

الباب الأول : المقدمة

1.1 مقدمة عامة:

المحامل جزء مهم جداً في أي نظام ميكانيكي و بالأخص الأجزاء الدوارة. و خلال العقود الماضية تطورت المحامل بشكل كبير من ناحية التصميم و الصناعة و التركيب و التزيت . تستخدم المحامل في مناطق عديدة مثل المركبات و المصانع و المعدات الثقيلة و الماكينات الزراعية و الطائرات , لكن المشكلة المستمرة للمحامل هي الفشل حيث أن فشل المحامل يقلل كفاءة النظام و ربما يؤدي الى التلف بالإضافة الى التكلفة المالية.

2.1 مشكلة البحث:

1. يناقش هذا البحث فشل المحامل بصورة عامة و فشل المحامل في الصناعات الكيميائية بصورة خاصة.
2. تحديد أسباب الفشل و نسبة كل سبب.
3. تحليل و وضع مقترحات الحل لمعالجة أسباب الفشل, لأن هذا يحسن من كفاءة النظام و يقلل التكلفة.

3.1 أهمية البحث:

أضحت المعدات الميكانيكية الدوارة المستخدمة في الصناعة أكثر سرعة وأكثر كفاءة هذه الأيام ، فهي تتحمل طاقات أكبر من الآلات التي أستخدمت في العقود الماضية ، فقد صممت أجزائها بصورة دقيقة للتقليل من ضرورة تبديل وتصليح قطعها بشكل دائم . بسبب طبيعة الوظيفة التي تقوم بها المحامل

والتي تستلزم وجودها في أدوات دوارة فإنها مستنفذة و لها عمر إنتاجي محدود ، ولهذا فإن فهم طريقة عملها وصيانتها وتركيب مختلف أنواعها أمر ضروري لضمان أنها ستعمل لفترة أطول.

قد يتم صرف آلاف الدولارات على إستبدال المحامل التالفة التي تعطلت لأي سبب من الأسباب.

يمكن تجنب عديد من أسباب هذه الأعطال بإستخدام المعلومات الواردة في هذا البحث و بالأخص في الصناعات الكيميائية .

4.1 منهجية البحث:

منهجية هذا العمل تتضمن:

1. جمع العينات التالفة للمحامل في المصانع الكيميائية و إختبارها بالكشف النظري و تسجيل النتائج.
2. توزيع الإستبيانات على بعض شركات الصناعات الكيميائية .
3. تحليل العينات التالفة عن طريق مقارنتها بكتالوج التشغيل SKF .
4. تحليل الإستبيانات إحصائياً لإيجاد نسب أسباب الفشل

5.1 أهداف البحث:

1. إستقصاء أسباب فشل المحامل في الصناعات الكيميائية.
2. إجراء دراسة تطبيقية و تحليلية لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية.
3. تحديد طرق المعالجة لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية.

6.1 مجال البحث:

هذا البحث يناقش أسباب فشل المحامل بصورة عامة و بصورة خاصة في الصناعات الكيميائية , تم عمل زيارات ميدانية لبعض الشركات المختصة بالصناعات الكيميائية (أدوية و صابون) و كانت عن طريق مقابلة مهندسي الشركات و أخذ بعض المعلومات عن الصناعات الكيميائية و نظام الشركة و الصيانة . جمعت بعض العينات التالفة للمحامل , كما تم توزيع إستبيانات على مهندسي المصانع بغرض الدراسة.

7.1 تسلسل البحث:

هذا البحث مقسم إلى خمسة أبواب وهي:

الباب الأول: عبارة عن مقدمة عامة للمحامل و يتضمن مشكلة البحث, أهمية البحث, منهجية البحث, أهداف البحث, مجال البحث و تسلسل البحث.

الباب الثاني: يتناول المحامل و أنواعها و أنواع فشلها , كما يتضمن الدراسات السابقة لفشل المحامل , و أيضاً يحتوي على نبذة عن الصناعات الكيميائية .

الباب الثالث: عبارة عن دراسة تحليلية عن فشل المحامل في الصناعات الكيميائية و يتناول الإستبيانات و تحليلها إحصائياً .

الباب الرابع: عبارة عن دراسة تطبيقية عن فشل المحامل في الصناعات الكيميائية و يتضمن العينات التالفة التي تم تجميعها من المصانع و تحليلها عن طريق مقارنتها بكتالوج التشغيل SKF .

الباب الخامس: يتضمن النتائج و التوصيات .

الباب الثاني : الإطار النظري و الدراسات السابقة

1.2 المحامل Bearings :

1.1.2 التعريف: Definition:

المحامل هي أدوات تسمح بحركة مقيدة نسبياً بين جزئين أو أكثر، وخصوصاً الحركة الدورانية أو الخطية. وتصنف المحامل وفقاً للحركات التي تسمح بها و وفقاً لمبدأ عملها بالإضافة إلى اتجاهات الأحمال التي تتعرض لها.

2.1.2 وظائف المحامل Functions Of Bearings :

يوجد ثلاثة وظائف على المحمل القيام بها:

1. دعم موازنة الأعمدة الدوارة.
 2. تحمل الأوزان بما في ذلك وزن الآلة.
 3. تقليل الاحتكاك المتكون بين أجزاء الآلة نتيجة حركتها مع بعضها.
- المحمل المصمم و المركب كما يجب والمزيت بالشكل الصحيح سيؤدي الوظائف المذكورة سابقاً. المحامل أجزاء مستنفذة , و تكلفة تغيير المحمل أقل بكثير من تكلفة صناعة عمود دوران جديد. تتعرض المحامل للحمل والإحتكاك ، و هذان العاملان يؤثران بشكل مباشر في مدة عمل المحمل.

3.1.2 الحمل Load :

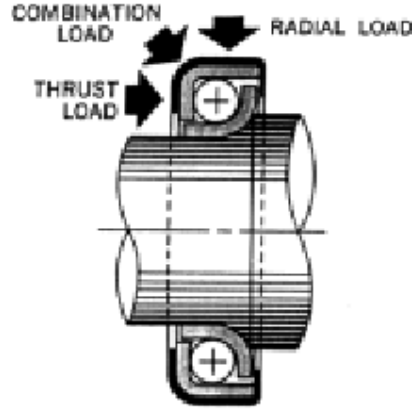
يعرف الحمل على أنه الطاقة التي يجب على المحمل دعمها .عندما تكون الأجهزة تعمل يعتبر الحمل حملاً ديناميكياً ، أما في فترة السكون ، عندما تتوقف الآلة ، فيعتبر الحمل ساكناً ، وهو نتيجة لتحمل وزن أجزاء الآلة.

المحامل عادةً تتحمل كل من:

1/ الحمل القطري.

2/ الحمل الدفعي.

3/ خليط من الحملين القطري و الدفعي.



الشكل (2-1): أنواع الأحمال المسلطة على المحامل

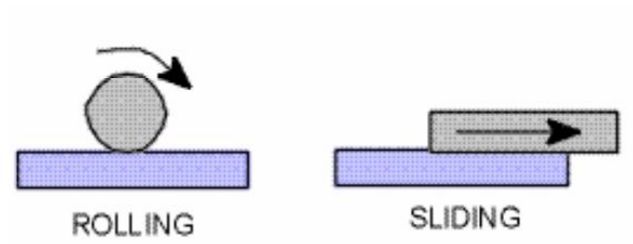
4.1.2 الإحتكاك Friction :

يعرف الإحتكاك على أنه "مقاومة الحركة بين سطحين متلامسين". نوعا الإحتكاك المتواجدين

بين سطحين متحركين هما الإحتكاك الدوراني والإنزلاقي. الإحتكاك الدوراني ينشأ عندما يتدحرج جسم ما

على أو داخل جسم آخر ، أما الإحتكاك الإنزلاقي فينشأ عندما ينزلق جسم على آخر. المحامل المقاومة

للإحتكاك صممت إعتماذاً على حقيقة أن الإحتكاك الدوراني أقل بكثير من الإحتكاك الإنزلاقي.



الشكل (2-2) : الإحتكاك الدوراني و الإحتكاك الإنزلاقي

5.1.2 مكونات المحامل Components Of Bearings :

تتكون المحامل غالباً من المكونات التالية :

1- الأجزاء الدوارة rolling elements

2- الحلقة الخارجية outer ring

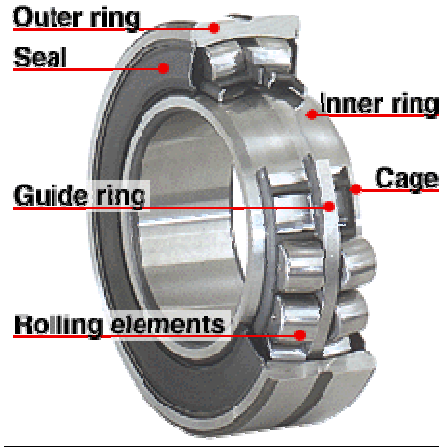
3- الحلقة المساعدة guide ring

4- الحلقة الداخلية inner ring

5- القفص cage

6- السدادة seal

ويظهر ذلك جلياً في الشكل (2-3)



الشكل (2-3): مكونات المحمل

6.1.2 العمر الافتراضي للمحامل bearing life time

العمر الافتراضي للمحامل يعرف بأنه عدد الدورات أو عدد الساعات التشغيلية المعطاة عند سرعة ثابتة، التي يتحملها المحمل قبل حدوث علامة أو إجهاد على واحدة من الحلقات أو عناصر المحمل. ومع ذلك تكون هذه العلامة واضحة من خلال الإختبارات المعملية والتجربة العملية التي تبدو مطابقة لتشغيل المحمل تحت ظروف محددة.

عمر المحمل يرجع للمدة الزمنية التي يقضيها المحمل في الظروف التشغيلية المحددة قبل حدوث الفشل . يتم تغيير المحمل في معظم المصانع قبل وصوله إلى العمر الافتراضي لأن ذلك يؤثر على إنتاج المصنع وذلك بتوقف الماكينة عن العمل أثناء الإستبدال مما يؤثر على كمية الإنتاج.

العوامل المؤثرة على تقليل العمر الافتراضي للمحامل:

1. التسخين الزائد.

2. التحميل الزائد.

3. التركيب الخاطئ.

4. التشحيم غير الكافي.

5. التآكل.

6. ضعف بنية المادة المصنوع منها المحمل ، وذلك أثناء المعالجات الحرارية.

يتم حساب العمر الافتراضي للمحمل بدرجات تعقيد مختلفة تعتمد على الدقة وظروف التشغيل

التي يتم تحديدها، و ذلك من خلال المعادلة التالية:

$$L_{10} = [C/P]^p$$

حيث:

L_{10} : bearing life time , millions of revolutions

C : basic dynamic load, N

P : equivalent dynamic load , N

p : exponent of the life equation

= 3 for ball bearing

= 10/3 for roller bearing

7.1.2 أنواع المحامل : Types Of Bearings

كل نوع من أنواع المحامل له خواصه التي تجعله متناسب تماماً مع تطبيقات معينة.

هناك عوامل مهمة لا بد من مراعاتها عند إختيار نوع معين من المحامل لأداء مهمة معينة

منها:

1. المساحة المتاحة.
2. مقدار واتجاه الحمل.
3. الخلوص الداخلي للمحمل.
4. إجراءات التركيب و الفك.
5. السرعة.

تصنع عشرات الأنواع المختلفة من المحامل هذه الأيام وكل منها لها تصميم محدد وطريقة عمل

خاصة . تصنف المحامل بشكل عام تحت تصنيفين أساسيين وذلك كما في المراجع (1) :

- المحامل ذات التلامس الدوار (المضادة للإحتكاك) .
- المحامل ذات التلامس الإنزلاقي (الإحتكاكية) .

1.7.1.2 المحامل ذات التلامس الدوار :Rolling Contact Bearings

تحتوي المحامل ذات التلامس الدوار أو المحامل المضادة للإحتكاك على أجسام دوارة محصورة

بحلقة داخلية وخارجية , وهذا يقلل الإحتكاك بشكل كبير.عندما تزيت المحامل ذات التلامس الدوار

(المضادة للإحتكاك) بشكل جيد فإنها تعمل بصورة فعالة. و للمحامل ذات التلامس الدوار نوعين أساسيين : كروية و دوارة - وهما يميزان وفقاً لإختلاف شكل الاجزاء الدوارة ونوع التلامس الحاصل .

1.1.7.1.2 المحامل الكروية Ball Bearing:

المحامل الكروية تأتي في أشكال مختلفة تعتمد على متطلبات العمل .الاستعمال الأكثر رواجاً

للمحامل الكروية هو في المضخات والمحركات. والأنواع المختلفة المشروحة في هذا الجزء هي:

- المحامل الكروية العميقة المدرج.
- المحامل الكروية ذات القدرة القصوى.
- المحامل الكروية زاوية التلامس.
- المحامل الكروية ذاتية الإصطفاف.

