วารสารแม่พิมพ์

Mould & DIE JOURNAL

ปีที่ 33 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2564

TGI Thai-German Institute
สถาบันไทย-เยอรมัน

VIP INTERVIEW

คุณสมชาย จักร์กรีนทร์
ผู้อำนวยการ สถาบันไทย-เยอรมัน

Mr. Somchai Jakkareen
President Thai-German Institute

SPECIAL FEATURE

MOLD & DIE LIKE สาระ

INNOVATION TODAY

จัดทำโดย :
สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย
THAI TOOL AND DIE INDUSTRY ASSOCIATION

HOTLINE : 087-559-1878

120 บาท

www.tdia.or.th

RELIABILITY. PRICE. REPUTATION.

and Performance!

Haas ST-20 CNC Turning Center

= TOTAL CUSTOMER VALUE.

WE KNOW what it's like. We're MACHINISTS, too. We CUT METAL every day.

That's why we're driven to make sure that every Haas CNC machine is trustworthy, affordable , and always backed by the industry's best after-sale service.

Haas Factory Outlet – Thailand
A Division of Machine Tech Co., Ltd
Bangkok: +66 2 726 7191 Chiang Mai : +66 53 446 690

www.HaasCNC.com

QGT

Quality Gauge and Tool Co., Ltd.

THE BEST PRICE FOR YOU

Maker in Thailand

www.qualitygauge.co.th

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, Punch, Die, Insert Etc.

DESIGN

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

QGT

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

บรรณาธิการแถลง

ปี พ.ศ. 2564 กำลังจะผ่านไปอีกปี... มีเรื่องราวต่างๆ มากมายที่ผ่านเข้ามาในชีวิตเรา มีทั้งสุขและทุกข์ ไม่ว่าจะพบเจอกับสถานการณ์ใดขอให้เรามีสติ เพราะ**ความสุขไม่ใช่สิ่งที่คุณจะถ่วงเวลาให้มันเกิดขึ้นในอนาคต แต่มันคือสิ่งที่คุณต้องสร้างมันให้เกิดขึ้นในปัจจุบัน** *("Happiness is not something you postpone for the future; it is something you design for the present." - Jim Rohn)*

ส่งท้ายปีเก่าต้อนรับปีใหม่...ในฉบับนี้คอลัมน์ VIP Interview ขอแสดงความยินดีกับคุณสมชาย จักร์กรีนทร์ ในการเข้ารับตำแหน่งผู้อำนวยการ สถาบันไทย-เยอรมัน และได้รับเกียรติให้สัมภาษณ์พูดคุยถึงนโยบายของสถาบันฯ ในการสนับสนุนพัฒนาและพร้อมที่จะก้าวเดินเคียงข้างผู้ประกอบการไทย

คอลัมน์ Special Feature ในฉบับนี้เราได้รวบรวมเนื้อหาความรู้ เทคนิค วิธีการผลิตแม่พิมพ์ชนิดต่างๆ เพื่อให้สมาชิกได้นำไปต่อยอดองค์ความรู้ ในการพัฒนาตนเองและองค์กร นอกจากนี้เรายังมีบทความดีๆ สำหรับสมาชิกท่านใดที่กำลังวางแผนในการขยายธุรกิจเข้าสู่อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ กับ 5 เรื่องควรรู้ เพื่อการเตรียมตัวเป็นผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์

ในฉบับนี้ยังมีบทความดีๆ อีกมากมาย ทางทีมงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่สมาชิกทุกท่านไม่มากก็น้อย ในปีที่ผ่านมาหากผิดพลาดประการใด ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

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 ตันเดชานุรัตน์ / 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

JINGDIAO

Step into Beijing Jingdiao
Feed μ-level curved surface fitting

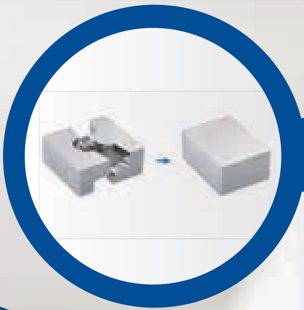
JINGDIAO... High Precision Machining Center

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

สารบัญ
CONTENTS

วารสารแม่พิมพ์
Mould & DIE
JOURNAL

7 VIP INTERVIEW

Thai-German Institute
สถาบันไทย-เยอรมัน

คุณสมชาย จักร์กรีนทร์
ผู้อำนวยการ สถาบันไทย-เยอรมัน
Mr. Somchai Jakkareen, President Thai-German Institute

29 MOLD & DIE LIKE สาระ

การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต
ตอนที่ 8 : การประยุกต์ใช้งานสำหรับงานออกแบบแม่พิมพ์

27 INNOVATION TODAY

CRYPTO
CURRENCY
แหล่งสกุลเงินสินทรัพย์ดิจิทัล

SPECIAL FEATURE

13 การฉีดพลาสติกให้มีคุณภาพ และลดต้นทุนการผลิต

18 5 เรื่องควรรู้ เพื่อการเตรียมตัวเป็น ผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์

38 เก็บตกจากหน้างาน... สู่การเป็นนักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

49 การประเมินสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวร ของโลหะแผ่น (Plastic strain ratio, r) สำหรับการขึ้นรูปด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

55 ซิมูเลชั่น จำลองการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ Effective Plastic Injection Molding Simulation ตอนที่ 14 Warpage Simulation : Understanding Warpage Result เข้าใจผลลัพธ์ Warpage อย่างถูกต้อง

NA NA SARA

20 มนุษย์งานยุคดิจิทัล กับ 5 ทักษะ Soft Skill ที่ปั้นคนให้เป็น T-Shaped ในแบบ LINE ประเทศไทย

60 11 วิธีเอาชนะความขี้เกียจ และทำให้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

23 ภาพกิจกรรมสมาคมฯ

63 Upcoming Events

64 Advertisers Index

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

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

ผลิตและจำหน่ายเครื่องเลื่อยสายพาน, เครื่องปั๊มโลหะ, เครื่องตัดเลเซอร์, เครื่องตัดพลาสม่า
รับจ้างผลิตงานกลึง, งานปั๊มตามแบบลูกค้า

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
กำลังผลิต 1-2 ตัน/ชม.

รถWheel Chair

โครงสร้างทำจากเหล็กชุบโครเมี่ยม
8" Castor, 24" ล้อซี่ลวดแข็งแรง ทนทาน
เบาะนั่งและพนักพิงผ้าใบหลังพับได้

เครื่องบำบัดน้ำเสีย
Slit Saver

- การหมุนของเพลทรูปวงรี ทำให้เครื่องไม่เกิดการอุดตัน
- สามารถทำงานได้ต่อเนื่องใน ปริมาณที่มาก ด้วยตัวเครื่องที่มีขนาดเล็ก
- ง่ายต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน

กระถางต้นไม้ "แก้มลิง"

วัสดุทำจากพลาสติก PP
แข็งแรง ทนแดด ทนฝน
รดน้ำ 1 ครั้ง สามารถเก็บน้ำได้ถึง 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

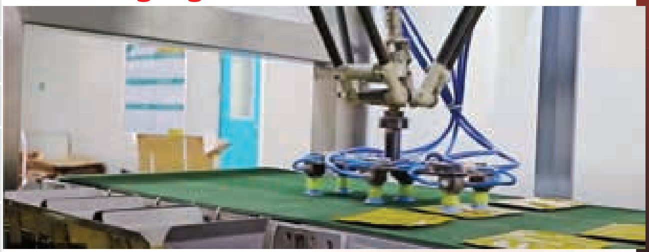
First 100 Units Only !!!

@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		80×10^{-4}kg.m^2
Angle range of actu-ated 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.
Malaysia . Singapore . Thailand . Indonesia . Vietnam

บริษัท มายโกรว์เทค (ประเทศไทย) จำกัด
14/24 หมู่ที่ 15 (คาสเคด บางนา) ถ.บางนา-ตราด กม.5 ต.บางแก้ว อ.บางพลี สมุทรปราการ 10540

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

คุณสมชาย จักร์กรีนทร์

ผู้อำนวยการ สถาบันไทย-เยอรมัน

Mr. Somchai Jakkareen, President Thai-German Institute

สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย ขอแสดงความยินดีกับคุณสมชาย จักร์กรีนทร์ ในการเข้ารับตำแหน่งผู้อำนวยการสถาบันไทย-เยอรมัน ที่มาสานต่อพร้อมทั้งต่อยอดนโยบายเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมไทย

วารสาร Mould & DIE ได้รับเกียรติเข้าสัมภาษณ์เพื่อพูดคุยถึงการดำเนินงานของสถาบันไทย-เยอรมัน ที่เป็นสถาบันรวมองค์ความรู้และบริการสนับสนุนผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมและพร้อมที่จะก้าวเดินเคียงข้างผู้ประกอบการไทย

Q ขอทราบประวัติการทำงานโดยย่อของท่าน ผอ.

A ผมทำงานที่สถาบันไทย-เยอรมันมาประมาณ 20 กว่าปี ทำงานคลุกคลีในภาคอุตสาหกรรม เริ่มตั้งแต่ตำแหน่งวิศวกรมาเป็นผู้จัดการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการและได้รับคัดเลือกเข้ารับตำแหน่งผู้อำนวยการสถาบันฯ ในเดือนสิงหาคม ปี 2564 ด้านประวัติการศึกษาจบปริญญาตรี สาขาแม่พิมพ์จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปริญญาโทจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

Q บทบาทและภารกิจของสถาบันไทย-เยอรมัน (TGI) ในการช่วยขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยและส่งเสริมผู้ประกอบการ

A บทบาทของสถาบันไทย-เยอรมัน (TGI) อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรมเราเป็นองค์กรที่ช่วยสนับสนุนในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรมอนาคตด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตอัจฉริยะ มุ่งพัฒนาศักยภาพการแข่งขันและยกระดับสู่อุตสาหกรรมการผลิตอัจฉริยะ 4.0 ให้สอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยไปสู่ตลาดโลก

พันธกิจหลักของ TGI คือเป็นเป็นกลไกของภาครัฐและเอกชนในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรมอนาคต พัฒนาระบบการทำงานและการบริการให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล รวมถึงการพัฒนาบุคลากรภายในองค์ของเราเองและบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมทั้งด้านเครื่องจักรกลและแม่พิมพ์ ให้มีสมรรถนะทักษะสูงขึ้น ทาง TGI มีบุคลากรและองค์ความรู้ที่สั่งสมถ่ายทอดตั้งแต่อดีตรวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ในปัจจุบัน เรายังมีความเชี่ยวชาญในเรื่องของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ รวมถึงเทคโนโลยีดิจิตอลที่จะมีบทบาทสำคัญในอนาคต ส่วนสำคัญคือการมุ่งสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการเพื่อเป็นศูนย์กลางในการยกระดับความสามารถด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตอัจฉริยะ โดยเน้น 3 กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุน คืออุตสาหกรรมเครื่องจักรกลที่เปรียบเหมือนอุตสาหกรรมพ่อและอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นดั่งอุตสาหกรรมแม่ และอุตสาหกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์เพื่อไปสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ โดยเป้าหมายต้องการยกระดับอุตสาหกรรมไทยให้เข้มแข็งสามารถแข่งขันได้อย่างยั่งยืน ส่วนในด้านการบริการแก่ภาคอุตสาหกรรม ขณะนี้ TGI ได้พัฒนาการบริการในรูปแบบ Total Smart Solutions

ซึ่งเป็นการให้บริการแก่ภาคอุตสาหกรรมที่ตอบโจทย์ตามความต้องการ เช่น การฝึกอบรมสัมมนาและพัฒนาทักษะฝีมือบุคลากร ให้คำปรึกษาแนะนำ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนารวมทั้งงานบริการแก่ภาคอุตสาหกรรม ที่ครอบคลุมด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ แม่พิมพ์ เครื่องมือกลและการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

Q เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ทางสถาบัน TGI มีวิธีการปรับตัวอย่างไงบ้างในการจัดอบรมสัมมนาหรือให้บริการกับภาคอุตสาหกรรม

A ในช่วงโควิดที่ผ่านมาเราไม่สามารถจัดการฝึกอบรมแบบภาคปฏิบัติได้เหมือนเดิม จึงมีการปรับรูปแบบการให้บริการแบบออนไลน์ โดยปกติการบริการหรือฝึกอบรมโดยพื้นฐานจะเน้นที่การฝึกภาคทฤษฎี 30% ปฏิบัติ 70% เมื่อปรับเปลี่ยนเป็นออนไลน์ ก็มีผลกระทบพอสมควร เราพยายามปรับเปลี่ยนเป็นสอนทฤษฎีแบบออนไลน์ แต่บางหลักสูตรที่ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้เราก็ส่งไปให้ฝึกใช้งานจริงยังสถานประกอบการ ส่วนการฝึกอบรมเกี่ยวกับแม่พิมพ์มีข้อจำกัดเพราะเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ฝึกอบรมมีขนาดใหญ่ เช่นเครื่อง CNC, EDM หรือ Wire EDM เป็นต้น จึงต้องเป็นหลักสูตรแบบผสมผสานทฤษฎีออนไลน์และส่วนภาคปฏิบัติก็มาฝึกที่สถาบันฯ

Q Road Map หรือแนวทางของ TGI ในการส่งเสริมผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์

A TGI เรามุ่งเป้าพัฒนาอุตสาหกรรมไทยด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงเช่น ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เพื่อยกระดับให้อุตสาหกรรมการผลิตสู่การผลิตแบบ Smart 4.0 ในส่วนของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ผู้ประกอบการบ้านเราส่วนใหญ่เป็น SMEs มีปัญหาและอุปสรรคหลายๆ เรื่อง

ทาง TGI ได้มีการวางแผนและพัฒนาหลักสูตร เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ โดยมุ่งเน้นในเรื่องของการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ขั้นสูง รวมถึงแม่พิมพ์อัจฉริยะ Smart Mould / Smart Die ตัวอย่างเช่น การทำให้แม่พิมพ์มีความฉลาดขึ้น โดยเพิ่มระบบการใช้ซอฟแวร์หรือใส่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ อุปกรณ์ตรวจวัดเข้าไปในแม่พิมพ์ให้สามารถส่งสัญญาณไปยังเครื่องจักรในการผลิต สามารถตรวจวัดการทำงานช่วยลดการสูญเสีย ลดต้นทุนและลดพลังงาน แต่ภาพรวมของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ส่วนมากในบ้านเรายังไปไม่ถึงในส่วนนี้ โดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ต้องศึกษาและเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเครื่องจักรหรือปัจจัยที่เรามีอยู่ ซึ่งโรงงานผลิตแม่พิมพ์ขนาดใหญ่บางแห่งก็ได้มีการดำเนินการไปบ้างแล้ว

Q เรื่องมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพแม่พิมพ์ มีความสำคัญและควรจะส่งเสริมให้ผู้ประกอบการมีความตื่นตัวอย่างไรบ้าง

A ในปัจจุบันมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพวิชาชีพแม่พิมพ์มีการจัดทำเรียบร้อยแล้ว แต่สิ่งสำคัญคือมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพจะนำไปใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิผลได้อย่างไร เพราะส่วนใหญ่มาตรฐานคุณวุฒิฯ ในกลุ่มอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นภาคสมัครใจ ผู้ที่จะเข้ามาสอบต้องสมัครใจไม่มีการบังคับไม่เหมือนบางสาขาวิชาชีพที่ผู้ทำงานจะต้องสอบเอาคุณวุฒิให้ได้การรับรองจึงสามารถประกอบอาชีพได้

