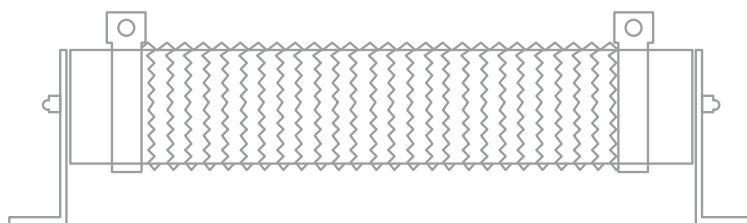


Метод расчета параметров ТОРМОЗНОГО РЕЗИСТОРА



Динамическое торможение - это процесс, в ходе которого происходит рекуперация энергии нагрузки и ее рассеивание в виде тепла на блоке тормозных резисторов

Для ограничения напряжения на DC шине энергия при рекуперации передается резисторам через тормозной модуль

Тормозной модуль – электрическое переключающее устройство коммутирующее напряжение постоянного тока на резистор, на котором энергия рекуперации рассеивается в виде тепла. Тормозные модули включаются автоматически, когда напряжение на шине постоянного тока превышает установленный уровень, зависящий от номинального напряжения питания преобразователя частоты

Тормозной резистор

РЕЗИСТОР ТРЕБУЕТСЯ:

- **всегда, когда нужно эффективное торможение**
- **во избежание ошибки перенапряжения, когда электродвигатель подключен к несбалансированной нагрузке**
- **когда нагрузка «тянет» электродвигатель (например, подъемник, лифт)**
- **в приложениях вертикального и горизонтального перемещения, когда точность позиционирования очень важна**

В преобразователях частоты INSTART мощностью до 18,5 кВт тормозной модуль встроен, мощностью более 18,5 кВт требуется внешнее подключение.

Расчет тормозного резистора

ВАРИАНТ РАСЧЕТА:

1. Рассчитать максимальный момент торможения $M_{B\max}$. Данный момент зависит от начальной скорости замедления n_1 , конечной скорости замедления n_2 , желаемого времени замедления t_B и общего момента инерции системы J_{tot} (определяемого как сумма всех моментов инерции приведенных у вала двигателя).

$$M_{B\max} = \frac{J_{tot} \cdot (n_1 - n_2)}{9,55 \cdot t_B}$$

2. Определить максимальную мощность торможения, P_{\max} .

$$P_{B\max} = \frac{M_{B\max} \cdot (n_1 - n_2)}{9,55}$$



Значение периода включения тормозного резистора (тормозной цикл = Продолжительность Включения) $PВ = ED$ есть отношение времени торможения t_B к времени цикла работы T (при $T < 120$ сек.):

$$ED = \frac{t_B}{T}$$

3. Найти максимальную электрическую мощность торможения P_{el} :

$$P_{el} = P_{Bmax} - k \cdot P_{rMot} - (1 - \eta_{Gear}) \cdot P_{Bmax}$$

Коэффициент уменьшения k зависит от номинальной мощности двигателя P_{rMot} :

P_{rMot} , кВт	k
до 1,5	0,25
от 2,2 до 4,0	0,20
от 5,5 до 11	0,15
от 15 до 45	0,08
выше 45	0,05

Если коэффициент полезного действия редуктора η_{Gear} неизвестен, его можно принять равным 1.

4. Определить максимально допустимое значение тормозного сопротивления R_B

$$R_B \leq \frac{U_B^2}{P_{el}}$$

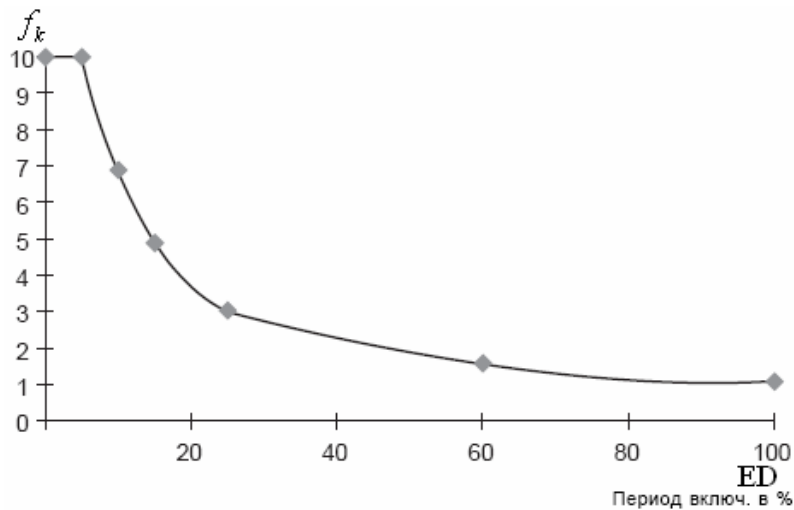
Здесь напряжение на шине постоянного тока преобразователя частоты численно равно для 380В - **757В** +/-3%, 220В - **387В** +/-3%.

