پنجمین کنفرانس ملی خلأ ایران
پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
مشهد مقدس ۱۰ و ۱۱ اسفند ۹۰
Archive of SID

بررسی لقی‌ها و دقت‌ها در ساخت قطعات پمپ توربومولکول تولید کننده خلأ بالا- قسمت دوم تخمین خطای مجاز مونتاژ قطعات پمپ در یک راستا

سعید ربیعی گل خطمی[۱] ، علی فائزیان[۲] و سید یوسف احمدی بروغنی[۳]

[۱] کارشناس ارشد مکانیک-طراحی کاربردی، دانشگاه بیرجند
[۲] استادیار گروه مکانیک، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی
[۳] استادیار دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرجند

چکیده

در این مقاله بر اساس تئوری روش خطی سازی مستقیم و پیاده‌سازی آن بر روی قسمت‌های حساس یک نمونه پمپ توربومولوکولار خلأ بالا، لقی مجاز مونتاژ روتور و استاتور داخلی پمپ مورد بررسی قرار گرفته است. در اینجا خطای مجاز تولید پنج قطعه شامل پوسته، قسمت پایین پمپ (استاتور)، قسمت بالای پمپ، محور رتور و پره‌های رتور در جهت محور تقارن در نظر گرفته شده و لقی مجاز مونتاژ پمپ در جهت محور تقارن بدست آمده است.

Investigation on the Manufacturing and Assembling Tolerances of Turbomolecular high vacuum's pump – Part 2 Tolerances Prediction for Pump's Parts Assembling on One Direction

S. Rabiee-Gol-Khatmi[1], A. Faezian[2], S. Y. Ahmadi-Brooghani[3]
[1] *M.Sc. Student of Mech. Eng. Dept., University of Birjand, Iran.*
[2] *Assistant Prof., Mech. Eng. Dept., Research Institute of Food Science & Tech., Iran.*
[3] *Assistant Prof., Mech. Eng. Dept., University of Birjand.*

Abstract

In this paper, the direct linear method (DLM) is applied to analyze the tolerances of parts of turbomolecular high vacuum pump. Here the manufacturing tolerances of five parts of pump which include: shell, stator, head, rotor shaft and rotor blades along axessymmetric axes are obtained.

مقدمه

پمپ‌های توربومولکولی در تکنولوژی خلأ بالا بسیار حائز اهمیت است. در این مقاله هدف بررسی امکان دسترسی به یکی از مشکلات ساخت بدنه این نوع پمپ‌ها بوده‌است. از آنجائیکه طراح نمی‌تواند فرآیندهای تولید را تحت کنترل داشته باشد، بنابراین محدوده تغییرات قطعات مجموعه مورد نظر را به گونه‌ای تعیین می‌کند که با وجود ایجاد خطاهای فرآیندهای تولیدی، بازهم مجموعه مونتاژی، عملکرد مطلوب را داشته باشد.

با استفاده شبیه‌سازی تولید و یا از روش‌های جبری قبل از تولید قطعات، مقادیر تلرانس‌های آن‌ها را مشخص می‌کنند. از میان روش-های مختلف شبیه‌سازی، روش شبیه‌سازی مونت کارلو و از میان روش‌های جبری، روش خطی‌سازی مستقیم[1]، بیشترین کاربرد را در تعیین تلرانس‌های قطعات دارند [۱ و ۲].

هدف کلی این مقاله، بررسی تحلیل تلرانسی ابعاد مهم یک پمپ توربومولکولار می‌باشد. بدین منظور با استفاده از مدل اجزاء محدود

1-Direct Linearization Method (DLM)

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه، تغییرات ابعادی و تلرانسی ایجادشده در متغیرهای تولیدی در اثر بارگذاری مجموعه تعیین گردیده و در نهایت، محدوده تغییرات جدید مشخصه مونتاژی مشخص می‌شود.

برای انجام تحلیل‌های مورد نیاز در پمپ توربومولکولار ابتدا باید مدل سه بعدی پمپ توربومولکولار را به صورت نرم‌افزاری ایجاد کرد. برای این منظور، از یک نمونه موجود اندازه برداری و مدل سه‌بعدی آن جهت تحلیل ایجاد می‌گردد. در پمپ توربومولکولار طبقات پمپی از یکدیگر جدا هستند و هر یک از ردیف‌های تیغه‌های روتور در یک کانال ثابت دوران می‌کند، اما با توجه به جریان هوا در داخل پمپ، عملکرد هر طبقه، بر طبقات فوقانی اثر می‌گذارد [۳].

نمونه‌ای از قسمت پوسته، قسمت پایین (استاتور)، قسمت بالای و پوسته داخلی پمپ پمپ توربومولکولار ساخت شرکت ادواردز[1] در شکل ۱ نشان داده شده است.

نکته جالبی که در ساخت این پمپ بکار برده شده، این است که با توجه به حساسیت بالای سرعت دورانی زیاد روتور و تغییر شکل‌هایی که در حین تولید خلأ رخ می‌دهد، در پوسته بیرونی روتور از یک فضای مجازی جهت جاروب نمودن مولکول‌های هوا استفاده شده است. این پوسته از چندین رینگ هم‌شکل تشکیل شده که در هنگام مونتاژ مجموعه روی‌هم قرار می‌گیرند. تصویر نمونه‌ای از این رینگ‌ها در شکل ۲ نمایش داده شده است.

تغییر شکل‌ها

تغییر شکل قطعات ماشین در حین کار، تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله نیروهای وارده، درجه حرارت، تغییر خواص مکانیکی و شرایط محیطی قرار می‌گیرد. ایجاد لقی غیر مجاز در اثر استهلاک یا بهره برداری ناصحیح از پمپ سبب شکسته شدن روتور در قسمت اتصال تیغه‌ها شده است (شکل ۳).

با توجه به روشهای گفته شده در مقاله قسمت اول اگر خطای مجاز تولید پنج قطعه پوسته، قسمت پایین پمپ (استاتور)، قسمت بالای پمپ، محور رتور و پره‌های رتور را در جهت محور تقارن y به ترتیب ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۲ در نظر بگیریم

(الف) (ب) (ج) (د)

شکل ۱: نمونه پمپ توربومولکولار شرکت ادواردز (الف) پوسته (ب) قسمت پایین پمپ (استاتور) (پ) قسمت بالای پمپ (ت) پوسته داخلی پمپ

شکل ۲ نمونه رینگ تشکیل‌دهنده پوسته داخلی

[1] Edwards

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳: نمونه یک طبقه شکسته شده از روتور پمپ توربومولکولار

جمع خطاهای مجاز تولید در جهت y به شکل زیر بدست می‌آید

$$dU_i = 0.005 + 0.005 + 0.02 + 0.005 + 0.02 = 0.055\,\mathrm{m}$$

که برابر لقی مجاز مونتاژ پمپ در جهت y خواهد بود. یعنی مجموع خطاهای مجاز متغیرهای تولیدی، لقی مجاز متغیر مونتاژی را بوجود می‌آورند.

نتیجه‌گیری

چنانچه درصد مشارکت متغیرهای تولیدی با یکدیگر تفاوت می‌داشت، با برآورد هزینه‌های تغییر در فرآیند تولید قطعه و مقدار درصد مشارکت، یک روش بهینه برای کم کردن لقی مجاز مونتاژی حاصل می‌گردد. در مجموع روش مورد استفاده در این مقاله قابل تعمیم می‌باشد و می‌توان این روش را برای رینگ‌های استاتور داخلی پمپ توربومولکولار خلأ بالا که به دلیل حساسیت در ابعاد و اندازه‌ها، از اهمیت بسیاری برخوردار است نیز بکار گرفت.

مراجع

[۱] K.W.Chase,"Tolerance Analysis of 2-D and 3-D Assemblies", *Department of Mechanical Engineering Brigham Young University*, **www.adcats.com,1999.**

[۲] K.W.Chase,"Basic tools for tolerance analysis of mechanical assemblies", *Department of mechanical engineering Brigham Young university*,1999**, pp.1-7.**

[۳] R. Y. Jou, "Geometrical Design of Turbo Pump's Rotorby The Power Law Methodology", *Department Of Mechanical Design Engineering*, **64 Wen-Wha Rd., Huwei, Yunlin, 632**, Taiwan, 1998.

www.SID.ir