

REVESTIMENTOS SUPERFICIAIS – “TECNOLOGIA DE SUPERFÍCIES” – APLICAÇÃO DE CROMO DURO EM FERRAMENTAS, MOLDES E MATRIZES

André Souza – andre.souza@cascadura.com.br

Arthur Laboni – arthur@cascadura.com.br

Ítalo Coutinho – italo@cascadura.com.br

Resumo:

O atual nível de desenvolvimento dos revestimentos e tratamentos de superfície justificou a criação de um campo específico de atuação que denominamos como “Tecnologia de Superfícies”. Esta tecnologia é resultante dos esforços conjuntos de um grupo de técnicos e pesquisadores que resolveu investir no desenvolvimento dos diversos processos de revestimentos e tratamentos de superfície, para atender à crescente demanda da indústria moderna e dentro das exigências do alto padrão de qualidade. A aplicação de cromo duro em ferramentas automobilísticas teve início nas indústrias japonesas, proporcionando grandes melhorias na qualidade, eficiência e custo de produção. A camada de Cromo Duro proporciona elevada resistência ao desgaste, em virtude de sua dureza superficial da ordem de 900 HV (60~70 HC), proporcionando uma maior vida útil da ferramenta, retardando seu desgaste. O Cromo Duro possui baixo coeficiente de atrito, permitindo a redução de lubrificantes. Numa superfície cromada, devido a sua característica de alta repelência, não há adesão de partículas, eliminando-se assim o perigo de incrustações e engripamentos, permitindo a redução do tempo de parada na estampagem (evitando polimentos e ajustes intermediários). A aplicação de Cromo Duro é através do Processo de Eletrodeposição, tornando-se difícil estabelecer e controlar a densidade de corrente. Assim se faz necessário um sistema de construção de anodos leves e montagem rápida, mantendo a uniformidade do perfil da ferramenta.

Palavras-chave: cromo duro, ferramentas, estampagem

1. Camadas de cromo duro eletrolítico

O cromo (Cr) é um metal branco-azulado quebradiço, que pode ser polido mecanicamente até o espelhamento ótico. No sistema periódico dos elementos figura ao lado de molibdênio, tungstênio e urânio. O cromo é usado em quantidades bem maiores do que molibdênio e tungstênio na fabricação de aços inoxidáveis para melhorar a resistência contra a corrosão e ao calor, além de suas propriedades mecânicas.

O cromo é um dos poucos metais que pode ser depositado com alta dureza a partir de eletrólitos aquosos. Podemos dividir a utilização do revestimento de cromo em dois grupos principais: Cromo Decorativo e Cromo Duro Industrial.

Nos casos do **Cromo Decorativo**, o que se deseja é a capacidade de reflexão de luz que a superfície cromada produz, melhorando significativamente a aparência das peças revestidas. Como o cromo não embaça, sua capacidade reflexiva mantém-se constante. Além da aparência, ressaltamos também a excelente resistência à corrosão.

Na cromagem decorativa, a peça após tratamentos superficiais adequados, recebe uma camada de níquel com espessura de 20 micrometros. Imediatamente após esta deposição segue-se a cromagem cuja espessura de camada varia de 2 a 10 micrometros.

Denominam-se **Cromo Duro Industrial** camadas acima de cerca de 5 micrômetros de espessura quando depositadas diretamente no metal base.

As características principais do cromo duro depositado por eletrólise são sua dureza entre 800 e 1.200 Vickers (superior à do quartzo), estrutura cristalina cúbica, densidade de 7,2 g/cm³, ponto de fusão de 1.903 °C e um coeficiente de dilatação térmica parecido ao do aço.

	1. Talco	2. Gipsita	3. Calcita	4. Fluorita	5. Apatita	6. Feldspato	7. Quartzo	8. Topásio	9. Corindon	10. Diamante
Estanho 1.8	██████████									
Zinco 2.5	██████████	██████████								
Aluminio 2.9	██████████	██████████	██████████							
Níquel 3.5	██████████	██████████	██████████							
Ferro 4.5	██████████	██████████	██████████	██████████						
Cobalto 5.5	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████					
Tungstênio 7.5	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████			
Cromo 9.0	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	

Tabela 1 – Tabela Comparativa de dureza de diversos materiais

Em virtude da alta dureza do cromo duro, não são recomendadas camadas espessas, para evitar excesso de tensões internas na camada.

