



EN 81-1:2000

محاسبات

آسانسورهای کششی

بر اساس ویرایش جدید استاندارد



- حداکثر اختلاف جرم آویزان از دو طرف فلکه کششی که سیستم محرکه برای تأمین حرکت باید بر وزن آن غلبه کند:

$$q = \left[\frac{(P + Q - M_{cwt} - M_{CR})}{r} + M_{SR} \right] / \eta$$

- q : بار غیر متعادل (kg)
- P : جرم کابین خالی و اجزای متکی به آن شامل فلکه(ها)، بخشی از کابل تراول، طناب یا زنجیر جبران و ... (kg)
- Q : ظرفیت نامی کابین (kg)
- M_{cwt} : جرم وزنه تعادل و فلکه(ها)ی آن (kg)
- M_{SR} : حداکثر اختلاف جرم طناب‌های فولادی آویزان از دو طرف فلکه کششی (جرم غیر متعادل طناب‌ها) (kg)



- حداکثر اختلاف جرم آویزان از دو طرف فلکه کششی که سیستم محرکه برای تأمین حرکت باید بر وزن آن غلبه کند:

$$q = \left[\frac{(P + Q - M_{cwt} - M_{CR})}{r} + M_{SR} \right] / \eta$$

□ M_{CR} : حداکثر اختلاف جرم طناب‌ها یا زنجیرهای جبران آویزان از کابین و وزنه (kg)

□ r : ضریب طناب‌بندی (متناظر با نسبت تبدیل سیستم آویز)
برای سیستم یک‌به‌یک ۱ و برای سیستم دوبه‌یک ۲ است.

□ η : راندمان فلکه‌های هرزگرد و چاه



- جرم وزنه تعادل از رابطه زیر به دست می آید:

$$M_{cwt} = P + X \times Q + m_t \times n_t \times H/4$$

جرم وزنه تعادل و فلکه(ها)ی آن (kg) : M_{cwt} □

جرم کابین خالی و متعلقات آن (kg) : P □

ظرفیت نامی کابین (kg) : Q □

درصد تعادل : X □

جرم واحد طول کابل تراول (kg/m) : m_t □

تعداد کابل تراول : n_t □

ارتفاع حرکت : H □



- جرم غیر متعادل طناب‌های فولادی آویزان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_{SR} = n_s \times m_s \times H$$

- جرم غیر متعادل طناب‌های فولادی آویزان (kg) : M_{SR}
- تعداد طناب‌های فولادی آویز : n_s
- جرم واحد طول طناب‌های فولادی آویز (kg/m) : m_s
- ارتفاع حرکت : H



- حداکثر اختلاف جرم طناب‌ها یا زنجیرهای جبران آویزان از کابین و وزنه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_{CR} = n_c \times m_c \times H$$

- M_{CR} : حداکثر اختلاف جرم طناب‌ها یا زنجیرهای جبران آویزان از کابین و وزنه (kg)
- n_c : تعداد طناب‌ها یا زنجیرهای جبران
- m_c : جرم واحد طول طناب‌ها یا زنجیرهای جبران (kg/m)
- H : ارتفاع حرکت



- توانی است که موتور صرف غلبه بر بار غیر متعادل می کند.
- توان مورد نیاز برای چرخاندن فلکه کششی (بدون در نظر گرفتن تلفات) از رابطه زیر به دست می آید:

$$W = T \times \omega$$

□ W : توان مورد نیاز (watt)

□ T : گشتاور مقاوم (N.m)

□ ω : سرعت زاویه ای فلکه کششی (rad/s)



• گشتاور مقاوم از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = q \times g_n \times \frac{D_t}{2}$$

□ T : گشتاور مقاوم (N.m)

□ q : بار غیرمتعادل (kg)

□ g_n : شتاب گرانش (m/s^2)

□ D_t : قطر فلکه کششی (m)



- رابطه سرعت زاویه‌ای فلکه کششی با سرعت طناب‌ها (سرعت خطی فلکه کششی) به صورت زیر است:

$$\omega = \frac{v}{D_t/2}$$

□ ω : سرعت زاویه‌ای فلکه کششی (rad/s)

□ v : سرعت طناب‌ها (m/s)

□ D_t : قطر فلکه کششی (m)



- رابطه توان با در نظر گرفتن تلفات به صورت زیر تبدیل می شود:

$$W = \frac{q \times v \times g_n}{\eta_g \times \eta_m}$$

- W : توان مصرفی و مورد نیاز موتور (watt)
- q : بار غیر متعادل (kg)
- v : سرعت طناب‌های فولادی در سرعت اسمی کابین (m/s)
- g_n : شتاب گرانش (m/s^2)
- η_g : راندمان واحد کاهنده سرعت (گیربکس و در مواردی تسمه و گیربکس)
- η_m : راندمان موتور



- رابطه سرعت طناب‌های فولادی با سرعت نامی کابین:

$$v = r \times v_{car}$$

□ V : سرعت طناب‌های فولادی (m/s)

□ V_{car} : سرعت نامی کابین (m/s)

□ r : ضریب طناب‌بندی

- سیستم آویز یک‌به‌یک: $v = v_{car}$

سیستم آویز دوبه‌یک: $v = 2v_{car}$



- محاسبه سرعت طناب‌های فولادی (سرعت خطی فلکه کششی):

$$v = \frac{N \times GR \times \pi \times D}{60}$$

- V : سرعت طناب‌های فولادی (m/s)
- N : سرعت چرخش موتور (rpm)
- GR : نسبت تبدیل گیربکس (ضریب کاهش دور)
- π : عددی ثابت و برابر با ۳/۱۴ (تا دو رقم اعشار)
- D : قطر فلکه کششی موتور (m)



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

• بند ۹-۲-۲ استاندارد:

ضریب اطمینان عبارت است از نسبت بین حداقل بار گسیختگی یک طناب فولادی (N) به کشش ماکزیمم همان طناب (N)، هنگامی که کابین با بار اسمی خود در پایین‌ترین طبقه متوقف باشد.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- ضریب اطمینان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S.F. = \frac{n \times F_f^{\min}}{\left(\frac{(P + Q)}{r} + M_{SRcar} \right) \times g_n}$$

- $S.F.$: ضریب اطمینان واقعی طناب‌های فولادی
- n : تعداد طناب‌های فولادی آویز
- F_f^{\min} : حداقل نیروی گسیختگی یک طناب فولادی (N)
- P : جرم کابین خالی و متعلقات آن (kg)

اسفند ۱۳۹۲



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- ضریب اطمینان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S.F. = \frac{n \times F_f^{\min}}{\left(\frac{(P + Q)}{r} + M_{SRcar} \right) \times g_n}$$

- Q : ظرفیت نامی کابین (kg)
- r : ضریب طناب‌بندی
- M_{SRcar} : حداکثر جرم طناب‌های فولادی آویزان در سمت کابین (kg)
- g_n : شتاب گرانش (9.81 m/s^2)



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0

- حداکثر جرم طناب‌های فولادی آویزان در سمت کابین از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_{SRcar} = n_s \times m_s \times L_{scar}$$

□ M_{SRcar} : حداکثر جرم طناب‌های فولادی آویزان در سمت کابین (kg)

□ n_s : تعداد طناب‌های فولادی آویز

□ m_s : جرم واحد طول طناب‌های فولادی آویز (kg/m)

□ L_s : طول طناب فولادی آویزان در سمت کابین



ضرب اطمینان طناب‌های فولادی



E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0

• حداقل مقدار مجاز ضرب اطمینان (ضرب ایمنی):

(پیوست «ژ» استاندارد)

$$S_f = 10^{\left(\frac{\log \left(\frac{695.85 \times 10^6 \times N_{equiv}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{8.567}} \right)}{\log \left(77.09 \times \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2.894} \right)} \right)}$$

حداقل مقدار مجاز ضرب اطمینان : S_f

تعداد معادل فلکه‌ها : N_{equiv}

قطر فلکه کششی : D_t

قطر طناب‌های فولادی : d_r



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- افزایش تعداد و شدت خمش طناب‌های فولادی باعث تسریع در خرابی آنها می‌شود.
- نوع شیارها و در یک جهت یا معکوس بودن خم‌ها هم در این امر موثرند.
- درجه شدت هر خم را می‌توان با تعداد خم‌های ساده معادل کرد.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- تعداد معادل فلک‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N_{equiv} = N_{equiv(t)} + N_{equiv(p)}$$

□ N_{equiv} : تعداد معادل فلک‌ها

□ $N_{equiv(t)}$: تعداد معادل فلک‌های کششی

□ $N_{equiv(p)}$: تعداد معادل فلک‌های هرزگرد

اسفند ۱۳۹۲



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



- تعداد معادل فلکه‌های کششی $N_{equiv(t)}$ از جدول ۱ پیوست «ژ» استاندارد به دست می‌آید:

شیارهای V شکل	زاویه شیار (γ)	--	35°	36°	38°	40°	42°	45°
	$N_{equiv(t)}$	--	۱۸٫۵	۱۵٫۲	۱۰٫۵	۷٫۱	۵٫۶	۴٫۰
شیارهای زیربرش‌دار نیم‌گرد (U) یا V شکل	زاویه زیربرش (β)	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°
	$N_{equiv(t)}$	۲٫۵	۳٫۰	۳٫۸	۵٫۰	۶٫۷	۱۰٫۰	۱۵٫۲

□ برای شیارهای نیم‌گرد بدون زیربرش: $N_{equiv(t)} = 1$

E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0

- تعداد معادل فلکه‌های هرزگرد $N_{equiv(p)}$ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N_{equiv(p)} = K_p \times (N_{ps} + 4 \times N_{pr})$$

- $N_{equiv(p)}$: تعداد معادل فلکه‌های هرزگرد
- K_p : ضریب نسبت قطر فلکه کششی به فلکه‌های هرزگرد
- N_{ps} : تعداد فلکه‌های هرزگرد با خم ساده
- N_{pr} : تعداد فلکه‌های هرزگرد با خم معکوس



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0

- ضریب نسبت قطر فلکه کششی به فلکه‌های هرزگرد K_p از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$K_p = \left(\frac{D_t}{D_p} \right)^4$$

- K_p : ضریب نسبت قطر فلکه کششی به فلکه‌های هرزگرد
- D_t : قطر فلکه کششی
- D_p : میانگین قطر فلکه‌های هرزگرد بدون در نظر گرفتن فلکه کششی

ضرب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- در خمش‌های متوالی طناب‌های فولادی بین دو فلکه، اگر جهت چرخش در هر دو فلکه یکسان باشد، خم ساده محسوب می‌شود.
- خمش معکوس طناب‌های فولادی زمانی اتفاق می‌افتد که جهت چرخش فلکه‌ها بین دو فلکه متوالی معکوس شود، که به شدت بر طول عمر طناب فولادی تأثیر می‌گذارد.
- با این حال اگر فاصله بین نقاط تماس طناب با فلکه‌ها از حدی بیش‌تر باشد، تأثیر آن کم خواهد شد و می‌توان آن را خم ساده در نظر گرفت.
- برای فلکه‌های متحرک (متصل به کابین و وزنه) چون تنها در قسمتی از مسیر فاصله بین نقاط تماس طناب با فلکه‌ها کم می‌شود، حتی در صورت وجود خم معکوس، ساده در نظر گرفته می‌شود.



ضرب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

• بند ژ-۲-۲ استاندارد

خم معکوس تنها هنگامی در محاسبات طناب فولادی در نظر گرفته می‌شود که فاصله بین نقاط تماس طناب فولادی با دو فلکه ساکن متوالی از ۲۰۰ برابر قطر طناب فولادی کم‌تر باشد.

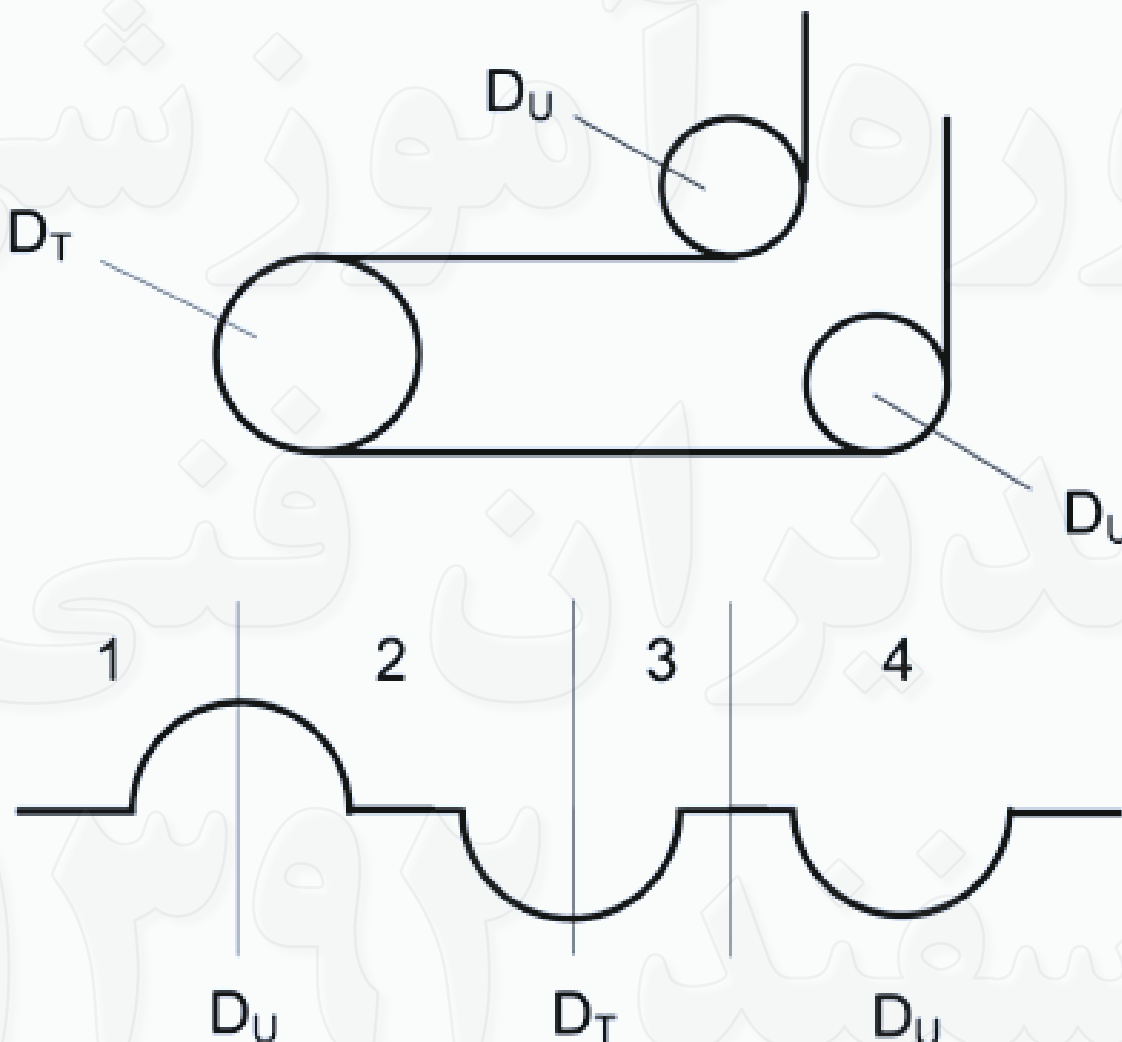
مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



