تأثير الإهتزازات الميكانيكية على الآلات الدوارة

(دراسة إسترشادية)

فرج مفتاح بسيبسو drbsebsu@gmail.com
على أحمد دخيل علي alidakhil630@gmail.com
يوسف محمد علي رمضان usif200766@yahoo.com
المعهد العالي للتقنيات الهندسية، طرابلس – ليبيا

المستخلص

الاهتزازات الميكانيكية هي عبارة عن حركة تأرجحية تحدث خلال عمل المعدات الدوارة (المضخات، والضواغط، والعنفات البخارية والغازية ... إلخ) ومكوناتها (المحامل والأعمدة والتروس ... إلخ) والأحزمة والعناصر الأخرى التي تشكل الأنظمة الميكانيكية والكهربائية الدوارة.

يهدف تطبيق تحليل الإهتزازات وتأثيرها على المعدات الميكانيكية الدوارة أو خلال عمليات صيانتها إلى الكشف عن وتحديد الأعطال بها لكي يتم إصلاحها قبل تفاقمها. وإذا لم يتم الكشف عن الإهتزازت قد يمكن أن تتسبب في أعطال غير متوقعة وغير محدودة المدة الزمنية وتؤدي إلى زيادة تكلفة الصيانة إو هلاك الألة وخسرتها.

ومن أهم تطبيقات وتحليل الإهتزازات للآلة الدوارة هي الكشف عن سوء محاذاة عمود الإدارة للآلات وعدم توازنها والتي قد تتسبب هذه الأمور في تلف أو تدهور عمودها الدوار ومحاور محاملها ثم الآلة نفسها.

في هذه الورقة فقد تم التطرق لمفهوم الإهتزاز الميكانيكي وطرق نمذجته وتأثيره السلبي على المعدات الدوارة وطرق معالجة هذه التأثيرات السلبية لكي تعمل المعدة الدوارة بشكل سلس دون إهتزازات ومشاكل فنية.

في النهاية، من الضروري الاهتمام بموضوع الاهتزازات الميكانيكية بسبب تأثيرها السلبي الكبير على أداء المعدات الدوارة (مضخات الطرد المركزي والعنفات الغازية والبخارية والريحية ... إلخ)، والتي تؤدي إلى تقصير العمر التشغيلي المتوقع لمكونات المعدات الدوارة. ولكن عملية الصيانة الدورية للمعدة تعتبر عملية مهمة جدا لأنها تؤدي لكشف

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الأخطاء والعيوب التي تتسبب في توليد الإهتزازات وإصلاحها قبل أن تتحول إلى مشكلة كبيرة مما يؤدي إلى إطالة العمر التشغيلي للمعدات الدوارة والحفاظ عليها وتقليل نفقات التشغيل والصيانة.

الكلمات الدليلية: الاهتزازات الميكانيكية، الآلات الدوارة، العمر التشغيلي المتوقع لمكونات المعدات الدوارة، عملية الصيانة الدورية للمعدة.

Abstract

Mechanical vibrations are oscillating motion that occurs during the operation of rotating equipment (pumps, compressors, steam and gas turbines, etc.) and its components (bearings, shafts, gears, etc.), bears, belts and other elements that make up the rotating mechanical and electrical systems.

The application of vibration analysis and its impact on rotating mechanical equipment or during its maintenance operations aims to detect and identify faults in it so that they can be repaired before their exacerbation. If vibration is not detected, it may cause unforeseen malfunctions with an unlimited time period and lead to an increase in the maintenance cost or loss of the machine.

Among the most important applications and analysis of vibration of a rotating machine is the detection of misalignment of the shaft of the machines and their imbalance, which may cause these matters to damage or deteriorate the rotor shaft and the axes of its bearings and then the machine itself.

In this paper, the concept of mechanical vibration, methods of modeling it and its negative impact on rotating equipment, and methods of treating these negative effects are dealt with so that the rotating equipment works smoothly without vibration and technical problems.

Finally, it is necessary to pay attention to the topic of mechanical vibrations due to their significant negative impact on the performance of rotating equipment (centrifugal pumps, gas, steam, wind turbines, etc.), which lead to shortening the expected service life of the components of rotating equipment. But the process of regular maintenance of the equipment is considered a very important process because it leads to the detection of faults and

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

defects that cause the generation of vibration and repair before it becomes a major problem, which leads to prolonging and maintaining the operational life of the rotating equipment and reducing the expenses of operation and maintenance.

