

کاربرد روش های بازیابی در صنایع نظامی

احمد رضا قربانی

کارشناس ارشد مهندسی مواد

چکیده

یک روش نوین در تامین قطعات نظامی مراکز تعمیراتی، علاوه بر روش های متداول مثل خرید از خارج و یا ساخت در داخل کشور، روش بازیابی قطعات است. در بازیابی یا ترمیم، قطعات فرسوده به حالت اول خود برگردانده می شوند و از نظر کارایی همانند قطعه نو قابل استفاده می باشند. بازیابی یک روش مطمئن سریع و کم هزینه است. فناوری، دانش و تجهیزات مورد نیاز آن نیز در کشور وجود دارد. در بازیابی قطعات با توجه به نوع عیب، جنس و نوع قطعه و قیمت تمام شده برای بازیابی روشی ترجیح دارد که بیشترین مزایا را داشته باشد. قطعات موتور، سیستم انتقال قدرت، جنگ افزار مربوط به تجهیزات زمینی، هوایی و دریایی از جمله کاربردهای بازیابی در صنایع نظامی هستند. اهمیت استفاده از روش های بازیابی هزینه تمام شده کمتر نسبت به ساخت مجدد با تعداد کم، صرفه جویی در انرژی، کاهش زمان تامین قطعه، جلوگیری از اتلاف منابع معدنی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست می باشد.

مقدمه

تامین قطعات یدکی مورد نیاز تجهیزات یکی از موارد هزینه بر صنایع نظامی است و در تعمیرات بالاترین درصد هزینه را به خود اختصاص می دهد. بعلت تعدد و تنوع خودروها، ماشینها و تجهیزات نظامی که عمدتاً از کشورها و شرکتهای مختلف خریداری شده اند، تامین قطعات در کشور ما جهت تجهیزات خرید خارج مخصوصاً در شرایط بحرانی و تحریم همواره مشکلات خود را داشته است و معمولاً امکان پذیر نیست. بعلت تعداد پایین قطعات یدکی مورد نیاز، سفارش خرید و ساخت آن نیز توجیه پذیر نمی باشد. بعضی مواقع به خاطر ترس از تحریم قطعات یدکی، سفارشات برای خرید خارج زیاد می شود. این قطعات به مرور زمان با عرضه شدن تجهیزات جدید از رده خارج می گردند. قطعات نظامی از سطح استاندارد بالایی در تولید برخوردارند و عیوب ایجاد شده در قطعات نیز عمدتاً سطحی و موضعی می باشند، که به ساختار اصلی و درونی قطعه صدمه وارد نشده است.

با استفاده از روش های بازیابی و علوم مهندسی سطح می توان قطعات را به حالت اول خود برگرداند و حتی عمر آنها را افزایش داد .

شرط اصلی قابلیت یک روش در بازیابی قطعه این است که حداقل از نظر فنی به خواص مکانیکی آسیب نرسد یا افت خواص قابل اغماض باشد و روش بازیابی باید بتواند قطعه را از نظر کارایی به حالت اول برگرداند یا بهبود ببخشد. مسئله دیگر اقتصادی بودن فرآیند است . هزینه بازیابی قطعه باید به میزان قابل قبولی کم باشد.

در این مقاله فرآیند های بازیابی از نظر فنی اقتصادی مورد بحث قرار می گیرد و مثالهای کاربردی همراه باتحلیل اقتصادی ارائه خواهد شد. با توجه به تجربیات مطالعات و بررسیهای انجام شده بازیابی قطعات نظامی از نظر فنی و اقتصادی قابل توجیه است همچنین نکات لازم جهت کنترل کیفی و تضمین کیفیت مورد بحث قرار گرفته است.