1.1.1.7.1.2 المحامل الكروية العميقة المدرج Deep Groove Ball Bearings:

هي الأبسط من ناحية التصميم و البناء. و لكن في نفس الوقت فإن لها الإستعمال الأوسع. و بالرغم من أنها أساساً محامل دائرية فإنها قادرة على تحمل الحمل الدافع المعتدل المسلط من كلا الإتجاهين أو العمل عند سرعات عالية , أما في الحالات حيث تتحمل المحامل أحمال قطرية كبيرة في كلا الإتجاهين ، فيستخدم في العادة محمل كروي من نوع المدرج العميق يحتوي على صفيين من الكرات.



(ب)

(أ)

الشكل (2-4): المحمل الكروي العميق المدرج

(ب) ذو الصف العمود

(أ) ذو الصفيين

المجاري أو المدرجات الكروية في حلقات المحمل محفورة بدقة لتتطابق درجة إنحناء الكرة ، ولتتناسق مع أقل إحتكاك ، وأقصى قدرة ، وتقنيات الصناعة العملية تختار الكرات بطريقة تضمن أفضل توزيع للحمل الداخلي .

القفص البرونزي آلي الصنع مكون من قطعتين في حالات العمل على سرعات عالية وعند وجود ظروف عمل أخرى ، فإن القفص قد يصنع من مواد أخرى.

2.1.1.7.1.2 المحامل الكروية ذات القدرة القصوى Maximum Capacity Ball

Bearings:

محامل القدرة القصوى الكروية تختلف عن محامل المدارج العميقة الكروية ، فهي تستطيع تحمل قدرة دورانية أكبر من ذات المدارج العميقة ذات الصف الواحد ، ولكنها تتحمل الدفع من إتجاه واحد فقط ، وإذا طبق الدفع بالإتجاه الخاطئ فإن العناصر الدوّارة قد تتحرك من مكانها. هذا النوع من المحامل

له حلقة داخلية بأخدود عميق ، ولكن الحلقة الخارجية مثقبة بإستخدام آلة التنقيب ، الشكل (5-2) يبين المحمل الكروي ذو القدرة القصوى

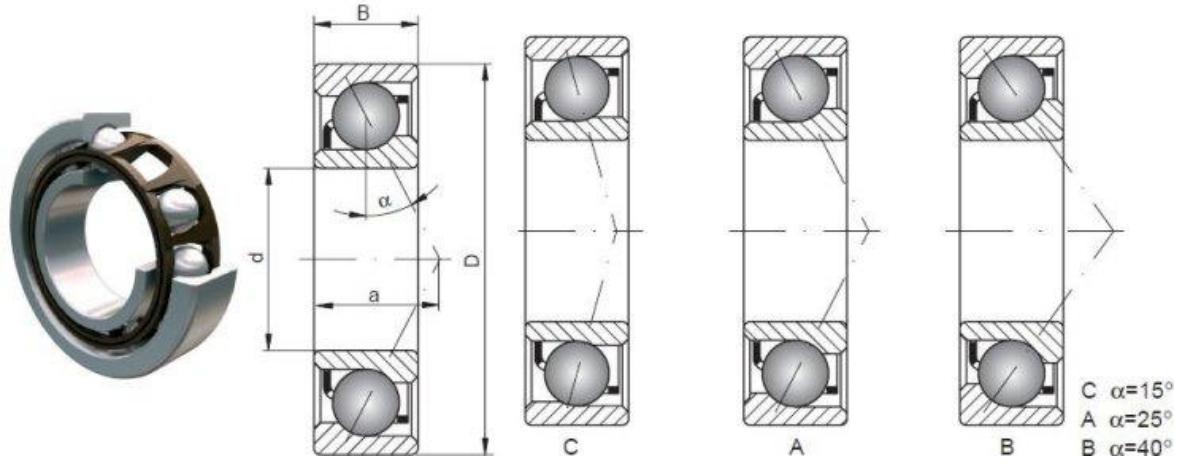


الشكل (5-2): المحمل الكروي ذو القدرة القصوى

3.1.1.7.1.2 المحامل الكروية زاوية التلامس Angular-Contact Ball Bearings

:Bearings

المحمل الكروي الزاوي التلامس يستعمل لدعم أحمال الدفع الثقيلة أحادية الإتجاه مع الأحمال القطرية المعتدلة. الجانب المرتفع في إحدى جهات الحلقة الخارجية وجانب مرتفع آخر مشابه له في الجهة المعاكسة للحلقة الداخلية تسمح للمحمل بتحمل حمل الدفع.



الشكل (2-6): المحمل الكروي الزاوي التلامس

4.1.1.7.1.2 المحامل الكروية ذاتية الإصطفاف Self-aligning Ball Bearings

:Bearings

في حالة إستحالة الإبقاء على إصطفاف مقاعد المحامل ضمن الحدود الطبيعية فإن إستخدام المحامل الكروية الذاتية الإصطفاف سيساعد بشكل كبير. سنشرح نوعان سائدان من هذه المحامل هما الإصطفاف الذاتي الداخلي والخارجي.

1/ النوع الداخلي:

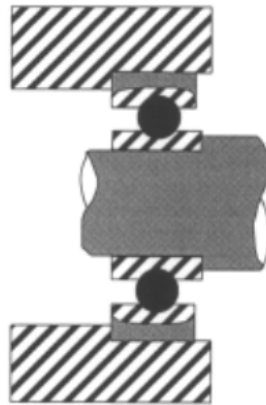
المحمل الكروي الذاتي الإصطفاف الداخلي له صفان من الكرات في مدرجان منفصلان في الحلقة الداخلية ، ولكن له مدرج كروي وحيد في الحلقة الخارجية.



الشكل (2-7): المحمل الكروي الذاتي الإصطفاف الداخلي

2/ النوع الخارجي:

هو محمل إعتيادي عميق المدرج ، الحلقة الخارجية التي لها سطح كروي تتناسق مع حلقة أخرى مناسبة لها. المحمل كله له حرية الدوران داخل هذه الحلقة الخارجية الإضافية سامحاً بالإصطفاف المحوري.



الشكل (2-8): المحمل الكروي الذاتي الإصطفاف الخارجي

2.1.7.1.2 المحامل الدوارة (محامل اللفائف) Roller Bearings:

المحمل الدوار يشبه كثيراً محمل الكرات إلا أن أنواع متعددة من اللفائف قد حلت محل الكرات كعناصر لتخفيف الإحتكاك بسبب المساحة الكبيرة من التلامس بين الأجزاء الدوارة والمدرج فإن هذه

المحامل قد تدعم بشكل عام أحمال أكثر من محامل الكرات . والمحامل الدوارة مقاومة أكثر للصدمات والحمل الزائد من محامل الكرات وذلك لأن الأجزاء الدوارة (اللقائف) تصاب بتشويه أقل مقارنة بما تصاب به الكرات .

من أهم أنواع المحامل الدوارة:

- المحامل الدوارة الأسطوانية .

- المحامل الدوارة الكروية.

- المحامل الدوارة الإبرية.

- المحامل الدوارة المخروطية.

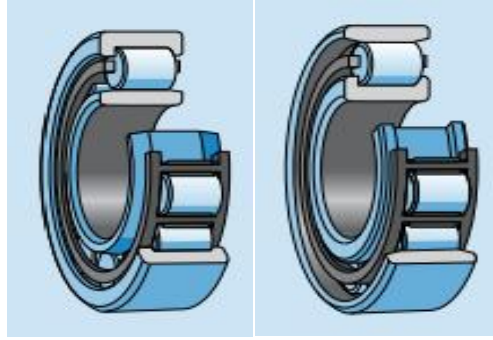
1.2.1.7.1.2 المحامل الدوارة الأسطوانية Cylindrical Roller Bearings :

في المحامل الدوارة الأسطوانية - الشكل (2-9) - فإن الأسطوانات عادةً ما تكون محاطة بحواف بارزة على الحلقة الداخلية والخارجية. وهناك قفص يبقها بتوزيع منتظم حول محيط الحلقة. المحمل الدوار الأسطواني مثالي للإستخدام في تطبيقات الحمل العالي ولكنه يدعم حمل الدفع بشكل قليل أو معدوم.



الشكل (2-9): المحمل الدوار الاسطواني

المحمل الدوار الأسطواني يصنع عادة بتصاميم أحادية الصف ، والتي تختلف بتوزيع الحواف على كل حلقة ، يعد المحمل ذو الحافتين المتكاملتان على الحلقة الخارجية وحلقة داخلية بدون حواف مثالاً على محمل لفائف إسطواني منفصل. مصطلح الحواف المتكاملة يعني أن الحواف على الحلقة هي في الأساس جزء من الحلقة نفسها وليست عناصر منفصلة. والشكل (2-10) يظهر نوعين أساسيين من هذه المحامل.



الشكل (2-10): المحمل الدوار الأسطواني المنفصل أحادي الصف

2.2.1.7.1.2 المحامل الدوارة الكروية Spherical Roller Bearings :

المحمل الدوار الكروي له صفان من الأجزاء الدوارة التي تدور في مدرج كروي على الحلقة الخارجية. يميل مدرج الحلقة الداخلية بزاوية عن محور المحمل. المحامل الدوارة الكروية تحمل أحمال قطرية عالية ، وتستطيع هذه المحامل أيضاً أن تتلائم الحمل المحوري المؤثر في كلا الإتجاهين.



الشكل (2-11): المحمل الدوار الكروي

3.2.1.7.1.2 المحامل الدوارة الإبرية Needle Roller Bearings :

في المحمل الدوار الإبري الإبر لها نسبة بين الطول والقطر وهي أكبر بكثير من الموجودة في المحامل الدوارة الأسطوانية. الإحتكاك الناتج عن هذه المحامل أكبر عدة مرات من إحتكاك المحامل الدوارة الأسطوانية .

المحامل الدوارة الإبرية و الظاهرة في الشكل (2-12) تستخدم عندما يكون هنالك ذبذبة في العمود.

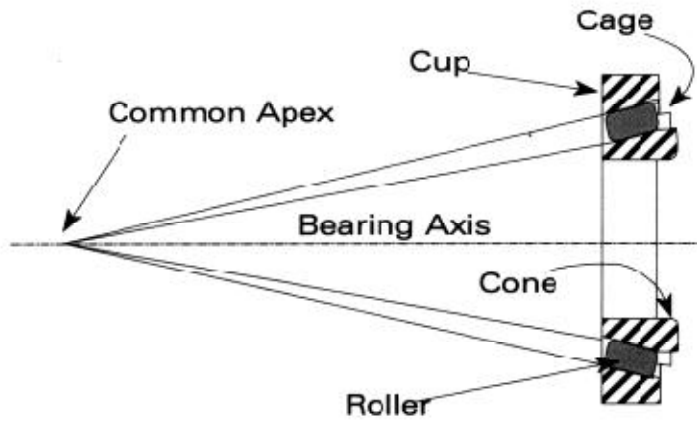


الشكل (2-12): المحمل الدوار الإبري

4.2.1.7.1.2 المحامل الدوارة المخروطية : Tapered Roller Bearings

المحامل الدوارة المخروطية مناسبة تماماً لحمل الأحمال القطرية والمحورية المختلطة. كما يظهر في الشكل (2-13) فهناك أربع أجزاء رئيسية للمحمل الدوار المخروطي:

- 1- القفص الذي يحمي الأجزاء الدوارة.
- 2- الكأس الذي يعمل كمدرج خارجي.
- 3- الأجزاء الدوارة التي تدور بحرية بين الكأس و الجسم المخروطي.
- 4- الجسم المخروطي الذي يعمل كمدرج داخلي.

