Republic Of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Technology
Mechanical Engineering Department

Influence of Residual Stress on Fatigue Behavior for Aluminum alloy (2024)

A Thesis Submitted to the Department of Mechanical Engineering of the University of Technology as Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Mechanical Engineering

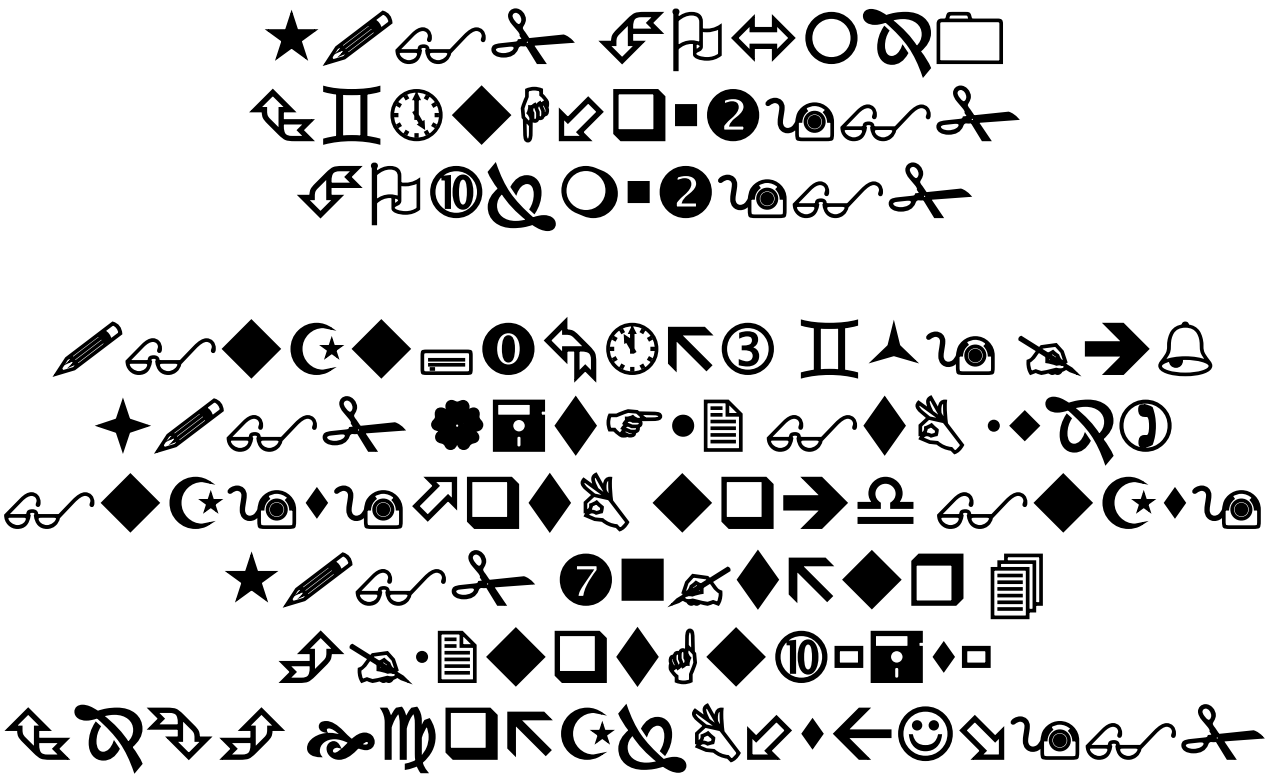
By Engineer
Riyadh Ahmed Sarhan Al-Taie

Supervisors

Asst. Prof.
Dr. Ahmed N. Al-khazraji

Asst. Prof.
Dr. Farag M. Mohammed

1431 2010



صدق الله العظيم
سورة التوبة

Dedication

I would like to dedicate this thesis to all for their

support and encouragement

To my father, mother, sisters, brothers, and
to all my friends

Riyadh

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was carried out under supervision of **Asst. Prof. Dr. *Ahmed N. Al-khazraji*** and **Asst. Prof. Dr. *Farag M. Mohammed*** to whom the author wishes to express his sincere appreciation for their help, discussion and criticism during the execution of the work described in this thesis.

I would like to express my sincere thanks to my friend ***Muataz Jabar Fahad*** for his cooperation and all people who spent any effort in helping me in this work.

ABSTRACT

A general investigation was done in the present work to study the effect of the residual stresses on the fatigue behavior for 2024 aluminum alloy.

The residual stresses were introduced from different sources (heat treatment, pre-strain, and welding) and measured by X-Ray diffraction. All the test specimens were treated by annealing before any test.

For heat treatment, groups were heated to (420, 450, 480, and 510) ^{o}C up 30 min, then quenched in water (at room temperature), and followed by natural aging (stayed at room temperature for seven days). After heat treatment at 510 ^{o}C, an 85.6 MPa compressive residual stress has been introduced, leading to improve the mechanical properties (yield stress, ultimate stress, and hardness) by (45.83%, 42.53%, and 72.88%), respectively, while the elongation was decreased by (40%). The fatigue strength at 10^6 for this alloy was improved by (61.03%) as compared with the same alloy as received.

For pre strain, groups were loaded to (265, 290, 315 and 340) MPa by a tensile testing machine. All these loads were between the yield and ultimate strengths. When loaded to 340 MPa, a compressive residual stress of 62.448 MPa was generated, which leads to improve the fatigue strength by (46.453%), while for welding series, the fatigue strength decreased by (23.452%) due to the 76.9345 MPa of residual stress with using arc welding in width direction.

A finite element model was used to compare and satisfy the results of (fatigue life, deflection, and stress) at any load. The comparison exhibits that the error is not more than 13% between the experimental results and numerical analysis, These errors due to the condition of expermental work were not exact and can not be controlled at this condition, such as the environment, equipments, and surface finishing.

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة المكائن والمعدات

تأثير الاجهادات المتبقية على سلوك الكلال لسبيكة الالمنيوم (2024)

أطروحة مقدمة إلى
قسم هندسة المكائن والمعدات في الجامعة التكنولوجية وهي جزء من متطلبات
نيل درجة الماجستيرفي علوم الهندسة الميكانيكية / ميكانيك تطبيقي

تقدم بها المهندس
رياض أحمد سرحان الطائي

بإشراف

الأستاذ المساعد
د.أحمد نايف الخزرجي

الأستاذ المساعد
د. فرج محل محمد

1431 2010

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة تأثير الاجهادات المتبقية على سلوك الكلال لسبيكة الالمنيوم (2024). الاجهادات المتبقية نتجت من مصادر مختلفة (معاملات حرارية, انفعال مسبق واللحام) والتي تقاس بطريقة حيود الاشعة السينية. جميع عينات الاختبار تتعرض للتلدين قبل اي اختبار.

ان مجاميع المعاملات الحرارية سخنت إلى (420, 450, 480, 510) درجة سيليزية لمدة (30) دقيقة وبعد ذلك خمدت بالماء بدرجة حرارة الغرفة متبوعة بالتعتيق الطبيعي (تركت بدرجة حرارة الغرفة لسبعة أيام), قيمة الاجهادات المتبقية الضغطية بعد المعاملة الحرارية عند 510 درجة سيليزية تكون 85.6 MPa وأدت إلى تحسين الخصائص الميكانيكية (إجهاد الخضوع, أقصى إجهاد, الصلادة) بمقدار (45.83%, 42.53%, 72.88%) على التوالي وتقل الاستطالة بمقدار (40%). مقاومة الكلال عند 10^6 دورة لهذه السبيكة تتحسن بمقدار (61.03%) بالمقارنة مع السبيكة بحالتها المستلمة.

وعند مجاميع الانفعالات المسبقة تم تسليط أحمال MPa (340, 315, 290, 265) بواسطة جهاز اختبار الشد جميع هذه الأحمال هي بين نقطة الخضوع و أعظم إجهاد وسببت توليد 62.448 MPa من الاجهادات المتبقية الضغطية عند تسليط 340 MPa وأدت إلى تحسين مقاومة الكلال بمقدار (46.453%), بينما في مجاميع اللحام, فأن مقاومة الكلال تقل بمقدار (23.452%) نتيجة 76.9345 MPa من الاجهادات المتبقية الشدية عند لحام المجموعة بطريقة القوس الكهربائي.

تم استخدام طريقة العناصر المحددة للتحقق وإجراء المقارنة في عمر الكلال, التشوه و الاجهادات عند أي حمل ووجد بأن مقدار الخطأ لا يتجاوز 13% بين الجانب العملي والتحليل العددي, هذه الاخطاء بسبب ظروف الجانب العملي تكون غير مظبوطة ولا يمكن السيطرة على هذه الظروف, مثل البيئة, الاجهزة, الانهاء السطحي.