IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ)
Vol. 24, No 2, December 2019, pp. 74-80
ISSN (Print) 1813-0526;
ISSN (Online) 2220-1270

نمذجة تشكيل المسننات ذوات الاسنان المستقيمة على البارد باستخدام DEFORM 3D

زينب محمد طاهر رشيد* eng.zainab55@gmail.com
محمد نجيب عبدالله** Moh_77@mail.ru

*،** جامعة الموصل – كلية الهندسة – قسم الهندسة الميكانيكية

تاريخ الاستلام: 29-7-2019 تاريخ القبول: 1-12-2019

الخلاصة

في الدراسة الحالية برنامج ال DEFORM3D استخدم لنمذجة تشكيل المسنن ذو الاسنان المستقيمةعلى البارد مستخدماً معدن من الرصاص، تم استخدام ثلاث اشكال مختلفة لقطع عمل لتشكيل المسنن ذو الاسنان المستقيمة وان اختيار احجام هذه القطع تم بالاعتماد على حجم المسنن المقترح في هذه الدراسة. اجريت عمليات التحليل مثل تاثير الانفعال ،تاثير الاجهاد، متوسط الاجهاد ،المسافة الكلية والسرع اثناء عملية التشكيل. من خلال النتائج لقيم متوسط الاجهادات لقطع العمل الثلاث لوحظ ان اقل قيمة ممكن الحصول عليها عند استخدام قطعة عمل صلدة. كما لوحظ من النتائج عند دراسة اقصى اجهاد عند عملية تشكيل المسنن يحدث عند استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم). بينما لوحظ عند دراسة الاجهاد الفعال ان هنالك تقارب في قيم الاجهاد لجميع قطع العمل وتكون هذه القيم في منطقة السن أكبر من منطقة المركز. ان تأثير الانفعال الفعال ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها من النمذجة العددية تبين ان اقل انفعال يحدث عند استخدام قطعة عمل مجوفة بقطر (4 ملم) واعلى قيمة عند استخدام قطعة عمل صلدة. تتناسب سرعة تدفق المعدن مع شكل قطعة العمل، اذ لوحظ ان قيمة السرع في حالة استخدام قطع عمل مجوفة (4 ملم و6 ملم) كانت متقاربة فيما بينها واعلى من قيمة سرعة تدفق المعدن كانت عند استخدام قطعة عمل صلدة. تتناسب سرعة تدفق المعدن مع مقدار تجويف قطعة العمل حيث انه في حالة قطعة العمل الصلدة تكون السرعة قليلة وفي حالة استخدام قطع العمل المجوفة تزداد نتيجة لحركة الجزئيات لملىء تجويف القطعة. يتأثر حمل الذروة (Peak load) في عملية تشكيل المسنن بشكل قطعة العمل، اذ لوحظ ان قيم حمل الذروة لقطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم) كانت اقل من حمل الذروة للحالتين الاخريين.

الكلمات المفتاحية: النمذجة، المسننات ذوات الاسنان المستقيمة، تشكيل على البارد، حمل التشكيل

https://rengj.mosuljournals.com
Email: alrafidain_engjournal1@umosul.edu.iq

==========

1- المقدمة

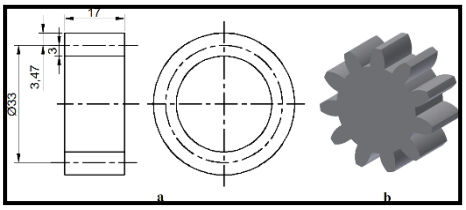
في الآونة الاخيرة أصبح استخدام النمذجة لتشكيل المعادن كبيرا في التطبيقات الصناعية وذلك لقدرتها على التنبؤ بتدفق المعدن، الكشف عن امتلاء القالب من عدمه، التنبؤ بالعيوب، تحليل الاجهادات وتحليل التكاليف[2,1]، فضلا عن ذلك فانه يتم استخدام النمذجة الحاسوبية من قبل الصناعة بشكل روتيني قبل اجراء التجارب العملية لتحسين عمليات التشكيل واجراء الحسابات بسرعة[3]. قام مجموعة من الباحثين [4]باستخدام طريقة العناصر المحددة بمساعدة الكومبيوتر باستخدام DEFORM F3V6 لحدادة قطعة معدنية في قالب مغلق بدون زوائد(Flashless) على شكل كأس. احتسب الباحثين ابعاد قطعة العمل من خلال علاقة رياضية بين حجم تجويف القالب وقطعة العملوتوصلا بعد إكمال تنفيذ تشكيل قطعة العمل المصنوعة من1045 AISI في القالب المصنوع من معدن AISI D2 بواسطة برنامج Solid Work2007الى تحسين نسبة قطعة العمل للحصول على المنتج بدون زوائد. في حين قام الباحثين[5] بدراسة دقة عملية التشكيل للمسننات ذوات الاسنان المستقيمة بواسطة التحليل العددي عن طريق النمذجة باستخدام برنامج DEFORM فضلاً عن دراسة تأثير بعض العوامل مثل عدد الاسنان والموديول على حمل التشكيل وانسياب المعدن وتمت مقارنة النتائج التي ظهرت بواسطة النمذجة مع نتائج الاختبارات العملية باستخدام معدن الرصاص.

استنتج الباحثون ان أمثل معدل لعدد الاسنان يمكن تشكيله عند احمال تشكيل جيدة وبدون عيوب يتراوح بين 10_20 سن كما واستنتج الباحثون بتوافق النتائج النظرية مع العملية. بينما قام الباحثان [6]بتطوير عملية حدادة التروس بدقة عالية، اذ ذكر الباحثان ان من المميزات المهمة لعملية الحدادة هي مليء تجويف القالب بالكامل والتنبؤ بمتطلبات الطاقة لتحليل عملية الحدادة التدريجي لتشكيل التروس المجوفة ذوات اسنان مستقيمة من العينات الحلقية الاولية.

.

2- التحليل باستخدام طريقة العناصر المحددة

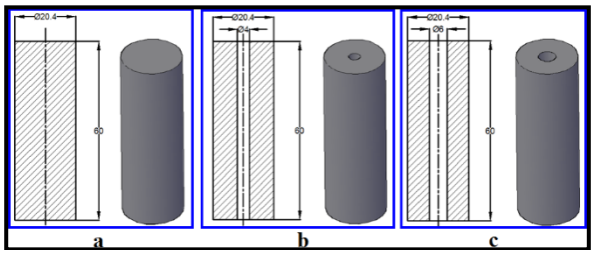
في الدراسة الحالية تم استخدام النمذجة العددية (Numerical Simulation) لتشكيل المسننات ذوات الاسنان المستقيمةعلى البارد مستخدماً معدن من الرصاص واحد طرق العناصر المحددة المستخدمة في التشكيل هو برنامج DEFORM 3Dوالذي يعتمد على نظام محاكاة مصمم لتحليل عمليات التشكيل المختلفة والتي من خلالها يتم تقليل التجارب العملية المكلفة، تحسين الاداة وتصميم القالب للحد من تكاليف الانتاج والمواد، اختصار الوقت اللازم [7].الشكل (1) يوضح مخطط ثنائي وثلاثي الابعاد للمسنن المقترح دراسته.



شكل (1) المسنن ذو الاسنان المستقيمة(a) ثنائي الابعاد (b) ثلاثي الابعاد

في هذه الدراسة تم استخدام ثلاث اشكال مختلفة لقطع عمل لتشكيل المسنن ذو الاسنان المستقيمة وان اختيار احجام هذه القطع تم بالاعتماد على حجم المسنن المقترح في هذه الدراسة. في النموذج الاول وكما موضح ابعاده في الشكل (2a) تم اختيار قطعة عمل صلدة ،في النموذج الثاني تم عمل قطر مقداره(4 ملم)في نفس ابعاد قطعة العمل الصلدة وكما موضح ابعادها في الشكل (2b) اما بالنسبة للنموذج الثالث فقد تم توسيع القطر الموجود في قطعة العمل الثانية من(4 ملم) الى(6 ملم) وكما موضح ابعادها في الشكل (2c) مع الاحتفاظ بالارتفاع لكل العينات واجراء عملية الكبس وحسب الازاحة المطلوبة لحين امتلاء تجويف القالب.

الباحثان نفذا سلسلة من عمليات النمذجة باستخدام برنامج DEFORM 3Dوناقشا نتائج النمذجة مع البيانات التجريبية التي تم الحصول عليها عن طريق تشكيل الترس المستقيم المجوف، فضلا عن ذلك قاما بدراسة تأثير معلمات عملية التشكيل مثل النسبة بين نصف القطر الداخلي الى نصف القطر الخارجي للعينة (Billet)، معامل الاحتكاك وارتفاع العينة (billet) على قوة التشكيل

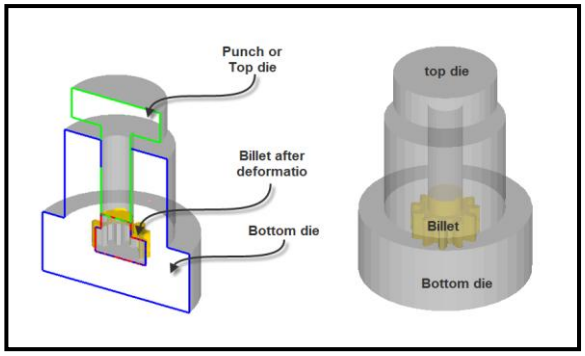


شكل (2) يوضح(a)قطعة العمل الصلدة،(b)ذات ثقب 4ملم ،(c)ذات ثقب 6ملم

تم تلخيص معلمات بيانات الادخال المستخدمة في عملية النمذجة للدراسة الحالية في الجدول (1). في مرحلة التجهيز (قبل المعالجة) تم استدعاء العناصر الرئيسية (المكبس او القالب العلوي، القالب السفلي وقطعة العمل) بعد تصميمهم في برنامج الاوتوكاد وتجميعهم والبدء بعملية النمذجة وكما موضح في الشكل (3) على شكل مقطع كامل ومقطع عرضي لترتيب القالب العلوي والقالب السفلي وقطعة العمل بعد التشكيل.

جدول (1) معلمات العملية المستخدمة في النمذجة

Parameters	The name, values
Billet material	Pb
Billet length	60mm
Billet diameter	20.4mm
Billet temperature	Ambient
Punch speed	10mm/sec
Friction factor	0.12
No. of mesh element	20000
Average strain rate	0.1/sec
Limiting strain rate	0.001/sec



شكل (3) يوضح من اليمين لليسار ؛مقطع كامل ومقطع عرضي لقالب متكامل لعملية النمذجة

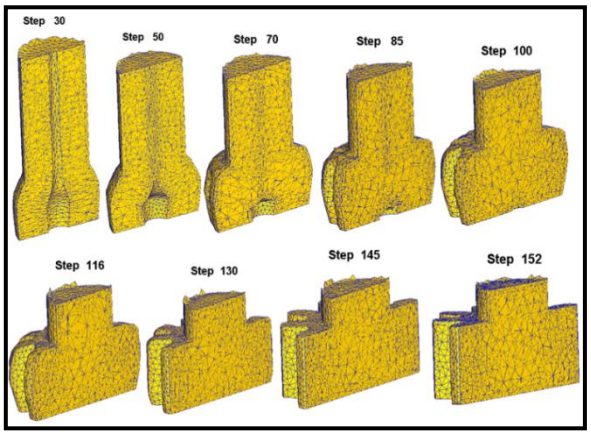
بعد تنفيذ النمذجة للمسنن ذو الاسنان المستقيمة يتم الانتقال الى مرحلة بعد المعالجة (Post processor) وذلك لأجل التعرف على نتائج النمذجة من خلال دراسة بعض الخصائص مثل الانفعال الفعال، الاجهاد الفعال، متوسط الاجهاد وسرعة تدفق المعدن.

3- تحليل نتائج النمذجة العددية

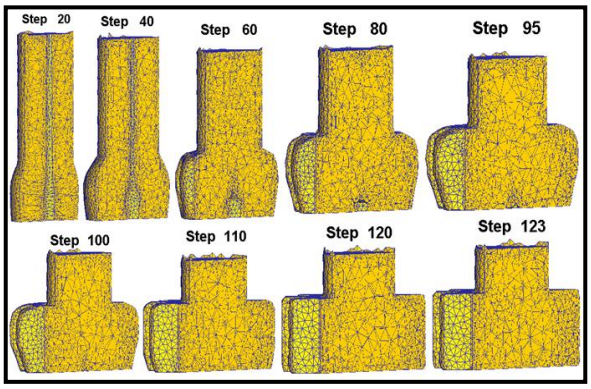
في هذا الجزء من العمل يتم تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها خلال عملية النمذجة لتشكيل المسنن ذو الاسنان المستقيمة من قطع عمل مختلفة واجراء عملية الكبس وحسب الازاحة المطلوبة لكل نموذج لحين امتلاء تجويف القالب ومن ثم تم تحليل نتائج النمذجة كتوزيع الاجهادات والانفعالات ،السرعة الكلية،نمط تدفق المعدن،الازاحة الكلية للمعدن وتغير حمل المكبس مع الازاحة.

3-1 تأثير نمط تدفق المعادن اثناء عملية التشكيل

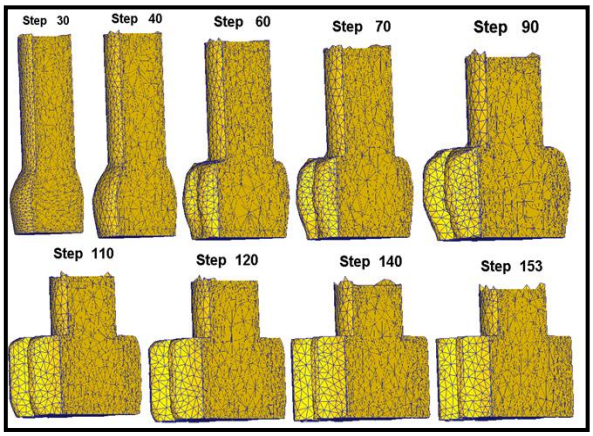
ان من اهم الأشياء المهم ملاحظتها اثناء عملية التشكيل هو حركة جريان جزئيات المعدن والاتجاه الذي تأخذه الجزئيات، الاشكال من (4) الى (6) توضح نتائج النمذجة العددية لحركة جزئيات المعدن عند مراحل مختلفة لحركة المكبس اثناء عملية تشكيل المسنن ولقطع عمل مختلفة. ولأجل تحليل عملية النمذجة وعند استخدام قطعة العمل ذات تجويف(6 ملم) وكما موضح في الشكل (4) نلاحظ في بادئ الامر ان بعض الجزئيات تتحرك لامتلاء تجويف قطعة العمل (6 ملم) وفي نفس الوقت جزئيا أخرى تتحرك نحو الأسفل لامتلاء تجويف القالبوتكون حركة هذه الجزئيات في بادئ الامر سريعة مقارنة بحركتها عند الوصول الى تجويف الاسنان لأجل تشكيل المسنن بالشكل النهائي وكذلك الحال بالنسبة لقطعة العمل ذات تجويف 4 ملم التي تأخذ نفس الأسلوب في حركة جزئيات المعدن كما موضح في الشكل (5)، اما بالنسبة لقطعة العمل الصلدة فأثناء عملية التشكيل ونظرا لعدم وجود تجويف فيها فان المعدن ينساب مباشرة وبشكل منتظم لملىء تجويف القالب حيث انه في بداية عملية التشكيل تقوم الجزئيات بالتحرك للأسفل لملىء تجويف القالب ومن ثم بعد ذلك يتم ملىء تجويف الاسنان وتكون حركة الجزيئات في بادئ الامر سريعة مقارنة بحركتها عندما يتم ملىء تجويف الاسنان كما موضح في الشكل (6).



شكل (4) تدفق المعدن لقطعة العمل ذات تجويف 6 ملم



شكل (5) تدفق المعدن لقطعة العمل ذات تجويف 4 ملم



شكل (6) تدفق المعدن لقطعة العمل الصلدة

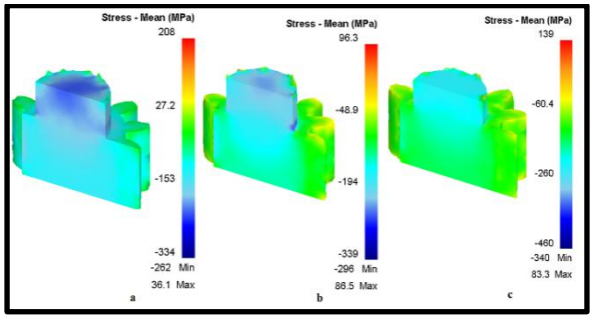
2-3 تأثير الاجهادات أثناء عملية التشكيل للمسنن

من خلال عملية النمذجة باستخدام برنامج DEFORM3D تم دراسة تأثير توزيع متوسط الاجهاد، توزيع الاجهادالفعال وتوزيع الاجهاد الأقصى للحالات الثلاث التي تم اختيارها سابقا، حيث ان الاجهاد هو القوة المسلطة على وحدة المساحة ويعتمد على المساحة السطحية المعرضة للقوة المسلطة وكلما قلت المساحة السطحية زادت كمية الاجهاد حيث انه عندما يتم مليء تجويف القالب بعملية كبس قطع العمل فان الارتفاع المتبقي للعينة الاصلية يبدا بالنقصان ويؤدي ذلك الى زيادة الاجهاد وعلى عكس ذلك فانه عندما يقل طول العينة الاصلية أي ان التغير بالطول يصبح اكبر فان الانفعال يزداد وبالتالي لا يوجد مجال للكبس ولا يوجد مجال للانفعال أي ان حركة المعدن سوف تتوقف والحمل يصل الى اعلى قيمة له.

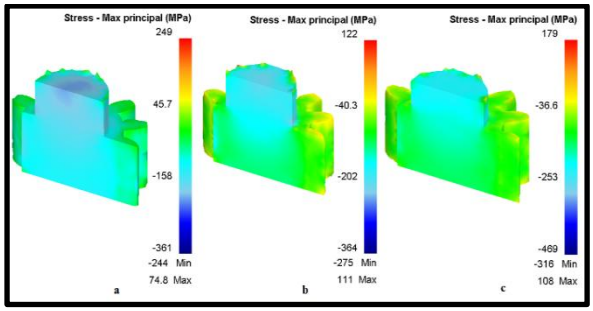
ان متوسط الاجهاد هو الفرق بين القيمة العليا والقيمة الأدنى للضغط المسلط. اظهرت النتائج وفي حالة استخدام قطعة عمل صلدة ان اعلى قيمة لمتوسط الاجهاد وصلت لحدود(281 MPa-)واقل قيمة لمتوسط الاجهاد هي (67.7 MPa) اذ لوحظ ان اعلى قيمة لمتوسط الاجهاد كانت في منطقة الاسنان والتي تظهر باللون الأخضر وذلك بسبب صعوبة انسياب المعدن في منطقة السن. وتم أيضا ملاحظة وجود مناطق متفرقة يحدث فيها اجهاد شد واجهاد كبس وذلك بالاعتماد على انسيابيه المعدن في تلك المناطق. اما في حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر داخلي (4 ملم) تبين لنا اعلى قيمة لمتوسط الاجهاد (296MPa-) واقل قيمة لمتوسط الاجهاد (86.5 Mpa) بينما في حالة قطع العمل ذات تجويف (6 ملم) فان اعلى قيمة لمتوسط الاجهاد كانت(340 MPa-)واقل قيمة (83.3MPa) كما موضح في الشكل (7).

يعرف الاجهاد الأقصى بانه الإجهاد الطبيعي المحسوب بزاوية عند اعتبار قيمة إجهاد القص صفراً. اظهرت النتائج ان اعلى واقل قيم للإجهادات القصوى وصلت عند استخدام قطع عمل صلدة الى(260 MPa-) واقل قيمة(107 MPa) وفي حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم) فان اعلى قيمة كانت (275 MPa-) واقل قيمة (111 MPa) بينما في حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر (6 ملم) فان اعلى قيمة كانت(316 MPa-) واقل قيمة(108 MPa). وبالتالي ومن خلال هذه النتائج نلاحظ الفرق في توزيع اجهاد الشد واجهاد الضغط حسب انسياب المعدن في تجويف القالب، كما ولوحظ ان اعلى قيمة لإجهاد الشد في الحالات الثلاث تتركز عند حافات الاسنان، فضلا عن ذلك لوحظ ايضا ان اعلى قيمة للإجهاد هي عند الحالة الثانية وذلك لعدم امتلاء حافات الاسنان بشكل كامل كما موضح في الشكل (8).

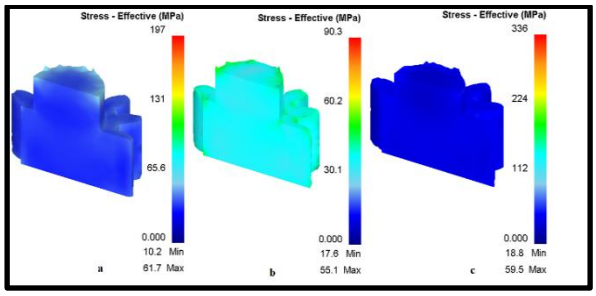
اما بالنسبة للاجهاد الفعال ففي حالة استخدام قطع عمل صلدة فان اعلى قيمة للإجهاد وصلت الى (66.7 MPa) واقل قيمة (16.1 MPa)، اما في حالة استخدام قطعة عمل مجوفة بقطر (4 ملم) فان اعلى قيمة للإجهاد كانت (55.1 MPa) واقل قيمة (17.6 MPa)، بينما في حالة استخدام قطعة عمل مجوفة بقطر داخلي (6 ملم) فان اعلى قيمة للإجهاد كانت (59.5 MPa) واقل قيمة (18.8 MPa).وبالتالي يمكن الاستنتاج من خلال هذه النتائج ان هنالك تقارب في توزيع قيم الاجهاد الفعال للحالات الثلاث وان قيمة الاجهاد في منطقة السن تكون اكبر من قيمة الاجهاد في منطقة وسط جسم السن كما موضح في الشكل (9).



شكل (7) توزيع متوسط الاجهاد (a) الصلدة، (b) ذات تجويف 4 ملم، (c) ذات تجويف 6 ملم



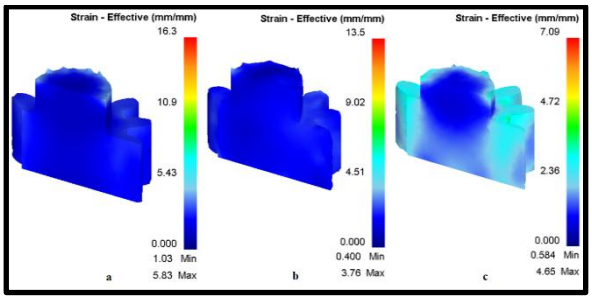
شكل (8) توزيع الاجهاد الاقصى (a) الصلدة، (b) ذات تجويف 4 ملم، (c) ذات تجويف 6 ملم



شكل (9) توزيع الاجهاد الفعال (a) الصلدة، (b) ذات تجويف 4 ملم، (c) ذات تجويف 6 ملم

3-3 تأثير الانفعال الفعال اثناء عملية التشكيل للمسنن

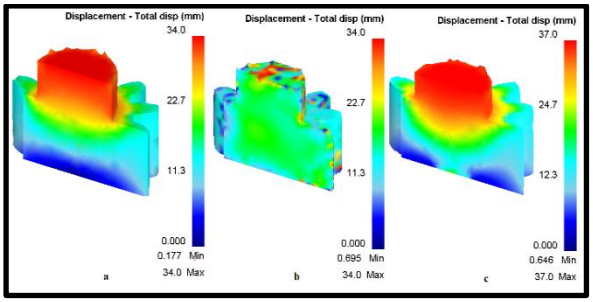
في عملية النمذجة وعند تشكيل المسنن تم دراسة وتحليل تأثير توزيع الانفعال الفعال للحالات الثلاث لقطع العمل وان التصلد الانفعالي والذي يقصد به مقاومة المعدن للتشكيل أي ان المعدن يقاوم القوة المسلطة عليه وبالتالي لا يمكن كبسه بسبب عدم وجود مجال لحركة المعدن. والشكل (10) يوضح الفرق بين نتائج عملية النمذجة للحالات الثلاث حيث انه في حالة استخدام قطعة العمل الصلدة فان اعلى قيمة للانفعال وصلت الى (7.42 mm\mm) واقل قيمة (1.16 mm\mm) اما في حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم) فان اعلى قيمة كانت (3.76 mm\mm) واقل قيمة (0.400 mm\mm)بينما في حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر(6 ملم) فان اعلى قيمة للانفعال كانت (4.65 mm\mm) واقل قيمة (0.584 mm\mm).من خلال هذه النتائج لوحظ ان اقل قيم للانفعال هي في حالة استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر داخلي (6 ملم)واعلى قيم هي عند استخدام الحالة الصلدة وهذا ناتج عن تأثير حركة جزئيات المعدن.



شكل (10) توزيع الانفعال الفعال (a) الصلدة، (b) ذات تجويف 4 ملم، (c) ذات تجويف 6 ملم

4-3 تأثير مسافة حركة جزئيات المعدناثناء عملية النمذجة

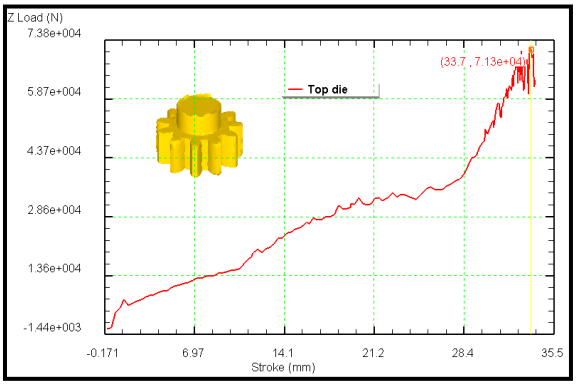
الشكل (11) يوضح نتائج النمذجة العددية لتوزيع المسافة الكلية لحركة كل جزئية من جزئيات المعدن داخل تجويف القالب من بداية الكبس حتى انتهاء عملية تشكيل المسنن، اذ نلاحظ انه في حالة استخدام قطع عمل صلدة اكبر مسافة لحركة الجزئيات وصلت الى (35 mm) والتي هي الجزئيات التي كانت في قمة قطعة العمل واقل مسافة لحركة الجزئيات التي هي في اسفل قطعة العمل كانت(0.514 mm) ،وفي حالة استخدام قطعة عمل مجوفة بقطر(4 ملم) اكبر مسافة كانت (mm34) واقل مسافة (0.695 mm)،اما في حالة قطعة العمل المجوفة بقطر(6 ملم) فكانت اكبر مسافة هي (34 mm) واقل مسافة (0.695 mm). من خلال هذه النتائج نلاحظ ان الجزئيات التي تكون في الجزء العلوي تتحرك أكثر من الجزئيات التي في الأسفل كما ولوحظ أيضا انه وفي حالة استخدام قطعة عمل الصلدة تحركت الجزيئات من الأعلى للأسفل مباشرة ومن ثم تحركت الجزئيات لملىء تجويف الاسنان وذلك لعدم وجود ثقب في قطعة العمل الصلدة اما في حالة استخدام قطع العمل المجوفة بقطر داخلي (4 ملم) و(6 ملم) لوحظ بانه هناك حركة للجزئيات لملىء تجويف القطعة وجزيئات اخرى تحركت لملىء منطقة السن او لملىء تجويف القالب أي ان هناك جزيئات حصلت لها حركة في عدة مواقع أي ان هنالك نفس الجزئيات تحركت في مواقع مختلفة داخل تجويف القالب وداخل تجويف قطعة العمل ولهذا كانت لها مسافات طويلة وبالتالي نلاحظ من الاشكال ان هنالك عدم انتظام في الحركة او المسافة التي قطعتها الجزئيات عند استخدام قطع عمل مجوفة مقارنة مع استخدام قطعة عمل صلدة.



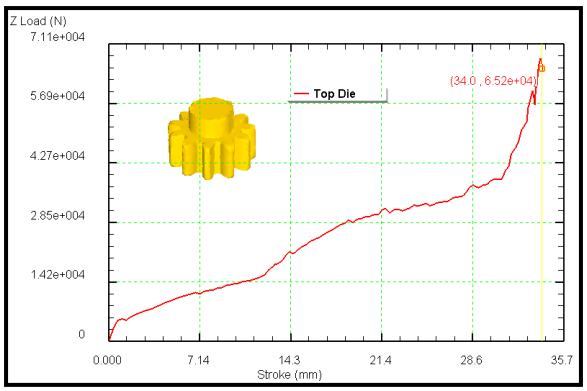
شكل (11) توزيع المسافة الكلية(a) الصلدة، (b) ذات تجويف 4 ملم، (c) ذات تجويف 6 ملم

5-3 تأثير شكل قطعة العمل على حمل التشكيل

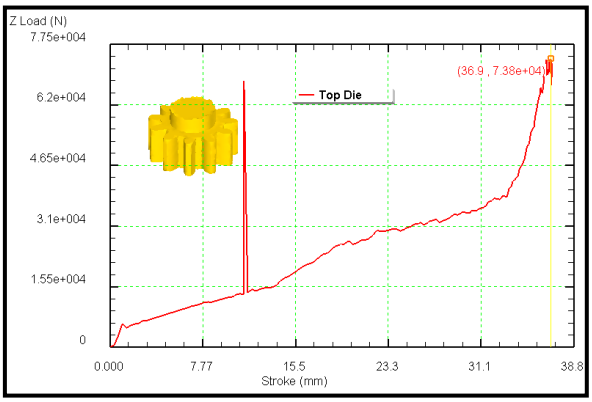
الاشكال من (12) الى (14) توضح العلاقة بين حمل التشكيل ومقدار إزاحة المكبس لنتائج عمليات النمذجة العددية لثلاث قطع عمل مختلفة من خلال اجراء عملية التشكيل على البارد وباستخدام معدن الرصاص وهذه العلاقات البيانية رسمت مباشرة اثناء تنفيذ البرنامج عند اجراء عملية النمذجة. من خلال هذه العلاقات البيانية نلاحظ انه مع زيادة مقدار إزاحة المكبس يزداد الحمل وفي جميع الحالات الثلاث لقطع العمل وبنفس الأسلوب لعمليات النمذجة. ومع امتلاء تجويف القالب والبدء بامتلاء تجويف الاسنان نلاحظ زيادة كبيرة في حمل التشكيل نتيجة لضيق المساحة السطحية ويكون الحمل عالي مقارنة بالحمل عند بدء التشكيل وتكون سرعة الكبس في بداية العملية سريعة مقارنة عن البدء بامتلاء تجويف الاسنان لكون الحركة مقيدة عند الاسنان.



شكل (12) العلاقة بين حمل التشكيل وازاحة الكبس لقطعة العمل الصلدة



شكل (13) العلاقة بين حمل التشكيل وازاحة الكبس لقطعة العمل المجوفة بقطر 4 ملم



شكل (14) العلاقة بين حمل التشكيل وازاحة الكبس لقطعة العمل المجوفة بقطر 6 ملم

4- الاستنتاجات

1- العناصر المحددة (Finite Element) المستندة إلى النمذجةبأستخدام برنامج DEFORM 3D تنفذ بنجاح في تحليل الإجهادات، الأنفعالات، سرع تدفق المعدن في عملية تشكيل المسنن ولأشكال عدة من قطع العمل.

2- من خلال النتائج لقيم متوسط الاجهادات لقطع العمل الثلاث لوحظ ان اقل قيمة ممكن الحصول عليها عند استخدام قطعة عمل صلدة. كما لوحظ من النتائج عند دراسة اقصى اجهاد عند عملية تشكيل المسنن يحدث عند استخدام قطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم). بينما لوحظ عند دراسة الاجهاد الفعال ان هنالك تقارب في قيم الاجهاد لجميع قطع العمل وتكون هذه القيم في منطقة السن أكبر من منطقة المركز.

3- ان تأثير الانفعال الفعال ومن خلال النتائج التي تم الحصول عليها من النمذجة العددية تبين ان اقل انفعال يحدث عند استخدام قطعة عمل مجوفة بقطر (4 ملم) واعلى قيمة عند استخدام قطعة عمل صلدة.

4- يتأثر حمل الذروة (Peak load) في عملية تشكيل المسنن بشكل قطعة العمل، اذ لوحظ ان قيم حمل الذروة لقطعة العمل المجوفة بقطر (4 ملم) كانت اقل من حمل الذروة للحالتين الاخريين

References

1- Wangchaichune , S. Suranuntchai,(2018), "Finite Element Simulation of Hot Forging Process for KVBM Gear", Applied Mechanics and Materials, Vol. 875, pp. 30-35.

2- T. S. Yang and Y. C. Hsu ,(2006), "A Finite Element Analysis for the Forging Process of Hollow Spur Gear", Materials Science Forum, Vols. 505-507, pp. 733-738.

3- Volodin, I.M. "Modeling of the processes of hot die forging" Moscow, 2006. - 256s

4- H.M.T. Khaleed, M.F.Addas, M.A.Mujeebu,(2014)," Flash-less Cold Forging of Cup-shaped Object and Stress Analysis of Forging Die using FEM Simulation and Experiment", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 8(24) Special 2014, Pages: 401-410.

5- M.Zadshakouyan , E.AbdiSobbouhi and H.Jafarzadeh.(2009) . "A Study on the heading of Spur Gears : Numerical Analysis and Experiments". International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering.Vol.3.No 4.pp.380-384.

6- T. S. Yang and Y. C. Hsu ,(2006), "A Finite Element Analysis for the Forging Process of Hollow Spur Gear", Materials Science Forum, Vols. 505-507, pp. 733-738.

7- Korn G., Korn T. "Handbook of Mathematics for Scientists and Engineers". 2nd Edition, 1977, 832 p.

Simulation of Cold Forming of Spur Gears using DEFORM 3D

Zainab Mohammed T. Rasheed* **Mohammed Najeeb Abdullah****
eng.zainab55@gmail.com Moh_77@mail.ru

*,** Mechanical Engineering Department- College of Engineering - University of Mosul

Abstract

In the current study, the DEFORM3D program was used to simulation of cold forming of spur gears using lead metal. Three different forms of billets were used to forming the spur gear and the choose of the size of billets was determined according to the size of suggested gear in this study. Analyzes were performed such as effect of stress, strain, average stress, total distance and speed during the formation process. Through the results of the values of the average stresses for the three billets, it was observed that the lowest value is obtained when using a solid billet. As indicated by the results of the study of the maximum stress occurs when the use of hollow billet with a diameter of 4 mm. In the study of effective stress, it was observed that there was a convergence in the stress values for all work pieces; these values in the age zone are greater than the center area. The results obtained from numerical modeling showed that the minimum effective strain occurs when using a hollow billet with a diameter of 4 mm and the highest value when using a solid billet. The velocity of the metal flow is proportional with the shape of the billet, it is noted that the value of the velocity in the case of hollow billets (4 mm and 6 mm) was close together and higher than the value of the metal flow velocity when using a solid billet. The speed of the metal flow is proportional with the amount of the billet cavity; in the case of the hard solid billet the speed is low. Peak load is affected during the formation of the spur gear with the shape of billet; it was observed that the peak load values of the 4 mm hollow billet were less than the peak load of the other two cases.

Keywords: Simulation, Spur gears, Cold forming, Forming load