

นิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์

ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

เบื้องต้น

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์



ได้รับรางวัล

หนังสือยอดเยี่ยม

ของ
ส.ส.ท.

จำหน่ายได้มากกว่า 10,000 เล่ม



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

โดย...

ณรงค์ ตันธีระวงศ์



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

นิเวศนิทัศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

โดย... ณรงค์ ตันธีระวงศ์

ราคา 135 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 - 25	พฤศจิกายน	2542	- ธันวาคม	2555
พิมพ์ครั้งที่ 26	พฤศจิกายน	2556		
พิมพ์ครั้งที่ 27	มิถุนายน	2557		
พิมพ์ครั้งที่ 28	มิถุนายน	2558		
พิมพ์ครั้งที่ 29	พฤษภาคม	2559		

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ณรงค์ ตันธีระวงศ์.

นิเวศนิทัศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น. - กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

236 หน้า.

1. นิเวศนิทัศน์.
2. เครื่องจักรไฮดรอลิก.
- I. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) .
- II. ชื่อเรื่อง.

621.51

ISBN 978-974-8326-37-5

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558 โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
ห้ามลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดพิมพ์โดย



5-7 ซอยสุขุมวิท 29 ถนนสุขุมวิท แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทร. 0-2258-0320 (6 เลขหมายอัตโนมัติ), 0-2259-9160 (10 เลขหมายอัตโนมัติ)
ติดต่อสำนักพิมพ์ book4u@tpa.or.th
ติดต่อสั่งซื้อหนังสือ www.tpabook.com

จัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

อาคารทีซีไอเอฟ ทาวเวอร์ ชั้น 19 เลขที่ 1858/87-90

ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร. 0-2739-8000, 0-2739-8222 โทรสาร 0-2739-8356-9

www.se-ed.com



ส.สท. ราชภัฏโลก

ร่วมใช้หมึกพิมพ์จากถ้วยเหลือง

"ถ้าหนังสือมีข้อผิดพลาดเนื่องจากการพิมพ์ให้นำมาแลกเปลี่ยนได้ที่สมาคมฯ" โทร. 0-2258-0320 ต่อ 1560, 1570

■ บรรณาธิการบริหาร สุกัญญา จาตุการ กองบรรณาธิการ แทนพร เลิศวุฒิภัทร, รินดา คันทวร, พรณพิมล กิจไพฑูรย์, วัลภา ลีรัชตานนท์, แสงเงิน นาคพัฒน์, สุทิน เทียนกุล ศิลปกรรม ประเทือง คชเสนีย์, ชาริน คุดตะสิงค์, ณัฐวัตร วิวาสุ ธุรการสำนักพิมพ์ อังคณา อรรถพงศ์ธร

■ พิมพ์ที่ : บริษัท พิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด

คำนำนายกสมาคม

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) หรือ ส.ส.ท. ก่อตั้งอย่างเป็นทางการในวันที่ 24 มกราคม 2516 จากความตั้งใจมุ่งมั่น ความร่วมมือร่วมใจ และความเสียสละ ทุ่มเทกำลังกาย และกำลังใจของกลุ่มผู้ที่เคยไปศึกษาและดูงานโดยทุน ABK & AOTS ณ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมี ๗ หน่วยงาน สมหมาย สุนทรกุล เป็นประธานคณะกรรมการก่อตั้ง และสำเร็จด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจาก อาจารย์ โงอิจิ โฮซุมิ อดีตประธานกรรมการ สมาคมความร่วมมือทางเศรษฐกิจ ญี่ปุ่น-ไทย (JTECS) โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านเงินทุนจากกระทรวงการค้าระหว่างประเทศและอุตสาหกรรม (METI) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งไม่มีพันธะผูกพันใดๆ เพื่อใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรม อันประกอบด้วยฝ่ายต่าง ๆ ดังนี้ ฝ่ายธุรกิจสิ่งพิมพ์ ส.ส.ท. ฝ่ายโรงเรียนภาษาวัฒนธรรม ฝ่ายพัฒนาธุรกิจการศึกษาและสิ่งพิมพ์ ฝ่ายการศึกษาและฝึกอบรม ฝ่ายพัฒนาและส่งเสริม อุตสาหกรรม ฝ่ายพัฒนาและจัดการความรู้ ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ฝ่ายวินิจัยและให้คำปรึกษาสถานประกอบการ และฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ

สำหรับฝ่ายธุรกิจสิ่งพิมพ์ ส.ส.ท. โดยแผนกตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม หรือ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ในระยะแรกของการดำเนินการนั้น มุ่งส่งเสริมให้มีตำราภาษาไทยเกี่ยวกับ เทคโนโลยีต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับอาชีวศึกษา ซึ่งในขณะนั้นยังอยู่จำกัด ให้แพร่หลายขึ้น เพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาในสายวิชาชีพซึ่งกำลังสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สมาคมฯ ยังคงยึดมั่นการจัดพิมพ์หนังสือที่เป็นรากฐานเดิม คือ เทคโนโลยี และได้ขยายการจัดพิมพ์ครอบคลุมหนังสือด้านการบริหารจัดการธุรกิจ อุตสาหกรรม และจิตวิทยา-การพัฒนาตนเอง รวมถึงคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทั้งที่เป็นงานเขียนและงานแปล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดและเผยแพร่ความรู้ในสาขาต่าง ๆ ให้แก่บุคลากรทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนนักเรียน นักศึกษา เยาวชน ซึ่งจะเป็รากฐานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม เศรษฐกิจ และสังคมไทยให้เติบโตได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ด้วยเจตนารมณ์ที่แน่วแน่ดังกล่าว สมาคมฯ จึงขอเชิญชวนอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่มีความมุ่งมั่นเช่นเดียวกับสมาคมฯ ในอันที่จะถ่ายทอดทักษะ ความรู้ในสาขาต่าง ๆ ร่วมส่ง ผลงานเขียนของท่านเพื่อให้สมาคมฯ พิจารณาจัดพิมพ์เผยแพร่ในวงกว้างต่อไป อนึ่ง สมาคมฯ ใคร่ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เขียนและผู้แปลทุกท่านที่มีส่วนสำคัญในความสำเร็จของ สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. และสมาคมฯ จวบจนปัจจุบัน



(ผศ. ประยูร เชี่ยววัฒนา)

นายกสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำแถลงของสำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. โดยแผนกตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม วิชาการมาจากโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อว่า โครงการตำรา ซึ่งจัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 พร้อม ๆ กับการก่อตั้งสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดยมุ่งหวังที่จะให้มิตำราทางด้านวิทยาการต่าง ๆ ทั้งในระดับอาชีวศึกษาและประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางด้านช่างที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้

ในระยะแรกนั้น ตำราที่ผลิตโดยโครงการตำรา ส่วนใหญ่จะเป็นหนังสือแปลจากต้นฉบับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาจึงได้ขยายขอบข่ายของการจัดพิมพ์ครอบคลุมไปถึงงานแปลและเรียบเรียงจากต้นฉบับภาษาอื่น งานเรียบเรียง-เขียนตำราจากประสบการณ์ของผู้ชำนาญในแต่ละสาขา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นอาจารย์จากสถาบันการศึกษา

ต่อมาในระยะ 4-5 ปี หลังจากการก่อตั้งสมาคมฯ โครงการตำราได้วิวัฒนาการเป็นโครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม และเป็นส่วนตำราสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2539 พร้อม ๆ กับการขยายขอบข่ายหนังสือที่จัดพิมพ์เพิ่มเติม ได้แก่ หนังสือทางด้านการบริหารจัดการธุรกิจ การบริหารจัดการคุณภาพ และอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การดำเนินงาน

โดยที่หนังสือที่จัดพิมพ์โดยสมาคมฯ ได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากนักศึกษาและประชาชนทั่วไป ทางสมาคมฯ จึงใคร่ขอเชิญชวนให้ผู้เชี่ยวชาญในวงการอุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษาได้ช่วยกันเขียน-เรียบเรียงหนังสือทางด้านเทคนิคอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ให้แพร่หลายยิ่งขึ้น โดยสมาคมฯ ยินดีให้การสนับสนุนในด้านการจัดพิมพ์

สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. ขอขอบคุณท่านผู้เขียน-เรียบเรียงและเจ้าหน้าที่ของสมาคมฯทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการจัดพิมพ์หนังสือเล่มนี้ และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ และหากท่านผู้อ่านมีข้อชี้แนะประการใด ขอได้โปรดแจ้งให้ทางสำนักพิมพ์ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง



สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

คำนำ

ปัจจุบันมีการนำลมอัดมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบสิ่งต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานไม้ งานตีเหล็ก งานเชื่อมโลหะ งานผลิตเหล็กกล้า งานขนย้ายวัสดุ งานพิมพ์ และงานอื่น ๆ อีกมากมาย

การนำลมอัดมาใช้นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติและประหยัดแรงงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีหลายอย่าง ได้แก่ มีโครงสร้างอุปกรณ์อย่างง่าย ๆ มีค่าใช้จ่ายต่ำ มีความสะดวกในการบำรุงรักษาและการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ทำงานด้วยระบบกลไก หรือไฟฟ้า

สำหรับระบบไฮดรอลิกนั้น เป็นระบบที่ให้งานออกมาได้เที่ยงตรง และมีความละเอียด เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันไฮดรอลิก จึงได้รับความเชื่อถืออย่างกว้างขวาง

ตำราเล่มนี้ได้กล่าวถึงระบบลมอัดหรือระบบนิวแมติกและระบบไฮดรอลิกในหลักการเบื้องต้นอย่างง่าย ๆ เหมาะสำหรับผู้เริ่มศึกษาหรือผู้สนใจทั่ว ๆ ไป เพื่อที่จะได้รับความรู้พื้นฐานที่ถูกต้องในการเรียนรู้ขั้นสูงต่อไป

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์

ตุลาคม 2542

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำเข้าสู่วิชานิวแมติกส์	1
1.1 ประวัติความเป็นมา	1
1.2 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ	2
1.3 การใช้อากาศอัดเป็นตัวกลาง	3
1.4 ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยการวัดของนิวแมติก	4
1.5 ความดันบรรยากาศ	8
1.6 หน่วยวัดค่าความดัน	8
1.7 ความดันสัมบูรณ์และความดันเกจ	9
1.8 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และกฎต่าง ๆ ของอากาศ	10
1.9 ผลของความชื้นและความดันที่มีต่ออากาศ	10
1.10 ความสามารถดูดซึมน้ำของอากาศ	11
1.11 ผลของความเร็วในการไหลและความดันของอากาศ	12
1.12 หน่วยปาสกาล (หน่วย SI)	13
1.13 กฎเบื้องต้นของลมอัด	16
บทที่ 2 อุปกรณ์การทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติก	21
2.1 เครื่องอัดลม	21
2.2 ประเภทของเครื่องอัดลม	21
2.3 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติก	24
2.4 การบริการลมอัด	27
บทที่ 3 อุปกรณ์ในระบบนิวแมติก	33
3.1 กระบอกสูบนิวแมติก	33
3.2 วาล์วควบคุมทิศทาง	37

บทที่ 4	การบังคับทิศทางและการปรับความเร็วในระบบนิวแมติก	57
4.1	การบังคับทิศทาง	57
4.2	การปรับความเร็วของกระบอกสูบ	65
บทที่ 5	วงจรนิวแมติกเบื้องต้น	73
5.1	ขั้นตอนการทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติก	73
5.2	วงจรควบคุมกระบอกสูบโดยใช้ลมอัด	81
5.3	วงจรควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สัญญาณไฟฟ้า	89
5.4	สัญลักษณ์ที่สำคัญในระบบนิวแมติกเบื้องต้น	100
	ใบงานระบบนิวแมติก	102
บทที่ 6	หลักการเบื้องต้นของวิชาไฮดรอลิกส์	125
6.1	นิยามของระบบไฮดรอลิก	125
6.2	ระบบไฮดรอลิกเบื้องต้น	128
	คำถามท้ายบท	135
บทที่ 7	อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิก	137
7.1	ปั๊มไฮดรอลิก	137
7.2	กระบอกสูบไฮดรอลิก	143
7.3	วาล์วควบคุมทิศทาง	147
7.4	วาล์วนิรภัยหรือรีลิววาล์ว	154
7.5	วาล์วควบคุมอัตราการไหล	156
7.6	ถังน้ำมันไฮดรอลิก	159
7.7	วาล์วกันกลับหรือเช็ควาล์ว	160
7.8	กรองน้ำมันไฮดรอลิก	161
7.9	เกจวัดความดัน	163
	คำถามท้ายบท	164