مزایای بازیابی

بازیابی باعث صرفه جویی در هزینه و زمان می شود. بطور خلاصه می توان گفت که بازیابی قطعات از چندین جهت توجیه پذیر بوده و باعث کاهش هزینه های زیر می گردد:

- ۱- کاهش هزینه های تعمیرات (بخاطر کاهش نیاز به خرید قطعات یدکی)،
- ۲- کاهش زمان تامین قطعه یدکی (که منجر به کاهش زمان توقف دستگاه و زمان تعمیر می گردد)،
- ۳- کاهش هزینه های انبار داری و نگهداری (کاهش فضای انبارداری و هزینه نگهداری)،
- ۴- صرفه جویی در توان صرف شده جهت دمونتاژ و مونتاژ و حمل و نقل،
- ۵- جلوگیری از آلودگی محیط زیست و کاهش مصرف انرژی و مواد.

قطعات گران قیمت و حجیم فلزی که در سطوح آنها عیب های جزئی و موضعی بوجود آمده با هزینه کم می توان بازیابی نمود. هزینه های بازیابی هر قطعه حدود ۱۵ تا ۴۰ درصد هزینه خرید قطعه نو است و صرفه جویی حدود ۶۰ تا ۸۵ درصد انجام می گیرد . درصد دیگری از قطعات با قیمتهای مورد نیاز جهت تعمیرات که شامل قطعات استاندارد ، تعویض پذیر و کوچک و یا غیر فلزی هستند را می توان خریداری نمود ، بنا براین روش تامین متنوع باعث اطمینان در پشتیبانی تعمیرات میگردد .

بخاطر در دسترس بودن روش های بازیابی در خرید قطعات یدکی بهتر است حداقل سقف سفارش مورد نیاز سفارش داده شود.

- قطعات دمونتاژ شده معمولاً دارای عیوب و فرسایش موضعی بوده و توسط ، فرآیند بازیابی دو مرتبه قابل استفاده می گردند ، زمان صرف شده جهت سفارش ، حمل و نقل ، هزینه مأموریت و سفارش خرید یا ساخت کاهش یا حذف می شود بطوریکه قطعات معیوب در حالت نگهداری اضطراری (OEM) در طول یک شیفت کاری قابل بازیابی بوده و به کارگاه مصرف کننده جهت نصب تحویل می گردد ، بنابراین نیاز به انبار کردن به حداقل می رسد .

- بعضی مواقع مخصوصاً در مورد قطعات مکانیکی حجیم ، سنگین و ثابت می توان آن را در محل بازیابی نمود و از دمونتاز کامل تجهیز جلوگیری نمود مثال آن قطعات داخل کشتی های بزرگ و تجهیزات دفاعی در مناطق عملیاتی است. تجهیزات بازیابی را می توان همراه گروه تعمیرات اضطراری بصورت سیار به جاهای مختلف فرستاد چون این وسایل و کوچک قابل حمل هستند.

- برداشت زیاد از حد مواد و انرژی موجب کاهش منابع زیر زمینی می شود از طرف دیگر آلودگی توسط ضایعات تجهیزات و قطعات فرسوده صنعتی از عوامل اصلی تخریب محیط زیست می باشد

بازیابی هر دو مورد را کاهش می دهد. زیرا هم از مصرف مواد و انرژی جلوگیری می نماید و هم باعث کاهش ضایعات می شود . هر چند بازیافت مواد فلزی رایج است ولی رفع آلودگی بعضی از مواد غیر ممکن و پرهزینه است .

توجیه فنی

در طراحی و ساخت قطعه طبقه بندی تعمیراتی و حساسیت ها در نظر گرفته می شود . تعیین ماهیت عیب، داشتن یک تاریخچه کامل از سایش یا قطعه تخریب شده در تعیین علت اصلی عیب مهم است، نقطه شروع ؛ علت تخریب ، زمان ، محل ونحوه رخ دادن عیب باید مشخص شود. مصاحبه با کاربر و طرح سوالات در مورد تاریخچه سرویس قطعه و عمر سرویس و دیگر عیوب مفید می باشد ، مطالعه اسناد و نقشه ها همراه ابعاد و مستند سازی سوابق باید انجام گیرد . آزمونهای غیر مخرب و مخرب به تعیین طبیعت عیب کمک

می نماید. تشخیص عیوب سطحی و نوع عیب توسط بازرسی چشمی امکان پذیر است.

