

بررسی و ردیابی سریع عبوب دستگاه شات بلاست توربینی با چند آزمون ساده

این مقاله در ماهنامه صنعت ریخته گری - شماره ۱۳۸ - مرداد ۹۶ به چاپ رسیده است

جواد قربانیان^۱ - عماد نیشابوری

(شرکت فرآورده های فولادی)

1- Ghorbanian.Iust@Gmail.Com

مقدمه:

یکی از فرآیندهای و هزینه بر در صنایع مختلف همچون ریخته گری، سوله سازی، کشتی سازی، قطعه سازی و...، فرآیند تمیزکاری با دستگاه شات بلاست توربینی است. دستگاه شات بلاست دستگاهی با شرایط کاری سخت و خشن است که با فرآیندی به ظاهر ساده از طریق پاشش ماده ساینده به سطح قطعه فلزی، عملیات تمیزکاری یا آماده سازی سطح را انجام می دهد. به دلیل نوع فرآیند دستگاه، قطعات دستگاه شات بلاست و خود مواد ساینده مرتباً در معرض سایش و مصرف قرار دارند، بازرسی مداوم و دائمی از کلیه اجزای دستگاه در طول عمر آن بسیار مهم است. اما متأسفانه بدان کمتر توجه می شود و لذا با هزینه تعمیر و نگهداری بالایی روبرو است. در این میان آگاهی از وجود مشکل در دستگاه و ردیابی و رفع آن نقش بسزایی در کاهش هزینه های تولید، تعمیرات، خوابش و افزایش بهره وری دستگاه شات بلاست دارد.

در مقالات قبلی نگارنده که در همین مجله به چاپ رسید، روشهای انتخاب ماده ساینده، تنظیم توربین و تنظیمات مهم دستگاه توضیح داده شد. [۵-۲]. در این مقاله سعی بر آن است تا با توضیح بخشهای مختلف دستگاه شات بلاست توربینی و معرفی چند آزمون ساده، روشهای ردیابی مشکلات دستگاه و روشهای احتمالی حل آن معرفی گردد. لذا در ابتدا اجزای ماشین شات بلاست توربینی معرفی میگردد.

اجزای ماشین شات بلاست توربینی

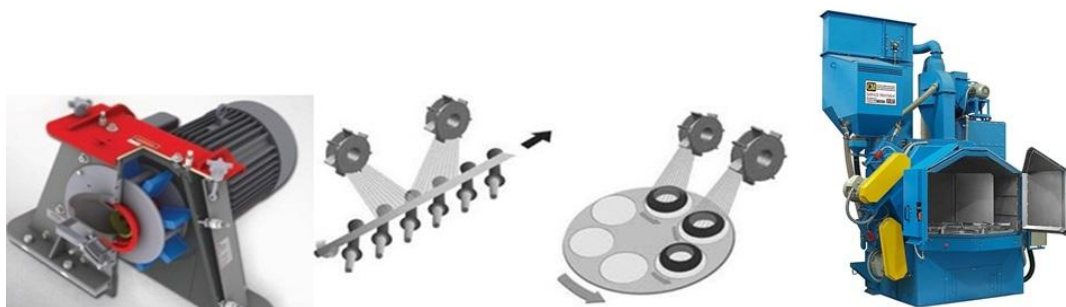
عمل پرتاب مواد ساینده به سمت قطعه با استفاده از دستگاه شات بلاست توربینی انجام می گردد. این دستگاه ها با طرح، شکل و قابلیت های مختلفی طراحی و ساخته می شوند، اما همه آنها دارای پنج جزء اصلی هستند. این اجزا عبارتند از:

- کابین یا محفظه دستگاه (Cabin)
- توربین (چرخ گردنده) (Centrifugal Wheel)
- مجموعه الک، ماردون والواتور (Elevator)
- سیستم جداکننده مواد (سپراتور) (Separator)
- سیستم گرد و غبارگیر (Dust Collector)

یک دستگاه شات بلاست بر اساس اندازه و شکل قطعاتی که باید تمیزکاری شوند، ممکن است یک یا چند توربین داشته باشد. در این سیستم جهت تمیزکاری سطح قطعات مراحل زیر به ترتیب انجام می گردد:

۱. مواد ساینده از مخزن ساچمه به توربینها منتقل می شود. توربین، مواد ساینده را با سرعت و شتاب بالا به سمت قطعه پرتاب می کند. مواد ساینده

به سطح قطعه برخورد کرده و عملیات تمیزکاری (یا آماده سازی سطح) قطعه را تکمیل می نمایند. (شکل ۱)



