บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลจากการออกแบบทำให้ได้เครื่องวัดวาอเตอร์แอคติวิตีที่มีการทำงานเป็นอัตโนมัติ สะดวกในการใช้งาน มีการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขสะดวกในการอ่านค่า หลักการของเครื่องคือขั้นแรกต้องป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการวัดค่าวาอเตอร์แอคติวิตี จากนั้นเครื่องจะทำงานโดยเปิดวาล์วทั้ง 2 ตัว เครื่องกำเนิดสุญญากาศ หลังจากได้ความดันสุญญากาศตามต้องการแล้ว เครื่องกำเนิดสุญญากาศก็จะปิด จากนั้นเครื่องจะส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิที่ต้องการวัดออกทางเอาท์พุทพอร์ท ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าโดย D/A converter เพื่อใช้เป็นแรงดันอ้างอิงสำหรับอิเลกโทรนิคเทอร์โมสตัทที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิที่วัดโดยอุปกรณ์ที่อยู่ภายในขวดบรรจุตัวอย่างมีค่าตามต้องการแล้ว เครื่องจะวัดค่าความดันไอของน้ำในระบบท่อทางด้านขวดบรรจุตัวอย่าง เทียบกับความดันไอในระบบท่ออีกด้านหนึ่ง ความดันที่วัดได้จะอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิตัลโดย A/D converter เข้าสู่ไมโครโปรเซสเซอร์ และเมื่อวัดความดันติดต่อกันได้เท่ากัน 3 ครั้ง ก็จะถือว่าระบบเข้าสู่สมดุล ค่าความดันที่วัดได้จะถูกนำมาคำนวณค่าวาอเตอร์แอคติวิตีแล้วส่งสัญญาณเสียงเป็นจังหวะเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าการทำงานสิ้นสุดแล้วและพร้อมที่จะแสดงผลที่ได้เมื่อผู้ใช้กดคีย์ใดคีย์หนึ่งบนแผงคีย์ โดยจะแสดงผลค่าวาอเตอร์แอคติวิตีที่มีจำนวนทศนิยม 3 ตำแหน่ง

อุปกรณ์ที่เป็นหัวใจในการทำงานของเครื่อง คือ

1. ไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่ควบคุมและประมวลผล เลือกใช้เบอร์ Z80 A
2. อุปกรณ์วัดความดัน เลือกใช้ เบอร์ MPX2010 และ เบอร์ MPX200
3. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เลือกใช้ LM335H ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิในช่วง 0 ถึง100°C
4. วาล์ว เลือกใช้เบอร์ ADK11-10 ซึ่งเป็นวาล์วที่ใช้ในระบบที่เกี่ยวกับสุญญากาศ

ผลจากการทดสอบเบื้องต้นทำให้ทราบว่าความดันเริ่มต้นจะมีผลต่อความดันที่วัดได้ จึงต้องมีการปรับปรุงการคำนวณให้สามารถแก้ความไม่ถูกต้องนี้ ดังนั้นค่าความดันที่วัดได้จริงจะเท่ากับความดันที่วัดได้คูณด้วย 0.54 แล้วบวกด้วย 0.66 นั่นคือเมื่อความดันที่วัดได้เป็น 0 จะ

ทำให้ค่าความดันที่ได้จากการคำนวณมีค่าเป็น 0.66 PSI ทำให้เกิดข้อจำกัดของเครื่องมือที่จะไม่สามารถวัดความดันที่ต่ำกว่า 0.66 PSI ได้ แต่เนื่องจากการที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการวัดได้ เราสามารถเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้ความดันไอน้ำจากตัวอย่างเพิ่มขึ้นได้ การทำเช่นนี้อาจเกิดความผิดพลาดของค่าที่วัดได้จากตัวอย่างอาหารซึ่งจะมีผลจากเนื้อเยื่อของอาหาร ซึ่งค่าความดันไอที่วัดได้อาจไม่เป็นความดันไอของน้ำอิสระแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่วัดได้อาจมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง

ผลจากการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิต่างๆจะได้ค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์แอคติวิตีเป็น 1.034 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.032

การ calibration ที่อุณหภูมิสูงกับที่อุณหภูมิต่ำจะให้ค่าความดันที่คำนวณได้ต่างกัน เนื่องจากความดันเริ่มต้นในระบบมีค่าต่างกัน อันเป็นผลมาจากอุปกรณ์วัดความดันสุญญากาศไม่มีการชดเชยอุณหภูมิ เมื่อเปลี่ยนเป็นแบบที่มีการชดเชยอุณหภูมิแล้วจะทำให้การวัดมีความถูกต้องมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีค่าต่างๆกัน

เครื่องกำเนิดสุญญากาศที่ใช้มีความแปรปรวนมาก ทำให้ความดันเริ่มต้นในระบบมีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากการปรับค่าความดันที่วัดได้ให้ถูกต้องจาก calibration curve จะมีการคำนวนโดยนำค่าความดันเริ่มต้นในระบบเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ถึงแม้ว่าการทำให้ระบบเป็นสุญญากาศจะมีการควบคุมด้วยอุปกรณ์วัดความดัน แต่เนื่องจากการทำงานของเครื่องกำเนิดสุญญากาศที่ใช้จะมีประสิทธิภาพสูง เมื่ออากาศในระบบมีอยู่มาก ดังนั้นค่าความดันสุญญากาศที่ใช้ในการควบคุมจึงอยู่ในช่วงที่เครื่องกำเนิดสุญญากาศสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้แล้วหน่วงเวลาไว้เพื่อให้ระบบมีความดันต่ำที่สุด ซึ่งในการทำงานบางครั้งของเครื่องกำเนิดสุญญากาศจะทำให้ระดับความดันถึงจุดที่กำหนดไว้ช้าเร็วต่างกัน ก็จะทำให้ระดับความดันเริ่มต้นในระบบมีความแตกต่างกัน

