

การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดสำหรับการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดตาม
มาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ
Design and Development of Fixture for Calibrating of Torque Screwdriver in
Accordance with ISO 6789 : 2003 (E) using Quality Function Deployment
Technique

วิศรุต คงสกุล^{1*}

¹ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131 E-mail: wissarut@eng.buu.ac.th*

Wissarut Kongsagul^{1*}

¹Calibration Center for Industry, Faculty of Engineering, Burapha University,

Muang, Chonburi 20131, E-mail: wissarut@eng.buu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการอย่างเป็นระบบในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดเพื่อใช้ในการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดให้สอดคล้องตามมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) โดยมุ่งเน้นการออกแบบอุปกรณ์จับยึดรูปแบบใหม่ที่สามารถช่วยให้ผลการสอบเทียบมีความถูกต้องและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการสอบเทียบได้อย่างแท้จริง งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ(QFD) ด้วยบ้านแห่งคุณภาพ(HOQ) เป็นเครื่องมือหลักในการวิจัย เริ่มต้นงานวิจัยจากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดที่มีอยู่แล้วภายในห้องปฏิบัติการสอบเทียบเพื่อให้ทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อย ขั้นที่ 2 สำรวจความต้องการของเจ้าหน้าที่สอบเทียบและผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิด ขั้นที่ 3 จากความต้องการที่ได้จะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคด้วยบ้านแห่งคุณภาพ(HOQ) จากเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ(QFD) ขั้นที่ 4 ทำการออกแบบอุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยเลือกแต่ละแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดจากการใช้เทคนิคการสร้างสรรคและการคัดเลือกแนวคิด ขั้นที่ 5 ทำการสร้างและทดลองใช้อุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบด้วยการนำไปใช้สอบเทียบไขควงวัดแรงบิด จากการทดลองพบว่าอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่สามารถสอบเทียบได้ตามมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริง ดังนี้ 1.มีความแข็งแรงในการจับยึดไขควง 2.สามารถปรับแรงบิดละเอียดได้ 3.สามารถปรับระดับความสูงของไขควงได้ 4.มีความสะดวกรวดเร็วในการจับยึดไขควง และจากการทดสอบระดับความพึงพอใจพบว่าอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่มีระดับคะแนนสูงมากคือ 4.75 จาก 5

คำหลัก: การออกแบบและพัฒนา เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ การสอบเทียบ ไขควงวัดแรงบิด

Abstract

This research proposes a systematic approach for design and development of fixture for holding a torque screwdriver during a calibration in accordance with ISO 6789: 2003(E). The research emphasizes on designing new model of the fixture that will give accurate result and respond to the needs of calibrators. This research applies the techniques of Quality Function Deployment (QFD) and House of Quality (HOQ). The methodology begins with studying the fixtures used in other laboratories, analyze their pros and cons. The second step is to survey the needs from users in related laboratory. The third step is to transform the needs

into target specifications using HOQ of QFD. The fourth step is designing the fixture with computer aided design software based on conceptual design and conceptual design selection techniques. The last step is constructing and testing a prototype with calibrating the torque screwdriver. The result has found that a prototype can be calibrated according to ISO 6789 : 2003(E) and also shown that it can meet the needs of users as follows ; 1.strong for holding 2.can adjust precision torque 3.can adjust the hight 4.convenient for holding. And the result of satisfaction survey found that the new fixture has a high score of satisfaction which is 4.75 out of 5.

Keywords: Product Design, Quality Function Deployment, Calibration, Torque Screwdriver