1. المقدمة

الإهتزازات هي حركة الجسم التبذبذية (التأرجحية) حول موضع إتزانه، كل الأجسام التي لها كتلة ومرونة لها استعداد طبيعي للإهتزاز. ولهذا فإن معظم الآلات الميكانيكية والإنشاءات الهندسية تتعرض للإهتزاز لدرجة ما، وهو ما يجب أن يؤخذ في الاعتبار في مرحلة تصميم هذه الآلات والإنشاءات [1].

معظم الاجهزة و الآلات الصناعية يجب أن تصمم بطريقة تجعلها تعمل بسلاسة دون توليد إهتزازات. وإذا وجد إهتزاز بالمعدة الميكانيكية يجب البحث عن ومعالجة المسبب له لكي لا يتسبب هذا الخطأ في توليد اهتزازات غير المرغوب فيها والتي تؤدي بدورها إلى حدوث أضرار إضافية للمعدة الميكانيكية أو إيقافها عن العمل [2].

في بعض الالات تعتبر الاهتزازات ليست مشكلة عند القيام ببعض مهامها، فقد تكون الاهتزازات ضرورية و متأصلة في تصميم المعدات الميكانيكية أو الآلات الدوارة، مثل: آلات الصنفرة المتذبذبة والغرابيل الميكانيكية التي تستخدم الاهتزازات لفصل المواد الضرورية وإزالة منها المواد غير المرغوب بها. وتستخدم السيور الهزازة الاهتزازات لنقل المواد. في عملية البناء، تُستخدم الهزازات لمساعدة الخرسانة الإسمنتية على الاستقرار في القوالب المحددة (مثل صناعة الطوب الإسمنتي) ومواد التعبئة المدمجة. تساعد الدرافيل أو الإسطوانات الاهتزازية في ضغط الأسفلت المستخدم في رصف الطرق الحديثة [3].

في هذه الورقة سيتم التطرق لمفهوم الإهتزاز الميكانيكي وطرق نمذجته وتأثيره السلبي على المعدات الدوارة وطرق معالجة هذه التأثيرات السلبية لكي تعمل المعدة الدوارة بشكل سلس دون إهتزازات ومشاكل فنية. وكذلك مراجعة بعض طرق استخراج خاصية الاهتزاز المطبقة على أنواع مختلفة من الآلات الدوارة.

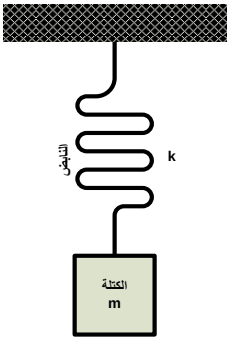
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

2. مبادئ الإهتزازات

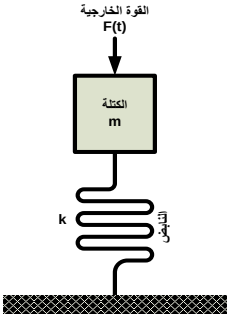
كل الاجسام التي لها خواص الصلابة والمرونة لها تحدث فيها ظاهرة الاهتزاز، لذلك فإن معظم الآلات والمعدات والإنشاءات الهندسية تتعرض للإهتزازات لدرجة ما، وهو ما يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند مراحل تصميمها. بصفة عامة، هنالك نوعان من الإهتزازات وهي على النحو التالي [4،5]:

الإهتزاز الحر: هو إهتزاز نظام مرن وإزاحته من وضع الإتزان بدون تأثير أية قوة خارجية عليه. ويكون تردده هو التردد الطبيعي تحت تأثير قوة النظام ومعامل النابض. وبسبب الاحتكاك بين النظام والهواء يتضاءل الإهتزاز مع الزمن. ولذلك يسمى بالإهتزاز الحر أو الإهتزاز العابر. وفي هذه الحالة يهتز النظام بذبذبة طبيعية واحدة أو أكثر. والذبذبة الطبيعية هي من الخواص الحركية للنظام التي تحددها كتلة النظام ومقدار الصلابة فيه، مثل: بندول الساعة. يعرض الشكل رقم (1) نظام هزاز ميكانيكي بسيط.