ผมมองว่าทางสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ สถาบันไทย-เยอรมันและผู้เกี่ยวข้อง จะต้องช่วยกันผลักดันขับเคลื่อนให้ภาคอุตสาหกรรมตื่นตัวเข้ามาใช้ระบบมาตรฐานในการทดสอบมากขึ้น เพื่อเป็นการรับรองทักษะฝีมือของบุคลากรให้ได้รับคุณวุฒิตามมาตรฐาน และสามารถผลิตแม่พิมพ์ที่ดีมีคุณภาพสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้าได้ว่าโรงงานได้มาตรฐานด้านทักษะฝีมือของบุคลากรและมาตรฐานการผลิต ทั้งนี้ต้องประชาสัมพันธ์ให้โรงงานแม่พิมพ์และผู้ประกอบการเข้าใจและเห็นความสำคัญในเรื่องมาตรฐานวิชาชีพ ซึ่งอุปสรรคของโรงงานแม่พิมพ์ที่เป็น SME มีพนักงานไม่มาก เมื่อส่งพนักงานมาอบรมทดสอบจำเป็นต้องหยุดงานทำให้ภายในโรงงานไม่มีคนทำงาน หรือการเข้าไปสอบในโรงงานก็อาจขัดขวางเวลาทำงานจึงมีความยากลำบากอยู่บ้าง แต่ทุกหน่วยงานทุกภาคส่วน

ต้องช่วยกันทั้งหน่วยงานรัฐและเอกชน รวมถึงสถาบันการศึกษาต้องช่วยกันขับเคลื่อนให้เห็นความสำคัญของมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพที่ช่วยส่งเสริมและให้เกิดการพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์

TGI เราได้มีส่วนร่วมกับสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในการร่างหลักสูตรคุณวุฒิวิชาชีพและพัฒนามาตรฐานฝีมือแรงงาน เช่น มาตรฐานการออกแบบแม่พิมพ์ การสร้างแม่พิมพ์ประเภทต่างๆ และ TGI ก็เป็นศูนย์ทดสอบมาตรฐานอาชีพของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เช่น สาขาวิชาชีพอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ สาขาวิชาชีพแมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาชีพอาชีพครูฝึกในสถานประกอบการ เป็นต้น

Q ทิศทางอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยในปัจจุบันและในอนาคต

A ทิศทางของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ยังสามารถไปได้ในระยะยาว แต่อาจจะไม่ได้ขยายตัวเหมือนในอดีต เพราะมีคู่แข่งมากขึ้น สิ่งสำคัญอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในบ้านเราเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางถึงขนาดเล็ก ซึ่งเราต้องยกระดับให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นให้ได้อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อสามารถรองรับอุตสาหกรรม 4.0 ได้ในอนาคต ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมแม่พิมพ์บ้านเรามีปัญหาในหลายๆ ด้าน ทั้งเรื่ององค์ความรู้ทักษะฝีมือ การใช้นวัตกรรมการผลิตแม่พิมพ์ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง รวมถึงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในด้านการบริหารงานและระบบการผลิตแม่พิมพ์ที่มีมาตรฐาน ต้องยอมรับว่าผู้ประกอบการ SMEs ส่วนใหญ่จะประสบปัญหาเหล่านี้ เราคงต้องช่วยกันในการยกระดับกลุ่มอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในองค์รวมทั้งระบบให้มีความเข้มแข็ง แต่ด้วยสภาวะเศรษฐกิจในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา มีความไม่แน่นอน ตลาดมีความผันผวนทั้งในเรื่องการนำเข้าส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ ผู้ประกอบการแม่พิมพ์ต้องมีการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลง

ในส่วนการนำเข้าแม่พิมพ์จากประเทศจีนมีผลกระทบกับผู้ผลิตและแม่พิมพ์ของไทย หลายโรงงานมีการนำเข้าแม่พิมพ์จากจีนมาใช้ แต่ต้องยอมรับว่าแม่พิมพ์จีนมีปัญหาในเรื่องการบริการหลังการขาย เวลาซ่อมก็ต้องใช้บริการภายในประเทศ ซึ่งโรงงานแม่พิมพ์ไทยมีโอกาสได้เปรียบในเรื่องนี้ถ้าผู้ประกอบการสามารถยกระดับเรื่อง Q C D สิ่งสำคัญคือโรงงานผู้ผลิตแม่พิมพ์จะต้องผลิตแม่พิมพ์ที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรงสูง ยกระดับกระบวนการผลิตและการออกแบบให้รวดเร็วควบคุมต้นทุนและราคาที่สามารถแข่งขันในตลาดได้

เรื่องการย้ายฐานการผลิตในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมากลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าหลายรายได้ย้ายฐานการผลิตไปที่เวียดนาม เนื่องจากมีปัจจัยที่เอื้อให้กลุ่มอุตสาหกรรมไปลงทุน คือ เรื่องค่าแรงที่ต่ำกว่าไทย เรื่องสิทธิประโยชน์ต่างๆ ของภาครัฐที่จูงใจในการลงทุน รวมถึงสงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกากับจีนก็มีผลทำให้นักธุรกิจที่ลงทุนในประเทศจีนย้ายฐานการผลิตไปที่เวียดนามเพื่อหลีกเลี่ยงกำแพงภาษี

แต่อย่างไรก็ตามนักลงทุนต่างชาติก็ยังมีความสนใจมาลงทุนที่ประเทศไทย เห็นได้จากโครงการ EEC (Eastern Economic Corridor / โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก) ซึ่งผู้ประกอบการจะได้สิทธิประโยชน์ต่างๆ โครงการ EEC เป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ด้วยโครงสร้างสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ความได้เปรียบลักษณะพื้นที่ ดังนั้นการลงทุนใน EEC ยังมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและเป็นโอกาสของผู้ประกอบการแม่พิมพ์ไทยในการเข้าไปเป็นส่วนสนับสนุนในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ

Q สถานการณ์โควิด-19 ส่งผลกระทบให้เศรษฐกิจและวิถีชีวิตผู้คนทุกภาคส่วนในสังคมต้องปรับตัว แม้แต่อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน

A ในมุมมองของผม โควิด-19 มีผลกระทบต่อทั่วโลก ประเทศไทยเราได้รับผลกระทบ มีการล็อกดาวน์มาหลายรอบ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการดำเนินชีวิตของคนในสังคม ทำให้มีการชะงักของอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าและบริการ เมื่อการผลิตน้อยการทำแม่พิมพ์ใหม่หรือการซ่อมแซมแม่พิมพ์ก็น้อยตามไปด้วยเป็นวงจรลูกโซ่ และแม่พิมพ์ในบ้านเราส่วนใหญ่ผลิตเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ที่เป็นตลาดขนาดใหญ่ เมื่อการผลิตรถยนต์ชะลอตัวก็ได้รับผลกระทบ ผู้ประกอบการจึงต้องมองหาตลาดในกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น แต่ช่วงนี้มีรถยนต์โมเดลใหม่ๆ ที่จะออกมาพอสมควร จึงทำให้การผลิตแม่พิมพ์เริ่มมีงานกลับมาตามแนวโน้มตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์

Q อนาคตทิศทางการเปลี่ยนเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (EV) มีผลกระทบอย่างไรต่ออุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย

A อุตสาหกรรมแม่พิมพ์มีผลกระทบแน่นอน แต่อาจจะไม่ได้มาก สิ่งสำคัญของรถยนต์ไฟฟ้า EV เน้นที่วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่เรื่องความปลอดภัยเซฟตี้ของรถยนต์จะต้องมากขึ้น เพราะฉะนั้นวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตรถยนต์จะเข้ามามีบทบาทสำคัญ เช่น โครงสร้างรถยนต์ต้องเปลี่ยนเป็นเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง High-Strength Steel ที่มีความบางแต่แข็งแรงสูงขึ้น หรือชิ้นส่วนบางอย่างที่เคยเป็นเหล็กอาจจะต้องเปลี่ยนเป็นอลูมิเนียม หรือพลาสติก

เพราะฉะนั้นเทคโนโลยีในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์จะต้องปรับตัวไปตามอุตสาหกรรมการผลิต ที่มีนวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงวัสดุที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น High-Strength Steel, Light Weight Materials ต่างๆ หรือ Carbon Fiber เป็นต้น ดังนั้นผู้ผลิตแม่พิมพ์จึงต้องศึกษาเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้ เพื่อสามารถนำมาใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์และชิ้นส่วนที่ใช้วัสดุชนิดต่างๆ ในการขึ้นรูปเพื่อสามารถรองรับชิ้นส่วนอุปกรณ์ในอนาคต ผู้ประกอบการต้องมีการเรียนรู้เตรียมพร้อม เรื่ององค์ความรู้ และทักษะในเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพื่อนำมาปรับใช้ในการทำงาน

Q TGI มีแผนการส่งเสริมผู้ประกอบการแม่พิมพ์ เพื่อเตรียมความพร้อมสู่ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างไรบ้าง

A TGI เรามีผู้เชี่ยวชาญเน้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีขั้นสูงให้กับภาคอุตสาหกรรมมาโดยตลอด ติดตามการพัฒนาของเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ มีหลักสูตรอบรมสัมมนาเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีขั้นสูงในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ชนิดต่างๆ มีการร่วมมือทางกลุ่มเครือข่ายพันธมิตรในการอบรมและการสัมมนา รวมถึงการจัดแสดงนิทรรศการเทคโนโลยีนวัตกรรมอัพเดตความก้าวหน้าในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ เช่น งาน Innovation for Mould & Die, Automation & Robotic Day หรือ งาน CBM Day แต่ในช่วงปีที่ผ่านมาด้วยสถานการณ์โควิดจึงงดจัดงาน แต่ก็ยังมีการจัดหลักสูตรฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

Q ท่าน ผอ. มีข้อเสนอแนะหรือสิ่งที่ต้องการฝากถึงอุตสาหกรรมแม่พิมพ์และผู้ประกอบการแม่พิมพ์

A มองภาพรวมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยต้องปรับตัวสู่การพัฒนา เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถผลิตแม่พิมพ์ที่มีคุณภาพมาตรฐาน และใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่มีอยู่ภายในโรงงานได้อย่างคุ้มค่าเกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงต้องนำนวัตกรรมเทคโนโลยีการออกแบบมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้าง

มูลค่าเพิ่มและยกระดับให้แม่พิมพ์ไทยสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ปัจจุบันธุรกิจปรับเปลี่ยนรูปแบบการซื้อขายผ่านทางช่องทางออนไลน์มากขึ้น การทำการตลาดออนไลน์ (Digital Marketing) ผ่านแพลตฟอร์มต่างๆ ก็มีความน่าสนใจ ทำให้เข้าถึงตรงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างกว้างขวางระหว่างผู้ผลิตแม่พิมพ์กับผู้ใช้แม่พิมพ์

การแข่งขันในยุคปัจจุบันนี้ จะมองแค่ตลาดภายในประเทศ หรือแข่งขันกันเองภายในอย่างเดียวไม่ได้ ผมมองว่าอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ต้องรวมตัวกันเป็นเครือข่าย เพื่อเพิ่มศักยภาพที่จะแข่งขันในเวทีตลาดโลก ซึ่งปัจจุบันโรงงานแต่ละแห่งต่างคนต่างอยู่ ต่างลงทุนด้านเทคโนโลยี บุคลากรหรือเครื่องจักรที่เหมือนๆ กันจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนที่สูงมาก หากเราปรับเปลี่ยนการผลิตแม่พิมพ์เป็นการรวมกลุ่ม (Cluster) ที่รวบรวมความหลากหลายของโรงงานผลิตแม่พิมพ์ สร้างความเข้มแข็งและมาตรฐานให้กับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยก้าวเดินไปพร้อมกันทั้งระบบ เพื่อแข่งขันกับตลาดโลก ซึ่งในระยะยาวอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยจะสามารถช่วยยกระดับภาคอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศในภาพรวมได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน เพราะแม่พิมพ์คือจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ทำให้เกิดการหมุนเวียนและเติบโตทางเศรษฐกิจมหภาค

TGI Thai-German Institute
สถาบันไทย-เยอรมัน

สถาบันไทย-เยอรมัน (Thai-German Institute)

ศูนย์ชลบุรี :

700/1 หมู่ 1 นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ ชลบุรี ถ.บางนา-ตราด กม. 57 ต.คลองตำหรุ อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000
700/1 Moo 1, Amata City Industrial Estate (Chonburi), KM.57 Bangna-Trad Road, Klongtamru, Muang, Chonburi 20000

Customer Services :

Tel : +66 (0) 38 215033-39, +66 (0) 33 266040-44 Fax : +66 (0) 33-266047
CRM : +66 (0) 61-825-1028
E-mail : crm_dept@tgi.mail.go.th

ศูนย์กรุงเทพ :

ศูนย์พัฒนาบุคลากรเพื่อรองรับเทคโนโลยีแม่พิมพ์ขั้นสูง สถาบันไทย-เยอรมัน

Mould & Die Technology Human Resource Development Center (Thai-German Institute Bangkok)

อาคารปฏิบัติการ A สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน
86/6 ซ.ตรีมิตร ถ.พระราม 4 แขวงกล้วยน้ำไท เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
Shop A Division of Innovation and Industrial Technology Develoopment Building
86/6 Soi Treemit, Rama 4 Road, Kluaynamthai, Klongtosy Bangkok 10110

Tel : 02-3815041-2
Fax : 02-3815079
E-mail : tgi_bkk@tgi.mail.go.th

ISO 9001 : 2015 ISO 17025

Website : www.tgi.or.th

@Thaigermaninst

โดย อาจารย์วิธาน จริยประเสริฐสิน

การฉีดพลาสติกให้มีคุณภาพ และลดต้นทุนการผลิต

ภาคการผลิตด้วยการฉีดขึ้นรูปพลาสติกในอุตสาหกรรมของไทยมีการแข่งขันที่สูงมาก ทั้งด้านราคา คุณภาพของชิ้นงานฉีด อีกทั้งผู้ผลิตทั้งภายในประเทศและจากผู้ผลิตต่างประเทศที่มากขึ้น ผู้ผลิตที่มีศักยภาพด้านการแข่งขัน ต้องพัฒนาความสามารถทางด้านต้นทุนการผลิตและเวลาการส่งมอบให้ดีกว่าคู่แข่ง โดยชิ้นงานฉีดต้องมีคุณภาพตามต้องการของลูกค้า ผู้ผลิตทุกรายยังต้องพัฒนาความสามารถการผลิตของตนให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเทคโนโลยีและความต้องการของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้ผลิตต้องพัฒนาการทำงานของตนให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ต้องพยายามค้นหาจุดบกพร่องและแก้ไขการผลิตในโรงงานของตนให้ดีขึ้น โดยเฉพาะประเด็นปัญหาทางด้านคุณภาพของสินค้าที่ผลิตและต้นทุนการผลิตของโรงงานว่ายังมีจุดใดบ้างที่ยังต้องพัฒนาปรับปรุงการผลิตให้ดีขึ้น ถ้าไม่ทราบถึงประเด็นปัญหาที่ชัดเจนก็จะทำให้ไม่สามารถที่จะหาแนวทางในการดำเนินการและทำการแก้ไขได้ถูกต้อง

ขอกล่าวถึงปัจจัยที่สำคัญในด้านคุณภาพของชิ้นงานฉีดพลาสติกที่ผู้ผลิตต้องควบคุมได้แก่