1. บทนำ

ไขควงวัดแรงบิดเป็นเครื่องมือวัดที่นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบแรงในการขันน็อต ที่จะต้องไม่แน่นและไม่หลวมมากเกินไป แรงขันของน็อตแต่ละตัวจะต้องเป็นแรงที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด โรงงานผลิตจึงต้องมีการตรวจเช็คแรงในการขันน็อต ดังนั้นเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการใช้งานไขควงวัดแรงบิดจึงต้องทำการสอบเทียบเพื่อที่จะตรวจสอบว่าไขควงวัดแรงบิดที่ใช้ทำงานอยู่นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยห้องปฏิบัติการสอบเทียบจะสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดตามมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) [1] แต่เงื่อนไขสำคัญในการสอบเทียบคือขณะออกแรงบิดไขควงจะต้องไม่เอียงท่ามุมเกิน 5° กับแนวตั้งฉากของพื้น เพราะว่าถ้าไขควงเอียงเกิน 5° จะทำให้ผลการวัดมีค่าความผิดพลาดที่เกิดจากมุมเอียงรวมเข้าไปด้วย ซึ่งจะไม่ใช้ค่าความผิดพลาดจริงของไขควงวัดแรงบิด ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องของผลการสอบเทียบวิธีการมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) จึงได้ระบุว่าขณะสอบเทียบต้องมีอุปกรณ์จับยึดเพื่อช่วยประคองไขควงวัดแรงบิดไม่ให้เอียงไปตามแรงมือที่ออกแรงหมุน ปัญหาที่พบคืออุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดที่ผู้ผลิตทำออกมาขายทั่วไปนั้น มีความหลากหลายทั้งในด้าน รูปร่าง ขนาด วิธีการประกอบ และวิธีการทำงาน โดยอุปกรณ์จับยึดแต่ละยี่ห้อจะมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD [2],[3] มาเป็นเครื่องมือหลักในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดสำหรับการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดรูปแบบใหม่ ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อ

ความต้องการของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการสอบเทียบ และผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างแท้จริง

2. วัสดุอุปกรณ์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไขควงวัดแรงบิด

ไขควงวัดแรงบิด (Torque Screwdriver) เป็นไขควงชนิดหนึ่งที่มีออกแบบมาเพื่อวัดแรงบิดในการขันสลักเกลียว สกรูหัวน็อต ทั้งชนิดหัวแบน และหัวแฉก ไขควงวัดแรงบิดจะสามารถตรวจสอบแรงบิดได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ในคุณลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้ชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เกิดความมั่นใจในการประกอบติดตั้งที่สามารถรองรับแรงกด/แรงดึง ได้อย่างเต็มที่โดยไม่เป็นอันตรายต่อตัวเกลียวโดยทั่วไปไขควงวัดแรงบิดจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่ ชนิดที่ 1 เป็นไขควงวัดแรงบิดชนิดอ่านค่า (Type I) มีลักษณะตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ไขควงวัดแรงบิดชนิดอ่านค่า (Type I) [4]

และ ชนิดที่ 2 เป็นไขควงวัดแรงบิดชนิดตั้งค่า (Type II) มีลักษณะตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 ไขควงวัดแรงบิดชนิดตั้งค่า (Type II) [5]

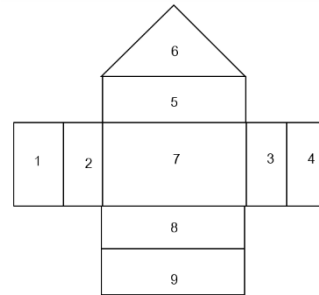
ซึ่งไขควงวัดแรงบิดทั้ง 2 ชนิด จะสามารถใช้งานได้ทั้ง การหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (Clockwise Direction) และการหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (Counterclockwise Direction) แต่อาจจะมีบางรุ่นที่วัดได้เฉพาะทิศทางตามเข็มนาฬิกา [6] ถ้าอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) จะสามารถกำหนดค่าความผิดพลาดของไขควงวัดแรงบิด ได้ที่ $\pm 6\%$ ของค่าสูงสุดในการอ่าน [7]

2.2 การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) เป็นเทคนิคในการแปลงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติที่สามารถทำให้เกิดขึ้นจริงได้ เป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเพื่อถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้กลับมาเป็นค่าเป้าหมายในการออกแบบได้ โดยเริ่มต้นวิธีการตั้งแต่กระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้า และถ่ายทอดไปสู่การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า และสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้อย่างยั่งยืน [8]

2.3 บ้านแห่งคุณภาพ

เทคนิคบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality : HOQ) เป็นตารางที่ช่วยในการค้นหา และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างเป็นระบบ และจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการกับข้อกำหนดเฉพาะ ก่อนที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปเป็นแนวทางในการดำเนินงานปรับปรุง ออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป [9] ซึ่งส่วนประกอบของบ้านแห่งคุณภาพแสดงได้ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของบ้านแห่งคุณภาพ