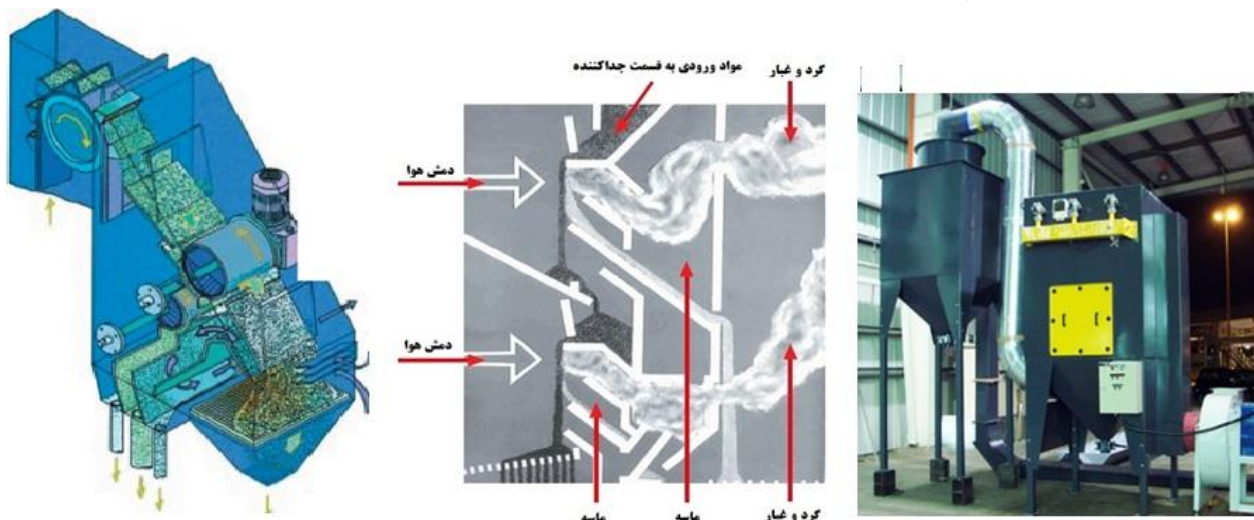
شکل ۱: نحوه کار توربین در دستگاه شات بلاست

۲. پس از انجام عملیات تمیزکاری، مواد ساینده به همراه سایر مواد کنده شده (ذرات ماسه کنده شده، اضافات تولیدی، گرد و غبار و...) وارد مخزن زیرین دستگاه می شود. معمولا در قسمت فوقانی این مخزن یک الک قرار دارد که وظیفه جدا کردن ذرات درشت (مثل پلیسه، کلوخه و...) را بر عهده دارد. در قسمت زیرین این مخزن، یک ماردون مارپیچی مدور وجود دارد که مواد ساینده را به سیستم بالابر منتقل میکند. این مواد توسط قاشقک های بالابر به قسمت جداکننده (سپراتور) دستگاه منتقل می شوند (شکل ۲)



شکل ۲: مخزن، سیستم ماردون و الواتور دستگاه شات بلاست

۳. موادی که توسط بالابر از پایین دستگاه به قسمت جدا کننده منتقل شده اند، در ابتدا از میان چندین الک عبور کرده و ذراتی که دارای اندازه بزرگ هستند مثل پلیسه ها، کلوخه ها و... از بقیه جدا می شوند. باقی مواد بصورت آبخاری از مواد ساینده از بالا به پائین ریخته می شوند. این مواد جریان یافته شبیه یک پرده با ضخامت نازک از مواد را تشکیل می دهند. به این پرده جریانی از هوا دمیده می شود. فشار هوای دمیده شده باعث میشود که ذرات بر اساس وزن خود تفکیک گردند. بدین صورت ساچمه های دارای اندازه مناسب و ساچمه های ریز شده که از اندازه لازم خارج شده اند، خاکه ها و ذرات درشت، از هم تفکیک شده و هر یک در مخزنی جداگانه ذخیره گردند. در واقع در این سیستم، جدا سازی مواد زائد از مواد ساینده بر اساس دو عامل وزن و اندازه صورت می گیرد. با استفاده از دمش هوا بر پرده مواد ساینده تفکیک بر اساس وزن انجام می شود و با استفاده از الک نیز تفکیک بر اساس اندازه انجام می گردد. تامین هوای پر فشار لازم جهت جداسازی مواد در این قسمت معمولا توسط فن سیستم غبارگیر تامین می گردد. (شکل ۳)



شکل ۳: سیستم جداکننده و غبارگیر دستگاه شات بلاست

۴. ساچمه های فولادی تفکیک شده، مجدداً به توربین فرستاده می شوند و مورد استفاده مجدد قرار می گیرند. این چرخه تا زمانی که مواد ساینده خرد شده و اندازه آنها کوچکتر از حد استاندارد گردد، ادامه پیدا می کند.