บทที่ 8	วงจรไฮดรอลิกเบื้องต้น	165
8.1	วงจรชุดต้นกำลัง	165
8.2	วงจรทดลองเพื่อควบคุมรีลิววาล์ว ในงานระบบไฮดรอลิก 1	166 168
8.3	วงจรทดลองควบคุมทิศทางด้วยวาล์วควบคุมทิศทาง ในงานระบบไฮดรอลิก 2	172 174
8.4	วงจรการทดลองเช็ควาล์ว ในงานระบบไฮดรอลิก 3	177 179
8.5	วงจรทดลองควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียว ในงานระบบไฮดรอลิก 4	182 184
8.6	วงจรทดลองควบคุมกระบอกสูบสองทิศทาง ในงานระบบไฮดรอลิก 5	185 187
8.7	วงจรทดลองควบคุมความเร็วของน้ำมัน ในงานระบบไฮดรอลิก 6	189 191
8.8	วงจรทดลองควบคุมความเร็วด้วยวาล์วควบคุมความเร็วชนิดมีเช็ควาล์ว ในงานระบบไฮดรอลิก 7	193 195
8.9	วงจรทดลองควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางด้วยวาล์ว 4/3 ในงานระบบไฮดรอลิก 8	198 200
8.10	วงจรทดลองควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวด้วยระบบไฟฟ้า ในงานระบบไฮดรอลิก 9	203 207
8.11	วงจรทดลองควบคุมกระบอกสูบชนิดสองทิศทางด้วยระบบไฟฟ้า ในงานระบบไฮดรอลิก 10	211 213
8.12	วงจรทดลองควบคุมให้กระบอกสูบชนิดสองทิศทางวิ่งเข้า-ออกด้วย โซลินอยด์วาล์วที่มีสองด้าน ในงานระบบไฮดรอลิก 11	216 218
8.13	สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน DIN ISO 1219	221
บรรณานุกรม		225

1

บทนำเข้าสู่วิชานิวแมติกส์



1.1 ประวัติความเป็นมา

วิชานิวแมติกส์เป็นหนึ่งในจำนวนวิทยาการที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้จนถึงในปัจจุบัน แม้ว่ามนุษย์จะรู้จักใช้นิวแมติกในรูปแบบวิธีการต่าง ๆ มาตั้งแต่สมัยโบราณก็ตาม แต่เมื่อไม่นานมานี้เอง นิวแมติกได้พัฒนาขึ้นเป็นเทคโนโลยีแขนงหนึ่งซึ่งมีความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาการ ด้านเครื่องมือเครื่องใช้ และการนำไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน

ตัวอย่างง่าย ๆ ของการที่มนุษย์รู้จักการใช้ลมอัด ได้แก่ การใช้ “ไม้ซางเป่าลูกดอก” เพื่อการล่าสัตว์ ในกรณีนี้ลมจะถูกอัดเข้าไปในปอดของมนุษย์ จากนั้นทำการปล่อยลูกดอกไปยังเหยื่อ กล่าวกันว่าสิ่งนี้ได้กลายเป็นเครื่องมือทางนิวแมติกที่สำคัญในเวลานั้น โดยที่ยังไม่มีการเข้าใจถึงหลักการที่เกี่ยวข้อง

หลักการทางนิวแมติกได้ถูกตั้งเป็นทฤษฎีขึ้นในประเทศยุโรปสมัยการปฏิวัติอุตสาหกรรม โดยอาศัยกฎต่าง ๆ ของ**ปาสกาล** และการพัฒนาเครื่องจักรไอน้ำ

ในปี ค.ศ. 1653 ปาสกาลได้ค้นพบหลักการที่ว่า *ความดันที่กระทำไปยังส่วนใด ๆ ก็ตามของก๊าซหรือของไหลที่อยู่ในภาชนะปิดก็จะถ่ายทอดไปยังส่วนที่เหลือในภาชนะปิดนั้นในขนาดที่เท่ากัน* สิ่งนี้เองได้แสดงให้เห็นชัดเจนถึงการเริ่มต้นของการศึกษาด้านทฤษฎีของวิชานิวแมติกส์

อนึ่ง รูปแบบแรกเริ่มของเครื่องจักรไอน้ำได้ใช้ความดันบรรยากาศในการยกสูบไอน้ำ ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศถูกส่งเข้าไปยังส่วนบนของลูกสูบในกระบอกสูบเพื่อดันลูกสูบลง จากนั้นไอน้ำจะถูกทำให้เย็นลงเพื่อให้ได้ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ในปี ค.ศ. 1712 **นิวคอแมน**ได้ทำการพัฒนาเครื่องสูบน้ำดังกล่าวเพื่อระบายน้ำใต้ดินในระหว่างการทำเหมืองแร่

ต่อมาในกลางศตวรรษที่ 18 **เจมส์ วัตต์** ได้คิดประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำที่มีลูกสูบเคลื่อนที่ไปกลับโดยใช้ไอน้ำซึ่งมีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ กล่าวกันว่าสิ่งนี้เป็นต้นกำเนิดของการสร้างกระบอกสูบของระบบนิวแมติก

การพัฒนาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันน้ำและความดันน้ำมันในระหว่างศตวรรษที่ 19 - 20 นั้น เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเกี่ยวกับวาล์วเปลี่ยนทิศทาง กระบอกสูบทางไฮดรอลิก และอุปกรณ์อื่น ๆ ตลอดจนการจัดตั้งระบบกำลังแบบรวมซึ่งเชื่อมต่อโดยท่อ สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้เป็นการวางรากฐานของระบบและอุปกรณ์ทางนิวแมติก

ปัจจุบันมีการนำลมอัดมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบสิ่งต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานไม้ งานตีเหล็ก งานเชื่อมโลหะ งานผลิตเหล็กกล้า งานขนย้ายวัสดุ งานพิมพ์ และงานอื่น ๆ อีกมากมาย

การนำลมอัดมาใช้นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติและประหยัดแรงงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีหลายอย่าง ได้แก่ มีโครงสร้างอุปกรณ์แบบง่าย ๆ มีค่าใช้จ่ายต่ำ มีความสะดวกในการบำรุงรักษาและการทำงาน เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ด้านไฮดรอลิก อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบกลไกหรือระบบไฟฟ้า

ยกตัวอย่างเช่น กลไกสำหรับยึดเครื่องประกอบชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม สามารถใช้ลมอัดได้อย่างสะดวกโดยการติดตั้งกระบอกสูบนิวแมติก ทั้งนี้เนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมมักมีการนำลมอัดมาใช้กับงานประเภทอื่นอยู่แล้ว ส่วนการใช้ระบบไฮดรอลิกจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่และต้องสร้างเครื่องต้นกำลังใหม่

ยิ่งไปกว่านั้น การใช้แรงจากเครื่องจักรจำเป็นต้องใช้ระบบกลไกที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยเกียร์และกลไกอื่น ๆ ในการควบคุมความเร็วรอบหมุน

อีกประการหนึ่ง การใช้ลมอัดนั้นถ้าประกอบรวมกับกำลังไฟฟ้าจะสามารถดัดแปลงเป็นการควบคุมอัตโนมัติแบบไร้สายได้ ด้วยเหตุนี้เองคาดกันว่าการใช้ลมอัดจะมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ โครงร่างของระบบ และกฎเบื้องต้นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับวิชานิวแมติกส์จะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป



1.2 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญทางนิวแมติกสามารถนำมาเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกได้ดังต่อไปนี้

1. โดยทั่วไป วงจรนิวแมติกมีค่าความดันระหว่าง 4 - 7 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf-cm^2) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าความดันที่ใช้ในวงจรไฮดรอลิก ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับงานเบา ๆ

2. แม้ว่ากำลังทางนิวแมติกจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากำลังทางไฮดรอลิกในเรื่องการควบคุมความเร็วรอบหมุนและการหยุดระหว่างกลาง เพราะคุณสมบัติอัดตัวได้ง่ายของลม แต่พลังงานนิวแมติกสามารถเก็บไว้ได้ในถังเก็บ ในกรณีของการทำงานแบบเป็นช่วง อาจใช้เครื่องอัดอากาศที่มีความจุขนาดเล็กแล้วเก็บพลังงานนิวแมติกไว้ใช้งานหนักในระยะเวลาอันสั้น
3. ลมอัดมีค่าความต้านทานในการไหลน้อย จึงสามารถทำงานได้เร็วกว่ากำลังในระบบไฮดรอลิก
4. พลังงานในระบบนิวแมติกจะถูกส่งผ่านท่อเพื่อขับให้กลไกทำงานที่ความเร็วที่ต้องการได้อย่างอิสระโดยเครื่องควบคุมความเร็ว และที่แรงขับเคลื่อนที่ต้องการโดยวาล์วควบคุมความดัน
5. ระบบไฮดรอลิกมักมีการรั่วไหลของน้ำมัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟไหม้ และ/หรือ ทำให้เกิดสิ่งสกปรกขึ้น ในขณะที่ในระบบลมอัดไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นถ้าวงจรถูกสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง
6. ในโรงงานส่วนใหญ่ ลมอัดถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับงานอื่นอยู่แล้ว แต่สำหรับระบบไฮดรอลิกนั้นจำเป็นต้องมีชุดต้นกำลัง (Power Unit) ที่ต้องสร้างขึ้นใหม่
7. ระบบไฮดรอลิกมีขอบเขตอุณหภูมิการทำงานที่ต่ำ คือ ระหว่าง 60 - 70 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัดแล้ว ระบบลมอัดมีความสามารถในการใช้งานโดยที่อุณหภูมิสูงถึง 160 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกอุปกรณ์การทำงานที่เหมาะสม

ความแตกต่างที่แสดงให้เห็นต่อไปเกิดจากความแตกต่างด้านคุณสมบัติระหว่างอากาศและของเหลว การเปรียบเทียบนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบทั้งระบบกลไกและไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์ด้วย ดังสรุปรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1



1.3 การใช้อากาศเป็นตัวกลาง

เนื่องจากระบบอัตโนมัติ โดยเฉพาะในระบบอัตโนมัติเล็ก ๆ มีปัญหาบางอย่างทำให้พบว่าไม่มีตัวกลางการทำงานใดที่สามารถนำมาใช้ได้ง่ายกว่าและประหยัดกว่าระบบนิวแมติก ดังข้อดีต่อไปนี้

1. อากาศมีปริมาณที่ไม่จำกัดในทุก ๆ แห่ง
2. อากาศอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อได้ง่าย แม้ว่าจะมีระยะทางไกลก็ตาม
3. อากาศอัดสามารถกักเก็บไว้ได้
4. อากาศอัดไม่มีความจำเป็นจะต้องส่งกลับมา สามารถระบายทิ้งไปในบรรยากาศได้หลังจากใช้งานแล้ว

5. อากาศอัดไม่มีความรู้สึกไวต่อการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ ซึ่งทำให้การทำงานมีความแน่นอนสูง แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงมาก ๆ ก็ตาม
6. อากาศอัดไม่เกิดการระเบิดง่าย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงอื่น ๆ เพื่อใช้ป้องกันการระเบิด
7. อากาศอัดมีความสะอาดในระดับหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในกรณีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาหาร การทอผ้า ผ้าขนสัตว์ และเครื่องหนัง
8. ชิ้นส่วนของการทำงานสำหรับอากาศอัดเป็นแบบง่าย ๆ และมีราคาถูกในการสร้าง
9. อากาศอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วของการทำงานจะสูงด้วย
10. ความเร็วและแรงของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติก สามารถปรับแต่งได้ตามต้องการ
11. เครื่องมือและอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติก สามารถป้องกันงานเกินกำลังได้
12. การเคลื่อนที่ในทางตรง สามารถทำงานได้โดยตรง

นอกจากข้อดีดังกล่าวมาแล้วนั้น ระบบที่ใช้อากาศอัดก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. อากาศอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพง เมื่อเปรียบเทียบกับ การแปลงของพลังงานอื่น ๆ (อย่างไรก็ตามจะถูกชดเชยจากราคาของอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและเป็นแบบง่าย ๆ)
2. อากาศอัดต้องการสภาวะแวดล้อมที่ดี ต้องไม่มีฝุ่นหรือความชื้น
3. เป็นไปได้ยากที่จะได้ความเร็วของกระบอกสูบให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอ
4. อากาศอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kPa (6 bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ประมาณ 20,000-30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ทำงาน ถ้าต้องการแรงมากกว่านี้ควรใช้ระบบไฮดรอลิก
5. การระบายออกของอากาศอัดมีเสียงดัง (ปัจจุบันมีทางแก้ไขคือ ใช้อุปกรณ์เก็บเสียง (silencer))
6. ละอองของน้ำมันผสมกับอากาศ ที่ใช้สำหรับหล่อลื่นในระบบนิวแมติกจะถูกระบายออกสู่บรรยากาศ ทำให้เกิดมลภาวะ (ปัจจุบันสามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยใช้อุปกรณ์ชนิดที่ไม่ต้องการสารหล่อลื่น (non-lubricated))



1.4 ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยการวัดของนิวแมติก

เมื่อลมอัดอยู่ภายใต้ความดัน เรียกว่า “ปริมาณทางฟิสิกส์” เพราะปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ เช่น ความเร็ว ความดัน แรง เวลา อุณหภูมิ เป็นต้น สำหรับสิ่งที่วัดไม่ได้ เช่น สีต่าง ๆ จะไม่นับว่าเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ เมื่ออธิบายถึงปริมาณทางฟิสิกส์แล้วจะต้องประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นตัวเลข

ตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบรูปแบบต่าง ๆ ของการทำงานโดยใช้เครื่องจักร

รายละเอียดของระบบ		ระบบการทำงาน			
		กลไก	ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวแมติก
ระบบ ขับเคลื่อน	การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง	ง่าย	ยาก	ง่าย	ง่าย
	การเคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
	กำลังขับ	ขนาดเล็ก-ใหญ่	ขนาดเล็ก-ใหญ่	ขนาดกลาง-เล็กมาก	ขนาดเล็ก-กลาง
	การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
	ความเร็วที่ขับได้	ต่ำ-สูง	กลาง-สูง	ต่ำ-กลาง	ต่ำ-สูง
	ความคงที่ของความเร็ว	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ ที่ความเร็วต่ำ
	โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
	การรับภาระเกินพิกัด	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
	การตอบสนอง	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี แต่ขึ้นอยู่กับภาระ
	อิสระในการติดตั้ง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มาก ๆ
	มาตรการป้องกัน เวลาไฟฟ้าดับ	เป็นไปได้เล็กน้อย	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
	การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
ระบบการ ควบคุม	การแปลงสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	ความหลากหลาย ในการคำนวณ	น้อย	มาก	น้อย	ปานกลาง
	ความเร็วในการคำนวณ	สูง	สูงมาก	ปานกลาง	ปานกลาง
	รูปแบบการคำนวณ	แอนะล็อก (ดิจิตอล)	ดิจิตอล/ แอนะล็อก	แอนะล็อก	ดิจิตอล (แอนะล็อก)
	ทนต่อการระเบิด	ดี	ต้องอาศัยวิธี แก้ไขพิเศษ	ดี	ดีมาก
	ผลกระทบจากอุณหภูมิ	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
	ผลกระทบจากความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ต้องระบายน้ำทิ้ง
	ความทนทานต่อ การสั่นสะเทือน	ธรรมดา	ไม่ดี	ธรรมดา	ธรรมดา
	อิสระในการควบคุม	เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	มาก
	ความหลากหลาย ของสัญญาณวัด	เล็กน้อย	มาก	เล็กน้อย	ปานกลาง

และส่วนที่เป็นหน่วยเสมอ เช่น ความยาว จะต้องเขียนว่า 50 เมตร ตัวเลขมีค่าเป็น 50 และมีหน่วยเป็นเมตร เป็นต้น

หน่วยที่ใช้กันเป็นสากล คือ หน่วย SI (จะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป) กำหนดให้ มวล (m) เป็นกิโลกรัม (kg) ในการใช้งานปกติ ถือว่ามวลเป็นน้ำหนัก เช่น เหล็กหนัก 1 kg จะมีมวลเท่ากับ 1 kg มวลมีคุณสมบัติโดยถือว่าเป็นอิสระจากแรงดึงดูดของโลก เช่น มวล 1 kg จะมีค่า 1 kg เสมอ ไม่ว่าจะอยู่ที่ดวงจันทร์หรือที่ไหนก็ตาม

หน่วยของแรง คือ มวล $\times$ ความเร่ง แทนค่าได้ดังต่อไปนี้

แรง (F), มวล (m), ความเร่ง (a)

$$F = m \times a$$

$$\text{แรง} = (\text{มวล}) \times (\text{ความเร่ง})$$

$$\text{แรง} = \text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$\therefore$ หน่วยของแรง คือ $\text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ซึ่งเท่ากับ 1 N (นิวตัน)

หน่วยของแรงที่เป็น นิวตัน แสดงได้ดังต่อไปนี้คือ ถ้านำวัตถุชิ้นหนึ่งมีมวล (น้ำหนัก) เท่ากับ 0.102 kg (เท่ากับ 102 g)แขวนด้วยเส้นด้าย ถ้าจับปลายด้านหนึ่งของเส้นด้ายไว้ จะทำให้มวลออกแรงดึงบนเส้นด้ายขนาด 1 นิวตัน เพราะว่า

$$\text{แรง} = \text{มวล} \times \text{ความเร่ง}$$

ในกรณีนี้ แรงจะมีผลอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลก ดังนั้น ความเร่งก็คือ ค่าความเร่งของโลกอันเนื่องมาจากแรงดึงดูด $\left(a = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$ ถ้าปล่อยมือจากการจับปลายเส้นด้าย มวลก็จะตกสู่พื้นดินด้วยอัตรา

$$\text{แรง} = \text{มวล} \times \text{ความเร่ง}$$

$$= 0.102 \text{ kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 1 \text{ kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 1 \text{ N}$$

จากตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักขนาด 102 g ทำให้เกิดแรงได้เท่ากับ 1 N และเกิดได้เฉพาะบนพื้นโลกเท่านั้น เนื่องจากใช้อัตราเร่งของโลก แต่ถ้าอยู่บนดวงจันทร์ด้วยน้ำหนักขนาดเดียวกันนี้ จะทำให้เกิดแรงเท่ากับ 0.166 N เท่านั้น เพราะความเร่งของดวงจันทร์ อันเนื่องมาจากแรงดึงดูดมีเพียง $\frac{1}{6}$ ของบนพื้นโลกเท่านั้น

หน่วยของความดัน คือ แรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ใช้สูตรว่า

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{(N)}{(m^2)}$$

หน่วย $\frac{N}{m^2}$ คือ ค่าของปาสกาล (Pascal) เขียนย่อว่า Pa

ความดัน 1 ปาสกาลจะมีค่าน้อยมากจนกระทั่งไม่สามารถรู้สึกทางผิวหนังได้ ดังนั้นจึงมักใช้ปัจจัยอื่น ๆ เข้าร่วม เช่น พัน (kilo = 10^3) ล้าน (mega = 10^6) ความดัน 1 เมกะปาสกาล (MPa) เท่ากับ 10 เท่าของความดันบรรยากาศของโลก ถ้าเปรียบเทียบกับหน่วยความดันอื่น คือ หน่วยบาร์ (bar) จะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} 1 \text{ bar} &= 100 \text{ kPa} = 10 \frac{N}{cm^2} = 10^5 \text{ Pa} \\ &= 14.5 \text{ psi} \\ \therefore 1 \text{ Pa} &= 10^{-5} \text{ bar} \end{aligned}$$

ข้อมูลของความดันมักจะอ้างอิงหรือกล่าวถึงความดันมาตรฐานคือ ความดันบรรยากาศและความดันของบรรยากาศโลกก็ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและระดับน้ำทะเล และมีค่าเบี่ยงเบนระหว่าง 98 kPa (0.980 bar หรือ 14.21 psi) กับ 104 kPa (1.040 bar หรือ 15.08 psi) สำหรับนักอุตุนิยมศาสตร์จะอ่านหน่วยดังกล่าวเป็น 980 มิลลิบาร์ (mbar) และ 1040 มิลลิบาร์ (mbar)

ความดันที่อ้างอิงกับความดันบรรยากาศโลกใช้สัญลักษณ์ว่า Pe (DIN 1314 Edition 2.77) ตัว e มาจากภาษาละตินว่า excedens หมายถึง มากมาย ความดันขนาด Pe = 200 kPa เท่ากับ 200 kPa สูงกว่าความดันบรรยากาศ