



بررسی عوامل استهلاک نوار نقاله و روشهای

پیشگیری از آنها در محاسبات و طراحی

نویسنده: مهندس محمد مهدی مهارلویی

مدیر طراحی شرکت مدرن صنعت الماس جنوب

mmm@msajco.com

09177120715

خلاصه

یکی از مشکلات شایع در نوار نقاله ها سایش شدید شوت خروجی آنها است. در این تحقیق به بررسی این مشکل در کارخانجات مختلف و راه حل های گوناگون در حل این مسئله پرداخته شده و مختصری از محاسبات آن ذکر گردیده است. همچنین یکی دیگر از مشکلات عمده در نوار ها (نوار نقاله های قوس دار) بلند شدن نوار از روی رولیکها در محل قوس است که پی آمد آن انحراف نوار از روی رولیکها است که به بیرون ریختن مواد منجر می گردد. در این مقاله به اشکال های ایجاد شده در صنعت و راه حل ها و نکات طراحی این دو مسئله پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: نوار نقاله، ریزش مواد، تقعر، سایش

1. مقدمه

شاید در بعضی از صنایع اینگونه فکر شود که طراحی نوار نقاله یعنی: انتخاب سایز نوار و احتمالاً یک موتور و گیربکس و نه چیز دیگری، به این ترتیب برای طراحی یک نوار نقاله تنها نیاز به یک جزوه 7 صفحه ای می باشد و هر کسی می تواند در طول یک روز طراح نوار نقاله شود. در صورتی که برای طراحی این تجهیز کتابها و هندبوک های مختلف نوشته شده است و سازندگان مختلف جداول متنوعی را ارائه داده اند. نگاه سطحی به این مسئله مهم مشکلاتی را بوجود می آورد که سالها برخی از کارخانجات با آنها دست به گریبان می باشند.

2. ریزش مواد و برخورد آنها با شوت خروجی

یکی از این مشکلات چگونگی ریزش مواد و برخورد آنها با شوت خروجی است. عدم توجه به این مسئله باعث ایجاد سر و صدای بسیار زیاد و سایش سریع ورق ها می گردد و بالاخره در مدت کوتاهی قسمت هایی از ورق فولادی از بین می رود و خروج مواد از آن مشکلات بسیاری را برای کارخانه بوجود می آورد.

2-2 راه حل های متداول در کارخانجات

1- استفاده از ورقهای ضد سایش

2- استفاده از سرامیک ها

1-2-2 استفاده از ورقهای ضد سایش



بسیاری از مدیران مکانیک برای حل این مشکل از ورقهای ضد سایش استفاده می کنند (شکل 1). با این روش زمان سایش افزایش می یابد اما صدای برخورد مواد کاهش نمی یابد. با این همه مشکل پس از مدتی دوباره نمایان می گردد و این سیکل مرتب تکرار می شود.

شکل (1) : ورق های ضد سایش نصب شده در دیواره شوت

2-2-2 استفاده از سرامیک ها

برخی کارخانجات این روش را درمانی برای تمامی سایش ها می دانند و دیواره های شوت خروجی و کف آن را سرامیک می کنند اما با کمال تعجب بعد از مدتی شوت سوراخ می شود. وقتی به درون شوت نگاه می کنیم مشاهدت می شود تعدادی از سرامیک ها کنده شده اند. در واقع سرامیک ها در برابر سایش مقاومت بسیار زیادی دارند اما شکننده هستند و با برخورد یک قطعه با سایز بزرگ به سرعت شکسته و شوت بدون دفاع باقی می ماند. (شکل 2)