برای درک بهتر می توان دستگاه شات بلاست را به سیستم بدن انسان تشبیه کرد. در این سیستم کابین دستگاه، نقش کالبد و اسکلت را برعهده دارد. توربین قلب سیستم است و به همراه بالابر، سیستم گردش ساچمه را تشکیل داده و وظیفه توزیع ساچمه را برعهده دارند. سیستم جداکننده مواد (سپراتور)، همچون سیستم گوارش عمل کرده و وظیفه جداسازی و دفع مواد زاید را برعهده دارد و در نهایت سیستم گرد و غبارگیر دستگاه، مشابه سیستم تنفسی بدن، نقش پاک کنندگی و حذف گرد و غبار اضافی را بر عهده دارد.

سه آزمون مهم در بررسی و عیب یابی سریع دستگاه شات بلاست:

برای آنکه دستگاه شات بلاست درست کار کند، باید کلیه قطعات و اجزای آن بصورت مداوم بازدید و چک شوند. اما علاوه بر این بازدید مداوم که می تواند توسط اپراتور انجام گردد، ناظر کنترل کیفی بصورت دوره ای و با انجام سه آزمون ساده زیر می تواند به سرعت به وضعیت دستگاه پی ببرد. این آزمونها اگرچه بسیار ساده هستند اما این توانایی را به ناظر می دهند که همچون یک پزشک متخصص به سرعت به وجود عیب در دستگاه آگاه گردد و سپس در جهت رفع آن اقدام نماید. این سه آزمون عبارتند از:

- آزمون اندازه گیری عدد آمپرسنج توربین
- آزمون بررسی نمونه مواد ساینده ورودی به توربین
- آزمون بررسی نمونه ساچمه های خارج شده در قسمت جداکننده دستگاه

مسئول کنترل کیفی دستگاه کفایت عدد آمپرسنج دستگاه را بخواند و دو نمونه گیری از ساچمه های ورودی و خروجی دستگاه انجام دهد. سپس این اطلاعات را تحلیل و به وجود عیب در دستگاه پی برده و سریعاً نسبت به ردیابی و اصلاح آن اقدام نماید. در ادامه به توضیح روش نمونه گیری و سپس روش تحلیل اطلاعات پرداخته می شود.

تست آمپرسنج توربین

این آزمون، اولین و ساده ترین تست جهت بررسی راندمان و شرایط کارکرد توربینهای دستگاه می باشد. با انجام این آزمون بدون بازکردن و حتی بازرسی توربین اطلاعات اولیه و مفیدی را می توان در مورد آن به دست آورد. با استفاده از این تست می توان راندمان پرتابش توربین، شرایط موجودی ساچمه در مخازن، نحوه توزیع ساچمه مخزن بر روی توربینها، وجود عیب در سیستم توزیع بار، احتمال گیر کردن یا سوراخ شدن الکها و... پی برد.

برای اینکه یک توربین بتواند در شرایط ایده آل خود کار کند، باید مقدار ساچمه ای که وارد توربین می شود، مقدار ثابت و مشخصی باشد. برای کنترل و تنظیم این مقدار لازم است تا از شاخص کنترل کننده ای استفاده گردد. در دستگاه های شات بلاست توربینی این شاخص مقدار جریان (آمپر) کشیده شده

توسط موتور توربین می باشد. در واقع **عدد نشان داده شده توسط آمپرسنج هر توربین**، معیار محاسبه بازدهی توربین می باشد. این شاخص شبیه عدد نشان داده شده توسط فشارسنج پزشک است که به عنوان اولین آزمون سلامتی بدن انجام می شود. در دستگاه شات بلاست نیز، آمپرمتر اولین شاخص بررسی شرایط توربین می باشد و در صورتی که عدد تعریف شده را نشان ندهد، نشان دهنده وجود یک عیب در توربین و یا دستگاه شات بلاست می باشد.

محاسبه بازدهی توربین با استفاده از آمپرمتر

مقدار جریانی که موتور هر توربین در حالت پر و خالی مصرف می کند، عدد ثابتی است که به توان موتور توربین بستگی دارد. این مقادیر در جدول ۱ نشان داده شده است. جریان واقعی در حالت بار کامل موتورها بر روی صفحه مشخصات موتور نیز حک شده است. مقدار جریانی که در هر لحظه توسط موتور مصرف می شود نیز از روی صفحه آمپرسنج قابل مشاهده است.

اگر در طول زمان پاشش، ظرفیت موتور در بالاترین مقدار خود باشد، ساچمه پاشی در موثرترین حالت خود انجام می شود. در غیر اینصورت آمپر بالا ممکن است باعث سوختگی موتور و آمپر پایین باعث افزایش زمان عملیات شود و لذا با توجه به مقادیری که از روی آمپرسنج خوانده میشود، در صورت کم و زیاد شدن اعداد خوانده شده، تنظیمات دستگاه باید مجدداً انجام شود. اگر سیستم در حالت ایده آل نبوده و با صد درصد بهره وری در حال کار نباشد، عددی که آمپرسنج نشان خواهد داد کمتر از مقداری است که باید بطور نرمال نمایش داده شود و لذا اپراتور دستگاه، با خواندن عدد آمپرسنج، به راحتی می تواند از وجود یک عیب فنی در دستگاه آگاه و جهت رفع عیب اقدام نماید.