จากการเปลี่ยนอุปกรณ์วัดความดันสุญญากาศเป็นแบบที่มีการชดเชยอุณหภูมิจะเห็นได้ว่าความชันของ calibration curve มีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นมีความแตกต่างกัน แต่ค่าคงที่ของสมการซึ่งจะแสดงค่าความดันเริ่มต้นในระบบจะมีความแตกต่างกันซึ่งเกิดจากการทำงานที่ไม่สม่ำเสมอของเครื่องกำเนิดสุญญากาศ

ความผิดพลาดที่เกิดจากวาล์วที่ใช้ทำให้มีความจำกัดของค่าความดันที่สามารถวัดได้ การเปลี่ยนชนิดของวาล์วเป็นชนิดที่ไม่เป็นไดอะแฟรมก็จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้สำหรับการปิดเปิดวาล์วที่ไม่พร้อมกันทำให้เกิดความแตกต่างของความดันของทั้ง 2 ด้านของอุปกรณ์วัดความดันอาจแก้ไขได้โดยการเพิ่มวาล์วตัวที่ 3 เข้าในระบบตรงท่อที่ต่อกับเครื่องกำเนิดสุญญากาศ

แล้วปิดวาล์วตัวนี้ก่อนที่จะปิดเครื่องกำเนิดสุญญากาศ จากนั้นจึงปิดวาล์วอีก 2 ตัวที่เหลือ เพื่อให้เกิดความสมดุลของความดันในระบบท่อของมานอมิเตอร์

การใช้วัสดุที่ไม่ถูกต้อง เช่นการใช้ท่อทองแดงและวาล์วที่เป็นทอง เหลืองทำให้เมื่อใช้ไปวัสดุพวกนี้จะ เกิดเป็นออกไซด์(oxide)และ เก็บความชื้นไว้ทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดได้ เมื่อเริ่มใช้งานควรจะมีการเดินเครื่องที่อุณหภูมิสูงโดยไม่มีตัวอย่างในระบบเสียครั้งหนึ่งก่อน เพื่อกำจัดความชื้นที่อาจมีอยู่ในระบบจะทำให้ค่าที่วัดได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

การใช้งานกับตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำมาก เมื่อมีการทำให้เกิดสุญญากาศขึ้นในระบบอาจทำให้ตัวอย่าง เกิดการเดือดและเข้าไปในระบบท่อ ควรมีการทำให้ขวดบรรจุตัวอย่างพร้องทั้งตัวอย่าง เย็นลงพอสมควร เสียก่อน และการทำให้เย็นนี้จะทำให้มีการสูญเสียน้ำจากตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำน้อยอีกด้วย

เนื่องจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในขวดบรรจุตัวอย่างถูกติดตั้งอยู่ส่วนบน และขวดบรรจุตัวอย่างมีความยาวมาก เกินไป ทำให้อุณหภูมิที่วัดได้ เกิดความแตกต่างจากอุณหภูมิของตัวอย่าง ดังนั้นจึงควรลดความยาวของขวดบรรจุตัวอย่างลงและติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิให้ลงไปถึงระดับของตัวอย่างจะทำให้การวัดอุณหภูมิถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สำหรับแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของ เครื่องมือ เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพอาจทำได้โดยการ เปลี่ยนระบบวัดความดัน เป็นระบบที่สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้โดยตรง เนื่องจากการใช้หลักการของมานอมิเตอร์และไม่มีการใช้สารดูดความชื้นไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากความดันไอของกาซที่ไม่ถูกดูดซับด้วยสารดูดความชื้นที่เกิดจากตัวอย่างอาหาร เครื่องมือจึงมีข้อจำกัดอยู่ เพียงการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีของอาหารที่มีส่วนประกอบของสารระเหยอื่นนอก เหนือจากน้ำในปริมาณน้อยๆ การใช้อุปกรณ์วัดความดันแบบความดันแตกต่าง เพียงแต่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากกาซที่ไม่ถูกดูดซับด้วยสารดูดความชื้นที่มีอยู่ในบรรยากาศเท่านั้น การใช้อุปกรณ์ที่สามารถวัดความชื้นได้โดยตรงสามารถนำมาใช้วัดความชื้นในบรรยากาศเหนือตัวอย่างในสภาวะสมดุล จะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดแก่ระบบที่เป็นมานอมิเตอร์ได้ และยิ่งถ้ามีการหุ้มอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย เยื่อ(membrane)ที่ยอมให้มีการซึมผ่านได้เพียงโมเลกุลของน้ำเท่านั้น ก็จะยิ่งทำให้สามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของตัวอย่างได้ในบรรยากาศทั่วๆไป