الجمهورية العربيّة السُّوريّة
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كليّة الهندسة الميكانيكيّة والكهربائيّة
قسم هندسة التّصميم الميكانيكي والإنتاج

الاختيار الأمثل لهياكل الآلات وفق الحمولات المؤثرة باستخدام النمذجة الحاسوبية

رسالة مُقدَّمة لنيل درجة الماجستير في هندسة تصميم وبناء الآلات

إعداد

م. نور عدنان الصكر

إشراف

أ.م.د عبد الوهاب الوتار

2023

الإهداء

-إلى من أعطونا وما بَخلوا علينا، إلى من امتزج عَرَقُهم مع حِبر دفاترنا، إلى الشّمعات التي تحرق نفسها لتضيء لنا طريق المستقبل، إلى وَرَثة الأنبياء...

أساتذتي ومعلميّ الأفاضل.

-إلى نبع الحنان والعطاء، إلى التي تعلّمت منها معاني الحُب والتَّضحية والصَّبر، مَن تحمَّلتني كثيراً رغم مشاكساتي لها...

أمي.

-إلى من حَملتُ اسمه، وتربَّيت تحت جناحه، إلى السَّقف المَنيع الذي حماني طول حياتي من العواصف والمخاطر، إلى الرُّكن الرَّشيد الذي آوي إليه عند ضَعفي..

أبي.

-إليكَ يا صَديق العُمر إلى نبع الدِّفء، مَصدر الرَّاحة، قُرَّة العَين، زينة الحياة، حشاشة القلب، مَن تعلَّقَت حياتي بحياته، إلى مُستقبَلي...

زوجي.

-إلى مَن ساروا معي على طريق العمر، ورافقوني في رِحلته الطَّويلة، إلى الذين لن أَنسى أيَّاماً قضيناها معاً، في الفَرح والحُزن والجدّ والمَرح والسَّمر.

إخوتي وأخواتي.. وأصدقائي.

-إليكم يا من شَغَلتُم البال، وسيبقى مُنشَغِلاً بمستقبلكم.. من أُشاكِسكم وتُشاكِسوني **أولاد إخوتي وأخواتي.**

-إلى **جِيل الشَّباب** أمل هذه الأمَّة، الطَّامِحين في بناء صِناعةٍ وطنيَّةٍ واقتصادٍ قويّ، للنّهوض بهذه الأمّة العَظيمة، للّحاقِ بركْب الحَضارة، والعَودة إلى الصَّدارة وسُدَّة المَجد التي تَربَّعنا عليها قُروناً عديدة.

كَلمة شُكر

أشكُر زملائي الأحِبَّة الذين ساعدوني في إنجاز هذه الرِّسالة، وكذلك الشُّكر الأكبر إلى الدكتور الكبير الأستاذ الفاضل ***عبد الوهاب الوتار***، لِمَا قدَّمه لي من نُصحٍ وتَوجيهٍ لإتمام رسالتي، كما أشكُره على تقديره للظّروف التي نَمُرُّ بها، ويَمُرُّ بها وَطَنُنا الحَبيب، ونَسأل الله الفَرج القريب.

نور

المُلَخَّص

من المكونات الرئيسة أو الجزء الرئيس لأي آلة هو هيكلها؛ إذ يعد هيكل الآلة بمثابة القاعدة التي تُثبت فيها الأجزاء المختلفة،

وإن الطلب على آلات ذات مواصفات عالية (السعر المنخفض، والقدرة العالية على الصمود عند التشغيل)، يقضي بأن يتم البحث عن تصاميم مبتكرة للآلات المراد تصنيعها.

تتعرض هياكل الآلات إلى حمولات مختلفة واهتزازات متعددة، ما يؤدي إلى تشوه كبير جداً في معدن الآلة نتيجة تعرضها لهذه الإجهادات، وقد يؤدي إلى انهيارها؛ لذا يُستحسن القيام بدراسة لهياكل الآلات، وأخذ النتائج ومقارنتها مع الدراسة التحليلية الرقمية، التي تتم بواسطة برامج حاسوبية لا سيما بالبحث العلمي، التي توفر الجهد والوقت والتكلفة على الباحثين والمهندسين، مما يُعطي المهندسين رؤية أوضح عن الإجهادات التي تتعرض لها هياكل الآلات، ليتمكنوا من تصميمها تصميماً سليماً واقتصادياً.

أجري في هذا البحث تحليل وتحسين لهيكل مكبس هيدروليكي 100 ton موجود، ومن ثم مقارنة التصميم الأصلي للمكبس الهيدروليكي مع التصميم الذي حُسِّن باستخدام أداة البرنامج (ANSYS)، وقد ثبت أنه في ظروف التحميل نفسها والقيود والغرض التصميمي المقصود بأن ال (ANSYS) يحدد تصميما أخف وزنا بتكلفة مخفضة للمواد؛ إذ تبين أنه تم تقليل وزن هيكل المكبس الهيدروليكي الجديد بنسبة تصل إلى 33.31%، وخفض التكلفة بنسبة تصل إلى 39.31% ، وقد تم تحقيق ذلك من خلال تغيير تصميم المكبس الهيدروليكي الموجود، ودراسته في حالتي الحمولات الستاتيكية والديناميكية modal، وذلك باستخدام topology، مع الحفاظ على التوازن الهيكلي للضغط الهيدروليكي دون التأثير على الأداء.

الكلمات المفتاحيّة: طريقة العناصر المُنتهية، النمذجة الطوبولوجية.

فهرس المحتويات

المحتوى:	الصفحة
الغلاف (عربي)	1
الإهداء	2
كلمة شُكر	4
المُلخّص (عربي)	5
فهرس المحتويات	6
الفصل الأول: الإطار النظري	8
1.1. مُقدِّمة البحث	9
1.2. مُشكلة البحث	10
1.3. هدف البحث	10
1.4. مُسوِّغات البحث	10
1.5. أهمّيّة البحث	10
1.6. حُدود البحث	10
1.7. المفاهيم والمصطلحات	12
1.8. العوامل المؤثرة على الاختيار الأمثل لهياكل الآلات	13
1.9. المتطلبات الواجب توافرها في هيكل الآلة	13
1.10. العناصر المنتهية	14
1.11. أهم تطبيقات العناصر المنتهية	15
1.12. الأمثلة الطوبولوجية	16
1.13. العوامل الواجب أخذها بالحسبان عن تطبيق الأمثلة الطوبولوجية للبناء الهندسي	16
1.14. تنفيذ الأمثلة الطوبولوجية	17
الفصل الثاني: الدراسات السابقة	18
3.1. الدراسة الأولى: تصميم وتطوير وتحليل مكبس هيدروليكي 20 طن	19
3.2. الدراسة الثانية: التحليل والتحسين الهيكلي لمكبس هيدروليكي 5 طن	24
3.3. الدراسة الثالثة: تحسين قاعدة مخرطة	28
3.4. الدراسة الرابعة: تحليل العناصر المنتهية والتحسين الطوبولوجي لهيكل مكبس 12000KN	33
3.5. الدراسة الخامسة: الطوبولوجيا وتحسين الحجم لهيكل مخرطة NC	36
3.6. الدراسة السادسة: تحسين الوزن لقاعدة مخرطة عن طريق تعديل التصميم والايبوكسي الجرانيت	40

الفصل الثالث: النمذجة	51
3.1. مواد البحث وطرائقه ونموذج الدراسة	52
3.2. إعداد نموذج CAD للمكبس الهيدروليكي	52
3.3. التحليل الستاتيكي لهيكل المكبس الهيدروليكي 100 ton	55
3.4. الأمثلة الطوبولوجية لهيكل المكبس الهيدروليكي	58
3.5. الدراسة الديناميكية للمكبس الهيدروليكي 100 ton	62
3.6. حساب التواترات الذاتية بعد عملية الأمثلة الطوبولوجية في حالة الحمولات الستاتيكية	69
3.7. حساب تخفيض التكاليف بعد تعديل التصميم للمكبس الهيدروليكي	71
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة	72
4.1. النتائج ومناقشتها	73
4.2. التوصيات والدراسات المستقبلية	74
الجدول والأشكال	75
المصادر والمراجع	84
الملخص (إنكليزي)	87
الغلاف (إنكليزي)	89

الفصل الأول

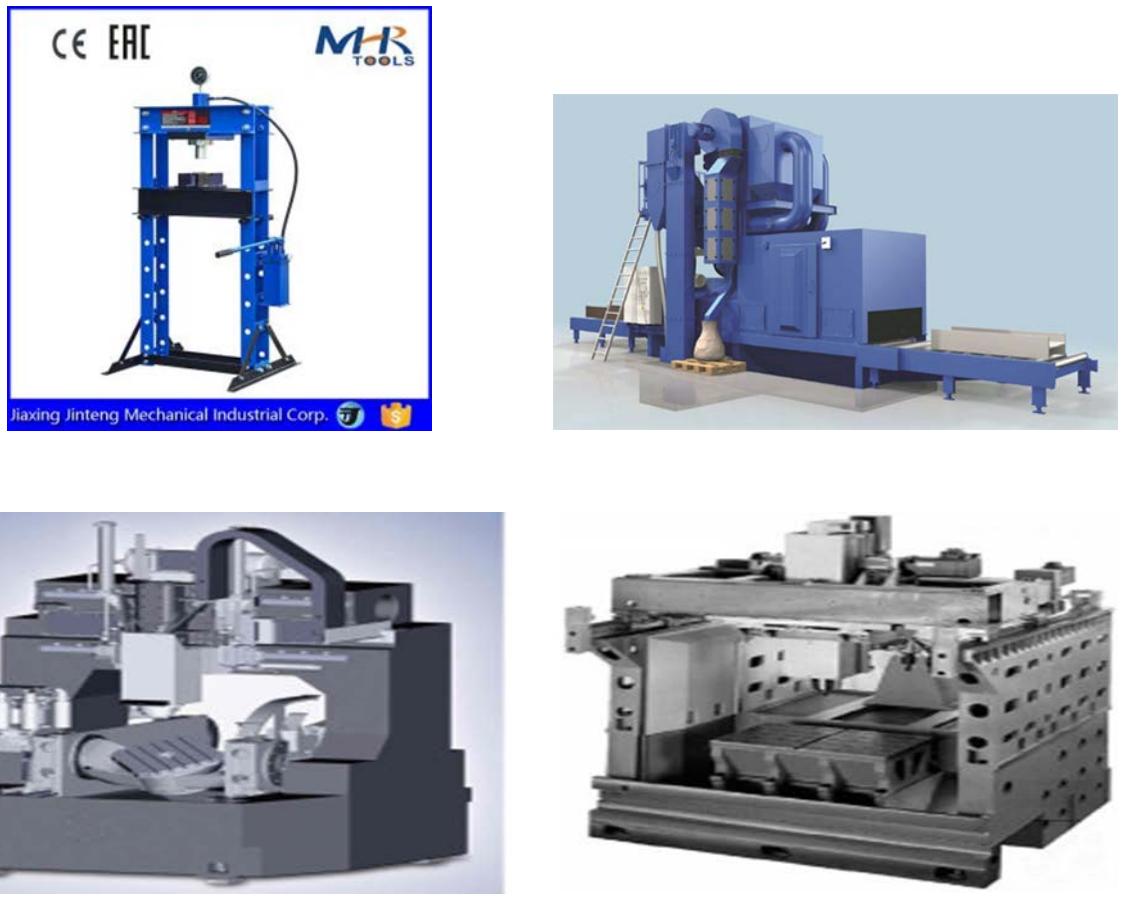
الإطار النظري

1.1 مقدمة البحث:

من المكونات الرئيسة أو الجزء الرئيس لأي آلة هو هيكلها، إذ يعد هيكل الآلة بمنزلة القاعدة التي تثبت فيها الأجزاء المختلفة، وعادةً ما تكون مصنوعة من الحديد الزهر؛ إذ إنّ هيكل الآلة يخضع لحمولات مختلفة واهتزازات متعددة على نطاق واسع في أثناء عملية التشغيل.

إن الطلب على آلات ذات مواصفات عالية (السعر المنخفض، والقدرة العالية على الصمود عند التشغيل، وأن تتمتع الآلة بمظهر جيد)، يقضي بأن يتم البحث عن تصاميم مبتكرة للآلات المراد تصنيعها.

تتعرض هياكل الآلات إلى حمولات مختلفة واهتزازات متعددة ما يؤدي إلى تشوه كبير جداً في معدن الآلة نتيجة تعرضها لهذه الإجهادات وقد يؤدي إلى انهيارها؛ لذا يُستحسن القيام بدراسة لهياكل الآلات، وأخذ النتائج ومقارنتها مع الدراسة التحليلية الرقمية، التي تتم بواسطة برامج حاسوبية خاصة بالبحث العلمي، التي توفر الجهد والوقت والتكلفة على الباحثين والمهندسين، وتقوم بدراسة السلوك الديناميكي للعناصر المتأثرة، والتنبؤ بالمقاومة المتبقية بعد انتهاء مرحلة التحميل، ما يُعطي المهندسين رؤية أوضح عن الإجهادات التي تتعرض لها هياكل الآلات، ليتمكنوا من تصميمها تصميماً سليماً واقتصاديا.



الشكل (1-1) صور لهياكل آلات

1.2 مشكلة البحث:



للمحافظة على هيكل الآلة في بيئة التشغيل الآمنة، يجب تصميم الهيكل بمتانة عالية وقدرة تخميد وامتصاص عالية للاهتزازات.

ولتحقيق ذلك يتم تصنيع هيكل الآلة بكتلة كبيرة قد تكون أكبر من اللازم، ما يزيد من تكلفة المواد والتصنيع.

1.3 هدف البحث:



انطلاقاً من المشكلة سيكون الهدف في هذا البحث:

اختيار الشكل الأمثل لهياكل الآلات؛ إذ سنقوم بزيادة المتانة وتخفيف الوزن عن طريق (إجراء فتحات في الهيكل وتخفيض ثخانات الجدران) بإضافة أعصاب تقوية للهيكل (مستطيلة أو مربعة أو على شكل خلية نحل)، ومن ثم تكلفة أقل.

1.4 مُسوّغات البحث:



وجود بعض الآلات التي تنهار أو يحدث فيها كسر عند تطبيق الحمولات عليها لأسباب مختلفة، ما يدفعنا بالبحث للحصول على قواعد متينة، والشكل والثخانات والمادة المصنعة منها الآلة صناعة مناسبة.

الحصول على آلات بأقل التكاليف وبأفضل ظروف تشغيل.

ونتيجةً لقلّة الدراسات في هذا المجال قُمنا بهذا البحث.

1.5 أهمية البحث:



إعطاء منهجية عن كيفية اختيار الشكل الأمثل لهيكل الآلة المصممة، عن طريق نمذجة الهيكل حاسوبياً، ومن ثم معرفة نقاط تركز الإجهادات، ووفقا لذلك أجريّ (فتحات في الهيكل في النقاط الأقل تحميلا وتخفيض السماكات ووضع أعصاب بالشكل الأنسب لها)، مما يقلل من وزن المعدن ويزيد المتانة ويخفض التشوه والإجهاد، وذلك يؤدي إلى خفض التكلفة وزيادة الإنتاجية.

1.6 حدود البحث:



الحدود الزمانية: زمن إجراء البحث بين عامي 2019 وحتى 2022.

الحدود المكانية: جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية.

الحدود التطبيقية: إنشاء نموذج لهيكل آلة هيدروليكي بمساعدة برنامج الsolid work ، ثم تصديره إلى برنامج الANSYS ، ثم تطبيق الأحمال على النموذج بأقصى ظروف تحميل، ثم محاكاة التحليل الهيكلي لإيجاد الاجهاد، ثم نقوم بإجراء فتحات بالهيكل بمساعدة الطوبولوجي وإعادة تحليلها للحصول على هيكل بأقل وزن وتكلفة، وبأفضل ظروف تشغيل.

وهنا نستعرض بعض المفاهيم والمصطلحات الخاصة بموضوع البحث، ثم يستعرض العوامل المؤثرة على الاختيار الأمثل لهياكل الآلات، وكذلك المتطلبات الواجب توافرها في هيكل الآلة، مروراً بذكر البرامج الحاسوبية الخاصة بالنمذجة والمحاكاة الرقمية.

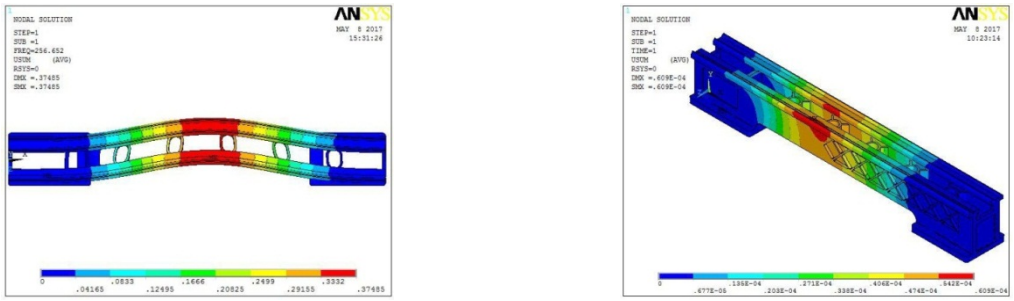
1.7 المفاهيم والمصطلحات:

العناصر المعرضة للحمل: هياكل الآلات والمنشآت المعدنية وعناصرهما (أعمدة، وجوائز، وصفائح، وبلاطات، وجدران، وقضبان..) من معدن أو خليطة معدنية مُعينة، وبأبعاد ومقطع مُحدد.



الشكل (2-1) هياكل آلات مكونة من عناصر مختلفة

الدراسة التحليلية الرقمية: وهي دراسة تتم بوساطة برامج حاسوبية –خاصة بالبحث العلمي– التي توفر الجهد والوقت والتكلفة على المهندسين والباحثين، للحصول على النتائج بدقة وأمان دون التعرض لمخاطر التجارب الواقعية؛ إذ تقوم هذه البرامج بدراسة السلوك الديناميكي للعناصر والتنبؤ بالمقاومة المتبقية بعد انتهاء مرحلة التحميل، مما يُعطي المهندسين رؤية أوضح عن الإجهادات التي يتعرض لها العنصر ليتمكنوا من تصميمه على نحوٍ سليمٍ وآمنٍ. [١]



الشكل (3-1) التحليل الرقمي لهيكل آلة

1.8 العوامل المؤثرة على الاختيار الأمثل لهياكل الآلات [١]:

- شكل الهيكل.
- أبعاد الهيكل وسماكته.
- حجمه ووزنه ونوع مادته أو سبيكته.
- طبيعة استناده وارتباطه بالأرض.
- وجود فتحات في الهيكل وكيفية توزعها.
- معدَّل التحميل على الهيكل.

1.9 المتطلبات الواجب توافرها في هيكل الآلة: [٢]:

- المتانة.
- الجساءة.
- تخميد الاهتزازات وامتصاصها.

وستكون الدراسة بمساعدة أحد برامج ال **CAD** وليكن ال **Solid Works** لإنشاء نموذج هيكل الآلة، وكذلك بمساعدة أحد البرامج الحاسوبية الخاصة بالنمذجة والمحاكاة الرقمية وليكن برنامج **ANSYS** ،وذلك لتحليل القوى وتأثيرها.



1.10. العناصر المنتهية: [3]

هي عبارة عن طريقة حسابية يستخدم من أجل حل مجموعة من القضايا والمسائل في مختلف مجالات الهندسة والعلوم.. وتمتلك هذه التقنية مجالات واسعة من الناحية التطبيقية.. وتستخدم في حل المسائل المتعلقة بتحليل الاجهادات وميكانيك السوائل والانتقال الحراري و تحليل الانتشار ودراسة الاهتزازات وتحليل الحقول الكهربائية والمغناطيسية وغيرها..

الفكرة الأساسية في طريقة تحليل العناصر المنتهية: [3]

تعتمد على تقسيم الجسم المدروس إلى عدد كبير من الأجزاء تسمى بالعناصر؛ إذ يبدو الجسم على هيئة شبكة من العناصر، يتم بعد ذلك وضع مجموعة معينة من الفرضيات فيما يخص توابع المتغيرات المختلفة وذلك بالنسبة للعناصر جميعها (بمعنى تعريف الخصائص المادية لهذه العناصر) وذلك إما عن طريق إدخال قيم محددة أو توابع تصف هذا المتغير للعناصر.

وبعد ذلك يتم إخضاع الجسم لشروط معينة (أحمال، قوى، عزوم، حرارة ....) واستخلاص القيم الناتجة عن توابع المتغيرات وذلك بالنسبة لكل عنصر، وهذه القيم سوف تكون أقرب ما يمكن إلى الحقيقة في أماكن محددة من العنصر والتي تسمى عقد.

بهذه العملية سيقوم البرنامج أو النظام الحسابي بإعداد مجموعة من المعادلات الجبرية من أجل القيم المجهولة بالنسبة لكل عنصر، والتي بحلها نحصل على قيم تقريبية قريبة جداً من الطريقة التحليلية للدراسة.

وبسبب أن حجوم العناصر وشكلها والمخططات التقريبية لها يمكن أن تختلف لتلائم المسألة المدروسة، فإن هذه الطريقة يمكن أن تعطي حلولاً على درجة عالية من الدقة تسخر من أجل إيجاد محاكاة للجسم المدروس خصوصا إذا كان هذا الجسم معقدا من الناحية الهندسية لغرض دراسة سلوك هذا الجسم وفقا للشروط المطبقة عليه.

تجدر الإشارة أنه بزيادة عدد العناصر التي يقسم إليها الجسم فإن ذلك يؤدي إلى زيادة عدد المعادلات الناتجة وبالتالي زيادة الوقت المستغرق من أجل الحل لكن في المقابل فإن النتائج النهائية سوف تكون أكثر دقة وأكثر قرباً من النتائج المستخرجة بالطرائق التحليلية.

1.11 أهم تطبيقات العناصر المنتهية: [3].

يمكن جَعْلُ طريقة العناصر المنتهية في الوقت الحاضر أسلوباً عاماً للحل العددي لجمل المعادلات التفاضلية الخاضعة للشروط الحدية والابتدائية المناسبة، ويمكن تصنيف التطبيقات الهندسية للطريقة إلى عدد من المجالات من أهمها:

- منشآت الهندسة المدنية: تستخدم طريقة العناصر المنتهية للتحليل الستاتيكي والديناميكي للجسور والمنشآت الهيكلية ثلاثية الأبعاد والسدود والخزانات وغيرها وذلك بالاستعانة ببرامج متخصصة بالتحليل الإنشائي ومن هذه البرامج الشائعة برنامج SAP وETABS وغيرها.
- الصناعات الجوية: تحلل هياكل منشآت الصناعات الجوية مثل: الطائرات والصواريخ والمكوك الفضائي وغيرها بهدف تحديد الإجهادات والتشوهات التي تتعرض لها أثناء ظروف عملها المختلفة، ومن ثم تطوير تصميم المنشآت لتستطيع تحمل الإجهادات والتشوهات المحسوبة بطريقة العناصر المنتهية.
- هندسة الجيوتكنيك: تستخدم طريقة العناصر المنتهية في تحليل الأنفاق والمنشآت تحت الأرضية underground structures، وكذلك في تحليل تفاعل المنشأ مع التربة المحيطة به soil– structure interactionفي أثناء مدّة التحميل وتحليل أساسات الآلات الثقيلة والمعقدة وغيرها.
- ميكانيك السوائل والمنشآت المائية: يمكن باستخدام طريقة العناصر المنتهية تحليل جريان السوائل والمنشآت المعرضة إلى ضغوط مائية كبيرة كالغواصات وغيرها.
- الهندسة النووية: يتم باستخدام طريقة العناصر المنتهية تحليل أبراج التبريد وبقية العناصر الإنشائية المستخدمة في محطات الطاقة النووية.
- الهندسة الميكانيكية: تستخدم طريقة العناصر المنتهية لتحليل إجهادات هياكل السيارات والآلات الرافعة وآلات الحفر وغيرها، ومن أشهر البرامج المستخدمة في الناحية الميكانيكية هي برنامج ABAQUS وبرنامج ANSYS الشهيران.
- الهندسة الطبية: يمكن بوساطة طريقة العناصر المنتهية إجراء التحليل الإجهادي للأطراف والمفاصل الصناعية وغيرها تحت مختلف حالات العمل، ومن ثمَّ تحديد الحالات الإجهادية التي تتعرض لها تلك الأعضاء بهدف تصميمها تصميماً آمناً يسمح بتحمل الحالة الإجهادية الاستثمارية المتوقعة لهذه الأطراف والمفاصل الصنعية.

1.12. الأمثلة الطوبولوجية: [4]

تعدُّ كلفة المنتج من أبرز العوامل التي يسعى المصنعون إلى تقليل أثرها، بتقييم العديد من البدائل التصميمية، ولهذا السبب يكثر استخدام أدوات النمذجة والمحاكاة في هذا الخصوص إلى حد أصبحت فيه طرق التصميم التقليدية متغيّرة باستمرار، إلى أن تصل إلى مدى يمكن فيه تطوير المنتجات تطويراً تنافسياً من ناحية السعر والجودة.

على وجه الخصوص تعدُّ الأمثلة الطوبولوجية (أمثلة خصائص البنية الهندسية المكانية)

من المواضيع النامية والمطبقة عبر منهجية تحليل العناصر المنتهية، من قبل أغلب المصنعين في الوقت الحاضر، إذ إنها تساعد في تطوير وإيجاد منتجات وقطع أخف وزنًا وأكثر متانة.

وفي حين أن تابع التكلفة لأي منتج يرتبط ارتباطاً رئيسياً ومباشراً بالكتلة وذلك بسبب كمية المادة المستثمرة، فإن الأمثلة الطوبولوجية للبناء الهندسي التي تعد جزءًا من عمليات أمثلة تصميم المنتجات تسهم في إيجاد بدائل تصميمية أفضل تتطلب كمية أقل من المادة بحيث تؤدي إلى تقليل الوزن مع إفساح المجال للمصنعين لتحديد سعر المنتج بتنافسية أكبر.

وعلى أية حال، فإنّ التطبيق الخاطئ للأمثلة الطوبولوجية للبنى الهندسية يمكن أن يؤدي إلى فشل ذريع في التصميم، وأن يؤثر تأثيراً سلبياً على قيمة عملية الأمثلة عموماً، ولذلك فإنّها تعدّ أداة تتطلب فهمًا عميقًا لحالة الأحمال والمقيّدات التي من الممكن أن تؤثر على تصميم المنتج وتطويره، وحتى ولو كان مقيدًا واحدًا؛ فإن عدم أخذه بالحسبان يمكن أن يتسبب بفشل التصميم كاملًا، وفقدان كامل أهداف عملية الأمثلة الرامية لتخفيض التكلفة والمعدة من أجل تلبية متطلبات السوق.

1.13.العوامل الواجب أخذها بالحسبان عند تطبيق الأمثلة الطوبولوجية للبناء الهندسي: [4]

من المهم عند تطبيق الأمثلة الطوبولوجية أن نحدد المتغيرات والمقيدات التصميمية للمنتج أو القطعة المصنعة وأن نأخذها في الحسبان، ومن الضروري أيضًا تعريف تابع الكلفة من أجل أمثلة البنية الهندسية وتحديد المنهجية التي نستطيع بها الحكم على جودة المنتج من عدمها.

إن تحديد تابع التكلفة يسهم في تقليل الكتلة وتحسين خواص المتانة وزيادة مقاومة الإجهادات، وعلى أية حال، يتطلب تقليل قيم تابع الكلفة تحديد متغيرات التصميم في المناطق التي يمكن اختزال الكتلة فيها. ومن الممكن تحقيق أمثلة البناء التصميمي بتقليل السماكات أو الأطوال أو أي متغير تصميمي آخر للمنتج، وهذه المتغيرات تُعرّف استنادًا إلى المقيدات المعتبرة التي تضع حدودًا للمجال الذي به يمكن أمثلة هذه المتغيرات. وكأمثلة على هذه القيود يمكن أن تكون حدود الإجهاد الأعظمي والانفعال الأعظمي التي تستطيع البنية الهندسية للمادة تحمّلها.

إن الفشل في تحديد أي متغير تصميمي أو أي مقيد قد يؤدي إلى منتج فاشل تصميميًا وسيفشل عمليًا في وقت سابق لأوانه، ولعل هذا الأمر هو ما يجعل غالبية المصممين لا يفضلون اللجوء إلى الأمثلة الطوبولوجية، لكن التطبيق الصحيح لها سيقلل التكلفة إلى مستوى ملحوظ.

1.14.تنفيذ الأمثلة الطوبولوجية: [5]

عادة ما تطبق الأمثلة الطوبولوجية باستخدام طريقة تحليل العناصر المنتهية وذلك باتباع خوارزمية متدرجة، تحسب النقاط الصغرى المحلية (وهي القيم التي إن تُخطّيت سيعتبر التصميم غير صالح) وذلك لكل عنصر.

ولتنفيذ عملية النمذجة، عادة ما تتبع الخطوات التالية:

١ – اختيار تابع التكلفة الأكثر تأثيرًا أو الأكثر منطقية كالكتلة مثلًا، وتابع الكلفة على أساس الكتلة عادة ما يكون التابع الأكثر اختيارًا في عملية الأمثلة.

٢ – تحديد المتغيرات التصميمية جميعها، والتي يُسمح لبرنامج المحاكاة والنمذجة بتغييرها وتحديد الحدود العظمى للتغيير.

٣ – تحديد جميع الطرق الممكنة المؤدية لفشل البناء التصميمي، أي تحديد الطرق جميعها التي لا تلبي المتطلبات المرجوة من التصميم.

٤ – إيجاد الأساليب المختلفة للتحميل للحالات الفاشلة (على سبيل المثال، الأحمال الستاتيكية وأحمال الالتواء وغيرها).

٥ – تعريف المقيدات لكل حالة تحميل من أجل تحديد الحالة التي لا يعدُّ فيها البناء التصميمي صالحًا (مثلًا: الإجهادات العالية أو عوامل الأمان المنخفضة).

٦ –تحديد العدد الأعظمي المسموح به لمرات التنفيذ والتغيير الأعظمي المسموح به في كل مرة.

وبعد ذلك فإن برنامج النمذجة يبدأ بحل المعادلات وفق منهجية العناصر المنتهية ومن ثم تعاين النتائج، وتكون النتائج الأولية للأمثلة الطوبولوجية غير واضحة بسبب أنّها تختزل المادة بغية إيجاد الشكل الأنسب المتلائم مع جميع حالات التحميل، ولذلك فإن البناء التصميمي يمكن تطويره وتعديله باستخدام الشكل المختزل الناتج كدليل نحو إيجاد الشكل الهندسي المناسب من حيث المظهر.

والبناء التصميمي النهائي يجب نمذجته وتطبيق المحاكاة عليه مرة أخرى، والاختلاف الناتج في المتغيرات التصميمية يجب مقارنتها بشكل البناء السابق الناتج عن عملية الأمثلة، فإذا كانت النتيجة غير مقبولة؛ فإن المطلوب هو إعادة تعريف حالات التحميل وتكرير الإجراءات مرة أخرى حتى نصل إلى حالة تكون فيها قيم المتغيرات في المجال المسموح به.

إن منهج الأمثلة الطوبولوجية للبناء الهندسي يمكن أن يسخر بغرض إيجاد منتجات اقتصادية إلى أبعد حد دون بذل جهود كثيرة. ومعنى "منتجات أخف وزنًا وأكثر قوة" أن تكاليف التطوير تكون قليلة على المصنعين ويكون مستوى قبولها من الزبائن أو العملاء أفضل.

وتتعدد تطبيقات الأمثلة الطوبولوجية، ولكن من المهم على أية حال أن نعرف مدى حساسية الأسلوب المتبع فيها والذي يتطلب أخذ جميع المتغيرات التصميمية والمقيدات بالحسبان بهدف تجنب حالات الفشل الذريع.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة



يستعرض هذا الفصل عدداً من دراسات سابقة حول هياكل الآلات ونمذجتها، مع مناقشة هذه الدراسات واستعراض ما توصلت إليه من نتائج.

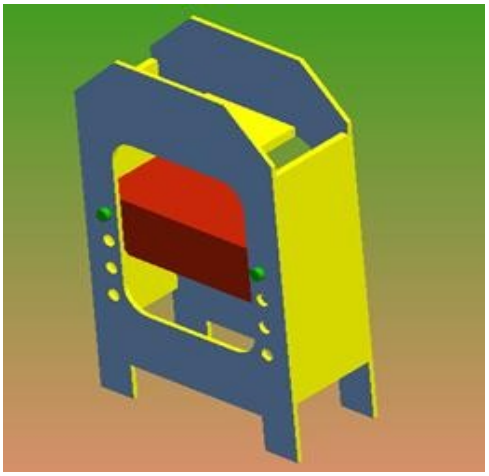
2.1 الدراسة الأولى: قام الباحثون (ASIM M. KAMATE & D. JS BAGI) من K.I.T.' s college of Engineering Kolhapur كلية عام 2016،

ببحث بعنوان: "*تصميم وتطوير وتحليل مكبس هيدروليكي 20طن* " [2]

Design, Development and Analysis of A 20 Ton Hydraulic Press

بهدف تصميم مكبس هيدروليكي ٢٠ طن باستخدام برنامج نمذجة هندسية مناسب، متبوعا بتحليل مفصل لتحسين مكوناته لتقليل تكلفة التصنيع، وكذلك تحسين الهيكل الهندسي لتقليل الضغوط غير المرغوب فيها مما يؤدي لتقليل التكلفة وتحسين السلامة.

