

AUMENTO DA CONFIABILIDADE DE ROLETES DE PLANICIDADE INSTALADOS EM LAMINADORES DE FOLHA DE ALUMINIO*

Marcelo Gonçalves Pereira¹
João Guilherme Brigoni Massot²
Danilo Amorim da Silva³
Edmilson Ricardo de Oliveira Santos⁴
Dario Galli Barbosa⁵

Resumo

Os roletes de planicidade estão instalados na posição frontal dos laminadores. O histórico do equipamento mostra um tempo entre falha de 6 meses, caracterizadas principalmente por fratura da gaiola e danos na pista dos rolamentos lado acionado. Danos no eixo na região de montagem aumentam em torno de 10 horas a indisponibilidade da máquina para recuperação do mesmo. A partir da RCFA realizada nos rolamentos falhos, identificou-se deficiência de lubrificação, sinais de ovalização, descascamento e desalinhamento na pista de rolagem, fratura da gaiola. Com base nos modos de falha foi realizado a alteração e adequação da lubrificação dos mancais, melhora do sistema de vedação e alteração da disposição de montagem dos rolamentos de contato angular de back-to-back ("O") para face-to-face ("X"). Com as modificações realizadas os roletes atualmente operaram por mais de 14 meses sem ocorrência de falha.

Palavras-chave: Roletes; Laminadores; Rolamentos; Arranjo.

INCREASING RELIABILITY OF FLATNESS ROLLERS INSTALLED IN ALUMINUM SHEET ROLLING MILLS

Abstract

The flatness rollers are installed in the front position of the rolling mills. The equipment shows a historical failure time between 6 months mainly characterized by the cage fracture and damage on the runway side of the driven rollers. Damage to the axis in the mounting region increase around 10 hours downtime of the machine for recovery of the same. From the RCFA held on faulty bearings, lubrication deficiency is identified, roundness signs, peeling and misalignment on the track scroll, cage fracture. Based on the failure modes was made the change and adaptation of bearing lubrication, improved sealing system and change the mounting arrangement of angular contact bearings back-to-back ("O") for face-to-face ("X"). With the changes made rollers currently operated for more than 14 months without occurrence of failure.

Keywords: Rollers; Mills; Bearings; Arranged.

¹ Engenheiro Industrial Mecânico, Engenheiro de Aplicação, SKF do Brasil LTDA, SP, Brasil.

² Engenheiro Mecânico, Coordenador Engenharia de Aplicação, SKF do Brasil LTDA, SP, Brasil.

³ Engenheiro Industrial Mecânico, Engenheiro de Aplicação, SKF do Brasil LTDA, SP, Brasil.

⁴ Engenheiro Mecânico/Unesp; Dr. Eng. Mécânica/Unicamp, Engenheiro de Simulação Numérica, SKF do Brasil LTDA, SP, Brasil.

⁵ Engenheiro Mecânico, Supervisor de Contrato, SKF do Brasil LTDA, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Os roletes de planicidade estão instalados na posição frontal dos laminadores. Os mesmos possuem a função de avaliar a planicidade da folha laminada. A Figura 1 mostra o arranjo de rolamentos instalados no mesmo, sendo do lado operador o rolamento de rolos cilíndricos NU 1026 ML/C3 e acionamento o rolamento de contato angular 7222 CDGA/P4A dispostos em “O” (back-to-back).