EN 81 - 1 : 2000

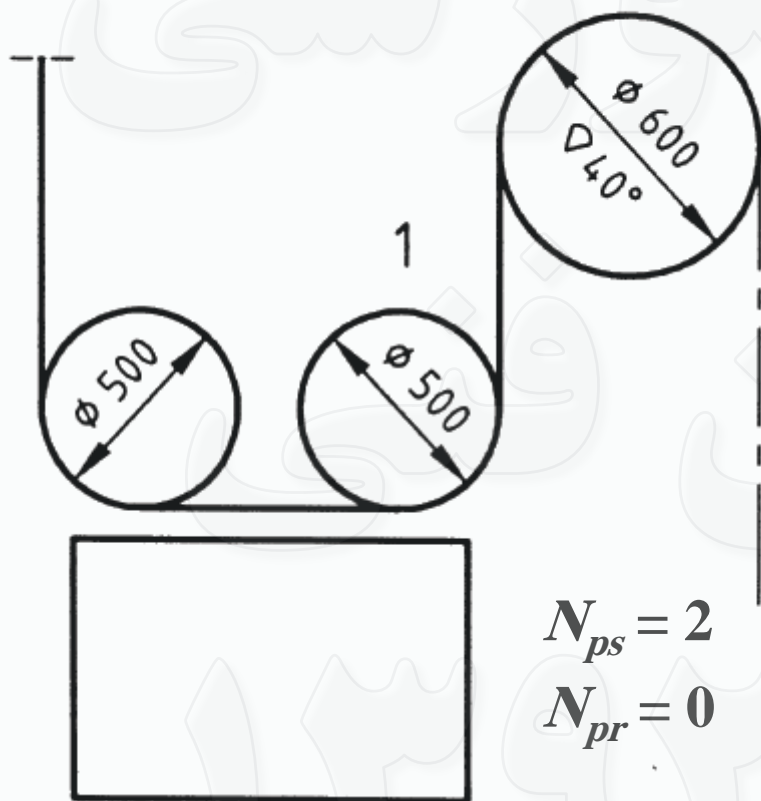




ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**



$$N_{ps} = 2$$

$$N_{pr} = 0$$

$$V_{groove}, \gamma = 40^\circ$$

$$N_{equiv(t)} = 7,1$$

$$K_p = 2,07$$

$$N_{equiv(p)} = 2 \times 2,07 = 4,1$$

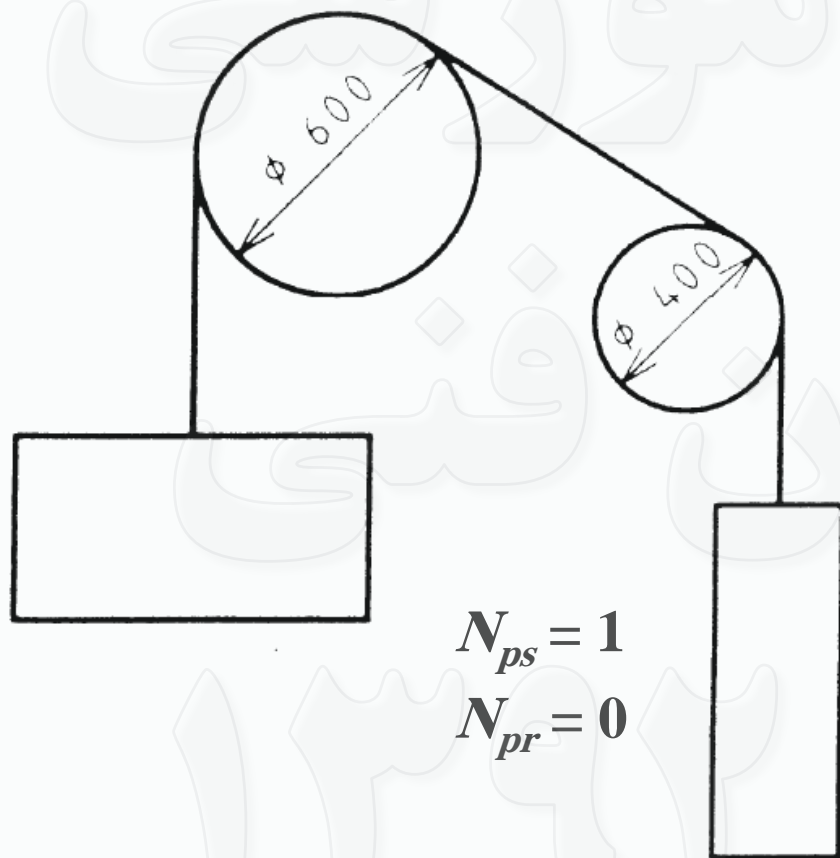
$$N_{equiv} = 11,2$$



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**



undercut V_{groove} , $\gamma = 40^\circ$, $\beta = 90^\circ$

$$N_{equiv(t)} = 5$$

$$K_p = 5,06$$

$$N_{equiv(p)} = 5,06$$

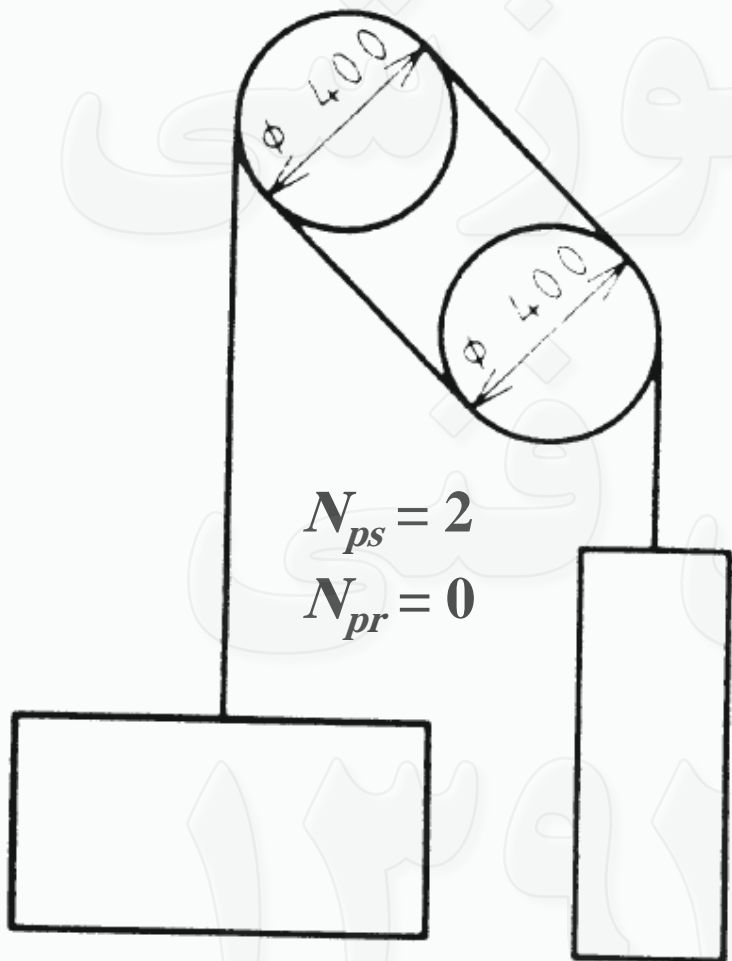
$$N_{equiv} = 10,06$$