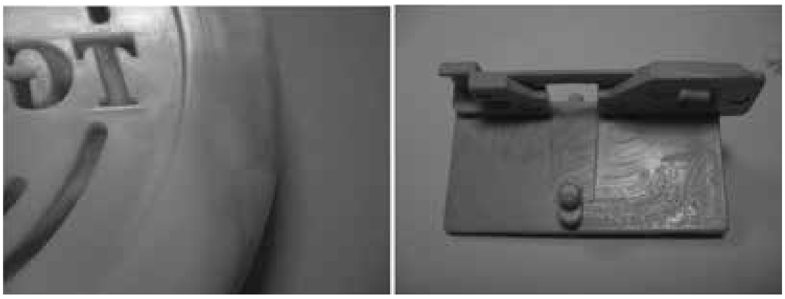
- **ผิวสำเร็จของชิ้นงาน**
- **ขนาดและการบิดงอของชิ้นงานฉีดตามสเปคที่กำหนด**
- **สมบัติทางกลที่จำเป็นต่อการใช้งาน**

ผิวสำเร็จของชิ้นงานฉีดในเบื้องต้นจะขึ้นอยู่กับผิวของแม่พิมพ์ ว่าได้ทำการขัดผิวหรือทำผิวได้ถูกต้องกับความต้องการใช้งานหรือไม่ การขัดผิวแม่พิมพ์ที่ดีไม่มีจุดบกพร่องก็จะทำให้ได้ผิวชิ้นงานฉีดที่มีคุณภาพดีด้วย การขัดผิวสำเร็จของแม่พิมพ์ในทิศทางการปลดชิ้นงานพลาสติกออกจากแม่พิมพ์ นอกจากจะทำให้ผิวสำเร็จของชิ้นงานพลาสติกไม่เกิดรอยแล้วยังช่วยให้ผิวของแม่พิมพ์ไม่เสียหายง่ายสามารถที่ทำการผลิตต่อเนื่องได้นานขึ้นด้วย การเลือกใช้วัสดุแม่พิมพ์ให้สัมพันธ์กับชนิดของพลาสติก พลาสติกที่มีความแข็งสูงและมีสารเติมแต่งที่ทำให้วัสดุพลาสติกมีความแข็งแรงสูงขึ้น เช่น PA6, PA66+30GF, PPS พลาสติกในกลุ่มนี้จะทำให้เกิดการสึกหรอแบบการขัดสี (Abrasive Wear) ที่ผิวของแม่พิมพ์สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้วัสดุทำแม่พิมพ์ที่มีความแข็งสูงเพื่อยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ ส่วนพลาสติกที่เกิดแก๊สในระหว่างการฉีด เช่น PVC จะทำให้เกิดการกัดกร่อนแม่พิมพ์สูง วัสดุที่นำมาทำแม่พิมพ์จะต้องเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม

รูปที่ 1 : เครื่องฉีดพลาสติก (ขอบคุณภาพจาก Arburg, Sodick)

โดย อาจารย์วิธาน จริยประเสริฐสิน

รูปที่ 2 : ปัจจัยคุณภาพของผิวงานเป็นสิ่งสำคัญ ตัวอย่างเช่นผิวงานที่มีลักษณะเป็นลายหนัง

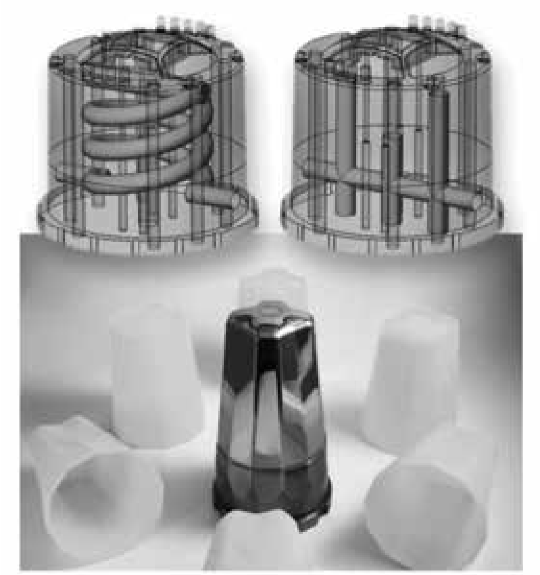


รูปที่ 3 : ผิวงานฉีดที่เกิดปัญหา พลาสติกเกิดการเสื่อมสภาพจากความร้อน มีสิ่งสกปรกเจือปน และเกิดรอยการไหล

กรณีที่ผิวของชิ้นงานพลาสติกเกิดข้อบกพร่องจากกระบวนการฉีด ปัญหาที่พบบ่อยเกิดจากการอบไล่ความชื้นในพลาสติกไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะเกิดจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไล่ความชื้น ระยะเวลาการอบ และประเภทของเครื่องอบไล่ความชื้น การเลือกใช้อุณหภูมิและเวลาที่ถูกต้องควรศึกษาจากข้อมูลกระบวนการฉีดพลาสติก (Process data) จากผู้ผลิตพลาสติก การไล่ความชื้นของพลาสติกบางประเภทเช่น PA, PC จะต้องใช้เครื่องอบแบบมีสารดูดความชื้นในระบบด้วย จึงจะสามารถที่จะดูดความชื้นออกจากเนื้อพลาสติกได้หมดและเม็ดพลาสติกไม่เสื่อมสภาพจากการที่ต้องใช้เวลาในการอบไล่ความชื้นนานเกินไป ปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องของผิวชิ้นงานฉีดประการต่อมาได้แก่การปรับตั้งเครื่องฉีดไม่เหมาะสมกับชนิดของพลาสติกและลักษณะของชิ้นงาน สิ่งที่สำคัญได้แก่การใช้ความเร็วในการฉีดพลาสติกต่ำเกินไปทำให้พลาสติกไหลได้ยากเกิดการแข็งตัวขึ้นก่อนในบางบริเวณ หรือการใช้ความเร็วสูงไปก็อาจทำให้พลาสติกหรือสารเติมแต่งในพลาสติกเกิดการเสื่อมสภาพ เนื้อชิ้นงานในบางบริเวณมีปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทำให้เกิดข้อบกพร่องทั้งผิวงานหรือขนาดของชิ้นงานฉีด ความเร็วการฉีดก็จำเป็นที่จะต้องทำการปรับให้เร็วขึ้นหรือลดลง เพื่อให้ความเร็วการไหลของพลาสติกที่ผิวของชิ้นงานในส่วนต่างๆ ใกล้เคียงกัน

คุณภาพด้านความเที่ยงตรงของขนาดและการบิดงอของชิ้นงานฉีด ปัจจัยความคลาดเคลื่อนด้านขนาดของชิ้นงานฉีดพลาสติกที่นอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดและความแข็งแรงของแม่พิมพ์แล้ว จะขึ้นอยู่กับการปรับตั้งพารามิเตอร์ที่ควบคุมการเติมเนื้อพลาสติกเข้าสู่คาวิตี้ของแม่พิมพ์ ถ้าเราสามารถเติมเนื้อพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ได้มากขึ้นก็จะทำให้การหดตัวของพลาสติกภายในแม่พิมพ์มีค่าลดลง มีผลทำให้ขนาดของชิ้นงานพลาสติกมีขนาดโตขึ้น ตัวแปรที่ทำให้การเติมเนื้อพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ได้มากขึ้นได้แก่ ความดันย้ำ อุณหภูมิของแม่พิมพ์ ความเร็วในการฉีด ตำแหน่งของสกรูฉีดที่เปลี่ยนจากความดันฉีดเป็นความดันย้ำ ส่วนสาเหตุที่ชิ้นงานฉีดเกิดการบิดงอมาจากความเค้นที่เกิดขึ้นในชิ้นงาน สาเหตุของความเค้นเกิดจากพลาสติกแข็งตัวไม่พร้อมกัน ในบริเวณที่พลาสติกแข็งตัวหลังสุดจะเกิดความเค้นที่สูง ปัจจัยที่ทำให้พลาสติกแข็งตัวไม่พร้อมกันได้แก่ความหนาของชิ้นงานพลาสติกแตกต่างกัน การระบายความร้อนในแม่พิมพ์บางบริเวณทำได้ยาก หรือการออกแบบระบบการหล่อเย็นในแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม สาเหตุของความเค้นประการต่อมาได้แก่ การอัดเนื้อพลาสติกเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์มากเกินไปหรือใช้เวลาอัดพลาสติกสู่โพรงแม่พิมพ์นานเกินไป การเติมเนื้อพลาสติกในปริมาณที่มากขึ้นก็จะทำให้ชิ้นงานฉีดเกิดความเค้นสูงตามไปด้วย ปัจจัยด้านการออกแบบตำแหน่งและจำนวนของทางเข้าพลาสติกในแม่พิมพ์ การเรียงตัวโมเลกุลของพลาสติกและสารเติมประเภทใยแก้วก็มีผลต่อการเกิดความเค้นในชิ้นงาน แล้วยังส่งผลต่อทิศทางการหดตัวและการบิดงอของชิ้นงานฉีด การแก้ไขปัญหาด้านการบิดงอจำเป็นต้องหาสาเหตุโดยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกช่วยทำการวิเคราะห์ (CAE) เช่น Cadmould, Moldflow จะทำให้เห็นสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานบิดงอและทำการแก้ไขได้ถูกต้องต่อไป

โดย อาจารย์วิธาน จริยประเสริฐสิน



รูปที่ 4 : การออกแบบระบบการหล่อเย็นด้วย Conformal cooling เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน
ขอบคุณภาพจาก : www.machinedesign.com

คุณภาพด้านสมบัติทางกลที่จำเป็นต่อการใช้งาน ได้แก่ เรื่องความแข็งแรงของรอยเชื่อมประสานของชิ้นงานพลาสติก การทนต่อแรงกระแทก การทนต่อการสัมผัสสารเคมีหรือกรดต่างๆ ด้านความแข็งแรงของรอยเชื่อมประสานจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตำแหน่งทางเข้าพลาสติก การเลือกใช้ชนิดของพลาสติก และการปรับตั้งการฉีด ประเด็นข้างต้นจะมีผลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อมประสานของพลาสติกที่ไหลมาบรรจบกัน ในด้านการปรับตั้งการฉีดจะต้องพยายามทำให้พลาสติกไหลมาเชื่อมต่อกันให้เร็วที่สุด อุณหภูมิของพลาสติกที่มาเชื่อมกันจะต้องลดลงไม่มาก และอากาศต้องระบายออกจากแม่พิมพ์ได้หมดไม่มาขวางการไหลของพลาสติก ส่วนปัจจัยด้านการทนต่อแรงกระแทกและทนต่อการสัมผัสสารเคมีจะขึ้นอยู่กับปริมาณความเค้นที่สะสมอยู่ภายในชิ้นงานฉีด การแก้ไขจะต้องทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานฉีดต่ำลง สาเหตุที่ความเค้นเกิดขึ้นสูงในชิ้นงานพลาสติกมาจากความดันฉีดที่มากเกินไป เวลาที่ความดันกระทำต่อชิ้นงานนานเกินไปและการหดตัวของพลาสติกในแม่พิมพ์ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งชิ้นงาน

ปัจจัยในด้านต้นทุนการผลิตชิ้นงานฉีดพลาสติกที่สำคัญได้แก่

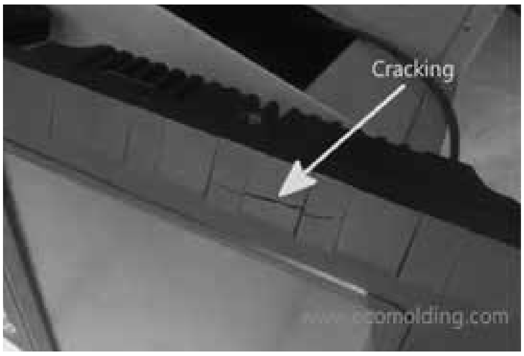
- **รอบเวลาในการทำงาน**
- **การใช้พลังงานในการผลิต**
- **น้ำหนักของพลาสติกในชิ้นงานและในส่วนของทางวิ่ง**
- **การทำงานเพิ่มเติมกับชิ้นงานภายหลังการฉีดพลาสติก**

ปัจจัยเรื่องรอบเวลาในการทำงาน หลักการขั้นต้นในการลดเวลามีหลายประเด็นโดยเบื้องต้นคือการเปิดปิดแม่พิมพ์และการกระทุ้งชิ้นงานควรมีระยะน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นต่อการทำงาน ตั้งการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ให้เร็วที่สุด ในส่วนของการปรับตั้งการทำงานให้ใช้เวลาความดันย้ำและเวลาหล่อเย็นชิ้นงานให้ต่ำที่สุด โดยที่ยังสามารถฉีดชิ้นพลาสติกได้คุณภาพตามความต้องการของลูกค้า การหาค่าเวลาความดันย้ำน้อยที่สุดจะหาได้จากการชั่งน้ำหนักชิ้นงานพลาสติก ตำแหน่งของเวลาที่น้ำหนักของชิ้นงานไม่เปลี่ยนแปลงจะแสดงว่าทางเข้าของพลาสติกเกิดการแข็งตัวแล้ว เวลาของความดันย้ำหลังจากนี้จะเป็นการเติมพลาสติกเข้าสู่ทางวิ่งเท่านั้นไม่มีผลใดๆ ต่อชิ้นงานพลาสติก ดังนั้นจึงต้องหยุดการเติมพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์และเริ่มเวลาการหล่อเย็นทันที เวลาการหล่อเย็นที่น้อยที่สุดให้ดูจากลักษณะของชิ้นงานพลาสติกว่ายังเกิดการอ่อนตัวอยู่ในขณะที่ทำการปลดออกจากแม่พิมพ์ และลักษณะที่บ่งชี้ว่าชิ้นงานยังคงต้องการเวลาในแม่พิมพ์นานขึ้น หรือการสังเกตุว่าทางวิ่งยังอ่อนตัวเกินกว่าที่จะปลดออกจากแม่พิมพ์ได้สะดวก การลดรอบเวลาการทำงานประเด็นอื่นๆ อาจจะจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานเพิ่มเติม เช่นการใช้แขนกลช่วยทำการหยิบจับชิ้นงาน หรือหัวฉีดพลาสติกแบบวาล์วปิดในงานฉีดที่การป้อนพลาสติกเพื่อฉีดในรอบต่อไปใช้เวลานานกว่าเวลาการหล่อเย็นชิ้นงาน จะทำให้สามารถที่จะป้อนเนื้อพลาสติกเข้าสู่ด้านหน้าของสกรูฉีดได้ในขณะที่แม่พิมพ์เปิดออก

