OURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND APPLIED SCIENCES (JERAS)
11th Edition –2023, (Hoon – Libya), **ISSN 2414-6515**

دراسة تحليل الاجهادات على قابض احتكاكي مفرد القرص باستخدام برنامج محاكاة (سولدوركس)

محمد محمد سوالم

m.sawalem@eng.misuratau.edu.ly

قسم الهندسة الميكانيكية – كلية الهندسة جامعة مصراتة

الملخص

في تصميم قوابض الاحتكاك للسيارات، وفي المراحل الأولى للتصميم من المهم معرفة المرونة والتشوهات التي قد تحدث للقابض وذلك يتطلب معرفة اقصى اجهادات مؤثرة على القابض لضمان متانتها وصلادتها. وفي هذا البحث تم عمل محاكاه تصميمية باستخدام برنامج حاسوبي (Solidworks) لأحد القوابض المستخدمة في احدى السيارات شائعة الاستعمال في ليبيا وهي من نوع (هونداي افانتي موديل / 2003 HYONDAY AVANTEY) مع تغيير المادة الاحتكاكية المستخدمة في القابض باستخدام مواد مختلفة والمقارنة بين هذه المواد بتحليل الاجهادات المسلطة على القابض وكذلك معرفة التشوهات الناتجة. وقد تبين أن استعمال سبيكة الفولاذ كمادة للقرص الاحتكاكي للقابض هي الأنسب من بين المواد التي تم إختبارها.

الكلمات المفتاحية : القابض الاحتكاكي – الاجهادات – Solidworks

1. المقدمة

قابض الحركة عبارة عن قرص دائري مُبطن ببطانة كابحة، تماماً مثل بطانة المكابح، متصل بمحور دوران (يكونا ساكنين مبدئياً). وعند العمل يتصل هذا القرص بقرص آخر (تكون البطانة الكابحة موجهه للحّذافة) يكون متصل بالمحرك، بواسطة الاحتكاك حتى تتوافق حركته مع حركة الحّذافة وحركة المحرك، فمثلا في السيارات يتم تصميم القابض كآلية لتوصيل وفصل نقل القدرة من جزء متحرك لآخر، قابض الحركة آلية ميكانيكية مفيدة، توجد في الآليات المختلفة التي تعتمد الطاقة الحركية في عملها، مثل السيارات والشاحنات، والسيور الناقلة في المصانع، والآليات الزراعية المختلفة، والرافعات المتعددة، والامثلة كثيرة.

ونظرا لتزايد الاهتمام بصناعة القوابض مع اختلاف المادة الاحتكاكية فإننا في هذا البحث سنحاول عمل محاكاه تصميمية لأحد القوابض المستخدمة في احدى السيارات شائعة الاستعمال في ليبيا وهي من نوع (هونداي افانتي موديل / 2003 HYONDAY AVANTEY) مع تغيير المادة الاحتكاكية المستخدمة في القابض باستخدام مواد مختلفة والمقارنة بين هذه المواد.

وقد اهتم الكثير من البحاث بدراسة آلية قابض الحركة نظرا لأهميتها، فقد حاول برافي واخرون [1] معرفة أفضلية التردد الطبيعي للقابض الاحتكاكي المفرد ليتناسب مع تردد المحرك لمنع الاهتزاز الذي قد ينشأ، والسيد فيشال واخرون [2] حاولوا دراسة كفاءة وموثوقية تقنية التحليل عند تصميم القوابض مستخدمين طريقة التحليل العددي، واستخدم فيتنور [3] التحليل بواسطة العناصر المحدودة لدراسة توزيع درجات الحرارة والاجهاد الحراري خلال عمل القابض الاحتكاكي.

وفي هذا البحث سنحاول دراسة وتحليل الاجهادات المسلطة على القابض الاحتكاكي مفرد القرص باستخدام أحد برامج الحاسوب في المحاكاة والمقارنة بين بعض المواد المستخدمة في القرص الاحتكاكي للقابض.

2. المواد وطريقة العمل

يتكون وجهي القابض مفرد القرص من مادة احتكاك و يتم تثبيته على المحور الذي يكون حرًا في التحرك محوريًا على طول خطوط التشغيل من العمود المنقاد، يتم تثبيت قرص الضغط داخل جسم القابض الذي يتم تثبيته إلى الحذافة، كل من قرص الضغط والحذافة تدوران مع العمود المرفق للمحرك أو عمود القائد.

يوفر الضغط المحوري الذي يمارسه نابض القابض قوة احتكاك في الاتجاه المحيطي وإذا تجاوز عزم الدوران الناتج عن هذه القوة الاحتكاكية عزم الدوران الذي سيتم نقله ، فلن يحدث أي انزلاق ويتم نقل الطاقة من عمود القائد إلى عمود المنقاد [4]

قبلت للنشر على الكلية بتاريخ 10 يونيو 2023
Accepted for publishing on 6th June 2023

و باعتبار أن سطحي الاحتكاك يتم الحفاظ عليهما بالاتصال بقوة محورية (**W**) فإنه يمكن حساب هذه القوة بإجراء الحسابات التالية:

1- بافتراض أن الضغط منتظم :

وبافتراض أن العزوم المتولدة و أبعاد قرص القابض في السيارة موضع الدراسة كانت على النحو التالي:

$\mu = 0.3$[5] (معامل الاحتكاك) أقصى عزم دوران (T) = 135 N.m

عزم دوران التشغيلي (T_{AV}) = 124 N.m

معامل الأمان Fs = 135/124 = 1.089

القطر الخارجي لقرص القابض 225 mm

القطر الداخلي لقرص القابض 150 mm

عدد أوجه الاحتكاك n=2

$$T = Fs.n.\mu.W.R \quad [5]$$

$$R = \frac{2}{3}\left[\frac{(r_1)^3 - (r_2)^3}{(r_1)^2 - (r_2)^2}\right]$$

$$R = \frac{2}{3}\left[\frac{(0.1125)^3 - (0.075)^3}{(0.1125)^2 - (0.075)^2}\right]$$

$$R = 0.095 \text{ m}$$

$$W = \frac{T}{n.Fs.\mu.R}$$

$$W = \frac{135}{0.3*1.089*2*0.095}$$

$$\mathbf{W} = 2.175 \text{ KN}$$

2- بافتراض البلي منتظم:

$$R = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

$$R = \frac{0.1125+0.075}{2}$$

$$R = 0.09375 \text{ m}$$

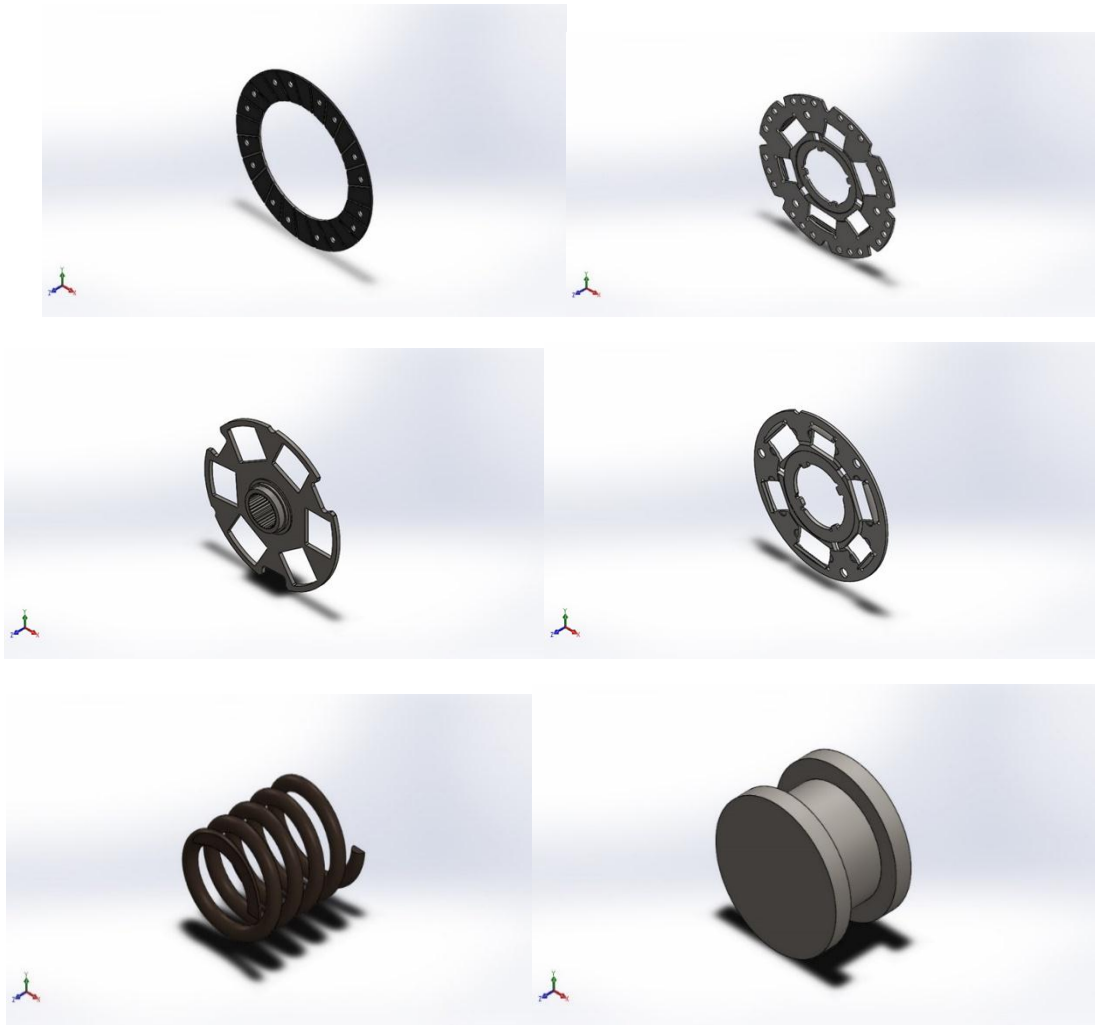
$$W = \frac{135}{0.3*1.089*2*0.09375}$$

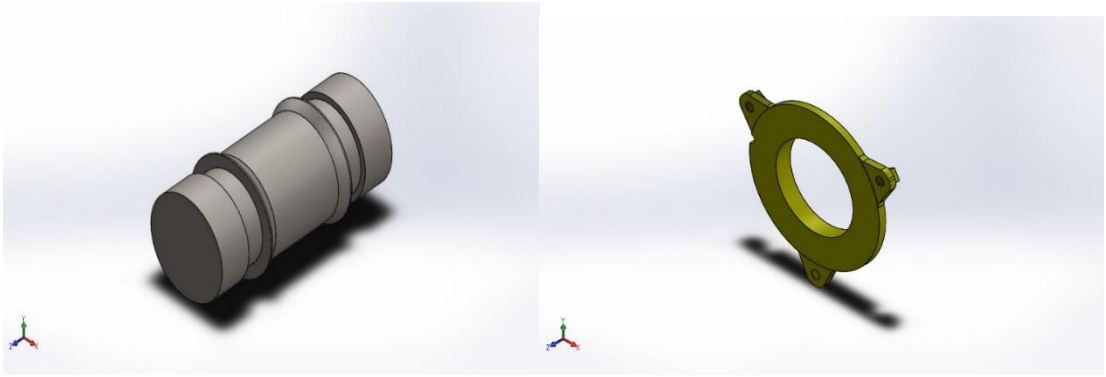
$$\mathbf{W} = 2.204 \text{ KN}$$

وباعتبار ان القوة في حالة البلي المنتظم اكبر منها في الضغط الثابت فيتم استخدام القوة الأكبر للحصول على نتائج محاكاة افضل

3. الرسم والمحاكاة

قبل البدء في المحاكاة تم رسم اجزاء ووصلات القابض كما بالشكل رقم (1) وتجميعها مع بعضها البعض للحصول على الشكل النهائي الذي يمثل قابض الحركة الحقيقي ويوضح الشكل (2) أجزاء القابض بعد تجميعها





شكل 1 أجزاء ووصلات القابض قبل التجميع

شكل 2 الشكل النهائي لقابض الحركة

بعد التجميع والحصول على الشكل النهائي للقابض تم اجراء محاكاة على الجزء الاحتكاكي وهو قرص الاحتكاك حيث تم تسليط قوة وعزم دوران على قرص الاحتكاك باستخدام مواد مختلفة وهي :

1. حديد الزهر Cast Iron SAE (1040/1045)
2. سبيكة الفولاذ Alloy Steel (Aisi E4340)
3. النحاس Copper (ASTM B30)

والجدول التالي يوضح المواصفات والخصائص الميكانيكية لكل منها

مجلة البحوث الهندسية والعلوم التطبيقية
العدد الحادي عشر – 2023 (هون – ليبيا)

قبلت للنشر على الكلية بتاريخ 10 يونيو 2023
Accepted for publishing on 6th June 2023

جدول 1 المواصفات الميكانيكية للمواد المستخدمة

	سبيكة الفولاذ Alloy steel (Aisi E4340)	الحديد الزهر Cast iron SAE(1040/1045)	النحاس Copper ASTM B30
Density (g/cc)(الكثافة)	7.8	7.2	9.4
Yield strength (Mpa)(اجهاد الخضوع)	805	300	83
Tensile strength (Mpa)(اجهاد الشد)	1060	470	170
Elastic Modulus (Gpa)(معامل مرونة)	200	130	117

وتم تثبيت قرص الاحتكاك من جميع المحاور (X , Y , Z) ، وتسليط قوة على قرص الاحتكاك في اتجاة Z الموجب كما هو موضح بالشكل (4) . ولاستكمال عملية المحاكاة تم تقسيم القرص الى مجموعة من الشرائح الصغيرة (Meshes) واختيارها مثلثة الشكل (Triangular elements) وتم تحديد حجم الشريحة (Element size 0.33106 mm).

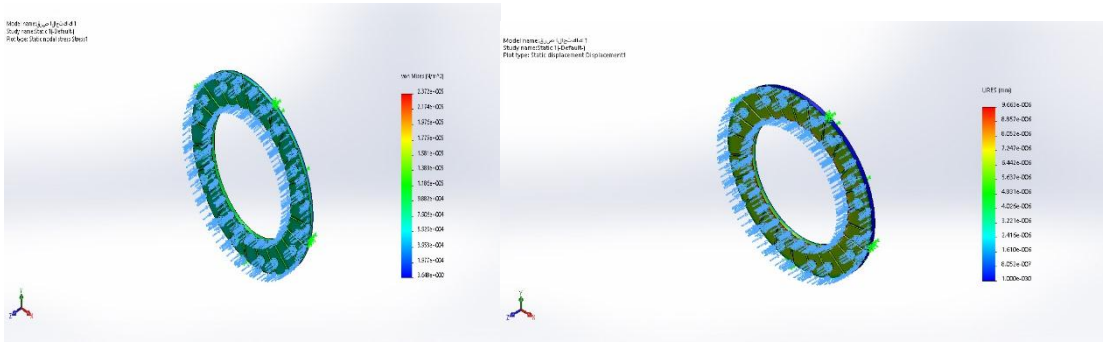
شكل 4 تثبيت القرص وتسليط القوة

4. النتائج والاستنتاجات

بعد تطبيق الشروط وتسليط القوة وباستخدام المواد المختلفة تحصلنا على النتائج التالية؛

- **حديد الزهر Cast Iron SAE (1040/1045)**

الشكل (5) يوضح قيم الاجهاد لمادة حديد الزهر حيث كانت اكبر قيمة للاجهاد $2.372\ e^{5}$ N/m2.
وأعلى قيمة للتشوه المتحصل عليها لقرص الاحتكاك كانت $9.663\ e^{-6}$ mm

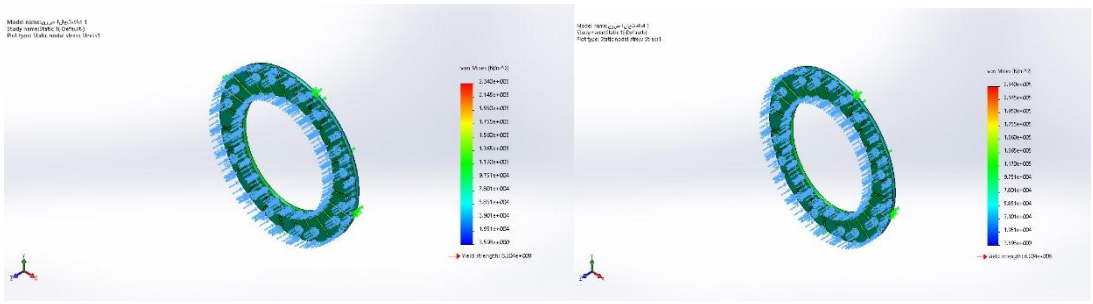


شكل 5 قيم الاجهاد والتشوه للقرص المصنوع من مادة الحديد الزهر

قبلت للنشر على الكلية بتاريخ 10 يونيو 2023
Accepted for publishing on 6th June 2023

