

REVISTA

SODEBRAS

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

VOLUME 1 - Nº 06 - Junho/ 2006
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

RODA D'ÁGUA CONFECCIONADA EM MADEIRA PARA ACIONAR BOMBA DE ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS – Ildfonso Miguel de Souza; Teófilo Miguel de Souza	02
CVD DIAMOND FILM DEPOSITION ON AL-SI ALLOY EMPLOYED IN INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTONS – T. M. de Souza; C. A B Júnior	08

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

Roda d'água confeccionada em madeira para acionar bomba de água em propriedades rurais

Ildefonso Miguel de Souza

Fazenda Pedra Branca
Rodovia Laranjal-Palma, km 5,5; 36760-000, Laranjal, MG
E-mail: ildefonsomiguel@ig.com.br

Teófilo Miguel de Souza

Centro de Energias Renováveis – UNESP-Guaratinguetá
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333; 12516-410, Guaratinguetá, SP
E-mail: teofilo@feg.unesp.br

Uma roda d'água confeccionada com madeira de lei, conhecida como vinhático, foi projetada e montada em uma propriedade rural na cidade de Laranjal-MG. As cambotas, as cubas de água e os raios da roda foram feitos aproveitando-se a madeira seca de procedência das matas locais. A circunferência interna da roda foi feita de aço inox com chapa de 2mm de espessura. Uma cruzeta de metal prende o eixo aos raios. Também foi desenvolvida uma bomba d'água monocilíndrica com aço inox para ser acionada pela roda através de um sistema biela-manivela cujo menor curso do pistão é 40 mm e o maior é 100mm. O equipamento é utilizado para bombear água para uma distância de 200 metros com altura total de elevação de 15 metros. O diâmetro interno da roda é de 0,8m e a largura da mesma é de 0,21m. O total de cubas d'água é de 18. A tubulação de acionamento da roda é de 100mm. A tubulação de entrada de água da bomba tem o diâmetro de 25mm e a saída de 19mm internos. O sistema assim disposto gira entre 40 e 45 rotações por minuto e faz com que mais de 4000 litros de água diários sejam bombeados. Esta quantidade de água é suficiente para fornecer água para 6 pessoas e 100 bovinos. O conjunto roda d'água e bomba d'água foi desenvolvido com um custo total menor que R\$500,00. As conexões, tubulações de acionamento da roda, entrada e saída e a caixa para armazenamento de água somaram outros R\$500,00.

Palavras-chaves: roda d'água, madeira, bombeamento, propriedade rural

1 – Introdução

O bombeamento d'água para irrigação, consumo humano e animal, abastecimento de reservatórios e açudes é uma necessidade na maioria das propriedades rurais, o que pode ser conseguido, além do mencionado no capítulo anterior, com rodas d'água. Assim sendo, a roda d'água é mais uma opção para o abastecimento de água em sítios, fazendas, chácaras, pousadas, hotéis-fazenda e etc. De funcionamento simples, baseia-se no aproveitamento da energia hidráulica utilizando a força de acionamento de uma queda d'água para gerar o bombeamento sendo, portanto, uma alternativa não poluente, “ecologicamente correta”, e de baixo custo de aquisição e manutenção.

Assim serão apresentadas as ferramentas e variáveis necessárias para o dimensionamento de um sistema de bombeamento de água utilizando-se de uma roda d'água.

2 - Considerações técnicas

Quando se tem uma queda d'água disponível, pode se utilizar uma roda d'água para bombeamento de água e geração de energia elétrica. Sendo de grande eficiência e com custo de aquisição e operacional relativamente baixos, torna-se um atrativo para as propriedades que tenham necessidade de bombeamento de água. Existem rodas d'água de vários tipos e modelos dependendo

das aplicações a que se destinam. De fácil instalação e manutenção, podem ser instaladas para obter o aproveitamento das águas desde pequenas quedas (bicas) até mesmo riachos e rios, com ou sem barragens para armazenamento e elevação do nível do reservatório. Este trabalho dedica-se às rodas do tipo sobreaxial ou de cima, por serem as mais simples, mais baratas e conseqüentemente as mais comuns. As rodas d'água são freqüentemente encontradas em madeira, ferro e, dependendo da aplicação, em materiais especiais como o PVC.

