С помощью тока IBR настраивается момент удержания нагрузки в течение времени BRT. Поэтому для приводов подъема его необходимо настроить на значение, которое требуется для пуска двигателя при полной нагрузке. Начальная настройка тока IBR должна соответствовать номинальному току двигателя:  $IBR = NCR$ . После тестирования его можно подстроить под реальный момент при полной нагрузке.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

После проведения нескольких тестов при полной нагрузке (настроив предварительно режим остановки), можно определить значение IBR, соответствующее полной нагрузке.



SOTR голубая, FRO красная, SRFR зеленая кривая

В данном случае IBR точно соответствует моменту нагрузки.

## Настройка остановки

При подаче на преобразователь команды остановки скорость двигателя уменьшается в соответствии с заданным темпом до достижения 0 Гц. Привод удерживает нагрузку при 0 Гц в течение времени наложения тормоза (ВЕТ).

### Настройка времени наложения тормоза (ВЕТ):

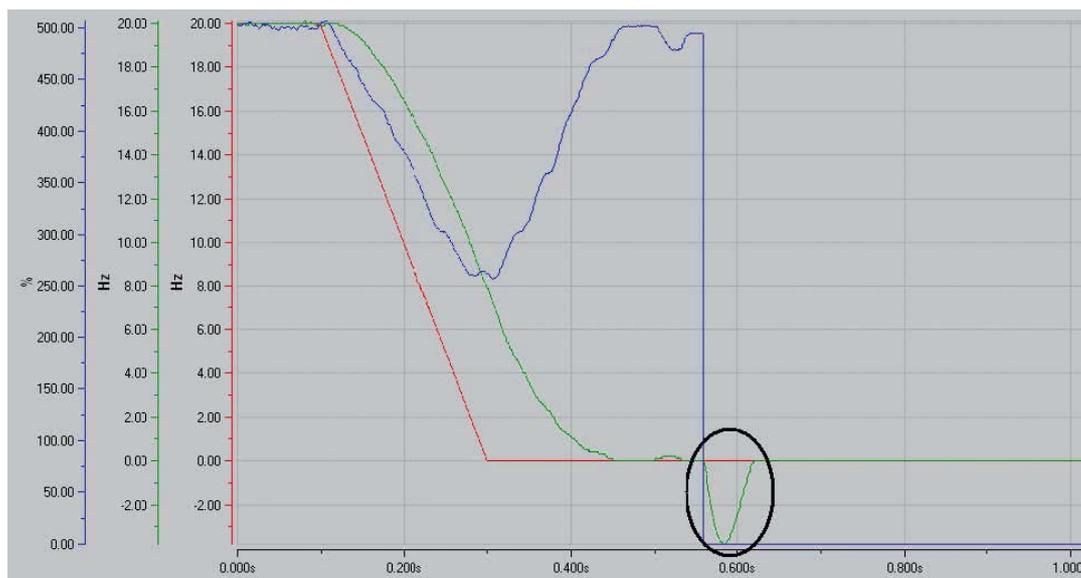
Настройте параметр ВЕТ на значение большее, чем необходимо, и затем постепенно уменьшайте его таким образом, чтобы ток исчезал сразу же после наложения тормоза.



