



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de Engenharia

Relatório de Estágio

Aplicação da máquina de desengorduramento hermeticamente fechada com fase vapor na VALSAN

Realizado por:

➤ António Soares

Orientado por:

➤ Prof. Fernando Monteiro (FEUP)

➤ Eng.^a Paula Resende (VALSAN)

Porto, Julho de 2003

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

669(047.3)
LEMM 2002/SOAa





Universidade do Porto

FEUP Faculdade de Engenharia

Relatório de Estágio

Aplicação da máquina de desengorduramento hermeticamente fechada com fase vapor na VALSAN

Realizado por:

➤ António Soares

Orientado por:

➤ Prof. Fernando Monteiro (FEUP)

➤ Eng.^a Paula Resende (VALSAN)

Porto, Julho de 2003

Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

pródep III
Mais Educação

669(047.3) / LEHH 2002 / SOA a

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	88438
CDU	
Data	/ / 20

Ao longo destes meses aprendi muitas coisas que me poderão ser úteis no futuro. Penso por isso, ter realizado um estágio que me desenvolveu novas capacidades e me poderá abrir novos caminhos no futuro. Gostaria de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram a realizar este trabalho, em particular o Professor Fernando Monteiro, a Eng.^a Paula Resende e o Eng.^o António Tavares.

Índice

1. Objectivo.....	Pág. 01
2. Introdução.....	Pág. 02
2.1. A Máquina de Testes.....	Pág. 02
2.2. O Solvente.....	Pág. 03
2.3. Os Ensaios.....	Pág. 05
3. Procedimento.....	Pág. 06
4. Análise dos Resultados.....	Pág. 10
5. Observações.....	Pág. 12
5.1. A Máquina a Aplicar.....	Pág. 13
6. Custos Associados ao Investimento.....	Pág. 17
7. Conclusões.....	Pág. 19
8. Referências Bibliográficas.....	Pág. 20

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III

1. Objectivo

Avaliar a aplicabilidade de uma máquina de desengorduramento hermeticamente fechada com fase vapor, utilizando como solvente o percloroetileno altamente estabilizado.

2. Introdução

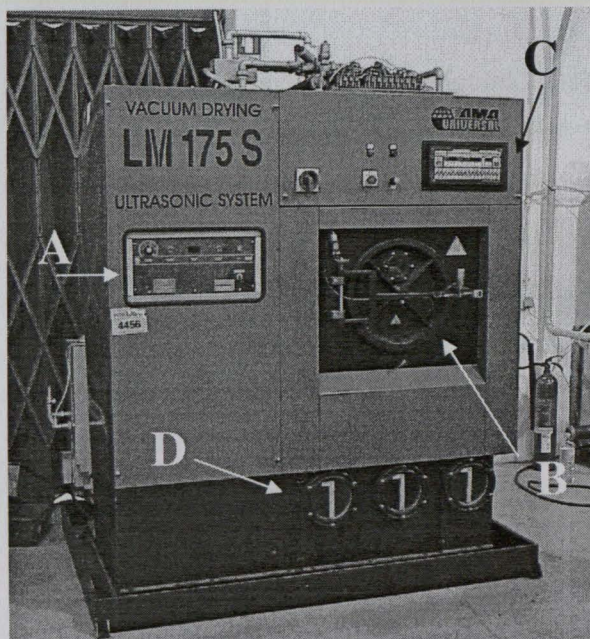
Inicialmente, o objectivo seria analisar a utilização dos solventes halogenados e os não halogenados, e aí escolher o que melhor serviria as pretensões da empresa. Mas, por não ser habitual a utilização dos solventes não halogenados na limpeza deste tipo de peças, isto é, peças lustradas com a finalidade de serem envernizadas, e haver excelentes referências em relação à utilização dos halogenados, em particular o percloroetileno, optou-se por analisar mais pormenorizadamente a utilização do percloroetileno em máquina hermeticamente fechada com fase vapor.

2.1. A Máquina de Testes

Como este tipo de máquina exige parâmetros mínimos de pressão de ar e de água, inicialmente foi escolhida a sua melhor localização nas instalações da empresa. Sendo a zona da máquina de desgorduramento alcalino e de envernizamento a que melhor preencheu os requisitos.

A máquina hermeticamente fechada com fase vapor utilizada para executar os testes foi o modelo LM 175 S da AMA Universal, representada na figura 1 e com as suas respectivas características na tabela 1.

Figura 1 – Fotografia da máquina de desgorduramento utilizada nos testes.



Legenda:

- a) Sistema de comando dos ultrassons.
- b) Bastidor, onde se coloca o porta-peças.
- c) Comandos dos ciclos e programas.
- d) Depósitos do solvente com medidor de nível.

Tabela 1 – Características técnicas da máquina de testes:

Características do Modelo LM 175 S	
Carregamento máximo	80 Kg
Solvente	Percloroetileno
Carga de solvente	120 L
Medidas do bastidor do porta-peças	220×330×500 mm
Electricidade trifásica	380 V – 50Hz
Máx. Potência	15 KW
Máx. Corrente	31 A
Pressão de água	0,3 – 0,5 MPa
Pressão de ar	0,6 – 0,7 MPa
Nível acústico	<75 dBA

Após a chegada da máquina de testes às instalações da VALSAN, seguiu-se a fase de montagem e de preparação. A condensação da destilação é provocada pela passagem de água por uma serpentina, e esta máquina não tinha um grupo refrigerador para permitir recircular a água gasta. No caso da máquina testada o gasto de água era de 400 L/h, o que deixa antever a necessidade de adquirir grupos refrigeradores para recircular a água caso se utilize este tipo de máquina.

2.2. O Solvente

O solvente introduzido na máquina, cerca de 120 litros, foi o percloroetileno altamente estabilizado da DOW denominado DOWPER MC. Este solvente é utilizado quando temos metais altamente contaminados e se exige uma limpeza e um desengorduramento elevado.

Informações do produto DOWPER MC

- Não é recomendado para componentes com sensibilidade térmica.
- Adequado a qualquer metal.
- Recomendado para máquinas fechadas com destilação contínua.

O DOWPER MC contém um inibidor de corrosão que o torna ideal na sua aplicação industrial. A sua elevada temperatura de vapor ajuda na remoção de impurezas de elevado ponto de fusão, óxidos ou pastas de polir. O elevado volume de solvente vaporizado que condensa na superfície das peças ajuda na eficiência da limpeza.

DOWPER MC é estável com qualquer metal ou liga, incluindo o latão, com óleos de corte e seus aditivos, e na presença de água. Esta elevada estabilidade mantém-se após ebulição ou mesmo várias destilações, sendo somente necessário realizar adições de estabilizador sempre que for conveniente, para que a estabilidade do solvente se mantenha inalterada. Os estabilizadores deste solvente denominam-se por MAXISTAB DJ-1n e MAXISTAB DK-2n, ambos restabelecem o pH, o primeiro tem como função restabelecer os parâmetros ácidos e o segundo restabelecer a alcalinidade, sendo os dois produtos concentrados.

As características de evaporação do DOWPER MC ajudam na rápida secagem da superfície metálica evitando o aparecimento de manchas. Este solvente é adequado na secagem de peças com orifícios onde normalmente os solventes ficam retidos.

Tabela 2 – Propriedades químicas e físicas do solvente DOWPER MC:

Propriedades Químicas e Físicas	
Fórmula empírica	C_2Cl_4
Peso molecular (g/mol)	165,84
Fórmula estrutural	$CCl_2 = CCl_2$
Nº CAS	000127-18-4
Ponto de ebulição	121°C

Informação sobre o meio ambiente, saúde e segurança

- DOWPER MC não é recomendado para limpeza a frio em máquinas abertas.
- Não afecta a camada de ozono, tem um baixo impacto no aquecimento global e nas chuvas ácidas.
- Deve ser assegurado que as emissões estão dentro dos parâmetros permitidos.
- Como outros solventes cloretados, o DOWPER MC pode ser perigoso para a saúde humana e para o meio ambiente se o seu uso for desadequado. É extremamente importante instruir e avisar todo o pessoal relevante sobre os procedimentos no seu manuseamento, armazenamento e deposição final.

2.3. Os Ensaios

Os testes realizados tinham como objectivo averiguar a importância dos ultrasons, e se era possível a sua abolição da fase de limpeza sem se perder qualidade, visto que os sistemas de ultrasons aumentam muito o custo das máquinas. Foram testadas as contaminações das peças provenientes da maquinaria contendo óleos de corte, e do polimento contendo pasta de polir, para verificar a aplicabilidade deste tipo de máquina, a sua qualidade de limpeza e a resolução dos problemas encontrados com o desengorduramento alcalino, em particular as manchas que aparecem nas bases de candeeiros e no envernizamento defeituoso. Realizaram-se também, testes de desengorduramento a quente e a frio a fim de verificar alguma diferença significativa.

3. Procedimento

Para iniciar os ensaios foi necessário fazer uma cesta onde as peças seriam colocadas, para posterior colocação da cesta no bastidor da máquina. Visto que se tem de evitar o choque entre as peças polidas, a sua colocação e disposição na cesta foi cuidada. Ao contrário do efectuado nos ensaios com peças torneadas, contaminadas com óleos de corte, estas colocaram-se na cesta de forma aleatória e em constante contacto.

Esta máquina permitiria o movimento de rotação da cesta, mas para evitar o contacto entre as peças polidas, todos os ensaios foram realizados somente com movimento basculante de sensivelmente 20°. Retirando alguma eficiência inicial à limpeza, visto os ultrasons na máquina de testes localizarem-se na parte inferior do bastidor e assim haver uma perda de eficiência dos ultrasons.

Esta máquina podia conter 20 programas diferentes, sendo escolhido 7 programas com os ciclos de desgorduramento descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Programas com os seus respectivos ciclos de desgorduramento:

Ciclo	Spray 1	Spray 2	Imersão Com ou sem U.S. [♣]		Vapor	Secagem Em Vácuo	Tempo Total
Programa 1	1 min.	1 min.	2 min.	Com U.S.	2 min.	4 min.	16:27s
	Tª Amb.	80°C	80°C				
Programa 2	1 min.	1 min.	1 min.	Com U.S.	2 min.	4 min.	15:27s
	Tª Amb.	Tª Amb.	80°C				
Programa 3	1 min.	1 min.	1 min.	Sem U.S.	2 min.	4 min.	15:27s
	Tª Amb.	80°C	80°C				
Programa 4	1 min.	1 min.	2 min.	Sem U.S.	2 min.	4 min.	16:27s
	Tª Amb.	80°C	80°C				
Programa 5	1:30s	1 min.	2:30s	Com U.S.	---	4 min.	14:21s
	Tª Amb.	80°C	80°C				
Programa 6	1 min.	1 min.	2:30s	Sem U.S.	---	4 min.	13:51s
	Tª Amb.	Tª Amb.	Tª Amb.				
Programa 7	1 min.	1 min.	2:30s	Com U.S.	---	4 min.	13:51s
	Tª Amb.	Tª Amb.	Tª Amb.				

♣ - U.S. é a abreviatura de ultrasons.

As peças escolhidas para testar a eficiência da máquina, foram peças que normalmente têm problemas na remoção de pasta de polir. Como são exemplo as peças apresentadas na figura 2.



Figura 2 – Na remoção de pasta de polir: A – Base quadrada trabalhada; B – Base quadrada; C – Base redonda; D – Espelho de puxador; E – Suporte de cortinados. Na remoção de óleos de corte: F – Pontas).

Peças que devido à sua geometria, presença de orifícios ou reentrâncias e à sua superfície polida, provocam o aparecimento de manchas e uma deficiente remoção da sujidade, quando utilizado o desengorduramento alcalino, provocando problemas na qualidade do envernizamento. Em relação à remoção dos óleos de corte, as peças escolhidas não seguiram nenhum parâmetro em particular. Era somente pretendido observar a eficácia da utilização deste tipo de máquina na remoção dos óleos de corte e assim antever a possibilidade de uma futura substituição da máquina aberta de tricloroetileno utilizada para este fim. Tendo como perspectiva uma futura certificação ambiental.

As peças polidas que foram escolhidas para os ensaios encontravam-se com uma quantidade de sujidade intermédia, enquanto que as peças provenientes do torneamento continham óleo de corte e limalha em grandes quantidades.

As peças polidas colocadas na cesta eram em pequeno número, entre 1 a 2 peças por cada ciclo. Devido à baixa capacidade desta máquina de testes, isto é, o reduzido tamanho do bastidor, como se poderá ver nas suas características.

Nalguns ensaios utilizou-se um aditivo, denominado DELFI 1, este aditivo é utilizado para aumentar o poder de solvência do percloroetileno na presença de pasta de polir, visto haver por vezes alguma dificuldade na sua total remoção. O aditivo é adicionado no bastidor

no início de cada ciclo, porque este é eliminado ao passar pela destilação, que se realiza em todos os ciclos. O DELFI 1 é composto por uma mistura de percloroetileno e tensioactivos. É colocado 13% de aditivo perfazendo os 100% com água. No caso dos ensaios foi colocado 30 ml de aditivo com 200 ml de água. Por sua vez, a quantidade de aditivo a colocar em relação à quantidade total de percloroetileno da máquina é de 0,025%, isto é, no caso dos ensaios foram colocados 30 ml de aditivo para 120 litros de percloroetileno.

Na tabela 4 apresentam-se os ciclos aplicados nas peças testadas, com as suas respectivas contaminações e as impressões observadas no fim de cada ensaio.