2.1. Tipos de Instalações com Rodas d'água

Por questões de facilidade de instalação, baixo investimento e mínima agressão ao meio ambiente, considerar-se-á apenas dois tipos básicos de instalações de Rodas d'água:

- ✓ **Rodas d'água a Fio d'água** - Utilizada quando a vazão de acionamento é suficiente para atender às necessidades de bombeamento, sendo também a mais barata, portanto com melhor custo x benefício.
- ✓ **Rodas d'água com Reservatório** - Utilizada quando a vazão de acionamento não é suficiente para suprir o bombeamento, necessitando, neste caso, recorrer a um reservatório. O reservatório pode ter sua vazão controlada, permitindo uso de maior volume d'água quando da necessidade de maior consumo de energia elétrica ou de bombeamento.

O bombeamento pode ser conseguido basicamente de duas maneiras sendo através da ação da gravidade seja por elevação em desnível. A primeira opção é mais barata e deverá sempre que possível ser adotada. Para a segunda opção, quando o centro consumo está localizado acima da fonte de abastecimento, será necessário recorrer ao bombeamento para que ocorra a elevação em desnível.

Importante salientar que a vazão de acionamento não é necessariamente a mesma água utilizada para o bombeamento, ou seja, água de abastecimento diferente da água de acionamento. O que vem a ser uma grande vantagem pois, permite, desta forma, utilizar-se, por exemplo, de água não potável para o bombeamento de água potável, sem que haja contato entre elas.

3- Dimensionamento de Sistema de Bombeamento com Roda D'água

Para que se possa fazer o cálculo da demanda de água por dia em litros, é necessário conhecer a necessidade diária de água dos possíveis consumidores.

Costuma-se fazer uma estimativa de necessidade de consumo por população humana, animal e por utilização em irrigação. Esta estimativa prática está apresentada na Tabela - 1.

A Tabela 1 é recomendada por expressar praticamente a necessidade de consumo (demanda) diária e deve ser utilizada multiplicando-se o número de consumidores pelo respectivo consumo diário. Ao final faz-se o somatório " Σq " das demandas individuais para se obter a demanda diária total "**q**" em **(litros/dia)**.

Além desses dados, em um projeto é necessário conhecer também o seguinte:

- ✓ Alturas de Queda e Elevação;
- ✓ Vazão de Acionamento nas estações "seca", "chuvas" e com represamento;
- ✓ Comprimento da Tubulação;
- ✓ Tempo de Utilização.

Tabela -1 - Demanda diária d'água (litros/dia)

Consumidor	(litros / dia)
Pessoas	100
Aves	0,3
Caprinos	5
Suínos + Higiene	15
Bovinos	35
Eqüinos	50
Hortas (por m ²)	5
Jardins (por m ²)	5

3.1.Cálculo da Demanda Diária de água “q”

A demanda de água em litros por dia é dada por:

$$q = \sum q \text{ consumidor (l/dia)}$$

A Tabela 1 deve ser utilizada para se estimar a necessidade diária de consumo humano e animal.

A demanda “q” em **litros por segundo** é dada por:

$$q = \frac{\sum q \text{ (l/dia)}}{86.400} \text{ (l/s)}$$

3.2.Dimensionamento das Tubulações

A Tabela 2 permite a escolha das tubulações de entrada e saída, ou seja, sucção e recalque, em função da vazão em litros por segundo.

Tabela-2 - Diâmetro da tubulação em polegadas de acordo com a vazão

Vazão Q (l/s)	Q < 2	2 ≤ a < 6	6 ≤ a < 15	15 ≤ a < 30	30 ≤ a < 50	50 ≤ a < 80	80 ≤ a < 120	120 ≤ a < 150	150 ≤ a < 180	180 ≤ a < 210
Ø Tubulação (“)	3 “	4 “	6 “	8 “	10 “	12 “	14 “	16 “	18 “	20 “

Da mesma forma pode-se dimensionar a tubulação de alimentação da roda utilizando-se a Tabela 2, porém, sempre que possível devem ser utilizadas técnicas mais baratas e de instalação mias simples como, por exemplo, calhas ou canaletas de madeiras.

De acordo com o comprimento das tubulações, assim como o desnível deve-se utilizar canos ou mangueiras próprias para suportar a pressão exercida pela água.