โดย อาจารย์วิธาน จริยประเสริฐสิน

การใช้พลังงานในการฉีดพลาสติก การลดพลังงานที่ใช้ทำได้จากการใช้ความดันในการฉีดพลาสติกให้น้อยเท่าที่จำเป็น การตั้งค่าแรงปิดแบบ (Clamping Force) ให้ต่ำที่สุดในปริมาณที่พอต่อการต้านแรงที่พลาสติกจะดันให้แม่พิมพ์เผยอจากกันขณะทำการฉีดพลาสติก แรงดันต่างๆ ที่ เกิดขึ้นถ้าใช้ให้น้อยที่สุดเท่าที่ทำงานได้ ก็จะทำให้การใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ อุปกรณ์เครื่องฉีด แม่พิมพ์และซีลน้ำมันต่างๆ ก็เกิดการสึกหรอต่ำด้วย การประหยัดพลังงานในประเด็นต่อมาให้พิจารณาจากการสูญเสียความร้อนในระหว่างการผลิต ทั้งจากกระบอกฉีดพลาสติกและจากแม่พิมพ์ระบบทางวิ่งร้อน (Hot Runner) สู่ภายนอกซึ่งควรจะมีฉนวนกันความร้อนติดตั้งอยู่ หรือการใช้เครื่องจักรรุ่นใหม่ที่เป็นระบบไฟฟ้าหรือแบบผสม (Hybrid) ซึ่งสามารถแยกการทำงานของปั๊มได้และการทำงานต่างๆ สามารถแยกกันได้อิสระ ซึ่งจะช่วยลดทั้งพลังงานและเวลาลงได้ เครื่องฉีดรุ่นเก่าจะมีปั๊มไฮโดรลิคหลักเพียงตัวเดียว ทำให้ต้องทำงานทีละขั้นตอนไม่สามารถที่จะทำงานพร้อมกันได้ เช่นการเปิดแม่พิมพ์พร้อมกับการกระทุ้งชิ้นงาน ทำให้เสียเวลาและพลังงานมากกว่าเครื่องฉีดที่ใช้ระบบปั๊มเล็กๆ หลายตัว

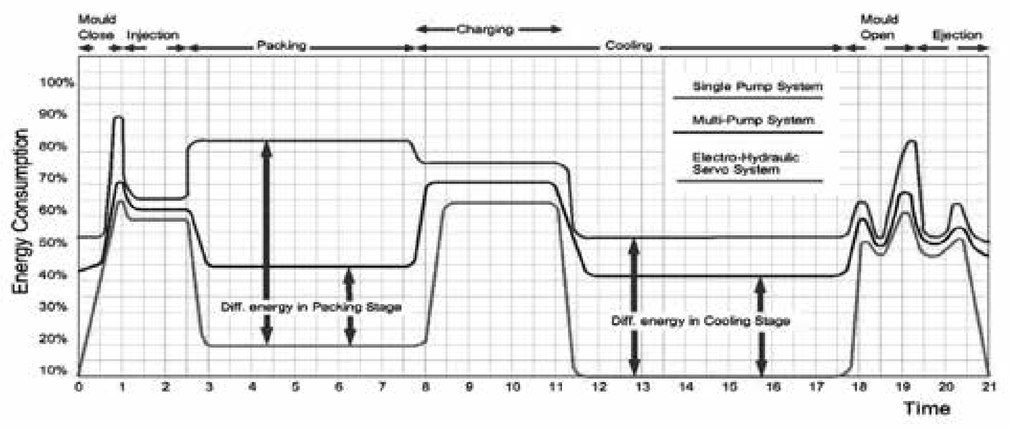
วัสดุพลาสติกที่ใช้ในการผลิตมีทั้งส่วนที่เป็นตัวชิ้นงานและในส่วนของทางวิ่ง ในส่วนของชิ้นงานนั้นในขั้นต้นผู้ผลิตก็จำเป็นต้องพยายามใช้พลาสติกให้น้อยที่สุดเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิตอยู่แล้ว ในส่วนของทางวิ่งซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งเริ่มต้นผู้ที่ออกแบบแม่พิมพ์จะต้องออกแบบทางวิ่งให้มีขนาดเล็กที่สุดหรือใช้ปริมาณของวัตถุดิบให้น้อยที่สุด จำเป็นต้องมีมาตรฐานการออกแบบหรือใช้ CAE ช่วยวิเคราะห์หาขนาดที่เหมาะสม ในส่วนของการปรับตั้งการฉีดพลาสติกการทำให้น้ำหนักของพลาสติกในทางวิ่งน้อยที่สุด เป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากเพราะน้ำหนักของทางวิ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสูญเสียในการผลิต สาเหตุที่ทำให้น้ำหนักของทางวิ่งมากขึ้นก็เพราะเมื่อทางเข้า (Gate) แข็งตัวแล้ว ถ้ายังคงเติมพลาสติกต่อไป จะทำให้พลาสติกจะอยู่ในส่วนของทางวิ่งเท่านั้นและมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น พลาสติกจะไม่เข้าไปในคาวิตี้แม่พิมพ์ซึ่งเป็นส่วนของชิ้นงานฉีด การหาเวลาที่ทางเข้าแข็งตัวทำได้โดยชั่งน้ำหนักของพลาสติกที่เวลาความดันย้ำต่างๆ ตำแหน่งที่น้ำหนักชิ้นงานฉีดคงที่เป็นเวลาที่ทางเข้าพลาสติกเกิดการแข็งตัวแล้วให้ตั้งเวลาย้ำมากกว่าเวลาที่ตำแหน่งนี้เล็กน้อย ก็จะทำให้น้ำหนักของทางวิ่งมีค่าต่ำที่สุด โดยทั่วไปถ้าสังเกตว่าพลาสติกในส่วนของทางวิ่งมีผิวที่ตึงสวยงาม จะแสดงว่ามีการเติมเนื้อพลาสติกมากเกินไป สามารถปรับตั้งการฉีดให้ลดน้ำหนักในส่วนของทางวิ่งลงได้โดยไม่กระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานพลาสติก ผู้เขียนได้เคยทำการปรับตั้งการฉีดด้วยวิธีนี้พบว่าสามารถลดน้ำหนักของพลาสติกในส่วนของทางวิ่งได้ 1 กรัม เมื่อนำมาคำนวณก็พบว่าสามารถลดการใช้พลาสติกลงได้ 7 กิโลกรัม/วัน ซึ่งนอกจากลดต้นทุนของค่าวัตถุดิบแล้ว ยังลดค่าไฟฟ้าในการหลอมพลาสติก ค่าใช้จ่ายในการบดพลาสติกให้เป็นเม็ดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นตัวเงินก็มีค่าไม่น้อยเลยทีเดียว



รูปที่ 5 : การฉีดชิ้นงานที่ผิดพลาดทำให้เกิดการแตกเสียหายของชิ้นงาน เมื่อนำไปใช้งาน
ขอบคุณภาพจาก : www.ecomolding.com

การทำงานเพิ่มเติมกับพลาสติกเช่นการตกแต่งครีบของชิ้นงานฉีดโดยใช้คนงาน สาเหตุจะมาจากแม่พิมพ์เกิดการสึกหรอจึงควรดำเนินการซ่อมแซมแม่พิมพ์ให้ใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องทำการตกแต่งครีบ การเกิดครีบพลาสติกจากการปรับตั้งความดันฉีดหรืออุณหภูมิของพลาสติกเหลวสูงเกินไปควรทำการแก้ไขโดยการปรับให้พลาสติกไหลผ่านผิวสัมผัสของแม่พิมพ์ได้ยากขึ้น ด้วยการลดอุณหภูมิ ความดัน หรือความเร็วการฉีดลง ส่วนการทำงานการตัดทางเข้าของพลาสติกด้วยคน ให้แก้ไขการออกแบบแม่พิมพ์ให้การตัดทางเข้าเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติด้วยการออกแบบทางเข้าแบบเข็ม (Pin Gate) ทางเข้าแบบซับมารีน (Submarine Gate) หรือเป็นระบบทางวิ่งร้อน (Hot Runner) ก็จะทำให้ขณะปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ชิ้นงานก็จะขาดออกจากทางวิ่งได้อัตโนมัติ เราก็จะ

โดย อาจารย์วิธาน จริยประเสริฐสิน



รูปที่ 6 : การทำงานของปั๊มเครื่องฉีด

รูปที่ 7 : ชิ้นงานฉีดที่ต้องตัดทางวิ่งและตกแต่งครีบพลาสติกที่เกิดจากการฉีด

ลดต้นทุนการผลิตในส่วนของการตกแต่งและตัดทางเข้าลงได้ ชิ้นงานฉีดบางตัวภายหลังปลดออกจากแม่พิมพ์จะเกิดการบิดงอเสียรูป โรงงานฉีดพลาสติกจะนำไปใส่จิ๊กเพื่อบังคับให้พลาสติกเกิดการแข็งตัวตามรูปร่างที่ต้องการ ซึ่งทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น สาเหตุที่ชิ้นงานพลาสติกเกิดการบิดงอเสียรูปเนื่องมาจากความเค้นภายในชิ้นงาน ซึ่งจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ว่ามาจากสาเหตุใดและทำการแก้ไขชิ้นงานก็จะไม่เกิดการบิดงอเสียรูป จึงไม่จำเป็นต้องทำงานเพื่อเติมเพื่อแก้ไขการบิดงอเสียรูปของชิ้นงานพลาสติกภายหลังอีก

การที่โรงงานจะสามารถผลิตชิ้นงานฉีดให้มีคุณภาพที่ดีและมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำได้นั้น มีประเด็นที่สำคัญตามที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ซึ่งมีผลมาจากการออกแบบชิ้นงานพลาสติก การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และการปรับตั้งเครื่องฉีดพลาสติก ประเด็นที่จะต้องดำเนินการปรับปรุงมีอยู่สองส่วนที่สำคัญคือด้านเทคโนโลยีการผลิตและบุคลากร ซึ่งการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ในการปรับตั้งเครื่องฉีดพลาสติกด้วย มีความรู้วิธีการปรับตั้งการฉีดพลาสติกของพลาสติกแต่ละประเภท ขั้นตอนการปรับตั้งการฉีดพลาสติกให้ได้คุณภาพและมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด ข้อมูลเครื่องจักร ข้อมูลในการผลิตของวัสดุแต่ละชนิด และสร้างระบบในการจัดเก็บความรู้ที่ได้จากการแก้ไขปัญหาต่างๆ ทั้งที่แก้ปัญหาได้สำเร็จและยังไม่สามารถแก้ไขได้ เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวได้ง่าย และทำให้บรรยากาศการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้การผลิตเกิดขึ้นในองค์กร ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพในการผลิตของโรงงานให้สูงขึ้น ทางโรงงานควรมีการฝึกอบรมให้กับพนักงานทางด้านเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงการผลิตในโรงงาน การฝึกอบรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมให้สามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และฝึกอบรมพนักงานใหม่ในการทำงานให้ถูกต้อง ก็จะช่วยยกระดับและพัฒนาการผลิตขององค์กรให้ก้าวหน้าและดำเนินธุรกิจได้อย่างยั่งยืน

5 เรื่องควรรู้ เพื่อการเตรียมตัวเป็นผู้ประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์

รศ.ดร.ณัฐพล จันทร์พาณิชย์
หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีดิจิทัลการออกแบบและผลิตทางอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจุบันมีผู้ประกอบการแม่พิมพ์หรือผู้ผลิตชิ้นส่วนจำนวนไม่น้อยที่ต้องการเข้ามาสู่อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ (Medical Device Industry) เพื่อแสวงหาโอกาสใหม่ทางธุรกิจ สำหรับในบทความนี้ เราจะพูดถึง 5 เรื่องที่ควรรู้ในอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

เรื่องที่ 1

ใครกำกับดูแลเครื่องมือแพทย์ในประเทศไทย?

ผู้กำกับดูแลเครื่องมือแพทย์นั้นเรามักเรียกกันว่า "Regulatory" สำหรับประเทศไทยนั้น คือ กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ (Medical Device Control Division, MDC) สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งในวงการเครื่องมือแพทย์นั้นเรามักเรียกเป็นชื่อย่อว่า "อย" หรือ "FDA-Thai" โดยกองควบคุมเครื่องมือแพทย์นั้น ตั้งอยู่ที่อาคาร 6 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ใกล้ๆ กับแยกแคราย จ.นนทบุรี ซึ่งหากเข้ามาสู่วงการเครื่องมือแพทย์แล้วจะเป็นสถานที่ที่ท่านต้องไปติดต่องาน

เรื่องที่ 2

อะไรที่เป็นเครื่องมือแพทย์บ้าง?

นิยามหรือคำจำกัดความของเครื่องมือแพทย์ได้ถูกจำกัดความไว้ในมาตรา 8 ของพระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์ พ.ศ. 2562 โดยเครื่องมือแพทย์นั้นสามารถมีลักษณะเป็นวัตถุ วัสดุ อุปกรณ์ ชิ้นส่วน น้ำยาที่ใช้ตรวจในหรือนอกห้องปฏิบัติการ ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในคนและสัตว์ ที่มีวัตถุประสงค์การใช้งาน (Intended Use) เพื่อ วินิจฉัย ป้องกัน ติดตาม บำบัด บรรเทา รักษาโรค รักษาอาการบาดเจ็บ ทดแทนอวัยวะ ชดเชยความพิการ ประคับประคองชีวิต คุมกำเนิด ช่วยการเจริญพันธุ์ การฆ่าเชื้อสำหรับเครื่องมือแพทย์ ซึ่งหากสิ่งที่ต้องการผลิตอยู่ในคำจำกัดความดังกล่าวนี้ถือเป็นเครื่องมือแพทย์ และต้องดำเนินการตามพระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์ พ.ศ. 2562 แต่หากไม่มั่นใจว่าสิ่งที่ท่านกำลังจะผลิตนั้นเป็นเครื่องมือแพทย์หรือไม่ สามารถให้กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ช่วยวินิจฉัยได้

โดย รศ.ดร.ณัฐพล จันทร์พาณิชย์

เรื่องที่ 3

เครื่องมือแพทย์มีกี่ประเภท?

หากไม่กล่าวถึงในเชิงวิชาการ แต่กล่าวถึงในเชิงการกำกับดูแลของกองควบคุมเครื่องมือแพทย์นั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักด้วยกันคือ เครื่องมือแพทย์ที่เป็นชุดตรวจวินิจฉัย (IVD) และเครื่องมือแพทย์ที่ไม่ใช่ชุดตรวจวินิจฉัย (Non-IVD) ซึ่งในวงการเรามักจะเรียกแบบสั้นๆ ว่า “ไอวีดี” และ “นัน-ไอวีดี” ตามลำดับ ในแต่ละประเภทของ “ไอวีดี” และ “นัน-ไอวีดี” นั้นจะแบ่งเครื่องมือแพทย์ออกเป็น 4 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 2 3 และ 4 ซึ่งเป็นการแบ่งตามระดับความเสี่ยง ซึ่งทางกองควบคุมเครื่องมือแพทย์ได้อธิบายวิธีการจัดประเภทไว้ใน คู่มือหลักเกณฑ์การจัดประเภทเครื่องมือแพทย์ตามความเสี่ยง โดยเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 1 เป็นเครื่องมือแพทย์ความเสี่ยงต่ำที่สุด ส่วนเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 4 เป็นเครื่องมือแพทย์ความเสี่ยงสูงที่สุด

เรื่องที่ 4

หากต้องการผลิตเครื่องมือแพทย์ต้องทำอย่างไร?