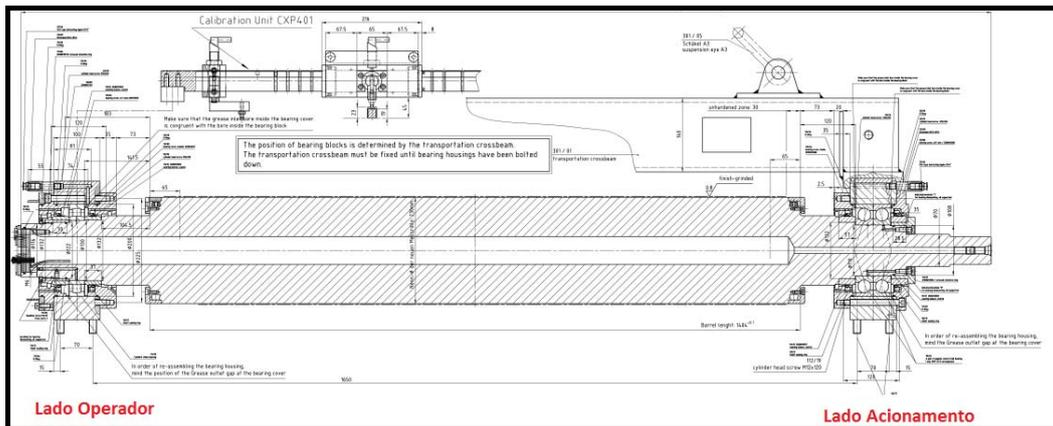


Figura 1. Desenho do Rolete de Planicidade.

1.1- Caracterização do Problema

As Figuras de 2 à 7 evidenciam as características dos rolamentos falhos 7222 CDGA/P4A. A partir da RCFA identificou-se descascamento nas pistas do anel interno, corrosão de contato, deficiência de lubrificação, desalinhamento na pista de rolagem e fratura da gaiola. Os rolamentos de rolos cilíndricos em nenhuma ocorrência apresentaram modos de falha.



Figura 2 – Descascamento nas Pistas do Anel Interno – Característico de sobrecarga radial.

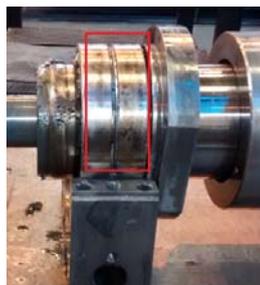


Figura 3. Corrosão de contato no diâmetro externo do rolamento – ISO 15243¹.



Figura 4. (a) Fratura da gaiola causada por deficiência na lubrificação; (b) Obstrução do canal de lubrificação.



Figura 5. Fratura da gaiola causada por desalinhamento.

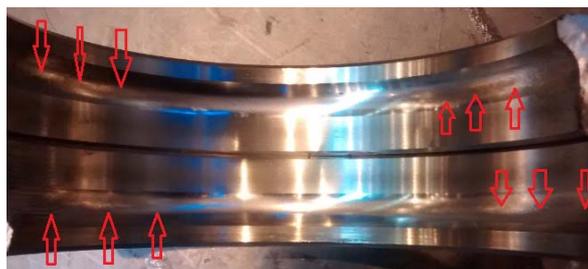


Figura 6. Pista de rolagem do anel externo com marcas de desalinhamento.



Figura 7. (a) Corrosão de contato no furo do rolamento; (b) Dano do eixo na região de montagem do rolamento.

1.2- Objetivo

O objetivo deste estudo foi com base nos modos de falha apresentado pelos rolamentos 7222 CDGA/P4A, propor ações de melhoria com o intuito de aumentar a confiabilidade dos roletes de planicidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Dados da Aplicação

Nas Tabelas de 1 e 2 encontram-se os dados dos equipamentos.

Tabela 1. Dados dos Equipamentos

Equipamento	Rolete de Planicidade
Mancais (Cilindros de Apoio)	Rolamentos
	NU 1026 ML/C3
Lado Operador	02 x 7222 CDGA/P4A
Lado Acionamento	
Acionamento (Polia e Correia)	
Pré Tensionamento Correia Nova	392,96 N
Tensionamento Correia Nova	687,68 N (Máximo)
Carga Axial	1500 N
Carga Radial (região de passagem da folha)	10000 – 20000 N/m
Temperatura de Operação	70°C

Tabela 2. Lubrificação e ambiente

Rotação	3000 rpm	
Lubrificação		
	Tipo	Graxa
	Sistema Lubrificação	Manual
	Lubrificante	Asonic-hq-72-102
	Viscosidade	100 mm ² /s – 40°C
		12 mm ² /s – 100°C
Ambiente	Contaminação Muita Severa	$\eta_c = 0,3$

2 Ajustes

Os ajustes apresentados na Tabela 3 estão de acordo com os desenhos do equipamento.

