

## Расчет тормозного резистора

Электромеханизм DA99

Проект: халтура для станка SURELOCK 3 в DAT (СУИТО)

Автор : Тихонов/Бормотов

Дата: 19.07.2018

### Исходные данные:

$n := 3600$		об/мин	Скорость двигателя при равномерном движении в генераторном режиме (из циклограммы)
$W_{gen\_opt} := n \cdot \frac{\pi}{30} = 376.991$		rad/sec	n в рад/сек
$F_{шток} := 100$	N		усилие на штоке (из ТЗ)
$\eta_{gear1} := 0.786$			прямой КПД РВП электромеханизма
$\eta_{gear2} := 0.728$			обратное КПД РВП электромеханизма
$\eta_{двиг} := 0.9$			обратное КПД электродвигателя
$K_{рвп} := 5$	$\frac{мм}{об}$		коэфф передачи РВП, мм/об (из КД на РВП ЭМП)
$t_{равн} := 0.035$	Сек		Время равномерного движ в ген. режиме
$t_{разг} := 0.465$	Сек		Время разгона в ген. режиме
$t_{торм} := 0.035$	Сек		Время торможения в ген. режиме
$T_{summ\_gen} := t_{равн} + t_{разг} + t_{торм} = 0.535$			суммарное время движ в ген. режиме
$T_{total} := 1.15$			время цикла механизма (туда+обратно)
$Kt\_mot := 1.45 \cdot \frac{H_M}{A}$			Постоянная момента двигателя
$R_{phase} := 1 = 1$	Ом		Сопротивление фазы мотора

Приведенные моменты инерции к валу двигателя

$J_{рвп} := 0.001473$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$	момент инерции РВП (от Анспука, <b>уточненный</b> )
$J_{двиг} := 0$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$	момент инерции двигателя (из PDF на мотор, <b>не учитываю, т.к. он включен в <math>J_{рвп}</math></b> )
$J_{сумм} := J_{рвп} + J_{двиг} = 1.473 \times 10^{-3}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2$	суммарный момент инерции на валу

Момент инерции нагрузки неизвестен. Принимаем его равным нулю (бывает и не так)  
 $J_{нагр} := 0$

$U_{ас} := 240$	В	макс. переменное напряжение питания ПЧ (rms)
$U_{dc} := U_{ас} \cdot \sqrt{2} = 339.411$		выпрямленное напряжение в ЗПТ

Выбираем ограничение по максимальному напряжению в ЗПТ. Самое слабое место - конденсаторы. Их номинал и будет являться ограничением.

$U := 390$	В	максимально допустимое напряжение ЗПТ (звено постоянного тока)
------------	---	--

## От БОРМОТОВА

### *Эл. мощность на участке разгона - генераторный режим*

$M_{стат} := \frac{F_{шток} \cdot K_{рвп} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi} \cdot \eta_{gear2} = 0.058$	Н·м	стат. момент на валу двигателя
---	-----	--------------------------------

$M_{дин\_разг} := J_{сумм} \cdot \frac{W_{gen\_опт}}{t_{разг}} = 1.194$	Н·м	динамический момент на валу двигателя
---	-----	---------------------------------------

$M_{разг} := M_{дин\_разг} - M_{стат} = 1.136$	Н·м	Суммарный момент на валу двигателя
--	-----	------------------------------------

$P_{мех\_макс\_разг} := W_{gen\_опт} \cdot M_{разг} = 428.367$	Вт	максимальная механическая мощность
--	----	------------------------------------

$P_{мех\_средн\_разг} := \frac{W_{gen\_опт}}{2} \cdot M_{разг} = 214.183$	Вт	Средняя мощность
---	----	------------------

$I_{разг} := \frac{M_{разг}}{K_t_{mot}} = 0.782$	А	Ток на участке разгона
--	---	------------------------

$P_{ohm\_разг} := 1.5 \cdot R_{phase} \cdot I_{разг} \cdot I_{разг} = 0.917$	Вт	Мощность, которая выделяется в обмотке мотора
--	----	---

$P_{shunt\_макс\_разг} := P_{мех\_макс\_разг} - P_{ohm\_разг} = 427.449$	Вт	Пиковая мощность шунта
--	----	------------------------

$P_{shunt\_средн\_разг} := P_{мех\_средн\_разг} - P_{ohm\_разг} = 213.266$	Вт	Средняя мощность шунта
--	----	------------------------