Значение сопротивления выбираемого из стандартного ряда тормозных резисторов не должно быть больше, чем рассчитанное значение R_B

5. Рассчитать номинальную мощность P_B тормозного резистора

$$P_{elAve} = \frac{P_{el}}{f_k}$$

6. Выбор тормозного резистора осуществляется по значениям R_B , P_B и P (в качестве пиковой мощности)



f_k – коэффициент зависящий от значения ED

ВЫБОР ТОРМОЗНОГО МОДУЛЯ

Для его выбора потребуется :

- период включения тормозного резистора ED
- тормозной ток I_B
- время торможения t_B

Тормозной ток I_B может быть рассчитан используя первоначальное напряжение торможения численно равное напряжению на шине постоянного тока U_B и значение сопротивления выбранного тормозного резистора $R_{b sel}$

$$I_B = \frac{U_B}{R_{Bsel}}$$

Пример расчета тормозного резистора

Данные:

Мощность двигателя и ПЧ: 75 кВт

Номинальная скорость двигателя: 950 об/мин

Номинальный момент: 754 Нм

Номинальное напряжение питания: 400 В

Тормозной момент: 125% от номинального момента

Время цикла: 60 сек.

Момент инерции нагрузки: 31 кг·м²

Редуктора нет

Задание:

Рассчитать значение мощности и сопротивления тормозного резистора

Требуемое время торможения и значение тормозного цикла для обеспечения заданного момента торможения

$$t_B = \frac{2\pi \cdot J \cdot n}{60 \cdot M_{B_{\max}}} = \frac{2\pi \cdot 31 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \cdot 950 \text{ об/мин}}{60 \cdot 1,25 \cdot 754 \text{ Нм}} = 3,2 \text{ сек.}$$

$$ED = \frac{t_B}{T} = \frac{3,2 \text{ сек}}{60 \text{ сек}} = 0,054 = 5,4\%$$

$$P_{B_{\max}} = \frac{M_{B_{\max}} \cdot (n_1 - n_2)}{9,55} = \frac{1,25 \cdot 754 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot 900 \text{ об/мин}}{9,55} = 93,76 \text{ кВт}$$

$$P_{el} = P_{B_{\max}} - k \cdot P_{r_{\text{Mot}}} = 93,76 \text{ кВт} - 0,05 \cdot 75 \text{ кВт} = 90,01 \text{ кВт}$$

$$P_{elAve} = \frac{P_{el}}{f_k} = \frac{90,01 \text{ кВт}}{8,16} = 11,03 \text{ кВт}$$

$$R_B \leq \frac{U_B^2}{P_{el}} = \frac{(760 \text{ В})^2}{90,01 \text{ кВт}} = 6,4 \text{ Ом}$$

$$I_B = \frac{U_B}{R_B} = \frac{760 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 126,6 \text{ А}$$

$$t_{ch} = t_B \cdot \frac{P_{elAve}}{P_{elMax}} = t_B \cdot \frac{R_{Bsel} \cdot P_{elAve}}{U_B^2} = 3,2 \text{ сек} \cdot \frac{6 \text{ Ом} \cdot 54 \text{ кВт}}{760} = 1,8 \text{ сек}$$

Согласно перегрузочной способности тормозного модуля **FCI-BU-200** с временем торможения 1,8 сек. и током торможения 126,6 А, тормозной цикл 5,4% возможен.

Таким образом, для данного применения был произведен подбор тормозного модуля **FCI-BU-200** и тормозного резистора **6 Ом/54 кВт**