Tabela 3. Ajustes e Tolerâncias

Rolamento		Dimensão / Tolerância		Valor
7222 CDGA/P4A	Eixo	$\varnothing d = 110 \text{ mm}$	js4	(109,995 a 110,005) mm
		Cilindricidade	----	0,005 mm
	Caixa	$\varnothing d = 200 \text{ mm}$	JS6	(199,985 a 200,0145) mm
		Cilindricidade	----	0,005 mm
NU 1026 ML/C3	Eixo	$\varnothing d = 130 \text{ mm}$	n6	(130,027 a 130,052) mm
		Cilindricidade	----	0,005 mm
	Caixa	$\varnothing d = 200 \text{ mm}$	H7	(200,000 a 200,046) mm
		Cilindricidade	----	0,005 mm

2.3 Simulação Numérica do Arranjo de Rolamentos

Para o estudo do arranjo de rolamentos apresentados na Figura 1, utilizou-se o programa computacional Simpro Expert 3.4. A Figura 8 apresenta o modelo matemático para o qual considerou-se:

- Metodologia de cálculo de vida à fadiga baseada na norma ISO 281² (L10mh), e também Advanced Fatigue Calculation (L10AFCh).
- Todas as condições de operação apresentados nas Tabelas 1 e 2 (carga/temperatura/rotação) foram aplicados de forma contínua.

Não estão contemplados no cálculo:

- Flexibilidade dos componentes, apenas o eixo, com elasticidade linear.
- Efeitos térmicos e dinâmicos do sistema.
- Efeitos causados pela presença de óleo de laminação nos mancais.
- Eventual falha da vedação.

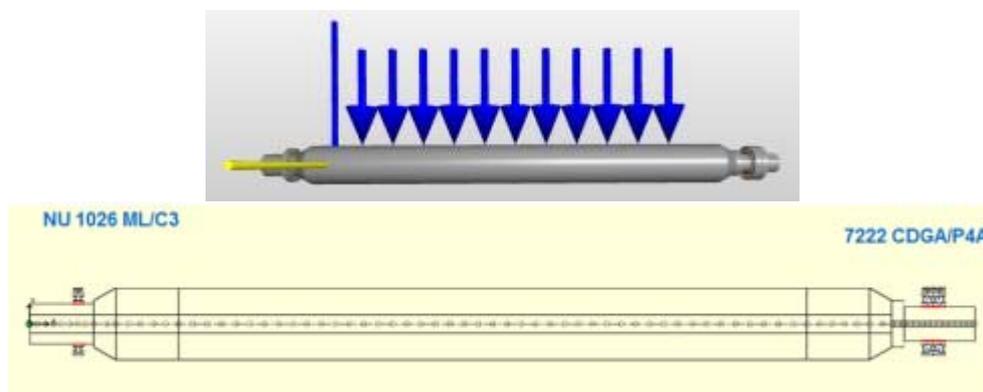


Figura 8. Modelo matemático do Simpro Expert 3.4.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 9 apresenta o comportamento da carga axial induzida sobre os rolamentos 7222 CDGA/P4A quando submetido a uma carga radial. Observa-se pelos resultados apresentados que o arranjo em “O” (back-to-back)³ induz maior carga axial (9kN) comparado a montagem em “X” (face-to-face)³ (7kN). Esta carga axial agindo sobre o rolamento que esta instalado com um ajuste “leve” js4, pode acarretar em micro-movimentos no anel interno do rolamento, gerando corrosão por contato e danos ao eixo e pistas do rolamento.

