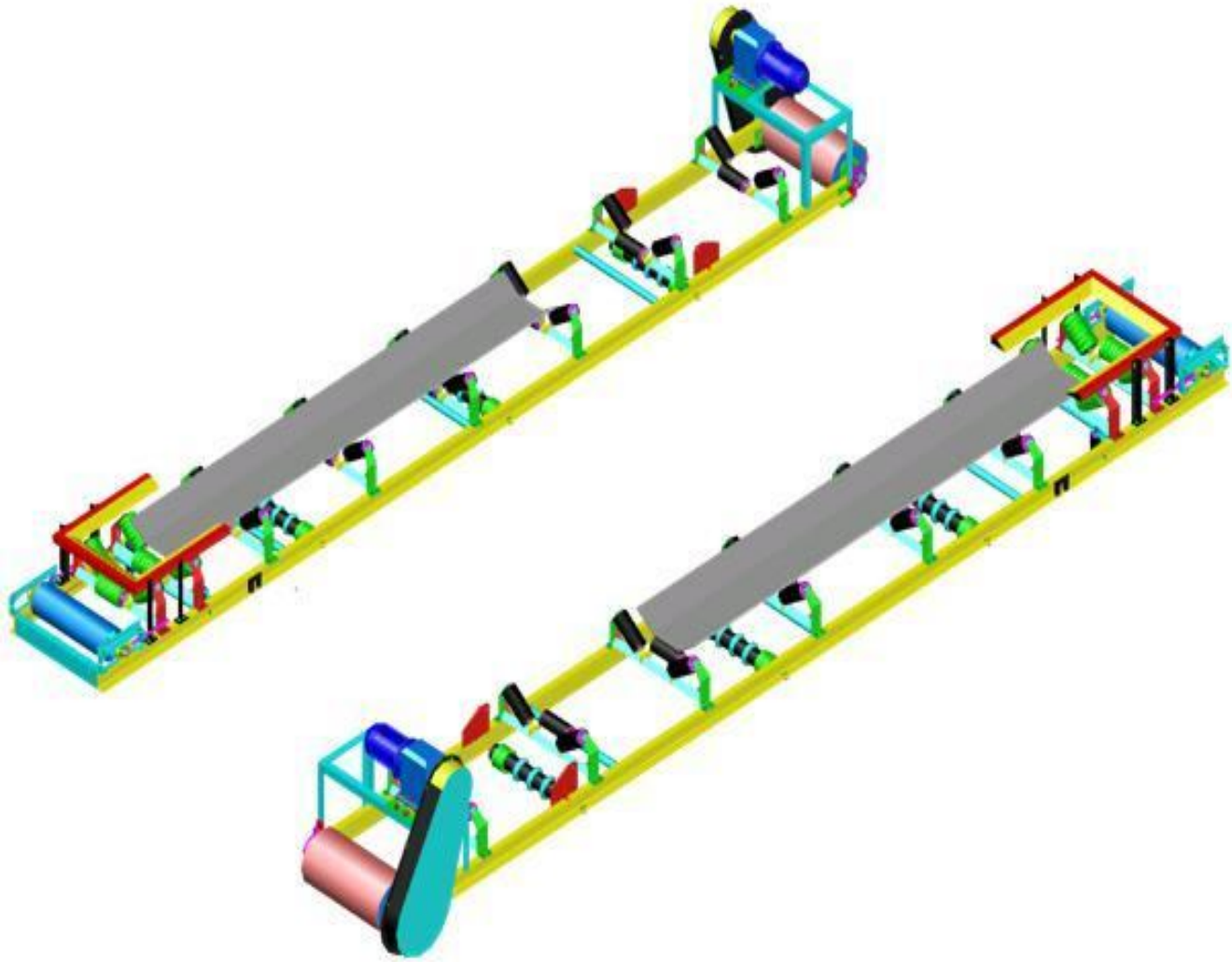
مبانی طراحی نقاله های لاستیکی



فهـرســـــت مطالـــب

پیشگفتار **4**

فصل اول : نوار نقاله و اجزاء آن **5**

1. ساختار نوار نقاله لاستیکی 5
2. ضخامت، نوع آمیزه و شکل سطح لاستیک روکش نوار 6
3. تقویت کننده‌ها 8

فصل دوم : عرض، سرعت، زاویه شیب، تناژ یا ظرفیت حمل بار نوار **11**

1. عرض نوار نقاله 11
2. سرعت نوار نقاله 12
3. زاویه شیب نوار 13
4. یا ظرفیت حمل بار نوار 14

فصل سوم : ماشین نقاله و اجزاء آن **17**

1. اجزاء ماشین نقاله 17
2. هرزگردهای ماشین نقاله 18
3. درام‌ها 20

فصل چهارم : محاسبه کشش‌های وارد بر نوار نقاله و محاسبه توان موتور **21**

1. نمودار کشش‌های وارد بر نوار نقاله و نمودار تشریحی آنها 27

2. انواع ماشین نقاله و فرمول‌های محاسبه کشش‌های وارد بر نوار آنها 28
3. محاسبه استحکام عملی پارچه منجید و نوار 36
4. محاسبه حداکثر کشش وارد بر نوار ماشین نقاله‌های عمودی 39
5. کشش اولیه نوار و طول کشش اولیه 39
6. شتاب و واشتاب ماشین نقاله 42
7. محاسبه توان موتور 42

فصل پنجم : طراحی برخی قسمت‌های ماشین نقاله 45

1. محاسبه حداقل شعاع کوژ و کاو در نوار ها 45
2. محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد در نوارهای ناودانی 47

فصل ششم : نمایش استاندارد نوار نقاله و جداول تبدیل آحاد 49

پیوست 1 : مشخصات فنی در ارتباط با ساخت رولیک و درام 51

پیوست 2 : تستهای مربوط به رولیک 52

منابع و مآخذ استاندارد نوار نقاله 53

منابع کتاب 55

پیشگفتار

شرکت صنایع لاستیکی سهند به عنوان نخستین تولید کننده نوارنقاله‌های لاستیکی در ایران، سالهاست دانش فنی مصرف و به کارگیری نوارنقاله را با چاپ نشریات و برگزاری دوره‌های آموزشی در اختیار دانش‌پژوهان و مهندسین قرار داده است.

اکنون با توجه به دوره‌های آموزشی برگزار شده و با بهره گیری از منابع و مراجع متعددی که در اختیار دارد و با اتکاء به تجربه متخصصین و کارشناسان خود، نوشته‌ای که در اختیار دارید را فراهم نموده است.

هدف این شرکت از چاپ و انتشار مجموعه حاضر ارائه همه جزئیات دانش فنی نوار نقاله نیست، بلکه راهنمایی اولیه برای طراحان و دست‌اندرکاران نوارنقاله است.

مسئولین شرکت صنایع لاستیکی سهند به خوبی آگاهند که ارائه مطالب کتاب با شرح و بسط کامل از حیطه یک کارخانه تولید کننده نوارنقاله خارج است و به عهده مراکز علمی و دانشگاهی است. با وجود این، مجموعه حاضر می‌تواند توجه مراکز علمی و دانشگاهی کشورمان را به خود جلب نماید تا در صدد برگزاری دوره‌های تخصصی در این زمینه برای دانشجویان و علاقه‌مندان برآیند.

در کشور ما در سال 1368 برای نخستین بار خط تولید انبوه نوارنقاله مطابق با استانداردهای بین‌المللی در کارخانه شرکت صنایع لاستیکی سهند آغاز به کار کرد. نوپا بودن صنعت نوارنقاله در ایران از یک طرف و ضرورت رشد و توسعه این صنعت از طرف دیگر، همواره مسئولین شرکت صنایع لاستیکی سهند را بر آن داشته است تا هرچه در توان دارند به کار گیرند و تقدیم دست‌اندرکاران این صنعت و مردم شریف کشورمان کنند و امیدوارند دیگران ادامه دهنده این گامهای نخستین باشند.

شرکت صنایع لاستیکی سهند – خرداد 1376

علیهذا با عنایت به موارد مذکور و خط مشی شرکت صنایع لاستیکی سهند و نیاز صنعت کشور و همچنین در اختیار نبودن مراجع مناسب دیگر و تألیفات شرکت صنایع لاستیکی سهند جهت علاقه‌مندان به این صنعت و جامعه فنی مهندسی کشور بر آن شدم تا این مطالب را که اغلب آن قبلاً توسط مهندسین شرکت صنایع لاستیکی سهند تهیه و گردآوری شده است ولی در دسترس نیست مجدداً نوشته و در اختیار علاقه‌مندان قرار دهم. امید که موثر واقع افتد.

فصل 1

نوار نقاله و اجزاء آن

نوار نقاله لاستیکی به رغم ظاهر ساده آن محصولی مهندسی و پیچیده است . شناخت دقیق نوار نقاله و اجزاء آن نیاز به دانستن اصول پایه مهندسی دارد.

1. ساختار نوار نقاله لاستیکی

نوار نقاله از سه قسمت اصلی تشکیل شده است.

1-1 لاستیک روکش بالای نوار

لاستیک روکش بالای نوار قسمتی است که بار روی آن قرار گیرد و از منجید نوار در مقابل آسیبهای ناشی از مواد حمل شونده محافظت می کند. جنس و ضخامت لاستیک روکش بالا به نوع مواد حمل شونده و شرایط کارکرد نوار بستگی دارد. مشخصات فیزیکی مواد از قبیل دما، ریز و درشت بودن ذرات، بُرندگی یا صاف بودن و نیز مشخصات شیمیایی مواد حمل شونده در انتخاب ضخامت و جنس لاستیک روکش بالا موثرند .

1-2 منجید نوار

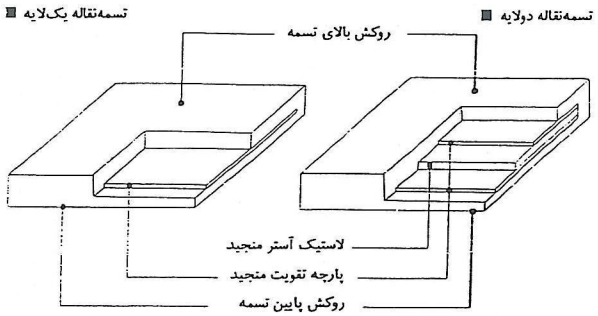
منجید قسمتی است که استحکام مور نیاز نوار را برای حل بار و به گردش درآوردن خود نوار و درامها و هرزگردهای ماشین نقاله تأمین می‌کند. منجید از یک یا چند لایه تقویت کننده و لاستیک تشکیل یافته است. استحکام نوار بر اساس استحکام منجید آن بیان میشود.

1-3 لاستیک روکش پایین نوار

لاستیک روکش پایینی نوار قسمتی است که منجید را در مقابل سایش هرزگردها و درام‌ها و سرزیر مواد

* اغلب مطالب، شکلها و جداول این مجموعه از جزوه اصول طراحی تسمه نقاله‌ها شرکت صنایع لاستیکی سهند اتخاذ گردیده است.

حمل شونده محافظت می‌کند. ضخامت روکش لاستیک پایین از ضخامت روکش لاستیک بالا کمتر است.



شکل 1 (اجزاء نوار نقاله)

2. ضخامت، نوع آمیزه و شکل سطح لاستیک روکش نوار

1-2 ضخامت لاستیک روکش بالا

تعیین ضخامت لاستیک روکش بالا به طور دقیق کار مشکلی است. زیرا ضخامت لاستیک روکش بالا به عوامل متعددی مانند اندازه ذرات مواد، روش تغذیه بر روی نوار، ارتفاع قیف تغذیه، زمان یک دور گردش کامل نوار و ... بستگی دارد. جدول های 1 و 2 با در نظر گرفتن عوامل اصلی موثر، مقادیر ضخامت لاستیک روکش بالا را مشخص می کنند.

مواد	اندازه کلوخها (میلیمتر)	فاکتور فرکانس			
		کمتر از 0/2	0/2 تا 0/4	0/4 تا 1/0	بیشتر از 1/0
A	کوچکتر از 15	1/5 – 2/5	1/5 – 2/5	1/5 – 2/5	1/5 – 2/5
	15 تا 50	3 – 4/5	2 – 3/5	2 – 3/5	2 – 3/5
	50 تا 150	4 – 5/5	3/5 – 5	3 – 4/5	3 – 4/5
	بزرگتر از 150	5 – 6/5	4 – 5/5	4 – 5/5	4 – 5/5
B	کوچکتر از 15	2 – 3/5	2 – 3/5	2 – 3/5	2 – 3/5
	15 تا 50	3 – 4/5	3 – 4/5	3 – 4/5	3 – 4/5
	50 تا 150	4 – 5/5	4 – 5/5	3/5 – 5	3/5 – 5
	بزرگتر از 150	6 – 8	5 – 6/5	4 – 5/5	4 – 5/5
C	کوچکتر از 15	3/5 – 5	3 – 4/5	3 – 4/5	3 – 4/5
	15 تا 50	5 – 6/5	4 – 5/5	3/5 – 5	3/5 – 5
	50 تا 150	6 – 8	5 – 6/5	5 – 6/5	4 – 5/5
	بزرگتر از 150	8 – 10	7 – 9	7 – 9	6 – 8

جدول 1 (مقادیر ضخامت روکش بالا برای نوار های با منجید پارچه ای بر حسب میلی متر)

مواد : A : غلات، کاغذ، خمیر کاغذ، براده‌های چوب، سود، زغال سنگ، آهک.

B: ماسه، ماسه ریخته گری، نمک، بتون، زغال چوب، آت و آشغال، بوراکس.

C: سنگ آهک، شن، خرده سنگ، سنگ معدن مس، سنگ معدن آهن، سنگ

فسفات، سنگ معدن منگنز، دولومیت، کک، گرانیت، خرده شیشه.

فاکتور فرکانس :

زمان لازم برای یک دور کامل نوار نقاله است و از رابطه رو به رو بدست می‌آید: $F_f = \frac{2L}{V}$

F_f : فاکتور فرکانس / L : طول ماشین نقاله (متر) / V : سرعت نوار (متر در دقیقه)

مواد	اندازه کلوخها (میلیمتر)	فاکتور فرکانس		
		کمتر از 1/0	1/0 تا 10/0	بیشتر از 10/0
A	کوچکتر از 50	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	50 تا 150	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	بزرگتر از 150	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
B	کوچکتر از 50	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	50 تا 150	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	بزرگتر از 150	6/0 – 6/5	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
C	کوچکتر از 50	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	50 تا 150	6/0 – 6/5	5/5 – 6/0	5/5 – 6/0
	بزرگتر از 150	7/0 – 9/0	6/0 – 8/0	6/0 – 6/5

جدول 2 (مقادیر ضخامت روکش بالا برای نوار های با تقویت کننده فولادی بر حسب میلی متر)

2-2 آمیزه لاستیک روکش بالا و پایین

بنا بر نوع مصرف و شرایط کارکرد و محیط عمل نوار نقاله باید لاستیک روکش بالا و پایین از مواد خاصی ساخته شوند. گروه بندی زیر، عوامل موثر در شرایط کارکرد نوار را مشخص می کند. آمیزه روکش لاستیک باتوجه به تأثیر این عوامل و به منظور محافظت در برابر آسیب این عوامل طراحی میشود.

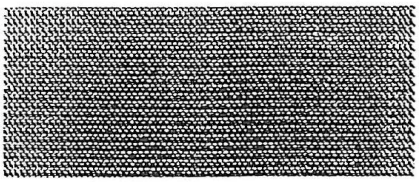
الف) عوامل فیزیکی : سایش ـ اجسام تیره و برنده ـ حرارت

ب) عوامل شیمیایی : اسید و باز (با غلظتهای مختلف) ـ روغن ـ آب و ...

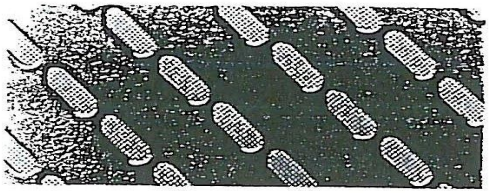
پ) مواد غذایی

3-2 شکل سطح لاستیک روکش بالا

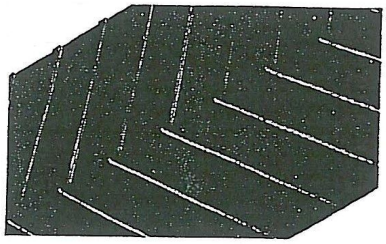
شکل سطح لاستیک روکش بالا بر اساس زاویه شیب حمل بار ونوع بار می تواند صاف یا آجدار باشد این آج‌ها به شکل گریب (متخلخل)، به شکل V یا شکلهای دیگر می توانند باشند. در شکلهای 2، 3 و 4 برخی از انواع آج‌ها ارائه شده است.



شکل 2 (نوار با آج گریپ)



شکل 3 (نوار با آج راه راه)



شکل 4 (نوار با آج v)

3. تقویت کننده ها

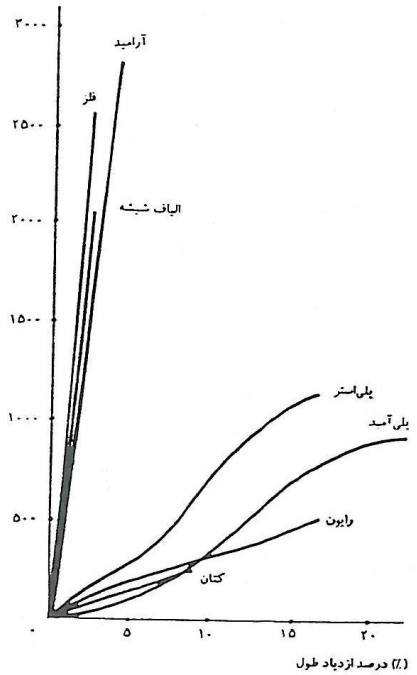
جهت تأمین استحکام مورد نیاز نوار، لاستیک را با استفاده از تقویت کننده‌های پارچه‌ای یا فلزی، تقویت می کنند. جدول 3 برخی از انواع مهم الیاف و مواد مورد استفاده در تقویت کننده‌های نوار، و معایب و مزایای هر یک را نشان می دهد.

نوع الیاف	علامت اختصاری	معایب	مزایا
کتان	B	استحکام کم	چسبندگی خوب به لاستیک
ویسکوزرایون	R,Z	جذب رطوبت زیاد	
نایلون	P	چسبندگی کم، کش آمدگی	استحکام و مدول خوب
پلی استر	E	چسبندگی کم	استحکام و مدول خوب
آرامید	D	قیمت زیاد	وزن کم، استحکام بالا، عدم زنگ زدگی

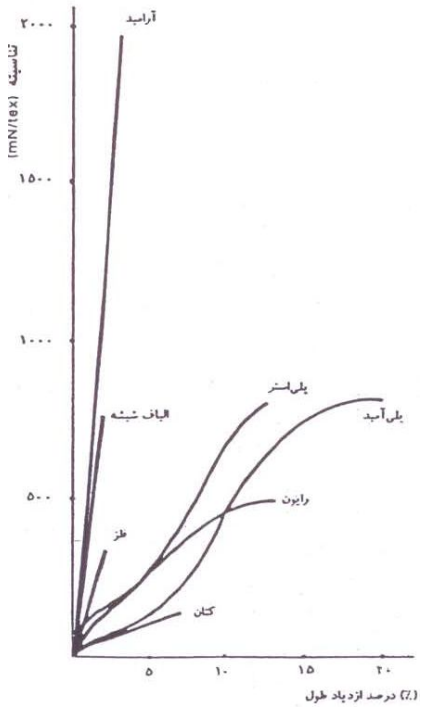
کابل و تار فلزی	ST	زنگ زدگی، وزن زیاد	استحکام و مدول خوب

جدول3 (معایب و مزایا انواع الیاف مورد استفاده در نوار)

نمودارهای 1و2 رفتار انواع نخها در برابر بار وارد برآنها را نشان می دهد.



نمودار1 (منحنی ازدیاد طول انواع نخ به میزان بار وارد برآنها. محورعمودی بار بر واحد سطح است)



نمودار2 (نمودار ازدیاد طول انواع نخ بر تناسیته)

نوع الیاف / ویژگی	کتان	رایون	نایلون 6	نایلون 66	پلی استر	آرامید	شیشه	فولاد
وزن مخصوص (gr/cm^3)	1/54	1/52	1/14	1/14	1/38	1/44	2/54	7/85
استحکام کششی (MPA)	230	685	850	950	1100	2750	2250	2750
تناسیته (cN/Tex)	15	40	80	85	80	190	85	35
ازدیاد طول در نقطه پارگی (%)	8	10	19	16	13	4	5	2/5
جمع شدگی در 150^0C (%)	0	0	6	5	11	0/2	0	-
مدول اولیه (cN/Tex)	225	600	300	500	850	4000	2150	1500

جدول4 (مقایسه ویژگی های عمومی الیاف مختلف قابل استفاده در نوار)

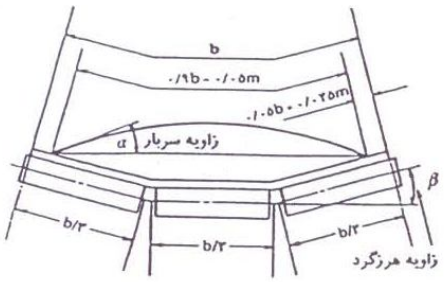
فصل 2

عرض، سرعت، زاویه شیب، تناژ یا ظرفیت حمل بار نوار

مواد گوناگون ویژگی‌های مختلفی دارند این ویژگی‌ها مانند دانسیته، رطوبت، چسبندگی، ساینده‌گی، خورندگی شیمیایی، دمای مواد و همچنین اندازه و شکل کلوخها و نسبت درصد کلوخهای موجود در مواد در عرض، سرعت و ظرفیت حمل بار نوار مؤثرند. نخستین تأثیر این ویژگیها هنگام تغذیه مواد بر روی نوار است. مواد گوناگون با ویژگی‌های خاص وقتی بر روی نوار ریخته می شوند زوایای مختلفی نسبت به افق تشکیل میدهند. در شکل 5 این زوایا را تعریف می کنیم.

α زاویه ایست که بار با افق میسازد.

β زاویه هرزگردها با افق است.



شکل 5 (مقطع با روی هرزگردهای زاویه دار)

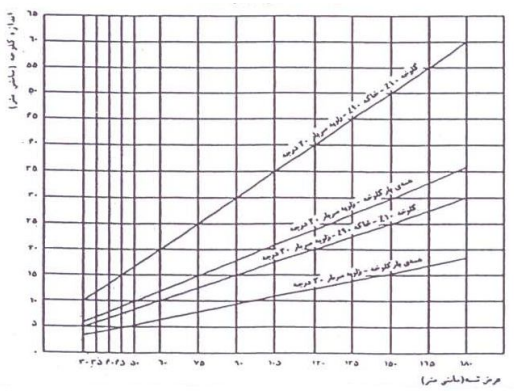
ـ زاویه سرباز، وقتی بار بر روی نوار قرار گرفت به علت حرکت نوار، رفته رفته زاویه آرمیدن بار کوچکتر میشود تا جایی که این زاویه ثابت میماند. زاویه‌ای که بار هنگام حمل با افق می سازد را زاویه سربار گویند. معمولاً زاویه سربار بین 5 تا 15 درجه از زاویه آرمیدن بار کوچکتر است.

ـ زاویه آرمیدن بار، زاویه ای است که بار پس از تغذیه و قرار گرفتن بر روی نوار با افق می سازد.

1. عرض نوار نقاله

به طور کلی در یک سرعت معین، عرض نوار نقاله و ظرفیت آن با هم افزایش یا کاهش مییابند. انتخاب عرض درست برای نوار نقاله بستگی به ابعاد کلوخها و درصد کلوخهای موجود در مواد دارد.

نمودار 3 راهنمای انتخاب عرض درست برای نوار نقاله است.



نمودار 3 (تعیین عرض نوار)

2. سرعت نوار نقاله

سرعت انتخابی برای نوار نقاله به ویژگیهای مواد، ظرفیت مورد نیاز و استحکام نوار نقاله بستگی دارد. جدول 5 حداکثر سرعت را برای مواد گوناگون به نسبت عرض نوار بدون در نظر گرفتن ظرفیت و استحکام نوار پیشنهاد می‌کند.

عرض نوار (میلی متر)	A	B	C
400	180	150	150
450	210	180	180
500	240	180	180
600	240	210	200
650	240	210	200
750	270	240	220
800	270	240	220
900	300	250	240
1000	300	250	240
1050	300	250	240
1200	330	300	270
1400	360	330	270
1600	360	330	270
1800	-	360	300
2000	-	360	300
3000 ~ 2200	-	360	300

A : غلات و مواد مشابه.

B : مواد سرباره، مانند سرباره معدن و زغال سنگ.

C : مواد با سایش زیاد مانند سنگ معادن.

جدول 5 (حداکثر سرعت برای نوار نقاله ها به نسبت عرض آنها «متر در دقیقه»)

3. زاویه شیب نوار

زاویه شیب یک نوار که مواد را بالا یا پایین می برد به ویژگیها، شکل و اندازه آن ماده بستگی دارد. چنانچه به عللی مانند محدودیت جا مجبور به استفاده از شیبهای تند باشید باید از نوار های آجدار استفاده کنید.

جدول 6 زاویه شیب نوار صاف را برای مواد گوناگون نسبت به اندازه کلوخهای آنها پیشنهاد می‌کند. توصیه می شود در صورتی که بسته‌های سنگین باید حمل شوند، حداکثر شیب 18 درجه را به کار گیرید و همچنین در صورتی که سطح نوار کثیف یا مرطوب می شود 2 تا 5 درجه زاویه شیب پیشنهادی را کاهش دهید.

مواد	اندازه کلوخه	حداکثر شیب (درجه)	مواد	اندازه کلوخه	حداکثر شیب (درجه)
ذغال	بزرگتر از 100 میلیمتر	15	سنگ معدن فسفات	بزرگتر از 100 میلیمتر	15
	کوچکتر از 100 میلیمتر	16		کوچکتر از 100 میلیمتر	25
	بدون شکل	18		خاکه	30
	خاکه خشک	20	شن	شسته شده و هم شکل	12
	خاکه مرطوب	22		شسته نشده و بدون شکل	15
کک	هم شکل	17		بدون شکل	18
	بدون شکل	18	ماسه	خشک	15
	خاکه	20		مرطوب	20
بتون	150 میلیمتر	12		ریخته گری	24
	100 میلیمتر	20	خاک	خشک	20
	50 میلیمتر	24		مرطوب	22
سنگ	بزرگتر از 100 میلیمتر	15	چوب	براده	27
	10 تا 100 میلیمتر	16 ~ 18		الوار	15 ~ 25
	کوچکتر از 10 میلیمتر	20	نمک		20
سنگ معدن	بزرگتر از 100 میلیمتر	18	آهک	خاکه	23
	کوچکتر از 100 میلیمتر	20	سیمان	خاکه	22
سنگ آهک	بزرگتر از 100 میلیمتر	18	سولفات	خاکه	23
	کوچکتر از 100 میلیمتر	20			

جدول 6 (زاویه شیب برای نوارهای بدون آج بر حسب درجه)

4. تناژ یا ظرفیت حمل بار نوار

تناژ با ظرفیت حمل بار نوار بر حسب تن در ساعت بیان می شود؛ و مقدار موادی است که در یک ساعت توسط نوار جا به جا می گردد. تناژ به سرعت نوار، عرض نوار، زاویه سربار، زاویه ناودانی و زاویه شیب نوار بستگی دارد. تناژ از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$Q_t = 60 \times A_t \times V \times \gamma \times S$$

$$A_t = A_b + A_s$$

$$A_b = 0.00065 \times [14.6062b + 0.25 + (10.2165b - 1.025)Cos\beta] \times [(10.2165b - 1.025)Sin\beta]$$

$$A_s = 0.00065 \times [\frac{7.3031b + 0.125 + (10.2165b - 1.025)Cos\beta}{Sin\beta}] \times [\frac{\pi\alpha}{180} - \frac{Sin2\alpha}{2}]$$

در این روابط :

Q_t : تناژ (تن در ساعت) / A_s : سطح سربار (شکل 5)(مترمربع)

A_t : سطح مقطع کل بار (متر مربع) / α : زاویه سربار (درجه)

V : سرعت نوار (متر در دقیقه) / β : زاویه هرزگردهای ناودانی (درجه)

γ : دانسیته توده ای مواد (جدول 7) (تن در مترمکعب) / b : عرض نوار (متر)

S : ضریب مربوط به شیب نوار (جدول 8) / A_b: سطح ذوزنقه ای (شکل 5) (مترمربع)

تناژی که به این طریق بدست می‌آید با احتساب لبه استاندارد از عرض نوار یعنی ($0.05b - 0.025m$) است. به شکل 5 توجه کنید.

دسته بندی مواد	نوع مواد	دانسیته توده ای
پوکه ذغال	پوکه ذغال معدن	0/5-0/55
	پوکه ذغال گاز	0/35 – 0/45
	خاکستر پوکه ذغال	0/6-0/85
سرباره ها	کوره قالبگیری	1/5
	سرند کوره قالب گیری	1/0-1/1
	ذغال سنگ	1/0
	سیمان	0/9-1/0
	خاکستر	0/9
	سنگ	1/4
	خاک و ماسه و شن و...	1/5-1/7
نمکها	پتاسیم	1/4
	کربنات پتاسیم	1/1-1/6
	سنگ نمک، نمکهای معمولی	0/7-1/6
	سنگ نمک خرد شده و نرم	1/0
لیکینتها	با هوا خشک شده	0/65
	استخراج شده	0/7-0/78
	قالبی	0/65-0/8
ذغال سنگ نارس	سیاه با هوا خشک شده	0/35-0/6
	سفید با هوا خشک شده	0/15-0/3
	فشرده	0/3
	آشغال ذغال سنگ نارس	0/23
سیمانها	نرم	1/2
	الک شده	1/9
	پورت لند	1/1-1/3
	آجر	2/0
ملاتها	گچ	1/2
	آهک و سیمان	1/9
	سیمان	2/1
	آهک	1/7-1/8
شنها	آهک سدیم دار	1
	خشک	1/7-1/8
	مرطوب	1/8
سنگها و سنگ معادن	بازالتیک	1/6
	آهن	1/5-1/8
	قلوه سنگ	1/8
	فسفاتها	1/2
	پیرولی	1/4-1/45
	بریت	2/0-2/5
	سنگ معدن سخت	1/6-3/5
	سنگ معدن نرم	1/7
	بوکسیت	1/2

دسته بندی مواد	نوع مواد	دانسیته توده ای
خاکها	خشک	1/6
	استخراج شده مرطوب	1/8
	مرطوب	2/1
	طبیعی مرطوب	1/7
	نرم و خشک	1/4
	نرم و مرطوب	1/6
	نرم و اشباع شده از نم	1/9
	چینی خشک	1/5
	چینی استخراج شده مرطوب	1/55
	رس خشک	1/6
	رس استخراج شده مرطوب	1/8
	رس مرطوب	2/0
	رس	1/8-2/0
ماسه ها	بادی	1/6
	مرطوب	1/8
	اشباع شده از نم	2/0
ضایعات معدن	درشت و سخت	1/3-1/4
	ریز و نرم	1/4-1/6
	نسبتا ریز و نرم	1/2-1/25
	سرند شده	1/35-1/5
	خمیری	1/5
ذغال سنگها	خرد شده	0/9-1/0
	خام	0/85-0/95
	خام خرد و نرم	0/8-0/9
	شسته شده	0/8-0/9
	خاکه ذغال سنگ	0/5-0/6
	لجن شستشوی ذغال سنگ	1/2-1/25
	خاکه به شکل تخم مرغی درآمده	0/85
	فشرده	1/0-1/1
محصولات کشاورزی	جو (دیم)	0/43-0/6
	گندم سیاه	0/68-0/79
	گندم	0/76
	چغندر	0/65-0/75
	چغندر قند	0/6-0/7
	شکر خام	0/78-0/87
مواد متفرقه	آجر	1/8
	سنگ یا سنگهای متخلخل	0/7
	آجر متخلخل	1/1
	ماسه ریخته گری	1/2-1/65
	قیر طبیعی	1/5

جدول 7 (دانسیته توده ای مواد «تن در متر مکعب»)

زاویه شیب نوار (درجه)	ضریب کاهش	زاویه شیب نوار (درجه)	ضریب کاهش
2	1	21	0/78
4	0/99	22	0/76
6	0/98	23	0/73
8	0/97	24	0/71
10	0/95	25	0/68
12	0/93	26	0/66
14	0/91	27	0/64
16	0/89	28	0/61
18	0/85	29	0/59
20	0/81	30	0/56

جدول 8 (ضریب شیب نوار S)

مثال : تناژ نوار نقاله ای با مشخصات زیر را بدست آورید.

عرض نوار : 750 میلیمتر – دانسیته مواد : 1/400 تن بر مترمکعب – سرعت : 65 متر بر دقیقه – زاویه هرزگردها : 20 درجه

زاویه سربار : 10 درجه – زاویه شیب نوار: 18 درجه

حل: با توجه به شیب نوار از جدول 8 مقدار S برابر 0/85 خواهد بود.

$$A_b = 0.00065\times[14.6062\times0.75+0.25+(10.2165\times0.75-1.025)\times0.9397]\times$$

$$[(10.2165\times0.75-1.025)\times0.3420]$$

$A_b = 0.0257$ متر مربع

$$A_s = 0.00065[\frac{7.3031\times0.75+0.125+(10.2165\times0.75-1.025)\times0.9397}{0.1736}]\times[\frac{3.14\times10}{180}-\frac{0.3420}{2}]$$

$A_s = 0.014$ مترمربع

$A_t = 0.0257+0.0104 = 0.0361$ مترمربع

$Q_t = 60\times0.0361\times65\times1.4\times0.85 = 167.54$ تن در ساعت

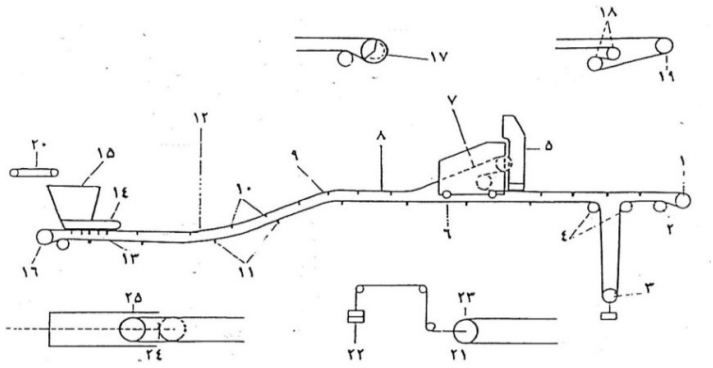
فصل 3

ماشین نقاله و اجزاء آن

برای بررسی استحکام نوار نقاله شناخت ماشین نقاله و اجزاء آن ضروری است.

1. اجزاء ماشین نقاله

به منظور آشنایی بیشتر ، مختصراً هر یک از اجزاء ماشین نقاله را در زیر توضیح می دهیم.



شکل 6

(اجزاء ماشین نقاله)

1- درام جلوبر یا درام سر: که در جلوی ماشین نقاله قرار دارد و معمولاً بار از آنجا تخلیه می‌شود.

2- درام خفتگیر: به وسیله آن می‌توان زاویه پیچش نوار حول درام سر را زیاد یا کم کرد.

3- درام کششی: به وسیله آن حداقل کشش لازم برای به حرکت درآمدن نوار اعمال می‌شود.

4- درام‌های خمشی.

5- قیف تخلیه بار.

6- سطح برگشت نوار : سطحی از نوار که ثس از تخلیه بار به زیر ماشین نقاله برمی‌گردد.

7- گردشگر (ایستا یا متحرک)

8- سطح حامل نوار: سطحی از نوار است که بار بر روی آن حمل می‌شود.
9- انحنای کوژ نوار.
10- هرزگردهای زیر سطح حامل: که نگه دارنده وزن بار و نوارند.
11- هرزگردهای زیر سطح برگشت: که نگه دارنده وزن نوارند.
12- انحنای کاو نوار.
13- هرزگردهای خفتگیر: این هرزگردها باعث می‌شوند تا هنگام تغذیه بار آسی کمتری به نوار وارد شود.
14- هدایت کننده مواد: باعث می‌شود تا هنگام حمل بار از نوار بیرون نریزد.
15- قیف تغذیه
16- درام انتهایی
17- زاویه پیچشی بین نوار و درام جلوبر
18- درام سر
19- دو درام جلوبر سر و ته یا پشت سر هم
20- نوار تغذیه
21- وسیله کششی وزنه ای افقی
22- وزنه
23- درام انتهایی
24- وسیله کششی پیچشی
25-درام انتهایی

2. هرزگردهای ماشین نقاله

هررزگردها انواع گوناگون دارند. هرزگردهای ناودانی، تخت یا صاف، هرزگردهای زنجیری، هرزگردهای هادی، همه هرزگردهایی هستند که بنابر خواص هر یک در موارد مختلف استفاده می‌شوند. فاصله هرزگردهای زیر سطح حامل نوار کمتر از هرزگردهای زیر سطح برگشت نوار است. طبق استاندارد فاصله هررزگردها تابعی از عرض نوار و وزن مخصوص مواد است. جدول 9 فاصله بین هرزگردهای زیر سطح حامل نوار نقاله و فاصله بین هرزگردهای زیر سطح برگشت نوار نقاله را بدست می دهد.

عرض نوار (سانتیمتر)	هرزگردهای ناودانی دانسیته مواد (تن در مترمکعب)						هرزگردهای زیر سطح برگشت نوار
	0/5	0/8	1/2	1/5	2/5	3	
35	1/65	1/5	1/5	1/5	1/35	1/35	3
40	1/65	1/5	1/5	1/5	1/35	1/35	3
45	1/65	1/5	1/5	1/5	1/35	1/35	3
50	1/65	1/5	1/35	1/35	1/2	1/2	3
60	1/5	1/35	1/35	1/2	1/2	1/2	3
75	1/5	1/35	1/35	1/2	1/2	1/2	3
90	1/5	1/35	1/2	1/2	1	1	3
105	1/35	1/35	1/2	1	0/9	0/9	3
120	1/35	1/2	1/2	1	0/9	0/9	3
135	1/35	1/2	1	1	0/9	0/9	3
150	1/2	1/2	1	0/9	0/9	0/9	3
165	1/2	1/2	1	0/9	0/9	0/75	2.5
180	1/2	1	1	0/9	0/75	0/75	2.5

جدول 9 (فواصل پیشنهادی هرزگردهای نوار S_i «متر»)

اصولاً باید توجه داشت که فاصله بین هرزگردهای زیرسطح حامل نوار نقاله باید اندازه ی باشد که شکم ایجاد شده در نوار بین دو هرزگرد متوالی بیش از 2 تا 3 درصد فاصله بین دوهرزگرد متوالی نباشد. شکم نوار بین دو هرزگرد متوالی از رابطه رو به رو بدست می آید:

درصد شکم نوار بین دو هرزگرد متوالی $=\frac{(W_b+W_m)S_i^{\,2}}{8T}$

در این رابطه: S_i : فاصله بین دو هرزگرد متوالی (متر) / T: کشش اولیه نوار (کیلوگرم) / W_b: وزن خطی نوار(کیلوگرم بر متر)، عبارت از وزن یک متر از نوار مورد استفاده است.

جدول شماره 10، W_b مربوط به نوار های شرکت صنایع لاستیکی سهند را بدست میدهد.

W_m : وزن خطی بار است (کیلوگرم بر متر) و از رابطه رو به رو بدست می‌آید:

$$W_m = 16.6\frac{Q_t}{V}$$

در صورتی که مقدار شکم نوار بین دو هرزگرد متوالی را 2% در نظر بگیریم، رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$\frac{2}{100}S_i = \frac{(W_b+W_m)S_i^{\,2}}{8T} \Rightarrow S_i = \frac{16T}{100(W_b+W_m)}$$

و چنانچه 3% در نظر بگیریم:

$$S_i = \frac{24T}{100(W_b+W_m)}$$

نوع نوار	ضخامت نوار(mm)	وزن نوار (kg/m2)	نوع نوار	ضخامت نوار(mm)	وزن نوار (kg/m2)
EP 100/1	3	3/4	EP 500/3	8	9/2
EP 125/1	4	4/6	EP 500/3	10	11/5
EP 160/1	4	4/6	EP 630/3	8	9/5
EP 200/1	5	5/7	EP 630/3	10	12
EP 200/2	6	6/8	EP 400/4	8	9/2
EP 250/2	6	6/8	EP 400/4	10	11/5
EP 300/3	8	9/2	EP 500/4	8	9/2
EP 300/3	10	11/5	EP 600/4	10	11/5
EP 400/3	8	9/2	EP 800/4	12	14
EP 400/3	10	11/5	EP 1000/4	15	17/5

جدول 10 (وزن نوار های تولیدی شرکت صنایع لاستیکی سهند (kg/m^2)

برای بدست آوردن وزن یک متر از نوار کافی است عدد مورد نظر در این جدول را در عرض نوار ضرب کنید.

3. درام‌ها (پولی‌ها)

چناچه در طراحی نوار پولی جلوبر پوشش دار انتخاب شود یا پوشش نداشته باشد کشش وارد بر نوار تغییر خواهد کرد. جدول 11 قطر درام‌های مختلف ماشین نقاله را بر اساس نوع پارچه مورد استفاده بدست میدهد.

A : مربوط به درام جلوبر، درام سر.

B : مربوط به درام کششی، درام ته.

C : مربوط به درام خفتگیر، درام های خمشی.

نوع پارچه / تعداد لایه‌ها		3	4	5	6	7	8
EP 125	A	450	600	750	900	1050	1150
	B	400	500	600	750	850	950
	C	300	400	450	550	650	700
EP 160	A	500	650	800	950	1100	1250
	B	400	550	650	800	900	1000
	C	300	400	500	600	700	750
EP 200	A	600	800	1000	1200	1400	1600
	B	500	650	650	750	1150	1300
	C	400	500	600	700	850	1000
EP 250	A	700	900	1150	1350	1600	1800
	B	550	750	900	1100	1300	1450
	C	450	550	700	850	950	1100
EP 315	A	750	1000	1250	1500	1750	2000
	B	600	800	1000	1200	1400	1600
	C	450	600	750	900	1050	1200

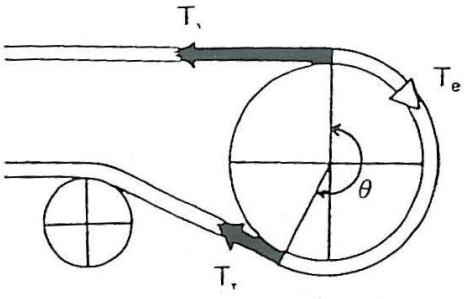
جدول 11 (حداقل قطر درام‌ها (پولی‌ها) برای نوار نقاله‌های با منجید پارچه‌ای «میلی‌متر»

فصل 4

محاسبهٔ کشش‌های وارد بر نوار نقاله و محاسبهٔ توان موتور

تجزیه و تحلیل نیروههای وارد بر نوار نقالهٔ دقیقاً به شکل، نحوه قرار گرفتن درام جلوبر، تعداد درام های جلوبر و... بستگی دارد. روشهای مختلفی برای محاسبه این نیروها وجود دارد ولی از نظر تئوری همهٔ این روشها با رابطه اویلر ـ ایتل وین که در زیر شرح داده می شود شروع می شوند.

با توجه به شکل 7 :



شکل 7 (شمای نیروهای وارد بر نوار)

$$T_1 - T_2 = T_e$$

T_1 : کشش سمت سفت نوار (سمتی که بار بر روی آن قرار می‌گیرد)

T_2 : کشش سمت شل نوار (سمت برگشت نوار).

T_e : کشش موثر یا کششی که موتور به نوار می‌دهد.

از طرف دیگر هر تغییر جرئی در نیرویی که به نوار وارد می‌شود نسبت به زاویه‌ای که نوار حول درام جلوبر میسازد (در شکل 7 زاویه θ) متناسب با نیرویی است که موتور به نوار وارد می‌کند. یعنی :

$$\frac{dT}{d\theta} \propto T \qquad (1)$$

چنانچه رابطه (2) را به تساوی تبدیل کنیم باید f که ضریب اصطکاک بین درام و نوار است را در تناسب اثر داده و در نتیجه رابطه (3) بدست می‌آید.

$$\frac{dT}{d\theta} = fT \qquad (2)$$

با انتگرال گیری و وارد کردن حدود انتگرال خواهیم داشت:

$$\frac{dT}{T} = fd\theta \Rightarrow \int_{T_2}^{T_1} \frac{dT}{T} = f\int^{\theta} d\theta \Rightarrow \ln T\Big|_{T_2}^{T_1} = f\,\theta\Big|^{\theta} \Rightarrow \ln\frac{T_1}{T_2} = f\,\theta$$

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{f\theta} \qquad (3)$$

با جایگزین کردن T_1 از رابطه (1) در رابطه (4) خواهیم داشت :

$$\frac{T_1}{T_e} = \frac{1}{(e^{f\theta}-1)} \qquad (4)$$

$$C_W = \frac{1}{e^{f\theta}-1}$$

C_W را فاکتور پیچشی می‌نامند.

$$T_2 = C_W T_e \qquad (5)$$

مقادیر C_W در جدول 12 درج شده است.

نوع جلوبر	زاویه پیچشی (درجه)	وسیله کششی خودکار		وسیله کششی دستی	
		درام لخت	درام پوششدار	درام لخت	درام پوششدار
نوارنقاله بدون درام خفتگیر	180	0/84	0/5	1/2	0/8
نوارنقاله با درام خفتگیر	200	0/72	0/42	1/0	0/7
	210	0/66	0/38	1/0	0/7
	220	0/62	0/35	0/9	0/6
	240	0/54	0/3	0/8	0/6
نوارنقاله با دو درام جلوبر	380	0/23	0/11	0/5	0/3
	420	0/18	0/08	-	-

جدول 12 (مقادیر C_W)

داشتن رابطه های (1) و (6) برای یافتن T_1 و T_2 و T_e کافی نیست. T_e از رابطه منطقی – تجربی زیر بدست می‌آید:

$$T_e = LK_tK_x + LK_tK_yW_b + 0.015LK_tW_b + LK_yW_m \pm HW_m + T_{Accessories} \qquad (6)$$

هنگامی میتوانید از رابطه (7) استفاده کنید که شرایط زیر در طراحی اعمال شوند.

- فاصله بین مراکز دو درام سر و ته بیش از 1000 متر نباشد.
- شکم نوار بین دو هرزگرد از 3% فاصله هرزگردها تجاوز نکند.

- بارگیری نوار، دائمی و یکنواخت باشد.
- ماشین نوار نقاله بیش از یک نوع شیب نداشته باشد.

در رابطه (7) نمادها به صورت زیر تعریف می شوند:

L : فاصله بین مراکز دو درام سر و ته (متر).

K_t : فاکتور دمای محیط (نمودار 4)

$$K_x = 0.00068(W_b + W_m) + 0.4536\frac{a_i}{S_i}$$

a_i : نیروی اصطکاک بین هرزگردها (کیلوگرم) (جدول 13)

S_i : فاصله بین دو هرزگرد متوالی (جدول 9).

W_b : وزن خطی نوار (کیلوگرم بر متر)(جدول 10)

W_m : وزن خطی بار (کیلوگرم بر متر)از رابطه ای که در فصل سوم بخش2 است محاسبه می شود.

K_y : فاکتور تصحیح لغزش بار و نوار بر روی هرزگردها (جدول 14)

H : ارتفاع ماشین نقاله. در صورتی که بار به بالا حمل شود(+) و چنانچه بار به پایین حمل شود (-) خواهد بود.

در چند جمله ای سمت راست رابطه (7) جملات، مفاهیم زیر را دارند.

LK_tK_x : کشش لازم برای به حرکت در آوردن هرزگردهای زیر سطح حامل نوار (کیلو گرم)

$LK_tK_yW_b$: کشش لازم برای به حرکت در آوردن وزن نوار بر روی هرزگردهای زیر سطح حامل آن (کیلوگرم)

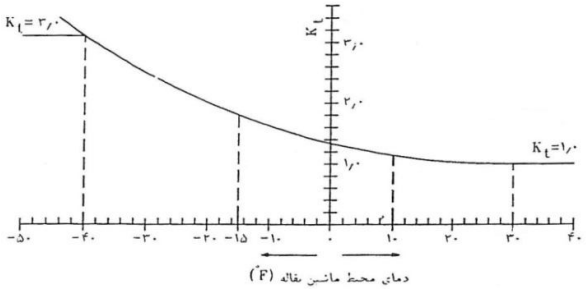
$0.015LK_tW_b$: کشش لازم برای به حرکت در آوردن وزن نوار برروی هرزگردهای زیر سطح برگشت (کیلوگرم)

LK_yW_m : کشش لازم برای به حرکت در آوردن وزن بار بر روی هرزگردهای زیر سطح حامل نوار(کیلو گرم)

HW_m : کشش لازم برای به حرکت در آوردن بار در جهت عمودی تا ارتفاع H (کیلو گرم)

قطر هرزگردها (سانتیمتر)	اندازه شافت (سانتیمتر)	نیروی اصطکاک (a_i)
10	2	1/26
12/5	2	1/08
15	2	0/90
15	3/5	2/14
17/5	3/5	1/80

جدول 13 (نیروی اصطکاک هرزگردها «کیلوگرم»)



نمودار 4 (تغییرات فاکتور دما K_t با دما)

طول ماشین نقاله (متر)	$W_b + W_m$ (کیلوگرم بر متر)	درصد شیب						
		۰	۳	۶	۹	۱۲	۲۴	۳۳
		شیب (درجه)						
		۰	۲	۳/۵	۵	۷	۱۴	۱۸
تا ۷۵	۳۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۱	-/۰۳۱	-/۰۳۴	-/۰۳۵
	۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۳	-/۰۳۲	-/۰۳۱	-/۰۲۸	-/۰۲۷
	۱۱۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۲	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۲۵
	۱۵۰	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۳۲	-/۰۳۱	-/۰۳۰	-/۰۲۶	-/۰۲۳
	۲۲۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۳	-/۰۳۱	-/۰۲۵	-/۰۲۱
	۳۰۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۲	-/۰۲۴	-/۰۱۸
	۳۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۲۱	-/۰۱۸
	۴۵۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۲	-/۰۱۹	-/۰۱۸
۷۵ تا ۱۲۰	۳۰	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۳۰	-/۰۳۰	-/۰۳۰
	۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۳۱	-/۰۲۹	-/۰۲۹	-/۰۲۶	-/۰۲۵
	۱۱۵	-/۰۳۴	-/۰۳۳	-/۰۳۰	-/۰۲۹	-/۰۲۸	-/۰۲۴	-/۰۲۱
	۱۵۰	-/۰۳۴	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۸	-/۰۲۸	-/۰۲۲	-/۰۱۹
	۲۲۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۱	-/۰۲۸	-/۰۲۷	-/۰۱۹	-/۰۱۶
	۳۰۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۱۶	-/۰۱۴
	۳۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۳۰	-/۰۲۶	-/۰۱۷	-/۰۱۶
	۴۵۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۴	-/۰۲۹	-/۰۲۴	-/۰۱۸	-/۰۱۸
۱۲۰ تا ۱۵۰	۳۰	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۳۱	-/۰۳۰	-/۰۳۰	-/۰۳۰	-/۰۳۰
	۷۵	-/۰۳۴	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۸	-/۰۲۸	-/۰۲۴	-/۰۲۳
	۱۱۵	-/۰۳۳	-/۰۳۲	-/۰۲۹	-/۰۲۷	-/۰۲۷	-/۰۲۱	-/۰۱۹
	۱۵۰	-/۰۳۳	-/۰۳۱	-/۰۲۹	-/۰۲۸	-/۰۲۶	-/۰۱۹	-/۰۱۶
	۲۲۵	-/۰۳۵	-/۰۳۳	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۲۴	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۰۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۲۳	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۳۰	-/۰۲۵	-/۰۲۱	-/۰۱۶	-/۰۱۵
	۴۵۰	-/۰۳۵	-/۰۳۵	-/۰۲۹	-/۰۲۴	-/۰۱۹	-/۰۱۸	-/۰۱۸
۱۵۰ تا ۱۸۰	۳۰	-/۰۳۵	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۹	-/۰۲۹	-/۰۳۰	-/۰۳۰
	۷۵	-/۰۳۳	-/۰۳۰	-/۰۲۹	-/۰۲۷	-/۰۲۶	-/۰۲۳	-/۰۲۱
	۱۱۵	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۸	-/۰۲۶	-/۰۲۴	-/۰۲۰	-/۰۱۶
	۱۵۰	-/۰۳۲	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۲۵	-/۰۲۲	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۲۲۵	-/۰۳۵	-/۰۳۱	-/۰۲۶	-/۰۲۴	-/۰۱۹	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۰۰	-/۰۳۵	-/۰۳۱	-/۰۲۶	-/۰۲۱	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۷۵	-/۰۳۵	-/۰۳۱	-/۰۲۴	-/۰۲۰	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۴۵۰	-/۰۳۵	-/۰۳۱	-/۰۲۳	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸
۱۸۰ تا ۲۵۰	۳۰	-/۰۳۵	-/۰۳۱	-/۰۳۰	-/۰۲۹	-/۰۲۹	-/۰۲۹	-/۰۲۹
	۷۵	-/۰۳۲	-/۰۲۹	-/۰۲۸	-/۰۲۶	-/۰۲۵	-/۰۲۱	-/۰۱۸
	۱۱۵	-/۰۳۱	-/۰۲۹	-/۰۲۶	-/۰۲۴	-/۰۲۲	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۱۵۰	-/۰۳۱	-/۰۲۸	-/۰۲۵	-/۰۲۲	-/۰۲۰	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۲۲۵	-/۰۳۴	-/۰۲۸	-/۰۲۳	-/۰۱۹	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۰۰	-/۰۳۵	-/۰۲۷	-/۰۲۱	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۷۵	-/۰۳۵	-/۰۲۶	-/۰۲۰	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۴۵۰	-/۰۳۵	-/۰۲۵	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸
۲۵۰ تا ۳۰۰	۷۵	-/۰۳۱	-/۰۲۸	-/۰۲۶	-/۰۲۴	-/۰۲۳	-/۰۱۹	-/۰۱۶
	۱۱۵	-/۰۳۰	-/۰۲۷	-/۰۲۴	-/۰۲۲	-/۰۱۹	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۱۵۰	-/۰۳۰	-/۰۲۶	-/۰۲۲	-/۰۱۹	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۲۲۵	-/۰۳۳	-/۰۲۴	-/۰۱۹	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۰۰	-/۰۳۲	-/۰۲۳	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۳۷۵	-/۰۳۳	-/۰۲۲	-/۰۱۷	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶	-/۰۱۶
	۴۵۰	-/۰۳۳	-/۰۲۱	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸	-/۰۱۸

طول ماشین نقاله (متر)	$W_b + W_m$ (کیلوگرم بر متر)	درصد شیب						
		۰	۳	۶	۹	۱۲	۲۴	۳۳
		شیب (درجه)						
		۰	۲	۳/۵	۵	۷	۱۴	۱۸
۳۰۰ تا ۴۰۰	۷۵	۰/۰۲۹	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۱۵	۰/۰۲۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۵۰	۰/۰۲۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۲۲۵	۰/۰۲۹	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۰۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۷۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۴۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸
۴۰۰ تا ۵۰۰	۷۵	۰/۰۲۷	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۵۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۲۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۰۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۷۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۴۵۰	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸
۵۰۰ تا ۷۵۰	۷۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۳	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۱۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۱	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۵۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۲۲۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۷۵	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۴۵۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸
۷۵۰ تا ۱۰۰۰	۷۵	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۱۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۱۵۰	۰/۰۲۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۲۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/ ۱۶
	۳۰۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۳۷۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶
	۴۵۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸

جدول 14 (مقادیر فاکتور K_y)

$$T_{Accessories} = T_T + T_P + T_S + T_{SK} + T_D$$

T_T : کشش مربوط به گردشگرها (کیلوگرم) جدول 15

T_P : کشش مربوط به گوه تخلیه بار(کیلوگرم) جدول 16

T_S : کشش مربوط به پاک کن ها به ازای هر سانتیمتر از عرض نوار نقاله 0/4 تا 0/6کیلوگرم کشش اضافی لازم دارد.

T_{SK} : کشش اضافی برای هدایت کننده های مواد (کیلوگرم) $T_{SK} = 0.5086 C_S L_b h_S^{\,2}$

C_S : ضریب اصطکاک هدایت کننده ها با مواد (جدول 17)

L_b : طول هدایت کننده های مواد (متر)

h_S : عمق تماس مواد با هدایت کننده های مواد (سانتیمتر)

T_D : کشش مربوط به درام های سر و ته 20 کیلوگرم و برای درام های دیگر 15 کیلوگرم در نظر بگیرید.

باید توجه داشت در همه شرایط T_1 برابر $T_{\max}$ نیست. طراح باید کوشش کند $T_{\max}$ را بدست آورد و به طور کل برای یافتن $T_{\max}$ باید راهی را انتخاب کند که منجر به $T_{\max}$ شود، نه اینکه T_1 را بدست آورد.

عرض نوار (سانتیمتر)	کشش اضافی نوار برای گردشگر (کیلوگرم)
40	22/5
45	30
60	50
75	65
90	65
105	70
120	70
135	80
150	80

جدول 15 (کشش نوار های گردشگر بدون کاسه نمد برای قیف، قیف سه راهی یا دو راهی استاندارد T_T)

انواع گوه	کشش اضافی گوه (کیلوگرم بر سانتیمتر عرض نوار)
گوه V کامل یا تک شیب که همه مواد را از روی نوار تخلیه می‌کند	0/215
گوه V ناقص یا تک شیب که نیمی از مواد را از روی نوار تخلیه می‌کند	0/15

جدول 16 (کشش گوه های تخلیه T_P)

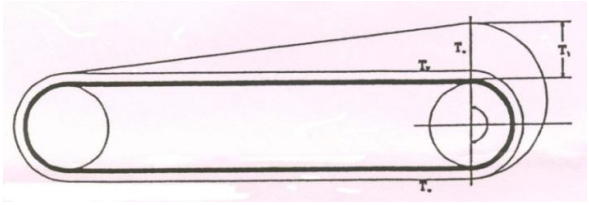
مواد	ضریب Cs	مواد	ضریب Cs	مواد	ضریب Cs
اکسید آلومینیوم خشک	۰/۱۲۱۰	کک نرم	۰/۰۴۵۲	سنگ آهک خشک	۰/۱۲۸
خاکستر زغال‌سنگ خشک	۰/۰۵۷۱	کک کلوخ	۰/۰۱۸۶	کلرومنیزیوم خشک	۰/۰۲۷۶
پوکسیت	۰/۱۸۸۱	خرده شیشه	۰/۰۸۳۶	جو	۰/۰۲۱۹
حبوبات	۰/۰۷۹۸	غله	۰/۰۴۳۳	سنگ فسفات خشک	۰/۱۰۸۶
پوراکس	۰/۰۷۳۴	شن	۰/۱۱۴۵	نمک معمولی	۰/۰۸۱۴
سبوس دانه‌ای	۰/۰۲۳۸	ژیوم ۴ سانتی‌متری	۰/۰۹۰	ماسه بادی	۰/۱۳۷۸
سیمان پورت‌لند خشک	۰/۲۱۲۰	سنگ معدن آهن	۰/۲۷۶۰	خاک اره	۰/۰۰۸۶
سیمان کیلینکر	۰/۱۲۲۸	آهک ۰/۳ سانتی‌متری	۰/۱۱۶۶	کربنات سدیم	۰/۰۷۰۵
خاک رس خشک	۰/۰۹۲۴	آهک هیدراته	۰/۰۴۹	نشاسته	۰/۰۶۲۳
زغال‌سنگ آنتراسیت	۰/۰۵۳۸	سنگ معدن مس	۰/۰۲۰۳	شکر دانه‌ای خشک	۰/۰۳۴۹
زغال‌سنگ بیتوفینوس	۰/۰۷۵۴	آرد گندم	۰/۰۲۶۵	خرده چوب	۰/۰۰۹۵

جدول 17 (ضریب اصطکاک هدایت کننده مواد C_c)

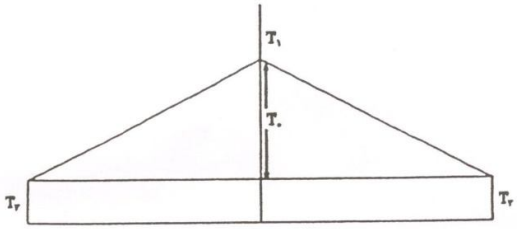
به مقادیر کشش هدایت کننده های مواد میبایست 4/5 کیلوگرم برای هر متر از هدایت کننده مواد اضافه کرد. این مقدار برای اصطکاک لبه های لاستیکی هدایت کننده مواد است که با سطح نوار در تماسند.

1. نمودار کششهای وارد بر نوار نقاله نمودار تشریحی آنها

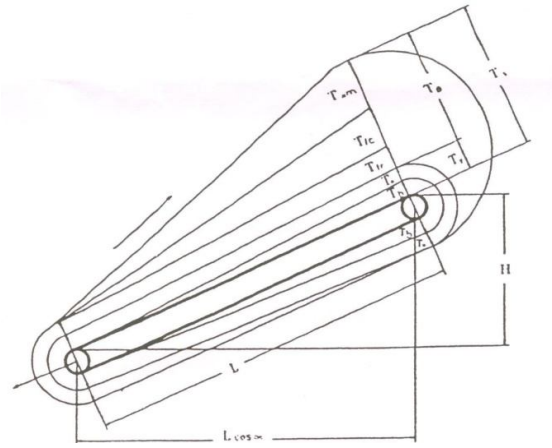
برای درک بیشتر تأثیر کششها بر نوار نقاله دو نوع ماشین نقاله افقی و ماشین نقاله بالابر را انتخاب می کنیم و نمودار کششهای وارد بر آنها را در زیر نشان می دهیم.



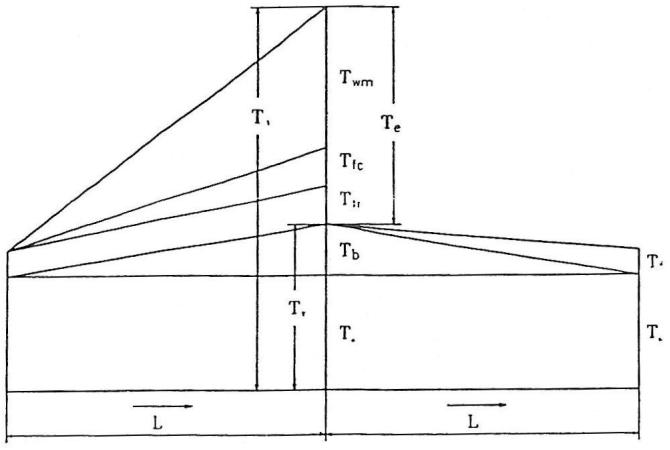
نمودار 5 (نوار افقی)



نمودار 6 (تشریح نوار افقی)



نمودار 7 (نوار بالابر)

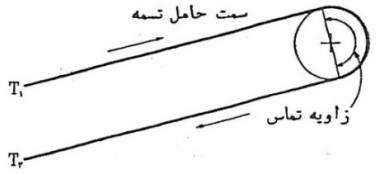


نمودار 8
(تشریح نوار بالابر)

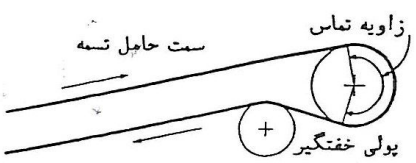
2. انواع ماشین نقاله و فرمول های محاسبهٔ کششهای وارد بر نوار آنها

ماشین های نقاله انواع گوناگون دارند؛ این گوناگونی به سبب افقی، بالابر یا پایین بر بودن ماشین نقاله و محل قرار درام جلوبر (درامی که نیرو به آن وارد می شود) و همچنین تعداد جلوبرها است.

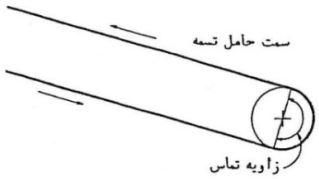
2-1 انواع ماشین نقاله و محل قرار گرفتن درام جلوبر آنها



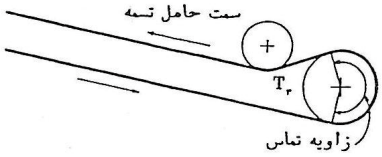
شکل 8 (یک درام جلوبر در سر، بدون استفاده از درام خفتگیر)



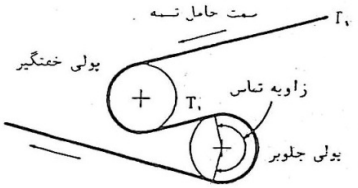
شکل 9 (یک درام جلوبردر سر، با درام خفتگیر)



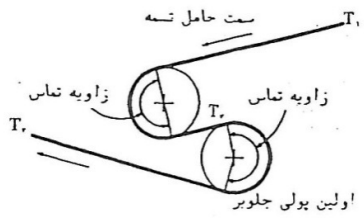
شکل 10 (یک درام در انتها، بدون استفاده از درام خفتگیر)



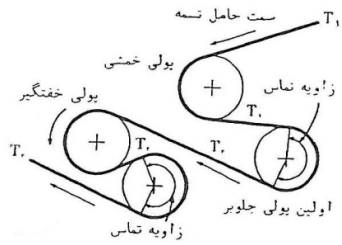
شکل 11 (یک درام جلوبر در انتها با استفاده از درام خفتگیر)



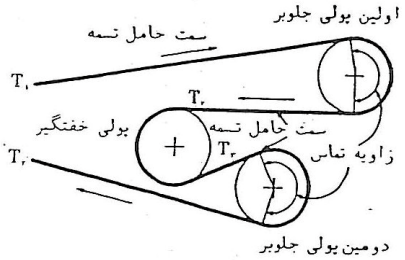
شکل 12 (یک درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



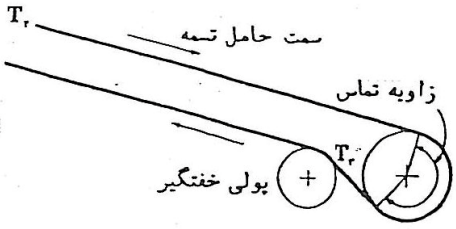
شکل 13 (دودرام جلوبرسرهم در سمت برگشت نوار)



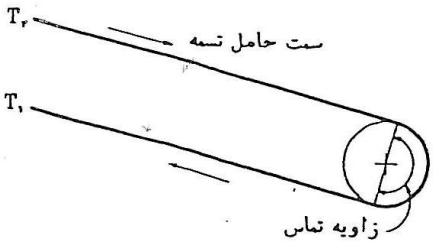
شکل 14 (دو درام جلوبر، در سمت برگشت نوار)



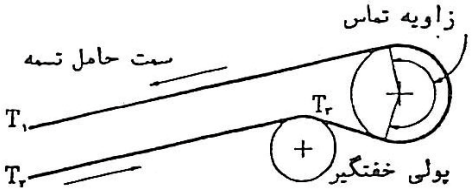
شکل 15 (دو درام جلوبر، یکی از آنها درام سر است)



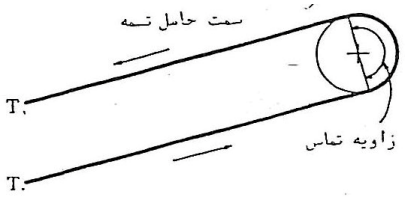
شکل 16 (یک درام جلوبر، با استفاده از درام خفتگیر)



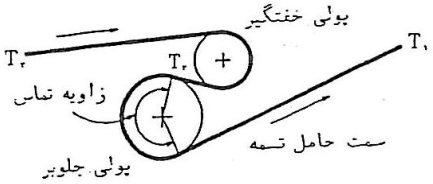
شکل 17 (یک درام جلوبر دردسر، استفاده از درام خفتگیر)



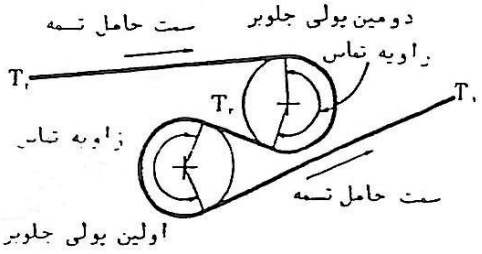
شکل 18 (یک درام جلوبر در انتها، از درام خفتگیراستفاده شده است)



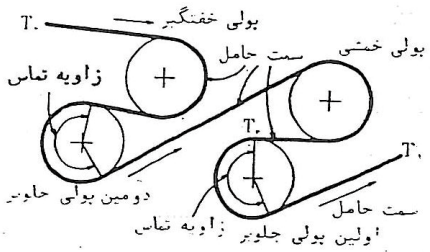
شکل 19 (یک درام جلوبر درانتها، از درام خفتگیراستفاده نشده است)



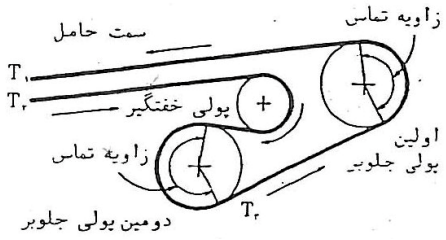
شکل 20 (یک درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 21 (دو درام جلوبر پشت سرهم، در سمت برگشت نوار)



شکل 22 (دو درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 23 (دودرام جلوبر، درام اولیه در انتها ماشین نقاله قرارداد)

2-2 انواع ماشین نقاله و فرمول‌های محاسبهٔ آنها

$T_e = T_1 - T_2$

(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_2 = T_e \times C_W$ یا $T_2 = T_1 + T_b - T_f$

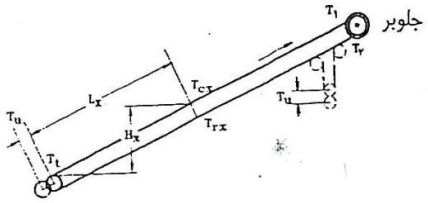
(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_t = T_2 - T_0 + T_f$ یا $T_t = T_0$

$T_1 = T_{\max}$

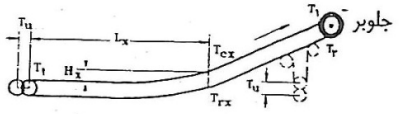
$T_2 = T_{\min}$

$T_{rx} = T_t + T_{wrx} - T_{frx}$

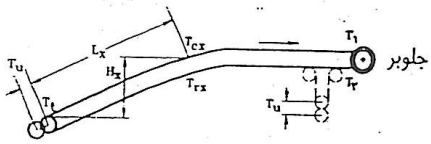
$T_{cx} = T_{fcx} + T_{wcx} + T_t$



شکل 24 (ماشین نقاله بالابر،با درام جلوبر در سر)



شکل 25 (ماشین نقاله با انحنای کاو، با درام جلوبر در سر)



شکل 26 (ماشین نقاله با انحنای کوژو درام جلوبر در سر)

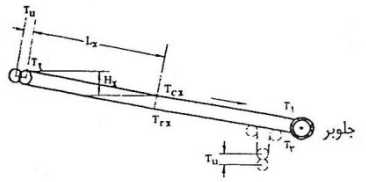
- TU نماد Take Up محل وسیله کششی است.

$T_e = T_1 - T_2$

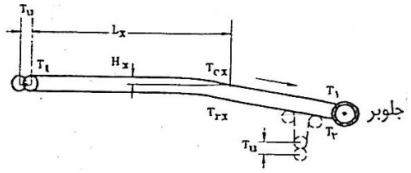
(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_2 = T_e \times C_W$ یا $T_2 = T_0 - T_e$

(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_t = T_e + T_1$ یا $T_t = T_2 + T_b + T_f$

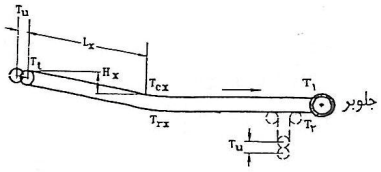
$$T_{\max} = T_1 = T_t$$
$$T_{cx} = T_{fcx} - T_{wcx} + T_t$$
$$T_{rx} = T_t - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 27 (ماشین نقاله پایین تر جلوبر در سر)



شکل 28 (ماشین نقاله با انحنای کوژ،درام جلوبر درسر)



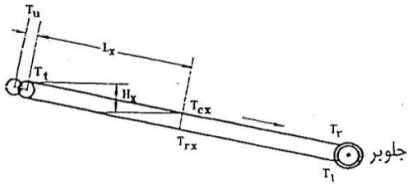
شکل 29 (ماشین نقاله با انحنای کاو، درام جلوبر در سر)

و نیز داریم :

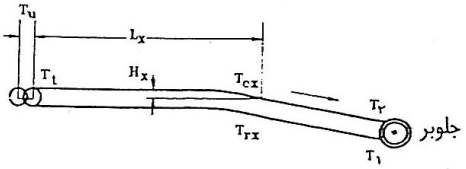
$$T_e = T_1 - T_2$$

(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_2 = T_0$ یا $T_2 = T_e \times C_W$

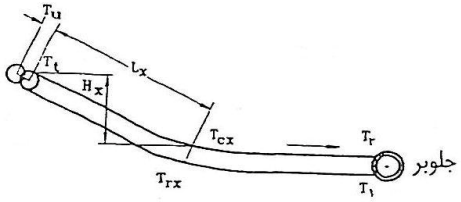
$$T_t = T_{\max} = T_2 + T_b + T_f$$
$$T_{cx} = T_{fcx} - T_{wcx} + T_t$$
$$T_{rx} = T_t - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 30 (ماشین نقاله پایین بر با درام جلوبر در سر)



شکل 31 (ماشین نقاله با انحنای کوژ، درام جلوبر در سر)



شکل 32 (ماشن نقاله انحنای
کاو، درام جلوبر در سر)

و داریم:

$$T_e = T_1 - T_2$$

$T_2 = T_0$ یا $T_2 = T_e \times C_W$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

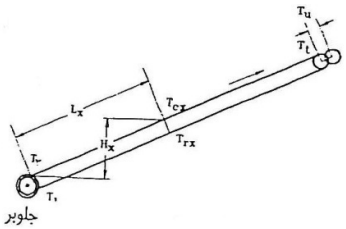
$$T_{\min} = T_2 \qquad T_{\max} = T_1$$

$$T_t = T_2$$

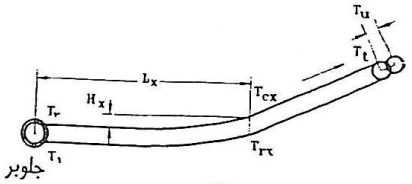
$$T_h = T_1 - T_f + T_b$$

$$T_{cx} = T_2 - T_{wcx} + T_{fcx}$$

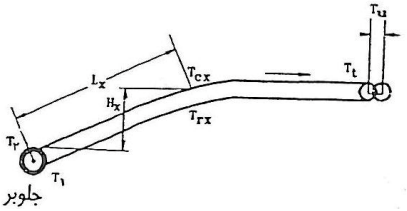
$$T_{rx} = T_1 - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 33 (ماشن نقاله بالابر با درام جلوبر در ته)



شکل 34 (ماشین نقاله با انحنای کاو، با درام جلوبر در انتها)



شکل 35 (ماشین نقاله با انحنای کوژ، با درام جلوبر در انتها)

و نیز داریم:

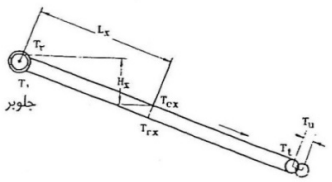
$$T_e = T_1 - T_2$$

$T_2 = T_h + T_b + T_f - T_e$ یا $T_2 = T_e \times C_W$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

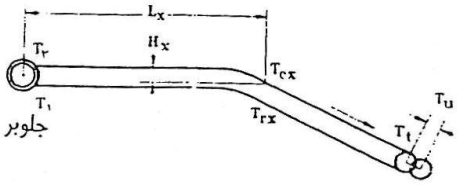
$T_h = T_t - T_b - T_f$ یا $T_h = T_0$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

$$T_b = H \times W_b$$

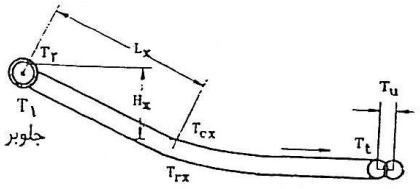
$$T_t = T_{\max} = T_2 + T_e$$
$$T_{cx} = T_2 - T_{wcx} + T_{fcx}$$
$$T_{rx} = T_1 - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 36 (ماشین نقاله پایین تر، با درام جلوبر در انتها)



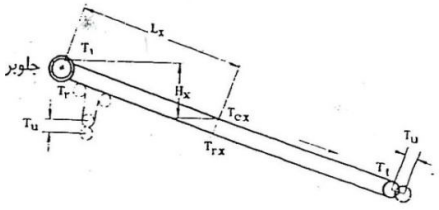
شکل 37 (ماشین نقاله با انحنای کوژ، با درام جلوبر در انتها)



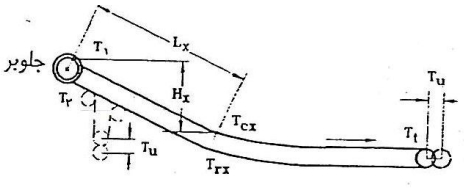
شکل 38 (ماشین نقاله باانحنای کاو، با درام جلوبر در انتها)

و باز هم داریم :

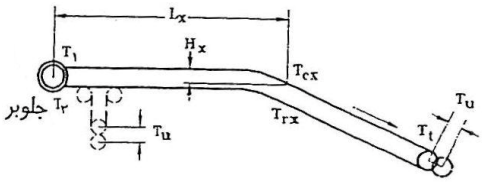
$$T_e = T_1 - T_2$$
$$T_2 = T_0 + T_f + T_e \quad \text{یا} \quad T_2 = T_e \times C_W \quad \text{(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)}$$
$$T_h = T_t - T_b - T_f \quad \text{یا} \quad T_h = T_0 \quad \text{(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)}$$
$$T_h = T_{\min}$$
$$T_t = T_{\max} = T_2 + T_e$$
$$T_{cx} = T_1 - T_{wcx} + T_{fcx}$$
$$T_{rx} = T_2 - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 39 (ماشین نقاله پایین بر با درام جلوبر در انتها)



شکل 40 (ماشین نقاله با انحنای کاو با درام جلوبر در انتها)



شکل 41 (ماشین نقاله با انحنای کوژ با درام جلوبر در انتها)

و داریم:

$T_e = T_1 - T_2$

$T_2 = T_0 - 0.015 \times W_b \times L_d + W_b \times H_d$ یا $T_2 = T_e \times C_W$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

$T_t = T_0$ یا $T_t = T_2 + 0.015 \times W_b \times L_d - W_b \times H_d$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

$T_t = T_{\min}$

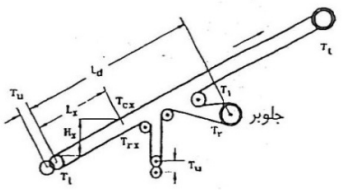
$T_h = T_t + T_{wcx} + T_{fcx}$ $T_h = T_{\max}$

H_d = ارتفاع از درام جلوبر

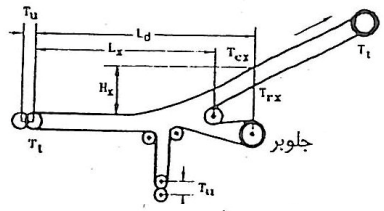
$T_t = T_{\max} = T_2 + T_e$

$T_{cx} = T_t + T_{wcx} + T_{fcx}$

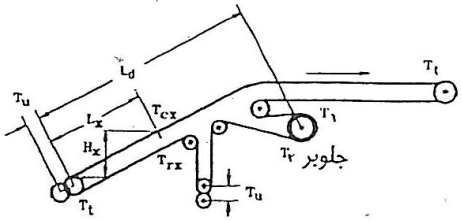
$T_{rx} = T_2 + T_{wrx} - T_{frx}$



شکل 42 (ماشین نقاله بالابر با درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 43 (ماشین نقاله با انحنای کاو درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 44 (ماشین نقاله با انحنای کوژ درام جلوبر در سمت برگشت نوار)

و داریم:

$T_e = T_1 - T_2$

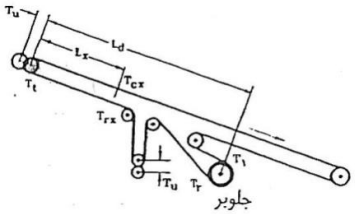
$T_t = T_2 + T_e$ یا $T_2 = T_e \times C_W$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

$T_{\max} = T_t$ یا $T_{\max} = T_1$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

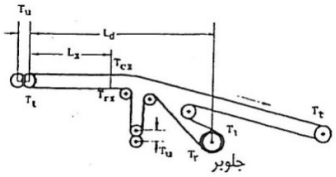
$T_{\min} = T_1$ یا $T_{\min} = T_t$ (مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید)

$T_{cx} = T_t - T_{wcx} + T_{fcx}$

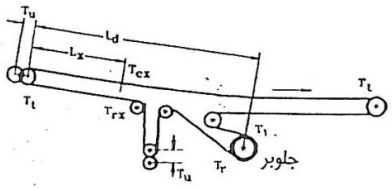
$T_{rx} = T_t - T_{wrx} - T_{frx}$



شکل 45 (ماشین نقاله پایین بر با درام جلوبردر سمت برگشت نوار)



شکل 46 (ماشین نقاله با انحنای کوژ با درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 47 (ماشین نقاله با انحنای کاودرام جلوبر در سمت برگشت نوار)

و داریم:

$$T_e = T_1 - T_2$$

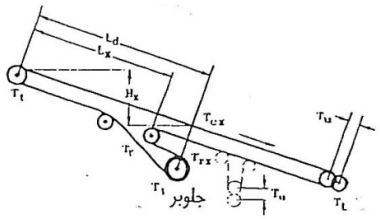
(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_2 = T_0$ یا $T_2 = T_e \times C_W$

(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_t = T_e + T_2$ یا $T_t = T_{\max} = T_2 + 0.015 \times W_b \times L_d \times H_d$

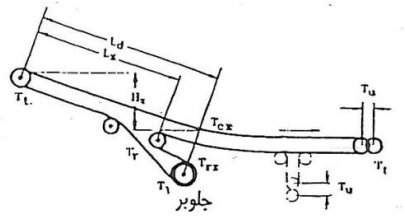
(مقدار ماکسیمم را انتخاب کنید) $T_h = T_0$ یا $T_h = T_t - 0.015 \times W_b \times (L - L_d) - W_b \times (H - H_d)$

$$T_{cx} = T_t - T_{wcx} + T_{fcx}$$

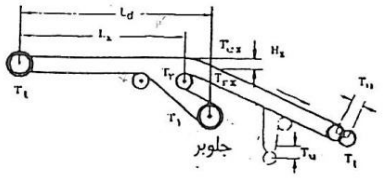
$$T_{rx} = T_t - T_{wrx} - T_{frx}$$



شکل 48 (ماشین نقاله پایین بر با درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 49 (ماشین نقاله با انحنای کاو و درام جلوبر در سمت برگشت نوار)



شکل 50 (ماشین نقاله با انحنای کوژ و درام جلوبر در سمت برگشت نوار)

نمادهای جدیدی که در فورمولهای صفحه های قبلی آمده است به شرح زیر است:

L_x : فاصله افقی درام انتها تا نقطه مورد نظر x (متر)

L_d : فاصله افقی درام انتهایی تا درام جلوبر (متر)

H_x : فاصله عمودی درام انتها تا نقطه مورد نظر x (متر)

T_{cx} : کشش وارد بر نوار در نقطه x از سطح حامل نوار(کیلوگرم)

T_{rx} : کشش وارد بر نوار در نقطه x از سطح برگشت نوار(کیلوگرم)

T_t : کشش نوار بر روی درام انتها (کیلوگرم)

T_{wcx} : کشش وارد بر نوار در نقطه x روی سطح حامل نوارحاصل از وزن بار و نوار(کیلوگرم)

T_h : کشش نوار بر روی درام سر(کیلوگرم)

T_{fcx} : کشش در نقطه xسطح حامل نوارحاصل از اصطکاک هرزگردها (کیلوگرم)

T_{wrx} :کشش نوار در نقطه x برروی سطح برگشت نوارحاصل از وزن نوار (کیلوگرم)

T_{frx} : کشش نوار در نقطه x برروی سطح برگشت نوارحاصل از اصطکاک هرزگردها (کیلوگرم)

T_b : کشش لازم برای به حرکت در آوردن وزن نوار در جهت عمودی (کیلوگرم)

باید توجه داشت که وقتی ماشین نقاله دارای دو درام جلوبر است، C_w از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$C_W = \frac{(C_{WP})(C_{WS})}{1+C_{WP}+C_{WS}}$$

C_W : فاکتور پیچش کل و C_{WP} : فاکتور پیچش مربوط به جلوبر اول و C_{WS} : فاکتور پیچش مربوط به جلوبر دوم

3. محاسبهٔ استحکام عملی پارچه منجید و نوار

پس از آن که $T_{\max}$ محاسبه شد، باید مطابق استاندارد استحکام عملی نوار نیز محاسبه شود. استحکام عملی نوار بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر و یا نیوتون بر متر بیان می شود.

استحکام پارچه منجید $(Kg/cm) = \frac{T_{\max}}{b_n} S_f$ و $T_{\max}$: کشش ماکزیمم (کیلوگرم)

b : عرض نوار (سانتی متر) و n: تعداد لایه های نوار و S_f : ضریب اطمینان

استحکام نوار $(Kg/cm) = \frac{T_{\max}}{b} S_f$

مقادیر استاندارد S_f را از جدول 18، 19 و 20 می توان بدست آورد.

مواد		A		B	
اندازه کلوخه		کوچک	بزرگ	کوچک	بزرگ
رویی زیری	کوچکتر از 1/0	11	11	11	12
	1/0 تا 3/0	10	11	11	11
	3/0 تا 10/0	9	9	10	10

	بزرگتر از 10/0	8	8	8	8

جدول 18 (مقادیر S_f برای نوار های پارچه ای چند لایه)

A : غلات، خمیر کاغذ، کاغذ، براده چوب، سود، خاک رس، آهک، ماسه، نمک، ماسه بادی، سیمان، بوراکس.

B : زغال سنگ، سنگ آهک، شن، کک، خرده شیشه، سنگ معدن مس و آهن، فسفات، سنگ معدن منگنز، دولامیت.

مواد		A		B	
اندازه کلوخه		کوچک	بزرگ	کوچک	بزرگ
زمان یک دور نوار	کوچکتر از 1/0	13	14	14	15
	1/0 تا 3/0	12	13	13	14
	3/0 تا 10/0	11	11	12	12
	بزرگتر از 10/0	10	10	10	10

جدول 19(مقادیر S_f برای نوارهای پارچه‌ای یک لایه)

مواد		A		B	
اندازه کلوخه		کوچک	بزرگ	کوچک	بزرگ
زمان یک دور نوار	کوچکتر از 3/0	8	8	8	8
	3/0 تا 10/0	7	7	7	7
	بزرگتر از 10/0	6/7	6/7	6/7	6/7

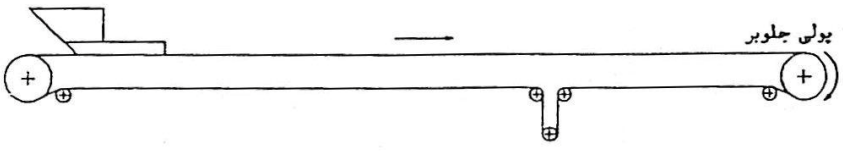
جدول 20 (مقادیر S_f برای نوار های فلزی)

در جدولهای 18 ، 19 و 20 کلوخهای کوچک یعنی کوچک تر از 30 میلیمتر و بزرگ یعنی بزرگتر از 30 میلیمتر. همچنین باید توجه داشت که برای نوار نقاله‌های مقاوم در مقابل حرارت و نوار نقاله‌های مقاوم در مقابل حرارت و نوار نقاله‌هایی که به صورت عمودی کار می کنند S_f به نسبت زمان دور نوار باید بیشتر از 20 در نظر گرفته شود و نیز وقتی دو سر نوار با بستهای فلزی به هم بسته شده باشند باید S_f را بیش از 12 در نظر گرفت.

مسأله یک:

حساب کنید : کشش موثر T_e، کشش سمت شل T_2، کشش ماکسیمم $T_{\max}$، کشش سمت سفت T_1، کشش روی درام انتهایی T_t و همچنین استحکام پارچه و نوار نقاله.

شکل 51: ماشین نوار نقاله به شکل روبرو است :



مشخصات

ماشین نوار نقاله:

L: 650 متر / V: 150 متر در دقیقه / H: صفر / Q_t: 3400 تن در ساعت

b: 100 سانتیمتر / W_b: 11/5 کیلوگرم بر متر / دمای محیط: 20 درجه سانتیگراد

مواد: سنگ معدنی با دانسیته 2/2 (تن در مترمکعب) / جلوبر: روکش شده و زاویه تماس نوار و درام هرزگردهای زاویه دار به قطر 15 سانتیمتر، شافت 3/5 سانتیمتر، زاویه 20 درجه و فاصله آنها از هم یک متر است.دستگاه ماشین نقاله به یک گردشگر متصل است و برای تخلیه مواد از گوه V کامل استفاده می-شود. همچنین پاککن در سر راه نوار است و وسیله کششی خودکار است و هدایت کننده مواد به طول 1/5 متر و عمق 10 سانتیمتر بر روی نوار نصب شده است.

تجزیه و تحلیل مسأله : با توجه به دمای محیط و نمودار4 :

$$K_t = 1W_m = 16.6\frac{Q_t}{V}$$

$$W_m = 16.6\frac{3400}{150}$$

$$W_m = 276.266kg/m$$

$$K_x = 0.00068(376.226+11.5) + 0.4536\frac{2.14}{1}$$

$$K_x = 1.2343$$

با توجه به جدول 14

$$K_y = 0.0208$$

اکنون جملات سمت راست رابطهٔ (y) را محاسبه می کنیم تا T_e را بدست آوریم.

$$LK_tK_x = 650\times1\times1.2343 = 802.295(kg)$$

$$LK_tK_xW_b = 650\times1\times0.0208\times11.5 = 155.48(kg)$$

$$T_f = 0.015LK_tW_b = 0.015\times650\times1\times11.5 = 112.125(kg)$$

$$LK_yW_m = 650\times0.0208\times376.266 = 5087.116(kg)$$

$$HW_m = 0\times376.266 = 0$$

$$T_2 = 70(kg)$$ از جدول 15

از جدول 16

$$T_p = 0.215\times100 = 21.5(kg)$$

$$T_s = 100\times0.60 = 60(kg)$$

$$T_{sk} = 0.5086C_sL_bh_s^2$$

$$T_{sk} = 0.5086\times0.2760\times1.5\times10^2$$

$$T_{sk} = 21.56(kg)$$

T_{sx}برای دو هدایت کننده مواد که معمولاً در طرفین نوار قرار می گیرد.

$$T_{sk} = 2\times21.056 = 42.112(kg)$$

$$T_{sk} = 42.112+2\times1.5\times4.5 = 55.612(kg)$$ به سبب لبه های لاستیکی هدایت کننده‌ها

$$T_D = 5\times15+2\times20 = 115(kg)$$

$T_{Accessories} = 322.112(kg)$

$T_e = 6479.128(kg)$

$T_2 = C_W T_e = (0.35)(6479.128) = 2267.6948(kg)$

$T_1 = T_e + T_2 = 6479.128 + 2267.6948 = 8746.8228(kg)$

$T_t = T_2 + 0.015LK_t W_b + T_D = 2267.6948 + 112.125 + 100 = 2479.8198(kg)$

استحکام نوار $= \frac{8746.8228}{100} \times 11 = 962.15(kg/cm)$

$S_f = 11$

تعداد لایه های پارچه ها = 4

استحکام پارچه منجید $= \frac{8746.8228}{4 \times 100} \times 11 = 240.5376(kg/cm)$

4. محاسبه حداکثر کشش وارد بر نوار ماشین نقاله‌های عمودی

4-1 محاسبه ی تناژ یا ظرفیت $Q_t = \frac{60v\gamma eV}{B_P}$

4-2 محاسبه ی کشش ماکزیمم وارد بر نوار

$$T_{\max} = T_e + \frac{B_g}{B_P} + HW_b \quad (1)$$

$$T_1 = T_{\max} = T_e + T_2 \quad (2)$$

$$T_e = HW_m \quad (3)$$

هر یک از دو رابطه (1) و (2) که $T_{\max}$ بزرگتری را به دست داد، انتخاب می‌کنیم.

$T_2 = T_e C_w$

v: حجم هر قاشقک (مترمکعب) / e: حجم موثر بار هر قاشقک (جدول 21)

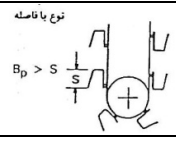
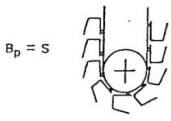
B_P: فاصله قاشقکها از یکدیگر (متر) / B_g: وزن هر قاشقک با بار (کیلوگرم)

γ: وزن مخصوص مواد (تن بر مترمکعب) / V: سرعت ماشین نقاله (متر در دقیقه)

W_b: وزن خطی نوار (کیلوگرم در متر) / W_m: وزن خطی بار (کیلوگرم در متر)

H: ارتفاع (متر)

جدول 21 (مقادیر e)

نوع قاشقک	مقدار e	اندازه کلوخه (میلیمتر)
	0/85	کوچکتر از 10
	0/75	بزرگتر از 11
	0/85	کوچکتر از 10
	0/60	بزرگتر از 11

5. کشش اولیه نوار و طول کشش اولیه

اصولاً دو نوع وسیله کششی در ماشین های نقاله به کارگرفته می شوند. وسیله کششی دستی و وسیله کششی اتوماتیک یا خودکار. در ماشین های نقاله کوتاه (تا65 متر) معمولاً از وسیله کششی دستی و در ماشینهای نقاله بلند از وسیله کششی اتوماتیک (خودکار) استفاده می کنند.

1-5 وسیله کششی دستی

وسیله کششی دستی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و کاربرد آن آسان است. ولی همواره به مراقبت نیاز دارد و مشکل اساسی این است که هیچ مرجع و منبعی وجود ندارد تا مقدار کشش اولیه را دقیقاً تعیین کرده باشد.

رابطه " $\frac{ws_i^2}{8T}$ = درصد شکم بین دو هرزگرد متوالی " که در بخش 3-2 ذکر شده است، می تواند مرجع خوبی باشد تا T را که کشش اولیه است، بدست آورد.

در مورد طول حرکت وسیله کشش دستی مقادیر جدول 22 پیشنهاد می شود.

طول ماشین نقاله (متر)	حداقل حرکت (سانتیمتر)	شرایط عادی (سانتیمتر)
10 یا کمتر	20	20
15	20	35
20	30	45
25	35	75
30	45	90
65	90	180

جدول 22 (طول حرکت وسیله کشش دستی)

2-5 وسیله کشش خودکار

برای وسیله کشش خودکار حداقل طول حرکت از جدول 23 بدست می آید.

طول ماشین نقاله (متر)	شرایط (درصد از طول ماشین نقاله)		
	الف	ب	پ
تا 35	3	3	3
65	1/7	2/3	2/3
165	1/6	2/1	2/8
265	1/5	2	2/5
350	1/5	2	2/5
طویل تر از 350	*	*	*

جدول 23 (حداقل طول حرکت وسیله کشش خودکار)

* به پیشنهاد کارخانه سازنده ماشین نقاله

الف: هیچ رطوبت یا حرارت بیش از 65 درجه در محیط کار ماشین نقاله نباشد و کشش شروع به کار نوار بیش از 150% کشش ماکسیمم وارد به نوار نباشد.

ب: هیچ رطوبت یا حرارت بیش از 65 درجه در محیط کار ماشین نقاله نباشد و کشش شروع به کار نوار بیش از 200% کشش ماکسیمم وارد به نوار نباشد.

ج: ماشین نقاله در محیط مرطوب یا حرارت بیش از 65 درجه کار می‌کند و کشش شروع به کار نوار بیش از 200% کشش ماکسیمم وارد به نوار نباشد.

کشش اولیه برای وسیله کشش خودکار را با توجه به شکل ماشین نقاله و محل قرار گیری وسیله کششی میتوان محاسبه کرد. اصولاً اگر اطلاعات مکتوبی از کشش اولیه نداشتیم بهترین انتخاب دو برابر کشش وارد بر نوار در نقطه‌ای است که می‌خواهیم وسیله کششی را نصب کنیم.

$$W_g = \frac{2T + W_f - W_P}{R}$$

W_g: کشش اولیه برای وسیله کشش خودکار (کیلوگرم)

W_f: نیروی لازم برای اصطکاک وسایل کششی مثل سیمها و وسایل دیگر (کیلوگرم)

W_P: نیروی مربوط به وسایل کششی که به صورت افقی حرکت می‌کنند مثل چرخها، درامها، شافتها و... در صورتی که این وسایل عمودی حرکت کنند W_P صفر خواهد بود.

R : مزیت مکانیکی است، در صورتی که وجود داشته باشد.

T: کشش در نقطه ای که وسیله کششی اولیه نصب می‌شود.

مسأله 2 :

کشش اولیه را برای ماشین نقاله مسأله 1 حساب کنید در صورتی که وسیله کشش اولیه در 400 متری از درام انتهایی قرار داشته باشد و هیچ مزیت مکانیکی وجود ندارد و از نیروهای اصطکاکی وسیله کشش بتوان صرف نظر کرد.

حل : با توجه به محاسبات مسأله 1 و داده های این مسأله داریم:

$$W_g = \frac{2T + W_f - W_P}{R}$$

$$W_g = 2T$$

$$T = T_{rx} = T_x + T_{wrx} - T_{frx} = T_t + H_x W_b - 0.015 K_t L_x W_b$$

$$T_{rx} = 2479.8189 + 0 \times 11.5 - 0.15 \times 1 \times 400 \times 11.5$$

$$T_{rx} = 2479.8189 - 69 = 2410.8189(kg)$$

$$W_g = 2T = 2 \times 2410.8189 = 4821.6396(kg)$$

6. شتاب و واشتاب ماشین نقاله

در هنگامی که دستگاه ماشین نقاله شروع به کار می کند، به علت شتابی که دستگاه می‌گیرد کشش وارد به نوار چند برابر کششی است که هنگام حمل بار به نوار وارد می شود. همچنین در ماشین های نوار نقاله بلند هنگام ترمز و توقف دستگاه کشش اضافی به نوار وارد می شود. به این علت باید از این نیروهای اضافی اطلاعات کافی داشته باشیم تا بیش از حد مجاز به نوار وارد نشود.

1-6 کشش وارد بر نوار هنگام شروع به کار (شتاب نوار)

کشش وارد بر نوار هنگام شروع به کار از شتاب دستگاه ایجاد می شود.

جدول 24 کشش مجاز شروع به کار را برای نوار های گوناگون توصیه می کند.

شرایط	درصد مجاز کشش بر حسب ماکسیمم کشش وارد بر نوار
نوار نقاله هایی که بر هر لایه منجید آنها 10 کیلوگرم بر سانتیمتر نیرو بیشتر وارد نمی‌شود.	ماکسیمم 200% - ترجیحاً 180%
نوار نقاله افقی که بر هر لایه منجید آنها 15 کیلوگرم بر سانتیمتر نیرو بیشتر وارد نمی‌شود.	ماکسیمم 200% - ترجیحاً 180%
نوار نقاله هایی بالابر با 15 تا 18 درجه شیب که بر هر لایه منجید آنها 15 کیلوگرم بر سانتیمتر نیرو بیشتر وارد نمی‌شود.	ماکسیمم 200% ولی مقدار WR^2 معمولاً آن را غیر ممکن می‌کند
نوار نقاله هایی که بر هر لایه منجید آنها بیش از 15 کیلوگرم بر سانتیمتر نیرو بیشتر وارد می‌شود.	ماکسیمم 150% - ترجیحاً 135%

جدول 24 (کشش مجاز شروع به کار نوار)

$$F_a = (A \times b \times T_n \times n) - (T_{\max})$$

$$t = \frac{M}{F_a} \frac{(V_1 - V_0)}{60}$$

F_a: نیروی شتاب یا واشتاب (کیلوگرم) / A: درصد مجاز کشش

b: عرض نوار (سانتیمتر) / V_1: سرعت نهایی (متر در دقیقه)

V_0: سرعت اولیه (متر در دقیقه) / T_n: کشش وارد بر هر لایه نوار (kg/cm)

n: تعداد لایه‌ها / t: زمان شتاب (ثانیه)

M: وزن کل ماشین نقاله و بار که در حرکت اند بجز موتور و اجزا آن (کیلوگرم). (این اطلاعات را باید از کارخانه سازنده ماشین نقاله بدست آورد.)

2-6 زمان لازم برای توقف نوار (زمان واشتاب)

برای محاسبه زمان واشتاب از روابط زیر استفاده می کنیم:

$$t = \frac{E}{\frac{1}{2}VF}$$

$$E = \frac{1}{2}MV^{2}$$

$$F = \frac{P}{V}$$

E: انرژی جنبشی دستگاه (J) / t : معادل لازم برای واشتاب یا ترمز دستگاه (ثانیه)

M: وزن معادل همه اجزا متحرک دستگاه (kg) / P: توان موتور (W)

V: سرعت نوار (m/s)

مسأله 3:

نیروی شتاب و زمان آن را برای ماشین نقاله مسأله 1 حساب کنید. همهٔ اطلاعات مسأله 1 داده شده است و اطلاعات لازم دیگر به شرح زیر است :

وزن بار = $376.266 \times 650 = 244572.9(kg)$

وزن نوار = $11.5 \times 650 = 7475(kg)$

وزن قسمتهای متحرک ماشین نقاله = $77747.9(kg)$

$M = 329795.8(kg)$

از مسأله 1 داریم :

$T = 8746.8228(kg)$

حال چنانچه نواری انتخاب کنیم که نیروی وارد بر هر لایه آن (15 (kg/cm و شش لایه باشد و درصد مجاز کشش اولیه 180% حداکثر نیروی وارد بر آن باشد، خواهیم داشت:

$$F_a = (\frac{180}{100} \times 100 \times 15 \times 6) - (8746.8228) = 7453.1772(kg)$$

$$t = \frac{M}{F_a}\frac{(V_1 - V_0)}{60} = \frac{329795.8}{7453.1772} \times (\frac{150-0}{60}) = 110.62(s)$$

این نتیجه بدین معنی است که وقتی حداکثر کشش وارد بر نوار (8746/8228(kg/cm است زمان شتاب نباید کمتر از 110/62 ثانیه باشد.

7. محاسبهٔ توان موتور

توان موتور ماشین نقاله از رابطه زیر بدست می آید:

$$p_t = p_1 + p_2 + p_3 + p_4$$

در این رابطه:

p_t : توان کل (W)

p_1 : توان لازم برای به حرکت درآوردن بار و نوار و وسایل جانبی (مانند گردشگر، درام ها، گوه ها و ...) و توان لازم برای فائق آمدن موتور بر اصطکاک هرزگردها است. این توان از رابطه

P_1 (w)=1/634 × $10^{-1}(kg)V\ (m/\min)$ بدست می آید که (T_e) از رابطه (V) بخش 3 محاسبه می شود.

p_2 : توان لازم برای شتاب نوار نقاله و بار وسایل دیگر از حالت سکون است. این توان در فصل 4 بخش 6_1 مورد بحث قرار گرفته است.

$$p_2 = \frac{1}{60} f_a \frac{V}{2}$$

p_3 : توان لازم برای شتاب مواد (w)، معمولاً وقتی مواد بر روی نوار تغذیه می شوند سرعتی کمتر از سرعت نوار نقاله دارند و تا آن که سرعتی معادل سرعت نوار به خود بگیرند باعث مصرف توان اضافی می شوند. وقتی سرعت نوار کم است این تأثیر قابل ملاحظه نیست مگر آن که تناژ بسیار زیاد باشد. p_3 از رابطه زیر بدست می آید:

$$p_3 = 7/716 Q_t (V^2 - V_m^2) * 10^{-5}$$

Q_t: تناژ (تن در ساعت)

V : سرعت نوار (متر در دقیقه)

V_m : سرعت مواد در جهت حرکت نوار هنگام برخورد با نوار (متر در دقیقه)

p_4 : توان اضافی مربوط به تأخیر درام نسبت به موتور : معمولاً نیروی موتور به وسیله نوار های (V شکل) یا زنجیر به درام انتقال می یابد و همیشه بین موتور ودرام تأخیر وجود دارد، تقریباً 5% کل توان حاصل از p_1 ، p_2 و p_3 را برای p_4 منظور می کنند .

$$p_4 = 5 * 10^{-2}(p_1 + p_2 + p_3)$$

مساله 4 :

توان موتور لازم برای ماشین نقاله مسأله 1 را حساب کنید . همه اطلاعات مسأله 1 داده شده است.

$$P_1 = 1.634 \times 10^{-1} T_e \times V = 0.1634 \times 6479.128 \times 150 = 158803.43(W)$$

$$P_2 = F_a \frac{V}{2 \times 60} = 7453.1772 \times \frac{150}{2 \times 60} = 9316.4715(W)$$

$$P_3 = 7.716 Q_t (V^2 - V_m^2) 10^{-5} = 7.716 \times 3400 [150^2 - (\frac{150}{2})^2] 10^{-5} = 4427(W)$$

$$P_4 = 0.05(P_1 + P_2 + P_3) = 0.05(158803.43 + 9316.4715 + 4427) = 8627.3451(W)$$

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_t = 181174.25(W) = 242.86(HP)$$

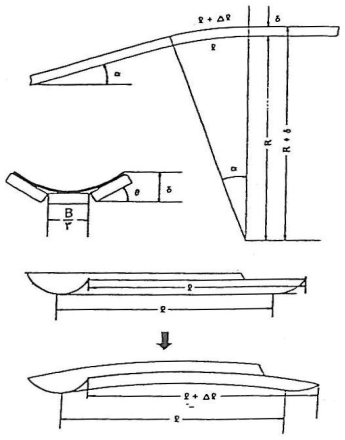
فصل 5

طراحی برخی قسمتهای ماشین نقاله

1. محاسبه حداقل شعاع کوژ وکاوه در نوارها

نوار هایی که پس از یک شیب به صورت افقی حرکت می کنند هنگام این تغییر شکل انحنای کوژ یا کاو می گیرند که در این صورت محاسبهٔ حداقل شعاع در نقطه کوژ یا کاو ضروری است.

1-1 محاسبه حداقل شعاع کوژ



شکل 61 (شعاع کوژ برای نوار های با منجید فلزی و پارچه ای)

برای نوار های با منجید فلزی $R=167B.Sin\theta$

برای نوار هایی با منجید پارچه ای $R= 42B.Sin\theta$

$$\alpha = \frac{B}{3} Sin\theta$$

$$l + \Delta l = \frac{\pi\alpha}{180}(R + \delta)$$

$$l = \frac{\pi\alpha}{180} R$$

در این رابطه :

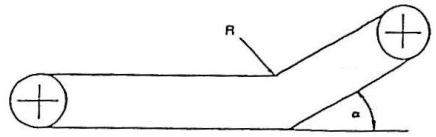
R : حداقل شعاع کوژ نوار (متر) / B : عرض نوار (متر) / θ : زاویه هرزگرد نوار (درجه)

Δl : حداکثر مجاز ازدیاد طول لبه های نوار (متر)

برای نوار های یا منجید فلزی $\Delta l = 1/002\, l$

برای نوار های با منجید پارچه‌ای $\Delta l = 1/008\, l$

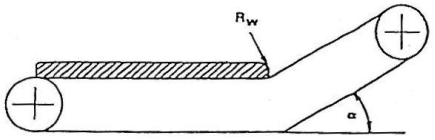
2-1 محاسبه حداقل شعاع کاو



$$R = \frac{T.}{W_b \cos\alpha}$$ محاسبه تسمه بدون بار

شکل 62 (شعاع کاو برای نوارهای با منجید فلزی و پارچه‌ای)

محاسبه نوار بدون بار



$$R_w = \frac{T}{(W_b + W_m)\cos\alpha}$$ محاسبه تسمه با بار

R : حداقل شعاع کاو نوار بدون بار (متر) / R_w : حداقل شعاع کاو نوار با بار (متر)

T_0 : کشش در نقطه کاو نوار بدون بار(کیلوگرم)/ T : کشش درنقطه کوژ نوار با بار (کیلوگرم)

W_b : وزن خطی بار (کیلوگرم بر متر) / W_m : وزن خطی بار (کیلوگرم بر متر)

α : زاویه شیب نوار (درجه)

یادآوری می شود از دو رابطه بالا برای محاسبه نوار های کاو بین R_W , R هر کدام بزرگتر است را باید انتخاب کرد. چنانچه شتاب اولیه را در محاسبات منظور کنید، به جای T_0 , T باید ازمقادیر زیر استفاده کنید:

وقتی دستگاه به آرامی شروع به کار کند $1/35\, T_0$ یا $1/35\, T$

وقتی دستگاه به سرعت شروع به کار کند. $2\, T_0$ یا $2T$

2. محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد در نوارهای ناودانی

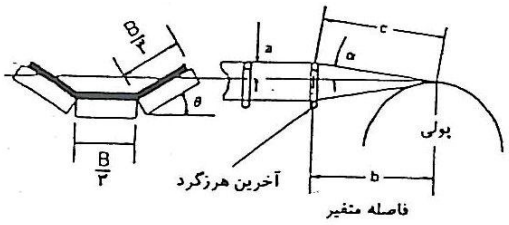
محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد بستگی به سطح قرار گرفتن آخرین هرزگرد نسبت به درام سر دارد. اصولاً به دو صورت زیر در نظر می گیریم:

2-1 محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد وقتی درام سر در سطح نصف عمق هرزگردهای ناودانی قرار دارد

$$b = \frac{100B}{6}\sqrt{\frac{2(1-Cos\theta)}{\varepsilon^2 + 200\varepsilon}}$$

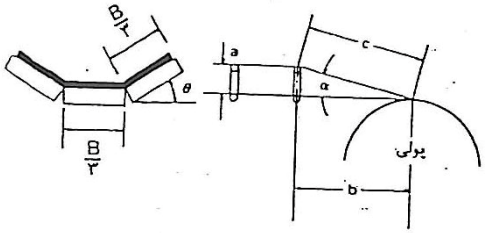
$$\varepsilon^2 = 0$$

$$b = \frac{5B}{3}\sqrt{\frac{1-Cos\theta}{\varepsilon}}$$



شکل 63 (شمایی از درام سر، وقتی در سطح نصف عمق هرزگردهای ناودانی قرار دارد.)

2-2 محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد وقتی درام سر در سطح هرزگردهای ناودانی حامل قرار دارد.



شکل 64 (شمایی از درام سر، وقتی در سطح هرزگردهای ناودانی قرار دارد.)

b: فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد (متر) / B: عرض نوار (متر) / θ: زاویه ناودانی (درجه)

ε: حداکثر درصد مجاز ازدیاد طول لبه نوار

و ε: برای نوار های با منجید فلزی = 0/2% و ε برای نوارهای با منجید پارچه ای = 0/8%

می توان محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد را براساس استحکام کششی نوار از جدول 29 بدست آورد.

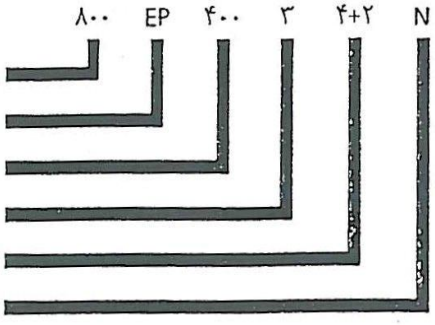
درصد استحکام کششی نوار بر اساس کشش حداکثر نوار	فاصله
بیش از 80%	b
60% تا 80%	0.8 b
زیر 60%	0.6 b

جدول 29 (محاسبه فاصله درام سر تا آخرین هرزگرد)

فصل 6

نمایش استاندارد نوار نقاله و جداول تبدیل آحاد بین المللی

نوار نقاله با منجید پارچه‌ای را به صورت استاندارد زیر نمایش میدهند:



عرض نوار (میلی متر)
جنس منجید نوار از پلی استر (در طول) و نایلون (در عرض) مقاومت نوار در جهت طول (کیلوگرم بر سانتی متر)
تعداد لایه های نوار
ضخامت روکش رویه + روکش زیرین (میلی متر)
نوع روکش نوار (از نظر استحکام)

(1) طول

cm	m	in	ft
1	0/01	0/3937	0/03281
100	1	39/37	3/281
2/54	0/0254	1	0/0833
30/48	0/3048	12	1

Mile	Km	Nautical Mile (Metric)
1	1/6092	0/869
0/6214	1	0/540
1/151	1/852	1

(2) چگالی

$Ton/m^3 (g/cm^3)$	lb/ft^3
1	62/50
0/016	1

(3) دما

$$^0C = (F-32)\times\frac{5}{9} \qquad \text{و} \qquad ^0F = (C\times\frac{9}{5})+32$$

(4) زاویه

RADIAN	**درجه**
0175/0	1
1	57/30
π	180

(5) فشار

MPa	lb/in^2	kg/cm^2	Bar
0/1	14/50	1/0197	1
0/098	14/22	1	0/9807
0/007	1	0/07031	0/06895
1	145/0	10/20	10/0

(6) توان

$kg.m/\sec$	KW	$HP(English)$	$HP(Metric)$
75	0/7355	0/9859	1
76/07	0/746	1	1/0143

101/97	1	1/3405	1/3596
1	0/009807	0/01315	0/0133

پیوست 1 :

مشخصات فنی در ارتباط با ساخت رولیک و درام

1) درام نوار نقاله‌ها پس از جوشکاری و قبل از ماشینکاری نهایی باید تنش زدایی شوند.
2) یاتاقانهای دو طرف درام باید از یک طرف ثابت و از طرف دیگر آزاد باشند.
3) درام‌ها پس از مونتاژ نهایی باید بالانس استاتیکی شوند.
4) جهت تراش شافت درام و انتخاب تلرانس‌های لقی شافت استفاده از کتاب " جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی – ترجمه عبدا... ولی نژاد " پیشنهاد می‌گردد.
5) بهترین نوع بلبرینگ برای درام‌ها SKF غربی پیشنهاد می‌گردد.
6) بهترین نوع هوز بلبرینگ نیز SKF، FAG و یا ایرانی با کیفیت عالی پیشنهاد میگردد.
7) حداکثر ضریب اصطکاک غلتشی رولیک‌ها 0.022 می‌باشد.
8) بهترین نوع بلبرینگ برای رولیک‌ها نیز SKF غربی پیشنهاد می‌گردد.
9) رولیکها در پایه رولیک خود باید به راحتی و بدون نیاز به ابزار مونتاژ و دمونتاژ گردند.
10) دسته بندی باید به نحوی باشد که قسمتهای ماشین کاری شده و حساس در زمان حمل و انبارداریِ قبل از نصب، آسیب نبیند.

پیوست 2 :

تستهای مربوط به رولیک

1) **تست چرخشی :**

رولیک باید با سرعت 300 دور در دقیقه در مدت حدود 15 دقیقه چرخانده شده و پس از آن رولیک باید با دست بدون هیچ مانعی براحتی بچرخد.

2) **تست آبندی :**

رولیک پس از انجام تست چرخش باید در عمق یک متری آب فرو برده شود و به مدت حدود سه ساعت نگه داشته شود. وزن رولیک قبل و بعد از غوطه وری نباید تغییر محسوسی کرده باشد.

3) **تست لنگی :**

لنگی رولیک پس از تست چرخش نباید بیش از 1% باشد.

4) **تست بالانس :**

برای بالانس رولیک مقدار نیروی مجاز بر حسب گرم از فورمول زیر محاسبه می‌گردد:

قطر خارجی رولیک بر حسب میلیمتر * طول رولیک به میلیمتر * 0.0007 = حداکثر نیروی مجاز (گرم)

5) **تست اصطکاک :**

حداکثر ضریب اصطکاک رولیک پس از تست چرخش 0.022 می‌باشد.

6) **تست استحکام :**

رولیک باید از ارتفاع 300 میلیمتری روی سطح بتنی صاف رها شده و بعد روی سطح بتن صاف و افقی حدود 1.5 متر چرخانده شود. پس از انجام این تست در چرخش و کارکرد ولیک نباید تغییر ایجاد شود.

منابع و استانداردهای نوارنقاله

ISO – Recommendation (International Organization for Standardization).

ISO – R 5285 – Guide storage and handling.

ISO – R 252 – Adhesion.

ISO – R 283 – Strength and elongation.

ISO – R 284 – Electrical conductivity.

ISO – R 340 – Flame resistance.

ISO – R 432 – Ply belts.

ISO – R 703 – Through ability.

ISO – R 1120 – Joint strength of mechanical fasteners.

ISO – R 4195 – 1 – Conveyor belts. Heat resistance – part 1: Test Method

ISO – R 4195 – 1 – Conveyor belts. Heat resistance – part 2: Specification.

BSI (British Standard Institution).

BS 490 – Spec. for rubber and plastic conveyor belt.

BS 2890 – Spec. for troughed belt conveyors.

BS 3289 – Fire - Resistance conveyor belting.

NCB (National Coal Board)

NCB 158 (1980) : Fire resistant Conveyor belting

ASTM (American National Standard)

SATM D 378-77 : Rubber belting

DIN (German Industrial Standard)

DIN – 22101 – Calculation and dimensioning

DIN – 22102 – Conveyor belts with textile plies

DIN – 22103 – Flame resistant conveyor belts

DIN – 22104 – Antistatic conveyor belts with fabric plies

DIN – 22108 – Conveyor belts with fabric plies, bending test by shock

DIN – 22109 – part 1 – PVC monopoly belts for coal mines underground

DIN – 22109 – part 2 – Conveyor belts with two plies for coal mines underground

DIN – 22109 – part 4 – Conveyor belts with two plies for coal mines underground

DIN – 22109 – part 5 – Conveyor belts with textile plies for coal mines, branding

DIN – 22109 – part 6 – Conveyor belts with textile plies for coal mines, besting

DIN – 22110 – part 1 and 2– Conveyor belts with textile plies, static and dynamic strength of belt joint

DIN – 22118 – Conveyor belts with textile plies for coal mines, flammability test

DIN – 22121 – Conveyor belts with textile plies, permanent joint for two ply textile plies

DIN – 22131 – part 1,2,3,and 4 – Steel cable belts

NEN (Dutch Institute for Standards)

NEN 3239 – Rubber conveyor belts

NEN 3605 – Adhesion

NF (French Standards)

NF – T 47.101 – Adhesion

NF – T 47.102 – Strength and elongation of conveyor belts

NF – T 47.108 – Flame resistance of conveyor belts

NF – T 47.109 – Electrical conductivity of conveyor belts

NF – T 47.125 – Through ability

NF – M 81.651 – Conveyor belts with textile plies for underground mining

NF – M 81.653 – Conveyor belts with textile plies for underground mining, testing

JIS (Japanese Industrial Standard)

JIS k6324 – Qualitative standard for flame resistance of conveyor belts

JIS k6369 – Steel cord conveyor belts

IS (Indian Standard)

IS 3181 – Specification for fire resistant conveyor belting for underground use in coal mines

منابعی که در تدوین کتاب به آنها مراجعه شده است

1. Belt conveyors for bulk materials
   Prepared by the engineering conference of the CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTORERS ASSOCIATION
2. Conveyor belt design manual. BRIDJESTONE
3. NOKIA – Conveyor belts
4. Conveyor belts INDY FIRESTONE
5. Correct selection of belt specifications and compatibility with conveyor design by: DUNLOP belting division
6. http://www.sahandrubber.com
7. اصول طراحی تسمه نقاله، شرکت صنایع لاستیکی سهند
8. روشهای عملی طراحی تسمه نقاله، شرکت صنایع لاستیکی سهند
9. مطالعه تئوری طراحی تسمه نقاله، شرکت صنایع لاستیکی سهند
10. مشخصات استاندارد تمه نقاله لاستیکی و روشهای آزمایش آنها، شرکت صنایع لاستیکی سهند
11. بررسی و انتخاب پارچه تسمه نقاله (جلد اول)، شرکت صنایع لاستیکی سهند
12. مقالات پروژه بررسی ساختار تسمه نقاله (در دو جلد)، شرکت صنایع لاستیکی سهند