بازیابی را می توان جهت ترمیم هر نوع عیبی که منجر به ضعف ساختمانی قطعه مانند ترکها یا از بین رفتن اساسی ماده نشود بکار برد . ترک ها را باید با روش سنگ زنی برطرف کرد طوری که باعث کاهش سطح مقطع و در نتیجه کاهش استحکام نگردد . سایش ، خط اندازی ، خوردگی و ماشین کاری بد نمونه ای از عیوب قابل ترمیم هستند. کنده شدن دندانه ها ، ترک های عمیق ، حفرات خیلی عمیق یا خیلی بزرگ که به بی عیب بودن قطعه صدمه وارد می کنند ، نمونه های از عیوب غیر قابل ترمیم می باشند . بازیابی نباید برای باز گرداندن استحکام به قطعات ساختمانی که بطور قابل ملاحظه ای در اثر اتلاف فلز ضعیف شده اند بکار رود .

ترکیبی از نیازمندیهای روغن کاری ، مقاومت به سایش ، مقاومت به سختی و یا حفاظت به خوردگی توسط روشهای فلز پاشی ، آبکاری موضعی ، جوشکاری و مواد پرکننده اپوکسی ایجاد می شود. در بازیابی قطعات استفاده از روشی ترجیح دارد که بیشترین مزیت تحت شرایط تولید را دارا باشد و میزان ، نوع سایش و جنس قطعه را در نظر داشته باشد، یک قطعه بازیابی شده باید عمر سرویس طولانی داشته باشد و در عمل قابل اعتماد باشد .

چنانچه سابقه شکست خستگی در عمر سرویس اصلی قطعات ناچیز باشد، این احتمال وجود دارد که این گروه قطعه بتواند برای یک عمر سرویس بازیابی نیز بکار گرفته شود. تشخیص موضوع قطعاً به بررسی آماری شکست خستگی در نمونه های بازیابی شده بستگی دارد .

در طبقه بندی از نظر ضریب ایمنی می توان قطعات را به سه گروه تقسیم بندی کرد :

۱- سازه ای بحرانی ۲- سازه ای غیر بحرانی ۳- غیرسازه ای

گروه اول: قطعات بحرانی عمدتاً با روش فورج و شکل دادن گرم و سرد تولید شده اند و دارای استحکام بالا و تحت سیکل های خستگی قرار دارند و اگر عیبی در آنها بوجود آید به تجهیز ، سیستم کنترل ، سیستم نشانه روی و آتش و جنگ افزار و کاربر آنها صدمه وارد می گردد . بنابراین در این موارد استفاده از روشهایی که باعث تغییر ساختار قطعه و کاهش استحکام و افزایش تردی می گردد، مجاز نیست .در این حالت نباید از روش جوشکاری استفاده کرد.

گروه دوم : عمدتاً با روش ریختگی تولید شده اند و شامل بدنه ها و پایه ها هستند، در این گروه قطعات مطابق استاندارد می توان از روش جوشکاری استفاده نمود .

گروه سوم : در این گروه به علت عدم حساسیت کلیه عیب ها را می توان بر طرف نمود .

کاربرد های بازیابی در تعمیرات بصورت زیر طبقه بندی می شود :

کلاس ۱ - ایجاد پوشش های تزئینی ، حفاظت از خوردگی یا پوشش های فدا شونده مثل Zn , Al پوشش فلزات نجیب و نیمه نجیب ، پوشش های آندایز شده .

کلاس ۲ - بازیابی قطعات برای ترمیم سطوحی که در تماس با قطعات انطباقی ثابت قرار دارند مانند نشیمنگاه بلبرینگ ها ، واشرها ، اورینگ ها سطوح انطباقی ثابت و آب بندی .