* Contribuição técnica ao 53º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, parte integrante da ABM Week, realizada de 26 a 30 de setembro de 2016, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

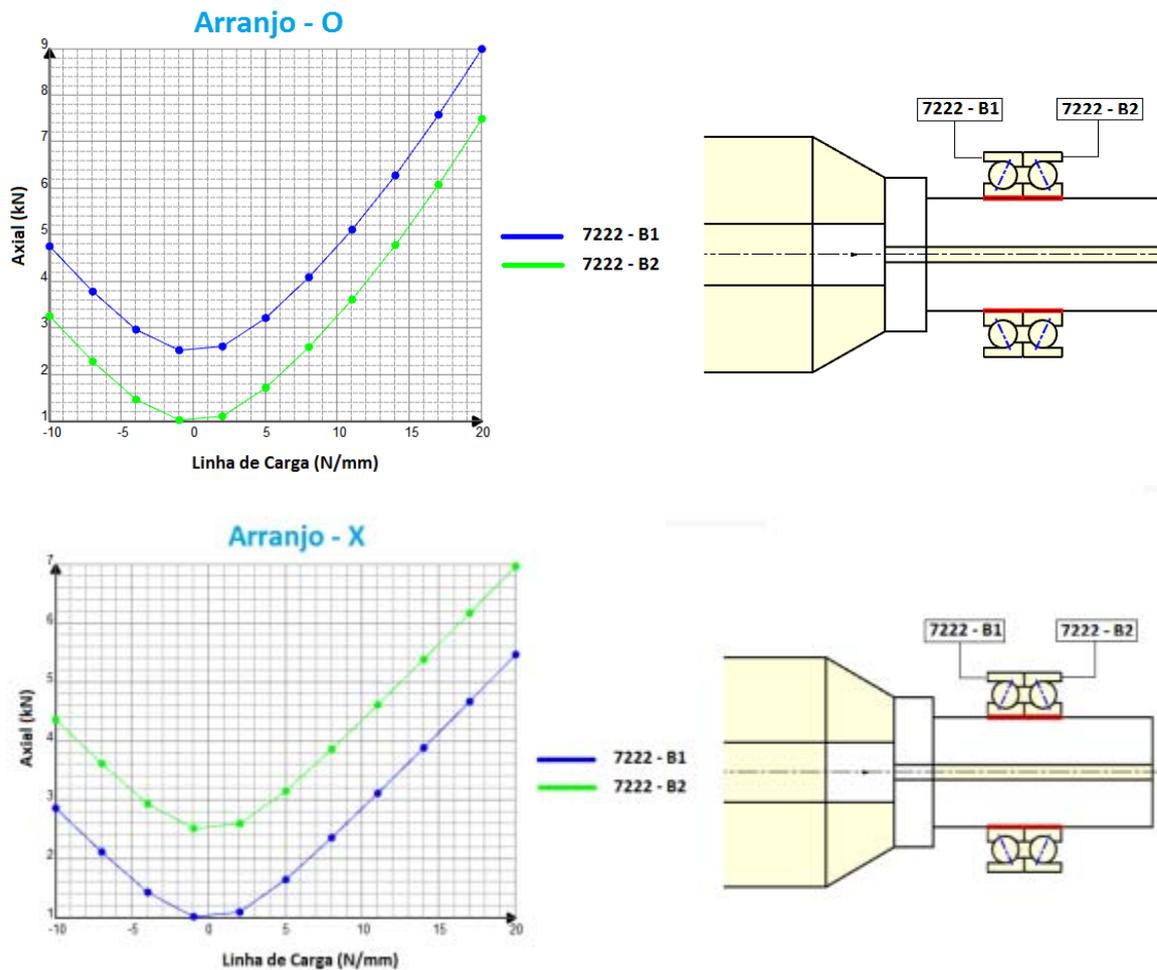


Figura 9. Força axial induzida sobre o rolamento 7222 CDGA/P4A.

Embora o arranjo em “X” induza menor carga axial sobre os rolamentos, deve-se antes avaliar a deflexão do eixo para uma alteração de arranjo de montagem. Seja visto que o rolamento oposto (NU 1026 ML/C3) é sensível a desalinhamento.

Conforme Figura 10, nota-se que os resultados de deflexão do cilindro estando os rolamentos 7222 CDGA/P4A dispostos em “O” (back-to-back) ou “X” (face-to-face) não apresentam diferença significativa, o que poderia comprometer a vida de ambos os rolamentos (NU 1026 ML/C3 e 7222 CDGA/P4A).