- **سبيكة الفولاذ Alloy Steel (Aisi E4340)**

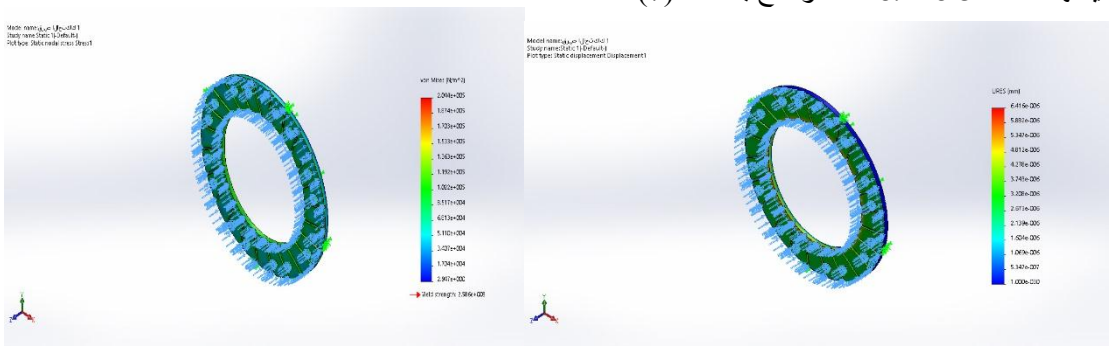
أوضحت نتائج المحاكاة لسبيكة الفولاذ ان القيم المتحصل عليها اقل من حديد الزهر حيث كانت أعلى قيمة للاجهاد 2.340 e^5 N/m^2 وقيم التشوه المتحصل عليها لسبيكة الفولاذ هي 3.072 e^{-6} mm كما هو موضح بالشكل (6)



شكل 6 قيم الاجهاد والتشوه عند استخدام سبيكة الفولاذ

- **النحاس Copper (ASTM B30)**

الاجهاد الناتج عن تسليط قوة على قرص النحاس كانت قيمته 2.044 e^5 N/m^2 و قيمة أكثر تشوه لقرص النحاس كانت قيمتها 6.416 e^{-6} mm كما موضح بالشكل (7)



شكل 7 قيم الاجهاد والتشوه عند استخدام مادة النحاس

ويمكن تلخيص النتائج المتحصل عليها من استخدام مواد مختلفة بالجدول المرفق

جدول 2 نتائج المحاكاه باستخدام المواد الثلاثة

المادة	الاجهاد (N/m^2)	الازاحة (mm)	الانفعال
حديد الزهر	2.372 e^5	9.663 e^{-6}	1.584 e^{-6}
سبيكة الفولاذ	2.340 e^5	3.072 e^{-6}	5.072 e^{-7}
النحاس	2.044 e^5	6.416 e^{-6}	1.125 e^{-6}

5. الخلاصة

إن قيم الاجهادات الناتجة من المحاكاة هي لإجهاد فون ميس (Von Miss Stress) والتي يمكن منها معرفة ما إذا كان قرص القابض سيتعرض للتشوه الذي يمنعه من أداء عمله المطلوب وهذا يتم معرفته بالمقارنة بإجهاد الخضوع لكل مادة. وبمقارنة النتائج المتحصل عليها للمواد الثلاثة المستخدمة لقرص الاحتكاك الموضحة بالجدول (2) نجد أن قيم اجهاد الفون ميس للمواد الثلاثة أصغر من اجهاد الخضوع وبالتالي فإن السبائك الثلاثة بعيدة عن التشوه المرن وحيث أن القيم القصوى للإجهاد في المواد الثلاثة متقاربة فإن المقارنة بينها ستكون اعتمادا على قيم التشوه الذي حصل عند تطبيق نفس القوة على المواد الثلاثة

وعليه فإنه يمكن القول أن سبيكة الفولاذ هي الأنسب للاستخدام كمادة احتكاكية لهذا النوع من القابض المستخدم لهذه السيارة باعتبار التشوه الحاصل كان أقل من المواد الأخرى.

6. المراجع

[1] N.A.Barve - M.S.Kirkire, Analysis of Single Plate Friction Clutch Using Finite Element Method, Vol 2.Issue 11.JUNE 2017.ISSN 2456-0774

[2] Mr. Vishal J. Deshbhratar - Mr. Nagnath U.Kakde, Design and Structural Analysis of Single Friction Clutch, Vol 2. Issue 10. October 2013. ISSN 2278-0181

[3] Suyog Vitnor - Mukund Kavade, Finite Element Analysis of Friction Plate of Diaphragm Spring Clutch for TD-3250 Vehicle, Vol 4. Issue 4. April 2016. ISSN 2319-7064

[4] Ferdinand P. Beer - E. Russell Johnston JR - John T. Mazurek -David F. Mazurek, Mechanics of Materials (In SI Units), Fifth Edition.

[5] R.S.KHURMI - J.K.GUPTA, A Textbooks of Machine Design, 2005,EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT) LTD. RAM NAGAR, NEW DELHI-110 055