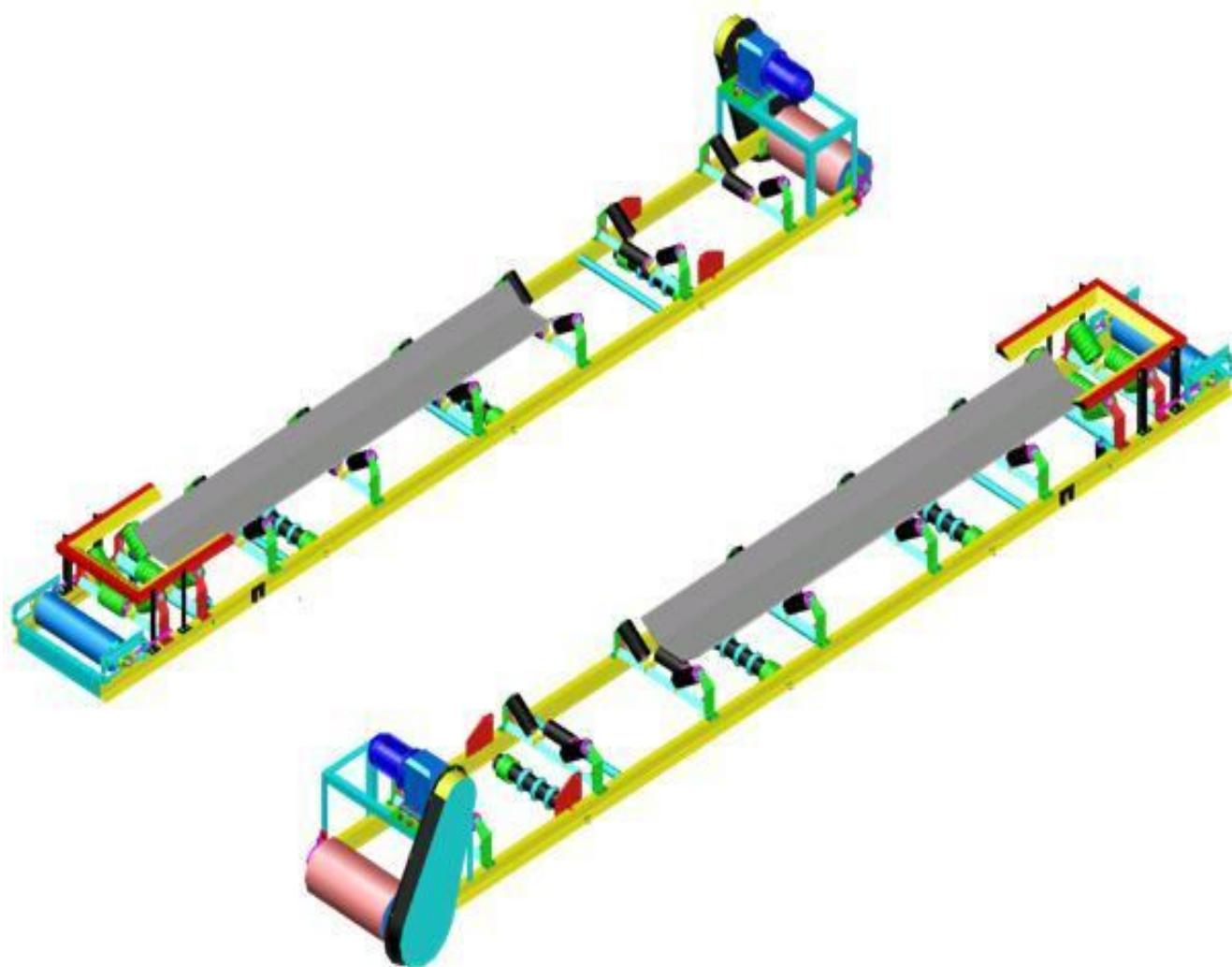


مبانی میکرونگهداشت انتقال مایه لاستیکی



فهرست مطالب

4	پیشگفتار
5	فصل اول : نوار نقاله و اجزاء آن
5	1. ساختار نوار نقاله لاستیکی
6	2. ضخامت، نوع آمیزه و شکل سطح لاستیک روکش نوار
8	3. تقویت کننده‌ها
11	فصل دوم : عرض، سرعت، زاویه شیب، تناژ یا ظرفیت حمل بار نوار
11	1. عرض نوار نقاله
12	2. سرعت نوار نقاله
13	3. زاویه شیب نوار
14	4. ظرفیت حمل بار نوار
17	فصل سوم : شرایط انبار و نگهداری، تعیین متراژ و روش حمل نوار
17	1. شرایط انبار و نگهداری نوار
18	2. تعیین متراژ نوار
19	3. روش حمل نوار
20	فصل چهارم : روش‌های آپارات نوار
20	1. روش آپارات نوارهای با منجید پارچه‌ای با مصارف عام
21	2. روش آپارات نوارهای با منجید فولادی
25	فصل پنجم : عیب یابی دستگاه نوارنقاله و راه‌های چاره آنها
25	1. نوار در یک قسمت خاص از ماشین نقاله، به یک سمت کشیده می‌شود
25	2. یک قسمت از نوار نقاله در تمام طول ماشین نقاله، به یک سمت کشیده می‌شود

26	3. نوار در تمام طول ماشین نقاله، به یک سمت کشیده می‌شود
26	4. رویه نوار به طور غیر عادی فرسوده شده یا دارای بریدگی و جداشدگی لایه است
27	5. لایه زیرین نوار به طور غیر عادی ساییده شده است
28	6. کناره‌های نوار صدمه دیده‌اند
28	7. منجید نوار صدمه دیده است
28	8. رویه نوار بریدگی طولی پیدا کرده است
29	9. نوار پاره شده است
29	10. رویه نوار متورم شده یا به سمت داخل انحنای پیدا کرده است
29	11. سطح رویه نوار سوختگی دارد
29	12. روی سرتاسر سطح رویه نوار، ترک‌های ریز به چشم می‌خورد و رویه، نرمی خود را از دست داده است
30	13. ترک‌های ریز سطحی روی سطح رویه به چشم می‌خورد
31	فصل ششم: نمایش استاندارد نوار نقاله و جداول تبدیل واحدها
33	پیوست 1: تست‌های مربوط به رولیک
34	منابع کتاب

پیشگفتار

شرکت صنایع لاستیکی سه‌پند 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 مهندسين قرار داده است.