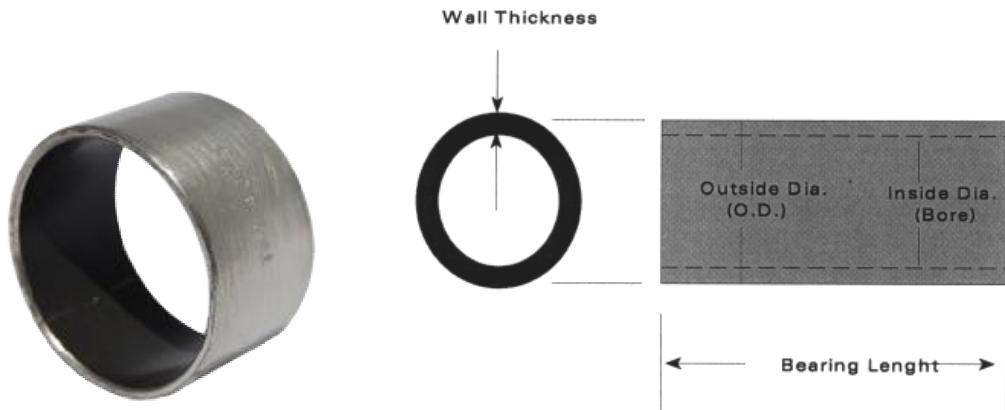


الشكل (2-13): المحمل الدوار المخروطي

2.7.1.2 المحامل ذات التلامس الإنزلاقي Sliding Contact Bearings:

وتسمى أحياناً المحامل البسيطة أوالمحامل الذراعية ، هي من أول أنواع المحامل التي استخدمت لدعم أعمدة الآلة. فإستخدامها يعود إلى الزمن الذي كانت فيه الأخشاب الصلدة هي المواد الوحيدة التي يمكن أن تصنع منها المحامل. المحامل البسيطة ما زال لها استخدامات عديدة ، و كلمة المحمل البسيط تدل على أن المحمل لا يحتوي على عناصر دوارة مثل المحامل الكروية و المحامل الدوارة.

في الشكل (14-2) لاحظ أن المحمل يشبه الذراع البسيط ومن هنا جاء إسمه الآخر المحمل الذراعي.



الشكل (14-2): المحمل ذو التلامس الإنزلاقي

خلال العمل وبينما يدور العمود ينتج إحتكاك بين السطح الخارجي للعمود وجوف المحمل ، وهذه هي المنطقة الحرجة في المحمل البسيط .
يجب تزويد هذه المنطقة بالأنواع والكميات المناسبة من التزييت ، أما المواد المستخدمة في جوف المحمل فيجب أن تكون قادرة على تحمل الحمل المعطى .

2.2 صيانة المحامل Maintenance Of Bearings :

إن المنافسة في مجال التصنيع وصلت إلى مستوى لم يسبق له مثيل مما أجبر العديد من المؤسسات على البحث عن طرق لتقليل كلفة الإنتاج وتقليل أعطال الآلات. أحد أسهل هذه الحلول وأقلها ضرراً هو التقليل من تكلفة إصلاح قطع الغيار. إن التطبيق العملي لتركيب وصيانة المحامل بطريقة جيدة يحتاج إلى وقت طويل وذلك للتقليل من تكاليف الصيانة وعندما يدرك الفرد حقيقة أن الملايين تنفق سنوياً على تغيير المحامل ، فإن تصليح الآلات بشكل دوري يعتبر ضروري جداً و ذلك باستخدام تقنيات بسيطة مثل:

1.2.2 تزييت المحامل Lubrication Of Bearings :

يعتبر التزييت مفتاحاً لإطالة عمر المحامل وأداؤها بشكل مناسب. القليل أو الكثير من الزيت أو استخدام الأنواع غير الجيدة للتزييت ستؤدي إلى العديد من المشاكل التي تتعلق بالتزييت ، والتي قد تصل إلى عطب كارثي في الآلة.

يجب تشحيم المحامل ذات التلامس الدوار لمنع التلامس بين العناصر الدوارة والمدرج والقفص ، ويقوم التشحيم أيضاً بحماية المحامل من التآكل ويساعد على تبديد الحرارة ، ويقلل من صوت المحامل المزعج.

نحصل على أفضل درجة حرارة تشغيلية في المحامل الدوارة عندما نستخدم أقل كمية من المادة التشحيمية . وتعتمد كمية المادة التشحيمية المستخدمة أيضاً على الوظائف الأخرى المطلوبة من التشحيم مثل التبريد والسداد المحكم.

إن المحامل ذات التلامس الدوار يمكن تشحيمها إما بالزيت أو الشحم واختيار نوع مادة التشحيم يعتمد على ظروف التشغيل مثل درجة حرارة التشغيل والسرعة الدورانية والحمل والظروف البيئية. بعكس المحامل الدوارة فإن المحامل ذات التلامس الإنزلاقي تستعمل الزيت فقط لتشحيمها.

الوقت اللازم لتغيير الزيت يمكن تحديده بتحليل الزيت , و تحليل الزيت يكشف عن:

- وجود شوائب معدنية.

- وجود تأكسد.

- توقف متكرر في حركة الزيت.

2.2.2 فحص المحامل Examination Of Bearings :

فحص المحامل هو أحد الخطوات المهمة في أداء الصيانة. وهذا التفحص سوف يساعد على تجنب أي عطب في عمل المحامل. وأهم البنود المتعلقة في هذا الموضوع :

1.2.2.2 الموازنة :

الموازنة الصحيحة لكل الأدوات المتصلة بعمود المحامل تعمل على عدم ظهور أي شئ في غير محله. جميع أجزاء العمود يجب أن تعمل مع بعضها البعض في توازن صحيح لتجنب خراب أي منها. العمود المتحرك غير المتوازن سوف يسبب بلاء للمحامل مما يؤدي إلى سوء موازنة الآلة, إن سوء التراصف من الممكن أن يصل إلى المحامل ويعمل على عطلها مع أجزاء أخرى تدور في المكان إلى جانب ذلك ستظهر حفر داخل مدارج المحامل وهذا سيسبب بلاء هذه المحامل .

2.2.2.2 الفراغات (الخلو ص) :

الفراغ المصمم داخل المحامل هو عنصر مهم جداً في حياة المحامل الإنتاجية ، فوجود الفراغ الصحيح في كل من المحامل ذات التلامس الإنزلاقي و ذات التلامس الدوار سوف يساعد بكل تأكيد على إستمرار العمل بشكل سليم

3.2.2 تركيب المحامل Mounting Of Bearings

إن عملية تركيب المحامل هي إحدى أكثر الخطوات المهمة المرتبطة بزيادة عمر المحمل. المحامل يمكن تركيبها على الساخن أو البارد ويعتمد ذلك على نوع المحامل المراد تركيبها و ذلك حسب ما ذكر في المرجع (2) .

1.3.2.2 التركيب على الساخن :

طريقة تركيب المحامل على العمود عن طريق التسخين. وتستخدم هذه الطريقة بشكل عام على الأحجام الوسط والكبيرة لأن الأحجام الصغيرة يتم تركيبها بالضغط عليها. تسخين المحامل يجب ان يتم فقط بواسطة سخانات المحامل ، أفران كهربائية وسخانات حمام الزيت الحار للمحامل. عند تسخين المحامل ، يجب أن تخضع لمراقبة دقيقة لدرجة الحرارة لضمان عدم حصول تلف للمحامل. إذا زادت درجة الحرارة عن (121.11 درجة مئوية) هناك خطر تغير هيكل سطح المحامل مما يؤدي إلى انخفاض في الصلابة.

2.3.2.2 التركيب على البارد :

هنالك أسلوب آخر يستخدم في تركيب المحامل وهو التركيب على البارد. عند تركيب المحامل على العمود ، فإنه يجب أن يتم الضغط على وجه الحلقة الداخلية . وإذا ما تم توجيه الضغط من خلال الحلقة الخطأ فإن هذا يمكن أن يؤدي إلى تلف العناصر الدحرجية والمجاري. الطريقة الأكثر قبولاً بشكل كبير في التركيب على البارد للمحامل ذات الجوف الأسطواني هو إستخدام مكبس هايدروليكي.

3.2 أعطال المحامل و معالجتها Bearings Failures & remediation :

بما أن المحامل تعد من أكثر عناصر الآلة أهمية ، فإن تمكننا من معرفة أسباب أعطال المحامل مهم جداً. خلال عملية تصميم و تركيب المحامل فإن الخطوة الأولى هي تقرير أي نوع وحجم من المحامل علينا أن نستخدم ، وعادةً ما يكون الاختيار مبني على الزمن الإنتاجي الذي نريده. الخطوة الثانية هي التصميم بما يتماشى مع ظروف الخدمة السائدة. ولسوء الحظ فإن العديد من المحامل الدوارة والكروية لا تعمل للفترة المحسوبة لها وذلك بسبب شيء فعل أو لم يُفعل خلال عمليات التركيب و الإستخدام والصيانة.

الزمن الإنتاجي المتوقع لعمل المحامل مبني على أربعة إفتراضات هي:

1. أن التشحيم الجيد و بالكميات المناسبة سيكون متوفر دائماً لهذا المحمل.

2. أن المحمل سيركب من غير أي تخريب.

3. أن أبعاد الأجزاء المتصلة بالمحمل ستكون صحيحة.

4. أنه لا يوجد خلل متأصل بالمحامل.

بشكل عام إذا أستخدم المحمل بالطريقة المناسبة فإنه يبقى صالحاً للإستخدام حتى نهاية الزمن الإنتاجي لأجزائه الدوارة وإذا تعطل مبكراً فقد يعود هذا لبعض الأخطاء في الإختيار أو التركيب أو الإستخدام أو التشحيم. ومن الصعب في بعض الأحيان تحديد السبب الحقيقي لعطل المحمل وذلك لأن عدة عوامل مترابطة قد تكون السبب المحتمل. وعلى أي حال من الممكن منع تكرار المشاكل عن طريق معرفة الأسباب المحتملة التي أدت إلى تعطل المحمل , ويجب الأخذ بعين الإعتبار موقع التركيب والظروف التشغيلية والمواد المحيطة بالمحمل و ذلك كما هو مذكور في المرجع (3) .

أنواع فشل المحامل يمكن تقسيمها كالتالي:

(1) فشل أساسي: Primary Failure

و يضم كل من:

- الإهتراء **Wear**
- الأخاديد **Indentation**
- التلطيخ **Smearing**
- تشوه السطح **Surface Distress**
- التآكل **Corrosion**
- الفشل الناتج عن مرور تيار كهربائي **Electrical Current Failure**

فيما يلي بيان و تفصيل لأنواع الفشل الأساسي في المحامل :

1/ الإهتراء **Wear:**

وينقسم إلى:

أ. الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة

Particles

الجدول (1-2) : الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
أخاديد صغيرة حول المجرى والأجزاء الدوارة تغير لون الشحم للأخضر.	عدم النظافة قبل وأثناء التركيب أن تكون السدادة غير مناسبة زيوت التشحيم الملوثة بواسطة الجسيمات البالية من القفص النحاسي.	عدم فك غلاف المحمل إلا قبل التركيب مباشرة. المحافظة على نظافة الورشة ونظافة الأدوات. فحص وتحسين السدادات بقدر الإمكان. إستخدام زيت نظيف وجديد بصورة دائمة. تصفية الزيت	

ب. الإهتراء الناتج عن التشحيم غير الكافي

Inadequate Lubrication

الجدول (2-2) : الإهتراء الناتج عن التشحيم غير الكافي.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
مظهر مهترئ كثيراً ما يشبه المرآة في المراحل المتأخرة يتحول لون السطح إلى ما بين الأزرق و البنّي.	فقدان الزيوت خواصها تدريجياً مع الإستعمال.	التأكد من وصول الزيت للمحامل. التزييت المتكرر.	

ج. الإهتراء الناتج عن الإهتزازات : Wear Caused By Vibrations

الجدول (2-3) : الإهتراء الناتج عن الإهتزازات.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
منخفضات في المجاري يكون شكلها مستطيل في المحامل الأسطوانية ودائري في المحامل الكروية. الجزء السفلي من المنخفضات يمكن أن يكون لامع أوقاتم أو مؤكسد.	أن المحامل تكون معرضة لإهتزازات أثناء عدم الحركة.	تأمين المحامل أثناء النقل بواسطة تحميلها قطعياً. تزويد قاعدة (نظام) تخميد للإهتزازات. استخدام المحامل الكروية بدلا عن المحامل الأسطوانية.	

2/ الأخاديد Indentations

وتنقسم إلى:

أ. الأخاديد الناتجة عن التركيب الخاطئ أو التحميل الزائد

: Indentations Caused By Faulty Mounting or Overloading

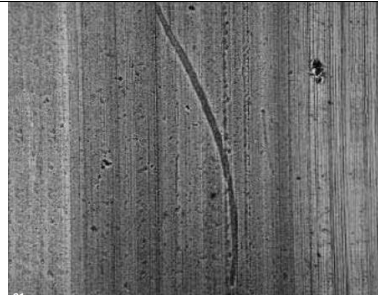
الجدول (2-4) : الأخاديد الناتجة عن التركيب الخاطئ أو التحميل الزائد .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
أخاديد في مجاري الحلقتين مع فراغات مساوية للمسافة بين الأجزاء الدوارة.	الضغط المسلط على الحلقة الخاطئة أثناء التركيب. التحميل الزائد أثناء عدم التشغيل.	تسليط الضغط على الحلقة بتوافق مناسب أثناء التركيب. تجنب التحميل الزائد.	