รายละเอียดของบ้านแห่งคุณภาพมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. ความต้องการของลูกค้า
2. ระดับความสำคัญ
3. การเปรียบเทียบกับคู่แข่ง
4. การประเมินความสามารถในการแข่งขัน
5. ข้อกำหนดทางเทคนิค
6. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิค
7. แมทริกซ์ความสัมพันธ์
8. ค่าเป้าหมาย
9. น้ำหนักของความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิค

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาสร้างอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดจากที่มีใช้อยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ๆ เพื่อใช้ในการประกอบไขควงให้ตรงขณะทำการออกแรงบิดจะได้สอดคล้องกับวิธีการมาตรฐาน ISO 6789 : 2003 (E) ที่ไม่ให้ไขควงเอียงทำมุมเกิน 5° โดยงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการสอบเทียบได้อย่างแท้จริง โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD เป็นเครื่องมือในการออกแบบอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพทั่วไปและวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์จับยึดชนิดต่างๆ ที่ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมีใช้กันอยู่แล้ว สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกอุปกรณ์จับยึดที่กำหนดให้เป็นกรณีศึกษาคืออุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดของศูนย์สอบเทียบฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นเองเพื่อใช้งานร่วมกับ

เครื่องมือมาตรฐาน Digital Torque Tester ยี่ห้อ NEXTECH (DTS50) ที่มีค่าความถูกต้องระดับ $\pm 1\%$ ใช้สำหรับสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดทั้ง Type I และ Type II ได้ พร้อมทั้งใช้ในการเตรียมยื่นขอรับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC 17025 : 2005 [10] โดยอุปกรณ์จับยึดที่ห้องปฏิบัติการศูนย์สอบเทียบฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีใช้งานในปัจจุบันมีลักษณะแสดงได้ตามรูปที่ 4

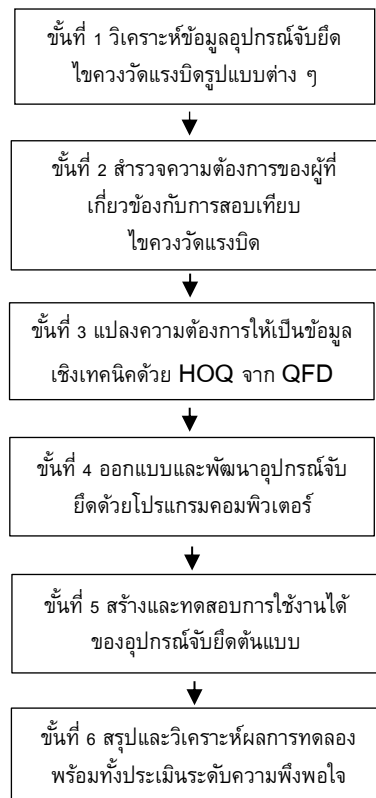


รูปที่ 4 อุปกรณ์จับยึดกรณีศึกษาที่ใช้งานในศูนย์สอบเทียบฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์

นอกจากนี้ ในงานวิจัยยังศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของอุปกรณ์จับยึดลักษณะอื่น ๆ อีก 3 ยี่ห้อ ดังนี้ 1. Tohnichi, 2. Norbar และ 3. Aliyiqi เพื่อให้ทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อยของอุปกรณ์จับยึดแต่ละยี่ห้อ ขั้นตอนที่ 2 สืบหาและแสวงหาความต้องการของลูกค้า โดยลูกค้าคือผู้ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้งานอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดไม่ว่าจะเป็น เช่น เจ้าหน้าที่สอบเทียบภายในห้องปฏิบัติการ, การสอบเทียบภายนอก (On site calibration) และพนักงานขายเครื่องมือวัด เป็นต้น ขั้นตอนที่ 3 แปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อมูลเชิงเทคนิค และใส่ระดับความสำคัญของแต่ละข้อมูลด้วยเทคนิคบ้านแห่งคุณภาพ HOQ จากวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ QFD ขั้นตอนที่ 4 ใช้เทคนิคการสร้างสรรคแนวคิด และเทคนิคการคัดเลือกแนวคิด เข้ามาช่วยในการเลือกแต่ละแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปเป็นข้อมูลเพื่อใช้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบ โดยอ้างอิงพื้นฐานข้อมูลมาจากรายงานแห่ง

คุณภาพ HOQ เป็นสำคัญ จากข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Solidwork