Т.к. максимальная мощность будет рассеиваться в режиме торможения, то по ней и выбираем мощность тормозного резистора

$$P_{\text{shunt\_макс\_торм}} := P_{\text{мех\_макс\_торм}} + P_{\text{ohm\_торм}} = -5.823 \times 10^3 \quad \text{Вт} \quad \text{Пиковая мс шунта}$$

$$P_{\text{shunt\_средн\_торм}} := P_{\text{мех\_средн\_торм}} + P_{\text{ohm\_торм}} = -2.821 \times 10^3 \quad \text{Вт} \quad \text{Средняя мс шунта}$$

$$P_{\text{shunt\_AVG\_ген}} := \frac{t_{\text{торм}} \cdot P_{\text{shunt\_средн\_торм}}}{T_{\text{total}}} = -85.869$$

$$P_{\text{shunt\_AVG}} := \frac{P_{\text{shunt\_AVG\_ген}}}{1} = -85.869 \quad \text{Вт} \quad \text{Это усредненная мощность шунта за время, когда привод перемещается от одного конца хода до другого по заданному циклу и обратно.}$$

## 5. Расчет тормозного резистора

$$R_{\text{br}} := \frac{U^2}{P_{\text{shunt\_макс\_торм}}} = -26.121 \quad \text{Ом} \quad \text{максимально допустимое значение тормоз резистора}$$

## Расчет мощности тормозного резистора

$$Pr_{\text{peak}} := \frac{U^2}{R_{\text{br}}} = -5.823 \times 10^3 \quad \text{Вт} \quad \text{мгновенная мощность на резисторе. Эта мощность будет рассеиваться все время пока резистор будет подключен к ЗПТ. Эта мощность будет рассеивать в виде тепла все время движения привода в генераторном режиме (Tsumm_gen). Это значение не должно превышать Tsummax_gen}$$

пиковой мощности в течение времени  $t_{sum\_ge}$  указанное в документации на резистор

$$I_{res} := \frac{U}{R_{br}} = -14.931 \quad A$$

ток через тормозной резистор во время его включения. Это значение не должно превышать максимально допустимого тока коммутирующего транзистора.

Для обеспечения пиковой мощности в 5,8 кВт, выбираем два параллельно включенных резистора по 50 Ом 200Вт серии HS





**Эл. мощность на прямолинейном участке - генераторный режим**

ля	$M_{\text{стат}} := \frac{F_{\text{шток}} \cdot K_{\text{рвп}} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi} \cdot \eta_{\text{gear2}} = 0.058$	Н·м	стат. моме
юсть	$M_{\text{дин\_прям}} := 0$	Н·м	динамический мо двигателя=0 т.к. )
	$M_{\text{прям}} := M_{\text{дин\_прям}} - M_{\text{стат}} = -0.058$	Н·м	Суммарный мом
ится на	$P_{\text{мех\_макс\_прям}} := W_{\text{ген\_опт}} \cdot M_{\text{прям}} = -21.84$	Вт	максиме
сть	$P_{\text{мех\_средн\_прям}} := W_{\text{ген\_опт}} \cdot M_{\text{прям}} = -21.84$	Вт	Средн: мощно
сть	$I_{\text{прям}} := \frac{M_{\text{прям}}}{K_t \cdot \text{mot}} = -0.04 \quad \text{А}$	Ток на прямолин участке	
	$P_{\text{ohm\_прям}} := 1.5 \cdot R_{\text{phase}} \cdot I_{\text{прям}} \cdot I_{\text{прям}} = 2.385 \times 10^{-7} \quad \text{Вт}$	Вт	Мощност обмотке л

$$P_{\text{shunt\_макс\_прям}} := P_{\text{мех\_макс\_прям}} - P_{\text{ohm\_прям}} = -21.842$$

$$P_{\text{shunt\_средн\_прям}} := P_{\text{мех\_средн\_прям}} - P_{\text{ohm\_прям}} = -21.842$$

мощность

мощность

Вт

Это усредненная мощность шунта за время, когда привод перемещается от одного конца хода до другого по заданному циклу и находится все время в генераторном режиме