ب. الأخاديد الناتجة عن أجسام غريبة Identations Caused By Forign

: Particles

الجدول (2-5) : الأخاديد الناتجة عن أجسام غريبة.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة.	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات	

3/ التلطيخ Smearing

وينقسم إلى:

أ. تلطخ أطراف الأجزاء الدوارة ودليل الحواف:


Smearing Of Roller Ends And Guide Flanges

الجدول (2-6) : تلطخ أطراف الأجزاء الدوارة ودليل الحواف.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
خدوش مع تغير في لون أطراف الأجزاء الدوارة ودليل الحواف.	الإنزلاق تحت تحميل محوري عالي مع سوء التزييت.	التزييت الكافي والمناسب.	

ب. تلطخ الأجزاء الدوارة والمجاري Smearing Of Rollers And Raceways

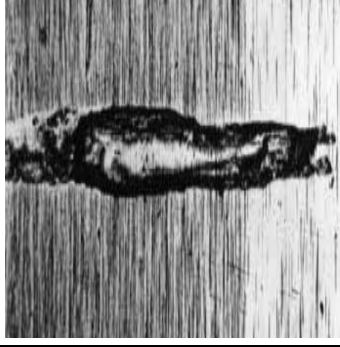
الجدول (2-7) : تلطخ الأجزاء الدوارة والمجاري.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
خدوش مع تغير اللون في المساحات التي في بداية منطقة التحميل في المجاري وكذلك في أسطح الأجزاء الدوارة.	تسارع الأجزاء الدوارة عند دخولها منطقة التحميل.	التزييت المناسب لتقليل الخلوص الداخلي في المحمل.	

ج. تلطخ المجرى في فترات مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة:


Raceway Smearing At Intervals Corresponding To The Roller Spacing

الجدول (2-8) : تلطخ المجرى في فترات مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
شرائط تلطخ عرضية في مسافات مساوية للمسافة بين الأجزاء الدوارة في مجاري المحامل الأسطوانية.	تركيب إحدى الحلقات ومعها الأجزاء الدوارة والقفص بصورة غير سليمة مع الحلقة الأخرى.	تدوير الحلقة الداخلية أو الخارجية عند المدخل. التزييت الكافي للسطوح.	

د. تلطخ الأسطح الخارجية Smearing Of External Surfaces

الجدول (2-9) : تلطخ الأسطح الخارجية.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
خدوش وتغير في لون تجويف الحلقة أو السطح الخارجي.	دوران الحلقة مع دوران العمود.	إستخدام محمل ذو توافق مناسب مع العمود.	

4/ تشوه السطح Surface Distress

الجدول (2-10) : تشوه السطح.


المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
في البداية لا يرى الفشل بالعين المجردة، أما في المراحل المتقدمة فيصير الفشل في شكل حفر وأسطح ذات شقوق بلورية.	إستخدام زيوت التشحيم غير المناسبة.	تحسين التزييت.	 

5/ التآكل Corrosion

وينقسم إلى:

أ. التآكل عميق الجذور Deep Seated Rust

الجدول (2-11) : التآكل عميق الجذور.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
شرائط سوداء رمادية عبر المجاري مطابقة لفراغات الجزء الدوار.	وجود الماء أو الرطوبة أو مواد قابلة للتآكل في المحمل لفترات زمنية طويلة.	إحكام إغلاق السدادات. إستخدام زيوت تشحيم ذات خواص مانعة للصدأ.	

ب. التآكل الإحتكاكي Fretting Corrosion

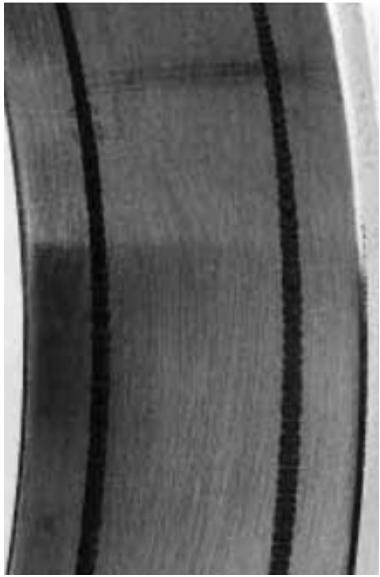
الجدول (2-12) : التآكل الإحتكاكي.


المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
مساحات من الصدأ على السطح الخارجي للحلقة الخارجية أو على تجويف الحلقة الداخلية.	التوافق حر جداً. وجود أخطاء من حيث الشكل في العمود أو مقاعد العمود.	ضبط مقاعد العمود.	

6/ الفشل الناتج عن مرور تيار كهربائي

Failure Caused By The Passage Of Electrical Current

الجدول (2-13) : الفشل الناتج عن مرور تيار كهربائي.

المظهر الأول	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
حفر أو أخاديد بنية غامقة أو سوداء رمادية في المجاري و الأجزاء الدوارة	مرور تيار كهربائي خلال المحمل أثناء دورانه.	إستخدام محامل معزولة كهربائياً.	

المظهر الثاني	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
حروق موضعية على المجاري و الأجزاء الدوارة.	مرور تيار كهربائي على المحمل عندما يكون ساكناً.	إستخدام محامل معزولة كهربائياً.	

(2) فشل ثانوي Secondary Failure

و يضم كل من:

- التقشر (Flaking (Spalling)

- الشقوق Cracks

فيما يلي بيان و تفصيل لأنواع الفشل الثانوي في المحامل :

1/ التقشر (Flaking (Spalling)

و ينقسم إلى:

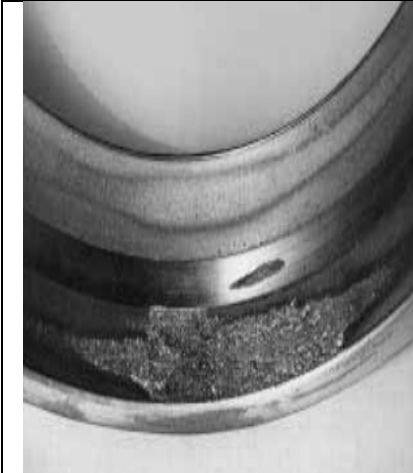
أ.التقشر الناتج عن التحميل المسبق Flaking Caused By Preloading

الجدول (2-14) : التقشر الناتج عن التحميل المسبق.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
مسار واضح منقوش في مجاري كلا الحلقتين.	التحميل المسبق على محمل ذو توافق محكم جداً.	إختيار محمل ذو خلوص داخلي أكبر. تخفيف الحمل المسبق قدر الإمكان.	

ب.التقشر الناتج عن الضغط البيضاوي Flaking Caused By Oval Compression

الجدول (2-15) : التقشر الناتج عن الضغط البيضاوي.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
مسار واضح منقوش في مقطعين متعارضين قطرياً في إحدى الحلقتين.	العمود بيضاوي أو مقاعد العمود بيضاوية.	عادةً من الضروري صنع عمود جديد أو مقاعد جديدة لتفادي هذا الخلل.	

ج.التقشر الناتج عن الضغط المحوري Flaking Caused By Axial Compression

الجدول (2-16) : التقشر الناتج عن الضغط المحوري.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
مسار واضح منقوش في مجرى الجزء الدوار وذلك في المحامل الكروية.	تكسد الكرات غير المتموضعة بصورة صحيحة في المحمل.	فحص التوافق. تزييت السطوح.	

د.التقشر الناتج عن المحاذاة غير الصحيحة Flaking Caused By Misalignment

الجدول (2-17) : التقشر الناتج عن المحاذاة غير الصحيحة.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر في حافة المجرى وذلك في المحامل الأسطوانية.	تركيب المحمل بصورة منحرفة أو غير سليمة.	إستخدام جلبة تركيب ذات وجوه متوازية.	

هـ. التقشر الناتج عن الأخاديد Flaking Caused By Indentations

الجدول (2-18) : التقشر الناتج عن الأخاديد .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر في الأخاديد مطابق لفراغات الجزء الدوار.	الأخاديد الناتجة عن التركيب الخاطئ أو التحميل الزائد.	تركيب المحامل بصورة سليمة. تجنب التحميل الزائد.	

و. التقشر الناتج عن التلطيخ Flaking Caused By Smearing

الجدول (2-19) : التقشر الناتج عن التلطيخ .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر مطابق لفراغات الجزء الدوار في مجاري المحامل الأسطوانية.	التلطيخ المستعرض الناتج عن التركيب الخاطئ	التركيب السليم للمحامل.	

ز.التقشر الناتج عن التآكل عميق الجذور Flaking Caused By Deep Seated Rust

الجدول (20-2) : التقشر الناتج عن التآكل عميق الجذور.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر ناشئ عن التآكل.	التآكل عميق الجذور	إحكام إغلاق السدادات لمنع الماء من التغلغل إلى داخل المحمل إستخدام زيوت تشحيم ذات خواص مانعة للصدأ.	


ح.التقشر الناتج عن التآكل الإحتكاكي Flaking Caused By Fretting Corrosion

الجدول (21-2) : التقشر الناتج عن التآكل الإحتكاكي.

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر في مجرى الحلقة الداخلية أو الخارجية.	التآكل الإحتكاكي.	ضبط مقاعد عمود المحمل.	

ط.التقشر الناتج عن الأخاديد أو الحفر Flaking Caused By Fluting Or Craters

الجدول (22-2) : التقشر الناتج عن أخاديد أو حفر متآكلة .

المظهر الاول	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر مقترن بأخاديد أو حفر متآكلة.	الإهتراء الناتج عن الإهتزازات عندما تكون المحامل ليست قيد التشغيل.	إستخدام قاعدة (نظام) تخميد للإهتزازات بقدر الإمكان.	

الجدول (23-2) : التقشر الناتج عن أخاديد أو حفر داكنة اللون .


المظهر الثاني	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
تقشر مقترن بأخاديد أو حفر داكنة اللون.	مرور التيار الكهربائي.	إستخدام محامل معزولة كهربائياً.	

2/ الشقوق Cracks

و تنقسم إلى:

أ. الشقوق الناتجة عن سوء التعامل Cracks Caused By Rough Treatment

الجدول (2-24) : الشقوق الناتجة عن سوء التعامل .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
كما هو موضح بالشكل.	الضرب بالمطرقة على الحلقة عند التركيب.	استخدام جلبة تركيب. عدم تعريض المحمل لأي ضربات.	

2. الشقوق الناتجة عن التلطيخ Cracks Caused By Smearing

الجدول (2-25) : الشقوق الناتجة عن التلطيخ .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
شقوق مقترنة بتلطيخ في حلقة المحمل.	التلطيخ .	التزييت المناسب .	

ج. الشقوق الناتجة عن التآكل الإحتكاكي Cracks Caused By Fretting Corrosion

الجدول (2-26) : الشقوق الناتجة عن التآكل الإحتكاكي .

المظهر	الأسباب	المعالجة	الشكل التوضيحي
شقوق مستعرضة في الحلقات الداخلية و عامةً تكون شقوق طولية في الحلقات الخارجية بالإضافة إلى تآكل إحتكاكي.	التآكل الإحتكاكي.	ضبط مقاعد المحمل.	

4.2 فشل المحامل في المعدات الثقيلة :

في هذه الدراسة السابقة وجد أن 21% من الفشل الذي حدث للعينات عبارة عن كسور، و 11% عبارة عن شقوق، و أكبر مسببات الفشل تتمثل في قلة التزييت و تحميل المركبة أعلى من الحمل الموصى به. و من تحليل الاستبيانات وجد أن أكثر أنواع الفشل التي تصيب المحامل هي الكسور و الشقوق و التآكل بنسبة 50% لكل منهم، و أن 19% من الشركات فيها 50% من الفشل بسبب التركيب الخاطئ و 34% أسباب تشغيلية أخرى.

5.2 تحليل الفشل السابق لأوانه في المحامل :

في هذه الدراسة السابقة وجد أن السبب الرئيسي في فشل المحامل هو التشحيم ، فعندما يكون التشحيم غير كافي يؤدي ذلك إلى زيادة درجة الحرارة و نقصان في لزوجة زيت التشحيم وبالتالي حدوث التحميل المفرط و أخيراً حدوث الفشل.