SOTR голубая, FRO красная, SMMF зеленая кривая

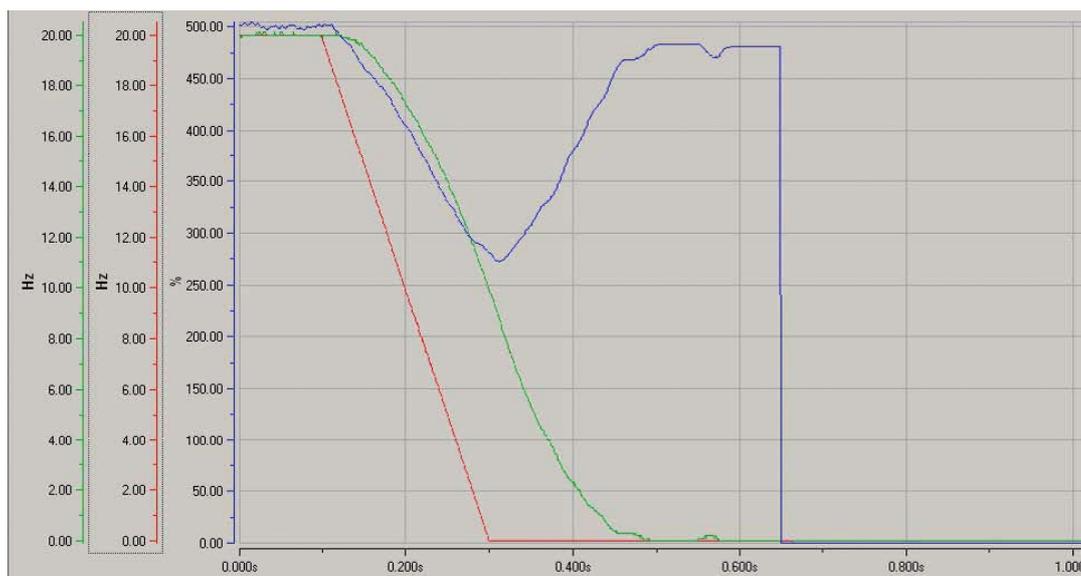
В данном случае ВЕТ слишком длинное, потому что скорость двигателя остается около 0 Гц в течение длительного времени. Оно может быть уменьшено до 0.39 с.

**Примечание:** если значение ВЕТ слишком мало, то груз будет немного проскальзывать сразу же после наложения тормоза.



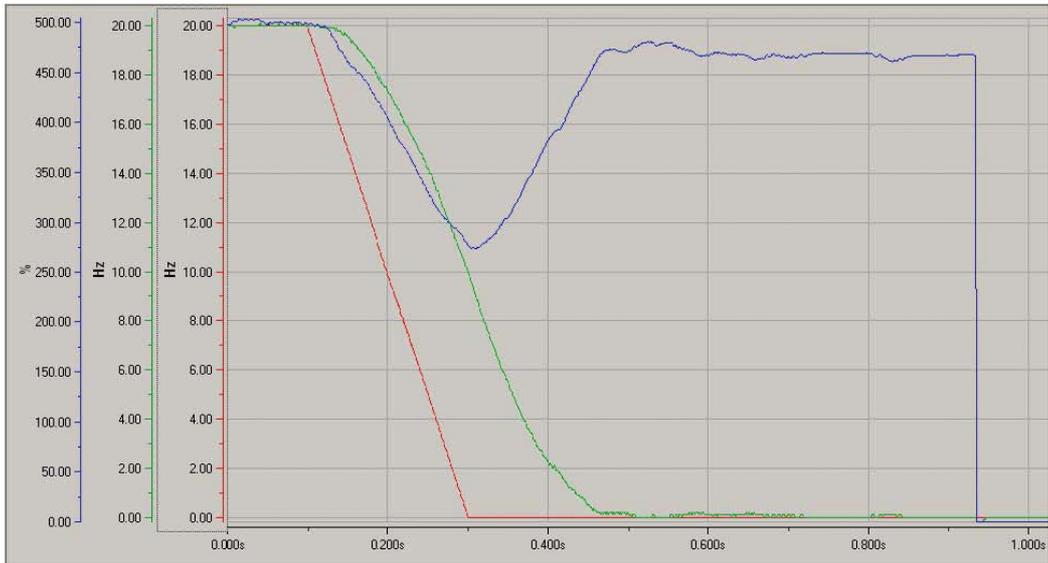
SOTR голубая, FRO красная, SMMF зеленая кривая

На данной осциллограмме (кривая SMMF) видно, что нагрузка проскальзывает. Это связано с тем, что параметр ВЕТ слишком мал и тормоз не накладывается механически в конце времени ВЕТ. Таким образом, ВЕТ должен быть увеличен до 0.06 с.



