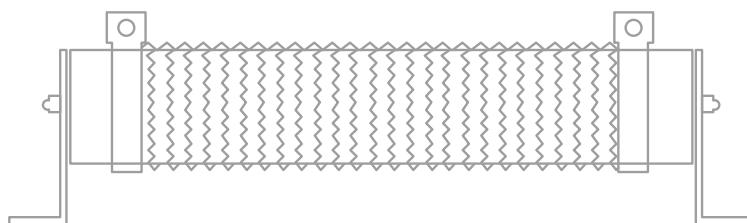


# Метод расчета параметров ТОРМОЗНОГО РЕЗИСТОРА



*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.

Расчитать максимальный момент торможения  $M_{B\max}$ . Данный момент завит 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  $\eta_{Gear}$  неизвестен, его можно принять равным 1.

4. Определить максимально допустимое значение тормозного сопротивления  $R_B$

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

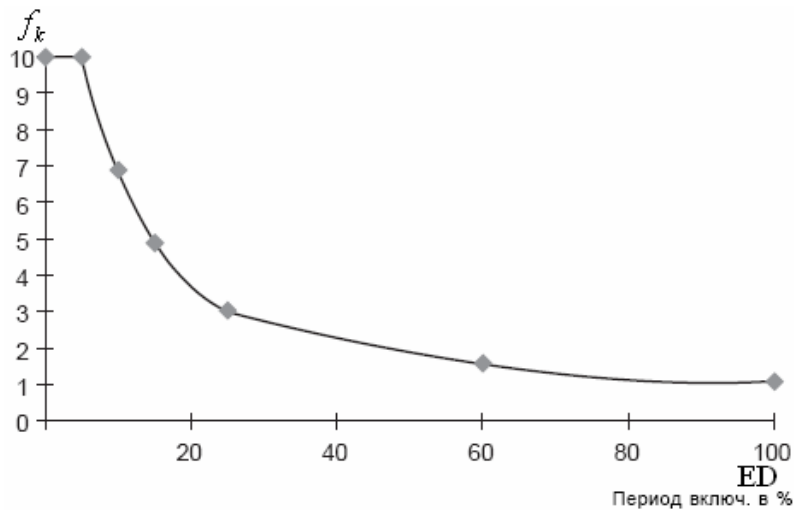
Здесь напряжение на шине постоянного тока преобразователя частоты численно равно для 380В - **757В** +/-3%, 220В - **387В** +/-3%.

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  $R_{b\text{sel}}$

$$I_B = \frac{U_B}{R_{B\text{sel}}}$$

## 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·м<sup>2</sup>

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**