6.2 الصناعات الكيميائية Chemical Industries :

الصناعات الكيميائية سابقاً كان يعتقد بأنها تلك الصناعات التي تهتم بصورة رئيسية بإنتاج أنواع مختلفة من المواد الكيميائية سواء كانت عضوية أو غير عضوية ، و لكن بعد إرتفاع مستوى المعيشة و التزايد السكاني الذي حدث بعد الحرب العالمية الثانية إزداد الطلب على المواد الكيميائية و الوقود و المواد الغذائية و الملابس و غير ذلك من متطلبات الحياة الأخرى وذلك حسب ما ورد في

المرجع (4) و على هذا الأساس و حسب نوع المنتجات المختلفة تم تصنيف الصناعات الكيميائية الى ثلاثة أصناف :

1.الصناعات الكيميائية التقليدية :

و يغطي هذا الصنف الصناعات الكيميائية المهتمة بصناعة الأحماض و القواعد و الأملاح.

2. الصناعات الكيميائية العضوية :

و يهتم هذا النوع بإنتاج المواد الأولية للصناعات البتروكيميائية مثل إنتاج الفينول و الكيومين و الزايلينات و الأوليفينات و الإيبوكسيدات الضرورية لصناعة الأصماغ و الراتنجات و البلاستيك و البوليمرات الأخرى .

3. الصناعات الكيميائية النهائية :

وهي التي تهتم بصناعة الأسمدة و العطور و الصابون و المنظفات الصناعية و الأدوية و المنتجات الأخرى الضرورية للحياة العصرية .

نلاحظ من التصنيف السابق الذكر للصناعات الكيميائية أنه لم يؤخذ بالإعتبار تداخل هذه الأصناف الثلاثة و إعتداد إحداها على الأخرى حيث في الوقت الحاضر من الصعب التمييز بين نوع وآخر من هذه الصناعات حيث العديد من المواد الكيميائية المضافة تعد مواد أساسية ضرورية في بعض الصناعات مثل إضافة مادة رابع إيثيلات الرصاص إلى الجازولين (وقود السيارات) و إستخدام حامض البنزويك كمادة حافظة لمختلف أنواع المواد الغذائية و غير ذلك من التداخلات بين أصناف الصناعات الكيميائية السابقة الذكر .

الصناعات الكيميائية دخلت في أنواع مختلفة من المواد مثل البوليميرات و اللدائن و الوقود و مانعات التآكل و غيرها. و قد نمت هذه الصناعات خلال العقدين الأخيرين نمواً سريعاً و هذا أدى إلى وجوب حدوث بعض التغييرات لتواكب العصر حيث كان سابقاً يستخدم في هذه المصانع أعداد من الأيدي العاملة و بعدها طورت إلى إستخدام الآلة الإلكترونية (الحاسوب) و الماكينات في عمل هذه الصناعات.

1.6.2 صناعة الدواء:

كل الأدوية سواء كانت مستوردة أو مصنعة محلياً لا بد من الموافقة عليها من قبل جهات الاختصاص و قبل أن يحصل أي دواء على الموافقة لا بد أن يتم التأكد من أنه آمن و فعال وذلك عن طريق إخضاعه للتجارب التالية:

- 1- مرحلة ما قبل التجربة على الإنسان: و يتم فيها تجربته على الحيوانات.
- 2- مرحلة التجربة على الإنسان: و يتم فيها تجربته على مجموعة محدودة من المتطوعين.
- 3- مرحلة التداول و المتابعة : و يتم فيها طرحه بالأسواق مع متابعته سواء من ناحية التسويق أو من الناحية الطبية.

تعتبر صناعة الأدوية من أهم الصناعات الكيميائية و ذلك للأهمية البالغة الأدوية في حياتنا اليومية, وسنتناول هنا بنوع من الاختصار كل من خط إنتاج الأقراص و خط إنتاج الكبسولات.

1.1.6.2 خط إنتاج الأقراص:

عند تصنيع الأقراص تمر بمراحل الإنتاج التالية:

المرحلة الأولى: فحص وزن البذرة.

المرحلة الثانية: تشكيل الحبوب و تأتي بعد التأكد من التأكد من الوزن المطلوب.

المرحلة الثالثة: التجفيف.

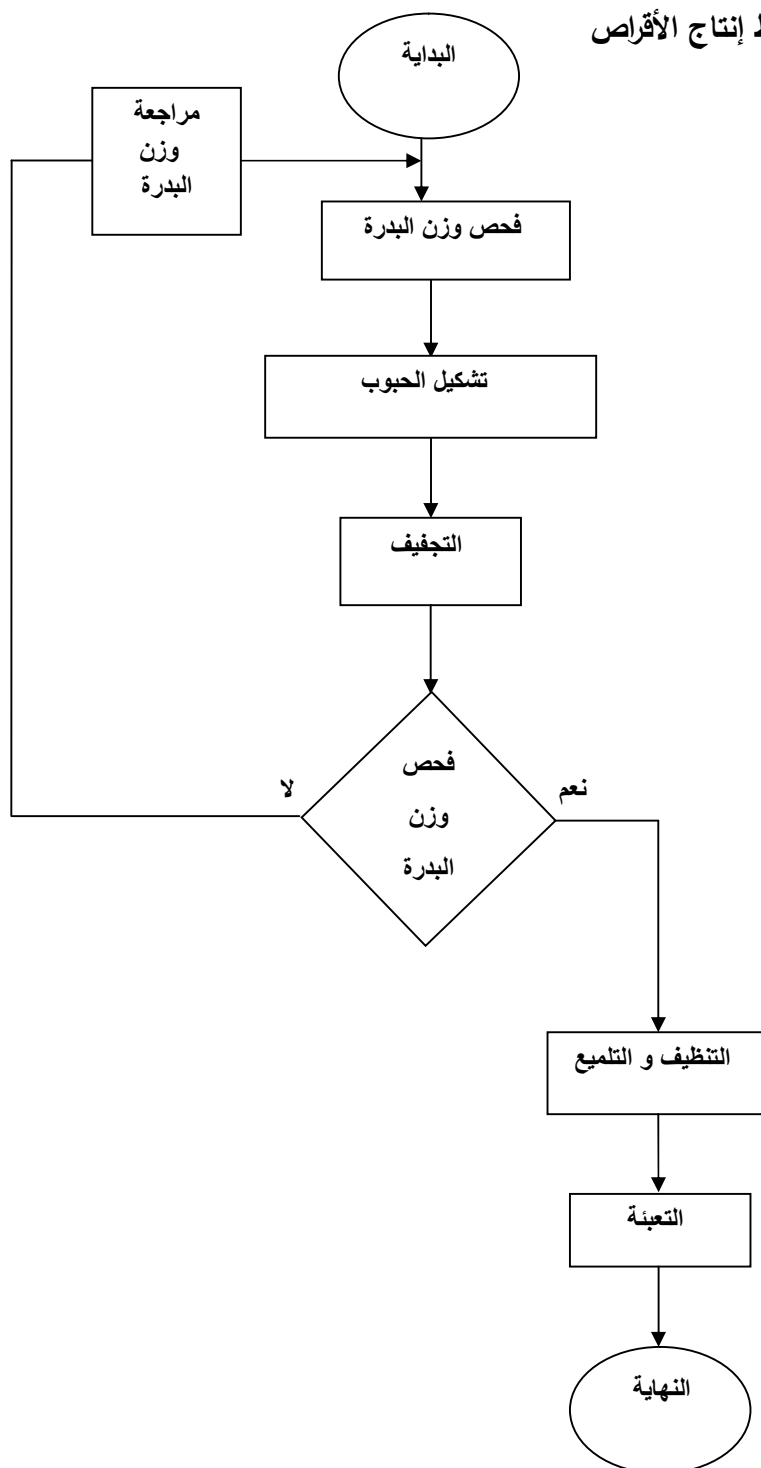
المرحلة الرابعة: إعادة فحص الوزن.

المرحلة الخامسة: التنظيف و ذلك إذا كان الوزن هو المطلوب.

المرحلة السادسة: التلميع.

المرحلة السابعة: التعبئة.

الشكل (15-2) يبين خط إنتاج الأقراص



الشكل (15-2) : خط إنتاج الأقراص

2.1.6.2 خط إنتاج الكبسولات:

أما عند تصنيع الكبسولات تمر بمراحل الإنتاج التالية:

المرحلة الأولى: فحص وزن البدرة.

المرحلة الثانية: خلط البدرة.

المرحلة الثالثة: التعبئة في الكبسولات.

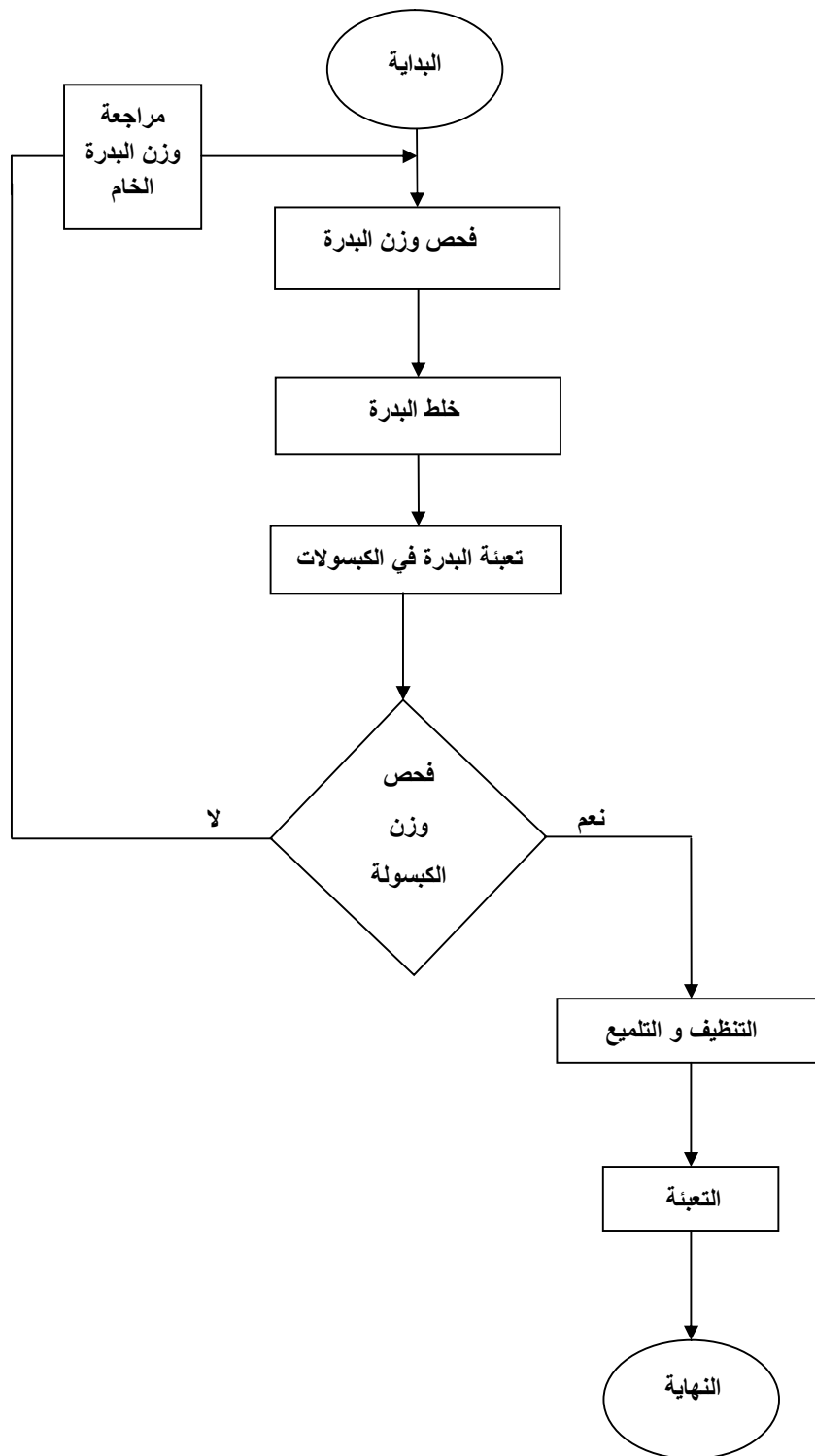
المرحلة الرابعة: إعادة فحص الوزن.

المرحلة الخامسة: التنظيف و ذلك إذا كانت مطابقة للمواصفات.

المرحلة السادسة: التلميع.

المرحلة السابعة: التعبئة.

الشكل (2-16) يبين خط إنتاج الكبسولات



الشكل (2-16) : خط إنتاج الكبسولات

2.6.2 صناعة الصابون:

تتطلب عملية تصنيع الصابون فهماً كاملاً للكيمياء ، قديماً كانت هذه العملية تتطلب وقتاً طويلاً ومراحل عديدة أثناء التنفيذ، وكمبدأ عام نستطيع أن نقوم بتصنيع الصابون إذا أدركنا أن تصنيعه يتم بناءً على تفاعل كيميائي بين الحمض والقاعدة والتي تسبب ما يعرف بعملية التصبن.