SOTR голубая, FRO красная, SMMF зеленая кривая

Нужное значение параметра ВЕТ соответствует случаю, когда нагрузка не проскальзывает в конце ВЕТ. Для смягчения остановки можно настроить параметр ТВЕ с целью стабилизации скорости двигателя перед наложением тормоза:



SOTR голубая, FRO красная, SMMF зеленая кривая

В данном случае значение параметра TBE хорошее, т.к. скорость действительно стабилизируется перед наложением тормоза.

# Приложение 1

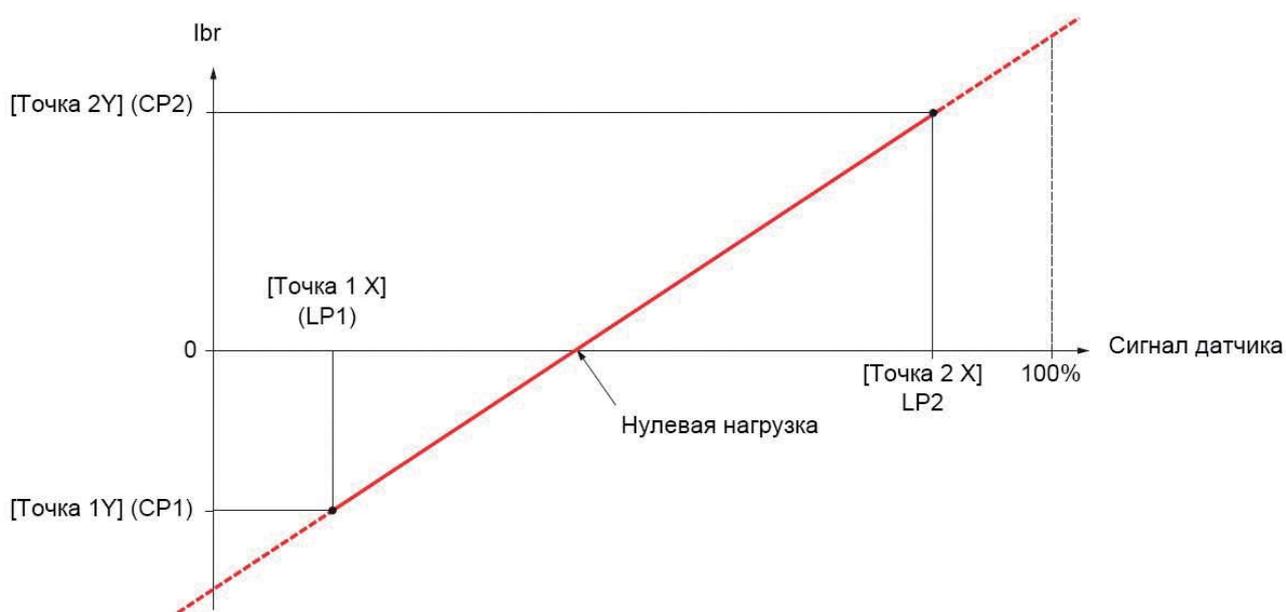
## Измерение нагрузки

Для приводов подъемных механизмов ток снятия тормоза (IBR) должен настраиваться на удержание полной нагрузки.

В зависимости от применения нагрузка может варьироваться от момента холостого хода до номинального момента и настройка тока IBR на полную нагрузку может вызывать в некоторых случаях толчок скорости вверх в течение времени снятия тормоза (BRT).

Такого поведения можно избежать путем использования внешнего весового датчика, измеряющего нагрузку. Обратная связь по сигналу весового датчика подается на аналоговый вход ПЧ. Алгоритм весовой функции рассчитывает пороговое значение тока снятия тормоза IBR, который необходим для удержания груза в момент снятия тормоза.

Для реализации весовой функции необходимо найти координаты двух точек: (LP1; CP1) и (LP2; CP2).



1) Увеличьте параметр BRT до 4 с и активизируйте функцию взвешивания: PES = Aix. Затем настройте обе координаты следующим образом: (LP1; CP1) = (25%; NCR) и (LP2; CP2) = (100%; NCR).