2.1.1 تصميم الهيكل: قام الباحثون بتصميم هيكل لمكبس هيدروليكي على أحد برامج ال CAD.



الشكل (1-2) يبين المكبس الهيدروليكي الذي قام الباحثون بتصميمه

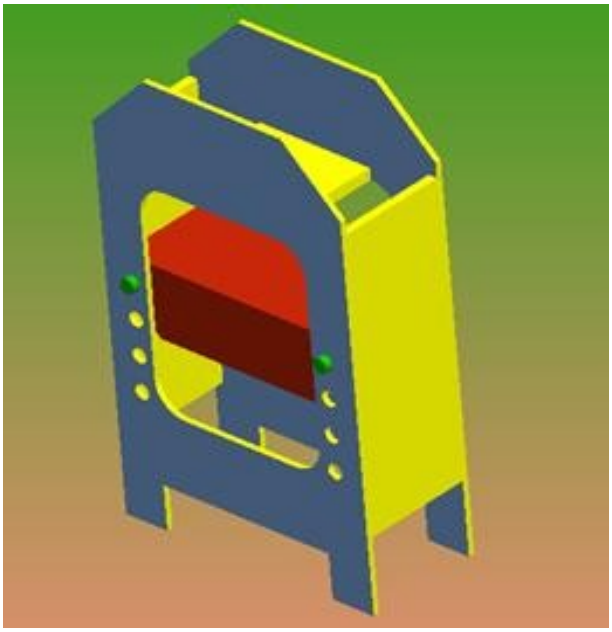
المكبس الهيدروليكي يعمل دائماً تحت تأثير الحمل المستمر، ما يجعله يتعرض لإجهاد كبير، ومن الممكن أن يؤدي إلى انهيار في الهيكل في بعض الحالات، وللتغلب على هذه المشاكل، أُجريّ تحليل مفصل للتصميم قبل تصنيعه، وذلك للوصول إلى التصميم الأمثل للهيكل بحيث يتحمل الضغوط والذي يؤدي إلى تقليل التكلفة.

إذ اعتمد الباحثون على منهجية وقاموا بتطبيقها.

2.1.2 نتائج التحليل الاحصائي والنموذجي قبل التعديل بالتصميم:

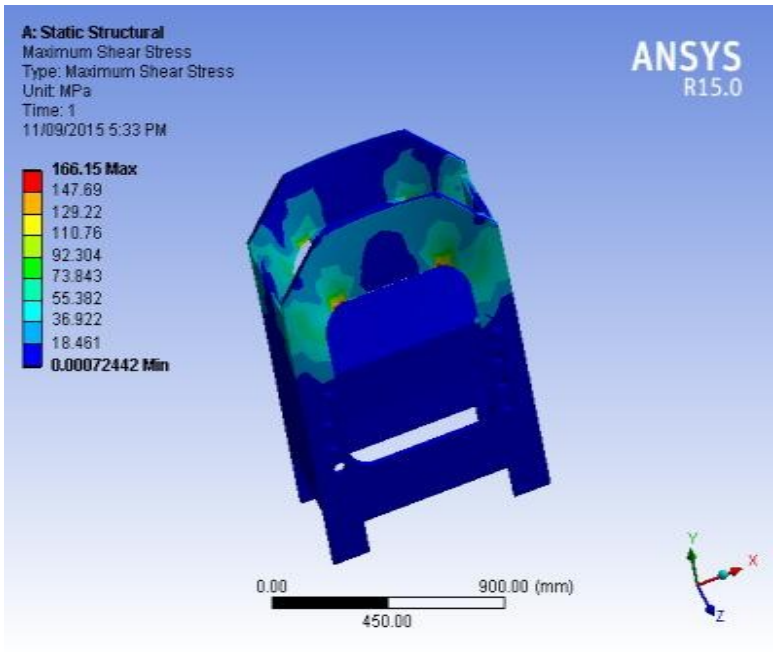
قام الباحث بدراسة تصميم المكبس الهيدروليكي الحالي

.

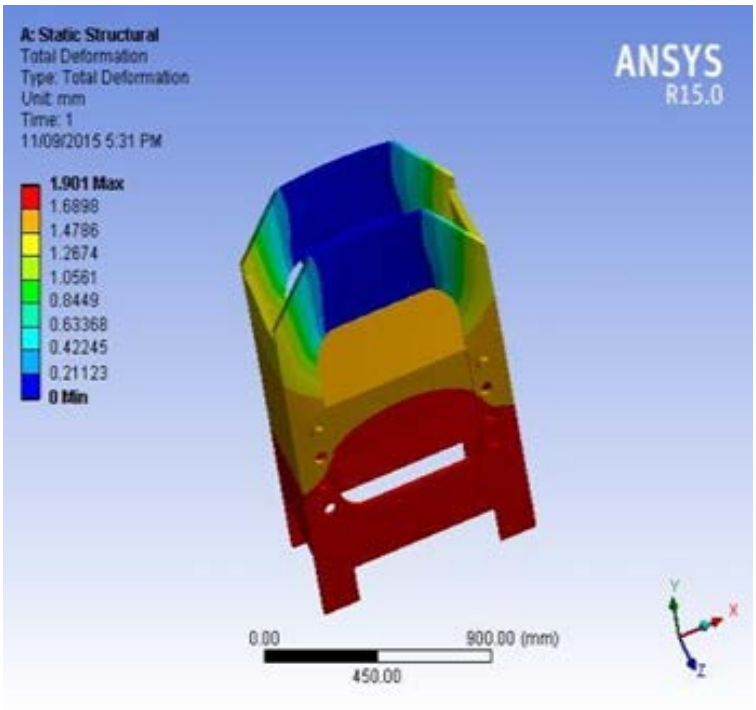


الشكل (2–2) يبين هيكل المكبس الهيدروليكي قبل التعديل

في الشكل أدناه تظهر نتيجة تحليل المكبس الحالي لإجهاد القص الأقصى والتشوه الكلي؛ إذ يظهر أن اللون الأزرق هو المنطقة الآمنة والأحمر هو للمنطقة الحرجة. الحد الأقصى للإجهاد القص هو 166.15MPa والتشوه الكلي هو 1.901mm



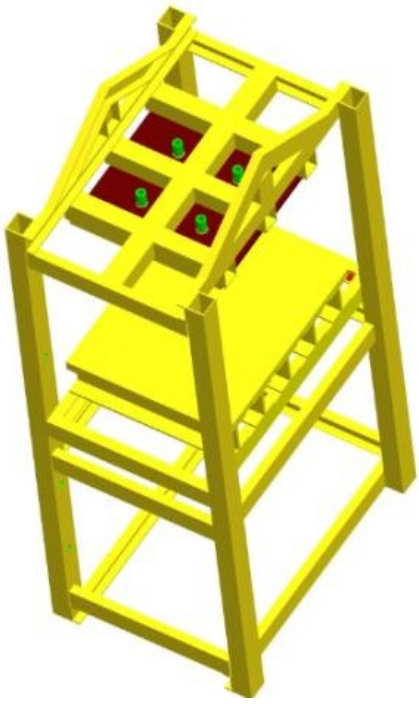
الشكل (2–3) يبين أقصى إجهاد القص للمكبس الهيدروليكي قبل التعديل



الشكل (4–2) يبين التشوه الكلي لهيكل المكبس قبل التعديل

2.1.3 نتائج التحليل الإحصائي والنموذجي بعد التعديل بالتصميم:

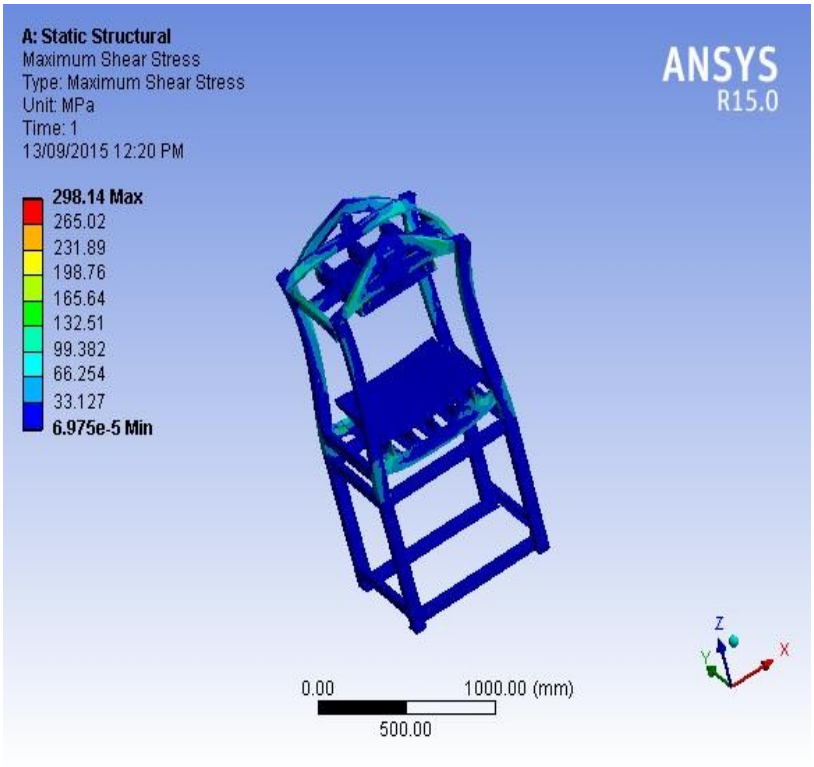
الشكل أدناه يوضح هيكل المكبس بعد التعديل بالتصميم يتم تغيير التصميم الكلي لهيكل المكبس من أجل تقليل وزنه، والذي يؤدي إلى تقليل تكلفة التصنيع.



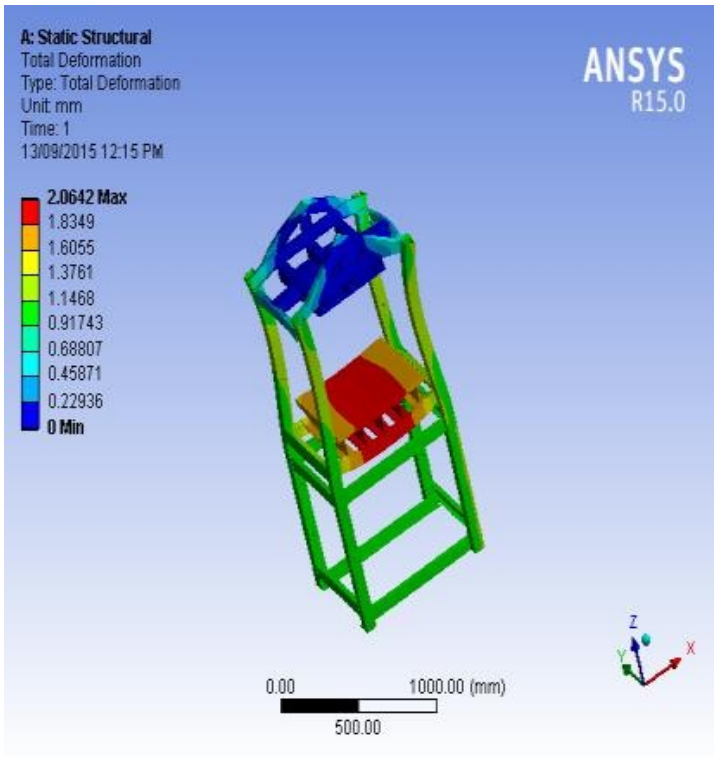
الشكل (5–2) يبين هيكل المكبس الهيدروليكي بعد التعديل

بعد تعديل التصميم لهيكل المكبس، أصبحت نتائج التحليل الذي حصل عليها الباحثون لإجهاد القص الأقصى

298.14 MPa، والتشوه الكلي هو 2.0624mm.



الشكل (6-2) يبين أقصى إجهاد القص للمكبس الهيدروليكي بعد التعديل



الشكل (7-2) يبين التشوه الكلي لهيكل المكبس بعد التعديل

2.1.4 مقارنة النتائج:

Sr. No.	Type		Existing Press	Structure No. 5
1	Stress	Maximum equivalent stress	**15**	**15**
2	Deformation	Total deformation (mm)	**1.90**	**2.064**
3	Strain	Equivalent von-mises (mm/mm)	**0.0019**	**0.0034**
4		Maximum shear (mm/mm)	**0.0021**	**0.0038**
5	Stress	Equivalent von-mises (MPa)	**308.62**	**572.02**
6		Maximum shear (MPa)	**166.15**	**298.14**

Component	Weight in kg	
	Existing press	Structure 5
Vertical column	414	69
Top frame	54	68
Press pin	13	5
Working table	151	151
Total weight	**632**	**294**

نلحظ أن الوزن قبل التعديل 632kg، وبعد التعديل بالتصميم 294kg، والضغوط الناتجة بعد التعديل ضمن الحدود أي إن التصميم الجديد آمن.

أي إن الوزن انخفض بنسبة50%،

2.1.5 حساب تخفيض التكاليف بعد تعديل التصميم للمكبس الهيدروليكي:

التكلفة الإجمالية قبل التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 60Rs

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 32Rs

تكلفة المواد لكل 632kg = 379920Rs

تكلفة التصنيع لكل 632kg = 20224Rs

المجموع: 58144Rs

التكلفة الإجمالية بعد التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 60Rs

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 32Rs

تكلفة المواد لكل 294kg = 17640Rs

تكلفة التصنيع لكل 294kg = 9408Rs

المجموع: 27048Rs

تخفيض التكلفة للمكبس الهيدروليكي بالنسبة المئوية:

(58144-27048) /58144*100=53.48%

أي أن نسبة التخفيض في التكاليف التي حصل عليها الباحث تصل إلى 53.48%

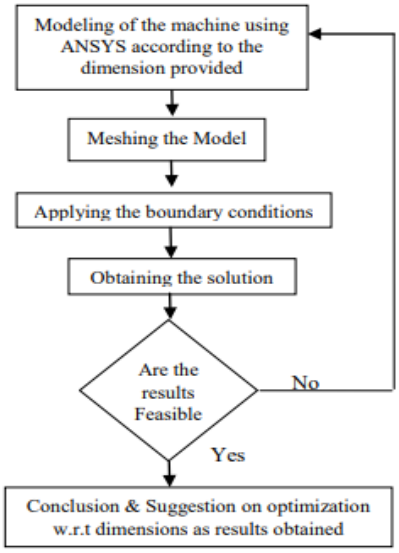
2.2 الدراسة الثانية:

قام الباحثون (Matti Kalli.&Santosh Kumar S. Mali Patil & Yogita N. Potdar) وهم أساتذة من جامعة Visvesvarayaالتكنولوجية في الهند عام 2014، ببحث بعنوان:

التحليل والتحسين الهيكلي لمكبس هيدروليكي 5 طن [3]

ANALYSIS AND STRUCTURAL OPTIMIZATION OF 5 TON H-FRAME HYDRAULIC PRESS

قام الباحث بتحليل المكبس الهيدروليكي 5ton للحصول على الإجهاد الأعظمي في أثناء العمل، ثم حساب عامل الأمان بحيث يبقى بين (2.5-3) بحيث يقلل من وزن المكبس دون المساومة على جودة المكبس.



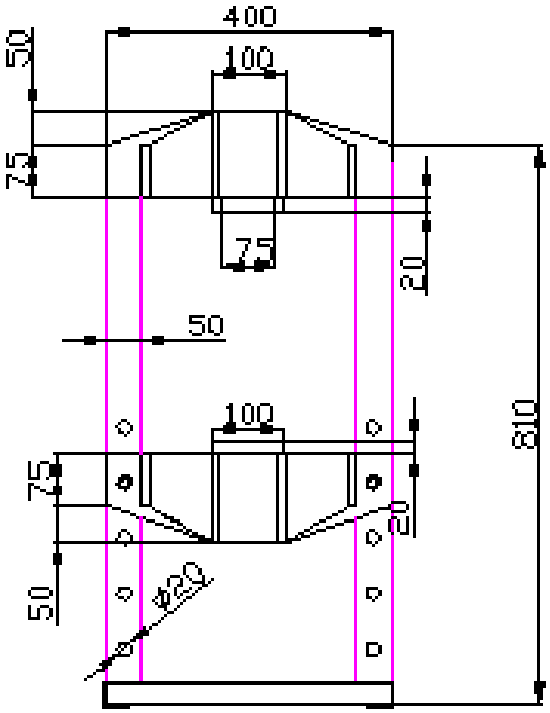
3.2.1 منهجية الدراسة التي اعتمد عليها الباحثون:

- استخدم النموذج في ANSYS وفقا لأبعاد الهيكل للمكبس الهيدروليكي على شكل حرف H قبل التحسين.
- تطبيق القيود للحصول على الحد الأعظمي للحمل، والحد الأعظمي للإجهاد الناجم في المكبس الهيدروليكي.
- القيام بالتحليل الهيكلي
- مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل، ومن ثم تغيير المادة لتحسين الوزن.

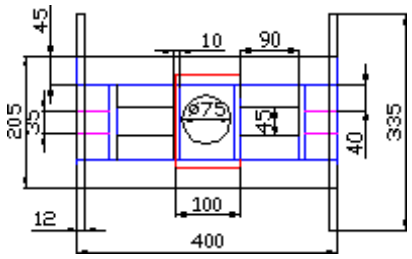
2.2.2 مواصفات المواد المستخدمة:

- صلب كربوني.
- محتوى الكربون في الفولاذ الطري 0.4% من الكربون.
- الكثافة $7801\frac{kg}{m^3}$
- قوة الشد للفولاذ الطري $650\frac{N}{mm^2}$
- معامل يونغ 2×10^5
- معامل بواسون 0.3

2.2.3 هيكل المكبس الهيدروليكي H قبل التحسين:



الشكل (٨-٢) يبين المسقط الأمامي لهيكل المكبس الهيدروليكي



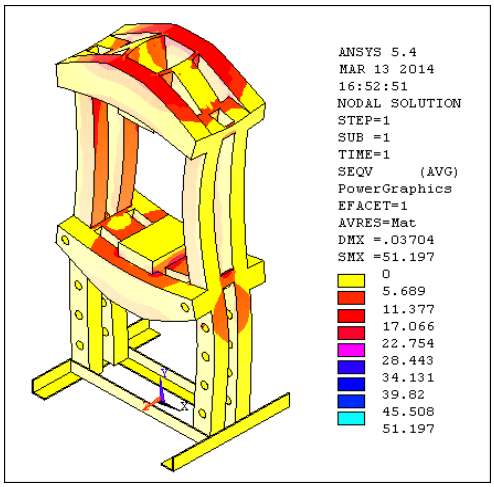
الشكل (٩-٢) يبين المسقط الأفقي لهيكل المكبس الهيدروليكي

تتمثل فكرة تحسين الهيكل في تعديل أحجام أجزاء الهيكل (كالثخانة والمساحات .....) بوصفها متغيرات تصميم في عملية التحسين، ويسمى هذا النوع من التحسين بطريقة التحجيم الأمثل.

إن الحاجة للتصميم الأمثل لتقليل الوزن والتشوه وتقليل تكلفة التصنيع دون المساس بجودة الآلة.

2.2.3.1 نتائج قبل التحسين:

الإجهاد الأعظمي التي تم الحصول عليه قبل التغيير بالأبعاد هو 51.197Mpa.

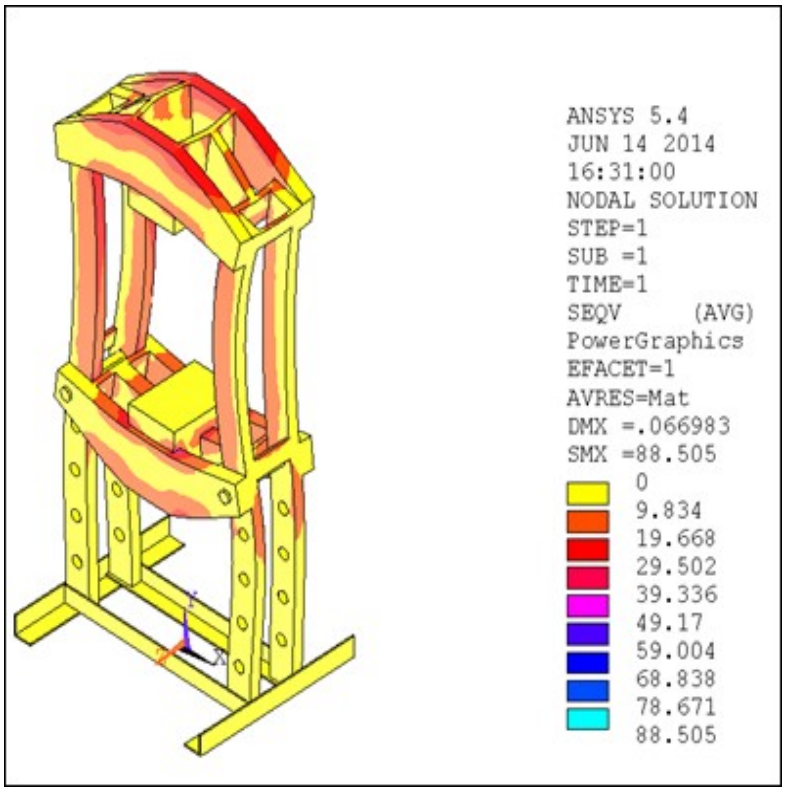


الشكل (10-2) يبين توزيع الإجهاد في حالة التحميل الثابت قبل التحسين

2.2.3.2 النتائج التي حصل عليها الباحث بالتحليل عن طريق ال ANSYS قبل التحسين:

- الحد الأعظمي للإجهاد الناتج عن إطار المكبس 51.197 Mpa وهو أقل بكثير من إجهاد الخضوع للفولاذ الطري الإنشائي هو 250Mpa.
- الإزاحة القصوى للحمل 0.03704mm.
- عامل الأمان 4.883 = 250/51.197.
- في الدراسة التي قام بها الباحثون تم تقليل ثخانة العمود من (40mm إلى 12mm) والبلاطة العلوية من (45mm إلى 15mm) والضلع (45mm إلى 12mm).

2.2.3.3 نتائج بعد التحسين:



الشكل (11-2) يبين توزيع الإجهاد في حالة التحميل الثابت بعد التحسين

الحد الأعظمي للإجهاد في لوحات العمل بعد حصول الباحثين على الأبعاد المثلى 88.505Mpa.

2.2.3.3 النتائج التي حصل عليها الباحث بالتحليل عن طريق برنامج ANSYS بعد التحسين:

- الحد الأعظمي للإجهاد الناتج عن إطار المكبس 88.505Mpa وهو أقل بكثير من إجهاد الخضوع للفولاذ الطري هو 250Mpa.
- الإزاحة القصوى للحمل 0.066983mm.
- عامل الأمان 2.82 = 250/88.505.

ملاحظة: الهدف هو الحفاظ على عامل أمان بين 3 – 2.5 دون التأثير على الهيكل.

2.2.4 مقارنة النتائج:

Sl.No	*Component*	*Original Design Weight (Kg)*	*Optimized Design Weight (Kg)*	*Weight Reduction (Kg)*
1.	Vertical Column	48.59	14.58	34.01
2.	Top Frame	29.84	9.95	19.89
3.	Moving Frame	29.39	9.79	19.60
4.	Bottom Support	5.52	5.52	NIL
5.	Press Pin	0.88	0.29	0.59
6.	Working Table	2.26	2.26	NIL
7.	Rib	18.71	10.29	8.42
8.	Side Plate	6.59	6.59	NIL
9.	Top Table	1.57	1.57	NIL
10.	Total	**143.35**	**60.84**	**82.51**

الجدول (1–2)

الجدول (١–٢) يوضح مقارنة بين وزن التصميم الأصلي ووزن التصميم الأمثل والنسبة المئوية لتخفيض الوزن.

النسبة المئوية لتخفيض الوزن تساوي

(تخفيض الوزن/ وزن التصميم الأصلي) ×100

$(82.51/143.35)\times 100 = 57.56$

أي إنّ نسبة تخفيف الوزن التي وجدها الباحثون تصل إلى٥٧.٥٦%.

2.2.5 حساب تخفيض التكاليف بعد تعديل التصميم للمكبس الهيدروليكي:

التكلفة الإجمالية قبل التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 58Rs

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 30Rs

تكلفة المواد لكل 143.35kg = 8314.8Rs

تكلفة التصنيع لكل 143.35kg = 4300.5Rs

المجموع: 12615Rs

التكلفة الإجمالية بعد التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 58Rs

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 30Rs

تكلفة المواد لكل 60.84kg = 3528.72Rs

تكلفة التصنيع لكل 60.84kg = 1825Rs

المجموع: 5354Rs

تخفيض التكلفة للمكبس الهيدروليكي بالنسبة المئوية:

(12615-5354) /12615*100=57.55%

أي إنّ نسبة التخفيض في التكاليف التي حصل عليها الباحث تصل إلى 57.55%

2.2.6 الخلاصة:

في هذه الدراسة قام الباحثون بمقارنة التصميم الأصلي لمكبس هيدروليكي من نوع H مع التصميم الذي حُسِّن باستخدام أداة البرنامج ANSYS، وقاموا باستنتاج أنه في ظل ظروف التحميل نفسها والقيود والغرض التصميمي المقصود، يحدد ANSYS تصميما أخف وزنا بتكلفة مخفضة للمواد.

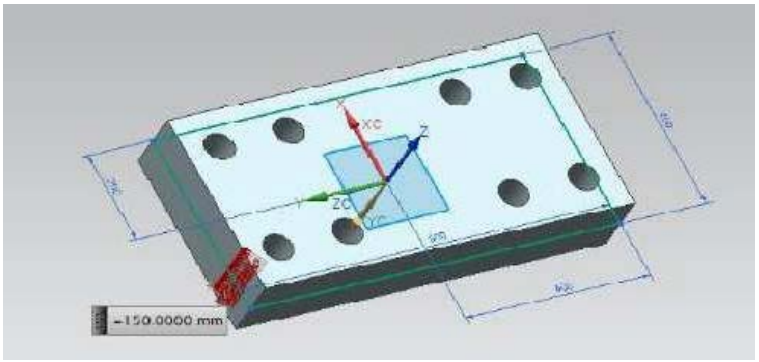
إذ قاموا بتخفيض الوزن بنسبة 57.56%، وتخفيض التكلفة بنسبة 57.55% لهيكل المكبس الهيدروليكي من نوع H، عن طريق تغيير أبعاد الهيكل مع الحفاظ على التوازن الهيكلي للضغط الهيدروليكي دون التأثير على الأداء.

2.3 الدراسة الثالثة:

قام الباحثون (SURESHA. D. B, DEVENDRA REDDY. M & MURALI. C T) وهم اساتذة مساعدين في قسم الهندسة الميكانيكية من جامعة بنغالور في الهند عام 2017، ببحث بعنوان: "**تحسين هيكل مخرطة**"

[5] STRUCTURAL OPTIMIZATION OF LATHE MACHINE BED

بهدف تخفيض وزن قاعدة المخرطة دون المساس بكفاءتها ودقة الآلة، عن طريق وضع أضلاع في المناطق المناسبة.



الشكل (12-2) يبين نموذج ال CAD لتصميم قاعدة المخرطة مع الأحمال

2.3.1 الأبعاد الرئيسية لقاعدة المخرطة هي:

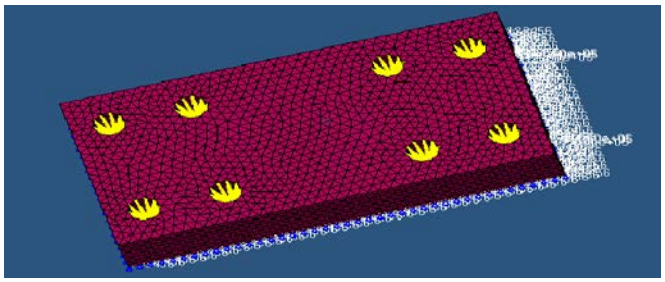
الطول800mm، العرض 400mm، الارتفاع 150mm.

مواصفات المواد:

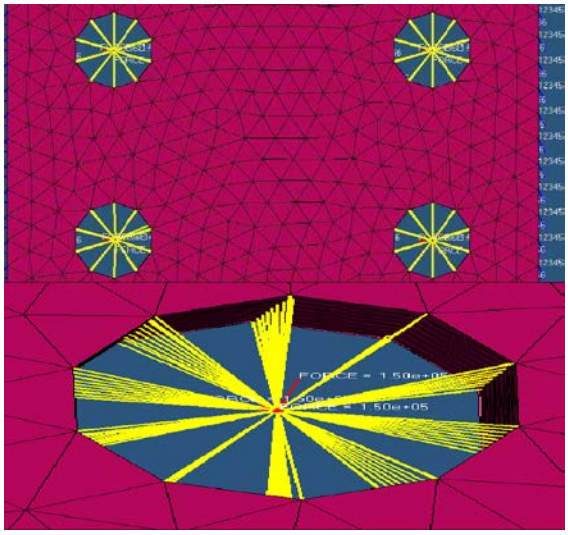
Material properties	Young's modulus	Poisson Ratio	Density
Cast Iron	160 Gpa	0.3	7340 kg/m^3

الجدول (2–2) يبين مواصفات مادة قاعدة الهيكل

الشروط الحدية:



الشكل (2–13) يبين تطبيق الأحمال والشروط الحدية



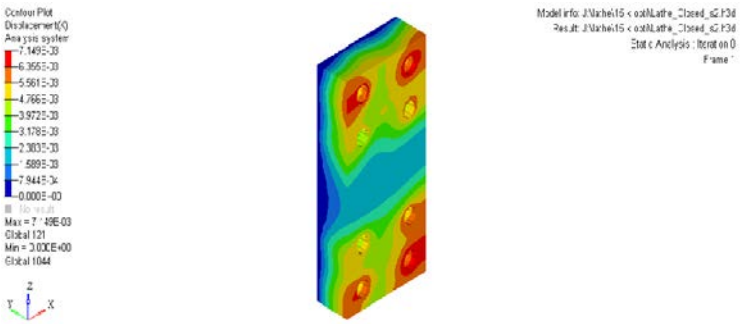
الشكل (2–14) يبين تطبيق الأحمال في مكان تثبيت المسامير

يستخدم التحليل بناءً على أنواع العناصر الصلبة، والنظر في نوعين من التحليل (تحليل ثابت وآخر مشروط).

تحليل ثابت: يُجرى التحليل الثابت للحصول على الإجهاد الأعظمي والإزاحة القصوى لهيكل المخرطة في حالة الأحمال (الثابتة والديناميكية).

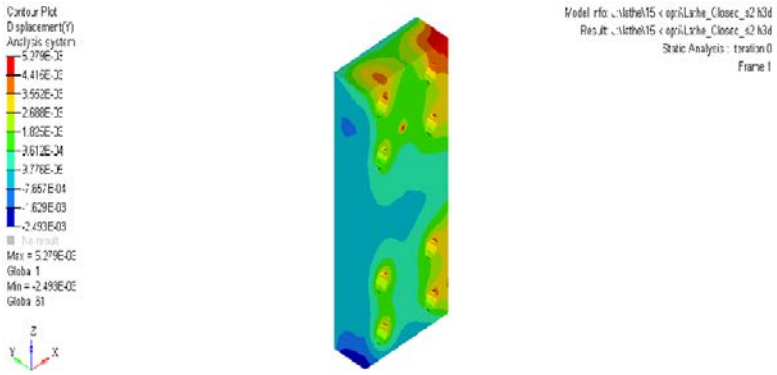
قبل التحليل تثبت القيود في الهيكل في موقع التثبيت بالمسامير.

ومن التحليل يتم عرض حالة حمل 150KN للحصول على أقصى قدر من الإجهاد، ونتائج الإزاحة فيما يلي:

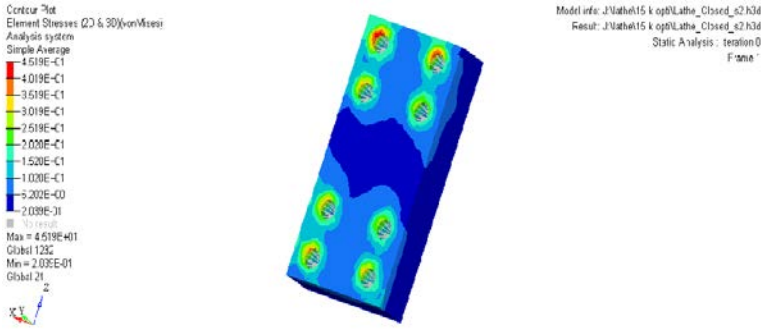


الشكل (2–15) يبين الإزاحة القصوى على طول اتجاه الهيكل

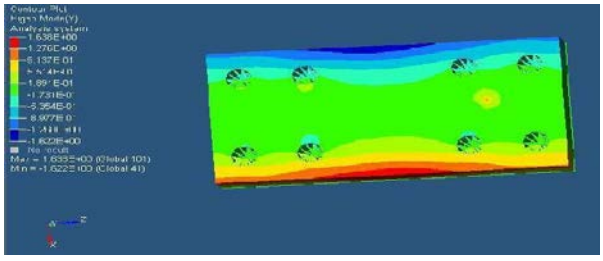
يحدث الحد الأقصى للإزاحة في المواقع المثبتة بمسامير، كما هو موضح في الشكل **(2–13)** و **(2–14)**.



