

คำนำ

การวัดและเครื่องมือวัดเป็นวิชาที่ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายสาขา ซึ่งมีผู้เรียบเรียงหนังสือที่เกี่ยวข้องเป็นภาษาไทยหลายท่าน แต่ส่วนใหญ่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางด้านไฟฟ้าและการใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไป หนังสือเล่มนี้เน้นอธิบายคำนิยามสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการวัด หลักการทำงาน หลักการเลือกใช้งาน และการประยุกต์ใช้งาน โดยมุ่งเน้นตัวอย่างการใช้งานในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งนอกจากความเข้าใจในหลักการทำงานที่สำคัญแล้ว ยังควรคำนึงถึง ข้อควรระวัง ในมุมมองของอาหารซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบทางวิศวกรรมที่ถูกลักษณะ (Hygienic Engineering Design)

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งสิ้นจำนวน 9 บท โดยบทที่ 1 กล่าวถึงคำนิยามสำคัญเกี่ยวกับการวัด บทที่ 2 กล่าวถึงเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ บทที่ 3 ถึง 8 กล่าวถึงหลักการวัดและเครื่องมือวัด คุณภาพ ความแม่นยำและน้ำหนัก ตำแหน่งและระยะทาง ความดัน การไหล และระดับ ตามลำดับ สำหรับบทที่ 9 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย ผู้เขียนเน้นตัวอย่างเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องจักรและระบบแปรรูปอาหารต่าง ๆ ซึ่งภาพถ่ายที่ปรากฏในหนังสือเป็นภาพถ่ายจริงของเครื่องจักรที่ตั้งอยู่ในโรงประลองของสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร สจล. โดยนำหลักการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาอธิบาย เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจในลักษณะของการใช้งานจริง

ผู้เขียนขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร สจล. สำหรับภาพถ่ายและการอำนวยความสะดวกทุกอย่างเกี่ยวกับการจัดเตรียมหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณ นางสาวรุ่งรศมี ศรีมะเร็ง สำหรับการวาดภาพประกอบและการจัดเตรียมรูปแบบหนังสือ

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน ทั้งนักศึกษา นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้อ่านที่อยู่ในสายงานอุตสาหกรรมอาหารและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง หากท่านผู้อ่านท่านใด พบความผิดพลาด หรือมีข้อชี้แนะใด ๆ ผู้เขียนขอน้อมรับสำหรับการแก้ไข ด้วยความเต็มใจและยินดีอย่างยิ่ง

นวกัทธา หนูนา

ทวิพล ชื่อสัตย์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	I
สารบัญ	II
บทที่ 1 บทนำ	1-23
1.1 การวัด	1
1.2 เครื่องมือวัด	3
1.3 คุณลักษณะสถิติของเครื่องมือวัด	5
1.4 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากการวัด	13
1.5 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน	16
1.6 บทสรุป	22
บทที่ 2 เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์	24-48
2.1 เซนเซอร์	24
2.2 ทรานสดิวเซอร์	24
2.3 ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์	29
2.4 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง	37
2.5 เซนเซอร์ชนิดใช้เสียงหรือเซนเซอร์ชนิดอัลตราโซนิก	43
2.6 การประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมอาหาร	45
2.7 บทสรุป	46
บทที่ 3 การวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	49-107
3.1 การวัดอุณหภูมิ	50
3.2 หลักการวัดและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	53
3.3 เทอร์โมคัปเปิล	54
3.4 อาร์ทีดี	65
3.5 ช่วงเวลาการตอบสนองของการวัดอุณหภูมิด้วย เทอร์โมคัปเปิลหรืออาร์ทีดี	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 เทอร์มิสเตอร์	74
3.7 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิดเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้า	77
3.8 ไพโรมิเตอร์	78
3.9 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดของเหลวบรรจุภายในหลอดแก้ว	94
3.10 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความดัน	95
3.11 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบแถบ โลหะคู่	98
3.12 หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	101
3.13 การประยุกต์ใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิในอุตสาหกรรมอาหาร	103
3.14 บทสรุป	106
บทที่ 4 การวัดและเครื่องมือวัดความเครียดและน้ำหนัก	108-129
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด	108
4.2 ทฤษฎีของสเตรนเกจชนิดเปลี่ยนแปลงความต้านทาน	113
4.3 สเตรนเกจชนิดเปลี่ยนแปลงความต้านทาน	114
4.4 วงจรสำหรับการวัดด้วยสเตรนเกจ	119
4.5 โหลดเซลล์	123
4.6 การประยุกต์ใช้งานเครื่องมือวัดความเครียดในอุตสาหกรรมอาหาร	127
4.7 บทสรุป	128
บทที่ 5 การวัดและเครื่องมือวัดขนาด ตำแหน่ง และระยะทาง	130-152
5.1 การวัดขนาด	130
5.2 เครื่องมือวัดตำแหน่งและระยะทางชนิดเปลี่ยนแปลงความต้านทาน	135
5.3 เครื่องมือวัดตำแหน่งและระยะทางชนิดเปลี่ยนแปลงความเหนียวน้ำ	139
5.4 เครื่องมือวัดตำแหน่งและระยะทางชนิดเปลี่ยนแปลงความจุไฟฟ้า	145
5.5 อุปกรณ์เข้ารหัส	148
5.6 บทสรุป	151