4- Montagem e instalação da roda d'água de madeira e da bomba

A roda d'água foi confeccionada com madeira de lei, conhecida como vinhático e montada em uma propriedade rural na cidade de Laranjal-MG. As cambotas, as cubas de água e os raios da roda foram feitos aproveitando-se a madeira seca de procedência das matas locais, conforme mostrado na Figura 1. O diâmetro interno da roda é de 0,8m e a largura da mesma é de 0,21m. O total de cubas d'água é de 18. A circunferência interna da roda foi feita de aço inox com chapa de 2mm de espessura. A Figura 3 mostra a cruzeta de metal que prende o eixo aos raios. Também foi desenvolvida uma bomba d'água monocilíndrica com aço inox para ser acionada pela roda através de um sistema biela-manivela cujo menor curso do pistão é 40 mm e o maior é 100mm apresentada na Figura 4. O equipamento é utilizado para bombear água para uma distância de 200 metros com altura total de elevação de 15 metros. A tubulação de acionamento da roda é de 100mm. A tubulação de entrada de água da bomba tem o diâmetro de 25mm e a saída de 19mm internos.



Figura 1-Etapas da construção da roda d'água feita de madeira.



Figura 2- Cruzeta de metal que prende o eixo aos raios e a circunferência interna

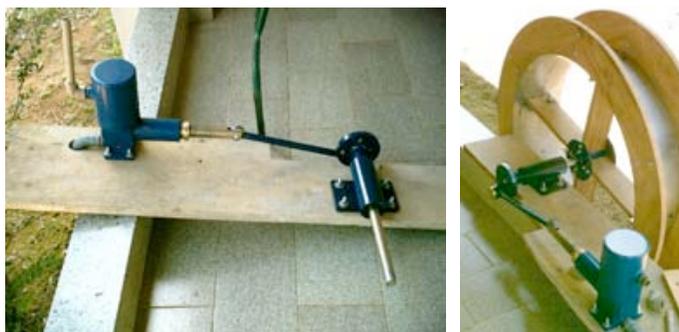


Figura 3- Bomba d'água monocilíndrica apresentando os detalhes de acoplamento à roda

5- Desempenho do sistema roda d'água e bomba

O sistema de bombeamento instalado gira entre 40 e 45 rotações por minuto e faz com que mais de 4000 litros de água diários sejam bombeados. Esta quantidade de água é suficiente para fornecer água para 6 pessoas e 100 bovino distantes cerca de 200 metros da fonte de água e 15 metros de elevação, mostrado na Figura 4. O conjunto roda d'água e bomba d'água foi desenvolvido com um custo total menor que R\$500,00. As conexões, tubulações de acionamento da roda, entrada e saída e a caixa para armazenamento de água somaram outros R\$500,00. Foram feitas duas versões do eixo-biela manivela, uma com haste curta cujo comprimento é de 0,3m apresentada na Figura 5.a e a outra com haste longa, com comprimento de um metro, mostrada na Figura 5.b. A diferença entre uma e outra haste está no maior desgaste mecânico da versão com haste curta. A de haste curta funcionou durante mais de um ano.



Figura 4-O sistema de bombeamento de água alimenta os reservatórios a 200m.



Figura 5a –Acionamento da bomba de água com haste curta



Figura 5b –Acionamento da bomba de água com haste longa

6- A quem se destina

A roda d'água é o equipamento ideal para o abastecimento de água em hotéis fazenda, pousadas, agropecuária, fazendas, sítios, chácaras e propriedades rurais em geral, piscicultura e demais aplicações que requeiram abastecimento de água.

7- Comentários e Conclusões

A proposta deste trabalho foi a de apresentar a grande utilidade desse mecanismo relativamente simples e barato para atendimento à necessidade de bombeamento. Assim o objetivo foi apresentar as condições de realizar a análise de o dimensionamento de um sistema de bombeamento utilizando a roda d'água.

8- Bibliografia

Site: www.zmbombas.com.br

Site: www.unesp.br/desenv/web/cer

Site: www.periódicos.capes.gov.br

CVD Diamond Film Deposition on Al-Si Alloy Employed in Internal Combustion Engine Pistons

T. M. de Souza¹, C. A B Júnior¹

¹ Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Dispositivos com Diamante CVD e Novos Materiais
Unesp, Guaratinguetá

Abstract. Growth of diamond thin films by the Chemical Vapor Deposition (CVD) using the hot filament reactor assisted technique introduces to the substrate low friction coefficients and high resistance to erosion, thus becoming a recommendable material for severe friction applications. Critical working conditions are found mainly in movable mechanical components that operate in sliding movements and result as a consequence in severe abrasion, leading to fatigue and material weariness, besides producing heat due to energy dissipation. An engine piston is a good example of a mechanical component working in extreme conditions of temperature and friction. A study has been carried out on CVD diamond film deposition on several materials, particularly the Al-Si based piston, which is most commonly, used type of pistons in internal combustion engines, to greatly improve its performance.