MOTOR RATIOS				
Motor Power		380 V		
KW	h.p.	I ₀	I _{max}	I _n
7,5	10	5,8	17	11,2
11	15	8,1	24,5	16,4
15	20	10,5	31	20,5
18	25	11,6	38	26,4
22	30	14	45	31
30	40	19,8	59	39,2
37	50	23	74	51
44	60	27	86	59
55	75	35	106	71

جدول ۱: جریان (آمپر) کشیده شده توسط موتور توربین با توان های مختلف

جهت درک اهمیت این موضوع باید به این نکته دقت نمود که یک توربین تحت ولتاژ ۳۸۰ ولت برای هر یک آمپر جریان، حدود ۱۲ کیلوگرم ساچمه فولادی را بحرکت در می آورد. در جدول ۲ مقدار ساچمه پرتابی برای توربین های با هشت عدد پره نشان داده شده است.

STEEL SHOT QUANTITY TO BE PROPELLED		
Kilowatt	HP	Kg/Minute
7,5	10	130
11,0	15	190
15,0	20	240
18,5	25	300
22,5	30	360
30,0	40	440
37,0	50	580
45,0	60	700
55,0	75	810

جدول ۲: مقدار ساچمه پرتابی برای توربین های با هشت عدد پره

فرض کنید یک موتور با توان ۵۰ اسب بخار (معادل با ۳۷ کیلو وات) با ۵۰ آمپر در حال کار باشد. با استفاده از جدول ۱، مشاهده می شود که جریان این موتور تحت بار کامل برابر با ۷۴ آمپر و در حالت بی باری (هنگامی که ساچمه ای وارد توربین نمی شود)، برابر با ۲۳ آمپر می باشد. حال با استفاده از فرمول ذیل و و عدد آمپرهای خوانده شده از هر توربین، مقدار بهره وری توربین قابل محاسبه است:

$$\text{بهره وری } 53\% = \frac{50 - 23}{74 - 23} \times 100 =$$

$$\text{آمپر در شرایط بی باری - عدد امپر فعلی توربین} \times 100 = \frac{\text{آمپر در شرایط بی باری - آمپر در شرایط بار}}{\text{آمپر در شرایط بی باری - آمپر در شرایط بار}}$$

در این حالت مقدار جریانی که توسط موتور مصرف می شود به میزان $24 = 50 - 74$ آمپر، کمتر از مقداری است که موتور در حالت بار کامل باید مصرف کند و این بیانگر وجود یک ایراد و عیب در دستگاه مربوطه است. در مثال قبلی مشاهده می شود که اگر موتور توربین مذکور تحت بار کامل کار کند، بر اساس جدول ۵۸۰ کیلوگرم ساچمه فولادی در هر دقیقه پرتاب میگردد. در حالیکه با توجه به ایراد موجود در دستگاه ۲۸۸ کیلوگرم (۱۲ × ۲۴) ساچمه فولادی کمتر پرتاب شده است.

چنانکه در مثال فوق بررسی شد، اگر ساچمه به مقدار کافی بر روی توربین شارژ نگردد، توربین درست عمل نکرده و ضمن مصرف انرژی، از بازدهی کافی نیز برخوردار نخواهد بود. در نتیجه تمیزکاری درست انجام نشده و بازدهی تمیزکاری نیز کاهش می یابد. در نتیجه حتی اگر از مواد ساینده با کیفیت بالا نیز استفاده شود تاثیر آن بر تمیزکاری و کیفیت کار چندان محسوس نخواهد بود.

لازم به ذکر است که موتورهای الکتریکی برای کار کردن تحت بار کامل و بالاترین بهره وری طراحی شده اند، لذا کار کردن موتور تحت بارهای کمتر، موجب افزایش هزینه ها نیز می شود. یکی از نکات بسیار مهم در خصوص آمپرمترها، کالیبره بودن و تنظیم دقیق آنها میباشد. چنانچه آمپرمترها دارای خطای اندازهگیری باشند، تمام مشکلات ذکر شده فوق، مجدداً رخ میدهد. زیرا که هر خطا در عدد آمپر نشان داده شده به معنی کاهش در میزان مواد پرتاب شده میباشد.