2) Проверьте работу весового датчика: убедитесь в меню мониторинга, что сигнал на аналоговом входе отличен от 0 В (4 мА) или 10 В (20 мА).

**Примечание:** будьте внимательны при выполнении пунктов 3) и 4), т.к. груз начинает двигаться вверх при достижении частоты снятия тормоза.

3) Для первой точки (LP1; CP1) при слабой нагрузке:  
рассчитайте коэффициент нагрузки для настройки точки LP1 = реальная нагрузка/максимальная нагрузка. Считайте значение сигнала на аналоговом входе в меню мониторинга.  
Проведите несколько тестов, уменьшая постепенно значение CP1, с тем, чтобы исключить появление удара при снятии тормоза.

4) Для второй точки (LP2; CP2) при другой нагрузке (полной или большей, чем в первом случае):  
Повторите те же манипуляции для координат CP2 и LP2, что и для CP1 и LP1.

При работе в замкнутой системе регулирования скорости для нахождения требуемых значений CP1 и CP2, нет необходимости увеличивать BRT до 4 с. Необходимо только установить задание скорости равным 0 Гц и по истечении выдержки времени BRT прочесть значение тока (LCR в А).

5) Выполните тесты при холостом ходе и полной нагрузке, с тем, чтобы убедиться, что при снятии тормоза удар отсутствует вне зависимости от величины нагрузки.

6) По окончании опытов снизьте значение BRT до величины, которая была найдена при настройке функции управления тормозом.

## Приложение 2

### Рекомендации по настройке

Проблема	Условие	Причина	Решение
Проскальзывание груза после подачи команды останова	В разомкнутой системе с преобразователями частоты калибра ННР ( $P_n > 90$ кВт)	Плохой результат автоподстройки ПЧ с версией ПО V1.1	Перепрошейте версию ПЧ на V1.2 или выше
Колебания скорости	Только в замкнутой системе Нет колебаний в разомкнутой системе	Жесткое механическое соединение датчика с валом двигателя	Используйте другое механическое соединение для датчика
Появление неисправности SCF1	Изделие ННР	Насыщение двигателя	Уменьшите полученное при автоподстройке значение индуктивности рассеяния на 5 % (параметр Lfr в меню Привод)

**Для заметок**

**Для заметок**



## Schneider Electric в странах СНГ



Пройдите бесплатное онлайн-обучение в Энергетическом Университете и станьте профессионалом в области энергоэффективности.

Для регистрации зайдите на [www.MyEnergyUniversity.com](http://www.MyEnergyUniversity.com)

### Беларусь

**Минск**  
220006, ул. Белорусская, 15, офис 9  
Тел.: (37517) 226 06 74, 227 60 34, 227 60 72

### Казахстан

**Алматы**  
050009, пр-т Абая, 151/115  
Бизнес-центр «Алатау»  
Тел.: (727) 397 04 00  
Факс: (727) 397 04 05

### Астана

010000, ул. Бейбитшилик, 18  
Бизнес-центр «Бейбитшилик 2002»  
Офис 402  
Тел.: (3172) 91 06 69  
Факс: (3172) 91 06 70

### Атырау

060002, ул. Абая, 2 А  
Бизнес-центр «Сутас-С», офис 407  
Тел.: (3122) 32 31 91, 32 66 70  
Факс: (3122) 32 37 54

### Россия

**Волгоград**  
400089, ул. Профсоюзная, 15  
Офис 12  
Тел.: (8442) 93 08 41

### Воронеж

394026, пр-т Труда, 65, офис 227  
Тел.: (4732) 39 06 00  
Тел./факс: (4732) 39 06 01

### Екатеринбург

620014, ул. Радищева, 28, этаж 11  
Тел.: (343) 378 47 36, 378 47 37

### Иркутск

664047, ул. 1-я Советская, 3 Б, офис 312  
Тел./факс: (3952) 29 00 07, 29 20 43

### Казань

420107, ул. Спартаковская, 6, этаж 7  
Тел./факс: (843) 526 55 84 / 85 / 86 / 87 / 88

