วารสารแม่พิมพ์

Mould & DIE JOURNAL

ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2564

FACTORY OUTLOOK

บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด
SIAM SENATER CO., LTD.

SPECIAL FEATURE

การทดสอบสมบัติแรงดึง
เพื่อใช้ในแบบจำลองการขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

ซิมูเลชั่น จำลองการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ
ตอนที่ 13 : Warpage Simulation :
Design Influences

หัวข้อสำคัญอย่างน้อยที่ควรมีในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
(PREVENTIVE MAINTENANCE)
เครื่อง CNC Machining Center

INNOVATION TODAY

MOLD & DIE LIKE สาระ

จัดทำโดย :
สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
THAI TOOL AND DIE INDUSTRY ASSOCIATION

HOTLINE : 087-559-1878

www.tdia.or.th

120 บาท

JINGDIAO

Step into Beijing Jingdiao
Feed μ-level curved surface fitting



JINGDIAO... High Precision Machining Center

Responding to High Resolution Surface Milling at the Nano Surface Finish Level.

Impeller Blade





Freeform Surface Fitting Workpiece

LED Lamp Mold





Mold Fitting Precisely and Seamlessly

MACHINE TECH COMPANY LIMITED

Quality Gauge and Tool Co., Ltd.



| THE BEST PRICE FOR YOU |

COPY & REVERSE ENGINEERING PART & MOULD DESIGN JIG & FIXTURE AUTOMATION

MANUFACTURE AND DESIGN

High Precision Work such as,
Machine Parts, Jigs / Fixture, Gauge,
Assembled Gauge, Wear Parts and
Component in mould as Cavity,
Puch, Die, Insert Etc.

DESIGN

We can design Master Gauge,
Go/Nogo Gauge and Position
Gauge as customer desire.

Maker in Thailand

Quality Gauge and Tool Co., Ltd.

194 Moo 6, Suanluang, Kathumban, Samutsakorn 74110

Tel. : 034-406-363, 034-410-405
Fax : 034-406-363
E-mail : marketing@qualitygauge.co.th
marketing.qgtthai@gmail.com

www.qualitygauge.co.th

บรรณาธิการแถลง

การทำธุรกิจในปัจจุบันยุคที่สถานการณ์มีความผันผวน ถือเป็นความท้าทายสำหรับทุกธุรกิจที่ต้องปรับตัว ปรับเปลี่ยนธุรกิจไปจากเดิม เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้ามากขึ้น มองหาโอกาสใหม่ๆ นำเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนเพื่อเพิ่มการทำงานให้มีศักยภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น

เพราะหัวใจสำคัญของการทำธุรกิจทุกวันนี้ ต้องพร้อม "ปรับตัว" ในทุกสถานการณ์

ดังเช่นบริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์สัญชาติไทย ที่เติบโตอย่างมั่นคงมากว่า 40 ปี ด้วยวิสัยทัศน์ที่กว้างไกล และกลยุทธ์การปรับตัวให้ทันกับโอกาสด้วยความเข้าใจต่อสถานการณ์ ให้เกียรติคอลัมน์เยี่ยมชมโรงงานมาถ่ายทอดแนวความคิดและกลยุทธ์ในการบริหารงานอย่างไรให้ก้าวผ่านสถานการณ์วิกฤต เพื่อการเติบโตอย่างยั่งยืน

บทความพิเศษในฉบับนี้ก็ยังมีเนื้อหาความรู้เรื่อง "หัวข้อสำคัญอย่างน้อยที่ควรมีในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE) เครื่อง CNC Machining Center" / "การทดสอบสมบัติแรงดึงเพื่อใช้ในแบบจำลองการขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์" เป็นต้น

สุดท้ายนี้ทีมงานฯ ขอเป็นกำลังใจให้สมาชิกทุกท่านผ่านพ้นวิกฤต และปลอดภัยจากโควิด-19 ใช้ชีวิตอย่างมีสติ ดังคำกล่าวของท่านพุทธทาสภิกขุ **"ไม่มีอะไรจะเป็นเครื่องคุ้มกันมากเท่ากับ..สติ"**

รศ.ดร.วารุณี เปรมานนท์
บรรณาธิการบริหาร

เจ้าของ : สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
86/6 อาคารสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน
ซอยตรีมิตร ถนนพระราม 4
แขวงคลองเตย เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ : 0-2712-0162-3, 087-559-1878
โทรสาร : 0-2712-0164
E-mail : tdia@tdia.or.th
Website : www.tdia.or.th

บรรณาธิการบริหาร : รศ.ดร.วารุณี เปรมานนท์

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ :
นายวิรัตน์ ตันเตชานุรัตน์ / นายกีรติ นาควิโรจน์ / อาจารย์จุลพัฒน์ พจน์โยธิน
นายธนพล สินบริสุทธิ์ / นายโชคชัย นิติธโรทัย / นายวิเชียร ดุลยสถิตย์ /
นายวิโรจน์ ศิริธนาศาสตร์ / อาจารย์กมล นาคะสุวรรณ

กองบรรณาธิการ :
นายบุญเลิศ ชดช้อย / รศ.สถาพร ชาตาคม / นายวิโรจน์ ศิริธนาศาสตร์

ฝ่ายสมาชิกและโฆษณา : นางสาวจารุณี ภูทอง

AiCLOS®

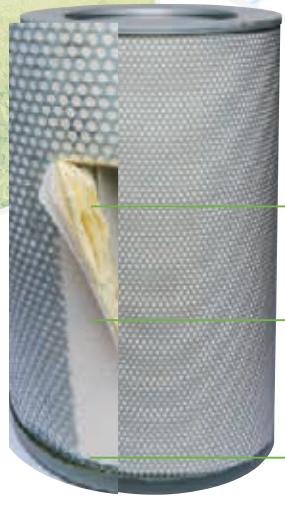
Oil Mist Collectors & Air Cleaner

Oil mist collection and purification efficiency reaches over 99.9%

Your No.1 Choice in Energy Saving & Carbon Reduction







POLYESTER FIBER
ポリエステルファイバー
聚脂繊維

99% GLASS FIBER
99%のグラスファイバー
99%玻璃繊維

HIGH EFFICIENCY HEPA FILTER MATERIAL
高性能HEPA濾材
高效率HEPA濾材

▲ **600mm FILTER DRUM**
600mm筒型フィルター

MACHINE • TECH
COMPANY LIMITED
62 Chaloemphrakiat Ratchakan Thi 9 Soi 34, Nongbon, Pravate, Bangkok 10250 THAILAND Tel : 662-7267191-5 Fax : 662-7267197 www.machine-tech.co.th

สารบัญ
CONTENTS

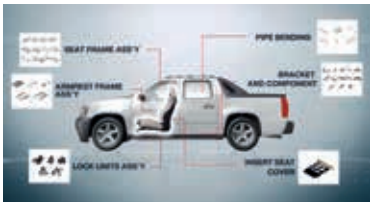
วารสารแม่พิมพ์
Mould & DIE JOURNAL

7 FACTORY OUTLOOK

บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด
SIAM SENATER CO., LTD.











29 MOLD & DIE LIKE สาระ

การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต ตอนที่ 7 : การประยุกต์ใช้งานสำหรับชิ้นส่วนทางกล

41 INNOVATION TODAY





วัคซีนโควิด-19 สัญชาติไทย ที่กำลังจะนำมาใช้จริง

64 Advertisers Index

SPECIAL FEATURE

13 การทดสอบสมบัติแรงดึงเพื่อใช้ในแบบจำลองการขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วย ไฟไนต์เอลิเมนต์

49 หัวข้อสำคัญอย่างน้อยที่ควรมี ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE) เครื่อง CNC Machining Center

55 ซิมูเลชั่น จำลองการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ Effective Plastic Injection Molding Simulation ตอนที่ 13 : Warpage Simulation : Design Influences

NA NA SARA

20 ปั่น Social Media ให้ Worldwide เพื่อเป็น “อาวุธลับ” สำหรับ SME



www.tdia.or.th LINE@TDIA Facebook Fanpage

บริษัท ซี.ซี. ออโตพาร์ท จำกัด
C.C. AUTOPART CO.,LTD.

ผลิตและจำหน่ายเครื่องเลื่อยสายพาน, เครื่องปั้มโลหะ, เครื่องตัดเลเซอร์, เครื่องตัดพลาสม่า
รับจ้างผลิตงานกลึง, งานปั้มตามแบบลูกค้า

เครื่องเลื่อยสายพาน BAND SAW



Model H-300Auto
Capacity ☐ 300x400mm
○ 300mm
Speed 22/41/59/85m/min
Motor 3Kw
Feeding Auto



Model H-500II
Capacity ☐ 500x600mm
○ 500mm
Speed Stepless
Motor 3Kw
Feeding Manual



เครื่องย่อยกิ่งไม้
เครื่องยนต์ขนาด 5.5 แรงม้า
ย่อยกิ่งไม้ขนาดไม่เกิน 3 นิ้ว

เครื่องสับมัน
เครื่องยนต์เบนซิน 5.5 แรงม้า
ระบบใบมีด 2 ใบมีด คม,แข็งแรง
กำลังการผลิต 1-2 ตัน/ชม.





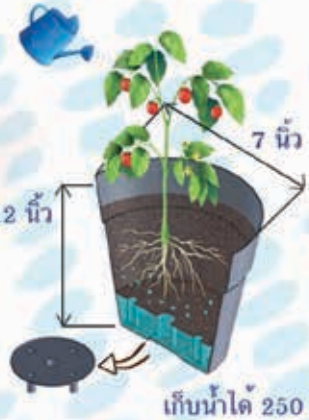
รถWheel Chair
โครงสร้างทำจากเหล็กชุบโครเมี่ยม
8"PVC Castor, 24" ล้อซี่ลวดแข็งแรง
ทนทาน เบาะนั่งและพนักพิงผ้าใบหลังพับได้

CLOG FREE!



เครื่องบำบัดน้ำเสีย
Slit Saver

- การหมุนของเพลทรูปวงรี ทำให้เครื่องไม่เกิดการอุดตัน
- สามารถทำงานได้ต่อเนื่องในปริมาณที่มาก ด้วยตัวเครื่องที่มีขนาดเล็ก
- ง่ายต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน



กระถางต้นไม้ “แก้มลิง”
วัสดุทำจากวัตถุ PP
แข็งแรง ทนแดด ทนฝน
รดน้ำ 1 ครั้ง สามารถเก็บน้ำ
ได้ถึง 1 อาทิตย์

เก็บน้ำได้ 250 ML.

ฐานรองดิน
สำหรับแยกชั้นของดินกับน้ำ

Makoto
Purified Water



เครื่องกรองน้ำ

Office & Factory
29 Moo8 Soi Sangkha Santi Suk79, Saladaeng11 Rd., Saladaeng,
Bangnampoew, Chachoengsao 24000, Thailand.
Tel: +66(0)2988 2334-6, Fax: +66(0)2988 2337, Mobile: +66(0)81 496 0771
E-mail: boonlert@ccautopart.co.th, Website: www.ccautopart.co.th

ISO 13485:2016 ISO 9001:2015
ISO 14001:2015 IATF 16949:2016

atomrobot®

Atom Robot หุ่นยนต์หยิบวาง ที่ ขายดีที่สุด ขณะนี้

D3P-1100-P0-A2

ALL IN ONE Package

ชุดกล้อง และ โปรแกรมควบคุมคัดเลือกชิ้นงาน

เหมาะสำหรับงานบน สายพานลำเรียง สินค้าที่มีน้ำหนักเบา
จำนวนการผลิตมาก ชิ้นงานวางแบบไร้ทิศทาง ด้วยความเร็วสูง







Promotion

790,000 THB

First 100 Units Only !!!

@mygrowtechthailand

Type		D3P-1100-P0
Axes		3+1
Payload		3kg
Manipulator	Weight	90.5kg
	Diameter	1100mm
repeatability	Position	0.05mm
	Rotation	0.1°
Rotation range		±360°
Allowable maximum moment of inertia		$80 \times 10^{-4} kg.m^2$
Angle range of actuated arm	Up	24.5°
	Down	73.5°
Power supply		Three-phase 380VAC -10%~+10%, 49~61HZ
Power capacity		10KVA
Rated Power		6.1kw
Storage temperature		-10°C~70°C
Work environment		-10°C~50°C RH≤80%
Protection		IP55

Plastic Part



Packaging



Food



MYGROWTECH (THAILAND) CO., LTD. บริษัท มายโกรว์เทค (ประเทศไทย) จำกัด
14/24 หมู่ที่ 15 (คาสเคด บางนา) ถ.บางนา-ตราด กม.5 ต.บางแก้ว อ.บางพลี สมุทรปราการ 10540
Malaysia . Singapore . Thailand . Indonesia . Vietnam

www.mygrowtechthailand.com Line : @mygrowtechthailand M : 098-902-6542 T : 02-130-6542

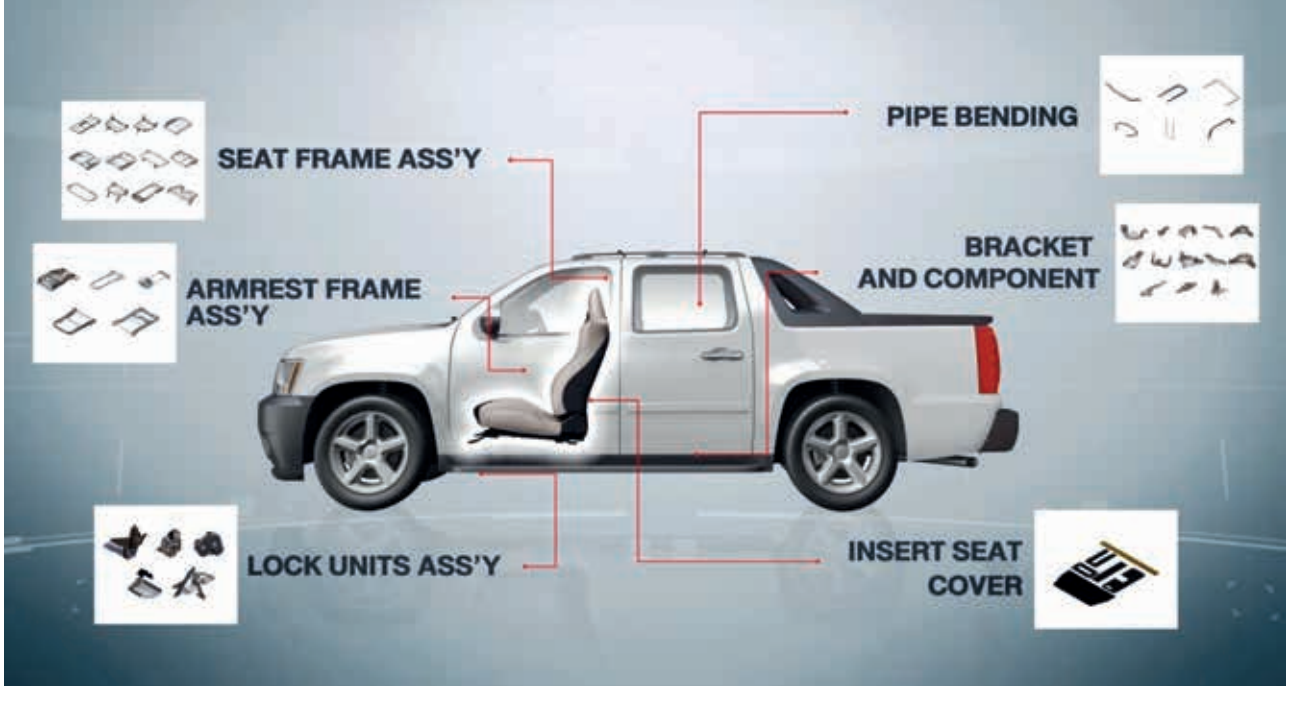


บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด
SIAM SENATER CO., LTD.

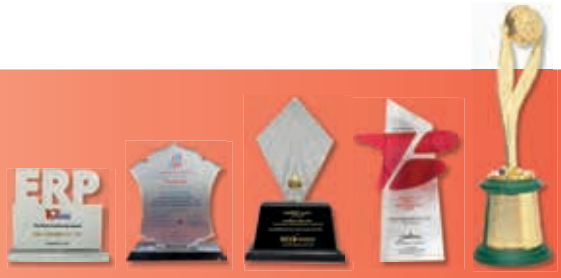
คอลัมน์ Factory Outlook ได้รับเกียรติจากบริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด บริษัทที่บริหารงานโดยคนไทย 100% ด้วยวิสัยทัศน์ของผู้บริหารในการมองการณ์ไกล พร้อมปรับตัวให้ทันกับโอกาส ยึดมั่นการดำเนินธุรกิจด้วยการรักษา QCDS ให้สมดุล ด้วยหลัก 3 จริง เพื่อยกระดับมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้บริษัทเติบโตอย่างมั่นคงมากว่า 40 ปี

คุณภาคภูมิ ออตัญติกุล

ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ



บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด
SIAM SENATER CO., LTD.







Q ความเป็นมาของบริษัท

A บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด เป็นบริษัทที่ถือหุ้นโดยกลุ่มคนไทย 100% ตั้งอยู่ที่ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ ดำเนินธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับบริษัทผู้ผลิต (ประกอบ) รถยนต์ (OEM : Original Equipment Manufacturer) ประเภทงานแปรรูปโลหะแผ่น และงานเชื่อมประกอบ ในฐานะผู้ส่งมอบลำดับที่ 2 (Second Tier) สินค้าของบริษัทได้แก่ Bracket & component, Lock Unit, Clip for leaf spring, Seat frame assembly เป็นต้น เพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าของบริษัท อาทิเช่น NHK Spring, Toyota Boshoku, IWCT เป็นต้น เพื่อนำไปประกอบในรถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA, ISUZU, MITSUBISHI, NISSAN, FORD และ VINFAST เป็นต้น

บริษัทดำเนินธุรกิจในประเทศไทยมากว่า 40 ปี ก่อตั้งขึ้นในเดือนมิถุนายน 2523 โดยคุณชุมชาย ออตัญติกุล มีพื้นที่ทำการประมาณ 6 ไร่ ทุนจดทะเบียน 2.5 ล้านบาท มีพนักงานประมาณ 250 คน ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพชิ้นส่วนยานยนต์ IATF16949:2016 ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO9000:2015 และระบบบริหารการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14001:2016 จาก TUV Rheihland ประเทศเยอรมัน และได้รับรางวัลระดับชาติ ด้านอุตสาหกรรมการผลิตมาแล้ว เช่น Prime Minister's Industry Award, Logistic Model Award, สุดยอด SME แห่งชาติ เป็นต้น

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ เครื่องเชื่อมด้วยหุ่นยนต์อัตโนมัติ เครื่อง Spot, CNC Pipe Bending เป็นต้น โดยบริษัทนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาสนับสนุนในการผลิตอย่างครอบคลุมครบวงจร อาทิเช่น งานการออกแบบแม่พิมพ์โลหะและอุปกรณ์จับยึดด้วยเทคโนโลยีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (Computer-Aided Design 2D 3D), งานสร้าง-ซ่อมแซมแบบ PM, Assembly, Trial Spoting Die และอุปกรณ์จับยึด (Fitting Tool) งานเครื่องมือวัด และทดสอบงาน Simulation อีกทั้งงานวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตต่างๆ

นอกจากนี้บริษัทยังได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต และนำมาประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การผลิตแบบโตโยต้า (TPS : Toyota Production System) การประยุกต์ใช้ IOT4.0 ในกระบวนการผลิต (SCADA for Monitoring & Control) และ Smart Monozukuri เทคนิคการผลิตแบบญี่ปุ่น เป็นต้น



www.facebook.com/siamsenater

MANUFACTURING OF METAL PARTS FOR BODY AND SEAT (FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY)

Q จุดเด่นของบริษัท

A **1. การรักษาและคงไว้ในเรื่อง** QCDS เอาไว้ได้ตลอดและต้องทำให้เกินความคาดหวังของลูกค้าซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของท่านประธานบริษัท คุณชุมชาย ออตัญติกุล ที่ได้พูดย้ำเตือนอยู่เสมอ ด้วยการยกระดับมาตรฐานให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งมีการประเมินสถานการณ์เป็นประจำ รวมถึงการให้ความร่วมมืออย่างดีและรวดเร็วกับลูกค้า ทำให้เกิดความเชื่อมั่นและไว้วางใจจากลูกค้ายิ่งขึ้น

2. ตอบโจทย์ความต้องการและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ลูกค้า พนักงาน ผู้ส่งมอบ ผู้ถือหุ้น และสังคมชุมชน) ได้อย่างลงตัว

3. บุคลากรของบริษัท มีความชำนาญเรื่องการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์เป็นอย่างดี อีกทั้งยังพัฒนาและอบรมบุคลากรอย่างต่อเนื่อง โดยจัดตั้งเป็น Training Center ที่มีอาจารย์ผู้สอน และที่ปรึกษาที่เชี่ยวชาญจากประสบการณ์จริง คอยให้คำแนะนำตลอดเสมอมา

4. วัฒนธรรมองค์กรเอื้อให้เกิดการทำงานร่วมแรงร่วมใจระหว่างคนรุ่นใหม่และคนรุ่นเก่าได้ดี

5. สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหรือองค์ความรู้สมัยใหม่ได้ และมีการจัดตั้งงบประมาณในการลงทุนศึกษาวิจัยงาน R & D ทุกปี

Q กลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจที่ทำให้ประสบผลสำเร็จมาจนถึงทุกวันนี้

A 1. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง ด้วยการมองการณ์ไกลให้เข้าใจสถานการณ์โดยรอบเพื่อกำหนดเป้าหมายวิสัยทัศน์และนโยบาย



2. การรักษา QCDS ให้เกิดความสมดุล ตอบสนองความต้องการ และความคาดหวังของลูกค้า ด้วยหลัก 3 จริง (ของจริง สถานที่จริง สถานการณ์จริง) สู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้น

3. การร่วมแรงร่วมใจ ด้วยการสื่อสารที่ดี สู่การทำงานเป็นทีม และให้ความสำคัญในการพัฒนาคนรุ่นใหม่ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามความสามารถ และปฏิบัติตามระบบของบริษัท

Q ข้อดี ข้อเสีย ของการผลิตแม่พิมพ์เองกับการจ้างผลิต

A **ข้อดี :**

- ต้นทุนการทำแม่พิมพ์ต่อหน่วย ผลิตแม่พิมพ์เองต้นทุนจะถูกกว่า ควบคุมต้นทุนได้

- ผลิตแม่พิมพ์เอง สามารถควบคุม ให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าได้ง่ายกว่า เช่น การเปลี่ยนแผน Modify ปรับปรุงชิ้นงานให้เหมาะสมยิ่งขึ้นตากแบบต้นฉบับ

- การผลิตแม่พิมพ์เอง ทำให้มีความรู้และประสบการณ์เพิ่ม Khowhow ในด้านการออกแบบ และการทำแม่พิมพ์เองมากยิ่งขึ้น บริษัทสามารถพึ่งพาตนเองได้

- ผลิตแม่พิมพ์เอง ทำให้การรักษาความลับของลูกค้าได้เป็นอย่างดี เช่น รูปแบบ เทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์ต้องไม่หลุดไปยังภายนอก เพราะธุรกิจในอุตสหกรรมเดียวกันนำไปเป็นประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้องได้ หรือควบคุมป้องกันไม่ให้มีการลอกเลียนแบบได้



ข้อเสีย :

• ผลิตแม่พิมพ์เอง ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากเพื่อซื้อเครื่องจักร อุปกรณ์ Software เทคโนโลยี ในการผลิตแม่พิมพ์

• ผลิตแม่พิมพ์เองจะมีภาระเรื่องค่าใช้จ่ายรายเดือนในการบริหารจัดการงานทางด้านแม่พิมพ์ เช่น ค่าจ้าง ค่าสถานที่ ค่าบำรุงรักษา เป็นต้น

• ผลิตแม่พิมพ์เอง อาจทำให้เกิดปัญหาจากข้อจำกัดภายในด้านต่างๆ เช่น Capacity ความสามารถด้านบุคลากร เทคนิคต่างๆ เป็นต้น

• การผลิตแม่พิมพ์เอง ทำให้ขาดช่องทาง / โอกาสในการนำเทคนิคใหม่ๆ จาก specialist มาพัฒนา ยกระดับความสามารถให้สูงขึ้น

Q ความคิดเห็นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต

A อุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนในการผลิตก็ยังต้องมีแม่พิมพ์ แต่หากดูตาม 10 S-Curve ของประเทศ ก็ดูเหมือนว่าจะพึ่งพากับอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงคาดว่ามีความเป็นไปได้มากที่ปัจจุบันถึงอนาคตอันใกล้ การเติบโตของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ก็จะมีทิศทางเดียวไปกับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนของไทย

ส่วนในแง่การเปลี่ยนแปลงที่จะแตกต่างไปจากเดิมเป็นเรื่องของวัสดุ 3D-Printer Software สำหรับการออกแบบและ Simulation การควบคุมระยะไกล และจะเกิดรูปแบบการทำงานแบบใหม่ เช่น Design House, Specialist อิสระ, Machine Shop Center สำหรับผู้ใช้อิสระ เป็นต้น และยังมองว่าในอนาคตจะขาดฝีมือแรงงาน ระดับช่างเทคนิค เป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้น ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญของการขับเคลื่อนธุรกิจ

Q จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรน่า (โควิด-19) ช่วงปีครึ่งที่ผ่านมา ส่งผลกระทบต่อโรงงานอย่างไรบ้าง

A นับตั้งแต่การเกิดโรคระบาดไวรัสโควิด-19 ระรอกแรกส่งผลกระทบโดยตรงกับยอดการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ จึงทำให้งานที่ได้รับลดลงตาม Supply Chain อีกทั้งยังเจอวิกฤตซ้อนวิกฤต เช่น ราคาเหล็กขึ้น หรือ การขาดชิ้นส่วนรถยนต์ในการผลิตทำให้หยุดสายการผลิตตามๆ กันมา

จัดตั้งนโยบายในเรื่อง Cost Reduction & KAIZEN ให้เป็นวาระสำคัญของบริษัท เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น การการพัฒนา Supplier หรือหา Supplier ที่ตรงกับความต้องการ เพื่อรองรับการผลิตที่จะกลับมามากขึ้นในอนาคต

การปรับตัวให้ทันกับโอกาส...

ด้วยยอดการผลิตที่ลดลง เราจึงพัฒนาบุคลากร Up Multi Skill เพิ่มกำลังการผลิตให้เพิ่มขึ้นแต่ใช้ทรัพยากรเท่าเดิม ปรับตัวให้ทันกับสถานการณ์ และใช้โอกาสนี้ในการปรับปรุง KAIZEN ครั้งใหญ่ จัดเป็นเป็น Challenge จัดทีมแข่งขัน เพิ่ม Value add ค้นหาและขจัด MUDA MURA MURI ตามหลักของ 7 waste ทำสิ่งที่ช่วงขณะ MASS PRODUCTION อยู่แล้ว ทำให้เกิด Project ที่เห็นผลได้ชัดเจน ที่คือ Paper Less โดยนำเทคโนโลยี Software มาช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน และเปลี่ยนข้อมูลเอกสารต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอลมากขึ้น เช่น เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานหน้างาน

Q บริษัทมีมาตรการรับมือในสถานการณ์ช่วงวิกฤตโควิด-19 นี้อย่างไร

A **“ปรับตัว เรียนรู้ และ ป้องกัน”**

• **ปรับตัว** ให้ทันกับ NEW NORMAL บริษัทได้สนับสนุนหน้ากากอนามัยให้พนักงานทุกคน และสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา การสลับเวลาพักเที่ยง ลดการแออัดที่โรงอาหาร จัดสรรเวลาให้พนักงานได้ออกกำลังกาย ให้รู้จักการทำ 5ส.

รอบตัวเอง เพื่อตัวเองและส่วนรวม รักษาความสะอาด ดูแลพื้นที่ของตน ให้เป็นไปตามมาตรการที่สาธารณสุขกำหนด เพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อไวรัส โควิด-19

- **เรียนรู้**

- ให้ความรู้ การดูแลตัวเอง ป้องกัน และรักษา ผ่านสื่อหลากหลายช่องทางของบริษัท ทำความเข้าใจที่จะอยู่กับโรคอุบัติใหม่

- ให้ความสำคัญเรื่อง Social Distancing และการออกกำลังกายเพื่อสร้างภูมิคุ้มกัน

- ปฏิบัติตามมาตรการและแนะนำจากสาธาณสุขอย่างเคร่งครัด

- **ป้องกัน Bubble and Seal** มีการจัดตั้งคณะทำงานป้องกันโควิด19 โดยแบ่งทีมรับผิดชอบ

- ทีมข่าวสารอัพเดทค้นหา New Cluster ในระแวกใกล้เคียง เพื่อไปทำข่าวสารโควิด 19 สื่อวิดีทัศน์ประจำวัน และนำไปเปิดให้พนักงานได้ดูในช่วงพักเที่ยงที่โรงอาหาร

- ทีมตรวจโควิด คัดกรองผู้ป่วยภายในบริษัท ที่มีความเสี่ยงจากการใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อ

- กำหนดทีมติดตาม และรายงานอาการ เพื่อดูแลติดตามอาการผู้ป่วยติดเชื้อ และติดต่อประสานงานกับโรงพยาบาลในการเข้ารับการรักษา ดูแลพนักงานทุกคนเสมือนคนในครอบครัว

- บริษัทได้จัดหาที่พักให้กับพนักงานที่พักอาศัยในพื้นที่เสี่ยงสีแดงเข้ม หรือที่อยู่ใน cluster ต้องทำย้ายออกจากพื้นที่เสี่ยง

- บริษัทจัดหาวัคซีนให้กับพนักงานทุกคนเพื่อให้มีภูมิคุ้มกันหมู่

- สนับสนุนชุดตรวจ ATK ตรวจเชิงรุก คัดแยกกลุ่มเสี่ยงก่อนเชื้อแพร่กระจาย

- สนับสนุนชุด medical kit เพื่อใช้ในการกักตัว

- จัดอาหาร 3 มื้อ ยาสามัญทั่วไป ฟ้าทะลายโจร วิตามินซี รวมถึงอุปกรณ์ของใช้ในช่วงที่ต้องรักษาตัว (Home isolation)

ด้วยมาตราการและการสนับสนุนดังกล่าว ทำให้การควบคุมสถานการณ์การแพร่ระบายภายในบริษัทดำเนินการได้โดยไม่เกิดผลกระทบในเรื่องการขาดแคลนกำลังพล

อีกทั้งบริษัทได้เร่งจัดหาวัคซีนมาฉีดให้แก่พนักงานทุกคน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับพนักงาน ลูกค้า และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ตลอดจนลดความรุนแรงและลดความเสี่ยงในการเสียชีวิต โดยบริษัทได้สั่งซื้อวัคซีนทางเลือกซิโนฟาร์ม (Sinopharm) จากราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ มาฉีดให้กับพนักงานทุกคนครบ 100% บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด ขอร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการส่งกำลังใจ ช่วยเหลือให้พนักงานทุกคน เพื่อสู้กับสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ในครั้งนี้ เพื่อให้เราผ่านพ้นสถานการณ์นี้ไปด้วยกัน

Q ความต้องการเร่งด่วนที่ขอให้ภาครัฐช่วยเหลือสนับสนุน

A ระยะสั้น

จัดเรื่องการฝึกอบรมนักศึกษา ปวช. สาขาเครื่องมือกล ให้มีความชำนาญและการรู้จักใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยเพิ่มขึ้น

ระยะกลาง

จัดทำมาตรฐานค่าผลประโยชน์ตอบแทนในความรู้ความสามารถ ด้านการทวนสอบ ทดสอบ ไว้เป็นแนวทางให้ฝ่ายบริหารนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมิน

ระยะยาว

จัดทำศูนย์ฝึกและอบรมเยาวชนรุ่นใหม่ ตั้งแต่เริ่มเรียนในระดับประถม ปลูกฝังแนวทางให้รักการทำงานด้านอุตสาหกรรมเครื่องกล จนจบระดับการศึกษาระดับปวช. เป็นอย่างน้อย และขยายการศึกษาเพิ่มขึ้นตามความสามารถของแต่ละบุคคล ตลอดจนสามารถทำงานเอง ออกแบบเองได้ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่

บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด
SIAM SENATER CO., LTD.

MANUFACTURING OF METAL PARTS FOR BODY AND SEAT (FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY)

“ นโยบายคุณภาพของบริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด ”

ได้มาตรฐาน

การคงไว้ซึ่งการสร้างระบบคุณภาพในกระบวนการ ด้วยการลดของเสียภายใน กระบวนการจะทำให้พันสภาพของเสียหยุดรั่วไหลไปยังกระบวนการหรือลูกค้า เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า ต้องยกระดับคุณภาพสินค้าให้เหนือเกินกว่า ความคาดหวังของลูกค้าของเราให้ได้

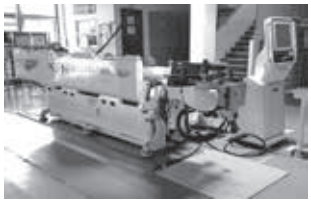
บริการดี

การตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าเป็นอันดับ 1 ด้วยการพัฒนาทุกหน่วยงานด้านคุณภาพ, ต้นทุน, ด้านการจัดส่ง, การพัฒนา, ความปลอดภัย และมนุษย์สัมพันธ์ในองค์กร โดยการใช้วงจร P - D - C – A

มีฝีมือ

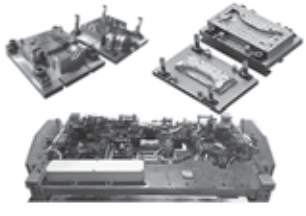
การยึดหลักการของงานพื้นฐาน ลดความผิดพลาดจากการผลิต และยกระดับคุณภาพโดยการใช้สติปัญญาที่สะสมมา รวมเข้ากับการศึกษา เรียนรู้ทางวิวัฒนาการเทคโนโลยีต่างๆ โดยมิมีที่สิ้นสุด เพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง







Tooling FG



727 หมู่ 15 ซอยไทยประกัน 20 ตำบลบางเสาธง
อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 10570

727 Moo 15, Soi Thaiprakan 20, T. Bangsaothong,
A. Bangsaothong, Samutprakarn 10570

Tel : 02 763 8890-2 / Fax : 02 763 8893-4





www.facebook.com/siamsenater

www.siamsenater.co.th

การทดสอบสมบัติแรงดึงเพื่อใช้ในแบบจำลองการขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วังไกลกังวล

ในบทความฉบับนี้ผู้เขียนมีความตั้งใจที่จะขยายความหัวข้อแนวทางการผลิตปัจจุบันโดย CAE (Current approach by CAE) ซึ่งตีพิมพ์ในวารสารแม่พิมพ์ฉบับที่แล้ว ซึ่งในเนื้อหาจะให้ความสำคัญกับการทดสอบสมบัติแรงดึงของวัสดุชิ้นงานเพื่อนำไปจำลองการขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะ โดยจะอธิบายถึงการเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึง ข้อควรระวังในการติดตั้งอุปกรณ์ ความแตกต่างของ Engineering stress-strain และ True stress-strain ตัวอย่างค่า K; ความเค้นจริง (Stress coefficient) และ n; สัมประสิทธิ์ค่าความเครียดแข็ง (Strain hardening exponent) ของเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขึ้นรูปโลหะแผ่น Mechanical properties ที่ถูกต้องจากการทดสอบนั้นจะส่งผลต่อความแม่นยำของแบบจำลองการขึ้นรูปเป็นอย่างมากดังรูปที่ 1 ที่แสดงถึงชิ้นส่วนที่ได้จากการขึ้นรูปจริงเทียบกับชิ้นส่วนจากการจำลองขึ้นรูปด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อให้การคำนวณมีความแม่นยำและอยู่ในพิกัดความคลาดเคลื่อนของผลิตภัณฑ์ การระบุค่า Mechanical properties ในไฟไนต์เอลิเมนต์จึงต้องให้ความสำคัญ ดังนั้นผู้เขียนจึงขอลำดับการทดสอบสมบัติแรงดึงดังนี้



รูปที่ 1 ชิ้นส่วนจริงและชิ้นส่วนที่ได้จากการจำลองการขึ้นรูป [1]

1. การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบสมบัติแรงดึง

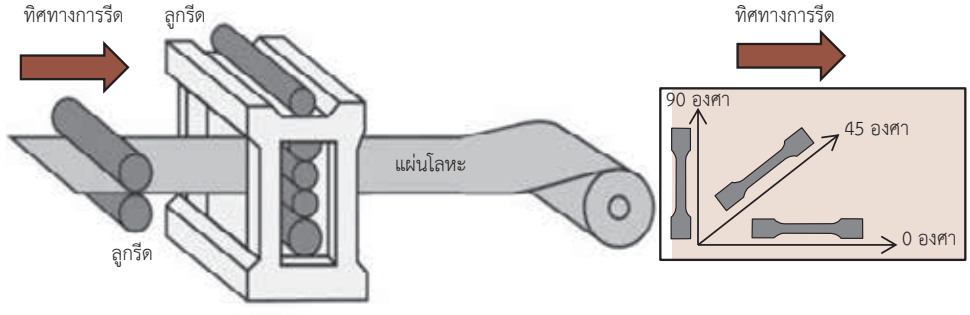
การจำลองการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์เป็นเรื่องสำคัญและมีความจำเป็นต่อกระบวนการผลิตชิ้นส่วนในปัจจุบัน นอกจากสามารถลดค่าใช้จ่ายในการลองพิมพ์ได้แล้ว ยังสามารถสร้างความมั่นใจให้กับทางเจ้าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย หลายครั้งที่การจำลองการขึ้นรูปจะใช้สมบัติแรงดึงจาก Mill sheet ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มักจะไม่ค่อยตรงกันกับผลการขึ้นรูป เนื่องจากรายละเอียด Mechanical properties ที่ระบุใน Mill sheet นั้นไม่เพียงพอ ทำให้ผลการจำลองที่ได้ผิดพลาดไปมาก ตัวอย่างเช่น ค่าความแข็งแรงคราก ค่าทนแรงดึงสูงสุด เปอร์เซนต์การยืดตัวใน Mill sheet นั้นแสดงรายละเอียดจาก ความเค้น-ความเครียดทางวิศวกรรม (Engineering stress-strain) และไม่ระบุได้ว่าค่าความแข็งแรงนั้นอยู่ในแนวรีดใด แม้ว่าสมบัติแรงดึงควรจะ

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

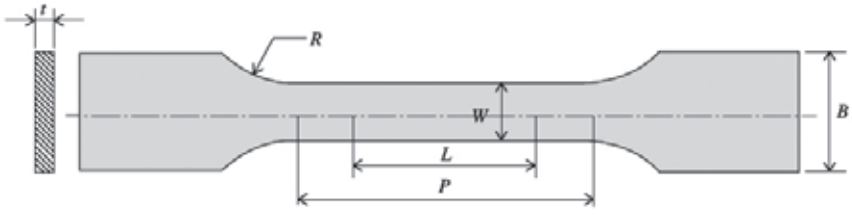
เท่ากันทุกทิศทางแนวรีด (เรียกว่า Isotropic material) แต่ในความเป็นจริงสมบัติแรงดึงในแต่ละแนวรีดนั้นกลับไม่เท่ากัน (เรียกว่า Anisotropic material) ซึ่งอิทธิพลของพฤติกรรมดังกล่าวส่งผลต่อการขึ้นรูปเป็นอย่างมาก ในรูปที่ 1 แสดงกระบวนการรีดแผ่นโลหะซึ่งแผ่นเหล็กถูกรีดผ่านลูกรีดไปในทิศทางเดียวกัน ภายหลังที่แผ่นโลหะถูกรีดลดขนาดเรียบร้อยและจะถูกม้วนเป็นคอยล์นำส่งออกไป ซึ่งการทดสอบสมบัติแรงดึงของโลหะแผ่นนั้นสามารถทำได้ทั้งตามแนวรีด (0 องศา) ขวางแนวรีด (90 องศา) และ ทำมุม 45 องศา กับแนวรีด

การนำแผ่นวัสดุชิ้นงานไปทดสอบจริงจึงเป็นสิ่งที่ควรทำ โดยเฉพาะกรณีเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง ที่มีความแข็งแรงสูง-สูงมาก ความสามารถในการยืดตัวต่ำ และเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงมีหลาย Generation แม้ว่าจะเป็นเกรดเดียวกันแต่สมบัติทางกลนั้นแตกต่างกันไป การจำลองขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ที่แม่นยำ จะทำให้สามารถกำหนดรูปร่างของดาย ดรอว์บีด และแรงกดชิ้นงาน ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

รูปที่ 2 แสดงการกำหนดขนาดของชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน JIS Z 2241 และในรูปที่ 3แสดงภาพถ่ายชิ้นงานตัวอย่างชิ้นทดสอบแรงดึงตามมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS 13-B) (เตรียมชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์ตัด) เพื่อทดสอบสมบัติแรงดึง การเตรียมชิ้นงานนั้นสามารถทำได้หลายวิธีเช่น กระบวนการตัดด้วยแม่พิมพ์ กระบวนการไวร์คัท หรือวอเตอร์เจ็ท โดยสามารถกำหนดขนาดส่วนต่างๆ ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ณ ที่นี้ใช้มาตรฐานของญี่ปุ่น JIS Z 2241 สำหรับการเลือกมาตรฐานการทดสอบนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ทดสอบเองหรือสถานที่รับทดสอบนั้นๆ



รูปที่ 1 การรีดเหล็กและชิ้นงานทดสอบสมบัติแรงดึงตามแนวรีดต่างๆ [2]

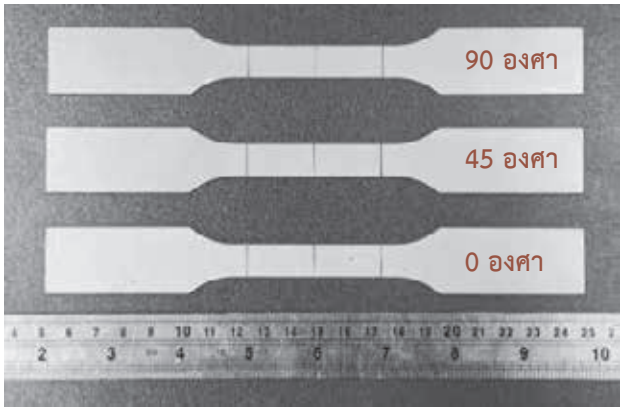


รูปที่ 2 การกำหนดขนาดชิ้นงานทดสอบตามมาตรฐาน JIS13-B [3]

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการกำหนดขนาดชิ้นทดสอบแรงดึงตามมาตรฐานของญี่ปุ่น JIS Z 2241หน่วยเป็นมิลลิเมตร [3]

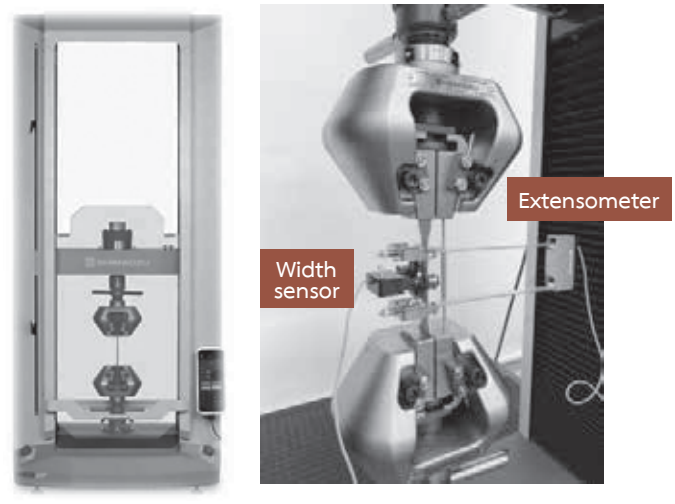
มาตรฐาน	ระยะ W	ระยะ L	ระยะ P	รัศมี R	ความหนา t	ระยะ B
JIS 13A	20	80	120	20～30	ความหนาเป็นความหนาเดิม	-
JIS 13B	12.5	50	60	20～30		20

โดย ผศ.ดร.คมกริช สะวรรณวงษ์



รูปที่ 3 ตัวอย่างชิ้นทดสอบแรงดึงตามมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS)

การทอสอบแรงดึงนั้นใช้เครื่องทดสอบแรงดึง (Universal testing machine) โดยเครื่องทดสอบจะมีหัวจับด้านบนและล่างสำหรับจับยึดชิ้นงานที่ปลายทั้งสองข้างของชิ้นงานเข้าด้วยกันดังรูปที่ 4 (ก) พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะ (Extensometer) และ Width sensor ซึ่งจะทำหน้าที่วัดความเปลี่ยนแปลงของชิ้นงาน ดังรูปที่ 4 (ข) ในปัจจุบันมีการใช้เลเซอร์หรือกล้อง High speed camera ภายหลังทดสอบเราจะได้ข้อมูลแรงดึงจาก Load cell และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จากข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำมาคำนวณความเค้นและความเครียดจริง (True stress – true strain) รวมทั้งค่าอัตราส่วนความเครียดถาวร (Plastic strain ratio) ได้อย่างแม่นยำ



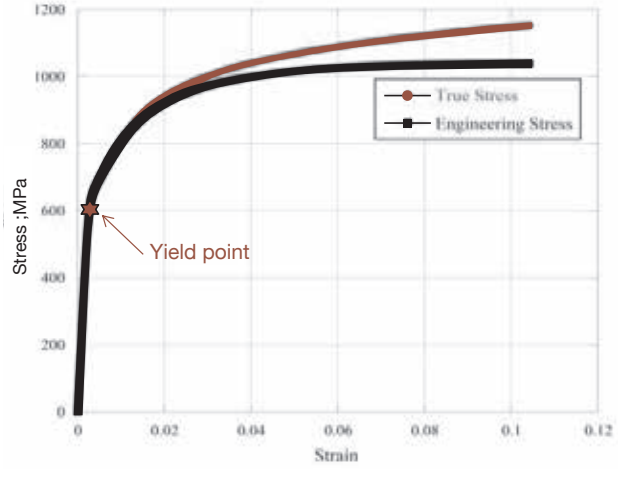
(ก) Universal testing machine

(ข) Universal testing machine

รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะเข้ากับชิ้นงาน

****ข้อเสนอแนะ****

หากติดตั้งอุปกรณ์ Extensometer และ Width sensor ไว้ที่ชิ้นงาน เมื่อออกแรงดึงจนชิ้นงานเริ่มเกิดคอคอด ขอให้ระมัดระวังเป็นอย่างมาก เนื่องจากการขาดออกจากกันของชิ้นงานอาจทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวหลุดออกไปก่อให้เกิดความเสียหายได้อย่างรุนแรง ดังนั้นในครั้งแรกของการทดสอบวัสดุนั้นๆ ควรดึงชิ้นงานแบบไม่มีการติดตั้ง Extensometer และ Width sensor เพื่อสังเกตการระยะที่เกิดคอคอดเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อจะกำหนดจุดปลด Extensometer และ Width sensor



รูปที่ 5 Engineering stress-strain และ True stress-strain ของเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 980Y

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

2. ความแตกต่างระหว่าง Engineering stress-strain และ True stress-strain

Engineering Stress มีหน่วยเป็น N/mm^2 หรือ MPa

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad [1]$$

F = แรงตามแนวแกน (หน่วยเป็นนิวตัน; N)
A = พื้นที่เริ่มต้นซึ่งรับแรงตั้งฉากกับแรงกระทำ (หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร; mm^2)
σ = Engineering Stress

Engineering Strain ไม่มีหน่วย

$$\varepsilon = \frac{l-L}{L} \quad [2]$$

L = ความยาวเริ่มต้น (หน่วยเป็นมิลลิเมตร; mm)
l = ความยาวที่เปลี่ยนไป (หน่วยเป็นมิลลิเมตร; mm)
$\mathcal{E}$ = Engineering Strain

True Stress มีหน่วยเป็น N/mm^2 หรือ MPa

$$\tilde{\sigma} = \frac{F_i}{A_i} \quad [3]$$

F_i = แรงตามแนวแกน (มีหน่วยเป็นนิวตัน; N)
A_i = พื้นที่เล็กที่สุดซึ่งตั้งฉากกับแรงดึงในขณะนั้น (มีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร; mm^2)
$\tilde{\sigma}$ = True Stress

True Strain ไม่มีหน่วย

$$\tilde{\varepsilon} = ln\ \frac{l_i}{l_0};\ ln\ \frac{A_0}{A_i} \quad [4]$$

l_i = ความยาวภายหลังการทดสอบ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร; mm)
l_0 = ความยาวเริ่มต้นของชิ้นงาน (หน่วยเป็นมิลลิเมตร; mm)
$\tilde{\varepsilon}$ = True Strain

Engineering stress-strain คำนวณจากแรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นตลอดช่วงการทดสอบ ดังสมการที่ 1 และ 2 ในการทดสอบแรงดึงนั้นเมื่อออกแรงดึงจนเกินค่าความเค้นคราก (Yield stress) ของวัสดุไปมากทำให้พื้นที่หน้าตัดลดลง และเมื่อเกิดคอคอด (Necking) การใช้พื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นเข้ามาคำนวณความเค้นจึงเบี่ยงเบนไปมาก ซึ่งผลการทดสอบแรงดึงที่แสดงใน Mill sheet คือ Engineering stress-strain ด้วยเหตุนี้การนำสมบัติแรงดึงจาก Mill sheet ไปใช้ในการจำลองการขึ้นรูปจึงไม่ค่อยแม่นยำเท่าใดนัก

ในขณะที่ True stress-strain นั้นคำนวณจากแรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรงขณะนั้น ดังแสดงในสมการที่ 3 และ 4 ซึ่งการตรวจจับพื้นที่ที่เปลี่ยนไปนั้นต้องใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดและราคาสูงทำให้หลายครั้งผู้ใช้งานเลือกที่ใช้สมบัติแรงดึงจาก Mill sheet ไปประมาณการแทน

โดย ผศ.ดร.คมกริช สะวรรณวงษ์

ผลจากการคำนวณแรงดึงของ Engineering stress-strain และ True stress-strain แสดงในดังรูปที่ 5 จากกราฟ Stress-strain ทั้งสองแบบสังเกตได้ว่าเมื่อวัสดุชิ้นงานรับแรงดึงจนเปลี่ยนรูปมากขึ้นเกินจุด Yield point ความเค้นของทั้งสองแบบยิ่งแตกต่างกัน นั่นเป็นผลจากการที่ Engineering stress-strain ใช้พื้นเริ่มต้นคำนวณหาความเค้นอยู่ตลอดช่วงการทดสอบ สำหรับการจำลองการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์นั้นควรใช้ True stress-strain เนื่องจากเป็นสมบัติที่สะท้อนพฤติกรรมการรับแรงของโลหะที่เป็นจริง

3. หลักการคำนวณ Stress coefficient; K และ Strain hardening exponent; n

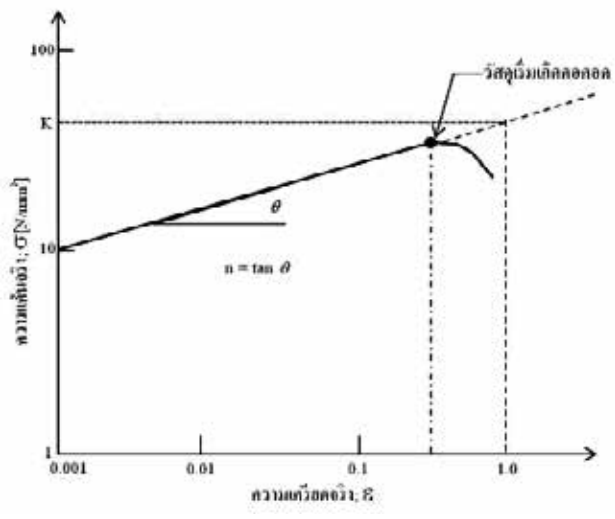
เมื่อคำนวณได้ True stress-strain เป็นที่เรียบร้อย จึงนำไปคำนวณหาค่า K คือ ค่าความเค้นจริง (Stress coefficient) ณ จุดที่ ความเครียดมีค่าเท่ากับ 1 (ใช้ Excel ช่วยในการคำนวณ) ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งค่า K ของโลหะนั้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความแข็งแรง โลหะที่มีความแข็งแรงสูง Stress coefficient ก็จะสูงด้วยเช่นกัน

ส่วนค่า n คือสัมประสิทธิ์ค่าความเครียดแข็ง (Strain hardening exponent) ค่า n ของโลหะจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 (โลหะพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.5) หากค่า n ของโลหะมีค่าสูง แสดงว่าความแข็งแรงภายหลังการเปลี่ยนรูปจะสูง ในทางตรงข้ามหากค่า n ของโลหะมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าภายหลังการเปลี่ยนรูปค่าความแข็งแรงไม่เปลี่ยนไป การคำนวณสามารถได้จากค่าความลาดชันของเส้นกราฟเมื่อพล็อตด้วยกราฟแบบ log-log ความสัมพันธ์ของความเค้น-ความเครียดจริงที่นิยมใช้แสดงในสมการที่ 5 ในรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบความเค้นและความเครียดจริงของเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเปรียบเทียบกับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

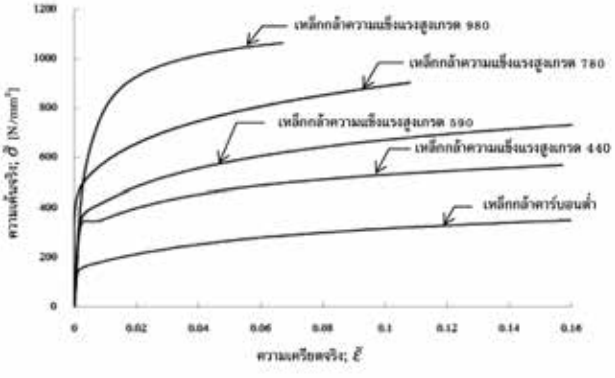
$$\sigma = K\varepsilon^{n} \qquad [5]$$

K = Stress coefficient (MPa)

n = Strain hardening exponent



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นจริงและความเครียดจริงบนกราฟ log-log [3]



รูปที่ 7 เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดจริงของเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน [3]

ทั้งนี้ผู้เขียนได้ระบุค่า Stress coefficient (K) และ Strain hardening exponent (n) ของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำและเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรดต่างๆ ไว้ในตารางที่ 2 เพื่อสามารถนำไปทดลองใช้งานใน FE-simulation แบบต่างๆ ซึ่งสมบัติเหล่านี้ผู้เขียนได้ทดสอบด้วยตนเอง โดยวัสดุนั้นเป็นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงจากประเทศญี่ปุ่น ความหนา 1.2 มม. เท่ากันทุกเกรด อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดสำหรับการนำไปใช้งานเนื่องจากเป็นวัสดุจากต่างประเทศ และเป็นคนละล็อตกับที่ใช้งานในประเทศไทย ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า วัสดุเกรดเดียวกันแต่คนละล็อตสมบัติก็จะแตกต่างกันออกไป

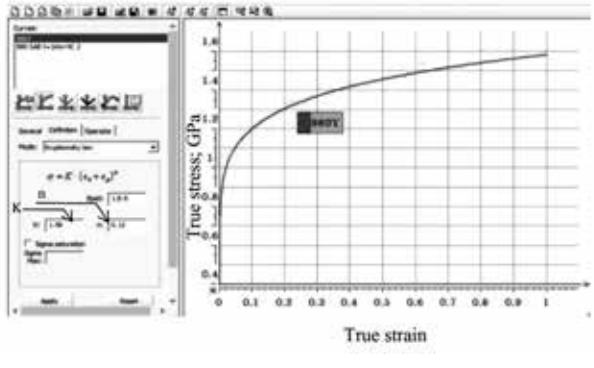
โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

ตารางที่ 2 Stress coefficient (K) และ Strain hardening exponent (n) **ความหนา 1.2 มม.**

เหล็กกล้า	Stress coefficient; K (N/mm^2)	Strain hardening exponent; n
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เกรด SPCC	490	0.22
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 440W	703	0.15
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 590Y	910	0.17
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 780G	1280	0.14
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 980Y	1580	0.12
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงเกรด 1180Y	1730	0.08

4. การนำ Stress coefficient; K และ Strain hardening exponent; n ไปใช้ในการจำลองการขึ้นรูป

ในส่วนสุดท้ายคือการนำค่า Stress coefficient; K และ Strain hardening exponent; n ไปใช้จำลองการขึ้นรูปชิ้นงานประเภทต่างๆ รูปที่ 8 แสดงถึงหน้าต่างการระบุข้อมูลของค่า K และ n ในโปรแกรมสำเร็จรูป PAM-STAMP V.2020 หน่วยที่ระบุคือ GPa เมื่อระบุค่าสำเร็จโปรแกรมจะสร้าง True stress-strain ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงรูปร่างของเส้นโค้ง นอกจากนี้ผู้เขียนยังได้ให้ผลการคำนวณ K และ n ของเหล็กชนิดต่างๆ ซึ่งได้มาจากการทดสอบแรงดึงในห้องปฏิบัติการ



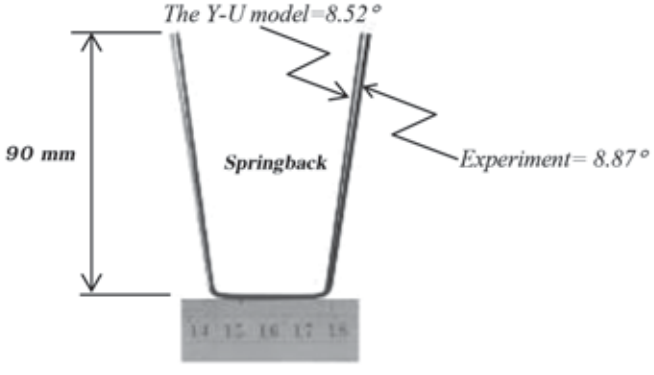
รูปที่ 8 การระบุค่า K และ n ใน PAM-STAMP V.2020

5. ผลลัพธ์จากการจำลองการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์

ภายหลังจากระบุสมบัติแรงดึงให้กับ Soft ware ซึ่งแสดงในหัวข้อก่อนหน้า ผลการจำลองการขึ้นรูปแสดงดังรูปที่ 9 และ 10 ความแม่นยำของผลการทดสอบนั้นต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องหรือลำดับขั้นตอนการขึ้นรูปต้องเป็นเช่นเดียวกันกับหน้างาน, CAD data ที่ใช้ต้องมีขนาดมิติเท่ากันทุกประการ และสมบัติแรงดึงของชิ้นงานต้องเป็นวัสดุเดียวกันกับการทำงานจริง การสร้างแบบจำลองการขึ้นรูปในคอมพิวเตอร์ในภาพรวมต้องใช้ตัวแปรเดียวกันกับการขึ้นรูปจริงทุกประการ การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจะทำให้ผลการคำนวณผิดเพี้ยนไปจากการขึ้นรูปจริง ในรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบชิ้นงานดัดขึ้นรูปตัวยู วัสดุคือ HSS 980Y เปรียบเทียบกับการจำลองขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (PAM-STAMP V.2020) โดยใช้สมการในการคำนวณคือ The Y-U model จากรูปพบว่า การจำลองขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ (The YU-model) สามารถสร้างชิ้นงานที่ใกล้เคียงกับกับการขึ้นรูปจริง ในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรูปตัวครั้งนี้เป็นการทดสอบอย่างง่าย เนื่องจากตัวแปรในการขึ้นรูปมีเพียงสามชิ้นเท่านั้นคือ พันช์, ดาย, Blankholder ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

รูปที่ 10 แสดงผลการจำลองการขึ้นรูปโลหะแผ่นเชื่อมต่อวัสดุต่างคุณลักษณะ ที่เรียกว่า Tailor-welded blanks (TWBs) ประกอบไปด้วยวัสดุเหล็กกล้าความแข็งแรงสูงสองชนิดคือ 590Y และ 980Y ความหนา 1.2 มม. เท่ากัน โดยทั่วไปแล้ว TWBs ประกอบด้วยโลหะแผ่นสองแผ่นขึ้นไปที่มีทั้งความแตกต่างด้านความหนา ความแข็งแรง การยืดตัวและสมบัติการขึ้นรูป ถึงแม้ว่าโลหะแผ่น TWBs จะมีประโยชน์อย่างมากในด้านลดต้นทุนโดยรวมและน้ำหนักเบาของตัวยานยนต์ แต่ก็คาดเดาพฤติกรรมภายหลังการขึ้นรูปได้ยาก อีกทั้งยังมีรอยเชื่อมต่อที่เป็นตำแหน่งสำคัญที่ทำให้พฤติกรรมและความสามารถในการขึ้นรูปเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เนื่องจากผลกระทบทางความร้อนจากกรรมวิธีการเชื่อมส่งผลต่อโครงสร้างวัสดุเปลี่ยนไปจากเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแนวเชื่อม และบริเวณกระทบร้อน (Heat Affected Zone, HAZ) อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะสร้างความแม่นยำในการทำนายผลการขึ้นรูปด้วยวัสดุ TWBs ได้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบชิ้นงานจริง (HSS 980Y) และการจำลองขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์

บทส่งท้าย

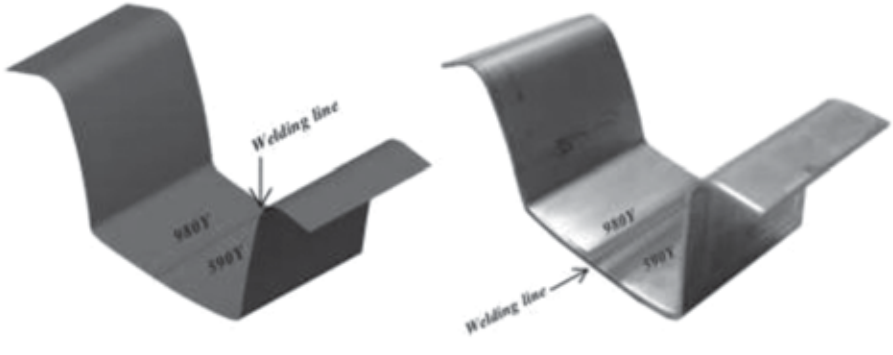
เทคโนโลยีไฟไนต์เอลิเมนต์จะสามารถจำลองการขึ้นรูปได้อย่างแม่นยำก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานสามารถระบุ Mechanical properties ของวัสดุชิ้นงานนั้นได้ถูกต้อง แม้ว่าหลายครั้งจะพบอุปสรรคในเรื่องการผลิตแม่พิมพ์ก่อนที่วัสดุชิ้นงานจะมาถึง ทำให้คาดเดาพฤติกรรมของวัสดุชิ้นงานยากว่าสามารถขึ้นรูปได้ตามแบบที่วางไว้หรือไม่ ฐานข้อมูลด้าน Mechanical properties ของวัสดุชิ้นงานจึงเป็นจำเป็น ผู้เขียนจึงใคร่ขอแนะนำให้ทำการทดสอบ Mechanical properties ไว้ทุกครั้งเมื่อได้รับวัสดุชิ้นงานจากแหล่งต่างๆ แม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกัน เกรดเดียวกัน แต่หากว่าแตกต่างแหล่งที่มาสมบัติก็มักจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์กับหน่วยงานของท่านในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ESI group ที่ให้การสนับสนุนโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ PAM-STAMP V.2020

เอกสารอ้างอิง

1. https://www.esi-group.com/
2. https://www.jfe-steel.co.jp/en/products/sheets/catalog/b1e-001.pdf
3. คมกริช ละวรรณวงษ์. (2561) ออกแบบแม่พิมพ์โลหะ, ISBN: 978-974-4437-41-9 พิมพ์ครั้งที่ 1สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น (ส.ส.ท)



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบชิ้นงาน Tailor-welded Blanks (590Y+980Y) และการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้สมการ The Y-U model ในการคำนวณ



ปั่น Social Media ให้ Worldwide เพื่อเป็น “อาวุธลับ” สำหรับ SME

สำหรับผู้ประกอบการในต่างจังหวัด การใช้โซเชียลมีเดียถือเป็น “อาวุธลับ” เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการเข้าถึงลูกค้าในเมือง ทั้งนี้เพราะผู้ประกอบการในเมือง ตัวอย่างเช่น ในกรุงเทพฯ ไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้โซเชียลมีเดีย ก็จะมีเซลล์ที่คอยหาลูกค้า ขณะที่ผู้ประกอบการหรือโรงงานต่างจังหวัดส่วนใหญ่เจ้าของธุรกิจเหล่านี้แทบจะไม่เคยพบหน้าลูกค้าโดยตรง แต่จะเป็นการสื่อสาร ซื้อขายสินค้ากันผ่านอีเมล์ หรือทางโทรศัพท์ ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มลูกค้าประจำ ขณะที่การหาลูกค้ารายใหม่ๆ เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก

ด้วยเหตุนี้ ร้านค้าออนไลน์ที่เกิดขึ้นบนเฟซบุ๊ก (Facebook) หรือสื่อโซเชียลต่างๆ จึงเป็นเหมือนสื่อกลางในการทำความรู้จักระหว่างผู้ประกอบการและลูกค้า ซึ่งเคล็ดลับที่จะทำให้การใช้สื่อโซเชียลมีเดียประสบความสำเร็จต้องอาศัยการใช้เทคนิค ดังต่อไปนี้

1. เจ้าของโรงงาน หรือเจ้าของธุรกิจที่อยู่ต่างจังหวัด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าคุณทำธุรกิจโรงงานเซรามิกส์ คุณก็จำเป็นต้องมีเพจของร้านในเฟซบุ๊ก เพราะนั่นจะช่วยให้เกิดการ Discovery หรือการค้นพบร้านค้า หรือ แบรนด์ของคุณได้ง่ายยิ่งขึ้น ขณะที่บางคนตั้งคำถามว่า “เฟซบุ๊ก (Facebook)” มีความแตกต่างจากการใช้เครื่องมืออย่าง “Google Search” อย่างไร คำตอบคือ Google Search จะใช้ค้นหาสินค้าที่มีความเฉพาะตัว เช่นถ้าลูกค้าจะเสิร์ชหาสินค้าเซรามิคส์ ก็จะต้องเสิร์ชคำค้นว่า เซรามิคส์ ซึ่งบางคนจะเลือกโรงงานที่คุ้นเคยมากกว่าการค้นหาโรงงานรายอื่น ขณะที่เฟซบุ๊ก จะสามารถใช้ Tag เพื่อสื่อสารไปยังลูกค้าที่มีความต้องการสินค้าโดยตรงได้ ตั้งค่าให้โปรโมทสินค้าซ้ำๆ ได้

2. ผู้ประกอบการโรงงาน มักจะมีคำถามว่า ถ้ามีเพจจะโพสต์ หรือสร้างคอนเทนต์อะไร ลงไปให้น่าสนใจ ในเมื่อมีแต่สินค้าภายในโรงงาน คำแนะนำจากกรณีตัวอย่างโรงงานเซรามิกส์ คือ “ลืมเรื่องเซรามิคส์หรือสินค้าไปก่อน” เพราะคนอาจจะไม่สนใจ แล้วลองโพสต์เรื่องราวของลูกค้าที่ใช้สินค้าโดยการผลิตของโรงงานคุณ เพื่อสื่อให้เห็นถึงความประณีต ความสวยงามของสินค้า หรือความสำเร็จจากการซื้อสินค้าไปใช้ เรื่องราวเหล่านี้จะช่วยตอบโจทย์ในเรื่องการสร้างคอนเทนต์ให้น่าสนใจได้เป็นอย่างดี

3. คำแนะนำสุดท้าย คือโลกของเฟซบุ๊ก (Facebook) จะ Worldwide มาก ถ้าเจ้าของธุรกิจสามารถสร้างเพจให้มีคอนเทนต์ที่ถูกใจชาวต่างชาติ หรือมีข้อความภาษาอังกฤษที่คนทั่วโลกเข้าใจได้ถึงเรื่องราวที่บ่งบอกว่าคุณเป็นใคร โรงงานทำอะไร มีสินค้าอะไรบ้าง ที่ตั้งอยู่ที่ไหน ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้แบรนด์ของคุณได้โอกาสการเปิดประตูเพื่อไปสู่การค้าได้ทั่วทั้งโลก

สิ่งสำคัญที่สุด คือ ความกล้า จำไว้ว่า “ความกล้าที่จะเริ่มทำก่อน...ย่อมได้เปรียบ”

ที่มา : เว็บไซต์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
https://bsc.dip.go.th/th/category/marketing2/sm-usesocialmedia
ภาพ : www.freepik.com

ง่าย รวดเร็ว และ แม่นยำ

JENOPTIK

เครื่องวัด Camshaft

ระบบ **Opticline C** เครื่องวัด

ชิ้นงานทรงกระบอก สำหรับงาน

ความละเอียดสูง





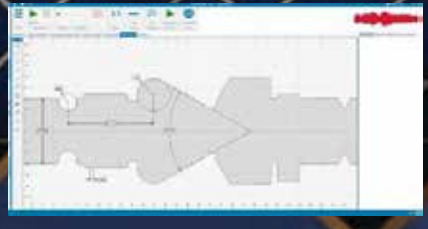
Specification

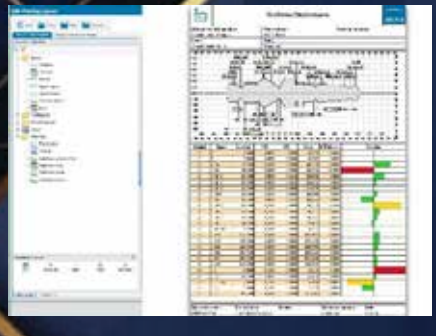
Model[1]	C203	C305	C308	C314	C605	C608	C614	C908	C914	C1214
Measuring capacity [mm]										
Max. diameter	36	50	80	140	50	80	140	80	140	140
Length[2]	250	300	300	300	600	600	600	900	900	1200
Workpiece capacity										
Diameter [mm]	150	150			150			150		150
Length[2] [mm]	250	300			600			900		1200
Workpiece weight[3] [N]	100	200			200/300/600[11]			200/300/600[11]		200/300/600[11]

มีระบบ Safety Sensor ด้านข้างทั้งสองฝั่ง



รายงานที่มีความสามารถทางสถิติและสรุปได้





PTSC channel @ptsc renishawthai info@ptsc.co.th

บริษัท เพรสซิชั่น ทูลลิ่ง เซอร์วิส จำกัด
เลขที่ 88 อาคารนิมิตกุล ชั้น 3
ซอยพระรามเก้า 57/1 (วิเศษสุข2)
แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Precision Tooling Services Co., Ltd.
No. 88 Nimitikul Building, 3rd Fl.,
Rama 9 Soi 57/1 (Wisetsook 2),
Suanluang, Suanluang, Bangkok 10250

Contact :
Tel : 02-370-4900 (auto 10 สาย)
Fax : 02-370-4920 , 02-970-4921
Email : sales@ptsc.co.th

ASEAN's LEADING INDUSTRIAL MACHINERY AND SUBCONTRACTING EXHIBITION

INTERMACH mta ASIA

SUBCON THAILAND

Wed.- Sat. (10.00 – 18.00 hrs.)

18-21 MAY 2022 ▸ BITEC, Bangna

HYBRID Edition - A combination of physical and virtual online events

HYBRID EDITION



ADVANCED INDUSTRIAL MACHINERY TECHNOLOGY from leading brands i.e • OKUMA • SODICK • HAAS • MITUTOYO • ZEISS • OMRON

MOST SHOWCASE OF SHEET METAL FABRICATION TECHNOLOGY i.e. • LVD • MITSUBISHI • MURATEC • OMAX • JFY • LFK • MVD • DURMA • PENTA





ACTIVITY ZONE

- **ROBOT HUB-**Industrial polishing robot
- **3D Printing Showcase** from • Desktop Metal • DOME • Bigrep • Stratasys • OPTOMEC • MOLDEX 3D
- **Press Brake Clinic** Learn more on folding machines

QUALITY INDUSTRIAL PART MAKERS from 200 companies - join and participate in the Hybrid business matching program





BUYERS' VILLEGE
Meet some of the world's leading industrial part-buyers to discuss, negotiate and seek advice on procurement policies.



Co-located with iAR Industrial Automation and Robotic Event

presents important seminars on Technology, Automation, and Industrial Manufacturing Robotic Arm including knowledge enhancement on LEAN, IOT, and LEAN Manufacturing for Industry 4.0, Adaptation for Electric Vehicle Industry, 3D Printing Technology and Digital Technology that drive the industry forward into the future.

: +66 2 036-0500

: Intermach-th@informa.com

: intermach | : www.intermachshow.com

: Subcon Thailand | : www.subconthailand.com

Officially Supported by:

Co-organised Subcon Thailand by:

Supported by:

Gold Sponsor:

Organised by:

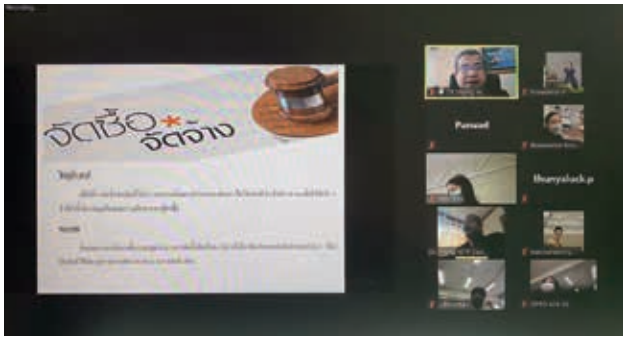
กิจกรรมการสัมมนา (ออนไลน์)

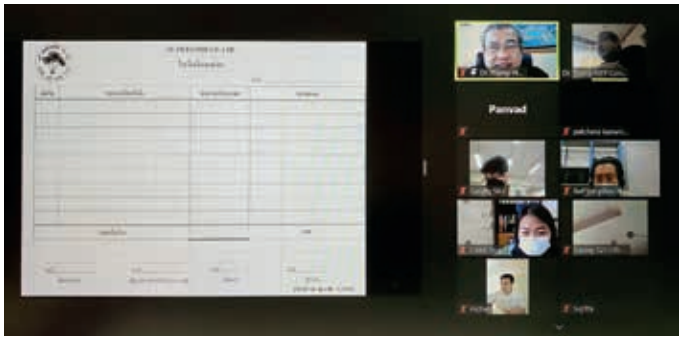
วันอังคารที่ 27 กรกฎาคม 2564 เวลา 09.00–12.00 น.

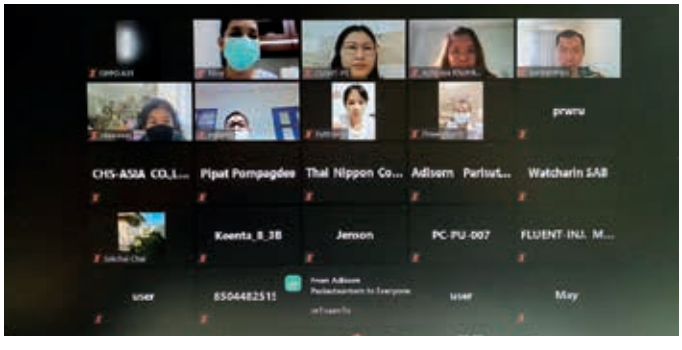
การจัดสัมมนาออนไลน์ (Zoom Meeting) หัวข้อ "การเจรจาต่อรองในการจัดซื้อจัดจ้างแม่พิมพ์"
วิทยากร : ดร.ทอง พุทธลอด กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอ็นทีพี คอนซัลแตนท์ กรุ๊ป จำกัด

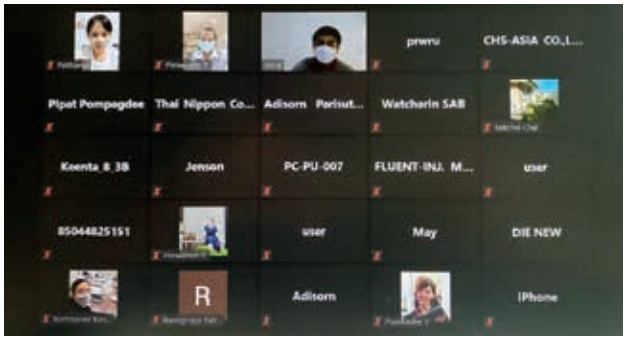








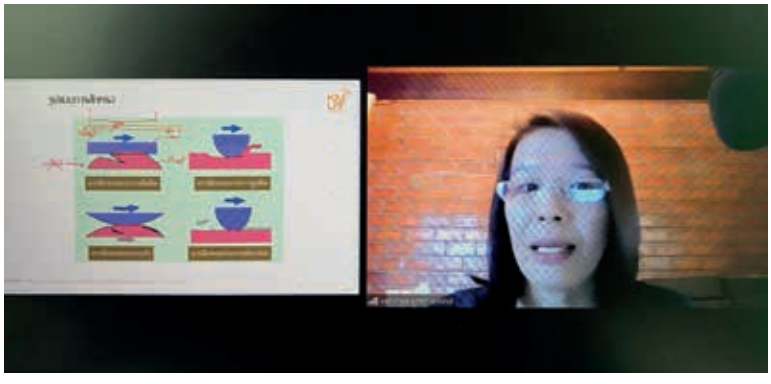




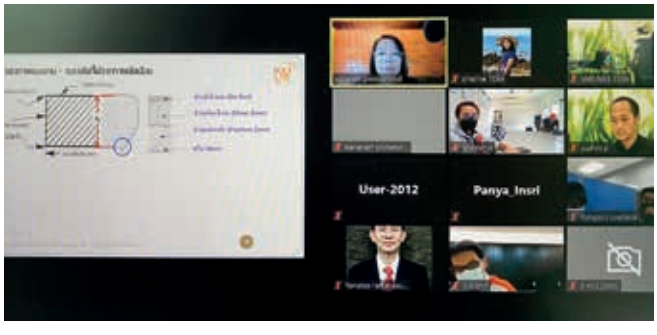
www.tdia.or.th LINE@TDIA Facebook Fanpage

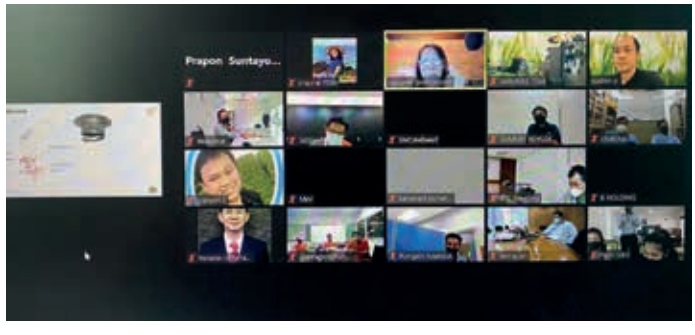
วันพฤหัสบดีที่ 29 กรกฎาคม 2564 เวลา 09.00–12.00 น.

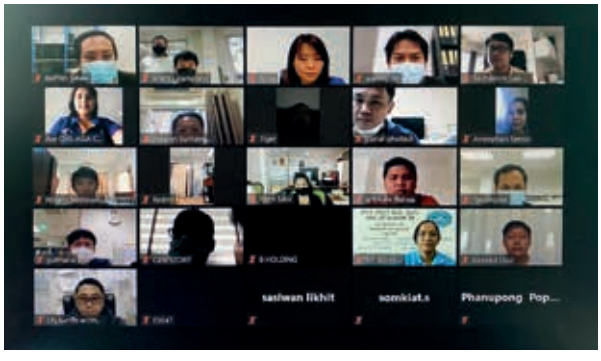
การจัดสัมมนาออนไลน์ (Zoom Meeting) หัวข้อ "การสึกหรอและการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ"
วิทยากร : รศ.ดร.วารุณี เปรมานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



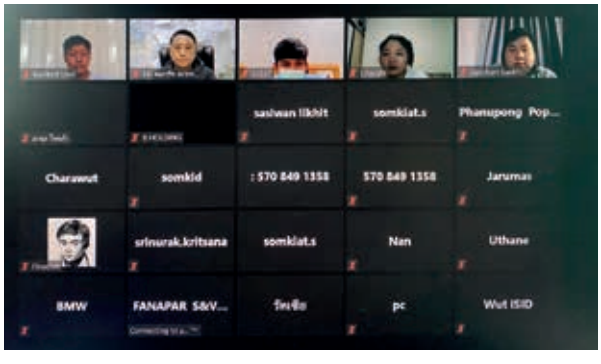












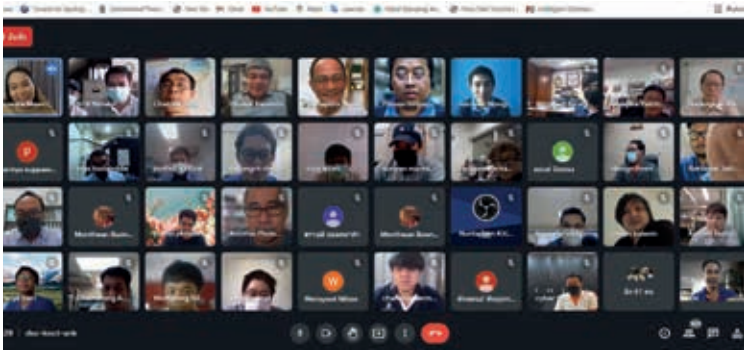
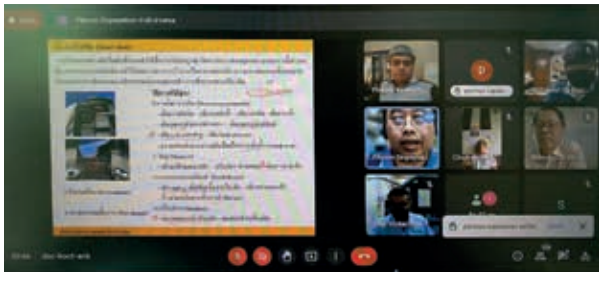
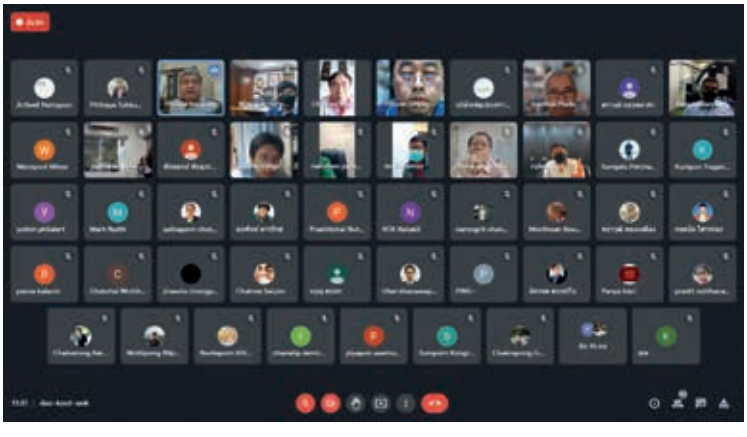
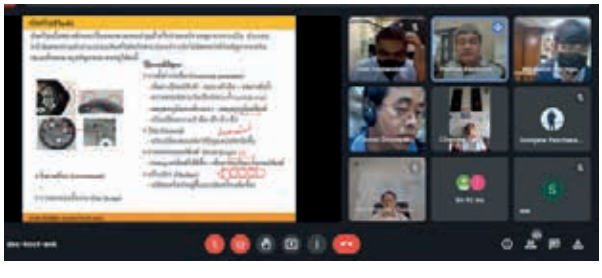
กิจกรรมการสัมมนา (ออนไลน์)

วันศุกร์ที่ 30 กรกฎาคม 2564 เวลา 09.00-12.00 น.

การจัดสัมมนาออนไลน์ (Zoom Meeting) หัวข้อ "การแก้ปัญหางานฉีดพลาสติก"
วิทยากร : ทีมวิทยากร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ





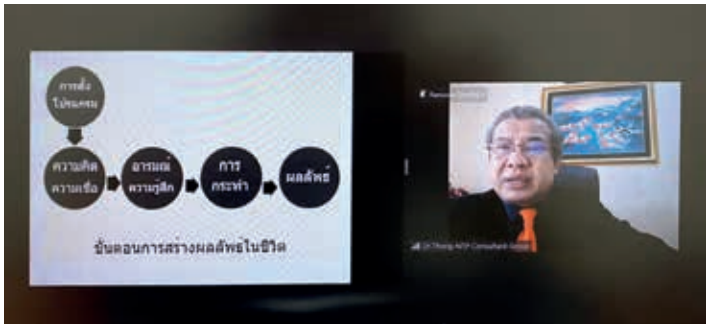






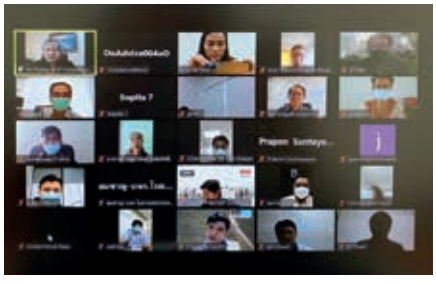
www.tdia.or.th LINE@TDIA Facebook Fanpage

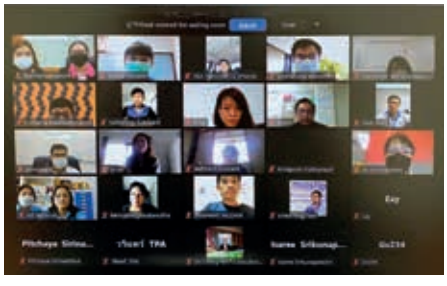
วันพฤหัสบดีที่ 5 สิงหาคม 2564 เวลา 09.00–12.00 น.

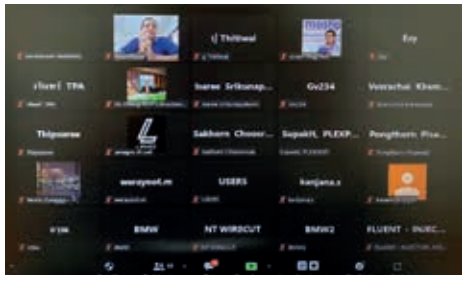
การจัดสัมมนาออนไลน์ (Zoom Meeting) หัวข้อ "การพัฒนาทัศนคติเชิงบวกเพื่อความสำเร็จในการทำงาน"
วิทยากร : ดร.ทอง พุทธลอด กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอ็นทีพี คอนซัลแตนท์ กรุ๊ป จำกัด











วันสุกร์ที่ 20 สิงหาคม 2564 เวลา 13.00–14.00 น.

การจัดสัมมนาออนไลน์ (Zoom Meeting) หัวข้อ "ความท้าท้ายของอุตสาหกรรมการปั๊มขึ้นรูปโลหะแบบแผ่นในปัจจุบัน"
วิทยากร : รศ.ดร.วารุณี เปรมานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และบริษัท ไอเอสไอดี เซ้าท์อีส เอเชีย (ไทยแลนด์) จำกัด





INDUSTRY NETWORK

Thai-German Institute
สถาบันไทย-เยอรมัน

Total Smart Sulutions for Your Success

Thai-German Institute

A leading organization for upgrading Target Industry Productivity by enhancing Technology, Innovation, Human Resources in Automation System and Robotic, including Machinery, Mould & Die Industry to be capable for competitiveness in era of Industry 4.0

TGI Services



Seminar
- Production Technology
- Technology Management
- Management



Consultancy
- Production Technology
- Productivity
- Maintenance
- HRD
- Factory Assessment

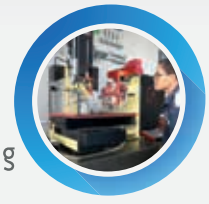


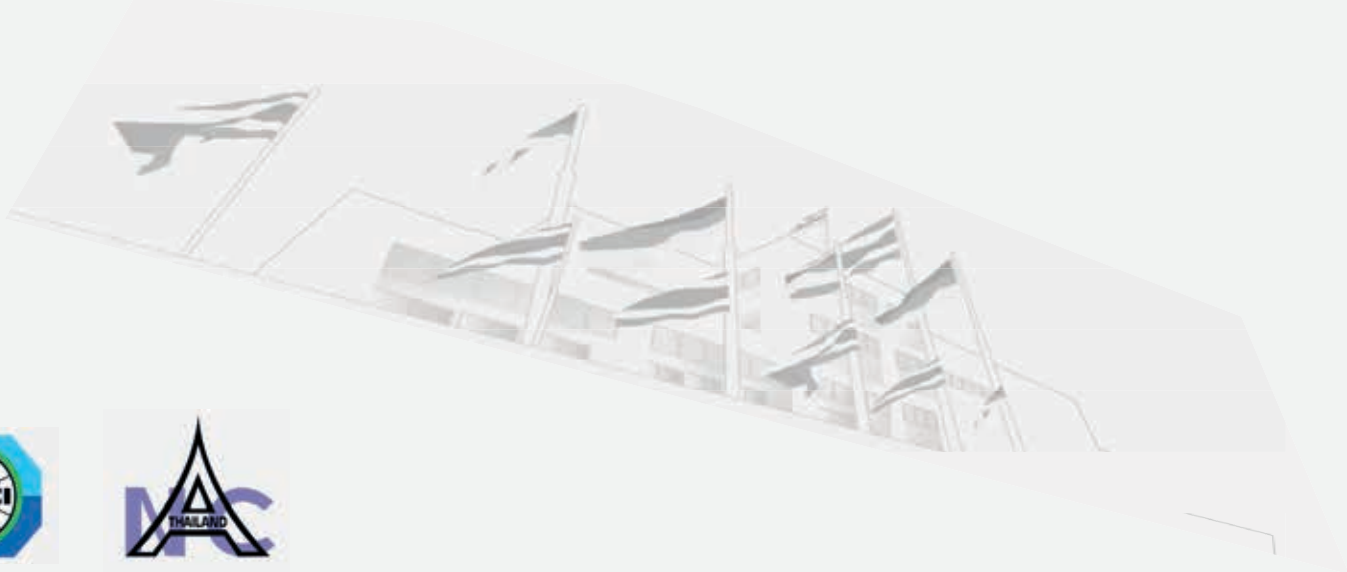
Training Course
- Manufacturing Automation and Robotic Technology
- Mould Die and Machine Tool Technology
- Maintenance Technology

Industrial Services
- Design and Manufacturing
  - Automation System
  - Mould & Die
  - Jig and Fixture
  - High Precision Prototyping
- Calibration and Machine Assurance
- Part Production
- Material Testing
- Condition Base Maintenance
- Machine Certified (BOI)



R&D / D&D
- Reverse Engineering
- Design & Development
- Joint Design Manufacturing
- Research & Development





ISO 9001 : 2015

ISO 17025

Thai-German Institute
700/1 Moo 1 Amata City Industrial Estate Estate (Chonburi)
KM.57 Bangna-Trad Road, Klongtamru, Muang Chonburi 20000
Customer Services : Tel : +66 (0) 38 215033-39, +66 (0) 33 266040-44
E-mail : crm_dept@tgi.mail.go.th Website : www.tgi.or.th

Mould & Die Technology Human Resource Development Center (Thai-German Institute Bangkok)
Shop A bureau of Supporting Industries Developoment
86/6 Soi Treemit, Rama 4 Road, Kluaynamthai, Klongtosy Bangkok 10110
Tal : 02-3815041-2 Fax : 02-3815079
E-mail : tgi_bkk@tgi.mail.go.th Website : www.tgi.or.th

@Thaigermaninst

International Trade Fair for the
Plastics and Rubber Industries

T-PLAS

THAILAND

9–12 FEB 2022

NEW DATES

BITEC • BANGKOK

OPENING NEW DOORS TO THE REGION'S PLASTICS AND RUBBER INDUSTRIES

Book your space now! www.tplas.com

MEMBER OF

YOUR GLOBAL GATE
FOR PLASTICS AND RUBBER

k-globalgate.com

Powered by:

Officially supported by:

Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation

THAILAND REDEFINE YOUR BUSINESS EVENTS

TCEB

Concurrent exhibition:

PACK PRINT INTERNATIONAL

For enquiries:

Within Thailand:
Exposis Co., Ltd
Tel (66) 2559 0856 to 8 _ Fax (66) 2559 2893
info@exposis.co.th

Overseas:
Messe Düsseldorf Asia Pte Ltd
Tel (65) 6332 9620 _ Fax (65) 6337 4633
tplas@mda.com.sg

Organized by:

Messe Düsseldorf Asia

By **KNP**

ตอนที่

7 การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต

การประยุกต์ใช้งานสำหรับชิ้นส่วนทางกล

ท่านสามารถติดตามอ่านบทความที่เกี่ยวข้องได้จาก เรื่อง การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต ตอนที่ 1 - 6 ได้ในวารสารแม่พิมพ์ฉบับที่ 1-4 ปี 2563 และฉบับที่ 1-2 ปี 2564

สวัสดีครับพี่น้องสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย ทั้งที่เป็นแฟนประจำคอลัมน์ “MOLD & DIE LIKE สาระ” และท่านที่เพิ่งจับพลัดจับผลูได้เข้ามาอ่านคอลัมน์นี้ ฉบับนี้ก็เข้าสู่ไตรมาสที่ 3 ของปี 2564 แล้ว นี่ก็เข้าสู่ **“วัสสานฤดู”** (อ่านว่า วัด-สา-นะ-รึ-ดู) ซึ่งแปลว่า **“ฤดูฝน”** กันมาสักพักนึงแล้ว ซึ่งเรื่องฤดูนี้ ผมเคยเขียนให้ความรู้เรื่องนี้มาแล้ว บางท่านอาจจะจำได้ หรือหลายท่านอาจจะไม่เคยทราบมาก่อน ผมกำลังจะบอกว่า “วสันตฤดู” (อ่านว่า วะ-สัน-ตะ-รึ-ดู) ที่เราเข้าใจกันมานานนมว่ามันคือ ฤดูฝน นั้นเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนะครับ เพราะความจริงแล้ว **วสันตฤดู หมายถึง ฤดูใบไม้ผลิ** ต่างหากเล่า จึงขอให้ทุกท่านเข้าใจให้ถูกต้องตามนี้นะครับ ท่านสามารถค้นหาความหมายของคำตามที่ผมแจ้งไว้ ได้จากทางอินเทอร์เน็ตได้เลยนะครับ ท่านจะได้ทราบว่ามีฤดูอะไรและเรียกทับศัพท์ภาษาบาลีว่าอย่างไร

นับเป็นการเขียนบทความชุดที่มีความยาวหลายตอนมากที่สุด เท่าที่ผมเคยเขียนลงในคอลัมน์ประจำของผม ถึงตอนนี้ก็นับได้ถึงตอนที่ 7 แล้วสำหรับบทความชุด **“การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต”** ซึ่งในตอนนี้ผมจะเขียนถึง **การทำนายอายุของชิ้นส่วนทางกลเป็นหลัก และท่านผู้ออกแบบแม่พิมพ์สามารถนำไปเทียบเคียงปรับใช้กับการทำนายอายุของแม่พิมพ์ของท่านได้ เพื่อให้ท่านมีความมั่นใจในระดับหนึ่งว่า นอกจากใช้ประสบการณ์เดิมของตัวท่านเองแล้ว ยังมีข้อมูลเชิงวิชาการสนับสนุนการออกแบบของท่านด้วย สำหรับใช้เป็นข้อมูลเรื่อง “ช็อตการันตี” ให้กับลูกค้าได้** หากท่านเกรงว่าจะไล่ตามเนื้อหาไม่ถูกว่ามีรายละเอียดเป็นอย่างไร ก็สามารถย้อนไปอ่านบทความก่อนหน้านี้ ตามที่ผมได้ชี้เป้าไว้ข้างต้นแล้วได้เลยนะครับ

เนื่องจากเนื้อหาในบทความชุดนี้มีมากมายหลายตอน มีทั้งตัวประกอบที่สำคัญๆ หลายตัว สมการที่เกี่ยวข้องต่างๆ รวมทั้งกราฟที่จำเป็นหลายกราฟด้วย ผมจึงของรวบยอดนำมาผนึกในบทความชุดนี้อีกครั้ง เพื่อท่านจะได้ไม่ต้องย้อนกลับไปเปิดหาข้อมูลกันอีก เพียงแต่รายละเอียด เกร็ดเล็กเกร็ดน้อย รวมทั้งที่มาที่ไป ผมจะไม่ลงรายละเอียดซ้ำอีก แต่ขอให้เป็นภาระของท่านผู้อ่าน ที่จะต้องย้อนกลับไปหาต้นขั้วเองนะครับ เพื่อจะได้ใช้ข้อมูลไม่ผิดพลาดคลาดเคลื่อนไปจากที่ควรเป็น

กลับมาเรื่องของสาระ ตามสไตล์คนชอบสาระกันดีกว่า ผมขอยกสมการที่จำเป็นในการคำนวณ มาแปะไว้ให้ท่านรับทราบก่อนดังนี้

1. สมการจำเป็นที่ควรทราบ

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \tag{1}$$

$$S^*_{ut} = k_d S_{ut} \tag{2}$$

$$S^*_{yt} = k_d S_{yt} \tag{3}$$

$$S'_e = \begin{cases} \left.\begin{matrix} 0.5S^*_{ut} & S^*_{ut} \le 1400\ \text{MPa} \\ 700\ \text{MPa} & S^*_{ut} > 1400\ \text{MPa} \end{matrix}\right\} & \textit{For Steels @ } N \ge 10^6 \text{ Cycles} \\ \left.\begin{matrix} 0.4S^*_{ut} & S^*_{ut} \le 400\ \text{MPa} \\ 160\ \text{MPa} & S^*_{ut} > 400\ \text{MPa} \end{matrix}\right\} & \textit{For Irons @ } N \ge 10^6 \text{ Cycles} \end{cases} \tag{4}$$

$$S'_f = \begin{cases} \left.\begin{matrix} 0.4S^*_{ut} & S^*_{ut} \le 330\ \text{MPa} \\ 130\ \text{MPa} & S^*_{ut} > 330\ \text{MPa} \end{matrix}\right\} & \textit{For Aluminums, Aluminums alloys @ } N \ge 5\times10^8 \text{ Cycles} \\ \left.\begin{matrix} 0.4S^*_{ut} & S^*_{ut} \le 280\ \text{MPa} \\ 100\ \text{MPa} & S^*_{ut} > 280\ \text{MPa} \end{matrix}\right\} & \textit{For Copper alloys @ } N \ge 10^8 \text{ Cycles} \\ 0.35S^*_{ut} & \textit{For Magnesium alloys @ } N \ge 10^8 \text{ Cycles} \\ 0.35S^*_{ut} \textit{ to } 0.50S^*_{ut} & \textit{For Nickel alloys @ } N \ge 10^8 \text{ Cycles} \\ 0.45S^*_{ut} \textit{ to } 0.65S^*_{ut} & \textit{For Titanium alloys @ } N \ge 10^7 \text{ Cycles} \end{cases} \tag{5}$$

โดยที่ S_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นงานที่ออกแบบ (MPa)

S'_e คือ ขีดจำกัดความทนทานของชิ้นงานทดสอบความล้า (MPa)

S'_f คือ ความต้านทานความล้าของชิ้นงานทดสอบความล้า (MPa)

S^*_{ut} คือ ความต้านทานแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานที่ออกแบบ ณ อุณหภูมิใช้งาน (MPa)

S_{ut} คือ ความต้านทานแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานที่ออกแบบ ณ อุณหภูมิห้อง (MPa)

S^*_{yt} คือ ความต้านทานแรงดึงครากของชิ้นงานที่ออกแบบ ณ อุณหภูมิใช้งาน (MPa)

S_{yt} คือ ความต้านทานแรงดึงครากของชิ้นงานที่ออกแบบ ณ อุณหภูมิห้อง (MPa)

k_a คือ ตัวประกอบผิวสำเร็จของชิ้นงาน (-)

k_b คือ ตัวประกอบขนาดของชิ้นงาน (-)

k_c คือ ตัวประกอบภาระ (-)

k_d คือ ตัวประกอบอุณหภูมิใช้งาน (-)

k_e คือ ตัวประกอบความเชื่อมั่น (-)

k_f คือ ตัวประกอบอื่นๆ (-)

$$\textit{Mean Load} = \frac{\textit{Max. Load} + \textit{Min. Load}}{2} \quad \text{หรือ} \quad \textit{Mean Stress} = \frac{\textit{Max. Stress} + \textit{Min. Stress}}{2} \tag{6}$$

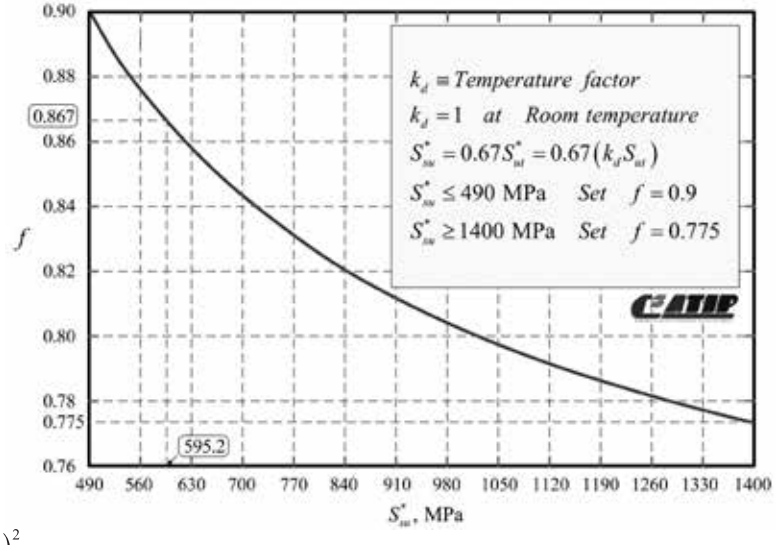
$$\textit{Amplitude Load} = \left|\frac{\textit{Max. Load} - \textit{Min. Load}}{2}\right| \quad \text{หรือ} \quad \textit{Amplitude Stress} = \left|\frac{\textit{Max. Stress} - \textit{Min. Stress}}{2}\right| \tag{7}$$

ตารางที่ 1 ทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระแปรเปลี่ยน

ทฤษฎี	สมการที่ใช้ในการทำนายความเสียหาย	สมการความเค้นเทียบเท่า (σ_{rev})
Langer Theory	$\frac{\sigma_a}{S^*_{yt}}+\frac{\sigma_m}{S^*_{yt}}=\frac{1}{n_y}$	-
Soderberg Theory	$\frac{\sigma_a}{S_e}+\frac{\sigma_m}{S^*_{yt}}=\frac{1}{n_f}$	$\sigma_{rev}=\frac{\sigma_a S^*_{yt}}{S^*_{yt}-\sigma_m}$
Goodman Theory	$\frac{\sigma_a}{S_e}+\frac{\sigma_m}{S^*_{ut}}=\frac{1}{n_f}$	$\sigma_{rev}=\frac{\sigma_a S^*_{ut}}{S^*_{ut}-\sigma_m}$
Gerber Theory	$\frac{n_f\sigma_a}{S_e}+\left(\frac{n_f\sigma_m}{S^*_{ut}}\right)^2=1$	$\sigma_{rev}=\frac{\sigma_a S^{*2}_{ut}}{S^{*2}_{ut}-\sigma_m^2}$
ASME-Elliptic Theory	$\left(\frac{n_f\sigma_a}{S_e}\right)^2+\left(\frac{n_f\sigma_m}{S^*_{yt}}\right)^2=1$	$\sigma_{rev}=\sqrt{\frac{\sigma_a^2 S^{*2}_{yt}}{S^{*2}_{yt}-\sigma_m^2}}$

รูปที่ 1

ตัวแปร f ที่สัมพันธ์กับค่าของ S^*_{ut} ของวัสดุ



สำหรับชิ้นงานทดสอบความล้า : $a=\frac{\left(f\cdot S^*_{ut}\right)^2}{S'_e}$

สำหรับชิ้นงานที่ออกแบบ : $a=\frac{\left(f\cdot S^*_{ut}\right)^2}{S_e}$ (8)

สำหรับชิ้นงานทดสอบความล้า : $b=-\frac{1}{3}\log\left(\frac{f\cdot S^*_{ut}}{S'_e}\right)$

สำหรับชิ้นงานที่ออกแบบ : $b=-\frac{1}{3}\log\left(\frac{f\cdot S^*_{ut}}{S_e}\right)$ (9)

สำหรับชิ้นงานทดสอบความล้า : $N=\left(\frac{S'_f}{a}\right)^{1/b}=\left(\frac{\sigma_{rev}}{a}\right)^{1/b}$

สำหรับชิ้นงานที่ออกแบบ : $N=\left(\frac{S_f}{a}\right)^{1/b}=\left(\frac{\sigma_{rev}}{a}\right)^{1/b}$ (10)

2. ตัวประกอบของผิว

$$k_a = a\left(S_{ut}^{*}\right)^{b} \qquad (11)$$

ตารางที่ 2 **พารามิเตอร์สำคัญสำหรับตัวประกอบผิว (Key Parameters for Surface Factor)**

Surface Finish	Factor a		Exponent b
	$S_{ut}^{*} = k_d S_{ut}$, (MPa)	$S_{ut}^{*} = k_d S_{ut}$, (ksi)	
ผิวเจีย (Ground)	1.58	1.34	– 0.085
ผิวตัดเฉือนหรือผิวรีดเย็น (Machined or Cold-drawn)	4.51	2.70	– 0.265
ผิวรีดร้อน (Hot-rolled)	57.7	14.4	– 0.718
ผิวทุบขึ้นรูป, ผิวตีอัด, ผิวตีขึ้นรูป (As-forged)	272.0	39.9	– 0.995

3. ตัวประกอบของขนาด

$$k_b = \begin{cases} \left(\dfrac{d_e}{7.62}\right)^{-0.107} = 1.24 d_e^{-0.107} & 2.79 \le d_e \le 51 \text{ mm} \\ 1.51 d_e^{-0.157} & 51 < d_e \le 254 \text{ mm} \\ 1 & \end{cases} \begin{matrix} \left.\begin{matrix} \\ \end{matrix}\right\} \textit{For Torsion or Bending} \\ \left.\begin{matrix} \\ \end{matrix}\right\} \textit{For Axial} \end{matrix} \qquad (12)$$

4. ตัวประกอบของภาระ

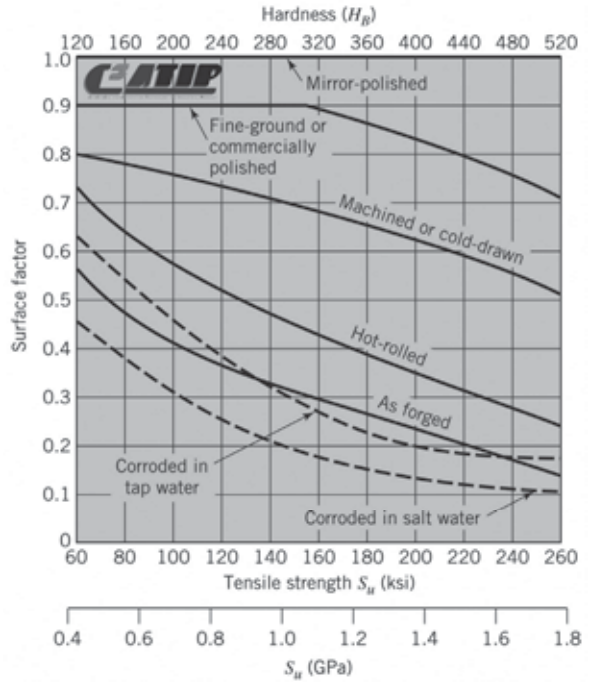
$$k_c = \begin{cases} \left.\begin{matrix} 1 & \textit{For Bending} \\ 0.85 & \textit{For Axial} \\ 0.59 & \textit{For Torsion} \end{matrix}\right\} & \textit{Single load} \\ 1 \quad \} & \textit{Combined load} \end{cases} \qquad (13)$$

5. ตัวประกอบของอุณหภูมิ

ตารางที่ 3 **ตัวประกอบของอุณหภูมิ (Temperature Factor, k_d)**

อุณหภูมิ (°C)	k_d	อุณหภูมิ (°C)	k_d	อุณหภูมิ (°C)	k_d
20	1.000	250	1.000	500	0.768
50	1.010	300	0.975	550	0.672
100	1.020	350	0.943	600	0.549
150	1.025	400	0.900		
200	1.020	450	0.843		

สมการสำหรับการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น : $k_{d,work} = k_{d1} + \left(\dfrac{k_{d2} - k_{d1}}{t_2 - t_1}\right)\left(t_{work} - t_1\right)$ (14)

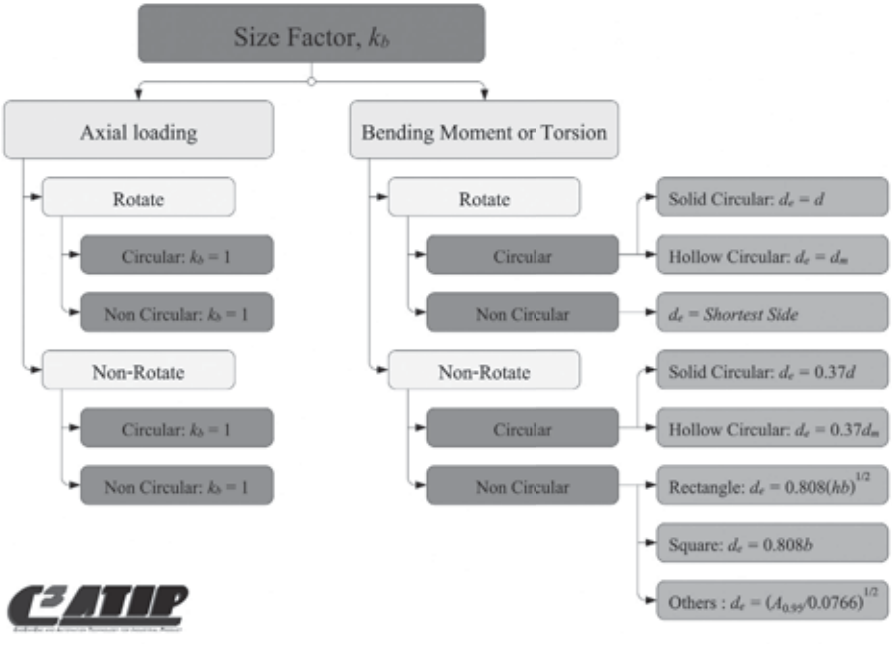


รูปที่ 2

ตัวประกอบผิวแยกตามลักษณะการขึ้นรูปชิ้นงาน

รูปที่ 3

ลักษณะของชิ้นงานทดสอบความล้า (Rotating Beam)



6. ตัวประกอบความเชื่อมั่น

ตารางที่ 4 **ตัวประกอบความเชื่อมั่น (Reliability Factor, k_e)**

Reliability, %	k_e	Reliability, %	k_e
50	1.000	99.9	0.753
90	0.897	99.99	0.702
95	0.868	99.999	0.659
99	0.814	99.9999	0.620

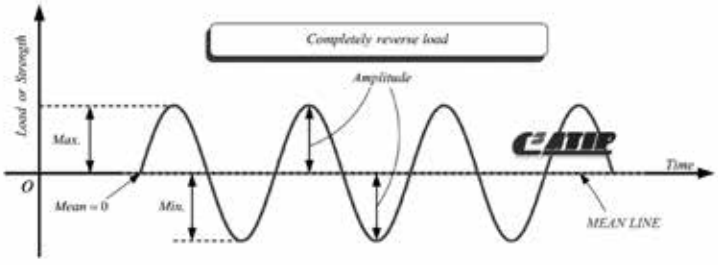
หมายเหตุ ค่าที่นอกเหนือจากตารางที่ 4 ไม่สามารถใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น (Linear Interpolation) ได้

7. ตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ

$$k_f = \begin{cases} 1 & General\ \ Assigned \\ Design\ Value & Designer\ \ Assigned \\ Research\ Value & Researcher\ \ Assigned \end{cases} \qquad (15)$$

ตารางที่ 5 คำแนะนำสำหรับการกำหนดค่าตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ

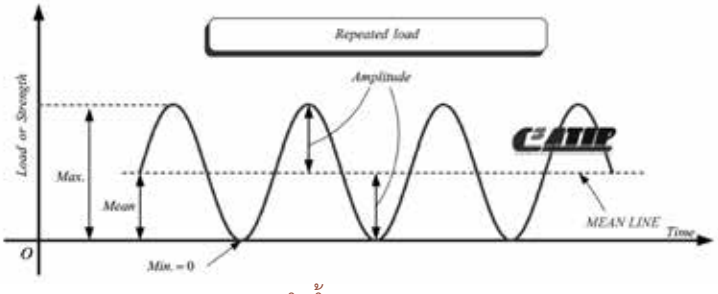
Special Condition	Miscellaneous-Effect Factor (k_f)
การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electrolytic Plating): Chromium plating, Nickel plating or Cadmium plating	● ค่า k_f ประมาณ 0.50 ● Zinc plating ไม่มีผลต่อ Fatigue Strength (S_f) ● Anodic oxidation ของ Light alloys k_f ประมาณ 0.39 เมื่อรับ Bending แต่เมื่อรับทอร์ก k_f ประมาณ 1
การพ่นเคลือบด้วยโลหะ (Metal Spraying)	● ค่า k_f ประมาณ 0.14
การกัดกร่อนแบบถูครูด (Fretting Corrosion or Frettage Corrosion)	● ขึ้นอยู่กับคู่โลหะที่สัมผัสติดกันอยู่ ● ค่า k_f ประมาณ 0.24 ถึง 0.90
การกัดกร่อน (Corrosion)	● ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ชนิดโลหะ และสภาพของผิวว่ามีความขรุขระ เป็นหลุม เป็นบ่อมากน้อยเพียงใด ค่า k_f ไม่ได้เป็นค่าตายตัวเนื่องจากมีปัจจัยที่ต้องพิจารณามากมาย ดังนั้นเซ็ตค่า $k_f < 1$ ขึ้นอยู่กับลักษณะความรุนแรงของปัญหา ถ้ารุนแรงมาก k_f จะน้อยกว่า 1 มาก
ความถี่ของวัฏจักรของภาระ (Frequency of Cyclic Load)	● โดยปกติความล้าจะเป็นสมบัติที่ขึ้นกับเวลา ทำให้ขึ้นกับความถี่ด้วย หากเป็นสถานการณ์ธรรมดาๆ ความถี่อาจจะไม่ส่งผลต่อความล้าอย่างมีนัยสำคัญเท่าใดนัก แต่ถ้าเป็นการรับภาระที่อยู่ภายใต้การกัดกร่อนหรืออยู่ในอุณหภูมิสูง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองกรณีในเวลาเดียวกัน ความถี่ของวัฏจักรของภาระจะส่งผลอย่างมากกับชิ้นงาน ทำให้ต้องเซ็ตค่า k_f น้อยกว่า 1 มากๆ ด้วย
ความเค้นตกค้าง (Residual Stresses): Shot peening, Hammering, and Cold rolling	● บางกรณีความเค้นตกค้าง อาจจะช่วยให้ขีดจำกัดความทนทานของ S_e วัสดุสูงขึ้น ทำให้สามารถทนต่อภาระพลวัตได้ยาวนานขึ้น แต่ในบางกรณีความเค้นตกค้างอาจจะทำให้ขีดจำกัดความทนทานของ S_e ของวัสดุลดลง เช่น นำชิ้นงานไปผ่านกระบวนการช็อตพีนนิ่ง, แฮมเมอร์ริ่ง หรือการรีดเย็น จากนั้นนำไปรับภาระแรงกดพลวัต จะช่วยให้สามารถทนต่อการรับภาระได้ยาวนานขึ้น กรณีเช่นนี้ต้องเซ็ตค่า $k_f > 1$ แต่เมื่อมีการนำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการข้างต้นไปรับภาระดึง ชิ้นงานจะทนต่อการรับภาระได้น้อยลงกรณีเช่นนี้ต้องเซ็ตค่า $k_f < 1$ แต่ไม่ว่าจะเป็นในทิศทางใด ความเค้นที่เกิดขึ้นจะต้องไม่เกินความต้านทานความล้าของวัสดุ ชิ้นงานจึงจะใช้งานได้ตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้



(a) ภาระกลับทิศสมบูรณ์ (Completely Reversed Load)

ข้อสังเกต

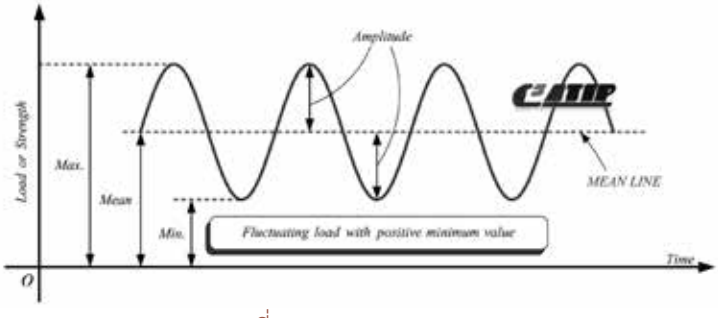
1. $\sigma_{\max}$ เป็นค่าบวก และ $\sigma_{\min}$ เป็นค่าลบ
2. $|\sigma_{\max}| = |\sigma_{\min}|$
3. $\sigma_a = \sigma_{\max}$ และ $\sigma_m = 0$
4. $\sigma_m + \sigma_a = \sigma_{\max}$



(b) ภาระทำซ้ำ (Repeated Load)

ข้อสังเกต

1. $\sigma_{\max}$ เป็นค่าบวก
2. $\sigma_{\min} = 0$
3. $\sigma_a = \sigma_m = \frac{1}{2}\sigma_{\max}$
4. $\sigma_m + \sigma_a = \sigma_{\max}$



(c) ภาระเปลี่ยนแปลง (Fluctuating Load)

ข้อสังเกต

1. $\sigma_{\max}$ เป็นค่าบวก และ $\sigma_{\min}$ เป็นค่าบวก
2. σ_a และ σ_m เป็นค่าบวก
3. $\sigma_m > \sigma_a$
4. $\sigma_m + \sigma_a = \sigma_{\max}$ และ $\sigma_{\min} + 2\sigma_a = \sigma_{\max}$

รูปที่ 4 **ภาระเป็นคาบ (Periodic Load)**

ตัวอย่างที่ 1

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอันหนึ่งทำจากเหล็กกล้า (Steel) S50C มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด S_{ut} = 620 MPa และมีค่าความต้านทานแรงดึงคราก S_{yt} = 340 MPa มีผิวสำเร็จจากการเจีย ต้องการนำชิ้นงานอันนี้ไปรับภาระพลวัต ที่มีจังหวะการทำงานเป็นวัฏจักร ณ อุณหภูมิ 350°C โดยที่รับความเค้นตามแนวแกน (Axial Stress) ที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ –150 MPa ถึง +150 MPa จงใช้ Goodman Theory ตรวจสอบความเสียหายของชิ้นส่วนนี้ ที่ความเชื่อมั่น 99% หากเกิดความเสียหายขึ้นจงทำนายอายุของชิ้นส่วนนี้ด้วย

วิธีทำ

- **คำนวณหาค่า S_{ut} และ S'_e**

ชิ้นงานมีการทำงานที่อุณหภูมิ 350°C จึงต้องเปิดตารางตัวประกอบของอุณหภูมิ ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมินี้ k_d = 0.943 ดังนั้นคำนวณหาสมบัติความต้านทานแรงได้ดังนี้

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (2) จะได้ว่า

$$S^*_{ut} = k_d S_{ut} = (0.943)(620) = 584.66 \text{ MPa}$$

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (3) จะได้ว่า

$$S^*_{yt} = k_d S_{yt} = (0.943)(340) = 320.62 \text{ MPa}$$

เมื่อเป็น Steel ที่ $S^*_{ut} \le 1400$ MPa จากสมการ (4) จะได้ว่า $S'_e = 0.5S^*_{ut} = 0.5(584.66) = 292.33$ MPa

By **KNP**

- **คำนวณหาค่า S_e ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด**

จากสมการ (1) $S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$ จะเห็นว่ามีตัวประกอบหลายตัว จึงต้องพิจารณาทีละส่วนดังนี้

1. ตัวประกอบของผิว : เมื่อผิวสำเร็จจากการเจีย $(a = 1.58, b = -0.085)$

$$k_a = a\left(S^*_{ut}\right)^b = 1.58(584.66)^{-0.085} = 0.919$$

2. ตัวประกอบของขนาด : โจทย์ไม่ได้ระบุขนาดของชิ้นงานมาให้ แต่เนื่องจากรับความเค้นตามแนวแกนดังรูปที่ 3 หรือสมการ (12) ดังนั้น $k_b = 1$ เสมอ

3. ตัวประกอบของภาระ : รับภาระตามแนวแกน จากสมการ (13) ดังนั้น $k_c = 0.85$

4. ตัวประกอบของอุณหภูมิ : ใช้ไปแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ให้เซ็ต $k_d = 1$

5. ตัวประกอบความเชื่อมั่น : ในที่นี้กำหนดไว้ที่ 99% ดังนั้น $k_e = 0.814$

6. ตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ : ในที่นี้โจทย์ไม่ได้กำหนดเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ มาให้ ดังนั้นให้เซ็ต $k_f = 1$

แทนค่าจะได้ว่า

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$
$$= (0.919)(1)(0.85)(1)(0.814)(1)(292.33)$$
$$S_e = 185.88 \text{ MPa}$$

- **คำนวณความเค้นส่วนแอมปลิจูดและความเค้นส่วนเฉลี่ย**

โจทย์กำหนดว่ารับความเค้นตามแนวแกน (Axial Stress) ที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ –150 MPa ถึง +150 MPa แสดงว่าความเค้นต่ำสุดเท่ากับ –150 MPa และความเค้นสูงสุดเท่ากับ +150 MPa จัดเป็นภาระแบบกลับทิศสมบูรณ์

ดังนั้นจะต้องคำนวณขนาดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและความเค้นส่วนแอมปลิจูดก่อนดังนี้

ความเค้นส่วนเฉลี่ย (Mean Stress) :

จากสมการ

$$(6)\quad \sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = \frac{150 + (-150)}{2} = 0 \text{ MPa}$$

ความเค้นส่วนแอมปลิจูด (Amplitude Stress) :

จากสมการ

$$(7)\quad \sigma_a = \left|\frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}\right| = \left|\frac{150 - (-150)}{2}\right| = 150 \text{ MPa}$$

- **ตรวจสอบการพังเสียหายของชิ้นส่วนในการรับภาระรอบแรกๆ ด้วย Langer Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S^*_{yt}} + \frac{\sigma_m}{S^*_{yt}} = \frac{1}{n_y} \quad \rightarrow \quad \frac{150}{320.62} + \frac{0}{320.62} = \frac{1}{n_y}$$

$$\rightarrow \quad n_y = 2.14$$

$n_y > 1$ ดังนั้นแสดงว่า ชิ้นส่วนนี้ยังไม่พังเสียหาย ในการรับภาระรอบแรกๆ (ที่ความเชื่อมั่น 99%)

- **ตรวจสอบการพังเสียหายเนื่องจากความล้าด้วย Goodman Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S^*_{ut}} = \frac{1}{n_f} \quad \rightarrow \quad \frac{150}{185.88} + \frac{0}{584.66} = \frac{1}{n_f}$$

$$\rightarrow \quad n_f = 1.24$$

$n_f > 1$ ดังนั้นแสดงว่า ชิ้นส่วนนี้ไม่พังเสียหายเนื่องจากความล้า (ที่ความเชื่อมั่น 99%)



รูปที่ 5

พื้นที่การทำนายตามทฤษฎีความเสียหายสำหรับตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 2

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอันหนึ่งทำจากเหล็กกล้า (Steel) S50C มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด S_{ut} = 620 MPa และมีค่าความต้านทานแรงดึงคราก S_{yt} = 340 MPa มีผิวสำเร็จจากการขัดมัน (Polished) ต้องการนำชิ้นงานอันนี้ไปรับภาระพลวัต ที่มีจังหวะการทำงานเป็นวัฏจักร ณ อุณหภูมิ 320°C โดยที่รับความเค้นตามแนวแกน (Axial Stress) ที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ 0 MPa ถึง +450 MPa จงใช้ Soderberg Theory ตรวจสอบความเสียหายของชิ้นส่วนนี้หากเกิดความเสียหายขึ้น จงทำนายอายุของชิ้นส่วนนี้ด้วย

วิธีทำ

- **คำนวณหาค่า S_{ut} และ S'_e**

ชิ้นงานมีการทำงานที่อุณหภูมิ 320°C จึงต้องเปิดตารางตัวประกอบของอุณหภูมิ ซึ่งพบว่าไม่มีค่าที่ต้องการในตาราง จึงต้องใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น ตามสมการ (14)

Temp (°C)	k_d	สมการสำหรับการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น
$t_1 = 300$	$k_{d1} = 0.975$	$k_{d,work} = k_{d1} + \left(\frac{k_{d2} - k_{d1}}{t_2 - t_1}\right)(t_{work} - t_1)$
$t_{work} = 320$	$k_{d,work} = ??$	แทนค่า $k_{d,work} = 0.975 + \left(\frac{0.943 - 0.975}{350 - 300}\right)(320 - 300) = 0.9622 \approx 0.96$
$t_2 = 350$	$k_{d2} = 0.943$	

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (2) จะได้ว่า

$S^*_{ut} = k_d S_{ut} = (0.96)(620) = 595.2$ MPa

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (3) จะได้ว่า

$S^*_{yt} = k_d S_{yt} = (0.96)(340) = 326.4$ MPa

เมื่อเป็น Steel ที่ $S^*_{ut} \le 1400$ MPa จากสมการ (4) จะได้ว่า $S'_e = 0.5S^*_{ut} = 0.5(595.2) = 297.6$ MPa

- **คำนวณหาค่า S_e ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด**

จากสมการ (1) $S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$ จะเห็นว่ามีตัวประกอบหลายตัว จึงต้องพิจารณาทีละส่วนดังนี้

1. ตัวประกอบของผิว : เมื่อผิวสำเร็จจากการขัดมัน ซึ่งถือว่าเป็นผิวสำเร็จที่ดีที่สุด ดังนั้น $k_a = 1$
2. ตัวประกอบของขนาด : ชิ้นงานรับความเค้นตามแนวแกน และจากรูปที่ 3 หรือสมการ (12) จะได้ว่า $k_b = 1$ เสมอ
3. ตัวประกอบของภาระ : รับภาระตามแนวแกน จากสมการ (13) ดังนั้น $k_c = 0.85$
4. ตัวประกอบของอุณหภูมิ : ใช้ไปแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ให้เซ็ต $k_d = 1$
5. ตัวประกอบความเชื่อมั่น : โจทย์ไม่ได้กำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นไว้ ดังนั้นใช้ค่า 50% ดังนั้น $k_e = 1$
6. ตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ : ในที่นี้โจทย์ไม่ได้กำหนดเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ มาให้ ดังนั้นให้เซ็ต $k_f = 1$

แทนค่าจะได้ว่า

$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e = (1)(1)(0.85)(1)(1)(1)(297.6)$

$= 252.96$ MPa

- **คำนวณความเค้นส่วนแอมปลิจูดและความเค้นส่วนเฉลี่ย**

โจทย์กำหนดว่ารับความเค้นตามแนวแกน (Axial Stress) ที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ 0 MPa ถึง +450 MPa แสดงว่าความเค้นต่ำสุดเท่ากับ 0 MPa และความเค้นสูงสุดเท่ากับ +450 MPa จัดเป็นภาระแบบทำซ้ำ

ดังนั้นจะต้องคำนวณขนาดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและความเค้นส่วนแอมปลิจูดก่อนดังนี้

ความเค้นส่วนเฉลี่ย (Mean Stress) :

จากสมการ

(6) $\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{450 + 0}{2} = 225$ MPa

ความเค้นส่วนแอมปลิจูด (Amplitude Stress) :

จากสมการ

(7) $\sigma_a = \left|\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}\right| = \left|\frac{450 - 0}{2}\right| = 225$ MPa

By **KNP**

- **ตรวจสอบการพังเสียหายของชิ้นส่วนในการรับภาระรอบแรกๆ ด้วย Langer Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S^*_{yt}}+\frac{\sigma_m}{S^*_{yt}}=\frac{1}{n_y} \quad \rightarrow \quad \frac{225}{326.4}+\frac{225}{326.4}=\frac{1}{n_y}$$

$$\rightarrow \quad n_y = 0.73$$

$n_y < 1$ ดังนั้นแสดงว่า ชิ้นส่วนนี้เกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ (ที่ความเชื่อมั่น 50%)

- **ตรวจสอบการพังเสียหายเนื่องจากความล้าด้วย Soderberg Theory**

เมื่อชิ้นงานพังเสียหายจากการรับภาระรอบแรกๆ แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องตรวจสอบความเสียหายเนื่องจากความล้าอีก

ตัวอย่างที่ 3

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอันหนึ่งทำจากเหล็กกล้า (Steel) S50C มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด S_{ut} = 620 MPa และมีค่าความต้านทานแรงดึงคราก S_{yt} = 340 MPa มีผิวสำเร็จจากการขัดมัน (Polished) ต้องการนำชิ้นงานอันนี้ไปรับภาระพลวัต ที่มีจังหวะการทำงานเป็นวัฏจักร ณ อุณหภูมิ 320°C โดยที่ต้องการให้ชิ้นงานนี้อายุประมาณ 400,000 รอบ ตามการทำนายของ Goodman Theory แล้วจึงเกิดการพังเสียหาย จงประเมินว่าถ้าชิ้นงานนี้รับภาระตามแนวแกนแบบเปลี่ยนแปลง (Fluctuating Axial Load) ซึ่งมีอัตราส่วนแอมปลิจูดเท่ากับ 7 จะสามารถรับความเค้นตามแนวแกนที่เปลี่ยนแปลงค่าในช่วงใด

วิธีทำ

- **คำนวณหาค่า S_{ut} และ S'_e**

ชิ้นงานมีการทำงานที่อุณหภูมิ 320°C จึงต้องเปิดตารางตัวประกอบของอุณหภูมิ ซึ่งพบว่าไม่มีค่าที่ต้องการในตาราง จึงต้องใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น ตามสมการ (14) ในที่นี้จะไม่แสดงการคำนวณซ้ำ เนื่องจากได้แสดงไว้ในตัวอย่างที่ 2 แล้ว ดังนั้น $k_{d,work} = k_d = 0.9622 \approx 0.96$

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (2) จะได้ว่า

$$S^*_{ut} = k_d S_{ut} = (0.96)(620) = 595.2 \text{ MPa}$$

ณ อุณหภูมิใช้งาน จากสมการ (3) จะได้ว่า

$$S^*_{yt} = k_d S_{yt} = (0.96)(340) = 326.4 \text{ MPa}$$

เมื่อเป็น Steel ที่ $S^*_{ut} \le 1400$ MPa จากสมการ (4) จะได้ว่า $S'_e = 0.5S^*_{ut} = 0.5(595.2) = 297.6$ MPa

- **คำนวณหาค่า S_e ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด**

จากสมการ (1) $S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$ จะเห็นว่ามีตัวประกอบหลายตัว จึงต้องพิจารณาทีละส่วน ซึ่งในที่นี้จะไม่แสดงการคำนวณซ้ำ เนื่องจากได้แสดงไว้ในตัวอย่างที่ 2 แล้ว

และเมื่อแทนค่าจะได้ว่า

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e = (1)(1)(0.85)(1)(1)(1)(297.6)$$

$$S_e = 252.96 \text{ MPa}$$

- อ่านค่า f จากกราฟ

จากรูปที่ 1 เมื่อ $S^*_{ut} = 595.2$ MPa อ่านค่า $f = 0.867$

- คำนวณค่า a และ b จะได้ว่า

$$a = \frac{\left(f \cdot S^*_{ut}\right)^2}{S_e} = \frac{(0.867 \times 595.2)^2}{252.96} = 1052.72$$

$$b = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{f \cdot S^*_{ut}}{S_e}\right) = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{0.867 \times 595.2}{252.96}\right)$$

$$b = -0.10321$$

(ใช้ทศนิยมอย่างน้อย 4 ถึง 5 ตำแหน่งสำหรับตัวแปร b)

- **คำนวณความต้านทานความล้าและความเค้นเทียบเท่า (σ_{rev})**

จากสมการ (10) เมื่อจัดรูปใหม่จะได้ว่า

$$N = \left(\frac{S_f}{a}\right)^{1/b} = \left(\frac{\sigma_{rev}}{a}\right)^{1/b} \rightarrow S_f = \sigma_{rev} = aN^b$$

เมื่อโจทย์กำหนดว่า ต้องการให้ชิ้นงานมีอายุประมาณ 400,000 รอบ ดังนั้นแสดงว่า $N = 400,000$ Cycles

แทนค่าในสมการข้างต้นจะได้ว่า

$$S_f = \sigma_{rev} = aN^b = 1052.72(400,000)^{-0.10321}$$

$$S_f = 278.05 \text{ MPa}$$

- **คำนวณความเค้นส่วนแอมปลิจูดและความเค้นส่วนเฉลี่ย**

โจทย์กำหนดว่าให้ใช้ Goodman Theory ทำนายความ

เสียหาย ซึ่งในที่นี้เป็นความเค้นแบบเปลี่ยนแปลง (Fluctuating Axial Load) ซึ่งมีอัตราส่วนแอมปลิจูดเท่ากับ 7 หมายถึง $\sigma_a/\sigma_m = 7$ ดังนั้น $\sigma_a = 7\sigma_m$

จากตารางที่ 1 จะได้ว่า

$$\frac{\sigma_a S_{ut}^*}{S_{ut}^* - \sigma_m} = \sigma_{rev}$$

$$\sigma_a S_{ut}^* = \sigma_{rev}\left(S_{ut}^* - \sigma_m\right)$$

$$\left(7\sigma_m\right)S_{ut}^* = \sigma_{rev}S_{ut}^* - \sigma_{rev}\sigma_m$$

$$\left(7\sigma_m\right)S_{ut}^* + \sigma_{rev}\sigma_m = \sigma_{rev}S_{ut}^*$$

$$\left(7S_{ut}^* + \sigma_{rev}\right)\sigma_m = \sigma_{rev}S_{ut}^*$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{rev}S_{ut}^*}{7S_{ut}^* + \sigma_{rev}}$$

แทนค่าจะได้

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{rev}S_{ut}^*}{7S_{ut}^* + \sigma_{rev}} = \frac{(278.05)(595.2)}{7(595.2) + 278.05} = 37.2 \text{ MPa}$$

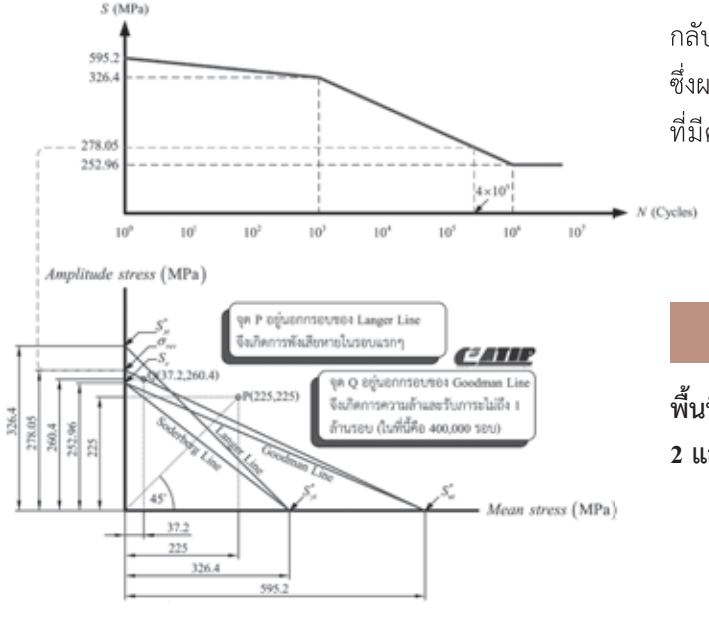
นั่นคือ $\sigma_a = 7\sigma_m = 7(37.2) = 260.4$ MPa

• คำนวณเปลี่ยนแปลงค่าของความเค้นตามแนวแกน (ในที่นี้เป็นแบบเปลี่ยนแปลง)

จากรูปที่ 4 จะได้ว่า

$\sigma_{\max} = \sigma_m + \sigma_a = 37.2 + 260.4 = 297.6$ MPa

$\sigma_{\min} = \sigma_{\max} - 2\sigma_a = 297.6 - 2(260.4) = -223.2$ MPa



รูปที่ 6

พื้นที่การทำนายตามทฤษฎีความเสียหาย สำหรับตัวอย่างที่ 2 และ 3

ดังนั้นหากต้องการให้ชิ้นส่วนนี้มีอายุประมาณ 400,000 รอบ ความเค้นตามแนวแกนจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าตั้งแต่ –223.2 MPa ถึง 297.6 MPa

หมายเหตุ หากสังเกตจะพบว่ามีข้อคิดสำหรับตัวอย่างข้างต้น ดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างที่ 1 ผมจงใจกำหนดโจทย์ให้เป็นภาระแบบกลับทิศสมบูรณ์ เมื่อพล็อตตำแหน่งพิกัดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและส่วนแอมปลิจูดลงในกราฟตามรูปที่ 5 จะพบว่าพิกัดดังกล่าวอยู่ในกรอบการทำนายด้วย Langer Theory แสดงว่า ไม่มีเกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ และจากกราฟตามรูปที่ 5 จะพบว่าพิกัดดังกล่าวก็อยู่ในกรอบการทำนายของ Goodman Theory ด้วย แสดงว่าไม่เกิดความล้าขึ้น

2. ตัวอย่างที่ 2 ผมจงใจกำหนดโจทย์ให้เป็นภาระแบบทำซ้ำ (ขนาดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและส่วนแอมปลิจูดมีค่าเท่ากัน Load Line จึงทำมุม 45° กับแกนนอน) เมื่อพล็อตตำแหน่งพิกัดของจุด P ตามรูปที่ 6 จะพบว่าจุด P อยู่นอกกรอบของทั้ง Langer Theory และ Soderberg Theory แสดงว่าเกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ

3. ตัวอย่างที่ 3 ผมจงใจกำหนดโจทย์ให้เป็นภาระแบบเปลี่ยนแปลง โดยบอกค่าทางอ้อมว่า “อัตราส่วนแอมปลิจูดเท่ากับ 7 หรือ $\sigma_a = 7\sigma_m$ ” เพื่อให้ท่านทดลองคำนวณย้อนกลับไปหาค่าของความเค้นต่ำสุดและสูงสุดว่ามีค่าเป็นเท่าใด ซึ่งผลลัพธ์จะได้ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของภาระแบบเปลี่ยนแปลงที่มีความเค้นสุดและสูงสุดมีเครื่องหมายต่างเครื่องหมาย

By **KNP**

และเป็นกรณีที่ Mean part เป็นบวก (ย้อนกลับไปอ่านตอนที่ 5) เมื่อพล็อตตำแหน่งพิกัดของจุด Q ตามรูปที่ 6 จะพบว่าจุด Q อยู่ในกรอบของ Langer Theory แสดงว่าไม่มีเกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ แต่จุด Q อยู่นอกกรอบของ Goodman Theory แสดงว่าเกิดการพังเสียหายก่อนที่จะรับภาระถึง 1 ล้านรอบ ซึ่งก็ตรงกับความต้องการของการออกแบบที่จะให้รับภาระถึงประมาณ 400,000 รอบแล้วจึงเกิดความล้าขึ้น

สำหรับตอนต่อไป จะเป็นการออกแบบชิ้นส่วนทางกลภายใต้การรับภาระพลวัตตอนสุดท้าย ซึ่งผมจะให้ข้อมูลเก็บตกส่วนอื่นๆ และจำเป็นต่อการทำนายอายุของแม่พิมพ์โปรด ติดตามอ่านกันต่อไปนะครับ

ก่อนจากกันฉบับนี้ ผมขอยกบทโศลกธรรมที่ผมเขียนไว้หน้าเฟซบุ๊กของผม เกี่ยวกับ “ชอบใจ-ไม่ชอบใจ” ดังนี้ว่า

> “
> ในแต่ละวัน คนเราจะมีสองอารมณ์ที่เกิดบ่อยที่สุดคือ
> อารมณ์ชอบใจและไม่ชอบใจ เป็นเช่นนี้เสมอ...
> จงหมั่นสังเกตและรู้เท่าทันมัน วันหนึ่งอาจจะชนะมันได้
> ”

เอกสารอ้างอิง:

[1] Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett, Shigley’s Mechanical Engineering Design. 10th ed., New York: McGraw-Hill, 2015.

[2] Robert C. Juvinall and Kurt M. Marshek, Fundamentals of Machine Component Design. 6th ed., Massachusetts: John Wiley & Sons, Inc., 2017.

[3] Steven R. Schmid, Bernard J. Hamrock, Bo. O. Jacobson, Fundamentals of Machine Elements. 3rd ed., Boca Raton: CRC Press, Inc., 2014.

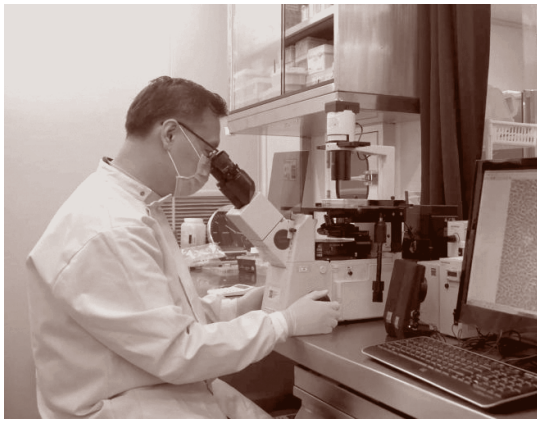
[4] Ansel C. Ugural, Mechanical Design of Machine Components. 2nd ed., Boca Raton: CRC Press, Inc., 2015.

[5] คันธพจน์ ศรีสถิตย์, “MKG: Minimum Knowledge Guarantee – MECH0332: Machine Design,” พิมพ์ครั้งที่ 2 เอกสารประกอบการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2558.

[6] คันธพจน์ ศรีสถิตย์, “การออกแบบเครื่องจักรกล,” พิมพ์ครั้งที่ 2 เอกสารประกอบการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2556.

โดย จ.จ้อ
the.jor@hotmail.com

วัคซีนโควิด-19 สัญชาติไทย ที่กำลังจะนำมาใช้จริง





สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่แพร่ระบาดไปทั่วโลกในปัจจุบันนี้ ทำให้เกิดผลกระทบอันร้ายแรงต่อชีวิตและเศรษฐกิจอย่างมากมาย แต่ในทางกลับกันก็ช่วยเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ เกิดขึ้นมาอย่างรวดเร็วด้วยเช่นกัน ในเวลานี้นวัตกรรมที่จำเป็นและเร่งด่วนที่สุดที่พวกเราทุกคนต้องการ คงเป็นวัคซีนที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อไวรัส COVID-19 ซึ่งวัคซีนที่น่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่ทั่วโลกยอมรับในตอนนี้คงไม่มีใครไม่รู้จักวัคซีน “ไฟเซอร์ (Pfizer)” และ “โมเดอร์นา (Moderna)” วัคซีนประเภท mRNA จากต่างประเทศที่กำลังเป็นที่ต้องการของคนไทยทุกคน แต่ทั่วโลกก็ต้องการด้วยเช่นกัน ทำให้กำลังการผลิตวัคซีนดังกล่าว ต้องต่อคิวสั่งซื้อและรอกันนานเลยทีเดียว ในการนี้ผู้เขียนจึงขอนำเสนอวัคซีนสัญชาติไทยดูกันบ้าง ซึ่งนักวิจัยไทยก็พยายามพัฒนาวัคซีนโควิดออกมาใช้ในยามจำเป็นและขาดแคลนด้วยเช่นกัน

ก่อนอื่นมาทำความรู้จักกับชนิดของวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 ในปัจจุบัน มี 4 ชนิดด้วยกัน ได้แก่

1. วัคซีนชนิดสารพันธุกรรม ได้แก่ เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) วัคซีนกลุ่มนี้ใช้เทคโนโลยีใหม่สังเคราะห์สารพันธุกรรมเอ็มอาร์เอ็นเอ (messenger RNA: mRNA) ที่เฉพาะเจาะจงกับเชื้อไวรัส วัคซีนจะทำหน้าที่พา mRNA เข้าเซลล์ และกำกับให้เซลล์ผลิตสารโปรตีนสไปค์ของเชื้อไวรัส ซึ่งโปรตีนนี้จะกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้สร้างแอนติบอดีขึ้นมาต่อต้านเชื้อ วัคซีนที่มีใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ วัคซีนของบริษัท Pfizer และ Moderna จากข้อมูลในปัจจุบันวัคซีนชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการป้องกันโรคได้ประมาณ 95% ป้องกันการป่วยรุนแรงและป้องกันการเสียชีวิตได้ 100% วัคซีนของบริษัท Pfizer ควรได้รับการฉีด 2 เข็มเข้ากล้ามเนื้อ ห่างกัน 3 สัปดาห์ ส่วนวัคซีนของบริษัท Moderna ควรได้รับการฉีด 2 เข็มเข้ากล้ามเนื้อ ห่างกัน 4 สัปดาห์

2. วัคซีนชนิดใช้ไวรัสเป็นพาหะ (Recombinant viral vector vaccine) วัคซีนกลุ่มนี้ใช้ไวรัสที่สามารถดัดแต่งพันธุกรรม เช่น ไวรัสอะดีโน (Adenovirus) โดยนำมาดัดแปลงพันธุกรรมให้ไม่สามารถแบ่งตัวได้ และใส่สารพันธุกรรมของไวรัสโรคโควิด-19 ติดไปด้วย เมื่อนำมาฉีดไวรัสพาหะเหล่านี้จะเลียนแบบการติดเชื้อตามธรรมชาติ โดยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

โดย จ.จ้อ
the.jor@hotmail.com

ทั้งระบบให้สร้างแอนติบอดีต่อไวรัสโรคโควิด-19 ตามสารพันธุกรรมที่ใส่เข้าไป อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะเป็นวัคซีนที่ไวรัสอะดีโนไม่แบ่งตัว แต่ยังจัดเป็นไวรัสที่มีชีวิตเมื่อเข้าสู่ร่างกาย จึงยังไม่แนะนำให้ใช้ในผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องอย่างมาก จนกว่าจะมีข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่านี้ ปัจจุบันวัคซีนชนิดนี้ที่ใช้กันแพร่หลายมี 4 แบรนด์ ได้แก่ ไวรัสอะดีโนของชิมแพนซี (Chimpanzee adenovirus) โดยบริษัท Astra Zeneca มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 70-80% ป้องกันการเสียชีวิตได้ 100%, ไวรัสอะดีโนของมนุษย์สายพันธุ์ 5 (Human adenovirus type 5) โดยบริษัท CanSinoBio มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 60%, ไวรัสอะดีโนของมนุษย์สายพันธุ์ 26 (Human adenovirus type 26) โดยบริษัท Johnson and Johnson มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 64-72% และไวรัสอะดีโนของมนุษย์สายพันธุ์ 5 และ 26 (Human adenovirus type 5 and 26) โดยบริษัท Gamaleya ของรัสเซีย มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 90%

3. วัคซีนที่ทำจากโปรตีนส่วนหนึ่งของเชื้อ (Protein subunit vaccine) วัคซีนที่ผลิตโดยเทคโนโลยีนี้ ทั่วโลกมีความคุ้นเคยมานาน เพราะใช้ในการผลิตวัคซีนหลายชนิด เช่น วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี เป็นต้น ผลิตโดยการสร้างโปรตีนของเชื้อไวรัส ด้วยระบบ cell culture, yeast, baculovirus เป็นต้น แล้วนำมาผสมกับสารกระตุ้นภูมิ เมื่อฉีดเข้าสู่ร่างกายจะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีต่อต้านโปรตีนสไปค์ของไวรัสโรคโควิด-19 วัคซีนที่มีใช้ในปัจจุบัน คือ วัคซีนแบรนด์ Novavax ซึ่งผลิตจาก baculovirus และใช้ Matrix M เป็นตัวกระตุ้นภูมิ มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 60-90% ป้องกันการเสียชีวิตได้ 100%

4. วัคซีนชนิดเชื้อตาย (Inactivated vaccine) วัคซีนกลุ่มนี้ผลิตโดยนำไวรัสโรคโควิด-19 มาเลี้ยงขยายจำนวนมาก และนำมาทำให้เชื้อตาย การฉีดวัคซีนจะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต่อไวรัสทุกส่วน เสมือนได้รับเชื้อไวรัสโดยตรงแต่ไม่ทำให้เกิดโรค เพราะเชื้อตายแล้ว เทคโนโลยีนี้เป็นวิธีที่ใช้กับวัคซีนตับอักเสบเอ โปลิโอชนิดฉีด จึงมีความคุ้นเคยในประสิทธิภาพและความปลอดภัยมานาน แต่เนื่องจากการเพาะเลี้ยงไวรัสต้องใช้ความระมัดระวังมาก ทำให้ผลิตได้ช้าและมีราคาแพง วัคซีนที่มีใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ วัคซีนของบริษัท Sinovac มีประสิทธิภาพป้องกันอาการประมาณ 50-70% ป้องกันการเสียชีวิตได้ 100%

ข้อมูลจากกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ระบุว่า ปัจจุบันไทยกำลังวิจัยและพัฒนาวัคซีนโควิดมากกว่า 20 ชนิด ในขณะที่มีวัคซีน 4 ชนิดที่การวิจัยและพัฒนาคืบหน้าจนสามารถผ่านการทดสอบในสัตว์ทดลอง และกำลังเริ่มทดสอบในมนุษย์แล้ว นับเป็นอีกหนึ่งความหวังในการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับคนไทยจากการแพร่ระบาดของโควิด เรามาทำความรู้จักกันว่ามีวัคซีนอะไรบ้าง

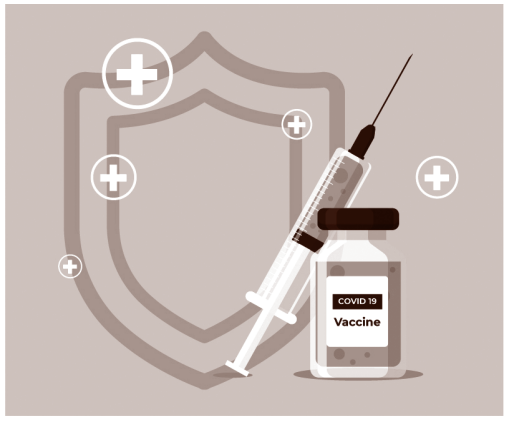
1. วัคซีน ChulaCov19

- ชนิดวัคซีน : ประเภท mRNA

- ผู้พัฒนาวัคซีน : ศูนย์วิจัยวัคซีน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับแพทย์ นักวิทยาศาสตร์ ผู้คิดค้นเทคโนโลยีนี้ของโลกคือ Prof. Drew Weissman

- การทดลองที่ผ่านมา : ทดสอบทางคลินิกระยะที่ 1 ให้กับอาสาสมัครเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2564 จำนวน 72 คน และจะเข้าสู่การทดสอบระยะที่ 2 จำนวน 150-300 คน คาดว่าเริ่มต้นฉีดเดือนสิงหาคม 2564 เป็นต้นไป

- จุดเด่น : ChulaCov19 : มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวัคซีน Pfizer แต่มีความทนต่ออุณหภูมิของวัคซีน ทำให้การจัดเก็บรักษาง่ายกว่าวัคซีนโควิด-19 ชนิด mRNA ยี่ห้ออื่น



โดย จ.จ้อ
the.jor@hotmail.com

2. วัคซีนจากใบยา

- ชนิดวัคซีน : ประเภทโปรตีนจากใบยา เทคโนโลยีการผลิตโมเลกุลโปรตีนจากพืช เพื่อใช้เป็นยาโมโนโคลนอลแอนติบอดี (monoclonal antibody = โปรตีนที่สามารถเป็นชีววัตถุเพื่อการรักษาโรคได้) เป็นเทคโนโลยีที่มีมากว่า 15 ปี เคยใช้รักษาโรคอีโบล่า

- ผู้พัฒนาวัคซีน : บริษัท ใบยาไฟโตฟาร์ม จำกัด, คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

- การทดลองที่ผ่านมา : ทดสอบกับมนุษย์จำนวน 50 คน ในเดือนสิงหาคม 2564 ที่ผ่านมา คาดว่าวัคซีนใบยาจะพร้อมฉีดให้คนไทยช่วงกลางปี 2565 ในราคาต้นทุนโดสละ 300-500 บาท

- จุดเด่น : วัคซีนมีส่วนประกอบที่เป็นโปรตีนจากพืช มีความปลอดภัย เหมาะกับการผลิตวัคซีนที่เชื้อไวรัสมีสายพันธุ์ใหม่ๆ ออกมาตลอด ไม่ต้องเสียเวลานำเข้าวัคซีนเฉพาะบางสายพันธุ์จากต่างประเทศ

3. วัคซีน HXP-GPOVac

- ชนิดวัคซีน : ประเภทเชื้อตาย

- ผู้พัฒนาวัคซีน : คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับองค์การเภสัชกรรม สถาบัน PATH และ The University of Texas at Austin

- การทดลองที่ผ่านมา : ทดสอบระยะที่ 2 กับอาสาสมัครจำนวน 250 คน ในเดือนสิงหาคม 2564 ที่ผ่านมา และเลือก 1 สูตรที่ดีที่สุดเพื่อทดลองในระยะที่ 3 กับอาสาสมัคร 1,000 - 10,000 คน โดยวัคซีนที่ผ่านการวิจัยในมนุษย์ทั้ง 3 ระยะแล้ว จะถูกนำไปขึ้นทะเบียนกับองค์การอาหารและยา เพื่อเริ่มการผลิตต่อไป

- จุดเด่น : ผลิตจากเทคโนโลยีไข่ไก่ฟักเช่นเดียวกับวัคซีนไข้หวัดใหญ่ มีความปลอดภัยสูง กระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ดี

4. วัคซีนแบบพ่นจมูก

- ชนิดวัคซีน : ประเภทใช้ไวรัสเป็นพาหะ

- ผู้พัฒนาวัคซีน : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

- การทดลองที่ผ่านมา : เริ่มทดสอบในมนุษย์เฟสแรก ปลายปี 2564 และต่อเนื่องเฟส 2 ในเดือนมีนาคม 2565 หากได้ผลดีจะสามารถผลิตใช้ได้ประมาณกลางปี 2565

- จุดเด่น : เป็นการพ่นเข้าจมูกผ่านละอองฝอยสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันทั้งในรูปแบบแอนติบอดี และ T cell ได้สูง เช่นเดียวกับวัคซีนแบบฉีด

คาดว่าตั้งแต่กลางปี 2565 เป็นต้นไป ‘วัคซีน’ จากนักวิจัยไทย จะทยอยออกมา สิ่งหนึ่งที่พวกเขาพยายามทำก็คือ วัคซีนต้องมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดี ไม่แพ้วัคซีนต่างชาติ



แหล่งอ้างอิง :

1. วัคซีนโควิด-19 มีกี่ชนิด อะไรบ้าง?
เข้าถึงจากเว็บ https://www.synphaet.co.th/blog/

2. ‘วัคซีน’สัญชาติไทยแบรนด์ไหน กำลังจะเข้าเส้นชัย
เข้าถึงจาก https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/953321

ปฏิทินกิจกรรม ปี พ.ศ. 2564–2565 (2021–2022)

กิจกรรมในประเทศ		
2-4 พฤศจิกายน 2564	**TILOG – LOGISTIX 2021** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.tilog-logistix.com
17-20 พฤศจิกายน 2564	**METALEX 2021** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.metalex.co.th
9-12 กุมภาพันธ์ 2565	**T-PLAS 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.tplas.com
18-21 พฤษภาคม 2565	**INTERMACH & MTA Asia 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.intermachshow.com
15-18 มิถุนายน 2565	**ProPak Asia** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.propakasia.com
22-25 มิถุนายน 2565	**Intermold Thailand 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.intermoldthailand.com
22-25 มิถุนายน 2565	**Interplas Thailand 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.interplasthailand.com
22-25 มิถุนายน 2565	**Assembly & Automation Technology 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.assemblytechexpo.com
22-25 มิถุนายน 2565	**Automotive Manufacturing 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.automanexpo.com
22-25 มิถุนายน 2565	**Manufacturing Expo 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.manufacturing-expo.com

กิจกรรมต่างประเทศ		
20 - 22 April 2022	**MEDTEC JAPAN** Tokyo International Exhibition Center (Tokyo Big Sight)	www.medtecjapan.com
20 - 23 April 2022	**INTERMOLD Osaka 2022** INTEX OSAKA Japan	www.intermold.jp
25 - 28 April 2022	**CHINAPLAS 2022** National Exhibition and Convention Center Shanghai China	www.chinaplasonline.com
25 - 29 April 2022	**HANNOVER MESSE** Deutsche Messe AG, Hanover, Germany	www.hannovermesse.de
6 - 9 July 2022	**INTERMOLD Nagoya 2022** Portmesse Nagoya	www.intermold.jp
19 - 26 October 2022	**K 2022** Messe Düsseldorf GmbH, Messeplatz, Stockumer Kirchstrasse 61, 40474 Düsseldorf, Germany	www.k-online.com
26 – 28 October 2022	**International Metal Technology Indonesia** Jakarta International Expo, Indonesia	www.imt-indonesia.com
8 - 13 November 2022	**JIMTOF 2022** Tokyo International Exhibition Center (Tokyo Big Sight)	www.jimtof.org



Defining the Art of Precision Mold Making

- Higher Accuracy
- Superior Surface
- Shorter Cycle time



F5
Vertical Machine



EDAF3
Sinker EDM





U3
Wire EDM



Makino (Thailand) Co., Ltd.

+66 (0)2 017-0123

www.makino.com.sg

1555 Pattanakarn Road, Suanluang
Suanluang, Bangkok, 10250

Follow Us

MAKINO
Promise of Performance

22 - 25 JUNE 2022

(WED - SAT)

10.00-18.00 hrs.

BITEC, BANGKOK



MANUFACTURING:
THE NEXT CHAPTER

ASEAN's Most Comprehensive Exhibition on Mold & Mold Components Making Technology – 28th Edition

InterMold Thailand 2022

A part of: MANUFACTURING EXPO 2022

Co-located with: NEPCON Thailand 2022, FAC TECH 2022, NEW Featuring: rex ASEAN ROBOMATION EXPO 2022

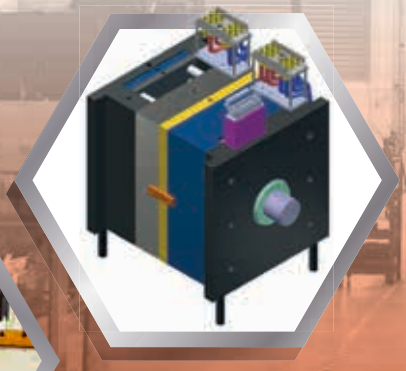
Organized by: Reed Tradex

Exhibit space is open for reservation. +66 2686 7299 intermold@reedtradex.co.th intermoldthailandpage www.intermoldthailand.com

www.thaimoldanddie.co.th

บริษัท ไทย โมลด์ แอนด์ ดาย จำกัด
THAI MOLD AND DIE CO., LTD.

ONE STOP SERVICE







Specialist for
Injection Plastic Mold
Die Casting Mold
Everything can do it...









Quality Standard Certification



- ISO9001/2015 Certified by URS
- Mold Factory Standard
  Certified by Thai-German Institute

664/1 หมู่ 9 ซอยแบริ่ง 66/12 ตำบลสำโรงเหนือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10270

097-040-5489 / 02-101-2318 02-101-2319

Thaimoldanddie@gmail.com / info@thaimoldanddie.co.th

กิจกรรม TDIA ROAD SHOW





วัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ
ด้านแม่พิมพ์ และการจัดซื้อจัดจ้าง
ขยายลู่ทางด้านการตลาดให้แก่สมาชิกสมาคมฯ

เปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ และผู้ใช้แม่พิมพ์
ได้พบปะแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และข้อคิดเห็นระหว่างกัน









ค่าใช้จ่ายร่วมออกบูธ

พิเศษ

ราคาสมาชิกสมาคมฯ
6,420 บาท
ราคาทั่วไป
10,700 บาท

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมที่ : สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

โทรศัพท์ : 0-2712-4519 (คุณศุวราภรณ์) | อีเมล : tdia.su@hotmail.com

Facebook Fanpage : TDIA สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

LINE@ : @TDIA

www.tdia.or.th

YouTube : TDIA Channel

SUBSCRIBE

โดย UKOFSET @ Siam Elmatech

หัวข้อสำคัญอย่างน้อยที่ควรมี ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE) เครื่อง CNC Machining Center



1. การทำความสะอาดภายในตู้คอนโทรล และแผ่นกรองอากาศภายในตู้คอนโทรล (Cleaning inside the control cabinet and air filter pads)

ภายในตู้คอนโทรลของ CNC Machining Center ส่วนใหญ่จะถูกออกแบบให้มีช่องเปิดออกสู่ภายนอกน้อยมาก แต่ก็ไม่ใช่เครื่องทุกยี่ห้อ ทุกรุ่นจะออกแบบให้ไม่มีช่องมีรูเสมอไป อาจมีฝุ่น มีละอองน้ำมัน เล็ดรอดเข้าไปทำให้เกิดความสกปรกได้ ซึ่งถ้ามีช่องมีรูมักจะมีโอกาสที่จะมีหนูเข้าไปอาศัย และกัดสายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสถานที่นั้น มีการนำอาหารเอาไปเก็บ หรือแม้แต่ไปรับประทานใกล้ๆ กับเครื่อง หรือภายในบริเวณห้องที่เครื่องจักรติดตั้งอยู่

ในตู้คอนโทรลมักจะพบว่ามี Servo Drive unit (สำหรับขับแกน) มี IO unit มี Magnetic Contactor มี Power Supply AC-DC (สำหรับ Servo Drive) และ Inverter (ที่เป็น Driver ให้กับ Spindle) และอุปกรณ์อื่นๆอีกพอสมควร (โดย CNC Control บางยี่ห้อ อาจบรรจุ CNC Control Unit อยู่ในตู้คอนโทรลนี้เลยด้วยซ้ำ (ส่วนใหญ่เป็นยี่ห้อจากทางยุโรป) แต่ถ้าเป็น Control ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน CNC Control Unit มักจะอยู่ในห้องหลังจอภาพ)



ภาพตัวอย่าง ภายในตู้คอนโทรลของ CNC Machining Center (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

อุปกรณ์หลักๆ ทุกชิ้น ส่วนใหญ่จะมี Heat Sink หรือก้อนอลูมิเนียมที่มีครีบระบายความร้อน เนื่องจากมีความร้อนสะสมเกิดขึ้นในตัวเองเมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นถูกใช้งาน มีพัดลมที่ติดตั้งอยู่ พัดลมให้ไปในทิศทางด้านบน (เป็นส่วนใหญ่) ความสกปรกทำให้เกิดการสะสมของความร้อนได้ เมื่อความร้อนเกินจุดที่กำหนด อาจทำให้การทำงานผิดพลาด อาจเป็นเรื่องเล็กๆ น้อยๆ ไปจนถึงการเสียหายของอุปกรณ์ ลามไปถึงอุปกรณ์หลักๆ ของเครื่องนั้นๆ เสียหาย ใช้งานไม่ได้ ได้เช่นกัน

ส่วนเรื่องของการทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศที่มีอยู่ในตู้คอนโทรล ก็เพื่อให้การระบายความร้อนเป็นไปได้ตามประสิทธิภาพของการระบายความร้อนที่ผู้ผลิตเครื่องออกแบบไว้นั่นเอง

โดย UKOFSET @ Siam Elmatech



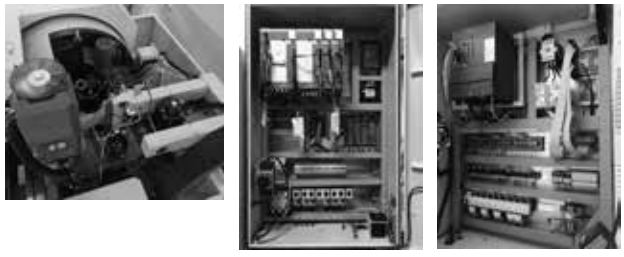
ภาพการทำความสะอาด และแผ่นกรองอากาศที่มีอยู่ในตู้คอนโทรล (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

2. ตรวจสอบ และทำความสะอาด และขันกวด ขั้วต่อ และการยึดข้อต่อของสายไฟและจุดต่อสายไฟ ทั้งหมดของเครื่อง (Check, clean and tighten whole electrical connectors, contacts, cables connections)

เมื่อเครื่องถูกใช้งานไปในระยะเวลาหนึ่ง นานแค่ไหนแล้วแต่สถานที่ และลักษณะการใช้งาน เนื่องจากการสะเทือนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการกัดงานในความหนักเบาที่ต่างกัน โครงสร้างพื้นที่จัดวางของสถานที่ติดตั้งเครื่องต่างกัน การสั่นสะเทือนอาจทำให้การขันยึด เสียบสอดเข้าหากันหลวมคลอนได้ จึงต้องทำการขันกวด ดึงออกทดลองเสียบใหม่ให้มั่นใจว่าแน่นดี เมื่อถอดคลายออกแล้วก่อนเสียบกลับก็ควรทำความสะอาด อาจขัดด้วยกระดาษทรายละเอียด ขูดผิวหน้าสัมผัสให้คราบออกไซด์ที่เคลือบหน้าสัมผัสหลุดออก เกิดการสัมผัสที่สมบูรณ์เมื่อเสียบกลับไป กรณีบางกรณีอาจต้องช่วยให้การหนีบจับระหว่างแผ่นเสียบกับร่องที่ใช้เสียบแน่นขึ้นด้วย เช่นการเสียบแผงของ ISA BUS ที่ใช้เป็น Mother Board ของ CNC Control Unit บางยี่ห้อ (ส่วนใหญ่เป็น PC Based Control CNC)

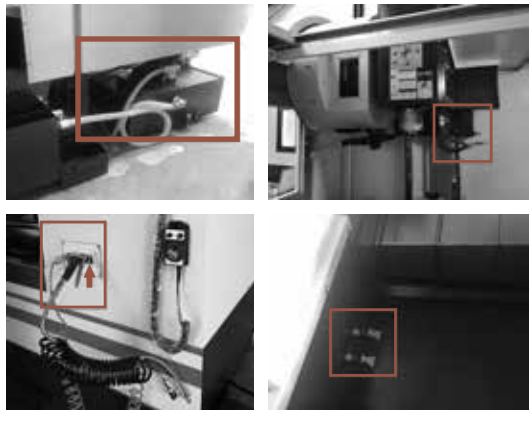
3. ตรวจสอบ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั๊มน้ำไล่เศษ และแก้ไขหากมีความผิดปกติ (Check, efficiency correction for coolant pump and flushing)

หลายครั้งที่พบว่าการด้อยประสิทธิภาพลงของการฉีดไล่เศษทำให้ผิวของงานกัดในห้วงเวลากัดงานละเอียดที่ต้องการผิวเป็นสำคัญ และหรือในห้วงเวลาการเจาะลึก การกัดหนักเพื่อเอาเนื้อก้อนงานที่ไม่ต้องการออกให้เร็วที่สุด “ทำได้ไม่ดี” เพราะประสิทธิภาพของระบบน้ำฉีดไล่เศษไม่เต็มตามที่ผู้ผลิตเครื่องออกแบบไว้



ภาพการทำความสะอาด และขันกวด ขั้วต่อ และการยึดข้อต่อของสายไฟและจุดต่อสายไฟ ทั้งหมดของเครื่อง (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเราจะสามารถทำให้ได้เห็นและแก้ไขประสิทธิภาพของระบบปั๊มน้ำไล่เศษดีขึ้นได้ โดยจะส่งผลให้เครื่องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดหลังจากทำการบำรุงรักษานั่นเอง



ภาพการตรวจสอบ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบปั๊มน้ำไล่เศษ (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

4. ตรวจสอบประสิทธิภาพ และแก้ไขหากพบความผิดปกติให้แก่ ชุดทำความเย็นให้กับสปินเดิล (Check efficiency correction for a spindle cooling unit)

ปกติแล้วถ้าเครื่องมีรอบสปินเดิลไม่สูงมาก ในสมัยก่อนมีเครื่องที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที ในตลาดพอสมควร เครื่องอาจไม่จำเป็นต้องมีชุดทำความเย็นให้กับสปินเดิล จากนั้นพอทันสมัยขึ้นมาหน่อย และเครื่อง CNC Machining Center แพร่หลายขึ้น และมาพร้อมกับสปินเดิลที่มีความเร็วรอบสูงขึ้น เราจะเห็นว่าส่วนใหญ่จะมีชุดทำความเย็นติดมาด้วย สมัยก่อนมีบางรุ่นบางยี่ห้อ ชุดทำความเย็นจะมีถังน้ำมันต่อเชื่อมกับน้ำมัน

โดย UKOFSET @ Siam Elmatech

ในห้องที่ล้อมรอบตัวสปินเดิล มีปั๊มน้ำมันทำให้น้ำมันไหลวนระหว่างแผงแลกเปลี่ยนความร้อนในส่วนชุดแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับสปินเดิลของเครื่อง CNC Machining Center ที่มีมาให้พร้อมเครื่องนั้นจะเป็นแค่เพียงระบายความร้อนด้วยอากาศเท่านั้นไม่ใช่แบบ “ตู้เย็น” เหมือนสมัยนี้ ถ้าอากาศรอบๆ เครื่องร้อน น้ำมันที่หมุนวนไปสู่สปินเดิลก็จะร้อนขึ้นไปด้วย เพราะอย่างไรมันก็จะร้อนกว่าอุณหภูมิรอบๆเครื่องอยู่แล้ว ประสิทธิภาพของมันจะไม่สามารถช่วยให้สปินเดิลเย็นลงสูงสุดได้เหมือนในปัจจุบัน สิ่งที่ต้องสนใจในการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องที่มีระบบแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้คือ ทำความสะอาดให้กับแผงแลกเปลี่ยนความร้อน เช็คมอเตอร์ปั๊มน้ำมัน และตัวกรองผงของน้ำมันที่ไหลวนในระบบ รวมทั้งพัดลมที่เป็นตัวพัดให้อากาศผ่านแผงระบายความร้อน เพื่อไม่ให้ระบบการไหลวนผิดปกติ และความร้อนสามารถถ่ายเทออกไปสู่อากาศได้ดีที่สุด

เครื่อง CNC Machining Center ในปัจจุบันที่ซื้อขายในท้องตลาด ส่วนใหญ่แล้วจะมี Spindle Cooling Unit แบบ Refrigerator หรือเครื่องทำความเย็น ทำความเย็นให้กับน้ำมันที่ปั๊มให้หมุนวนขึ้นไปที่ห้องรอบๆ สปินเดิลเพื่อดึงความร้อนเกิดจากการหมุนสปินเดิลออกไม่ให้ลูกปืนขยายตัวเพราะอุณหภูมิสูงขึ้นจนแน่นคับรางแล้วแตกเสียหาย เราสามารถตั้งค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำมันที่ต้องถูกทำให้เย็นกับอุณหภูมิรอบข้างได้ว่าจะให้เย็นกว่า หรือเท่ากัน ด้วยการตั้งค่าแตกต่างว่า จะสักกี่องศาได้เลย ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว นิยมตั้งความแตกต่างเป็น ศูนย์ หรือ -1 ไปจนถึง -3 องศา ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่ เพราะระยะทางของ Spindle Cooling Unit อาจไกลกับสปินเดิลมากสักหน่อย น้ำมันที่เย็นตอนถูกปั๊มออกจากเครื่องทำความเย็นอาจอุ่นขึ้นตั้งแต่ก่อนถึงสปินเดิลก็ได้ จึงตั้งไว้ติดลบมากสักหน่อย (ต้องดูด้วยว่า ถ้าตั้งอุณหภูมิไว้ต่ำไปตอนปิดเครื่อง หากอากาศชื้น จะทำให้เกิดหยดน้ำในส่วนของลูกปืนได้ สนิมจะเกิดขึ้น และทำให้ลูกปืนแตกได้เช่นกัน) ซึ่งการดูแลรักษาเชิงป้องกันบนเครื่องทำความเย็นแบบนี้ต้องดูที่ประสิทธิภาพพัดลมระบายอากาศ ทำความสะอาดแผ่นกรองที่ระบายความร้อนแก่คอยล์ร้อนของเครื่องทำความเย็น ตรวจสอบระดับน้ำมันไหลวน และเติมหากพร่องไป ตรวจสอบความแรงของปั๊มน้ำมัน และระบบตรวจสอบการปั๊มน้ำมัน เช่น เซ็นเซอร์แรงดันน้ำมันที่อยู่หลังเช็ควาล์วในวงจรน้ำมัน บางครั้งน้ำมันเก่าจนหนืด หรือเคยเติมน้ำมันผิดเบอร์ไว้ จะทำให้การตัดการทำงานและแจ้งเตือนของการขาดน้ำมันในระบบผิดไปได้

ลูกปืนสปินเดิลแตก และสปินเดิลล็อคนั้นไม่ได้เกิดมาจากการชนอย่างรุนแรงเสมอไป อาจค่อยๆ เกิดขึ้นจากการที่ประสิทธิภาพของการทำการระบายความร้อนลดลงก็ได้ การทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างสม่ำเสมอจึงช่วยให้สามารถพบและแก้ปัญหาที่ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่ม มีการหยุดงานเครื่องโดยไม่ได้กำหนดแผนไว้ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยลงไปด้วยเช่นกัน



ภาพชุดทำความเย็นให้กับสปินเดิล (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

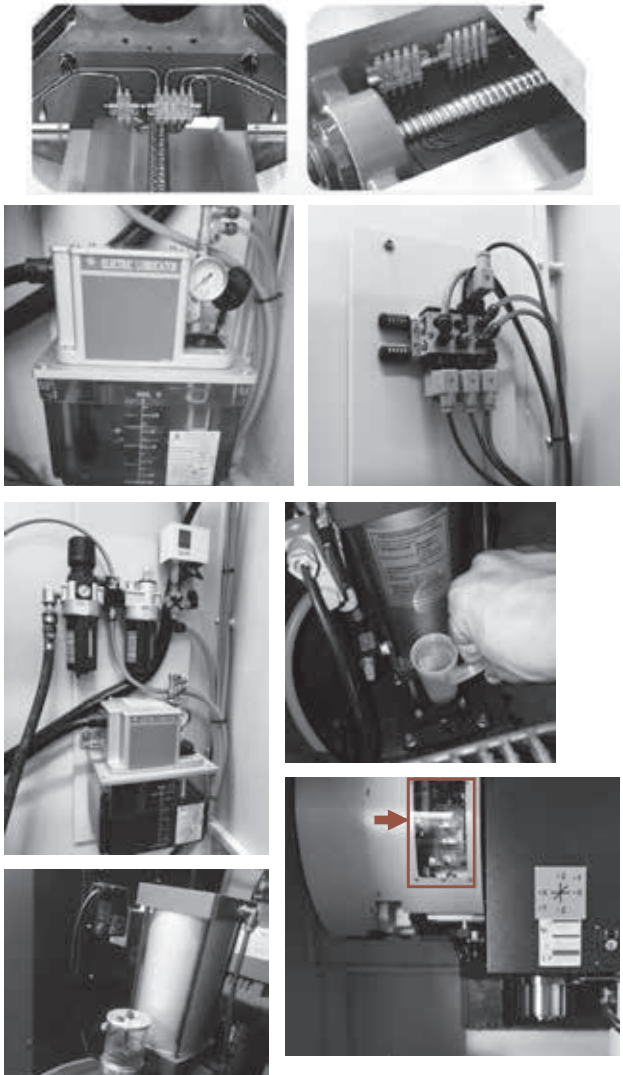
5. ตรวจสอบ ประสิทธิภาพ และระบบหล่อลื่นชิ้นส่วนทางกลของการเลื่อนแกน จนถึงระบบลมของระบบเปลี่ยนทูลส์อัตโนมัติ (Check, efficiency correction of ATC Operation, it’s lubrication Mechanism and Air system Operation of ATC)

ในเครื่อง CNC Machining Center มักมีอุปกรณ์เปลี่ยนทูลส์อัตโนมัติติดมาด้วย ทั้งที่ในงานแล้วจะได้ใช้หรือไม่ได้ใช้ก็ตาม ระบบนี้มักพบเห็นเป็นสองแบบ คือ แบบ ไม่มีแขวนเหวี่ยงหน้าตาเหมือนร่ม แขวนทูลส์ในแนวดิ่ง กับอีกแบบเป็นแบบมีแขนเหวี่ยง จึงเรียก Arm Type ATC (จริงๆ แล้วมีแบบอื่นๆ อีก เช่น แบบลิเนียร์ วางบนโต๊ะ เรียงกัน)

โดยแบบ Arm Type จะเก็บทูลส์ในแนวนอน ส่วนใหญ่ชื่อเรียกก็มาจากหน้าตาที่เห็นว่าจะมองเป็นร่ม หรือมีแขนเหวี่ยงหรือวางในแนวตรง แต่โดยรวมๆ แล้ว ตรง ATC Unit จะมีกระบอกลม มีมอเตอร์ มีเซ็นเซอร์ 2 ตัว (แบบร่ม) ถึงหลายตัว (ในแบบ Arm Type หรือมีแขนเหวี่ยง)

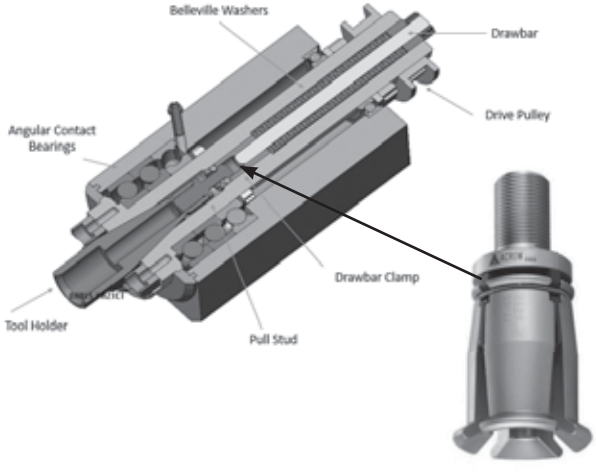
โดย UKOFSET @ Siam Elmatech

แล้วก็มีแกนเพลาเกลียวเพื่อให้มอเตอร์หมุนแขนเข้าจับทูลส์ ทั้งที่กำลังไปใช้และทั้งที่จะเก็บเข้าที่ให้ทำงาน การทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในส่วนนี้ ก็จะดูเรื่องสายลม ข้อต่อลม การหล่อลื่น และความสะอาดของตัวตรวจจับตำแหน่ง หรือเซ็นเซอร์ซึ่งมักจะใช้ Proximity Switch เป็นสำคัญ



ภาพระบบหล่อลื่น จนถึงระบบลมของระบบเปลี่ยนทูลส์อัตโนมัติ (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

อีกส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนทูลส์อัตโนมัติ คือ ลูกสูบและกระบอกสูบ ที่ทำงานร่วมกันระหว่างลมกับน้ำมันที่อยู่ในแกนกลางของสปินเดิล เพื่อดันให้ Collet เลื่อนลงมาในช่อง Taper ของสปินเดิล แล้วอ้าออกเพื่อจับดึง หรือปล่อย Pull Stud ที่ติดอยู่ที่ด้านบนของอาร์เบอร์ตอนมีทูลส์มาส่งหรือมีการมารับทูลส์กลับไปเก็บ ในส่วนนี้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็ต้องดูเรื่องน้ำมัน เรื่องการรั่วของลมผ่านซีลในลูกสูบที่กั้นน้ำมันกับลมเพื่อประเมินสภาพซีลว่าควรเปลี่ยนหรือไม่ ดูเรื่องน้ำในระบบลมว่า มีมากเกินไปหรือไม่เพื่อรายงานเจ้าของเครื่องทราบ



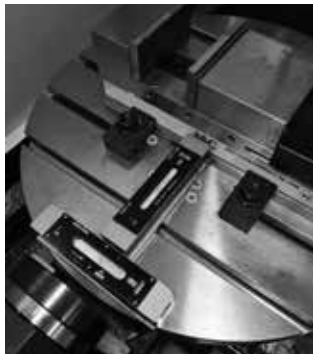
ภาพภายในของสปินเดิลที่มองเห็น Collet ที่ใช้จับ Arbor ภายใน (ที่มา: https://www.cnccookbook.com/cnc-spindle-mill)



ภาพ Arbor with Pull Stud (ที่มา: https://imall.com/product/BT30-CNC-Tool-Holder)

โดย UKOFSET @ Siam Elmatech

6. ทำการตั้งระดับเครื่องใหม่ (Leveling adjustment)

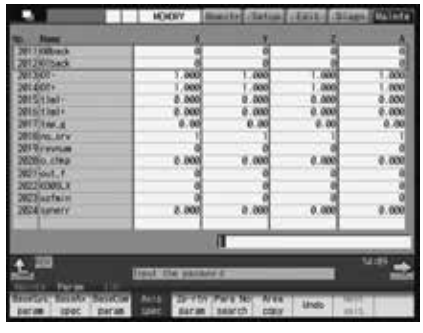
ภาพการตั้งระดับเครื่องจักร (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

7. ทำการตรวจวัด และแก้ไขค่าคลาดเคลื่อนเมื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแกน โดยแก้ไขที่พารามิเตอร์ของเครื่อง (Check and correct the backlash for all axes into the Machine parameters)

สำหรับเครื่องจักรที่ใช้มอเตอร์ขับแกนผ่านสกรูแล้วอย่างไรก็ต้องมีค่าคาดเคลื่อนที่เกิดจากช่องว่างที่ต้องมีระหว่างสองส่วนของตัวดัน และตัวถูกดัน ไม่ว่าจะเป็นมีหรือไม่มีลูกปืน (Lead Screw หรือ Ball Screw) แต่เครื่องที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมปัจจุบันใช้บอลสกรูที่ช่องวางระหว่างตัวดันและตัวถูกดันจะมีขนาดที่ตายตัวมากกว่า เราจึงสามารถชดเชยได้ในพารามิเตอร์ที่ CNC Control นั้นๆ ให้มาได้ถูกต้องและแม่นยำกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้งานเครื่องผ่านไปพอสมควร เราควรตรวจวัดและแก้ไข เพื่อให้เครื่องทำงานได้อย่างถูกต้องคงสภาพเหมือนตอนเครื่องยังใหม่อยู่ อาจทำเมื่อพบว่าการกัดงานไม่ได้ตามขนาดหรือไม่กลมเมื่อกัดงานกลม ขนาดของด้านที่กัดเหลี่ยมได้ไม่เหลี่ยมหรือผิดเพี้ยนไปจากความประสงค์ของโปรแกรมที่เขียน หรือทำทุกครั้งเมื่อมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ส่วนวิธีทำนั้นขอไม่กล่าวในที่นี้เนื่องจากเป็นเรื่องของผู้ปฏิบัติการของผู้ให้บริการ หรือของเจ้าหน้าที่ๆ ได้รับมอบหมายให้ ต้องทำได้อยู่แล้ว





ภาพการตรวจวัดและแก้ไขค่า คลาดเคลื่อนเมื่อเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของแกน (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

8. ตรวจสอบและแก้ไขการเคลื่อนที่ทางกลของชิ้นส่วนต่างๆ และความถูกต้องระบบป้อนกลับตำแหน่ง (Check and correct whole moving parts mechanicals and positioning feedback encoder)

ทำการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ แบบวงกลม แบบเหลี่ยม เพื่อดูความฉากของการเลื่อนแกนในแบบเชิงเส้น X Y Z และตรวจสอบพร้อมทำความสะอาดอุปกรณ์เชื่อมต่อการขับแกน ระหว่างเพลามอเตอร์ กับเพลาของบอลสกรูในแต่ละแกน และดูว่าได้ขนาดตำแหน่งถูกต้อง รวมถึงตรวจดูสภาพการต่อของสายสัญญาณป้อนกลับตำแหน่ง หรือ Encoder





ภาพตัวอย่าง ทำการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม แบบเหลี่ยม (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

โดย UKOFSET @ Siam Elmatech



ภาพการตรวจสอบพร้อมทำความสะอาดอุปกรณ์เชื่อมต่อการขับแกน ระหว่างเพลามอเตอร์ กับเพลาของบอลสกรูในแต่ละแกน (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

9. ตรวจสอบและปรับแต่งค่าการเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง และกลับเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง แล้วทำการชดเชย ในพารามิเตอร์ของ Controller รวมทั้งทำการดึงบอลสกรูให้ตรง (Check and correct of Position and repeatability by modify of machine parameters, check & re-pre-tension on Axes Ball Screws)

ใช้ไดอัลเกจทำการตรวจวัดหาค่าความคลาดเคลื่อนของการเข้าสู่ตำแหน่ง และการกลับเข้าสู่ตำแหน่ง ให้ได้และทำการชดเชยในพารามิเตอร์ให้ได้ผลที่เที่ยงตรง แม่นยำที่สุด (ถ้าไม่ได้ต้องแจ้งให้เจ้าของ หรือผู้ดูแลเครื่องทราบ)



ภาพตัวอย่าง ทำการตรวจวัดหาค่าความคลาดเคลื่อน ของการเข้าสู่ตำแหน่ง และการกลับเข้าสู่ตำแหน่ง ให้ได้และทำการชดเชยในพารามิเตอร์ (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

10. ตรวจเช็ค และแก้ไขระบบน้ำหล่อเย็น หากมีข้อบกพร่องให้เห็น (Coolant leakages check and correct)



รูปภาพตัวอย่าง การตรวจเช็ค และแก้ไข ระบบน้ำหล่อเย็น (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

11. รายงานให้เจ้าของ หรือผู้รับผิดชอบเครื่องจักรนั้นๆ ทราบหากมีชิ้นส่วน หรือวัสดุที่ต้องมีการจัดหาเพิ่ม (Report to the machine's owner for whole parts need to be changed and will be quoted in separately afterward)



ภาพหัวข้อการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (ที่มา : Siam Elmatech Co., Ltd.)

เนื่องจากบทความข้างต้น ไม่ได้มีการแปลหรือนำมาจากข้อเขียนใดมาลง แต่เกิดมาจากการทำงานจริง ดังนั้นอาจมีข้อความและรูปแบบประโยคที่ไม่เป็นทางการมากนักเพราะถูกพิมพ์ขึ้นมาจากความคิดตรงลงมาเป็นข้อความเลย จึงต้องขออภัยมาในที่นี้ด้วยหากอ่านแล้วไม่เข้าใจ ไม่สละสลวยพอ

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

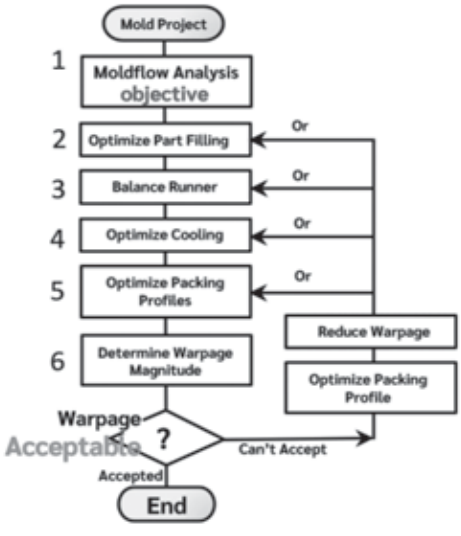
PART ตอนที่ 13

ซิมูเลชั่น จำลองการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ
Effective Plastic Injection Molding Simulation

Warpage Simulation : Design Influences

การจำลองผลการฉีดย้ำในตอนก่อนหน้า (ตอนที่ 12 ในฉบับปีที่ 33 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2564) กล่าวถึงการจำลองผลเพื่อผลลัพธ์การฉีดย้ำที่เหมาะสมที่สุด (Optimize packing) และนำผลลัพธ์ไปใช้งาน ผังขั้นตอนการปฏิบัติงานซิมูเลชั่น (Simulation workflow) รูปที่ 1 คือขั้นตอนที่ 5 Optimize Packing Profiles ตัวชี้วัดหลักของคอนดิชั่นการฉีดย้ำคือผลลัพธ์การหดตัวที่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งชิ้นงาน ในฉบับนี้เป็นเนื้อหาต่อเนื่องจากตอนก่อนหน้าที่จะกล่าวถึงผลจากการจำลองการฉีดพลาสติกด้วยตัวแปรที่กำหนดให้กับโปรแกรมซิมูเลชั่นในการควบคุมการฉีดและปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการบิดงอ (Warpage) รวมถึงการวิเคราะห์ผล หาสาเหตุและประเมินผล เพื่อตัดสินใจ ยอมรับหรือปรับปรุงการออกแบบก่อนการสั่งผลิตแม่พิมพ์

ในฉบับนี้ ผู้เขียนมุ่งหมายที่จะให้ข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต้องทราบในการวิเคราะห์ผลลัพธ์การบิดงอ (Warpage) เพื่อความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการบิดงอกับการออกแบบชิ้นงานโดยเฉพาะ ซึ่งนับว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการที่จะนำเอาข้อมูลจากผลลัพธ์ของซิมูเลชั่นไปใช้ในการกำหนดวิธีการลดการบิดงอ และเมื่อจำเป็นต้องแก้ไขการออกแบบชิ้นงานเพื่อลดการบิดงอ ซึ่งจะกล่าวถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมที่สุดเพื่อที่ผู้อ่านจะสามารถใช้เป็นชุดข้อมูลในการอ้างอิงในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยรูปภาพทั้งหมดในตอนนี้ อ้างอิงจากคู่มือการใช้งานโปรแกรมซิมูเลชั่น Autodesk Moldflow Insight และได้เพิ่มเติมจากประสบการณ์ในการทำงานของผู้เขียนเองเข้าไปด้วยเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น มาเริ่มทำความเข้าใจกับ Warpage ไปทีละหัวข้อกันเลย



รูปที่ 1 ผังขั้นตอนการทำงานซิมูเลชั่น (Simulation workflow)

1. องค์ประกอบของการบิดงอ warpage

เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดถึงสาเหตุของการบิดงอในแง่มุมต่างๆ ของกระบวนการฉีดพลาสติก องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อการบิดงอของชิ้นงานสามารถจัดกลุ่มได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ :

- การออกแบบชิ้นงาน
- การออกแบบแม่พิมพ์
- เงื่อนไขการการตั้งค่ากระบวนการฉีด
- คุณสมบัติของพลาสติก

1.1 การออกแบบชิ้นงาน

ชิ้นงานมีความหลากหลาย หลักการออกแบบชิ้นงานพื้นฐานคือการออกแบบให้ชิ้นงานมีความหนาที่เท่ากันหรือสม่ำเสมอกัน และใช้การออกแบบเชิงโครงสร้างเพื่อเสริมความแข็งแรงแทนการใช้ความหนา เราพบว่ามี 3 ประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงานที่ส่งผลต่อการบิดงอ :

- ความแข็งเกร็งของชิ้นงาน (Stiffness)
- ความหนาของชิ้นงาน
- ชิ้นงานหนา-บางแตกต่างกัน

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

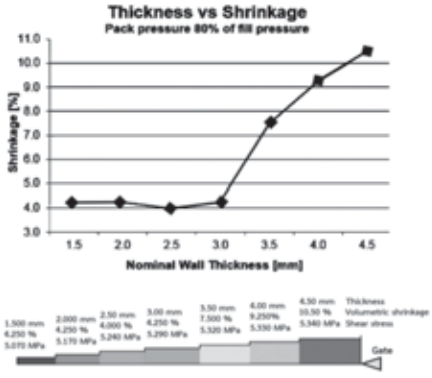
1.1.1 ความแกร่งของชิ้นงาน (Stiffness)

รูปทรงของชิ้นงาน การออกแบบริบเสริมความแข็งแรง การออกแบบเชิงโครงสร้างเป็นตัวกำหนดความแข็งของชิ้นงาน เช่น ในชิ้นงานที่มีริบและครีบช่วยเสริมแรง (Ribs and Gusset) ชิ้นงานจะแข็งแรงและแข็งคงรูปขึ้นกว่าชิ้นงานรูปร่างเรียบแบนทั้งชิ้น และเมื่อกล่าวถึงการเกิดการบิดงอ ซึ่งมีสาเหตุจากความแตกต่างของการหดตัว ไม่ว่าจะด้วยความหนา ความแตกต่างความหนา หรือ ความแตกต่างของชั้นผิวแข็งอันเป็นผลจากอุณหภูมิผิวแม่พิมพ์ที่แตกต่างกันซึ่งเป็นผลให้เกิดความเค้นในชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานมีความแข็งมากก็จะยิ่งมีความต้านทานมากขึ้นต่อความเค้นที่เกิดจากการหดตัวที่เกิดขึ้น เมื่อชิ้นงานแข็งมากพอที่จะต้านทานแรงกด ชิ้นงานจะบิดงอต่ำแต่มีความเค้นตกค้าง วิศวกรหรือโมลเด้อร์ที่มีประสบการณ์มักเลือกใช้วิธีการปรับความแข็งของชิ้นงานในการแก้ปัญหาการบิดงอด้วยการเพิ่มริบและครีบเสริมแรง

1.1.2 ความหนาของชิ้นงาน

การออกแบบชิ้นงานที่มีความหนา-บางไม่เหมาะสมมีผลมากต่อการบิดงอ เนื่องจากการเรียงตัวของโมเลกุลและการผ่อนคลายของโมเลกุล (Orientation และ Relaxation) หลังจากสิ้นสุดการไหล เมื่อชิ้นงานบางจำเป็นต้องใช้ความเร็วฉีดสูงส่งผลให้โมเลกุลของพลาสติกเกิดการเรียงตัวสูง ชิ้นงานบางมีการหดตัวเชิงปริมาตรต่ำกว่าชิ้นงานที่หนากว่า โดยเฉพาะการออกแบบชิ้นงานบางเกินไปในพลาสติกอสัญฐาน (Amorphous) ที่มักจะมีปัญหามากกว่าพลาสติกกึ่งผลึกเกี่ยวกับปัญหาการเรียงตัวของโมเลกุลและการเกิดความเค้นตกค้างเนื่องจากความเค้นภายในโมเลกุล และส่งผลให้เกิดการบิดงอของชิ้นงาน การแก้ไขด้วยการเพิ่มความหนาเป็นวิธีหนึ่งในการออกแบบที่ช่วยลดปัญหาการบิดงอที่เกี่ยวกับการเรียงตัวของโมเลกุล

สำหรับพลาสติกกึ่งผลึก (Semi-crystalline) การเรียงตัวของโมเลกุลเพื่อฟอร์มเป็นผลึกจะเกิดขึ้นได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการเย็นตัว ชิ้นงานที่บางทำให้อุณหภูมิพลาสติกลดลงเร็วและหดตัวสูงกว่าในชิ้นงานที่หนากว่า การลดความหนาของชิ้นงานทำให้การหดตัวลดลง รูปที่ 2 เป็นข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวเชิงปริมาตรกับความหนาของชิ้นงานที่มีความหนาแตกต่างกัน ชิ้นงานหนา 1.5 มม. ที่ตำแหน่งไกลจากเกต และเกตวางที่ตำแหน่งความหนา 4.5 มม.

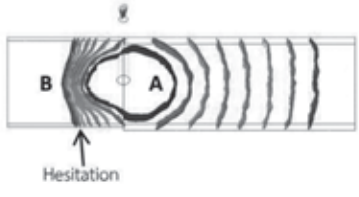


รูปที่ 2 การหดตัวเชิงปริมาตรกับความหนาของชิ้นงาน

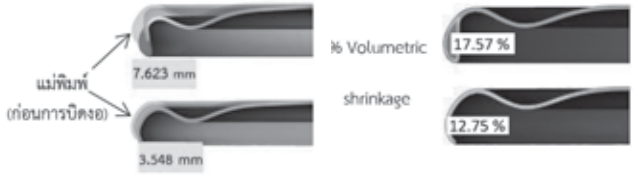
1.1.3 ชิ้นงานหนา-บางแตกต่างกัน

ความหนาของชิ้นงานที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะบริเวณที่บางทำให้เกิดปัญหาการชะลอการไหล (Hesitation) และการแปรผันของการหดตัวที่แตกต่างกันบนชิ้นงานการหดตัวที่แตกต่างกันทำให้เกิดการบิดงอ รูปที่ 3 Hesitation ชิ้นงานตัวอย่างที่พลาสติกไหลเข้าสู่ชิ้นงานด้าน A ที่หนากว่าด้าน B ได้ดีกว่า การฉีดเติมจะเติมพลาสติกเข้าสู่ด้านที่หนากว่าได้มากกว่า ในขณะที่บริเวณบางกว่าด้าน B จะค่อยๆ ไหลเติมอย่างช้าๆ ในกรณีที่ไหลเติมช้ามากอุณหภูมิพลาสติกจะลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการไหลไม่เต็มชิ้นงาน (Short shot) นอกจากนี้ถึงแม้ว่าจะไหลเต็มชิ้นงานในด้านที่บางได้นั้นก็อาจทิ้งร่องรอยการไหลแบบคลื่นที่พื้นผิวชิ้นงาน อีกทั้งอัตราการหดตัวและขนาดของชิ้นงานก็เป็นการยากที่จะใช้คอนดิชั่นการฉีดพลาสติกเพื่อปรับแก้ไข และมักจะเป็นปัญหาที่พบบ่อยในพลาสติกกึ่งผลึกจำพวก PP, PE, PA

การออกแบบชิ้นงานที่มีส่วนที่หนาที่ขอบทำให้ชิ้นงานบริเวณนั้นหดตัวเชิงปริมาตรสูง เป็นสาเหตุให้ชิ้นงานเกิดการบิดงอมากเมื่อเทียบกับชิ้นงานเดียวกันที่ออกแบบขอบให้บางลงกว่าครึ่งหนึ่ง (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 Hesitation ในชิ้นงานบาง



รูปที่ 4 เปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตร (% Volumetric shrinkage)

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

2. การออกแบบแม่พิมพ์

ในการออกแบบ การวางตำแหน่งเกตไว้ที่ตำแหน่ง X ในรูปที่ 5 ซึ่งห่างจากส่วนที่ชิ้นงานหนาที่สุด พลาสติกสามารถไหลเติมได้ในช่วงการฉีดแต่ในช่วงการชดเชยความดันฉีดย้ำนั้นทำได้ยาก ทำให้ไม่สามารถชดเชยการหดตัวได้เกิดการหดตัวเชิงปริมาตรสูงถึง 17.55% และเป็นสาเหตุของการบิดงอ

ในการออกแบบแม่พิมพ์ การไหลของพลาสติกที่มีรูปแบบการไหลสมดุลคือปัจจัยหลัก การกำหนดตำแหน่งเกต และจำนวนเกตที่สัมพันธ์กับเงื่อนไขคุณภาพของชิ้นงานและความเหมาะสมกับเครื่องฉีดพลาสติก เป็นปัจจัยที่สำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน เราสามารถรวบรวมข้อมูลและสรุปได้ว่า ปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการบิดงอของชิ้นงาน :

- ตำแหน่งเกต / จำนวนเกต
- การออกแบบรันเนอร์
- การออกแบบระบบหล่อเย็น

2.1 ตำแหน่งเกต / จำนวนเกต.

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างการบิดงอของชิ้นงานพลาสติกกึ่งผลึกที่เติมเส้นใยเสริมแรง ออกแบบด้วยการวางเกตที่ตำแหน่ง A B C D และ E แตกต่างกัน ตำแหน่งเกต A เป็นตำแหน่งเกตที่ออกแบบครั้งแรกด้วย ซับเกตสู่เกตที่ด้านใต้ชิ้นงาน จากตำแหน่งเกตนี้ทำให้มีลักษณะการไหลในแนวรัศมีและเกิด Over pack ที่บริเวณมุมอีกด้านหนึ่ง เกต B อนุญาตให้วางที่ตรงกลางชิ้นงานที่ด้านบนได้ การไหลมีความสมดุลมากขึ้น เกต C กำหนดไว้ที่ขอบด้านกว้างด้านหนึ่งของชิ้นงานพลาสติกไหลในแนวความยาวของชิ้นงาน การไหลไม่สมดุล และไหลถึงจุดสุดท้ายที่มุมด้านซ้ายบนของชิ้นงาน เกต D แนวคิดในการออกแบบเช่นเดียวกับ C แต่ผู้ออกแบบเพิ่มจำนวนเป็น 2 เกต และเกต E กำหนดไว้ที่กึ่งกลางด้านที่ยาวของชิ้นงาน ตำแหน่งเกตที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการเรียงตัวของเส้นใยเสริมแรง (Glass fibers) และความหนาแน่นของชิ้นงานจากการออกแบบตำแหน่งเกตที่แตกต่างกันให้ผลลัพธ์การบิดงอ ดังรูปที่ 7 ซึ่งแสดงผลค่าการบิดงอสูงสุดของจุดใดๆ บนขอบของชิ้นงานสำหรับตำแหน่งเกตต่างๆ



รูปที่ 5 ตำแหน่งเกต X อยู่ไกลจากจุดที่มีความหนา

2.2 การออกแบบรันเนอร์

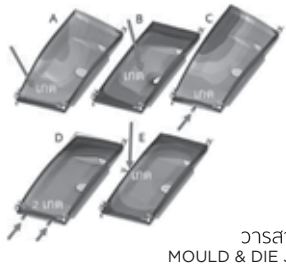
แนวคิดในการออกแบบรันเนอร์ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกคือรันเนอร์ไม่ควรใหญ่เกินไปจนทำให้มีผลกระทบต่อเวลาหล่อเย็นและสิ้นเปลืองต้นทุนวัตถุดิบ หรือแม้กระทั่งรันเนอร์ที่มีขนาดใหญ่ทำให้เกิดการฉีดล้นหรือ Over pack ได้ง่าย การออกแบบรันเนอร์ต้องไม่เล็กจนเกินไปจนทำให้เกิดความดันฉีดสูงหรือสูญเสียความดันมากและพลาสติกหยุดไหลก่อนที่จะเติมเต็มและฉีดย้ำสมบูรณ์อันจะส่งผลต่อการหดตัวสูงและบิดงอ รูปที่ 8 เป็นตัวอย่างของการออกแบบรันเนอร์ด้วยโปรแกรมซิมูเลชั่นที่ใช้เกณฑ์เวลาการเย็นตัวก่อนที่จะพร้อมถูกกระทุ้งออกจากแม่พิมพ์อย่างสมบูรณ์ (Time to reach Ejection Temperature) การออกแบบรันเนอร์ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกมักใช้ผลลัพธ์นี้เป็นตัวชี้วัด และพิจารณาด้วย Rule of Thumb ในการออกแบบโดยไม่อนุญาตให้เวลาในการหล่อเย็นบนรันเนอร์ยาวนานกว่า 5 เท่าของเวลาหล่อเย็นของชิ้นงาน แต่อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ด้านความดันฉีดก็เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาควบคู่กันเสมอ

2.3 การออกแบบระบบหล่อเย็น

ปัญหาการบิดงอที่เกี่ยวกับการหล่อเย็นจะน้อยลงหากการเย็นตัวที่ผิวชิ้นงานที่สัมผัสกับผิวแม่พิมพ์ไม่เกิดความแตกต่างกันมาก การบิดงอที่เกี่ยวกับการหล่อเย็นนั้นมักเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวคอร์และคาวิตี้จนทำให้เกิดความเค้นจากการหดตัวที่แตกต่าง ผู้ออกแบบสามารถประยุกต์ผังขั้นตอนการปฏิบัติงานซิมูเลชั่น (Simulation workflow) ในรูปที่ 1 ประกอบในการออกแบบระบบหล่อเย็นอย่างเคร่งครัด กล่าวคือ จะต้องออกแบบระบบหล่อเย็นโดยพิจารณาผลลัพธ์การหล่อเย็นที่เหมาะสมที่สุด (Cooling optimization) ก่อนที่จะพิจารณาการฉีดย้ำ ผู้อ่านสามารถติดตามอ่านเนื้อหาการออกแบบระบบหล่อเย็นเพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ในฉบับก่อนหน้านี้ แม่พิมพ์ควรได้รับการออกแบบเพื่อลดการกระจายอุณหภูมิทั่วทุกพื้นผิวของแม่พิมพ์ จากผิวแม่พิมพ์ด้านคอร์และคาวิตี้สู่กึ่งกลางความหนาของชิ้นงานโดยการออกแบบตำแหน่งท่อน้ำ ขนาดท่อน้ำและระยะห่างระหว่างท่อน้ำให้เกิดการดึงความร้อนออกจากเหล็กแม่พิมพ์อย่างสม่ำเสมอ

รูปที่ 6

การวางตำแหน่งเกตและผลต่อการบิดงอ



โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

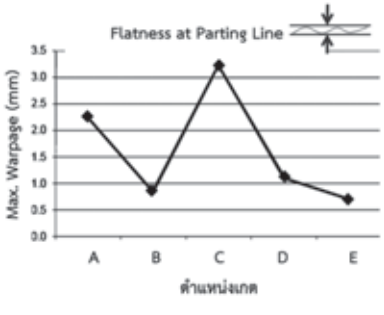
โปรแกรมชิมูเลชั่นจะแสดงผลลัพธ์ทางความร้อนให้วิศวกรได้พิจารณาเพื่อปรับปรุงการออกแบบระบบหล่อเย็นให้เหมาะสมก่อนที่จะกำหนดคอนดิชั่นในการฉีดย้ำในขั้นตอนการจำลองผลลัพธ์ Optimize Packing (หากการออกแบบระบบหล่อเย็นยังคงดึงความร้อนออกจากเหล็กแม่พิมพ์ไม่สม่ำเสมอ และเริ่มการจำลองการฉีดย้ำและจำลองผลการบิดงอ ก็เปรียบเสมือนยอมรับการบิดงอที่จะเกิดขึ้นจากปัญหาการหล่อเย็น ซึ่งคอนดิชั่นของการฉีดย้ำนั้นไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้)

รูปที่ 9 เป็นการการแก้ไขการออกแบบแม่พิมพ์เพื่อปรับปรุงระบบหล่อเย็น ด้วยแนวคิดลดความร้อนที่จุดที่ร้อนกว่าและลดความแตกต่างของอุณหภูมิ ด้วยการเพิ่มท่อน้ำและลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ด้านคอร์ การเปลี่ยนแปลงนี้ทำขึ้นเพื่อสร้างสมดุลความร้อนที่ดีขึ้นในแม่พิมพ์ด้านคอร์ โดยที่รูปที่ 10 ยืนยันผลลัพธ์ว่าการบิดงอที่เกิดจากการออกแบบวงจรหล่อเย็นแม่พิมพ์ที่ไม่ดีนั้นลดลงอย่างไร

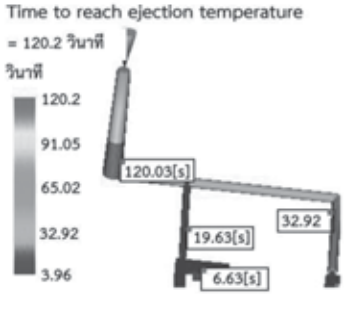
อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการปรับปรุงการออกแบบด้วยการเพิ่มหรือลดจำนวนท่อน้ำ เพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นนั้นจะได้ผลดีในการปฏิบัติงานในโรงงาน แต่ก็มักพบเสมอว่าจะกลับมาบิดงอ หรือโก่งตัวได้ในภายหลัง เช่น หลังจาก 24 หรือ 48 ชั่วโมง ซึ่งมักจะพบอยู่บ่อยๆ ในกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงมีข้อควรพิจารณา คือ วิธีแก้ปัญหาการบิดงอด้วยวิธีปรับปรุงเพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมินี้เป็นวิธีที่มักจะใช้ได้ผลก็จริง แต่อาจจะไม่ใช่วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเสมอไป การเปลี่ยนอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นให้อุณหภูมิลดลงทำให้การบิดงอลดลงแต่ก็จะทำให้ชิ้นงานมีความเค้นตกค้าง และมักจะเกิดการบิดงอในภายหลังได้เมื่อมีการผ่อนคลายลงของความเค้น เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงเพียงอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นอาจมีผลกระทบอย่างมากต่อการบิดงอของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 11 ขอบที่วัดได้แสดงในรูปที่ 12 กราฟในรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ด้านหนึ่ง (กรณีนี้คือด้านคอร์) ของชิ้นงานส่งผลต่อการบิดงอของขอบ หากอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นระหว่างด้านคาวิตี้และคอร์สม่ำเสมอกัน การบิดงอของขอบจะอยู่ที่ประมาณ 0.3 mm. (เส้นสีแดง) เมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านคอร์สูงขึ้น การบิดงอจะเพิ่มขึ้นในทิศทางเดิม (เส้นสีน้ำเงิน) เมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของด้านคาวิตี้สูงขึ้น การบิดงอจะไปในทิศทางตรงกันข้าม (เส้นสีเขียว) เนื่องจากตอนนี้คอร์เย็นกว่าคาวิตี้ หากเลือกความแปรผันของอุณหภูมิที่ถูกต้องระหว่างคาวิตี้และคอร์ การบิดงอที่ขอบจะเกือบเป็นศูนย์

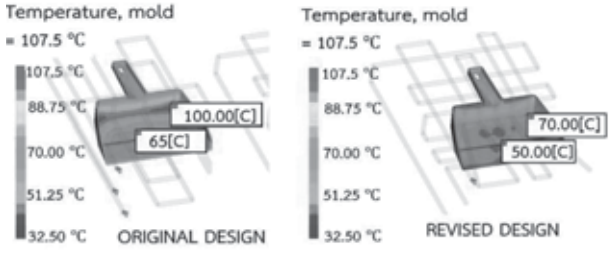
นอกจากการเปลี่ยนท่อน้ำและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นแล้ว ยังปรับปรุงสมดุลของอุณหภูมิได้ด้วยการใช้โลหะผสมที่มีค่าการนำความร้อนสูงโดยปกติโลหะผสมทองแดงมีประสิทธิภาพมากกว่าเหล็กมาก ดังนั้นท่อน้ำจึงอยู่ห่างจากชิ้นงานพลาสติกเพื่อระบายความร้อน ทั้งรอบเวลาและการบิดงอสามารถลดลงได้โดยใช้ค่าการนำความร้อนสูงช่วยได้ รูปที่ 13 แสดงผลลัพธ์การบิดงอของการใช้คอร์แม่พิมพ์ที่เป็นโลหะผสมทองแดงแทนคอร์แม่พิมพ์ที่เป็นเหล็ก P20 พบว่าช่วยลดการบิดงอของขอบชิ้นงานลิ้นชักทรงสี่เหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งชิ้นงานเกิดการบิดงอที่ขอบในลักษณะโค้งเว้าเข้าด้านในที่เกิดจากการหล่อเย็นที่ไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 7 ค่าการบิดงอสูงสุดของจุดใดๆ บนขอบของชิ้นงาน

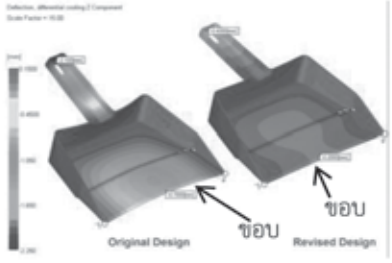


รูปที่ 8 เวลาการเย็นตัวก่อนที่จะพร้อมถูกกระทุ้งออกจากแม่พิมพ์อย่างสมบูรณ์ (Time to reach Ejection Temperature)

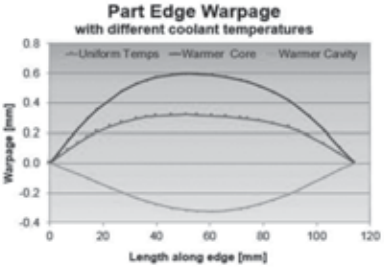


รูปที่ 9 การปรับปรุงการออกแบบระบบหล่อเย็น

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด



รูปที่ 10 ผลการปรับปรุงการการบิดงอที่ขอบ



รูปที่ 11 การบิดงอที่ขอบของชิ้นงานเนื่องจากอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

3. เงื่อนไขการการตั้งค่ากระบวนการฉีด

การตั้งค่ากระบวนการดังแสดงในรูปที่ 14 ที่สามารถมีบทบาทสำคัญในการหดตัวและการบิดงอของชิ้นงานได้ดังนี้ :

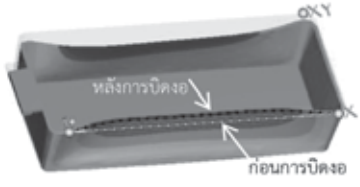
- อุณหภูมิแม่พิมพ์
- อุณหภูมิหลอมเหลว
- เวลาฉีด
- เวลาในการฉีดย้ำ
- ความดันฉีดย้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้ และการหดตัวของชิ้นงานและการบิดงอไม่สามารถประมาณได้โดยตรง แนวโน้มสำหรับส่วนหนึ่งจะแตกต่างกันสำหรับชิ้นงานหรือพลาสติกต่างชนิดกัน ประเด็นหลักที่ต้องจำคือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและแนวโน้มมักจะไม่เป็นเชิงเส้น

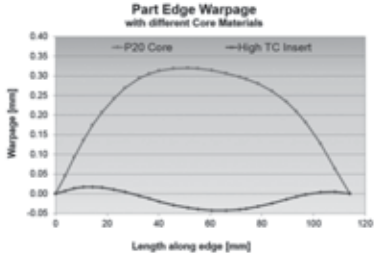
3.1 อุณหภูมิแม่พิมพ์ กับ การบิดงอ

อุณหภูมิแม่พิมพ์ต่อการบิดงอ สัมพันธ์กับอัตราการหดตัวเมื่ออุณหภูมิของแม่พิมพ์เพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิหลอมเหลวเท่าเดิม หากมองที่พื้นผิวสัมผัสที่พลาสติกหลอมเหลวเริ่มสัมผัสกับผิวแม่พิมพ์ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิของแม่พิมพ์และอุณหภูมิหลอมเหลวจะมีน้อยลง ซึ่งจะทำให้อัตราการการหล่อเย็นช้าลงและต้องใช้เวลาใช้ในการทำให้พลาสติกเย็นตัวลงนานขึ้น ส่งผลให้การหดตัวเชิงปริมาตรเพิ่มขึ้น รูปที่ 15 แสดงให้เห็นว่าการหดตัวเชิงปริมาตรในชิ้นงานเพิ่มขึ้นอย่างไรเมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเปลี่ยนจาก 0°C เป็น 60°C ค่าหดตัวของพลาสติกมีค่าอยู่ในช่วงค่าต่ำสุด-สูงสุด ในช่วงแรกของการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ค่าหดตัวในส่วนค่าต่ำจะมีอัตราการหดตัวสูงขึ้นในช่วงแรกของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ (10, 20, 30°C) และหดตัวน้อยลงในช่วงท้ายของการเพิ่มอุณหภูมิสู่ 60°C ในขณะที่ค่าหดตัวในช่วงค่าหดตัวสูงจะหดตัวเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยตลอด ส่งผลให้ช่วงการหดตัวน้อยลงที่อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่สูงขึ้น รูปที่ 16 แสดงการกระจายการหดตัวเชิงปริมาตรสำหรับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 0°C และ 60°C

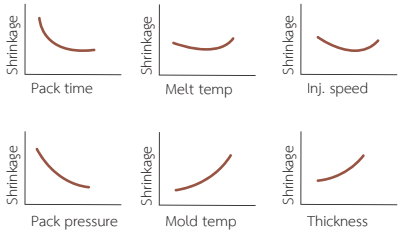
รูปที่ 17 แสดงการบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบทรงสี่เหลี่ยมว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไรตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น การบิดงอถูกวัดด้วยเส้นรอบรูปที่ขอบของที่อุณหภูมิต่ำรูปร่างของขอบชิ้นงานมีความสม่ำเสมอพอสมควร ยกเว้นกรณีอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 60°C โดยที่บริเวณหนึ่งมีส่วนบิดงอเสียรูปประมาณ 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับขอบบริเวณอื่นๆ แม้ว่าตัวอย่างนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงมากของอุณหภูมิของน้ำ (0-60°C) ซึ่งในกระบวนการจริงอาจจะไม่มีกรณีแบบนี้ แต่สำหรับผลการบิดงอนั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากอย่างไม่มีนัยสำคัญของการบิดงอ (Max. 0.80 mm) ดังแสดงในรูปที่ 17 แผนภาพเส้นทางถูกใช้โดยรอบขอบของชิ้นงาน (Path plot) เพื่อประเมินการบิดงอ (ขอบชิ้นงานจะต้องไม่บิดงอ และมีความราบภายใต้ค่ากำหนด) ในกรณีชิ้นงานอื่นๆ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะส่งผลต่อการบิดงอมาก แต่สำหรับชิ้นงานในตัวอย่างนี้สาเหตุหลักของการบิดงอไม่ใช่ความแตกต่างของการหล่อเย็น



รูปที่ 12 ชิ้นงานเกิดการบิดงอโค้งเว้าเข้าด้านใน

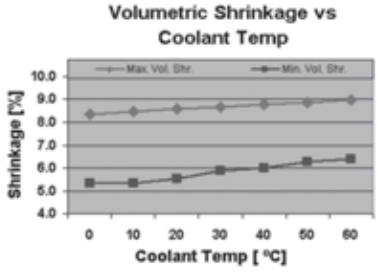


รูปที่ 13 ผลลัพธ์การบิดงอของการใช้โลหะผสมทองแดงแทนเหล็ก P20

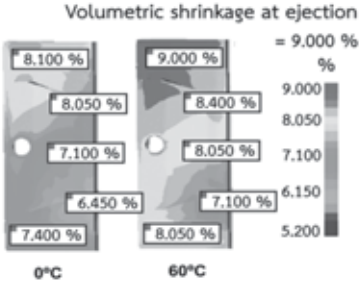


รูปที่ 14 ผลของการตั้งค่ากระบวนการต่อการหดตัว

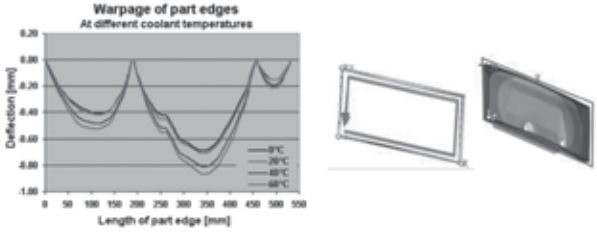
โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด



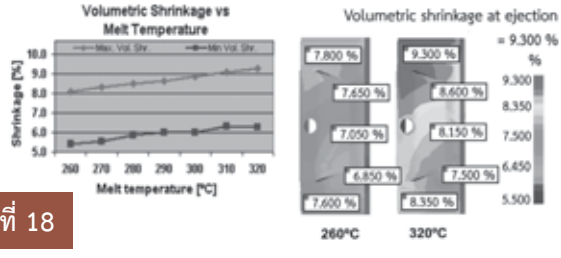
รูปที่ 15 การเพิ่มขึ้นของค่าหดตัวเชิงปริมาตรเมื่ออุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 16 การกระจายการหดตัวที่อุณหภูมิแม่พิมพ์ 0°C และ 60°C



รูปที่ 17 การบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น



รูปที่ 18 การหดตัวเชิงปริมาตรที่อุณหภูมิหลอมเหลว 260°C ถึง 320°C และ Volumetric shrinkage at ejection ที่ 260°C และ 320°C

3.2 อุณหภูมิหลอมเหลว กับ การบิดงอ

เมื่ออุณหภูมิหลอมเหลวเพิ่มขึ้น การหดตัวเชิงปริมาตรในชิ้นงานก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 18 การแปรผันคือ **การหดตัวจะลดลงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิหลอมเหลวต่ำลง** สำหรับการวิเคราะห์ผลของอุณหภูมิหลอมเหลวกับการบิดงอนั้น ในการกำหนดค่าควบคุมการฉีดกำหนดให้ค่าความดันฉีดย้ำที่ 80% ของความดันฉีดที่เกิดขึ้นจากความเร็วฉีด และเมื่อต้องการเปรียบเทียบผลลัพธ์การหดตัวเมื่ออุณหภูมิหลอมเหลวเปลี่ยนแปลง การควบคุมการฉีดเติมและฉีดย้ำจะต้องปรับเปลี่ยนด้วย

เมื่อเปรียบเทียบการบิดงอของฝาครอบที่อุณหภูมิหลอมเหลวต่างๆ ความแปรผันจาก 260°C ถึง 320°C คือ ประมาณ 0.34 มม. ดังแสดงในรูปที่ 19 การโก่งตัวสูงสุดลดลงอย่างมากที่อุณหภูมิหลอมเหลว 260°C เมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่สูงขึ้น

3.3 เวลาฉีด กับ การบิดงอ

สำหรับชิ้นงานฝาครอบ จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงของเวลาฉีดจะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการหดตัวเชิงปริมาตรสูงสุด จนกระทั่งเวลาในการฉีดเกินสองวินาที เช่นเดียวกับการหดตัวเชิงปริมาตรขั้นต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 20 รูปร่างของการบิดงอเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อการกระจายของการเปลี่ยนแปลงการหดตัวเชิงปริมาตร ดังแสดงในรูปที่ 21 การโก่งตัวสูงสุดใกล้เคียงกันมากระหว่าง 2 ถึง 6 วินาที แต่ในตัวอย่างเวลาฉีด 6 วินาที การบิดงอจะเปลี่ยนทิศทาง

3.4 เวลาฉีดย้ำ

เวลาในการฉีดย้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการพิจารณาการหดตัวเชิงปริมาตร การบิดงอและการบิดงอของชิ้นงานเป็นสิ่งสำคัญมากที่เวลาฉีดย้ำนั้นเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมการหดตัวเชิงปริมาตรนี้ไม่ให้เกิดการแปรผัน หลักคิดในการควบคุมความสม่ำเสมอของการหดตัวคือการเติมเนื้อพลาสติกเข้าไปในชิ้นงานผ่านเกตที่ยังร้อนและเปิดอยู่อย่างเหมาะสม ก่อนที่เกตจะแข็งตัวในระหว่างขั้นตอนการฉีดย้ำ วิธีนี้จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าน้ำหนักของชิ้นงาน ขนาด และการบิดงอจะสม่ำเสมอในช็อตต่อช็อต หากปราศจากความสม่ำเสมอนี้ การผลิตชิ้นงานเดียวกันซ้ำในแต่ละล็อตการผลิตจะทำได้ยาก เมื่อเกตไม่แข็งตัวเมื่อสิ้นสุดการฉีดย้ำ จะมีการไหลย้อนกลับออกมาบางส่วนกลับเข้าสู่รันเนอร์ทำให้เกิดความไม่คงที่ของกระบวนการผลิต การหดตัวเชิงปริมาตรมีค่าหดตัวสูงและมีความผันแปรก่อนเวลาฉีดย้ำ 4.0 และ 6.0 วินาที ในรูปที่ 22

เวลาในการฉีดย้ำอาจส่งผลเสียต่อการบิดงอของชิ้นงานได้ หากเกตไม่แข็งตัวเมื่อถอดแรงดันในการฉีดย้ำออก รูปที่ 23 แสดงให้เห็นการแปรผันของขนาดและรูปร่างของการบิดงอสำหรับเวลาฉีดย้ำน้อยกว่า 8 วินาที การบิดงอสามารถเกิดขึ้นได้มากหากเวลาการฉีดย้ำสั้นเกินไป

3.5 ความดันฉีดย้ำ

เมื่อเพิ่มความดันฉีดย้ำ การหดตัวเชิงปริมาตรจะลดลงดังแสดงในรูปที่ 24 เนื่องจากแรงดันในการฉีดย้ำเพิ่มขึ้น เวลาในการฉีดย้ำอาจต้องนานขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าเพียงพอต่อการ

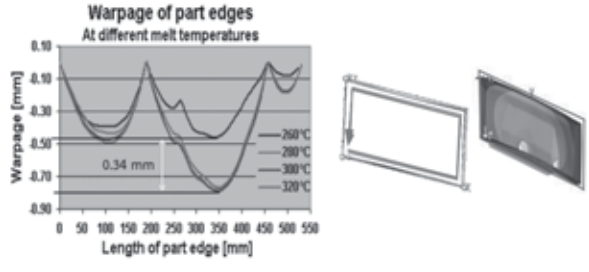
โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

แข็งตัวของเกต ตัวอย่างการบิดงอของชิ้นงานฝาครอบจะลดลงเมื่อความดันฉีดย้ำเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 25 การบิดงอสำหรับตัวอย่างนี้คือที่แสดงผลลัพธ์ความดันฉีดย้ำ 100% ของความดันการฉีดเติม

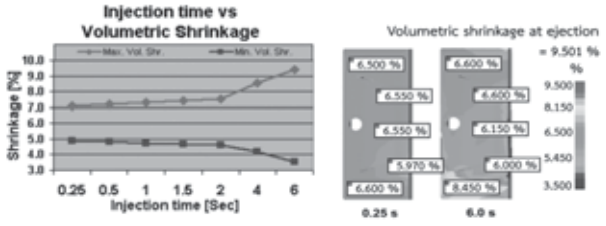
อย่างไรก็ตามในการใช้งานความดันย้ำเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อการลดการบิดงอหรือแก้ปัญหาชิ้นงานบิดงอก็ตามนั้นควรใช้ความระมัดระวังในการการใช้ค่าความดันย้ำสูงในการฉีดพลาสติกกับแม่พิมพ์จริง เนื่องจากอาจทำให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ขนาดเล็ก ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่บางแตกหักง่าย หรือ อาจทำให้ชิ้นงานกระทุ้งออกจากแม่พิมพ์ยากและอาจเกิดความเสียหายต่อชิ้นงานได้ รูปที่ 25 เป็นผลการบิดงอที่โดยรอบขอบของชิ้นงาน (บริเวณ Parting line) จากการจำลองกระบวนการฉีดด้วยค่าความดันฉีดย้ำ 20%, 60%, 100% และ 140% ของความดันฉีด หากการควบคุมคุณภาพของชิ้นงานที่บริเวณขอบโดยรอบถูกออกแบบและควบคุมไว้ที่ค่าความราบ 1.000 mm นั้นค่าความดันฉีดย้ำที่ 60% ของความดันฉีดก็สามารถตอบโจทย์การออกแบบได้ แต่ถึงอย่างไรก็จะต้องพิจารณาองค์ประกอบข้างเคียงโดยละเอียดประกอบกันด้วย เช่น การเกิด Over pack เป็นต้น

3.5.1 Over / Under Packing

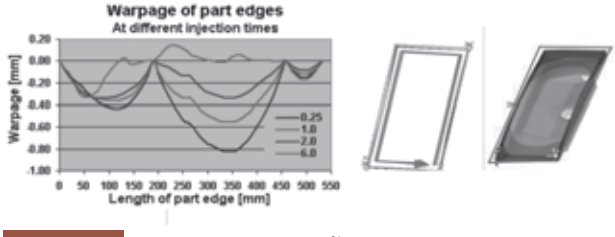
Over packing นิยามถึงการหดตัวเชิงปริมาตรต่ำในพื้นที่ใดๆ บนชิ้นงานเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น หรืออาจเกิดมีส่วนเกิน (Flash) ในกระบวนการฉีดพลาสติก มักเกิดขึ้นในการกำหนดความดันฉีดย้ำค่าเดียวด้วยค่าความดันสูงตลอดระยะเวลาการฉีดย้ำ ทำให้ความดันสูงและมีการหดตัวต่ำรอบๆ เกต ในกรณีของรูปที่ 26 ชิ้นงานเกิด Over packing ตามนิยามการหดตัวเชิงปริมาตรต่ำในพื้นที่ใดๆ บนชิ้นงานเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น พบว่ามีการหดตัวต่ำเพียง 3.207% ในขณะที่บริเวณตรงกลางใกล้เกตมีการหดตัวสูง 12.39% ลักษณะเช่นนี้วิเคราะห์ได้ว่าความดันฉีดย้ำต่ำและทำงานด้วยเวลาฉีดย้ำที่ไม่เพียงพอและเกิดการไหลย้อนกลับเมื่อหมดเวลาฉีดย้ำเนื่องจากเกตยังไม่แข็งตัว



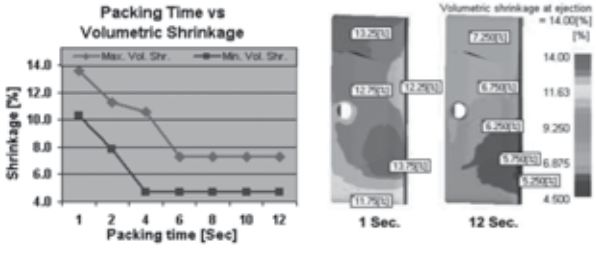
รูปที่ 19 การบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหลอมเหลว



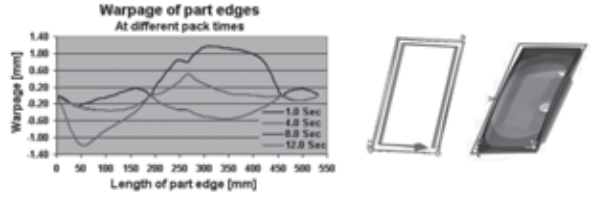
รูปที่ 20 การหดตัวที่เวลาฉีด 0.25 – 6.00 วินาที และ Volumetric shrinkage at ejection ที่เวลาฉีด 0.25 วินาที และ 6.0 วินาที



รูปที่ 21 การบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาฉีด 0.25, 1.0, 2.0 และ 6.0 วินาที

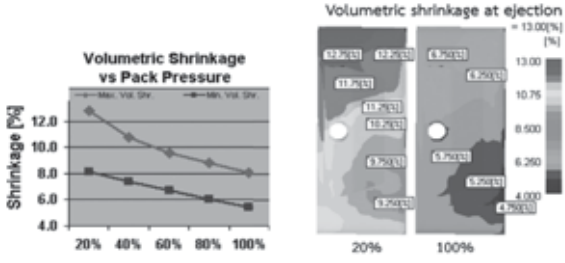


รูปที่ 22 การหดตัวเชิงปริมาตรที่ เวลาฉีดย้ำ 1.0-12.0 วินาที และ Volumetric shrinkage at ejection ที่ 1.0 วินาที และ 12.0 วินาที

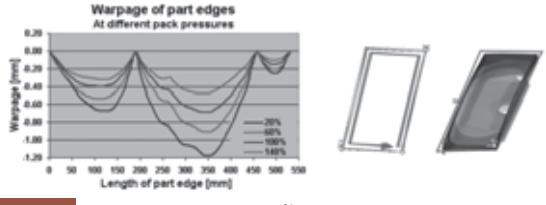


รูปที่ 23 การบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาฉีดย้ำ 1.0, 4.0, 8.0, และ 12.0 วินาที

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด



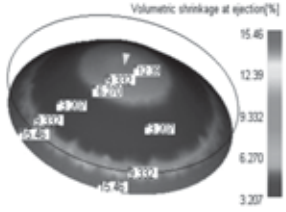
รูปที่ 24 การหดตัวเชิงปริมาตรที่ความดันฉีดย้ำ 20, 40, 60, 80, 100% ความดันฉีด และ Volumetric shrinkage at ejection ที่ความดันฉีดย้ำ 20% และ 100% ความดันฉีด

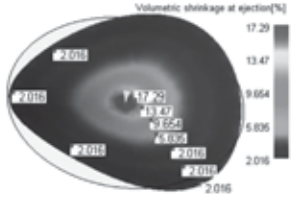


รูปที่ 25 การบิดงอของขอบชิ้นงานฝาครอบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันฉีดย้ำ 20% 60% 100% และ 140% ของค่าความดันฉีด

รูปที่ 26

ชิ้นงานเกิด Over packing และบิดงอโก่งเป็นรูปโดม



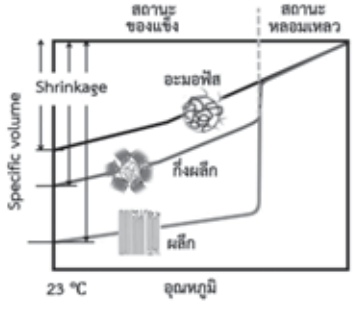


รูปที่ 27

Under packing ที่บริเวณโดยรอบเกต

รูปที่ 28

แผนภาพ PvT แสดงความแตกต่างระหว่างพลาสติกอะมอฟัส กึ่งผลึก และ ผลึก



Under packing เกิดขึ้นเมื่อบางส่วนของชิ้นงานไม่ได้รับพลาสติกชดเชยการหดตัวที่เพียงพอภายใต้การฉีดย้ำเกิดจากใช้ความดันฉีดย้ำต่ำเกินไปไม่เพียงพอ เกตยังไม่แข็งตัวเมื่อหมดเวลาฉีดย้ำ ดูรูปที่ 27

วิธีการที่จะไม่ให้เกิดทั้ง Over / Under packing ในการฉีดพลาสติก วิธีการที่ดีที่สุดในการจำลองผลลัพธ์ด้วยโปรแกรมซิมูเลชั่นหรือเครื่องฉีดพลาสติกคือการใช้สะเต็ปของความดันฉีดย้ำ (Packing profiles) จะทำให้ความดันย้ำสามารถทำงานในบริเวณใกล้เกตอย่างเหมาะสม

4. คุณสมบัติของพลาสติก

คุณสมบัติด้านต่างๆของพลาสติกล้วนมีผลต่อการบิดงอของชิ้นงาน โดยเฉพาะคุณสมบัติบางประการมีผลต่อการบิดงอเอาเสียมากๆ นอกจากนี้คุณสมบัติ ความหนืด ซึ่งนิยามถึงความต้านการไหลของพลาสติก เช่นในพลาสติกที่มีความหนืดสูงนั้นย่อมต้องการความดันฉีดที่สูงและความดันย้ำที่เพียงพอในการฉีดชิ้นงานให้สมบูรณ์ โครงสร้างโมเลกุลก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน พลาสติกอสัญฐานหรือพลาสติกกึ่งผลึกมีความแตกต่างสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพ PvT ในรูปที่ 28 พลาสติกอะมอฟัสในสถานะของแข็งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรจำเพาะ (Specific volume) อย่างช้าๆ ในช่วงเริ่มแรกเมื่อได้รับความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่ความชันเปลี่ยนแปลงปริมาตรเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยอัตราเร็วขึ้นจนกระทั่งเปลี่ยนสู่สถานะหลอมเหลว โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาตรจำเพาะนั้นเกิดจากการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของพลาสติกอะมอฟัส ในขณะเดียวกันพลาสติกกึ่งผลึกและพลาสติกแบบผลึกมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในช่วงแรกที่ค่อยเป็นค่อยไปโดยกลไกทางความร้อนในช่วงนี้เป็นการกระตุ้นให้เกิดการสลายโครงร่างผลึก โมเลกุลเริ่มมีการเคลื่อนไหวและขยายตัวจนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจำเพาะโดยฉับพลันที่จุดเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นสถานะหลอมเหลว และจะหดตัวกลับมาสู่สถานะของแข็งอีกครั้งตามสมบัติทาง PvT ของพลาสติกแต่ละชนิด

รูปที่ 29 แสดงเส้นโค้ง PvT สำหรับพลาสติกอสัณฐาน (ABS) และพลาสติกกึ่งผลึก (HDPE) ความดันฉีดย้ำสำหรับพลาสติกทั้งสองเท่ากันคือ 100 MPa เส้นประแนวตั้งระบุปริมาณการหดตัวเชิงปริมาตรสำหรับ HDPE มีการหดตัวเชิงปริมาตรที่สูงกว่ามากเนื่องจากเป็นพลาสติกมีผลึก เพื่อให้ได้การหดตัวเชิงปริมาตรใน HDPE เท่ากันกับ ABS ต้องใช้ความดันฉีดย้ำที่สูงขึ้นมากกว่า 100 MPa มาก

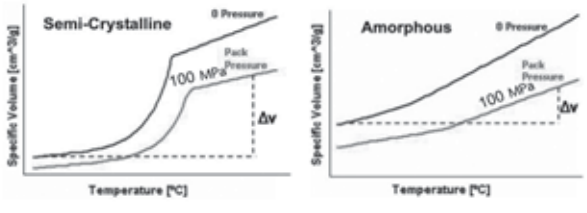
โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

4.1 การเกิดผลึก กับ การบิดงอ

พลาสติกกึ่งผลึก การเปลี่ยนแปลงความหนา ชิ้นงานอาจส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการบิดงอ โดยที่ชิ้นงานที่หนาขึ้นนั้นจะมีอัตราการหล่อเย็นที่ช้าลง ดังนั้นโมเลกุลจะมีเวลามากขึ้นสำหรับการสร้างโครงสร้างผลึกโดยการจัดเรียงตัวของโมเลกุล ส่งผลให้เกิดการหดตัวมากขึ้นและมักจะเกิดการบิดงอ

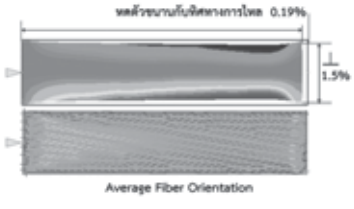
4.2 ฟิลเลอร์ กับ การบิดงอ

ฟิลเล่อร์ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเพียงสารเติมที่เป็นเส้นใยแก้ว Fibers glass ปริมาณเส้นใยแก้วในพลาสติกมักจะเรียงตัวไปในแนวเดียวกับการไหลของพลาสติกในชิ้นงาน และการเรียงตัวตามแนวการไหลของพลาสติกยมีบทบาทสำคัญต่อการหดตัวและการบิดงอของชิ้นงาน กล่าวคือ หากเส้นใยแก้วเรียงตัวในแนวยาวในทิศทางเดียวกับการไหลและการเรียงตัวของโมเลกุลของพลาสติกการหดตัวของชิ้นงานในทิศทางของการเรียงตัวของเส้นใยแก้วจะถูกเส้นใยแก้วขัดขวาง ทำให้การหดตัวในทิศทางการไหลต่ำ ดังรูปที่ 30 รูปล่าง การหดตัวตามแนวยาวของชิ้นงานขนานกับทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยแก้วและมีการหดตัวประมาณ 0.19% การหดตัวตั้งฉากกับการไหลประมาณ 1.5% การเรียงตัวของเส้นใยแก้วส่วนใหญ่อยู่ในแนวเดียวกับทิศทางของการไหล แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การเรียงตัวของเส้นใยแก้วอาจไม่เป็นไปตามทิศทางการไหลเสมอไป หากมีการไหลในแนวรัศมีการวางแนวของเส้นใยจะถูกควบคุมโดยแรงดึงมากกว่าแรงเฉือน ซึ่งจะมีแนวโน้มที่เส้นใยแก้วจะถูกจัดเรียงเส้นใยให้เรียงตัวขวางทิศทางการไหล



รูปที่ 29 แผนภาพ PvT พลาสติกอะมอฟัส (ABS) และพลาสติกกึ่งผลึก (HDPE)

รูปที่ 30



การหดตัวตามแนวยาวของชิ้นงานขนานกับทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยแก้วและการหดตัวตั้งฉากกับทิศทางการไหล

5. สรุป

จากทั้งหมด 4 องค์ประกอบหลักที่เป็นสาเหตุของการบิดงอ ได้แก่ การออกแบบชิ้นงาน การออกแบบแม่พิมพ์ เงื่อนไขการการตั้งค่ากระบวนการฉีดและคุณสมบัติของพลาสติก รวมถึงส่วนประกอบย่อยต่างๆ ที่เขียนถึงทั้งหมดนี้ เชื่อว่าผู้อ่านจะสามารถมองเห็นภาพความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบต่อการบิดงอได้ชัดเจนและเข้าใจถึงผลกระทบจากองค์ประกอบเหล่านั้นต่อการบิดงอของชิ้นงานได้อย่างดี สามารถสรุปเนื้อหาในตอนนี้ดังนี้

ประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงานที่ส่งผลต่อการบิดงอ :

- ความแกร่ง (Stiffness) ของชิ้นงาน ชิ้นงานที่แกร่งกว่าจะเกิดการบิดงอน้อยลง ต้านทานความเค้นจากการหดตัวได้ดีกว่า
- การลดความหนาช่วยลดการบิดงอได้ (พลาสติกกึ่งผลึก)
- ความหนาของชิ้นงานที่แตกต่างจะเพิ่มการบิดงอ

การออกแบบแม่พิมพ์สามารถลดการบิดงอได้โดยพิจารณา :

- ตำแหน่งเกต เกตควรอยู่ในตำแหน่งชิ้นงานที่หนาเพื่อการฉีดย้ำได้ดี
- การออกแบบเกต รันเนอร์ ควรออกแบบโดยคำนึงถึงการฉีดย้ำที่เหมาะสม
- การออกแบบและกำหนดตัวแปรระบบหล่อเย็น อุณหภูมิคอร์และคาวิตี้ควรมีความแตกต่างกันน้อย

การตั้งค่ากระบวนการฉีด สามารถมีบทบาทสำคัญในการหดตัวและการบิดงอของชิ้นงาน ได้แก่

- อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่สูงขึ้นจะทำให้เย็นลงช้าลงและเพิ่มการหดตัว บิดงอมากขึ้น
- อุณหภูมิหลอมเหลวที่สูงขึ้นเพิ่มการหดตัว บิดงอมากขึ้น
- เวลาฉีดนานขึ้นเพิ่มการหดตัว บิดงอมากขึ้น
- เวลาในการฉีดย้ำ ต้องนานพอที่จะทำให้เกตแข็ง
- เพิ่มความดันฉีดย้ำ ลดการหดตัว

ชนิดและคุณสมบัติของพลาสติกมีผลต่อการบิดงอพลาสติกที่มีผลึกและพลาสติกอะมอฟัสมีคุณสมบัติการบิดงอต่างกัน การเรียงตัวของเส้นใยแก้วส่งผลต่อการบิดงออย่างมีนัยสำคัญ

ขอบคุณ TDIA, และขอขอบคุณ Autodesk Moldflow Insight Ultimate 2021 จาก SVOA สำหรับภาพสีคมชัดสามารถติดต่อได้จาก TDIA หรือ Email : support@fluent.co.th

วารสารแม่พิมพ์
Mould & DIE JOURNAL

ADVERTISERS INDEX

ปกหลัง	สยามเอลมาเทค บจก.
ในปกหน้า	แมชชีนเทค บจก.
ในปกหลัง	เอ็น-เทค แมชชีนเนอรี่ บจก.
1	ควอลิตี้ เกจ แอนด์ ทูล บจก.
3	แมชชีนเทค บจก.
5	ซี.ซี.ออโตพาร์ท บจก.
6	มายโกรว์เทค (ประเทศไทย) บจก.
21	เพรสซิชั่น ทูลลิ่ง เซอร์วิส บจก.
22	INTERMACH & SUBCON THAILAND 2022
27	สถาบันไทย-เยอรมัน
28	T-PLAS THAILAND 2022
45	Makino (Thailand) Co., Ltd.
46	INTERMOLD THAILAND 2022
47	ไทย โมลด์ แอนด์ ดาย บจก.
48	สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
65	สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
67	ทีจี สเปเชียล สตีล บจก.
68	วายจี-1 (ประเทศไทย) บจก.

ใบสมัครสมาชิก

สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

เรียน นายทะเบียนสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

ข้าพเจ้า .....อายุ.....วุฒิการศึกษา.....

สถาบันการศึกษา.....

ขอสมัครเข้าเป็นสมาชิกสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย สมาชิกสามัญนิติบุคคล

ในนามของ บริษัท/หจก. ..... ที่อยู่ .....

.....

.....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....

E-mail: ..... www: .....

ชนิดของแม่พิมพ์ที่ผลิต

☐ แม่พิมพ์โลหะ ☐ แม่พิมพ์พลาสติก ☐ อื่น ๆ .....

ลักษณะกิจการ

☐ รับจ้างผลิต ☐ ผลิตเพื่อใช้เอง ☐ ผลิตเพื่อจำหน่าย ☐ ตัวแทนจำหน่าย

ผลิตภัณฑ์หลัก .....

.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดนำเสนอที่ประชุมคณะกรรมการเพื่อพิจารณาต่อไป

การชำระค่าสมัครโอนเงินเข้าบัญชี
ธนาคารกรุงเทพ สาขากล้วยน้ำไท
บัญชีออมทรัพย์
เลขที่ 117-4-37506-1 ในนาม
"สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย"
พร้อมส่งสำเนาใบนำฝากและ
ชื่อที่อยู่ที่จะให้ออกใบเสร็จรับเงิน
ไปที่ **โทรสาร 0-2712-4520**

หมายเหตุ: สมาคมฯ จะมีหนังสือแจ้งให้ชำระค่าบำรุงประจำปีทุกเดือนมกราคมของทุกปี

อัตราค่าสมัครสมาชิก

ค่าลงทะเบียน	อัตราค่าบำรุง (Rate of Payment) (บาท)			
	ม.ค.-ธ.ค.	เม.ย.-ธ.ค.	ก.ค.-ธ.ค.	ต.ค.-ธ.ค.
500.-	3,000.-	2,250.-	1,500.-	750.-

*** ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% ***

ลงชื่อ .....

(.....)

วันที่ .....

ขอเชิญลงโฆษณาในเว็บไซต์สมาคมฯ



สนใจลงโฆษณา
ติดต่อ : 02 712 4518-9

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมที่ : **สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย**

Tel : 02 712 4518-20, 087 559 1878 | E-mail : tdia.thailand@gmail.com

Facebook Fanpage : TDIA สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

LINE@ : @TDIA

www.tdia.or.th

YouTube : TDIA Channel

SUBSCRIBE

วารสารแม่พิมพ์

Mould & DIE JOURNAL

ลด10% สำหรับสมาชิกสมาคมฯ

ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 : กรกฎาคม - กันยายน 2564



อัตราค่าโฆษณา :

☐	ปกด้านใน	50,000 บาท
☐	หน้า 1	45,000 บาท
☐	ติดหน้าสารบัญ	45,000 บาท
☐	ติดหน้าบรรณาธิการ	40,000 บาท
☐	ปกหลัง	65,000 บาท
☐	ปกหลังด้านใน	50,000 บาท
☐	เต็มหน้า 4 สี ทั่วไป	38,000 บาท
☐	เต็มหน้า 2 สี ทั่วไป	20,000 บาท

รูปแบบวารสาร :

วารสาร Mould & Die รายา 3 เดือน (1 ปี มี 4 ฉบับ)
ขนาด 8.25 x 11.5 นิ้ว จำนวน 68 หน้า

1. ปกกระดาษอาร์ตการ์ด พิมพ์ 4 สี เคลือบด้าน, Spot UV ความหนา 210 แกรม
2. เนื้อใน (หน้าโฆษณา) กระดาษอาร์ตด้าน พิมพ์ 4 สี ความหนา 120 แกรม
3. เนื้อใน (บทความ / คอลัมน์)
   - พิมพ์ 4 สี กระดาษอาร์ตด้าน ความหนา 120 แกรม
   - พิมพ์ 2 สี สำหรับบทความและคอลัมน์ทั่วไป กระดาษปอนด์ 80 แกรม
   - เข้าเล่ม ไสกาว

จำนวนพิมพ์ : 3,000 ฉบับ

การกระจายวารสาร :

- สมาชิกสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
- หน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐและ
- เอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์

เจ้าของ :

สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
86/6 อาคารสำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน
ซ.ตรีมิตร ถ.พระราม 4 แขวงคลองเตย
เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ : 0-2712-4518-9, 087-559-1878
โทรสาร : 0-2712-4520
E-mail : tdia@tdia.or.th
Website : www.tdia.or.th
Facebook Fanpage Search : www.facebook.com/TDIA สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

ออกแบบและจัดพิมพ์ :

J.S.Design : จุรีรัตน์ ศรีตระกูลกิจการ
862 ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน แขวงดาวคะนอง
เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
โทรศัพท์ : 089-894-0448
E-mail : helishan22@gmail.com
Line ID : helishan

TGSS

บริษัท ทีจี สเปเชียล สตีล จำกัด
TG SPECIAL STEEL CO., LTD.

บริษัท ทีจี สเปเชียล สตีล จำกัด เป็นบริษัทในเครือของ TG (Tiangong International Company Limited) ผู้ผลิตเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel) อันดับหนึ่ง และเหล็กกล้าเครื่องมือ (Tool Steel) อันดับสองของโลกในปี 2019 ซึ่งมีสำนักงานขายอยู่ทั่วโลก
เอเชีย : ไทย, เกาหลีใต้, ไต้หวัน, อินเดีย / อเมริกาเหนือ, กลาง : สหรัฐฯ, แคนาดา, เม็กซิโก / ยุโรป : สาธารณรัฐเช็ก,อิตาลี,รัสเซีย,ตรุกี

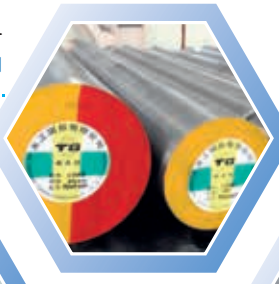
TGSS - TG Special Steel Company Limited an affiliated company of TG (Tiangong International Company Limited) a 2019 number one global producer in HSS and number two in Tool Steel Our global sales office
Asia : Thailand, South Korea, Taiwan, India / North and Central America : USA, Canada, Mexico /
Europe : Czech Republic, Italy, Russia, Turkey

สามารถผลิต Hot / Cold Work Tool Steel และ High Speed Steel ด้วยเทคโนโลยี Spray Ingot Material and Powder Material

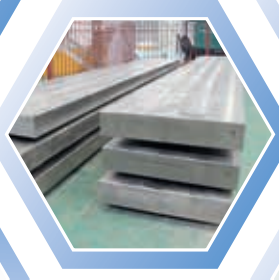
PRODUCER OF HOT / COLD WORK TOOL STEEL AND HIGH SPEED STEEL WITH NEW TECHNOLOGY OF SPRAY INGOT MATERIAL AND POWDER MATERIAL

TG (Tiangong International Company Limited) has a full production equipment including electric arc furnace, finery, intermediate frequency furnace, electroslag remelting furnace, HSS conticaster, quick foring, 300 350 400 550 650 rolling mill complex, continuous rolling, cold rolling, cold drawing, continuous annealing furnace, vacuum annealing furnace, coal gas producer, electrical annealing furnace, stepping furnace, rolling blank induction heating equipment, which is in the leading place in China or even in the world.

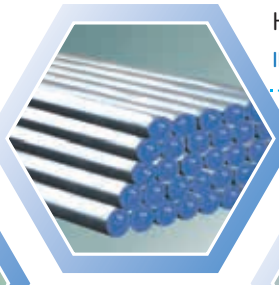
COLD WORK TOOL STEEL
เหล็กกล้าเครื่องมืองานเย็น

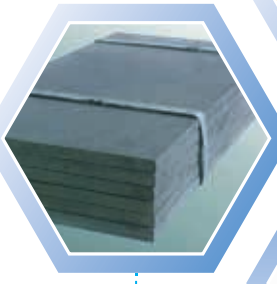


PLASTIC DIE STEEL
เหล็กแม่พิมพ์พลาสติก



HIGH SPEED STEEL
เหล็กกล้าความเร็วสูง

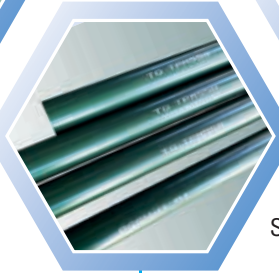




TITANIUM ALLOY
โลหะผสมไทเทเนียม



HOT WORK TOOL STEEL
เหล็กกล้าเครื่องมืองานร้อน



POWDER MATERIAL
ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีผง



SPRAY FORMING PRODUCTS
ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีสเปรย์

02 116 9454 www.tgspecialsteel.com
2070 หมู่ 1 ต.สำโรงเหนือ อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ10270 www.facebook.com/ทีจี จำหน่ายเหล็กกล้าเกรดพิเศษ

DIE & MOLD MACHINING

TOOL SOLUTIONS FOR INDUSTRIES

FACING / ROUGHING / PRE-FINISHING
YG MILL
[General & -TR Chipbreaker]



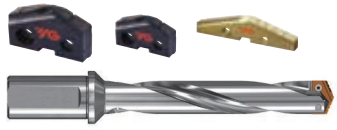
MILLING
X5070



MILLING / HEAVY CUTTING / SEMI FINISHING / PROFILING
V7 PLUS



DRILLING, Large Diameter Ø9.5~114.3 mm
SPADE DRILLS



MILLING / FINISHING / PROFILING / ROUGHING
4G MILL



DRILLING
YG DRILL

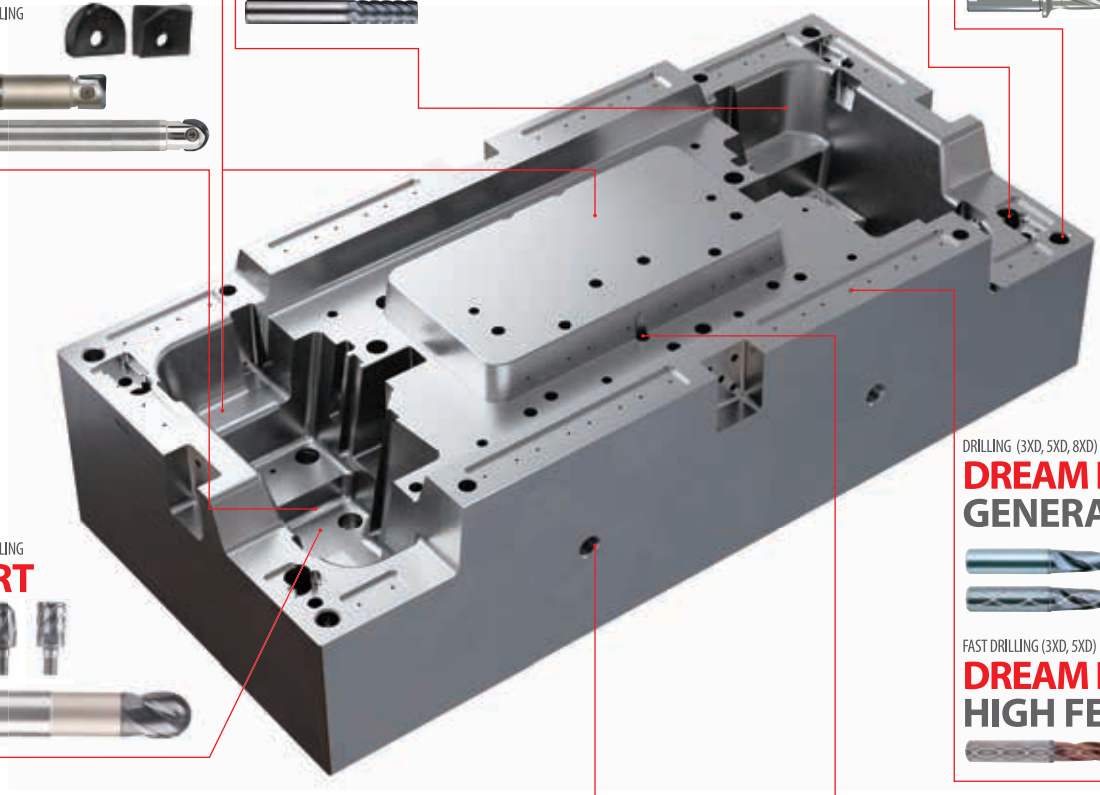


DRILLING(3xD, 5xD, 8xD)
i-ONE DRILLS



COPY MILLING / PROFILING
i-Xmill





COPY MILLING / PROFILING
i-SMART



DRILLING (3XD, 5XD, 8XD)
DREAM DRILLS GENERAL



FAST DRILLING (3XD, 5XD)
DREAM DRILLS HIGH FEED





THREADING
PRIME TAPS | THREAD MILLS
COMBO TAPS | SYNCHRO TAPS



DEEP DRILLING (10xD,15xD, 20xD, 25xD, 30xD, 35xD, 40xD)
DREAM DRILLS MQL



REAMING
CARBIDE REAMERS



DRILLING (2xD, 5xD)
DREAM DRILLS FLAT BOTTOM



Scan QR CODE
for DIE & MOLD MACHINING Catalogs

YouTube
Search YG-1 on social media outlets

YG-1 (THAILAND) CO., LTD. 88 Nimitkul Building, 4th Floor, Soi Rama IX 57/1 (Wisetsook 2), Suanluang, Suanluang, Bangkok 10250 Thailand
Tel : +662-370-4945-8 / Fax : +662-370-4944 / E-mail : info@yg1.co.th / Website : www.yg1.kr / www.yg1.co.th

บริษัท เอ็น-เทค แมชชีนเนอรี่ จำกัด
N-TECH MACHINERY CO., LTD.



CNC MACHINING CENTER

จัดไป!
ราคาดีๆ โปรโมชั่นโดนๆ
กับเครื่องรุ่นยอดนิยมของเรา
ด่วน...พร้อมส่ง
ราคาดี มีจำนวนจำกัด



CNC TURNING CENTER

EXCELLENT TECHNOLOGY - OUTSTANDING PRODUCTS



LINEAR MOTOR DRIVE
HIGH-PERFORMANCE WIRE-CUT EDM



CNC MACHINING CENTER



CNC MACHINING CENTER



CNC MACHINING CENTER



CNC DOUBLE COLUMN MACHINE



SURFACE GRINDING MACHINE



ZNC & CNC E.D.M



CNC WIRE-CUT EDM



VERTICAL TURNING CENTER



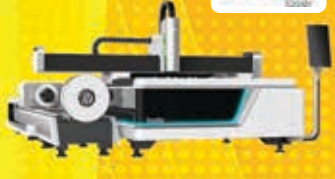
ROBODRILL



ROBOT FLEXLOADER



COORDINATE MEASURING MACHINES



FIBER LASER CUTTING MACHINE
FOR METAL SHEET AND TUBE

N-TECH พร้อมให้บริการ

- ★ บริการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร CNC
- ★ รับซ่อมเครื่องจักร CNC
- ★ รับทำ Preventive Maintenance เครื่อง CNC
- ★ บริการจัดหาอะไหล่ CNC ในราคาพิเศษ



HOT LINE
086-304-6341

ฝ่ายขาย ฝ่ายบริการ

N-TECH MACHINERY CO., LTD.
399/36-37 หมู่ 13 ถ.กิ่งแก้ว ต.ราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540
399/36-37 MOO 13 KINGKAEW ROAD, T.RACHATEWA, A.BANGPLEE, SAMUTPRAKARN 10540 THAILAND
Tel. (662) 136-5333 (Auto) Fax. (662) 136-5334 Hotline : Sales (086) 304-6341, (086) 304-6347 Service : (086) 304-6351 TAX ID : 0115544004055
E-mail : thaintech@yahoo.com, servicentech@yahoo.com, salentech@yahoo.com, @thaintech NTECH CNC Machine Thailand
www.ntechmachine.com

WE DO SUPPLY
MACHINE TOOLS & TECHNOLOGIES

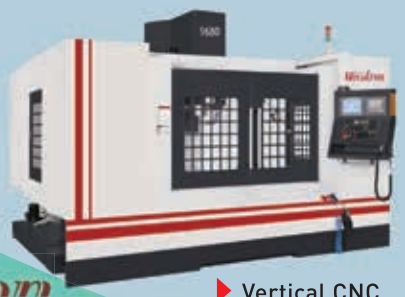


▶ 5-Axis CNC Machining Center



▶ CNC LATHES

SiEl - Mecatron



▶ Vertical CNC Machining Center



▶ Horizontal Machining Center



▶ Vertical CNC Machining Center with Pallet System

SiEl - e-tech



▶ CNC Cylindrical Grinder



▶ Centerless Grinders



▶ Cylindrical Grinders (NC Plunge)



▶ Wire Cut



▶ Broken Tap Remover

SiEl - PROSS+



▶ High Speed Double Column Machining Center / Graphite Electrode CNC Milling



▶ Super Drill



▶ ZNC EDM



▶ CNC EDM

SiEl - JOEMARS

SiEl - EQUIPTOP



▶ CNC Tapping Center



▶ Surface Grinder

SiEl - RBT



▶ Nonmetal Six - Axis CNC Machining Center

SiEl - Yan Yang



▶ Turbine Service CNC Drill EDM

SiEl - UChine



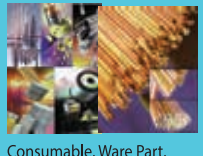
▶ Big size CNC Horizontal / Boring & Milling Machine



▶ CNC Double Column Machining Center



▶ SiEl - Precision Working Holders System (EROWA & 3R EQUIVALENT)



Consumable, Ware Part, Accessories for Every Brands of EDM,& Wire Cut & Super Drill & ETC.

SiEl - KAIBO CNC



▶ Economy type CNC Milling & Machining Center

Siam elmatech

บริษัท สยาม เอลมาเทค จำกัด / SIAM ELMATECH CO., LTD.
12/3 หมู่ 10 ตำบลคลองข่อย อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
12/3 Moo 10, Klong-khoi, Pak-kred, Nonthaburi 11120
โทร / Tel. : (02) 159 6391-3, (084) 757 6662 แฟกซ์ / Fax.: (02) 159 6394
E-mail : ukofset@ksc.th.com Website: www.siamelmatechgroup.com

จากจุดเริ่มต้นของ สยาม เอลมาเทค (เมื่อปี 2538) .... อยู่ได้เพราะงานบริการหลังการขาย และความรู้ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนจำหน่ายจริง ๆ