دراسة حول مدى تـأثير إضافة الحلقات في تحسين خواص القارنات المرنة

Study on Extent The effect of Add rings in improving the properties of flexible couplings

د. ثابت مهدي يحيى الغابري

استاذ مساعد بقسم الهندسة الميكانيكية – كلية الهندسة – جامعة صنعاء

د. عبدالجبار محمد العنان

استاذ مساعد بقسم الهندسة الميكانيكية – كلية الهندسة – جامعة ذمار

2003
١٤٢٤
جامعة الأندلس
للعلوم والتقنية
Alandalus University For Science & Technology

(AUST)

دراسة حول مدى تأثير إضافة الحلقات في تحسين خواص القارنات المرنة

Study on Extent The effect of Add rings in improving the properties of flexible couplings

الملخص :

في بعض الحالات يتم استخدام مواسير غير معدنية كقارنة، لكن استخدامها محدود بسبب فقدان استدامة مقطع الماسورة وذلك عند تحميلها بعزم انعطاف ليس بالكبير، فلزيادة العزم المنقول واستدامة المقطع نقترح القارنة الموضحة والمضاف إليها حلقات معدنية، وللتأكد من كفاءة القارنة أجرينا عدة تجارب في المعمل على آلة تجارب الالتواء على نوعين من القارنات، قارنة بدون حلقات داخلية وقارنة أنبوبية مع حلقات داخلية .

لكن حدوث تحرك للحلقات من وضعيتها الأساسية وتجمعها في مجموعة يقلل من خواص القارنة، فللحد من هذا العيب أضيفت قطعة مرنة (العقدة المرنة) داخل تجويف الماسورة لكي تقوم بحجز الحلقات في اماكنها وتوقف حركتها الحرة.

أشارت النتائج المستخلصة إلى أن إضافة الحلقات أدى إلى: ثبات استدامة مقطع الماسورة، زيادة الصلابة الالتوائية تقريبًا إلى الضعف (٢مرة)، الأمر الذي سوف يمكننا من نقل عزم انعطاف كبير باستخدام هذه القارنة.

لأجل عدم حدوث فقدان استدامة المقطع للقطعة يجب إدخال الحلقات في تجويف الماسورة مع بعض التداخل للمحافظة على شكل هذه القطع، ووضع الزنبركات في تجويف الماسورة مع بعض الخلوص لكي لا تسمح بالتحميل الإضافي على الزنبرك جراء تشوه الماسورة المرنة عند تعويض الخطأ في وضعية محاور الأعمدة . إن القارنة الأنبوبية بسيطة في التصنيع والصيانة، وتمتلك قدرة تعويض كبيرة من خلال امتلاك القطعة الأسطوانية المرنة والعقدة المرنة خاصية الامتثال العالي للمرونة، كما تم تحديد طريقة تجميع وتركيب العقدة المرنة والقارنة على الأعمدة .

ABSTRACT

In some cases, is used as Coupling from non-metallic pipes, But their use is limited because of the loss of the sustainability section of pipe and so when loaded Torsion Moment IS not significant ,To increase the transferred Moment and sustainability section we suggest coupling described Which has been added to them Metal rings .

To make sure of the efficiency of coupling was carried out several experiments in the laboratory on the torsion machine for Coupling without rings andpipe Coupling with an internal rings.

Findings indicated that the addition of the rings led to the:

the stability of the sustainability section, increase the torsional stiffness to almost 2 times, which will enable us to transfer large Torsion Moment using these coupling .

In order the lack of loss of sustainability section of the piece must enter a rings in the cavity of the pipe with some overlap To keep form of these pieces, and the springs are placed in the cavity of the pipe with some clearance , in order not to allow for the extra load on the spring as a result of elastic deformation of the pipe When you compensated error in position axes shafts.

The pipe coupling Simple in manufacturing and maintenance and has a great capacity of compensation Through Owning a elastic cylindrical piece and flexible node property Compliance with for high flexibility , Have been determined method Compilation of and installation of the flexible node and coupling on the shafts.

١- المقدمة :

يمثل اختيار القارنة المستخدمة لربط أعمدة المحرك أحد العوامل الهامة في تحديد الأداء ، الأمان ، المتانة ، زيادة عمر المحرك وبالتالي الآلة كلها.[١].

هناك أشكال كثيرة معروفة للقارنات ذات الأنواع والأبعاد المختلفة التي تستخدم في مجال كبير لنقل عزم الالتواء ، لكن مع هذا التنوع لا يحالفنا الحظ دائما في اختيار القارنة ذات الخصائص المطلوبة والأبعاد المناسبة ، خصوصًا اختيار قارنة ذات أبعاد صغيرة لمحركات الطاقة ذات القدرة المنخفضة ، وأحيانًا قياسات القارنة الموجودة في الكتيبات لا تتناسب مع قياسات الأجزاء المربوطة ولا تلبي رغبة المصمم .

في بعض الحالات يتم استخدام مواسير غير معدنية (الخرطوم) كقارنة ، مثل آلة غسيل زجاج السيارة والتي يرتبط فيها عمود المحرك الكهربائي بالمضخة الطاردة المركزية عن طريق ماسورة مصنوعة من مادة بولي أثيلين ، والماسورة مغطاة علي العمود مع بعض التداخل ، بهذا الشكل تتكون القارنة المبسطة من أنبوبة مرنة مثبتة على الأعمدة المربوطة .

٢- هدف العمل :

تحسين خصائص القارنة وزيادة العزم المنقول عن طريق المحافظة على استدامة مقطع الماسورة المرنة باستخدام حلقات معدنية ومن ثم التأكد من كفاءة القارنة بإجراء عدة تجارب في المعمل على آلة اختبار الالتواء للقارنة بدون حلقات داخلية وللقارنة الأنبوبية مع حلقات داخلية .

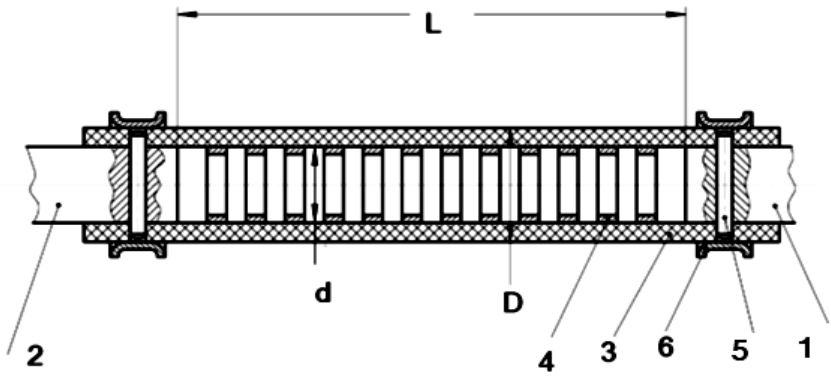
الحد من عيب تحرك الحلقات من وضعيتها الاساسية وتجمعها في مجموعة وذلك في حالة العمل تحت ظروف الأحمال الديناميكية الكبيرة أو عند عدم التوافق الفراغي لوضعية محاور الأعمدة المربوطة مما يؤدي إلى التقليل من خواص القارنة عن طريق إضافة قطعة مرنة (العقدة المرنة) داخل تجويف الماسورة لكي تقوم بحجز الحلقات في أماكنها.

تحديد طريقة تجميع العقدة المرنة والزنبرك وغيرها من الشروط اللازمة للقطعة لضمان أكبر قدر من العزم المنقول.

٣- الطرق البحثية والمعملية والأدوات المستخدمة :

استخدام الماسورة المرنة كقارنة محدود بسبب فقدان استدامة مقطع الماسورة (عدم ثابت المقطع) على طول الماسورة وذلك عند تحميلها بعزم انعطاف ليس بالكبير والذي يؤثر على القارنة ويؤدي إلى تدهور كبير لخصائص القارنة ، لزيادة العزم المنقول واستدامة المقطع نقترح القارنة الموضحة في الشكل ١.

القارنة تربط الأعمدة ٢ ،١ وتتكون من قطعة أسطوانية مرنة٣ (كمثال خرطوم مطاطي) ، حلقات معدنية ٤ وعناصر لتثبيت القطعة المرنة ٣ على الأعمدة. الحلقات٤ توضع في تجويف القطعة المرنة ٣ مع تداخل ليس بالكبير وبحيث تكون الحلقات على مسافات متساوية من بعضها البعض (شكل ١) ، عدد وأبعاد الحلقات يعتمد على أنصاف الأقطار (D, d) , المسافة L بين أطراف الأعمدة المربوطة ، عناصر تثبيت القطعة الأسطوانية المرنة ٣ على الأعمدة يمكنها أن تكون ذات أشكال مختلفة.



شكل (١). القارنة المرنة

٢ ،١ — أعمدة ؛ ٣- الماسورة المرنة ؛ ٤- حلقات ؛ ٥- مسمار ؛ ٦- حزام مشبك

للتأكد من كفاءة القارنة تم إجراء عدة تجارب في المعمل على آلة اختبار الالتواء للقارنة بدون حلقات داخلية وللقارنة الأنبوبية مع حلقات داخلية شكل ١.