الإهتزاز القسري: الإهتزاز الذي يحدث تخت تأثير قوى خارجية تسمى إهتزازات قسرية. عندما تكون الإثارة تأرجحية، فإن الجهاز يكون محكوما للإهتزازات بذبذبة الإثارة. وإذا تعادلت الإثارة مع الذبذبة الطبيعية للجهاز، يصبح الجهاز في حالة تعرف بالرنين مما يؤدي إلى نشوء تأرجحات متيرة. يعرض الشكل رقم (2) اهتزاز قسري لهزاز ميكانيكي بسيط.



شكل (1): اهتزاز حر لهزاز ميكانيكي بسيط.



شكل (2): إهتزاز قسري لهزاز ميكانيكي بسيط.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

يتطلب حل لمشاكل الإهتزاز الذي يحدث في المعدات الميكانيكية معرفة نوعية الإهتزاز بشكل مفصل: إما تكون إهتزازات حرة مخمدة أو حرة غير مخمدة أو قسرية مخمدة أو غير مخمدة والتي سيتم تناولها في الفقرات التالية [6]:

الإهتزاز الحر غير المخمد: يمكن التعبير عنه بواسطة المعادلة التفاضلية التالية:

$$m\ddot{x} + kx = 0 \qquad (1)$$

حيث (m) تمثل كتلة الجسم، (k) ثابت النابض، ($\ddot{x}$) عجلة الجسم، و (x) إزاحة الجسم.

الإهتزاز الحر المخمد: يمكن التعبير عنه بواسطة المعادلة التفاضلية التالية:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \qquad (2)$$

حيث (kx) تمثل قوة النابض، ($b\dot{x}$) قوة المخمد،($m\ddot{x}$) قوة القصور الذاتي، و (b) معامل المخمد.

الإهتزاز القسري المخمد: يمكن التعبير عنه بواسطة المعادلة التفاضلية التالية:

$$F(t) = m\ddot{x} + b\dot{x} + kx \qquad (3)$$

حيث $F(t)$ تمثل القوة الدافعة الخارجية.

الإهتزاز القسري غير المخمد: يمكن التعبير عنه بواسطة المعادلة التفاضلية التالية:

$$F(t) = m\ddot{x} + kx \qquad (4)$$

3. نمذجة إهتزاز بعض الآلات الدوارة

تتولد الإهتزازات نتيجة دوران الآلة بسرعة زاوية معينة وسنقدم في هذه الفقرة بعض الأمثلة لنمذجة بعض الآلات الدوارة [7]، وهي على النحو التالي:

التروس: كما هو معروض في الشكل رقم (3)، يُفترض أن ترس التدوير (الترس الكبير) يدور بسرعة زاوية ثابتة مقدارها (Ω_1) والترس المُدار (الترس الصغير) له سرعة زاوية متوسطة (Ω_2)، وبذلك تكون إزاحته الزاوية مقدارها:

$$\theta_2 = \Omega_2 t + \Delta\theta \qquad (5)$$

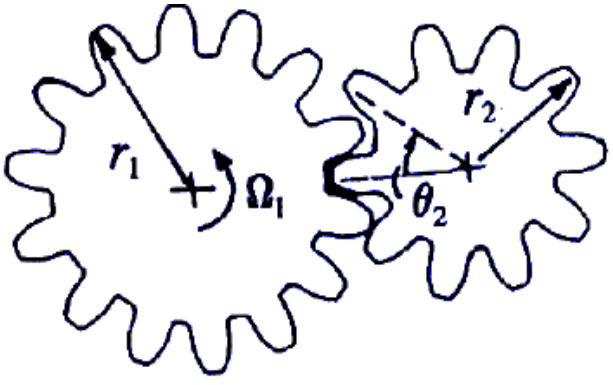
حيث ($\Omega_2 = (r_1/r_2)\Omega_1$) تمثل السرعة الزاوية للترس الصغير، و($\Delta\theta$) تمثل خطأ النقل، ويعرف خطأ النقل بأنه الفرق بين الموضع الفعلي لخرج الترس والموضع الذي يتخذه إذا كان الترس مثالي.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الدوران غير المتزن: يحدث عدم التوازن في الآلة الدوارة إذا كان مركز كتلة الجزء المتحرك لا يتطابق مع محور الدوران كما هو معروض في الشكل قم (4). يتم قياس عدم الاتزان (mR) من حيث الكتلة النقطية المكافئة (m) مع الإنحراف (e). وتعطى معادلة الحركة للآلة الدوارة على النحو التالي:

$$m_t\ddot{x} + c\dot{x} + kx = m.R.\omega^2 \sin(\omega t) \qquad (6)$$

بفرض أن النظام له استجابة توافقية ($x = A\sin(\omega t)$) تكون نتيجته (سعة النظام) على النحو التالي:



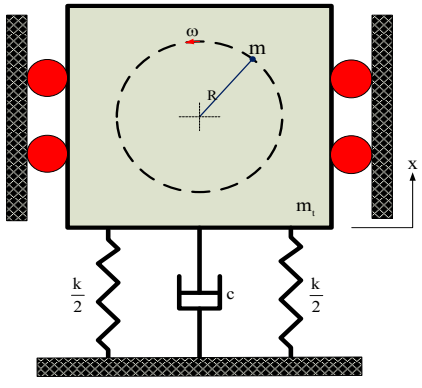
شكل (3): نموذج التروس المتعشقة.

$$A = \frac{m.R.\omega^2}{k}\left[\frac{1}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + j2\xi\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)}\right] \qquad (7)$$

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

حيث (ω_n) تمثل التردد الطبيعي للنظام ويساوي ($\omega_n = \sqrt{k/m_t}$)، و($\xi = \frac{c}{2\sqrt{m_t k}}$). ويمكن إعادة صياغة المعادلة رقم (7) لإستنتاج العلاقة بين (ω/ω_n) و $A\left(\frac{.m_t}{m.R}\right)$ على النحو التالي:

$$\left(\frac{m_t}{m.e}\right)A = \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 \left[\frac{1}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2 + j2\xi\left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)}\right] \qquad (8)$$



شكل (4): تموذج الدوران غير المتزن

من المعادلة رقم (8) نستنتج الأتي:

عند السرع المنخفضة، ستكون قيمة النسبة (ω/ω_n) صغيرة التي تؤدي إلى أن قيمة سعة الإهتزاز ستكون صغيرة أيضاً.

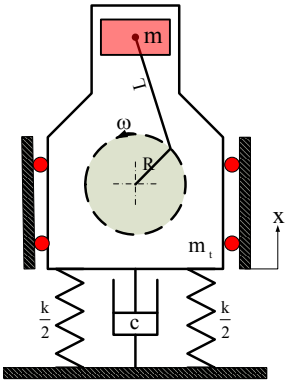
عند حالة الرنين، ستكون قيمة النسبة (ω/ω_n) تساوي الواحد الصحيح، لذلك سيتحكم المخمد في قيمة سعة الإهتزاز.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

عند السرع المرتفعة، ستكون قيمة النسبة (ω/ω_n) أكبر من الواحد الصحيح، لذلك ستكون قيمة سعة الإهتزاز تساوي $\left(A=\frac{m.R}{m_t}\right)$ والتي تعني بأن الإهتزاز ثابت ولا يعتمد على السرعة.

عدم التوازن التبادلي: في حالة عدم التوازن التبادلي (الترددي) فإن قوة الإثارة تساوي قوة القصور الذاتي للكتلة الترددية، والتي تساوي تقريبًا القوة الحركية (الديناميكية) كما هو موضح في الشكل رقم (5). إذن القوة الديناميكية (F_D) تكون على النحو التالي:

$$F_D = m\,\omega^2 R\left(\sin(\omega t)+\frac{R}{L}\sin(2\omega t)\right) \qquad (9)$$



شكل (5): تموذج عدم التوازن الترددي.

من النماذج المذكورة أعلاه، نستنتج إن:

الاهتزاز الحر غير المخمد له تأثير ضئيل أو معدوم. التطبيقات والأجهزة من هذا النوع الاهتزازي تحتاج فقط إلى تحسين الكفاءة مثل: الزنبرك والجسم المتحرك الذي يتعرض لحركة توافقية بسيطة.

هناك ثلاث حالات خاصة رئيسية للإهتزاز الحر المخمد وهي التخميد التحتي والحرج والمفرط. ولدينا أيضًا معامل التخميد وعامل التخميد. يجب أن تصمم المخمدات بمعامل

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

وعامل تخميد مناسبين لمعالجة الحالات الخاصة للتخميد عندما يحدث اهتزاز من هذا النوع.

