

# بازیابی قطعات مکانیکی در صنعت نظامی

(قسمت اول)

تهیه و تنظیم: مهندس محمدرضا زمانی

## چکیده

بازسازی ماشین‌های صنعتی در تمام کشورها، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این امر در مورد تجهیزات خاص که دسترسی به آنها مشکل است بسیار حائز اهمیت می‌باشد. توجیه فنی محدودیت‌های موجود در تعداد و تنوع فرصت‌های ممکن و نیز توان محدود خرید تجهیزات جایگزین را، می‌توان از جمله دلایل پرداختن به این مهم دانست.

بدون شک، اولین قدم در بازسازی ماشین آلات، تأمین قطعات یدکی آنهاست و بازیابی قطعات فرسوده و از کارافتاده یکی از راه‌های تأمین قطعات یدکی است زمانی می‌توان یک قطعه را بازیابی کرد که قابلیت بازیابی آن محرز شده باشد به بیان ساده‌تر توجیه فنی، اقتصادی داشته باشد؛ توجیه فنی؛ یعنی، عمر خستگی قطعه به پایان نرسیده و با شکست خستگی فاصله مناسبی داشته باشد به عبارت دیگر، جبران استهلاک امکان‌پذیر باشد. با رفع عیوب ناشی از سایش و خوردگی با حفظ خواص سطحی در نقاط انطباقی، قطعه به عمر سرویس بازیابی بازگردد، رفع عیوب سایش و خوردگی قطعه عملاً به روش جرم‌گذاری قابل انجام است. توجیه اقتصادی؛ یعنی، هزینه بازیابی قطعه از خرید و ساخت آن کمتر باشد و عمر سرویس بازیابی بیشتر از عمر سرویس بازسازی مجموعه مادر باشد (حداقل دو برابر).

بازیابی قطعه‌ای که طبق اصول فوق، دارای قابلیت بازیابی باشد، طی فرآیندی تعریف شده از طریق جرم‌گذاری به روش‌های جوشکاری، فلزپاشی، آبکاری و استفاده از مواد اپوکسی انجام می‌شود، که در شماره‌های آتی به تشریح این روش‌ها و توجیه فنی و اقتصادی آنها خواهیم پرداخت. ایجاد کارگاه‌های بازیابی قطعات مکانیکی در مراکز بازسازی و تعمیرات اساسی نیروهای مسلح، مشکل کمبود و نبود قطعات یدکی را در زمان بحران حل می‌کند و در شرایط عادی صرفه جویی قابل توجهی به دنبال دارد، تجربه عملی نیروی زمینی گواهِ این مدعاست.

## مقدمه

بازسازی، توجیه فنی و توجیه اقتصادی بازیابی را تشریح نموده و به شرح مختصر فرآیند بازیابی به‌ویژه جرم‌گذاری به روش‌های جوشکاری، فلزپاشی، آبکاری و استفاده از مواد اپوکسی بپردازد و با ارائه تصاویری از مراحل کار به درک روش جرم‌گذاری کمک نماید و در ادامه با ارائه فهرستی از نیازمندی‌های یک کارگاه بازیابی به خصوصیات مکان و تجهیزات و نیروی انسانی مورد نیاز اشاره نموده و نتیجه‌گیری نماید که از طریق علم مهندسی مواد و مهندسی مکانیک رشته جدید مهندسی بازیابی متولد می‌گردد که می‌تواند جایگاه خوبی در تخصص‌های کاربردی مورد نیاز کشور و نیروهای مسلح داشته باشد.

## ۱- فلسفه بازیابی، مفاهیم و تعاریف

واژه بازیابی در فرهنگ فارسی؛ یعنی، برگرداندن چیزی به حالت یا شرایط اولیه. [۴] در این بحث به طور قراردادی به احیاء ماشین‌آلات، «بازسازی» و به احیاء قطعات، «بازیابی» و به احیاء مواد، «بازیافت» گفته می‌شود. بازیابی قطعه؛ یعنی، انجام سلسله عملیاتی که استفاده تعریف شده مجدد از قطعه دور انداخته شده را ممکن می‌سازد. بین فلسفه بازسازی و فلسفه بازیابی رابطه‌ای

مقاله حاضر، تحقیقات و پژوهش‌های علمی و میدانی گروه طراحی صنعتی پروژه توسعه مرکز بازسازی زرهی نیروی زمینی سپاه می‌باشد. و در آن روش‌های بازیابی و احیاء مجدد قطعات مکانیکی مهم و گرانقیمت فرسوده شده خودروهای زرهی بیان شده است، انجام این تحقیق متکی بر علم مهندسی مواد و مکانیک جامدات و مستند به دانش فنی بازیابی قطعات کارخانجات سازنده این نوع خودروها و نیز تحقیقات میدانی سی ماهه تیم بازیابی قطعات گروه طراحی صنعتی مرکز فوق‌الذکر است، که از سال ۷۶ شروع و پس از تدوین دانش فنی با تجهیز راه اندازی و آموزش کادر فنی مورد نیاز در قالب یک کارگاه آموزشی، آزمایشی برای تعدادی از قطعات خودروهای زرهی فرآیند بازیابی به طور عملی انجام و نتایج آن مستند گردیده و تاکنون نیز این فعالیت ادامه داشته است. در این مقاله سعی شده ضمن ارائه مفاهیم و تعاریف مرتبط با موضوع بازیابی به بحث در مورد عوامل فرسایش (سایش، خوردگی خستگی و ترک‌های ناشی از شوک) و روش‌های تعمیر قطعات در صنعت خودرو بپردازد و در ادامه ضمن بیان رابطه فلسفه بازیابی و فلسفه

مستقیم وجود دارد. برای بیان این رابطه نیاز است که تعریف واحدی از بازسازی به عنوان پایه بحث مطرح گردد:

بازسازی یا تعمیر اساسی (در صنعت خودرو)؛ یعنی بازگرداندن قابلیت کاردهی (سرویس) و قابلیت اطمینان خودروها یا مجموعه‌های اصلی آنها برای یک دوره عمر سرویس بازسازی که نباید کمتر از ۸۰٪ عمر سرویس اصلی نمونه باشد. عمر سرویس اصلی خودرو، زمان یا مسافتی است که خودرو از زمان تولید و به کارگیری تا فرا رسیدن زمان اولین تعمیر اساسی (بازسازی) طی می‌کند. عمر سرویس بازسازی خودرو هم، زمان یا مسافتی است که خودرو از پایان اولین تعمیر اساسی تا فرا رسیدن زمان تعمیر اساسی بعدی (یا کنار گذاری خودرو) طی می‌کند. [۱۰]

برخی مجموعه‌های خودرو به علت عمر کوتاه‌تر ممکن است زودتر از سایر اجزای خودرو تعمیر اساسی شوند. در بازسازی خودرو یا مجموعه‌های آن تمام قطعات دمونتاژ می‌گردند. قطعات دورریز و قطعات تعویض‌پذیر (در صورت وجود عیب) با قطعات نو جایگزین می‌گردند. لیکن با قطعات تعمیر‌پذیر باید مطابق دستورالعمل فنی مربوطه عمل نمود و تنها در صورتی کنار گذاشته خواهند شد که ترمیم و احیاء مجدد آنها امکان‌پذیر نباشد به تعبیر دیگر، بازیابی راه حلی است برای رفع مشکل کمبود قطعات یدکی و صرفه جویی در مواقع عادی و رفع مشکل نبود قطعات در مواقع بحران.

قبل از بیان ارتباط بین بازیابی و بازسازی لازم است اشاره‌ای به عوامل فرسایش (استهلاک) و روش‌های تعمیر قطعات در صنعت خودرو شود. مشاهدات و مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که عوامل اصلی استهلاک قطعات، مکانیکی، سایش، خوردگی، خستگی و ترک‌های ناشی از شوک‌های (حرارتی و مکانیکی) است. به جز موارد استثنایی، سه مورد اول طبیعی و قابل تعریف است ولی مورد چهارم؛ یعنی، ترک‌های ناشی از شوک‌ها معمولاً غیر طبیعی و غیر قابل تعریف می‌باشد. امروزه در طراحی بهینه سعی شده قطعات در معرض استهلاک‌های مختلف را به گونه‌ای طراحی کنند که عمر قطعه در مقابل آن استهلاک‌ها تقریباً یکسان باشد. [۱۲] اما به علل گوناگونی؛ از قبیل، خطای طراحی، حساسیت و لزوم قابلیت اعتماد، خستگی بالا و ... معمولاً عمر خستگی قطعه بیش از عمر خوردگی و عمر سایشی آن است. به‌ویژه در خودروهای نظامی شرقی اغلب قطعات اصلی براساس تعمیر‌پذیری (قابلیت بازیابی) طراحی شده‌اند و بر این اساس عمر خستگی قطعه بسیار بالاتر از عمر سایشی و عمر خوردگی قطعه است.

چون اغلب عیوب قطعات مکانیکی خودرو از نوع سایشی است؛ به‌علاوه چون در بیشتر موارد رفع عیوب خوردگی و سایشی یکسان انجام می‌شود. بنابراین در این‌جا از بحث

خوردگی صرف نظر می‌گردد. البته رفع عیوب ناشی از ترک خوردگی نیز در مواردی با تعمیر یکی است که بحث آنها در مقاله‌های بعدی بازیابی خواهد آمد.

## ۲- تعمیرپذیری قطعه براساس مقایسه عمر خستگی و عمر سایشی

چنانچه به هر دلیل، چه به طور خواسته و چه به طور ناخواسته عمر خستگی قطعه بیشتر از عمر سایشی آن باشد و باز چنانچه عمر خستگی قطعه حداقل دو برابر عمر سرویس اصلی مجموعه مادر باشد، آنگاه قطعه قابلیت بازیابی خواهد داشت.

عمر خستگی قطعه < عمر سایشی قطعه  
قطعه قابلیت بازیابی دارد  $\Rightarrow$   
دو برابر عمر سرویس اصلی مجموعه مادر > عمر خستگی قطعه

تعمیر قطعه براساس مطالعات آماری انجام شده، در اغلب موارد؛ یعنی رفع عیوب سایشی و رفع عیوب سایش یعنی برگرداندن انطباقات (لقی‌ها) به حالت اولیه با حفظ خواص سطحی قطعه (در نقاط انطباقی).

به سه روش می‌توان لقی‌ها را به حالت اولیه برگرداند: [۱۰]  
۱-۲ استفاده از اندازه تعمیر (مثلاً سنگ‌زنی میل‌لنگ و استفاده از یاتاقان با قطر داخلی کمتر و یا سنگ‌زنی و هونینگ بوش سیلندر و استفاده از پیستون یا رینگ بزرگ‌تر)؛  
۲-۲ استفاده از قطعه تعمیری اضافی (مثل استفاده از بوش رزوه‌دار به جای زروه‌های خراب شده در بدنه دستگاه‌ها)؛  
۳-۲ ایجاد اندازه‌های اولیه قطعه؛

تعاریف قراردادی: تعمیر قطعه؛ یعنی، بازگرداندن قطعه معیوب با استفاده از اندازه تعمیر (روش اول) و با استفاده از قطعه تعمیری اضافی (روش دوم) و بازیابی قطعه؛ یعنی، بازگرداندن قطعه معیوب با ایجاد اندازه‌های اولیه قطعه با استفاده از فرآیند جرم‌گذاری (استفاده از فنون جوشکاری، فلز پاشی، آبکاری و مواد اپوکسی) روش سوم.

به دو دلیل در همه جا نمی‌توان از اندازه تعمیر استفاده نمود:  
۱- وقتی طراح ماشین، تعمیر قطعه را الزاماً براساس جرم‌گذاری و بازیابی تعریف کرده باشد (مانند بسیاری از قطعات خودروهای زرهی شرقی) ۲- وقتی عمر خستگی قطعه بسیار زیاد یا بی‌نهایت است؛ ولی برای آن اندازه تعمیر کمی تعریف شده باشد (عمدتاً به‌علت از بین رفتن خصوصیات سطحی قطعه و در بعضی موارد سودجویی کارخانه سازنده) استفاده مجدد از آن با استفاده از قطعه استاندارد امکان‌پذیر نیست.

همچنین در همه جا نمی‌توان از قطعه تعمیری اضافی استفاده کرد؛ زیرا، در بسیاری از موارد استفاده از قطعه تعمیری اضافی مستلزم، ماشین‌کاری زیاد قطعه معیوب است که منجر به ضعیف شدن قطعه در آن نقطه می‌گردد و به‌علاوه در خیلی جاها امکان

نصب قطعه تعمیری اضافی اصلاً وجود ندارد (مثل وسط شافت‌ها).

لذا در بسیاری از موارد تعمیر قطعه تنها از طریق ایجاد اندازه‌های اولیه (بازیابی) امکانپذیر است.

نتایج مطالعات انجام شده حاکی از آن است که بسیاری از قطعات خودروهای زرهی شرقی بازیابی پذیرند، به‌علاوه آمار موجود از بخش خصوصی نیز مبین این است که بسیاری از قطعات خودروها و ماشین‌آلات غربی مانند میل‌لنگ و... نیز بازیابی پذیرند.

### ۳- رابطه فلسفه بازیابی و فلسفه بازسازی

برای ایجاد قابلیت اطمینان در خودروهای نظامی و مجموعه‌های آنها (مطابق تعریف بازسازی) باید به این نکته توجه داشت که حتی الامکان تمام لقی‌ها در انطباقات به اندازه‌های زمان تولید ماشین بازگردند؛ زیرا، با افزایش لقی معمولاً استهلاک سایشی قطعه زیادتر می‌شود. میزان سایش مجاز یک قطعه برای مونتاژ مجدد، در تعمیر اساسی به مراتب کمتر از سایش مجاز در تعمیر جزئی یا متوسط است [۳]؛ زیرا، ماشین پس از تعمیر اساسی باید ۸۰ درصد عمر سرویس اصلی را بدست آورد. [۱۰] به عنوان مثال، حداکثر سایش مجاز چرخنده‌های فولادی انتقال قدرت یک جهته بدون بار ضربه‌ای و سرعت محیطی ۲ تا ۵ متر بر ثانیه، در تعمیر جزئی ۱۵ درصد ضخامت نامی دندانه (روی دایره گام)، در تعمیر متوسط ۱۰ درصد آن و در تعمیر اساسی فقط ۶ درصد آن است. [۲] در تعمیر اساسی بسیاری از قطعات به ظاهر سالم نیز باید تعیین تکلیف گردند؛ یعنی، حتی الامکان انطباق اولیه در آنها ایجاد گردد.

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

× تعویض تمام این گونه قطعات با قطعات نو؛

× تعویض برخی از آنها با نمونه نو و بازیابی برخی دیگر.

حداکثر هزینه مجاز بازسازی ماشین، توجیه اقتصادی بازیابی قطعات را منطقی‌تر جلوه می‌دهد. یک قطعه بازیابی شده باید دارای عمر سرویس بازیابی مناسبی بوده و در عمل قابل اعتماد باشد. در موارد غیر نظامی حداکثر هزینه قابل قبول

**بازیابی راه حلی است برای رفع مشکل کمبود قطعات یدکی و صرفه جویی در مواقع عادی و رفع مشکل نبود قطعات در مواقع بحران.**

برای بازیابی، ۱۵ تا ۴۰ درصد قیمت قطعه نو می‌باشد. [۳] در موارد نظامی، علاوه بر هزینه بازیابی، عوامل دیگری مانند نیاز استراتژیک به قطعه و... می‌تواند تأثیرگذار باشد.

### ۴- بازیابی، توجیه فنی، توجیه اقتصادی

تشخیص قابلیت بازیابی یک قطعه نیاز به توجیه فنی و اقتصادی دارد. در توجیه فنی بازیابی باید حداقل به سه سؤال زیر جواب مثبت داده شود.

۴-۱ آیا قطعه با شکست خستگی فاصله زمانی مناسبی دارد؟

۴-۲ آیا جبران استهلاک امکانپذیر است

۴-۳ آیا قطعه بازیابی شده دارای استحکام و کیفیت مناسب مونتاژ است؟

در این صورت گفته می‌شود که قطعه قابل بازیابی است. براساس مطالعات انجام شده در صنعت زرهی سپاه بیش از پنج 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 دارند.

در توجیه اقتصادی بازیابی نیز باید به نکات زیر توجه گردد: ۴-۴ عدم کارآیی قطعه به علت آسیب دیدگی محدود آن باشد و ترمیم آن در مقایسه با خرید و ساخت، هزینه کمتری را بخواهد.

۴-۵ عمر سرویس بازیابی بیشتر از عمر سرویس بازسازی مجموعه مادر باشد؛ زیرا، دمونتاژ بی‌موقع مجموعه به هیچ عنوان اقتصادی نخواهد بود. به طور خلاصه توجیه اقتصادی بازیابی به شرح زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{هزینه بازیابی قطعه}}{\text{عمر سرویس بازیابی}} \leq \frac{\text{هزینه ساخت یا خرید قطعه}}{\text{عمر سرویس اصلی قطعه}} \\ \Rightarrow \text{بازیابی قطعه توجیه اقتصادی دارد.} \\ \text{عمر سرویس بازسازی مجموعه مادر} \geq \text{عمر سرویس بازیابی قطعه} \end{array} \right.$$

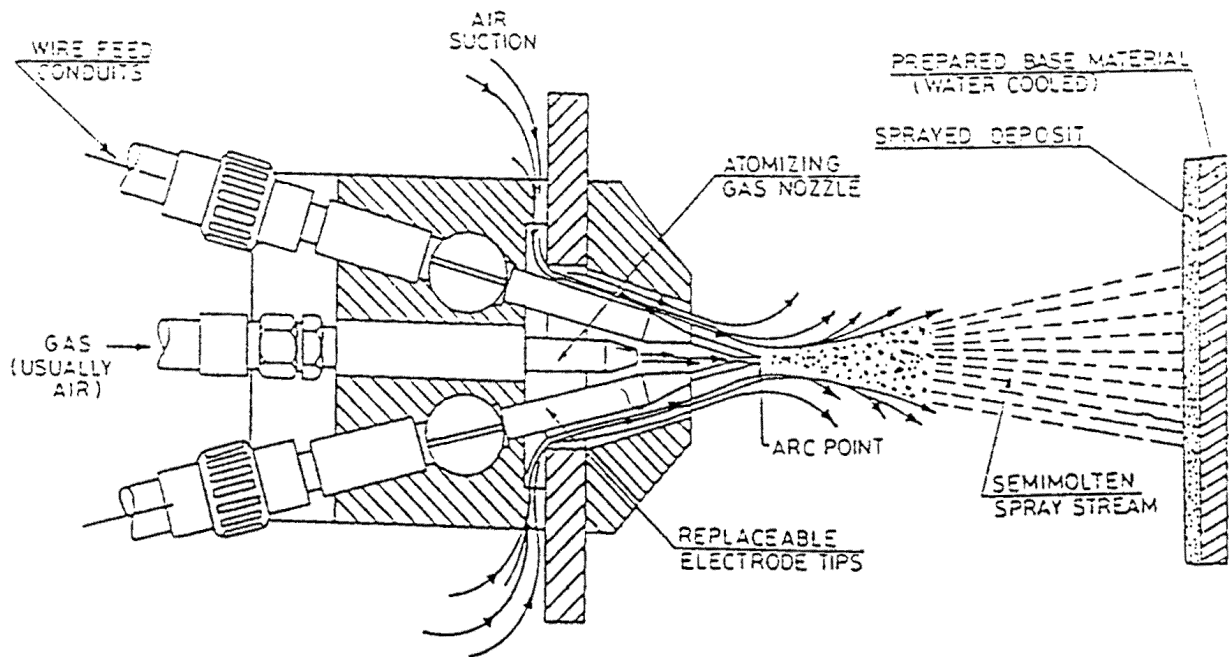
صرف قابلیت اعتماد در قطعه بازیابی شده به گونه‌ای است که آن قطعه باید قابلیت اعتماد مجموعه مادر خود را برای یک دوره عمر سرویس بازسازی تأمین نماید. این کار در چندین قطعه زرهی در بخش نظامی و هزاران قطعه غیر نظامی در بخش‌های خصوصی و دولتی آزمایش شده است، به خوبی می‌توان دستاورد بازیابی در صنعت زرهی سپاه را به تمام خودروهای زمینی و دریایی بسط داد. در مورد وسائل پرنده نیز براساس مستندات که در دست است بازیابی قطعات نیمه حساس و غیر حساس با استفاده از روش‌های پیشرفته جرم‌گذاری توجیه شده است. [۱] تا

### ۵- شرح مختصر فرآیند بازیابی

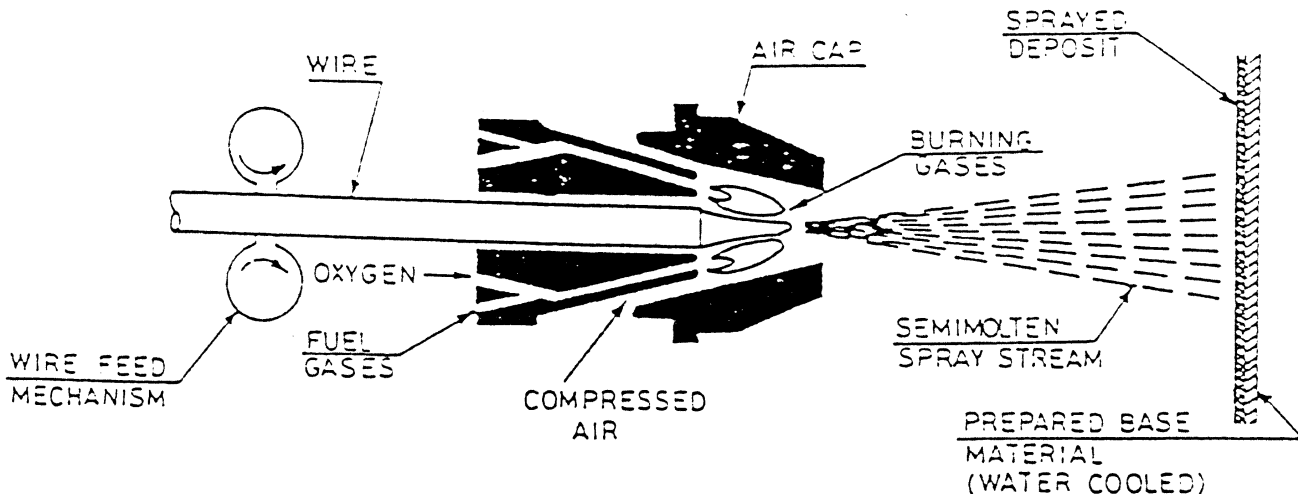
مرز بین تعمیر و بازیابی قطعه واژه جرم‌گذاری است. عملیات قبل و بعد از جرم‌گذاری تابع روش جرم‌گذاری است،

- روش‌های جوشکاری عبارتند از: جوشکاری پودری - قوسی دستی - تنگستن گاز (TIG) - فلز گاز (MIG) و زیر پودری - روش‌های آبکاری عبارتند از: کرم سخت به روش غوطه وری - آبکاری موضعی، نیکل بدون برق امروزه با پیشرفت فناوری ساخت مواد، استفاده از ترکیبات دو جزئی اپوکسی به خوبی در بعضی موارد جایگزین روش‌های دیگر شده است.

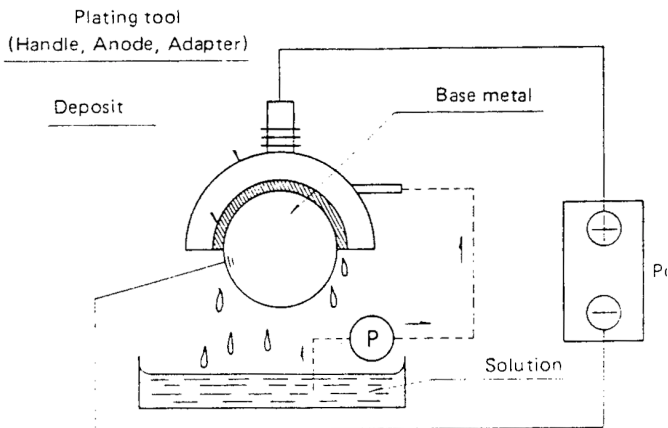
و روش جرم گذاری نیز خود تابع نوع عیب و شرایط کار قطعه است. فلز پاشی، جوشکاری، آبکاری و استفاده از ترکیبات اپوکسی، روش‌های رایج جرم گذاری قطعات صنعتی هستند که هر کدام از آنها به روش‌های مختلف به شرح زیر انجام می‌شود: - روش‌های فلز پاشی عبارتند از: روش فلزپاشی شعله‌ای پودری - شعله‌ای سیمی - قوسی و پلاسمایی؛



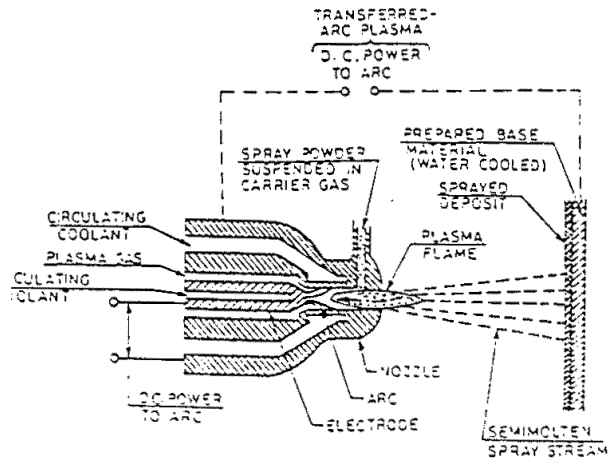
شکل ۱- فرآیند فلزپاشی قوسی



شکل ۲- فرآیند فلز پاشی شعله‌ای سیمی

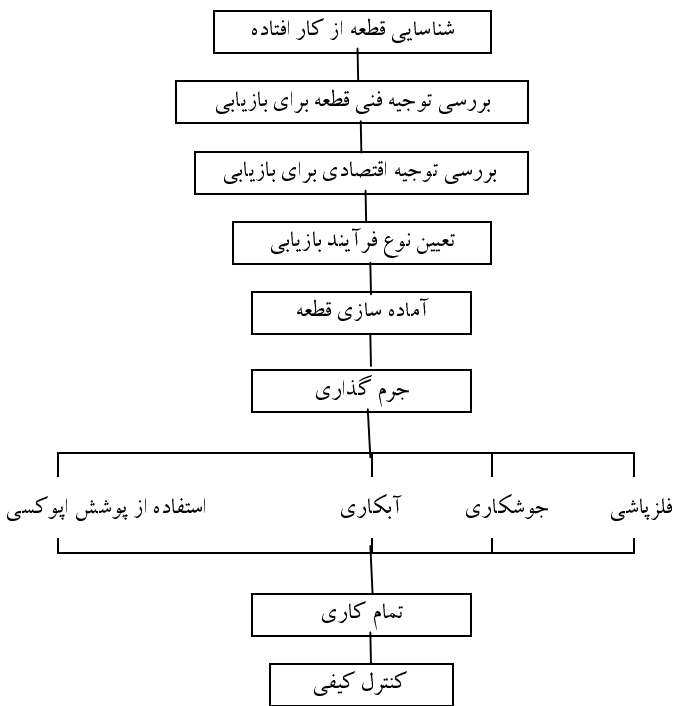


شکل ۴- فرآیند آبکاری موضعی (brush plating)



شکل ۳- فرآیند پاشش پلاسمایی

- ۸-۶ ماشین کاری مقدماتی؛
- ۹-۶ جرم گذاری؛
- ۱۰-۶ ماشین کاری بعدی؛
- ۱۱-۶ عملیات حرارتی بعدی؛
- ۱۲-۶ اصلاحات مکانیکی نهایی و تمام کاری؛
- ۱۳-۶ کنترل کیفیت شامل اندازه گیری ابعادی و آزمون غیر مخرب؛
- ۱۴-۶ بازگشت به سرویس .
- ۷- مکان، تجهیزات و نیروی انسانی مورد نیاز کارگاه بازیابی [۱۴]



شکل ۵- نمودار فرآیند بازیابی

- ۱-۷ مکان - در یک کارگاه ایده آل بازیابی قطعات مکانیکی بخش های زیر وجود دارد:

  - بخش انبار قطعات قابل بازیابی؛
  - بخش شست و شو و سندبلاست؛
  - بخش عیب یابی و کنترل؛
  - بخش جرم گذاری؛
  - بخش ماشین کاری؛
  - بخش عملیات حرارتی .

- ۲-۷ تجهیزات: عمده ترین تجهیزات بازیابی عبارتند از:

  - تجهیزات عیب یابی شامل: وسایل اندازه گیری، مایع اسپری ترک یابی، سختی سنج پرتابل - صفحه صافی و ابزار آزمایش تاب و لنگی، دستگاه ترک یاب ذرات مغناطیسی با مایع فلورسنت؛
  - تجهیزات جرم گذاری شامل: دستگاه جوش MIG - دستگاه جوش TIG - دستگاه جوش زیرپودری - دستگاه فلز پاش شعله ای - دستگاه فلز پاش قوسی - دستگاه فلز پاش پلاسمایی - تجهیزات آبکاری موضعی؛
  - تجهیزات ماشین کاری شامل: ماشین تراش - فرز - سنگ گردن - سنگ مسطح - دریل رادیال ستونی - بورینگ (افقی و

### ۶- فرآیند بازیابی، نیازمندی ها

- چنانچه قطعه ای از نظر فنی و اقتصادی، قابلیت بازیابی داشته باشد باید مراحل زیر را طی نماید؛ [۴]
- ۱-۶ شستشوی مقدماتی شامل: چربی زدایی، زنگ زدایی، رسوب زدایی و...؛
- ۲-۶ اندازه گیری ابعاد؛
- ۳-۶ آزمون غیر مخرب (ترک یابی)؛
- ۴-۶ بررسی های متالورژی؛
- ۵-۶ اصلاحات مکانیکی (تابگیری و...)
- ۶-۶ عملیات حرارتی مقدماتی در صورت نیاز؛
- ۷-۶ انتخاب روش جرم گذاری متناسب با نوع و کاربرد

قطعه؛

۳- گل برگ و بوز تی ویل یوویچ؛ تعمیر، نگهداری و راه اندازی ماشین های صنعتی؛ ترجمه محسن قره گوزلو، ۱۳۶۶.