ก่อนอื่นต้องไปขึ้นทะเบียนเป็นสถานประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์เสียก่อน ซึ่งสถานประกอบการต้องระบุรายการเครื่องมือแพทย์ที่จะทำการผลิต (สามารถระบุได้หลายรายการ) กรรมวิธีการผลิต ผังโรงงานที่ผลิต เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งการเตรียมโรงงานนั้นอาจประยุกต์ใช้หลัก Good Manufacturing Practice (GMP)

รายละเอียดข้างต้นทั้งหมดนี้สถานประกอบการต้องเตรียมและยื่นพร้อมกับเอกสารของบริษัทตามที่กองควบคุมเครื่องมือแพทย์กำหนด ณ กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ เมื่อเจ้าหน้าที่กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ลงพื้นที่ตรวจสถานประกอบการแล้ว จะได้รับใบอนุญาตผลิตเครื่องมือแพทย์หรือที่เรียกกันในวงการว่า “สผ.1” มา ซึ่งสถานประกอบการสามารถผลิตเครื่องมือแพทย์ตามรายการที่ระบุไว้ใน สผ.1 เท่านั้น

นอกจาก สผ.1 แล้ว สถานประกอบการต้องทำการขอยื่นขอขึ้นทะเบียนเครื่องมือแพทย์ โดยหากผลิตเป็นเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 1 นั้นต้องยื่นขอใบรับจดแจ้งผลิต ส่วนเครื่องมือแพทย์ประเภทที่ 2 และ 3 นั้นต้องยื่นขอใบรับจดแจ้งรายละเอียดผลิต และประเภทเครื่องมือแพทย์ที่ 4 นั้นต้องยื่นขอรับใบอนุญาตผลิต

โดยสถานประกอบการต้องมี สผ.1 ร่วมกับ ใบจดแจ้งผลิต หรือ ใบแจ้งรายละเอียดผลิต หรือ ใบอนุญาตผลิต อย่างใดอย่างหนึ่ง จึงจะสามารถผลิตเครื่องมือแพทย์ได้อย่างถูกต้อง

เรื่องที่ 5

มาตรฐาน ISO ของเครื่องมือแพทย์มีไหม?

สถานประกอบการผลิตเครื่องมือแพทย์สำหรับใช้กับมนุษย์สามารถขอรับรองคุณภาพสถานประกอบการตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 13485 Medical Devices Quality Management Systems ได้ (ปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 2016) แต่หากเป็นเครื่องมือแพทย์สำหรับสัตว์จะไม่สามารถขอรับรองด้วย ISO 13485 ได้ ซึ่งผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์สำหรับสัตว์หากต้องการขอรับรองคุณภาพของสถานประกอบการอาจขอรับรองด้วย ISO อื่น เช่น ISO9001 Quality management systems - Requirements (ปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 2015)

หากต้องการสอบถามข้อมูลในเชิงลึกสามารถ inbox ผ่าน Facebook Page DIDM : Digital Industrial Design and Manufacturing Research Unit หรือ ส่ง E-mail มาที่ nattapon@eng.src.ku.ac.th

มนุษย์งานยุคดิจิทัล กับ 5 ทักษะ Soft Skill

ที่ปั้นคนให้เป็น T-Shaped ในแบบ LINE ประเทศไทย

LINE ประเทศไทย ติดอันดับ 1 ใน 10 บริษัทที่คนรุ่นใหม่อยากทำงานด้วยมากที่สุดในปีที่ผ่านมา ทั้งยังมีเรื่องสวัสดิการและวัฒนธรรมองค์กรที่สามารถสร้างไลฟ์สไตล์ Quality Work Life ให้แก่พนักงาน จนกลายเป็นแหล่งรวม New Blood คนทำงานเลือดใหม่ของวงการธุรกิจมากที่สุดแห่งหนึ่ง แต่นั่นก็เป็นเพียงส่วนหนึ่ง สิ่งสำคัญคือการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เกิดขึ้นจาก “แนวคิดและวิถีการทำงานแห่งอนาคต” เป็น The Future of Work เป็นสภาพแวดล้อมที่สามารถสร้างคนให้ขับเคลื่อนทีมและขับเคลื่อนองค์กรให้ไปข้างหน้า ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงในทุกระดับที่ดูเหมือนเร่งรัดให้เราในฐานะคนทำงานนั้นอยู่เฉยไม่ได้ ซึ่ง LINE ประเทศไทย เปิดโอกาสให้พนักงานทำงานไปพร้อมๆ กับการพัฒนาตัวเองให้รู้กว้าง ต่อยอดจากสายงานที่ตัวเองทำและทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายในโปรเจ็คต่างๆเกิดเป็นแนวทักษะแบบ T-Shaped ควบคู่ไปกับการสร้าง Soft Skill ซึ่งเป็นความสามารถเชิงสังคมให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

1. ทักษะการรับมืองานหลายอย่าง (Multi-Tasking)

ไม่ใช่เรื่องแปลกที่คนเราในปัจจุบันสามารถทำงานหลายอย่างได้พร้อมกัน ซึ่งต้องการวางแผนอย่างรอบคอบ เร็ว และคิดนอกกรอบเพื่อหา วิธีการจัดการบริหารงานตรงหน้าให้มีประสิทธิภาพที่สุด ยิ่งในหลายองค์กรที่เป็นแบบ Lean Organization ก็ยิ่งมองหาคนที่มีทักษะรับมือกับงานที่หลากหลายได้ดี

2. ทักษะการยืดหยุ่นปรับตัว (Resilience)

ความยืดหยุ่น ล้มได้แล้วต้องลุกเร็ว ซึ่งทุกเจเนอเรชั่น ควรมีไม่ยึดติดความผิดพลาดหรือแม้แต่ความสำเร็จที่เกิดขึ้นไปแล้ว ในองค์กรที่ดำเนินธุรกิจออนไลน์ที่ต้องสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ พร้อมรับมือกับการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ความยืดหยุ่นจะทำให้สามารถทำงานต่อไปได้เร็ว

3. ทักษะความคล่องแคล่ว (Agility)

อีกทักษะที่ช่วยทำให้ Work Smart คือต้องไวและเร็ว รู้ว่าทำอย่างไรเพื่อให้งานเดินไปได้คล่องตัวที่สุด ไม่ยึดติดกับลำดับขั้นตอนที่ยุ่งยาก ยิ่งธุรกิจปรับตัวเข้าสู่โลกออนไลน์มากขึ้นคนต้องปรับวิธีคิดและการทำงานเพื่อให้งานเดินหน้าไปต่อโดยไม่หยุดชะงัก

4. ทักษะการสื่อสาร (Communication)

ยิ่งเฉพาะในช่วง Work from Home (และ Work from Anywhere) การสื่อสารเป็นเรื่องที่สำคัญมาก คนจะหันมาสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ผ่าน LINE (และช่องทางออนไลน์อื่นๆ) มากยิ่งขึ้น ทำให้คนทำงานจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารที่สอดคล้องกับช่องทาง รู้วัตถุประสงค์ สิ่งที่ต้องการ รวมถึงรู้จักผู้ที่กำลังสื่อสาร การใช้เครื่องไม้เครื่องมือ เพราะการสื่อสารออนไลน์ไม่เหมือนกับสื่อสารตัวต่อตัว คนทำงานยุคนี้จึงจำเป็นต้องมีทักษะเรื่องนี้เป็นอย่างมาก

5. แนวคิด Outward Mindset

คือการให้ฟังและให้ความสำคัญผู้อื่นไปไม่น้อยกว่าตัวเอง มีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมงาน ซึ่งถือเป็นแนวคิดที่สำคัญเป็นอย่างมากในองค์กรที่มีคนต่างเจเนอเรชั่นทำงานร่วมกัน น้องใหม่ก็สามารถแสดงความคิดเห็นต่องานและมีบทบาทเกิดความเชื่อมั่นกันและกัน จนเกิดเป็นวัฒนธรรมการทำงานที่ดึงดูดคนทุกรุ่นให้ทำงานร่วมกันได้

ที่มา : www.marketingoops.com
ภาพ : www.freepik.com

PRECISION TOOLING SERVICES

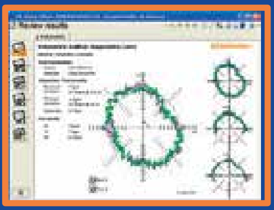
PTSC

WWW.PTSC.CO.TH

บริการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร CNC

เพื่อประสิทธิภาพเครื่องจักรที่ดีขึ้น

Bluetooth



ด้วยเครื่องมือที่ทันสมัย RENISHAW

QC20-W wireless ballbar system

XL-80 Laser Interferometer

และ จำหน่ายหัวโพรบวัดชิ้นงาน

วัดทูลหัก ทูลสึก บนเครื่อง CNC

ด้วยประสบการณ์มากกว่า 15 ปี

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)
Line : @ptsc / Fax : 02-370-4920
Email : info@ptsc.co.th

ASEAN's LEADING ADVANCED INDUSTRIAL MACHINERY
AND SUBCONTRACTING EXHIBITION
INTERMACH
mta ASIA
18 ▸ 21
MAY 2022
BITEC, Bangkok, Thailand
BUILDING A STRONGER
FOR FUTURE OF
MANUFACTURING
INDUSTRY
HYBRID
EDITION
INTERMACH and MTA Asia – the platform to deliver unprecedented business opportunities. The showcase of the manufacturing technology 4.0 and innovation from the leading machinery makers those presented to buyer from across the ASEAN, to shift the manufacturing and industry beyond to the future.
Be Safety & Hygienic with
Informa AllSecure
: +66 2036 0500
: Intermach-th@informa.com
: intermach
: www.intermachshow.com
Officially Supported by:
THAILAND REDEFINE YOUR BUSINESS EVENTS
TCEB
Co-organised Subcon Thailand by:
Thailand Board of Investment
Co-located with:
SUBCON THAILAND
In Conjunction with:
iAR
Industrial Automation and Robotic Event
Gold Sponsor:
JSR group
Supported by:
TGI Thai-German Institute
สถาบันไทย-เยอรมัน
THAILAND AUTOMOTIVE INSTITUTE
สถาบันยานยนต์
TAPMA
EVAT
TARA
Organised by:
informa markets

กิจกรรมการสัมมนา (ออนไลน์)

7 – 9 กันยายน 2564

สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ร่วมกับ กองพัฒนาดิจิทัลอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม จัดฝึกอบรมหลักสูตรออนไลน์ เรื่อง “การเขียนแบบชิ้นงาน 3 มิติเบื้องต้น (SolidWorks Essentials)” โดยมีคุณบุญเลิศ ชดช้อย นายกสมาคมฯ กล่าวต้อนรับ

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

23 กันยายน 2564

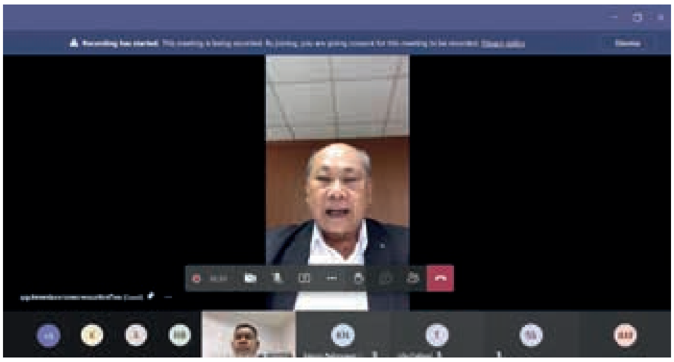
งาน SUBCON THAILAND VIRTUAL EDITION POWERED BY INTERMACH & MTA ASIA คุณบุญเลิศ ชดช้อย นายกสมาคมฯ กล่าวเปิดการสัมมนาเรื่อง “การปรับสถานประกอบการจากผู้ผลิตแม่พิมพ์ มาเป็นผู้ผลิตเครื่องมือแพทย์” บรรยายโดย : รศ.ดร.ณัฐพล จันทร์พาณิชย์ หัวหน้า Research Unit และ อ.สุชาติ บุญนัน ผู้เชี่ยวชาญจาก หน่วยปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีดิจิทัลการออกแบบและการผลิตทางอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

**30
กันยายน
2564**

คุณบุญเลิศ ชดช้อย นายกสมาคมฯ กล่าวเปิดการสัมมนาเรื่อง "ออกแบบแม่พิมพ์โดยใช้ CAD/CAE ช่วยลดต้นทุนได้อย่างไร!!" จัดร่วมกับ บริษัท ไอเอสไอดี เซ้าท์อีส เอเชีย (ไทยแลนด์) จำกัด บรรยายโดย : อาจารย์ ประพัทธิ์ คุ้มปลีวงศ์ ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับทีมงาน ISID

**12
ตุลาคม
2564**

คุณบุญเลิศ ชดช้อย นายกสมาคมฯ กล่าวเปิดการสัมมนาออนไลน์ Dynaform โซลูชั่นการจำลองระบบแม่พิมพ์ by DFETECH จัดโดย : บริษัท ไดน่าฟอร์มมิ่ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด



ติดตามข่าวสารและกิจกรรมของสมาคมฯ ได้ที่

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

Total Smart Sulutions for Your Success

Thai-German Institute

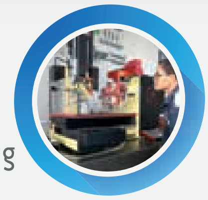
A leading organization for upgrading Target Industry Productivity by enhancing Technology, Innovation, Human Resources in Automation System and Robotic, including Machinery, Mould & Die Industry to be capable for competitiveness in era of Industry 4.0

TGI Services

Seminar
- Production Technology
- Technology Management
- Management

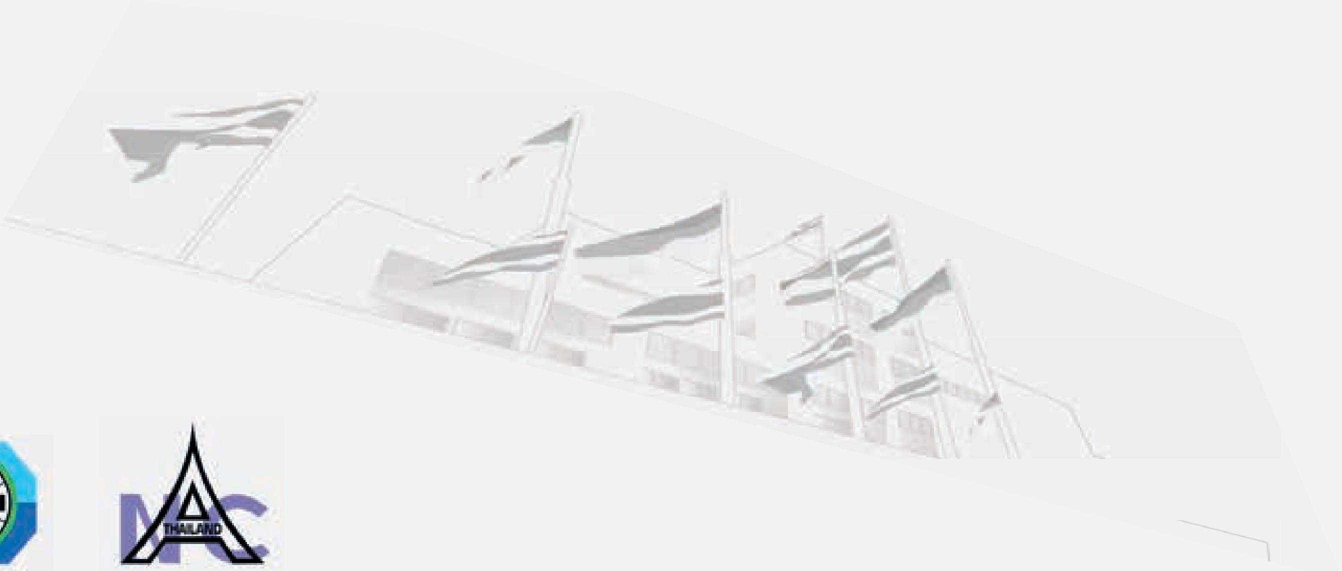
Industrial Services
- Design and Manufacturing
  - Automation System
  - Mould & Die
  - Jig and Fixture
  - High Precision Prototyping
- Calibration and Machine Assurance
- Part Production
- Material Testing
- Condition Base Maintenance
- Machine Certified (BOI)

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



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

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



ISO 9001 : 2015

ISO 17025

Thai-German Institute

700/1 Moo 1, Amata City Industrial 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 Division of Innovation and Industrial Technology Develoopment Building
86/6 Soi Treemit, Rama 4 Road, Kluaynamthai, Klongtosy Bangkok 10110
Tel : 02-3815041-2 Fax: 02-3815079
E-mail : tgi_bkk@tgi.mail.go.th Website : www.tgi.or.th

@Thaigermaninst

CorruTec ASIA

International Corrugated Technology Exhibition for Asia

Date: 19 - 22 October 2022

To: BITEC • Bangkok

www.corrutec-asia.com

BOOK YOUR BOOTH SPACE NOW!