• نمونه گیری از ترکیب مواد ساینده ورودی به توربین

این نمونه گیری معمولاً به دو هدف اصلی انجام میپذیرد. اول اینکه از وضعیت کلی دستگاه و شرایط کارکرد آن اطلاعات مفیدی استخراج گردد. دوم آنکه از بهینه بودن ترکیب موادساینده جهت رسیدن به تمیزکاری مؤثر اطمینان حاصل گردد. در روش نمونهگیری باید دقت زیادی نمود تا بتوان از نمونه مربوطه، اطلاعات درستی را استخراج نمود. بهترین مکان جهت نمونهگیری، ورودی مواد ساینده از قسمت جداکننده به داخل توربینها (ورودی قیف تغذیه کننده) می باشد. بر روی این ساچمه، کلیه عملیات جداسازی و تمیزکاری انجام شده است و آماده استفاده مجدد میباشد و لذا حاوی کلیه مشخصات مواد ساینده می باشد. دقت شود چنانچه دستگاه دارای چندین عدد توربین باشد، نمونه گیری باید به صورت جداگانه از ورودی کلیه توربینها صورت پذیرد: زیرا که به دلیل عدم طراحی مناسب مخزن ساچمه، ممکن است مواد درشتتر وارد یک توربین و مواد ریزتر وارد توربین دیگر شود و این موضوع باید به دقت مشخص گردد. دقت شود که نمونهگیری باید به صورت همگن صورت گیرد و زمان نمونهگیری دقیقاً مشخص شود. در حین نمونهگیری میزان بار موجود در مخزن مواد ساینده حتماً ثبت شود. لازم به توضیح است که میزان بار موجود در مخزن همواره باید بیشتر از سه چهارم کل مخزن باشد.

• نمونه گیری از ساچمه های خارج شده از چرخه مواد ساینده در قسمت جداکننده دستگاه

با نمونهگیری از مواد ساینده خروجی از قسمت جداکننده، وضعیت عملکرد سیستم جداکننده، الکها و مکش هوا مشخص میگردد. مواد خروجی از این قسمت نباید از اندازه مشخصی بزرگتر یا کوچکتر باشند. این اندازه تعریف شده را قطر بحرانی ساچمه خروجی (size rejection) می نامند و عبارت است از: "بزرگترین قطر ساچمه ای که باید توسط سیستم جداکننده دستگاه از چرخه مصرف خارج شود."

تعیین این اندازه با توجه به نوع و هدف فرایند مشخص می گردد. به عنوان مثال از آنجا که در فرایند شات پینینگ یکنواختی شدت و لایه فشرده ایجاد شده در سطح بسیار مهم بوده و نباید تغییر کند، قطر بحرانی ساچمه خروجی آن معادل نصف قطر اولیه ساچمه نو تعریف می گردد. در حالی که در مورد فرایند شات بلاست این مقدار حدود یک سوم ساینز اولیه جهت فرایند ماسه زدایی در ریخته گری و یک چهارم ساینز اولیه در فرایند تمیزکاری جهت پوسته زدایی تعریف شده است. این بدین معنی است که هرچه یکنواختی بیشتری در کیفیت سطحی مورد نظر باشد، قطر ساچمه های مصرفی نباید خیلی تغییر کرده و متفاوت باشد.

در نمونهگیری از این قسمت باید دقت نمود که: منظور از خروجی جداکننده، نمونهگیری از موادی است که به عنوان مواد خارج از اندازه شده، از قسمت خروجی جداکننده دستگاه خارج میشوند. این نمونه باید مستقیماً از لوله خروجی این مواد گرفته شود، نه از کل مواد جمعآوری شده خروجی

که شامل ماسه، مواد ساینده ریز شده ... میباشد. مهمترین نکته در بررسی مواد خروجی، تعیین درصد مواد ساینده در خروجی و نیز میزان ریز بودن آنها نسبت به مواد ساینده نو میباشد.

در حین نمونه‌گیری در صورت مشاهده مواد ساینده سالم در خروجی مواد، بلافاصله باید نسبت به یافتن دلیل این امر اقدام گردد. ماده سالم نباید به این قسمت انتقال یافته باشد. این امر ممکن است به دلیل عدم کارکرد درست یکی از اجزای دستگاه مثل سیستم جداکننده، سیستم گرد و غبارگیر، الکها و ... انجام شده باشد و قبل از هر اقدامی باید اصلاح گردد.

پس از آن که نمونه‌گیری به روش فوق صورت گرفت، بررسی این نمونه‌ها اطلاعات بسیار مفیدی را به شما میدهد. این آزمایش بصورت کامل شرایط کلی دستگاه را به شما نمایش میدهد و مشخص میکند که آیا ترکیب مواد ساینده مناسب است؟ آیا فشار هوا در قسمت گرد و غبارگیر و جداکننده مناسب است؟ آیا مواد ساینده سالم از دستگاه خارج میشوند و...

به عنوان مثال چنانچه اندازه مواد ساینده در نمونه های گرفته شده، خیلی ریز یا خیلی درشت باشد، نشاندهنده عدم شرایط کارکرد درست یکی از اجزای دستگاه است. در ترکیب ساچمه ورودی به توربین نباید ماسه وجود داشته باشد. وجود تنها ۲٪ ماسه و ذرات ناخواسته در ترکیب مواد، عمر مفید اجزا توربین را تا دو برابر کاهش میدهد. افزایش در اندازه سائز خروجی مواد ساینده از قسمت خروجی جداکننده حتی به اندازه خیلی کم می تواند باعث افزایش مصرف مواد ساینده گردد. تغییر در ترکیب مواد ساینده، باعث تغییر در پروفیل سطحی ایجاد شده می گردد. در مواردی که شرایط سطحی یا پروفیل سطحی مهم می باشد، این مورد خود باعث بازگشت قطعات و افزایش هزینه ها می شود. علاوه بر مثالهای فوق برخی از مهمترین عیوبی که ممکن است پس از نمونه گیری و بررسی نمونه ها مشاهده شود، شامل موارد زیر می باشد که دلایل وقوع آن به همراه راه های رفع آنها ذکر گردیده است.

۱- ترکیب مواد ساینده ورودی به توربین درشت میباشد: این مشکل میتواند به یکی از دلایل زیر رخ دهد:

الف: مواد جدید اضافه شده به مخزن دستگاه، دارای اندازه درشت بوده اند و یا به مقدار زیاد به ترکیب افزوده شده اند.

ب: فشار هوای قسمت جداکننده بالاست. در این حالت مواد با اندازه های ریز و متوسط نیز در قسمت جداکننده از ترکیب مواد خارج میشوند.

ج: مواد ساینده ای که همراه با قطعات تمیز شده از دستگاه خارج شده اند، بیش از حد بوده است.

۲- ترکیب مواد ساینده ورودی به توربین ریز است. دلایل این امر عبارتند از:

الف: فشار هوا در قسمت جداکننده کافی نمیشود و قادر به جداسازی ذرات ریز شده نمیشود.

ب: مواد جدید به صورت پی در پی و با توالی زمانی مناسب اضافه نمیشوند.

ج: از مواد ریز شده و پرتاب شده به بیرون از دستگاه بیش از حد استفاده شده است.

۳- وجود ساچمه های سالم در نمونه خروجی از قسمت جداکننده. دلایل این امر عبارتند از:

الف: فشار هوا در قسمت جداکننده بالا است.

ب: مواد در بین کانالهای جداکننده توزیع نامناسب دارند.

ج: کانالهای سیستم جداکننده آسیب دیده و یا سوراخ شده اند

۴- وجود مواد ساینده مناسب در قسمت گرد و غبارگیر: این امر می تواند به یکی از دلایل زیر باشد:

الف: فشار هوای مکش شده از دستگاه بالاست و باعث مکش مواد ساینده از کابین به قسمت گرد و غبارگیر میشود.

ب: نشستن گرد و غبار بر روی جداره لولهها و تنگ شدن مسیر هوا که باعث مکش بیشتر میشود.

ج: گیر کردن زانویی و در نتیجه مکش بیشتر

۵- خروج مواد ساینده سالم از قسمت الک جداساز

الف: گیر کردن سوراخ الکها و خارج شدن مواد ساینده همراه ذرات درشتتر

آزمونهای فوق و تحلیل نتایج آن همچون زنگ خطری هستند که از وجود یک عیب یا مشکل در دستگاه خبر می دهند و بلافاصله بعد از این زنگ خطر باید نسبت به اصلاح و رفع مشکل آن اقدام نمود. اما جهت بررسی بیشتر و دقیقتر مشکلات پیش آمده در عملیات شات بلاست، این مشکلات را میتوان به سه عامل کلی نسبت داد که عبارتند از:

۱. پرتابش نامناسب مواد ساینده (عدم تعیین هدف دقیق جهت برخورد جریان مواد ساینده به آن)
 ۲. ترکیب نامناسب مواد ساینده
 ۳. شرایط نامناسب توربین (تغییر در شرایط عملکردی و توانی توربین)
- جهت رفع مشکل پرتابش نامناسب باید موارد زیر را کنترل و بررسی نمود:
- الگوی پرتابش توربینها به صورت منظم بررسی و تعیین گردد. (با استفاده از آزمون ورق)
 - از آنجا که خوردگی اجزای توربین موجب تغییر در نحوه پرتابش و الگوی پرتابش میشود. اجزای توربین باید به صورت روزانه از لحاظ میزان خوردگی مورد بررسی قرار گیرد.
 - از ورود ماسه به ترکیب مواد ساینده که منجر به افزایش خوردگی قطعات و خارج شدن از حالت تنظیم شده می شود، باید جداً خودداری گردد.
 - زمانهای تعویض قطعات توربین دقیقاً ثبت و کنترل گردد. جهت برآورد کار توربین زمان کار هر یک از اجزاء باید مورد بررسی باشد نه زمان کار توربین.