O cromo, assim como o titânio, o alumínio e o magnésio, é extremamente ativo. Em sua superfície forma-se uma fina película de óxido de cromo no ar e em temperatura ambiente, extremamente estável que, não apenas é responsável pela resistência a corrosão, mas também pela repelência, baixo coeficiente de atrito, resistência à microsolda e incrustações, dureza e resistência ao desgaste. As propriedades de proteção contra corrosão e repelência do óxido de cromo são inalteradas mesmo acima do ponto de fusão do metal (1903°C). Isso acontece porque o ponto de fusão do óxido de cromo é de 2330°C a partir de 850°C aumenta rapidamente a velocidade de difusão mútua do cromo e ferro, porém pela formação da película de óxido, mantém-se um equilíbrio por redifusão.

2. Eletrodeposição de Cromo Duro

Antes da eletrodeposição é necessário executar a preparação e ativação da superfície a ser revestida. Devido ao seu baixo poder de cobertura, o cromo duro não deposita em poros, trincas ou pequenos defeitos superficiais. É necessário então que a superfície esteja lisa e isenta de defeitos. Deve ser executada a limpeza da superfície deixando-a perfeitamente limpa e desengraxada.

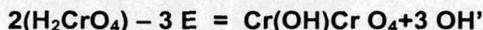
Em seguida é executada a ativação da superfície. A ativação se faz necessária, afim de garantir o início de processo, através da eliminação de filmes de óxidos metálicos que recobrem a superfície. A ativação pode ser executada mecanicamente, através de jateamento abrasivo, por exemplo, ou quimicamente.

A seguir a peça é levada ao banho onde ocorrerá a eletrodeposição.

A eletrodeposição do cromo duro se faz da seguinte forma:

O banho de cromo é composto de Anidrido crômico (Cr_2O_3) dissolvido em água (H_2O) e passa a ser ácido crômico. Na solução é adicionado o catalizador: ácido sulfúrico (H_2SO_4).

A peça é fixada no pólo negativo catodo, onde ocorre a deposição do cromo metálico. No pólo positivo fixamos os anodos, onde ocorre a reconstrução do ácido crômico. Os anodos, devido ao baixo poder de penetração e a grande variação das características físicas do depósito com a densidade da corrente, deve acompanhar a geometria da superfície a ser cromada de modo que a distância até a peça seja sempre constante para garantir a uniformidade da deposição. O processo de deposição inicia-se quando, mediante a passagem de corrente contínua promovemos a eletrólise da solução. A equação da reação é dada pela equação:



Sob ação da corrente contínua a molécula de ácido crômico, tendo excesso de três elétrons, portanto fortemente negativa, migra para o anodo.

Influenciado pelo catalizador na superfície anódica, forma-se a molécula complexa da segunda parte da equação acima.

Este complexo tem uma terminação alcalina que fixa-se no catodo, e uma terminação ácida que se orienta para o eletrólito, formando uma densa camada catódica.

O catalizador de banho H_2SO_4 na proporção de 1:100 penetra na camada catódica pelo seu reduzido tamanho, atingindo a superfície catódica. Em contato com o radical alcalino OH dissolve este, permitindo a redução do íon de cromo para cromo metálico.

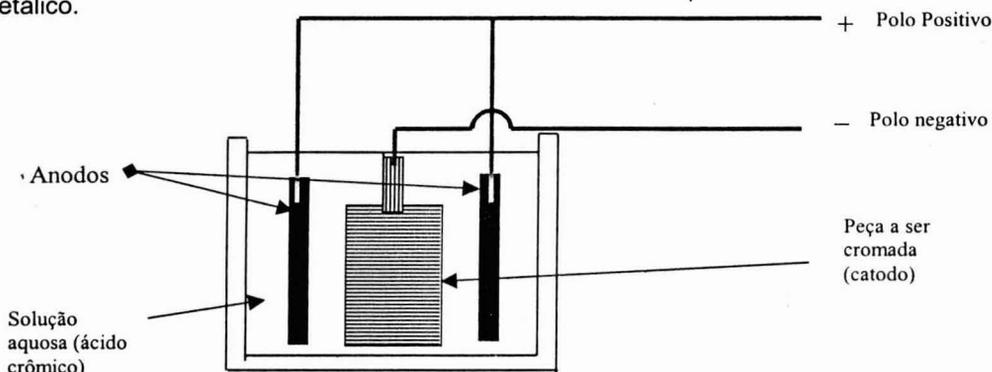


Figura 1 – Eletrodeposição de Cromo

3. Processo de Estampagem

A estampagem é um processo de conformação mecânica, realizado geralmente a frio, que compreende um conjunto de operações, por intermédio das quais uma chapa plana é submetida a transformações de modo a adquirir uma nova forma geométrica, plana ou oca.

A deformação plástica é levada a efeito com o emprego de Prensas de Estampagem, com auxílio de dispositivos especiais chamados de ferramentas de estampos ou matrizes (veja Figura 1).

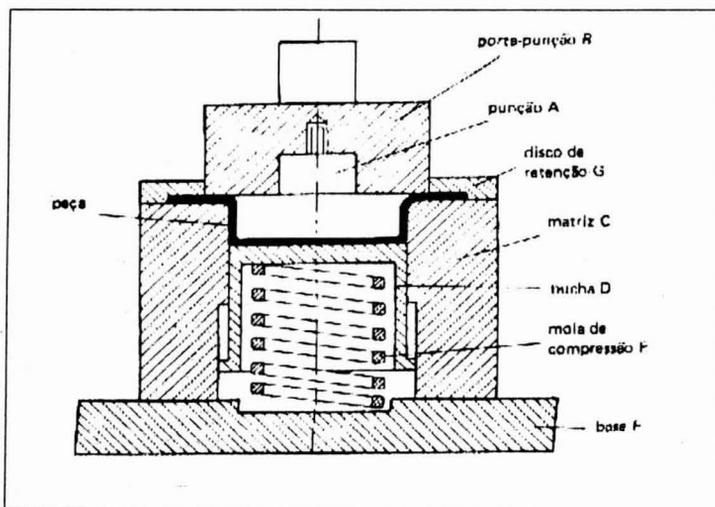


Figura 2 – Esquema de Estampagem

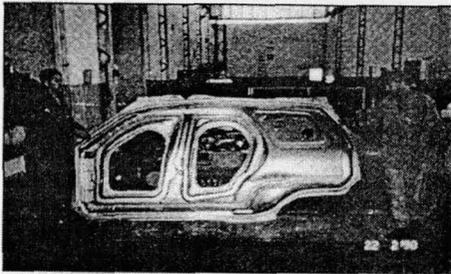


Figura 3 – peça estampada (lateral de automóvel)

Basicamente, a estampagem compreende as seguintes operações:

- corte
- dobramento e encurvamento
- estampagem profunda

Este processo é amplamente utilizado na Indústria automobilística para a fabricação de peças e chaparias dos veículos.

4. Aplicação de Cromo Duro em Ferramentas de Estampo

Em virtude da globalização e da alta competitividade dos últimos anos, a indústria automobilística, como em outros ramos, foi obrigada a melhorar a qualidade e produtividade. Assim procurou-se alcançar uma melhor performance dos veículos, maior segurança, redução do consumo de combustível e melhor resistência à corrosão. Isto fez gerar mudanças significativas na fabricação dos automóveis.

Uma destas mudanças tem como reflexo a utilização do uso de latarias com chapas mais finas e revestimentos especiais como níquel e zinco para melhoria da resistência à corrosão.



Figura 4 – Defeito apresentado

Essas mudanças, embora tenham conferido melhor qualidade aos veículos, trouxeram algumas dificuldades a serem superadas durante o processo de estampagem.

As principais dificuldades encontradas no processo de estampagem foram o desgaste prematuro das ferramentas, engripamentos e sucessivas paradas de produção para ajustes e limpeza das matrizes, com grande perda de produtividade, bem como o aumento do consumo de óleo com maior impacto ambiental.

As dificuldades mencionadas acima comprometiam a qualidade das peças estampadas com a ocorrência de riscos, rugas, rupturas, pontos sem revestimento, caroço e deformação, causando retrabalhos constantes.

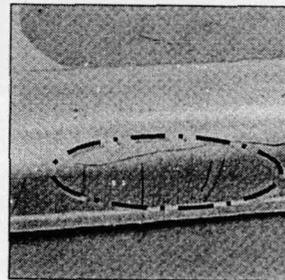


Figura 5 – Defeito apresentado

Assim iniciou-se a cromagem dura das ferramentas de estampas na indústria automobilística japonesa há vários anos, proporcionando grandes melhorias na qualidade, aumentando a eficiência e reduzindo o custo de produção.

A aplicação de Cromo Duro em ferramentas é extremamente difícil devido ao grande tamanho e peso, forma complexa e mistura de diversos materiais na superfície como: ferros fundidos, insertos, soldas, etc, que serão cromados simultaneamente.

Pioneira no Brasil, a Cascadura Industrial S.A. têm realizado para a Indústria Automobística Brasileira, a cromagem de ferramentas de estampo, obtendo excelentes resultados.

Podem ser revestidos a matriz, o punção e o anel de retenção (prensa chapa). A seguir mostramos algumas fotos de ferramentas cromadas pela Cascadura Industrial S.A.:

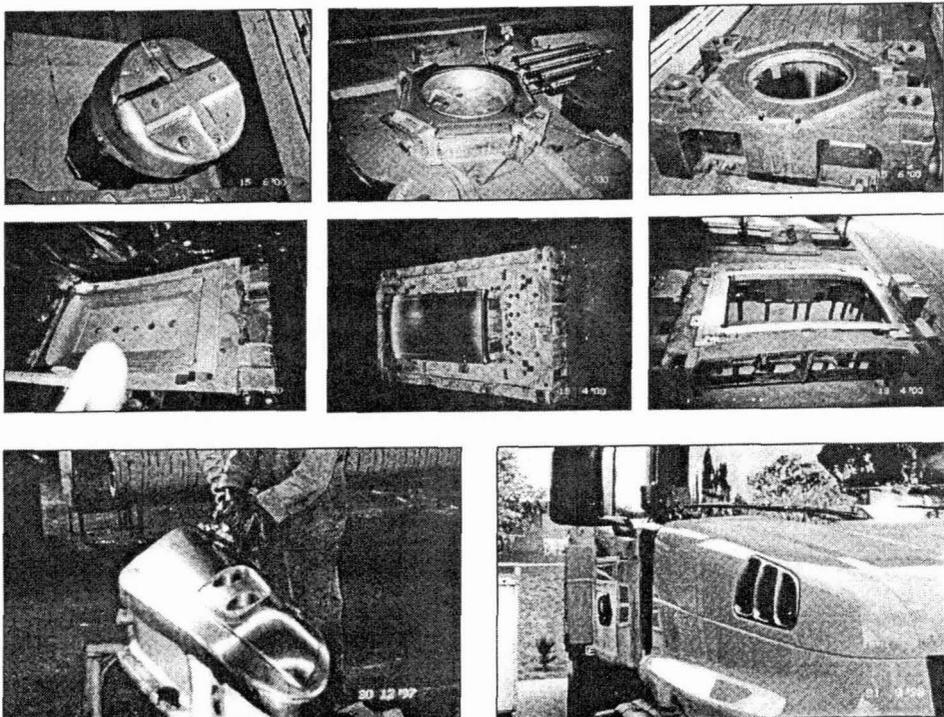


Figura 6 – Exemplo de aplicações

5. Vantagens do Processo de Cromagem de Ferramentas para Estampagem

As camadas de Cromo Duro proporcionam elevada resistência ao desgaste, em virtude de sua dureza superficial da ordem de 900HV, proporcionando uma maior vida útil da ferramenta.

Cromo Duro possui coeficiente baixo de atrito, permitindo a redução ou até mesmo a eliminação de lubrificantes, e conseqüentemente do custo operacional.

Numa superfície cromada, devido a sua característica de alta repelência, não há adesão de partículas, eliminando-se assim o perigo de incrustações, e evitando-se ainda o retrabalho. Quando se estampam chapas zincadas, o revestimento de Cromo Duro não permite a adesão de partículas de zinco na superfície da ferramenta, evitando a necessidade de polimentos, e melhorando a qualidade da superfície da peça estampada.

O revestimento de Cromo duro retarda o desgaste da ferramenta, permitindo uma produção com qualidade adequada por mais tempo.

O revestimento de cromo duro atua como indicador de desgaste. Quando comecem a aparecer na superfície da ferramenta algumas áreas sem cromo, é possível detectar facilmente o momento exato para um novo revestimento, preservando-se assim a forma geométrica original da ferramenta, dispensando-se reparos de alto custo.

5.1 Vantagens na fabricação das ferramentas:

5.1.1 Economia no Custo das Ferramentas

O Cromo Duro proporciona o uso de graus mais baratos de ferro fundido e elimina necessidade de ligas exóticas ou ferro fundido nodular. Economia de 30% nos custos do material são possíveis. Os materiais mais usados na construção de ferramentas no Japão são FC25 - equivalente ao GG25 ou PS11.