PACK PRINT INTERNATIONAL

8th INTERNATIONAL PACKAGING AND PRINTING EXHIBITION FOR ASIA

defining packaging & printing in asia

19 – 22 OCTOBER 2022

BITEC • BANGKOK • www.pack-print.de

BOOK YOUR BOOTH SPACE NOW!

Follow us | PackPrintInternational

For enquiries:

Within Thailand : Exposis Co., Ltd - Tel (66) 2559 0856-8 • info@exposis.co.th

Overseas : Messe Düsseldorf Asia Pte Ltd - Tel (65) 6332 9620 • corrutec@mda.com.sg | ppi@mda.com.sg

Officially supported by :

Ministry of Industry

THAILAND REDEFINE YOUR BUSINESS EVENTS

TCEB

Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation

Messe Düsseldorf / Organizer of:

drupa

interpack PROCESSING & PACKAGING

CorruTec ASIA jointly organized by :

THAI CPA THAI CORRUGATED PACKAGING ASSOCIATION

สมาคมบรรจุภัณฑ์กระดาษลูกฟูกไทย

PACK PRINT INTERNATIONAL jointly organized by :

TPA

สมาคมการบรรจุภัณฑ์ไทย

THE THAI PACKAGING ASSOCIATION

The Thai Printing Association

Messe Düsseldorf Asia

โดย จ.จ้อ
the.jor@hotmail.com

CRYPTO CURRENCY

แหล่งสกุลเงินสินทรัพย์ดิจิทัล

เมื่อไม่นานมานี้ บริษัทหลักทรัพย์ ไทยพาณิชย์ จำกัด หรือ SCBS ในการเข้าซื้อหุ้นสามัญและเป็นผู้ถือหุ้นรายใหญ่ของ “บริษัท บิทคับ ออนไลน์ จำกัด” (Bitkub Online Co., Ltd.) ผู้นำด้านศูนย์ซื้อขายสินทรัพย์ดิจิทัลของประเทศไทย (Digital Asset Exchange) จาก “บริษัท บิทคับ แคปปิตอล กรุ๊ป โฮลดิ้งส์ จำกัด” ในสัดส่วนร้อยละ 51 ของจำนวนหุ้นทั้งหมด คิดเป็นมูลค่ารวมประมาณ 17,850 ล้านบาท จนที่เป็นข่าวดังทุกภาคสื่อ และเป็นที่สนใจของคนทั่วไป วันนี้เราจะมาทำความรู้จักเบื้องต้นกับนวัตกรรมสินทรัพย์ดิจิตัล ที่เป็นกระแสแรงในช่วงนี้กัน

Cryptocurrency คือ สินทรัพย์ดิจิทัลประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยการเข้ารหัส โดยคำว่า “Crypto” หมายถึง การเข้ารหัส ส่วนคำว่า “Currency” หมายถึง สกุลเงิน ทำให้คริปโตเคอร์เรนซีเป็นเงินดิจิทัลที่หลายฝ่ายมองว่าเป็นสกุลเงินในอนาคต ที่จะเข้ามามีบทบาทในการซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการระหว่างสินทรัพย์ดิจิทัลด้วยกัน ซึ่งกำลังได้รับความสนใจจากบรรดานักลงทุนในขณะนี้

โดยพื้นฐานแล้วคริปโตเคอเรนซีจะมีการจำกัดการเข้าถึงฐานข้อมูล ซึ่งนั่นทำให้การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นไปได้ยากถ้าหากยังไม่ได้กรอกเงื่อนไขเฉพาะ เราสามารถซื้อ ขาย แลกเปลี่ยน และสะสมคริปโตได้ นอกจากนี้คริปโตเคอเรนซียังสามารถใช้แทนมูลค่าของบริการที่ถูกสร้างไว้บนเทคโนโลยีบล็อกเชนอีกด้วย โดยบล็อกเชน หรือ บางทีก็ถูกเรียกว่า ระบบบันทึกรายการธุรกรรมดิจิทัลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Distributed Ledger Technology หรือ DLT) นั้น ทำให้ธุรกรรมของสินทรัพย์ดิจิทัลสามารถเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัย โปร่งใส่ และปลอมแปลงได้ยาก ด้วยการใช้เครือข่ายแบบกระจายศูนย์ (Decentralization) และ การใช้รหัสผ่านแบบสร้างข้อมูลแทนตัว (Cryptographic hashing) คริปโตเคอเรนซีส่วนใหญ่ทำงานอยู่บนบล็อกเชนสาธารณะหรือบล็อกเชนวงเปิด (Public Blockchain) อย่างไรก็ตามบล็อกเชนยังมีอีกหนึ่งประเภทนั่นก็คือบล็อกเชนส่วนบุคคลหรือบล็อกเชนวงปิด (Private Blockchain)

แต่เมื่อพูดถึงคริปโตมักเชื่อมโยงกับเงินดิจิทัลอย่างบิตคอยน์ (Bitcoin) คือสกุลเงินดิจิทัลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลกของคริปโตเคอเรนซี เนื่องจากเป็นสกุลเงินคริปโตแรกที่เกิดขึ้นบนโลก ตั้งแต่วันแรกที่บิทคอยน์ถูกสร้างขึ้นมานั้น หลายคนก็มองว่าบิทคอยน์เป็นสินทรัพย์ที่เหมาะกับการสะสม และเป็นเทคโนโลยีที่จะเข้ามาเปลี่ยนแปลงวิธีการติดต่อและดำเนินธุรกรรมระหว่างบุคคล เทคโนโลยีบิทคอยน์บนบล็อกเชนนั้นทำให้ธุรกรรมระหว่างบุคคลเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัยและน่าเชื่อถือ โดยไม่จำเป็นต้องใช้คนกลางมาดำเนินการ ตั้งแต่มี

โดย จ.จ้อ
the.jor@hotmail.com

บิทคอยน์ สกุลเงินดิจิทัลได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นการลงทุนที่ได้ผลตอบแทนดีเยี่ยมที่สุดเมื่อเทียบกับบรรดาหุ้นและสินทรัพย์ต่างๆ และนี่จึงเป็นสาเหตุว่าทำไมผู้คนนิยมลงทุนกับบิทคอยน์ นอกเหนือจากบิทคอยน์แล้วยังมีสกุลเงินในโลกของคริปโตเคอเรนซีมากกว่า 5,000 สกุลเงิน โดยสกุลอื่น ๆ เหล่านี้เรียกรวมกันว่า อัลท์คอยน์ (Altcoins) ซึ่งย่อมาจาก Alternative Coin เช่น อีเธอเรียม-ลิตคอยน์-ริปเปิ้ล-ไบแนนซ์-การ์ดาโน-ริปเปิ้ล (เอ็กซ์อาร์พี)-โดชคอยน์ คริปโตเคอเรนซีสามารถแลกเปลี่ยนเป็นเงินปกติได้ แต่ต้องซื้อ-ขาย แลก-เปลี่ยนผ่านโบรกเกอร์ที่ได้รับใบอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ (ก.ล.ต.)

คริปโตเคอเรนซีถือว่า เป็นสินทรัพย์ดิจิทัล (Digital Asset) ที่เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนบนโลกออนไลน์ พอพูดแบบนี้หลายๆ คนอาจจะงง ขอยกตัวอย่างเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนกันมากขึ้น ถ้าเอาแบบมุมมองง่ายๆ คริปโตเคอเรนซีก็เปรียบเสมือนกับแต้มสะสม เหมือนกับ Reward point ของระบบบริการลูกค้าสักระบบหนึ่ง ที่ถูกสร้างหรือผลิตออกมาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อะไรบางอย่าง เช่น มีบางเหรียญถูกผลิตออกมาเพื่อเป็นส่วนลด “ค่าธรรมเนียม” ในการใช้บริการของ Platform หรือบางเหรียญสามารถสะสมและนำไปแลกของรางวัลตามที่กำหนดได้

นั่นแปลว่าคริปโตเคอเรนซีนั้นจะมีมูลค่าหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับผู้คนให้ค่ามากน้อยแค่ไหน ถ้าสามารถนำไปทำประโยชน์ได้เยอะ และแนวโน้มที่เหรียญนั้นจะมีความต้องการที่มากมูลค่าสูงขึ้น และเป็นที่หมายปองของนักลงทุน หรือถ้าพูดง่ายๆ ก็คือถ้าเหรียญไหนราคาจะวิ่งขึ้นได้ต้องมี “ความต้องการซื้อ (Demand)” ที่สูงนั่นเอง

และอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญอย่างมากสำหรับคริปโตเคอเรนซีก็คือ “ปริมาณเหรียญ (Supply)” สำหรับใครที่อยากลงทุนแนะนำว่าต้องอย่าลืมไปอ่าน White Paper ไปดูว่าปริมาณเหรียญถูกสร้างขึ้นมาด้วยกลไกอะไรบ้าง ซึ่งแต่ละเหรียญจะมีกลไกที่แตกต่างกัน ซึ่งถ้าเหรียญไหนที่ถูกสร้างออกมาง่าย ไม่มีกลไกในการควบคุมก็ยากที่ราคาเหรียญนั้นจะวิ่งขึ้นได้ เพราะเมื่อราคาขึ้นก็มีแนวโน้มที่เจ้าของเหรียญจะสร้างเหรียญออกมาแล้วเทขายเอาเงินอย่างต่อเนื่องนั่นเอง

ในโลกของคริปโตเคอเรนซีมีเหรียญมากมายหลายพันเหรียญ และในอนาคตเชื่อว่า น่าจะทะลุหลักหมื่น หลักแสนเหรียญได้ไม่ยาก สำหรับใครที่อยากลงทุนต้องประเมิน และวิเคราะห์ให้ได้ว่าเหรียญที่เรากำลังจะลงทุนนั้นเป็นเหรียญที่ดีมีการใช้งานจริง ไม่ใช่เหรียญปลอมหรือแชร์ลูกโซ่ (Scam) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อปั่นราคา แต่ไม่มีประโยชน์ใช้สอยใดๆ เลย

แหล่งอ้างอิง :

1. *Cryptocurrency คืออะไร? เข้าถึงได้ที่ https://sciplanet.org/content/8355*
2. *“Cryptocurrency” คืออะไร – มีวิธีคัดเลือกเหรียญที่จะลงทุนยังไงบ้าง ?” เข้าถึงได้ที่ https://www.moneybuffalo.in.th/cryptocurrency/cryptocurrency-blockchain-asset/*
3. *“Cryptocurrency คืออะไร? ทำความเข้าใจง่ายๆ ฉบับนักลงทุนมือใหม่” เข้าถึงได้ที่ https://www.thairath.co.th/lifestyle/money/2121706*

By KNP

ตอนที่ 8 การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต

การประยุกต์ใช้งานสำหรับงานออกแบบแม่พิมพ์

ท่านสามารถติดตามอ่านบทความที่เกี่ยวข้องได้จาก เรื่อง การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต ตอนที่ 1 - 6 ได้ในวารสารแม่พิมพ์ฉบับที่ 1-4 ปี 2563 และฉบับที่ 1-3 ปี 2564

สวัสดีครับพี่น้องสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย สุดท้ายก็ถึงเวลาจวนจะสิ้นปี 2564 แล้ว เข้าสู่ปลายฝนต้นหนาวแบบนี้ อากาศในแทบทุกปีจะไม่คงที่ ขอให้พี่น้องทุกท่านระวังรักษาสุขภาพกันด้วยนะครับ ในฉบับนี้ผมไม่ขอเกริ่นอะไรยาวนัก เรามาเข้าสู่สาระ ตามประสาคนไลค์สาระกันดีกว่าครับ อิอิ

ผมเกริ่นไว้ตอนท้ายตอนที่แล้วว่า ในฉบับนี้จะเป็นตอนสุดท้ายของบทความชุด **"การทำนายอายุของชิ้นงานภายใต้การรับภาระพลวัต"** ซึ่งจะเป็นการประยุกต์ใช้งานสำหรับงานออกแบบแม่พิมพ์บ้าง ท่านที่ต้องการย้อนกลับไปอ่านบทความก่อนหน้านี้ ก็ย้อนไปยาวเลยตามที่ผมแจ้งไว้ข้างต้นเลยนะครับ เนื่องจากว่าได้มีการปูพื้นฐานและปรับมุมมองเกี่ยวกับการออกแบบภายใต้ภาระพลวัตให้กับท่านผู้อ่านมาพอสมควรแล้ว หากท่านใจร้อน อ่านเพียงฉาบฉวย ลัดไปลัดมา ก็อาจจะทำให้ความเข้าใจบางอย่างคลาดเคลื่อนไปจากที่ควรจะเป็นได้ ในแทบทุกตอนที่ผ่านมา ผมได้มีตัวอย่างการคำนวณประกอบด้วยเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน พร้อมกับมีข้อสังเกตต่างๆ ประกอบด้วย เพื่อให้ทุกท่านมีหลักในการพิจารณาที่ถูกต้องและรู้เท่าทันวิธีวางคอนเซ็ปต์การดำเนินเนื้อหาของผมนะครับ

ก่อนที่จะมีเนื้อหาเพิ่มเติมในตอนสุดท้ายนี้ ผมขอถามท่านผู้อ่านที่เป็นผู้ออกแบบแม่พิมพ์ฉีดยางหรือพลาสติกในเบื้องต้นก่อนดังนี้

1. ท่านเคยประสบปัญหาว่าแม่พิมพ์ของท่านมีการชำรุดเสียหายก่อนเวลาที่ท่านคาดการณ์ไว้หรือไม่

2. ท่านเคยถูกลูกค้าสอบถามถึง "ช็อตการันตี" หรือไม่

3. ท่านประเมินอายุการใช้งานแม่พิมพ์ด้วยการอ้างอิงกับประสบการณ์เดิมที่เคยทำแม่พิมพ์มาก่อนใช่หรือไม่

4. ท่านเคยรู้สึกไม่ค่อยมั่นใจเวลาที่ต้องตอบคำถามเกี่ยวกับ "ช็อตการันตี" สำหรับแม่พิมพ์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่

5. ท่านเคยสงสัยหรือไม่ว่า เมื่อถึงเวลาที่แม่พิมพ์น่าจะหมดอายุแล้ว และควรถึงเวลาต้องซ่อมแซมแล้ว แต่ทำไมยังคงใช้งานได้ดีอยู่

ถ้าใน 5 คำถามนี้ คำตอบคือ "ไม่ใช่" ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป แสดงว่าวิถีทางการออกแบบแม่พิมพ์ของท่านอยู่ในระดับแถวหน้าในวงการแล้ว ท่านไม่จำเป็นต้องอ่านเนื้อหาในตอนนี้อีกนะครับ แต่ถ้าคำตอบคือ "ใช่" ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป ขอให้ท่านอ่านชุดคำถามเพิ่มอีกดังนี้

1. จะเป็นการดีกว่าหรือไม่ หากท่านมีวิธีการประเมินอายุของแม่พิมพ์ นอกเหนือจากการใช้ประสบการณ์เดิม