في حالة الاهتزاز القسري المخمد، تؤدي القوى المؤثرة الخارجية بالإضافة إلى التخميد تساوي تردد المعدة الميكانيكية نتيجة الإهتزاز إلى ترددها الطبيعي والذي يسمى بظاهرة الرنين والتأثير الضار والمدمر المصاحب لها.

تجدر الإشارة إلى أن جميع الإهتزازات الميكانيكية تقريبًا ترجع إما إلى تأثير قوى متكررة أو عدم التوازن أو رنين أو مزيج من القوى المتكررة و الرنين معاً. يسبب هذا النوع من الاهتزاز إلى حدوث أعطال وفشل وفي بعض الأحيان تؤدي إلى هلاك الآلات والمعدات بالكامل.

في حالة الاهتزاز القسري غير المخمد، ينتقل الاهتزاز الناتج عن الإثارة دون أي تخميد. هذا النوع من الإهتزاز يكون مشابه للزلازل، حيث تنتقل الهزة الأرضية إلى البنى التحتية دون أي سيطرة لتأثيرها المدمر.

يشير هذا إلى إعادة النظر في تصميم وتصنيع الأجهزة المناسبة مثل المثبط (المخمد) للتحكم في وتقليل التأثير الضار للاهتزاز إلى الحد الأدنى. يجب إعادة النظر في تصميم مشابه لأجهزة استشعار الاهتزاز لمراقبة الهزات والإبلاغ عنها.

4. التأثير السلبي للإهتزاز على الآلات الدوارة

يمكن أن تكون الاهتزازات نتيجة لعدة ظروف تشغيلية، التي تعمل وحدها أو مجتمعة. مع العلم بأن حدوث الاهتزازات قد تكون ناجمة عن المعدات المساعدة، وليست ناجمة عن المعدات الأساسية. هذه بعض الأسباب الرئيسية المسببة للاهتزازات [8 – 12].

عدم الإتزان: تؤدي نقطة الثقل في المكون الدوار إلى حدوث اهتزاز عندما يدور الوزن غير المتوازن حول محور الآلة، مما يؤدي إلى توليد قوة طرد مركزي التي تسبب في عدم التوازن. وينتج عدم التوازن من العيوب التصنيعية أو من مشاكل الصيانة الفاشلة أو من عدم إجراء الصيانة الدورية. مع زيادة سرعة الآلة، تصبح تأثيرات عدم التوازن كبيرة. يؤدي عدم التوازن إلى تقليل عمر المحمل (المدحرج) بشكل كبير كما يتسبب في حدوث اهتزازات غير مبررة للآلة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

اختلال المحاذاة: يتولد الاهتزاز عندما تكون أعمدة الآلة خارج خط الإتزان. يحدث الاختلال الزاوي عندما لا تكون محاور (على سبيل المثال) المحرك والمضخة متوازيين أو على خط واحد. عندما تكون المحاور متوازية ولكنها غير متحاذية تمامًا، تُعرف الحالة باسم المحاذاة المتوازية. قد يحدث اختلال في المحاذاة أثناء التجميع أو التطوير بمرور الوقت، أو بسبب التمدد الحراري، أو تحول المكونات أو إعادة التجميع بشكل غير صحيح بعد الصيانة. قد يكون الاهتزاز الناتج نصف قطري أو محوري (بالتوافق مع محور المعدة الميكانيكية الدوارة) أو كلاهما.

التآكل: يتسبب في اهتزاز مكونات العمود الدوار مثل المحامل الكروية أو الأسطوانية أو أحزمة المحرك أو التروس. على سبيل المثال، تتسبب بكرات المحمل اهتزازًا في كل مرة تتحرك فيها فوق المنطقة التالفة. يمكن أن ينتج عن الاهتزاز تكسر أو تآكل شديد لأسنان التروس، أو يتسبب في كسر حزام المحرك المهتز. وكذلك، يمكن أن تكون تأثيرات الاهتزاز شديدة. تؤدي إلى اهتزاز الآلة غير المراقبة مما يؤدي إلى تسريع معدلات التآكل (مثلاً: تقصير عمر المدحرج) وإتلاف المعدات.

الرخاوة: الاهتزازات التي قد تحدث دون أن يلاحظها أحد قد تصبح واضحة ومدمرة للمكون إذا كانت محامله فضفاضة وتهتز أو مرتبطة بشكل غير محكم بالعمود. قد يكون هذا التراخي ناتجًا عن الاهتزاز الأساسي وقد لا يكون كذلك. مهما كان السبب، يمكن أن تسمح الرخاوة لأي اهتزاز موجود بإحداث ضرر كبير بالمكون، مثل تآكل المحمل الإضافي وتآكل وزحف في بعض حوامل المعدات والمكونات الأخرى.