يأتي الشق الحامضي في الصابون من مصادر كثيرة أهمها الدهون، وبالنسبة للشق القاعدي فهو يعتبر من المكونات التي يصعب الحصول عليها نظراً لأنها تحتاج إلى عمليات كيميائية صعبة حتى تظهر في شكلها النهائي فهذا الشق عادةً ينتج من حرق العديد من المركبات العضوية .

1.2.5.2 خط إنتاج الصابون:

1/ المرحلة الأولى:

يتم وضع المادة الخام في غلاية حيث يتفاعل شحم حيواني أو نباتي مع هيدروكسيد الصوديوم ، ثم يضاف الماء لإبقاء المزيج سائلاً ويتم غلي البخار في الوسط لمزج المواد معاً وتحفيز التفاعل الكيميائي ،حيث تستقر مخلفات الصابون في قاع الغلاية ثم يتم صبها في خزان ويعاد إستخدامها في العجينة التالية ، بعد ذلك يصب الصابون السائل الحار في أسطوانة معدنية ضخمة. يشتد سريعاً وتقسطه شفرات ضخمة عن الأسطوانة مشكلة شرائط صابونية.

2/ المرحلة الثانية:

تغطس هذه الشرائط في صفيحة مصرفة حيث تنقل بريمة الحفر الصابون نحو أنبوب هابط ، تسقط شرائط الصابون حتى الطابق الثاني في أسطوانة فولاذية ضخمة تسمى المطاحن ثم تمزج وتضغط الصابون ، ليتم تقطيعه إلى شرائط مجدداً بواسطة شفرات خاصة حيث تكون هذه الشرائط ذات كثافة عالية جداً، يدفع الصابون عبر أداة مثقبة تسمى صفيحة النودل حيث تعطي الصابون الشكل المطلوب حيث تجمع القطع في صناديق ثم تعاد وتلغى داخل خلاط وفي هذه المرحلة تضاف الألوان على شكل بودرة وسائل ، ثم يتم تحريك المواد معاً بواسطة شفرات فولاذية لتعطي اللون المطلوب.

3/ المرحلة الثالثة:

تضاف زيوت عطرية وتخلط المواد معاً وعندما تصبح العجينة جاهزة يفتح باب أفقي في الأرضية حيث تتابع الشفرات دورانها وتدفع شرائط الصابون عبر الباب ، ثم يدفع داخل صفيحة نودل أخرى وتخلط هذه الصفيحة العجينة خلطة إضافية ، بعد ذلك يدفع الصابون عبر صفيحة ليتم تشكيله في شكل ألواح طويلة.

4/ المرحلة الرابعة:

يتم توجيه كتل الصابون إلى قالب ضخم يوجد به ذراع ميكانيكي يدفع الكتل داخل صفيحة ببيضاوية الشكل يتم تشذيبها ثم تحمل الكتل داخل القالب وتوجد مكابس ميكانيكية تتحرك لتعطيها شكلاً ولتدفعها، ويتم نزع الألواح إلى القالب بواسطة أذرع ميكانيكية ، بعد ذلك تدفع الألواح خارج القالب عن طريق الآلات الميكانيكية الضاغطة نحو أذرع ماصة.

5/ المرحلة الخامسة:

تتحرك ألواح الصابون نحو محطة التغليف حيث تطوي شفرة الغلاف البلاستيكي وتغلفه بإحكام وسرعة ، ثم تحمل الماسكات الآلية الألواح المغلفة وتنقلها إلى آلة تحفظها داخل علب صغيرة.

الباب الثالث : دراسة تحليلية لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية

1.3 تمهيد

هذا الباب عبارة عن دراسة تحليلية لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية حيث تناول توزيع الإستبيانات على عدة مصانع بولاية الخرطوم وجمعها و تحليلها.

2.3 الإستبيان: Questionnaire

صمم الإستبيان للمهندسين العاملين بالمصانع الكيميائية التي تمت زيارتها , و وزعت لهم الإستبيانات للحصول على معلومات ليتم تحليلها , و يحتوي الإستبيان على خمسة محاور:

1/ المحور الأول : المحور العام :

يحتوي على معلومات عامة عن المصانع الكيميائية , و بيئة العمل , و أكثر أنواع المحامل المستخدمة والأساسيات التي يجب أن توجد في المصانع مثل كتلوجات التشغيل و مهندسي الصيانة.

2/ المحور الثاني : محور التصميم :

يتحدث عن وجود مهندسين إختصاصيين في التصميم في المصنع , و آلية إختيار المحامل و معرفة خواصها و إختباراتها , و أيضاً مواد تصنيعها و طرق تزييتها.

3/ المحور الثالث : محور الصيانة :

و يحتوي على المعايير المطلوبة لصيانة المحامل و طريقة الصيانة التي أجريت عليها و ما الذي يحدث في كل نوع من أنواع الصيانة و متى يتم إستبدال المحامل, و معظم أسباب الفشل التي تحدث للمحامل ونسبة حصولها.

4/ المحور الرابع : محور التركيب :

يتناول طرق تركيب المحامل و إستبدالها قبل حدوث الفشل و وصولها إلى العمر الافتراضي ,
و هل عمر المحمل ملائم للعمر الافتراضي الذي نصت عليه الشركات المصنعة أم لا .

5/ المحور الخامس : المحور الإقتصادي :

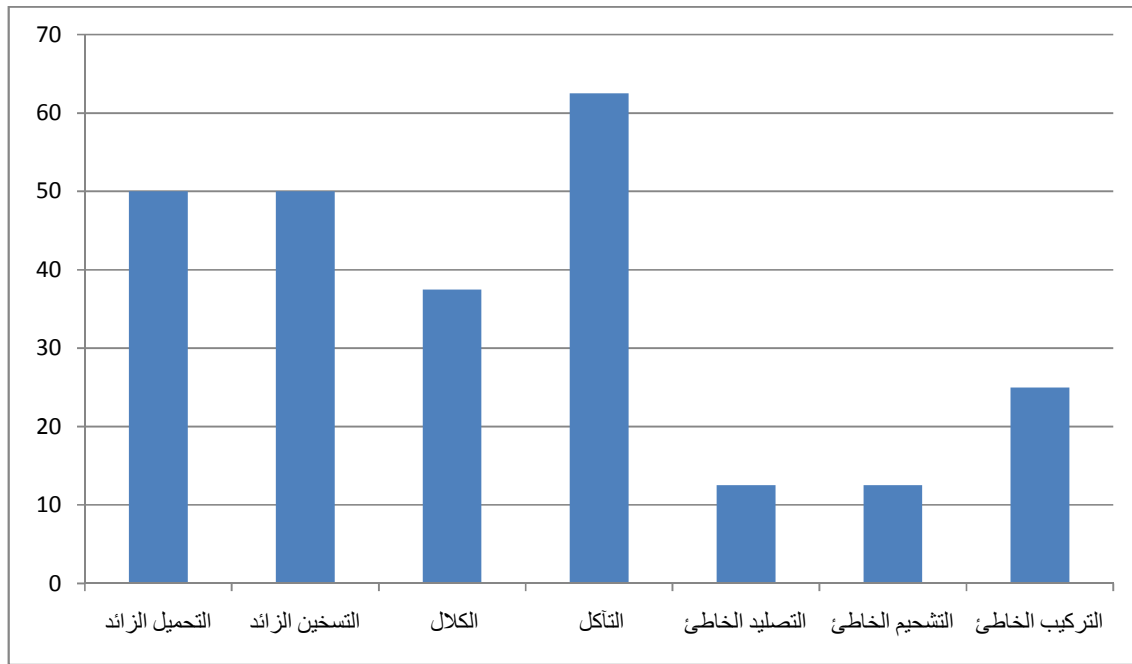
و يحتوي على الجودة و تكلفة المحامل و تكلفة الصيانة .

3.3 تحليل الإستبيان : Questionnaire Analysis

بعد جمع الإستبيانات البالغ عددها 8 و تحليلها وجد أن التآكل ظهر بنسبة 62.5% , كما أن
كلاً من التحميل و التسخين الزائد ظهرا بنسبة 50% , و أن الكلال ظهر بنسبة 37.5% , و التركيب
الخاطئ بنسبة 25% , و التصليد و التشحيم الخاطئ بنسبة 12.5% لكل منهما .

الجدول (1-3) : النسبة المئوية لأكثر أسباب الفشل ظهوراً

نوع الفشل	التكرارات	النسبة المئوية %
التحميل الزائد	4	50
التسخين الزائد	4	50
الكلال	3	37.5
التآكل	5	62.5
التصليد الخاطئ	1	12.5
التشحيم الخاطئ	1	12.5
التركيب الخاطئ	2	25

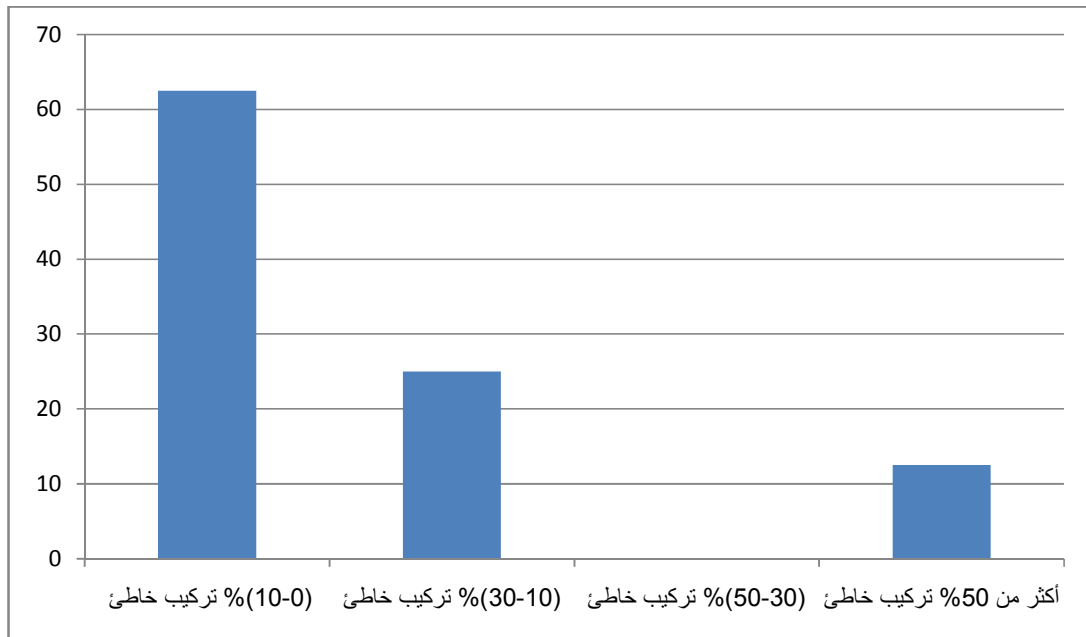


الشكل (3-1) يبين: النسبة المئوية لأكثر أسباب الفشل ظهوراً.

وجد في المصانع التي تم توزيع الإستهتبان عليها أن (0-10)% من الفشل الناتج عن التركيب الخاطئ قد حدث بنسبة 62.5% ، و أن (10-30)% من الفشل الناتج عن التركيب الخاطئ حدث بنسبة 25% ، كما أن أكثر من 50% من الفشل الناتج عن التركيب الخاطئ قد حدث بنسبة 12.5% .