شکل (2) : هر سوراخ ایجاد شده نشانه شکستن یکی از سرامیک ها می باشد

شکل (2) : س

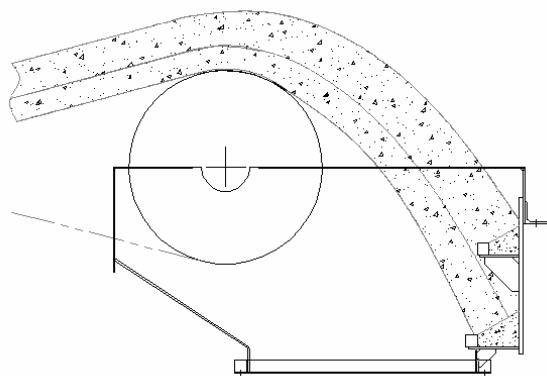
3-2 راه حل های طراحی

راه حل این مشکل طراحی مجدد و صحیح شوت خروجی نوار می باشد. با این روش یک بار و برای همیشه مشکل رفع می گردد. ممکن است اصلاح نوار نقاله در مرحله اول هزینه بر باشد اما در بلند مدت هزینه ها کاهش می یابد و از اضافه کردن کارگران و تعمیر جلوگیری می کند. در طراحی این قسمت دو راه حل وجود دارد:

1- طراحی شوت های مخزن دار (پله ای)

2- طراحی بر اساس عدم ایجاد ضربه روی دیواره شوت

1-3-2 طراحی شوت های مخزن دار (پله ای)



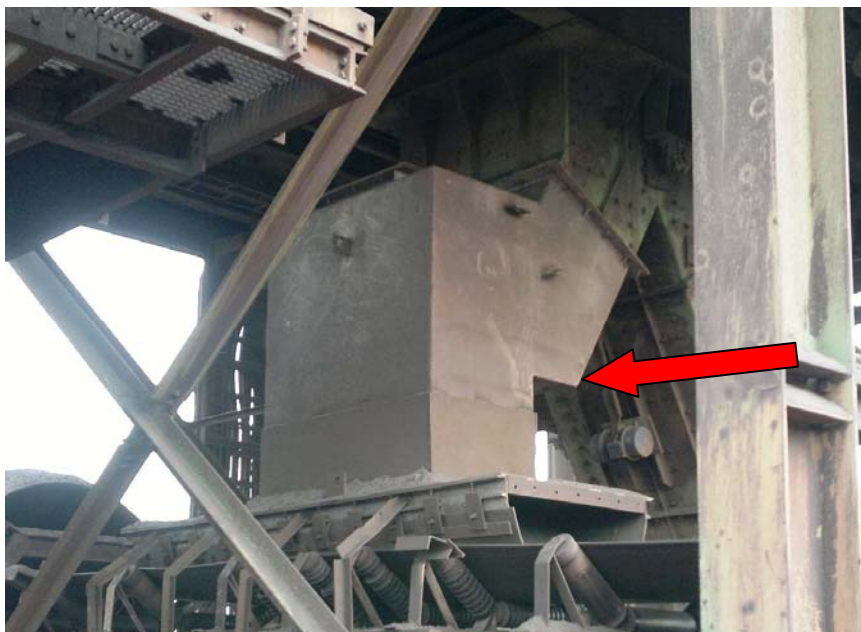
با محاسبه حرکت پرتابی و محل جدایش مواد از پولی که به سرعت نوار، جاذبه و ارتفاع مواد روی آن وابسته است، می توان محل برخورد را با دقت خوبی مشخص نمود بنابراین قسمتی از دیوار شوت را که محل برخورد مواد است پله ای درست می کنیم. به این ترتیب ابتدا مقداری از مواد روی سطح پله ای نشسته و مابقی مواد سرازیر می گردند در این حالت

شکل (3): طراحی شوت پله ای و چگونگی ریزش مواد

مواد پس از برخورد با مواد قبلی سرعت و ضربه خود را از دست می دهند و در میانه شوت ریزش می کنند. با این کار از یک صفحه ضد سایش مادام العمر استفاده کرده ایم و عمر شوت چندین برابر شده است. (شکل 3) از این طرح در بسیاری از کارخانجات فولاد و سیمان و معادن می توان استفاده کرد. اولویت در طراحی را باید در استفاده از این طرح دانست.

برای مثال این طرح را در فولاد هرمزگان جنوب واحد احیا اجرا نموده ایم و پس از گذشت دو سال هنوز شوت سوراخ نشده است (پیش از این شوت در کمتر از دو ماه دچار آسیب دیدگی می شد) (شکل 4 و 5)

اما این طرح خود نیز مشکلاتی دارد. در مناطق بارانی مانند شمال ایران که رطوبت مواد زیاد می باشد و یا موادی که چسبندگی آنها بالاست این روش نمی تواند عامل خوبی برای ریزش مواد باشد زیرا باعث پشدن شوت می شد و یا به عبارتی به خفه کردن شوت منجر می گردد.



شکل 4: ایجاد یک پله برای نشست مواد و حذف کلیه ورق های ضد سایش (فولاد هرزگان جنوب واحد احیا)

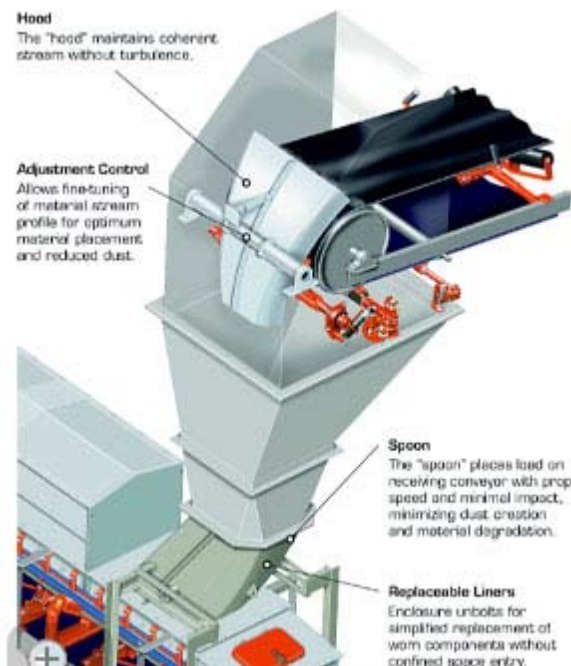


شکل 5: طراحی و ساخت شوت های پله ای برای جلوگیری از سایش دیواره های شوت ، کاهش سرعت و کاهش ضربه مواد و امکان هدایت مواد به مرکز نوار نقاله بعدی (این شوت ها به شوت های مخزنی نیز معروف هستند)

2-3-2 طراحی بر اساس عدم ایجاد ضربه روی دیواره شوت

در این روش تلاش می شود که مواد با بدنه برخورد نداشته باشد. از این روش در تجهیزاتی استفاده می شود که فاصله آنها با دستگاه بعدی کم باشد و یا سقوط مواد بر روی آنها تاثیر نداشته باشد. مانند سقوط مواد به مخازن ذخیره .

در صورتی که فاصله شوت خروجی تا دستگاه تحویل گیرنده زیاد باشد از یک صفحه تنظیم شونده استفاده

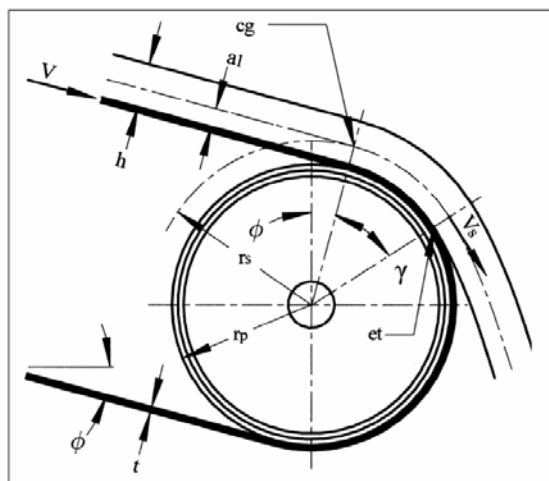


می شود. این صفحه قوسی که از جنس ورقهای ضد سایش تعویض شونده است در فاصله ای کمتر از حرکت پرتابه ای مواد قرار می گیرد که باعث حرکت مواد بر روی آن می شود نه ضربه مواد .

از مزایای این روش می توان به تنظیم پذیری صفحه متحرک و کاهش میزان سر و صدای تولید شده اشاره کرد. مسئله تعویض ورق های سایشی و لزوم باز و بسته شدن تعدادی از قطعات از معایب این روش می باشد .

شکل (6) : صفحه تنظیم شونده جهت جلوگیری از پرتاب مواد به داخل شوت

4-2 فرمول های مورد استفاده در طراحی خط سیر ریزش مواد



شکل (7) : خط سیر ریزش مواد در انتهای نوار نقاله

در شکل زیر نمایی از پارامتر های مورد استفاده در محاسبه خط سیر ریزش مواد قرار داده شده است. (شکل 7)

زمانی که نیروی گریز از مرکز بر نیروی جاذبه غلبه نماید مواد از سطح نوار جدا شده و وارد معادلات حرکت پرتابی می گردد. (شکل 8)

$$\text{Centrifugal Force} = \frac{W \cdot V_s^2}{g \cdot r_s}$$

Belt Trajectories

Where:

- a_1 = the distance from the belt to the center of gravity of the load shape in inches
- e_t = the point where the material leaves the belt
- g = acceleration of gravity in ft per sec²
- h = the distance from the belt to the top of the load shape in inches
- cg = center of gravity of the cross section of the load shape
- V_s = tangential velocity, fps, of the cross-sectional center of gravity of load shape
- γ = angle, in degrees, between the vertical centering, through the pulley, to the point, e_t , where the material starts its trajectory
- ϕ = angle, in degrees, of incline of the belt conveyor to the horizontal
- r_p = radius in feet of the pulley
- t = thickness of the belt in inches
- V = the belt speed, fpm
- r_s = radius in feet from the center of pulley to the cross-sectional center of gravity of the load shape

$$\frac{V_s^2}{gr} > 1 \quad \text{or} \quad \frac{V_s^2}{gr} < 1 \quad \frac{V_s^2}{gr} = \cos(\gamma)$$

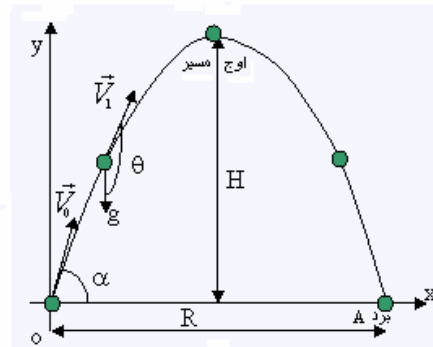
$$r = \frac{(a_1) + (\text{belt thickness, inches}) + (\text{pulley radius, inches})}{12}$$

$$V = \frac{(2)(\pi)(r)(\text{rpm of end pulley})}{60}$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin \alpha)t$$

$$V_y = -gt + V_0 \sin \alpha \quad t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

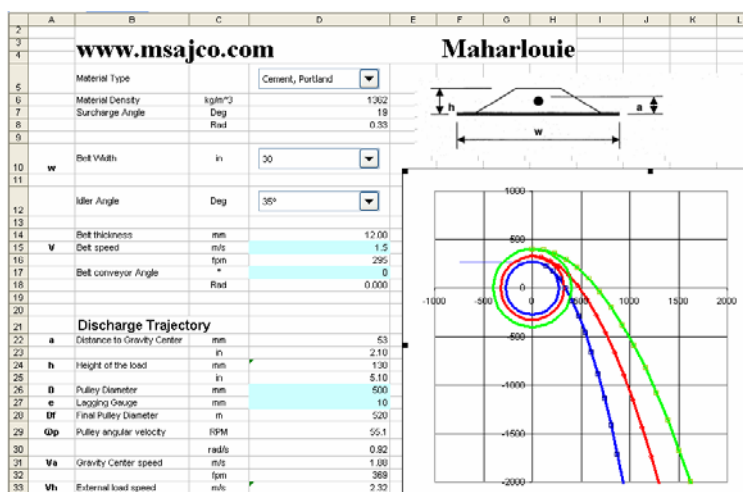
$$y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0 \cos \alpha}\right)^2 + V_0 \sin \alpha \left(\frac{x}{V_0 \cos \alpha}\right)$$



شکل (8) : فرمول های گریز از مرکز و حرکت پرتابی

5-2 نرم افزار محاسبه خط سیر مواد

با تهیه نرم افزار از فرمول های ذکر شده می توان سرعت و دقت محاسبات را افزایش داد. (شکل 9)



شکل (9) :

نرم افزار

محاسبه خط

سیر مواد

3. مسئله بلند شدن نوار از روی رولیکها در محل قوس

از موارد مورد اهمیت در نوار نقاله ها شعاع قوس نوار در محل تبدیل حرکت از حالت افقی به شیب دار و برعکس می باشد که به آن تقعر (Concave) و تحدب (Convex) می گویند.

مبنای طراحی در محاسبه کانکیو، شعاعی است که در آن نوار در اثر نیروی کشش Tension از روی رولیکها بلند نشود و اوج این مسئله در زمان خالی بودن نوار اتفاق می افتد.

برای مثال در یکی از کارخانجات نواری که مواد را به تونلی در زیر زمین به مخزنی با ارتفاع 20 متر می برد به علت محاسبه نشدن این شعاع پس از تنظیم وزنه تعادل نوار حدود یک متر از روی رولیکها بلند شده و به سقف تونل برخورد می کند (شکل 10) که این مسئله بیشتر در زمان استارت بخصوص



زمانی که نوار خالی باشد اتفاق خواهد افتاد.

عوامل متفاوتی می تواند باعث این مسئله گردد:

- 1- ساییدگی نوار به مرور زمان
- 2- وزن بیش از حد tension
- 3- عدم محاسبه صحیح شعاع قوس

شکل (10) : بلند شدن نوار از روی رولیکها و برخورد با تجهیزات

3-1 ساییدگی نوار به مرور زمان

تسمه نوار نقاله ها دارای دو لایه محافظتی یکی در زیر نوار و دیگری روی نوار می باشند که به مرور زمان ساییده شده و وزن آنها کاهش پیدا میکند و یا پس از تعویض نوار به علت نبود یک مدل در بازار و تعویض آن با نوعی دیگر با مشکلات اختلاف وزن مواجه می گردد لذا در صورت سبکتر شدن نوار، نوار در قسمت قوسی شکل از روی رولیکها بلند می شود. البته میزان این مسئله کم می باشد و می توان از آن چشم پوشی کرد.

3-2 وزن بیش از حد tension

در بعضی از کارخانجات به علت نوشته نشدن وزن مورد نیاز Tension نوار در نقشه و یا در دست نبودن

نقشه ها این کار به صورت تجربی صورت می گیرد. گاهی این عدد بیشتر از میزان مورد نیاز است و نوار روی پولی ها شروع به حرکت عرضی می کند و به یک طرف کشیده می شود و گاهی نیز این عدد کمتر از میزان مورد نیاز است که باعث بکس و باد کردن تسمه و هرز چرخیدن آن روی پولی درایو نوار می گردد و روکش روی پولی و نوار هر دو آسیب می بیند .



اما مسئله جالب تر این است که گاهی خود به خود وزن Tension زیاد می شود و آن زمانی است که Tension فاقد درپوش می باشد و در اثر بارندگی و یا ریزش مواد از نوار نقاله به tension وزن آن زیاد میگردد. (شکل 11)

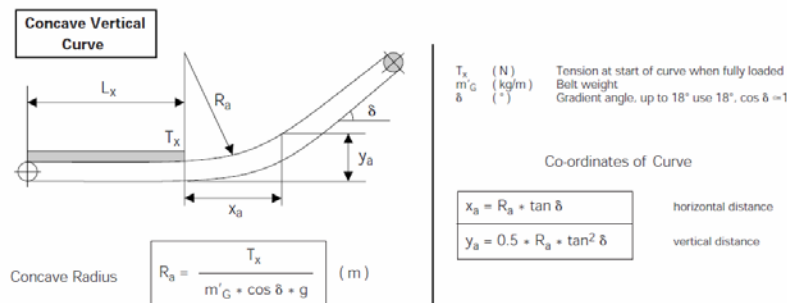
این مسئله را با گذاشتن یک درپوش شیب دار روی Tension می توان از بین برد و از زنگ زدگی دیواره و کف آن نیز جلوگیری کرد .

شکل (11) : نمایی از تنش در هوای آزاد بدون سقف شیب

3-3 عدم محاسبه صحیح شعاع قوس

نوار هایی که از داخل تونلها عبور می کنند و یا دارای استراکچر در اطراف خود هستند با مشکلات فراوانی روبه رو هستند چون سازه ها پیشاپیش ساخته شده اند و با محدودیت فضای فوقانی روبرو می گردند .

برای جلوگیری از چنین مسائلی ابتدا باید Tension نوار را محاسبه نمود سپس Tension در منطقه مورد نظر را به دست آورد بعد از آن با موجود بودن وزن هر متر از تسمه نوار نقاله می توان شعاع قوس عمودی نوار (Concave) را محاسبه کرده و حدود نقشه های ساختمانی را رسم نمود. (شکل 12)



شکل (12) : محاسبه شعاع قوس

مجاز نوار در حالت کانکیو

3-4 شعاع قوس در قسمت تحدب (Convex)

در حالت تحدب که نوار از حالت شیب دار به حالت افقی می رسد دیگر مسئله بلند شدن مطرح نیست بلکه میزان حالت ارتجاعی نوار و احتمال ترک برداشتن نوار به علت تغییر در شعاع انحنا نوار مطرح می باشد که این مسئله نیز بسته به سرمای هوا ، جنس نوار و مواردی از این قبیل است و هر یک مطلب و مسائل خاص خود را دارد .

4. نتیجه گیری

همان گونه که می دانید و مشاهده گردید در مورد تک تک قسمت های نوار نقاله نکات بسیاری وجود دارد. همچنین شرایط محیطی (باد ، آفتاب و ...) و نوع مواد (درشتی ، رطوبت ، خشکی ، چسبندگی و ...) باعث تغییر طراحی نوار نقاله می گردند. برای مثال طراحی یک نوار نقاله در شمال ایران برای حمل خاک رس با نوار نقاله ای در استان کرمان دقیقا با همان مشخصات متفاوت می باشد و یا با نوار نقاله ای برای حمل گندم و یا آرد حتما متفاوت خواهد بود لذا کپی برداری کورکورانه و عدم توجه به کلیه مسائل می تواند مشکلات و هزینه های فراوان و جبران ناپذیری را برای کارخانجات به همراه داشته باشد. زیرا نمی توانند تاسیسات ناقص را کنده و دور بریزند و دوباره تاسیسات جدیدی را بنا کنند و نه دستگاه ساخته شده جوابگوی آنهاست پس باید بسوزند و با دستگاه ناقص بسازند.

با امید اینکه با یک بار هزینه ساخت نوار نقاله سالها بدون مشکل از آن بهره وری داشته باشیم.

شرکت مدرن صنعت الماس جنوب

مهارلویی

5. مراجع

1. Conveyor Equipment Manufacturers Association , Engineering Conference." Belt conveyors for bulk materials" 5th Edition

2. اطلاعات تجربی و محاسبات دفتر شرکت مدرن صنعت الماس جنوب