5. دراسات حول تأثير الإهتزازات

تعتبر سلامة وموثوقية وكفاءة الآلة الدوارة من الاهتمامات الرئيسية في التطبيقات الصناعية. تساعد مراقبة حالة الآلة في الحفاظ على كفاءة الآلة وأدائها إلى المستوى الأمثل. تعتبر مراقبة حالة الآلة الدوارة فعالة، ولكنها غالبًا ما تكون مهمة معقدة وتتطلب عمالة كثيرة ومهرة لصيانة الآلة. تحليل الاهتزاز هو تقنية تستخدم لمراقبة حالة الآلة. تلعب تقنيات استخراج إشارة الاهتزاز الفعالة دورًا مهمًا في التشخيص الفعال للآلة الدوارة [13]. في هذه الفقرة سيتم مراجعة بعض دراسات التأثير السلبي للإهتزازات وتقنيات استخراج إشارة الاهتزاز.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

1.5 عدم الاتزان

دراسة أهوبال وأجيت براساد: قام كل من أهوبال وأجيت براساد [14] بإجراء تجربة لفحص خصائص اهتزاز النظام الميكانيكي الدوار، الذي يحتوي على دوار غير متوازن مركب على عمود معلق. ,تم الحصول على إشارات الاهتزاز عن طريق استخدام مقياس التسارع المركب على مبيت المحمل بالقرب من الدوار ونظريا بواسطة كشف تحليل (FFT) للبيانات المكتسبة عن استجابة الحالة الثابتة للدوار المتوازن وغير المتوازن في ظل ظروف التشغيل وصور التحليل العددي للنظام باستخدام برمجيات أنسيس (ANSYS)، حيث توصل الباحثين إلى أن حجم خصائص الاهتزاز يزداد معنويا مع تردد الإثارة وطول البروز.

دراسة كيليتش: قام الباحث ر. كيليتش [15] بإجراء دراسة تمت فيها مناقشة الخصائص العامة لمشكلة عدم التوازن في المحركات الكهربائية ومضخات الطرد المركزي وتحليل الاهتزازات الناتجة عن عدم توازن هذه الآلات. واستنتج أن مشكلة عدم التوازن التي حدثت في المحرك الكهربائي ومضخة الطرد المركزي يمكن تحديدها بكل سهولة باستخدام مبادئ تحليل الاهتزاز.

2.5 تأثير نوعية المحامل

قام رودراباتي فيكتور دانيال وأخرون [16] بعمل بحثي تجريبي حول تأثير نوعية المحمل على الإهتزازت في الآلات الدوارة، ودرس حجم الاهتزاز الناتج عن استخدام مجموعة مختلفة من المحامل تحت نفس الظروف التشغيلية (الأحمال وسرعات الدوران). المحامل التي تم أخذها في الاعتبار في هذا العمل هي المحمل الكروي والمحمل المخروطي ومحمل الدفع مع اعتبار أن المادة التي صنع منها العمود الدوار هي الفولاذ الطري. واستنتج من النتائج التجريبية أن المحمل المخروطي يعطي أعلى سعة للاهتزاز من بين جميع المحامل الثلاثة بينما يعطي المحمل الكروي أقل سعة في ظل الظروف التشغيلية المماثلة.

3.5 تأثير عدم المحاذاة

دراسة علي مصباح إشطيبة و عبدالسلام الفيتوري: قام كل من علي مصباح إشطيبة و عبدالسلام الفيتوري [17] بدراسة عملية حول تأثير عدم المحاذاة بين مضخة طرد

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

مركزي ومحرك كهربائي ومن خلال هذه الدراسة إستنتج الباحثين إن الإهتزاز يزداد مع عدم المحاذاة بين المضخة والمحرك.