کلاس ۳- بازیابی روی قطعات متحرک که با دیگر قطعات در تماس مالشی یا متناوب قرار دارند ، شامل قطعات چرخشی

کلاس ۳A - قطعات کلاس ۳ با حساسیت بالا و بحرانی : محورها و چرخ دنده ها که تحت بارهای خستگی هستند و نیاز به تایید سازمان مصرف کننده دارد. کلیه مراحل فرآیند بازیابی مخصوصاً در مورد قطعات نظامی باید مطابق با دستورالعمل و استاندارد تعمیراتی یا تولید باشد .

کنترل کیفی

مدیریت تضمین کیفیت باید نیازمندیهای استاندارد را برآورده نماید . برای برآورده شدن نیازمندیها باید بر اساس تناوب تعیین شده توسط مدیریت تضمین کیفیت آزمون انجام شود تا رعایت این استاندارد با اطمینان صورت گیرد . تمام مراحل فرآیند باید مطابق استانداردهای معتبر به طور دقیق انجام گیرد، پرسنل باید در راستای حرفه و شغل خود آموزش های لازم را دیده باشند و آزمون

های نهایی را با موفقیت پشت سر گذاشته باشند . قبل از اینکه به کارکنان اجازه کار عملی بازیابی داده شود باید توسط اداره تضمین کیفیت از نظر علمی و عملی بررسی صلاحیت شوند . تجهیزات و مواد باید از شرکت های معتبر و دارای استاندارد و تضمین خریداری شوند .

مایع نافذ ، ذرات مغناطیسی ، رادیوگرافی ، التراسونیک ، ادی کارنت روشهای تشخیص غیر مخرب

می باشند . ولی محلول نافذ و ذرات مغناطیسی از روشهای ساده و در دسترس می باشند یک قطعه بازیابی شده باید یک عمر سرویس طولانی داشته باشد و قابل اعتماد در عمل باشد . در کنترل کیفی موارد زیر باید بازرسی شوند:

۱- بازرسی چشمی

۲- آزمون چسبندگی

۳- ضخامت پوشش

۴- بازرسی ترک

۵- تخلخل

۶- کنترل ابعادی

صرف نظر از فلز پایه مورد استفاده برای بهبود کیفیت ، تمام فلز پایه در یک گروه کلی خاص از نظر کیفیت پوشش اعمال شده بهبود داده می شود. روشهای بازیابی قبل از استفاده نیاز به اصلاح مجدد کیفیت بر طبق استاندارد دارند . استاندارد ها باید شرایط تجهیزات ، مواد ، کارکنان ، کنترل کیفی ، فرآیند و ملاحظات ایمنی را توضیح دهند . قطعات نظامی مطابق با دستورالعمل تعمیراتی و توصیه مهندسی همچنین استاندارد تعمیر و تولید، بازیابی شده اند. پس از کنترل کیفی کارت تک زرد قابل خدمت جهت آنها صادر می گردد .

توجیه اقتصادی

فرایند باید طوری انتخاب شود که بدون از دست دادن قابلیت قطعه کار ، در زمان و هزینه صرفه جویی شود. هزینه های بازیابی بر اساس شرایط قطعه و محل تعمیر تغییر می کنند. بسته به نوع نصب، سرمایه گذاری اولیه ، هزینه های دستمزد نیروی انسانی متخصص در منطقه ، قیمت مواد مصرفی و سود مورد نظر، قیمت تمام شده تغییر می کند. عمده هزینه های بازیابی شامل موارد زیر است:

۱- نیروی انسانی

۲- خرید تجهیزات و استهلاک

۳- مواد مصرفی

۴- سایر موارد

-در توجیه اقتصادی بازیابی نیز باید به نکات زیر توجه نمود :

۱- عدم کارایی قطعه به علت آسیب دیدگی محدود و جزئی در سطح آن باشد و ترمیم آن در مقایسه با خرید و ساخت ، هزینه کمتری در بر داشته باشد .