الجدول (3-2) يبين: النسبة المئوية للفشل الناتج عن التركيب الخاطئ

النسبة المئوية %	التكرارات	الفئة
62.5	5	(0 - 10) %
25	2	(10 - 30) %
0	0	(30 - 50) %
12.5	1	أكثر من 50 %
100	8	المجموع

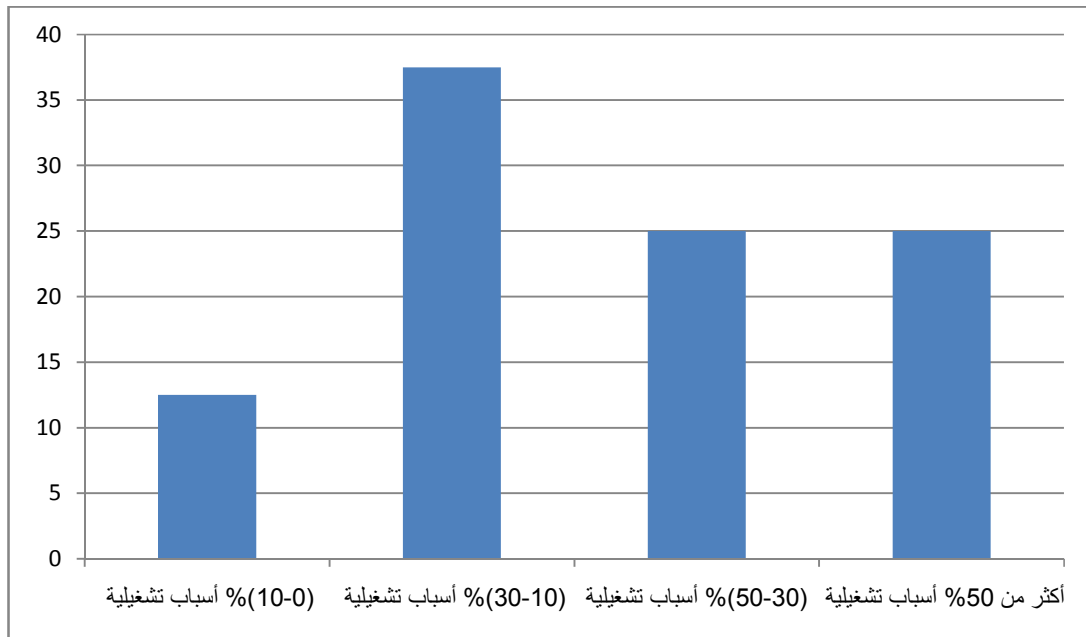


الشكل (2-3) يبين: النسبة المئوية للفشل الناتج عن التركيب الخاطئ

وجد في المصانع التي وزعت عليها الإستبيانات أن (0-10)% من الفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية قد حدث بنسبة 12.5% , و أن (10-30)% من الفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية حدث بنسبة 37.5% , و أن (30-50)% من الفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية حدث بنسبة 25% , كما أن أكثر من 50% من الفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية قد حدث بنسبة 25% .

الجدول (3-3) يبين: النسبة المئوية للفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية

النسبة المئوية %	التكرارات	الفئة
12.5	1	(0 - 10) %
37.5	3	(30 - 10) %
25	2	(50 - 30) %
25	2	أكثر من 50 %
100	8	المجموع

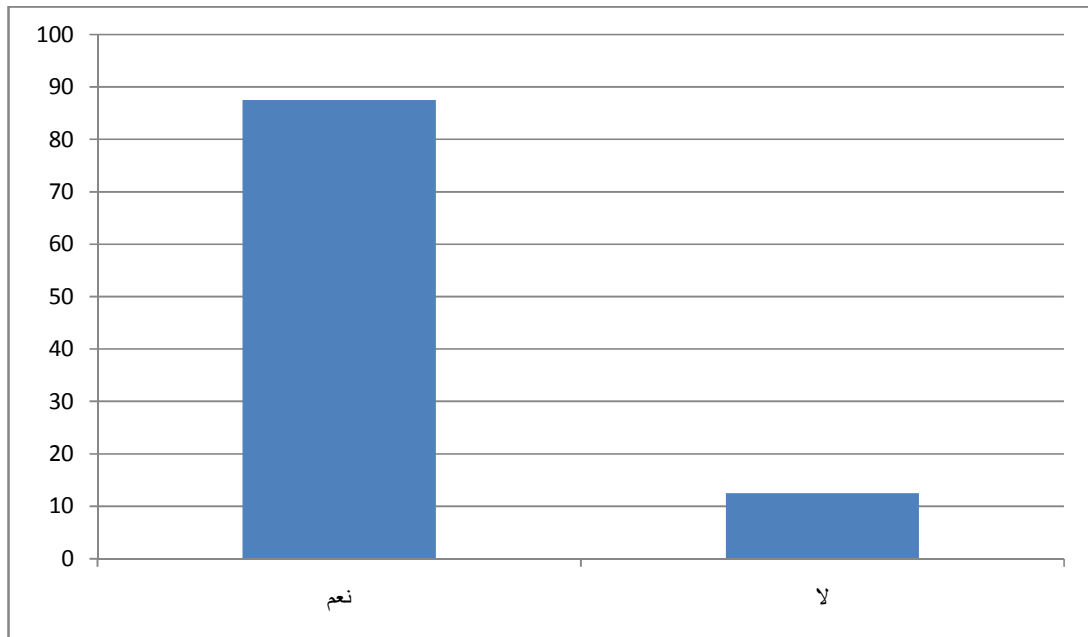


الشكل (3-3) يبين: النسبة المئوية للفشل الناتج عن الأسباب التشغيلية

وجد أن في أغلبية المصانع التي تم توزيع الإستبيانات عليها تتعرض المحامل للفشل قبل وصولها للعمر الافتراضي و ذلك بنسبة 87.5% , بينما نادراً ما تصل المحامل للعمر الافتراضي دون حدوث فشل و ذلك بنسبة 12.5% .

الجدول (4-3) يبين: النسبة المئوية للمحامل التي تتعرض للفشل قبل وصولها للعمر الافتراضي

النسبة المئوية %	التكرارات	تعرض المحمل للفشل قبل العمر الافتراضي
87.5	7	نعم
12.5	1	لا
100	8	المجموع



الشكل (3-4) يبين: النسبة المئوية للمحامل التي تتعرض للفشل قبل وصولها للعمر الافتراضي

الباب الرابع : دراسة تطبيقية لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية

1.4 تمهيد

هذا الباب عبارة عن دراسة تطبيقية لفشل المحامل في الصناعات الكيميائية حيث تم جمع 35 عينة من المحامل التالفة من المصانع الكيميائية بولاية الخرطوم و تم تحديد أسباب الفشل الذي يحدث لها و ذلك بالكشف البصري و مقارنة الفشل مع المرجع (3) .

2.4 العينات:

الجدول (4-1) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة:

رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
1		إهتراء ناتج عن الجزيئات الحادة	السدادات غير مناسبة, استخدام زيوت ملوثة	فحص وتحسين السدادات, استخدام زيت نظيف.
2		كسر ناتج عن سوء التعامل.	الضرب بالمطرقة.	عدم تعريض المحمل لأي ضربات.
3		شق في الحلقة الداخلية ناتج عن سوء التعامل	الضرب بالمطرقة على الحلقة عند التركيب.	إستخدام جلب تركيب, عدم تعريض المحمل لأي ضربات.
4		شق في الحلقة الداخلية ناتج عن سوء التعامل	الضرب بالمطرقة على الحلقة عند التركيب.	إستخدام جلب تركيب, عدم تعريض المحمل لأي ضربات.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
5		شق في الحلقة الداخلية ناتج عن سوء التعامل	الضرب بالمطرقة على الحلقة عند التركيب.	إستخدام جالب تركيب, عدم تعريض المحمل لأي ضربات.
6		اخاديد مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد..
7		اخاديد مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد.
8		اخاديد مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد.
9		اخاديد مطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
10		تقشر في شكل مسار منقوش في مجرى الحلقة	التحميل المسبق على محمل ذو توافق محكم جداً.	إختيار محمل ذو خلوص داخلي أكبر . تخفيف الحمل المسبق قدر الإمكان.
11		التآكل عميق الجذور	وجود الماء أو الرطوبة أو مواد قابلة للتآكل في المحمل لفترات زمنية طويلة.	إستخدام زيوت تشحيم ذات خواص مانعة للصدأ.
12		أهترأ ناتج عن التشحيم الغير الكافي	فقدان الزيوت خواصها تدريجياً مع الإستعمال.	التأكد من وصول الزيت للمحامل . التزييت المتكرر.
13		أهترأ ناتج عن التشحيم الغير الكافي	فقدان الزيوت خواصها تدريجياً مع الإستعمال.	التأكد من وصول الزيت للمحامل . التزييت المتكرر.
14		أخاديد و كسور في الاجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
15		أخاديد و كسور في الاجزاء الدوارة	التحميل الزائد	تجنب التحميل الزائد.
16		أخاديد و كسور في الاجزاء الدوارة	التحميل الزائد.	تجنب التحميل الزائد.
17		شق ناتج عن التركيب الخاطئ	إستخدام المطرقة	إستخدام جلب تركيب، عدم تعريض المحمل لأي ضربات.
18		أخاديد ناتجة عن دخول اجسام غريبة	دخول اجسام غريبة	التنظيف اثناء التركيب، إستخدام زيوت غير ملوثة.
19		التآكل الإحتكاكي	التوافق حر جداً.	ضبط مقاعد العمود.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
20		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة	حدوث خلل في السدادة	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان. إستخدام زيت نظيف و جديد بصورة دائمة.
21		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة	عدم النظافة قبل و أثناء التركيب زيوت التشحيم الملوثة	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان. إستخدام زيت نظيف و جديد بصورة دائمة.
22		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة	أن تكون السدادة غير مناسبة.	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان.
23		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة	أن تكون السدادة غير مناسبة.	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
24		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحاكة	حدوث خلل في السدادة	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان.
25		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحاكة	أن تكون السدادة غير مناسبة.	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان.
26		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحاكة	حدوث خلل في السدادة	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان.
27		الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحاكة	أن تكون السدادة غير مناسبة.	فحص و تحسين السدادات بقدر الإمكان , إستخدام زيت نظيف و جديد بصورة دائمة.

تابع الجدول (1-4) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
28		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
29		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
30		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
31		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.

تابع الجدول (4-1) : العينات التالفة التي تم جمعها و أسباب الفشل و طرق المعالجة :				
رقم العينة	الشكل التوضيحي	نوع الفشل	الأسباب	المعالجة
32		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
33		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
34		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.
35		أخاديد صغيرة موزعة حول مجاري الحلقتين والأجزاء الدوارة	دخول أجسام غريبة في المحمل.	التنظيف أثناء عملية التركيب , استخدام زيوت غير ملوثة, تحسين السدادات.

3.4 تحليل العينات:

بعد جمع العينات التالفة البالغ عددها 35 عينة و فحصها بصرياً مع مقارنة جميع أنواع الفشل

مع الموجودة في المرجع (3) تم الوصول إلى النسب المئوية التالية و الموضحة في الجدول أدناه:

الجدول (4-2): النسب المئوية لأنواع الفشل التي تعرضت لها العينات التالفة

النسبة المئوية %	التكرارات	نوع الفشل
25.71	9	الإهتراء الناتج عن الجزيئات الحادة
11.43	4	الكسور الناتجة عن سوء التعامل
11.43	4	الأخاديد المطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة الناتجة عن التحميل الزائد
2.86	1	التقشر في شكل مسار منقوش في مجرى الحلقة الناتج عن التحميل المسبق على محمل ذو توافق محكم جداً
2.86	1	التآكل عميق الجذور الناتج عن وجود الماء أو الرطوبة
5.71	2	الإهتراء الناتج عن التشحيم الغير كافي
8.57	3	الأخاديد و الكسور في الأجزاء الدوارة الناتجة عن التحميل الزائد
2.86	1	الشقوق الناتجة عن التركيب الخاطئ
2.86	1	الأخاديد الناتجة عن دخول أجسام غريبة
2.86	1	التآكل الإحتكاكي الناتج عن التوافق الحر جداً
22.86	8	الأخاديد الصغيرة الموزعة حول مجاري الحلقتين و الأجزاء الدوارة الناتجة عن دخول أجسام غريبة في المحمل
100	35	المجموع

الباب الخامس : النتائج و التوصيات

1.5 النتائج :

بعد عملية توزيع الإستبيان و جمعه تم تحليله إحصائياً , أما بالنسبة للعينات فبعد جمعها تم تحليلها بإستخدام كتالوج التشغيل (SKF) الذي يحتوي على صور معيارية لأنواع الفشل الشائعة (فحص بصري) , و بذلك حصلنا على النتائج التالية:

أولاً: من تحليل الإستبيان:

1/ أكثر أسباب الفشل التي تصيب المحامل شيوعاً هي التآكل بنسبة 62.5% و التحميل الزائد بنسبة 50% و التسخين الزائد بنسبة 50%.

2/ 62.5% من المصانع يحدث فيها فشل ناتج عن (0 - 10) % تركيب خاطئ.

3/ 37.5% من المصانع يحدث فيها فشل ناتج عن (10 - 30) % أسباب تشغيلية.

4/ المحامل يحدث بها فشل قبل الوصول للعمر الافتراضي بنسبة 87.5%.

ثانياً: من تحليل العينات:

وجد أن أكثر أسباب الفشل هي :

1/ الجزيئات الحاكة التي ينتج عنها الإهتراء بنسبة 25.71%.

2/ الأجسام الغريبة التي تنتج عنها الأخاديد الصغيرة الموزعة حول مجاري الحلقتين و الأجزاء الدوارة بنسبة 22.86%.