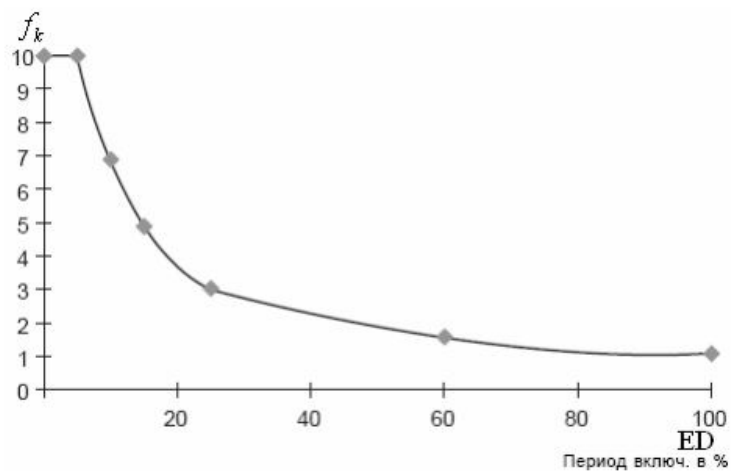
ного

ть  
ет  
ься в  
аторном

, знач.



n,



Aluminium Housed Power Resistors

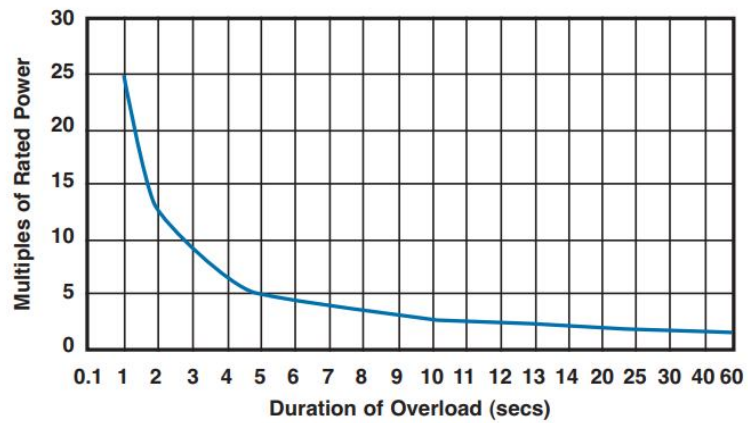
### Type HS Series

#### Key Features

- Established product with proven reliability
  - Leading the way with over 50 years of design and manufacturing experience
- 5 Watts to 300 Watts (500 Watt and 1000 Watt versions available)
  - Largest range on the market
- Versatile product
  - Bench mark in every industry
- Custom designs
  - Windings, terminations, mountings - We have a solution for your



## Power Overload



This graph indicates the amount that the rated power (at 20°C) of the standard HS Series resistor may be increased for overloads of 100mS to 60S

нт на валу двигателя

мент на валу  
ускорение=0

мент на валу двигателя

альная механическая мощность

яя  
юсть

ь, которая выделится на  
мотора

**Эл. мощность на участке торможения  
режим**

$$M_{\text{стат}} := \frac{F_{\text{шток}} \cdot K_{\text{рвп}} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi} \cdot \eta_{\text{gear2}} = 0.058$$

$$M_{\text{дин\_торм}} := J_{\text{сумм}} \cdot \frac{W_{\text{ген\_опт}}}{t_{\text{торм}}} = 15.866 \quad \text{Н}$$

$$M_{\text{торм}} := -M_{\text{дин\_торм}} - M_{\text{стат}} = -15.924 \quad \text{Н}$$

$$P_{\text{мех\_макс\_торм}} := W_{\text{ген\_опт}} \cdot M_{\text{торм}} = -6.003 \times$$

Вт	Пиковая мощность шунта	$P_{\text{мех\_средн\_торм}} := \frac{W_{\text{ген\_опт}}}{2} \cdot M_{\text{торм}} = -3.002$	
Вт	Средняя мощность шунта	$I_{\text{торм}} := \frac{M_{\text{торм}}}{K_{\text{т\_mot}}} = -10.959 \quad \text{А}$	Ток на разгон

$$P_{\text{ohm\_торм}} := 1.5 \cdot R_{\text{phase}} \cdot I_{\text{торм}} \cdot I_{\text{торм}} = 180.16$$

**- генераторный**

$N \cdot m$  стат. момент на валу двигателя

$\cdot m$  динамический момент на валу  
двигателя

$\cdot m$  Суммарный момент на валу двигателя

$10^3$  Вт максимальная механическая мощность

$\times 10^3$  Вт  
на участке

Средняя  
мощность

Вт

Мощность, которая выделится на  
обмотке мотора