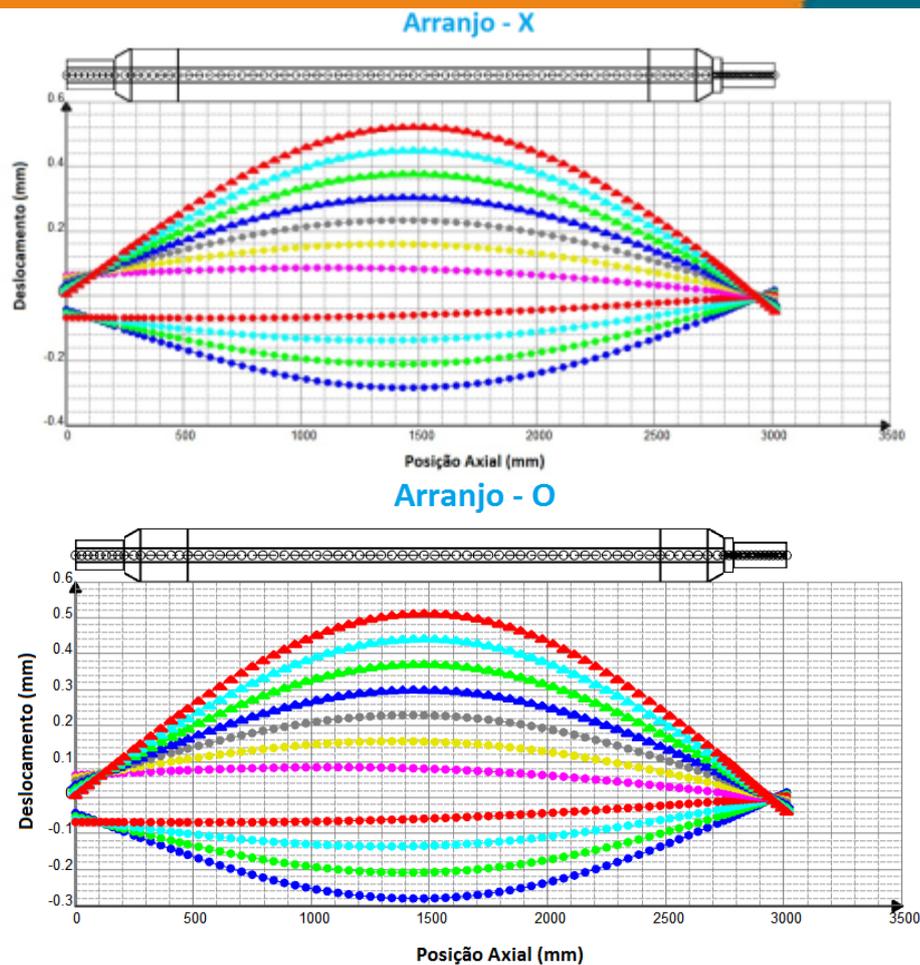


Figura 10. Gráfico de Deflexão.

3.1 Ações para garantir a confiabilidade do rolete de planicidade

Somado a ação de alterar o arranjo de montagem de “O” (back-to-back) para “X” (face-to-face), Figura 11, demais ações foram necessárias para garantir o aumento de confiabilidade deste rolete, tais como: lubrificação, arranjo de vedações, geometria de máquinas, alinhamento e tensionamento, monitoramento da condição.

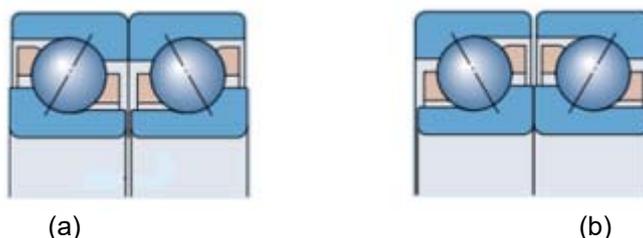


Figura 11. Arranjo de Montagem. (a) Arranjo “O”; (b) Arranjo “X”.

3.1.1 Lubrificação

Conforme mostra a Figura 4(b), a obstrução do ponto de lubrificação do rolamento contribuiu para a fratura da gaiola. Com o objetivo de buscar uma lubrificação mais eficaz, foi realizado um furo na parte superior do mancal e fixado um bico graxeiro, desta forma a lubrificação dos rolamentos tornou-se independente. Ver Figura 12.

* Contribuição técnica ao 53º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, parte integrante da ABM Week, realizada de 26 a 30 de setembro de 2016, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

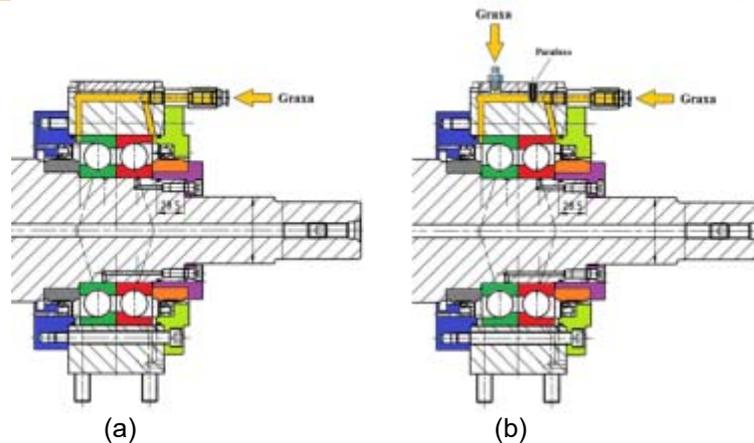


Figura 12. Adequação dos pontos de lubrificação – (a) Projeto Original; (b) Projeto Modificado.

3.1.2 Arranjo de Vedações

Na Figura 13 é apresentado o resultado de um teste de expurga de graxa nos mancais dos roletes. Inicialmente, foi realizado o preenchimento completo dos mancais e após dois dias foi realizado a coleta da graxa expurgada. O mancal lado acionado apresentava 184 gramas, já o mancal oposto 13,5 gramas de expurga. Ambas as graxas apresentam aspectos de contaminação.



Figura 13. Expurga de graxa.

Os seguintes fatores foram avaliados devido a este escape de graxa:

- Entrada de óleo de laminar nos mancais;
- Danificação dos retentores instalados;

Buscando otimizar o arranjo de vedação dos mancais, foram instalados anéis V – R06-P com os retentores HMSA 10⁴ com lábio de pó. Ver Figura 14.

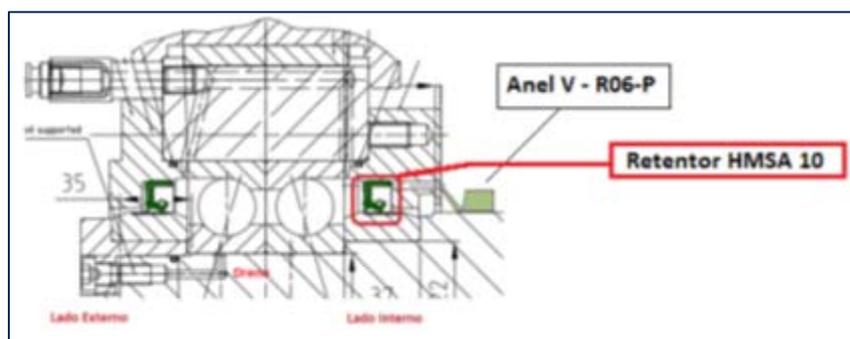


Figura 14. Arranjo de Vedação.

3.1.3 Geometria

Conforme Figura 5, a fratura da gaiola se caracteriza por um esforço causado por desalinhamento. Com o objetivo de minimizar e/ou eliminar o desalinhamento entre mancais, foi realizada a geometria do rolete de planicidade. A Figura 15 apresenta os resultados antes e após intervenção.

