SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

The Implementation of a Shop Floor Management System

Salem.A.Sultan[a], Abdulmunem.Khamees .Alfirjani[a], Fouzi Muftah elhadar[b]

a) Engineering Technical College - Ganzour

b) Higher Institute Of Science and Technical –Tarhona

Mf7319@gmail.com

Abstract:

The shop-floor control primarily involves, scheduling, sequencing and routing jobs on various machines. Production scheduling is a process to allocate appropriate resources for the required manufacturing tasks and to identify the sequence and timing parameters to accomplish these tasks. Limited resources include facilities, persons, materials, and so on. A good schedule can reduce the efforts in manufacturing, thus improving the competitiveness of products. The problem is to find the best sequence of operations on each machine in order to minimize the maximum completion time (make span) or any other regular performance measure without violating the precedence constraints.

Meanwhile, most of the underlying management processes and structures remain hidden to the outside observer. Closing this major gap is the objective of shop floor management. It provides and formalizes an integrated framework of processes with defined roles, responsibilities and competencies to sustain and improve efficiency. Its fundamental principles include a focus on prevention, frequent high decision making and empowered teams consisting of experts, managers and operators. The objective of this research paper is to define the scope of shop floor management, to sketch a generic structure in terms of an overall process reference model as well as to detail new and modified sub processes, roles and responsibilities to enhance its implementation.

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

Keywords: Continuous Improvement, Shop floor Management,

1. Introduction.

Scientific research has focused mostly on lean principles, behavior and rules rather than on describing management processes in more detail [1,2]. Due to the abstract nature of these rules, their interpretation and implementation still represents a major challenge for practitioners [3].

Jeffrey Liker notes in his 4P Lean Enterprise Model that most companies are on the "process" layer, i.e. they focus their effort on reducing the seven types of waste while not substantially addressing their philosophy, people and external partners [4]. The concept of shop floor management emerged from recognizing the need for efficient, on-site problem solving and therefore contributes to the highest layer in the 4P-model. In practice, problem solving or performance tracking have not been necessarily set up as supporting processes to address the real needs of the production floor but rather for satisfying external requirements such as management reporting. Moreover, while it is essential for managers to be present on the shop floor,, there is often a lack of structures and standards to efficiently improve decision making aligned with operational implementation. Therefore, the objective of (Shop Floor Management)SFM described here is to close, as much as possible, the gap between individual behavior and organizational guiding principles and their application in a systematic, process-oriented industrial approach.

2.Interactive shop-floor design technique.

The different operations to perform on customer order to get a finished job are specified as input data for each specified order; the following steps are carried out, as is shown in Figure (1)

SRJMET
Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144
ISSN:399-2017
01. Jan.2018

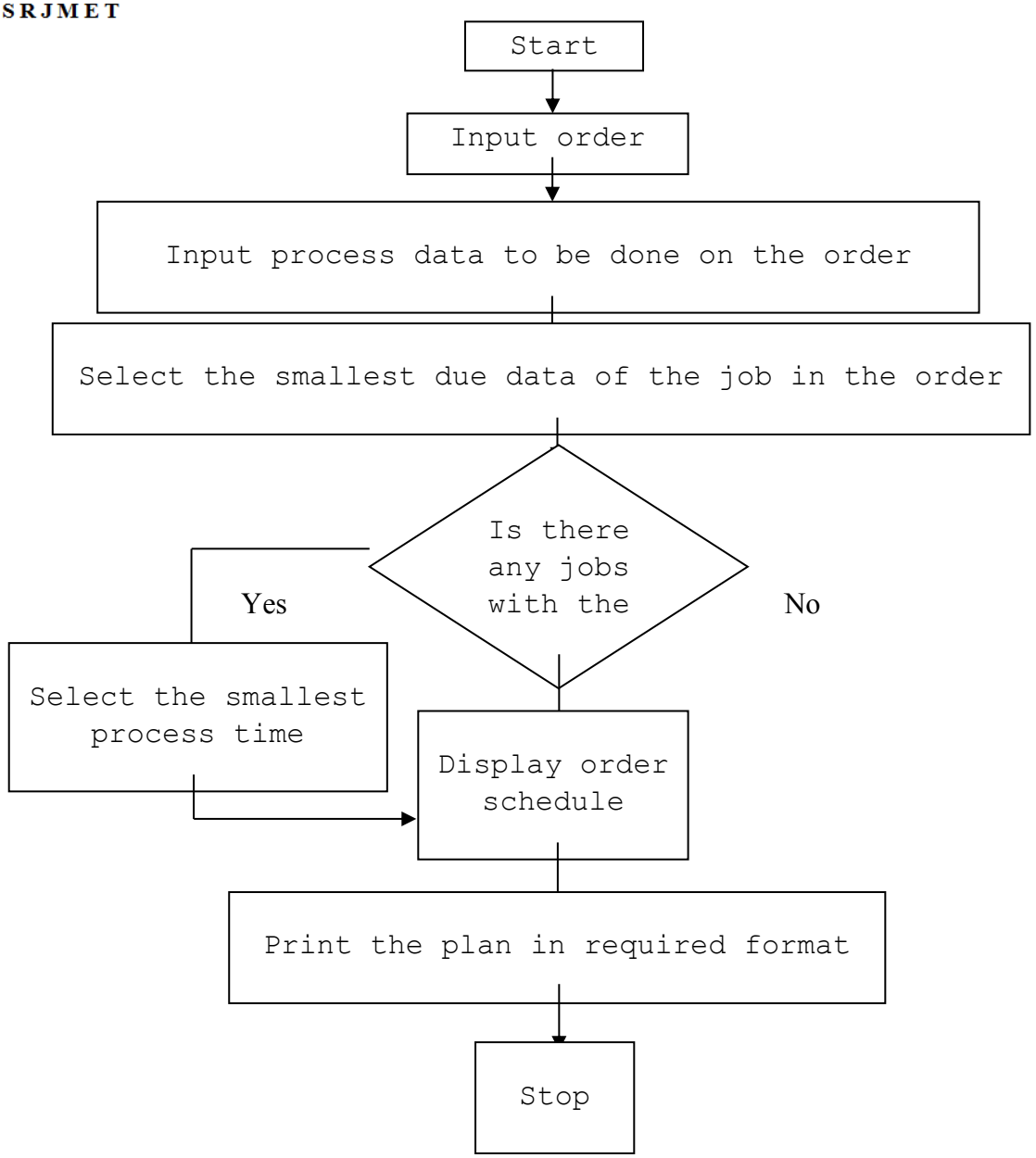


Figure (1): Flow chart for the procedure

1) An input of an order, which contains information's regarding order and job processing times with different machining operation.
2) Selection of jobs with the smallest due data.
3) Selection of jobs whit the smallest processing time.
4) Sequencing jobs, machines with machining operation in order of the shortest operation processing time.

3.Implementation environment:

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

The (Shop Floor Control System) SFCS is an interactive a nature, therefore the user can easily make decisions regarding the data selected. The system aims to integrate job scheduling using two types of priority rules, (earliest due data) EDD rule, and (shortest processing time) SPT rule, considering different machines with different machining operations.

The system is capable of handling different machining operations. The SFCS uses the 6.0 visual basic languages and the database of Access. Figure (2) shows entry screen of the system

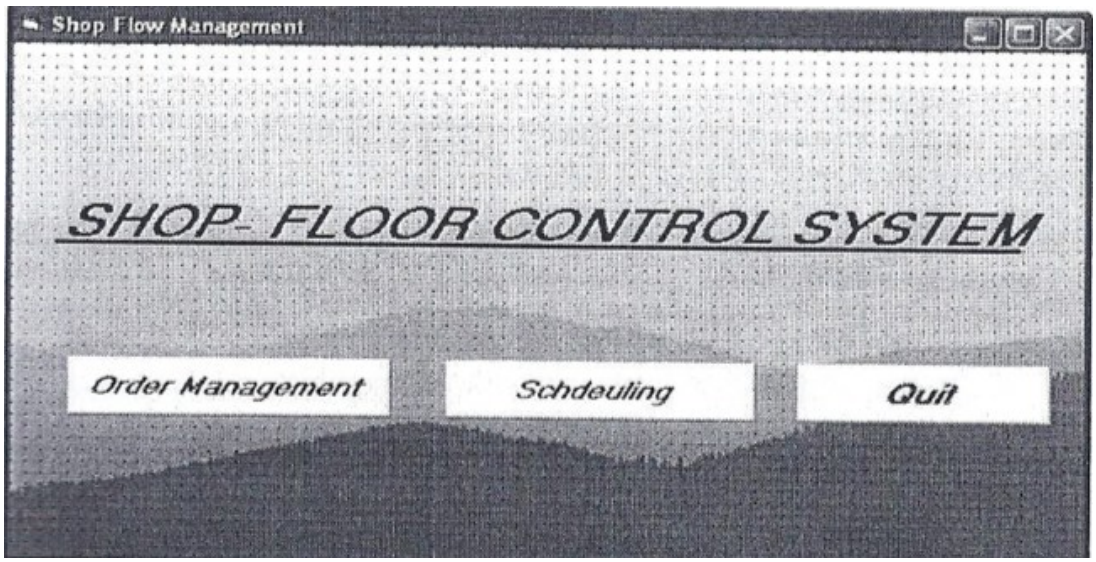


Figure (2):shop Floor Control System entry screen**4.2.1**

4.Order Management Resource:

This screen is to provide the selection of the basic manufacturing resource data the (Shop Floor Control System) SFCS. The different operations to perform on a job order to get a finished scheduled process are specified as input data. Selection of an order uses a designed database which shows a standard order list with theirs standard due dates. Using (Earliest Due Data) EDD priority rules, these listed jobs will scheduled accordingly, as show in Figure (3)(4)(5) and (6) respectively.

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

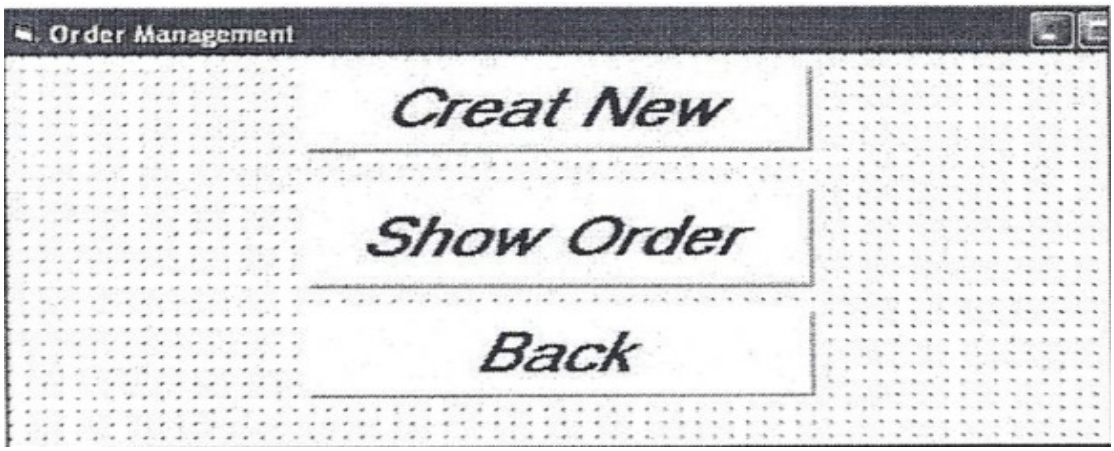
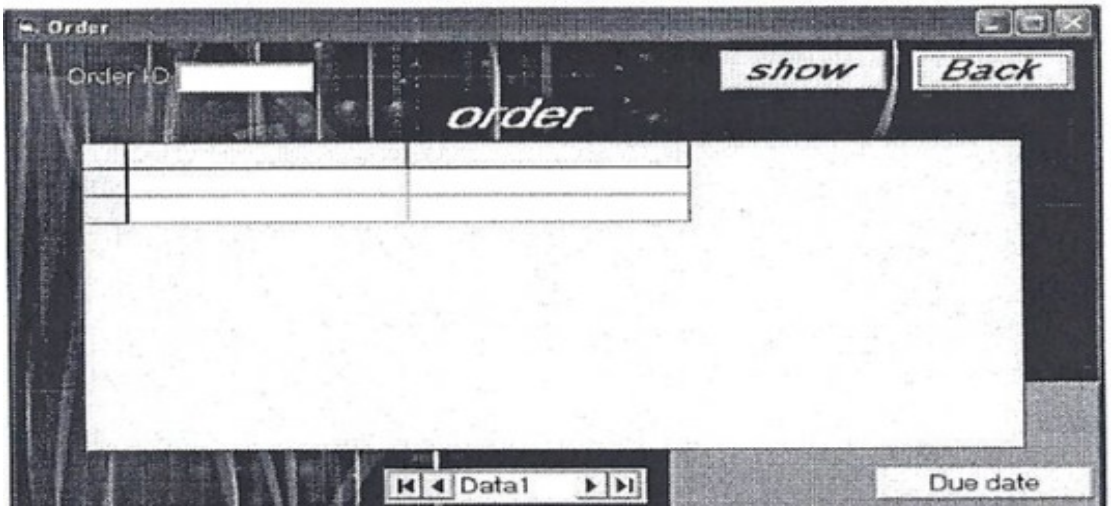


Figure (3):Shop order entry screen



Figure(4):Shop order screen

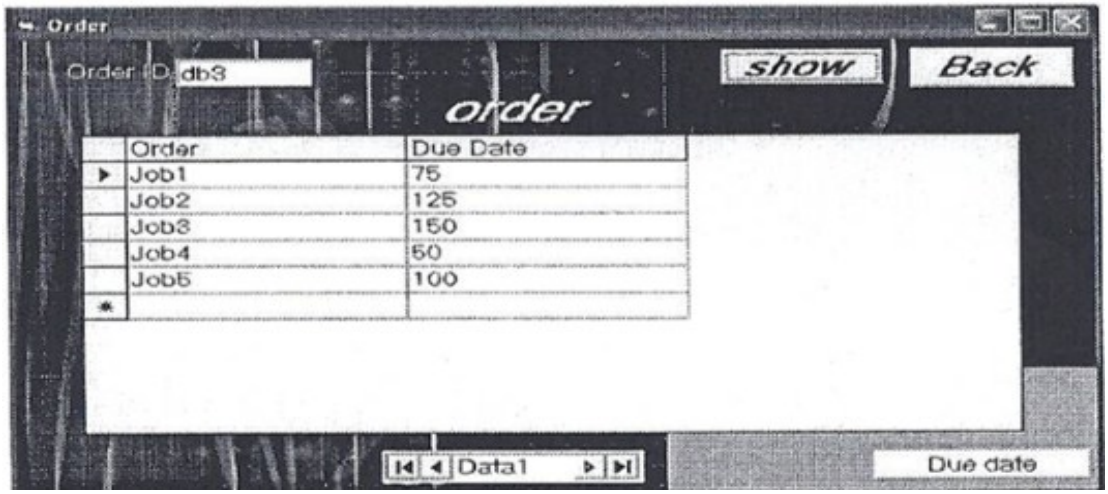


Figure (5):Order display screen

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

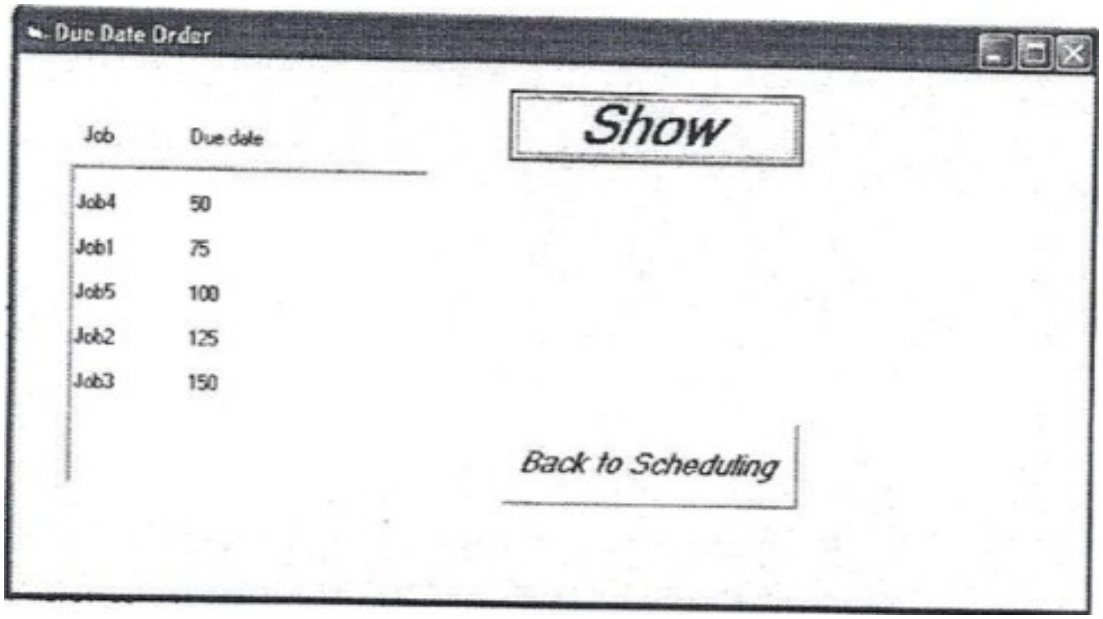


Figure (6):view job smallest due data

5.Scheduling.

This scheduling provides two choices of selection: view job and scheduling report as shown in Figure (7). Using database for orders, view job selection shows a list of jobs with different machines and different machining operations, as is shown in Figure (8). Using shortest operation time rule, a scheduling of jobs will be done accordingly; therefore a screen of information regarding jobs, machines, and shortest operation time will be displayed, as is shown in Figure (9).

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

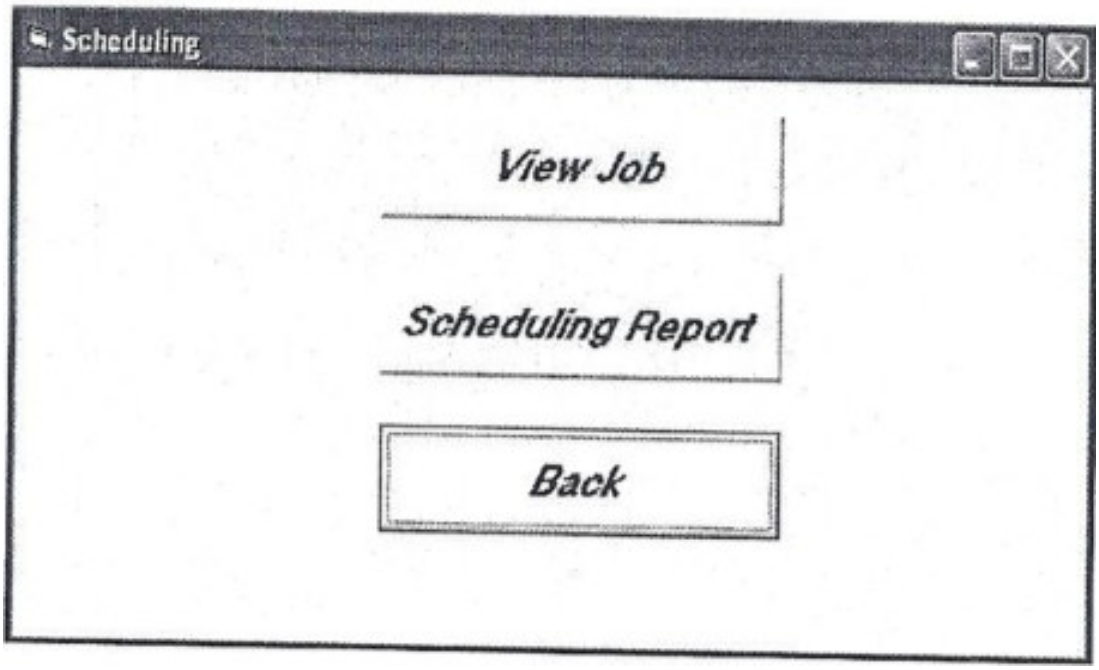


Figure (7):View job entry screen

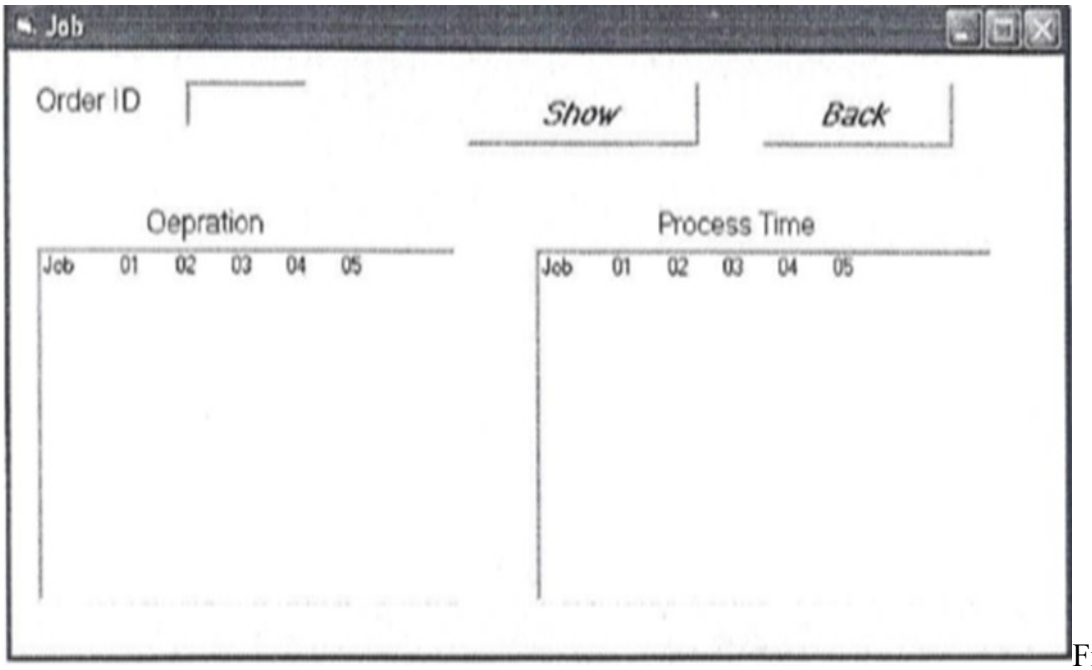


Figure (8):Order form for jobs screen

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

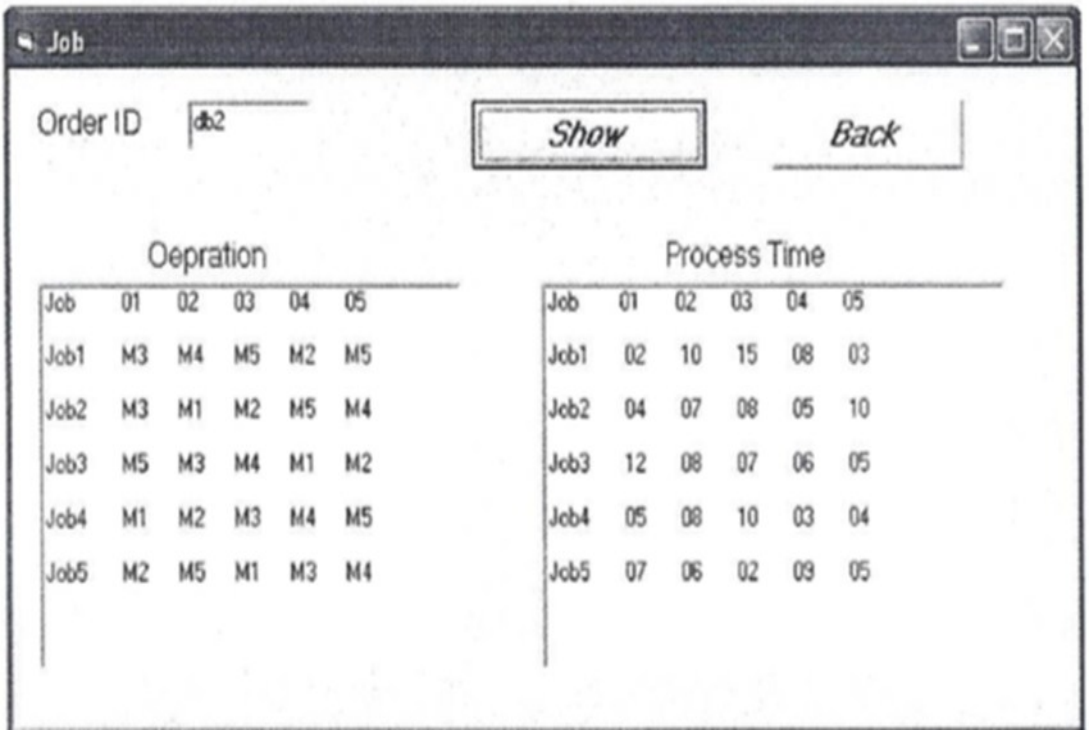


Figure (9):Order information's regarding jobs, and shortest processing time list screen

6.Scheduling report:

The resultant scheduling report for the above inputs is divided into machine and job report, as is shown in the Figure (10). Information regarding jobs operations with their time in and time out on a specific machine is listed as shown in Figure (11).

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

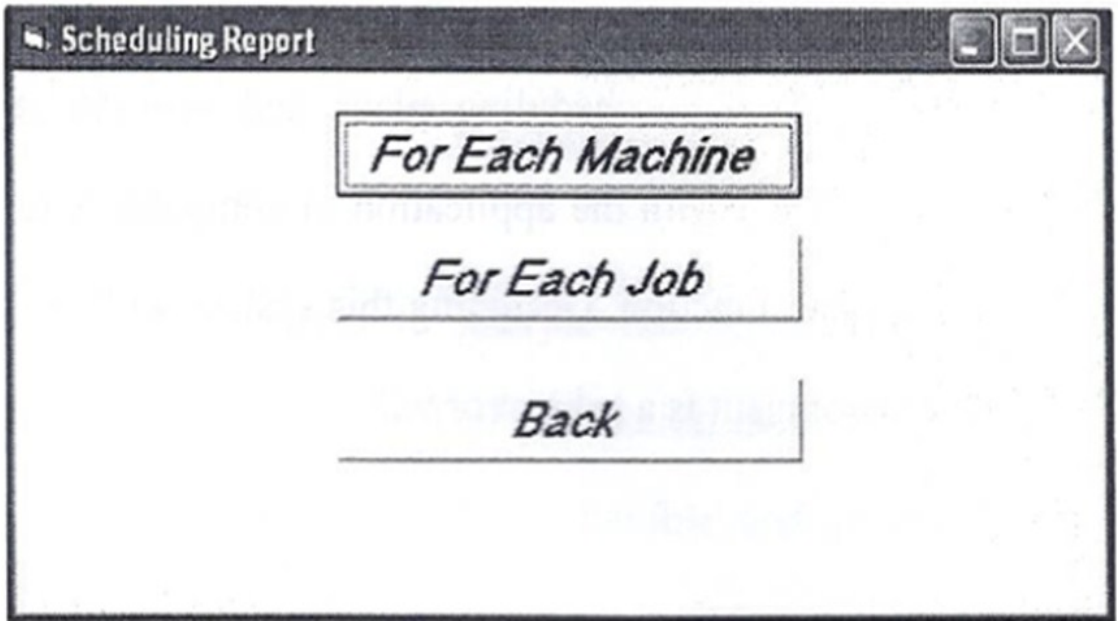


Figure (10):Machine information report

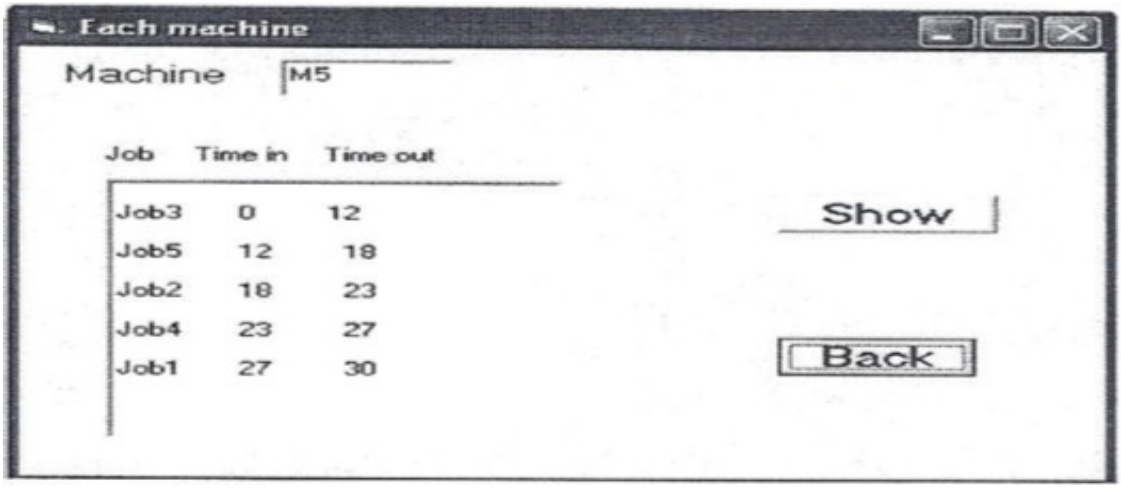


Figure (11):Machine information display screen

The information provides by the job report shown in Figure (12) is the distribution of machining operations of a specific job on different machines with its rime in and out .

SRJMET

Scientific Research Journal for Metal Engineering and Technologies
Volume No.01 Issue No. 01, PP 133 - 144

ISSN:399-2017
01. Jan.2018

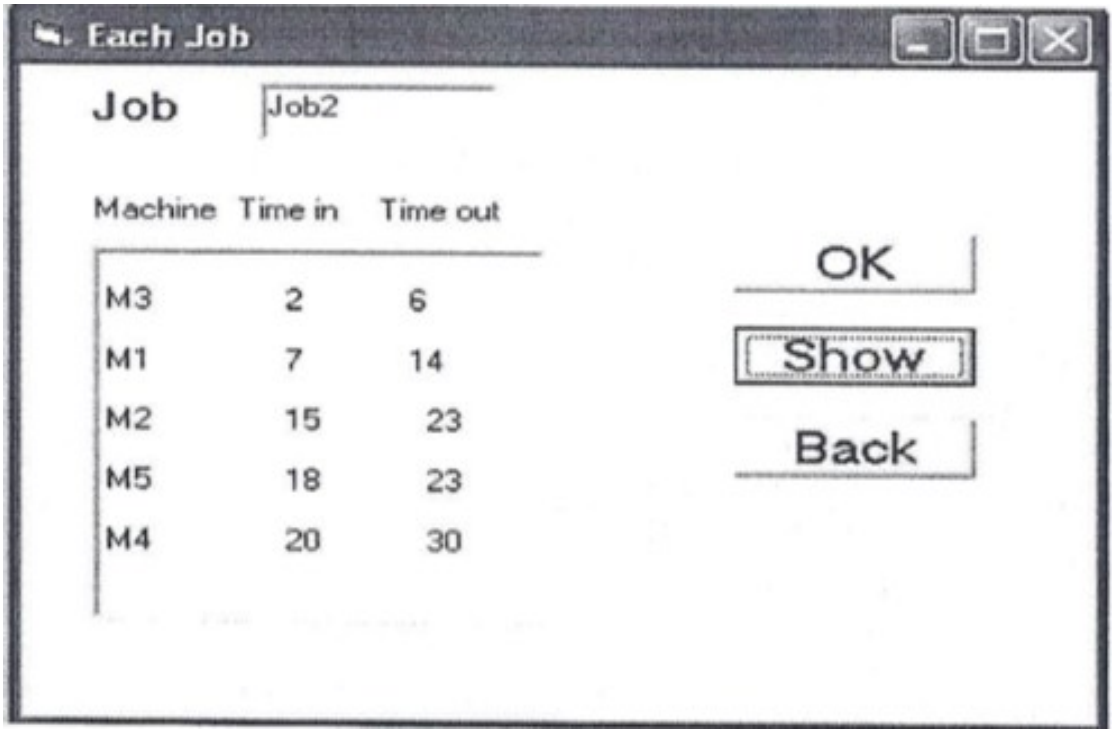


Figure (12):Job report screen

Although the current prototype system function is simple, it should be noted that the number of selection operations or processes available in the system is limited, it will reduce the time and effort required to prepare scheduling plans and provide more consistent scheduling plan. This scheduling SFCS with the application of computer is to assist the user or the planner in the scheduling plan function. Designing this system with real SFC schedule planning in a manufacturing environment is a subject or will be a subject of further study.

7.Conclusions:

Efficient use of resources to provide the desired mix of products at the desired completion times on how production tasks are scheduled and controlled. The main features of the proposed(Shop Floor Control System)SFCS are flexible and general so that it tries to prevent bottlenecks by monitoring the backlogs for work centers and by staffing the work centers and quoting deliveries that will not overload the work centers. A wide variety of dispatching rules have been investigated to determine which are better for keeping the right jobs flowing in shop job

environments. The(Earliest Due Data)EDD and the (Shortest Processing Time) SPT are two rules commonly used to sequence jobs. Optimization of dispatching can be achieved only with respect to a few criteria and only for small problems. The designed (Shop Floor Control System) SFCS prototype based on the(Earliest Due Data) EDD and (Shortest Processing Time) SPT rules has demonstrated the system's feasibility and its optimal quality.(Shop Floor Control System)SFCS has been developed based on the 6.0 visual basic language and the database of Access. The designed (Shop Floor Control System) SFCS is capable of generating scheduling plans interactively and efficiently for different types of orders and jobs. These scheduling plans are generated according to the two rules mentioned earlier. The output of scheduling plan comprises jobs with the (earliest due data) EDD and (shortest processing time) SPT. This feature of the system helps planner to generate scheduling plan in real time in a shop floor environment.

There are many directions in which the present prototype system can be taken in terms of extending the completeness and scope of the present (Shop Floor Control System) SFCS.

(Shop Floor Control) SFC will continue to receive significant attention from the industrialist and the academicians because of the strategic and important role it plays in achieving seamless tasks with various manufacturing activities in a shop-floor environment.

References:

[1] Lockyer K. G. "Factory and production Management" London: Pitman 1982.

[2] James B. Dilworth. "Production and operations Management" Massachusetts: Pitman 1992.

[3] Mikell p. Groover "Automation, Production Systems, and computer-Integrated Manufacturing" prentice-Hall, Inc. (2002).

[4] Karl T.Ulrich, Steven D. Eppinger "Product Design and Development" USA McGraw-Hill 2002.

[5] Lawrence M. Wein, Philippe B.Chevalier "A Broader view of the job-shop scheduling problem". Management science, 1992, vol.38, No. 7.

[6] FriedhelmNyhuis "Controlling and monitoring functions as supplement to MRPXX- systems". Journal of materials processing technology, 2002, 107, 439-449.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

استخدام الانحدار الخطي المتعدد والشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بخشونة الأسطح في عمليات الخراطة

إبراهيم علي الكاطية عبدالرحمن عبدالله الزوبية إبراهيم أحمد بادي

i_a_badi@yahoo.com

قسم الهندسة الميكانيكية- كلية الهندسة- جامعة مصراتة

ملخـــــــــــص:

شهدت السنوات الأخيرة اهتماماً كبيراً بجانب التصنيع، بالأخص في تصنيع وتشغيل المعادن في المصانع والشركات الخاصة، ولكن تواجه هذه المصانع العديد من المشكلات في إنجاز القطع المشغلة بالمواصفات المطلوبة للمستخدم، ومن أهم هذه المواصفات هي خشونة سطح المعدن التي تؤثر بشكل كبير على خصائص السطح المشكل مثل إجهاد الكلل ومقاومة التآكل ومميزات سطح المعدن، كما أنها مهمة لنوع الوظيفة التي شغلت من أجلها هذه القطعة، حيث أن جودة السطح من الخصائص المطلوبة لدى الزبون وبعض القطع المصنعة يجب أن تكون بمقدار خشونة معين، حيث أن قيمة الخشونة العالية تقلل من عمر المنتج، وبالتالي وضعت خشونة السطح كأهم الأولويات التنبؤ خذ في عين الاعتبار في تصميم المنتج للعديد من الحالات عند اختيار ظروف القطع في عملية التصنيع. لذلك فإن قيمة الخشونة غير المطلوبة في بعض القطع تؤدي لتلفها وعدم الاستفادة منها، الأمر الذي يؤدي لخسارة المال والزمن.

يأتي هذا البحث كمحاولة لاستخدام أحد الحلول المتقدمة لهذه المشكلة عن طريق إعداد نموذج للتنبؤ بجودة هذه الأسطح حسب ظروف قطع معينة بدون تشغيلها. حيث تم استخدام طريقتين للتنبؤ: الأولى هي الانحدار الخطي المتعدد، والثانية الشبكات العصبية الاصطناعية. وقد كانت النتائج المتحصل عليها باستخدام طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية أفضل حيث بلغت قيمة متوسط نسبة الانحراف عن القيم الحقيقية 1%.

الكلمات الدالة: خشونة الأسطح، الانحدار الخطي المتعدد، الشبكات العصبية الاصطناعية، الخراطة

ISSN:399-2017
2018 .01 يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

1. مقدمـــــــة :

من الخصائص الهامة التي يجب أن تتوافر في المنتجات درجة خشونة سطحها، حيث أن كثيراً من التطبيقات العملية تحتاج إلى أسطح ذات قيم خشونة صغيرة وعلى درجة عالية من النعومة حتى تؤدي الوظيفة المطلوبة منها بأفضل أداء ممكن، والعكس في بعض التطبيقات الأخرى. لذلك فقد اهتم المتخصصون في مجال التصنيع بالتوصيف الدقيق للأسطح عن طريق التعبير على طبيعة هذه الأسطح بقيم عددية تعكس درجة خشونتها.

وتعرف خشونة السطح بأنها كمية الانحرافات في اتجاه الملمس الطبيعي للسطح من شكله المثالي، فالسطح يسمى خشن وذو معامل احتكاك عالٍ إذا كانت هذه الانحرافات كبيرة، ويسمى سلساً أو ناعماً وذو معامل احتكاك صغير إذا كانت هذه الانحرافات صغيرة، وترتبط الخشونة عادة بتردد العنصر والطول الموجي له[1].وحيث أنه يوجد ظروف قطع تؤثر بشكل كبير في جودة الأسطح وقد تفقد القطعة بعد تشغيلها قيمتها؛ لذلك يتم التخلص منها أو إعادة تشغيلها من جديد لغرض الحصول على الخشونة المطلوبة، وبهذا تكون قد كلفت الجهد والزمن والمال، ومن هذه الظروف (سرعة القطع، مقدار التغذية، ثبات آلة القطع، سائل التبريد،، زاوية أداة القطع، عمق القطع).

لهذا السبب تتم الدراسات من أجل التنبؤ بقيمة الخشونة، حيث قام كل من ElhanAsiltork and MohietKonas بإعداد نموذجين رياضيين للتنبؤ بخشونة السطح وانتقاء خشونة السطح المطلوبة باستخدام نموذج الانحدار الخطي(Multi regression)والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) [2].

أماQamarBaknik and BrabinaKobatnik (2006) فقاما بدراسة تأثير معاملات ظروف القطع على خشونة السطح (معدل التغذية، خصائص مادة المنتج، صلابة العمل، سرعة القطع، عمق القطع، وقت القطع، زاوية أداة القطع، استقراريه الجهاز أو مكان العمل، والسوائل المستخدمة في التبريد أثناء القطع) بالإضافة إلى عمر أداة القطع والتنبؤ بها، مستخدمين البيانات التجريبية لإعداد نموذج الانحدار الخطي (Linear

Regression) واللوغاريثم الجيناتي (Genetic Algorithm) ومقارنة هذه النتائج ببعضها البعض، وتوصلوا إلى أن العوامل الأكثر تأثيرا هي سرعة القطع، ومقدار التغذية، عمق القطع[3].

وكذلك قام صلاح قاسم أحمد (2006) بخراطة مجموعة من القطع بماكينة CNC مستخدماً ثلاثة عوامل للتشغيل هي (سرعة القطع، ومعدل التغذية، وعمق القطع) لإنشاء نموذج للتنبؤ بجودة الأسطح عن طريق استخدام نموذج الانحدار غير الخطي على الأسطح المشغلة[4].

خلال هذه الدراسة تم إنشاء نموذج الانحدار الخطي المتعدد، والذي يعرف بأنه انحدار للمتغير التابع **(Y)** على العديد من المتغيرات المستقلة X_1، X_2، X_K... لذا فهو يستخدم في التنبؤ بتغيرات المتغير التابع الذي يؤثر فيه عدة متغيرات مستقلة، أي تعتمد فكرته على العلاقات الدلالية التي تستخدم ما يعرف بشكل التشتت أو الانتشار[5]. وكذلك نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية مستخدمين البيانات التجريبية في بناء هذين النموذجين وذلك من أجل التنبؤ بخشونة السطح.

2. أنشاء البيانات التجريبية :

حددت العوامل التي سيتم أخذها بعين الاعتبار في الدراسة وكذلك تحديد ثلاث مستويات لكل عامل من هذه العوامل كما موضح بالجدول (1)، بعد ذلك تحديد المعدن الذي سيتم تشغيله، ومن تم تشغيل 27 قطعة وقياس خشونة أسطحها بواسطة جهاز قياس الخشونة 20-ALPA-SM RT ، إضافة إلى تشغيل ثلاث قطع اختبارية بظروف قطع عشوائية وذلك من أجل اختبار النماذج.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

جدول (1). ظروف التشغيل المستخدمة.

المتغير	سرعة القطع (m/min)	مقدار التغذية (mm/rev)	عمق القطع (mm)
المستوى الأول	200	0.12	0.3
المستوى الثاني	310	0.22	0.7
المستوى الثالث	450	0.35	1

تمت عملية التشغيل بواسطة آلة التحكم الرقمي CNC LTC-20B المصنعة بنظام تحكم (FANUC 0i-TB series) وكانت القطع المشغلة من سبيكة (CK45).

3. النتائــج والمناقشة:

يمكن كتابة المعادلة العامة للانحدار الخطي المتعدد على النحو التالي[6].

$$Y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \ldots\ldots + \hat{\beta}_k X_k \quad 1$$

حيث:

Y= المتغير التابع

$\hat{\beta}_0$= قيمة ثابتة Constant أو Intercept

$\hat{\beta}_k$= ميل الانحدار Y على المتغير المستقل X_k

X_k= المتغير المستقل

يتم حل هذه المعادلة باستخدام البيانات التجريبية، ومن ثم يمكن التنبؤ بقيم الخشونة. ويمكن تقييم دقة نتائج نموذج الانحدار الخطي المتعدد باستخدام R Adjusted Square،كما يمكن التقييم أيضا باستخدام F test Significance، فإذا كانت قيمتها أقل من أو يساوي 0.05 فإن هذا يعني أن النموذج مقبول إحصائيا وأما إذا زاد عن ذلك فإن النموذج يكون غير مقبول.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

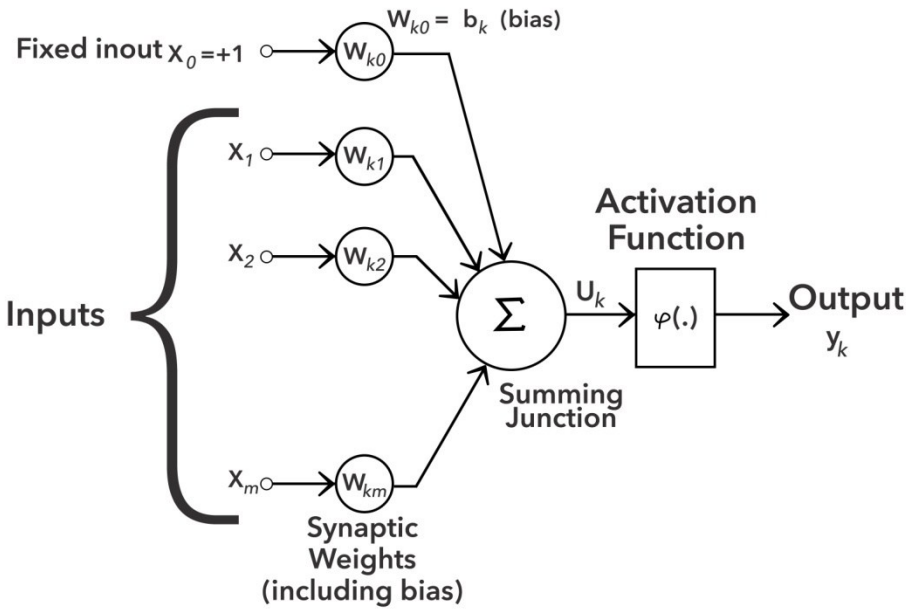
المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

النموذج الثاني هو نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية، حيث تتكون الشبكة العصبية من وحدات إدخال، ووحدات معالجة يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان ونحصل من خلالها على رد الفعل المناسب لكل مدخل من مداخلات الشبكة، فوحدات الإدخال تكوّن طبقة تسمى طبقة والمداخلات ووحدات المعالجة تكوّن طبقة المعالجة وهي التي تحسب نواتج الشبكة، وبين كل طبقة من هذه الطبقات هناك طبقة من الوصلات البينية التي تربط كل طبقة بالطبقة التي تليها والتي يتم فيها ضبط الأوزان الخاصة بكل وصلة بينية، وتحتوي الشبكة على طبقة واحدة فقط من وحدات الإدخال، ولكنها قد تحتوي على أكثر من طبقة من طبقات المعالجة.

ويوضح الشكل (1) الوصف الرياضي للأعصاب.

شكل (1). الشبكة العصبية



ويتم تعليم الشبكة ذات الانتشار الخلفي على النحو التالي[7].

الخطوة الأولى: تهيئة الأوزان الابتدائية $W_n= (w_n، \ldots\ldots، w_3، w_2، w_1)$ و θ تمثل قيمة حد العتبة (Threshold).

الخطوة الثانية: اختيار زوج التدريب $(Y_j، X_n)$ حيث تمثل X_n متجه الإدخال

$$X_n = (x_1، x_2، x_3، \ldots.، x_n)$$

وتمثل الإخراج المطلوب (Y_j)

ISSN:399-2017
2018 .01 يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

$$Y_j = (y_1، y_2، y_3، \ldots.، y_j)$$

الخطوة الثالثة: في الاتجاه الأمامي حساب قيمة الإخراج الحقيقي (Actual Output) كالآتي:

حساب قيمة الإخراج الحقيقي من طبقة الإدخال (Input layer) إلى الطبقة المخفية (Hidden layer)

$$Y_H = f(net_{IH})، net_{IH} = \left[\sum_{i=1}^{n} X_{Ii} W_i - \theta_i\right] \qquad (2)$$

n: تمثل عدد العناصر في طبقة الإدخال للشبكة.

2) حساب قيمة الإخراج الحقيقي من الطبقة المخفية (Hidden layer) إلى طبقة الإخراج (Output layer).

$$Y_o = f(net_{HO})، net_{HO} = \left[\sum_{j=1}^{P} Y_{Hj} W_j - \theta_j\right] \qquad (3)$$

P: تمثل عدد العناصر في الطبقة المخفية للشبكة.

الخطوة الرابعة: حساب الخطأ ويتم من خلال الخطوات التالية:

$$e_j = Y_d - Y_j \neq 0 \qquad (4)$$

Y_d : القيمة الحقيقية للخشونة .

نقوم بتعديل الأوزان بين طبقة الإخراج (Output layer) والطبقة المخفية (Hidden layer):

$$W_j^{new} = W_j^{old} + \Delta W_j$$

$$\Delta W_j = \alpha X_j \delta_j \quad and \quad \delta_j = Y_j(1 - Y_j)e_j \qquad (5)$$

2) نقوم بتعديل الأوزان بين الطبقة المخفية (Hidden layer) وطبقة الإدخال (Input layer):

$$W_i^{new} = W_i^{old} + \Delta W_i$$

$$\Delta W_i = \alpha X_i \delta_i \quad and \quad \delta_i = Y_i(1 - Y_i) \sum_{j=1}^{P} \delta_j W_j \qquad (6)$$

الخطوة الخامسة: تكرار الخطوات من الخطوة الثانية إلى الخطوة الخامسة إلى أن يتم الحصول على التقارب المطلوب والذي يمثل (أقل معدل مربع للخطأ MSE).

لقد تم إجراء التجارب لثلاثة مستويات مختلفة لكل متغير من المتغيرات، أي بإجمالي عدد (27) قطعة.

ويوضح الجدول (2) بيانات القطع التجريبية

الجدول (2). قيم المتغيرات وقراءة الخشونة للقطع المشغلة.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

رقم القطعة	سرعة القطع (m/min)	مقدار التغذية (mm/rev)	عمق القطع (mm)	قيم الخشونة الحقيقية (μm)
1	200	0.12	0.3	5.5
2	200	0.12	0.7	6.32
3	200	0.12	1	6.41
4	200	0.22	0.3	9.97
5	200	0.22	0.7	11.22
6	200	0.22	1	11.43
7	200	0.35	0.3	15.54
8	200	0.35	0.7	16.68
9	200	0.35	1	16.33
10	310	0.12	0.3	9.07
11	310	0.12	0.7	9.97
12	310	0.12	1	8.45
13	310	0.22	0.3	10.12
14	310	0.22	0.7	11.76
15	310	0.22	1	12.71
16	310	0.35	0.3	13.68
17	310	0.35	0.7	11.57
18	310	0.35	1	12.52
19	450	0.12	0.3	6.99
20	450	0.12	0.7	7.49
21	450	0.12	1	9.13
22	450	0.22	0.3	9.8
23	450	0.22	0.7	7.73
24	450	0.22	1	7.48
25	450	0.35	0.3	10.91
26	450	0.35	0.7	8.45
27	450	0.35	1	4.9

تم استعمال برنامج الإكسل للحصول على ثوابت معادلة الانحدار الخطي المتعدد، ويوضح الجدول (3) النتائج المتحصل عليها بعد أن تم إدخال ظروف التشغيل لكل قطعة كمدخلات للنموذج وكذلك مقدار الخشونة.

ISSN:399-2017
01. يناير 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

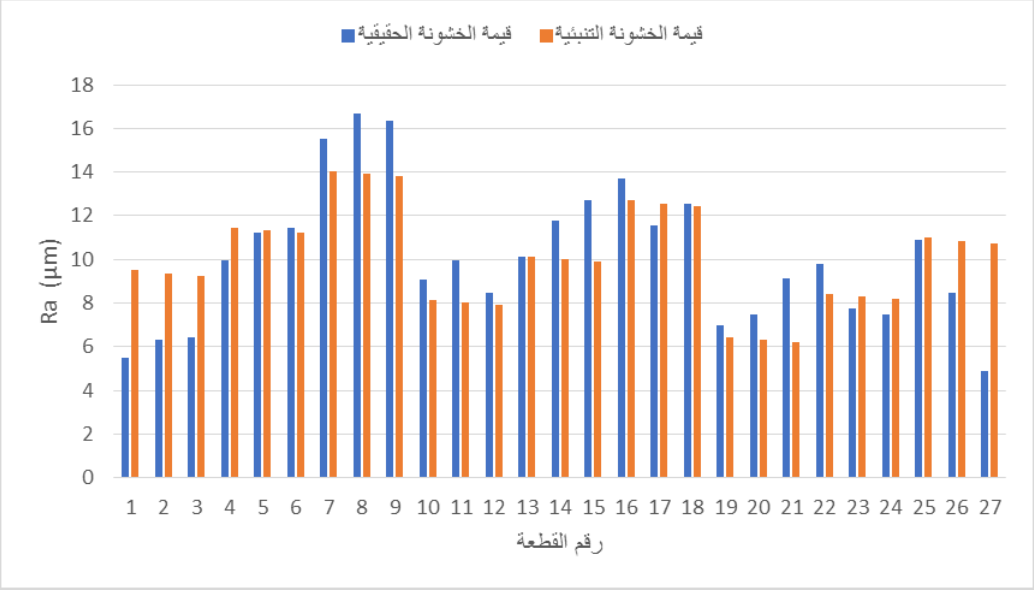
جدول رقم (3). نتيجة نموذج الانحدار الخطي المتعدد.

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	9.678248	2.093825	4.622281	0.000119	5.346841	14.00965	5.346841	14.00965
سرعة القطع	-0.01222	0.004348	-2.80938	0.009953	-0.02121	-0.00322	-0.02121	-0.00322
مقدار التغذية	19.72055	4.724156	4.174407	0.000365	9.94789	29.49321	9.94789	29.49321
عمق القطع	-0.33919	1.55135	-0.21864	0.828858	-3.5484	2.870023	-3.5484	2.870023

وبالتالي تكون معادلة الانحدار على الشكل التالي:

$$Y = 9.678248 + (-0.01222^{*} X_1) + (19.72055^{*} X_2) + (-0.33919^{*} X_3)$$

ويوضح الشكل (2) قيمة الخشونة الحقيقية (المقاسة) ونتيجة الخشونة المتحصل عليها من نموذج الانحدار الخطي المتعدد للقطع المشغلة.



شكل (2). المقارنة بين الخشونة الحقيقة والخشونة التنبئية لنموذج الانحدار الخطي المتعدد

أما الشبكات العصبية الاصطناعية فتوجد العديد من المتغيرات التي تحكم إنشاء شبكة عصبية اصطناعية ويجب تحديدها عند إنشاء الشبكة ويمكن ذكر أهمها وهي:

1- Epoch: متغير لإيقاف عملية التدريب، حيث تتوقف الشبكة عن التدريب إذا بلغ عدد التكرارات عدد التكرارات(Epoch) المحدد.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

2- Learning Rate (t_r): معدل التعلم ويعمل على تحديد سرعة تغير الميل والانحيازيات (bias).

ملاحظة:يمكن اعتبار الانحياز على أنه أحد أوزان W_0 ودخله ($X_0 = 1$)

3- Initial Weight: الوزن الابتدائي في عملية التدريب.

إن المتغيرات السابقة يتم تحديدها عند إنشاء الشبكة، لذلك تم العمل على إنشاء 27 شبكة كل شبكة تحتوي على متغيرات مختلفة عن الشبكة الأخرى لغرض إيجاد المتغيرات المثلى لأفضل حل للقطع الـ 27 عن طريق إيجاد نسبة الخطأ فيها، ومن ثم إيجاد المتغيرات المثلى لأفضل حل للقطع التجريبية الثلاثة عن طريق إيجاد نسبة الخطأ فيها.

ويوضح جدول (4) المتغيرات الثلاثة للشبكة ومستوياتها المختلفة.

جدول (4).متغيرات الشبكة العصبية الاصطناعية.

Learning Rate	Initial Weight	Epoch	المتغير
0.3	0.3	1000	المستوى الأول
0.5	0.5	3000	المستوى الثاني
0.7	0.7	10000	المستوى الثالث

تم حل نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية باستخدام برنامج الإكسل من أجل تعليم الشبكة والحصول على قيم الخشونة التنبئية للشبكة. ويوضح الجدول (5) نسبة الخطأ عند تغيير قيمة المتغيرات الثلاثة المشار إليها.

ISSN:399-2017
2018 .01 يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

جدول (5). نسبة الخطأ في القطع التجريبية والقطع الاختبارية لقيم خشونة السطح في نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية.

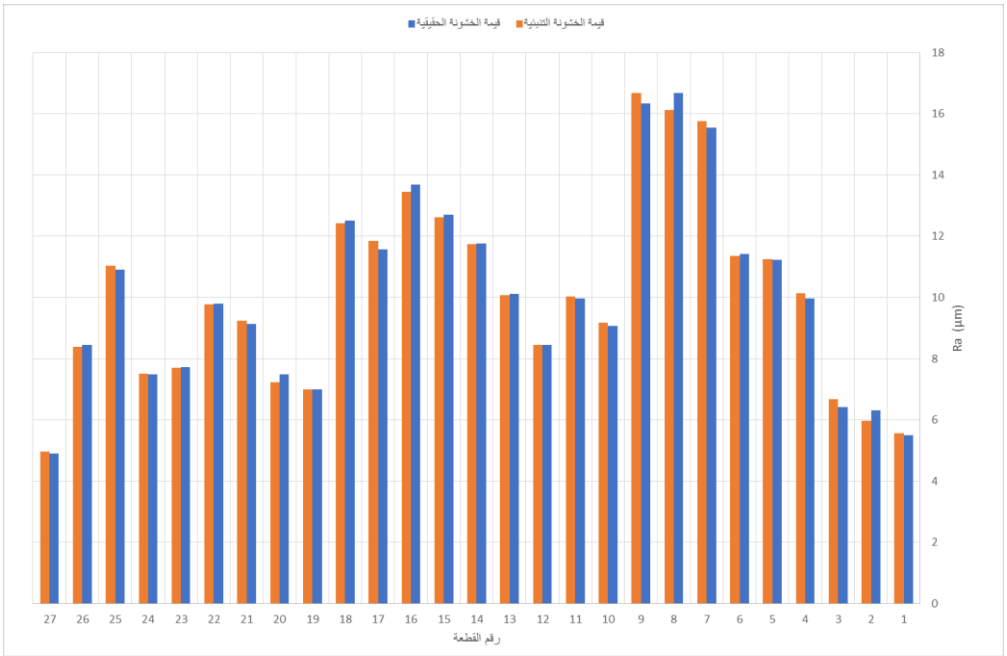
Experimental	Learning Rate	Initial Weight	Epochs	رقم الشبكة
%12	0.3	0.3	1000	1
%12	0.5	0.3	1000	2
%12	0.7	0.3	1000	3
%11	0.3	0.5	1000	4
%12	0.5	0.5	1000	5
%12	0.7	0.5	1000	6
%12	0.3	0.7	1000	7
%11	0.5	0.7	1000	8
%11	0.7	0.7	1000	9
%8	0.3	0.3	3000	10
%7	0.5	0.3	3000	11
%7	0.7	0.3	3000	12
%6	0.3	0.5	3000	13
%5	0.5	0.5	3000	14
%6	0.7	0.5	3000	15
%5	0.3	0.7	3000	16
%7	0.5	0.7	3000	17
%7	0.7	0.7	3000	18
%3	0.3	0.3	10000	19
%2	0.5	0.3	10000	20
%3	0.7	0.3	10000	21
%2	0.3	0.5	10000	22
%4	0.5	0.5	10000	23
%3	0.7	0.5	10000	24
%3	0.3	0.7	10000	25
%1	0.5	0.7	10000	26
%2	0.7	0.7	10000	27

ISSN:399-2017
01. يناير 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

تم اختيار الشبكة التي تعطي أقل نسبة خطأ وكانت أقل نسبة خطأ عند القطعة رقم 26. ويوضح الشكل (3)؛مقارنة بين القيم الحقيقية للخشونة والقيم المتنبئ بها عن طريق نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية .



شكل (3). المقارنة بين الخشونة الحقيقية والخشونة التنبؤية في القطع التجريبية لنموذج ANN.

4.الاستنتاج :

من خلال قيمة P Value يمكن استنتاج أن العامل الأكثر تأثيرا على خشونة السطح هو مقدار التغذية ثم سرعة القطع أما عمق القطع فهو العامل الاقل تأثيرا. قيمة F test Significance كانت أصغر بكثير من 0.05 وهذا يعني أن النموذج مقبول إحصائيا. كما أن القيم التنبئية المتحصل عليها من نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية أفضل من نموذج الانحدار الخطي المتعدد بنسبة خطأ 1% و20% على التوالي، وكان المتغير الأكثر تأثيراً عند إعداد الشبكة في نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية هو التكرار Epochs حيث قلت نسبة الخطأ من 11% عند عدد تكرارات 1000 إلى 1% عند عدد تكرارات 10000.

ISSN:399-2017
2018 .01 يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 145 - 157

SRJMET

المراجـــــــع :

1- الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج. (2009). *قياسات*. المملكة العربية السعودية؛ المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.

2- Asiltu¨rk, Ilhan.Çunkas, Mehmet. (2011). Modeling and prediction of surface roughness in turning operations using artificial neural network and multiple regression method. *Expert systems with applications.* 38, pp. 5826–5832.

3- Mahapatra, S. Patnaik, Amar.Patnaik, Prabina. (July 27–29, 2006).*Parametric Analysis and Optimization of Cutting Parameters for Turning Operations based on Taguchi Method*. Proceedings of the International Conference on Global Manufacturing and Innovation, Coimbatore.

4- Salah,Ahmed. (2006). Development of a Prediction Model for Surface Roughness in Finish Turning of Aluminium. *Journal ofSudan Engineering Society*. Vol. 52 (45).

5- Rice, John. (2007). *Mathematical Statistics and Data Analysis (3rd Edition)*. USA, Thomson.

6- Ott, Lyman. (2010). *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis (6th Edition)*. USA, Brooks cole.

7- قاسم، عمر.محمد، إسراء. (2013).دراسة رياضية تحليلية لخوارزميات الشبكات العصبية الاصطناعية في ملائمة نموذج للتشخيص الطبي .*مجلة الرافدين لعلوم الحاسوب والرياضيات*. مجلد 10 (1).

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

تقييم جودة صلب التسليح المنتج محلياً من عمليات إعادة التدوير

أ. د/ محمـد أحميـدة العالم [a] م. إسماعيـل محـمد الأطـرش [b] م. عبد اللطيف محمد الكمشوشي [b]
(a) جامعة المرقب / كلية الهندسة، (b) المركز العالي المهني للسباكة ، طرابلس ، ليبيـا
hamidmt788@gmail.com, 11mala22@gmail.com

الملخص

تعتبر عملية إعادة تدوير الصلب ذات أهمية بالغة، إذ تعد أحد المواد الخام التي تقوم عليها صناعة الحديد والصلب، حيث تتحول الخردة بعد صهرها إلى مادة خام أولية حقيقية، وتوجد الخردة على نطاق واسع محلياً تقدر بملايين الأطنان، وبدأت مؤخراً تستثمر بشكل كبير وخصوصاً في صناعة صلب التسليح، وللأهمية الكبرى لهذا المنتج تم إجراء دراسة حول تقييم جودة صلب التسليح المنتج محلياً من عمليات إعادة التدوير التي تضمنت جزئيين عملي وميداني.

هذه الورقة تناولت دراسة بعض الخواص والتركيب الداخلي لصلب التسليح المنتج محلياً من إعادة التدوير (LRSR)، ومدى مطابقته للمواصفة القياسية الليبية رقم 75، وكذلك مقارنته بالصلب المنتج محلياً بعروق مستوردة (LRSP)، والصلب المستورد (IMRS)، حيث سحبت عينات من أسياخ الصلب حسب المواصفة القياسية الليبية رقم 74، وإجراء الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والتحليل الكيميائي والفحص المجهري للأنواع المختلفة من الصلب. ومن النتائج للعينات المستخدمة تبين بأن الخواص الميكانيكية للصلب المنتج بإعادة التدوير ضمن حدود المواصفة القياسية، أما بالنسبة للخواص الفيزيائية للصلب فأنه يوجد هناك حيود عن المواصفة، وذلك بأن أقصى قيمة للتفاوت في القطر لأسياخ الصلب المنتج هي (0.495 –) مم، وأقصى فاقد في مساحة المقطع (19.2 –) مم^2، أما بالنسبة للوزن فكان أقصى فاقد (0.13 –) كجم/م، بينما نتائج التحليل الكيميائي أوضحت أن جميع العناصر الرئيسية ضمن حدود المواصفة القياسية ماعدا نسبة السيليكون كانت أعلى من الحد الأقصى للمواصفة بنسبة اقصاها (+0.16) %. كما أظهر الفحص المجهري أن نسبة البيرليت إلى الفيريت بمتوسط 56.77 و 43.23 % على التوالي.

الكلمـات الـدالة: إعادة التدوير، أسياخ الصلب، الخواص الميكانيكية، الفحص المجهري، الدراسة الميدانية.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

1. مقدمـــة

الحديد الصلب من أقدم المعادن المستعملة لصناعة الأدوات التي احتاجها الإنسان منذ الاف السنين فقد عثر على بعض الأدوات التي يزيد عمرها عن 4000 سنة[1]، واليوم هو أكثر المعادن انتشاراً على وجه الأرض فهو يدخل في تصنيع أضخم الهياكل الإنشائية العملاقة في ناطحات السحاب والأبراج، وكذلك الآلات الضخمة والمركبات الثقيلة وسكك الحديد وغيرها، وفي المقابل فإن الفولاذ هو أكثر المعادن الذي يتم إعادة تدويرها ايضاً، فهناك حول العالم العديد من المصانع والورش التي تعمل على تجميع الفولاذ وإعادة تشكيله أو إعادة تدويره لإنتاج منتجات جديدة، وبما أن الفولاذ قابل للتآكل إذا تعرض للهواء الجوي، ويستعمل تحت الإجهاد والضغط في غالبية استعمالاته فإن هناك حاجة ملحة لإعادة تجديده كل فترة من الزمن وهو ما يزيد من الطلب على الفولاذ الخام وبالتالي يزيد من المشاكل الناتجة عن عمليات استخراجه وتصنيعه لذا تولي معظم الدول عمليات إعادة التدوير اهتمام خاص كحل استراتيجي للتخلص من ضغوطات ارتفاع الطلب المتزايد على منتجات الفولاذ.

تدخل عمليات إعادة تدوير الصلب في إنتاج صلب التسليح الذي يدخل بشكل واسع في أعمال البناء، وللأهمية الكبرى لهذا المنتج أجريت عليه العديد من الدراسات لتحسين خواصه الميكانيكية [2-6]، فعلي سبيل المثال دراسة بواسطة (Yeon T. K.) وآخرين[2] أجريت حول طرق تصنيف عيوب الصلب مثل الشقوق، الحواف الحادة، والتي تسبب أضرار للمنتج وتؤثر على جودته. وفي دراسة أخرى[3] حول تأثير اختلاف أقطار الصلب علي الصلادة، وبعد إجراء التحليلات الإحصائية والرسومات البيانية لعدة عينات أظهرت أن قيمة الصلادة قد انخفضت بمقدار طفيف كلما انخفض القطر. وفي دراسة[4] حول الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج من إعادة تدوير الخردة بدولة نيجيريا والصلب المستورد ومدى مطابقته للمواصفة القياسية ASTM. أوضحت نتائجها بأن الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج من إعادة التدوير مماثلة لخواص الصلب المستورد. في بحث أكاديمي[5] حول مطابقة الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج بأحد المصانع المحلية مع المواصفتين القياسيتين الليبية و ASTM، بيَن أن النتائج مطابقة للمواصفتين ماعدا انخفاض في بعض القيم للخواص الفيزيائية مثل قطر السيخ، ووزن المتر الطولي. كما تناولت دراسة أخرى[6] التحقق من جودة صلب التسليح بمختلف أنواعه داخل السوق المحلي ومدى مطابقته للمواصفة القياسية الليبية رقم 75، حيث بينت النتائج بأن هناك بعض الانحرافات عن المواصفة القياسية في الخواص الفيزيائية للصلب.

وفي هذا العمل تم التركيز على تقييم جودة صلب التسليح المنتج محلياً من إعادة تدوير الصلب ومدى مطابقته للمواصفة القياسية الليبية رقم 75، بالإضافة إلى مقارنته بخواص صلب التسليح المنتج محليا بعروق مستوردة والصلب المستورد. وتختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة كونها تختص بدراسة جودة صلب التسليح المنتج محلياً من عمليات إعادة تدوير الصلب (الخردة).

2. الجـزء العملـي

سحبت العينات طبقاً للمواصفة القياسية الليبية رقم 74 من اسياخ الصلب المنتج بأقطار 12، 14 مم، وقسمت العينات إلى مجموعة أولى من أسياخ الصلب المنتج محلياً من إعادة التدوير، المجموعة الثانية لعينات أسياخ الصلب المنتج محلياً بعروق مستوردة، أما المجموعة الثالثة لعينات من الصلب المستورد. أخذت العينات على دفعتين، لكل دفعة أخذت قطعتين، وكل قطعة قسمت إلى ثلاثة عينات.

تم إجراء الاختبارات الفيزيائية مثل قياس قطر السيخ، وارتفاع النتوءات، المسافة بين نتوءين، مساحة المقطع ووزن كل متر طولي، وتجهيز عينات للتحليل الكيميائي والفحص المجهري، وعينات لاختبار الشد، والثني.

1.2 التحـليل الكيميـائي

استخدم التحليل الكيميائي لتحديد نسب العناصر الداخلة في تركيب سبيكة الصلب باستخدام جهاز التحليل الكيميائي نوع FOUNDRY-MASTER Pro، وذلك عن طريق عمل قوس كهربائي بين العينة والإلكترود في وسط غاز خامل (غاز الأرجون) وينتج عنه حرارة تؤدي إلى خروج عدة أطياف حسب كمية ونوع العناصر المكونة للمعدن ويتم التقاطها بواسطة عدة عدسات وتم تحليلها بواسطة الحاسوب لتحديد نسب تلك العناصر، وكان تجهيز العينات بطول 2.5 سم وبنفس قطر السيخ.

2.2 الخواص الميكانيكية والفيزيائية

عندما يتعرض أي جزء هندسي إلى قوة خارجية معينة تتولد في داخل الجزء مقاومة لتلك القوة وتسمى شدة المقاومة الداخلية بالإجهاد[8]، فإذا كانت القوة المسلطة على الجزء هي قوة الشد فإن الإجهاد الناتج عن تلك القوة يسمى إجهاد الشد، وهذه القوى الاستاتيكية تسلط ببطء ومقدار ثابت. لاختبار إجهاد الشد تم استخدام جهاز نوع Zwick/SP1000، إن الحمل الأقصى للجهاز المستخدم هو 1000kN. وبأبعاد عينات حسب ما تشير إليه المواصفة القياسية الليبية رقم 74.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

لقد اشترطت المواصفة القياسية أن تكون الخواص الفيزيائية لصلب التسليح بمواصفات محددة، ولضبط الأبعاد لأسياخ صلب التسليح تم أستخدم أدوات القياس لتعيين الأطول والأقطار والمسافة بين النتوءات بالإضافة إلى ارتفاع النتوءات.

3.2 الفحـص المجهـري

إن الميتالوغرافيا (Metallographic) هو علم دراسة البنية المجهرية وعلاقتها بالخواص الميكانيكية للمعادن والسبائك، أستخدم المجهر الضوئي نوع زايس (ZEISS)، مجهز بكاميرا رقمية مرتبطة بالكمبيوتر لالتقاط صور للسطح بدرجة تكبير (100x) لدراسة التركيب الداخلي للعينات، تم إعداد العينة المراد فحصها تحت المجهر بحيث تكون ذات سطح أملس خالي من الخدوش يشبه المرآة بواسطة تجليخ العينة بواسطة صحن دوار مثبتة عليه أوراق الصنفرة يحتوي على مادة حاكة متدرجة الخشونة من (220-1200) تكون البداية بالخشن فالأنعم، تم تصقل بواسطة قماش ذو نسيج خاص مبتل بسائل يحوي مادة حاكة مناسبة ذات حبيبات دقيقة الحجم، وتم تعريض سطح العينة لمحلول الإظهار لعدة ثوان تبعاً لمادة العينة، ومحلول الإظهار المستخدم يتكون من (98% كحول مثيلي + 2% حمض النيتريك). ولتوضيح نتائج الفحص المجهري بدقة أكثر تم استخدام جهاز تحليل الصور نوع زايس (ZEISS) والذي من خلاله يمكن تحديد نسبة الاطوار المكونة للسبيكة في مساحة محددة.

3. النتـــائج والمناقشـــة

في هذا الجزء من الورقة تم دراسة ومناقشة النتائج المتحصل عليها

1.3 نتائج التحـليل الكيميائـي

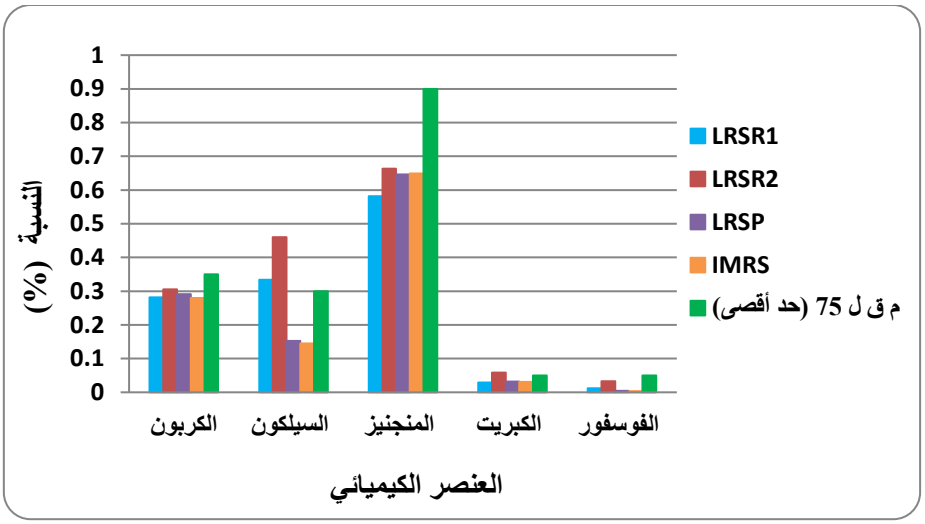
وترجع أهمية التحليل الكيميائي في تحديد نسب العناصر المكونة لسبائك الصلب وعلاقته بخواصه، وتبين من نتائج التحليل الكيميائي بأن جميع العناصر الرئيسية المكونة لصلب التسليح قطر12، 14 مم ضمن حدود المواصفة القياسية ماعدا نسبة السيلكون فكانت أعلى من الحد الأقصى للمواصفة، إن الارتفاع في نسبة السيلكون لصلب التسليح LRSR1 هو (0.34+)، (0.154+) % للقطر 12، 14مم على التوالي، أما الزيادة في نسبة السليكون لصلب التسليح LRSR2 فكانت (0.16+) % لقطر الصلب 12 مم، أما نسب العناصر لصلب التسليح LRSP، IMRS فكانت ضمن حدود المواصفة. كما في الشكل (1)، (2). إن أهمية عنصر السليكون[8] تكمن في الزيادة البسيطة للفيريت، وعند استخدامه حسب تواجد العناصر

ISSN:399-2017
2018 .01. يناير

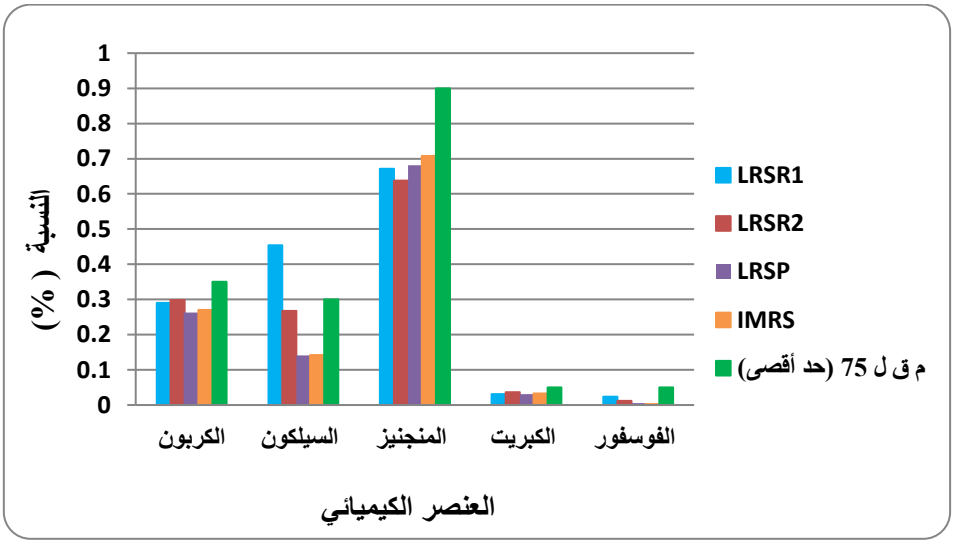
المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

السبائكية الأخرى يساعد على زيادة المتانة، وهذا يعكس أهمية عنصر السليكون لسبائك الصلب، لذلك من المهم ضبط نسبته المحددة عند إنتاج صلب التسليح لضمان الحصول على خواصه المطلوبة.



شكل(1): التحليل الكيميائي لأسياخ صلب التسليح قطر 12 مم.



شكل(2): التحليل الكيميائي لأسياخ صلب التسليح قطر 14 مم.

2.3 نتائج الاختبارات الفيزيائية

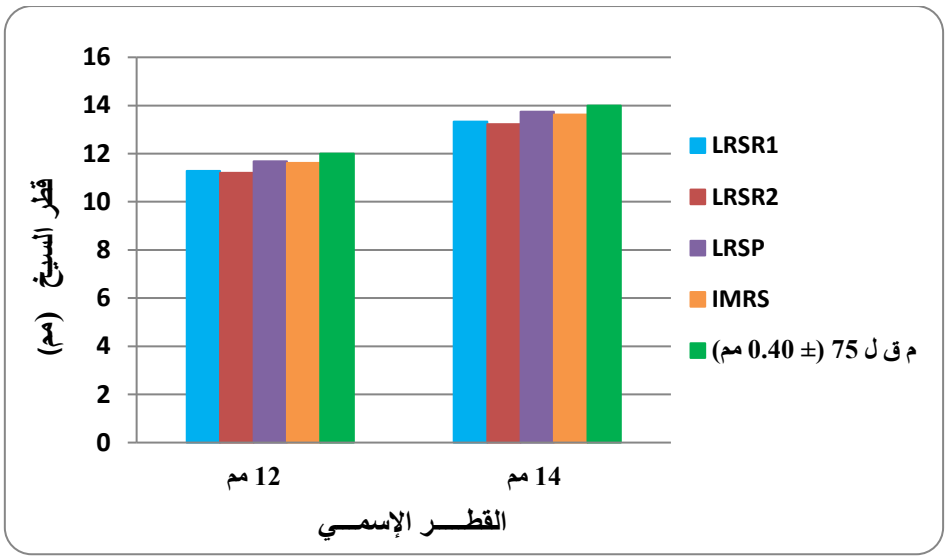
تتمثل الخواص الفيزيائية في قياس أطوال وأقطار صلب التسليح وفق ما تشير إليه المواصفة القياسية الليبية رقم 74، ومن خلال نتائج الاختبارات الفيزيائية لصلب التسليح المنتج من إعادة التدوير قطر 12، 14 مم تبين بأن هناك حيود عن المواصفة القياسية لأغلب تلك الخواص وهذا يتوافق مع دراسات سابقة[5، 6] ، وذلك بأن أقصى قيمة للتفاوت في القطر 12 مم لأسياخ الصلب LRSR1

ISSN:399-2017
2018 .01. يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

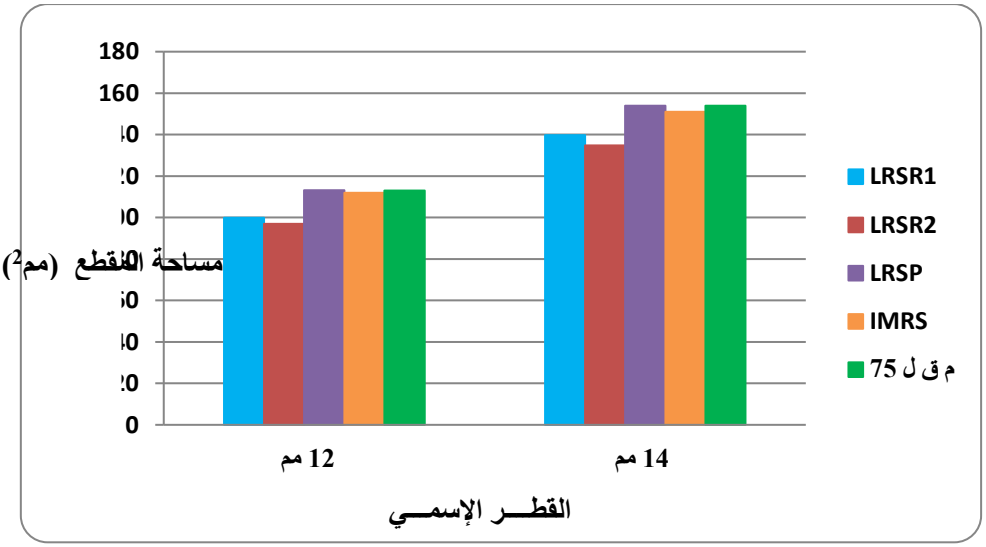
SRJMET

(0.32−) مم ولقطر 14 مم (0.265−)، لصلب التسليح LRSR2 قطر 12 مم (0.485−) مم، أقصى تفاوت في القطر 14 مم (0.495−)، والشكل (3) يوضح أقطار صلب التسليح المنتج مقارنة بالقطر الإسمي للمواصفة القياسية الليبية. أما بالنسبة لخواص الصلب LRSP، IMRS لا توجد تفاوتات تذكر عن الحدود المسموح بها عن المواصفة لمختلف الخواص الفيزيائية.



شكل(3): أقطار أسياخ صلب التسليح.

أما بالنسبة للنقصان في مساحة المقطع فكانت لصلب التسليح LRSR1 قطر 12 مم (13.07−) مم^2 وللقطر 14 مم (14.34−) مم^2، النقصان في مساحة المقطع لصلب التسليح LRSR2 (15.98−) مم^2 وللقطر 14 مم (19.2−) مم^2، كما في الشكل (4).



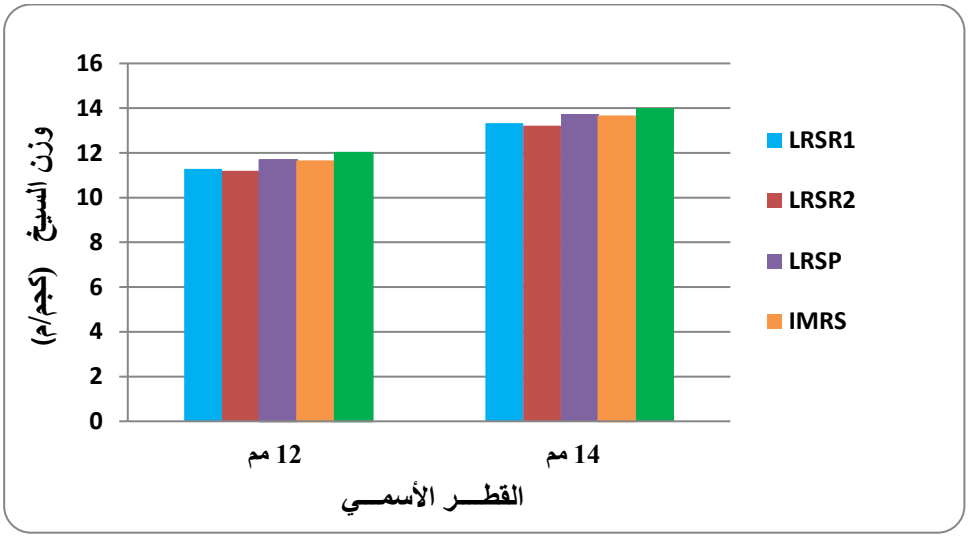
شكل (4): مساحة المقطع لأسياخ صلب التسليح.

ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

والشكل (5) يبين الفاقد في الوزن لأسياخ صلب التسليح، فكان لصلب التسليح LRSR1 قطر 12 مم (0.088−) كجم/م، وللقطر 14 مم (0.13−) كجم/م، والفاقد في الوزن لصلب التسليح LRSR2 قطر 12مم (0.029−) كجم/م، وللقطر 14 مم (0.092−) كجم/م.



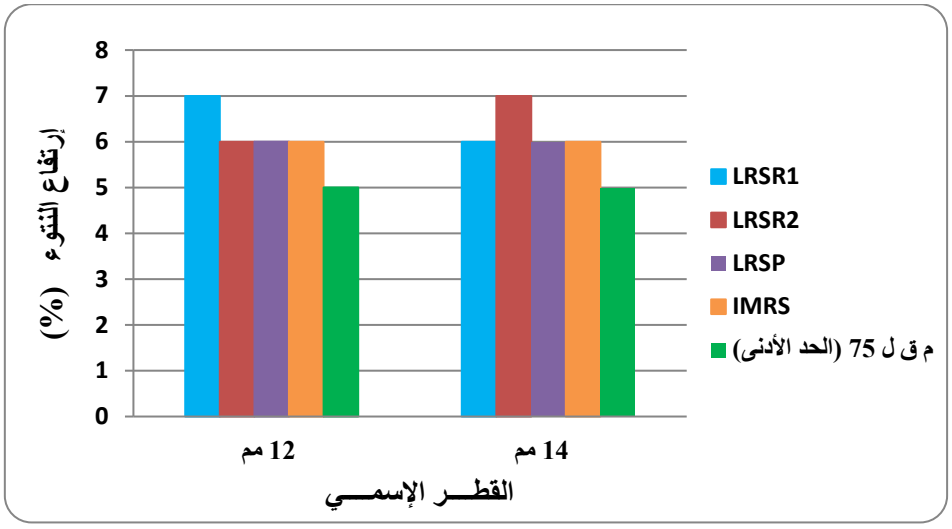
شكل(5): وزن أسياخ صلب التسليح.

وهناك أيضاً تفاوت في ارتفاع النتوء وتفاوت في المسافة بين نتوءين عرضيين وكلاهما من القطر المكافئ الاسمي لصلب التسليح، فكان التفاوت بارتفاع النتوء لقطر السيخ 12 مم لصلب التسليح LRSR1، LRSR2 بنسبة 2، 1% على التوالي، وللقطر 14 مم كانت 1، 2% على التوالي أيضاً، والشكل (6) يوضح ذلك. أما بالنسبة للتفاوت في المسافة بين نتوءين عرضيين لصلب التسليح LRSR2 قطر 12مم هي 2%. وللقطر 14 مم فكانت لأسياخ الصلب LRSR1 هي 2%، ولأسيخ الصلب LRSR2 هي 5%، كما في الشكل (7).

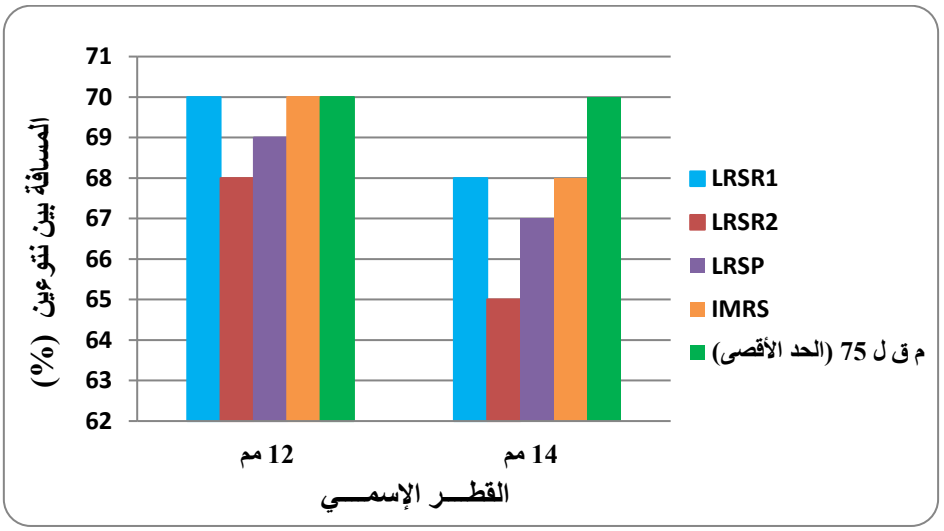
ISSN:399-2017
2018 .01. يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET



شكل (6): ارتفاع التنوء المقطع لأسياخ صلب التسليح.



شكل (7): المسافة بين نتوءين عرضيين لأسياخ صلب التسليح.

حيث تبين وجود حيود لأغلب الخواص الفيزيائية لصلب التسليح المنتج من إعادة التدوير، وهذا له تأثير اقتصادي بالإضافة إلى الجانب الفني، حيث توجد حسابات عند تصميم شبكات التسليح من ناحية استخدام الأقطار وحسابات الوزن وبالتالي أي نقص في أبعاد الصلب يؤثر سلباً على تلك الحسابات، كما ان حدوث التآكل لأسياخ الصلب عند تعرضه للرطوبة يكون تأثيره أكبر عند النقص في أقطار صلب التسليح المنتج.

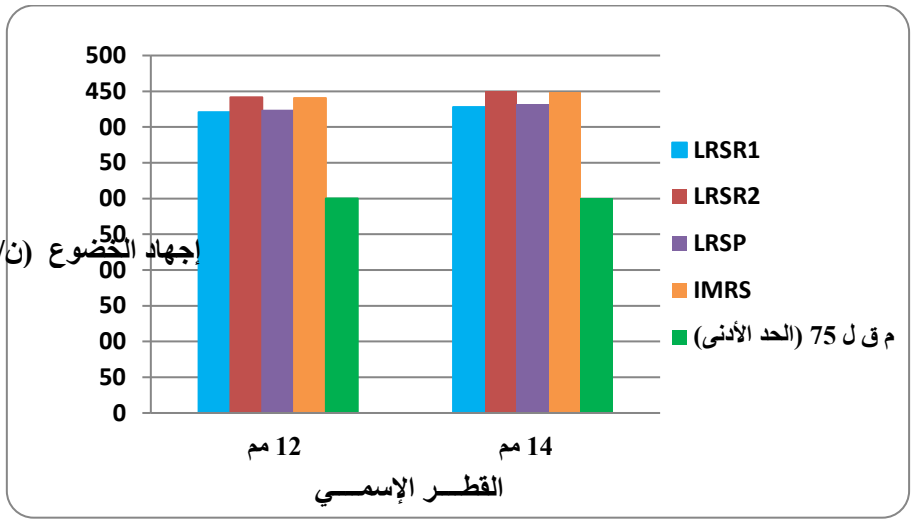
ISSN:399-2017
2018 .01. يناير

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

3.3 نتائـج الاختبارات الميكانيكيـة

هناك عدة خواص ميكانيكية حددت بالمواصفة القياسية ومن بين تلك الخواص مقاومة الشد، بواسطة اختبار الشد يمكن التعرف على إجهاد الخضوع، مقاومة الشد، الاستطالة، وقد تبين بأن جميع نتائج اختبار الشد لصلب التسليح المنتج من إعادة التدوير ضمن حدود المواصفة القياسية، ذلك بأن أدنى قيمة لإجهاد الخضوع لقطر السيخ 12 مم هي 412 ن/مم^2، وللقطر 14 مم أدنى قيمة هي 420 ن/مم^2 من الحد الادنى للمواصفة القياسية الليبية وهي 300 ن/مم^2، كما بالشكل (8).



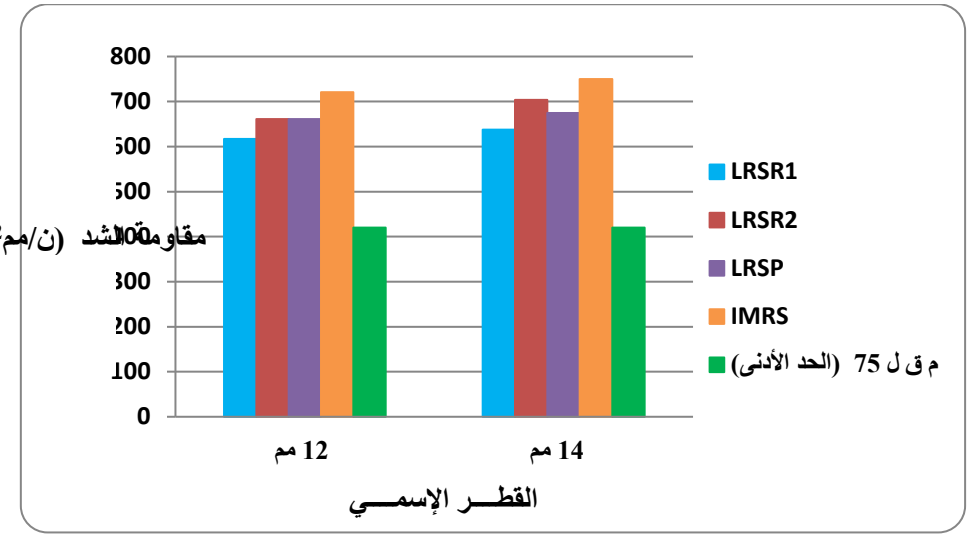
شكل(8): إجهاد الخضوع لأسياخ صلب التسليح.

أما بالنسبة للقيمة الأدنى لمقاومة الشد لقطر السيخ 12 مم هي 599.23 ن/مم^2، لقطر السيخ 14 مم كانت 621.18 ن/مم^2 من الحد الادنى للمواصفة القياسية وهي 420 ن/مم^2، والشكل (9) يبين قيم إجهاد الخضوع لأسياخ الصلب قطر 12، 14 مم. وكانت نتائج الاختبارات الميكانيكية لصلب التسليح LRSP، IMRS ضمن حدود المواصفة.

ISSN:399-2017
2018 .01. يناير

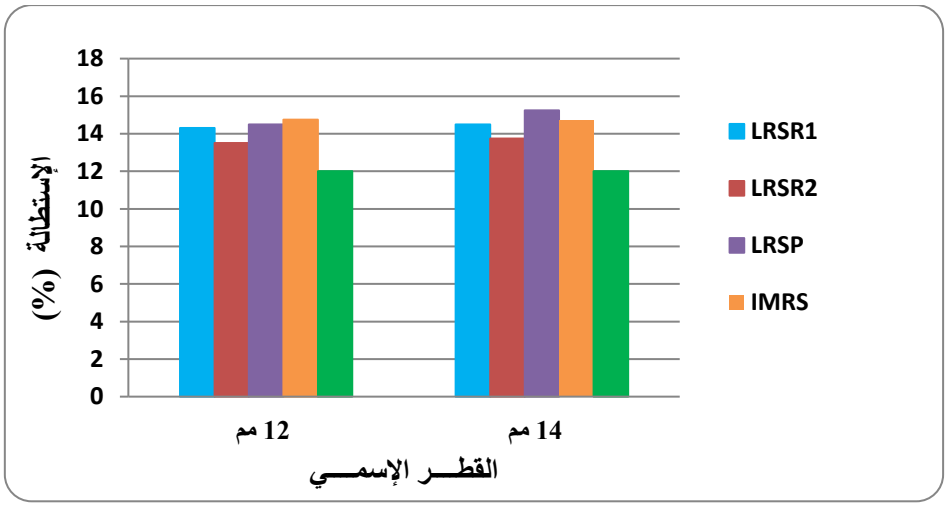
المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET



شكل(9): مقاومة الشد لأسياخ صلب التسليح.

ويوضح الشكل (10) نسبة الاستطالة لأسياخ الصلب، حيث كانت النسبة الأدنى للاستطالة لمختلف أنواع الصلب قطر 12 مم بنسبة 13.5%، ولقطر 14 مم هي 13.75% من النسبة الأدنى للمواصفة القياسية وهي 12%. وتبين بعد إجراء اختبار الثني بأنه لا توجد أي تشققات مؤثرة تذكر على سطح أسياخ الصلب، وهذه النتائج تطابق نتائج بحث أكاديمي بمدى مطابقة الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج بأحد المصانع المحلية للمواصفة القياسية الليبية و ASTM[5].



شكل(10): الاستطالة لأسياخ صلب التسليح.

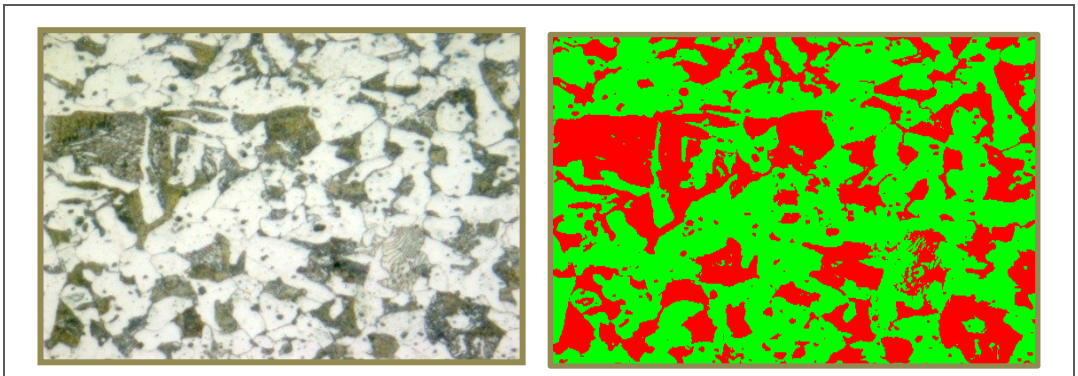
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

4.3 نتائج الفحـص المجهـري

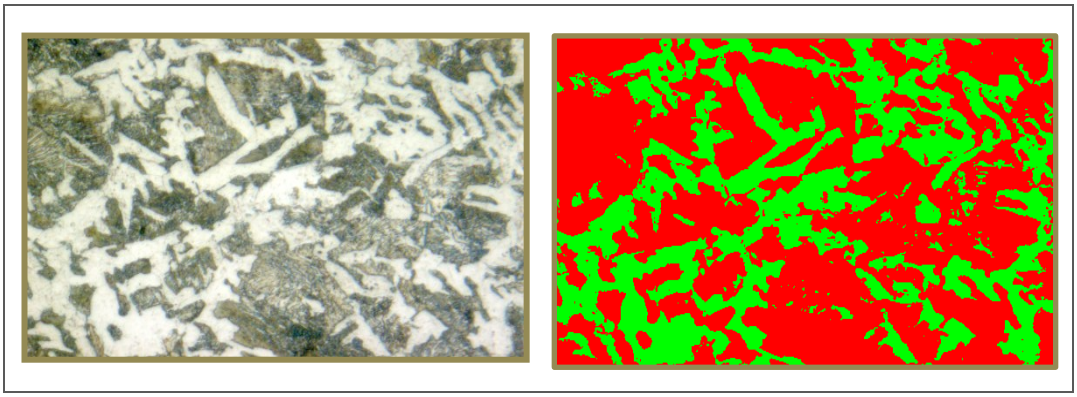
تم التعرف على الأطوار المكونة لسبائك صلب التسليح من خلال الكشف على بنيتها المجهرية، حيث تم تحديد تلك الاطوار ونسبتها الى بعضها البعض، ويوضح الشكل(11) البنية المجهرية لصلب التسليح LRSR1، ويلاحظ من خلال تحليل الصورة بجهاز تحليل الصور (Image Analysis) والذي يقوم بتحديد الاطوار المكونة للسبيكة بأن نسبة البيرليت الى الفيريت هي 39.018 و 60.982 على التوالي.



اسم الطور	لون الطور	المساحة (μm^2)	النسبة (%)
بيرليت (Pearlite)	احمر	5947.292	39.018
فيريت (Ferrite)	اخضر	9295.037	60.982

شكل(11): البنية المجهرية ونسبة الاطوار لصلب التسليح LRSR1.

وعند الكشف على البنية المجهرية لصلب التسليح LRSR2 تبين بأن نسبة البيرليت عالية مقارنة بالفيريت و ذلك يتوافق مع خواص مقاومة الشد لهذا النوع والشكل(12)، (13) يبين البنية المجهرية وتحليل نسبة الأطوار لصلب التسليح المنتج محلياً بعروق مستورة LSRP، وصلب التسليح المستورد من الخارج IMRS والتي كانت نسبة الأطوار فيهما متقاربة وهذا يعلل تقارب الخواص الميكانيكية لهما.



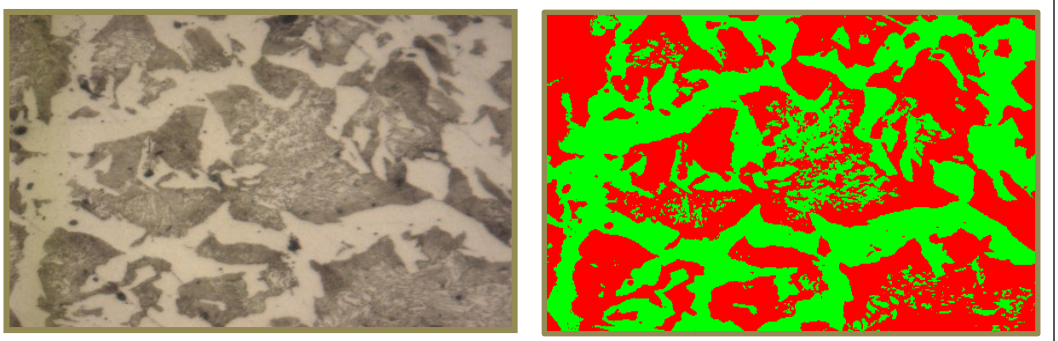
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 158-170

SRJMET

اسم الطور	لون الطور	المساحة (μm^2)	النسبة (%)
بيرليت (Pearlite)	احمر	9950.517	62.754
فيريت (Ferrite)	اخضر	5905.971	37.246

شكل(12): البنية المجهرية ونسبة الاطوار لصلب التسليح LRSP.



اسم الطور	لون الطور	المساحة (μm^2)	النسبة (%)
بيرليت (Pearlite)	احمر	8440.917	52.968
فيريت (Ferrite)	اخضر	7495.087	47.032

شكل(13): البنية المجهرية ونسبة الاطوار لصلب التسليح IMRS.

4. الاستنتاجات

من خلال الجزء العملي الذي تم في هذا العمل والدراسة الميدانية نستنتج الآتي:

1. الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج محلياً من إعادة التدوير مطابقة للخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج محلياً بعروق مصنعة وكذلك صلب التسليح المستورد.
2. مطابقة الخواص الميكانيكية لصلب التسليح المنتج محلياً من إعادة التدوير مع المواصفة القياسية الليبية.
3. أغلب الخواص الفيزيائية لصلب التسليح المنتج محلياً من إعادة التدوير أقل من حدود المواصفة القياسية الليبية.
4. تعتبر نسبة العناصر المكونة لسبائك صلب التسليح المنتج من إعادة التدوير ضمن حدود المواصفة القياسية الليبية ماعدا نسبة السليكون فكانت أعلى من الحد الأقصى للمواصفة.

5. أظهرت نتائج المسح الميداني حول تقييم جودة المنتج عدم رضاء الزبائن وبمقارنة ذلك مع التحاليل والقياسات يمكن أن نلاحظ تركيز الزبائن على مطابقة الخواص الفيزيائية للأسياخ للمواصفات القياسية أكثر من الاشتراطات الفنية الأخري.

5. المـــــراجع

1. أحمد زكي حلمي، (2002). أساسيات تكنولوجيا التصنيع. ط2. القاهرة، مصر: الدار المصرية للعلوم.

2. **Yeon Tak Kim, Jong Pil Yun, Boyeul Seo, Youngsu Park, and Sang Woo Kim**. (2007), *A Classification Algorithm for Steel Bar in Coil using Wavelet Transform*. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol. 9, Pp. 09-23.
3. **Hamad K. Al-Khalid, Ayman M. Alaskari and Samy E. Oraby**, (2011). *Hardness Variations as Affected by Bar Diameter of AISI 4140 Steel*. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol. 51. Pp. 03-29
4. **Ponle E. A, Olatunde O. B, and Awotunde O. W,** (2014). *Mechanical Properties of Reinforcing Steel Rods Produced from Recycled Scraps*. University of Ibadan, Nigeria. The International Journal Of Engineering And Science.
5. **Elhamruni R. M,** 2016. *Testing of Mechanical Properties of Reinforcing Steel Rods Produced by Zliten Steel Factory (ZSF)*. M.Sc thesis. Libyan academy.
6. ***Shaibani M, Abozeinin M,*** *(2014). Assess the quality bars of steel available in the domestic market and the extent of compliance with standard Libyan specifications. Almergib University .*
7. **Charles K. Kankam, Mark Adom-Asamoah,** (2002). *Strength and ductility characteristics of reinforcing steel bars milled from scrap metals.* School of Science and Engineering, Kumasi, Ghana. Materials and Design 23 (2002) 537-545.
8. http://www.globalmetals.com.au/_pdf/Metallurgical_Overview/section_4.pdf (2017).

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018
SRJMET

تطوير صناعة تشكيل قنوات التبريد لمحركات الصواريخ العاملة بالوقود السائل

م ـ محمد المهدي محمد م- محمد إبراهيم الشريف
جهاز البحوث التطبيقية والتطوير- مركز النظم الميكانيكية
Mohammedalmhde7@gmail.com

الملخـــص

الهدف من الورقة معالجة وتطوير عملية تشكيل سابقة على البارد لقنوات تبريد غرفة الاحتراق لمحركات دفع الصواريخ (CORRUGATION SHEET), فقد أثبتت نتائج فحص عينات تشكيل القالب السابق عدم بلوغها الجودة المستهدفة , مما خل بالمواصفات المبني عليها تصميم بناء وطريقة عمل غرفة الاحتراق , وهذا استدعى مراجعة تصميم القوالب(DIES) التي شكلت بها تلك القنوات ومعالجة ما تعانيه من خلل , وقد نتج عن البحث استحداث تصميم قالب مطور عن السابق لبلوغ الجودة المطلوبة . وبنيت فكرة التطوير على معالجة مسببات عرقلة انزلاق الصاج أثناء انطباق القالب (PUNCH&DIE)وذلك بتوفير الطول الكافي حسب حاجة كل سن التي تشكل مجرى القناة أثناء عملية التشكيل , وأن يتم التشكيل بتدرج وبيسر لكل مجاري تشكيل القنوات (GROOVES), وأن يوزع ضغط التشكيل عليها بتوازن . ومن أجل تصنيع كامل قنوات تبريد الغرفة تم تقسيمها لعدد من القوالب من (A إلى I) بحسب هيكل الغرفة, وبداية طبقت فكرة التصميم المطور علي القالب الأول (A) كتجربة , فبحمد الله أنتج به عدد من العينات أثبت فحصها تحسناً كبيراً عن سابقتها , واقترابها من تحقيق الجودة المطلوبة بشكل إيجابي ومشجع. ومن نتائج التصميم المطور , جودة الإنتاج , إطالة عمر قالب التشكيل , تخفيض تكاليفه , إمكانية تصنيع القالب محليا وكسر احتكار تقنية تصميمه وتصنيعه , وإثبات قدرات العنصر الوطني.

والنهج المتبع في البحث يغلب عليه الطابع التقني التطبيقي المدعوم بنتائج التجارب ومقارنتها, ويؤمل أن يمنح الفرصة لدراسته دراسة بحثية دقيقة تقيمه وتضبط نتائجه , وتعمل علي إظهار ميزاته لاستخدامه في مجالات مشابهة .

الكلمـــات الـــدالة: تطوير عملية التشكيل,غرفة الاحتراق,التقني التطبيقي.

Abstract

The objective of the paper is to address and develop the process of pre cold-forming corrugated sheet used as a cooling channel for combustion chamber in the rocket engine. The results of the previous mold design samples proved that the target quality was not achieved, thus violating the specifications based on the design and performance of the combustion chamber.

Reviewing the design of the previous molds in which these channels were formed and dealing with the defect was necessary. The research results a developed mold design from the previous one to achieve the required quality.

The idea of development is based on the treatment of the causes that block the sliding of the sheet during die punch process, thus by providing a sufficient length according to the need of each tooth that forms the course of the channel during the deformation process, grade grooves shaping and balance distribution of applied pressure was the major key points in the study.

In order to manufacture all the channels of the chamber, it was divided into a number of templates (A to I) according to the structure of the chamber. The idea of the design was first applied to the first mold (A) as an experiment, and several numbers of samples which proved a great improvement over the previous one and shows closure achievement of required quality in a positive and encouraging sense.

The developed design results, prolonging the life of the mold, reducing its costs, the possibility of manufacturing the mold locally, breaking the monopoly of design and manufacturing technology,
and proving the capabilities of the national component.

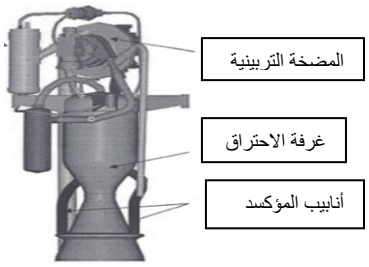
The research approach is dominated by the applied technical nature, which is supported by the results of the experiments, and it is hoped to give such a study the opportunity for

a deep and precise research study that evaluates and adjusts its results and works to show its advantages for use in similar fields.

1- المقدمـــة :

إن من الأهمية تصنيع قنوات التبريد(COR. SHEET) بالدقة والجودة العالية , كأساس مهم في بناء جدار هيكل غرفة الاحتراق لمحركات دفع الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل المدفوع من خلالها بغية تبريدها و خفض حرارتها الشديدة الارتفاع شكل (1), وهى تصنع بتشكيل صفائح معدنية(S.S : Stainless steel 304) علي البارد بسمك (0.4mm) علي هيئة شكل هندسي متموج الأضلاع يبني مع غلافي جدار الغرفة عصب هيكلها , وتتحقق جودة صناعة القنوات بنجاح فكرة تصميم القالب وتصنيعه والتشكيل الصحيح به, هذا ما فقدته المحاولات السابقة لعمليات التشكيل التي جرت بالمركز , فدعت الحاجة إلى الاجتهاد لمراجعتها , والبحث في أسبابها , ومن ثم معالجتها , وبما أن الدخول إلي هذا المضمار يحتاج لاستعداد علمي وخبرة ومراجع متخصصة يصعب بلوغها, نتيجة لاحتكار هذا النوع من التقنية من قبل مصادرها, الأمر الذى دفع لمراجعة عملية التصميم والتصنيع السابقة كأساس ينطلق منه البحث, والتركيز على الابتكار والتجربة ورصد النتائج وتحليلها ومحاولة والاستفادة من الإخفاق والنجاح في كل محاولة... .

أفرز هذا الجهد تطويراً لفكرة تصميم قالب التشكيل السابق, طبق بداية كتجربة علي القالب(A),فأعطي نتائج أهمها تحقيق جودة الأبعاد المطلوبة , إضافة إلي معالجة مشاكل القالب مع تحسن عمليات تصنيعه , والتشكيل به .



وأعدت الورقة بأسلوب يعتمد علي الاختصار وشرح ما يحتاج التوضيح ويسهل ذلك عدد من الرسومات والجداول .

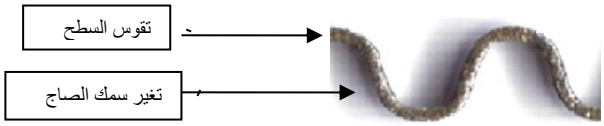
شكل (1):موقع غرفة الاحتراق في محرك دفع الصواريخ التي تعمل بالوقود السائل .

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018
SRJMET

2- المشكلة التي سيعالجها البحث: وتتركز في ثلاث نقاط هي:

2-1- أهم العيوب التي ظهرت علي الصاج المشكل بالقالب السابق(COR.SHEET):

- يؤدي التشكيل علي البارد إلي تشويه التكوين الداخلي للمعدن, مما ينتج عنه زيادة في صلادته , كما يصحبه تصلد انفعالي يقلل من ممطوليته ومقاومته لصدمات. وإذا تكرر التشكيل فإن زيادة التصلد الانفعالي تؤدي إلي إحداث شروخ في المعدن لا يمكن إصلاحها[1].
- تغير سمك المعدن ,وتقلص مساحة التسطح للقنوات والمهمة في لحام جدار الغرفة.. شكل(2) .



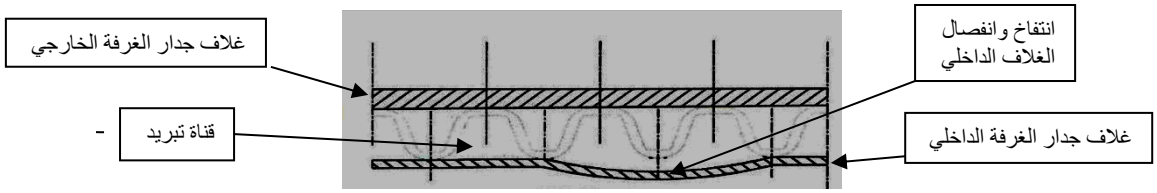
شكل (2): مقطع أمامي للقنوات , يبين العيوب التي ظهرت عليها بعد تشكيلها.

2-2 - أهم المشاكل التي ظهرت على قالب التشكيل :

كما أدي تكرار الكبس والضغط إلي تأكل وتشوه سطح أسنان قالب التشكيل ثم تشق وانهيار سن التشكيل الأولي..

2- 3 - أهم عيوب التجميع :

حدوث ظاهرة انسلاخ وانتفاخ سطح غلاف جدار الغرفة الداخلي أثناء اختبار الغرفة , بسبب ضعف لحام سطح القنوات بالغلاف الناتج من خلل تقوس أضلاع سطح القنوات كما بالشكل(3) .



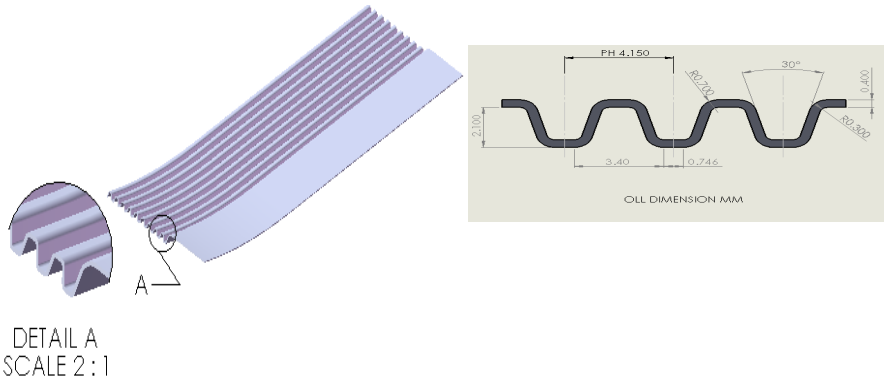
شكل (3): مقطع أمامي يبين من عيوب التجميع انفصال جدار الغرفة الداخلي عن سطح القنوات

3 - أهداف البحث:

يهدف البحث إلي ابتكار تصميم مطور لقالب تشكيل بغية الوصول إلي النقاط الآتية:

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

1. تشكيل قنوات دعم وتبريد هيكل غرفة الاحتراق حسب التصميم المحدد لبنائها. شكل (4)
2. تفادي العيوب المؤثرة علي كفاءة قالب التشكيل والعمل لإطالة عمره..
3. تحسين عملية الإنتاج وتخفيض التكلفة..



عينة لقنوات التبريد بعد تشكيلها وقبل تجميعها في جدار الغرفة, نوع معدنها (S . STEEL 304)

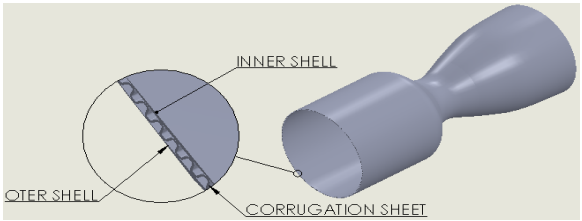
شكل (4):مقطع أمامي لقنوات التبريد المستهدف, مع قطعة غير مكتملة التشكيل تبين شكلها الطولي.

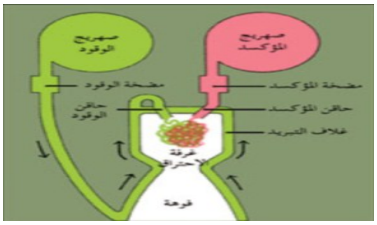
4–الأهميـــــــة :

أهمية قنوات التبريد(CORRUGATION SHEET) :

تعتبر قنوات(COR.SHEET)من الأجزاء الأساسية التي يعتمد عليها تصميم بناء هيكل غرفة الاحتراق في المحركات الصاروخية البالستية شكل (5) , كما أنها تغذي في شبكة من الأنابيب والصمامات عنصري الوقود داخل غرفة الاحتراق. وينبغي أن يمر الوقود أو المؤكسد حول الغرفة قبل المزج مع العناصر الأخرى. هذا من شأنه أن يبرِّد غرفة الاحتراق ويسخِّن مسبقًا عناصر الوقود للاشتعال[2]من خلال التبادل الحراري لأجل إنجاح تشغيل المحرك الصاروخي ودفعه بالقدرة المطلوبة وفي الزمن المستهدف عند عملية الإطلاق. شكل (6)

شكل (5): مقطع يبين قنوات تبريد غرفة الاحتراق. شكل (6):مقطع يبين مرور الوقود في جدار الغرفة.





المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018
SRJMET

5- الإجراءات والأدوات:

5-1-تصميم قنوات التبريد (بطريقة الهندسة العكسية)وإعداد تصميم قالب التشكيل لها:

- تستغل الهندسة العكسية في تحديد أبعاد وشكل (COR.SHEET) ونوع معدنه(S.S 304) وهو أحد أنواع الفولاذ الأستنايتى المقاوم للصدأ, يتحمل الصدمات عند الحرارة المنخفضة بسبب تركيبه المجهري الأحادي الطور, ويؤخذ عليه قابليته للتشقق نتيجة التآكل لإجهادي[3], والجدول التالي يبين خواصه الميكانيكية[4].

ALLOY	Tensile Strength ksi (Mpa)	Yield strength Ksi (Mpa)	Elongation %(2 in)	Hardness (HB)
304	84(577)	42 (288)	45	HB 80

الجدول يبين الخواص الميكانيكية للمعدن (S.S 304)

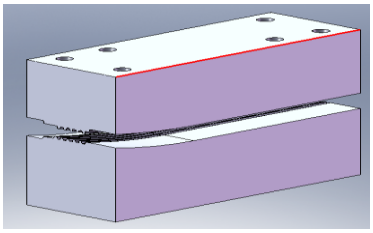
- تقسم القوالب من(A إلى I)حسب امتداد طول القنوات الممتدة مع طول الغرفة وبحسب شكلها الهندسي .
- يختار معدن القالب(TOOL STEEL),ويقسم إلى جزئيين متطابقين (PUNCH & DIE) , وهو صلب عالي الكربون High cardon steels(0.6% الي 0.8%) يستعمل في صناعة العدد ومنها القوالب بعد أن يصلد ويراجع مراجعة طفيفة (lighty tempered)ليعطي صلادة عالية ومتانة محدودة, من خلال عملية المعالجة الحرارية[5]

.HARDENED AND TEMPERED TO(45- 50 HRC)

5-2- صناعة وإعداد قوالب التشكيل بالطريقة التقليدية السابقة :

تمر عمليات تصنيع وإعداد القوالب بعدة مراحل بداية من تسوية الأسطح , تنعيمها, ثقوب التمحور, إعداد الواجهة الخاصة بالتشكيل لكل جزء من القالب شكل (7) , فتح مجارى قنوات التشكيل باستخدام أقلام خاصة ,بدايتا بآلة الغريزة (CNC(Computer Numerical control, ثم المعالجة الحرارية لمعدن القالب, ثم تشطيب السطح, بواسطة آلت التفريغ الكهربي (EDM(Electrode Discharge Machine باستخدامElectrode.

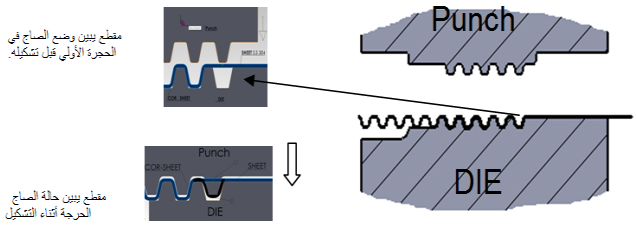
المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018
SRJMET



شكل(7):جزئي القالب(PUNCH & DIE).

5-3- تشكيل قنوات التبريد (COR.SHEET)بالقالب السابق:

تشكل قنوات التبريد بواسطة آلة تشكيل(كبس)بعد تثبيت القالب عليها, ثم تمرر صفيحة المعدن المعدة للتشكيل بين جزئي القالب , لتنجز القناة الأولي ثم الثانية وهكذا علي التوالي إلى أن تشكل كامل الصفيحة شكل (8).



شكل (8):مقطع يبين الطريقة السابقة في تشكيل قنوات (COR.SHEET).

5-4- تصميم قالب التشكيل المطور(القالب A):

بنيت فكرة تصميم القالب المطور على معالجة مسببات عرقلة حركة انزلاق الصاج, وتوفير الطول الكافي بحسب حاجة كل سن لتشكيل مجري قناة (COR. SHEET) أثناء عملية تعشيق أسنان جزئي القالب(PUNCH&DIE), وأن يتم التشكيل بتدرج ويسر لكل مجاري تشكيل القنوات (GROOVES) , وأن يوزع ضغط التشكيل بتوازن .

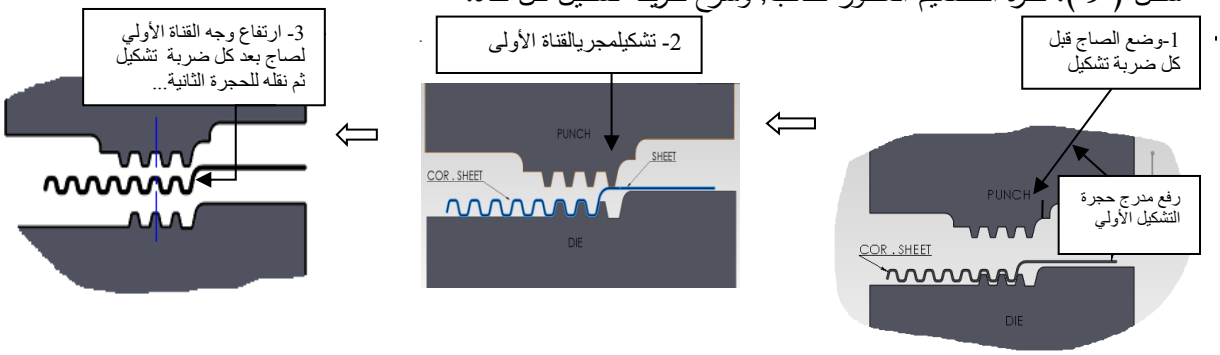
5-5- شرح أهم التحسينات التي أدخلت علي القالب :

A – في المقطع المتعامد لمجاري القنوات (GROOVES) :

- رفع مجال مدرج انزلاق الصاج بمسافة محسوبة من وجه حجرة التشكيل الأولى (DIE)**شكل** (9).
- التدرج في كل ضربة تشكيل تجمع(ثني– تشكيل– كبس) وذلك بإجراء توسعة محسوبة لمقطع الحجرات.
- تقليص عدد قنوات التشكيل في جزئي القالب (PUNCH & DIE) بحسب التدرج المفترض للتشكيل.

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018

شكل (9): فكرة التصميم المطور للقالب, وشرح طريقة تشكيل كل قناة.



B–لتوازن في سحب الصاج بين المسافة المستقيمة والدائرية في الامتداد الطولي (GROOVES)أثناء تشكيل استحداث مركزين بدلاً عن المركز الواحد لقطر القوس لكلا من جزئي(PUNCH&DIE).

5–6–تحسين عمليات تصنيع القالب المطور:

لا تختلف بداية إنجازه عن العمليات السابقة حتى تأتي خطوة فتح (GROOVES) وتنجزً بآلة الفريزة متعددة المحاور ذات التحكم البرمجي (CNC) واستخدمت أقلام صممت خصيصا وتميزت عن سابقتها بمتانتها وإعدادها محلياً وتحقيقها الأبعاد النهائية مع نعومة سطحية دون الاحتياج إلي تشطيب نهائي بواسطة القطب الكهربائيElectrode كما في عملية التصنيع السابق.

5–7–تحسين عملية التشكيل:

المطلوب في اقتصاديات الإنتاج هو إنهاء عملية التشكيل بأقل قوة ممكنة و في أقل وقت ممكن بشرط ألا ينهار المعدن ويقطع أثناء تشكيله[6],وهذا ما تحقق في عملية التشكيل بعد التطوير, فكان ضغط التشكيل بالقالب السابق يصل بتكرار الكبس إلي (160 Ton) , بينما الضغط بالقالب المطور يصل إلي (90 Ton)مع عدم التكرار لكبس كل مجري .

6–النتائـــــج:

من أهم النتائج التي توصل إليها البحث:

1. ابتكار طريقة مستحدثة خاصة لتشكيل قنوات دعم وتبريد غرفة الاحتراق لدفع الصواريخ البالستية.
2. تحقيق أفضل جودة تشكيل للشكل المطلوب للقنوات(COR.SHEET), ويمكن مقارنتها بمقطع عينات إنتاج التشكيل القديم وملاحظة الفرق بين الصور المرفقة انظر الشكل (10) أ , ب , ج .

المجلة العلمية لدراسات وأبحاث العلوم الهندسية وتقنيات المعادن
المجلد. 1 العدد. 1 رقم الصفحات 171-181
ISSN:399-2017
01. يناير. 2018
SRJMET

3. الفرق الظاهر بين صلادة (HARDNESS TEST) لسطح قنوات العينتين(COR. SHEET), فكانت:

- نتيجة صلادة العينة المنتجة بالقالب السابق (381.4 BHN).

- بينما نتيجة صلادة العينة المنتجة بالقالب المطور (276.5 BHN).

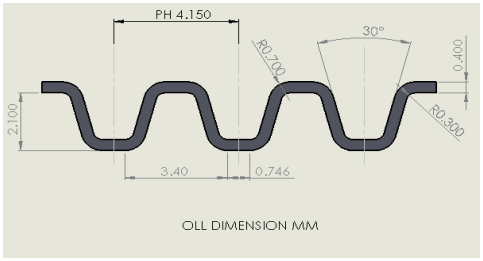
-الفرق المتباين في نتيجة صلادة العينتين إذ بلغ (104.9 BHN).

4. تحسن أداء قالب التشكيل وإطالة عمره وذلك بتجاوز مسببات انهياره التي كان يواجها سابقاً .

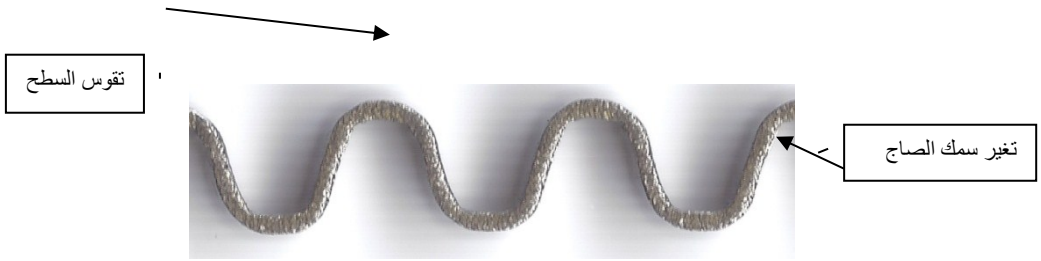
5. إمكانية تصنيع قالب التشكيل الحديث التصميم محلياً والتشكيل به.. .

6. تحسين عمليات تصنيع القالب باستخدام أقلام قطع خاصة صمم شكلها وصنعت محلياً .

7. انخفاض تكاليف التصنيع بتجاوز عملية تصنيعElectrodeوالتشطيب به وتقليص عدد الأسنان.



(10- أ): الشكل النموذجي لإبعاد القنوات المستهدفة. الأبعاد بالمم(mm).



(10-ب): عينه للقنوات المنتجة بالقالب القديم لاحظ العيوب الظاهرة.

(10-ج): عينه للقنوات المنتجة بالقالب المطور لاحظ التحسن الظاهر.

7– الاستنتـــــــاج :

التحسين في تصميم قالب تشكيل قنوات التبريد غرفة الاحتراق لدفع الصواريخ البالستية , بحيث أمكن من استخدام قوة تشكيل اقل أدي للوصول إلي الجودة المطلوبة , مع وإطالة عمره , إضافة إلي خفض تكاليف التصنيع .

8 – التوصيـــــات:

التوصيات المستقبلية لزيادة دقة وتحسين القالب المطور للرفع من مستوي أدائه:

- قابلية فكرة التصميم المبتكرة للتطوير يجعلها مشجعة لزيادة الخوض فيها بغية تحسينها أكثر.
- البدء في تنفيذ باقي القوالب بالتصميم المطور كمرحلة ثانية, إذ تتميز باختلاف شكل قنواتها.
- إدخال استعمال البرامج المتخصصة لمحاكاة التصميم المطور للقوالب ودراستها نظرياً قبل العملي.
- إجراء دراسة بحثية دقيقة تبين أثر تغير مواصفات وجودة (COR SHEET) علي أداء غرفة الاحتراق.
- الاهتمام بالابتكار في المجال التصنيعي.

9– كلمـــة شكـــر:

وأخيراً نود أن، نقدم كامل الشكر والتقدير لكل من ساعد وسعي في إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد وجزاه الله عن هذه الأمة كل الخير.. ونخص الإخوة في الجهاز المركزي للبحوث والتصنيع ومركز البحث والتطوير.

المراجـــــــــع

1– د. رشدي محمد حموده , *الأسس الهندسية في المشروعات الصناعية , دار الراتب الجامعية , ص 95.*

2- صاروخ المعرفة www.com//w/index.php / 2017/07/28 .

3– وليام لسلي, *علم المعادن الفيزياوي للفولاذ* . ترجمة د. علي حسين عتيوي, *دار دجلة 2012* , www.dardjlah@yahoo.com, *ص 595 , 596* .

4- www.AKSteel.com , © 2007 *AK Steel Corporation* 7100-0096 7/07, 2017/09/26/ ص 12:03.

5– د.ج.ديفيز و ل.ا.اويلمان , ترجمة د.جعفر طاهر الحيدري و السيد عدنان نعمه , *المعادن بنيتها وخواصه اومعاملاتها الحرارية ,الجامعة التكنولوجيا (بغداد) 1989 , ص155*

6- مجلوبة من" https://ar.wikipedia.org/w/index.php?*تشكيل المعادن*&oldid=24190195 , 2017/10/01.

والله الموفـق