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การวัดและเครื่องมือวัดความดัน	153-196
6.1 นิยามและหน่วยของความดัน	153
6.2 การวัดความดัน	154
6.3 เครื่องมือวัดความดันชนิด Dead-weight	160
6.4 บารอมิเตอร์	161
6.5 มาโนมิเตอร์	163
6.6 เครื่องมือวัดความดันชนิดบูร์ดอง	168
6.7 เบลโลว์	172
6.8 ไดอะแฟรม	175
6.9 แคปซูล	176
6.10 เครื่องมือวัดความดันชนิดอาศัยหลักการทางไฟฟ้าร่วมกับทางกล	178
6.11 ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเปลี่ยนความจุไฟฟ้า	178
6.12 ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเปลี่ยนความต้านทานหรือชนิดสเตรนเกจ	181
6.13 ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดใช้แสง	182
6.14 ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเปลี่ยนความเหนียวน้ำหรือชนิด LVDT	184
6.15 ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเปียโซอิเล็กทริก	184
6.16 อุปกรณ์ติดตั้งร่วมกับเครื่องมือวัดความดัน	187
6.17 การวัดความดันในจุดที่สั้นสะท้อน	191
6.18 หลักการติดตั้งเครื่องมือวัดความดันที่เหมาะสม	192
6.19 การประยุกต์ใช้งานเครื่องมือวัดความดันในอุตสาหกรรมอาหาร	193
6.20 บทสรุป	194
บทที่ 7 การวัดและเครื่องมือวัดการไหล	197-245
7.1 การเลือกใช้เครื่องมือวัดการไหล	197
7.2 เครื่องมือวัดการไหล	201

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7.3 เครื่องมือวัดการไหลชนิดอาศัยหลักการวัดค่าความดันแตกต่าง	202
7.4 โรตاميเตอร์	218
7.5 แอนนิโมมิเตอร์แบบเส้นลวดความร้อน	222
7.6 เครื่องมือวัดการไหลแบบสนามแม่เหล็ก	226
7.7 เครื่องมือวัดการไหลแบบเทอร์ไบน์	230
7.8 เครื่องมือวัดการไหลชนิดท่อปีโตต์	232
7.9 เครื่องมือวัดการไหลแบบอัลตราโซนิก	234
7.10 เครื่องมือวัดการไหลแบบโคริโอลิส	237
7.11 การวัดการไหลของเหลวแบบลํารางเปิด	240
7.12 บทสรุป	244
บทที่ 8 การวัดและเครื่องมือวัดระดับ	246-280
8.1 การวัดระดับ	246
8.2 เครื่องมือวัดระดับอาศัยหลักการทางกล	248
8.3 เครื่องมือวัดระดับอาศัยหลักการทางแสง	259
8.4 เครื่องมือวัดระดับอาศัยหลักการทางไฟฟ้า	263
8.5 เครื่องมือวัดระดับอาศัยหลักการของคลื่นนอกเหนือคลื่นแสง	270
8.6 บทสรุป	277
บทที่ 9 เครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมอาหาร	279-306
9.1 ระบบพาสเจอร์ไรซ์	279
9.2 ระบบทำความสะอาดแบบ Cleaning In Place	286
9.3 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	290
9.4 เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก	294
9.5 หม้อฆ่าเชื้อ	298
9.6 หลักการเลือกใช้และการติดตั้งเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรมอาหาร	304

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	307
ประวัติผู้เขียน	308