۴- پروژه توسعه شهید زین الدین نرسا؛ فناوری بازیابی قطعات مکانیکی در صنعت زرهی سپاه؛ گروه طراحی صنعتی، ۱۳۷۹.

۵- پروژه توسعه شهید زین الدین نرسا؛ کلیات کارگاه بازیابی قطعات مکانیکی در صنعت زرهی سپاه؛ گروه طراحی صنعتی، ۱۳۷۸.

۶- M.J.Neal,(1995); *The Tribology Handbook*, Second Edition.

7- Bharat Bhushan,B.K.Gupta(1991); *Handbook of Tribology, Materials Coatings and Surface Treatments* .

8- Ingham.H.S,Shepard.A.P(1969); *Flame Handbook* ;Vol.1, Wire process.

9- Ingham.H.S,Shepard.A.P(1967); *Flame Spray Handbook* ; Vol.2, Powder process.

10- Borovskikh.YU,Klennikov.V.(1988); V.Nikifovou A.Sabinin ,*Automobile Maintenance and Repair* .

11- Metals Handbook (1995); *Machining* ;ASM International Handbook Committe; Vol.16,Ed.8.

12- ASM Handbook(1996); *surface Engineering* ; Vol.5.

13- Metallurgist's Handbook (1968); Second Ed.

14- Paul.M.Unterweiser, Howard. E. Boyer, James.J. Kubbs(1982); *Heat Treater's Guide* , Standard practices and procedures for Steel.

15- Welding Handbook(1976) ;*Fundamentals of welding* ,Vol. 1, Ed. 7.

16- Welding Handbook(1983); *Metal and their weldability* , Vol. 4, Ed. 7.

17- James.E,Brumbaugh(1983); *Welders Guide* .

18- John .P,Stewart(1983); *Welders Troubleshooting Guide* .

19- Ellis.B.(1993); *Chemistry and Technology of Epoxy Resins* .

20- Hull.B. and V.John; *Non - Destructive Testing* .

21- Haskett.C.M and Settles G.S.(1994); *in Thermal Spray Industrial Applications* ; ASM International, PP. 307-312.

22- orlov.D.(1987); *Fundamental of Machine Design* ; Mir Publisher-Mo

عمودی)- ماشین قلاویز - صفحه تراش (افقی و عمودی) - دستگاه خان کش هیدرولیکی - ماشین هاب؛

- تجهیزات عملیات حرارتی شامل: کوره موفلی - دستگاه سخت کاری القایی - سختکاری شعله ای؛

### ۳-۷- نیروی انسانی مورد نیاز

- عناوین مشاغل: کارشناس عیب یابی و کنترل - کارشناس جرم گذاری (جوشکاری - فلز پاش - آبکاری و اپوکسی) کارشناس ماشین کاری - کارشناس عملیات حرارتی - کارگر ماهر فلز پاشی - جوشکاری - آبکاری و اپوکسی و کارگر ماهر عیب یابی و کنترل.

- آموزش: برگزاری دوره های تخصصی لازم در هر یک از زمینه های فوق در دو بعد کارشناسی و مهارتی

### نتیجه گیری

بازیابی قطعات مکانیکی بسیاری از ماشین آلات و تجهیزات امکان پذیر است و صرفه اقتصادی زیاد دارد، و مشکل کمبود نبود قطعات را در زمان بحران حل می کند. با توجه به ساختار منحصر به فرد آماد و پشتیبانی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی و سیاست عدم وابستگی نظامی به قدرت های بزرگ می توان با راه اندازی کارگاه بازیابی در مراکز بازسازی و تعمیرات اساسی نیروهای پنجگانه سپاه با بحران های احتمالی کمبود قطعات مقابله کرد.

### پی نوشت ها

- 1- Rebuilding-overhaul
- 2- Renovation-recovery-regeneration restoration-resizing
- 3- Recycling
- ۴ - در این جا منظور از سایش؛ یعنی، سایش چسبندگی، سایش اکسیدی، سایش حرارتی و سایش فراشان، ... است.
- 5- Repair Size
- 6- Make - up piece
- 7- restoration of original size
- 8- Deposition
- ۹- عمر سرویس بازیابی؛ یعنی عمر قطعه بازیابی شده به هنگام مونتاژ روی مجموعه مادر و کار در شرایط واقعی.

### منابع و مآخذ

- ۱- باقری، روح ... و خوش منش؛ چسب ها (آشنایی و کاربرد)؛ دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۵.
- ۲- دانشگاه صنعتی شریف؛ آبکاری کروم سخت؛ گروه مهندسی متالورژی، چاپ اول.