نوعية القارنة المستخدمة تتكون من خرطوم مطاطي ٣ ،قماش مقوى ذات الأبعاد الاسمية

المسافة بين أوجه الأعمدة **L= 46 mm**

القطر الداخلي **d= 12 mm**

القطر الخارجي **D= 20 mm**

داخل تجويف الماسورة تم وضع وإدراج عدد ١١ حلقة من النحاس الأصفرعرض كلٍّ منها **4 mm** وسمك جدرانها **1 mm** و القطر الخارجي للحلقات كان **12,8 mm** حيث كان التداخل **0,4 mm.**

الخرطوم ٣ مثبت على أطراف الأعمدة بواسطة مسمار دبوسي ٥ ومشبك الحزام ٦ (في الشكل المسامير والصامولة غير واضحة عليه) .

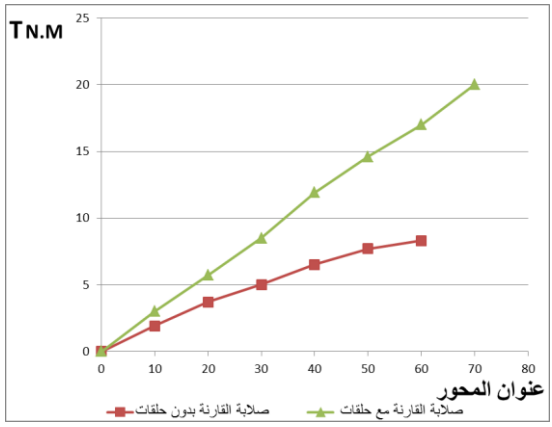
بتدوير عجلة الآلة تم ليُّ العمود ٢ إلى الزاوية المطلوبة مما أدى إلى تحميل القارنة بعزم التواء جرى قياس قيمته بواسطة جهاز قياس القوي .

مؤشر جهاز قياس الزاوية لآلة التجارب مقسم بحيث كانت وحدة التقسيم مساوية ٠,١ درجة ، ووحدة تقسيم مؤشر جهاز قياس القوي كانت **N·m0,2** ، وجميع القياسات تم أخذها في حالة تحميل القارنة فحسب.

للقارنة بدون حلقات تم إجراء ٦عمليات تحميل مع زيادة الخطوة بمقدار ١٠ درجة للتجربة التالية ، وللقارنة مع حلقات تم إجراء ٧عمليات تحميل مع تلك الخطوة نفسها ١٠ درجة ، أما نتائج التجارب التي حصلنا عليها فتم معالجتها بطريقة الإحصاء الرياضي .

الشكل ٢ يبين نتائج الاختبارات للقارنتين معًا ويوضح علاقة عزم الانعطاف **T** بزاوية الانعطاف Φ ، من خلال هذه المنحنيات يمكن إيجاد الصلابة الالتوائية للقارنة في أي نقطة حسب العلاقة :-

$$C=dT/d\Phi$$



شكل (٢). علاقة عزم الانعطاف T بزاوية الانعطاف Φ .

أظهر تحليل منحنيات الشكل ٢ أن صلابة القارنة بدون حلقات ثابتة على قطاع التشوه من ٠ إلى ٤٠ درجة حيث إن المنحني تقريبًا خطي ، وفي هذه الحالة يمكن إيجاد الصلابة كظل الزاوية بين المستقيم المائل والمحور السيني وكانت (**c = 9,41 N·m /rad**) ، على قطاع التشوه من ٤٠ إلى ٦٠ درجة تكون العلاقة غير خطية ، وهذا مرتبط مع بداية فقدان استدامة مقطع القطعة المرنة ٣ (خرطوم).

نفس العلاقة للقارنة ذات الحلقات حيث تكون الصلابة قريبة إلى الخطية في مجال التشوه كله من ٠ إلى **70** درجة ، عند ذلك صلابة القارنة مساوية **(C = 16,25) N·m /rad**.

بمقارنة نتائج التجارب يلاحظ أن وضع الحلقات المعدنية٤ في الماسورة المرنة٣ أدت إلى زيادة صلابة الانعطاف تقريبًا إلى ٢ مرة (الضعف) الأمر الذي سوف يمكننا من نقل عزم انعطاف كبير باستخدام هذه القارنة ، صلابة القارنة الالتوائية وكذلك العرضية يمكن أن تتفاوت عند تغيير عدد الحلقات.

