

۱- عنوان مقاله: نقش واحد فنی و مهندسی در بهبود عملکرد روتاری تغذیه آسیاب مواد خام

مصطفی جاویدمنش- کارشناس طراحی و ساخت واحد مهندسی- شرکت سیمان نهاوند

۲- چکیده

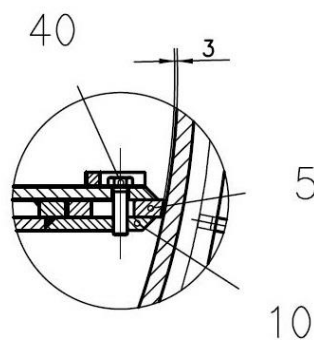
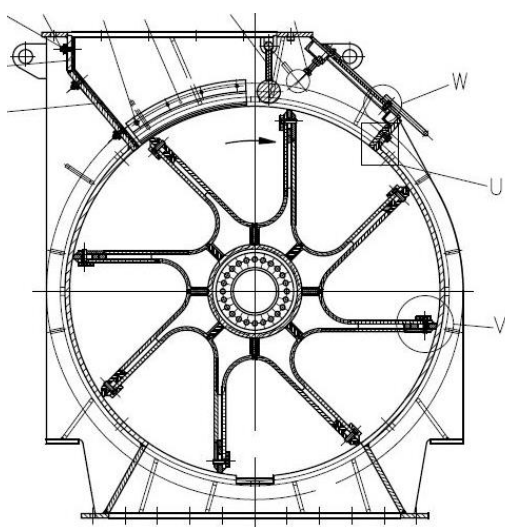
تجهیز روتاری فیدر در ابتدای مسیر ورودی به آسیاب مواد قرار دارد و همزمان با انتقال مواد، وظیفه آبنندی جریان مکش را انجام می دهد. با افزایش سایش در قسمت بدنه و تیغه و ایجاد فاصله زیاد بین این دو، مواد درشت بین تیغه متحرک و بدنه قرار گرفته و باعث ایجاد توقف های مکرر می شد که با ادامه این روند موجب افزایش شدید سایش و سوراخ شدن بدنه اتفاق می افتاد. برای تعمیر روتاری باید در زمان توقف طولانی تجهیز دمونتاژ شده و به بیرون از کارخانه جهت تعمیر ارسال می گردید. با تغییر طرح بدنه روتاری بصورت لاینر قابل تعویض، علاوه بر کاهش زمان تعمیرات و کنترل بهتر تجهیز، تعمیر تجهیز در کمترین زمان ممکن، در داخل کارخانه انجام می گیرد.

۳- کلمات کلیدی و واژه ها

روتاری فیدر، سایش، لاینر قابل تعویض

۴- مقدمه

تجهیز روتاری فیدر (روتاری ایرلاک) در انتهای مسیر انتقال مواد به داخل آسیاب قرار دارد که ضمن انتقال مواد و جلوگیری از انباشته شده مواد، وظیفه سیل بندی جریان مکش ایجاد شده توسط فن آسیاب (جهت انتقال مواد) را انجام می دهد. در مدارک فنی مربوط به روتاری (Star Feeder ZA16) جهت جلوگیری از تماس تیغه های متحرک به بدنه و ایجاد سایش، فاصله تیغه های روتور تا بدنه را ۳ میلیمتر در نظر گرفته است. با افزایش این فاصله در اثر سایش، در هنگام ریزش مواد خام از کاسه های روتاری علاوه بر نیروی ثقل مواد، بدلیل وجود فشار منفی ایجاد شده توسط فن آسیاب، مواد خام با سرعت بیشتری از بین بدنه و تیغه های روتاری به داخل آسیاب انتقال می یابند. با زیاد شدن این فاصله، مواد با دانه بندی بزرگ تر نیز مکش می شوند که معمولاً این مواد موجب گیر کردن روتاری و در ادامه توقف آسیاب مواد می شوند. با توجه به جنس تیغه های روتاری که ورق ضد سایش می باشد، اکثر سایش در سمت مقابل یعنی قسمت بدنه اتفاق می افتد که با افزایش سرعت سایش در نهایت موجب سوراخ شدن بدنه و ورود جریان هوای محیط به داخل آسیاب می گردد. [1]



تصویر ۱- نمای برشی روتاری و محل تماس تیغه و بدنه



تصویر ۲- روتاری ترمیم شده در اثر سایش مواد

با بررسی های انجام شده توسط واحد مهندسی بیشترین علت توقف تجهیز روتاری تغذیه آسیاب مواد ، گیر کردن مواد بین تیغه های روتور و بدنه بوده است. بدین جهت اولویت اول رفع عیب ، کاهش تعداد توقفات بدلیل گیر کردن روتاری بعنوان یک فعالیت تحقیقاتی در برنامه کار قرار گرفت.