Keywords: Al-Si alloy, CVD diamond, Pistons, Combustion Engine, material weariness.

Support: Fapesp, CNPQ, Fundunesp, Propp-Unesp

1. Introduction

At the present automotive technology stage a continuous effort for technical and economic refinements finds in the development of new material projects an advance for better performance and economy.

Searching for a more economic engine, the basic purpose is to reduce every energy loss so as to obtain combustive gain. An important loss in the internal combustion engine is caused by friction between moving parts, chiefly between pistons and cylinders. The effects of that factor can be minimized by proper lubricating oils which confers a way to facilitate the sliding of parts in contact but not avoiding weariness.

With the possibility of applying the properties of the CVD Diamond, namely: low-friction-coefficient, high-thermal-conductivity and high-resistance-to-erosion to the engine pistons, a concentrated effort has been dedicated to improve the piston performance considering besides, that the CVD diamond film also acts as a solid self-lubricating feature where the piston is submitted to extreme conditions of operation. Most of the engine piston manufactured today is made of Al-Si alloy, so this material has been the object of the present research. This work is the initial stage to deal with the deposition of CVD diamond film on Al-Si alloy by the Hot Filament Reactor assisted technique where aspects of the reactor operating temperature and pressure, gas flux and its composition can influence and, finally, the composition of the alloy.

2. Experimental details

Al-Si samples were cut to 2,0 x 2,0 x 1,0 cm and identified to be submitted to surface pretreatments by scratching with 400, 600, 1000 and 1500 grid sandpapers and afterwards cleaned with ultrasound for the incrustations retentions. The samples were weighted and their surface morphology determination obtained by means an scanning electro microscopy. EDX analyzed samples pretreated. CVD diamond film was deposited by means of the Hot Filament Reactor assisted technique within a gaseous mixture of Hydrogen and Methane. An uniform thin diamond film was formed on Al-Si surface with a morphology predominantly without orientation. The CVD diamond film presented good adhesion.

2.1. Substrate preparation

A superficial treatment was made on each sample pursuing the removal of incrustations and oxides, besides conferring a smooth aspect to each one. The cleaning process started with sandpaper scratching followed by polishment with a solution of aluminum oxide after which the sample was cleaned in distilled water, dried with cotton, weighted and measured. Following, the prepared sample was placed in the hot filament reactor, water cooled. The reactor chamber was then closed and submitted to vacuum. Once the reactor reached the working pressure, a gas mixture was injected into it, followed by heating the reactor filament

2.2. Sample characteristics

Composition: Al, Si, Cu, Ni
 Geometry: rectangular
 Dimensions: 20 x 20 x 10 mm
 Diamond mean density: 3.51 g/cm³

Surface preparation

Initial polishment: 400 mess + distilled water
 Final polishment: Felter + Al₂O₃ + distilled water
 Dryness: hot air + cotton

Gas mixture

98.5% H₂
 1.5% CH₄
 Total flux: 120 sccm

Filament parameters

U: 18.00 Volts
 A: 12.70 Ampere
 Diameter: 200 μm
 Quantity: 2

Reactor parameters

Power: 228.6 W
 Pressure: 50 Torr
 Temp: 600°C
 Water flux: 54 l/hour
 Deposition time: 2h30

2.3 Equipment setup

Figure 1 shows the setup used for the essays.



Fig. 1 – Hot Filament Reactor setup

3. Results and Discussions

After deposition, the sample presented a change in color indicating the formation of a layer of material onto the sample. Precise answers were obtained after submitting the sample to an scanning electron microscope and analysis by EDX, which demonstrated the growth of a diamond film. Figure 2 shows the morphology of CVD diamond film.