اکنون با توجه به دوره‌های آموزشی برگزار شده و با بهره‌گیری 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 مصرف کنندگان، طراحان و دست‌اندرکاران نوارنقاله است.

مسئولین شرکت صنایع لاستیکی سه‌پند به خوبی آگاهند که ارائه مطالب کتاب با شرح و بسط کامل از حیثه 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 سه‌پند 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 سه‌پند 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 سه‌پند – خرداد 1376

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

محمدحسین متقی زاده – آبان 1387

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.

2-1 منجید نوار

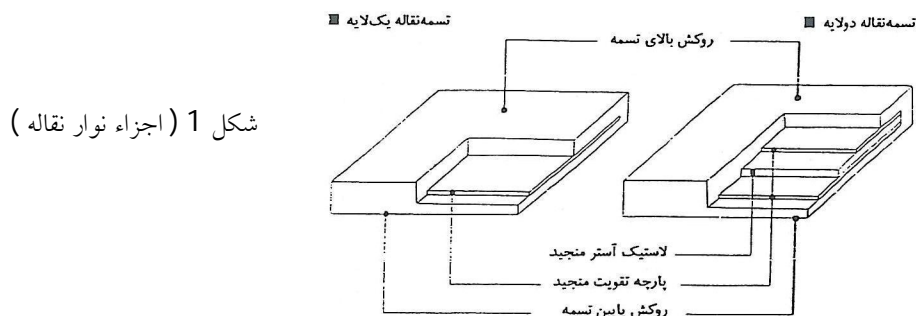
منجید قسمتی است که استحکام مور نیاز نوار را برای حل بار و به گردش درآوردن خود نوار و درامها و هرزگردهای ماشین نقاله تأمین می کند. منجید از یک یا چند لایه تقویت کننده و لاستیک تشکیل یافته است. استحکام نوار بر اساس استحکام منجید آن بیان میشود.

3-1 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 می‌کنند.

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

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

مواد : A : غلات، کاغذ، خمیر کاغذ، براده های 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 :

$$F_f = \frac{2L}{V}$$

زمان لازم برای یک دور کامل نوار نقاله است و از رابطه رو به رو بدست می آید:

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

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

جدول 2 (مقادیر ضخامت روکش بالا برای نوارهای 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.

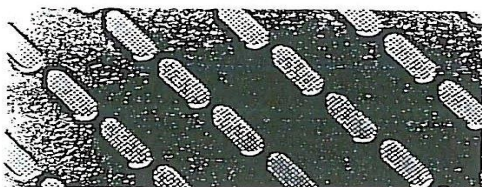
الف) عوامل فیزیکی: سایش - اجسام تیره و برنده - حرارت

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

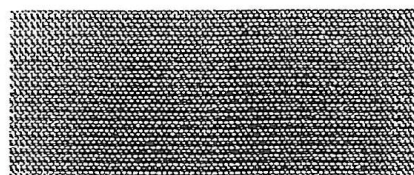
پ) مواد غذایی

2-3 شکل سطح لاستیک روکش بالا

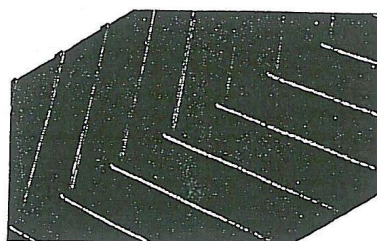
شکل سطح لاستیک روکش بالا بر اساس زاویه شیب حمل بار و نوع بار می تواند صاف یا آجدار باشد این آجها به شکل گریب (متخلخل)، به شکل V یا شکلهای دیگر می توانند باشند. در شکلهای 2، 3 و 4 برخی از انواع آجها ارائه شده است.



شکل 3 (نوار با آج راه راه)



شکل 2 (نوار با آج گریب)



شکل 4 (نوار با آج V)

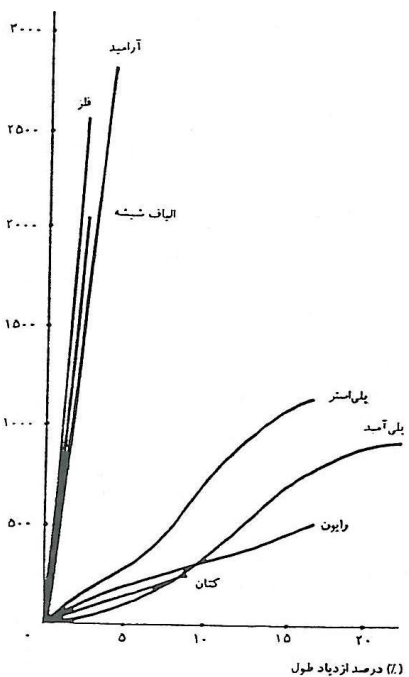
3. تقویت کننده ها

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

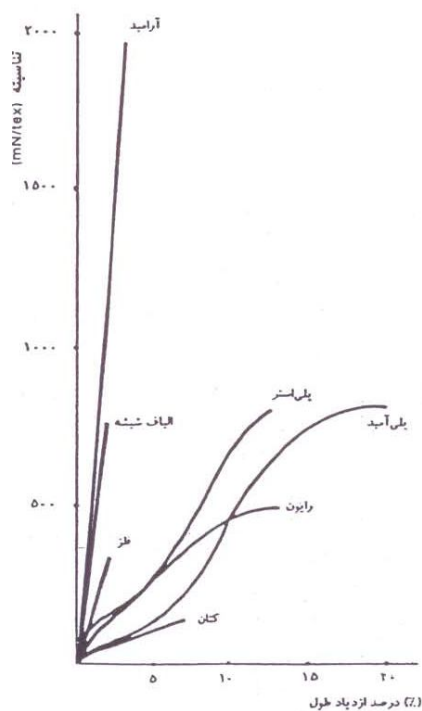
مزایا	معایب	علامت اختصاری	نوع الیاف
چسبندگی خوب به لاستیک	استحکام کم	B	کتان
	جذب رطوبت زیاد	R,Z	ویسکوززایون
استحکام و مدول خوب	چسبندگی کم، کش آمدگی	P	نایلون
استحکام و مدول خوب	چسبندگی کم	E	پلی استر
وزن کم، استحکام بالا، عدم زنگ زدگی	قیمت زیاد	D	آرامید
استحکام و مدول خوب	زنگ زدگی، وزن زیاد	ST	کابل و تار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

جدول 3 (معایب و مزایا انواع الیاف مورد استفاده در نوار)

نمودارهای 1 و 2 رفتار انواع نخها در برابر بار وارد بر آنها را نشان می دهد.



