

تصميم وتصنيع منظومات قوالب بواسطة الحاسوب⁺
DESIGN AND MANUFACTURE OF DIES SYSTEM USING
COMPUTER

جميلة خلف حسين^{**}

حسن حمودي مهدي^{*}

المستخلص:

لقد تمت دراسة العديد من العوامل المؤثرة على الصفائح المعدنية المستخدمة في لوحات أرقام الدور حيث تم انتاجها باستخدام انظمة CAD/CAM. وقد مرت الدراسة بمرحلتين، المرحلة الاولى تخص العمل بالحاسوب، حيث تم تصنيع قالب ثم رسمه باستخدام برامجيات AutoCAD لاجراء عملية الرسم ثنائي الابعاد ومن ثم اعداد التصاميم لعملية التنفيذ باستخدام برنامج SURFCAM الذي هو عبارة عن برنامج رسم وتشغيل وقد تم استخدام الجزء الخاص بالتشغيل فقط لتوليد شفرات السيطرة الرقمية تلقائيا للقالب والالواح وبفترة زمنية قصيرة جدا والتي عند تكوينها بالطرق التقليدية يستغرق وقتا اطول وتكون عرضة لحدوث الاخطاء ومما تجدر الإشارة اليه ان تكون الشفرات لنوع واحد فقط، بينما الدراسة بينت انه يمكن تكوين الشفرات الخاصة بتصنيع اي نوع من ال قوالب ومهما كانت درجة بساطته او تعقيده ولاي نوع من المكنائن دون الحاجة الى مدخلات جديدة. وبعد توليد الشفرات يتم اعداد القالب لمرحلة التشغيل النهائي على ماكينة التفريز المبرمجة.

أما المرحلة الثانية والتي تشمل عدة خطوات اذ يتم تهئة اجزاء القالب لمكانن التفريز المبرمجة CNC باستخدام المكانن التقليدية ثم تشغيل القالب على مكابس خاصة لاجراء عملية الطبع Embossing لتشكيل الواح معدنية تم اختيارها وبتغير عدد من المتغيرات (السمك، نوع العمليات والمعاملات الحرارية) كتطبيق على عمل القالب، ثم الخطوة الاخيرة تم فيها فحص وتحليل الاجهادات المؤثرة على الالواح وذلك باستخدام برنامج ANSYS.

تم اجراء البحث على ثلاث الواح من الالمنيوم مختلفة السمك (P3=0.8mm ، P2=0.7mm ، P1=0.5mm) وبابعاد (10 * 15,5 سم) وتسلط قوة ضغط عليها لاجراء عملية الطبع وبمقدار (30، 40، 50) بار وكانت النتائج ان اللوح الذي سمكه قليل (P1) يكون تشكيله صعب مقارنة بالعينات (P2، P3) حيث يتعرض لعدد كبير من الشقوق تجعله غير ملائم لانتاج الواح ارقام الدور وبعبكسه اللوح (P2) فان قابليته افضل واللوح (P3) ذو السمك الاكبر فان عدد الشقوق فيه قليلة جدا مما يجعله الافضل في انتاج تلك الالواح وكذلك فانه كلما يزداد الضغط المسلط يزداد عدد الشقوق المتكونة في الالواح وان الافضل هو الضغط 30 بار. كذلك فان النتائج العملية تتوافق مع النتائج النظرية والتي تم الحصول عليها باستخدام برنامج ANSYS من خلال فحص وتحليل الاجهادات للالواح الثلاثة.

Abstract:

The effects of different variables on the metal plates (plates for house's numbers) are studied using designed and manufacturing the die using CAD/CAM system. The study was done in two stages: The first stage is for computer works, in which the die is

⁺ تاريخ استلام البحث ٢٠٠٩/٨/١٧، تاريخ قبول النشر ٢٠١٠/٤/٢٧ .

^{*} مدرس / الكلية التقنية/بغداد .

^{**} مدرس مساعد /المعهد التقني /الكويت .

designed and drawn by AutoCAD program for two dimensional drawing. Then the preparation is done to achieve the process by SURFCAM program, in which had both drawing and operation. In this study the operation only is used for generating the numerical control codes automatically for die and plates with very small periods time in which for classical way needed more time and may be have several mistakes and generation the code for single type only but in the present study it can be generated any types of codes for dies of simplicity and/or complicated shapes and for any type of machines without to new inputs.

After the generation of the codes, the die is prepared for final work on the milling machine (CNC) (Computerized Numerical Control).

The second stage, which consists of several steps, parts of die are prepared for programmed milling machine and the die had been operated on by the special press in order to do the embossing process to form the metal plates. Several parameters can be changed (thickness of plate, type of process, and the heat treatment) as an application for die's work. The last step is analyzed for effective stresses on the plates by ANSYS program.

Three plates from Aluminum are used with different thickness ($P1=0.5$ mm, $P2=0.7$ mm, $P3=0.8$ mm) with dimensions (10x15.5 cm) and the pressure force is applied to get the embossing process with amount (30, 40, 50) bar and the results obtained indicate that the plate with thin thickness (P1) have difficult formation compared with the other samples (P2, P3) in which several cracks are formed, the plates are unaccepted to be used to produce the numbers of houses and vice versa the plate P2 which have the best ability and the plate P3 with high thickness have little cracks in which made him the best one in the product of these plates. When the applied pressure is increased the number of cracks increased too, and the best pressure was 30 bar. The experimental results are agreed with the theoretical results that get from ANSYS for stress analysis for three plates.

المقدمة:

ان عملية تصميم القوالب بالطرق التقليدية لا تنتج عادة من المرة الاولى بل انها تمر بعدة مراحل تجريبية لحين الوصول الى المرحلة النهائية والصحيحة مما يترتب على ذلك تصنيع قالب وأجراء عمليات تجريبية ودراسة النموذج الاولي للمنتج ثم اجراء التعديلات على القالب وعلى التصميم وقد يفشل القالب المصنع ويعاد تصنيجه الى ان نصل الى التصميم النهائي ويترتب على ذلك تكاليف عالية وضياح في الوقت والجهد، هذا ويجابه العاملون في مجال هندسة الانتاج كثيرا من الامور التي تتطلب البحث والتطوير المستمرين وذلك لأتساع هذا المجال وشموله بالعديد من العمليات كتصميم القوالب لانتشار استخدامها في اغلب مجالات حياتنا المعاصرة، كما ان اختيار التقنية الملائمة للتصنيع يعتمد الى حد كبير على الشكل المراد انتاجه، ونتيجة للتطور الحاصل في مجال تقنيات الحاسوب واستخدامه في العمليات الهندسية بدأ التوجه لأستخدام الحاسوب في تصميم القوالب لدقة وسرعة الحاسوب الامر الذي يؤدي الى تقليل الوقت الذي يستغرقه المصمم في اعداد التصاميم ثم تنفيذها [1].

قام Abdullah, M. [2] بتكوين أداة تصنيع بمساعدة الحاسوب تعمل على حاسبة دقيقة تستطيع قراءة الرسوم الهندسية للقطع الميكانيكية المرسومة بأستخدام نظام (AutoCAD).

وتولد من تلك الرسوم برامج القطع الخاصة بمكائن الخراطة والتفريز ذات التحكم العددي، وقد تم تطوير النظام من خلال إضافة عدة أيعازات الى وسيلة التصميم (AutoCAD)، وتمت الاضافة باستخدام لغة البرمجة (Auto Lisp) لتمكن المستخدم من كتابة المسلك التكنولوجي لعمليات القطع ضمناً من خلال الرسم ، وبين الباحث أن هذه الأداة تتكون من ثلاثة برامج أساسية وهي برنامج توليد الأيعازات (Translator) وبرنامج التغيير أو التحوير (Editor) وبرنامج المحاكاة (Simulation)، وقد تم استخدام لغة الباسكال في كتابة برمجيات الأداة، وبين الباحث أن كلفة المعالج والذي يحول لغة (APT) واللغات العالية المستوى الأخرى الى شفرات سيطرة رقمية قد أنخفضت بسبب توليد هذه الشفرات بصورة مباشرة من الرسم.

قام Tawfik و El-Baz [3] بدراسة موضوع برمجة الجزء بصورة ذاتية وتلقائية (Auto CNC Part-Programming) باستخدام نظام قاعدة بيانات التشغيل (Machinability Data Base). فبعد أن يقوم المستخدم برسم مساقط الجزء المراد تشغيله بمعونة حقائب (AutoCAD Version 9) وينتهي من الرسم، يقوم باخراج ملف تبادل البيانات ويحول المعلومات الموجودة والمنترعة من الرسم الى ملف قاعدة البيانات (DBF) والمنترعة (Data Base File)، ثم يقوم بأنتزاع جميع المعلومات الخاصة بالعناصر الهندسية ويحدد التسلسل المطلوب للمكونات (Sequence Of Entities)، بعدها يقوم البرنامج بتوليد الشفرات الكاملة لتشغيل الماكينة المبرمجة باستخدام لغة (Base IV)، وقد بين الباحثان أن هذا البرنامج يحتوي على دوال لتعيين السرعة والتغذية المثالية والتي تكون موجودة في قاعدة البيانات التكنولوجية.

قام Al-Naseri [4] بتصميم نظام تصنيع وتنفيذه بمساعدة الحاسوب باستخدام الحاسبات الدقيقة (Microcomputer)، وتم توليد شفرات مكائن التشغيل ذات السيطرة الرقمية باستخدام قاعدة بيانات الجزء المصمم ، و فلسفة العمل تتلخص في تحقيق نظام ذكي وسهل الاستخدام وبكلفة واطئة ، ويستند مفهوم النظام على آلية استخلاص الخواص وترجمة الاشكال الهندسية والمسماة بألية الفرز الهندسي (Geometric Sorting Module) (GSM) ويتعامل النظام مع هيكل المعلومات البيانية الخاصة به، علاوة على إمكانية تعامله مع مدى واسع من انواع المدخلات مثل رسوم حقيقية (AutoCAD) وكذلك رسوم برنامج الرسم الخاص بالنظام (GSM-CAD)، وبين الباحث ان عملية توليد الشفرات تتم آلياً وبصورة كفوءة وبسيطة مع أقل تدخل من قبل المستخدم، وكما يتحسس النظام عند أكمال الرسم الهندسي للمشغولة أو الخروج عن المواصفات القياسية، وقد قام الباحث بتنفيذ النظام على حاسوب مكافئ في المواصفات لحاسبات (IBM)، وتم بناء معالج خاص بالمسيطر نوع (Fanuc 10T)، وقد تمت محاكاة الشفرات المتولدة وتمثيل عملية القطع بالرسم على شاشة الحاسوب لأغراض التدقيق، ويتم تحميل الشفرات المتولدة الى ماكينة السيطرة الرقمية مباشرة عن طريق قناة الربط (RS-232 C)، وتحت تحكم المستخدم.

قام تحسين فاضل [5] ببناء وتطوير نظام لتصميم وتصنيع القوالب وبعض السطوح المعقدة بمساعدة الحاسوب، وقد أشتمل النظام ثلاثة أنظمة فرعية وهي أنظمة تصميم وتصنيع قوالب قص الشرائح المعدنية، وقوالب البثق المباشر، وبعض السطوح المعقدة الأخرى، فبالنسبة لقوالب القص استخدم الباحث حقائب برمجيات الرسوم (AutoCAD Re 1.12) لأعداد الرسوم الاولية وتوليد ملفات تبادل البيانات (DXF) وكذلك تمثيل التصاميم المنجزة وبين الباحث ان هذا النظام يتيح امكانيات عديدة مثل برنامج للتحقق الهندسي وتمثيل الاجزاء الرئيسية للقالب وتشغيلها على المكائن المبرمجة.

قام Jamal S. [6] ببناء أداة تصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM Utility) لتوليد برامج مكائن التفريز ذات التحكم العددي من خلال طريقتين للحصول على المعلومات اللازمة للأجزاء المكونة معتمداً على طريقة الاشكال الاساسية (Primitives) والمخصصة لعملية التفريغ (Cavity)، حيث تعتمد الطريقة الاولى على تجميع عدد من الاشكال لتكوين

انموذج معقد يصعب تكوينه بالطرق التقليدية وكذلك يحتاج الى وقت طويل في عملية التصنيع ومن ثم توليد برنامج خاص لماكينة التفريز لكل شكل من الاشكال الاساسية ومن ثم ارسالها الى ماكينة التفريز ببرنامج الاتصال وقنوات الربط ، ويتم تمثيل الانموذج المعقد في نظام ذو البعدين (2-D) من خلال استخدام ملف تبادل البيانات بعد ادخال المعلومات اللازمة للأشكال الاساسية يدويا، واستنتج الباحث ان هناك متغيرات تؤثر على عملية توليد مسار عدة القطع مثل قطر العدة وموقع النقطة الاساسية للشكل.... وغيرها.

قام عدنان جميل عباس [7] ببناء نظام تصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM) لتوليد الشفرات المناسبة لمكائن الخراطة المبرمجة (CNC) ذات المسيطرات نوع (Fanuc (10T, 11T, 12T, 11TT) وبنسق خارج الخط الانتاجي (-Off line)، وقد تضمن النظام المقترح توليد شفرات السيطرة الرقمية (G-Code) على ثلاث مراحل حيث تم استخدام احدى الوسائل المتاحة للرسم بالحاسوب، فقد تم اختيار حقيبة الرسم (AutoCAD) لأجراء عملية الرسم ثنائي الابعاد لكل من الخامة (Raw Material) والجزء المشغل (Workpiece)، ثم يتم استخراج ملف تبادل البيانات (Data Exchange File) (DXF) لكل منها وبأستخدام هذا الملف تم توليد شفرات (G-Code) بأستخدام برامجيات النظام المقترح التي تم اعدادها للعمل على حاسوب شخصي تم ربطه مع ماكينة الخراطة المبرمجة عن طريق قناة الربط المتسلسلة (Rs-232).

كما وقام Ommar F. Khlfa [8] ببناء نظام حاسوبي مؤتمت لاستنتاج البيانات التشغيلية للأشكال المصممة ثلاثية الابعاد من خلال تحويل هذه الاشكال الى اشكال ثنائية الابعاد متعددة الطبقات ومن ثم تشغيل هذه الاجزاء وبشكل مؤتمت باستخدام مكائن التحكم العددي، اعتمد النظام على برنامج الرسوم الحاسوبية (AutoCAD) لبناء الاشكال ثلاثية الابعاد باستخدام طريقة بناء الاجسام الصلدة (CSG) ومن خلال استدعاء ومعالجة الاشكال القياسية في قاعدة البيانات تم استخدام لغة (Auto Lisp) بجانب (AutoCAD) لدمج واستحداث مجموعة من الاوامر لتنفيذها دفعة واحدة من اجل أتمتة عملية تحويل الاشكال ثلاثية الابعاد الى اشكال ثنائية الابعاد متعددة الطبقات باستخدام خاصية (Slicing Techniques).

لقد تمت معالجة بيانات الطبقات ثنائية الابعاد وتحويلها الى ملف تبادل البيانات صيغة (DXF) وتوليد هذه البيانات كمخرجات من برنامج (AutoCAD) ومن ثم معالجتها وتحويلها الى مدخلات البرنامج التشغيلي (SURFCAM) الذي استخدم هنا فقط للمساعدة في توليد مسار العدة لكل طبقة من طبقات الاشكال ثلاثية الابعاد، هذا وقد تم استخدام ماكينة التفريز العمودي المبرمج نوع (Bridgeport CNC Vertical Machine BOSS 4.1 Milling) لتنفيذ تشغيل النماذج علما ان نظام الماكينة قديم لذلك تم بناء برنامج حاسوبي بحيث يجعل مخرجات نظام السيطرة (Fanuc) (15 MB) المستنبطة من برنامج (SURFCAM) ملائم كمدخلات للماكينة.

هدف البحث:

- (1) توليد شفرات السيطرة الرقمية (G-Code) بصورة تلقائية لماكينة التفريز المبرمجة (CNC) لغرض تنفيذ القالب عليها بأستخدام (CAD/CAM) علما انه بنفس الطريقة يمكن توليد تلك الشفرات لأي قالب ولأي نوع من المكائن المستخدمة ولعمليات ميكانيكية اخرى مثل الخراطة ايضا.
- (2) دراسة تأثير عدة متغيرات على طبع ألواح أرقام الدور (السلك، المعاملة الحرارية (التلدين)، مقدار قوة الطبع المستخدمة).

(٣) دراسة توزيع الاجهادات باستخدام برنامج (ANSYS) على الالواح المعدنية الخاصة بارقام الدور والتي تم طبعها بواسطة قالب خاص تم تصميمه وتصنيعه لهذا الغرض باستخدام (CAD/CAM) كتطبيق على عمل القالب.

المكونات المادية والبرمجية المستخدمة في بناء النظام المقترح لتوليد الشفرات:

لقد استخدمت مكونات مادية ومكونات برمجية في بناء النظام المقترح لتوليد شفرات السيطرة الرقمية ففي ما يخص المكونات المادية تم استخدام حاسبة شخصية نوع (بانتيوم 4) وكذلك ماكينة تقريز مبرمجة (CNC) نوع (Fanuc)، اما المكونات البرمجية فانها تشمل حقيبة الرسم (AutoCAD) في عملية توليد رسومات الاشكال الهندسية للقالب وكذلك اجزاء التشكيل العليا (Punch) واجزاء التشكيل السفلى (Die) بعد ذلك تم استخدام برنامج (SURFCAM) والذي هو برنامج رسم وتشغيل حيث تم الاستفادة منه فقط في الجزء الخاص بالتشغيل اذ انه يتم توليد شفرات السيطرة الرقمية الخاص بكل جزء سواء كان القالب الذي تم تصميمه او اجزاء التشكيل العليا والسفلى التي توضع داخل القالب والتي بواسطتها يتم طبع الالواح المعدنية كتطبيق على عمل القالب.

يتضمن هذا البحث تصميم قالب طبع ارقام الواح الدور كمثال على تطبيقات (CAD/CAM) حيث يمر البحث بمرحلتين:

اولا: المرحلة الاولى

وتتضمن ما يلي:

(١) تصميم القالب والذي هو قالب تشكيل معدني من الالمنيوم ويضم مجموعة من الاجزاء وقد تم رسم كافة الاجزاء باستخدام برنامج (AutoCAD)، وكما موضح في الاشكال (١)، (٢) و (٣).



الشكل (٣) عملية الطبع على لوح الالمنيوم باستعمال الحفر في البراص



الشكل (٢) عملية الطبع على لوح الالمنيوم باستعمال البروز في البراص



الشكل (١) قالب الالمنيوم بوجود ارقام البراص في القالب والمخرم

(٢) بعد الانتهاء من الرسم يتم تحويل التصميم الى برنامج (SURFCAM) وهو من البرامج الهندسية المتخصصة بتشغيل الاجزاء على المكين المبرمجة (CNC) ويمتاز هذا البرنامج بما يلي:

(أ) يقوم بتهيئة كل العناصر المطلوبة للتشغيل على المكائن المبرمجة مثل اختيار نوع المعدن ونوع العدة ومقدار التغذية وغيرها.

(ب) العمل على انواع متعددة من الانظمة العالمية الخاصة بتشغيل المكائن المبرمجة.

(ت) العمل على مختلف عمليات التشغيل الميكانيكي مثل الخراطة والتفريز والتنقيب والقطع بالسلك.

(ث) يمكن باستخدام البرنامج التخلص من الاخطاء الممكن حدوثها في اثناء التصميم او عند كتابة (G-Code) بالطريقة التقليدية والتي تعتمد على خبرة مشغل الماكينة.

(ج) تحويل التصميم الى ايعازات (G-Code) مباشرة اذ يقوم البرنامج بكافة حسابات التشغيل دون تدخل مشغل الماكينة.

(ح) يقوم بتشغيل الجزء على الحاسبة دون لجوء المصمم او المنفذ الى تجربة العمل على الماكينة مباشرة وما يترتب عليها من خسائر في المواد والوقت والجهد وبالتالي زيادة كلفة التصنيع.

ان برنامج (SURFCAM) يعتبر مهما جدا في عملية اتمام واطهار عملية التشغيل للمعدن المراد تشغيله على شاشة الحاسوب قبل البدء بالتنفيذ على ماكينة (CNC) وذلك لتلافي الفشل او ضياع المعدن والجهد، كذلك يتم اختيار نوع العملية المطلوبة للتنفيذ كونها خراطة او تنقيب علاوة على ادخال المتغيرات الخاصة بنوع المعدن ونوع العدة وتحديد نوع القطع وعمق القطع.

ان النقطة المهمة هي اختيار نوع النظام اذ يتم من خلال هذا البرنامج اختيار نوع النظام وحسب ما موجود في المصنع، بعد ذلك يتم تلقائيا توليد شفرات السيطرة الرقمية من خلال الحصول على قائمة الايعازات والتي تكون قائمة واحدة او اكثر حسب تعقيد البرنامج وعدد العمليات المنفذة والنظام المستخدم.

قبل البدء بمرحلة التنفيذ يتم عرض العمل على شاشة الحاسوب للتأكد من صحة الخطوات السابقة لعملية التنفيذ.

(٣) تنفيذ القالب على المكائن المبرمجة (CNC) وتتم هذه العملية حسب الخطوات التالية:

(أ) ادخال البيانات الى الماكينة.

(ب) تهيئة القطع التي سيتم تشغيلها على الماكينة.

(أ) ادخال البيانات الى الماكينة

ويتم ادخال البيانات حسب الامكانية المتوفرة في المصنع باكثر من صيغة والتي تشمل:

(أولا) طبع الملف الذي يحوي ايعازات (G-Code) بايعاز (Print) والموجود في اعلى الفايل بعد ربط طابعة

ومن ثم ادخالها الى الماكينة عن طريق قناة السيطرة (MDI) (Data Input Manual).

(ثانيا) نقل الملف الى قرص مرن (Flopy 3.5) ليتم تحميله على الماكينة فيما بعد.

(ثالثا) ربط الحاسبة بالماكينة مباشرة طريق سلسلة الربط (RS - 232 Communication Link).

(ب) تهيئة القطع التي سيتم تشغيلها على الماكينة

يتم ربط القطع على طاولة الماكينة واجراء اللازم لبداية العمل بعد ان تكون القطعة مشغلة بشكل اولي على

المكائن التقليدية لتصفية ابعادها وتنعيمها.

ثانيا: المرحلة الثانية

هي مرحلة لا تدخل ضمن عمليات (CAD/CAM) ولكنها مهمة جدا لانجاز القالب ونتاج نماذج ذات جودة

عالية وبالدفقة المطلوبة وتتم حسب الخطوات التالية:

(١) التشغيل على المكائن التقليدية

وهذه الخطوة تسبق تنفيذ جزء القالب على الماكينة المبرمجة (CNC) اي يتم هنا تهيئة القطعة الى الماكينة المبرمجة والتي تتم كما يلي:

(أ) مكائن التفريز التقليدي حيث يتم فيها تصفية ابعاد الخامة (طول، عرض، سمك) مع ترك سماحات لتشغيلات اخرى.

(ب) مكائن التجليخ (التنعيم) لتحقيق النعومة في سطوح القطعة بعد تصفية ابعادها الخارجية وكذلك تحقيق التوازي والتعامد الضروريين قبل التشغيل على ماكينة التفريز المبرمجة لتنفيذ التشكيلات.

(٢) فحوصات الالمنيوم الخاصة بالتشكيل

كتطبيق على عمل القالب وبعد ان تم انجاز القالب بمرحلتيه التصميمية والتنفيذية تم تشغيل القالب على المكابس بوجود الالمنيوم تم وضعها داخل القالب لتشكيل الارقام عليها بجودة عالية وهي الغاية من تصنيع القالب بالامكانية المتطورة (CAD/CAM)، لذا لا بد ان تكون الالمنيوم ذات مواصفات جيدة من حيث النوعية والسمك وتحملها لقوة الكبس وغيرها من المواصفات، وفيما ادناه الاختبارات التي تمت على ثلاثة انواع من الالمنيوم لتحديد افضلها لانجاز العمل علما انها مختلفة السمك (٠,٥، ٠,٧، ٠,٨ سم) والاختبارات هي:

(أ) التحليل الكيماوي

تم اجراء التحليل الكيماوي لثلاث عينات من الالمنيوم وبقيم مختلفة للسمك (P1=0.5 mm ، P2=0.7mm ، P3=0.8mm) وكانت النتائج كما مبين في الجدول (١) وذلك باستخدام طريقة المطياف الذري اللهبى (Automic Absorption) والموجود في شركة ابن سينا العامة والموضح بالشكل (٤).

الجدول (١) يبين التحليل الكيماوي لالواح الالمنيوم

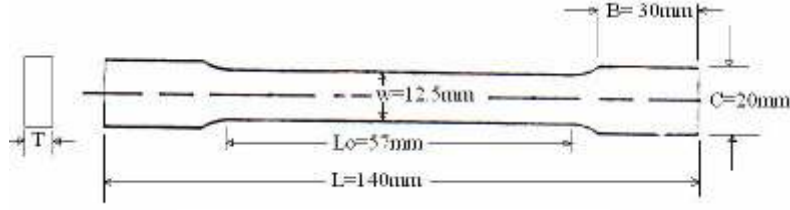
Sample	Al %	Si %	Mg %	Cu %	Mn %	Zn %
P1, P2, P3	99.77	0.072	0.012	0.0088	0.0017	0.065



الشكل (٤) جهاز المطياف الذري

(ب) قطع المعدن

تم قطع المعدن الى اشكال معينة ومحددة في مختبر المقاومة / قسم هندسة الانتاج والمعادن في الجامعة التكنولوجية وذلك لتهيئة العينات للفحوصات الميكانيكية وكما مبين في الشكل (٥).



الشكل (٥) شكل وابعاد عينة فحص الشد

(ت) الفحوصات الميكانيكية

تم اجراء فحص الشد (Tensile Test) على العينات وذلك للحصول على قيم كل من:

σ_u : Ultimate Tensile Strength

σ_y : Yeild Stress

e % : Elongation

والجدول (٢) يبين ذلك ولكل نوع من العينات (P3 ، P2 ، P1).

الجدول (٢) يبين الخواص الميكانيكية لالواح الالمنيوم P3 – P2 – P1

Sample No.	Thickness (mm)	e (%)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	E (MPa)
Plate 1	0.5	5.78×10^{-3}	73	97.3	70
Plate 2	0.7	6.1×10^{-3}	66.5	103	70
Plate 3	0.8	6.3×10^{-3}	65	97	70

(ث) تهيئة المعدن لاختبارات التلدين والضغط

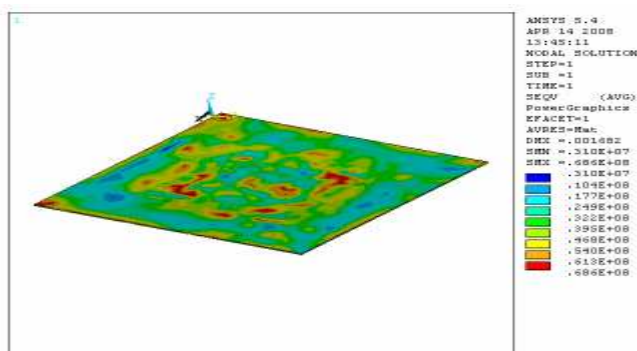
تم تهيئة المعدن لاجراء عملية التلدين (Annealing) والتي هي احد انواع المعاملات الحرارية (Heat Treatment) حيث يتم فيها تسخين المعدن الى درجة حرارة معينة ثم تبريده داخل الفرن (علما ان درجة حرارة انصهار الالمنيوم تساوي 650 م°).

لقد تم تهيئة المعدن لاختبارات التلدين والطبع وذلك بقطعه الى قطع مستطيلة الشكل وابعاد (15×10.5) سم، وذلك للعينات الثلاث (P3 ، P2 ، P1).

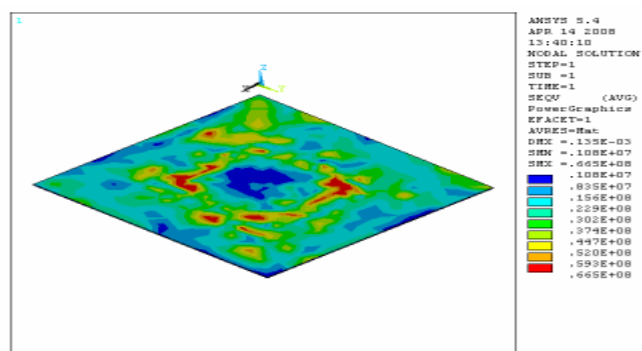
الاختبارات

(١) نأخذ ثلاث قطع من كل نوع من انواع الالمنيوم الثلاثة وبالابعاد المذكورة في الفقرة رابعا وذلك لاجراء عملية الطبع (Embossing) عليها مباشرة وبدون اجراء اي معاملة حرارية حيث سيتم طبعها تحت ضغوط معينة ومحددة (٣٠، ٤٠، ٥٠) بار، ويتم ذلك باستخدام مكابس خاصة حيث يتم تشغيل القالب عليها وبذلك يتم تشكيل الارقام وهي الغاية من تصنيع القالب بالامكانية المتطورة (CAD/CAM).

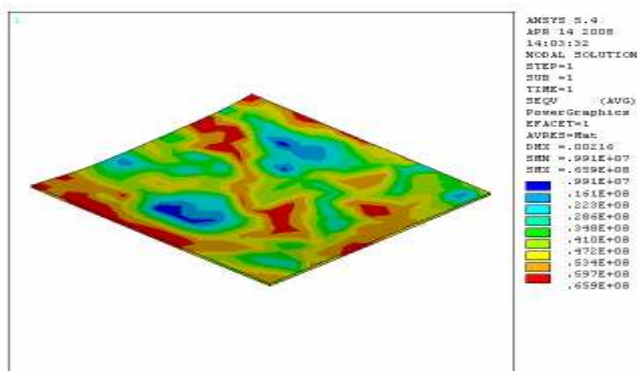
(٢) نأخذ (٤٨) عينة من كل نوع من انواع الالمنيوم الثلاثة (P3 ، P2 ، P1) وبالابعاد المطلوبة وذلك لاجراء المعاملة الحرارية (التلدين) ثم عملية الطبع وكما يلي:



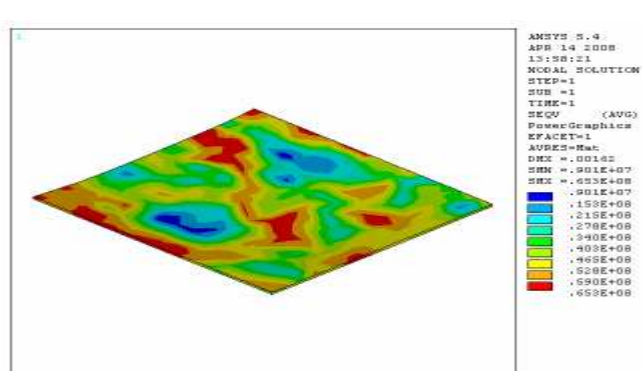
الشكل (١١) توزيع الاجهادات المكافئة للوحة P2 وعند ضغط ٥٠ بار



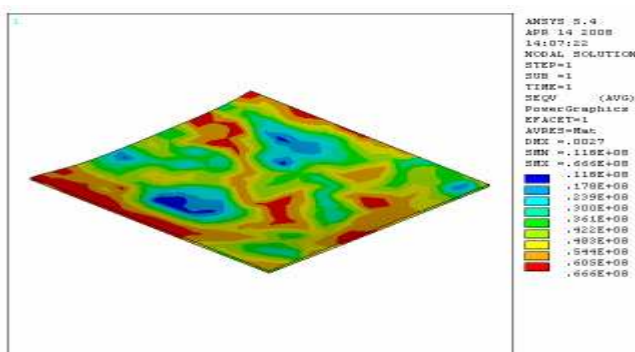
الشكل (١٠) توزيع الاجهادات المكافئة للوحة P2 وعند ضغط ٤٠ بار



الشكل (١٣) توزيع الاجهادات المكافئة للوحة P3 وعند ضغط ٤٠ بار



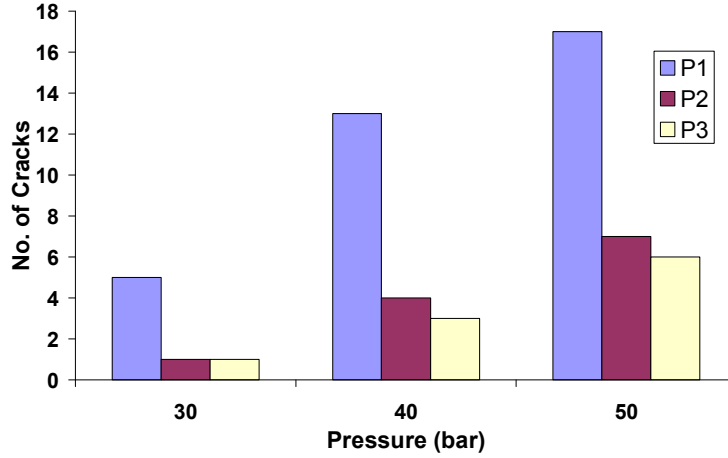
الشكل (١٢) توزيع الاجهادات المكافئة للوحة P3 وعند ضغط ٣٠ بار



الشكل (١٤) توزيع الاجهادات المكافئة للوحة P3 وعند ضغط ٥٠ بار

عند اجراء عملية الطبع عمليا وبدون تلدئين اي دون ان يتم اجراء معاملة حرارية (Heat Treatment) وبمقدار ضغط (٣٠، ٤٠، ٥٠) بار وكما موضح في الشكل (١٥) نجد ما يلي:
(١) عند استخدام الضغط (٣٠ بار) فان الالواح (P2، P3) لا تحدث فيهما شقوق وان حدثت فهي قليلة وصغيرة جدا بينما في اللوح (P1) فيحدث عدد قليل من الشقوق.

(٢) عند استخدام الضغط (٤٠ بار) فان عدد الشقوق يزداد في الالواح الثلاثة حيث تكون قليلة في (P2) واقل منها في (P3) بينما تكون كثيرة جدا في (P1) وتصل حد الفشل.
 (٣) عند استخدام الضغط (٥٠ بار) تكون الشقوق أكثر في (P3, P2, P1).



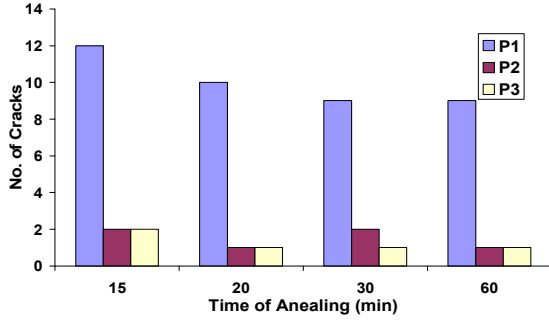
الشكل (١٥) عملية الطبع او الضغط بدون اجراء معاملة حرارية

اما عند استخدام عملية الطبع بعد اجراء المعاملة الحرارية للتلدين وبدرجات حرارة تلدين (١٥٠، ١٧٥، ٢٠٠، ٢٢٥) درجة مئوية ويزمن تلدين مقداره (15، 20، 30، 60) دقيقة فان النتائج كانت كما يلي:

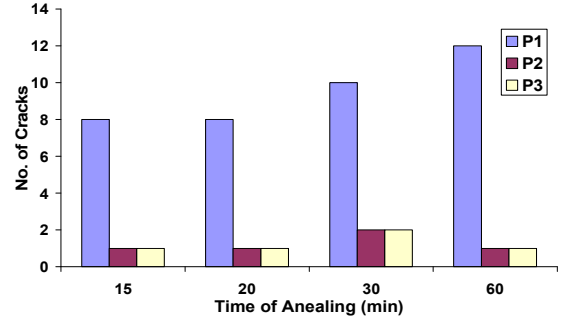
(١) عند استخدام الضغط (٣٠ بار) فان (P3, P2) تحدث فيهما شقوق قليلة او تكاد تكون معدومة بينما في (P1) فان عدد الشقوق كبير لدرجة يعتبر معها اللوح فاشل. ان سمك اللوح (P2) (0.7cm) يكون الافضل حيث تتحسن خواص عملية الطبع عند تلدينه بدرجة حرارة مقدارها (٢٢٥) درجة مئوية وزمن تلدين مقداره (30، 60) دقيقة اما عند درجة حرارة تلدين (150) درجة مئوية و زمن تلدين (15، 20، 30) دقيقة فان (P3, P2) كلاهما جيد ولكن (P1) تزداد عدد الشقوق فيه كلما ازداد زمن التلدين وكما موضح في الاشكال من (١٦) الى (١٩).

(٢) عند استخدام الضغط (٤٠ بار) فان الالواح الثلاثة تزداد فيها عدد الشقوق وخاصة (P1) لدرجة الفشل وكما موضح في الاشكال من (٢٠) الى (٢٣).

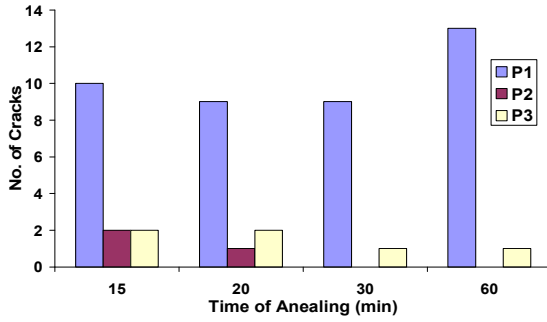
(٣) عند استخدام الضغط (٥٠ بار) نجد انه في اغلب الاحيان ان (P3) افضل من (P2) عند درجات حرارة تلدين (150، 175، 200) درجة مئوية على الرغم من عدد الشقوق الكبير ويقبل عدد الشقوق عند التلدين بدرجة حرارة (225) درجة مئوية بينما (P1) يعتبر فاشل في جميع الحالات وكما موضح في الاشكال (٢٤) الى (٢٧).



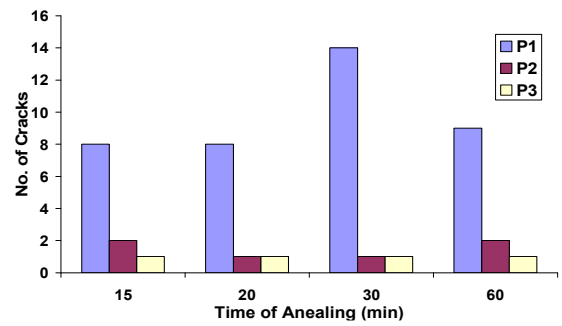
الشكل (١٧) عملية الطبع بضغط ٣٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ١٧٥ °م



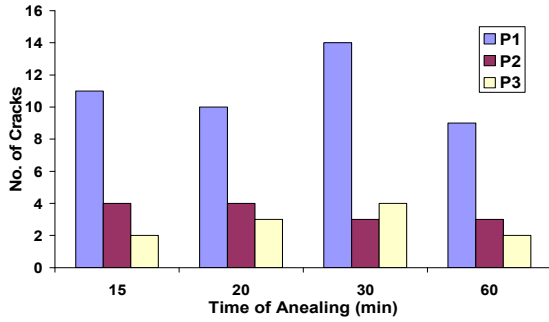
الشكل (١٦) عملية الطبع بضغط ٣٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ١٥٠ °م



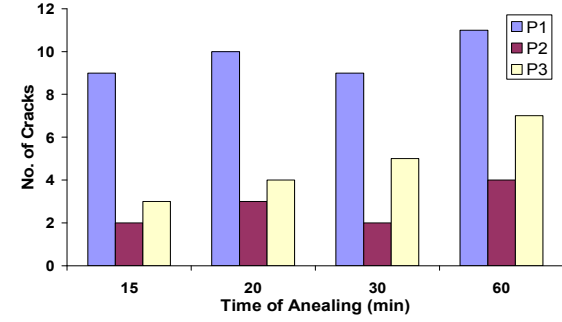
الشكل (١٩) عملية الطبع بضغط ٣٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ٢٢٥ °م



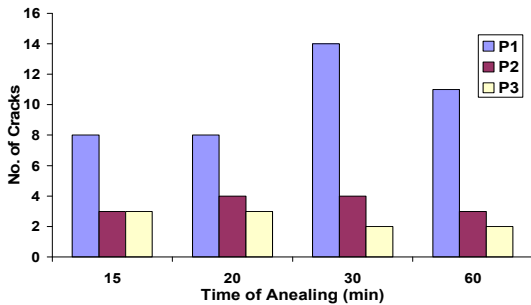
الشكل (١٨) عملية الطبع بضغط ٣٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ٢٠٠ °م



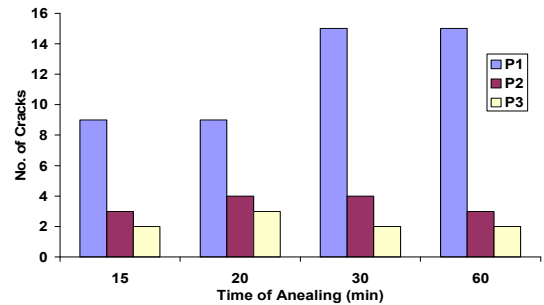
الشكل (٢١) عملية الطبع بضغط ٤٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ١٧٥ °م



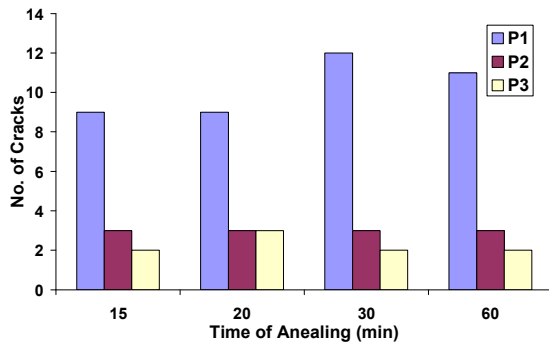
الشكل (٢٠) عملية الطبع بضغط ٤٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ١٥٠ °م



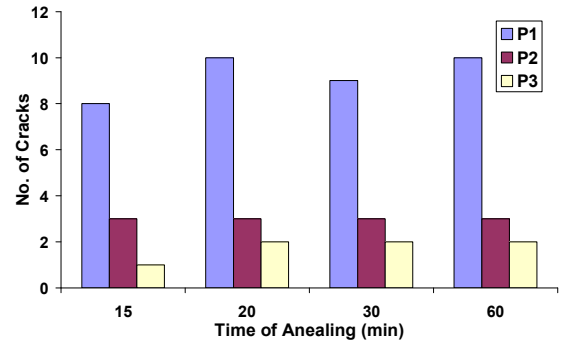
الشكل (٢٣) عملية الطبع بضغط ٤٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ٢٢٥ °م



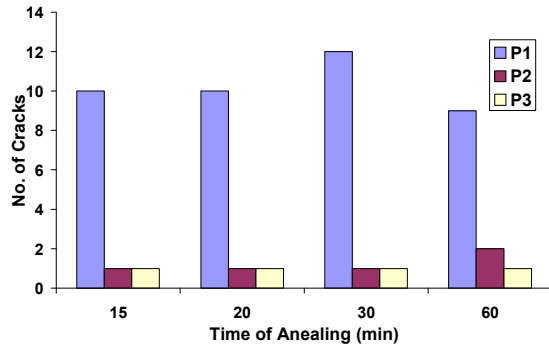
الشكل (٢٢) عملية الطبع بضغط ٤٠ بار ودرجة حرارة تلمدين ٢٠٠ °م



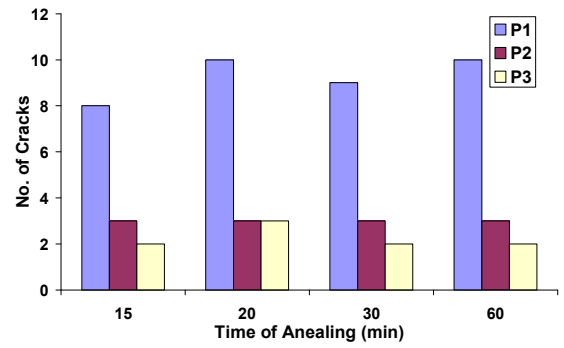
الشكل (٢٥) عملية الطبع بضغط ٥٠ بار ودرجة حرارة تلدن ١٧٥°م



الشكل (٢٤) عملية الطبع بضغط ٥٠ بار ودرجة حرارة تلدن ١٥٠°م



الشكل (٢٧) عملية الطبع بضغط ٥٠ بار ودرجة حرارة تلدن ٢٢٥°م



الشكل (٢٦) عملية الطبع بضغط ٥٠ بار ودرجة حرارة تلدن ٢٠٠°م

الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها يمكن تلخيص الاستنتاجات الآتية :

(١) يهين نظام (SURFCAM) المعلومات اللازمة باتجاه تكامل أنظمة تصميم وتصنيع القوالب من خلال استخدامه في الرسم ثم التشغيل وبذلك يمكن توليد شفرات السيطرة الرقمية بسهولة واستخدامها في مكائن السيطرة الرقمية المبرمجة (CNC) لاي نوع من العمليات الميكانيكية سواء كانت تفرز (Milling)، خراطة (Turning)، تنقيب (Drilling) وغيرها وكذلك لاي نوع من المكائن سواء كانت (Fanuc) او (Siemens) وهكذا.

(٢) يمكن لأي مصمم التعامل مع برنامج (SURFCAM) وتطبيق خطواته لتصميم وتشغيل القوالب لأن البرنامج يتضمن قواعد بيانات تصميمية متكاملة وأشكال توضيحية تلبى معظم متطلبات عملية التصميم.

(٣) عند توليد الشفرات بهذه الطريقة نجد انه بالامكان التعامل مع اشكال هندسية مختلفة مهما بلغت درجة بساطتها او تعقيدها وعدم التقيد بأشكال معينة من خلال تضمنه المعالجات التصميمية اللازمة للوصول الى التصميم النهائي للقالب .

(٤) ان الالواح المستخدمة مختلفة السمك نجد ان (P1) ذو السمك الاقل يتعرض الى عدد اكبر من الشقوق بينما تكون الشقوق قليلة في اللوح (P2) واقل بكثير في اللوح (P3) ذو السمك الاكبر حيث ان القوة المسلطة على

مساحة المقطع هي نفسها والذي اختلف هو مساحة المقطع التي تكون قليلة عند السمك (0.5 ملم) وتزداد مع زيادة السمك وهذا يتوافق مع النتائج التي اظهرت ان اللوح (P3) ذو السمك الاكبر هو الافضل في جميع الحالات حيث ان عدد الشقوق قليلة جدا فيه بينما (P1) فاشل في جميع الحالات لكثرة عدد الشقوق فيه .
(٥) يتضح مما تقدم انه في حالة الطبع بدون تلدين والطبع بعد التلدين فالنتائج متشابهة . ان النتائج في حالة التحليل النظري باستخدام برنامج (ANSYS) متشابهة ومطابقة لما في الحالة العملية لان التشققات تحدث في الاماكن نفسها وهي حافات الالواح والحافات الحادة والزوايا لان الحافات تتمركز فيها الاجهادات فتكون اكثر عرضة للتشقق .

المصادر:

- ١- جي، أي، ديتز "الميتالورجيا الميكانيكية" ، ترجمة د. عبد الرزاق اسماعيل و د. عبد الوهاب المشهداني، قسم هندسة الانتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية، بغداد ١٩٩٤.
- 2- ABDULLAH, M.; "*CAD/CAM Integration for CNC Machine Tools*"; MSc. Thesis, University of Technology, Iraq, Nov. 1991.
- 3- Midany, T., and El- Baz, M.; "*Auto CNC Part Programming Through Machinability Database System*"; PD- Vol. 43 Computer Applications and Design Abstraction, pp. 1-7, ASME 1992.
- 4- Al-Naseri, S.; "*An Intelligent Micro- Computer Based CAM/Postprocessor for CNC Machines*"; MSc. Thesis, University of Technology, Iraq, October 1994.
- ٥- العاني، تحسين فاضل؛ "تصميم وتصنيع القوالب وبعض السطوح المعقدة بمساعدة الحاسوب"؛ اطروحة دكتوراه؛ قسم هندسة الانتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية، العراق، ١٩٩٩.
- 6- Jamal, S., "*Off Line Programming to a CNC Milling Machines Using a personal Computer*"; MSc. Thesis, University of Technology, Iraq, Dec. 1999.
- ٧- عدنان جميل عباس؛ "نظام توليد الشفرات البرمجية لمكائن الخراطة ذات السيطرة الرقمية بنسق خارج الخط" رسالة ماجستير؛ قسم هندسة الانتاج والمعادن/الجامعة التكنولوجية، بغداد/العراق، ٢٠٠١.
- 8- Ommar Fanar Khelfa; "*NC data generation facility for solid modeling system*"; MSc. Thesis; University of Technology, Iraq, Sep. 2006.