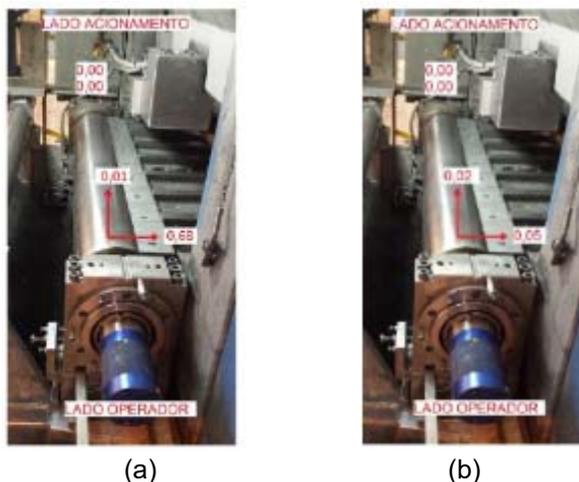


Figura 15. Geometria de Maquinas. (a) Antes da intervenção; (b) Após intervenção.

3.1.4 Alinhamento e Tensionamento

O alinhamento das polias e tensionamento das correias tem por objetivo evitar a sobrecarga radial nos rolamentos 7222 CDGA/P4A. Os valores de tensionamento aplicados estão de acordo com o informado pelo fabricante da correia.

3.1.5 Monitoramento On-Line.

Com o objetivo de aumentar a confiabilidade e conhecer as características de trabalho dos rolamentos instalados no rolete, tem-se realizado um acompanhamento por monitoramento on-line. Ver Figura 16.



Figura 16. Monitoramento por Sistema Online SKF WMx CMWA 7810.

4 CONCLUSÃO

Conforme já citado, o objetivo deste estudo foi com base nos modos de falha apresentado pelos rolamentos 7222 CDGA/P4A, propor ações de melhoria com o intuito de aumentar a confiabilidade dos roletes de planicidade.

A alteração do arranjo de montagem de “O” para “X” foi realizada com base nos resultados apresentados pela simulação numérica do rolete realizada no programa computacional Simpro Expert 3.4. De acordo com os resultados observa-se que a montagem em “O” induz maior carga axial comparado a montagem em “X”, esta carga axial agindo sobre o rolamento que esta instalado com um ajuste “leve” js4,

* Contribuição técnica ao 53º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, parte integrante da ABM Week, realizada de 26 a 30 de setembro de 2016, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

pode acarretar em micro-movimentos no anel interno do rolamento, gerando corrosão por contato e danos ao eixo e pista do rolamento.

Em adição a alteração do arranjo de montagem dos rolamentos 7222 CDGA/P4A, com o objetivo de buscar uma lubrificação mais eficaz, foi instalado um novo bico graxeiro no mancal lado acionado para facilitar a relubrificação do rolamento 7222 CDGA/P4A. Visto que o canal de lubrificação com frequência se obstruía.

Devido à contaminação do lubrificante dos mancais com óleo de laminar, foi instalado um anel V perfil R06-P, com intuito de evitar o contato direto deste óleo com os mancais. Para aumentar a eficácia do sistema de vedação foi instalado em ambos mancais um retentor com lábio auxiliar de pó, perfil HMSA 10.

Para evitar a sobrecarga radial nos rolamentos e desalinhamento entre polias e mancais, foi adicionado as atividades de manutenção a geometria de máquinas, alinhamento de polias e tensionamento de correias. O correto alinhamento minimiza falhas caracterizadas por fratura da gaiola.

Com o objetivo de aumentar a confiabilidade operacional foi instalado um sistema online SKF WMx CMWA 7810 para acompanhamento do comportamento vibracional dos rolamentos instalados no rolete de planicidade.

REFERÊNCIAS

- 1 ISO 15243:2004 - Rolling bearings - Damage and failures.
- 2 ISO 281:2007 - Rolling bearings.
- 3 Super-precision angular contact ball bearings: High-capacity, Publication 6981 EN · June 2009.
- 4 Industrial Shaft Seal - PUB SE/P1 10919/2 EN · June 2013.