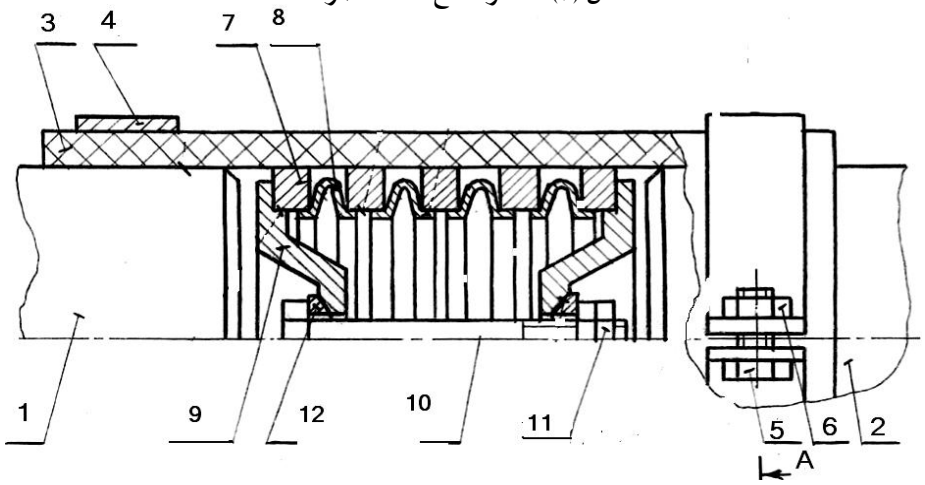
إن القارنة الأنبوبية بسيطة في التصنيع والصيانة على الأعمدة المربوطة ، وأيضًا يمكن استخدامها لنقل عزوم الانعطاف الصغيرة ، لكن في حالة العمل تحت ظروف الأحمال الديناميكية الكبيرة أو عند عدم التطابق الفراغي (التوافق) لوضعية محاور الأعمدة المربوطة في هذه الحالة يحدث تحرك للحلقات من وضعيتها الأساسية وتتجمع الحلقات في مجموعة بحيث لا يوجد بينهم خلوص محوري (فراغات) وهذا يقلل من خواص القارنة ، للحد من هذا العيب تم إضافة قطعة مرنة (العقدة المرنة) تقوم بحجز الحلقات في أماكنها وتوقف حركتها الحرة . الشكل ٣. [2]

القارنة في الشكل ٣ تمتلك أبعادًا صغيرة ويمكن استخدامها لنقل عزم الانعطاف ذات القيم المنخفضة ، القارنة تتكون من قطعة ماسورة مرنة ٣ (ممكن تكون مطاطية) ذات تجويف محوري **B** ، العقدة المرنة وبالإضافة إلى عناصر تثبيت هذه القطع علي الاعمدة ، الماسورة بطول محورها مقسمة إلى ثلاث أقسام : طرفين لتثبيتها على الأعمدة و الجزء الأوسط موضوع بداخله العقدة المرنة في التجويف **B** .

يمكن استخدام عناصر تثبيت مختلفة لتثبيت القطعة على العمود وقد تم اختيار قطعة متينة قابلة للفك وتتكون من قوسين ( ) رقم ٤ وبالإضافة على الأقل إلى مسمارين رقم ٥ وصواميل رقم ٦ .

بما أن عزم الانعطاف يتم نقلة بواسطة قوي الاحتكاك لذلك لنقل العزوم الكبيرة يجب زيادة مساحة الاحتكاك عن طريق زيادة عرض الأقواس وتأمين أكبر مساحة للاحتكاك عن طريق زيادة عدد المسامير والصواميل الرابطة للأقواس .

شكل (٣). القارنة مع العقدة المرنة .



١ ، ٢ أعمدة ؛ ٣ الماسورة المرنة ؛ ٤ قطعة تثبيت على شكل قوس ( ) ؛ ٥ ، ١٠ مسمار ١١ ، ٦ صامولة ؛ ٧ حلقات حديدية ؛ ٨ زنبرك ؛ ٩ الغطاء ؛ ١٢ الرنديلة الكروية

تتكون العقدة المرنة من ٧حلقات فولاذية تم إدراجها في الماسورة ٣ مع بعض التداخل ذلك لتحسين استقرار الأقسام ،لتأمين استدامة المقطع عند نقل عزوم الانعطاف.

الزنبرك ٨ دائري رقيق الجدران ،مكون من عدة قطع بحيث يوضع زنبرك بين كل حلقتين لمنع الحركة الحرة للحلقات ، أو بالإمكان صنع الزنبرك من قطعة واحدة .