Tabela 4 – Ciclos aplicados nas peças e respectivas observações práticas:

Teste nº	Peças	Tipo de sujidade (Pasta/óleo)	Programa nº	Observações iniciais
1	Pontas 1	Óleo	1	Limpeza aceitável; muita limalha
2	Pontas 2		1	
3	Bases quadradas	Pasta	1	Limpeza deficiente
4	Bases redondas		1 (Com DELFI 1)	Limpeza aceitável
5*	Base quadrada		1	Boa limpeza
6	Base grande		1 (Com DELFI 1)	Boa limpeza
7	Espelhos		2 (Com DELFI 1)	Boa limpeza
8	Tubos torneados	Óleo	1	Limpeza aceitável
9	Tubos torneados		3	Limpeza deficiente
10	Tubos torneados		4	Limpeza deficiente
11	Espelho trabalhado	Pasta	1	Boa limpeza
12	Base redonda		1	Limpeza aceitável
13	Base redonda		4	Limpeza aceitável
14	Base quadrada		6	Limpeza deficiente
15	Base quadrada		1	Boa limpeza
16	Base grande		5	Limpeza deficiente
17	Puxadores e copos		5	Limpeza deficiente
18	Base grande		7	Limpeza aceitável
19	Suporte cortinas		7	Limpeza deficiente

♦ - Após mergulhar no primeiro banho de desengorduramento durante 10 segundos.

Por fim, as peças eram retiradas e observadas atentamente, com o objectivo de avaliar a eficiência do ciclo aplicado. Tendo-se envernizado as peças que saíram dos ensaios nº 5, 6, 7 e 15 para comprovar a sua qualidade.

4. Análise dos Resultados

As peças utilizadas nos ensaios nº 1 e 2 na remoção de óleo de corte obtiveram-se resultados aceitáveis, como este tipo de peças contém grandes quantidades de limalha devem ter um movimento de rotação do bastidor, para facilitar a remoção da limalha e se possível reduzir a limalha quando se utiliza este tipo de máquina, para evitar o desgaste rápido dos filtros de virutas. Comparando com a máquina actualmente utilizada na remoção dos óleos de corte, a máquina aberta utilizando o tricloroetileno, os resultados são satisfatório. Podendo-se somente prolongar um pouco mais os estágios de limpeza das peças para uma limpeza mais adequada.

É extremamente importante evitar o contacto dos dedos com as peças, porque se verificou que estas máquinas com este tipo de solvente não retiram as marcas provocadas pelos dedos. Sendo importante o manuseamento das peças ser efectuado com luvas que não permitam marcar as peças.

A utilização do aditivo denominado DELFI 1 tem como finalidade melhorar a solvência da pasta de polir no percloroetileno, comprovando-se a melhoria do desgorduramento na sua utilização nos ensaios nº 4, 6 e 7. Contudo, visto ser um produto com um elevado custo, dever-se-á utiliza-lo somente quando necessário, isto é, quando a remoção da pasta de polir for difícil.

A utilização dos ultrasons é imprescindível para uma limpeza adequada, como os resultados o demonstraram, a aplicação dos ultrasons facilita a remoção da pasta de polir dos orifícios.

Obtiveram-se excelentes resultados na remoção de pasta de polir das peças trabalhadas, onde habitualmente existiam dificuldades na sua remoção como demonstram os resultados do ensaio nº11.

No ensaio nº 12 foram colocadas duas bases redondas na cesta, uma disposta na horizontal e outra na vertical, obtendo-se resultados superiores na peça posicionada verticalmente, pois a peça horizontal apresentava algumas manchas que saíram com uma simples passagem de um pano.

No ensaio nº 5 as bases quadradas foram inicialmente mergulhadas no primeiro banho do desgorduramento alcalino durante cerca de 10 segundos, verificando-se uma boa limpeza, isto deveu-se ao amolecimento provocado pelo solvente alcalino na pasta de polir.

Comparando os ensaios nº 12 e 13, em que a diferença era a utilização de ultrasons no ensaio nº 12, observou-se uma limpeza equiparável. Podendo ser uma excepção, visto que se comprova com os outros ensaios a importância dos ultrasons no sucesso da limpeza.

O desengorduramento a frio com esta técnica não apresenta resultados positivos, comprovando-se a importância destes solventes trabalharem a temperaturas o mais elevadas possíveis.

No ensaio nº 19, escolheram-se acessórios de suporte de cortinados que tinham uns orifícios impregnados de pasta de polir, observando-se no fim da limpeza que a pasta de polir não tinha sido removida, comprovando-se a diminuição de eficiência do solvente quando frio, e sobretudo a importância dos ultrasons numa limpeza adequada quando existem orifícios ou geometrias complexas.

As peças dos ensaios nº 5, 6, 7 e 15 que foram envernizadas apresentavam uma qualidade de envernizamento aceitável, com bom aspecto e espessura adequada.

No fim dos testes, e depois de retirado o solvente do interior da máquina, aquando da desmantelação da máquina, observou-se que o solvente guardava a cor inicial, pressupondo-se que não perdeu as suas características iniciais, tendo também em conta o pequeno volume de peças desengorduradas.

5. Observações

Fora algumas excepções nunca se realiza a total substituição do percloroetileno com o decorrer do processo, visto este ser destilado e assim manter as suas propriedades durante muito tempo, sendo somente necessário perfazer o seu volume devido às perdas de solvente com as lamas e realizar adições periódicas de estabilizador. Os estabilizadores do solvente evitam a formação de ácido e a decomposição do solvente, mesmo depois de repetidas destilações. Mas mesmo assim, o solvente degrada-se gradualmente, dependendo do volume das peças produzidas e do tipo de peças limpas. O solvente torna-se ácido, provocando uma situação que requer uma acção imediata, podendo ser a substituição do solvente.

É importante consciencializar os polidores para que retirem a máxima quantidade possível de pasta de polir das peças, para facilitar o desgorduramento e aumentar a eficiência e a estabilidade do processo de desgorduramento. É igualmente importante, gerir a produção para que as peças polidas tenham tempos de espera os mais reduzidos possíveis até à fase de desgorduramento, evitando a secagem da pasta de polir e assim evitar possíveis dificuldades na remoção da pasta. Verificando-se que não devem estar mais do que 2 dias em espera.

As peças, tais como bases, ou de uma forma geral que tenham uma superfície polida de dimensões relativamente elevada devem ser colocadas na vertical, para provocar um melhor escoamento do solvente e assim estarem ausentes de qualquer problema superficial.

Estas máquinas utilizando o percloroetileno comprovaram serem bons aliados no objectivo de obter peças com boa qualidade, isenta de manchas e problemas superficiais. Podendo ser aplicadas na remoção de óleos e de pasta de polir com sucesso. Mas é na remoção de óleos de corte que este tipo de máquina deverá encontrar a sua maior aplicação. Devido à qualidade do desgorduramento produzido nas peças, e sobretudo na protecção do meio ambiente e do local de trabalho, visto as suas emissões de solvente serem reduzidas, da ordem dos ppm's.

Uma das particularidades observada nesta máquina de ensaios, foi a sua baixa cadência de produção, se aplicada a peças polidas, visto que por cada ciclo de cerca de 15 minutos, levaria somente 4 a 5 bases. E comparando com a máquina de desgorduramento alcalino seria uma cadência extremamente baixa, mesmo impraticável.

5.1. A Máquina a Aplicar

Tendo-se chegado à conclusão que a máquina que melhor serviria os interesses da empresa seria o modelo LM 375 M, igualmente da AMA Universal. Na figura 3 é representada a máquina, e de seguida a sua composição e descrição técnica.

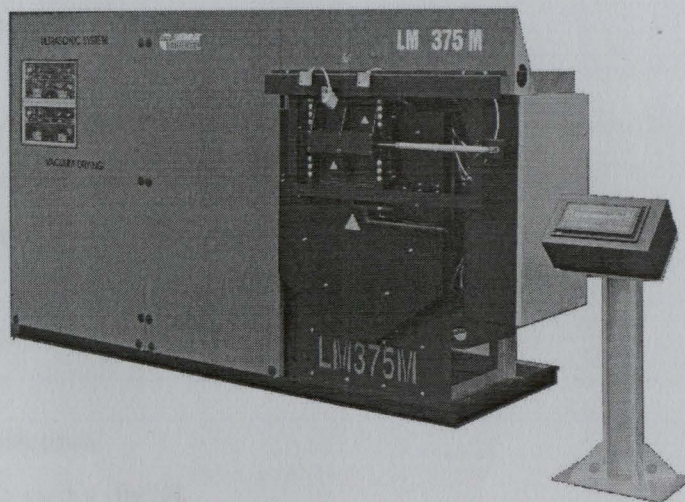


Figura 3 – Máquina de desengorduramento Modelo LM 375 M da AMA Universal. ^[1]

➤ Máquina de desengorduramento hermética Modelo LM 375 M:

- Cabine central reforçada para se poder aplicar o vazio e sobredimensionada para aumentar a produção.
- Bastidor porta-contentores com espaço útil de 540×540×900 mm.
- Motor redutor (Rotação ou oscilação dos contentores).

➤ Sistema de lavagem:

- Deposito 1 (de reserva).
- Deposito 2 (de pré aquecimento).
- Filtro de virutas.
- Bomba.

➤ Sistema de recuperação de solvente:

- Destilador.
- Condensador e separador de água.
- Ecosystem (minimizador de resíduos).

➤ Sistema de secagem:

- Bomba de vázio.
- Compressor de frio.
- Depurador de ar por carbono activo.

➤ Sistema de controlo:

- Armário eléctrico.
- Microprocessador digital.

➤ Opções incluídas:

- Porta automática (700×700 mm).
- Grupo filtro (3 cartuchos).
- Depósito para imersão a quente (1000Lt).
- Ultrasons (4800 W) (4 placas + 4 geradores).

Tabela 5 – Características técnicas do Modelo LM 375 M:

Características	Unidades	Valores
Porta de entrada	Max. Capacidade	Kg
	Dimensões	mm
Capacidade De Solvente	Tipo	Percloroetileno Super estabilizado
	Tanque 1	L
	Tanque 2	L
	Tanque 3	L
	Destilador	L
	Carga de solvente	L
Potência	Spray (1 velocidade)	KW
	Spray (2 velocidade)	KW
	Bomba de solvente	KW
	Grupo refrigerador	KW
	Bomba de vácuo	KW
	Ventilador	KW
Máquina De Vapor	Gerador de vapor	Kg/h
	Potência instalada	KW
	Consumo eléctrico	KWh
	Recuperação de ar	Kg/h
Água	Ligações	Ø "
	Pressão	bar
	Consumo (20°)	L/h
Vapor	Ligações	Ø "
	Pressão	bar
	Consumo	Kg/h
Ar comprimido	Ligações	Ø "
	Pressão	bar
Ultrasons	Dimensões	mm
	Potência	KW
	Frequência	Hz
	Consumo eléctrico	W/ciclo
Dimensões E Peso	Largura	mm
	Profundidade	mm
	Altura	mm
	Peso	Kg

Pelo tamanho do bastidor porta-peças desta máquina e comparando com a máquina de testes, poder-se à colocar sensivelmente 20 bases das representadas na figura 2 (Peças A, B e C) por cada ciclo de 15 minutos. Obtendo-se uma cadência de produção aceitável. Com a

vantagem de se poder utilizar os porta-peças já existentes e assim não haver um custo associado à aquisição de novos porta-peças.

A seguir apresentam-se alguns problemas usuais com as suas causas e eventuais soluções, para um melhor conhecimento deste tipo de máquina.

- **Consumo elevado de solvente**

O odor excessivo de vapor é uma indicação de perda de vapor para a atmosfera. Com a ajuda de um aparelho detector deve-se localizar a origem da fuga, corrigi-la, e assim diminuir o seu consumo.

- **Contaminação do solvente com água**

Com o decorrer da produção o solvente tende a ser contaminado com água. A água com o percloroetileno forma um azeotrópico com um ponto de ebulição mais baixo que o solvente, causando perda de vapor e de solvente. Visto que o solvente não se separa da água após destilação.

A presença de água no solvente provocará manchas ou corroerá as peças, bem como aparecerá ferrugem nas paredes do bastidor da máquina. Na zona de vapor desenvolve-se uma densa nuvem branca, devido ao aumento de densidade do vapor provocado pela presença da água.

- **Perdas de solvente pelas lamas**

Apesar de não ter sido possível avaliar na prática as perdas de solvente pelas lamas, devido ao reduzido número de peças testadas. O fornecedor indica-nos que as perdas de solvente poderão ser de 22 a 33% ^[1]. Estas perdas serão tanto maiores quanto maior for a contaminação das peças a desengordurar. Por isso será importante reduzir as contaminações nas peças para haver um menor consumo de solvente.

6. Custos Associados ao Investimento

➤ Custo do investimento.

Custo da máquina: 125000 €.

Custo do grupo refrigerador: 5000 €.

- Custo total: 130000 €.

➤ Custo anual de amortização.

Considerando uma vida útil do equipamento de 10 anos, a amortização anual será de:

- 13000 €/Ano.

➤ Agravamentos anuais de custo com a máquina.

Custo do percloroetileno super estabilizado*: (Anexo I)

- 759 €/Ano.

Custo do estabilizador: (Anexo I)

- 2254 €/Ano.