2. จะเป็นการดีกว่าหรือไม่ หากท่านประสบสถานการณ์ที่ต้องฟันธงเรื่อง "ช็อตการันตี" เกี่ยวกับแม่พิมพ์ที่ไม่เคยมีประสบการณ์เก่าเลย แต่ก็ยังมีไกด์ไลน์ที่ดีในการฟันธงนั้น

By **KNP**

3. จะเป็นการดีกว่าหรือไม่ หากท่านสามารถลดต้นทุนของแม่พิมพ์ลง ในขณะที่ยังคงมั่นใจว่าแม่พิมพ์ที่ออกแบบใหม่นั้น จะทำงานได้ตาม "ช็อตการันตี" ที่ต้องการ

4. จะเป็นการดีกว่าหรือไม่ หากท่านมีไกด์ไลน์ในการปรับเปลี่ยนวัสดุแม่พิมพ์ใหม่ แต่ยังคงมั่นใจว่าจะได้แม่พิมพ์ที่ใช้งานได้ตาม "ช็อตการันตี" ที่ต้องการ

5. จะเป็นการดีกว่าหรือไม่ หากท่านมีข้อมูลเปรียบเทียบเรื่องอายุของแม่พิมพ์ โดยใช้หลักวิชาการกับหลักการคาดคะเนจากประสบการณ์ เพื่อหาจุดร่วมและจุดต่างกัน สำหรับเป็นข้อประเมินในการออกแบบแม่พิมพ์ใหม่ในอนาคต

ถ้าใน 5 คำถามนี้ คำตอบคือ "ไม่" ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป แสดงว่าวิถีทางการออกแบบแม่พิมพ์ของท่านอยู่ในระดับแถวหน้าในวงการแล้ว ท่านไม่จำเป็นต้องอ่านเนื้อหาในตอนนี้อีกนะครับ แต่ถ้าคำตอบคือ "ใช่" ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป ขอให้ท่านตั้งใจอ่านบทความในตอนนี้ต่อไปครับ

สำหรับตอนนี้ ผมจะนำความรู้เรื่องกลศาสตร์ของแข็งและการออกแบบเครื่องจักรกลมาเป็นพื้นฐาน ผนวกรวมกับความรู้ต่างๆ ที่ได้เขียนอธิบายไปในตอนก่อนหน้านี้ เพื่อมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์นะครับ ท่านผู้อ่านสามารถเทียบเคียงประสบการณ์ต่างๆ ได้ เพื่อให้การออกแบบแม่พิมพ์มีไกด์ไลน์ที่ดีและถูกทิศถูกทางมากที่สุด ดังนี้

ข้อมูลเทียบเคียงประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์กับข้อมูลเชิงวิชาการ

1. การฉีดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์นั้น จะมีการทำงานเป็นวงรอบ ดังนั้นการเกิดภาระ ณ เวลาฉีดจะเป็นวงรอบด้วยเช่นกัน และมาเป็นห้วงๆ จากภาระที่มีค่าเป็นศูนย์จนถึงภาระค่าสูงสุด แล้วกลับมาเป็นศูนย์อีกครั้งเมื่อตอนเปิดแม่พิมพ์ เมื่อปิดแม่พิมพ์และเริ่มฉีดใหม่อีกรอบ จะเกิดภาระซ้ำแบบเดิมตามข้างต้น ซึ่งภาระที่เป็นวงรอบแบบนี้ เข้าข่ายภาระพลวัต "แบบทำซ้ำ (Repeated Load)" ตามที่เคยได้ให้ข้อมูลไว้นั่นเอง

2. การฉีดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์นั้น จะต้องมีการแคลมป์ก่อน แล้วจึงมีการฉีด จุดแคลมป์ของแม่พิมพ์สามารถพิจารณาเป็นคานในวิชากลศาสตร์ของแข็งได้ ซึ่งจะมีทั้งการคำนวณความเค้นและการโก่งตัวของคาน และปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ ได้แก่ 1. ชนิดของวัสดุ 2. ขนาดของชิ้นงาน 3. ลักษณะการจับยึด 4. ชนิดของภาระ 5. ขนาดของภาระ 6. ตำแหน่งของภาระ

3. เมื่อภาระที่กระทำบนแม่พิมพ์เป็นแบบพลวัต และผู้ออกแบบต้องการทำนายอายุของแม่พิมพ์ สำหรับเป็น "ช็อตการันตี" จึงหลีกเลี่ยง ไดอะแกรมและทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระแปรเปลี่ยนไปไม่ได้

4. การฉีดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์นั้น มิได้มีการฉีดที่อุณหภูมิห้อง หากแต่ต้องฉีดในอุณหภูมิฉีดที่กำหนด ซึ่งจะแตกต่างไปสำหรับวัสดุชิ้นงานแต่ละชนิด ที่จะมีการไหลตัวได้ดีในอุณหภูมิที่พอเหมาะแตกต่างกันออกไป เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องตัวประกอบของอุณหภูมิ

5. โดยทั่วไปแม่พิมพ์ฉีด มักจะมีการขัดผิวแม่พิมพ์ด้วย หรือมีการขึ้นลวดลายต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตรงตามจุดประสงค์การใช้งาน เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องตัวประกอบของผิวสำเร็จของชิ้นงาน

6. ในการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดนั้น ผู้ออกแบบโดยส่วนใหญ่มักจะใช้ประสบการณ์เดิมที่เคยทำมาก่อน มาเป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบ หากแม่พิมพ์ที่ต้องออกแบบมีลักษณะใกล้เคียงกับของเดิม ผู้ออกแบบจะมีความมั่นใจว่าแม่พิมพ์นั้นจะสามารถใช้งานได้ดี แต่หากแม่พิมพ์ที่ต้องออกแบบไม่ใกล้เคียงกับประสบการณ์เดิมของผู้ออกแบบเลย ทางออกคือสอบถามผู้รู้หรือผู้ที่มีประสบการณ์ใกล้เคียงกับเรื่องนั้นๆ แล้วนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบต่อไป แต่สุดท้ายผู้ออกแบบก็ยังอาจจะรู้สึกไม่มั่นใจว่าแม่พิมพ์นั้นจะเป็นที่พอใจของทั้งตัวเองและลูกค้าหรือไม่ เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องตัวประกอบความเชื่อมั่น

7. อินเสิร์ทแม่พิมพ์ไม่ว่าจะเป็นฝั่งคอร์หรือฝั่งคาวิตี้ก็ตาม บางครั้งอาจจะกระบวนพิเศษบางอย่าง เพื่อให้ได้สมบัติที่พิเศษขึ้นมา ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงสมบัติของโลหะด้วยความร้อน เรียกในภาษาวิชาการว่า การใช้กรรมวิธีทางความร้อน

(Heat Treatment) ซึ่งได้แก่ การอบปกติ (Normalizing) การอบเหนียวอย่างสมบูรณ์ (Full Annealing) การอบเหนียวคลายความเค้น (Stress Relief Annealing) การชุบแข็ง (Quenching) การอบคืนตัวหรืออบคืนไฟ (Tempering) หรือการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electrolytic Plating) การเคลือบผิว (Surface Coating) คาร์เบอร์ไรซิง (Carburizing) ไนไตรดิง (Nitriding) และอื่นๆ ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีผลต่อการรับภาระของอินเสิร์ท เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ

8. ลักษณะของชิ้นงานแบบธรรมดาจะส่งผลให้แม่พิมพ์ไม่ซับซ้อน แต่ถ้าชิ้นงานมี Undercut มีการเจาะรู เซาะร่อง ทำบ่ามนหรือลบคมมน (Fillet) ปาดลบคม (Chamfer) ทำเกลียว อาจจะส่งผลให้แม่พิมพ์ยุ่งยากซับซ้อนขึ้นได้ ที่สำคัญคือ เมื่อมีการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์ จะเกิดภาระขึ้นกับแม่พิมพ์โดยตรง ณ จุดที่มีความผิดปกติทางรูปร่างของแม่พิมพ์ หรือจุดที่มีความไม่ต่อเนื่อง มักจะเกิดการพังเสียหายก่อนจุดอื่นๆ เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องความเค้นหนาแน่น (Stress Concentration)

9. เมื่อมีการขึ้นรูปด้วยฉีดพลาสติก มักจะมีความร้อนสะสมอยู่ในวัสดุแม่พิมพ์ หลังจากเปิดแม่พิมพ์ออก เพื่อปลดชิ้นงาน อุณหภูมิผิวหน้าแม่พิมพ์จะลดลง เมื่อจะเข้าสู่การฉีดรอบถัดไป อุณหภูมิผิวหน้าแม่พิมพ์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกจนถึงอุณหภูมิฉีดอีก เมื่อต้องการให้ชิ้นงานเซ็ตตัว จะต้องดึงความร้อนออกจากแม่พิมพ์ (Cooling) แล้วเปิดแม่พิมพ์ออก อุณหภูมิจะลดลงอีก เป็นเช่นนี้อยู่เรื่อยๆ ในทุกรอบการฉีด หรืออย่างในกรณีแม่พิมพ์ฉีดยาง หากต้องการคงรูปยาง จะต้องให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิฉีด (Injection Temperature) จนถึงอุณหภูมิคงรูป (Curing Temperature) ยางถึงจะเซ็ตตัว หลังจากเปิดแม่พิมพ์ นำชิ้นงานออก อุณหภูมิจะลดลง แล้วจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อปิดแม่พิมพ์ เป็นเช่นนี้ตลอดไป ตราบใดที่ยังคงมีการฉีดขึ้นรูปยางอยู่ ท่านจะสังเกตเห็นว่า ไม่ว่าพลาสติกหรือยาง หากฉีดขึ้นรูปแล้ว อุณหภูมิของแม่พิมพ์จะแกว่งขึ้นลงเสมอ เนื้อหานี้จะตรงกันกับเรื่องความล้าอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Fatigue)

10. เมื่อท่านเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ทั้งในเชิงประสบการณ์เดิมของท่าน มาผนวกกับการประเมินอายุด้วยข้อมูลเชิงวิชาการ (ที่กำลังจะกล่าวถึงในตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้) ท่านจะเห็นทั้งข้อมูลที่เป็นจุดร่วมกันและจุดต่างกัน โดยเก็บเป็นข้อมูลเชิงสถิติในโรงงาน แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กันท่านก็จะสามารถสร้างตัวประกอบที่เป็นตัวคูณปรับแก้ค่า “ช็อตการันตี” จากข้อมูลทั้งสองเทคนิคได้ด้วยตัวท่านเอง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อประเมินเทียบเคียงในการออกแบบแม่พิมพ์ใหม่ในอนาคต สำหรับแม่พิมพ์ที่ท่านไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน เมื่อเทียบกับที่แต่เดิม ท่านไม่มีสิ่งใดเป็นไกด์ไลน์เลย แต่หากท่านมีข้อมูลที่จัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบตามที่ผมได้เกริ่นนำไปแล้ว ท่านจะมีความมั่นใจได้มากกว่าเดิมในการออกแบบมากกว่าเดิมเลยทีเดียว

หมายเหตุ

- ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำนายอายุของแม่พิมพ์เช่นกัน แต่ก็เป็นข้อจำกัดสำหรับโรงแม่พิมพ์ขนาดกลางหรือขนาดเล็ก ที่ไม่มีกำลังในการซื้อซอฟต์แวร์มาใช้งาน หรือบางแห่งได้ซอฟต์แวร์มาแล้ว ก็ยังต้องการบุคลากรที่สามารถใช้ซอฟต์แวร์เป็น หรือตีความผลลัพธ์จากซอฟต์แวร์ให้ถูกต้องด้วย หรือในบางกรณี หากจำเป็นต้องส่งกรณีศึกษาไปให้สถาบันหรือองค์กรอื่นดำเนินการจำลองผลให้ ก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับผลลัพธ์ที่ต้องการทราบด้วยเช่นกัน ฉะนั้นในส่วนตัวของผมแล้ว คิดว่าขอให้ท่านพยายามเรียนรู้หลักการที่ถูกต้อง หมั่นอัพเดทข้อมูลทางวิชาการให้เป็นปัจจุบันเสมอ ก็จะช่วยให้ท่านสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และสามารถทำนายอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ได้อย่างไม่ยากนัก

เหล็กทำแม่พิมพ์มีหลากหลายเกรด หลายมาตรฐาน หลายผู้นำเข้า ในที่นี้ผมได้รวบรวมข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้ว ในตารางที่ 1 และ 2 โดยแบ่งตามประเภทงานเหล็กและแบ่งตามชื่อเรียกสามัญ ตามลำดับ สำหรับตารางที่ 3 และ 4 เป็นสมบัติของเหล็กทำแม่พิมพ์ที่นิยมโดยทั่วไปและที่ใช้งานเฉพาะ ตามลำดับ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงให้กับพี่น้องทุกท่านนำไปใช้งานนะครับ

By **KNP**

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบเกรดเหล็กแบ่งตามประเภทงานเหล็ก [5]

ประเภทงานเหล็ก	JIS	AISI	DIN	AICHI	DAIDO	HITACHI	NIPPON KOSHUHA	ASSAB	BOHLER	THYSSEN
เหล็กกล้างานเย็น	SKD11	D2	1.2379	–	DC11	SLD	KD11	XW42	K110	–
	SKD11 (Mod.)	D2	1.2379	AUD11	DC53	SLD2	KD11V	XW41	K110	2379
	SKS3 (Reformed)	O1	1.2510	SKS3	GOA	SGT	KS3	DF3	K460	2510
	–	–	–	SX105V	GO5	HMD5	FH-5	–	–	–
เหล็กกล้างานร้อน	SKD61	H13	1.2344	AUD61	DHA1	DAC	KDA1	8407-2M	W302	2344
	SKD61 (Mod.)	H13	1.2344	–	DH2F	DAC	KDA1	8407-2M	W302	–
	SKT4 (Mod.)	L6	1.2714	SKT4A	GFA	DM	KTV	SOMDIE	W500	2714
เหล็กทำแม่พิมพ์พลาสติก	–	P20	1.2311	–	PX4	–	PLASMOLD20	618	M202	2311
หรือแม่พิมพ์ยาง	–	P21	1.2312	–	NAK55	–	–	718	M200	–
	–	P20+5	1.2312	–	NAK80	–	–	HOLDAX	M200	2312
เหล็กอะไหล่	S45C	C1045	CK45	S45C	S45C	S45C	S45C	–	–	CK45
	S50C	C1050	CK50	S50C	S50C	S50C	S50C	760	CM50	1730
	S53C	C1050	–	–	–	–	RMS50C	–	–	–
	S55C	C1055	CK55	–	–	–	–	–	CM55	–
	SCM415	4118	1.7218	–	–	SCM415	SCM415	–	–	–
	SCM440	4140	1.7225	SCM440	SCM440	SCM440	SCM440	709	V320	7225
	SNCM439	4340	1.6582	SNCM439	SNCM439	SNCM439	SNCM439	705	V155	6582
เหล็กเครื่องมือรอบสูง	SKH51	M2	1.3343	–	MH51	YXM-1	SKH51	ASP23	S600	–
เหล็กเครื่องมือคาร์บอนสูง	SK5	W1	1.1625	SK5	SK5	–	–	K100	K980	1545
เหล็กเหนียว	SS400	–	–	SS400	SS400	SS400	SS400	–	MS	–
เหล็กชุบผิวแข็งด้วยคาร์บอน	SCM415	5115	1.7262	SCM415	SCM415	SCM415	SCM415	–	–	–
เหล็กชุบแข็งด้วยเปลวไฟ	–	–	–	SX105V	GO5	HMD5	FH-5	–	–	–