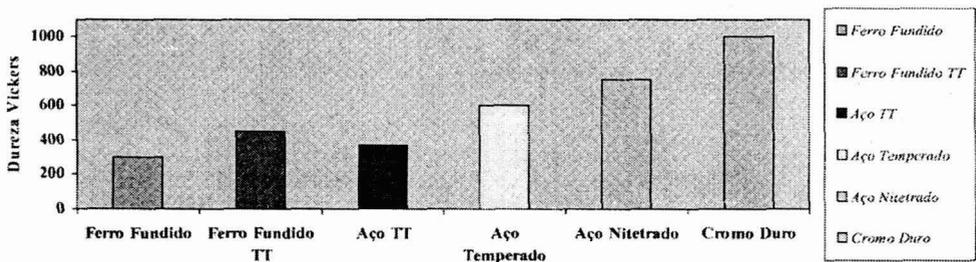
5.1.2 Facilidade de Usinagem

O ferro fundido cinzento é mais fácil de ser usinado. Ele promove aumento na vida da ferramenta de corte e permite um uso mais eficiente da máquina de usinagem.

5.2 Vantagens Operacionais

5.2.1 Dureza e Resistência ao Desgaste

O Cromo Duro para ferramentas tem uma dureza superficial de 900 HV, quatro a cinco vezes mais que o ferro fundido, e possui uma elevada resistência ao desgaste e riscos.



5.2.2 Elimina Lubrificação

As propriedades de baixo atrito inerente ao Cromo Duro proporcionam a redução ou até mesmo a eliminação de lubrificantes e reduzindo os problemas ambientais.

5.2.3 Redução do Tempo deparada na Estampagem

A camada homogênea de Cromo Duro resiste à aderência do zinco ou outras partículas sobre a superfície da ferramenta eliminando incrustações e reduzindo a necessidade de polimento em serviço. Isto reduz drasticamente o tempo de parada da prensa entre uma peça e outra.

5.2.4 Indicador Visual de Desgaste

Uma camada de Cromo Duro de 25µm age como um indicador visual de desgaste. Quando o cromo está gasto em áreas de maior desgaste da ferramenta, pode ser facilmente visto. Uma rápida remoção do cromo e nova cromagem permite que a ferramenta mantenha seu perfil original durante toda a sua vida. Isto significa que a manutenção por soldagem é eliminada e a ferramenta pode ser retornada à produção com um mínimo de tempo.

5.2.5 Perfil da Ferramenta Constante

Um perfil constante facilita a rápida troca da ferramenta e proporciona uma qualidade constante na peça prensada, evitando novos “try-outs”.

5.3 Vantagens de Qualidade

5.3.1 Aumento da Performance com o uso de Chapas de Aço Zincadas

Ferramentas revestidas com Cromo Duro permitem o uso de chapas zincadas com facilidade. A camada homogênea de cromo, finamente polida, resiste à aderência de zinco ou outras partículas sobre a superfície de estampagem, reduzindo ou eliminando incrustações na superfície da chapa reduzindo riscos, engripamento ou trincas. A necessidade de retrabalho na chapa estampada é drasticamente reduzida.

5.3.2 Rápido Retorno à Operação

O Cromo Duro pode ser aplicado sobre uma ferramenta em média em 4 dias. Isto inclui um pré-polimento (quando necessário), fabricação do anodo, cromagem e polimento final. A decapagem do cromo pode ser realizada no mesmo tempo sem acarretar aumento no prazo de entrega.

5.4 Outros Benefícios

Todos os benefícios citados podem ser aplicados a uma larga gama de materiais de prensagem como aço laminado, aço revestido, alumínio, aço inoxidável, etc.

O processo de cromagem dura pode ser igualmente aplicado para ferramentas usadas ou novas em uma grande gama de materiais incluindo todas as ligas de ferro fundido, com ou sem reparos de solda de alto teor de níquel e insertos, aços ferramenta, aço temperado a chama, aço temperado a laser, etc.

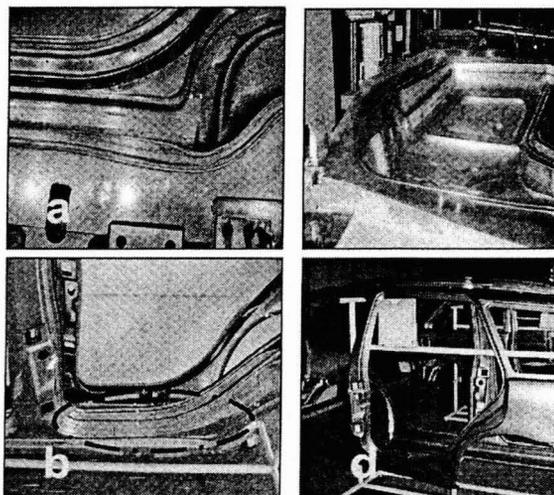


Figura 7 – a e b – ferramentas apresentam defeito, c e d ferramentas sem-defeito

6. Economia pelo uso do Cromo Duro em ferramentas de Estampagem

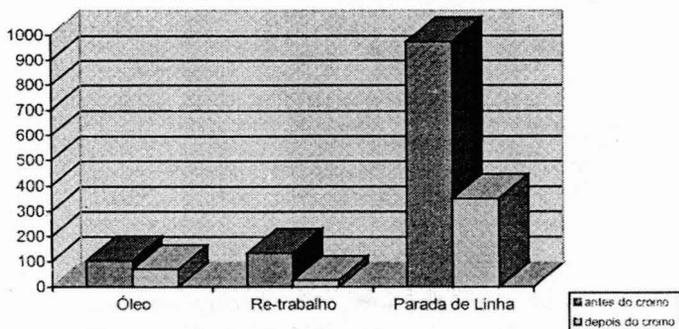


Tabela 2 – Custos em R\$1.000,00 com linha de produção anual
(Fonte: Volkswagen / Brasil)

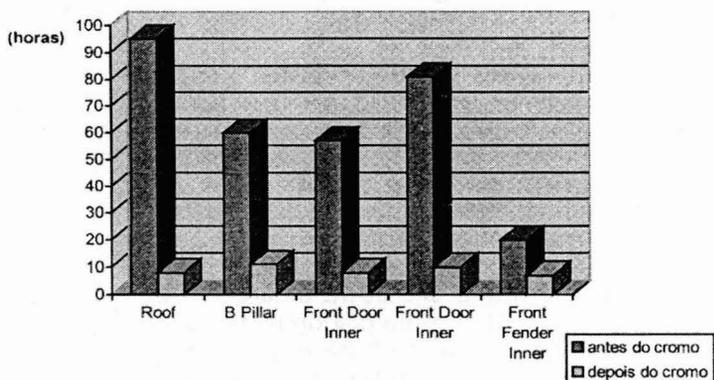


Tabela 3 – Perda de tempo anual em intervenção na estampagem
(Fonte: Seat / Europa)

Bibliografia

VOLKSWAGEN DO BRASIL. **Geração de Idéias**, apresentação PowerPoint. 2002

ETT, ROLF. **Revestimentos Cascadura**. São Paulo/SP. 1999.

CHIAVERINI, VICENTE. **Tecnologia Mecânica Vol. II**. São Paulo, Makron Books.

DIESEL MARINE INTERNATIONAL. **The DMI Process of Hard Chromium Plating of Automotive Press Tools**. North Shields / England. 2001.

SUPERFICIAL COATINGS – “SURFACE TECNOLOGY” – CHROMIUM PLATING OF PRESS TOOLS, DIES AND PUNCHES

André Souza – andre.souza@cascadura.com.br

Arthur Laboni – arthur@cascadura.com.br

Ítalo Coutinho – italo@cascadura.com.br

Abstract

The current level of development of coatings and surface treatment has justified the creation of a specific field of work, which is called “Surface Technology”. This technology is the result of the constant efforts of a group of technicians and researchers that decided to invest in the development of diverse processes of coatings and superficial treatments. They intended to respond to the increasing demand of the modern industry and the high standard of quality required. Chrome plating of dies has been used extensively by the Japanese car industry for many years to provide dramatic improvements in quality, efficiency and production costs. The chromium layer, being very much harder (900HV), than the base material, resists wear far better, giving the tool a longer use. The polished chromium layer has a low coefficient of friction and works well with minimum lubrication. The introduction of a highly finished chrome layer resists the adhesion and build up of zinc and thus reduces scoring on panels and eliminates blank holder surface damage. Subsequent re-work and scrap levels could be greatly reduced. It was found that press down time could be reduced by the use of chrome. The deposition of chrome plating is an electroplating process, being very difficult to define and control the necessary density of electric current. Therefore, it is necessary a complex anode building and a quick assembly systems to keep the uniformity of the shape of the press tools and car dies.

Key words: Chrome plating, press tools and pressing of body panels

1º Encontro de Integrantes da Cadeira Produtiva de Ferramentas, Moldes e Matrizes - 28/10/03 a 30/10/03 em São Paulo SP

Engenharia de Aplicações - Cascadura Industrial S.A.