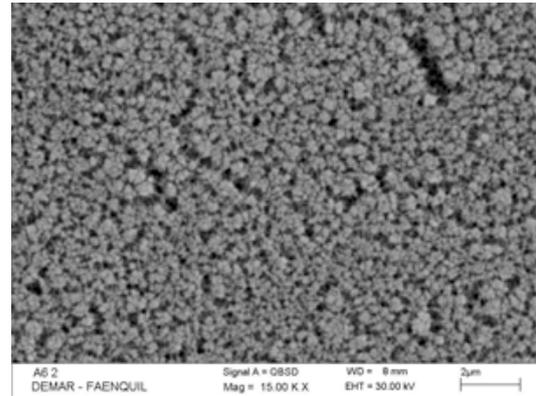


Fig. 2 – Image obtained with scanning electron microscope (15000x)

The electronic diffraction X-ray obtained of the subject sample is shown in figures 3 and 4, where distinct peaks are observed.

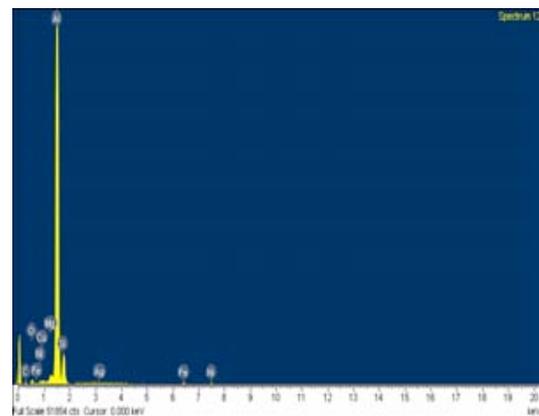


Fig.3 – EDX analysis of sample before deposition

Table - 1 Analysis of sample before deposition

<i>Element</i>	<i>Weight%</i>	<i>Átomos%</i>
C (K)	10.47	20.46
O (K)	5.99	8.79
Mg (K)	0.98	0.94
Al (K)	66.50	57.88
Si (K)	12.89	10.78
Fe (K)	0.62	0.26
Ni (K)	0.90	0.36
Cu (K)	0.99	0.36
Ag (L)	0.67	0.15
Totals	100.0	

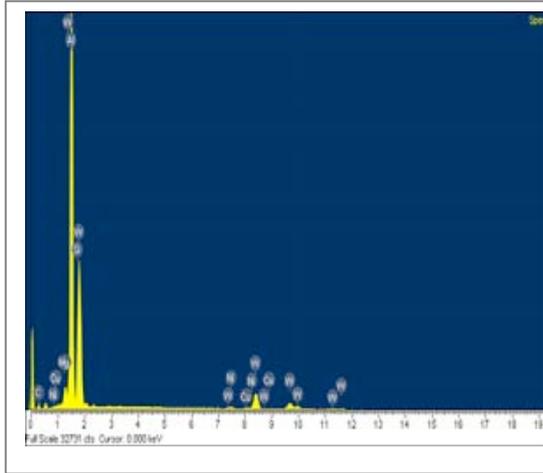


Fig.4 – EDX analysis of sample after deposition

Table 2 - Analysis of sample after deposition

Element	Weight %	Atoms%
C (K)	7.93	26.13
Mg (K)	1.56	2.54
Al (K)	34.95	51.30
Si (K)	6.17	8.71
Ni (K)	0.70	0.47
Cu (K)	0.87	0.54
W (M)	47.81	10.30
Totals	100.00	

4. Conclusion

In principle, the process seems most appropriate with good possibilities to meet the proposal of this research. However, a continuous refinement in the applied technique must be implemented. Further experiments, using different pressures, gas flux and temperatures are being scheduled.

Acknowledgement

The authors want to express their best thanks for the support of the following entities and collaborators:

FUNDUNESP, CNPq, PROPP, FAPESP, Rodolfo dos Santos, Rafaela, Posch, Fabricio, Wilson, Valdir and Falconi.

References:

- 1) ASM. Handbook of Metallography and Microstructures Materials Park. Vol 9, 1985.
- 2) Barros, Rita C. Souza, Teófilo M. Trava-Airoldi at ali, Diamond and Related Materials n. 5, 1996, p. 1323.
- 3) Trava-Airoldi, V.J., Teófilo M. at ali, CVD Diamond: An Important Material for Many Applications” em CD-Rom. II Cong. Int. Tec. Met. and Materials, 1997.
- 4) DAVIS, Robert F. – Diamond Films and Coatings – Development, Properties and Applications – Noyes Publications – Edited by North Carolina State University, North Carolina – 1993.