۵- شرح اصلی

برای رفع مشکل گیر کردن اقداماتی که در برخی از شرکت ها انجام شده بود بدین صورت است که قطاعی از دایره به قطر داخلی روتاری توسط دستگاه نورد بصورت نیم دایره ساخته می شود که معمولاً از ورق ضد سایش یا ورق های هاردفیس شده استفاده می شود. روش کار بدین صورت بوده است که در قسمت هایی که سایش زیاد می باشد بخشی از ورق را جایگزین ورق سایده شده می نمودند . مشکلی که ایجاد می شود بدین صورت است که ضخامت ورق در قسمت های که سایش ایجاد شده است یکسان نمی باشد در واقع در قسمت انتهایی ریزش مواد حداکثر سایش و بدین جهت حداقل ضخامت وجود دارد . با جدا کردن قطاعی از دایره جهت تعویض و نصب آن در محل معمولاً یک برآمدگی و درز در محل اتصال در جهت عرض ایجاد می گردد که این خود موجب گیر کردن مواد حین کار روتاری می شد .

بصورت کلی جهت رفع مشکلات ذیل تغییر طرح روتاری انجام گرفت :

- توقف های مکرر و ناخواسته : با افزایش میزان سایش تعداد توقفات نیز بیشتر می گردید. در برخی موارد تعداد ۹ توقف در ۲۴ ساعت نیز ثبت شده است. بدلیل وابسته بودن کار آسیاب مواد به روتاری تغذیه مواد ، با کوتاه ترین توقف روتاری و عدم تغذیه مواد به آسیاب ، بصورت اتوماتیک موتور اصلی آسیاب مواد متوقف شده و با توجه به ویژگی های خاص موتور آسیاب مواد امکان استارت بلافاصله آن وجود ندارد و باید مدت زمان مشخصی جهت جلوگیری از ایجاد خرابی در این گونه موتور ها طی شود.

- افزایش شدید سایش: با افزایش فاصله تنظیمی در اثر سایش، علاوه بر افزایش تعداد توقفات، میزان سایش بسرعت افزایش می یافت تا در نهایت منجر به سوراخ شدن بدنه شده و لازم به توقف اجباری جهت تعمیرات بود.
- ورود هوای اضافه به سیستم: ورود هوای اضافه به سیستم موجب کاهش فشار منفی از میزان لازم می شد که جهت جبرأت این مشکل انرژی بیشتری صرف می شد.
- زمان زیاد جهت تعمیرات: جهت تعمیرات باید این تجهیز دمونتاژ شده و تجهیز یدکی جایگزین آن شود. در اکثر موارد روتاری معیوب به بیرون از شرکت جهت بازسازی ارسال می گردید.
- هزینه زیاد تعمیرات: از نظر هزینه و زمان زیاد تعمیرات یک قطعه بازسازی شده باید عمر کاری مناسبی داشته و قابلیت بازسازی نیز داشته باشد. در مورد قطعات ساده حداکثر هزینه قابل قبول برای بازسازی بین ۱۵ تا ۴۰ درصد قیمت قطعه نو برآورد می شود. اما در موارد خاص علاوه بر هزینه بازسازی، عوامل دیگری مانند نیاز به استفاده از قطعه نیز موثر است.
- معیار های مهم تصمیم گیری در مورد بازسازی قطعات صنعتی شامل توجیه فنی بازسازی و توجیه اقتصادی بازسازی می باشد.
- در توجیه فنی بازسازی، باید قبل از اجرای عملیات بازسازی به چند پرسش زیر پاسخ داده شود:
 - الف- آیا بعد از بازسازی، قطعه تا تخریب نهایی فاصله زمانی مناسبی خواهد داشت؟
 - ب- آیا امکان جبران استهلاک با روش های موجود امکان پذیر است؟
 - ج- آیا قطعه بازسازی شده از نظر استحکام و کیفیت (کارایی) قابل استفاده است؟
- در توجیه اقتصادی بازسازی نیز لازم است به سوالات زیر پاسخ داده شود:
 - الف- آیا تعمیر یا ترمیم قطعه در مقایسه با خرید آن، هزینه کمتری دارد؟
 - ب- آیا هزینه تعمیر و یا بازسازی قطعه کمتر از هزینه تعمیر کل مجموعه مادر از طریق تعویض قطعات است؟
- به طور خلاصه برای توجیه اقتصادی بازسازی باید شرایط زیر فراهم گردد:

$$\text{شرط اول:} \quad \frac{\text{هزینه قطعه نو}}{\text{عمر قطعه نو}} \leq \frac{\text{هزینه قطعه بازسازی شده}}{\text{عمر قطعه بازسازی شده}}$$

- شرط دوم: دوره تعمیر مجموعه مادر \geq عمر قطعه بازسازی شده

بنابراین در یک تعریف کلی می توان گفت: بازسازی انجام سلسله عملیاتی است که استفاده مجدد از قطعه مستهلک را برای دوره

زمانی خاص و تعریف شده ای امکان پذیر می سازد. [3]

با توجه به مطالب ذکر شده و بررسی های انجام شده ، متناسب با ابعاد روتاری و مدل اولیه ای با هدف امکان جایگزینی بدنه بصورت متحرک با قابلیت اتصال با پیچ به پوسته بیرونی روتاری تهیه گردید. پس از این مرحله اقدام به بهینه سازی طرح شد بدین صورت که بجای تعویض کل قطعه متحرک ، تنها قسمتی که با مواد در تماس بوده و سایش داشته تعویض گردد. بدین جهت بر روی لاینر قابل تعویض ورق ضد سایشی به ابعاد اولیه داخلی بدنه با ایجاد فاصله ۳ میلیمتری توسط تعدادی پیچ آلنی سر مخروطی به بدنه اتصال داده شد.

با توجه با توضیحات ذکر شده با بهبود عملکرد روتاری با هدف کاهش یا حذف مشکلات ذکر شده موارد ذیل حاصل گردید:

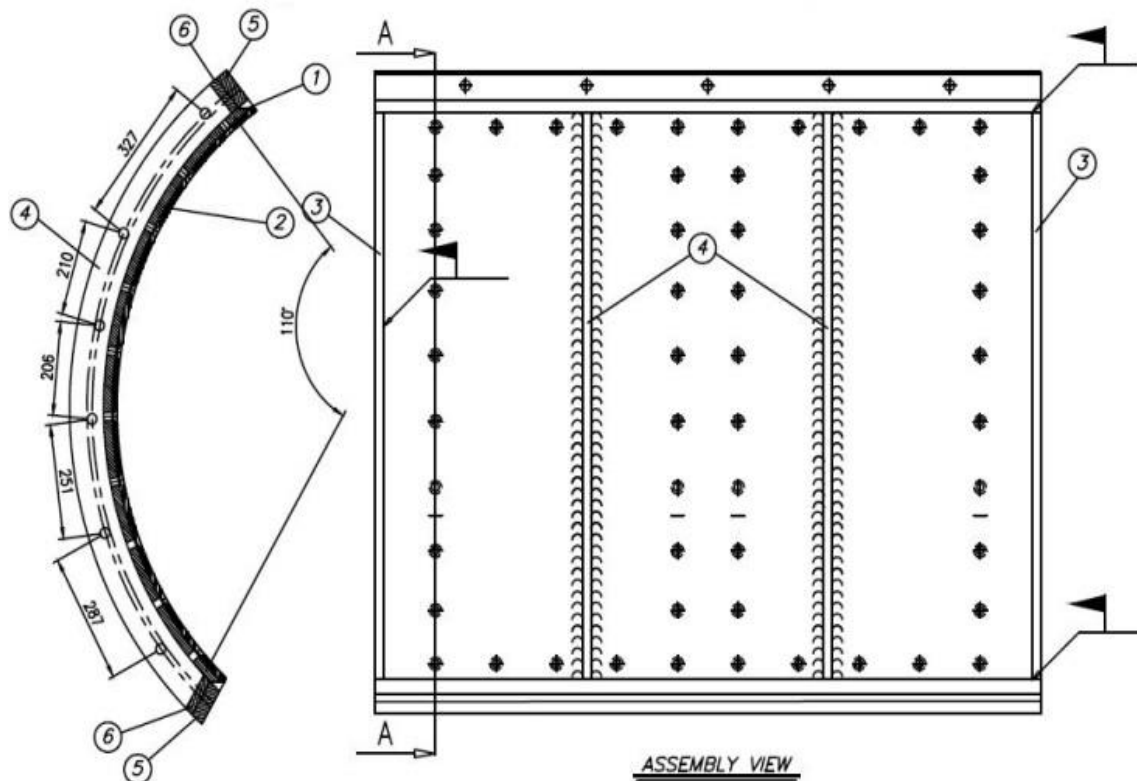
- استفاده بهینه از تجهیزات موجود در شرکت

- عدم ارسال به بیرون از شرکت

- سرعت تعمیر و آماده سازی در کمترین زمان ممکن (حداکثر ۶ ساعت)

با تغییر طرح روتاری بصورت لاینر قابل تعویض علاوه بر کنترل بهتر تجهیز، تعمیرات آن در کمترین زمان ممکن انجام می گردد.

بطور متوسط هر لاینر بین ۶ تا ۸ ماه بدون مشکل خاص قابل استفاده است و پس از این بازه زمانی با افزایش تعداد توقف بدلیل سایش ، در اولین زمان ممکن لاینر جدید که بصورت یدکی از قبل قابل تهیه و ساخت می باشد ، جایگزین لاینر قبلی می گردد. در بازه زمانی حدود ۵ سال نیز بدنه و سایر قطعات روتاری نیاز به اصلاح و تعمیر دارد که در زمان لازم انجام می گیرد.

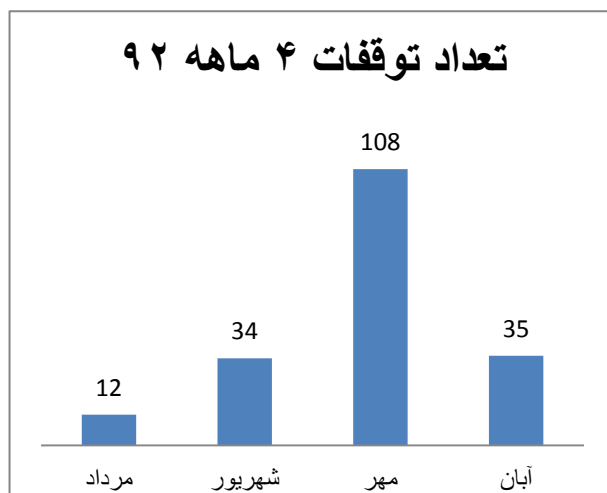
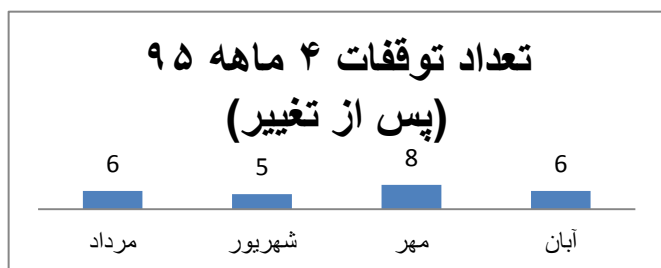


تصویر ۳- طرح پیشنهادی جهت نصب لاینر قابل تعویض برای طرفین روتاری

جدول ۱- مقایسه تعداد توقف روزانه روتاری تغذیه آسیاب مواد در اثر گیر کردن مواد در بین تیغه و بدنه

تعداد توقفات ۴ ماهه ۱۳۹۵ (پس از تغییر)				
روز	مرداد	شهریور	مهر	آبان
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	3	0
7	1	0	0	0
8	1	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	1	0
11	1	0	0	0
12	1	2	0	1
13	0	0	3	0
14	1	0	0	0
15	0	0	0	1
16	0	0	0	0
17	0	0	1	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	1
21	0	0	0	0
22	0	0	0	1
23	0	0	0	1
24	0	2	0	0
25	0	0	0	0
26	0	1	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	1	0	0	0
31	0	0	0	0
جمع کل	6	5	8	6

تعداد توقفات ۴ ماهه ۱۳۹۲ (قبل از تغییر)				
روز	مرداد	شهریور	مهر	آبان
1	0	3	6	12
2	0	4	2	4
3	0	0	0	4
4	1	0	0	0
5	0	0	5	2
6	0	0	5	1
7	0	1	2	4
8	1	0	9	2
9	1	1	5	0
10	0	0	4	0
11	0	0	4	1
12	0	0	8	0
13	0	0	3	1
14	0	0	0	0
15	0	0	4	0
16	0	0	2	0
17	0	0	1	0
18	0	0	1	0
19	0	0	5	1
20	0	0	3	0
21	0	3	2	1
22	1	0	1	1
23	2	4	0	1
24	1	2	7	0
25	2	1	2	0
26	1	2	7	0
27	1	5	1	0
28	1	1	8	0
29	0	5	5	0
30	0	1	6	0
31	0	1	0	0
جمع کل	12	34	108	35





تصویر ۴- روتاری قبل از اجرای طرح (قسمت آسیب دیده توسط ورق جدید اصلاح شده است).



تصویر ۵- تصویر اجرا شده طرح بر روی روتاری معیوب و بکارگیری مجدد تجهیز

جهت تنظیم فاصله ۳ میلیمتر تیغه با بدنه روتاری، تیغه های نصب شده بر روی روتور قابل تنظیم می باشد. در دستورالعمل ارایه شده توسط سازنده نیز ذکر شده است که در فواصل منظم کارکرد تجهیز، فاصله تیغه تا بدنه کنترل شده و در صورت نیاز مطابق با اندازه ذکر شده تنظیم گردد. ولی با توجه به عدم سایش یکنواخت در قسمت تیغه و بدنه از این قابلیت در زمان مستهلک شدن تیغه و بدنه نمی توان استفاده نمود. برای کنترل ضخامت بدنه جهت کنترل میزان سایش و عملکرد تجهیز از قسمت بیرونی بدنه توسط دستگاه ضخامت الکترونیکی رکورد برداری انجام شده و روند سایش بدنه تحت کنترل می باشد.

۶- نتیجه گیری

با تغییر طرح روتاری فیدر آسیاب مواد از بدنه یک تکه به لاینر و بدنه قابل تعویض علاوه بر کاهش تعداد توقفات آسیاب مواد بدلیل گیر کردن مواد بین تیغه و بدنه روتاری تغذیه آسیاب مواد، افزایش کارکرد تجهیز بدلیل تغییر جنس بدنه به فلز مقاوم به سایش و قابل تعویض حاصل گردید. از طرفی نیازی به دمونتاژ تجهیز جهت ارسال به خارج از کارخانه برای تعمیرات نمی باشد. بیرون بردن این تجهیز برای تعمیرات علاوه بر هزینه های تعمیرات در صورت نبود یدکی تجهیز باعث توقف خط تولید می گردد. همچنین زمان کوتاه تعمیرات تجهیز با حداقل هزینه ممکن با استفاده از امکانات موجود در کارخانه بدست آمد.

۷- پیشنهادات

یکی از معیار های مهم در زمان طراحی تجهیز، معیار امکان ساخت ساده با هزینه کم می باشد. از طرفی خریدار نیز با هدف هزینه تمام شده کمتر اقدام به خرید می نمایند. با بررسی نحوه عملکرد تجهیز می توان با برخی تغییرات در آن، هزینه و زمان تعمیر و نگهداری آن را کاهش داد. در صورت بررسی کامل و دقیق و همچنین اجرای صحیح طرح، قطعاً در کوتاه مدت از صرف هزینه های جانبی جهت تعمیر و نگهداری جلوگیری خواهد نمود. [2]

۸- تشکر و قدردانی

با سپاس فراوان از مدیریت محترم شرکت سیمان نهاوند و همچنین مدیر محترم واحد مهندسی و برنامه ریزی

۹- مراجع:

[1] Pneumatic Conveying Design Guide- David Mills - Second Edition- Chapter 3 -page 58-68

[2] CEMENT ENGINEERS HANDBOOK-LABAHN - Chapter PNEUMATIC CONVEYORS- page 559-583

[3] بازسازی قطعات تحت سایش - دکتر حامد ثابت