دراسة الجزار وهشام: قام كل من الجزار وهشام [18] بدراسة عملية مقارنة لمحاولة الحصول على موثوقية تقنيتين في تحليل وتشخيص مشكلة عدم المحاذاة في نظام الضخ. تم إجراء قياسات الاهتزاز لتقييم الحالة الديناميكية لنظام الضخ تحت تأثير عدم المحاذاة، حيث تم استخدام كاميرا التصوير الحراري للكشف المبكر عن مشكلة عدم المحاذاة عن طريق قياس درجة حرارة أداة التوصيل والمحامل لحالات مختلفة من عدم المحاذاة. تم إجراء عملية المحاذاة بالليزر بين المحرك والمضخة لتصحيح مشكلة المحاذاة غير الصحيحة. تم تطبيق مقارنة بين قياسات الاهتزاز ودرجة الحرارة قبل وبعد عملية المحاذاة. واستنتج الباحثين إن البيانات التي تم الحصول عليها من خلال معالجة إشارة الاهتزاز والصور الحرارية كلها ذات صلة بينهما. لقد وجد أن استخدام تحليل الاهتزاز كان أكثر فعالية في الكشف عن مشكلة عدم المحاذاة من التحليل الحراري.

طرق معالجة مشاكل الإهتزازات

بصفة عامة، عندما يتعلق الأمر بمشاكل اهتزاز المعدة الميكانيكية الدوارة، فإن الخبر السار هو أنه يمكن تصحيح جميع المشكلات التي تحدث لها عمليًا. هذا، بالطبع، شريطة أن يتم العثور على المشكلات المتعلقة بالاهتزازات في وقت مبكر بما فيه الكفاية. ولجعل المعدة الميكانيكية الدوارة خالية من الإهتزازات وتأثيراتها يجب اتباع الخطوات الإسترشادية التالية [9]:

موازنة دقيقة للمعدة الميكانيكية الدوارة.

استبدال المحمل (المدحرج).

الكشف وتحديد أي أجزاء تالفة إضافية في المعدة الميكانيكية الدوارة وتحديدها ثم استبدالها.

محاذاة دقيقة بين العمود الدوار والغطاء.

التشحيم الدقيق. وهذا يعني ضمان تسرب مادة التشحيم الصحيحة بالحجم الصحيح في الوقت الصحيح والموضع الصحيح.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التفكيك، والفحص البصري، والتنظيف، ثم إعادة التجميع، هذه الإجراءات يمكن أن تساعد في عملية إصلاح بعض المشكلات الأكثر مراوغة. (مع مراعاة أن يكون العمل بالطرق الصحيحة وإلا سيتم توليد عيوب جديدة بالمعدة بسبب الخطأ البشري خلال عملية الصيانة الدورية).

التقوية وتحميل الكتلة لتقليل الاهتزاز المقاس. يجب أن يؤدي هذا إلى خفض الحركة، ومع ذلك، فإنه سيزيد من الضغوط المحلية على المحامل إذا لم يتم القضاء على سبب الاهتزاز. وسيؤدي هذا إلى تآكل المحامل بمعدل أسرع.

الخلاصة

يتمثل الغرض المهم عند دراسة الاهتزازات وتأثيرتها على الآلات الدوارة هو العمل على تقليل الاهتزاز من خلال التصميم المناسب للآلات الدوارة ومحاملها. في هذا الصدد، يحاول المهندس الميكانيكي تصميم المحرك أو الآلة لتقليل الاختلال بينما يحاول المهندس الإنشائي تصميم الهيكل الداعم للتأكد من أن تأثير عدم التوازن سيكون غير ضار. لذلك، نستنتج الأتي:

بالرغم من آثار الإهتزاز تكون ضارة، يمكن استخدام الاهتزاز بشكل مربح في العديد من التطبيقات الصناعية والإنشائية الأخرى (كسارات الحجارة، غرابيل الطحين، والمراجيح، ...إلخ).

يعتبر الاهتزاز في مضخات الطرد المركزي مؤشر أو علامة أكيدة بأنه هناك وجود خطأ ما فيها.

اكتشاف مشكلة الاهتزاز في وقت مبكر يؤدي إلى منعها من التزايد وتحولها إلى قضية أو مشكلة كبيرة ومهمة تسبب في ضياع المعدة الميكانيكية الدوارة.

اكتشاف مشكلة الاهتزاز في وقت مبكر يؤدي إلى تقليص التكلفة الإقتصادية للمعدة الميكانيكية الدوارة وصيانتها.

الإكتشاف المبكر للإهتزاز يمنع فترات التوقف غير المخطط لها التي تؤدي إلى تعطل الجدول الزمني الخاص بعمل المعدة الميكانيكية الدوارة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

المراجع

[1] Saurabh Singh, Manish Vishwakarma, (2015): A Review of Vibration Analysis Techniques for Rotating Machines, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 4 Issue 03, ISSN: 2278-0181.