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**



U_{grooves}

$$N_{\text{equiv}(t)} = 1 + 1 \text{ (double wrap)}$$

$$K_p = 1$$

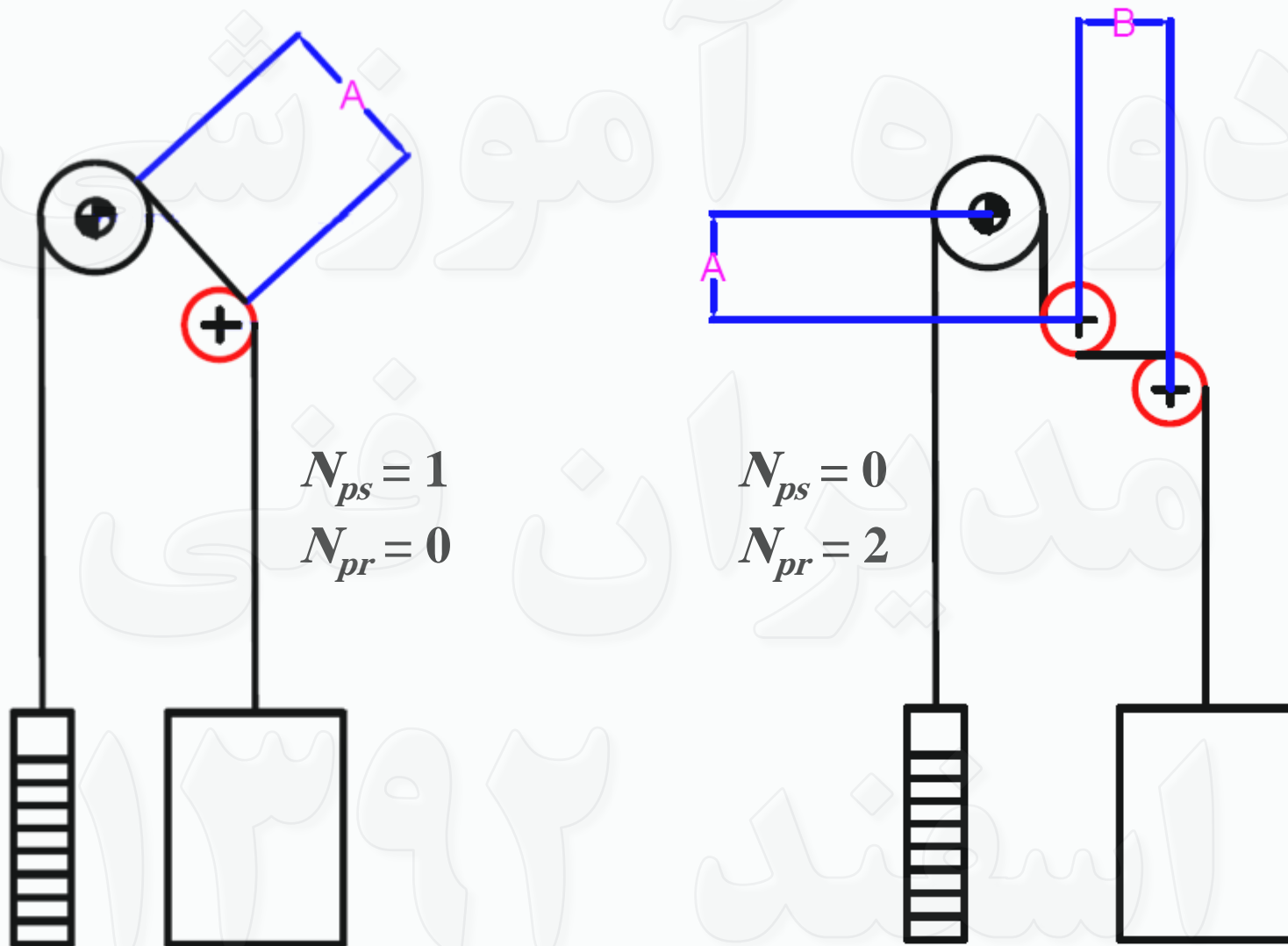
$$N_{\text{equiv}} = 4$$



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



E N 8 1 - 1 : 2 0 0 0



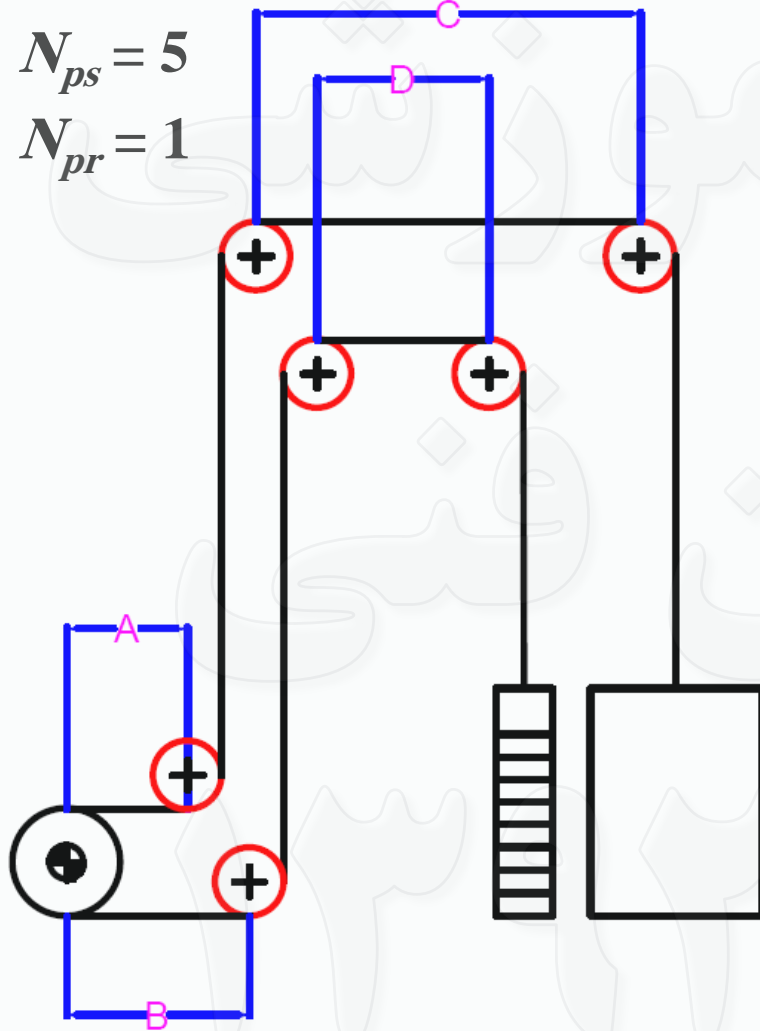
ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



E N 8 1 - 1 : 2 0 0 0

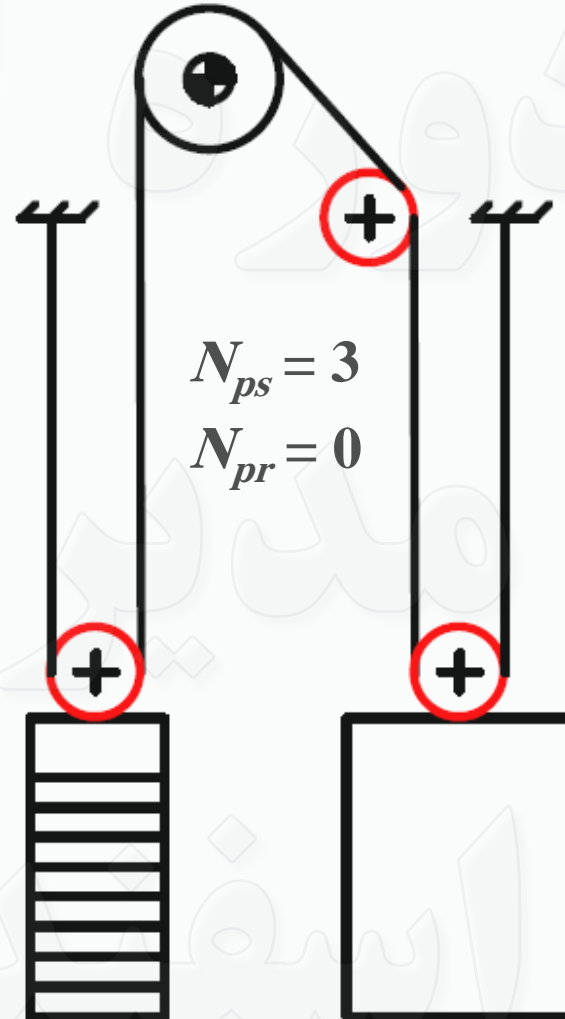
$$N_{ps} = 5$$

$$N_{pr} = 1$$



$$N_{ps} = 3$$

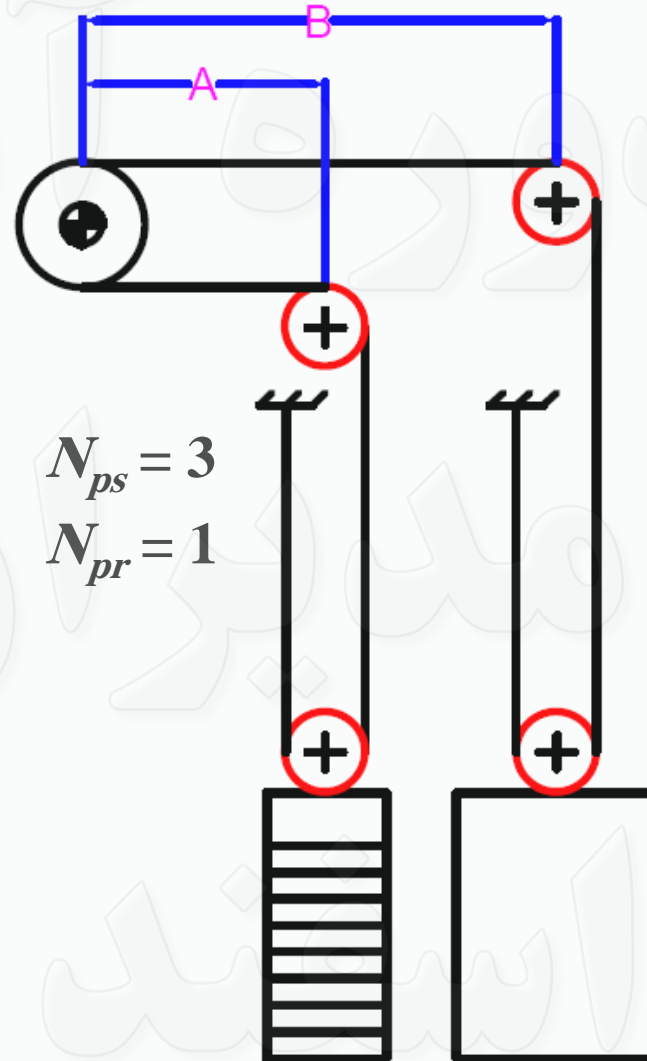
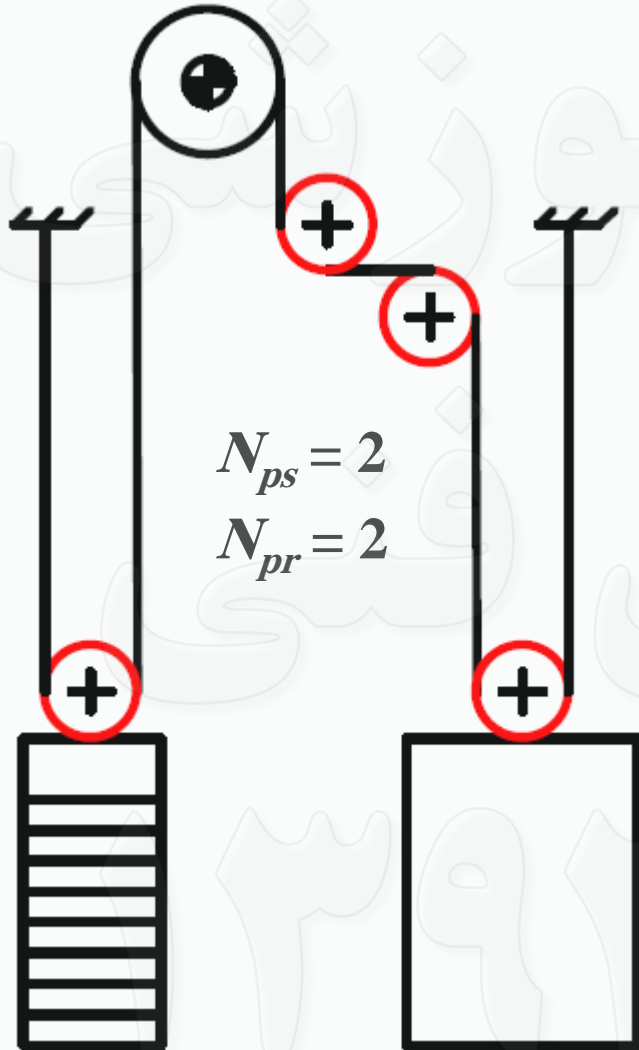
$$N_{pr} = 0$$



ضریب اطمینان طناب‌های فولادی



EN 81 - 1 : 2000



فشار ویژه طناب‌های فولادی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**

- محاسبات فشار ویژه طناب‌ها که در ویرایش قبلی استاندارد به آن پرداخته شده بود، در ویرایش جدید استاندارد حذف شده و ملاحظات ارائه شده در پیوست «ژ» جایگزین آن شده است.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



- طناب‌های فولادی در حالت‌های زیر نباید بر روی شیارها سر بخورند (پیوست «ز» استاندارد):
 - در حین حرکت عادی
 - بارگذاری کابین در تراز طبقه
 - شتاب منفی حاصل از ترمزگیری اضطراری
- طناب‌های فولادی در حالت زیر باید بر روی شیارها سر بخورند (پیوست «ز» استاندارد):
 - گیر کردن کابین در چاه



- شرط سر نخوردن طناب‌ها در شرایط بارگذاری و ترمزگیری اضطراری:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{f\alpha}$$

- T_1 و T_2 : نیروهای کشش در بخشی از طناب‌ها که در دو طرف فلکه کششی قرار گرفته‌اند (T_1 نیروی بزرگ‌تر است)
- e : پایه لگاریتم طبیعی و حدوداً برابر با ۲/۷۱۸۲ (تا ۴ رقم اعشار)
- f : ضریب اصطکاکی
- α : زاویه پیچش طناب‌ها به دور فلکه کششی (رادیان)



- شرط سر خوردن طناب‌ها در حالت متوقف شدن کابین (نشستن وزنه تعادل بر روی ضربه گیر و چرخش موتور در جهت بالا):

$$\frac{T_1}{T_2} \geq e^{f\alpha}$$

□ T_1 و T_2 : نیروهای کشش در بخشی از طناب‌ها که در دو طرف فلکه کششی قرار گرفته‌اند (نیروی بزرگ‌تر در صورت کسر است)

□ e : پایه لگاریتم طبیعی و حدوداً برابر با ۲/۷۱۸۲ (تا ۴ رقم اعشار)

□ f : ضریب اصطکاک

□ α : زاویه پیچش طناب‌ها به دور فلکه کششی (رادیان)



• حداکثر مقدار $\frac{T_1}{T_2}$ در حالت‌های زیر باید محاسبه شوند:

- حالت بارگذاری کابین
- حالت ترمزگیری اضطراری
- حالت کابین متوقف شده



• بررسی T_1 و T_2 در حالت بارگذاری کابین:

در این حالت نسبت T_1 به T_2 باید با ۱۲۵٪ بار نامی برای بحرانی ترین حالت مرتبط با موقعیت کابین در چاه محاسبه شود.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



• بررسی T_1 و T_2 در حالت بارگذاری کابین:

$$T_1 = \frac{(P + 1.25 \times Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

□ T_1 : نیروی کشش در سمت کابین (N)

□ P : جرم کابین خالی و متعلقات آن (kg)

□ Q : ظرفیت نامی کابین (kg)

□ M_{CRcar} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت کابین (kg)

□ M_{Trav} : جرم کابل تراول (kg)

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلکه‌ها (kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت بارگذاری کابین:

$$T_1 = \frac{(P + 1.25 \times Q + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت کابین (kg) : M_{SRcar} □

ضریب طناب‌بندی : r □

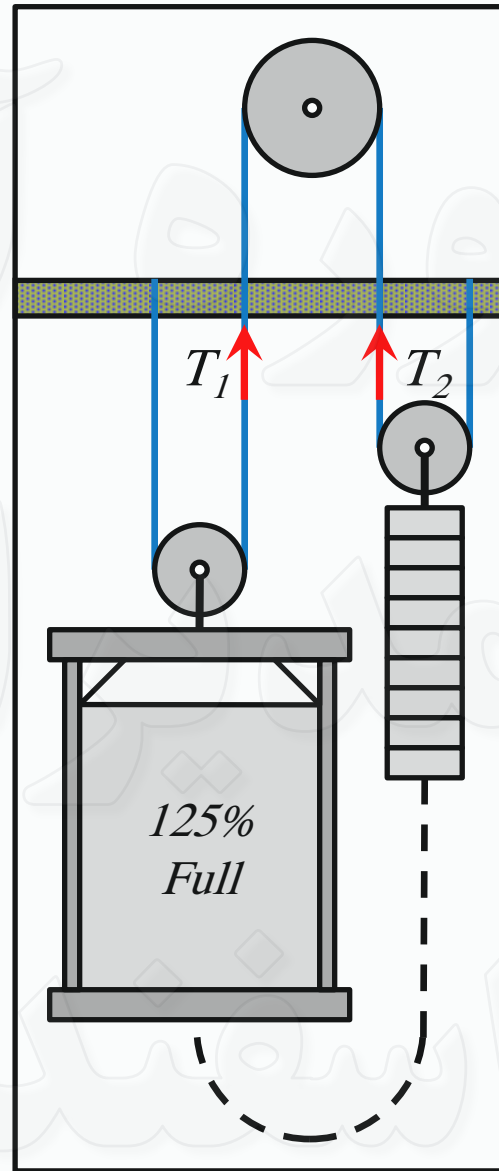
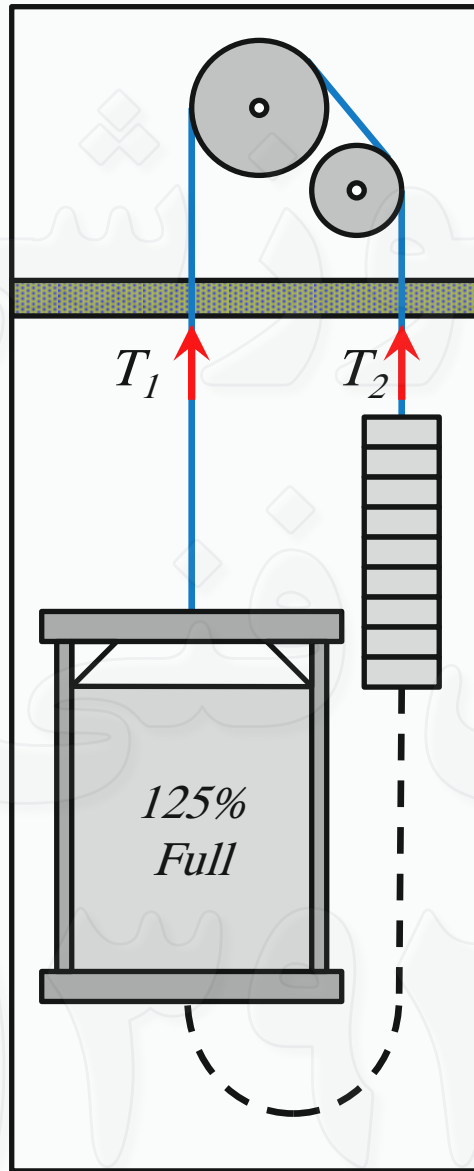
شتاب گرانش (m/s^2) : g_n □

اسفند ۱۳۹۲

نیروی کششی – اصطکاکی



EN 81 - 1 : 2000





• بررسی T_1 و T_2 در حالت بارگذاری کابین:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} \cdot g_n$$

□ T_2 : نیروی کشش در سمت وزنه تعادل (N)

□ M_{cwt} : جرم وزنه تعادل شامل جرم فلکه‌ها (kg)

□ M_{CRcwt} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت وزنه تعادل (kg)

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلکه‌ها (kg)

□ M_{SRcwt} : جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت وزنه تعادل (kg)

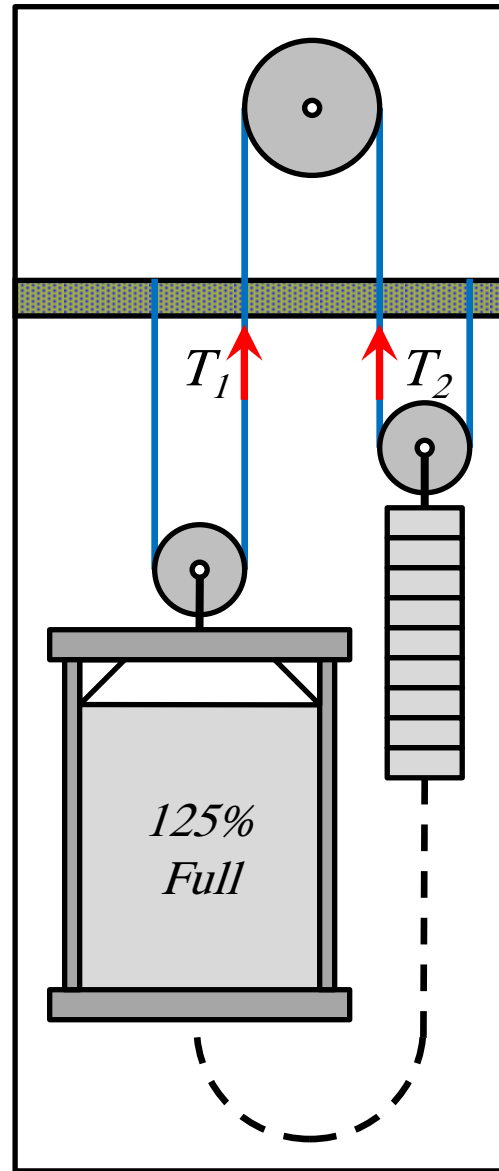
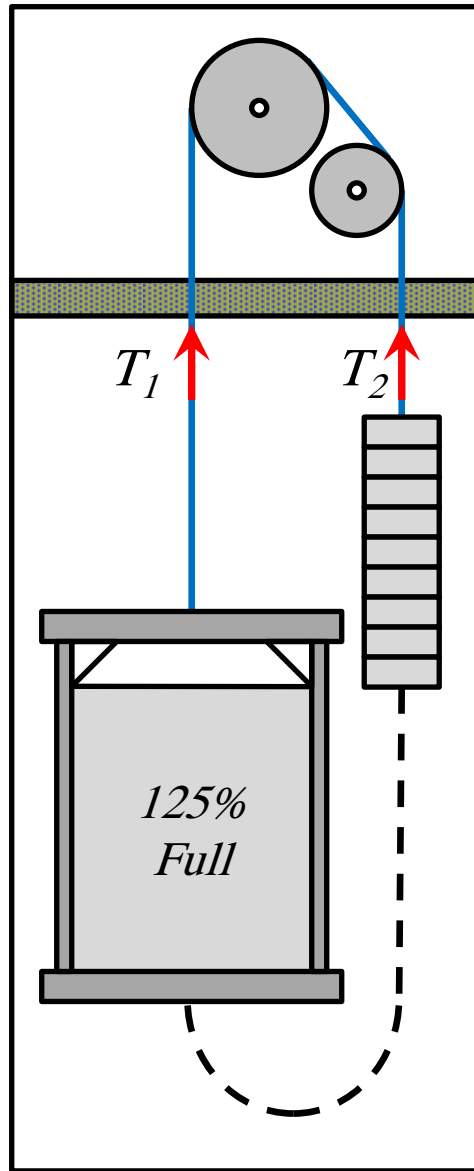
□ r : ضریب طناب‌بندی

□ g_n : شتاب گرانش (m/s^2)

نیروی کششی – اصطکاکی



**E
N
8
1
-
1
:
2
0
0
0**





- جرم طناب‌های فولادی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$M_{SR} = (0.5H \pm y) \times n_s \times m_s$$

جرم طناب‌های فولادی آویزان (kg) : M_{SR} □

ارتفاع حرکت (m) : H □

موقعیت کابین یا وزنه (m) : y □

(در ارتفاع $0.5 H \leftarrow y = 0$)

تعداد طناب‌های فولادی آویز : n_s □

جرم واحد طول طناب‌های فولادی آویز (kg/m) : m_s □



- جرم طناب یا زنجیر جبران از رابطه زیر به دست می آید:

$$M_{CR} = (0.5H \pm y) \times n_c \times m_c$$

جرم طناب یا زنجیر جبران (kg) : M_{CR} □

ارتفاع حرکت (m) : H □

موقعیت کابین یا وزنه (m) (در ارتفاع $0.5 H \leftarrow y = 0$) : y □

تعداد طناب یا زنجیر جبران : n_c □

جرم واحد طول طناب یا زنجیر جبران (kg/m) : m_c □



- جرم کابل تراول از رابطه زیر به دست می آید:

$$M_{Trav} = (0.25H \pm 0.5y) \times n_t \times m_t$$

جرم کابل تراول (kg) : M_{Trav} □

ارتفاع حرکت (m) : H □

موقعیت کابین (m) (در ارتفاع $0.5 H \leftarrow y = 0$) : y □

تعداد کابل تراول : n_t □

جرم واحد طول کابل تراول (kg/m) : m_t □



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

□ در این حالت نسبت T_1 به T_2 باید برای بحرانی ترین حالت مرتبط با موقعیت کابین در چاه و وضعیت بارگذاری کابین (با بار نامی یا بدون بار) محاسبه شود.

□ هر عضو متحرکی باید با توجه به ضریب فلکه بندی مرتبط و همچنین شتاب متناسب خود در نظر گرفته شود.

□ در هر حال شتاب ترمزگیری نباید کم تر از مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

• 0.5 m/s^2 ، در حالت معمول

• 0.8 m/s^2 ، وقتی از ضربه گیرهای با کورس کاهش یافته استفاده می شود



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

□ T_1 : نیروی کشش در سمت کابین (N)

□ P : جرم کابین خالی و متعلقات آن (kg)

□ Q : ظرفیت نامی کابین (kg)

□ M_{CRcar} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت کابین (kg)

□ M_{Trav} : جرم کابل تراول (kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلکه‌ها (kg)

□ M_{SRcar} : جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت کابین (kg)

□ m_{PTD} : جرم کاهش یافته وسایل کشنده طناب جبران (دو فلکه)
(kg)

□ m_{DP} : جرم کاهش یافته فلکه فاصله‌انداز در سمت کابین (kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

جرم کاهش یافته فلکه در سمت کابین (kg) : m_{Pcar} □

تعداد فلکه‌های سمت کابین : i_{Pcar} □

نیروی اصطکاک در چاه (راندمان یاتاقان‌های سمت کابین،
اصطکاک روی ریل‌ها و ...) (N) : FR_{car} □

ضریب طناب‌بندی : r □



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_1 = \frac{(P + Q + M_{CRcar} + M_{Trav}) \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} (g_n \pm r \cdot a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^I$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcar} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcar} \cdot i_{Pcar} \cdot a) \right]^{III} \pm \frac{FR_{car}}{r}$$

□ a : شتاب کندشونده کابین (m/s^2)

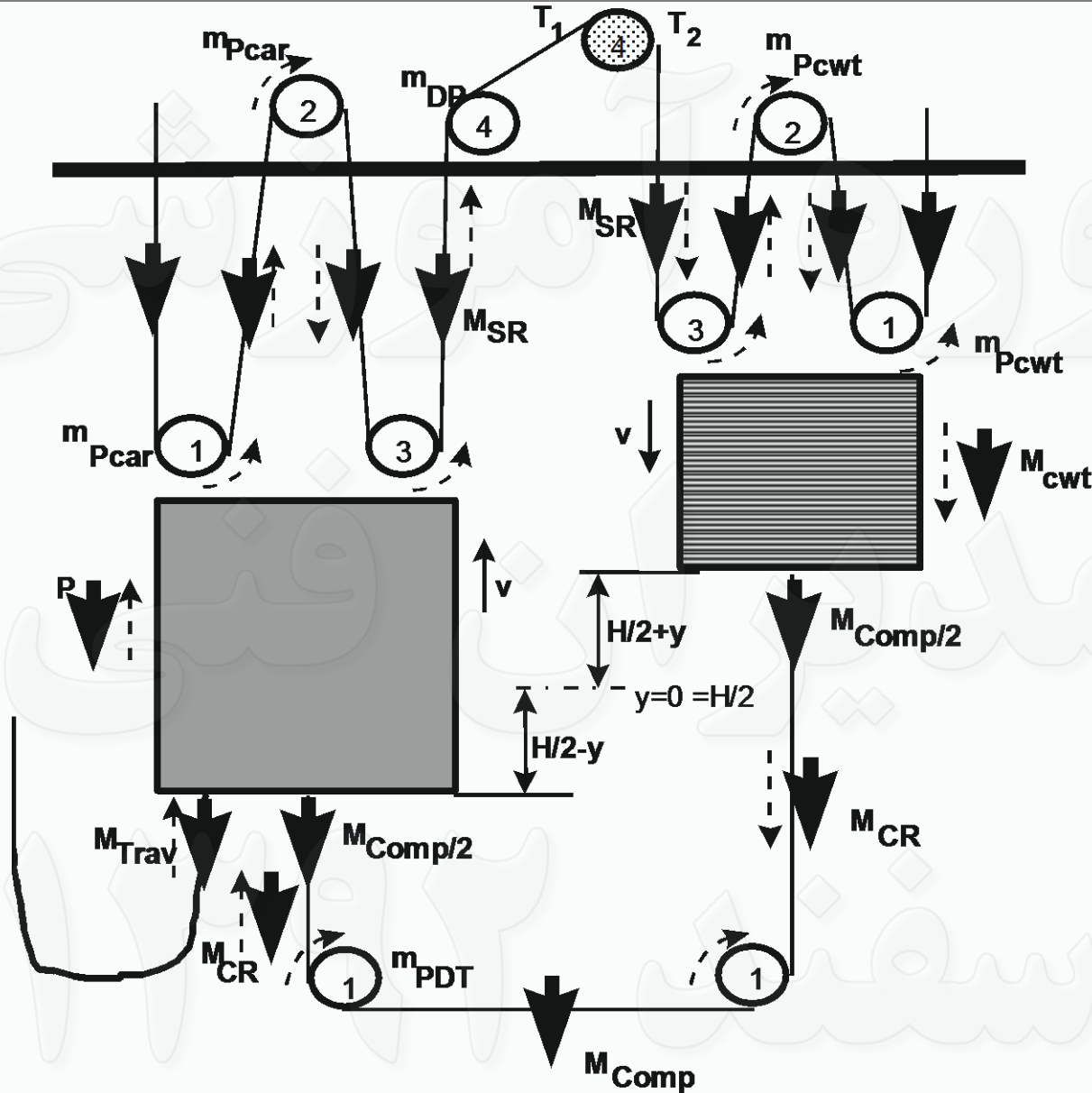
□ g_n : شتاب گرانش (m/s^2)

اسفند ۱۳۹۲

نیروی کششی - اصطکاکی



E N 8 1 - 1 : 2 0 0 0





• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} (g_n \pm a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

□ T_2 : نیروی کشش در سمت وزنه تعادل (N)

□ M_{cwt} : جرم وزنه تعادل شامل جرم فلک‌ها (kg)

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلک‌ها (kg)

□ M_{SRcwt} : جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت وزنه تعادل (kg)

□ M_{CRcwt} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت وزنه تعادل (kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} (g_n \pm a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

جرم کاهش یافته وسایل کشنده طناب جبران (دو فلکه) m_{PTD} : □
(kg)

جرم کاهش یافته فلکه فاصله انداز در سمت وزنه تعادل m_{DP} : □
(kg)

جرم کاهش یافته فلکه در سمت وزنه تعادل m_{Pcwt} : □
(kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} (g_n \pm a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

تعداد فلکه‌های سمت وزنه تعادل : i_{Pcwt} □

نیروی اصطکاک در چاه (راندمان یاتاقان‌های سمت کابین، : FR_{car} □

اصطکاک روی ریل‌ها و ... (N)

ضریب طناب‌بندی : r □



• بررسی T_1 و T_2 در حالت ترمزگیری اضطراری:

حالت اول: کابین با بار نامی:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} \cdot (g_n \pm a)}{r} + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} (g_n \pm r \cdot a) + \frac{M_{CRcwt}}{r} (g_n \pm a) - \left(\frac{2 \cdot m_{PTD}}{r} a \right)^{IV}$$

$$\pm (m_{DP} \cdot r \cdot a)^{II} \pm \left[M_{SRcwt} \cdot a \left(\frac{r^2 - 2r}{2} \right) \pm \sum_{i=1}^{r-1} (m_{Pcwt} \cdot i_{Pcwt} \cdot a) \right]^V \pm \frac{FR_{cwt}}{r}$$

□ a : شتاب کندشونده کابین (m/s^2)

□ g_n : شتاب گرانش (m/s^2)

اسفند ۱۳۹۲



• بررسی T_1 و T_2 در حالت کابین متوقف شده:

□ در این حالت نسبت T_1 به T_2 باید برای بحرانی ترین حالت مرتبط با موقعیت کابین در چاه و وضعیت بارگذاری کابین (با بار نامی یا بدون بار) محاسبه شود.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



• بررسی T_1 و T_2 در حالت کابین متوقف شده:

$$T_1 = \frac{(P + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

□ T_1 : نیروی کشش در سمت کابین (N)

□ P : جرم کابین خالی و متعلقات آن (kg)

□ M_{CRcar} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت کابین (kg)

□ M_{Trav} : جرم کابل تراول (kg)

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلکه‌ها (kg)

□ M_{SRcar} : جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت کابین (kg)



• بررسی T_1 و T_2 در حالت کابین متوقف شده:

$$T_1 = \frac{(P + M_{CRcar} + M_{Trav})}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcar} \cdot g_n$$

ضریب طناب‌بندی $: r$ □

شتاب گرانش (m/s^2) $: g_n$ □



• بررسی T_1 و T_2 در حالت کابین متوقف شده:

$$T_2 = \frac{M_{cwt} + M_{CRcwt}}{r} g_n + \frac{M_{Comp}}{2 \cdot r} g_n + M_{SRcwt} \cdot g_n$$

□ T_2 : نیروی کشش در سمت وزنه تعادل (N)

□ M_{cwt} : جرم وزنه تعادل شامل جرم فلک‌ها (kg)

□ M_{CRcwt} : جرم طناب یا زنجیر جبران در سمت وزنه تعادل (kg)

□ M_{comp} : جرم وسایل کشنده طناب جبران شامل جرم فلک‌ها (kg)

□ M_{SRcwt} : جرم طناب‌های فولادی آویز در سمت وزنه تعادل (kg)

□ r : ضریب طناب‌بندی

□ g_n : شتاب گرانش (m/s^2)



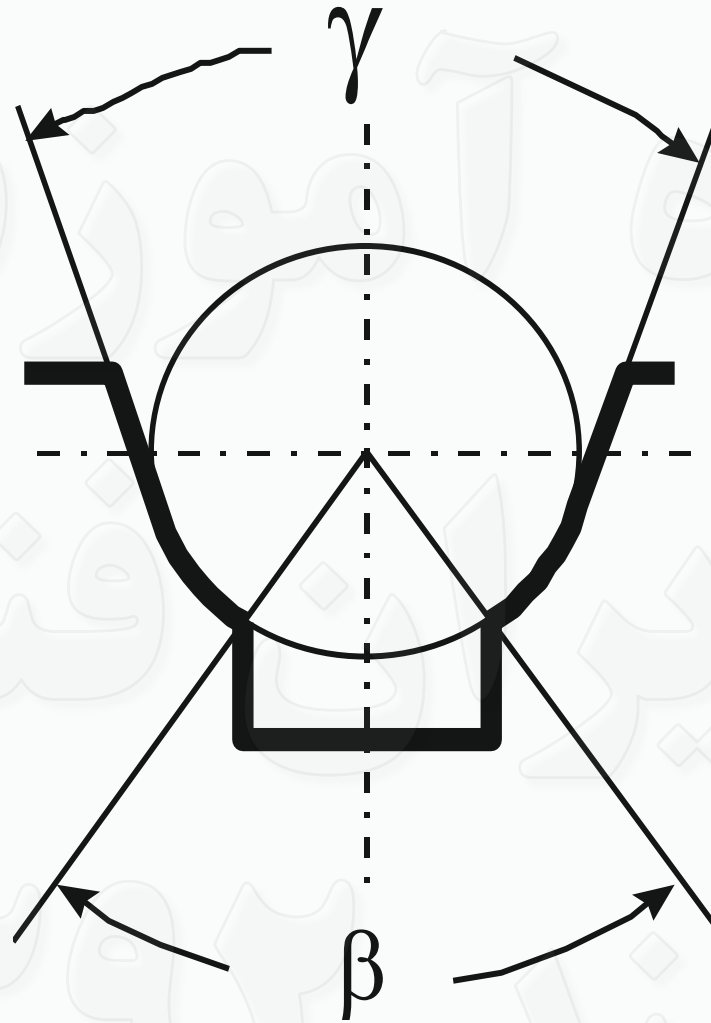
• محاسبه ضریب اصطکاک:

محاسبه باید با در نظر گرفتن مشخصات شیارهای فلکه کششی انجام شود.