ขั้นตอนที่ 5 ลงมือสร้างอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดตัวต้นแบบ (Prototype) และทดสอบความสามารถในการใช้งานได้โดยการนำมาไปใช้สอบเทียบไขควงวัดแรงบิดเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบจะสามารถประคองไขควงไม่ให้เอียงทำมุมเกินกว่า 5° และทำเปรียบเทียบผลการวัด โดยการเปรียบเทียบผลการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดระหว่างห้องปฏิบัติการมาตรฐานเพื่อหาค่า En ratio อ้างอิงตามวิธีการเปรียบเทียบผลการวัด Inter Lab ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 [11] ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการทดลองโดยการประเมินผลระดับความพึงพอใจของผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่ว่ามีระดับความพึงพอใจมากหรือไม่ สำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการแสดงได้ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์จับยึดไขควงวัด

แรงบิดรูปแบบต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดโดยการศึกษาสภาพทั่วไปและวิธีการใช้งานจากอุปกรณ์จับยึดทั้งหมด 4 ตัว โดยสามารถแบ่งลักษณะของอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดออกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1. อุปกรณ์จับยึดกรณีศึกษาของศูนย์สอบเทียบฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีใช้อยู่แล้วโดยเป็นอุปกรณ์จับยึดที่ศูนย์สอบเทียบฯ ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นมาใช้งานเองภายใน ส่วนที่ 2. เป็นอุปกรณ์จับยึดสำหรับใช้เปรียบเทียบกับกรณีศึกษาโดยกำหนดให้เป็นคู่แข่งที่สามารถหาซื้อได้ภายในท้องตลาดทั่วไป มีดังนี้ 1. Tohnichi, 2. Norbar, 3. Aliyiqi โดยข้อมูลที่ได้สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจุดเด่น และจุดด้อยของอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิด

อุปกรณ์จับยึด	จุดเด่น	จุดด้อย
กรณีศึกษาที่ใช้งานอยู่แล้ว	- ขนาดเล็ก - ประกอบเร็ว - จับยึดไขควงได้แน่น	- วัดละเอียดไม่ได้ - ปรับความสูงไม่ได้
Tohnichi	- ขนาดเล็ก - ประกอบเร็ว - ปรับความสูงได้	- วัดละเอียดไม่ได้
Norbar	- ขนาดเล็ก - ประกอบเร็ว - วัดละเอียดได้	- ปรับความสูงไม่ได้
Aliyiqi	- วัดละเอียดได้ - ปรับความสูงได้	- ขนาดใหญ่ - เคลื่อนย้ายยาก - ประกอบไขควงยาก

4.2 สืบหาความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิด

ข้อมูลที่ได้จากการสืบหา และแสวงหาความต้องการจากลูกค้า หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานรวมทั้งสิ้น 20 คน เช่น พนักงานสอบเทียบ, พนักงานสอบเทียบ On Site, พนักงานขาย, ผู้บริหาร

ห้องปฏิบัติการ จากข้อมูล สามารถแบ่งความต้องการของลูกค้าที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดออกเป็นประเด็นหลัก ๆ ได้ 11 ข้อ สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความต้องการของลูกค้าที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิด

ลำดับ	ความต้องการ	จำนวน
1	ปรับระดับความสูงของไขควงได้	10
2	อยากให้มียาการใช้งานได้นาน ๆ	9
3	รูปร่างสวยงาม ไม่ทำอันตรายคนใช้	3
4	สามารถปรับแรงบิดละเอียด ๆ ได้	14
5	สามารถจับยึดไขควงได้แน่น ไม่หลุดออกง่าย	13
6	ติดตั้ง และประกอบไขควงได้เร็ว	10
7	อุปกรณ์จับยึดควรมีน้ำหนักเบา	6
8	ขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายง่าย	7
9	การติดตั้งไม่ซับซ้อน	6
10	มีวิธีการจับยึดไขควงแบบง่าย ๆ	5
11	ไม่เยอะเยอะหรือหลายจุด	7

4.3 แปลงความต้องการให้เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคด้วย HOQ จาก QFD เทคนิค

หลังจากได้ความต้องการของลูกค้าแล้วสามารถนำข้อมูลมาจัดทำเป็นบ้านแห่งคุณภาพโดยแบ่งตารางของบ้านออกเป็น 9 ส่วน ได้ดังนี้ ส่วนที่ 1. ความต้องการของลูกค้าโดยการนำความต้องการของลูกค้ามาจัดกลุ่มได้เป็นกลุ่มหลัก ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ 1. การติดตั้งไขควง, 2.วัสดุ, 3. ความสวยงาม และ 4. การใช้งาน ส่วนที่ 2 ระดับความสำคัญ โดยกำหนดค่าความสำคัญของความต้องการจากจำนวนผู้ตอบแบบสำรวจโดยกำหนดให้ 5 จะแสดงถึงความสำคัญของความต้องการมากที่สุด ส่วนที่ 3. การเปรียบเทียบกับคู่แข่ง โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะการทำงานของอุปกรณ์จับยึดที่ใช้อยู่แล้ว กับอุปกรณ์จับยึดอีก 3 ยี่ห้อ ในหัวข้อที่ลูกค้าแสดงความต้องการออกมากเพื่อหาว่าแต่ละอุปกรณ์จับยึดมีจุดเด่น และจุดด้อยอะไรบ้าง ส่วนที่ 4. การประเมินความสามารถในการแข่งขัน โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบผลมากำหนดเป็นค่าเป้าหมายในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดที่จะออกแบบและพัฒนาต่อไป ส่วนที่ 5.

ข้อกำหนดทางเทคนิคเป็นหัวข้อที่สามารถนำมาทำให้เป็นจริงได้โดยนำข้อมูลแปลงมาจากความต้องการของลูกค้า ส่วนที่ 6. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคเป็นการหาจุดเด่นระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกัน ส่วนที่ 7. แมทริกซ์และความสัมพันธ์ โดยวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงเทคนิค กับ ความต้องการของลูกค้า โดยการกำหนดน้ำหนักคะแนน โดยประเด็นใด มีความสัมพันธ์กันมากจะมีระดับคะแนนเป็น 9, สำคัญปานกลางคะแนนเป็น 3 และสัมพันธ์กันน้อยจะมีคะแนนเป็น 1 หากไม่สัมพันธ์กันไม่ต้องระบุคะแนน หลังจากนั้นจึงไปคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิค ส่วนที่ 8. ค่าเป้าหมาย เป็นการนำข้อมูลการประเมินมากำหนดเป็นค่าเป้าหมายในการออกแบบต่อไป ส่วนที่ 9. น้ำหนักของ ความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิค จากค่าเป้าหมายสามารถเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลเชิงเทคนิคที่ต้องให้ความสำคัญในการนำข้อมูลมาออกแบบ ดังนั้นจากการทำบ้านแห่งคุณภาพจะสังเกตเห็นถึงประเด็นที่มีความสำคัญมาก ควรที่จะนำไปกำหนดเป็นแนวคิดหลักในการออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์จับยึดต่อไปได้ โดยประเด็นที่มีความสำคัญสูง ๆ อย่างเช่น 1.ความแข็งแรงในการจับยึดไขควง, 2.สามารถปรับค่าการวัดแรงบิดละเอียดได้ 3.สามารถปรับระดับความสูงในการจับยึดไขควงได้, 4.ความเร็ว/ความง่ายในการติดตั้งไขควงจัดแรงบิด เป็นต้น โดยบ้านแห่งคุณภาพ HOQ สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 6

		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10																			
ทิศทางการเคลื่อนที่		0	↑	0	0	↑	↓	↓	↓	0	0	ความพึงพอใจ									
		ข้อดีเชิงเทคนิค	ปรับระดับความสูงได้	ความแข็งแรงของวัสดุ	ความสวยงาม	สามารถปรับระดับและยึดได้	ความแข็งแรงในการยึดไขควง	ความไวในการติดตั้งไขควง	น้ำหนักของอุปกรณ์ยึดยึด	จำนวนจุดที่ยึดยึด	ความง่ายในการติดตั้งไขควง	ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความเจ็บ	อุปกรณ์ยึดยึดที่มีราคา	อุปกรณ์ยึดยึดที่มีราคา	อุปกรณ์ยึดยึดที่มีราคา	เป้าหมาย	อัตราส่วนการปรับปรุง	จุดขาย	ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเริ่มต้น	ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงสุด (%)	
ความต้องการ		ความสำคัญ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7		
การติดตั้ง	ปรับระดับความสูงของไขควงได้	4	9	3									2.6	3.7	2.4	4.0	4.0	1.5	1.5	9.2	15.9
	สามารถจับไขควงได้แน่น	5				9						1	3.8	4.2	4.3	4.0	4.3	1.1	1.5	8.5	14.6
	ติดตั้ง และประกอบไขควงได้เร็ว	4	3	1			9		1	3		4.5	3.4	3.6	2.9	4.5	1.0	1.5	6.0	10.3	
	การติดตั้งไม่ซับซ้อน	2					3					4.3	4.1	4.1	3.4	4.3	1.0	1.2	2.4	4.1	
วัสดุ	ออกแบบให้อยู่ภายใต้การใช้งานได้นาน ๆ	3		9				3				3.6	4.6	4.2	4.6	4.6	1.3	1.0	3.8	6.6	
	อุปกรณ์ยึดยึดควรมีน้ำหนักเบา	3						9	3			4.0	4.0	4.2	2.8	4.2	1.1	1.2	3.8	6.5	
ความสวยงาม	รูปทรงสวยงาม ไม่ทำอันตรายคนใช้	1		3	9						9	3.5	3.9	3.8	3.1	3.9	1.1	1.0	1.1	1.9	
	ขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายง่าย	3		3	3			3				3.9	4.1	4.6	3.0	4.6	1.2	1.2	4.2	7.3	
การใช้งาน	สามารถปรับระดับและยึดได้	5				9	3					2.5	2.9	2.8	4.2	4.2	1.7	1.5	12.6	21.7	
	มีวิธีการจับไขควงแบบง่าย ๆ	2								9	1	2.9	3.8	3.7	3.1	3.8	1.3	1.2	3.1	5.4	
	ไม่ยากต่อการถอดไขควงออก	2	3			3	3	1		9		3.2	4.4	4.2	2.8	4.4	1.4	1.2	3.3	5.7	
ค่าเป้าหมาย		ปรับความสูงได้	วัสดุแข็งแรง	มีความสวยงาม	ปรับระดับความสูงได้	จับยึดได้แน่น	เวลาติดตั้ง 15 วินาที	น้ำหนัก 6 กิโลกรัม	จุดยึดไม่เกิน 3 จุด	จับยึดสะดวก	ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเจ็บ										
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยนอร์มัล		1.11	0.51	0.56	1.23	1.24	0.65	0.58	0.47	0.46	0.22										
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ		15.8	7.2	8.0	17.5	17.8	9.2	8.3	6.7	6.6	3.1										
ค่าความสำคัญ		3	7	6	2	1	4	5	8	9	10										

รูปที่ 6 บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality : HOQ) ในการออกแบบอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิด

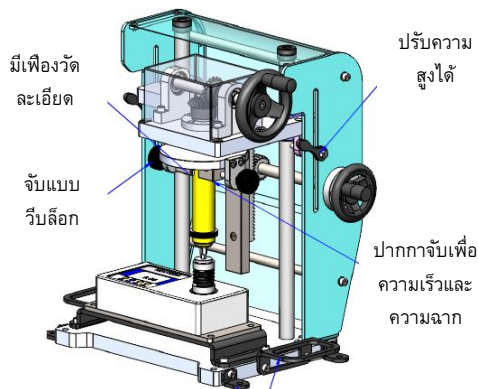
4.4 ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากข้อมูลเชิงเทคนิคที่สอดคล้องกับความต้องการ ของลูกค้าที่แสดงผลออกมาจากบ้านแห่งคุณภาพ สามารถนำข้อมูลเชิงเทคนิคมาเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปน้อยได้ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลเชิงเทคนิคและค่าเป้าหมาย

ลำดับ	ข้อมูลเชิงเทคนิค	ค่าเป้าหมาย
1	ความแข็งแรงในการจับยึดไขควง	จับไขควงได้แน่น
2	สามารถปรับแรงบิดและยึดได้	ปรับแรงบิดและยึดได้
3	ปรับระดับความสูงได้	ปรับความสูงได้
4	ความเร็วในการติดตั้งไขควง	เวลาติดตั้ง 15 วินาที
5	น้ำหนักของอุปกรณ์จับยึด	น้ำหนัก 5 กิโลกรัม
6	ความสวยงาม	มีความสวยงาม
7	ความแข็งแรงของวัสดุ	วัสดุแข็งแรง
8	จำนวนจุดที่ต้องล็อค	จุดล็อคไม่เกิน 3 จุด
9	ความง่ายในวิธีการล็อค	จับไขควงสะดวก
10	ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดการบาดเจ็บ	ไม่ทำอันตรายคนใช้

จากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาออกแบบอุปกรณ์จับยึดด้วยเทคนิคการสร้างสรรคแนวคิด (Concept Combination Table) สร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างกันออกมาได้ 5 แบบ และใช้เทคนิคการคัดเลือกแนว (Concept Screening) และ (Concept Scoring) คัดเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดจนเหลือ 1 แบบ นำแนวคิดที่ผ่านการคัดเลือกมาออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเป็นไปตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่

4.5 สร้างและทดสอบการใช้งานได้ของอุปกรณ์จับยึดต้นแบบ

ทำการสร้าง และทดสอบอุปกรณ์จับยึดต้นแบบด้วยการเปรียบเทียบผลการวัดโดยใช้ค่า En ration ตามวิธีการมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 โดยการเปรียบเทียบผลการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดขนาด 3 , 6 นิวตัน.เมตร ทำการเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน โดยผลการเปรียบเทียบที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ คือต้องมีค่า En ratio < 1 โดยสมการในการคำนวณค่า En ratio เป็นไปตามสมการที่ (1)

$$E_n = \frac{x-X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

เมื่อ x คือค่าผลการวัดที่ใช้อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่, X คือค่าผลการวัดของห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน, U_{lab} คือค่าความไม่แน่นอนที่ได้จากอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่ และ U_{ref} คือค่าความไม่แน่นอนที่ได้จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน

สามารถคำนวณผลการเปรียบเทียบผลการวัด En ratio ได้ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลการวัด

ช่วงการวัด (N.m)	อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่		ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน		En ratio
	x	U_{lab}	X	U_{ref}	
3	2.88	0.36	2.75	0.36	0.26
6	5.84	0.36	5.72	0.36	0.24

ค่า En ratio ค่ามากที่สุดคือ 0.26 ซึ่งยังมีค่าน้อยกว่า 1 ($En < 1$ สามารถยอมรับได้) แสดงว่าอุปกรณ์จับยึดที่ปรับปรุงใหม่มีผลการสอบเทียบที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการมาตรฐาน

4.6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองพร้อมทั้งประเมินระดับความพึงพอใจ

เมื่อมั่นใจว่าอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่มีความสามารถในการสอบเทียบได้แล้ว จึงทำการประเมินระดับความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบที่ได้ออกแบบขึ้นใหม่กับผู้ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งหมดจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นคนเดียวกับที่ได้สำรวจความต้องการในขั้นตอนที่ 4.2 ประกอบด้วยพนักงานสอบเทียบจำนวน 10 คน, พนักงานสอบเทียบ On Site จำนวน 3 คน, พนักงานขายจำนวน 5 คน และผู้บริหารห้องปฏิบัติการจำนวน 2 คน โดยแบ่งหัวข้อในการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 10 หัวข้อ แสดงได้ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 หัวข้อในการประเมินและความสำคัญ

ลำดับ	ข้อมูลเชิงเทคนิค	ความสำคัญ
1	ความแข็งแรงในการจับยึดไขควง	0.15
2	สามารถปรับแรงบิดละเอียดได้	0.15
3	ปรับระดับความสูงได้	0.15
4	ความเร็วในการติดตั้งไขควง	0.15
5	น้ำหนักของเครื่องอุปกรณ์จับยึด	0.10
6	ความสวยงาม	0.10
7	ความแข็งแรงของวัสดุ	0.05
8	จำนวนจุดที่ต้องล็อก	0.05
9	ความง่ายในวิธีการล็อก	0.05
10	ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดการบาดเจ็บ	0.05

จากผลการประเมินระดับความพึงพอใจต่ออุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบที่ได้ออกแบบใหม่นำมาสรุปเป็นตารางจะสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่

ความพึงพอใจ	ช่วงคะแนน	จำนวนคนตอบ
สูงมาก	>4.5 - 5.0	15
สูง	>3.5 - 4.5	5
ปานกลาง	>2.5 - 3.5	0
น้อย	>1.5 - 2.5	0
น้อยมาก	0.0 - 1.5	0

คิดเป็นระดับความพึงพอใจได้ที่ 4.75 จากคะแนนเต็ม 5 อยู่ในเกณฑ์ระดับคะแนนที่สูงมากสาเหตุที่อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่สามารถเพิ่มระดับความพึงพอใจได้เพราะว่าสามารถตอบสนองต่อความต้องการหลัก ๆ ได้คือ 1.สามารถจับยึดไขควงได้มั่นคง, 2.สามารถบ่อนแรงบิดที่ละน้อยได้สำหรับการวัดค่าละเอียด, 3.สามารถปรับระดับความสูงในการจับไขควงที่มีขนาดแตกต่างกันได้ และ 4.ความสามารถในการติดตั้งประกอบไขควงได้อย่างสะดวก

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดสำหรับการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิดโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยการรวมรวมความต้องการของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสอบเทียบไขควงวัดแรงบิด จากการสำรวจความต้องการของลูกค้าแล้วแปลงให้เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคด้วยบ้านแห่งคุณภาพ HOQ จากเทคนิค QFD พบว่าสิ่งที่ลูกค้าอยากได้จากอุปกรณ์จับยึดไขควงวัดแรงบิดมากที่สุด 4 อันดับแรกคือ 1.ความแน่นในการจับยึดไขควง, 2.สามารถปรับแรงบิดในการวัดละเอียดได้, 3.สามารถปรับระดับความสูงของไขควงได้, 4.สามารถติดตั้ง และถอดไขควงได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นทางศูนย์สอบเทียบฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จึงได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดขึ้นใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสอบเทียบและตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์จับยึดรูปแบบใหม่โดยใช้แนวทางมาจากข้อมูลบ้านแห่ง

คุณภาพและเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการวัดกับห้องปฏิบัติการสอบเทียบมาตรฐาน พบว่าค่า En ratio = 0.26 แสดงว่าสามารถยอมรับผลการสอบเทียบที่ใช้อุปกรณ์จับยึดตัวต้นแบบได้ จึงสรุปว่าอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นใหม่มีความสามารถที่จะนำมาใช้สอบเทียบได้จริง และสามารถใช้ร่วมกับเครื่องมือมาตรฐานในการขอรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 ในพารามิเตอร์ไขควงวัดแรงบิดต่อไปได้ และเมื่อทำการวัดระดับความพึงพอใจของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องว่าอุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบใหม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริง มีค่าระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.75 จากคะแนนเต็ม 5

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารอ้างอิง

- [1] International Organization for Standardization, ISO 6789: 2003 (E) Requirements and test methods for design conformance testing, Switzerland, Third edition, 2003
- [2] Aman A. Bolar Solomon Tesfamariam Rehan Sadiq, Framework for prioritizing infrastructure user expectations using Quality Function Deployment (QFD), International Journal of Sustainable Built Environment, 2017 edition 6, page 16-29
- [3] Shuhai Fan Jiawei Xiong Tian Xu SiYu Chen Wenqian Zhang, QFD design of machine – made sand based on independent / decomposition axiom. 13th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2016 Procedia Engineering 174 (2017) 442-448
- [4] ข้อมูลจาก www.truetronix.com/product-th-746454-6152566-ไขควงทอร์ควัดแรงบิด (วันที่สืบค้นข้อมูล 21 เมษายน 2560)
- [5] ข้อมูลจาก <http://ศูนย์รวมเครื่องมือช่าง.net/NP-3822-tohnichi.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล 21 เมษายน 2560)
- [6] วิศรุต คงสกุล, เอกสารประกอบการสอน 520202 :

มาตรฐานและการสอบเทียบเบื้องต้น, มหาวิทยาลัย
บูรพา, 2556

[7] สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ, บทเรียนมาตรฐาน, สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ, 2553

[8] สุทธิวรรณ สังข์สวน มณฑลีสานนันทน์, การวิเคราะห์และการพัฒนาคุณภาพชุดควบคุมกระจกรถยนต์โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี พ.ศ. 2556 16-18 ตุลาคม 2556

[9] อภิรัฐ ทรายชา ฤกษ์วัลย์ จันทรสา, การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดยกฝาครอบกระบะด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2556 16-18 ตุลาคม 2555

[10] International Organization for Standardization, ISO/IEC 17025 : 2005 General Requirement for the competence of testing and calibration laboratories, Switzerland, 2005

[11] International Organization for Standardization, ISO/IEC 17043 : 2010 General Requirement for Proficiency Testing, Switzerland, 2010