AIN SHAMS UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
PRODUCTION DEPARTMENT

DESIGN OF METAL-TO-METAL CONTACT FLANGES OF PRESSURE VESSELS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for Degree of Master of Science in Mechanical Engineering (Production Dept.)

Submitted by

Eng. Mohamed Salama Seloma Ali

B.Sc. in Engineering (Production)

Ain Shams University

2008

Supervisors

Prof. Samy Jimmy Ebeid

Faculty of Engineering
Ain-Shams University

Dr.Eng. Wagdy El-Desouki AbdelGhany
Faculty of Engineering
Ain-Shams University

CAIRO
2015

Examiners Committee

The undersigned certify that they have read and recommended to the Faculty of Engineering, Ain Shams University, for acceptance a thesis entitled **"Design of Metal-To-Metal Contact Flanges of Pressure Vessels Using Finite Element Analysis", submitted by Mohamed Salama Seloma Ali**, in Partial Fulfilment for the Requirements of the Degree of Master of Science in Mechanical Engineering.

Signature

1. **Samy Jimmy Ebeid**
   Professor, Design and Production
   Engineering department.
   Faculty of Engineering.
   Ain Shams University.

2. **Hesham Aly Abdelhamid Sonbol**
   Professor and Head of Design and Production
   Engineering department.
   Faculty of Engineering.
   Ain Shams University.

3. **El-Sayed Youssef Soliman El-Kady**
   Professor of Production Engineering.
   Dean of Faculty of Engineering- Shoubra.
   Benha University.

Board of Supervisors

The undersigned certify that they have read and recommended to the Faculty of Engineering, Ain Shams University, for acceptance a thesis entitled **"Design of Metal-To-Metal Contact Flanges of Pressure Vessels Using Finite Element Analysis"**, submitted by **Mohamed Salama Seloma Ali**, in Partial Fulfilment for the Requirements of the Degree of Master of Science in Mechanical Engineering.

Supervisors

1. **Samy Jimmy Ebeid**

   Professor, Design and Production
   Engineering Department
   Faculty of Engineering.
   Ain Shams University.

2. **Wagdy El-Desouki AbdelGhany**

   Associate Professor, Design and Production
   Engineering Department,
   Faculty of Engineering,
   Ain Shams University.

STATEMENT

This thesis is submitted in partial fulfilment for the degree of Master of Science in Design and Production Engineering, to the Faculty of Engineering, Ain Shams University.

The work included in this thesis was carried out by the author.

No Part of this thesis has been submitted for degree or qualification at any other university.

Signature

Mohamed Salama Seloma Ali

Date: / /

Researcher Data

Name: Mohamed Salama Seloma Ali

Date of Birth: 28-8-1986

Degree: Bachelor Degree in Mechanical Engineering, 2008

Design and Production Department

Faculty of Engineering

Ain Shams University

Summary of Chapters

This thesis consists of five chapters that are summarized as follow:

Chapter 1: Introduction.

In this chapter, the bolted flanged joint is introduced and defined. The bolted joint types are identified. Defining the main problem in the bolted flanged joint and obtaining the study objective.

Chapter 2: Literature Survey.

This chapter provides a literature review of the previous work done on the flanged bolted joint. The leakage cost on the joint is identified and also the bolted joint design with respect to the standard code.

Chapter 3: Finite Element Modeling.

The finite element modelling is defined in this chapter also the modelling steps, the effecting parameters on the model and the sources of nonlinearity on the model. The presented bolted joint model is described and modelled using finite element. The meshing, element, contact interactions, loads and constraints are indicated. The material properties for the established model are defined. The results of the mechanical loading model is shown and discussed. The results with developed to study the friction effect on the bolted joint model

Chapter 4: Mechanical and Thermal Combined Loading Analysis

The thermal stress and its effect on the modelling are defined. The combined thermal and mechanical model is described. The

coupled thermal analysis which used in this model is defined and selecting the elements, creating the meshing, contact interactions, loads and boundary conditions. The model results is presented and discussed. The results from the combined loading model is developed to investigate the effect of joint behaviour under different bolt preload

Chapter 5: Conclusions.

The results from the mechanical and combined thermal and mechanical model are concluded.

جامعة عين شمس
كلية الهندســـــــــة
قسم التصميم وهندسة الإنتاج

تصميم الفلانشات ذات الإتصال المعدنى لأوعية الضغط بإستخدام العناصر المُحدّدة

رسالة مقدمة كمتطلب تكميلى للحصول على درجة ماجستير العلوم الهندسية

فى تخصص الهندسة الميكانيكيه (هندسة التصميم والإنتاج)

مقدمة من

مهندس/ محمد سلامه سلومه على

بكالوريوس هندسة التصميم والإنتاج
جامعة عين شمس
٢٠٠٨

تحت إشراف

أ.د/ سامى جيمى عبيد
أستاذ متفرغ بقسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة جامعة عين شمس

د/ وجدى الدسوقى عبد الغنى
أستاذ مساعد بقسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة جامعة عين شمس

٢٠١٥

جامعة عين شمس
كلية الهندســــــــــة
قسم التصميم وهندسة الإنتاج

رسالة ماجيستير:

اسم الطالب : محمد سلامه سلومه على

عنوان الرسالة : تصميم الفلانشات ذات الإتصال المعدنى لأوعية الضغط بإستخدام العناصر المُحدّدة

اسم الدرجة : الماجستير في الهندسة الميكانيكية

لجنة الحكم: التوقيع

١- أ.د. سامى جيمى عبيد
أستاذ متفرغ بقسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٢- أ.د. هشام على عبد الحميد سنبل
أستاذ ورئيس قسم التصميم وهندسة الإنتاج
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٣- أ.د. السيد يوسف سليمان القاضى
أستاذ هندسة الإنتاج
وعميد كلية الهندسة بشبرا
جامعة بنها

جامعة عين شمس
كلية الهندســــــــــة
قسم التصميم و هندسة الإنتاج

رسالة ماجيستير:

اسم الطالب : محمد سلامه سلومه على

عنوان الرسالة : تصميم الفلانشات ذات الإتصال المعدنى لأوعية الضغط بإستخدام العناصر المُحدّدة

اسم الدرجة : الماجيستير في الهندسة الميكانيكية

هيئة الأشراف:

١- أ.د. سامى جيمى عبيد
أستاذ متفرغ بقسم التصميم و هندسة الإنتاج
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

٢- د. وجدى الدسوقى عبد الغنى
أستاذ مساعد بقسم التصميم و هندسة الإنتاج
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

تاريخ البحث: / /

الدراسات العليا:

ختم الإجازة

أجيزت الرسالة بتاريخ

/ /

موافقة مجلس الكلية

موافقة مجلس الجامعة

إقرار

هذه الرسالة مقدمة الى جامعة عين شمس للحصول على درجة الماجستير فى العلوم الهندسيه، إن العمل الذى تحتويه الرسالة تم إجراؤه بمعرفه الباحث. ولم يتم تقديم أى جزء من البحث للحصول على أى درجة علمية من أى جامعة أخرى.

وهذا إقرار منى بذلك.

الاسم: محمد سلامه سلومه على

التوقيع:

التاريخ:

تعريف بمقدم الرسالة

الإسم: محمد سلامه سلومه على

تاريخ الميلاد: ١٩٨٦/٩/٢٨

الدرجة العلمية: البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية

التخصص: التصميم و هندسة الإنتاج

الجهة المانحة للدرجة: كلية الهندسة - جامعة عين شمس

تاريخ الحصول عليها: يوليو ٢٠٠٨

الإسم: محمد سلامه سلومه على

التوقيع:

تصميم الفلانشات ذات الإتصال المعدنى لأوعية الضغط

بإستخدام العناصر المُحدّدة

وصلة الفلانشات المعدنية هى واحدة من أضعف العناصر فى منظومة المواسير وذلك بسبب التسريب والوصول إلى وصلة فلانشات بدون تسريب هو هدف المواصفات القياسية وكذلك الدراسات التحليلية والتجريبية. والمواصفات القياسية ركزت على وصلة الفلانشات التقليدية المكونة من الفلانشتين وبينهما جوان.

وصلة الفلانشات ذات الجوان الموصفة فى المواصفات القياسية تم دراستها تحت ظروف تشغيل مختلفة لدراسة سلوكه وأداؤها وقدرتها على مقاومة التسريب وكان من أهم نقاط ضعفها هو الجوان وسلوكه أثناء التحميل وعدم التحميل.

وصلة الفلانشات ذات الاتصال المعدنى هى نوع آخر من وصلات الفلانشات حيث لا يحتوى هذا النوع على جوان وقد تمت دراستة بإستخدام طريقة العناصر المحددة لتطويره لتصبح بديلاً عن الوصلات التقليدية كما تمت دراستة تحت أحمال ميكانيكية لتُظهر كفاءة أعلى من الوصلة التقليدية ذات الجوان

وفى الدراسة الحالية تم دراسة الفلانشات ذات الاتصال المعدنى كنموذج ثلاثى الأبعاد بطريقة العناصر المحددة للتحقق من سلوك الوصلة تحت أحمال مختلفة. حيث تمت دراسة النموذج وتطويره على ثلاثة مراحل وهى دراسة نموذج الوصلة تحت حمل ميكانيكى فقط ثم تطويره لدراسة تأثير الإحتكاك على سلوك الوصلة والإجهادات عليها وأخيراً تطوير النموذج لدراسة الوصلة تحت تأثير حمل ميكانيكى وحرارى كحمل مزدوج.

النموذج المُقترح لوصلة الفلانشات ذات الإتصال المعدنى بدون جوان تم دراستة على تخانات مختلفة للفلانشة تحت تأثيرالحمل الميكانيكى ثم دراستة تحت تأثير الحمل المزدوج من الحمل الميكانيكى والحمل الحرارى المتمثل فى درجات حرارة مختلفة وضغط داخلى متنوع.

التطوير فى النموذج للوصلة يهدف الى التحقق ودراسه سلوك وصلة الفلانشات فى ظروف تشغيل مختلفة واتضح منها أن وصلة الفلانشات ذات الإتصال المعدنى بدون جوان قد أظهرت كفاءة عالية تحت تأثير هذه الأحمال.

ملخص الفصول

الرسالة مكونة من خمسة فصول وهى:

الفصل الاول : مقدمة

فى هذا الفصل: تم تعريف وصلات الفلانشات المعدنية وتوضيح الانواع المختلفة من وصلات الفلانشات للمواسير مع عرض المشكلة الرئيسية فى وصلات الفلانشات والتعريف بالهدف من الدراسة المقدمة.

الفصل الثانى: الأعمال السابقة

تم إستعراض الأعمال السابقة التى تناولت ودرست وصلات الفلانشات للمواسير سواء تمت دراستها بالنمذجه أو المحاكاة أو تمت دراستها عملياً. كما تم توضيح تكلفة التسريب فى محطات المواسير وكذلك تصميم وصلة الفلانشات للمواسير بإستخدام المواصفات القياسية بالكود.

الفصل الثالث: نموذج العناصر المحددة

فى هذا الفصل, تم تعريف النمذجه بإستخدام طريقة العناصر المحددة وخطواتها والعوامل المؤثرة في النموذج وكذلك مصادر عدم الخطية عند عمل نموذج بطريقة العناصر المحددة. كما تم تعريف نموذج وصله الفلانشات ذات الاتصال المعدنى وإنشاؤه وإختيار عناصر التجزئه فيه (Mesh) وأسطح التلامس وعلاقتها ببعضها وتعريف الأحمال والقيود على النموذج. تم أيضاً إستعراض النتائج لنموذج وصلة الفلانشات ذات الإتصال المعدنى بإستخدام طريقة العناصر المحددة كما تم تطويرها لدراسة أثر معامل الإحتكاك بين الأسطح وبعضها على سلوك الوصلة.

الفصل الرابع: تحليل للتحميل المزدوج ميكانيكياً وحرارياً

فى هذا الفصل تم تعريف الإجهادات الحرارية وأثرها على النموذج. وتعريف نموذج وصلة الفلانشات ذات الإتصال المعدنى تحت حمل مزدوج ميكانيكياً وحرارياً وطريقة معالجتة بأستخدام العناصر المحددة. كما تم تعريف عناصر التجزئة المستخدمة فى النموذج وعلاقات أسطح التلامس وسلوكها والأحمال القيود على النموذج بما يحاكى سولكة الواقعى. تم إستعراض النتائج من النموذج المزدوج للحمل الحرارى الميكانيكى معاً وتم تطويرها لدراسة سلوك الوصلة تحت تأثير حمل شد مختلف على المسمار.

الفصل الخامس: التعليق

تم التعليق على ما سبق من نتائج تم التوصل إليها من كلاً من النموذج للحمل الميكانيكى فقط وأيضاً النموذج للحمل المزدوج ميكانيكاً وحرارياً.

Abstract:

The flanged joint is one of the weakest elements on the piping system because of leakage. The leakage-free joint is the target of the standard codes and many analytical and experimental studies. The codes usually focus on the conventional flanged joints containing gaskets. The gasketed joint which is classified in the standard codes was studied under different operating conditions to investigate its performance and its sealing capability.

The metal-to-metal contact face flanged joint has been studied using Finite element method to be developed and to be an alternative for the gasketed joint. The studies showed that the gasketed joint cannot be used for higher loading conditions because of gasket material hysteresis.

The non-gasketed joint has been studied under different mechanical loading to be developed and it showed high efficiency than the conventional joint.

The present studies were implemented about the metal-to-metal contact face flanges as a 3D finite element model to investigate the behavior of the joint under different loads.
The joint study passes over three stages of development. Starting from studying the model under mechanical loading only then, the model was studied to investigate the effect of friction on the joint stresses. The last stage of development included applying of combined loading of pressure and temperature.

The suggested model for the joint was established for different flange thicknesses under various operating temperatures and internal pressures.
That development aimed to investigate the joint behavior under different operating conditions. The non-gasketed joint gives high efficiency under those different operating conditions.