### Калининград

236040, Гвардейский пр., 15  
Тел.: (4012) 53 59 53  
Факс: (4012) 57 60 79

### Краснодар

350063, ул. Кубанская набережная, 62 /  
ул. Комсомольская, 13, офис 224  
Тел.: (861) 278 00 62  
Тел./факс: (861) 278 01 13, 278 00 62 / 63

### Красноярск

660021, ул. Горького, 3 А, офис 302  
Тел.: (3912) 56 80 95  
Факс: (3912) 56 80 96

### Москва

129281, ул. Енисейская, 37, стр. 1  
Тел.: (495) 797 40 00  
Факс: (495) 797 40 02

### Мурманск

183038, ул. Воровского, д. 5/23  
Конгресс-отель «Меридиан»  
Офис 739  
Тел.: (8152) 28 86 90  
Факс: (8152) 28 87 30

### Нижний Новгород

603000, пер. Холодный, 10 А, этаж 8  
Тел./факс: (831) 278 97 25, 278 97 26

### Новосибирск

630132, ул. Красноярская, 35  
Бизнес-центр «Гринвич», офис 1309  
Тел./факс: (383) 227 62 53, 227 62 54

### Пермь

614010, Комсомольский пр-т, 98, офис 11  
Тел./факс: (342) 290 26 11 / 13 / 15

### Ростов-на-Дону

344002, ул. Социалистическая, 74, литера А  
Тел.: (863) 200 17 22, 200 17 23  
Факс: (863) 200 17 24

### Самара

443096, ул. Коммунистическая, 27  
Тел./факс: (846) 266 41 41, 266 41 11

### Санкт-Петербург

196158, Пулковское шоссе, 40, кор. 4, литера А  
Бизнес-центр «Технополис»  
Тел.: (812) 332 03 53  
Факс: (812) 332 03 52

### Сочи

354008, ул. Виноградная, 20 А, офис 54  
Тел.: (8622) 96 06 01, 96 06 02  
Факс: (8622) 96 06 02

### Уфа

450098, пр-т Октября, 132/3 (бизнес-центр КПД)  
Блок-секция № 3, этаж 9  
Тел.: (347) 279 98 29  
Факс: (347) 279 98 30

### Хабаровск

680000, ул. Муравьева-Амурского, 23, этаж 4  
Тел.: (4212) 30 64 70  
Факс: (4212) 30 46 66

### Украина

**Днепропетровск**  
49000, ул. Глинки, 17, этаж 4  
Тел.: (380567) 90 08 88  
Факс: (380567) 90 09 99

### Донецк

83087, ул. Инженерная, 1 В  
Тел.: (38062) 385 48 45, 385 48 65  
Факс: (38062) 385 49 23

### Киев

03057, ул. Смоленская, 31-33, кор. 29  
Тел.: (38044) 538 14 70  
Факс: (38044) 538 14 71

### Львов

79015, ул. Тургенева, 72, кор. 1  
Тел./факс: (38032) 298 85 85

### Николаев

54030, ул. Никольская, 25  
Бизнес-центр «Александровский», офис 5  
Тел./факс: (380512) 58 24 67, 58 24 68

### Одесса

65079, ул. Куликово поле, 1, офис 213  
Тел./факс: (38048) 728 65 55, 728 65 35

### Симферополь

95013, ул. Севастопольская, 43/2, офис 11  
Тел.: (380652) 44 38 26  
Факс: (380652) 54 81 14

### Харьков

61070, ул. Академика Проскуры, 1  
Бизнес-центр «Telesens», офис 569  
Тел.: (38057) 719 07 79  
Факс: (38057) 719 07 49

### Центр поддержки клиентов

Тел.: 8 (800) 200 64 46 (многоканальный)  
Тел.: (495) 797 32 32, факс: (495) 797 40 04  
[ru.csc@ru.schneider-electric.com](mailto:ru.csc@ru.schneider-electric.com)  
[www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru)