

ارائه روشی هندسی برای محاسبه میزان سایش

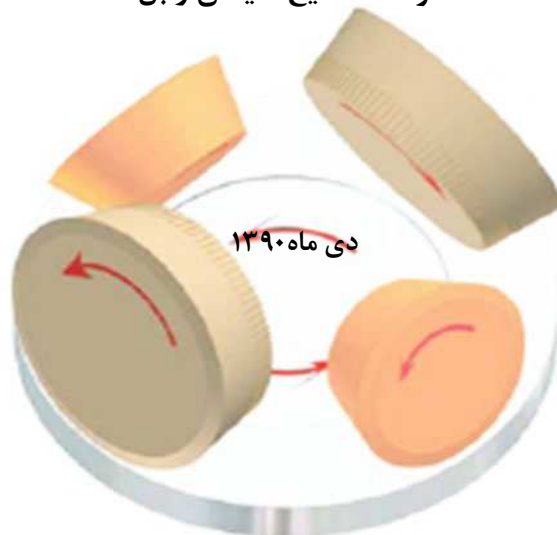
در آسیاب های غلطکی

نرجس مشهدی بندانی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

n.mashhadi@gmail.com

شرکت صنایع سیمان زابل



چکیده

آسیاب های غلطکی بخش عمده ای از مصرف انرژی در یک کارخانه سیمان را به خود اختصاص می دهند. از طرفی عوامل مختلفی بر میزان مصرف انرژی الکتریکی آسیاب تاثیر می گذارد نظیر باردهی، شروع و توقف آسیاب، سایش غلطک ها و سینی آسیاب ها و در نتیجه افزایش ساعت کارکرد آسیاب و مصرف بیشتر انرژی الکتریکی. اگر بتوان میزان سایش را به طور منظم پایش کرد و در صورت مشاهده فرسایش غیر نرمال غلطک ها به ریشه یابی آن پرداخت (که عوامل مختلفی روی آن تاثیر می گذارد) به کنترل میزان مصرف انرژی الکتریکی آسیاب ها کمک نموده ایم. در این مقاله روشی بر مبنای هندسی جهت پایش میزان سایش آسیاب و در نتیجه پایش انرژی مصرفی آسیاب، ارائه شده است.

کلمات کلیدی: سیمان- آسیاب غلطکی-سایش-روش هندسی

مقدمه

یکی از پر مصرف ترین صنایع کشور، از نظر مصرف انرژی الکتریکی، صنعت سیمان می باشد (حدود ۱۰٪ از مجموع صنایع کشور) و از مجموع تجهیزات خط تولید، ۶۵٪ مصرف را آسیاب های مواد و سیمان به خود اختصاص می دهند.

آسیاب ها به طور کلی به دو گروه غلطکی و گلوله ای تقسیم می شوند که البته آسیاب های غلطکی تاثیر بسیار ویژه بر دانه بندی و نرمی سیمان دارند. از طرفی سایش مشکل همیشگی این آسیاب هاست که با تحت کنترل قرار دادن برخی فاکتورها می توان سایش را تحت کنترل قرار داد. از جمله این فاکتورها کلی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- موازی نبودن غلطک ها نسبت به هم
- حفظ موازنه غلطک
- خوراک ریزی یکسان در سرتاسر طول غلطک
- باردهی کامل به آسیاب ها (اصطلاحاً فول بار کار کردن که نه تنها باعث کاهش سایش غلطک ها می شود بلکه KWh/t آسیاب را نیز کاهش میدهد)
- پرهیز از توقفات بی مورد و کاهش start و stop آسیاب
- توجه به مواردی مثل خلوص مواد یا مواردی مثل رطوبت و وزن آنها و گرمای درون آسیاب

طبیعتاً پس از سایش قابل توجه غلطک ها، بایستی درصد دفع این مشکل بر بیاوریم که در ایران شرکت هایی برای جوشکاری سطوح غلطک و پر کردن بدنه خورده شده غلطک وجود دارند.

اما مشکلی که وجود دارد اینست که نمی توان به طور دقیق میزان سایش یا زمان مناسب برای جوشکاری را اعلام کرد.

برخی شرکت ها به طور تجربی زمان جوشکاری را اعلام می کنند و پس از جوشکاری بر اساس وزن مفتول و سیم جوش مصرفی میزان سایش را محاسبه می کنند، که البته این روش به دلیل اینکه ممکن است تمام سطح غلطک مسطح نشود و به اندازه قبلی نرسد خطا دارد. و اینکه نمی توان از قبل آن را محاسبه کرد یا تحت کنترل قرار داد.

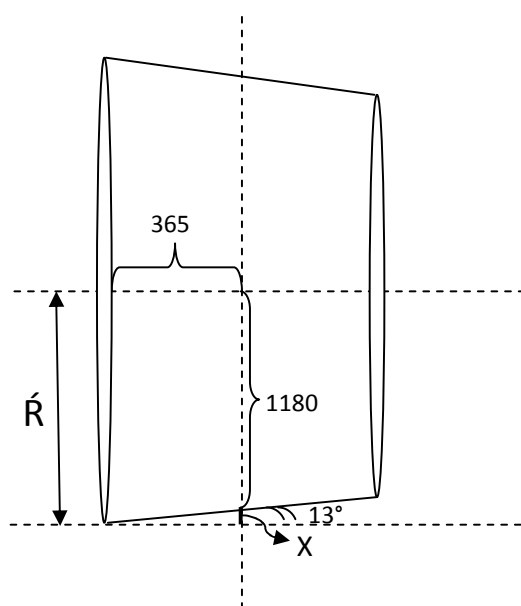
نکته مهمتر این که اگر بتوان میزان سایش را در دوره های مختلف اندازه گیری کرد و در صورت مشاهده وضعیت غیرعادی سایش به دنبال مشکل ریشه ای آن بود و در نهایت با تحت کنترل قرار دادن میزان سایش می توان از سایش های غیرعادی جلوگیری کرد. ضمناً یک شرکت می تواند با توجه به افزایش هزینه های انرژی الکتریکی هنگام ساییده بودن غلطک ها، افزایش ساعت کارکرد آسیاب برای رسیدن به دانه بندی مورد نظر در وضعیت ساییده بودن، میزان سایش بحرانی خاصی را برای خود تعیین کند. یعنی علاوه بر اینکه سایش غلطک ها ی آسیاب را تحت کنترل قرار میدهد، هنگام رسیدن به میزان سایش بحرانی، شرکت به موقع برای جوشکاری و هم سطح سازی غلطک ها اقدام میکند.

در حال حاضر روش های خاصی برای تعیین میزان سایش بحرانی در شرکت ها به طور عموم وجود ندارد.

در این مقاله سعی در ارائه روشی بر مبنای هندسی جهت اندازه گیری میزان سایش غلطک ها و تحت کنترل در آوردن آن شده است.

روش محاسبه

محاسبه سایش غلطک ها:



$$\tan 13^\circ = X/365$$

$$X = 84.2$$

$$\hat{R} = 1180 + 84.2 = 1264.2$$

بزرگترین شعاع غلطک

برای محاسبه کل حجم سایش سطح مقطع را به المان های کوچک تقسیم می کنیم (محل شکست سطح)
 حجم هر کدام از المان ها را محاسبه نموده و از مجموع حجم المان ها در واقع حجم کل سایش بدست می آید.
 برای محاسبه حجم المان ها به این صورت عمل می کنیم:

$$R_1 = 1264.2 \text{ شعاع نقطه 0}$$

$$R_2 = 1264.2 - \sin 13^\circ H \text{ شعاع نقطه 1}$$

$$\sin 13^\circ H = A$$

فاصله عمودی نقطه دوم تا نقطه صفر

$$\check{R} = (R_1 + R_2) / 2$$

R_1 = اندازه شعاع بزرگتر در هر المان غلطک

R_2 = اندازه شعاع کوچکتر در هر المان غلطک

\check{R} = میانگین شعاع ها

میانگین خوردگی = میانگین خوردگی در شعاع اول و شعاع دوم

r = میانگین خوردگی - \check{R}

$$\cos 13^\circ h = B$$

فاصله افقی نقطه دوم تا نقطه اول

$$v = \pi (\check{R}^2 - r^2) B$$

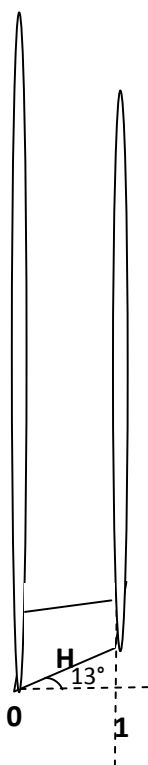
مقدار حجم خوردگی در دو نقطه مجاور

$$V_{TOTAL} = \sum \pi (\check{R}^2 - r^2) B$$

مقدار حجم کل خوردگی

$$d = 7.85 \text{ Ton/m}^3$$

چگالی آلیاژ پوسته غلطک



با کمک چگالی آلیاژ، مقدار وزن خورده شده در غلطک را محاسبه می کنیم.

$$d = W/V \longrightarrow W = 7.85 \sum \pi (\check{R}^2 - r^2) B \text{ Ton}$$

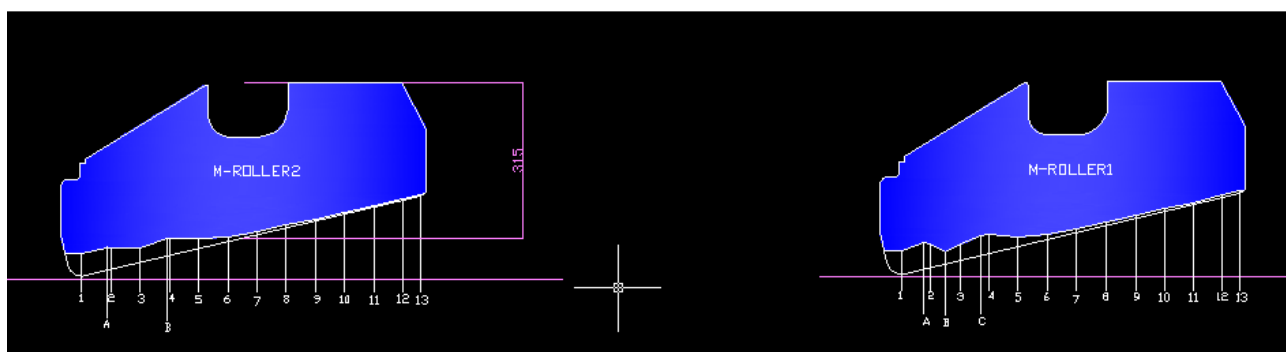
$$W_{TOTAL} = W_{M-rollers} + W_{S-rollers} \text{ (برای آسیاب سیمان) } + w_{Table}$$

البته چون محاسبات مربوط به خوردگی سینی نسبت به غلطک بسیار ساده تر است از تشریح آن در این مقاله صرفنظر شد.

در نتیجه:

$$\text{میزان سایش (gr/Ton)} = \text{تولید سیمان/خردایش مواد در یک سال از همان آسیاب (gr)} / W_{\text{TOTAL}} (\text{Ton})$$

برای تبیین بیشتر روش برای نمونه میزان سایش غلطک‌ها قبل از جوشکاری محاسبه شده:



برای M-RPLLER 2 میزان خوردگی محاسبه شده است، ابتدا با کمک خط کش استاندارد لوشه اندازه گیری از نقطه ی صفر (یعنی لبه غلطک) تا نقاط شکست اندازه گیری شده است. هر چه تعداد نقاط شماره گذاری شده بیشتر باشد، دقت کار افزایش می یابد. با توجه به داده های زیر مشاهده می شود از نقطه ۱۳ به بعد تغییرات صفر شده اند. یعنی عدد ۲ مربوط به زاویه طبیعی غلطک نسبت به سطح اولیه می باشد.

پس در شکل فوق نیز تا نقطه ۱۳ در نرم افزار Autocade ترسیم شده است.

M-ROLLER 2	شماره گذاری	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	اندازه گیری از لبه غلطک تا لبه دیگر mm	0	7.9	47.9	67.9	87.9	107.9	137.9	157.9	177.9	207.9	237.9	267.9
	اندازه گیری عمق خوردگی سطح پوسته mm	20	24	24	19	10	7	10	14	15	14	9	5
	شماره گذاری	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	اندازه گیری از لبه غلطک تا لبه دیگر mm	307.9	357.9	397.9	437.9	477.9	507.9	537.9	587.9	627.9	657.9	750	
	اندازه گیری عمق خوردگی سطح پوسته mm	3	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

ابتدا المان افقی (فاصله افقی هر دو نقطه مجاور) را محاسبه و با محاسبه میانگین شعاع و میانگین خوردگی، حجم خوردگی هر المان را محاسبه می کنیم.

نقاط	$\sin 13^\circ \times H = A$	$R2=1246.3-A$	$R1$	$\bar{R}=(R1+R2)/2$	میانگین خوردگی	r	$\cos 13^\circ \times h = B$	\bar{R}^2-r^2	$v= \pi (\bar{R}^2-r^2) B$
0-1	3.63	1260.6	1264.3	1262.45	39	1223.45	15.73	96950.1	4788578.7
1-A	14.88	1249.42	1260.6	1255.01	45	1210.01	48.7	110925.9	16962566.78
A-2	17.136	1247.16	1249.4 2	1248.29	46.5	1201.79	9.74	113928.7	3484350.4
2-3	30.63	1233.67	1247.1 6	1240.41	37.5	1202.91	58.44	91624.5	16813242.35
3-B	43.011	1221.29	1233.6 7	1227.48	34	1193.48	53.57	82312.64	13845792.71
B-4	44.13	1220.17	1221.2 9	1220.73	36	1184.73	4.87	86596.56	1324217.27
4-5	57.63	1206.67	1220.1 7	1213.42	28	1185.42	58.44	67167.52	12325347.39
<div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>									
13-14	168.75	1095.55	1098.6	1097.07	2	1095.07	29.22	4384.28	402261.19

مقدار سایش M-ROLLER 2 آسیاب سیمان :

$$V_{TOTAL}=54164331.21\text{mm}^3 \quad \text{or} \quad 0.0541643312 \text{ m}^3$$

$$V_{TOTAL}=\sum \pi (\check{R}^2-r^2) B \quad d=7.85 \text{ Ton/m}^3$$

$$W=7.85 \times 0.0541643312 = 0.42519 \text{ Ton} \quad \text{یا} \quad 425.19 \text{ kg}$$

کل مقدار سایش غلطک ها و سینی آسیاب سیمان

$$W_{TOTAL} = 996.73 \text{ kg}$$

کل تناژی که آسیاب سیمان در دوره ی یک ساله (تا زمان اندازه گیری) خردایش نموده است:

$$\text{Production} = 484950 \text{ Ton in 1 year}$$

$$W_{TOTAL} (\text{gr}) / \text{Production cement in 1 year (Ton)} = 996730 / 484950 = 2.055 \text{ gr/Ton}$$

به طور معمول میان 1-2 gr/ton وضعیت مناسب برای میزان سایش غلطک ها و سینی آسیاب سیمان طی یک سال می باشد.

نتیجه گیری

در این مقاله یک روش محاسبه ی میزان سایش غلطک های آسیاب بر مبنای هندسی ارائه شد. از فواید تحت کنترل داشتن میزان سایش می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تعیین سایش مناسب برای آسیاب و در نتیجه پایش ادواری سایش جهت تعیین زمان جوشکاری
- پایش ادواری و سنجش سایش آسیاب، در جهت کنترل و رفع عواملی که سبب افزایش غیر طبیعی سایش شده اند.
- کاهش میزان ساعت کارکرد آسیاب
- کاهش میزان مصرف انرژی الکتریکی
- کاهش استهلاک آسیاب

منابع

منبع خاصی ندارد.