الغطاء١٠يتكون من جزئين موجود على طرفيهما تجويف كروي لوضع الرنديلة بداخلة.

تجميع العقدة المرنة والزنبرك وتركيب القطعة المرنة القارنة على الأعمدة يتم بالشكل الآتي:-

١) تجميع العقدة المرنة والزنبك .

- وضع الرنديلة الكروية ١٢ علي المسمار ١٠ .
- وضع الجزء الأول من الغطاء ٩ على السطح الأفقي للمسمار من الأعلى بحيث تدخل الرنديلة الكروية في تجويف كروي موجود في الغطاء.
- وضع الحلقة علي الغطاء .
- وضع الزنبرك الدائري على الحلقة الأولى .
- بنفس الطريقة يتم تجميع باقي الحلقات مع الزنبركات .

- أخيرًا وضع الجزء الآخر من الغطاء مع الرنديلة الكروية ١٢ ثم على سن المسمار ١٠ نربط الصامولة ١١ .

عند دوران الصامولة يحدث انضغاط أولي للعقدة المرنة حتى الارتفاع المطلوب والذي هو أقل مسافة بين أطراف الأعمدة المربوطة ، إن الارتفاع يجب أن يأخذ بعين الاعتبار انضغاط الزنبرك.

قطعة الغطاء (القفل) تغطي أطراف الحلقات ٧ وهي مخصصة لتسهيل تجميع العقدة المرنة وإعطائها صفة وشكل قطعة واحدة مجتمعة .

٢) تركيب القطعة المرنة و القارنة علي الاعمدة.

- وضع أحد أطراف القطعة المرنة على أحد الأعمدة ويتم إحاطتها بالقوسين ومن ثم تركيب المسمار٥ وشد الصامولة ٦ .
- إدخال العقدة المرنة في تجويف الماسورة المرنة بحيث تدخل الحلقات في التجويف B مع بعض التداخل في القياس للمحافظة على شكل القطعة الأسطوانية المرنة والزنبرك ٩ الذي يمتلك بعض الخلوص لكي لا يسمح بالتحميل الإضافي على الزنبرك جراء تشوه الماسورة المرنة عند تعويض الخطأ في وضعية محاور الأعمدة .
- إدخال العمود ٢ في التجويف B مع بعض التداخل ونكرر ما سبق للمحور ١ لتثبت القطة المرنة علي المحور ٢ .

عدم توافق محاور الأعمدة يتم تعويضها بواسطة الامتثال العالي للمرونة لكلٍّ من القطعة الأسطوانية المرنة والعقدة المرنة .

القارنة تعمل كالتالي: تشغيل المحرك يؤدي إلى تحريك أحد الأعمدة ، بفعل الاحتكاك يتم نقل الدوران وعزم الالتواء إلى القطعة الاسطوانية المرنة ومنها بفضل الاحتكاك إلى العمود الاخر.

٤- النتائج :

- القارنة لديها قدرة تعويض كبيرة بسبب امتلاك القطعة الأسطوانية المرنة والعقدة المرنة لخاصية الامتثال العالي للمرونة .
- لزيادة قدرة التعويض يجب زيادة طول الجزء الأوسط للماسورة المرنة ولكن هذا قد يتسبب بفقدان استدامة مقطع القطعة .
- لأجل عدم حدوث فقدان يجب إدخال الحلقات في تجويف الماسورة مع بعض التداخل للمحافظة على شكل هذه القطع .
- التداخل لأجل الحفاظ على شكل هذه القطع والزنبرك .
- الزنبركات موضوعات في تجويف الماسورة المرنة مع بعض الخلوص للمحافظة على خاصية الامتثال العالي وعدم انخفاضها وحتى نتمكن من ربط الاعمدة غير المتطابقة محاورها .
- يجب أن تكون حلقات العقدة المرنة منضغطات لأن محور الماسورة المرنة ممكن يكون محدب جراء وجود خطأ من عدم تطابق محاور الأعمدة .
- القارنات تبسط عملية تجميع عناصر المحرك الذي يتضمنها لأنه يمكن تثبيت الماسورة المرنة علي الأعمدة في مجال قياسات كبير على طول محورها .
- للأسباب السابقة يمكن إيجاد مجالات واسعة لاستخدام هذه القارنة .

٥- المراجع :-

- Reshetov D.N. [Machine parts]. Moscow, engineering industry , 1989.
- Dunaev P.F., Lelikov O.P.[Construction of units and parts of machines]. Moscow, «Academia» publishing center, 2004.