۲- عمر سرویس بازیابی بیشتر از عمر سرویس بازسازی مجموعه مادر باشد ، زیرا دمنواژ بی موقع مجموعه به هیچ عنوان اقتصادی نخواهد بود .

۳- بر اساس مطالعات انجام شده در صنعت زرهی ، بیش از ۵ درصد قطعات خودروهای زرهی که اغلب مهم و بسیار گران قیمت هستند (حدود ۳۰ درصد قیمت کل قطعات ، مربوط به این ۵ درصد است) از نظر فنی قابلیت بازیابی دارد .

بجز در مواردی که قطعه با استفاده از اندازه تعمیری یا قطعه تعمیری اضافی تعمیر می شود ، برای مابقی قطعات فقط دو راه برای انطباقات مناسب وجود دارد :

- تعویض قطعات معیوب با قطعات نو ،

- بازیابی قطعات معیوب .

حداکثر هزینه مجاز بازسازی ماشین ، توجیه اقتصادی بازیابی قطعات را منطقی تر جلوه می دهد . در موارد غیر نظامی حداکثر هزینه قابل قبول برای بازیابی ، ۱۵ تا ۴۰ درصد قیمت قطعه نو می باشد . در موارد نظامی علاوه بر هزینه بازیابی عوامل دیگری مانند نیاز استراتژیک به قطعه و ... می تواند تاثیر گذار باشد .

جدول (۱) نمونه هایی از قطعات زرهی بازیابی شده به همراه هزینه خرید قطعه نو ، هزینه بازیابی و صرفه جویی اقتصادی بعمل آمده ارائه شده است.

قطعات نظامی بازیابی پذیر

قطعات نظامی به جهت کاربرد به سه گروه صنایع زمینی ، هوایی و دریایی تقسیم می شوند ولی در هر گروه تجهیزات مشابه با کاربرد متفاوت به شرح زیر وجود دارد:

الف-گروه زمینی: تجهیزات زمینی شامل خودروهای زرهی ، خودروهای عمومی و جنگ افزار هستند ، که

پر استهلاک ترین بخش آن مربوط به موتورهای احتراق داخلی و نیروی محرکه است. بخش های دیگر شامل بدنه و سیستم تعلیق و در نهایت جنگ افزار می باشد، هر چند این موارد در سایر نیروهای دریایی و هوایی نیز بصورت مشابه وجود دارند.

-موتورهای احتراق داخلی (دیزل)

در قطعات موتور بخاطر حرارت و دینامیک، بیشترین خرابی وجود دارد، وعمده قطعات بازیابی پذیر شامل موارد زیر هستند: یاطاقانگردها میل لنگ، ترک و شکستگی در بدنه موتور، میل

بادامک، توربوشارژ، نشیمنگاه بوش سیلندر، سطح داخل سیلندر، کفه یاطاقان ها، سوراخ بوش دسته شاتون و پیستون.

-انتقال قدرت: بدنه گیربگس، محورها، شفت ها، هوزینگ ها، یاطاقانها و بوش ها، هزارخاری و دندانه ها صفحات کلاچ و ترمز، گراننده نهایی، قطعات این گروه حساسیت ودقت بالایی دارند ولی خرابی و سایش در محورها، هوزینگ قابل برطرف شدن است. در مورد چرخ دنده ها یی که در دور پایین کار می کنند، عیوب جزیی قابل بازیابی می باشد. بدنه ها با روش جوشکاری قابل ترمیم هستند.

-بدنه و سیستم تعلیق: کلیه عیب ها ی بدنه از جمله، بدنه زره، هوزینگ ها و سوراخ ها، ترشن بارها، بازویی و ضربه گیرها تقریباً قابل رفع عیب هستند.

-جنگ افزار: رینگ برجک، محورها ی هیدرولیکی، عایدو دافع توپ، پیستونها و سیلندرها ی هیدرولیکی، بوش ها و لوله توپ.

این قطعات در پیوست گروه زمینی آورده شده است.