[2] Leonard Meirovitch, (2001): Fundamentals of Vibrations, Int. Edition, McGraw – Hill, Printed in Singapore, ISBN 0-07-118174-1, (electronic copy).

[3] S. Graham Kelly, (2012): Mechanical Vibration: Theory and Applications, SI units, www.cengage.com/highered.

[4] Osama Khayal, (2019): Basics of Mechanical Vibrations, at: https://www.researchgate.net/publication/332670245.

[5] R. J. O. Ekeocha, (2018): Vibration in systems, Journal of Mechanical Engineering Research, Vol. 10 (1), pp. 1-6, DOI 10.5897/JMER2017.0487, ISSN 2141-2383, http://www.academicjournals.org/JMER .

[6] William T. Thomson, (1981): Theory of Vibration with Applications, 2nd edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632, ISBN 0-04-620012-6, (electronic copy).

[7] Bruce Chehroudi, (2015): Balancing of Rotating and Reciprocating Systems in Engine: Basic Understanding (Part I, II and III) at: https://www.researchgate.net/publication/277303315.

[8] Naveen Varma, K. Bala Bhaskar, B. Sai Kumar, G.Giridhar1, Vamsi Raja , P. Phani Prasanthi, (2017): Vibration Analysis of a Centrifugal Pump, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume (04) Issue (03), Mar -2017, e-ISSN: 2395 -0056, www.irjet.net.

[9] Kristoffer K. McKee, Gareth Forbes, Ilyas Mazhar, Rodney Entwistle and Ian Howard, (2020): A review of major centrifugal pump failure modes with application to the water

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

supply and sewerage industries, Curtin University, Western Australia.

[10] Jayesh Bhuva, Ashok Kumar Gupta, (2017): Vibration Analysis and its Influences on Performance of Centrifugal Pump, IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science and Technology, Volume 4, Issue 3, pp. 63 – 70, ISSN (online): 2349-6010, www.ijirst.org.

[11] Technical Associates of Charlotte, P.C, (2014): Centrifugal Pumps Using Vibration Analysis to Detect Problems, www.technicalassociates.net.

[12] Bernd Dürrer, Frank-Hendrik Wurm, (2006): Noise sources in centrifugal pumps, Proceedings of the 2nd WSEAS Int. Conference on Applied and Theoretical Mechanics, Venice, Italy, November 20-22, 2006, pp. 203 – 207.

[13] Saurabh Singh, Manish Vishwakarma, (2015): A Review of Vibration Analysis Techniques for Rotating Machines, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 4 Issue 03, March-2015, ISSN: 2278-0181, IJERTV4IS030823 www.ijert.org

[14] N Ahobal1 and S L Ajit Prasad, (2019): Study of vibration characteristics of unbalanced overhanging rotor, ICONAMMA2018, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 577 (2019) 012140, doi:10.1088/1757-899X/577/1/012140, this content was downloaded from IP address 156.38.50.172 on 20/02/2021 at 10:38.

[15] R. Kiliç, (2016): Determination of Imbalance Problem in Electric Motor and Centrifugal Pump by Vibration Analysis. ACTA PHYSICA POLONICA A, Vol. 130, No. 1.

[16] Rudrapati Victor Daniel, Savale Amit Siddhappa, Savale Bhushan Gajanan, S.Vipin Philip, P. Sam Paul, (2017): Effect of Bearings on Vibration in Rotating Machinery, IOP Conf.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

Series: Materials Science and Engineering 225 (2017) 012264 doi:10.1088/1757-899X/225/1/012264

[17] علي مصباح إشطيبة و عبدالسلام أحمد الفيتوري، (2013): تشخيص اختلاف عدم المحاذاة لمضخة طرد مركزي والتصحيح باستخدام المحاذاة الليزرية. مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية، مجلد 2 ، العدد 1، ص.ص 43 – 45.

[18] Dalia. M. El–Gazzar and Mofreh. A. Hashim, (2018): Vibration Analysis and Infrared Thermography Technique for Evaluating Misalignment Problem, European Journal of Mechanical Engineering Research, Vol.5, No.1, pp.1-17, February 2018, Published by European Centre for Research Training and Development UK (www.eajournals.org).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية