

2.9 Функции торможения

2.9.1 Механический удерживающий тормоз

Механический удерживающий тормоз, устанавливаемый прямо на валу двигателя, обычно выполняет статическое торможение.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Когда удерживающий тормоз включен в цепь обеспечения безопасности, преобразователь частоты не может обеспечить безопасное управление механическим тормозом. В полную схему установки должна быть включена цепь дублирования для управления тормозом.

2.9.2 Динамическое торможение

Динамическое торможение осуществляется указанными ниже способами.

- Резистивное торможение. IGBT торможения поддерживает перенапряжение на уровне ниже определенного порога путем направления энергии торможения от двигателя к подключенному тормозному резистору (2-10 Brake Function = [1] Резистивн.торможен.). Пороговое значение можно отрегулировать с помощью параметра 2-14 Brake Voltage Reduce, с диапазоном 70 В.
- Торможение переменным током. Энергия торможения распределяется в двигателе путем изменения состояний потерь в двигателе. Функция торможения переменным током не может быть использована в применениях с высокой частотой циклических операций, поскольку это приводит к перегреву двигателя (2-10 Brake Function = [2] Торм. перем. током).
- Торможение постоянным током. Постоянный ток с перемодуляцией, добавляемый к переменному току, действует в качестве сигнала индукционного торможения (пар. (2-10 Brake Function≠0 с).

2.9.3 Выбор тормозного резистора

Тормозной резистор необходим для рассеивания повышенной мощности, выделяемой при торможении в генераторном режиме. Применение тормозного резистора обеспечивает поглощение выделяемой энергии в тормозном резисторе, а не в преобразователе частоты. Подробнее см. в *Руководстве по проектированию тормозных резисторов*.

Если величина кинетической энергии, передаваемой в резистор в каждом интервале торможения, не известна, среднюю мощность можно рассчитать на основе времени цикла и времени торможения, образующих прерывистый рабочий цикл. Прерывистый рабочий цикл резистора показывает интервал времени, в течение которого резистор включен. На *Рисунок 2.33* показан типичный цикл торможения.

Прерывистый рабочий цикл для резистора рассчитывается следующим образом:

$$\text{Рабочий цикл} = t_{\text{торм}}/T$$

T = время цикла в секундах

$t_{\text{торм}}$ — время торможения в секундах (за время всего цикла)

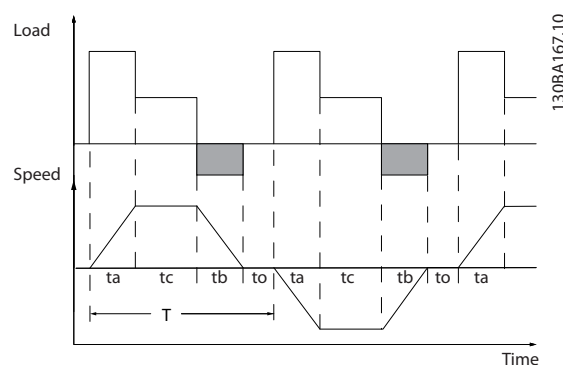


Рисунок 2.33 Типичный цикл торможения

	HK37-H75K
380–480 В	
Длительность цикла (с)	120
Рабочий цикл торможения при полном (100 %) крутящем моменте	Длительная
Рабочий цикл торможения при повышенном (150/160 %) крутящем моменте	40%

Таблица 2.14 Торможение при крутящем моменте высокой перегрузки

Компания Danfoss предлагает тормозные резисторы с рабочим циклом 10 % и 40 %. Если используется 10 % рабочий цикл, тормозные резисторы поглощают мощность торможения в течение 10 % времени цикла. Оставшиеся 90 % времени цикла используются для рассеяния избыточного тепла.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Убедитесь, что резистор подходит для обработки требуемого времени торможения.

Максимально допустимая нагрузка на тормозной резистор определяется пиковой мощностью при заданном прерывистом цикле и может быть вычислена следующим образом:

Расчет тормозного резистора

$$R_{\text{торм.}} [\text{Ом}] = \frac{U_{\text{пост.тока, торм.}}^2 \times 0,83}{P_{\text{пик.}}}$$

где

$$P_{\text{пик.}} = P_{\text{двиг.}} \times M_{\text{торм.}} [\%] \times \eta_{\text{двиг.}} \times \eta_{\text{VLT}} [\text{W}]$$

Очевидно, сопротивление торможения зависит от напряжения в промежуточной цепи ($U_{\text{пост. тока}}$).

Мощность	Тормоз активен $U_{\text{пост.тока,торм.}}$	Предупреждение перед отключением	Отключение (защитное отключение)
FC 360 3 x 380–480 В	770 В	800 В	800 В

Таблица 2.15 Области сети

Примечание. Пороговое значение можно отрегулировать с помощью параметра 2-14 *Brake Voltage Reduce*, с диапазоном 70 В.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Проверьте, что тормозной резистор может выдержать напряжение 410 В или 820 В — если не используются тормозные резисторы Danfoss.

Компания Danfoss рекомендует сопротивление торможения $R_{\text{рек.}}$, т. е. такое, которое гарантирует способность преобразователя частоты к торможению с максимально высоким крутящим моментом ($M_{\text{торм.(\%)}}$), равным 160 %. Формула имеет следующий вид:

$$R_{\text{рек.}} [\text{Ом}] = \frac{U_{\text{пост. тока}}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{\text{двиг.}} \times M_{\text{торм. (\%)}} \times \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{двиг.}}}$$

$\eta_{\text{двиг.}}$ обычно составляет 0,80 (≤ 75 кВт); 0,85 (11–22 кВт)

η_{VLT} обычно составляет 0,97

В случае преобразователей частоты FC 360 тормозное сопротивление $R_{\text{рек.}}$ при тормозном моменте, равном 160 %, определяется выражением:

$$480 \text{ В} : R_{\text{рек.}} = \frac{396349}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}] \quad 1)$$

$$480 \text{ В} : R_{\text{рек.}} = \frac{397903}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}] \quad 2)$$

1) Для преобразователей частоты с выходной мощностью на валу $\leq 7,5$ кВт

2) Для преобразователей частоты с выходной мощностью на валу 11–75 кВт

УВЕДОМЛЕНИЕ

Сопротивление цепи выбранного тормозного резистора не должно превышать значения, рекомендуемого Danfoss. Если выбрать тормозной резистор с более высоким омическим сопротивлением, то тормозной момент не достигнет 160 % от номинального крутящего момента, и возникнет вероятность автоматического отключения преобразователя частоты для обеспечения безопасности.

Сопротивление должно быть больше, чем $R_{\text{мин.}}$

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если в выходном транзисторе схемы происходит короткое замыкание, то рассеяние мощности в тормозном резисторе может быть предотвращено только отключением преобразователя частоты от питающей сети с помощью сетевого выключателя или контактора. (Контактор может управляться преобразователем частоты.)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Нельзя прикасаться к резистору торможения, поскольку во время/после торможения он может быть очень горячим. Необходимо обеспечить пожаробезопасность среды, в которой тормозной резистор установлен.