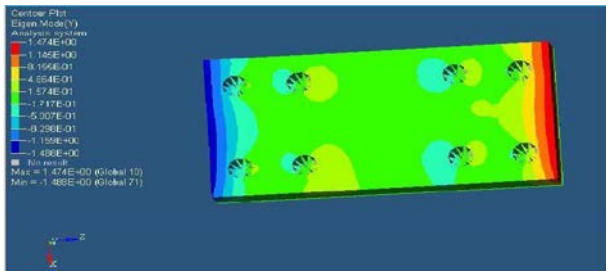
الشكل (2–16) يبين أقصى إزاحة على طول اتجاه Y لقاعدة الهيكل



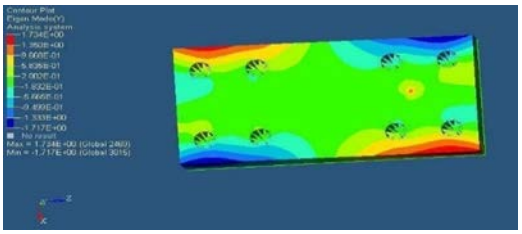
الشكل(2–17) يبين الإجهاد على قاعدة المخرطة



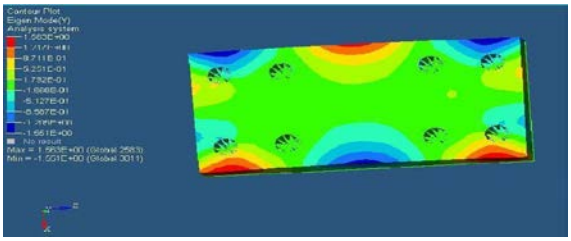
الشكل (2–18) يبين الوضع1 لقاعدة المخرطة



الشكل (2–19) يبين الوضع 2 لقاعدة المخرطة



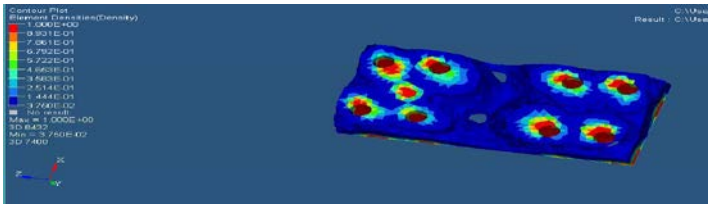
الشكل (20–2) يبين الوضع 3 لقاعدة المخرطة



الشكل (21–2) يبين الوضع 4 لقاعدة المخرطة

2.3.2 OPTISTRUCT:

يستخدم Altair OptiStruct لتبسيط الهياكل والأطر الميكانيكية.

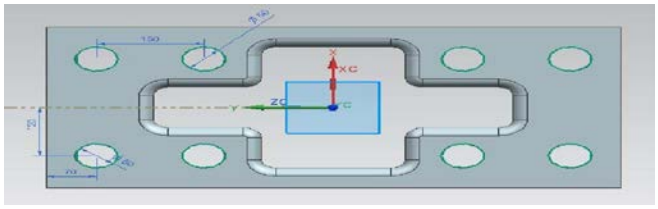


الشكل (٢٢–٢) يبين كثافة العنصر في OptiStruct

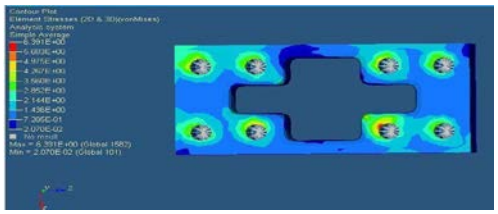
إذ يمكن تقليل كتلة الهيكل وذلك بمساعدة optistruct

إذ يُفصل النموذج إلى منطقتين، المنطقة المخططة والمنطقة الغير مخططة؛ إذ تشير المنطقة المخططة إلى المساحة التي يمكن تغييرها، والمنطقة الغير مخططة لها تبين المواقع الأساسية التي لا يمكن تغييرها.

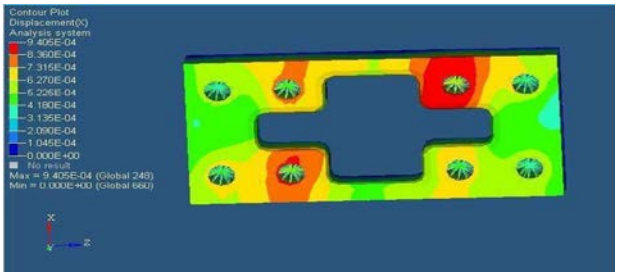
يُحسّن حجم الهيكل وذلك بالتحقق من المناطق التي يمكن بها تقليل كتلة الهيكل، نظراً لأنّ تقليل وزن قاعدة المخرطة يمكن أن يساعد في زيادة سعة الحمولة وتقليل التكاليف، أي إن الهيكل المصمم يجب أن يكون خفيف الوزن ويجب أن يحتفظ بقوته وصلابته في جميع أنواع الهيكل.



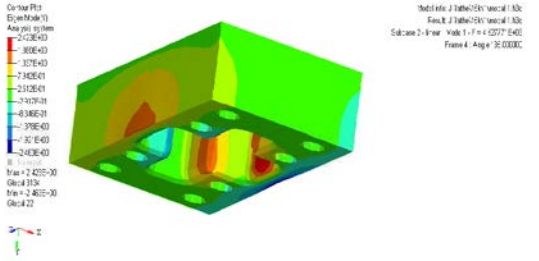
الشكل (٢٣–٢) يبين المسقط الأفقي لقاعدة الهيكل بعد التحسين



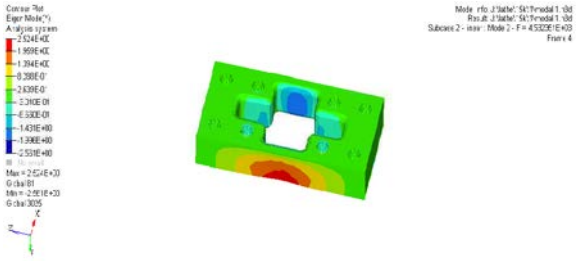
الشكل (٢٤–٢) يبين إجهاد الهيكل بعد التحسين



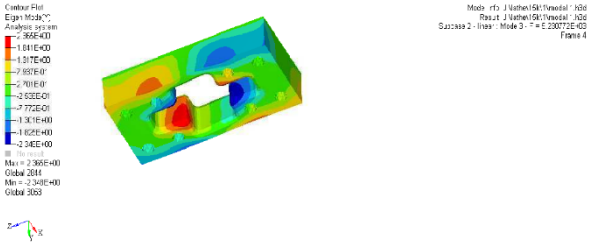
الشكل (٢٥–٢) يبين الإزاحة في الهيكل بعد التحسين



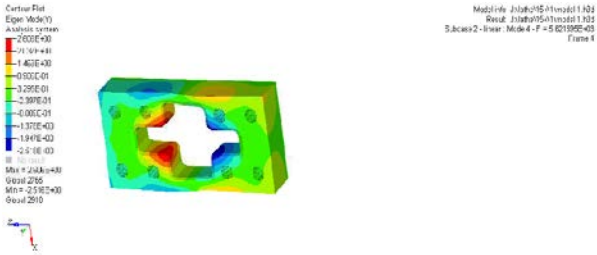
الشكل (2-26) يبين الوضع1 لقاعدة المخرطة بعد التحسين



الشكل (2-27) يبين الوضع 2 لقاعدة المخرطة بعد التحسين



الشكل (2-28) يبين الوضع3 لقاعدة المخرطة بعد التحسين



الشكل (2-29) يبين الوضع 4 لقاعدة المخرطة بعد التحسين

2.3.3 النتائج والمناقشة:

Material	Initial model (mm)	Optimized model (mm)
Cast Iron	0.00714	0.0094

الجدول (2-3) يبين مقارنة بين الإزاحة في التصميم الأساسي وبعد التحسين

يوضح الجدول (2-3) أعلاه إزاحة النموذج الأساسي والنموذج الأمثل بعد التحسين، نلحظ الإزاحة في التصميم الأمثل لديه زيادة صغيرة، ولكن هذه الزيادة لا تؤثر على الهيكل.

Material	Initial Model (Mpa)	Optimized Model Mpa)
Cast Iron	49.12	63.91

الجدول (2-4) يبين مقارنة بين الإجهاد في التصميم الأساسي وبعد التحسين

يوضح الجدول (2-4) أعلاه إن الإجهاد للنموذج الأساسي هو $49.12\frac{N}{mm^2}$ والنموذج الأمثل هو $63.12\frac{N}{mm^2}$ ، أي أنه ازداد تأثير إجهاد ولكنه في حد آمن مسموح به.

Material	Initial model (Kg)	Optimized model (Kg)
Cast Iron	753.6	712.5

الجدول (2-5) يبين مقارنة بين وزن التصميم الأساسي وبعد التحسين

من النتائج المذكورة أعلاه في الجدول (2-5) نلحظ خُفِّض الوزن الأمثل لهيكل آلة المخرطة بمقدار 41.1kg، أي من 753.6kg إلى 712.5kg (حوالي 1.5%)، من ثم خُفضَّت تكلفة التصنيع أيضاً.

وفيما يلي النتائج المشروطة التي تم الحصول عليها للهيكل، التي تثبت في الجزء السفلي من القاعدة، ويُطبّق الحمل على الجزء العلوي من الهيكل.

Material	Initial model (Hz)	Optimized model (Hz)
Mode shape 1	4385	4527
Mode shape 2	4722	4882
Mode shape 3	5142	5230
Mode shape 4	5538	5621

الجدول (6–2) يبين نتائج التحليل المشروط لهيكل الحديد الزهر

نلاحظ أنّ في الدراسة التي قام بها الباحثون تم زيادة التردد الطبيعي حمل الإجهاد بالنسبة لأشكال الأنماط المختلفة، وحصلوا على الترددات الأولية وتم جدولة النموذج المحسن.

2.3.4 الاستنتاجات:

أنهى الباحثون النقاط التالية على هيكل المخرطة:

- تحسين (انخفاض) وزن هيكل المخرطة الذي تم اجراؤه بمقدار 41.1kg، أي من 753.6kg إلى 712.5kg (حوالي 1.5%).
- أما بالنسبة للإجهاد von miss ازداد من $49.12\frac{N}{mm^2}$ إلى $63.12\frac{N}{mm^2}$، وهذه الزيادة تكون ضمن الحد المسموح به للحديد الزهر.
- من تحليل النموذج وجد أن التردد الطبيعي ازداد من 5538.92HZ إلى 5621.59HZ، وهذه الزيادة في التردد لا يؤثر كثيراً على الإجهاد في هيكل المخرطة.
- ومن النتائج المذكورة أعلاه اختار الباحثون الحديد الزهر كأفضل مادة بسبب الترددات العادية العالية عندما تتناقص مع مواد مختلفة.
- سيحسن التحليل الهيكلي التصميم التقليدي لهيكل المخرطة.

2.4 الدراسة الرابعة:

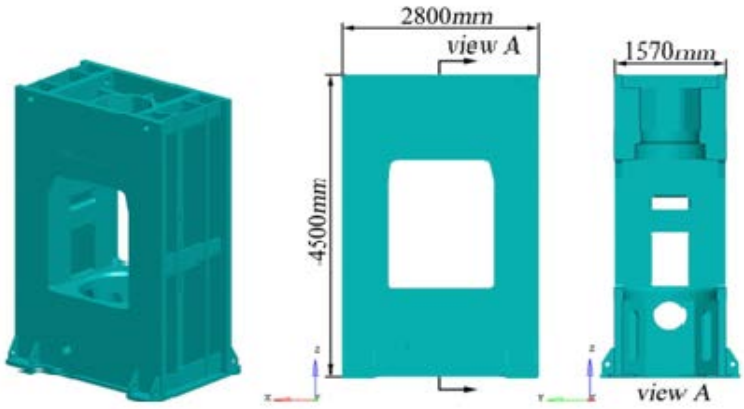
قام الباحثون (Xinhao Zhao & Yanxiong Liu & Lin Hua & Huajie Mao) من كلية العلوم وهندسة المواد في جامعة ووهان للتكنولوجيا في الصين عام 2016، ببحث بعنوان: "**تحليل العناصر المنتهية وتحسين الطوبولوجي لهيكل مكبس 12000KN**" **[16]**

Finite element analysis and topology optimization of a 12000KN fine blanking press frame

بهدف تخفيض وزن هيكل المكبس 12000KN.

2.4.1 تحليل العناصر المنتهية لهيكل المكبس 12000KN:

كما هو موضح بالشكل أدناه (30–2) تكون بنية الهيكل متماثلة بالنسبة للمستوى X–Z، والمستوى Y–Z.



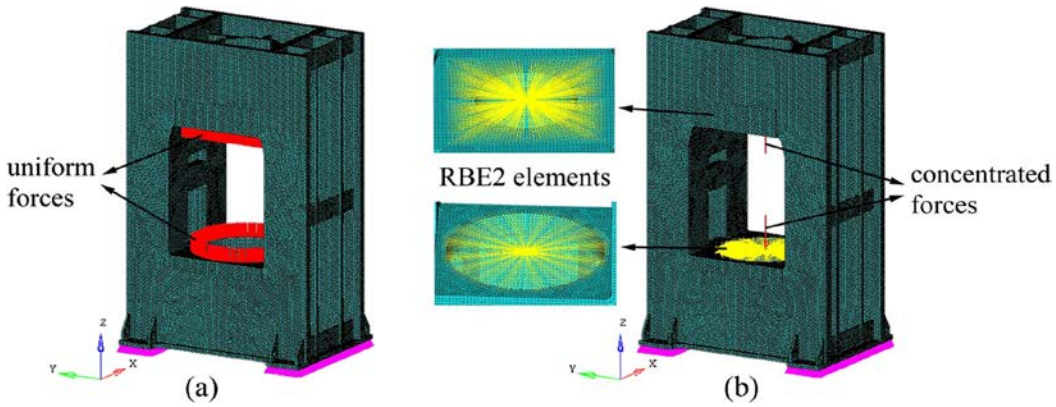
الشكل (30–2) يبين شكل تخطيطي لهيكل المكبس الهيدروليكي

نمذجة العناصر المنتهية: يظهر نموذج FE للهيكل الأصلي الذي تم إنشاؤه في البرنامج التجاري Altair Hyper mesh 11.0، في الشكل (31–2)، وقد تميز النموذج بعناصر tetrache Dron 765388 والتي تحتوي على 186188 عقدة.

إذ استخدام نموذج المادة المرنة الخطية، وتم الأخذ بالحسبان معامل يونغ 212Gpa، ومعامل بواسون 0.288، والكثافة الكتلية $\frac{Kg}{m^3}$ 7.86 ، تم تثبيت الهيكل على الأرض بواسطة أربع براغي أساس، ومن ثم طُبّقت قيود على العقد الموجودة والأسطح الملامسة للأرض، وكان هناك حالتان: وزعت القوى توزيعاً موحداً على العقد الشكل (2–31–a)، أما بالنسبة للدراسة التي قام بها الباحثون ففي النظر إلى أن الوصلات بين الإطار والمكونات التي تنطبق على الحمل ستزيد من صلابة السطح الحامل.

يمكن افتراض الأسطح الحاملة كأسطح صلبة، RBE2 هو نوع من العناصر الجامدة ومن ثم تم اقتراح نموذج جديد لتركيز الحمل الشكل (2–31–b)، حيث تم توصيل العقد الحاملة بالعنصر RBE2، وتم تطبيق قوة متحدة المركز مباشرة في العقدة الرئيسية.

ولتأكيد صحة هذين النموذجين قام الباحثون بإجراء تجربة على نموذجين مبسطين.



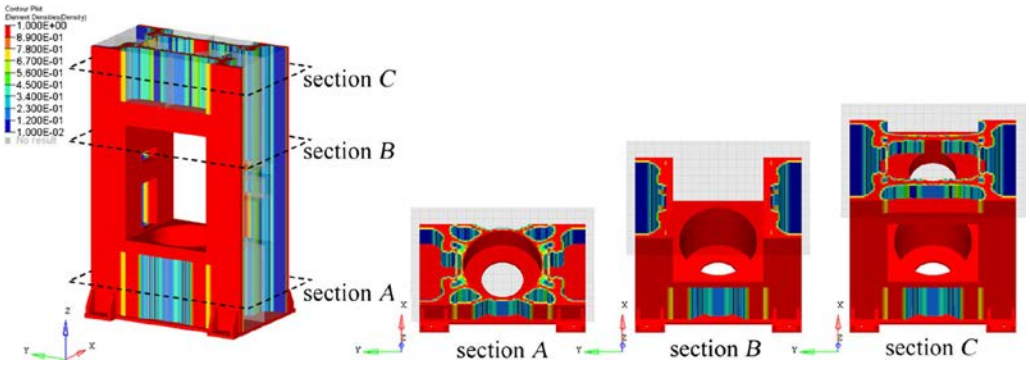
الشكل (2–31) يبين نماذجFE للهيكل الأصلي:(a) نموذج للحالة الأولى المستخدمة في العمل السابق، (b) نموذج للحالة الثانية المقترحة من قبل الباحثون

2.4.2 التحسين الطوبولوجي للهيكل على مرحلتين:

التحسين الطوبولوجي في المرحلة الأولى

بعد دراسة قام بها الباحثون توصلوا إلى تحسين أولي للهيكل كما يبين الشكل (2-32)

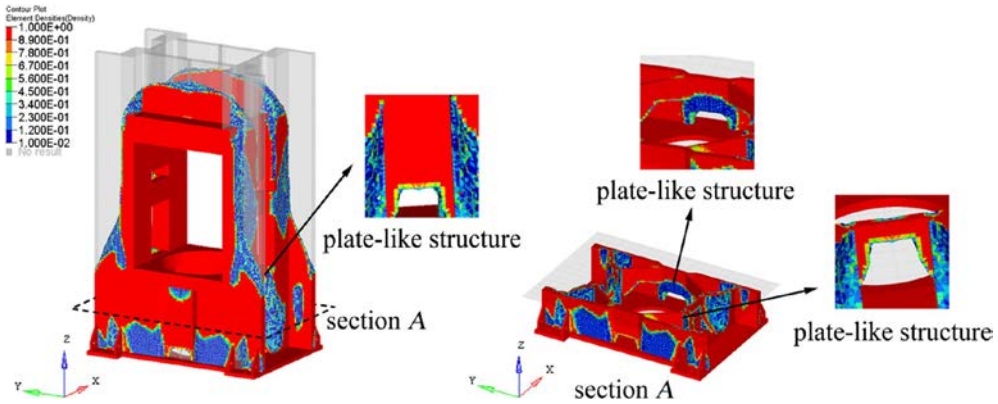
حيث أن في المرحلة الأولى من التحسين الطوبولوجي استُخدام قيد البثق؛ إذ كانت المهمة الرئيسية لهذه المرحلة هي تقليل كمية المواد المستخدمة في انشاء الهيكل قدر الإمكان من هيكل الإطار المتوسط، ولتحقيق ذلك استخدم نموذج للإطار المتوسط كمساحة تصميم لإنشاء نموذج تحسين الطوبولوجيا.



الشكل (2-32) نتيجة التحسين الطوبولوجي في المرحلة الأولى

التحسين الطوبولوجي في المرحلة الثانية:

في المرحلة الثانية كان تحسين طوبولوجية هو إزالة المواد الزائدة من الإطار المتوسط والذي كان عبارة عن هيكل مقسم إلى صفائح، لذلك لم تعد هناك مواد زائدة وهياكل رقيقة وهياكل غير منتظمة موجودة، وتم إعادة تصميم هيكل المكبس في برنامج الCAD بعد إزالة المواد الزائدة للهيكل وفقا لنتيجة التحسين الطوبولوجي في المرحلة الثانية.



الشكل (2-33) يبين نتيجة التحسين الطوبولوجي في المرحلة الثانية

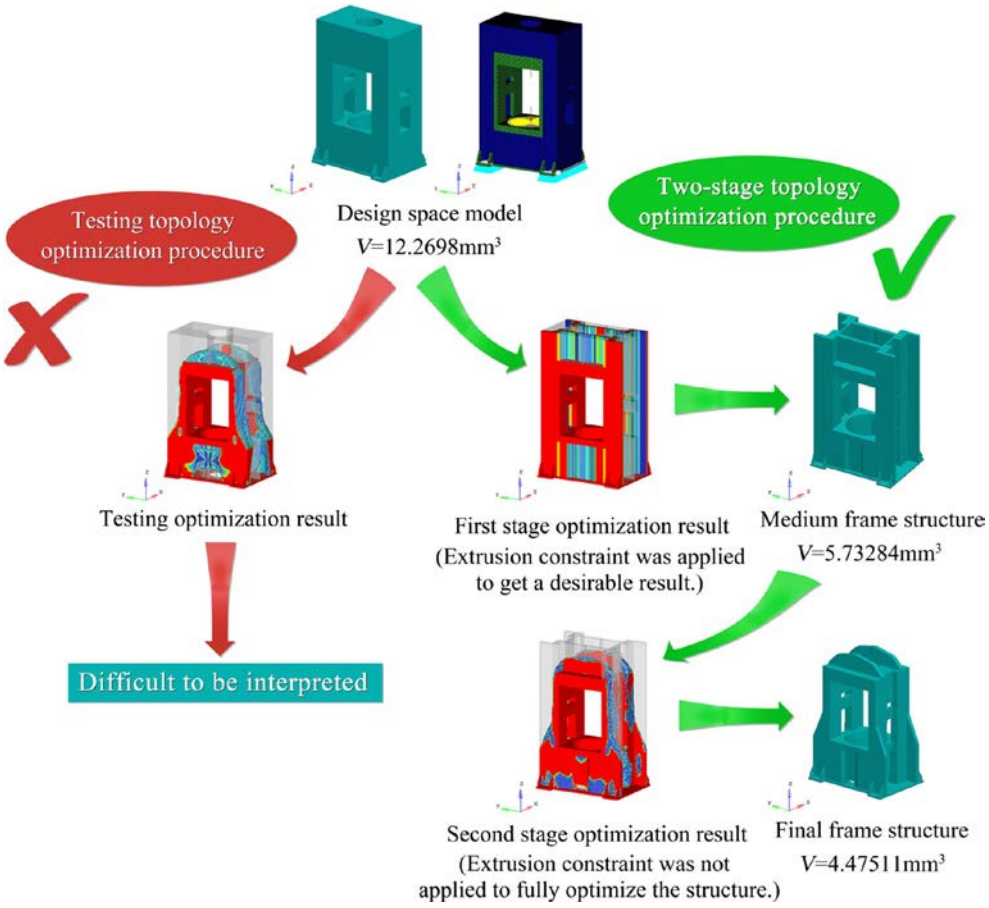
2.4.3 خلاصة الدراسة: يعد هيكل المكبس أحد المكونات الأساسية للمكبس، وإن الأداء الجيد للهيكل له أهمية كبيرة لضمان دقة العمل، وبالوقت نفسه من شأن الوزن الخفيف للهيكل أن يقلل من إجمالي وزن المكبس، ويقلل من استهلاك التصنيع والنقل، وفي هذه المقالة استخدمت تقنية تحسين الطوبولوجيا لتحسين هيكل المكبس الهيدروليكي12000KN ؛ إذ أولاً قام الباحثون بإنشاء نموذج لتحليل هيكل المكبس الأصلي 12000KN، حيث

تم تحديد الطريقة الصحيحة لنمذجة العناصر المنتهية بالتجربة، وبعد ذلك تمت صياغة مشكلة التحسين باستخدام طريقة الهياكل المجهرية متساوية الخواص الصلبة مع طريقة المعاقبة (SIMP) ، ثم أجري تحسين طوبولوجيا الاختبار والتي كشفت نتيجتها عن بعض ميزات التصميم المعقدة وغير القابلة للتصنيع.

وللتعامل مع المشكلات المكشوفة والحصول على نتيجة بتكوين أوضح وقابلية تصنيع أفضل، لذا قام الباحثون بإجراء التحسين على مرحلتين؛ إذ لعبت قيود التصنيع دورا مهما.

وفي النهاية تم إنشاء نموذج CAD محسن للهيكل، وأظهر تحليل العناصر المنتهية أنّه تم تحقيق انخفاض في الحجم بنسبة 13.66%، بينما زاد الأداء قليلا مقارنة بالإطار الأصلي.

وفيما يلي الشكل (34-2) يوضح مخطط الدراسة بأكملها.

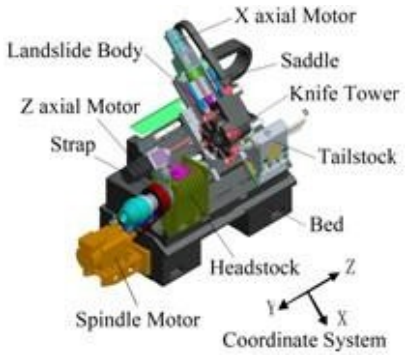


الشكل (٣٤-٢) يبين مخطط الدراسة بأكملها

2.5 الدراسة الخامسة: قام الباحثون (Zongsheng Sai, Guifei Wang, Ming Cong) من كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة داليان للتكنولوجيا في الصين عام 2013، ببحث بعنوان: "**الطوبولوجيا وتحسين الحجم لهيكل مخرطة NC**" **[17]**

Topology and Size Optimization for Landslide Body in NC Lathe

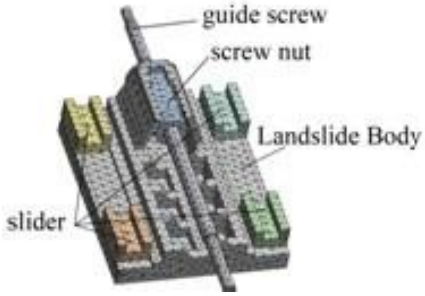
بهدف التحسين (الطوبولوجي وتحسين الحجم) لجسمLandslide لمخرطةNC.



الشكل (2–35) يبين مخرطة الNC

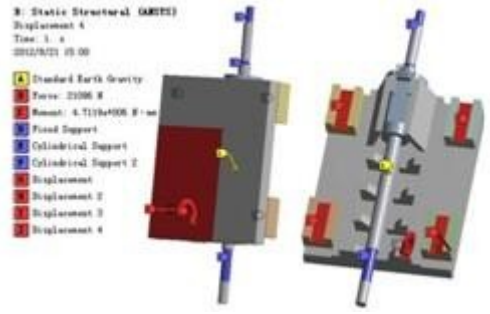
يؤدي جسم Landslide أثراً مهماً في أداء عمل مخرطة التحكم العددي NC، لذلك من الضروري تحسين بنيته والذي بدوره يسهم في تحسين الخصائص الستاتيكية والديناميكية.

2.5.1 التحليل الستاتيكي: التحليل تم في بيئة ال Ansys ، وبما أنَّ المخرطة NC تحتوي على عدّة أجزاء متحركة، إذ تظهر للأداة خصائص ستاتيكية وديناميكية مختلفة وفقاً لظروف العمل المختلفة، قام الباحثون بتحليل خصائص فقط Landslide في أضعف حالة تكون فيها مخرطة الNC أقل صلابة.



الشكل (2–36) يبين شبكة الجسم Landslide

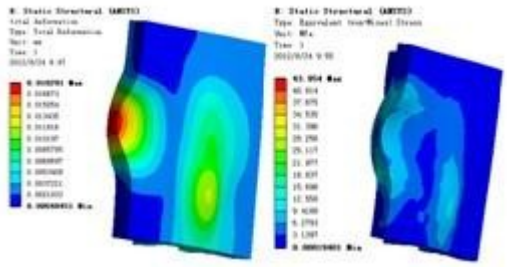
ويجب الأخذ بالحسبان القوى المطبقة؛ إذ إن هناك ثلاثة أنواع من الأحمال في التحليل الستاتيكي: الأول الجاذبية، والثاني والثالث متعلقين بالبرج، حمل الجاذبية سهل حسابه، أما الحمل الثاني والثالث يتم الحصول عليه من خلال نتيجة التحليل الستاتيكي للبرج، ويظهر في الشكل (2–37) الأحمال المطبقة على الجسم Landslide.



الشكل (2–37) يبين الأحمال المطبقة على الجسم Landslide

ولدينا الشكل (2–38) يبين نتيجة التحليل الستاتيكي؛ إذ نجد أن الحد الأقصى للإزاحة هو 0.01829mm في الوجه الأوسط للجانب الأيسر من الجسم Landslide حيث يكون المشوه أكثر 25.117Mpa.

لذا سيحسن الأداء الستاتيكي للجسم Landslide، ما يعني أنه عند نفس الأحمال سيتم تقليل التشوه والإجهاد، ولتحقيق ذلك سيتم تحسين بنية الجسم Landslide.



الشكل (2–38) يبين نتيجة التحليل الستاتيكي

2.5.2التحليل الديناميكي: من المعروف أنّ المخرطة NC قد تواجه اهتزازات شديدة خلال تشغيل المشغولات، من ثم سوف تنخفض دقتها، لذا فإن الهدف من التحليل الديناميكي هو دراسة ميزة الاهتزاز للهيكل، وهو بند رئيسي لتصميم هيكل يحمل حمولة ديناميكية.

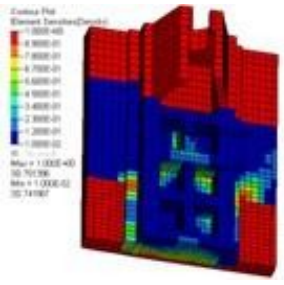
يستخدم التحليل المشروط لتأكيد الاهتزاز الحر للأنظمة الخالية من التخميد، ولا سيما الترددات الطبيعية لجسم Landslide، ومن ثم تمكين المصممين من الابتعاد عن هذه الترددات أو تقليل الدافع عليها، والتخلص من الاهتزازات أو الضوضاء شديدة الخطورة.

Mode	1	2	3	4
Frequency(Hz)	546.03	1395.5	1441.1	1966.5

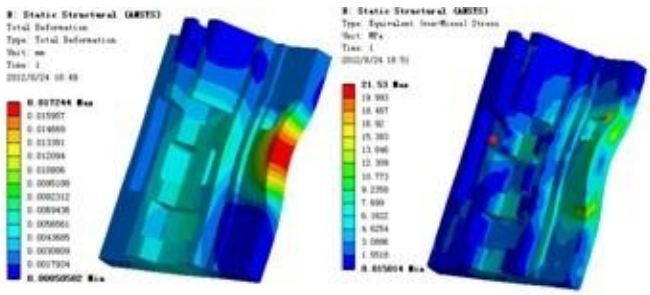
الجدول (2–7) يبين الترددات الطبيعية لجسم Landslide الوضع1

أدنى تردد طبيعي لجسم Landslide هو 546.03 HZ، ونظراً لأنّ أعلى سرعة دوران للمحرك هي $2300\frac{\text{دورة}}{min}$، ويمكن لمخرطة ال NC أن تبقي نفسها بعيدا عن اهتزاز الرنين أو عن تردد معين، ولكن لا تزال هناك حاجة إلى إيلاء بعض الاهتمام للخصائص الثابتة، لأن الخصائص الديناميكية للهيكل قد تتغير تغيراً كبيراً.

2.5.3التصميم الأمثل: استنادا إلى نتائج التحليل الستاتيكي والديناميكي، يتم تنفيذ التصميم الأمثل للجسم Landslide.



الشكل (2–39) يبين نتيجة التحسين الطوبولوجي



الشكل (2–40) يبين التشوه والتواتر للجسم بعد التحسين

يوضح الجدول أدناه (2–8) بعد تحسين الطوبولوجيا والحجم، إذ تم تقليل الكتلة الإجمالية للجسم Landslide بنسبة 4.02%، وتم تقليل التشوه الكلي للجسم Landslide بنسبة 5.72%، وهو أمر مهم للغاية للأداء

الستاتيكي، وهو جيد بما يكفي للوصول إلى متطلبات مخرطة الNC ، التردد الأول هو أيضا عالي جدا، ولا يزال الإجهاد المكافئ أقل بكثير من قوة الشد.

Objectives	Mass（Kg）	Deformation(mm)	First Frequency(Hz)	Stress(MPa)
Initial	54.995	0.018291	546.03	25.117
Result	52.783	0.017244	573.92	21.53
Comparison	-4.02%	-5.72%	5.1%	-14.28%

الجدول (8–2) يبين النتائج بعد تحسين الحجم والطوبولوجيا

2.5.3 نتيجة الدراسة: قام الباحثون بدراسة طوبولوجية وتحسين الحجم لجسم Landslide بناء على التحليل الستاتيكي والديناميكي، واستخلصوا النتائج التالية:

- قاموا بوصف عملية التحليل الستاتيكي والديناميكي، ثم قاموا ببناء نموذج العناصر المنتهية للجسم، ثم قاموا بتطبيق حالة التقييد والأحمال لمحاكاة بيئة العمل الحقيقية، ثم قاموا بإجراء تحليل ستاتيكي وديناميكي قبل التحسين.
- قاموا بتنفيذ طوبولوجية الأمثل للجسم Landslide، واستنادا إلى نتيجة الطوبولوجية قاموا بتحسين الحجم.
- قاموا بتصميم هيكل جديد من Landslide، وكانت النتيجة أن الخصائص الستاتيكية والديناميكية قد تحسنت، وأن التصميم المحسن قد أظهر نتيجة مثيرة للإعجاب.