گروه هوایی: قطعات گروه هوایی از حساسیت بالایی برخوردارند بنابراین بازیابی و تعمیرات آنها باید حتماً طبق دستورالعمل استاندارد تعمیراتی و سفارش مهندسی و همچنین مطابق با فرآیند ساخت صورت گیرد.

قطعات اصلی این گروه که بیشترین نیاز به تعمیر را دارند به شرح زیر می باشد:

-بدنه و چرخ فرود: پوشش کادمیم LHE برای حفاظت خوردگی باعث میشود که تعمیرات در محل انجام و در هزینه دمونتاز صرفه جویی شود.

-اجزاء و محفظه موتور

-ریل پرتاب موشک: جهت تصحیح ابعادی در محدوده تolerانس و بالا بردن مقاومت به سایش و خوردگی بکار برده می شود.

-قطعات گردنده در بالگرد مانند گریپ، یوک، محورها اصلی، پینیون، بیرینگ ها. در پیوست گروه هوایی تعدادی از این قطعات که توسط شرکت امریکایی Able بازیابی شده اند آورده شده است.

-بدنه موتور وانکل

- بدنه گیربکس

گروه دریایی: در تجهیزات دریایی حجم زیادی از قطعات مشابه گروه های قبلی می باشد اما از نظر وزن و حجم بزرگتر هستند و توجیه اقتصادی زیادی جهت بازیابی دارند. این موارد به شرح زیر است:

-نیروی محرکه و انتقال قدرت: قطعات موتور، انتقال قدرت، شفت و پروانه

-بدنه: سازه ها ی دریایی، اسکله دریایی و بدنه کشتی

-سایر موارد: پمپ ها، فن ها، شیر ها، سیستم هیدرولیک و جنگ افزار

تعدادی از این قطعات نیز در پیوست گروه دریایی آورده شده است.

جدول ۱: مقایسه قیمت خرید با هزینه بازیابی قطعات و درصد صرفه جویی

ردیف	نام قطعه	شماره فنی	روش بازیابی	قیمت خرید (ریال)	هزینه بازیابی (ریال)	هزینه بازیابی قیمت خرید (درصد)
۱	میل لنگ تانک	Z3305-01-17	فلز پاشی + سنگ زنی	۶۱۵۰۰۰۰	۲/۵۰۰/۰۰۰	۴/۰۶
۲	سرپوش کاسه آب بندی	54.09.004-2A	فلز پاشی + ماشین کاری	۱۶۴۰۰۰۰	۶۰۰/۰۰۰	۳۶/۶
۳	شفت گرداننده نهایی	54.16.104-1	جوشکاری	۴۰۱۸۰۰۰	۸۰۰/۰۰۰	۲۰
۴	شافت اصلی گیربکس	54.08.005-1	فلز پاشی	۱۵۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰	۴۶/۷
۵	شافت ورودی گیربکس		فلز پاشی	۲۰۰۰۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	۲۵
۶	بوش سیلندر	303.07-07	فلز پاشی	۱۸۴۰۰۸۰	۶۰۰۰۰۰	۳۲/۶
۷	کارتیر	Cb.401-15-6	جوشکاری	۸۲۰۰۰۰۰	۱/۵۰۰/۰۰۰	۱۸/۳

۳/۵	۲/۰۰۰/۰۰۰	۵۶۴۵۷۰۰۰	جوشکاری	Z3301-15-32	بدنه موتور	۸
۴۰	۲۰۰/۰۰۰	۵۰۰۰۰۰	فلز پاشی	175.50.008	گردگیر T-72	۹
۴۰	۴۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	فلز پاشی	54.08.090.2A	هوزینگ سمت چپ شافت اصلی	۱۰
۲/۸	۴۰۰۰۰۰	۱۴۲۱۸۸۰۰	جوشکاری		سرسیلندر موتور	۱۱
۸/۲	۵۰۰۰۰۰	۶۱۲۵۰۰۰	آبکاری موضعی		شافت عاید	۱۲
۱۱/۴	۷۰۰۰۰۰	۶۱۲۵۰۰۰	آبکاری موضعی		شافت دافع	۱۳
۳۳/۳	۵۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	آبکاری موضعی		میل بادامک	۱۴
۱۸/۵	۳۰۰۰۰۰	۱۶۲۴۰۰۰	آبکاری موضعی		شافت مایل	۱۵
						۱۶
						۱۷