۲- جهت رفع مشکل ترکیب نامناسب مواد موارد ذیل باید کنترل گردد.

- آزمون بررسی ترکیب مواد ساینده به صورت هفتگی انجام شود.
- مواد ساینده جدید به صورت پی در پی اضافه گردد.
- از نشست مواد به بیرون جداً خودداری گردد و مواد پرتاب شده به بیرون مرتباً به دستگاه برگردانده شود.
- قسمت جداکننده و گرد و غبارگیر به صورت مستقیم کنترل گردد و موارد ذیل در این خصوص بررسی گردد.

✓ الک ها سوراخ یا آسیب ندیده باشند.

✓ پرده مواد ساینده به صورت یکنواخت تشکیل گردد و مسیر آن آسیب ندیده باشد.

✓ لولههای خروجی سیستم گرد و غبارگیر و فیلترهای آن کنترل گردد.

۳- در خصوص رفع مشکل عدم کار توربین در حالت بار کامل موارد ذیل باید رعایت گردد.

- ✓ بازدهی توربین ها از طریق کنترل آمپمترها به صورت منظم کنترل گردد و ضمناً آمپمترها کالیبره باشند.
- ✓ مواد جدید بصورت پی در پی اضافه شود و به هیچ وجه میزان مواد ساینده در مخزن کمتر از سه چهارم حجم آن نگردد.
- ✓ کلیه آلودگیها و مواد اضافه مثل کاغذ، گرد و غبار، ماسه، آشغال، پلیسه و... باید از ترکیب مواد خارج گردد.
- ✓ کلیه الک ها تمیز بوده و هیچ مشکلی اعم از گیرکردگی یا پارگی نداشته باشند.
- ✓ خوردگی قطعات بصورت روزانه کنترل گردد.
- ✓ میزان مواد ورودی به توربینها باید دقیق بوده و در مسیر حرکت مواد مشکلی وجود نداشته باشد.
- ✓ تسمه موتور آسیب ندیده باشد.

بطور قطعی می توان گفت که مشکلات پیش آمده در فرآیند شات بلاست به یکی از سه عامل اصلی ذکر شده برمیگردد. در جدول ۳ دلایل هر یک از ایرادات فنی پیش آمده در سیستم و نحوه ارتباط آن با سه عامل فوق نشان داده شده است. همچنین برخی اشکالات سیستم به همراه دلایل احتمالی وقوع آن و روش پیشگیری از آن در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳: عوامل اصلی بروز عیب و ارتباط آنها با مشکلات پیش آمده در حین فرایند شات بلاست

مشکلات سیستم		افزایش هزینه های تولید			سرعت پائین تمیز کاری			عدم تمیز کاری سطحی مناسب	
عوامل اصلی بروز عیب		افزایش خواش دستگاه	افزایش خوردگی قطعات	مصرف بیش از حد مواد ساینده	نیاز به پاشش مجدد	کاهش سرعت خط تولید	افزایش زمان پاشش	شرایط زبری سطحی	تخریب سطح قطعات
الگوی پرتابش نامناسب	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	عدم حذف کامل آلودگی ها
ترکیب نامناسب مواد	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
عدم کارکرد توربین درحالت بازدهی ایده آل	✓				✓	✓	✓		✓

جدول ۴: برخی اشکالات سیستم به همراه دلایل احتمالی وقوع آن

خطا	محل مشاهده	دلیل	تاثیر	پیشگیری
۱- آمپر کمی کشیده می شود	آمپرسنج	کم بودن ساچمه فولادی	بازدهی کم توربین، تمیز کاری بد	اضافه کردن ساچمه فولادی جدید
۲- آمپر کمی کشیده می شود	آمپرسنج	تسمه های موتور توربین شل شده اند	بازدهی کم توربین، تمیز کاری بد	تنظیم دقیق
۳- تفکیک بد ساچمه های فولادی	مشاهده ساچمه های فولادی قابل استفاده در مواد دور ریختنی	سوراخ های مسدود شده در جدا کننده، جدا کننده فرسوده، تنظیمات اشتباه صفحات جدا کننده	دور ریختن ساچمه های فولادی قابل استفاده، مصرف بیش از اندازه ساچمه فولادی	بررسی سوراخ های جدا کننده بطور مکرر
۴- ترکیب ساچمه فولادی و جداسازی الک ها مناسب نیست	اندازه گلوله فولادی در سیستم خیلی بزرگ یا خیلی کوچک است	اضافه کردن بیش از حد ساچمه های فولادی جدید. تنظیمات جدا کننده و دمپر مناسب نیست. زاویه پرتابش بدرستی تنظیم نشده است.	عدم تمیز کاری مناسب. احتمال شکستگی ساچمه های فولادی	ترکیبی از ۵۰٪ از ساچمه های فولادی جدید و ۵۰٪ ساچمه فولادی قدیمی بطور دوره ای. کنترل جدا کننده
۵- زاویه اشتباه توربین	فرسایش سریع صفحات کابین و تمیز کاری نامناسب قطعات	پره های فرسوده، وجود ماسه های اضافی در ساچمه های فولادی	بازدهی کم توربین،	کنترل دوره ای
۶- سیستم گردش ساچمه فولادی گیر کرده است. آب بندی کابین کامل نیست بالا بر گیر کرده است	آمپر مقدار کمی را نشان می دهد	تکه هایی از سیم، پیچ ها و مهره ها در سیستم وجود دارد.	بازدهی تمیز کاری پائین	تمیز کردن تمام سیستم بطور مکرر
۷- فقدان ساچمه فولادی در سیستم	آمپر مقدار کمی را نشان می دهد	ساچمه های فولادی به بیرون کابین دستگاه پرتاب میشوند و یا همراه با قطعات خارج می گردند.	بازدهی تمیز کاری پائین	تمام ساچمه های فولادی پرتاب شده از کابین را جمع آوری و دوباره به سیستم بازگردانید

جمع بندی و نتیجه گیری:

در این مقاله به بررسی اجزای دستگاه شات بلاست و روشهای سریع عیب یابی سیستم و نیز روشهای حل مشکلات دستگاه اشاره شد. اما یک نکته که همواره باید در نظر گرفته شود این است که «آنچه امکان خرابی و اشتباه در آن وجود دارد، خراب یا اشتباه خواهد شد» و لذا بهترین حالت آن است که قبل از هر نوع پیشآمد و حادثه‌های، اصلاحات و اقدامات پیشگیرانه در مورد آن صورت گیرد. بنابراین مهم ترین نکته در کاهش هزینه های شات بلاست، نگهداری پیشگیرانه است. باید دقت نمود که تنها تعمیر بخش های معیوب کافی نیست. علت مشکل باید تعیین و برطرف شود و اندازه گیری ها و اقدامات پیشگیرانه جهت جلوگیری از رخداد مجدد آن مشکل اتخاذ شود.

نگهداری پیشگیرانه باید بصورت برنامه ای مدون، منظم و دوره ای انجام شود و در راستای جلوگیری از خوابش دستگاه، عملیات تعمیر و بهسازی اجزای دستگاه جهت جلوگیری از تعمیرات اساسی آن مرتباً انجام پذیرد.

اگرچه سیستم تعمیرات پیشگیرانه در مورد کلیه روش های تولید صادق است. اما در مورد دستگاه شات بلاست به دلیل ماهیت خود خورنده دستگاه از اهمیت بسیار بالاتری برخوردار بوده و در راستای کاهش هزینه های عملیات حتماً باید انجام شود. امید که کارشناسان و متخصصین با مشورت و تکمیل اطلاعات علمی و عملی خود چک لیست های کاملی را جهت بازرسی و بررسی مداوم این دستگاه و کاهش هزینه و افزایش راندمان دستگاه تهیه و تکمیل نمایند.

منابع:

1. جواد قربانیان، عماد نیشابوری "مقدمه ای بر شات بلاست و شات پینینگ" انتشارات دستان- بهار ۱۳۹۲
 2. "آشنایی با توربین دستگاه شات بلاست و نقش آن در افزایش کیفیت و بهره وری فرایند تمیزکاری" ماهنامه صنعت ریخته گری- شماره ۹۷- تیر ۹۲
 3. "پارامترهای موثر در انتخاب ساچمه مناسب برای فرآیند شات بلاست" ماهنامه صنعت ریخته گری- شماره ۱۲۹- شهریور ۹۵
 4. "مقایسه ماده ساینده کات وایر با ساینده های مصرفی در صنایع شات بلاست و شات پینینگ" ماهنامه صنعت ریخته گری- شماره ۱۱۳- دی ۹۳- صفحه ۶۷-۶۳
 5. "عوامل موثر در انتخاب مواد ساینده مناسب جهت انجام عملیات بلاستینگ و تمیزکاری سطح قطعات قبل از فرایند پوشش دهی و رنگ آمیزی" اولین همایش پوشش لوله، سوم شهریور ۹۴
6. "Shot Blasting Machines Maintenance Manual", Technical Bulletin Of Umit Dokum Company
 7. Timo Winkler, Bad Friedrichshall, "Blasting With Steel", Giesserei Journal, March 2006