

WORKSHOP RECOPE

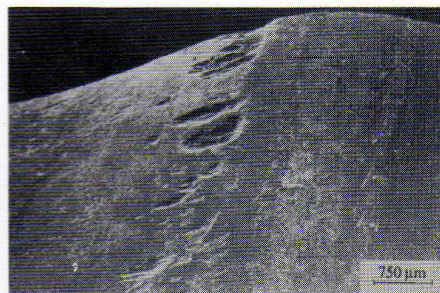
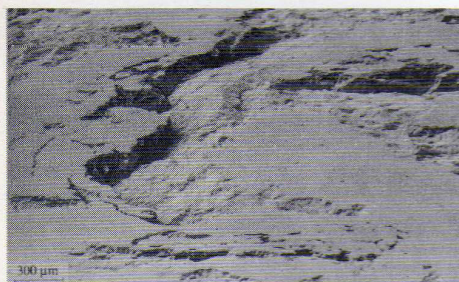
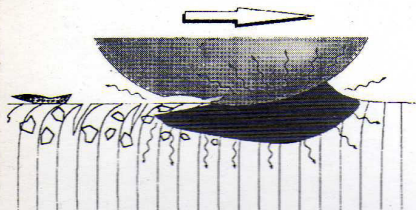
TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES PARA A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

◆ *TÉCNICAS*

◆ *CARACTERIZAÇÃO*

◆ *DESEMPENHO*

◆ *POTENCIALIDADES*



REALIZAÇÃO:

LABORATÓRIO DE FENÔMENOS DE SUPERFÍCIE

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESCOLA POLITÉCNICA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SÃO PAULO 26 DE MAIO DE 1999



**CROMO DURO, MOLIBDÊNIO E CERÂMICA NA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA (1)**

Luiz Cláudio O. Couto (2)

RESUMO

Estudou-se algumas opções de revestimentos voltados à indústria automobilística, que visam facilitar as operações de fabricação de peças em geral.

Realçadas as características de revestimentos como o cromo duro, que facilita o escoamento de chapas durante o repuxo, otimizando o processo de estampagem e aumentando a vida útil das ferramentas.

O molibdênio como material redutor de atrito em pontos específicos nas diversas áreas de produção metalúrgica, expostas as suas qualidades quando depositado por aspersão térmica.

Finalmente os materiais oxi-cerâmicos de alta dureza e resistência a desgaste e abrasão, cuja deposição à plasma torna-os uma alternativa atraente junto à indústria automotiva.

Palavras-chave : processo eletrolítico, cromo duro, aspersão térmica, molibdênio, cerâmica.

(1) Trabalho a ser apresentado no III Workshop da Sub-Rede - Melhorias das Propriedades Superficiais de Metais da FINEP/RECOPE com o tema "TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIES PARA A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA-PROTEÇÃO CONTRA DESGASTE E CORROSÃO" no Dept. de Eng.Mec. da Escola PolitecnicaUSP/SP., 26 de maio de 1.999.

(2) Engº.Metalurgista (Enga. de Desenvolvimento); Durotec Industrial Ltda, SBC/SP.
Fone (011) 759.7770 / Fax (011) 759.6979 - www.durotec.com.br.

I - CROMO DURO EM ESTAMPOS

A- ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO CROMO

- Elevada dureza (brilhante = 800 a 1.000 HBr)
- Alta resistência ao desgaste (ao riscamento/Martens = 56-100)
- 10 a 12 vezes dos aços – ferramenta ao Cr/Ni
- 4 a 5 vezes do aço nitretado
- Dureza e resistência ao desgaste mantém-se à altas temperaturas (até 400°C)
- Anti-aderencia (escorregamento)
- Não resiste a choques violentos sobre curvas de pequenos raios.

B- A OPERAÇÃO DE REPUXO

As chapas metálicas, especialmente de aço, ao sofrerem o processo de “repuxo”, escoam através do relevo que lhes é imposto pelo estampo.

O ideal é que não haja nenhum impedimento ao escorregamento da chapa enquanto sofre deformação. Contudo, resíduos do material da chapa são deixados ao longo de sua trajetória. Tais resíduos, transformam-se em núcleos abrasivos quando aderidos a ferramenta. Como resultado, riscos são impostos à superfície do produto, comprometendo o seu acabamento.

Por outro lado, a tendência atual é a zincagem eletrolítica das chapas, principalmente aquelas voltadas à indústria automobilística. Estatísticas dão conta de que as porcentagens de chapas galvanizadas utilizadas nos automóveis, crescem a cada ano.

Embora a própria camada facilite a movimentação da chapa sobre a ferramenta, um problema pode surgir durante o processo, ou seja, o rompimento da camada provocado pelo seu riscamento, originado por sua vez pelo resíduo aderido ao estampo.

Somado a isto, o desgaste natural que o processo impõe a ferramenta, reduz a sua vida útil, prejudicando a repetibilidade dimensional do processo, afetando diretamente a qualidade do produto final.

C- SOLUÇÃO TÉCNICA INTEGRADA

Partimos do princípio de que a ferramenta foi confeccionada com o aço adequado, visando proporcionar a resistência mecânica correta ao conjunto.

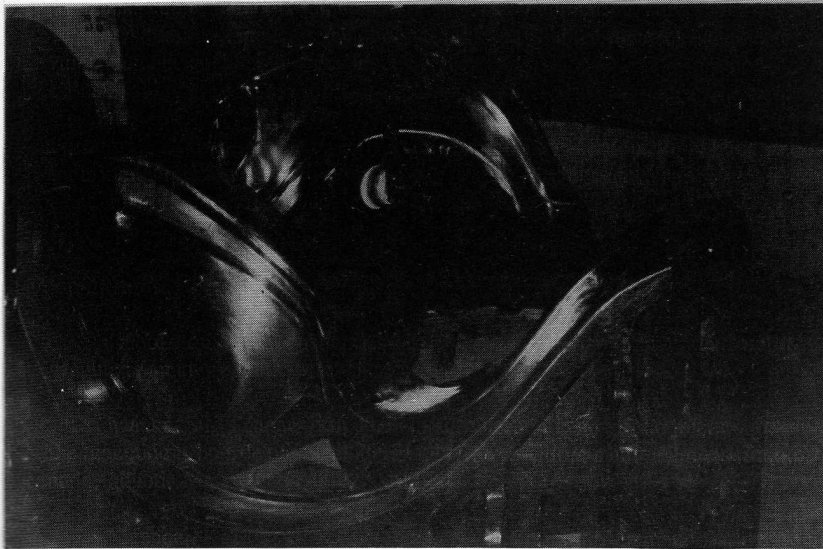
Quanto ao projeto, para o real aproveitamento das características do cromo duro, deverão ser evitadas as curvas de pequenos raios, para que não ocorram lascamentos da camada durante a ocorrência de esforços concentrados nestes locais.

O acabamento é outro ponto importante no conjunto do processo, e deverá ser o melhor possível, pois um polimento bem feito será reproduzido pela camada de cromo, facilitando a obtenção de um grau semelhante de polimento na fase final de acabamento.

Poros, riscos, batidas e manchas de oxidação devem ser evitados um vez que reproduzidos e muitas vezes amplificados após a cromagem, certamente se transformarão em obstáculos ao escoamento da chapa, podendo prejudicar o seu acabamento e com isto o desempenho do produto final

A otimização do grau de acabamento, possui dupla função no processo. Ao mesmo tempo que ajuda a reduzir o atrito a ser sofrido pela chapa ao escoar sobre a ferramenta, “ativa” a superfície desta, facilitando a aderência da camada de cromo durante a sua deposição.

Finalmente a utilização de anodos que “reproduzam” de forma adequada a geometria, principalmente de rebaixos e áreas internas da ferramenta e a deposição de camadas compatíveis com o seu formato, complementam adequadamente esta solução técnica.



Ferramenta de repuxo cromada.

II – MOLIBDÊNIO EM FERRAMENTAS

A- ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO MOLIBDÊNIO

- Altos índices de aderência quando depositado por aspersão térmica (7500 psi)
- Baixo coeficiente de atrito
- Baixo calor específico (6,1.10-2 cal/g°C a 20°C)
- Macro dureza a típica : 40HRC
- Boa resistência ao desgaste e a abrasão
- Excelentes propriedades mecânicas a elevadas temperaturas
- Boa resistência à corrosão até 400°C
- Altos índices de condutividade térmica (34,6 cal/M.A°C a 20°C)

B- O MOLIBDÊNIO APLICADO POR ASPERSÃO TÉRMICA

Diversos dos processos utilizados na indústria automobilística, dependem do trabalho entre peças que sofrem o chamado contato metal x metal.

A maior parte destes conjuntos, funcionam embebidos em lubrificantes e/ou possuem um de seus componentes fabricados em metal anti-fricção, geralmente de baixa dureza, sofrendo movimentos alternativos ou rotativos.

O molibdênio, quando aplicado pelo processo de aspersão térmica, traz consigo algumas características que quando somadas às próprias, resultam em vantagens específicas ao conjunto.

Neste processo, a primeira das características muito utilizada é o seu alto índice de aderência, uma vez que pode ser usado inclusive como auto-ligante para a posterior deposição de camadas de outros materiais.

Uma vez que dispõe de um baixo coeficiente de atrito e boa resistência ao desgaste e à abrasão, resiste ao movimento contínuo sobre sua superfície. A sua alta condutividade térmica acrescida do baixo calor específico, faz com que a região de contato entre as peças, perca rapidamente o calor gerado pelo atrito, retendo as suas propriedades mecânicas mesmo após a sua exposição a diversos ciclos térmicos.

A aspersão térmica, ou a chamada metalização, impõe à camada de molibdênio uma macro dureza de aproximadamente 40HRC, a qual, embora de estrutura lamelar, traduz-se num interessante suporte para áreas de atrito, mantendo intacta por longo tempo a integridade do conjunto.

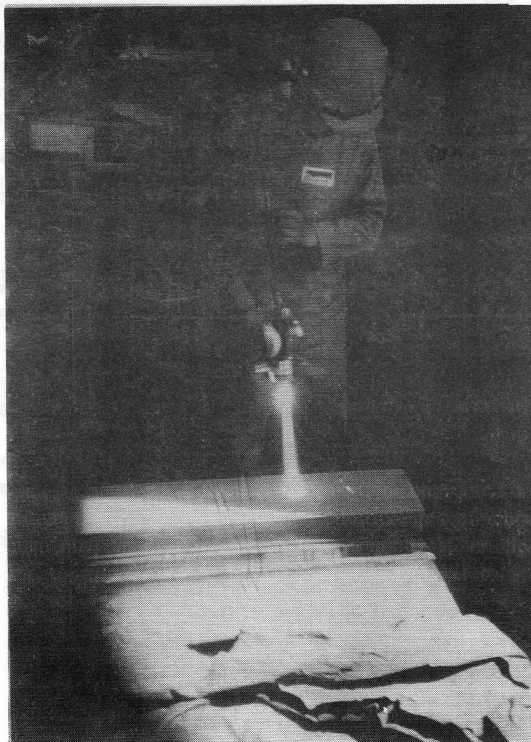
Os espaços vazios intrínsecos as camadas metalizadas retém o lubrificante, e continuamente irrigam as áreas de contato, sofrendo ainda o reforço de uma camada aderente de baixo atrito de bissulfeto de molibdênio formada através da sulfuração do molibdênio então ocorrida no local.

A facilidade de usinagem do molibdênio no estado metalizado, proporciona diversas soluções de revestimento quer seja ele aplicado em áreas internas ou externas.

C- APLICAÇÕES DO MOLIBDÊNIO

A indústria automobilística pode se servir do molibdênio em pontos específicos, onde as suas características possam ser utilizadas ao máximo.

Por exemplo, anéis ou postiços de ferramentas de corte ou repuxo, machos de fundição e moldes de fundição contínua, ferramentas de fundição sob pressão, mandris para laminadores de tubos, barramentos de tornos, etc.



Barramento sendo revestido com molibdênio.

III – MATERIAIS OXI-CERÂMICOS

A- ALGUMAS CARACTERÍSTICAS

- Alta dureza
- Altos índices de resistência ao desgaste e a abrasão
- Barreira térmica
- Permite bom acabamento

B- OXI-CERÂMICOS APLICADOS À PLASMA

A deposição através do processo de aspersão térmica a plasma, permite a utilização dos materiais oxi-cerâmicos a custos muito inferiores aos praticados até pouco tempo atrás.

As altas temperaturas envolvidas no processo (12.000 a 16.000°C) fundindo completamente as partículas do pó, produzem revestimentos de excelentes fusão inter-partículas e alta energia de adesão entre a camada e a superfície sobre a qual é aplicada, também fornecida pelas altas velocidades envolvidas no processo, em torno de velocidade do som.

Embora altas temperaturas sejam atingidas no interior da pistola, o local de aplicação não deve ultrapassar os 100 ou 120°C.

Tais temperaturas, não deformam as peças a serem revestidas, possibilitando inclusive que a reposição de material seja feita por inúmeras vezes.

O acabamento em retífica, permite atingir-se rugosidades de até 3 μ “ RA o que reduz o atrito da peça em contato com a camada, quando em movimento alternativo ou rotativo. Caso necessário, tais revestimentos podem receber acabamentos lapidados.

O processo a plasma permite uma grande maleabilidade quanto aos tipos de peças a serem revestidos, uma vez que praticamente independe do tamanho das mesmas.

Quanto aos materiais, podem ser depositados o óxido de alumínio, o óxido de cromo ou de titânio, sendo os dois últimos os mais utilizados na indústria automotiva.

C- APLICAÇÕES BÁSICAS DOS OXI-CERÂMICOS

A indústria automobilística depende em grande parte de máquinas operatrizes para a execução dos diversos componentes mecânicos que compõe o seu produto.

Sêlos mecânicos, buchas de desgaste e polias são algumas das partes de equipamentos mecânicos que podem ser revestidos com materiais oxi-cerâmicos.

Porém, uma das peças que melhor demonstra a grande aplicação da cerâmica na indústria automobilística, é o eixo árvore, ou eixo de retífica.

Operando a altas rotações, em contato com buchas de bronze ou metal-patente, o material oxi-cerâmico, amplia em diversas vezes a vida útil do chamado coração de uma máquina retificadora.

As altas rotações envolvidas no processo de retífica, tendem a gerar calor devido ao atrito imposto à interface eixo-bucha. Este calor, transmitido ao eixo, o deforma, e por sua vez faz com que a máquina produza peças cujas dimensões estão sujeitas e esta deformação.

A barreira térmica característica destes revestimentos, isola o eixo da ação do calor, dando-lhe estabilidade dimensional, resultando na repetibilidade dimensional das peças a serem produzidas.

Por outro lado, o acabamento obtido na camada, reduz o atrito causado ao eixo aumentando a vida útil do conjunto, sem contar com as altas durezas dos materiais envolvidos no revestimento.

Quer sejam peças novas não revestidas pelo fabricante da máquina, ou peças usadas que se queira otimizar, em ambas as situações, os revestimentos oxi-cerâmicos a plasma, tornam as retificadoras mais eficientes e produtivas.



Eixo árvore de retífica com 2 colos revestidos com óxido de cromo.

IV – CONCLUSÕES

A resistência à abrasão e ao desgaste contribuem para otimizar operações metalúrgicas na indústria automobilística.

A utilização do cromo duro permite ampliar a garantia de peças conformadas pelo processo de estampagem, impedindo que a camada de zinco em utilização atualmente seja mantida sobre as mesmas.

A propriedade auto-lubrificante do molibdênio e a “memória” de suas propriedades mecânicas após diversos ciclos térmicos coloca-o como material estratégico na indústria automotiva.

A cerâmica através de suas propriedades de alta dureza e resistência à desgaste e abrasão, somado à barreira térmica característica, otimiza os seus resultados quando levamos em conta a repetibilidade do processo de retificação.

V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GILLET, E ; Manual de los Usuários de Revestimientos en Cromo Duro Ediciones Urmo/1965/Bilbao
- (2) ROSS ; ROBERT B. ; Metallic Materials Specification Handbook 3º ed./Ed. E & F.N.Spon/1980 London
- (3) ROSS ; ROBERT B. ; Metallic Materials Ed. Chapman and Hall Ltd/1968/ London
- (3) ASM-HANDBOOK – volume 2/Properties and Selection : Nonferrous Alloys and Special - Purpose Materials/ 1995
- (5) METCO ; Manuais Técnicos e Boletins.