3/ سوء التعامل الذي تنتج عنه الكسور بنسبة 11.43%.

4/ التحميل الزائد الذي تنتج عنه الأخاديد المطابقة لفراغات الأجزاء الدوارة بنسبة 11.43%.

2.5 التوصيات:

من دراستنا و بحثنا في هذا المجال توصلنا إلى التوصيات التالية و ذلك لضمان عمل المحامل بصورة سليمة وبالتالي أداء بكفاءة عالية بالنسبة للمصانع أو المؤسسات أو الشركات.

هذه التوصيات تتمثل فيما يلي:

1- الفحص و الصيانة الدورية المتكررة و ذلك لمنع الأتربة و الأجسام الغريبة من الدخول في المحامل.

2- الإلتزام بعمليات التشحيم المناسبة في الأوقات المناسبة مع إختيار الشحم أو الزيت الأمثل بإستخدام كتالوجات التشغيل و ذلك للتأكد من وصول المحمل للعمر الإفتراضي.

3- إختيار الزيت أو الشحم ذو اللزوجة المناسبة و ذلك إستناداً إلى تعليمات كتالوجات التشغيل.

4- إختيار المحامل بناءً على جودتها العالية و ليس بناءً على السعر , فقد وجدنا أن 87.5% من المصانع تحت الدراسة يتم إختيار المحامل فيها بناءً على الجودة.

5- التأكد من نظافة المحامل و أدوات تركيبها خصوصاً عند عملية التركيب.

6- العمال الذين يقومون بتركيب المحامل لا بد أن يكونوا على قدر عالي من المهارة و الخبرة في

التعامل مع المحامل , حيث وجدنا أن 62.5% من المصانع يحدث فيها فشل ناتج عن (0 - 10) % تركيب خاطئ.

7- لا بد من معرفة أقصى حمل يستطيع المحمل تحمله و ذلك لتفادي الفشل الناتج عن التحميل الزائد.

8- عند ملاحظة تغير في صوت أو مظهر المحمل يجب إستبداله فوراً.

9- عمل الإحتياطات اللازمة عند عملية تركيب المحامل مع المراجعة الدقيقة للموضع الصحيح لأي محمل.

10- الإحتفاظ بالمحامل عند تخزينها في أماكن خالية من السوائل بالأخص الماء و كذلك الرطوبة و ذلك تفادياً للتآكل.

11- عدم إساءة التعامل مع المحامل أي عدم إستخدام القوة المفرطة في التركيب كإستخدام المطرقة و ذلك لتفادي الكسر و الشقوق التي يمكن أن تنتج عن ذلك.

المراجع :

- 1) SKF Rolling Bearing Distributed by: Intech Bearing Inc., 4955 Gulf Freeway, Houston, TX 77023 – ph.: 713.926.1136, toll-free: 800.327.7424, fax: 713.926.3110 – October 2012
- 2) SKF Bearing Installation and Maintenance , version 11/2012 , SKF USA Inc. 2001
- 3) SKF bearing failures and their causes , 1994–2004
- 4) Kiefer, David M. (2001). *"Sulfuric Acid: Pumping Up the Volume"* . American Chemical Society. Retrieved 2008-04-21

Questionnaire design



بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا



كلية الهندسة – مدرسة الهندسة الميكانيكية – قسم هندسة الإنتاج

دراسة تحليلية لأسباب فشل المحامل في الصناعات الكيميائية

المؤسسة:

الإسم (إختياري) :

الوظيفة:

وسيلة للتواصل:

رقم هاتف:

بريد إلكتروني:

أولاً: المحور العام:

(1) نوع الصناعات الكيميائية بالمؤسسة:

أ- أدوية () ب- صابون ()

(2) عدد المحامل الموجودة في المصنع (تقريباً):

أذكر العدد:

(3) بيئة و مكان العمل بالنسبة للماكينة:

أ- شاقة () ب- عادية ()

ج- تحوي محاليل كيميائية () د- أخرى ()

(4) أكثر أنواع المحامل المستخدمة لديكم:

- a. Ball Bearings ()
- b. Cylindrical Roller Bearings ()
- c. Tapered Roller Bearings ()
- d. Needle Roller Bearings ()
- e. Angular-Contact Bearings ()
- f. Sliding- Contact Bearings ()

أخرى:

.....

.....

5) هل توجد لديكم كتالوجات تركيب وتشغيل للمحامل:

أ- نعم () ب- لا ()

6) هل يوجد لديكم مهندس أو فني صيانة للمحامل في المؤسسة:

أ- نعم () ب- لا ()

7) إذا كانت الإجابة ب (لا) , ما الإجراء المتخذ في المؤسسة عند عدم توفر مهندس أو فني صيانة

للمحامل:

أ- التعاون مع مؤسسات أخرى () ب- التعاقد مع مهندسين أو فنيين بعقود خاصة ()

ج- أخرى

8) هل لديكم ورشة صيانة متجولة:

أ- نعم () ب- لا ()

ثانياً: محور التصميم:

(1) هل يوجد لديكم إختصاصي تصميم ميكانيكي بالمؤسسة:

أ- نعم () ب- لا ()

(2) إذا كانت الإجابة ب (لا) ، ما الإجراء المتخذ في المؤسسة عند عدم توفر إختصاصي تصميم

ميكانيكي:

أ- التعاون مع مؤسسات أخرى () ب- التعاقد مع مهندسي تصميم بعقود خاصة ()

ج- أخرى ()

(3) هل إختيار المحمل المناسب يتم وفقاً لدراسة تصميمية:

أ- نعم () ب- لا ()

(4) عند عدم توفر المحمل المطلوب ؛ يتم إختيار المحمل البديل على أساس:

أ- توليفه () ب- صيانتته ()

ج- أخرى.....

(5) يتم معرفة مواصفات المحامل عن طريق:

أ- اختبارات بصرية () ب- اختبارات ميكانيكية ()

ج- اختبارات اتلافية () د- اختبارات كيميائية ()

5) المناسب بإعتبارات سرعة الدوران المحددة:

أ- نعم () ب- لا ()

7) هل يتم إختيار المحمل المناسب بإعتبارات درجات الحرارة:

أ- نعم () ب- لا ()

8) المحامل المستخدمة لديكم مصنعة من مادة:

أ- فولاذ كرومي عالي الكربون ()

ب- فولاذ عالي الكربون ()

ج- فولاذ عالي السرعات ()

د- فولاذ لا يصدأ ()

9) يتم تحديد مواصفات المحامل لديكم من المصدر (المصنع) على أساس:

أ- المتطلبات البيئية () ب- المناطق ذات البيئة المشابه ()

ج- كتالوجات الصيانة () د- أخرى ()

10) لإجراء عملية التزليق للمحامل ، يستخدم:

أ- زيت () ب- شحم ()

ج- خليط () د- أخرى ()

11) كيف يتم إختيار نوع الزيت أو الشحم المستخدم في التزليق ، على حسب:

أ- اللزوجة () ب- كتالوج التشغيل للمحمل ()

ج- مكان تركيب المحمل () د- أخرى ()

12) كمية الزيت أو الشحم المستخدمة:

أ- يحددها المصنع () ب- عشوائية ()

ج- كمية يقدرها العامل () د- على حسب وظيفة المحمل ()

13) طريقة التشحيم (التزليق) المستخدمة:

أ- الزيت العائم () ب- البخ (تشحيم غير منتظم) ()

ج- بالضغط () د- أخرى ()

ثالثا: محور الصيانة:

1) المعايير الأساسية لتحديد نوع المحمل المطلوب صيانتة:

أ- كتالوج تشغيل الماكينة () ب- الخبرات المتراكمة ()

ج- وظيفة المحمل () د- أخرى ()

2) هل يتم فحص أولي للمحامل الجديدة قبل التركيب:

أ- نعم () ب- لا ()

3) هل يتم فحص للمحامل بعد التركيب:

أ- نعم () ب- لا ()

4) هل تحتاج المحامل الكروية لصيانة وقائية:

أ- نعم () ب- لا ()

5) هل تحتاج المحامل الأسطوانية لصيانة وقائية:

أ- نعم () ب- لا ()

6) مكان تنفيذ صيانة المحامل:

أ- قسم الصيانة بالمؤسسة () ب- خارج المؤسسة ()

7) نوع الصيانة التي يتم إجرائها على المحامل:

أ- فحص دوري (إختبار بصري - نظافة) ()

ب- صيانة بسيطة (تغيير جزء واحد منه) ()

ج- صيانة متوسطة (تغيير جزئين) ()

د- صيانة شاملة (إزالة المحمل و إستبداله) ()

هـ - أخرى ()

8) إذا كان نوع الصيانة فحص دوري يكون الإجراء:

أ- مراجعة التزليق () ب- مراجعة الحرارة ()

ج- مراجعة الخلوص و الفراغات () د- مراجعة مكان تركيبه و إترانه ()

9) إذا كانت الصيانة بسيطة يكون الإجراء:

أ- إعادة التزليق () ب- تغيير جزء واحد منه ()

ج- تنظيفه من الشوائب () د- فكّه و غسله ثم تركيبه ()

10) هل يتم تفحص الزيت التالف من آثار التآكل دورياً (رواسب معدنية):

أ- نعم () ب- لا ()

11) عملية التزليق تتم (إن وجدت):

أ- دورياً () ب- عند التركيب الأولي فقط ()

ج- عند الصيانة الوقائية البسيطة ()

12) الحالات التي يتم فيها إستبدال المحمل , عند:

أ- تغير في الصوت أثناء الدوران () ب- ظهور فشل عليه ()

ج- زيادة في درجة حرارته () د- بإنهاء عمره الافتراضي ()

13) أكثر أسباب الفشل التي تظهر عندكم :

أ- التحميل الزائد () ب- التسخين الزائد ()

ج- التصليد الخاطئ () د- التشحيم الخاطئ ()

هـ- التركيب الخاطئ () و- الكلال ()

ز- التوافق المحكم () ط- التوافق الحر ()

ح- التآكل ()

السبب:

14) تمثل حالات الفشل التي أسبابها التركيب الخاطئ:

أ- (0-10)% () ب- (10-30)% ()

ج- (30-50)% () د- أكثر من 50% ()

15) تمثل حالات الفشل التي أسبابها تشغيلية:

- أ- () % (10-0) ب- () % (30-10)
ج- () % (50-30) د- أكثر من 50% ()

رابعاً: التركيب :

1) يتم تغيير المحمل بحساب الساعات التشغيلية وفقاً لـ:

- أ- كتالوج التشغيل () ب- طلب مهندس الصيانة ()
ج- أخرى ()

2) هل تتعرض المحامل لديكم لفشل قبل وصولها للعمر الافتراضي:

- أ- نعم () ب- لا ()

الأسباب:
.....

3) عمر المحمل يمكن الحكم عليه بأنه:

- أ- مناسب للعمر الافتراضي () ب- أقل من العمر الافتراضي ()
ج- أكثر من العمر الافتراضي ()

4) طريقة تركيب المحمل:

- أ- على الساخن () وذلك باستخدام: مكبس هيدروليكي يدوي () - مطرقة ()
ب- على البارد () وذلك باستخدام: مكبس هيدروليكي يدوي () - مطرقة ()

5) معدات الفك و الربط:

- أ- موجودة دائماً ()
ب- متوفرة أحياناً ()
ج- غير متوفرة غالباً ()

خامساً: المحور الإقتصادي:

1) عند شراء المحمل يتم الإختيار حسب:

- أ- الجودة ()
ب- التكلفة ()
ج- توفره في السوق ()

2) هل تلف المحامل يؤثر على أجزاء أخرى من الآلية:

- أ- نعم ()
ب- لا ()

3) عند تلف المحمل هل يتم محاولة الإستفادة منه كقطعة غيار عن طريق إعادة صيانتها مرة أخرى:

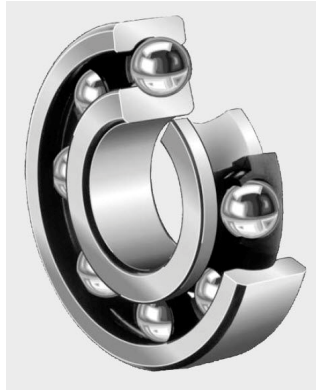
- أ- نعم ()
ب- لا ()

4) التكلفة السنوية لشراء المحامل:

- أ- بسيطة جداً" ()
ب- عادية ()
ج- عالية ()

5) تعتبر تكلفة صيانة المحامل:

- أ- بسيطة جداً" ()
ب- عادية ()
ج- عالية ()



Ball bearings



Cylindrical roller bearing



Tapered roller bearing



Needle roller bearing



Angular-contact bearing



Sliding-contact bearing