نمودار 1 (منحنی ازدیاد طول انواع نخ به میزان بار وارد بر آنها. محور عمودی بار بر واحد سطح است)



نمودار 2 (نمودار ازدیاد طول انواع نخ بر تناسیته)

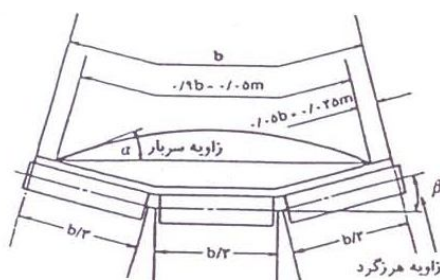
فولاد	شیشه	آرامید	پلی استر	نایلون 66	نایلون 6	رایون	کتان	نوع الیاف ویژگی
7/85	2/54	1/44	1/38	1/14	1/14	1/52	1/54	وزن مخصوص (gr/cm^3)
2750	2250	2750	1100	950	850	685	230	استحکام کششی (MPA)
35	85	190	80	85	80	40	15	تناسبت ($cN/Text$)
2/5	5	4	13	16	19	10	8	ازدیاد طول در نقطه پارگی (%)
-	0	0/2	11	5	6	0	0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

جدول 4 (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، ساینندگی، خوردندگی 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 می‌شوند زوایای مختلفی نسبت به افق تشکیل می‌دهند. در شکل 5 این زوایا را تعریف می‌کنیم.



α زاویه ایست که بار با افق می‌سازد.

β زاویه هرزگردها با افق است.

شکل 5 (مقطع با روی هرزگردهای زاویه دار)

- 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 می‌سازد را زاویه سربار گویند. معمولاً زاویه سربار بین 5 تا 15 درجه از زاویه آرمیدن بار کوچکتر است.

- زاویه آرمیدن بار، زاویه‌ای است که بار پس از تغذیه و قرار گرفتن بر روی نوار با افق می‌سازد.

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.

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 می کند. توصیه می شود در صورتی که بسته های 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 معادن فسفات	بزرگتر از 100 میلیمتر	15
	کوچکتر از 100 میلیمتر	25		کوچکتر از 100 میلیمتر	16
	خاکه	30		بدون شکل	18
کک	شسته شده و هم شکل	12	شن	خاکه خشک	20
	شسته نشده و بدون شکل	15		خاکه مرطوب	22
	بدون شکل	18		هم شکل	17
بتون	خشک	15	ماسه	بدون شکل	18
	مرطوب	20		خاکه	20
	ریخته گری	24		150 میلیمتر	12
سنگ	خشک	20	خاک	100 میلیمتر	20
	مرطوب	22		50 میلیمتر	24
	براده	27		بزرگتر از 100 میلیمتر	15
سنگ معدن	الوار	15 ~ 25	چوب	10 تا 100 میلیمتر	16 ~ 18
	خاکه	20		کوچکتر از 10 میلیمتر	20
	خاکه	23		بزرگتر از 100 میلیمتر	18
سنگ آهک	خاکه	22	آهک	کوچکتر از 100 میلیمتر	20
	خاکه	23	سیمان	بزرگتر از 100 میلیمتر	18
	خاکه	23	سولفات	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.

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

$$A_t = A_b + A_s$$

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

$$A_s = 0.00065 \times \left[\frac{7.3031b + 0.125 + (10.2165b - 1.025)\cos \beta}{\sin \beta} \right] \times \left[\frac{\pi \alpha}{180} - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]$$

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 می آید با احتساب لبه استاندارد از عرض نوار یعنی $(0.05b - 0.025m)$ است. به شکل 5 توجه کنید.

دسته بندی مواد	نوع مواد	دانشیه توده ای	دسته بندی مواد	نوع مواد	دانشیه توده ای		
پوکه ذغال	پوکه ذغال معدن	0/5-0/55	خاکها	پوکه ذغال گاز	0/35 – 0/45		
	خاکستر پوکه ذغال	0/6-0/85		کوره قالبگیری	1/5		
	سرنده کوره قالب گیری	1/0-1/1		ذغال سنگ	1/0		
سرباره ها	سیمان	0/9-1/0		خاکستر	0/9		
	سنگ	1/4		سنگ	1/4		
	خاک و ماسه و شن و ...	1/5-1/7		پتاسیم	1/4		
	کربنات پتاسیم	1/1-1/6		سنگ نمک، نمکهای معمولی	0/7-1/6		
	نمکها	سنگ نمک خرد شده و نرم		1/0	سنگ نمک خرد شده و نرم	1/0	
		با هوا خشک شده		0/65	لیکیتها	استخراج شده	0/7-0/78
ذغال سنگ نارس	سپاه با هوا خشک شده	0/35-0/6		ضایعات معدن		قالبی	0/65-0/8
	سفید با هوا خشک شده	0/15-0/3			ریز و نرم	1/4-1/6	
	فشرده	0/3			نسبتا ریز و نرم	1/2-1/25	
	آشغال ذغال سنگ نارس	0/23	سرنده شده		1/35-1/5		
	سیمانها	نرم	1/2		ذغال سنگها	خمیری	1/5
		الک شده	1/9			خرد شده	0/9-1/0
پورت لند		1/1-1/3	خام	0/85-0/95			
آجر		2/0	خام خرد و نرم	0/8-0/9			
گچ		1/2	شسته شده	0/8-0/9			
ملانها		آهک و سیمان	1/9	خاکه ذغال سنگ		0/5-0/6	
	سیمان	2/1	لجن شستشوی ذغال سنگ	1/2-1/25			
	آهک	1/7-1/8	خاکه به شکل تخم مرغی درآمده	0/85			
شنها	آهک سدیم دار	1	محصولات کشاورزی	فشرده	1/0-1/1		
	خشک	1/7-1/8		جو (ذیم)	0/43-0/6		
سنگها و سنگ معدن	مرطوب	1/8		مواد متفرقه	گندم سیاه	0/68-0/79	
	بازالتیک	1/6			گندم	0/76	
	آهن	1/5-1/8			چغندر	0/65-0/75	
	قلوه سنگ	1/8			چغندر قند	0/6-0/7	
	فسفاتها	1/2	شکر خام		0/78-0/87		
	پیرولی	1/4-1/45	آجر		1/8		
	بریت	2/0-2/5	سنگ یا سنگهای متخلخل		0/7		
	سنگ معدن سخت	1/6-3/5	آجر متخلخل		1/1		
سنگ معدن نرم	1/7	ماسه ریخته گری	1/2-1/65				
بوکسیت	1/2	قیر طبیعی	1/5				

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

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

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.

$$A_b = 0.00065 \times [14.6062 \times 0.75 + 0.25 + (10.2165 \times 0.75 - 1.025) \times 0.9397] \times [(10.2165 \times 0.75 - 1.025) \times 0.3420]$$

$$A_b = 0.0257 \text{ متر مربع}$$

$$A_s = 0.00065 \left[\frac{7.3031 \times 0.75 + 0.125 + (10.2165 \times 0.75 - 1.025) \times 0.9397}{0.1736} \right] \times \left[\frac{3.14 \times 10}{180} - \frac{0.3420}{2} \right]$$

$$A_s = 0.014 \text{ مترمربع}$$

$$A_t = 0.0257 + 0.0104 = 0.0361 \text{ مترمربع}$$

$$Q_t = 60 \times 0.0361 \times 65 \times 1.4 \times 0.85 = 167.54 \text{ تن در ساعت}$$

فصل 3

شرایط انبار و نگهداری، تعیین متراژ و روش حمل نوار

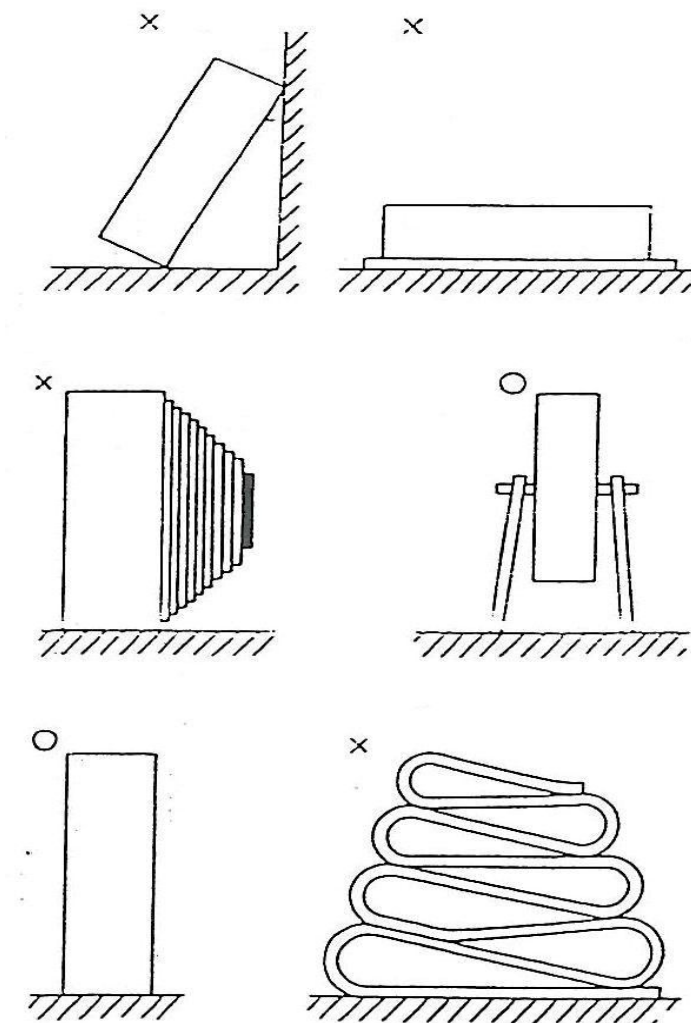
1. شرایط انبار و نگهداری نوار

محل ایده آل نگهداری نوار، دمای کم، نور کم و محیط بدون رطوبت است. جدول 25 زمان مجاز نگهداری نوار را بیان می‌کند.

شرایط محیطی شرایط زمانی	انبار	نور مستقیم خورشید	نور غیر مستقیم خورشید
حداکثر زمان مجاز	3 سال	1 ماه	1/5 سال
زمان مجاز استاندارد	1/5 سال	2 هفته	6 ماه

جدول 25 (زمان مجاز نگهداری نوار)

شکل 52 انبار کردن نوار به صورت درست (O) و نادرست (x) را نشان می‌دهد.



شکل 52 (روش درست و نادرست انبار کردن نوار نقاله)

2. تعیین مترایژ نوار

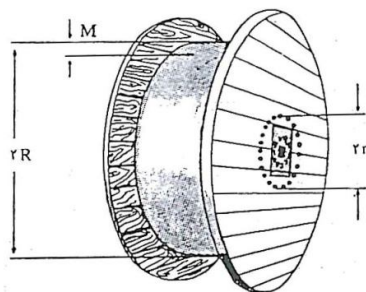
با توجه به شکل و به کارگیری روابط زیر می توانید در هر زمان مترایژ نوار نقاله خود را حساب کنید .

R : شعاع کل حلقه (cm) / r : شعاع استوانه وسط حلقه (cm)

M : ضخامت نوار (cm) / L : مترایژ نوار نقاله

$$L = n(n+1)\pi M + 2\pi nr$$

$$N = \frac{R-r}{M}$$

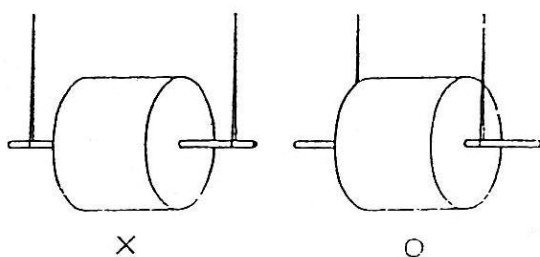


شکل 53 (فرقره انبار نوار نقاله)

3. روش حمل نوار

نوار ترجیحاً به صورت معلق به جرثقیل، یا غلتکی حمل شود. (بدون کشیده شدن نوار روی زمین، یا تماس آن با موانع روی زمین)

برای حمل نوار به صورت معلق نکات زیر رعایت شود (شکل 54)



شکل 54 (روش درست و نادرست حمل کردن نوار نقاله)

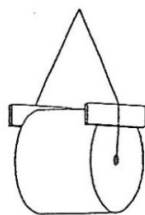
- نوار یا طناب حامل نزدیک سوراخ میله وسط نوار قرار گیرد.

- نوار یا طناب یک دور به دور میله مرکزی نوار پیچیده شود.

- زیر نوار در حال حمل نایستید.

در صورتی که میله بزرگتر از عرض نوار در اختیار ندارید می‌توانید از روش نشان داده شده در (شکل 55)

استفاده کنید تا لبه های نوار صدمه نینند.



شکل 55 (روش درست حمل کردن نوار نقاله با میله کوچک)

- طناب و میله باید تحمل وزن نوار را داشته باشند، در صورتی که وزن نوار را در اختیار ندارید از روی

حجم استوانه نوار و بر اساس دانسیته $1/2$ گرم بر سانتی متر مکعب، آن را محاسبه کنید.

- اگر نوار را با کامیون حمل می کنید آنها را به وسیله طناب و چوب به گونه ای ببندید تا نوار در سطح

کامیون حرکت نکنند .

فصل 4

روشهای آپارات نوار

روشهای زیر برای استفاده از خمیر آپارات شرکت صنایع لاستیکی سهند مورد استفاده قرار گیرد.

1. روش آپارات نوارهای با منجید پارچه‌ای با مصارف عام

پس از برش رویه، زیره و لایه‌ها مطابق با شکل 56 و بر اساس اندازه‌های مندرج در جدول 26، سطح هر لایه را سنگ بزنید بدون این که سطح پارچه نمایان شود یا صدمه‌ای بدان برسد. در اندازه گیری زاویه برشها کاملاً دقت کنید. هر گونه اختلاف و عدم تقارن برش دو سر نوار موجب مشکلات کاربردی نوار از جمله کشیده شدن نوار به یک سمت ماشین نقاله خواهد شد. قبل از استفاده از خمیر، شرایط و زمان نگهداری خمیر آپارات را بر اساس جدول 27 کنترل کنید و در صورت نیاز خمیر را جهت تأیید به آزمایشگاه بفرستید. یک لایه از خمیر آپارات با ضخامت مورد نیاز (مشابه ضخامت آستر بین لایه های نوار) را روی سطح تمیز شده لایه قرار دهید و روکش آن را بردارید. هیچ گونه هوا یا چین خوردگی نباید بین لایه‌ها و خمیر آپارات باقی بماند. خمیر را با استفاده از غلتک دستی به لایه‌ها فشار دهید. دو سر نوار را با دقت روی یکدیگر قرار دهید. تمسه آپارات شده را در داخل پرس آپارات نوار قرار دهید و با فشار 10 بار (BAR) و دمای 160 درجه سانتی گراد و با انتخاب زمان مناسب بر اساس ضخامت نوار، عمل پخت را انجام دهید. زمان پخت برای نوار با ضخامت 10 میلی متر، 15 دقیقه انتخاب می شود و برای نوارهای ضخیم تر، به ازای هر میلی متر اضافه ضخامت نوار، یک دقیقه به 15 دقیقه اضافه می شود. پس از اتمام زمان پخت و درآوردن نوار از پرس پخت، اجازه دهید تا نوار خنک شود، در صورتی که قسمت آپارات شده رویه نوار یا کناره ها حالت نپختگی یا

نرمی دارد مدت زمان پخت نوار را با افزایش آن، اصلاح کنید. جهت آپارات نوارهای ضدروغن یا ضد حرارت، باید از خمیر مناسب آن و دستور عمل پخت مربوط به آن استفاده کنید.

2. روش آپارات نوارهای با منجید فولادی

برای برش رویه و زیره و فولادهای نوار می‌توانید از شکل‌های 57 تا 60 استفاده کنید و بر اساس اندازه‌های مندرج در جدول 28، برشها را انجام دهید. برای روشهای برش یک و دو مرحله‌ای مزیتی عنوان نشده است و تنها تجربه مصرف کننده می‌تواند راهنمای انتخاب باشد. پس از انجام برشهای لازم، عمل سنباده زنی لایه خمیر روی لایه فولادی را تا جایی انجام دهید که سطح فلز مشخص نشود. شرایط و زمان نگه داری خمیر آپارات را بر اساس جدول 27 کنترل کنید و در صورت نیاز، خمیر را جهت تأیید به آزمایشگاه بفرستید. خمیر آپارات را تا رسیدن به ضخامت مورد نظر، روی لایه فولادی قرار دهید و آن را با استفاده از غلتک دستی بفشارید و یکنواخت سازید. تسمه آپارات شده را داخل پرس آپارات قرار دهید و با فشار حدود 10 بار (BAR) و دمای 160 درجه سانتی گراد و با انتخاب زمان مناسب بر اساس ضخامت نوار، عمل پخت را انجام دهید. زمان پخت برای نوار با ضخامت 10 میلی متر، 15 دقیقه است و برای نوارهای ضخیم تر، به ازای هر میلی متر، اضافه ضخامت، یک دقیقه به زمان 15 دقیقه اضافه می‌شود. جهت آپارات نوارهای ضد حرارت، باید از خمیر مناسب آن و دستور عمل پخت مربوطه استفاده کنید.

طول S (میلی متر)		نوع پارچه
نوار مقاوم حرارتی	نوار معمولی	
150	120	EP 100
200	150	EP 160 , EP 125
250	200	EP 200
300	250	EP 250
350	300	EP 315

جدول 26 (انتخاب S برای نوارهای پارچه ای)

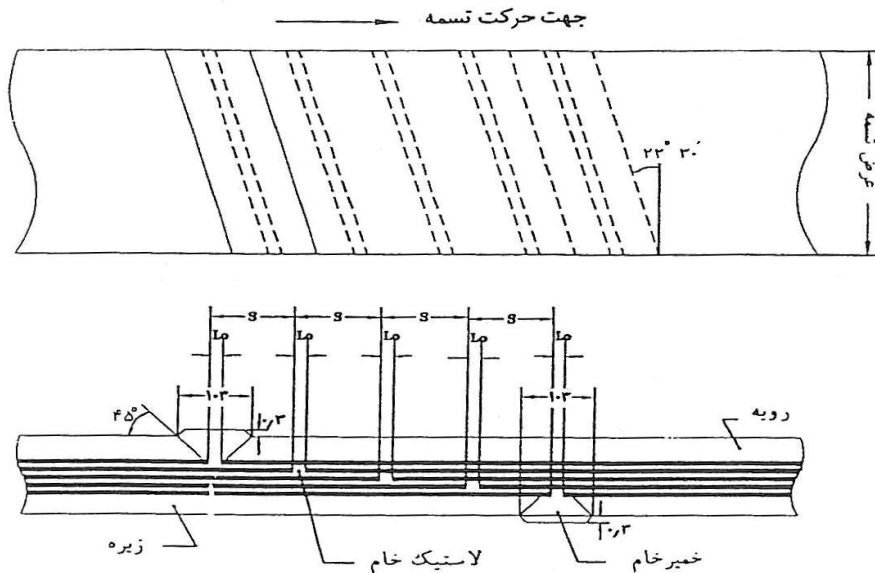
مدت زمان مجاز*	دمای محیط (درجه)
6 ماه	0
2 ماه	25
1 ماه	40

جدول 27 (شرایط مجاز نگهداری خمیر آپارات)

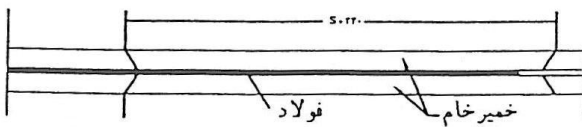
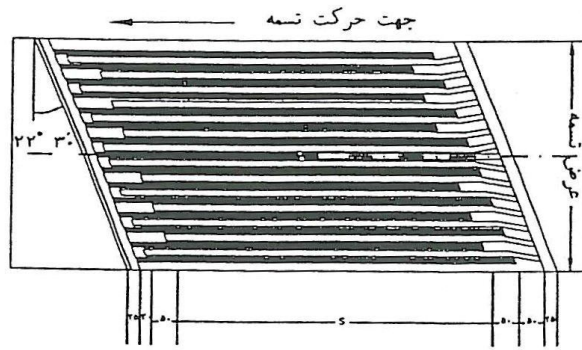
* پس از طی این مدت، خمیر باید توسط آزمایشگاه لاستیک مورد آزمایش قرار گیرد و در صورت تأیید، مصرف شود.

روش پیشنهادی برش	S میلی‌متر		قطر فولاد	نوع نوار
	نوار مقاوم حرارتی	نوار معمولی و ضد شعله		
تک مرحله ای	450	300	2/5	ST-500
تک مرحله ای	450	300	2/5	ST-630
تک مرحله ای	500	300	2/9	ST-800
تک مرحله ای	650	400	3/6	ST-1000
تک مرحله ای	700	450	4/1	ST-1250
دو مرحله ای	850	500	4/4	ST-1500
دو مرحله ای	850	500	4/6	ST-1600
دو مرحله ای	1000	600	5/4	ST-2000
دو مرحله ای	1350	800	6/2	ST-2500
دو مرحله ای	1500	900	6/8	ST-3000
دو مرحله ای	1550	950	7/1	ST-3150
دو مرحله ای	1700	1050	7/5	ST-3500
گروه 5 تایی	1200	700	8/1	ST-4000
گروه 6 تایی	1000	600	8/1	ST-4000
گروه 5 تایی	1250	750	8/6	ST-4500
گروه 6 تایی	1050	650	8/6	ST-4500
گروه 5 تایی	1350	800	9/2	ST-5000
گروه 6 تایی	1150	700	9/2	ST-5000

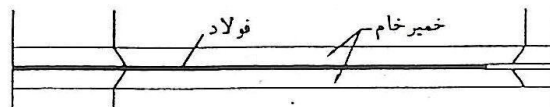
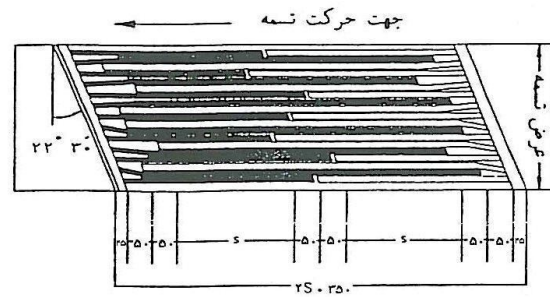
جدول 28 (انتخاب S برای نوار های فولادی)



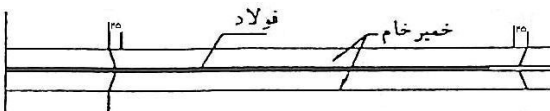
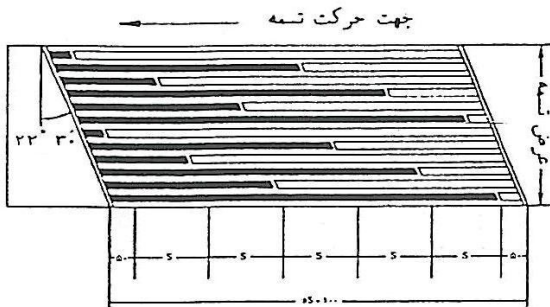
شکل 56 (شمایی از روش برش یک نوار 5 لایه)



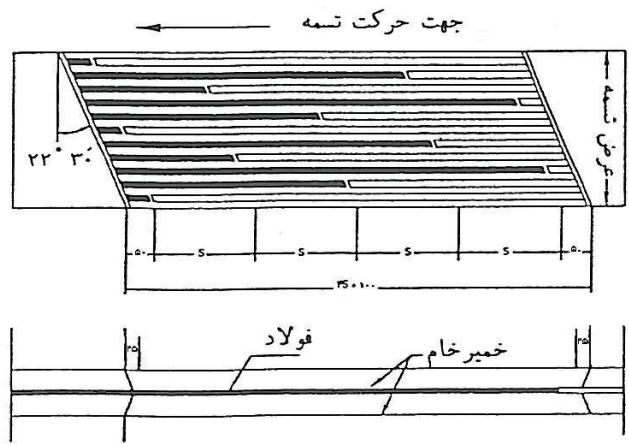
شکل 57 (شمایی از برش نوار فولادی - روش تک مرحله)



شکل 58 (شمایی از برش نوار فولادی - روش دومرحله)



شکل 59 (شمایی از برش نوار فولادی - روش 6 تایی)



شکل 60 (شمایی از برش نوار فولادی - روش 5 تایی)

فصل 5

عیب یابی دستگاه نوار نقاله و راههای چاره آنها

در زیر اشکال و معایب احتمالی دستگاه نوار نقاله و راههای چاره آنها فهرست شده است.

1. نوار در یک قسمت خاص از ماشین نقاله ، به یک سمت کشیده می شود.

علت	راه چاره
1- ماشین نقاله در آن قسمت کاملاً صاف نیست	1- با استفاده از کشیدن یک نخ کاملاً مستقیم در طول نوار نقاله، ماشین نقاله را تصحیح کنید.
2- یک یا چند هرزگرد بعد از آن قسمت، کاملاً عمود بر محور طولی نوار نیستند.	2- سر هرزگرد زیر نوار را در سمتی که نوار بدان سمت کشیده می شود، کمی به جلو (در جهت نوار) حرکت دهید.
3- هرزگرد زیر آن قسمت با مواد جمع شده آلوده شده است.	3- هرزگرد را تمیز کنید.
4- هرزگردها گردش نامنظم دارند.	4- با تعمیرات به موقع و روغن کاری، گردش هرزگردها را منظم کنید، هرزگردها را در جای خود محکم و هرزگردهای شکسته را تعویض کنید.

2. یک قسمت از نوار نقاله در تمام طول ماشین نقاله، به یک سمت کشیده میشود.

علت	راه چاره
1- نوار به طور کاملاً گونیا، آپارات نشده است	1- نوار را مجدداً به طور گونیا آپارات کنید.
2- نوار انحنای نامناسب دارد و نامناسب است.	2- اجازه دهید چند روز، نوار با بار کامل کار کند در سمت برگشت نوار، نزدیک پولی انتها، از هرزگردهای

خود- تنظیم استفاده کنید تا بار کاملاً در قسمت وسط نوار انتقال یابد. در موارد نادر لازم است نوار تعمیر یا دوباره تنظیم شود .	
---	--

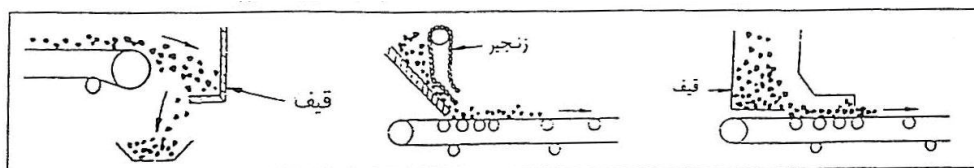
3. نوار در تمام طول ماشین نقاله به یک سمت کشیده می شود.

علت	راه چاره
1- ماشین نقاله صاف و تنظیم شده نیست	1- هم راستا بودن ماشین نقاله در تمام طول نوار را کنترل و اصلاح کنید
2- با روی مرکز نوار نمی ریزد	قسمت تغذیه نوار را اصلاح کنید تا بار به صورت متقارن توزیع شود
3- نوار در معرض باد و باران قرار دارد	3- هرزگردهای خود- تنظیم استفاده کنید
4- خورشید به یک سمت ماشین نقاله می تابد	4- اگر خورشید به یک سمت ماشین نقاله بتابد، ساختار نقاله در معرض ازدیاد طول نامتقارن قرار می گیرد، در این صورت از سایبان استفاده کنید.
5- هرزگردهای دو سمت ماشین نقاله با یکدیگر در یک سطح قرار دارند	5- هرزگردها را تمیز کنید

4. رویه نوار به طور غیرعادی فرسوده یا داری بریدگی و جدا شدگی لایه است

علت	راه چاره
1- طول هدایت کننده نامناسب است	1- طول هدایت کننده باید در حدی باشد که بار نوار، به صورت پایدار روی نوار قرار بگیرد
2- فاصله بین هدایت کننده دو طرف نامناسب است	2- فاصله بین هدایت کننده ها باید بین دو سوم تا سه چهارم عرض نوار باشد و در جهت حرکت نوار به تدریج افزایش یابد
3- فاصله بین نوار و هدایت کننده نامناسب است	3- هدایت کننده ها را تا حد ممکن نزدیک نوار نصب کنید
4- جنس هدایت کننده نامناسب، سفت و ساینده است	4- هدایت کننده ها را از جنس نرم تر و با سایش بیشتر نسبت به جنس نوار انتخاب کنید
5- جهت تغذیه بار نوار نامناسب است	5- جهت تغذیه بار نوار را نسبت به جهت حرکت نوار تنظیم کنید
6- سرعت تغذیه بار نوار نامناسب است	6- سرعت تغذیه بار و حرکت نوار را هماهنگ کنید
7- ارتفاع و زاویه تغذیه بار نامناسب است	7- سرعت تغذیه بار باید تا حد ممکن کم باشد تا از پرتاب

<p>شدن بار روی نوار یا از روی نوار به برون جلوگیری شود. در موارد لزوم برای کاهش ارتفاع ریزش بار روی نوار می توان از سپر، زنجیر و ... استفاده کرد (مطابق شکل 61)</p>	
<p>8- اگر ساییدگی غیر عادی در سرتاسر نوار وجود دارد، مراحل زیر انجام دهید:</p> <ul style="list-style-type: none"> - تمیز کننده نوار را نصب کنید - نوار را تمیز کنید - حلقه های لاستیکی به هرزگردهای برگشت متصل کنید - هرزگردهای برگشت را عوض کنید 	<p>8- هرزگردهای برگشت نوار، کثیف هستند یا تنظیم نشده اند</p>
<p>9- قطعات بیش از اندازه بزرگ را خرد کنید تا بار به راحتی روی نوار تغذیه شود - حجم را مناسب انتخاب کنید تا بار روی نوار انباشته نشود</p>	<p>9- بار روی نوار انباشته می شود</p>



شکل 61 (استفاده از سپر و زنجیر برای کاهش ارتفاع ریزش بار روی نوار)

5. لایه زیرین نوار به صورت غیر عادی ساییده شده است

راه چاره	علت
<p>1- کارکرد و تنش پولی تنظیم کننده را کنترل کنید پولی جلوبر را با لاستیک روکش کنید - زاویه تماس نوار با پولی را با استفاده از پولی خفتگیر افزایش دهید - اگر سطح نوار خیس است آن را تمیز کنید</p>	<p>1- نوار روی پولی جلوبر لیز می خورد</p>
<p>2- زاویه ناودانی را کم کنید</p>	<p>2- زاویه هرزگرد ناودانی زیاد است</p>
<p>3- هرزگردها را تعمیر و روغن کاری کنید</p>	<p>3- هرزگردها گردش نامناسب دارند</p>
<p>4- اگر پولی صدمه دیده یا مواد خارجی به آن چسبیده یا روی سطح آن برآمدگی به چشم میخورد، آن را تعمیر کنید - برای جداکردن مواد چسبنده، وسیله مناسب را استفاده کنید</p>	<p>4- سطح هرزگردها و پولی ها نامناسب است</p>

6. کناره های نوار صدمه دیده اند

علت	راه چاره
1- نوار به یک طرف کشیده می شود	1- مطابق روش های مورد اشاره در موارد 1، 2 و 3 عمل کنید
2- هرزگردهای ناودانی نزدیک پولی سر یا انتهایی، یا خیلی بالاتر و یا خیلی نزدیک به پولی نصب شده اند	2- هرزگردها را پایین تر نصب کنید یا فاصله بین پولی و هرزگردها را زیاد کنید یا زاویه ناودانی را کم کنید
3- زاویه انحناى نوار در نقطه تغییر شیب نوار، زیاد است	3- زاویه انحناى نوار را کم کنید

7. منجید نوار صدمه دیده است

علت	راه چاره
1- بار همراه با ضربه روی نوار تغذیه می شود	1- تغذیه کننده بار را اصلاح کنید و برای کاهش ضربه بار، روش هفتم از مورد 4 را رعایت کنید
2- مواد بین نوار و پولی گیر می کند	2- در قسمت پولی انتها و بلافاصله بعد از پولی تنظیم، تمیز کننده یا جداکننده مواد از نوار نصب کنید
3- نوار به یک سمت کشیده می شود	3- مطابق روشهای مورد اشاره در موارد 1، 2 و 3 رفتار کنید
4- مواد چسبنده روی پولی جمع شده است	4- وسیله تمیز کننده پولی نصب کنید
5- قطر پولی ها کم است	5- قطر پولی را تحت نظارت طراح سیستم، زیاد کنید

8. رویه نوار بریدگی طولی پیدا کرده است

علت	راه چاره
1- هدایت کننده های قسمت تغذیه شل شده و پایین افتاده است	1- نصب صحیح هدایت کننده ها را به طور مرتب بازرسی کنید
2- مواد در قسمت تغذیه انباشته شده است	2- مطابق روش نهم از مورد 4 رفتار کنید
3- مواد خارجی مثل تکه های آهن و پیچ و مهره با مواد روی نوار مخلوط شده است	3- جدا کننده های آهن ربایی در قسمت تغذیه مواد نصب کنید

9. نوار پاره شده است

علت	راه چاره
1- آپارات نوار مناسب نیست	1- مجدداً بر اساس دستور عمل تولید کننده چسب گرم (یا چسب سرد) نوار را آپارات کنید
2- نوار مناسب انتخاب نشده است	2- مجدداً با جمع آوری و انتقال اطلاعات لازم به تولید کننده یا فروشنده نوار، نوار مناسب و مستحکم تر انتخاب کنید

10. رویه نوار متورم شده یا به سمت داخل انحنا پیدا کرده است

علت	راه چاره
1- مواد حمل شده روغنی بوده و نوار نامناسب برای مواد روغنی مورد استفاده قرار گرفته است	1- نوار مناسب برای مواد روغنی انتخاب کنید
2- روغن یا گریس ماشین نقاله به روی نوار نشست یا نفوذ می کند	2- مسیرهای انتقال روغن را کنترل و تعمیر کنید
3- هرزگردها بیش از حد لازم روغن کاری شده است	3- مقدار گریس مورد استفاده را کم و سیستم را به طور کامل آب بندی کنید

11. سطح رویه نوار سوختگی دارد

علت	راه چاره
1- جرقه های جوش کاری روی نوار افتاده است	1- هنگام جوشکاری ماشین نقاله، روی سطح نوار را با روکش بپوشانید

12. روی سر تاسر سطح رویه نوار، ترکهای ریز به چشم می خورد و رویه، نرمی خود را از دست

داده است

علت	راه چاره
1- حرارت مواد یا محیط کارنوار از میزان مجاز بیشتر است	1- با جمع آوری و انتقال اطلاعات مربوط به دمای مواد یا محیط، از فروشنده یا سازنده، نوار

مناسب درخواست کنید

13. ترک های زیر سطحی روی سطح رویه به چشم می خورد

علت	راه چاره
1- مقاومت رویه در برابر اوزون کم است	1- از تولید کننده نواری با رویه مقاومتر در برابر اوزون درخواست کنید

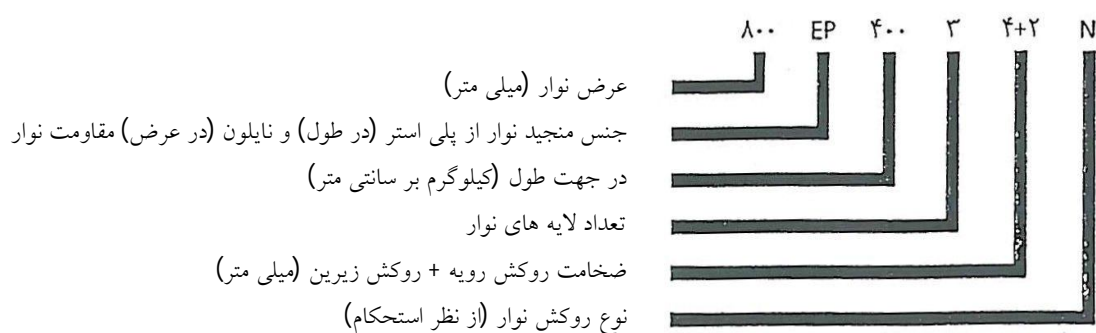
مهمترین اشکالات کارکرد سیستم نقاله را می توان به صورت زیر فهرست کرد :

- صاف نبودن ماشین نقاله
- کثیفی، ناصافی و عدم کارکرد مناسب هرزگردها
- کثیفی پولی ها
- تغذیه بار نامناسب
- گردگیر نامناسب
- کارکرد نامناسب پولی تنظیم کننده
- عدم انتخاب نوار مناسب
- آپارات نامناسب
- نصب پولی با قطر کم
- ریزش مواد از روی نوار به قسمت بین هرزگردها و زیر نوار

فصل 6

نمایش استاندارد نوار نقاله و جداول تبدیل آحاد بین المللی

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



(1) طول

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

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

(2) چگالی

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

(3) دما

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

و

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

(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 :

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 آبدی :

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 و لیک نباید تغییر ایجاد شود.

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
MANUFACTURERS ASSOCIATION
2. Conveyor belt design manual. BRIDGESTONE
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 تسمه 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