نتیجه گیری :

۱- بازیابی قطعات مکانیکی ماشین آلات و تجهیزات نظامی و غیر نظامی از نظر فنی امکان پذیر است

۲- فلزپاشی ، جوشکاری ، آبکاری موضعی و استفاده از مواد اپوکسی مهمترین و اقتصادی ترین روشهای بازیابی هستند .

۳- بازیابی قطعات به میزان زیادی موجب صرفه جویی اقتصادی می شود . کاهش هزینه های مستقیم و غیر مستقیم خرید خارج و کاهش هزینه های انبارداری از آن جمله است.

۴- با استفاده از روشهای بازیابی زمان تعلیق و از کار افتادن ماشین آلات به حداقل می رسد . بنابراین جاهایی که سرعت کار مهم است و زمان از دست رفته ممکن است صدمات جبران ناپذیری وارد کند ، استفاده از روشهای بازیابی مهم می باشد .

۵- به دلیل قابل حمل بودن تجهیزات بازیابی می توان آن را در محل بکاربرد و در بعضی موارد نیاز به دمونتاز قطعات وجود ندارد.

۶- در مورد بعضی از روشهای بازیابی (فلزپاشی) می توان مواد پاششی را طوری انتخاب نمود که عمر قطعه چندین برابر از قطعه اصلی بیشتر باشد .

۷- در شرایط بحرانی مانند زمان تحریم اقتصادی و جنگ که نیاز به قطعات بیشتر می باشد روشهای بازیابی مشکل کمبود قطعات را حل می کند و کارایی این روش ها در شرایط حساس و استراتژیک بهتر نمایان می شود .

۸- در مورد بعضی قطعات ساده و ارزان قیمت ممکن است هزینه بازیابی بیشتر باشد اما چون عمر قطعه چند برابر می شود، بنابراین نیاز به دمونتاز و تعمیر کاهش یافته و هزینه بازیابی جبران می شود

منابع و مأخذ:

- 1- Yu . Borovskikh , V. Klennikov et al , Automobile Maintenance and Repair , Mir publishers , Moscow , 1988
- 2- B . Gelberg and G. Pekelis , repair of Industrial Equipment , Mir publishers , Moscow , 1978
- 3- Lech pawlowski , the science and Engineering of thermal spray coatings , John Wiley & Sons Chichester , England , 1995
- 4- Thermal spraying , practice , Theory , and Application , AWS committee on Thermal spraying 1985
- 5- H.S. Ingham and A.P. Shepard , Metco Flame Inc. 1969
- 6- MIL-STD-1687 A , Thermal spray processes for Naval ship Machinery Applications , 1980
- 7- N. Sharpe, D.L. Lugg et al. : in Welding handbook , American welding Society , 1998
- 8- S. Corica , G.E. Cook et al. : in welding handbook , American welding Society , 1998
- 9- MIL – STD – 2191 , Repair Welding , weld cladding , Straightening and cold rolling of Main propulsion Shafting , 1992
- 10- Bharat Bhushan B. K. Gupta : in Handbook of tribology , 1991
- 11- ASM Handbook , Surface Engineering , Vol . 5 , 1996.
- 12- Lawrence J . Durney , Electroplating Engineering Handbook , Fourth edition , 1984
- 13- MIL – STD – 865C , Brush plating
- 14- Bragan Ellis chemistry and Technology of Epoxy Resins , 1993
- 15- SIFCO brushplating catalog
- 16- DALIC selective plating catalog
- 17- ENGINEERING & COMPONENT SERVICES (Able) catalog