Custo do aditivo DELFI 1^{**}: (Anexo I)

- 10090,08 €/Ano.

Custo de electricidade: (Anexo I)

- 323,77 €/Ano.

* Este valor não inclui os gastos de percloroetileno com as perdas, visto não ter sido possível realizar um estudo sobre este facto. Contudo, antevê-se que terá perdas reduzidas, visto que estas dependem da quantidade de sujidade retirada às peças.

** Este valor refere-se à utilização do aditivo DELFI 1 em todos os ciclos e a utilização da máquina somente na remoção de pasta de polir.

➤ **Reduções anuais de custo com a máquina.**

Custos totais relacionados com a máquina de tricloroetileno^{*}: (Anexo II)

- 1836,77 €/Ano.

A redução de custos na máquina de desengorduramento alcalino, estimando-se o prolongamento dos banhos, das resinas de permuta iónica e do carbono activado: (Anexo II)

- 2200 €/Ano.

➤ **Resultado da utilização desta máquina.**

Existem dois cenários possíveis, que de seguida se exemplificam:

1) Se a máquina for utilizada somente na remoção de pasta de polir:

a) Utilizando o aditivo DELFI 1, as despesas serão agravadas^{**}: (Anexo III)

- 11226,85 €/Ano.

b) Não utilizando o aditivo DELFI 1, as despesas passam a ser agravadas: (Anexo III)

- 1136,77 €/Ano.

2) Se a máquina for utilizada somente na remoção de óleos de corte:

a) O agravamento das despesas, será de: (Anexo III)

- 1500 €/Ano.

^{*} Considerando a substituição da máquina de tricloroetileno utilizada na remoção dos óleos de corte, proveniente do torneamento, pela máquina hermética.

^{**} Supondo a utilização do aditivo DELFI 1 em todos os ciclos de desengorduramento anualmente.

7. Conclusões

A melhoria de qualidade das peças utilizando a máquina hermética com fase vapor, foi comprovada com a ausência de qualquer defeito superficial, defeitos observados anteriormente com a utilização do desengorduramento alcalino ou outro.

Comprovou-se a aplicabilidade com sucesso na utilização deste tipo de máquina e respectivo solvente na remoção de óleos de corte. Havendo por isso a possibilidade, de esta ser também utilizada para este fim. A utilização de uma máquina hermética na remoção de óleos da maquinagem levaria a uma melhoria da segurança e da qualidade do posto de trabalho, e seria um passo importante para uma futura certificação ambiental, cada vez mais importante nas empresas que pretendem perdurar com solidez.

Na remoção de pasta de polir, deve-se sempre que possível evitar a utilização do aditivo DELFI 1, visto este aumentar o custo do processo se for constantemente utilizado, isto pode ser conseguido com ciclos de desengorduramento mais prolongados e com peças que contenham pouca pasta de polir na superfície. Por isso, este aditivo deve ser somente utilizado em peças polidas que apresentem dificuldades acrescidas na remoção de pasta de polir.

As peças provenientes do polimento e que foram envernizadas, apresentavam o acabamento pretendido. Logo, poder-se-á dizer que esta máquina tem um aumento de qualidade a todos os níveis.

Da avaliação económica, conclui-se que para os cenários descritos haverá sempre um agravamento de custo na utilização da máquina de desengorduramento hermética. Em relação à utilização da máquina na remoção de pasta de polir o agravamento anual estará compreendido entre 1136,77 €/Ano e 11226,85 €/Ano. O valor final dependerá da quantidade de aditivo utilizada, o primeiro valor refere-se à não utilização do aditivo, enquanto que o segundo se refere à utilização do mesmo em todos os ciclos. Com a utilização desta máquina haverá um aumento de qualidade do desengorduramento, provocando menores rejeições, visto que actualmente são de sensivelmente 20%. Este aumento de qualidade originará uma diminuição dos custos provocados nas acções correctivas e atrasos na produção.

Se a máquina for aplicada na remoção de óleos de corte, provenientes da maquinagem, o agravamento será de 1500 €/Ano. Mas será possível obter no futuro a certificação ambiental, bem como melhorar o ambiente no posto de trabalho.

8. Referências Bibliográficas

[1] Documentos fornecidos pela AMA Universal.

[2] <http://www.degreasingdevices.com/ebook.htm>

ANEXOS

ANEXO I

➤ Cálculos relacionados com os agravamentos anuais da máquina

- **Custo do percloroetileno super estabilizado:**

Preço do solvente = 0,86 €/Kg.

Carga de solvente = 550 L.

Sendo o custo deste solvente em €/Kg, pesou-se 10 ml deste solvente, obtendo-se o peso volúmico aproximado de 1,6 Kg/L. Para assim se poder obter o custo de solvente por litro.

Preço por litro: $1,6 \text{ Kg/L} \times 0,86 \text{ €/Kg} \approx 1,38 \text{ €/L}$.

Custo anual de solvente: $550 \text{ L} \times 1,38 \text{ €/L} = \underline{759 \text{ €/Ano}}$.

- **Custo do estabilizador:**

Preço do estabilizador = 49 €/L.

Em função da produção, espera-se um consumo semanal de 1 litro.

Para 46 semanas de trabalho/Ano, vem:

Custo anual com o estabilizador: $46 \text{ L/Ano} \times 49 \text{ €/L} = \underline{2254 \text{ €/Ano}}$.

- **Custo do aditivo DELFI 1:**

Preço do aditivo = 13,30 €/L.

Por ciclo são necessários 0,025% de aditivo em relação à carga de solvente, que neste caso é de 550 L. Sendo necessário:

$0,025\% \times 550 \text{ L} = 0,137 \text{ L}$ de aditivo DELFI 1 por ciclo.

Fazendo com que o custo por cada ciclo seja de $0,137 \text{ L/Ciclo} \times 13,30 \text{ €/L} = 1,82 \text{ €/Ciclo}$.

O que por sua vez:

- Se um ciclo durar 15 minutos.
- Se forem necessários sensivelmente 20 minutos, incluindo o carregamento e descarregamento das peças.
- Para 8 horas de trabalho teremos 24 ciclos/Dia ($8\text{h} \times 3 \text{ Ciclos/h}$).

A constante utilização deste aditivo custará:

$$24 \text{ Ciclos/Dia} \times 1,82 \text{ €/ciclo} = 43,68 \text{ €/Dia, ou seja } \underline{10090,08 \text{ €/Ano.}}$$

- **Custo de electricidade:**

Preço de electricidade = $0,073 \text{ €/KW}$.

Consumo da máquina = $2,4 \text{ KW/h}$.

Considerando que se trabalha 1848 h/Ano ($8\text{h} \times 21 \text{ dias} \times 11 \text{ meses}$), o custo de electricidade é:

$$0,073 \text{ €/KW} \times 2,4 \text{ KW/h} \times 1848\text{h} = \underline{323,77 \text{ €/Ano.}}$$

- **Resultado dos agravamentos:**

1) Se a máquina for utilizada somente na remoção de pasta de polir:

a) Utilizando o aditivo DELFI 1, o agravamento total é:

$$759 \text{ €/Ano} + 2254 \text{ €/Ano} + 10090,08 \text{ €/Ano} + 323,77 \text{ €/Ano} = \underline{13426,85 \text{ €/Ano.}}$$

b) Não utilizando o aditivo DELFI 1, o agravamento total passa a ser:

$$759 \text{ €/Ano} + 2254 \text{ €/Ano} + 323,77 \text{ €/Ano} = \underline{3336,77 \text{ €/Ano.}}$$

2) Se a máquina for utilizada somente na remoção de óleos de corte:

a) O agravamento anual será de:

$$759 \text{ €/Ano} + 2254 \text{ €/Ano} + 323,77 \text{ €/Ano} = \underline{3336,77 \text{ €/Ano.}}$$

ANEXO III

➤ Cálculos relacionados com os resultados da utilização desta máquina

(Agravamentos de custo – Reduções de custo = Resultado)

1) Se a máquina for utilizada somente na remoção de pasta de polir

a) Utilizando o aditivo DELFI 1, o resultado total é:

$$13426,85 \text{ €/Ano} - 2200 \text{ €/Ano} = \underline{11226,85 \text{ €/Ano.}}$$

b) Não utilizando o aditivo DELFI 1, o resultado total passa a ser:

$$3336,77 \text{ €/Ano} - 2200 \text{ €/Ano} = \underline{1136,77 \text{ €/Ano.}}$$

2) Se a máquina for utilizada somente na remoção de óleos de corte

a) O resultado anual será de:

$$3336,77 \text{ €/Ano} - 1836,77 \text{ €/Ano} = \underline{1500 \text{ €/Ano.}}$$



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000088438



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

Nome: António Sérgio da Silva Soares

Curso: Eng. Metalúrgica e Materiais

Datas: 1/2/2003 a 6/30/2003

Tema: Soluções e técnicas de desengorduramento

Empresa: VALSAN - Valdemar dos Santos, Lda

Concurso: 306/012-03 – PRODEPII – Medida 3/Ação 3.2 - Estágios