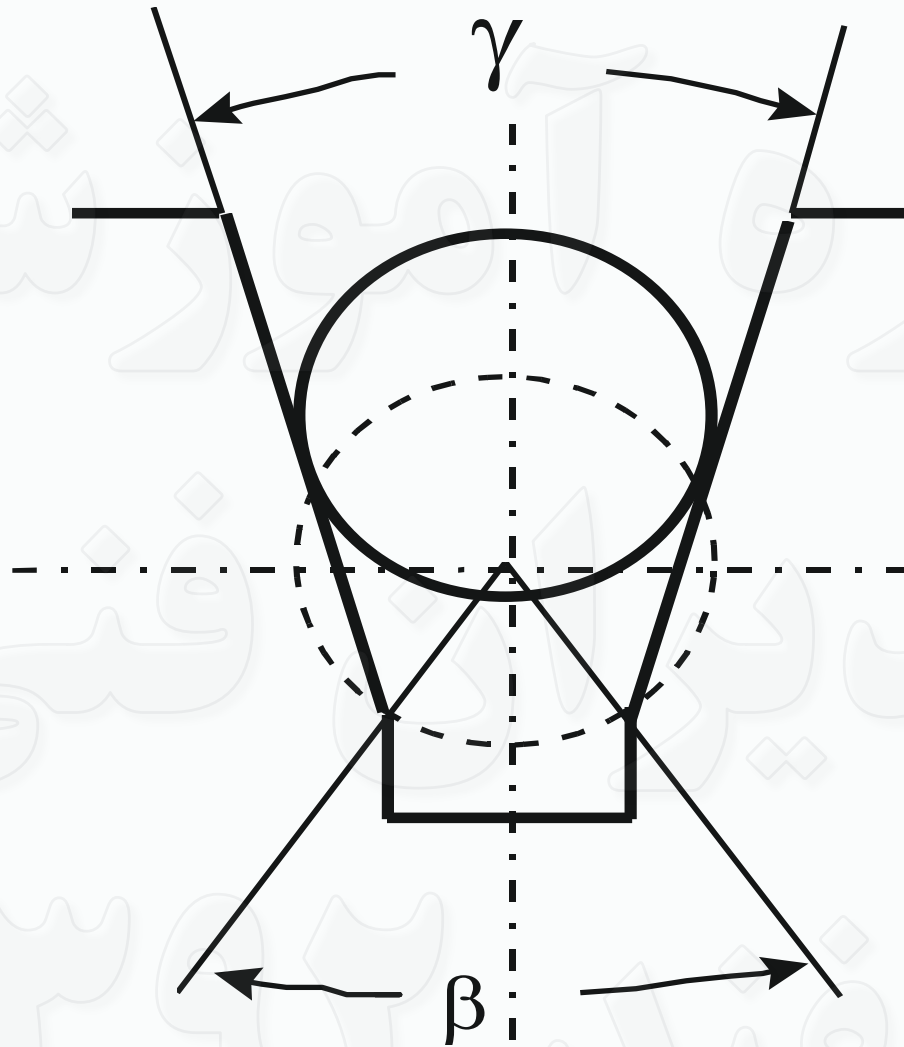
انواع شیارهای مورد بررسی:

- نیم گرد
- نیم گرد زیربرش دار
- V شکل
- V شکل زیربرش دار

اسفند ۱۳۹۲



شیار نیم گرد زیربرش دار



شیار V شکل



- ضریب اصطکاک در شیارهای نیم گرد و نیم گرد زیربرش دار:

$$f = \mu \cdot \frac{4(\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2})}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

- f : ضریب اصطکاک مؤثر
- μ : ضریب اصطکاک بین طناب‌های فولادی و فلک‌های چدنی (۰/۰۹)
- γ : زاویه شیار
- β : زاویه زیربرش شیار (برای شیار نیم گرد: $\beta = 0$)
- π : عددی ثابت و برابر با ۳/۱۴ (تا دو رقم اعشار)



• ضریب اصطکاک در شیارهای نیم گرد و نیم گرد زیربرش دار:

- زاویه شیار در هیچ حالتی نباید از ۲۵ درجه کم تر باشد.
- زاویه زیربرش شیار در هیچ حالتی نباید از ۱۰۶ درجه (معادل ۸۰٪ زیربرش) بیش تر باشد.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲



• ضریب اصطکاک در شیارهای نیم گرد و نیم گرد زیربرش دار:

- زاویه شیار در هیچ حالتی نباید از ۲۵ درجه کم تر باشد.
- زاویه زیربرش شیار در هیچ حالتی نباید از ۱۰۶ درجه (معادل ۸۰٪ زیربرش) بیش تر باشد.
- در صورت نداشتن زیربرش، اصطکاک در شیار نیم گرد به شدت کاهش می یابد و به این دلیل برای فلکه کششی مناسب نیست.
- در صورت استفاده از پیچش دوبرگ می توان از شیار نیم گرد در فلکه کششی استفاده کرد.
- زوایای مذکور توسط شرکت سازنده در کاتالوگ موتور مشخص می شود.

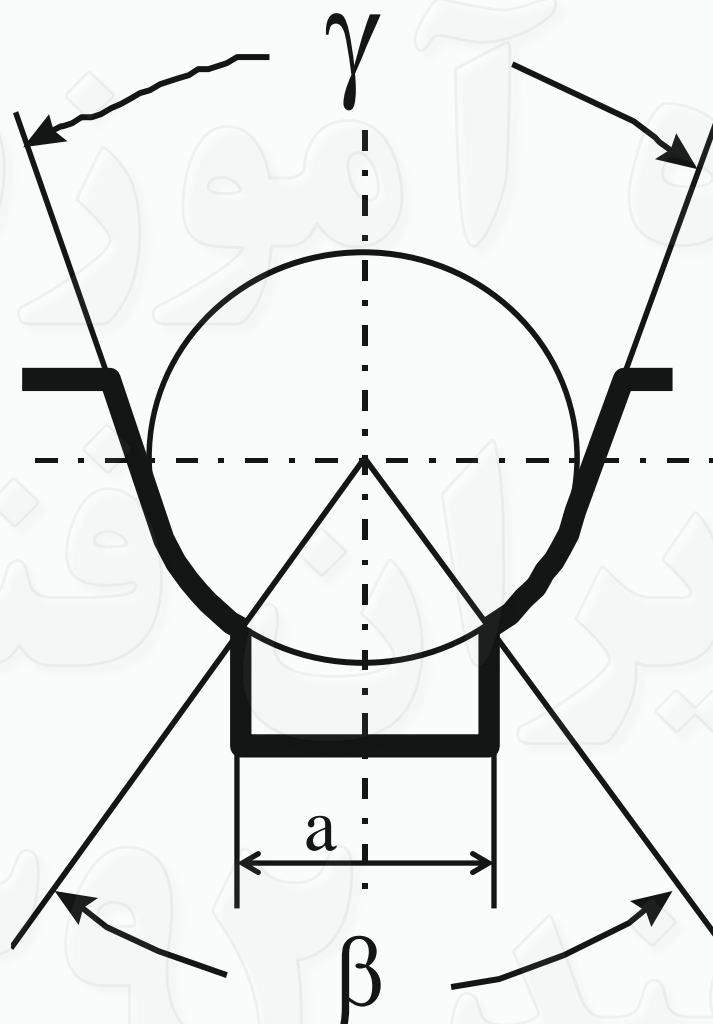


- ضریب اصطکاک در شیارهای نیم گرد و نیم گرد زیربرش دار:
در صورت نبود مستندات، زاویه زیربرش شیار از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\beta = 2 \text{ArcSin} \left(\frac{a}{d} \right)$$

- β : زاویه زیربرش شیار
- a : عرض ناحیه زیربرش
- d : قطر طناب فولادی

اسفند ۱۳۹۲





• ضریب اصطکاک در شیارهای V شکل:

- در صورتی که بر روی شیار عملیات سخت کاری اضافی انجام نشده باشد، جهت محدود کردن خوردگی شیار فلکه در اثر سایش وجود زیربرش ضروری است.
- زاویه شیار در هیچ حالتی نباید از ۳۵ درجه کم تر باشد.
- زاویه زیربرش شیار در هیچ حالتی نباید از ۱۰۶ درجه (معادل ۸۰٪ زیربرش) بیش تر باشد.
- زاویه شیار با ابزار خاص قابل اندازه گیری است.

اسفند ۱۳۹۲



• ضریب اصطکاک در شیارهای V شکل:

□ در حالت بارگذاری کابین و ترمزگیری اضطراری:

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \gamma / 2}$$

• برای شیارهای سخت کاری شده

$$f = \mu \cdot \frac{4(1 - \sin \frac{\beta}{2})}{\pi - \beta - \sin \beta}$$

• برای شیارهای سخت کاری نشده

□ در حالت کابین متوقف شده:

$$f = \mu \cdot \frac{1}{\sin \gamma / 2}$$

• برای شیارهای سخت کاری شده و نشده



- ضریب اصطکاک طناب فولادی با شیار فلکه چدنی:
 - حداقل مقادیر زیر برای ضریب اصطکاک اعمال می شود:
 - در حالت بارگذاری

$$\mu = 0.1$$

- در حالت ترمزگیری اضطراری

$$\mu = \frac{0.1}{1 + \frac{V}{10}} =$$

- در حالت کابین متوقف شده

$$\mu = 0.2$$



• ضریب اصطکاک طناب فولادی با شیار فلکه چدنی:

□ در حالت ترمزگیری اضطراری سرعت وارد شده در رابطه ضریب اصطکاک باید سرعت طنابهای فولادی باشد، نه سرعت اسمی (سرعت کابین).

□ نمودار مقادیر ضریب اصطکاک بر حسب سرعت در نموداری در استاندارد داده شده است.

مدیران فنی
اسفند ۱۳۹۲