2.6. الدراسة السادسة: قام الباحثون (Juturi Saidih , Bhukya Biksham , Kanaparthi veeranjaneyulu) وهم أساتذة مساعدين في كلية الهندسة في جامعة كوالا لامبور KL في الهند عام 2017 **ببحث بعنوان:**

" تحسين الوزن لقاعدة مخرطة عن طريق تعديل التصميم و الايبوكسي الجرانيت" [18]

Weight Optimization of Lathe Bed by Design Modification and Epoxy Granite

بهدف تخفيف الوزن لقاعدة مخرطة

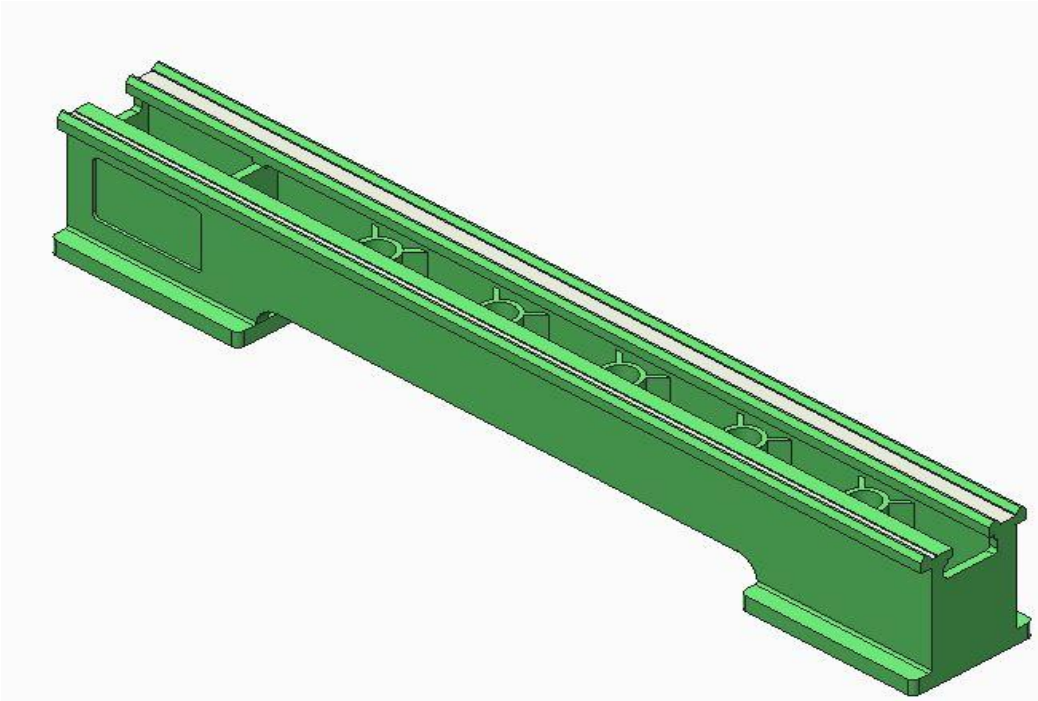


الشكل (41-2) يبين المخرطة المدروسة

وفيما يلي مواصفات المخرطة المدروسة:

Make	South Bend Lathe Co
Model No.	SB 1007
Overall Dimensions(L X B X H)	1550 x 724 x 559 mm
Mass	246 kg

إذ قام الباحثون بإنشاء نموذج لهيكل المخرطة على أحد برامج الCAD



الشكل (42-2) يبين هيكل (الفرش) للمخرطة التي يتم دراستها

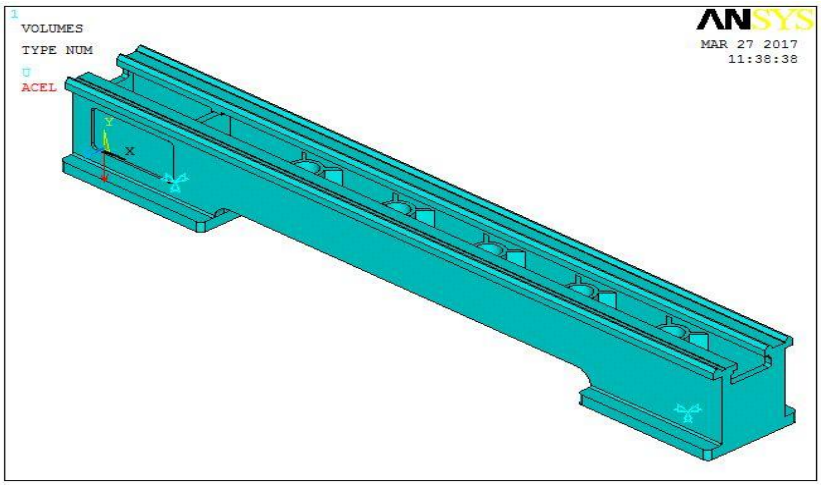
وفيما يلي مواصفات هيكل المخرطة التي قام الباحثون بدراستها:

Overall Dimensions(L X B X H)	1420 x 174.5 x 215.7 mm
Mass	105.816 kg
Material	Gray Cast Iron

2.6.1 فرضيات الدراسة:

الشروط الحدية: قاعدة المخرطة مثبتة على الأرض، ومن ثم فإنّ قاعدة المخرطة مقيدة في الاتجاهات جميعها (UX = UY = UZ = 0).

تطبق قوة الجاذبية، لإضافة توزيع الإجهاد والتشوه بسبب الوزن الذاتي؛ إذ يوضح الشكل أدناه الشروط الحدية المطبقة على النموذج



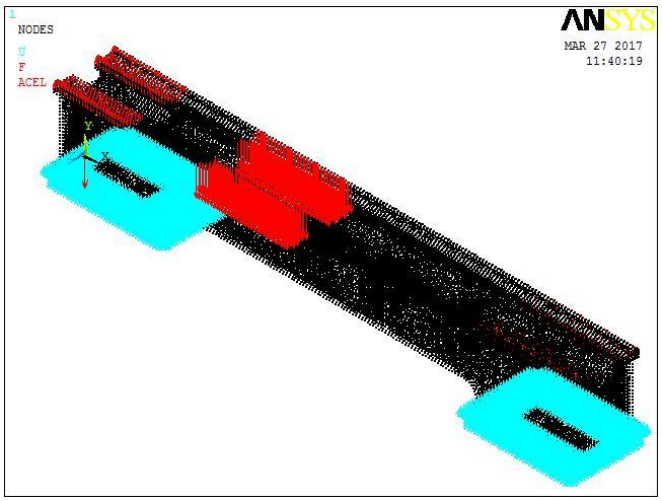
الشكل (43-2) يبين الشروط الحدية التي تم تطبيقها على هيكل المخرطة وتسارع الجاذبية الأرضية

لتصميم قاعدة المخرطة قام الباحثون في البداية بتحليل الضغوطات والتشوهات والقوى التي تحدث في قاعدة المخرطة بسبب قوى القطع الناتجة عن أداة القطع وتفاعل قطعة العمل، وذلك بعد النظر في أقصى عزم دوران الذي يوفره بواسطة محرك كهربائي للمخرطة.

إذ يحوّل عزم الدوران الأقصى الذي يمكن توليده بواسطة المحرك الرئيسي إلى قوة يتم نقلها.

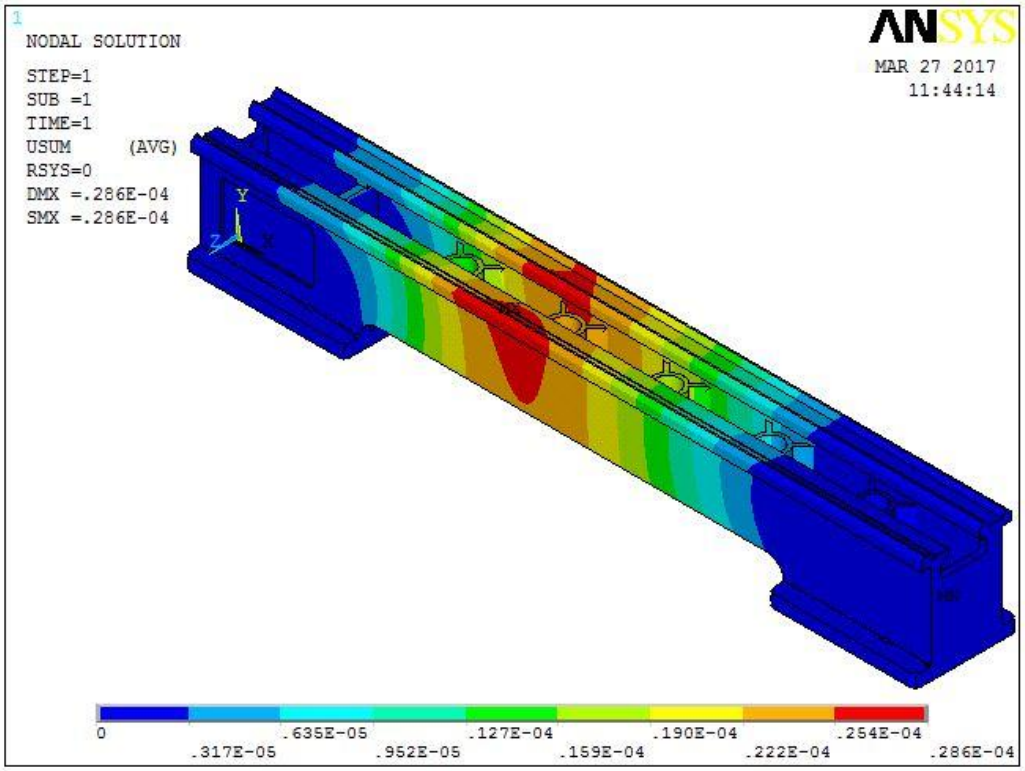
<u>ملاحظة</u>: (لم تُطرح أوزان النقل بسبب عدم توفر الأوزان الفردية، وذلك لا يؤثر على نتائج Finite Element Analysis (تحليل العناصر المنتهية) لأننا لا نقوم بتخفيض الأحمال، ومقارنة بوزن هيكل المخرطة هذا الوزن أقل من حيث الحجم)

وهناك الوزن الذاتي لهيكل المخرطة بسبب قوة الجاذبية حيث جميع القوى المطبقة كما هو موضح في الشكل أدناه:

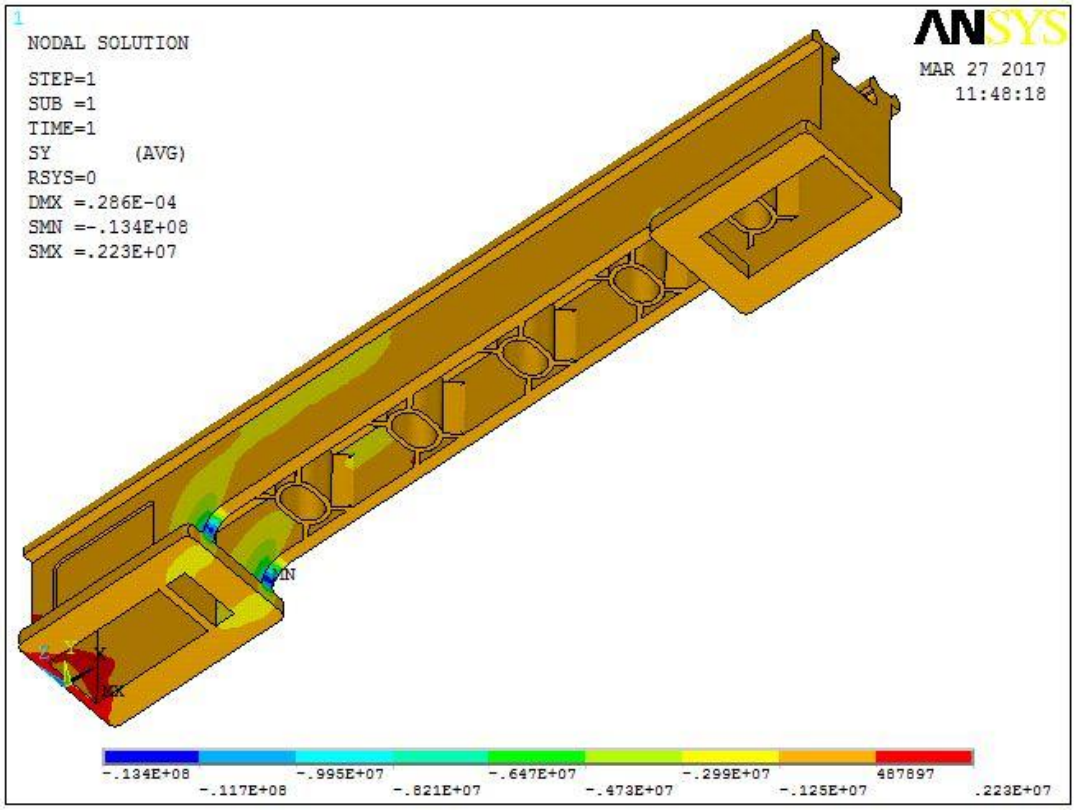


الشكل (44-2) يبين القوى المطبقة على هيكل المخرطة

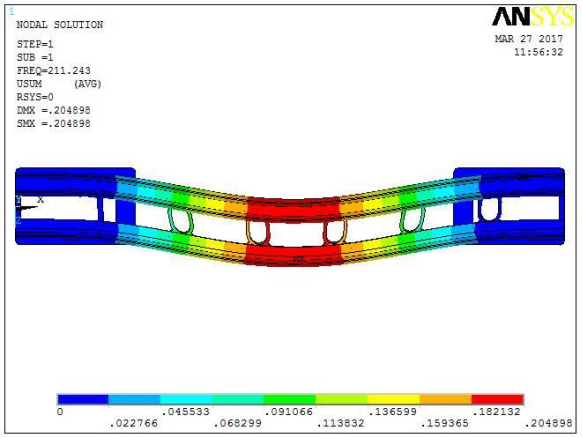
2.6.2 نتائج التحليل الإحصائي والنموذجي قبل التعديل بالتصميم:

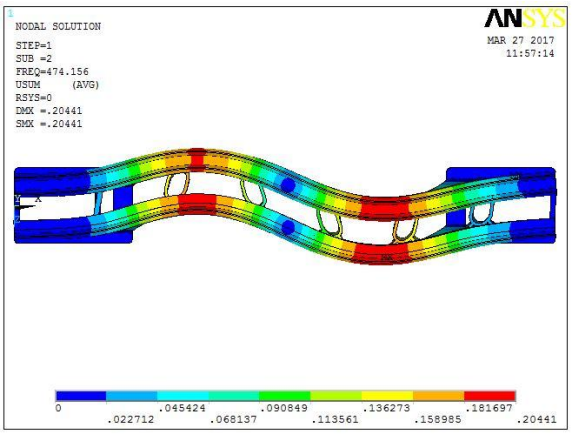


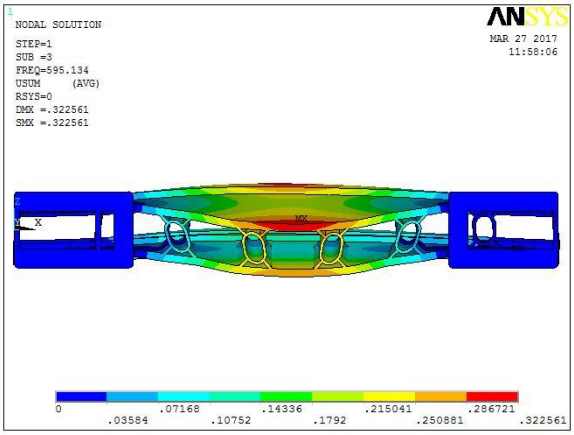
الشكل (45-2) يبين تشوه هيكل المخرطة قبل التعديل

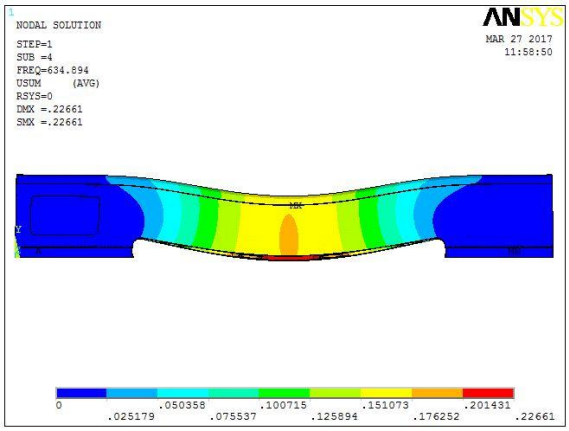


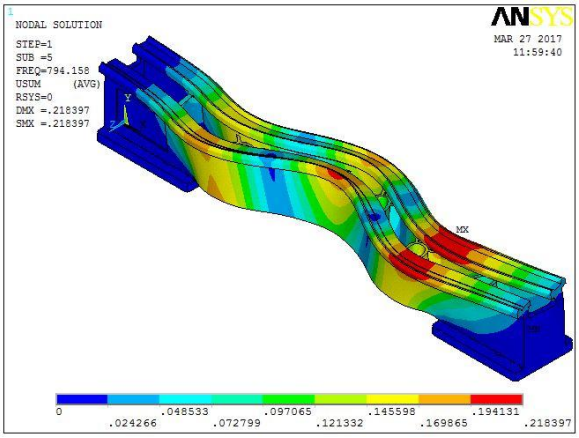
الشكل (46-2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y قبل التعديل

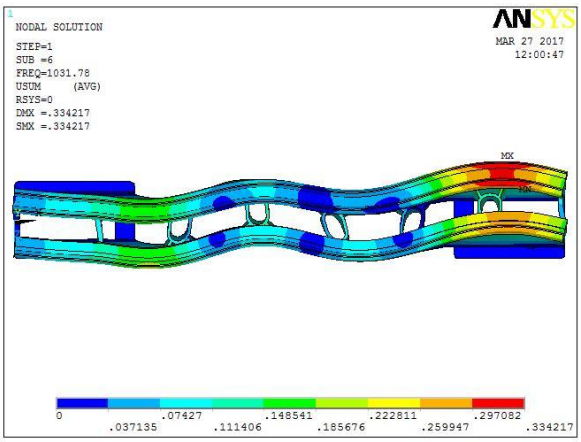












الشكل (47-2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) قبل التعديل

```
        **** CENTER OF MASS, MASS, AND MASS MOMENTS OF INERTIA ****

CALCULATIONS ASSUME ELEMENT MASS AT ELEMENT CENTROID

TOTAL MASS =   105.82

                          MOM. OF INERTIA          MOM. OF INERTIA
CENTER OF MASS             ABOUT ORIGIN         ABOUT CENTER OF MASS

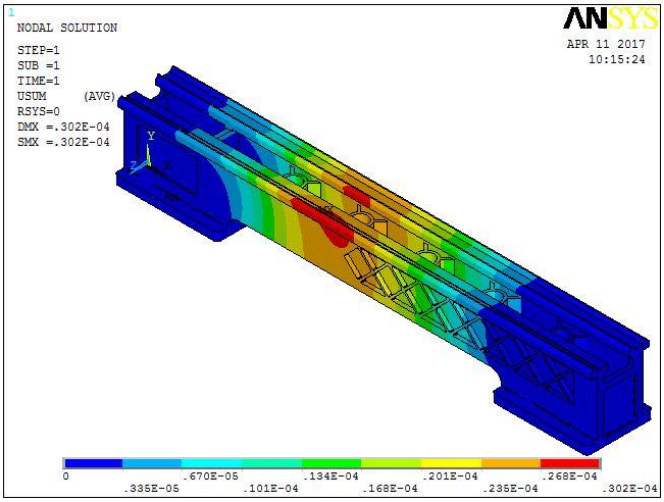
XC =  0.71598          IXX =    2.295          IXX =   0.7853
YC =  0.11946          IYY =    75.24          IYY =    21.00
ZC = -0.95600E-03      IZZ =    76.82          IZZ =    21.06
                       IXY =   -9.080          IXY =  -0.2921E-01
                       IYZ =   0.1990E-01      IYZ =   0.7817E-02
                       IZX =   0.7284E-01      IZX =   0.4071E-03


*** MASS SUMMARY BY ELEMENT TYPE ***

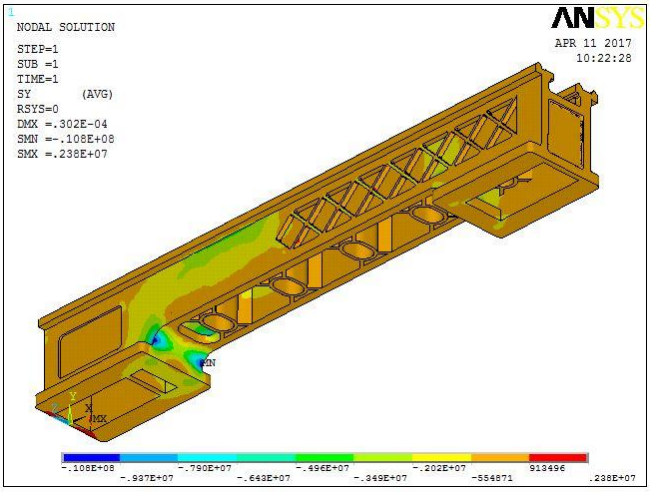
TYPE      MASS
   1   105.816
```

الشكل (48–2) يبين كتلة هيكل المخرطة قبل التعديل

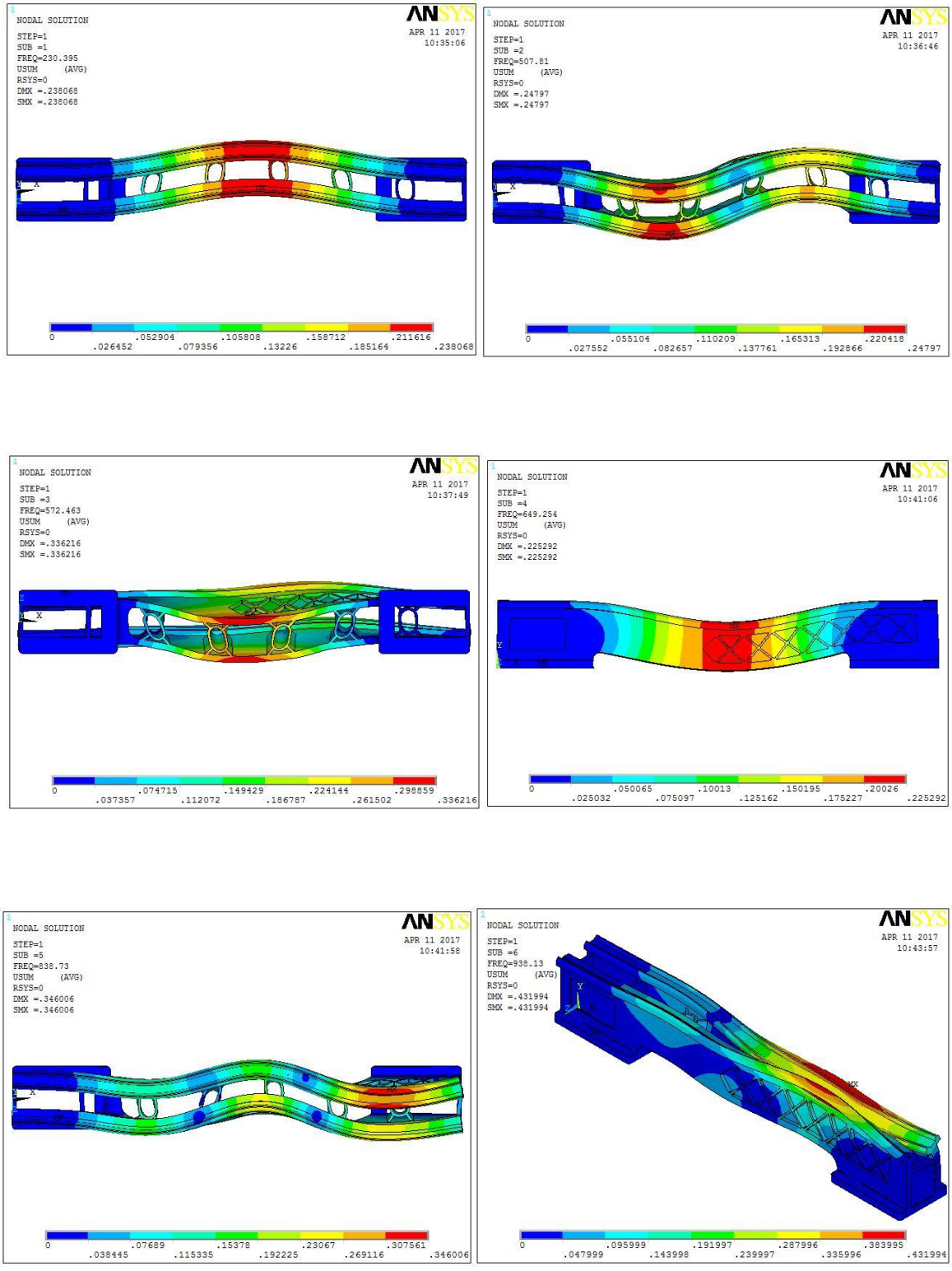
2.6.3 نتائج التحليل الإحصائي والنموذجي بعد التعديل بالتصميم:



الشكل (49–2) يبين تشوه هيكل المخرطة بعد التعديل بالتصميم



الشكل (50–2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y بعد التعديل بالتصميم



الشكل (51–2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) بعد التعديل بالتصميم

```
          **** CENTER OF MASS, MASS, AND MASS MOMENTS OF INERTIA ****

 CALCULATIONS ASSUME ELEMENT MASS AT ELEMENT CENTROID

 TOTAL MASS =   97.992

                            MOM. OF INERTIA          MOM. OF INERTIA
 CENTER OF MASS              ABOUT ORIGIN         ABOUT CENTER OF MASS

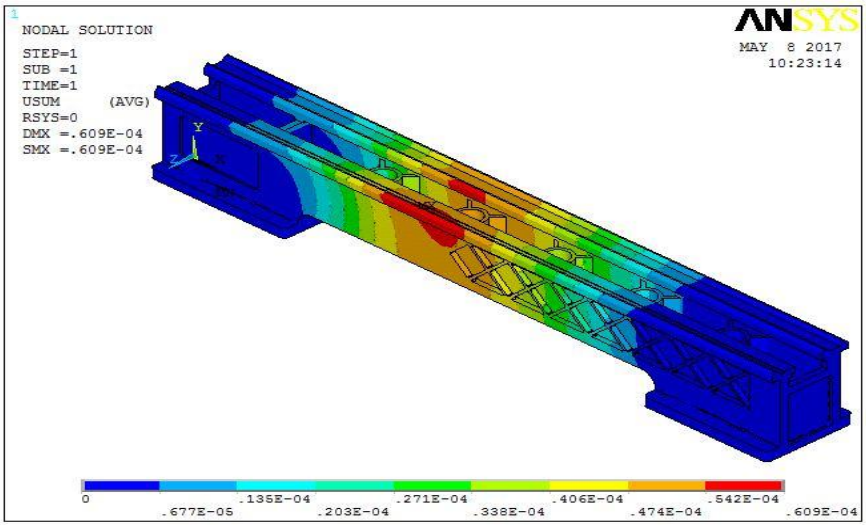
 XC =  0.68270          IXX =    2.120          IXX =   0.7496
 YC =  0.11824          IYY =    65.42          IYY =    19.75
 ZC = -0.10261E-02      IZZ =    66.88          IZZ =    19.84
                        IXY =   -7.956          IXY =  -0.4538E-01
                        IYZ =  0.1984E-01       IYZ =   0.7952E-02
                        IZX =  0.7245E-01       IZX =   0.3807E-02


 *** MASS SUMMARY BY ELEMENT TYPE ***

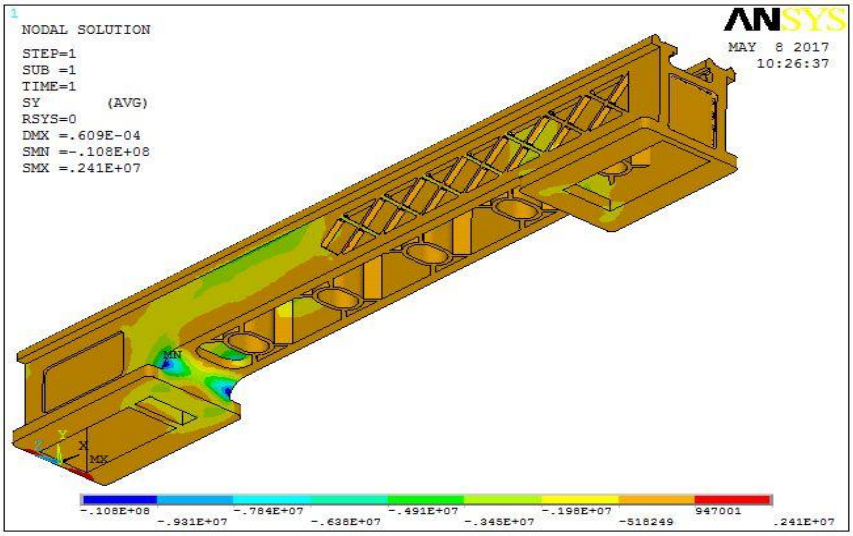
 TYPE      MASS
    1   97.9920
```

الشكل (52–2) يبين كتلة هيكل المخرطة بعد التعديل بالتصميم

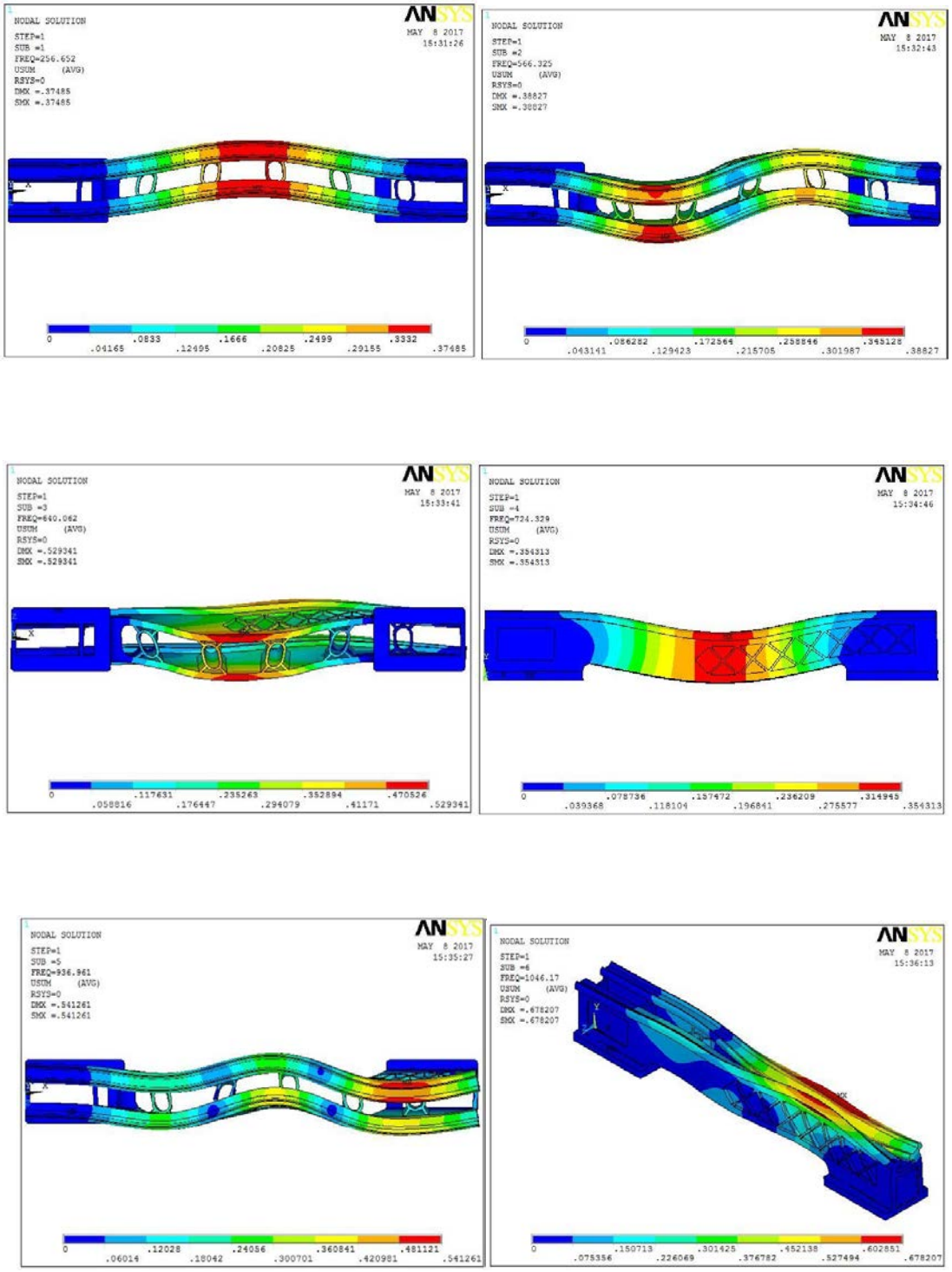
2.6.4 نتائج التحليل الإحصائي والنموذجي بعد تحسين الوزن باستخدام الجرانيت الايبوكسي:



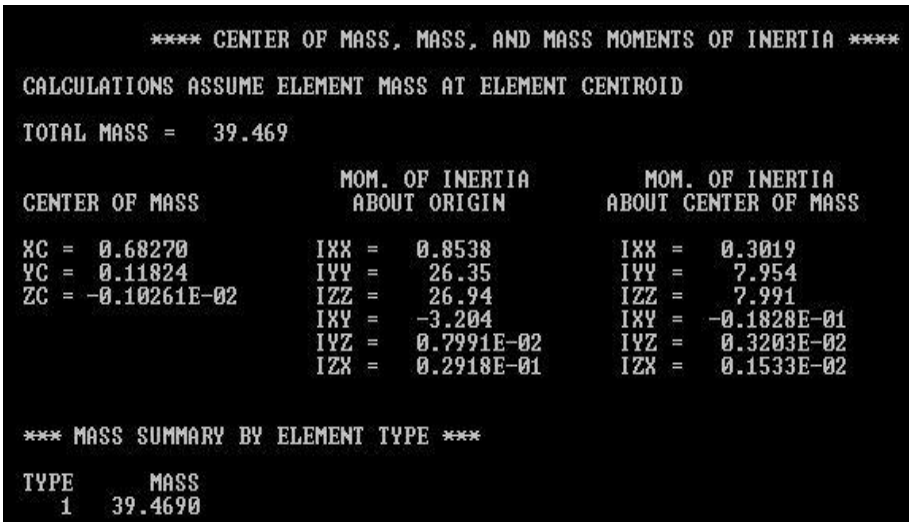
الشكل (53–2) يبين تشوه هيكل المخرطة بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت



الشكل (54–2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت



الشكل (55–2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت



الشكل (2-56) يبين كتلة هيكل المخرطة بعد التعديل بالتصميم واستخدام الايبوكسي الجرانيت

2.6.5 مقارنة النتائج:

يبلغ وزن هيكل المخرطة قبل التعديل بالتصميم [kg]105.816، وبعد التعديل بالتصميم [kg]97.992 هذا التخفيض في الوزن يساوي 7.4 ٪ من وزن النموذج الأساسي.

وبعد إجراء تغيير في المادة واستخدام الايبوكسي الجرانيت انخفض وزن الهيكل إلى[kg] 39.469 . وهذا التخفيض في الوزن يساوي 62.7 ٪ من وزن النموذج الأساسي.

إذ يَحدّد الإجهاد المركز ومناطق الضغط المنخفض في هيكل المخرطة بإجراء التحليل الهيكلي. وحقق الباحثون توزيع الإجهاد الخطي في مناطق الضغط المركز بعد تعديل في تصميم هيكل المخرطة.

التزم الباحثون بأن نموذجCAD لهيكل المخرطة المعدل لا ينحرف عن نموذجCAD لهيكل المخرطة الأساسي من حيث سعة التخميد الاهتزازي حيث تم اجراء تحليل مشروط لستة أوضاع (الترددات الطبيعية). والنتيجة كانت أن حصلوا على ترددات طبيعية أعلى في حالة تعديل النموذج باستخدام مادة الجرانيت الايبوكسي.

أي إن النموذج المعدل مع مادة الجرانيت الايبوكسي هو الأفضل من حيث الوزن والضغوط وقدرة التخميد.

X. TABLE 1

PARAMETER	LATHE BED (BEFORE WEIGHT OPTIMIZATION)	LATHE BED (AFTER WEIGHT OPTIMIZATION)	MODIFIED LATHE BED WITH EPOXY GRANITE
STRESS IN Y DIRECTION (MPa)	13.4 (Compressive) 2.23 (Tensile)	10.8 (Compressive) 2.38 (Tensile)	10.8 (Compressive) 2.41 (Tensile)
VON-MISES STRESS (MPa)	15.9	13.6	13.9
DISPLACEMENT (mm)	0.0286	0.0302	0.0609
MASS (kg)	105.816	97.992	39.469

Structural analysis results comparison

الجدول (2-9) يبين نتائج التحليل قبل وبعد التعديل

الايبوكسي الجرانيت: والمعروف أيضا باسم الجرانيت الاصطناعي، وهو عبارة عن خليط من الايبوكسي والجرانيت، يستخدم بشكل شائع كمواد بديلة لقواعد الآلات ، حيث يتم استخدامه بدلا من الحديد الزهر والفولاذ لتحسين تخميد الاهتزازات وعمر أطول للأداة وخفض تكلفة التصنيع.

Property	Value
Young's Modulus	70e9 N/m^2
Poisson's Ratio	0.25
Density	2900 kg/m^3

XI. TABLE 2

PARAMETER		LATHE BED (BEFORE WEIGHT OPTIMIZATION)	LATHE BED (AFTER WEIGHT OPTIMIZATION)	WEIGHT OPTIMIZED LATHE BED (EPOXY GRANITE)
Mode 1	Frequency (Hz)	211.24	230.40	256.652
	Displacement (mm)	204.898	238.068	374.85
Mode 2	Frequency (Hz)	474.16	507.81	566.325
	Displacement (mm)	204.41	247.97	388.27
Mode 3	Frequency (Hz)	595.13	572.46	640.062
	Displacement (mm)	322.561	336.216	529.341
Mode 4	Frequency (Hz)	634.89	649.25	724.329
	Displacement (mm)	226.61	225.292	354.313
Mode 5	Frequency (Hz)	794.16	838.73	936.961
	Displacement (mm)	218.397	346.006	541.261
Mode 6	Frequency (Hz)	1031.8	938.13	1046.17
	Displacement (mm)	334.217	431.994	678.207

Modal analysis results comparison

الجدول (10-2)يبين مقارنة النتائج قبل وبعد التعديل

2.6.6 ملخص الدراسة:

قام الباحثون بإنشاء نموذج CAD لهيكل مخرطة، ثم قاموا بإجراء تحليلات على هيكل المخرطة في ظروف الحمل القصوى باستخدام برنامج الANSYS APDL ؛إذ قاموا باستخدام نتائج المحاكاة لتقليل وزن هيكل المخرطة دون تدهور (قوتها الهيكلية وقدرة التخميد) عن طريق إضافة أعصاب وإجراء فتحات في الهيكل لتقليل الوزن، ثم قاموا بتغيير مادة الحديد الزهر الرمادي واستخدموا مادة الايبوكسي الجرانيت، ثم قام الباحثون بإجراء مقارنة فعالية كلتا المادتين من حيث الضغوط الناتجة والتشوه وخفض الوزن.

قام الباحثون بعرض النتائج على شكل مخططات: قبل التعديل بالتصميم، وبعد تعديل التصميم، وبعد استخدام الايبوكسي الجرانيت.

ثم قاموا باستخلاص النتائج حول التصميم الأمثل.

****

الفصل الثالث

النمذجة

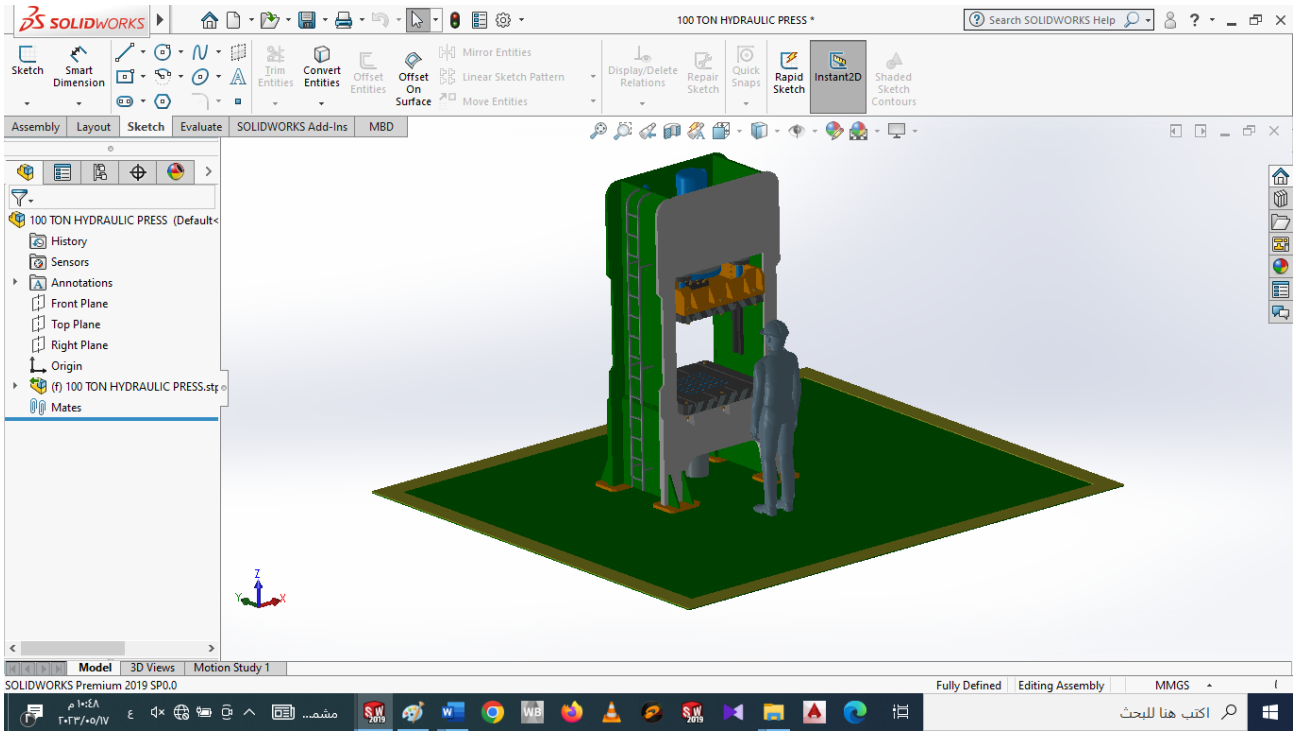
يعرض هذا الفصل مواد البحث وطرائقه ونموذج الدراسة الذي يحاكي نموذج الدراسة المرجعية، كما يعرض مكونات النموذج وخصائصها، المستخدَمة لمحاكاة النموذج في برنامج النمذجة، ومُعايرة النموذج، وأخيراً يعرض بعض الاستنتاجات من النموذج الأولي للدراسة.

3.1. مواد البحث وطرائقه ونموذج الدراسة:

تم إعداد نموذج لهيكل مكبس هيدروليكي على أحد برامج الCAD ، ثم أُجري تحليل للنموذج على برنامج ال ANSYS لمعرفة أماكن تركز الاجهادات بشكل مشابه للنموذج في الدراسة المرجعية (تحسين الوزن لهيكل مخرطة بطريقة العناصر المنتهية بعد التعديل بالتصميم واستخدام الايبوكسي الجرانيت)، بعدها تم إجراء فتحات في الهيكل لتخفيف الوزن باستخدام ال Topological وهو أحد أهم برامج النمذجة والمحاكاة التي تَستخدم طريقة العناصر المنتهية لإجراء التحليلات، ومن ثم تم دراسة الحالة الأولى الديناميكية في أوضاع الستة للتردد الذاتي، وإعادة التحليل للتأكد.

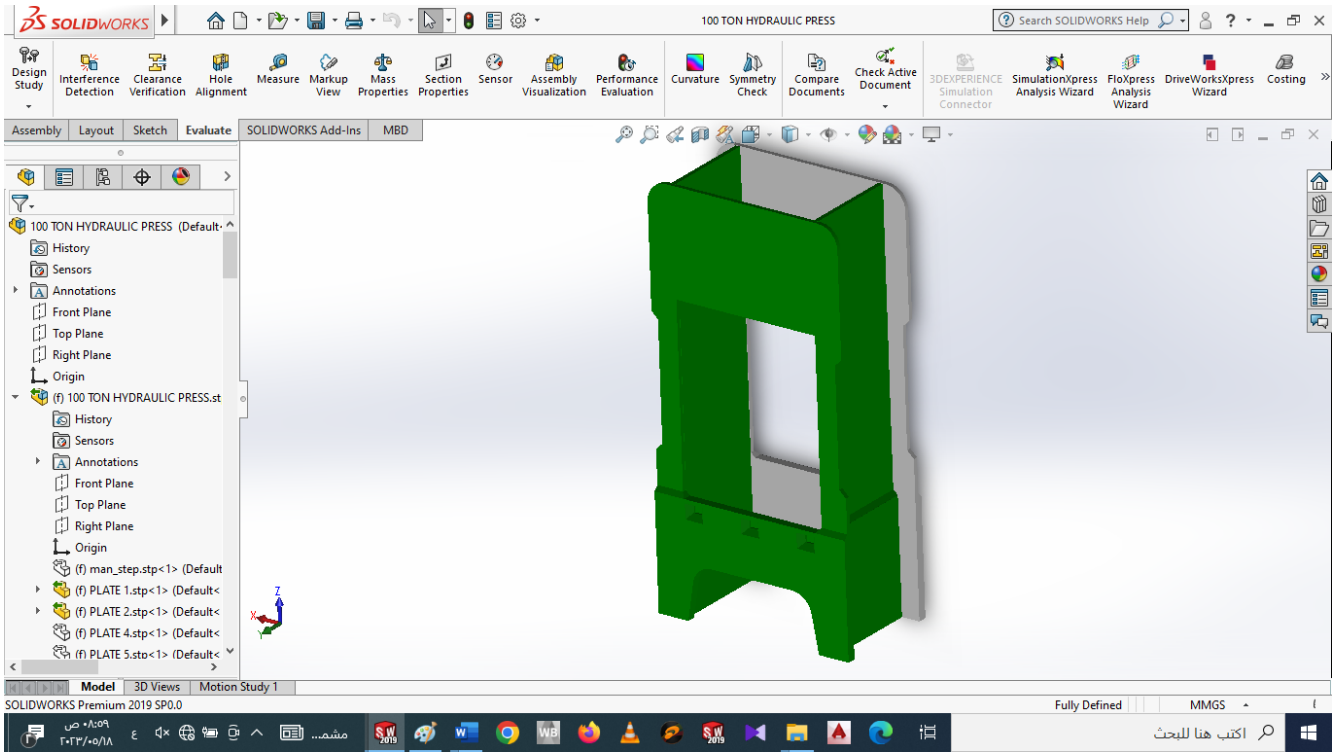
3.2. إعداد نموذج CAD للمكبس الهيدروليكي:

تم إعداد نموذج لهيكل مكبس مصنع من قبل شركة Huangshi Huali Metal Forming Machine Tool Inc على أحد برامج الCAD وهو الSolid works ، مطابق للهيكل المصنع.

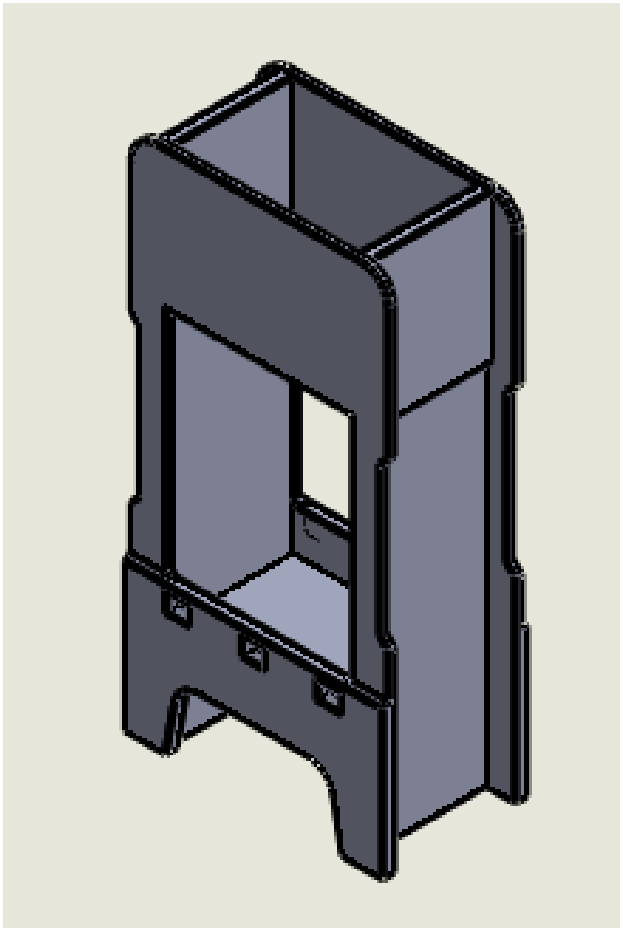


الشكل (1-3) يبين نموذج الCAD للمكبس الهيدروليكي

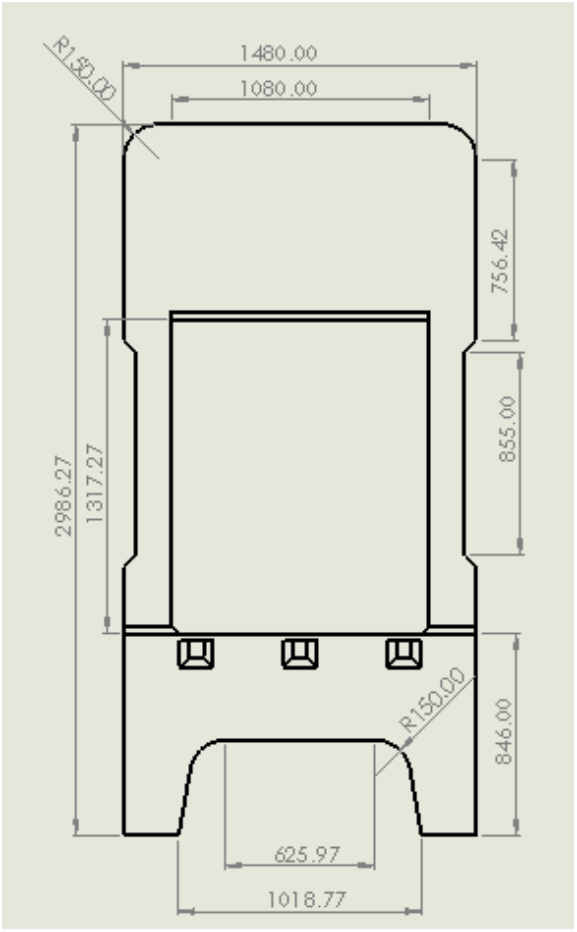
حيث يشكل الهيكل 51% من وزن المكبس



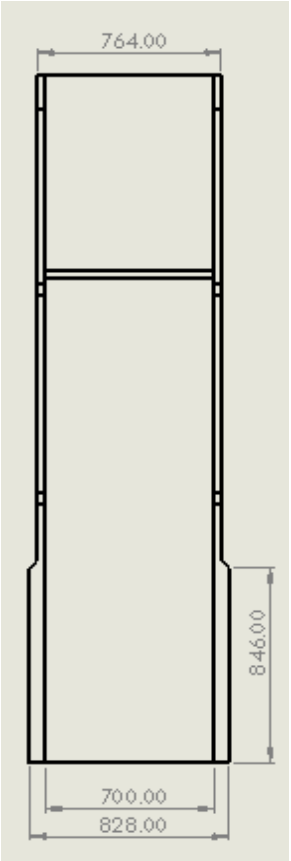
الشكل (2–3) يبين نموذج الCAD لهيكل المكبس الهيدروليكي



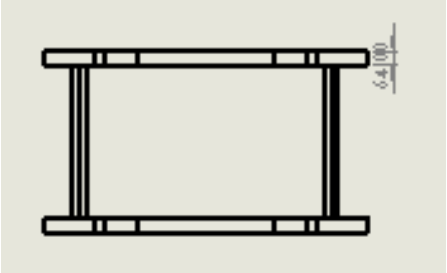
الشكل (3–3) يبين نموذج للهيكل المدروس



الشكل (3-4) يبين المسقط الأمامي للهيكل الأساسي



الشكل (3-5) يبين المسقط الجانبي للهيكل الأساسي



الشكل (3-6) يبين المسقط الأفقي للهيكل الأساسي

أبعاد المكبس الهيدروليكي:

الأبعاد بال mm 2968.27*828*1018.77

من شركة Huangshi Huali Metal Forming Machine Tool Inc

3.3. التحليل الستاتيكي لهيكل المكبس الهيدروليكي 100 ton:

سيجرى تحليل ستاتيكي لهيكل المكبس وبعدها إجراء الأمثلة الطوبولوجية وفق الخطوات التالية:

المرحلة الأولى:

تعريف مادة هيكل المكبس المصنوع من حديد الصب حيث معامل يونغ 11000000 Mpa ومعامل بواسون 0.28 والكثافة $7200\ kg/m^3$.

Outline of Schematic A2: Engineering Data

	A	B	C	D	E
1	Contents of Engineering Data			Source	Description
3	Gray Cast Iron			General_Materials.xml	
4	Structural Steel			General_Materials.xml	Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5 -110.1
*	Click here to add a new material				

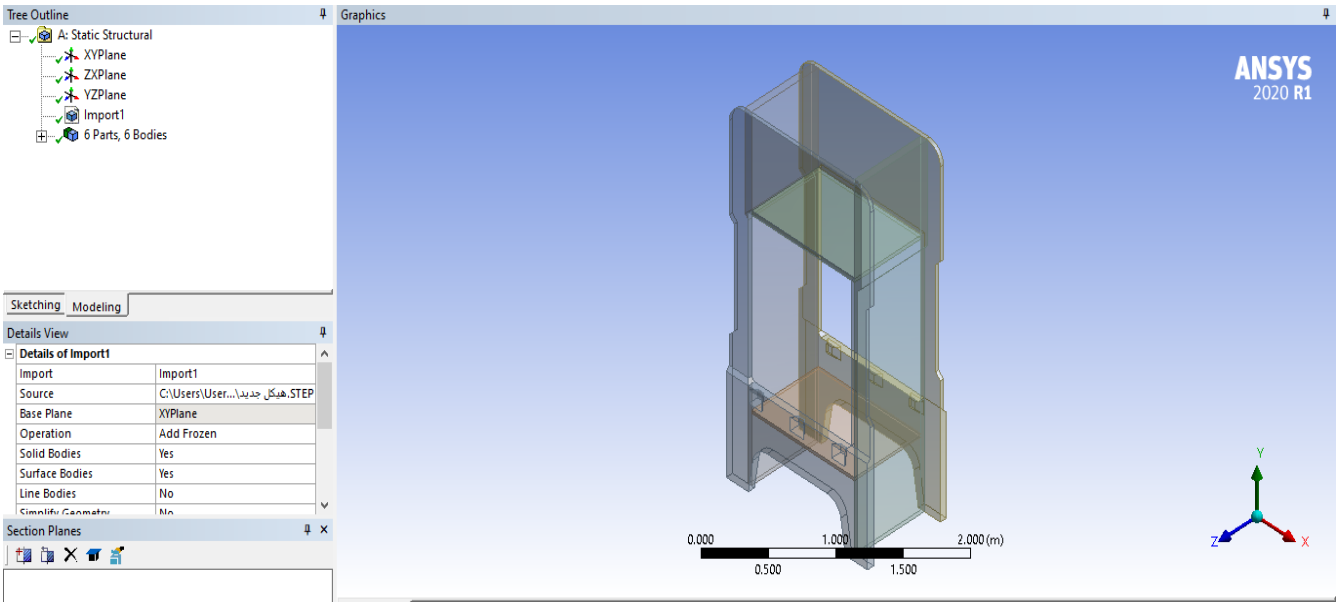
Properties of Outline Row 3: Gray Cast Iron

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	7200	kg m^-3		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
5	Coefficient of Thermal Expansion	1.1E-05	C^-1		
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and ...			
8	Young's Modulus	1.1E+05	MPa		
9	Poisson's Ratio	0.28			
10	Bulk Modulus	8.3333E+10	Pa		
11	Shear Modulus	4.2969E+10	Pa		
12	Tensile Yield Strength	0	Pa		
13	Compressive Yield Strength	0	Pa		

الشكل (3-7) يبين خواص مادة حديد الصب ضمن مكتبة Ansys

المرحلة الثانية:

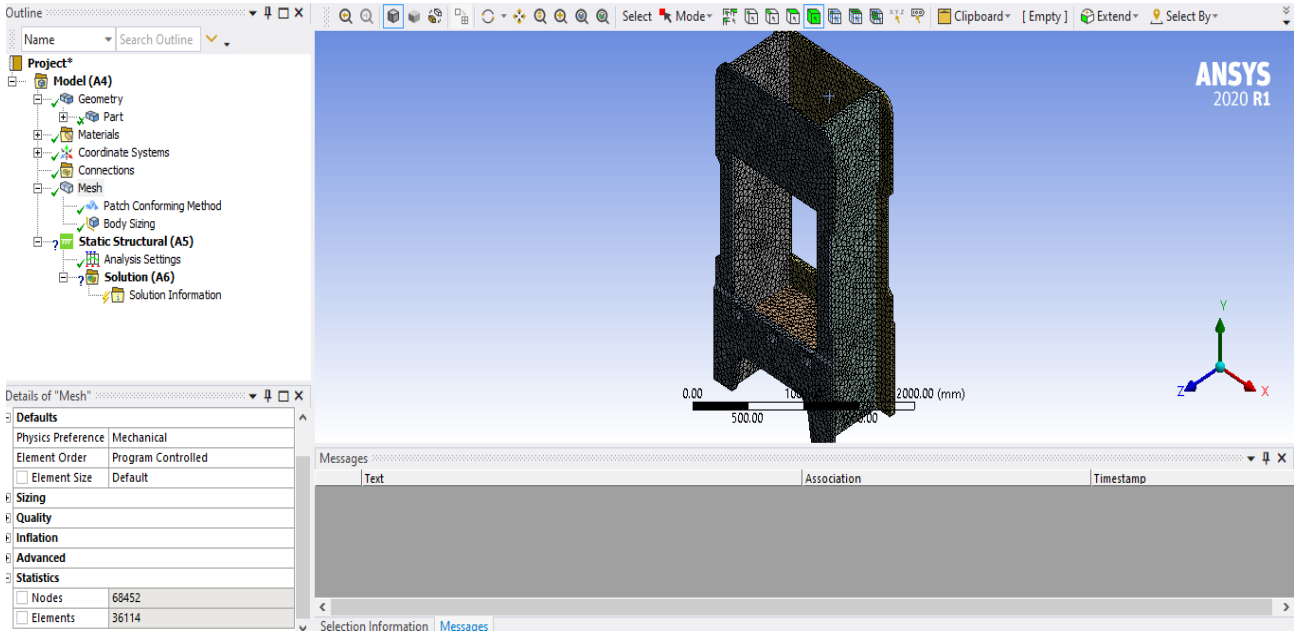
رسم هيكل المكبس وفق التصميم المفتوح باستخدام برنامج solid works وحفظه بلاحقة Parasolid واستدعائه الى برنامج design modoler الملحق ببرنامج Ansys workbench



الشكل (3-8) يبين نموذج هيكل المكبس ضمن برنامج design modoler

المرحلة الثالثة:

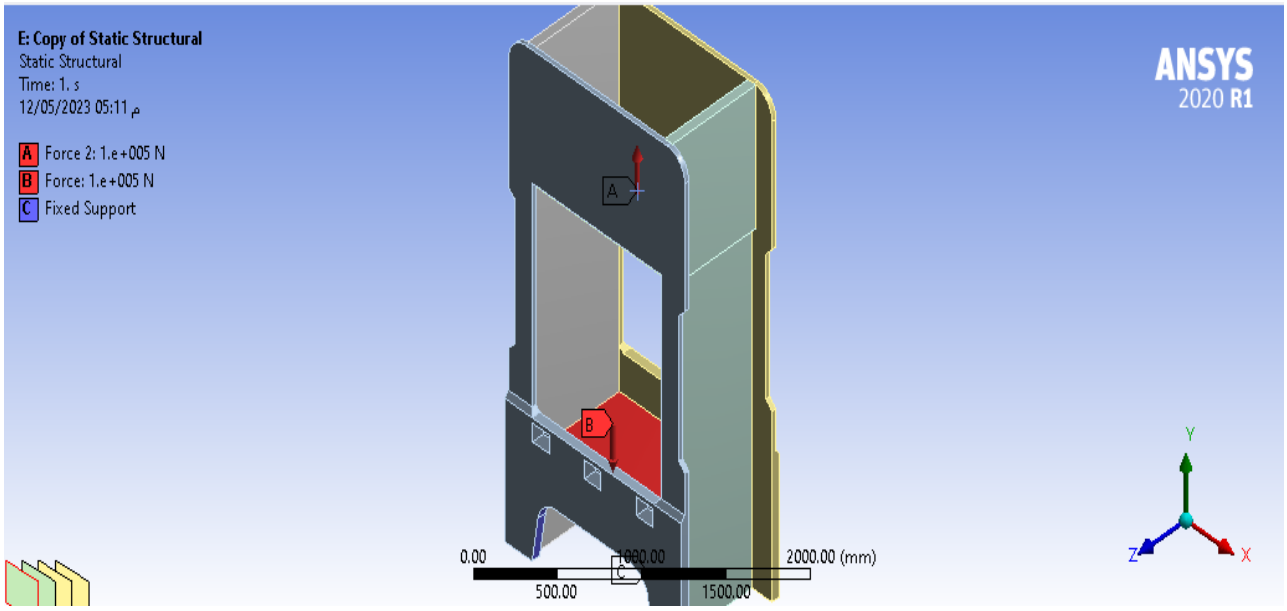
بعد تغير مادة هيكل المكبس الى حديد الصب تم ضبط اعدادات شبكة العناصر المنتهية إذ استخدم عناصر من نوع tetrahedron وبحجم 50mm وبلغ عدد عناصر الشبكة 36114 عنصر و 68452 عقدة.



الشكل (3-9) يبين شبكة العناصر المنتهية

المرحلة الرابعة:

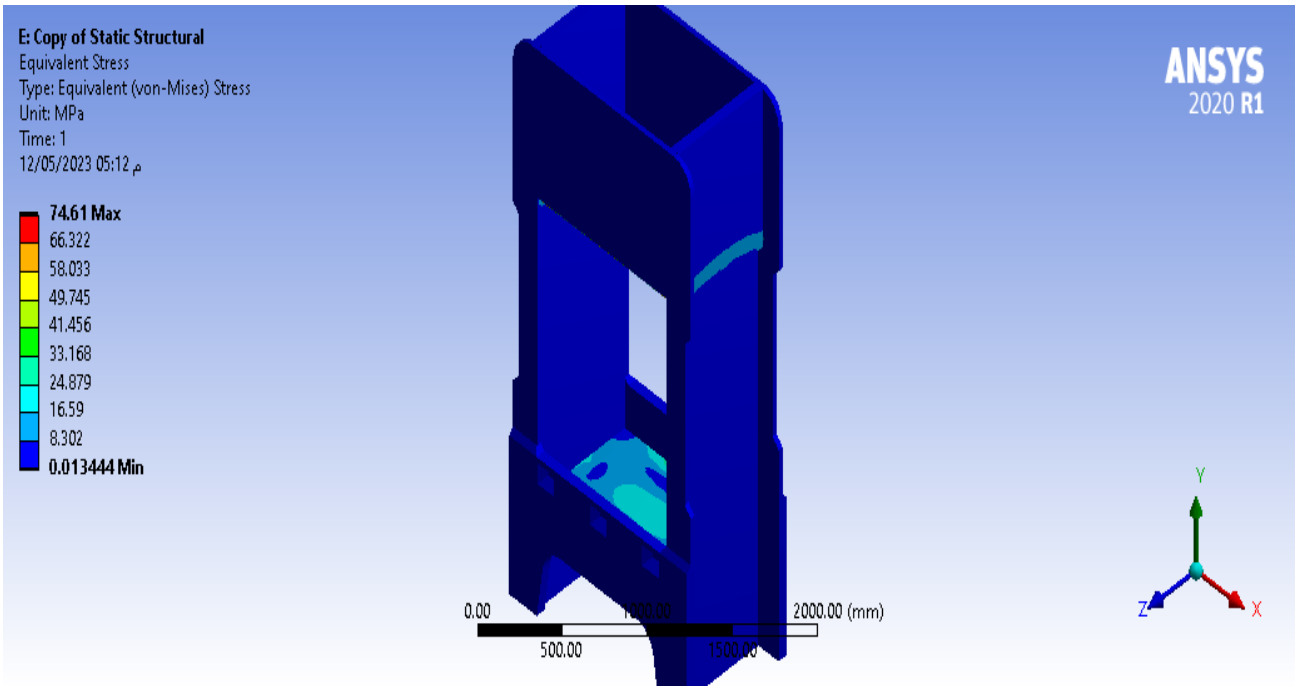
ضبط الشروط الحدية حيث تم تثبيت المكبس من الأسفل ووضع قوة كبس من على البلاطة التي تحمل القطع بمقدار 100 ton، وكذلك قوة في البلاطة العلوية.



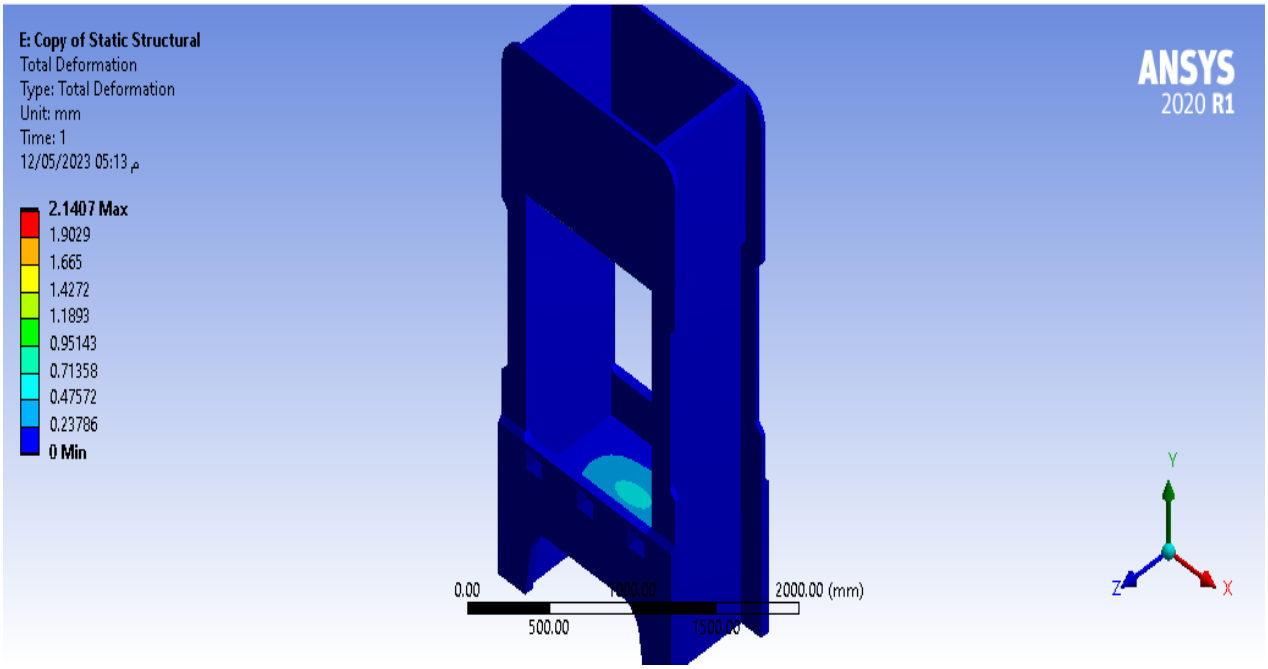
الشكل (3–10) يبين تطبيق الشروط الحدية

المرحلة الخامسة:

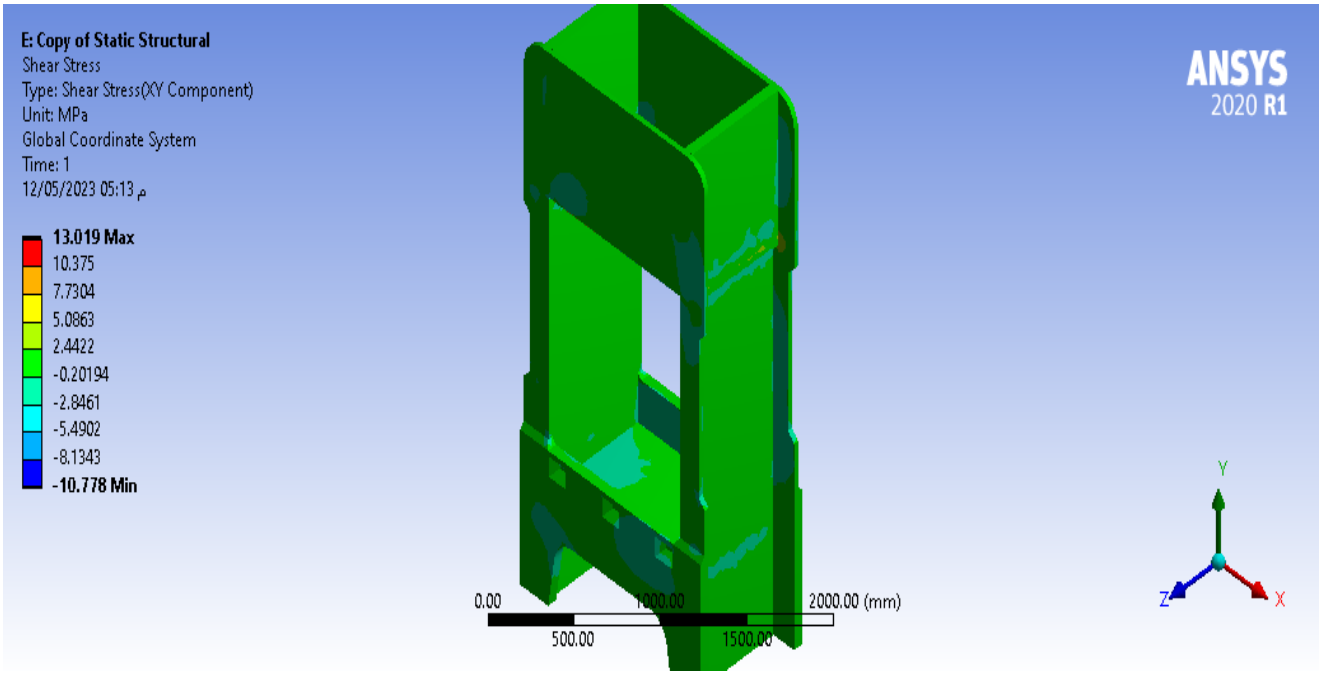
مرحلة الحل حيث تم حساب الاجهادات الكلية والتشوهات واجهاد القص



الشكل (3–11) يبين الاجهاد الكلي



الشكل (3–12) يبين التشوهات الكلية

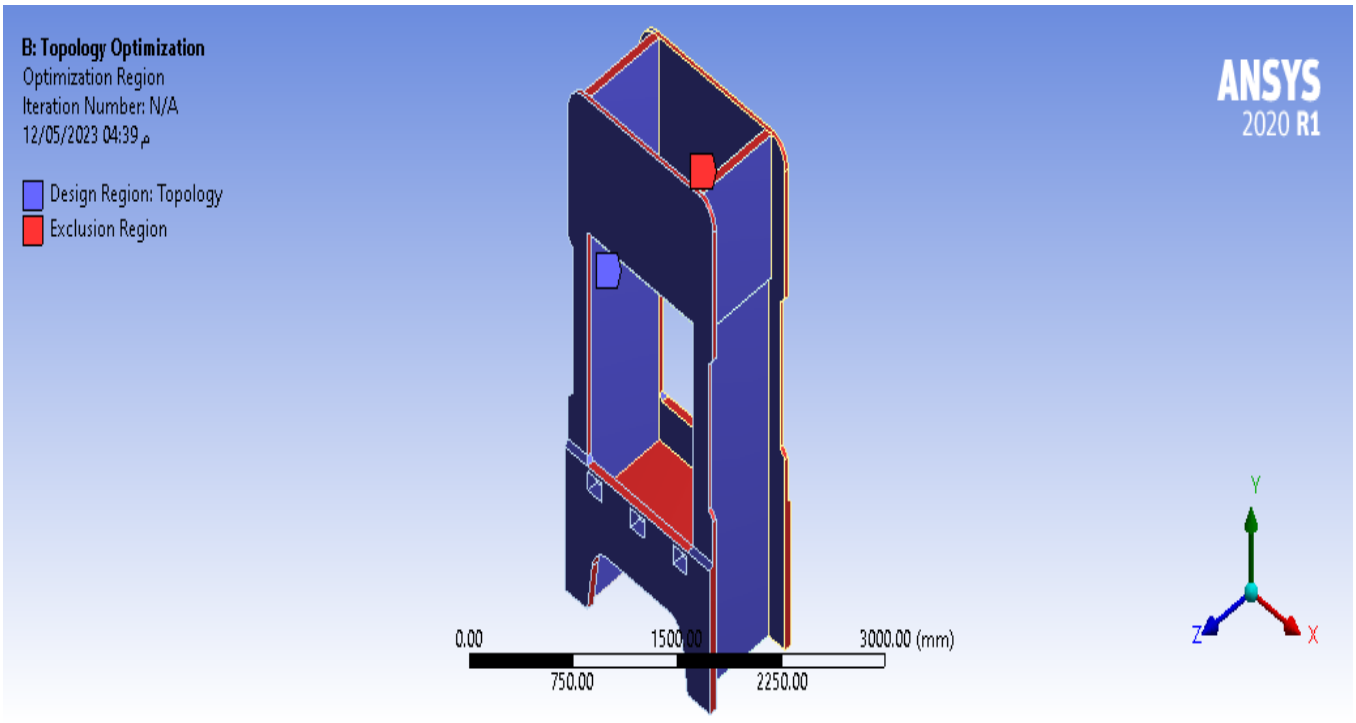


الشكل (3–13) يبين اجهاد القص

بعد الانتهاء من التحليل الستاتيكي تم الانتقال الى مرحلة الأمثلة الطوبولوجية

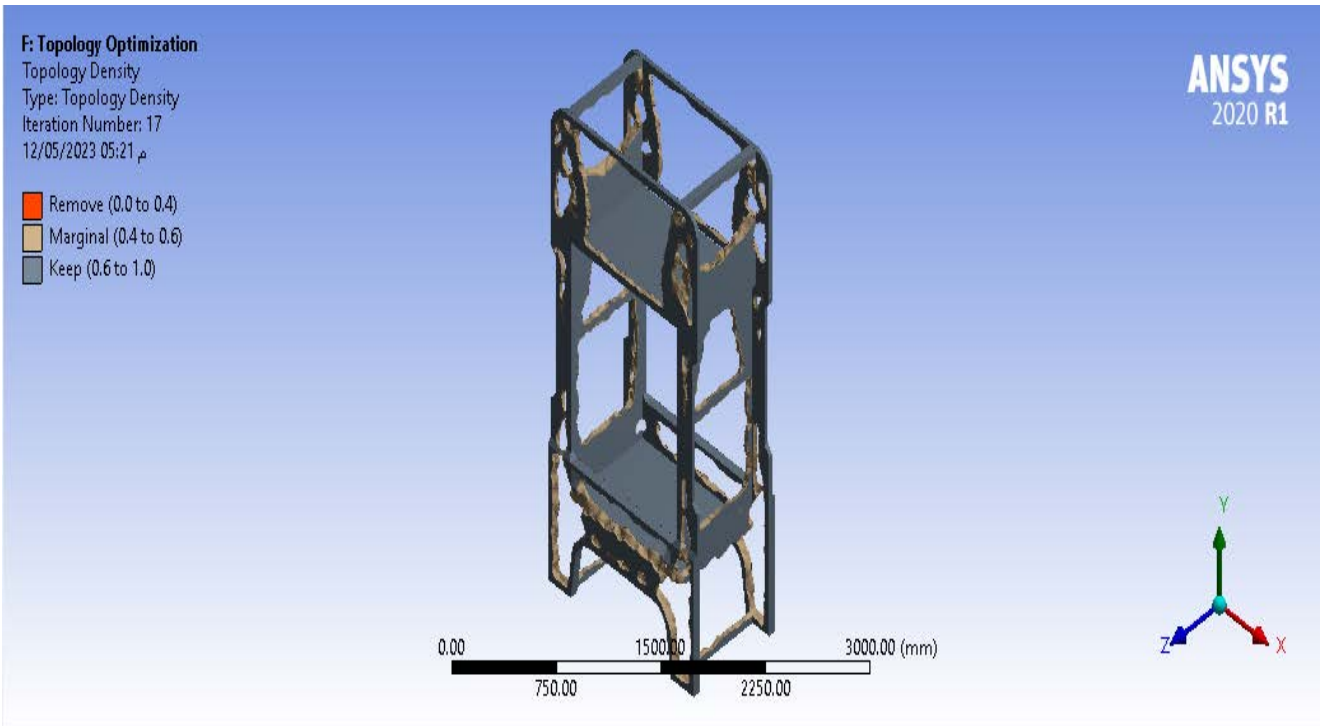
3.4. الأمثلة الطوبولوجية لهيكل المكبس الهيدروليكي:

حدِّدت مناطق التصميم المخصصة لإجراء عملية الأمثلة والأماكن المستثناة من عملية الأمثلة وهي أماكن الشروط الحدية وحواف الهيكل وبلاطة المحرك.



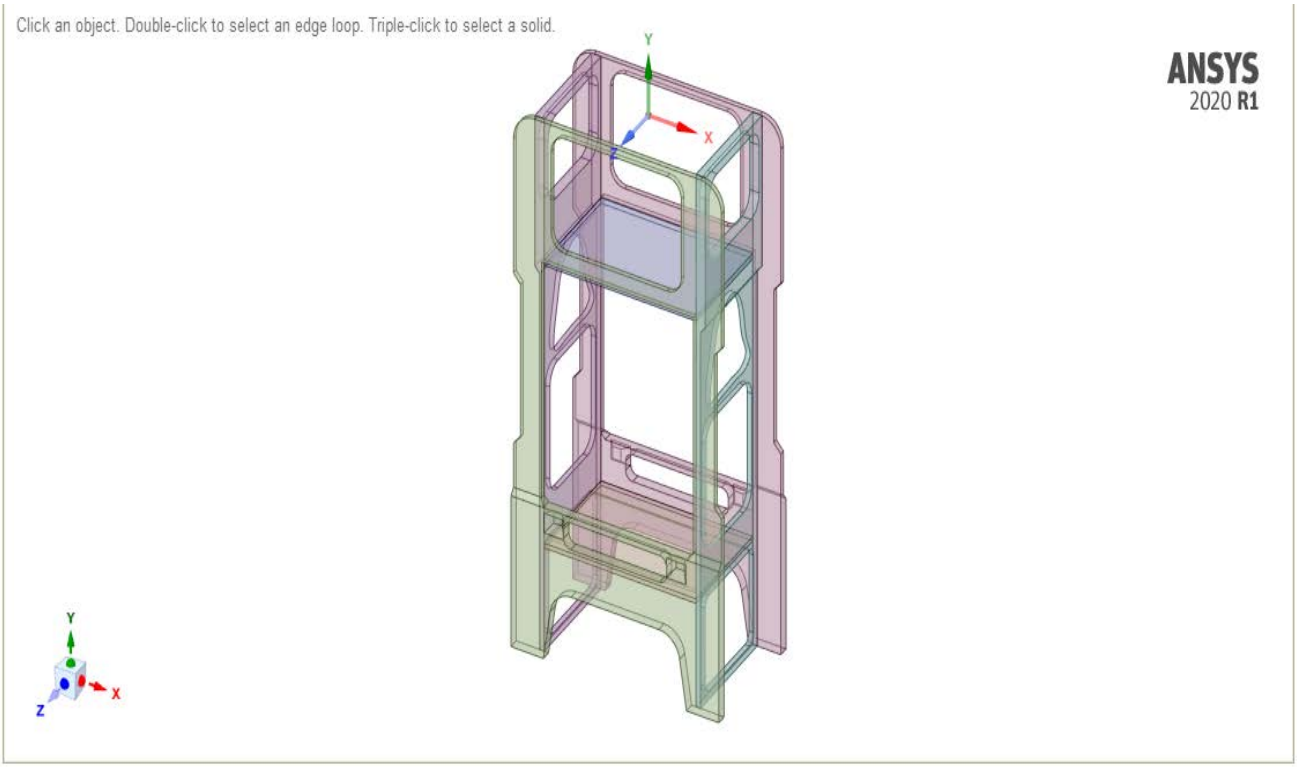
الشكل (3–14) يبين تطبيق شروط الأمثلة الطوبولوجية

ومن ثم حدِّد تابع الهدف وهو خفض المطاوعية وذلك عن طريق خفض الكتلة حتى نسبة 40 %



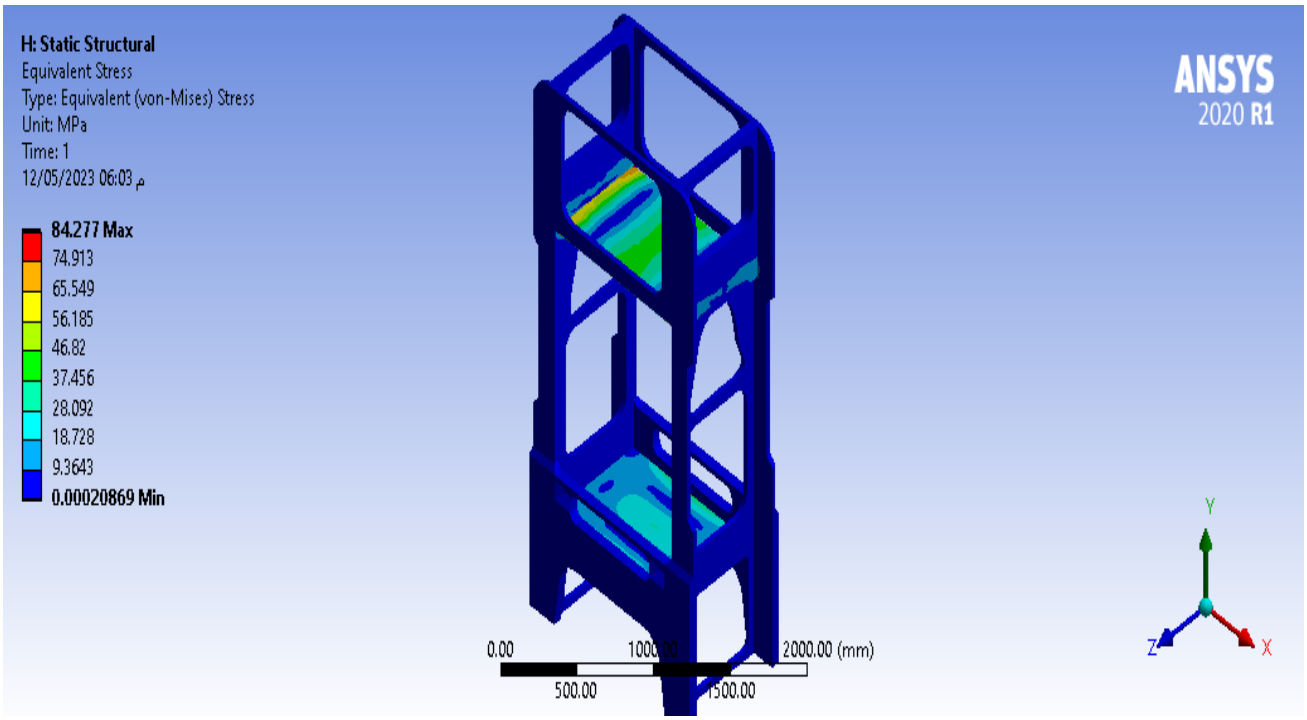
الشكل (3–15) يبين المكبس الهيدروليكي قبل عملية التنظيف

بعدها نُظّف شكل الهيكل ليصبح قابل للتصنيع وجاهز لعملية التحقق باستخدام برنامج spaceclaim

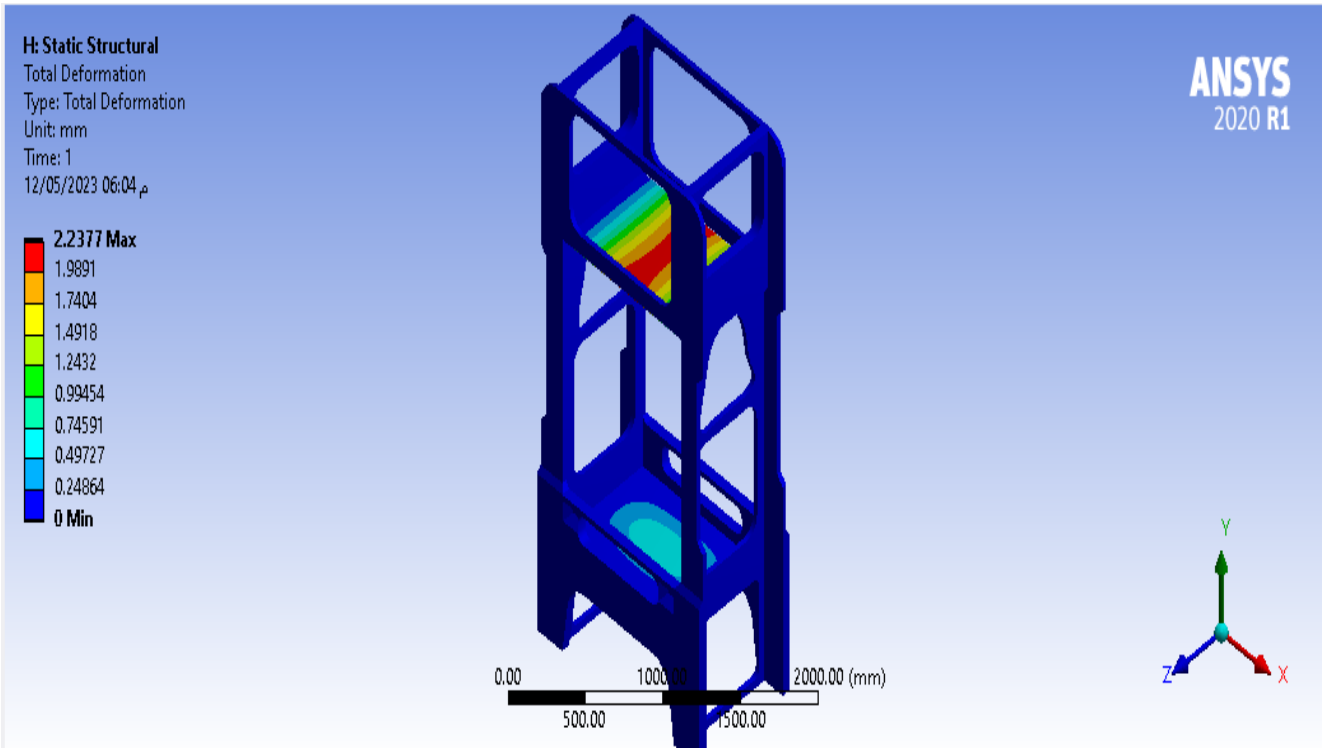


الشكل (3–16) يبين هيكل المكبس بعد عملية التنظيف

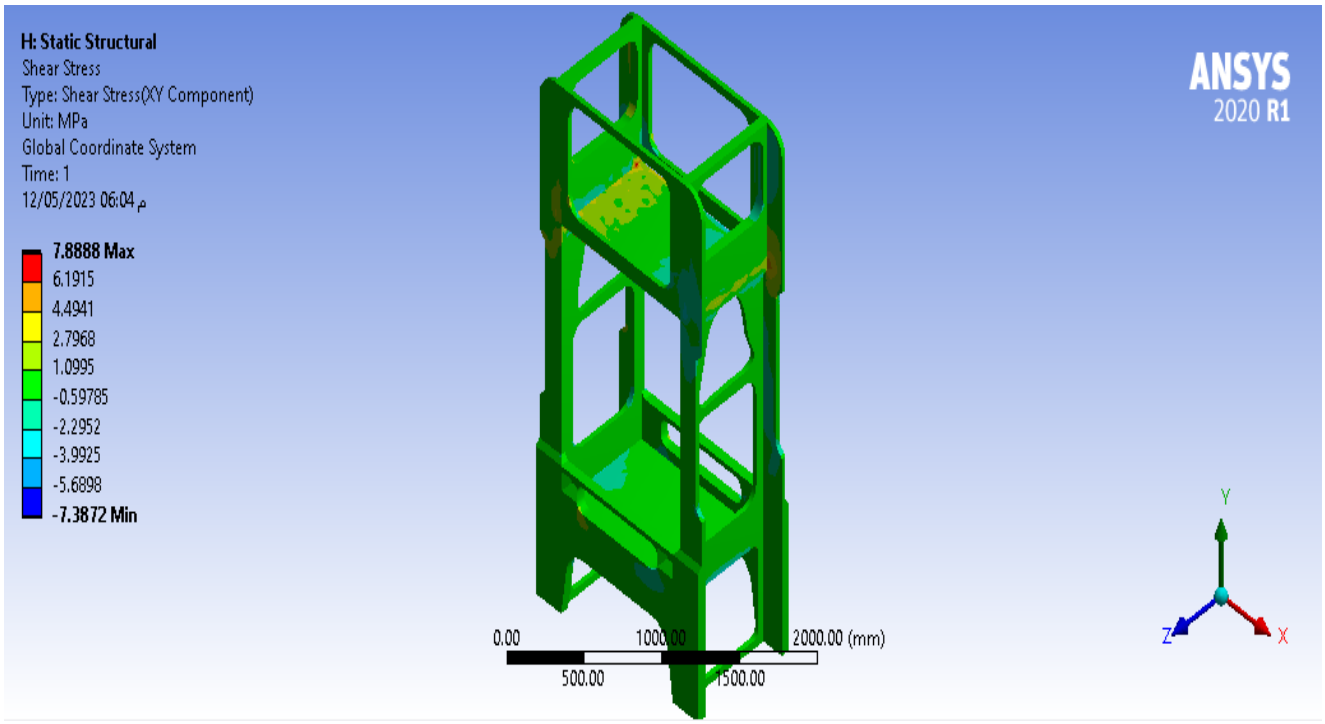
بعدها أجري تحليل ستاتيكي للهيكل المؤمثل بنفس حجم شبكة العناصر المنتهية و الشروط الحدية نفسها.



الشكل (3–17) يبين الاجهادات الكلية بعد النمذجة الطوبولوجية



الشكل (3–18) يبين التشوهات الكلية بعد النمذجة الطوبولوجية



الشكل (3–19) يبين اجهادات القص بعد النمذجة الطوبولوجية

وكان وزن الهيكل قبل عملية الأمثلة 3091.3 kg وبعد عملية الأمثلة 2028 kg.

3.5. الدراسة الديناميكية للمكبس الهيدروليكي 100 ton:

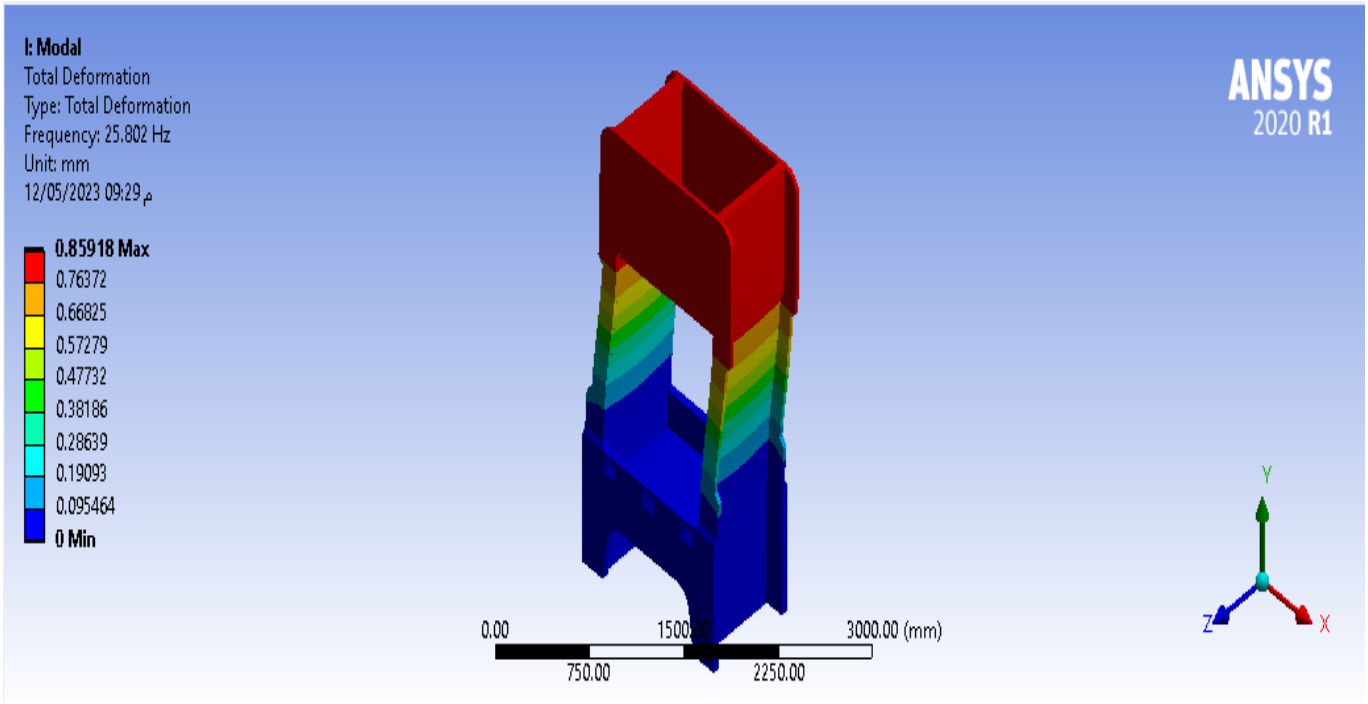
يمكن ربط الأمثلة الطوبولوجية مع دراسة التواترات الذاتية modal ، تم اجراء تحليل modalلمعرفة التواترات الذاتية والتشوهات التي تحصل عندها وبعدها اجراء أمثلة طوبولوجية استناداً للتواترات الذاتية ودراسة تواترات الهيكل المؤمثل وفق الخطوات التالية:

المرحلة الأولى:

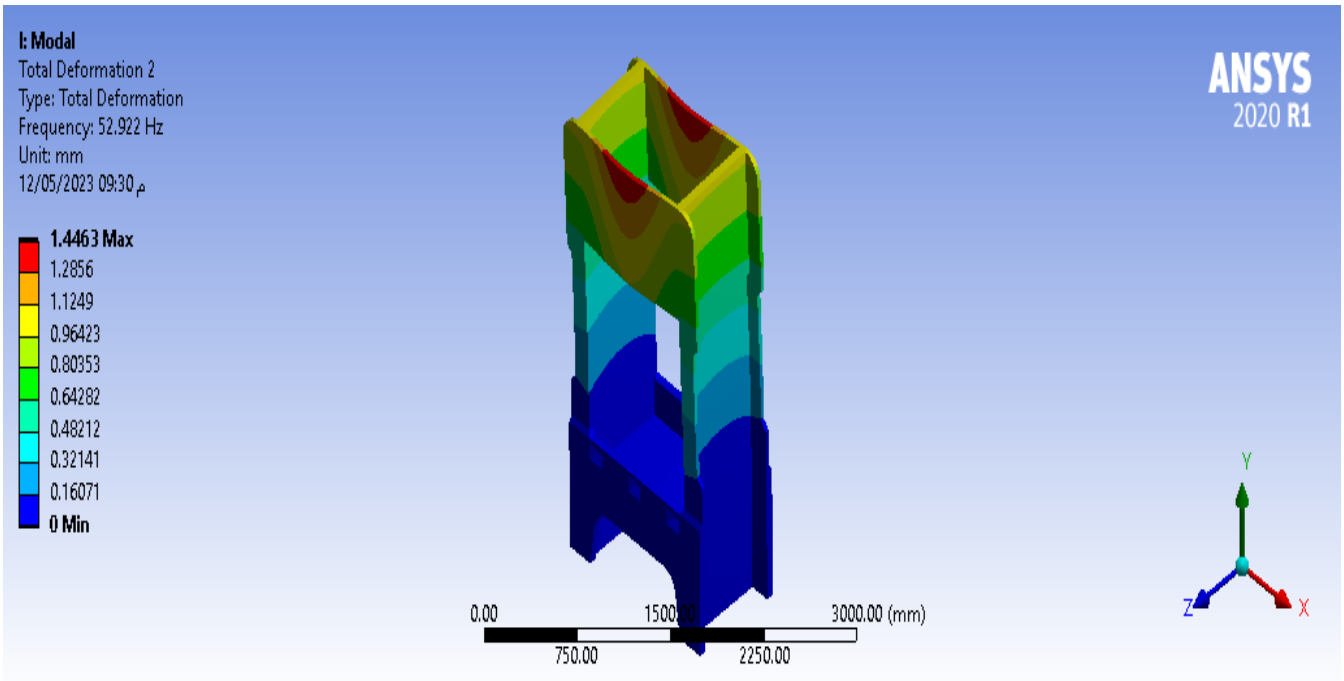
سيجرى تحليل التواترات الذاتية باستخدام سولفر modal، وفي هذا السولفر خطوات العمل عليه تشبه سولفر الستاتيك؛ إذ تعرّف المادة، وهي حديد الصب، وبعدها استدعاء الشكل الهندسي للهيكل ومن ثم نفتح مرحلة الإعدادات التي يُربط فيها المادة بالهيكل المدروس وتقسيم الهيكل الى شبكة عناصر منتهية ؛ إذ استخدم نفس إعدادات شبكة العناصر المنتهية المدروسة نفسها في تحليل الستاتيك وبعدها تطبق المساند، وهي المسند الثابت، وتحديد عدد التواترات لحسابها وحساب التشوهات عند كل تواتر.

	Mode	Frequency [Hz]
1	1.	25.802
2	2.	52.922
3	3.	59.185
4	4.	96.143
5	5.	100.91
6	6.	120.05

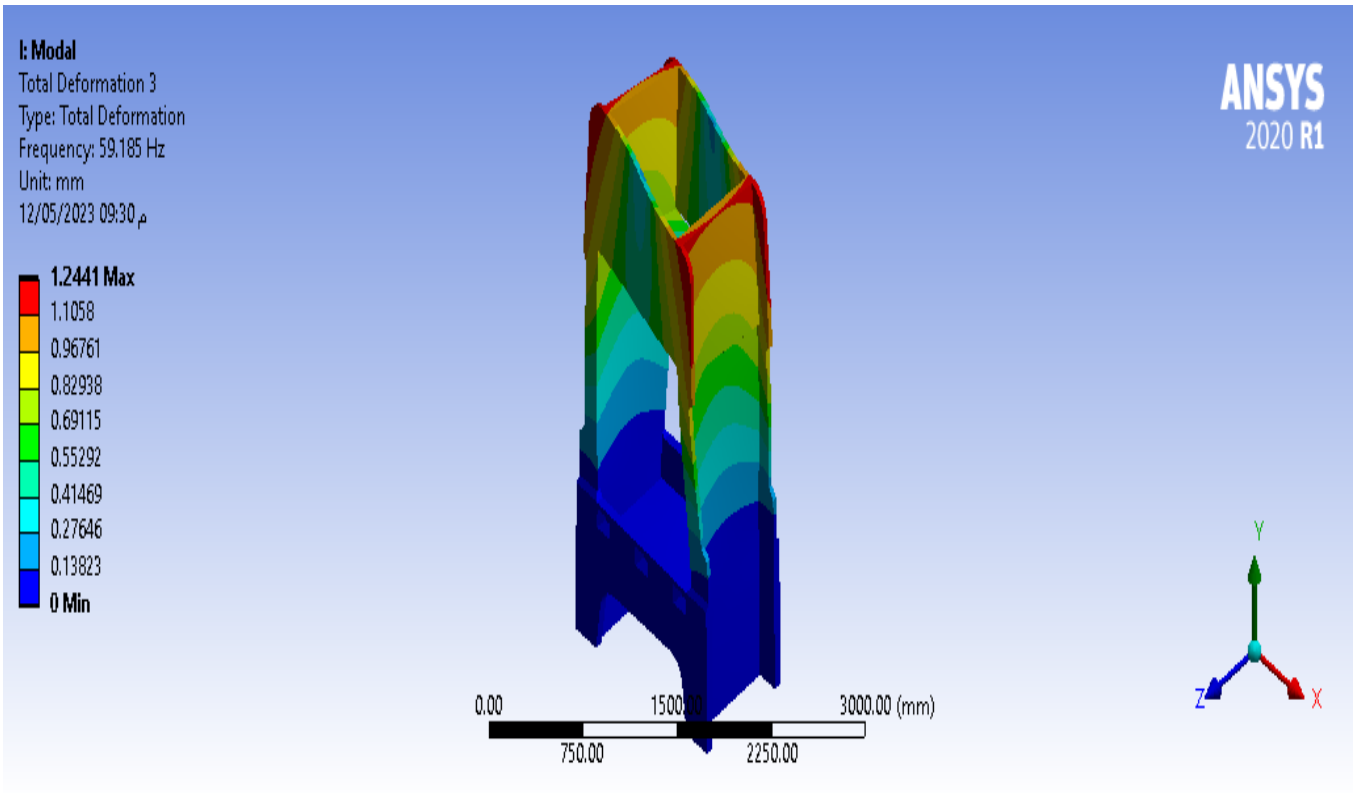
الجدول (1-3) يبين التواترات المحسوبة للهيكل الأساسي



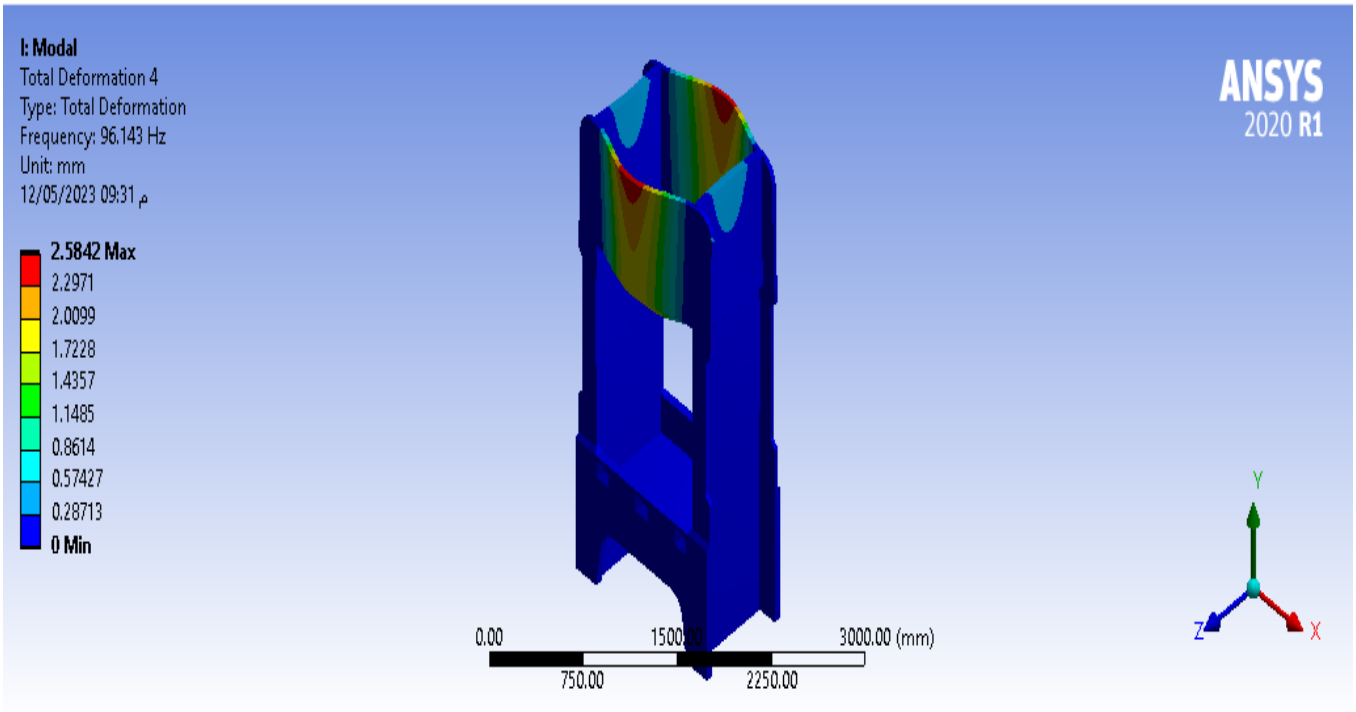
الشكل (3–20) يبين التشوه عند التواتر الأول للهيكل الأساسي



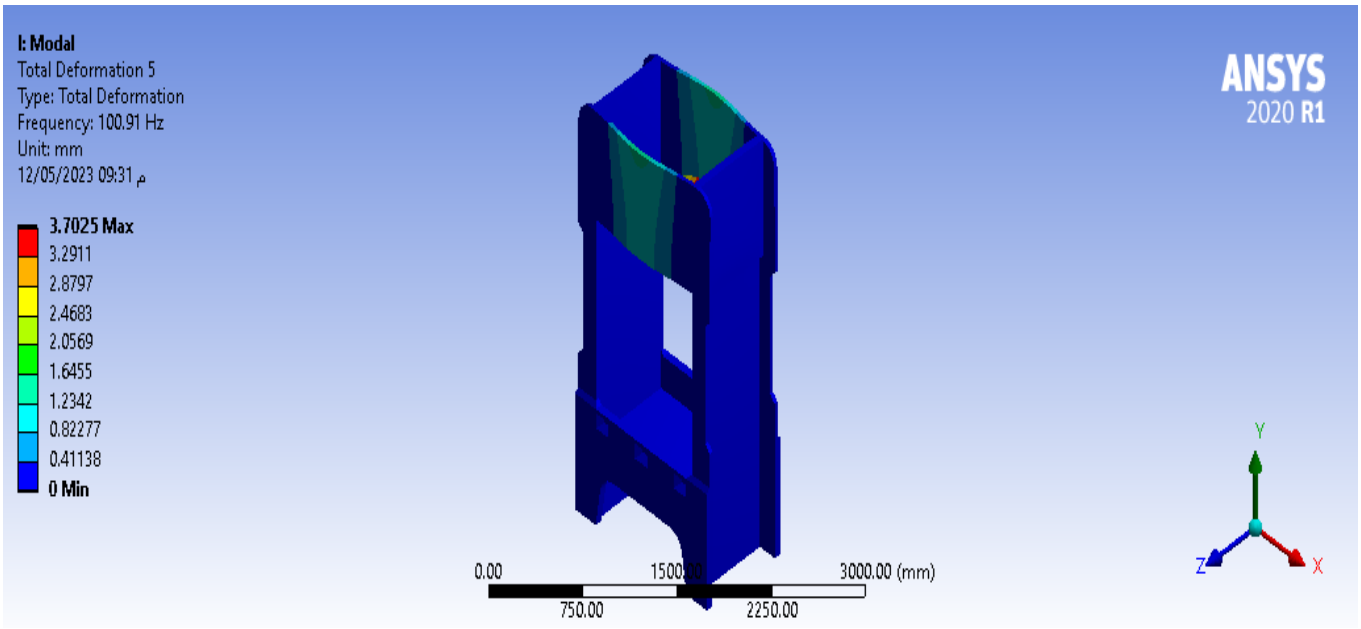
الشكل (3–21) يبين التشوه عند التواتر الثاني للهيكل الأساسي



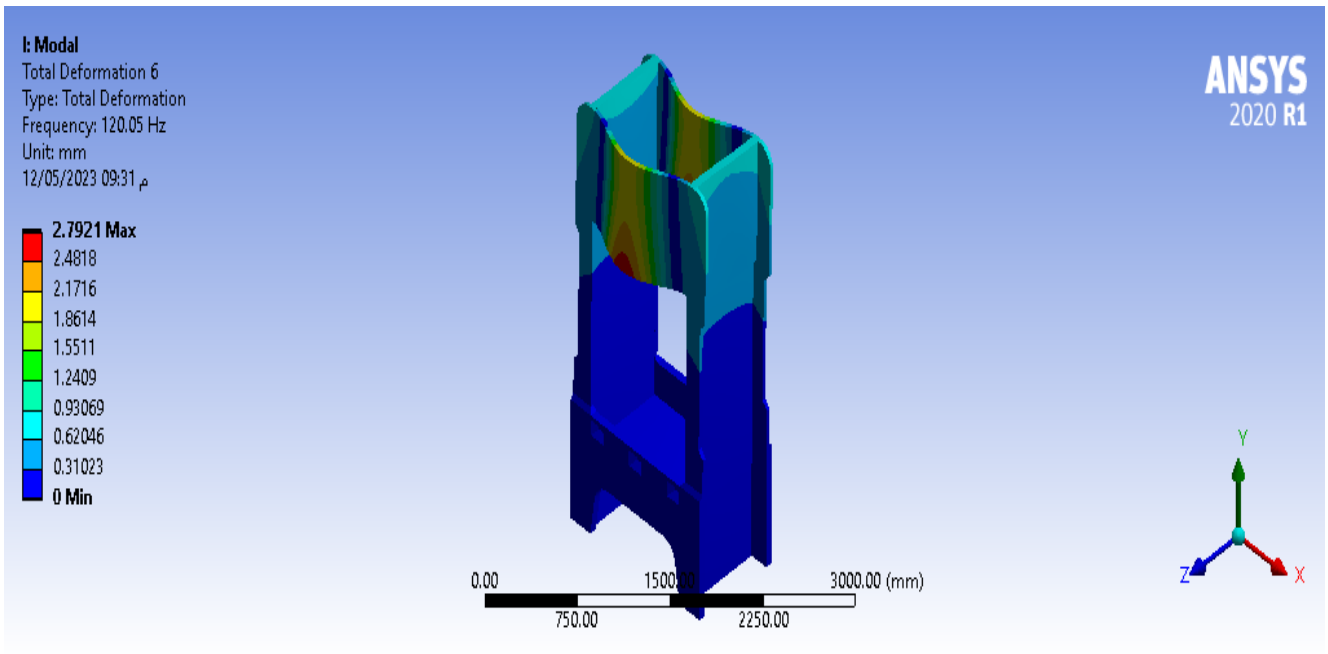
الشكل (3–22) يبين التشوه عند التواتر الثالث للهيكل الأساسي



الشكل (3–23) يبين التشوه عند التواتر الرابع للهيكل الأساسي

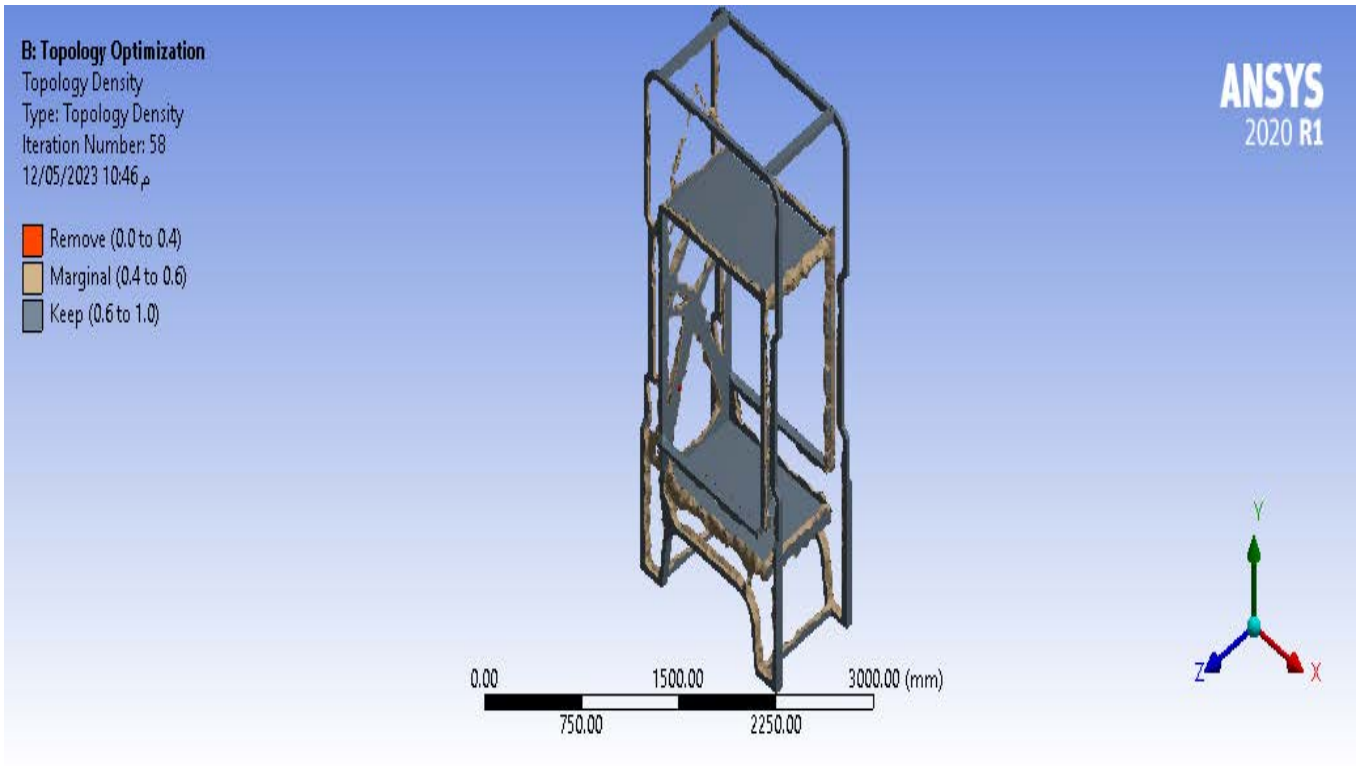


الشكل (3–24) يبين التشوه عند التواتر الخامس للهيكل الأساسي

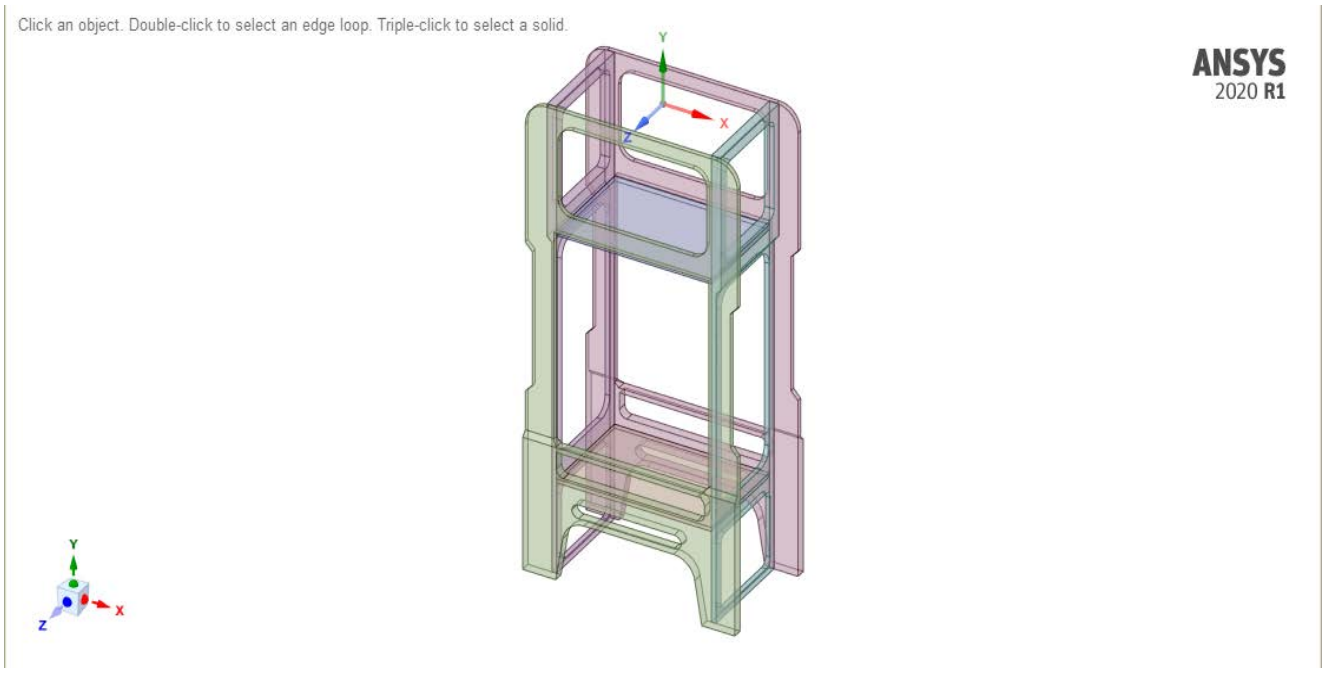


الشكل (3–25) يبين التشوه عند التواتر السادس للهيكل الأساسي

وبعدها تُجرى الأمثلة الطوبولوجية؛ إذ كان تابع الهدف تخفيض الكتلة استناداً للتواترات الذاتية حيث تم تحديد التواتر الثالث هو التواتر الذي سيتم حساب الأمثلة بالنسبة له وتحديد مجال التواترات من 50 الى 60HZ وكانت النتيجة كالتالي:

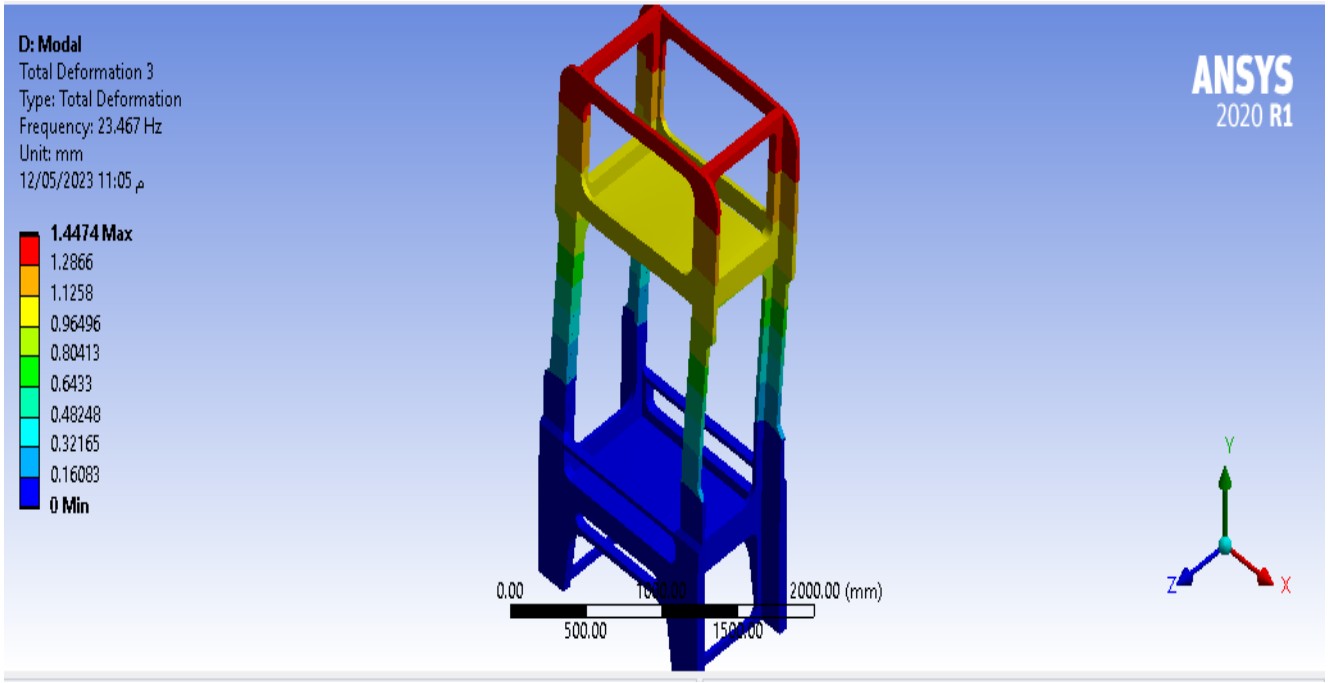


الشكل (3–26) يبين الأمثلة الطوبولوجية للمكبس الهيدروليكي استنادا للتواترات الذاتية قبل عملية التنظيف



الشكل (3–27) يبين التصميم بعد التنظيف

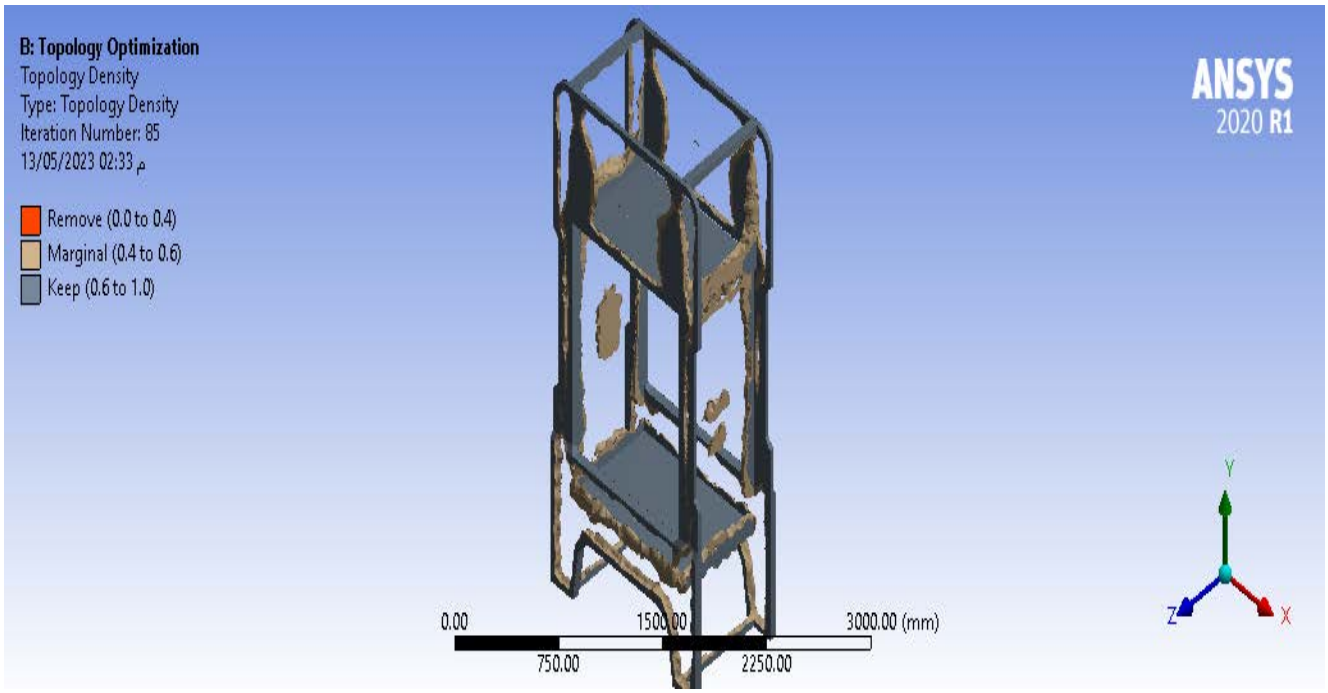
بعدها يُجرى تحليل modal للنموذج المؤمثل



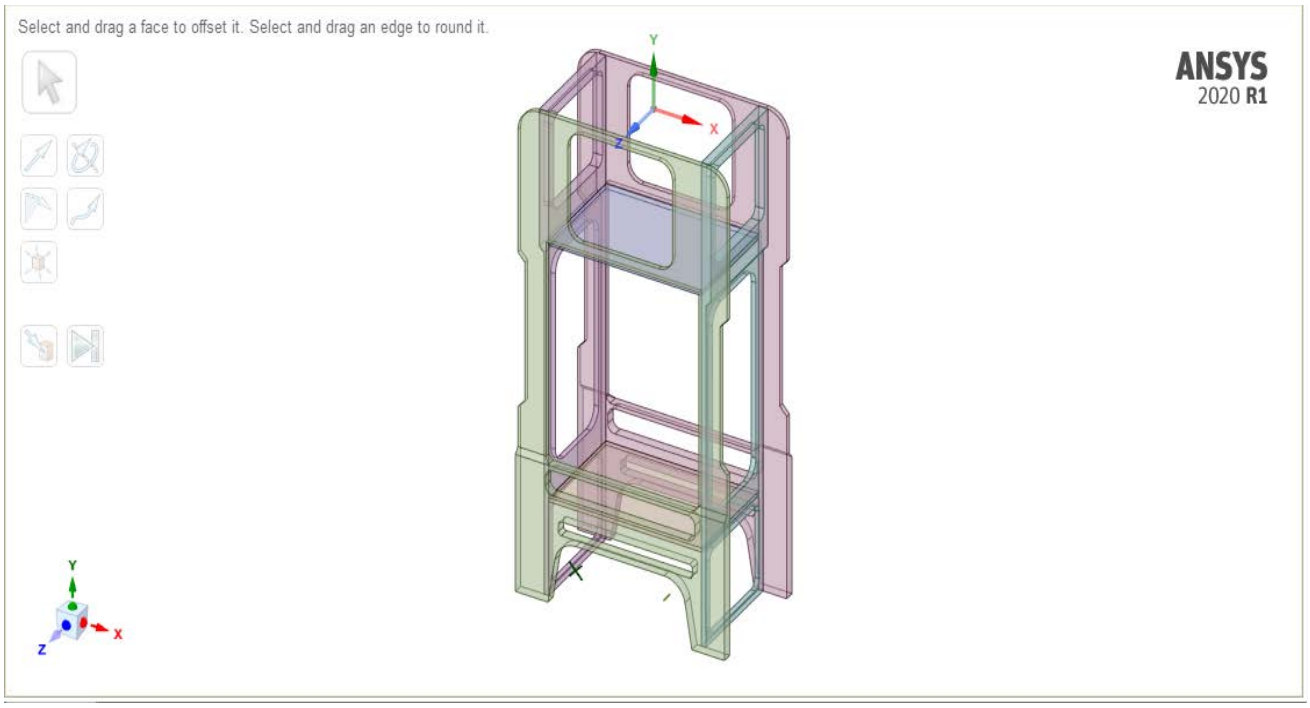
الشكل (3-28) يبين التشوه عند التواتر الثالث الذي تمت الأمثلة بالنسبة له

نلاحظ أن تشوه التواتر الثالث للهيكل المؤمثل يشبه تشوه التواتر الأول للهيكل الأساسي وبمجال الاهتزازات نفسه، لذا ستعاد الأمثلة بالنسبة للتواتر الخامس وضمن مجال اهتزاز من 90 الى 100 HZ.

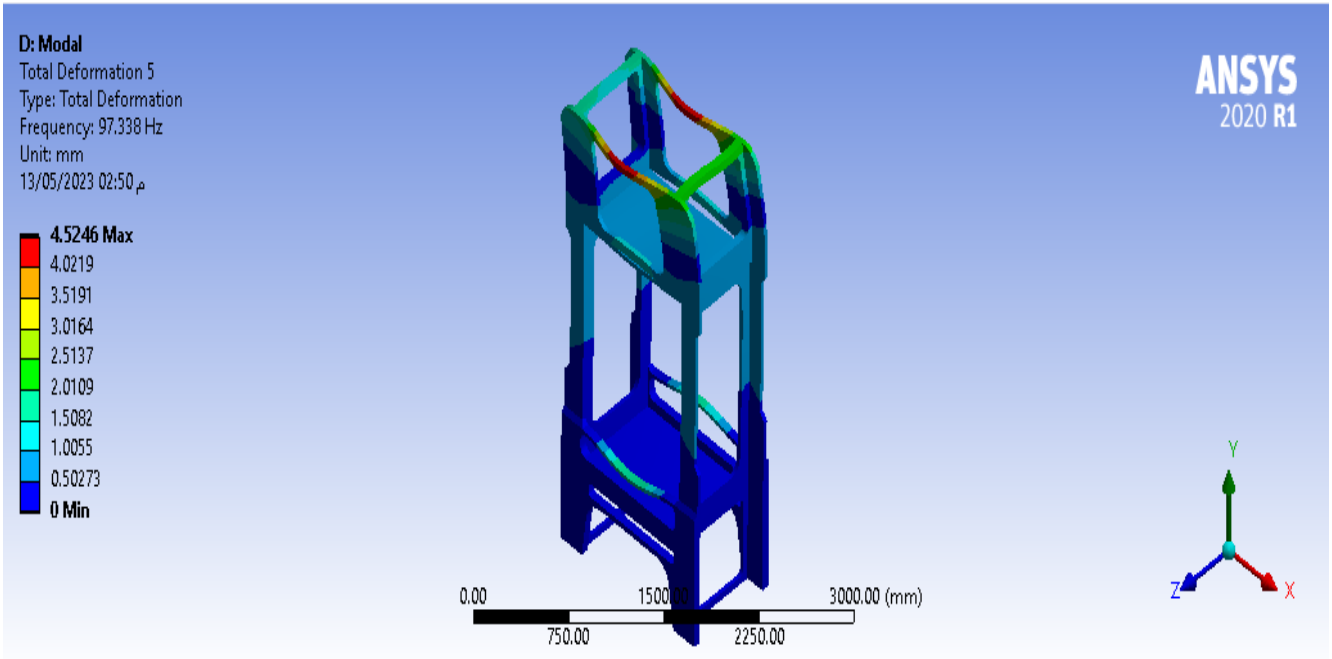
انخفض وزن الهيكل عند الأمثلة بالنسبة للتواتر الثالث الى 1810.3 kg



الشكل (3-29) يبين الهيكل بعد الأمثلة بالنسبة للتواتر الخامس وبمجال اهتزازات من 90إلى 100HZ



الشكل (3–30) يبين الهيكل بعد التنظيف



الشكل (3–31) يبين التشوه عند التواتر الخامس للهيكل المؤمثل ويقع ضمن مجال الاهتزازات المدروس

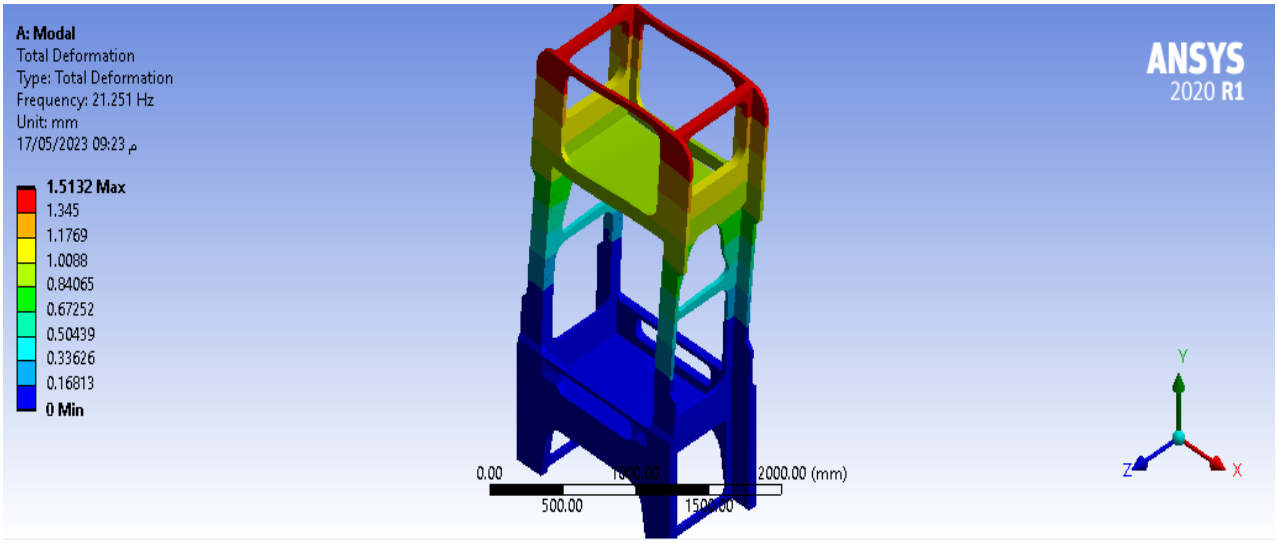
وانخفض وزن الهيكل عند الأمثلة عالتواتر الخامس إلى 1876.1 kg

3.6. حساب التواترات الذاتية بعد عملية الأمثلة الطوبولوجية في حالة الحمولات الستاتيكية:

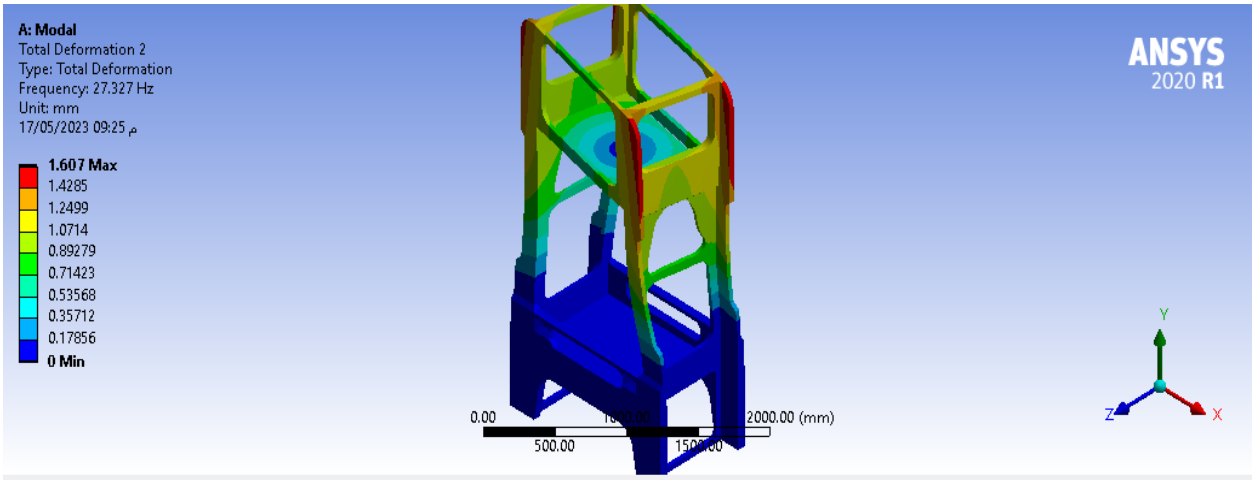
التحليل الديناميكي

	Mode	Frequency [Hz]
1	1.	21.251
2	2.	27.327
3	3.	29.376
4	4.	97.676
5	5.	110.36
6	6.	111.45

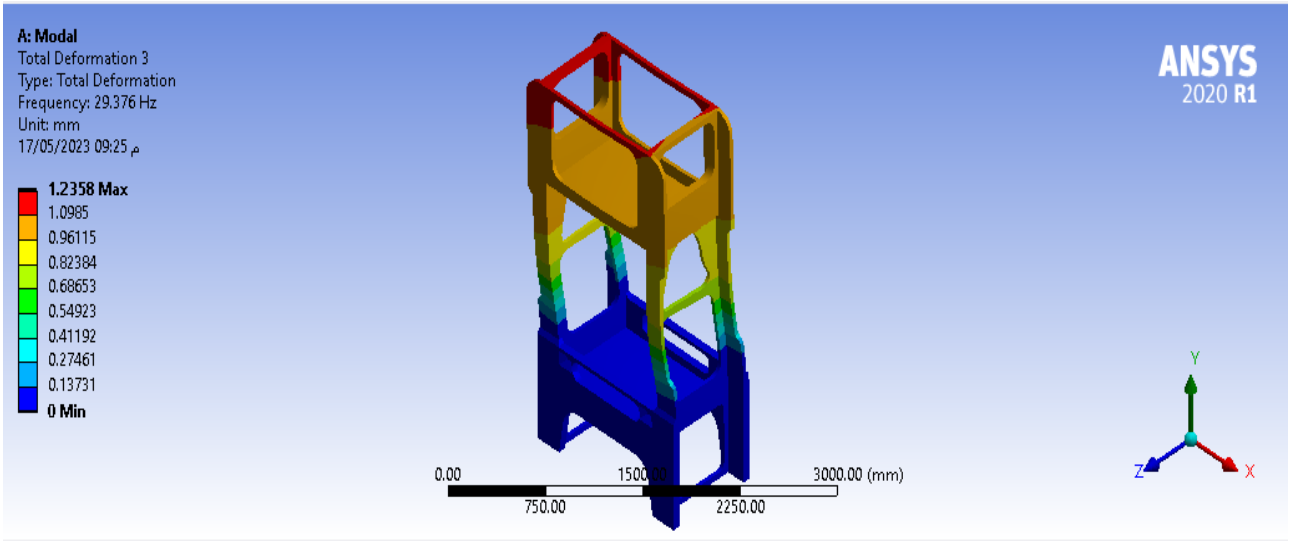
الجدول (2-3) يبين قيمة التوترات الذاتية في حالة الحمولات الستاتيكية



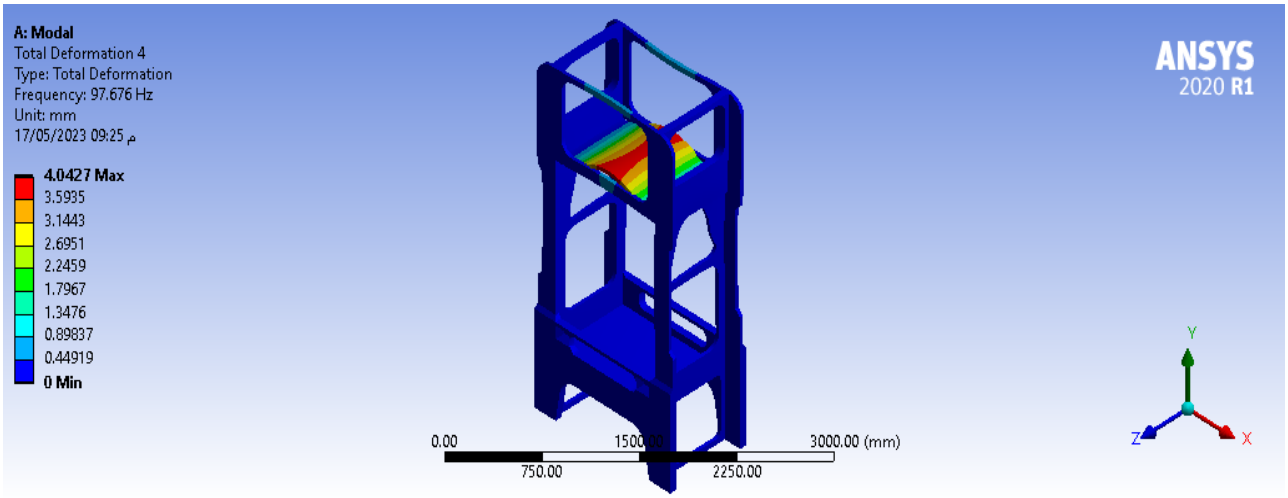
الشكل (32-3) يبين التشوه عند التواتر الأول



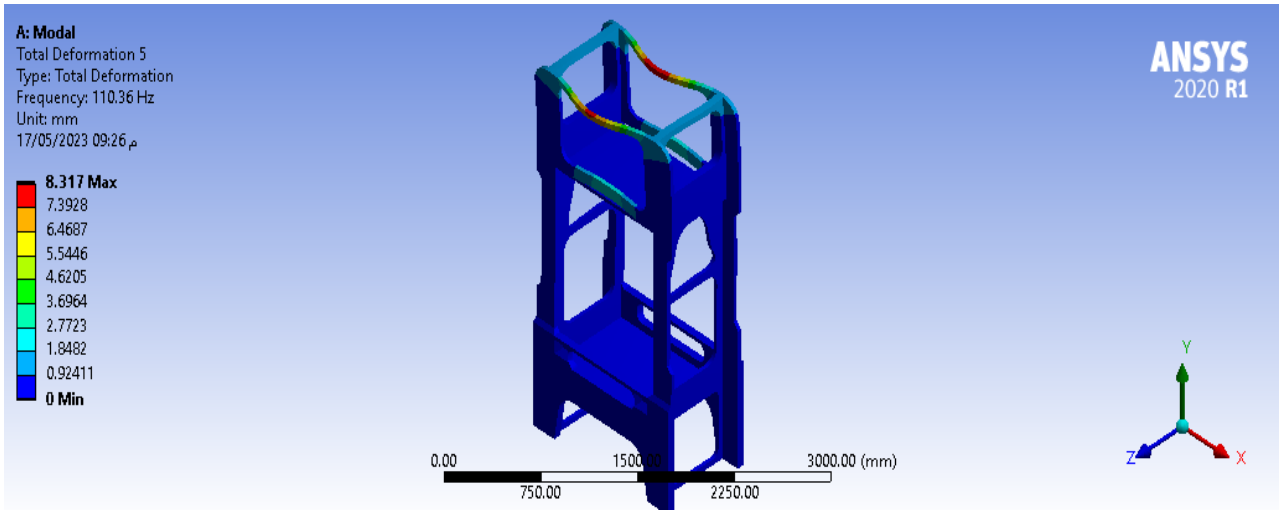
الشكل (33-3) يبين التشوه عند التواتر الثاني



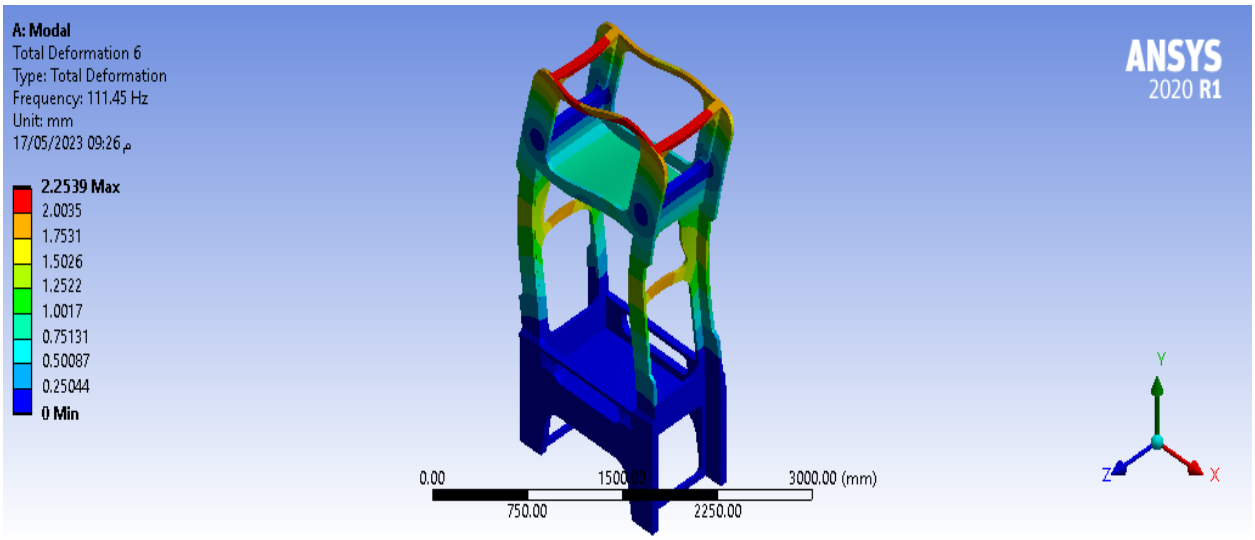
الشكل (3–34) يبين التشوه عند التواتر الثالث



الشكل (3–35) يبين التشوه عند التواتر الرابع



الشكل (3–36) يبين التشوه عند التواتر الخامس



الشكل (37–3) يبين التشوه عند التواتر السادس

3.7. حساب تخفيض التكاليف بعد تعديل التصميم للمكبس الهيدروليكي:

التكلفة الإجمالية قبل التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 19320(SYP)

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 12000(SYP)

تكلفة المواد لكل 3091.3kg = 59723916 (SYP)

تكلفة التصنيع لكل 3091.3kg = 37095600(SYP)

المجموع: 96819516(SYP)

التكلفة الإجمالية بعد التحسين:

تكلفة المواد لكل 1kg = 19320(SYP)

تكلفة التصنيع لكل 1kg = 12000(SYP)

تكلفة المواد لكل 1876.1kg = 36246252(SYP)

تكلفة التصنيع لكل 1876.1kg = 22513200(SYP)

المجموع: 58759452(SYP)

تخفيض التكلفة للمكبس الهيدروليكي بالنسبة المئوية:

(96819516–58759452) /96819516*100=39.31%

****

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

يعرض هذا الفصل النتائج التي تم التوصل إليها نتيجة التجارب والتحليلات العديدة التي عُرِضت سابقاً، كما يعرض مناقشة هذه النتائج، فضلاً عن التوصيات والدراسات المستقبلية.

4.1. النتائج ومناقشتها:

الجدول (1-4) يبين مقارنة بين الهيكل الأساسي والهيكل بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية

حيث انخفض الوزن بنسبة 33.31%، وازداد الإجهاد الكلي للهيكل بعد التحسين بنسبة 12.95% ولكن يبقى ضمن الحد المسموح به، وازدادت التشوهات الكلية بنسبة 4.2% وأيضا ضمن الحد المسموح به، بينما نقص إجهاد القص للهيكل بعد التحسين بنسبة 39.411%، وكذلك نقصت التكلفة للهيكل بعد التحسين بنسبة 39.31%.

	الهيكل الهيدروليكي قبل التحسين	الهيكل بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية	النسبة %
الوزن بال [kg]	3091.3	2028	-33.31
الإجهاد الكلي بال [Mpa]	74.61	84.277	+12.95
التشوهات الكلية بال [mm]	2.14	2.2377	+4.2
إجهاد القص [Mpa]	13.019	7.888	-39.411
التكلفة [SYP]	96819516	58759452	-39.31

الجدول (1-4)

في حالة الحمولات الديناميكية انخفض وزن الهيكل عند الأمثلة بالنسبة للتواتر الثالث إلىkg 1810.3، ولكن نلاحظ أن التشوه عند التواتر الثالث يشبه التشوه عند التواتر الأول؛ لذا أُعيدت الأمثلة بالنسبة

للتواتر الخامس وضمن مجال اهتزاز من 90 إلى 100 هرتز، وبذلك انخفض وزن الهيكل عند الأمثلة عالتواتر الخامس إلى 1876.1 kg.

وفيما يلي الجدول (2-4) يبين مقارنة بين الترددات الذاتية لهيكل المكبس قبل التعديل وبين هيكل المكبس بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية

Mode	الهيكل الهيدروليكي قبل التحسين Frequency [HZ]	الهيكل بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية Frequency [HZ]
1	25.802	21.251
2	52.922	27.327
3	59.185	29.376
4	96.143	97.676
5	100.91	110.36
6	120.05	111.45

الجدول (2-4)

4.2. التوصيات والدراسات المستقبلية:

- توسيع الدراسة على مواد أخرى لمعدن الهيكل، والتوصل إلى المادة الأمثل التي تقلل من كتلة الهيكل مع المحافظة على الجساءة اللازمة لعمله
- اتباع المنهجية المقترحة نفسها في البحث لأمثلة هياكل أخرى، من أجل التخفيف من كتلتها وكلفة تصنيعها.
- توسيع الدراسة في حالة تعرض الهيكل لحمولات تراكمية.

****

الجداول والأشكال

الأشكال	الصفحة
الفصل الأول: الإطار النظري	
الشكل (1-1) يبين صور لهياكل آلات	9
الشكل (2-1) يبين هياكل آلات مكونة من عناصر مختلفة	12
الشكل (3-1) يبين التحليل الرقمي لهيكل آلة	12
الفصل الأول: الدراسات السابقة	
الدراسة الأولى	
الشكل (1-2) يبين المكبس الهيدروليكي الذي قام الباحثون بتصميمه	19
الشكل (2-2) يبين هيكل المكبس الهيدروليكي قبل التعديل	20
الشكل (3-2) يبين أقصى إجهاد القص للمكبس الهيدروليكي قبل التعديل	20
الشكل (4-2) يبين التشوه الكلي لهيكل المكبس قبل التعديل	21
الشكل (5-2) يبين هيكل المكبس الهيدروليكي بعد التعديل	21
الشكل (6-2) يبين أقصى إجهاد القص للمكبس الهيدروليكي بعد التعديل	22
الشكل (7-2) يبين التشوه الكلي لهيكل المكبس بعد التعديل	22
الدراسة الثانية	
الشكل (8-2) يبين المسقط الأمامي لهيكل المكبس الهيدروليكي	25
الشكل (9-2) يبين المسقط الأفقي لهيكل المكبس الهيدروليكي	25

الشكل (2–10) يبين توزيع الإجهاد في حالة التحميل الثابت قبل التحسين	25
الشكل (2–11) يبين توزيع الإجهاد في حالة التحميل الثابت بعد التحسين	26
الدراسة الثالثة	
الشكل (2–12) يبين نموذج ال CAD لتصميم قاعدة المخرطة مع الأحمال	28
الشكل (2–13) يبين تطبيق الأحمال والشروط الحدية	29
الشكل (2–14) يبين تطبيق الأحمال في مكان تثبيت المسامير	29
الشكل (2–15) يبين الإزاحة القصوى على طول اتجاه الهيكل	30
الشكل (2–16) يبين أقصى إزاحة على طول اتجاه Y لقاعدة الهيكل	30
الشكل (2–17)يبين الإجهاد على قاعدة المخرطة	30
الشكل (2–18) يبين الوضع1 لقاعدة المخرطة	30
الشكل (2–19) يبين الوضع 2 لقاعدة المخرطة	30
الشكل (2–20) يبين الوضع 3 لقاعدة المخرطة	31
الشكل (2–21) يبين الوضع 4 لقاعدة المخرطة	31
الشكل (٢٢–٢) يبين كثافة العنصر في OptiStruct	31
لشكل (٢٣–٢) يبين المسقط الأفقي لقاعدة الهيكل بعد التحسين	31
الشكل (٢٤–٢) يبين إجهاد الهيكل بعد التحسين	31
الشكل (٢٥–٢) يبين الإزاحة في الهيكل بعد التحسين	31

الشكل (2–26) يبين الوضع1 لقاعدة المخرطة بعد التحسين	32
الشكل (2–27) يبين الوضع 2 لقاعدة المخرطة بعد التحسين	32
الشكل (2–28) يبين الوضع3 لقاعدة المخرطة بعد التحسين	32
الشكل (2–29) يبين الوضع 4 لقاعدة المخرطة بعد التحسين	32
الدراسة الرابعة	
الشكل (2–30) يبين شكل تخطيطي لهيكل المكبس الهيدروليكي	34
الشكل (2–32) نتيجة التحسين الطوبولوجي في المرحلة الأولى	35
الشكل (2–33) يبين نتيجة التحسين الطوبولوجي في المرحلة الثانية	35
الشكل (٢–٣٤) يبين مخطط الدراسة بأكملها	36
الدراسة الخامسة	
الشكل (2–35) يبين مخرطة الNC	37
الشكل (2–36) يبين شبكة الجسم Landslide	37
الشكل (2–37) يبين الأحمال المطبقة على الجسم Landslide	37
الشكل (2–38) يبين نتيجة التحليل الستاتيكي	38
الشكل (2–39) يبين نتيجة التحسين الطوبولوجي	38
الشكل (2–40) يبين التشوه والتواتر للجسم بعد التحسين	38
الدراسة السادسة	

الشكل (41-2) يبين المخرطة المدروسة	40
الشكل (42-2) يبين هيكل (الفرش) للمخرطة التي يتم دراستها	41
الشكل (43-2) يبين الشروط الحدية التي تم تطبيقها على هيكل المخرطة وتسارع الجاذبية الأرضية	42
الشكل (44-2) يبين القوى المطبقة على هيكل المخرطة	42
الشكل (45-2) يبين تشوه هيكل المخرطة قبل التعديل	43
الشكل (46-2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y قبل التعديل	43
الشكل (47-2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) قبل التعديل	44
الشكل (48-2) يبين كتلة هيكل المخرطة قبل التعديل	45
الشكل (49-2) يبين تشوه هيكل المخرطة بعد التعديل بالتصميم	45
الشكل (50-2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y بعد التعديل بالتصميم	45
الشكل (51-2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) بعد التعديل بالتصميم	46
الشكل (52-2) يبين كتلة هيكل المخرطة بعد التعديل بالتصميم	47
الشكل (53-2) يبين تشوه هيكل المخرطة بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت	47
الشكل (54-2) يبين توزيع الإجهاد لقاعدة المخرطة في اتجاه Y بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت	47
الشكل (55-2) يبين أوضاع التردد الطبيعي (التشوه) بعد التعديل واستخدام الايبوكسي الجرانيت	48

الفصل الثالث: النمذجة	
الشكل (1-3) يبين نموذج الCAD للمكبس الهيدروليكي	52
الشكل (2-3) يبين نموذج الCAD لهيكل المكبس الهيدروليكي	53
الشكل (3-3) يبين نموذج للهيكل	53
الشكل (4-3) يبين المسقط الأمامي للهيكل الأساسي	54
الشكل (5-3) يبين المسقط الجانبي للهيكل الأساسي	54
الشكل (6-3) يبين المسقط الأفقي للهيكل الأساسي	54
الشكل (7-3) يبين خواص مادة حديد الصب ضمن مكتبة Ansys	55
الشكل (8-3) يبين نموذج هيكل المكبس ضمن برنامج design modoler	56
الشكل (9-3) يبين شبكة العناصر المنتهية	56
الشكل (10-3) يبين تطبيق الشروط الحدية	57
الشكل (11-3) يبين الاجهاد الكلي	57
الشكل (12-3) يبين التشوهات الكلية	58
الشكل (13-3) يبين اجهاد القص	58
الشكل (14-3) يبين تطبيق شروط الأمثلة الطوبولوجية	59
الشكل (15-3) يبين المكبس الهيدروليكي قبل عملية التنظيف	59
الشكل (16-3) يبين هيكل المكبس بعد عملية التنظيف	60

الشكل (3-17) يبين الاجهادات الكلية بعد النمذجة الطوبولوجية	60
الشكل (3-18) يبين التشوهات الكلية بعد النمذجة الطوبولوجية	61
الشكل (3-19) يبين اجهادات القص بعد النمذجة الطوبولوجية	61
الشكل (3-20) يبين التشوه عند التواتر الأول للهيكل الأساسي	63
الشكل (3-21) يبين التشوه عند التواتر الثاني للهيكل الأساسي	63
الشكل (3-22) يبين التشوه عند التواتر الثالث للهيكل الأساسي	64
الشكل (3-23) يبين التشوه عند التواتر الرابع للهيكل الأساسي	64
الشكل (3-24) يبين التشوه عند التواتر الخامس للهيكل الأساسي	65
الشكل (3-25) يبين التشوه عند التواتر السادس للهيكل الأساسي	65
الشكل (3-26) يبين الأمثلة الطوبولوجية للمكبس الهيدروليكي استنادا للتواترات الذاتية قبل عملية التنظيف	66
الشكل (3-27) يبين التصميم بعد التنظيف	66
الشكل (3-28) يبين التشوه عند التواتر الثالث الذي تمت الأمثلة بالنسبة له	67
الشكل (3-29) يبين الهيكل بعد الأمثلة بالنسبة للتواتر الخامس وبمجال اهتزازات من 90إلى 100HZ	67
الشكل (3-30) يبين الهيكل بعد التنظيف	68
الشكل (3-31) يبين التشوه عند التواتر الخامس للهيكل المؤمثل ويقع ضمن مجال الاهتزازات المدروس	68
الشكل (3-32) يبين التشوه عند التواتر الأول	69

الشكل (3–33) يبين التشوه عند التواتر الثاني	69
الشكل (3–34) يبين التشوه عند التواتر الثالث	70
الشكل (3–35) يبين التشوه عند التواتر الرابع	70
الشكل (3–36) يبين التشوه عند التواتر الخامس	70
الشكل (3–37) يبين التشوه عند التواتر السادس	71

الجداول	**الصفحة**
الدراسة الثانية:	
الجدول (١–٢) يوضح مقارنة بين وزن التصميم الأصلي ووزن التصميم الأمثل والنسبة المئوية لتخفيض الوزن.	**27**
الدراسة الثالثة:	
الجدول (2–2) يبين مواصفات مادة قاعدة الهيكل	**29**
الجدول (3–2) يبين مقارنة بين الإزاحة في التصميم الأساسي وبعد التحسين	**32**
الجدول (4–2) يبين مقارنة بين الإجهاد في التصميم الأساسي وبعد التحسين	**32**
الجدول (5–2) يبين مقارنة بين وزن التصميم الأساسي وبعد التحسين	**32**
الجدول (6–2) يبين نتائج التحليل المشروط لهيكل الحديد الزهر	**33**
الدراسة الخامسة:	
الجدول (7–2) يبين الترددات الطبيعية لجسم Landslide الوضع1	**38**

الجدول (8-2) يبين النتائج بعد تحسين الحجم والطوبولوجيا	**39**
النمذجة:	
الجدول (1-3) يبين التواترات المحسوبة للهيكل الأساسي	**63**
الجدول (2-3) يبين قيمة التوترات الذاتية في حالة الحمولات الستاتيكية	**69**
النتائج والمناقشة:	
الجدول (1-4) يبين مقارنة بين الهيكل الأساسي والهيكل بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية	**73**
الجدول (2-4) يبين مقارنة بين الترددات الذاتية لهيكل المكبس قبل التعديل وبين هيكل المكبس بعد التحسين في حالة الحمولات الستاتيكية	**74**

المصادر والمراجع

المصادر والمراجع المُعتَمَدة في البحث:

١. الحويمدي، محمد حسين. (2020). نظرية العناصر المنتهية. تاريخها وتطبيقاتها. العراق. مقالات علمية..

٢. بركات، خالد رشدي. (1998). *عناصر الآلات أطلس في التصميم الميكانيكي*. دمشق: سورية.

٣. الخطاب، زياد، (2020). *التصميم بمساعدة الحاسب*. حلب: سورية. منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية..

٤. خليل، رامي. (2019). الأمثلة الطوبولوجية. لبنان. مقالات علمية.

٥. خليل، رامي. (2015). تصميم الآلات 3، لبنان..

٦. جاويش، معتز. (2007). *تصميم الآلات /١/*. دمشق: سورية. منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية..

٧. سلامة، محمد علي، موسى، عصام. (2006). *طرائق التصنيع /٣/ لحام المعادن*. دمشق: سورية. منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية..

8. Cavazzuti M, Baldini A, Bertocchi E, Costi D, Torricelli E, Moruzzi P (2011) High performance automotive chassis design: a topology optimization-based approach. Struct Multidisc Optim 44:45–56.

9. Asim M.Kamate* Design, Development and Analysis of A 20 Ton Hydraulic Press et al. (IJITR) INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE TECHNOLOGY AND RESEARCH Volume No.4, Issue No.1, December - January 2016, 2560 – 2563.

10. IJISET - International Journal of Innovative Science ANALYSIS AND STRUCTURAL OPTIMIZATION OF 5 TON H-FRAME HYDRAULIC PRESS, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 5, July 2014.

11. Zhan Jin-qing, Zhang Xian-min. research on static and dynamic multi-objective topology optimization of continuum structures [J]. Journal of Mechanical Strength, 2010, 32（6）：933-937.

12. Assistant professor, Department of Mechanical Engineering, Sri Venkateshwara college of Engineering, Bangalore, STRUCTURAL OPTIMIZATION OF LATHE MACHINE BED .2017. India.

13. LeRoy Fitzwater, Richard Khalil and Ethan Hunter.Topology Optimization Risk Reduction. Presented at the American Helicopter Society 64th Annual Forum, Montreal. Canada. April 29- May 1, 2008.

14. Bapat.S.M. , Desai.Y.M., “Design Optimization of A 30 Ton Hydraulic Press Machine”, International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET) , Belgaum . India 2009, p. 24-30.

15. Santoshkumar S, Prof. Yogita N. Potdar, Prof. A. C.Mattikalli–"Analysis and structural optimization of 5 ton h–frame hydraulic press"Vol. 1 Issue 5, July 2014 International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology.
16. M. Fulland, M. Sander, G. Kullmer, H.A. Richard– "Analysis of fatigue crack propagation in the frame of a hydraulic press", Vol. 1, Issue 5, Jan 2007 Engineering Fracture Mechanics.
17. Muni Prabaharan and Amarnath V. (2011)– "Structural Optimization of 5Ton Hydraulic Press and Scrap Baling Press for Cost Reduction by Topology" International Journal of Modeling and Optimization, Vol. 1, No. 3, August.
18. A. G. Naik, N. K. Mandavgade "FEA Implementation in Analysis and Optimization of Top and Bottom Frame for Hydraulic Cotton Lint Bailing Press" ISSN 2229– 5518 Volume 3, Issue 7, July–2012, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences.
19. Du Yi–xian Yan Shuang–qiao ,etc.Static and dynamic multi–objective topology optimization design on bed of CNC gear shaper [J].Mechanical design, 2014 .
20. Li Zhao–kun, Zhang Xian–min. Reliability–based topology optimization of a compliant micro–gripper with geometrical nonlinearity, [J]. Journal of south China university of technology (natural science edition),2008, 36（8）：110–116
21. "] H.N.Chauhan, M.P.Bambhania (2013) – "Design & Analysis of Frame of 63 Ton Power Press Machine by Using Finite Element Method" Volume: 3 | Issue: 7 | July 2013 | ISSN – 2249–555X Indian Journal of Applied Research.
22. Muni Prabaharan and Amarnath V. (2011)– "Structural Optimization of 5Ton Hydraulic Press and Scrap Baling Press for Cost Reduction by Topology" International Journal of Modeling and Optimization, Vol. 1, No. 3, August 2011.Shepherd, J., "Structural Response to Explosions", California Institute of Technology.
23. Xinhao Zhao & Yanxiong Liu & Lin Hua & Huajie Mao Finite element analysis and topology optimization of a 12000KN fine blanking press frame. Received: 9 July 2015 /Revised: 3 December 2015 /Accepted: 25 January 2016 # Springer–Verlag Berlin Heidelberg.
24. Zongsheng Sai ,Guifei Wang , Ming Cong 1Dalian Machine Tool Group, Dalian, (2013) .China .Topology and Size Optimization for Landslide Body in NC Lathe
25. Juturi Saidih , Bhukya Biksham , Kanaparthi veeranjaneyulu. Weight improvement for lathe base by modified design and epoxy granite. in the College of Engineering at KL University in India in 2017.

****

Abstract

One of the main components or the main part of any machine is its structure, as the structure of the machine is the base on which the various parts are installed.
And the demand for machines with high specifications (low price, high capacity to withstand when operating), is required in order to obtain an innovative design of the manufactured machines.
The structures of the machines are exposed to different loads and multiple vibrations, which leads to a very large deformation in the metal of the machine as a result of exposure to these stresses, and may lead to its collapse. Therefore, it is advisable to carry out a study of the structures of the machines, and take the results and compare them with the digital analytical study that is carried out using computer programs for scientific research, which saves effort, time and cost for researchers and engineers, which gives engineers a clearer vision of the stresses that the structures of the machines are exposed to, so that they can design them properly. and economically.
In this research, it was done Perform an analysis and optimization of an existing 100-ton hydraulic press structure, and then compare the original design of the hydraulic press with the design that was improved using the software tool (ANSYS), and it is demonstrated that under the same loading conditions, constraints, and intended purpose of the design, ANSYS specifies a lighter design with reduced Material cost.
In this project, it has been shown a 33,31 % weight reduction & 33.39% cost reduction This was achieved by changing the design of the existing hydraulic piston, and studying it in the case of modal static and dynamic loads, using topology, while maintaining structural balance of the hydraulic press and without affecting on performance.

Keywords: Finite Element Method, Topology Optimization.

.**Syrian Arab Republic**

Ministry of Higher Education and Scientific Research
Damascus University
Faculty of Mechanical & Electrical Engineering
Dept. Of Production & Mechanical Design

Optimal selection of machine structures according to affected loads Using Modeling

Thesis submitted to obtain Master Degree in Design and Construction of Machines

Prepared by:

Eng. NOUR Al-SAKER

Supervised by:

Dr. Abed Al Wahab Al- Wattar

2023