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบเกรดเหล็กแบ่งตามชื่อเรียกสามัญ [5]

ชื่อเรียกสามัญ	JIS	AISI	BOHLER	CODE	DIN	GERMANY
เหล็กน้ำมันเฟือง	SCM440	4130	V320	SCM440	1.7225	7225
เหล็กน้ำมันเฟือง	SNCM440	4340	V155	–	–	6582
เหล็กงานพลาสติก	P20	P20	M202	MP20	1.2311	2311
เหล็กงานพลาสติก	P20+Ni	P20+Ni	M238	–	–	2738
เหล็กสตาร์แวกซ์	SUR420J2	420J2	M310	–	–	2083
เหล็กสตาร์แวกซ์	SUS431	431	M300	–	–	2316
เหล็กเพลาลูกปืน	SUJ2	E52100	R100	SUJ2	1.3505	3505
เหล็กทนกระแทก	SKS93	O1	K460	–	–	2510
เหล็กไฮสปีด	SKH51	M2	S600	–	–	3343
เหล็กน้ำมันงานเย็น	SKD11	D2	K110	MC53	1.2379	2379
เหล็กน้ำมันงานเย็น	SKD2	D6	K105	–	–	2436
เหล็กน้ำมันงานร้อน	SKD61	H13	W302	MH61	1.2344	2344
เหล็กน้ำมันงานร้อน	–	–	W303	–	–	2367
เหล็กแข็งหัวแดง	S50C	C1050	S50C	MP50	CK50	S50C
เหล็กแข็งหัวฟ้า	SCM4	–	SCM4	–	–	SCM4
–	SUS440	440C	N695	–	–	–

ตารางที่ 3 สมบัติของเหล็กทำแม่พิมพ์ที่นิยมโดยทั่วไป [3]

Mold material	1045	4140	P20
Description	High strength carbon steel, low cost but poor corrosion and wear resistance	Chrome alloyed steel with good fatigue, abrasion, and impact resistance	Common mold steel with good fatigue, abrasion, and impact resistance
Cost ($/kg)	7.9	24.0	15.1
Cost ($/m^3)	62,300	188,400	118,200
Ultimate strength (MPa)	752	778	965
Modulus (MPa)	207,000	200,000	205,000
Yield stress (MPa)	647	669	830
Fatigue limit stress (MPa)	291	412	456
Hardness, Brinell	225	259	300
Feed per tooth (mm)	0.0762	0.0508	0.0508
Cutting speed (m/h)	5,600	4,700	3,800
Volume machine rate (m^3/h)	0.0021	0.0012	0.001
Area machine rate (m^2/h)	0.053	0.03	0.024
Thermal expansion (°m/m°C)	12.2	12.2	12.8
Thermal conductivity (W/m°C)	49.8	42.7	32
Specific heat (J/kg°C)	515	523	500
Density (kg/m^3)	7,850	7,850	7,820
Thermal diffusivity (m^2/s)	1.23E–05	1.04E–05	8.18E–06

ตารางที่ 4 สมบัติของเหล็กทำแม่พิมพ์ที่ใช้งานเฉพาะ [3]

Mold material	A6	D2	H13	S7	SS420
Description	Heat treatable to be very hard with good wear resistance and fatigue life	High carbon/ chrome steel for wear and abrasion resistance	Heavily alloyed, hard steel with excellent temperature and wear resistance	Excellent toughness and high strength but lower wear resistance	Excellent polishability and corrosion resistance with good hardness
Cost ($/kg)	40.2	21.4	32.2	19.0	29.7
Cost ($/m^3)	322,600	164,000	251,000	148,400	231,400
Ultimate strength (MPa)	2,380	2,200	1,990	1,620	655
Modulus (MPa)	203,000	210,000	210,000	207,000	207,000
Yield stress (MPa)	2,100	1,929	1,650	1,380	345
Fatigue limit stress (MPa)	834	755	760	528	190
Hardness, Brinell	650	685	528	369	195
Feed per tooth (mm)	0.0508	0.0508	0.0508	0.0508	0.0508
Cutting speed (m/h)	2,900	2,700	700	3,900	5,000
Volume machine rate (m^3/h)	0.0007	0.0007	0.0002	0.001	0.0013
Area machine rate (m^2/h)	0.018	0.017	0.004	0.025	0.032
Thermal expansion (°m/m°C)	11.8	11.8	11.5	12.1	10.8
Thermal conductivity (W/m°C)	27	21	24.3	29	24.9
Specific heat (J/kg°C)	460	460	460	460	460
Density (kg/m^3)	8,030	7,670	7,800	7,810	7,800
Thermal diffusivity (m^2/s)	7.31E–06	5.95E–06	6.77E–06	8.07E–06	6.94E–06

By **KNP**

ตัวอย่างที่ 1

แม่พิมพ์ชุดหนึ่งมีอินเสิร์ททำจาก P20 ใช้ในการฉีดขึ้นรูป ABS ที่ความดันฉีดสูงสุด 150 MPa ณ อุณหภูมิฉีด 290°C ถ้าอินเสิร์ทนี้มีการขัดมัน (Polished) ผิวเป็นอย่างดี อยากทราบว่าแม่พิมพ์ชุดนี้ถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานจำกัดหรือไม่ ตามการทำนายของ Goodman Theory ที่ความเชื่อมั่น 95%

วิธีทำ

จากโจทย์พบว่ามีข้อมูลน้อยมากเพื่อสนับสนุนการการคำนวณ แต่บนเงื่อนไขที่จำกัดตามโจทย์กำหนด หากจะทดลองประเมินอายุของแม่พิมพ์จะสามารถทำได้ดังนี้

- **คำนวณหาค่า S_{ut} และ S'_e**

แม่พิมพ์ชุดนี้มีการทำงานที่อุณหภูมิ 290°C จึงต้องเปิดตารางตัวประกอบของอุณหภูมิ ซึ่งพบว่าไม่มีค่าที่ต้องการในตาราง จึงต้องใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น

Temp (°C)	k_d	สมการสำหรับการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น
$t_1 = 250$	$k_{d1} = 1.000$	$k_{d,work} = k_{d1} + \left(\frac{k_{d2}-k_{d1}}{t_2-t_1}\right)(t_{work}-t_1)$
$t_{work} = 290$	$k_{d,work} = ??$	
$t_2 = 300$	$k_{d2} = 0.975$	แทนค่า $k_{d,work} = 1.00 + \left(\frac{0.975-1.00}{300-250}\right)(290-250) = 0.98$

ดึงข้อมูลจากตารางที่ 3 มาคำนวณต่อ

ณ อุณหภูมิใช้งาน จะได้ว่า $S^*_{ut} = k_d S_{ut} = (0.98)(965) = 945.7$ MPa

ณ อุณหภูมิใช้งาน จะได้ว่า $S^*_{yt} = k_d S_{yt} = (0.98)(830) = 813.4$ MPa

แม้จะมีสมการคำนวณหา S'_e เมื่อที่ $S^*_{ut} \le 1400$ MPa แต่จากตารางที่ 3 ได้กำหนดค่า Fatigue Limit Stress มาไว้ให้แล้ว ซึ่งอาจจะเป็นค่าขีดจำกัดความทนทาน (Endurance Limit) ดังนั้นจะได้ว่า $S'_e = 456$ MPa

- **คำนวณหาค่า S_e ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด**

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

1. ตัวประกอบของผิว : เมื่อผิวสำเร็จจากการขัดมัน ซึ่งถือว่าเป็นผิวสำเร็จที่ดีที่สุด ดังนั้น $k_a = 1$
2. ตัวประกอบของขนาด : ชิ้นงานรับความดันฉีด (ถือว่าเป็น Normal Stress) จะได้ว่า $k_b = 1$ เสมอ
3. ตัวประกอบของภาระ : รับภาระตามแนวแกน ดังนั้น $k_c = 0.85$
4. ตัวประกอบของอุณหภูมิ : ใช้ไปแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ให้เซ็ต $k_d = 1$
5. ตัวประกอบความเชื่อมั่น : ที่ความเชื่อมั่นไว้ 95% ดังนั้น $k_e = 0.868$
6. ตัวประกอบเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ : ในที่นี้โจทย์ไม่ได้กำหนดเงื่อนไขพิเศษอื่นๆ มาให้ ดังนั้นให้เซ็ต $k_f = 1$

แทนค่าจะได้ว่า $S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e = (1)(1)(0.85)(1)(0.868)(1)(456) = 336.4$ MPa

- **คำนวณความเค้นส่วนแอมปลิจูดและความเค้นส่วนเฉลี่ย**

โจทย์กำหนดว่ารับความดันฉีดสูงสุด 150 MPa ถือว่าเป็นภาระแบบวัฏจักรที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ 0 MPa ถึง +150 MPa แสดงว่าความเค้นต่ำสุดเท่ากับ 0 MPa และความเค้นสูงสุดเท่ากับ +150 MPa จัดเป็นภาระแบบทำซ้ำ

ดังนั้นจะต้องคำนวณขนาดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและความเค้นส่วนแอมปลิจูดก่อนดังนี้

ความเค้นส่วนเฉลี่ย (Mean Stress) :

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = \frac{150+0}{2} = 75 \text{ MPa}$$

ความเค้นส่วนแอมปลิจูด (Amplitude Stress) :

$$\sigma_a = \left|\frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}\right| = \left|\frac{150-0}{2}\right| = 75 \text{ MPa}$$

- **ตรวจสอบการพังเสียหายของชิ้นส่วนในการรับภาระรอบแรกๆ ด้วย Langer Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S^*_{yt}} + \frac{\sigma_m}{S^*_{yt}} = \frac{1}{n_y} \quad \rightarrow \quad \frac{75}{813.4} + \frac{75}{813.4} = \frac{1}{n_y}$$

$$n_y = 5.42$$

$n_y > 1$ ดังนั้นแสดงว่า แม่พิมพ์ชุดนี้ไม่เกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ (ที่ความเชื่อมั่น 95%)

- **ตรวจสอบการพังเสียหายเนื่องจากความล้าด้วย Goodman Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S^*_{ut}} = \frac{1}{n_f} \quad \rightarrow \quad \frac{75}{336.4} + \frac{75}{945.7} = \frac{1}{n_f}$$

$$n_f = 3.31$$

$n_f > 1$ ดังนั้นแสดงว่า ชิ้นส่วนนี้ไม่พังเสียหายเนื่องจากความล้า (ที่ความเชื่อมั่น 95%) บนเงื่อนไขที่จำกัดตามที่โจทย์กำหนด แล้วนำมาคำนวณตรวจสอบพบว่า $n_f > 1$ แสดงว่าแม่พิมพ์ชุดนี้มีอายุการใช้งานไม่จำกัด (Infinite Life Design) และมีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ล้านรอบวัฏจักรการขึ้นรูป

ตัวอย่างที่ 2

แม่พิมพ์ชุดหนึ่งมีอินเสิร์ททำจาก SS420 ใช้ในการฉีดขึ้นรูปพลาสติกชนิดหนึ่ง ที่ความดันฉีดสูงสุด 240 MPa ณ อุณหภูมิฉีด 300°C และตั้งค่าอุณหภูมิ Coolant อยู่ที่ 70°C จะทำให้แม่พิมพ์มีอุณหภูมิลดลงเหลือ 215°C ถ้าอินเสิร์ทนี้ใช้ Modern Milling ในการปรับแต่งผิวได้ดีเยี่ยมในระดับ Commercially Polish จงใช้ Goodman Theory ในการทำนายอายุของแม่พิมพ์ชุดนี้ ที่ความเชื่อมั่น 95%

วิธีทำ

จากโจทย์พบว่ามีข้อมูลเพิ่มขึ้นมาอีกเล็กน้อย เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ 1 หากจะทดลองประเมินอายุของแม่พิมพ์จะสามารถทำได้ดังนี้

- **คำนวณหาค่า S_{ut} และ S'_e**

แม่พิมพ์ชุดนี้มีการทำงานที่อุณหภูมิ 300°C เมื่อเปิดตารางตัวประกอบของอุณหภูมิ จะได้ว่า $k_d = 0.975$

ณ อุณหภูมิใช้งาน จะได้ว่า

$$S^*_{ut} = k_d S_{ut} = (0.975)(655) = 638.6 \text{ MPa}$$

ณ อุณหภูมิใช้งาน จะได้ว่า

$$S^*_{yt} = k_d S_{yt} = (0.975)(345) = 336.4 \text{ MPa}$$

แม้จะมีสมการคำนวณหา S'_e เมื่อที่ $S^*_{ut} \le 1400$ MPa แต่จากตารางที่ 4 ได้กำหนดค่า Fatigue Limit Stress มาไว้ให้แล้ว ซึ่งอาจจะเป็นค่าขีดจำกัดความทนทาน (Endurance Limit) ดังนั้นจะได้ว่า $S'_e = 190$ MPa

- **คำนวณหาค่า S_e ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด**

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

7. ตัวประกอบของผิว : เมื่อผิวสำเร็จในระดับ Commercially Polish ดังนั้นอ่านค่าจากกราฟตัวประกอบผิวสำเร็จของชิ้นงาน จะได้ว่า $k_a = 0.9$

8. ตัวประกอบของขนาด : ชิ้นงานรับความดันฉีด (ถือว่าเป็น Normal Stress) จะได้ว่า $k_b = 1$ เสมอ

9. ตัวประกอบของภาระ : รับภาระตามแนวแกน ดังนั้น $k_c = 0.85$

10. ตัวประกอบของอุณหภูมิ : ใช้ไปแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้ให้เซ็ต $k_d = 1$

11. ตัวประกอบความเชื่อมั่น : ที่ความเชื่อมั่นไว้ 95% ดังนั้น $k_e = 0.868$

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

แทนค่าจะได้ว่า

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$
$$S_e = (0.9)(1)(0.85)(1)(0.868)(1)(190)$$
$$S_e = 126.2 \text{ MPa}$$

- **คำนวณความเค้นส่วนแอมปลิจูดและความเค้นส่วนเฉลี่ย**

โจทย์กำหนดว่ารับความดันฉีดสูงสุด 240 MPa ถือว่าเป็นภาระแบบวัฏจักรที่เปลี่ยนค่าตั้งแต่ 0 MPa ถึง +240 MPa แสดงว่าความเค้นต่ำสุดเท่ากับ 0 MPa และความเค้นสูงสุดเท่ากับ +240 MPa จัดเป็นภาระแบบทำซ้ำ

ดังนั้นจะต้องคำนวณขนาดของความเค้นส่วนเฉลี่ยและความเค้นส่วนแอมปลิจูดก่อนดังนี้

ความเค้นส่วนเฉลี่ย (Mean Stress) :

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = \frac{240+0}{2} = 120 \text{ MPa}$$

ความเค้นส่วนแอมปลิจูด (Amplitude Stress) :

$$\sigma_a = \left|\frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}\right| = \left|\frac{240-0}{2}\right| = 120 \text{ MPa}$$

- **ตรวจสอบการพังเสียหายของชิ้นส่วนในการรับภาระรอบแรกๆ ด้วย Langer Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S^*_{yt}} + \frac{\sigma_m}{S^*_{yt}} = \frac{1}{n_y} \rightarrow \frac{120}{336.4} + \frac{120}{336.4} = \frac{1}{n_y}$$

$$n_y = 1.40$$

$n_y > 1$ ดังนั้นแสดงว่า แม่พิมพ์ชุดนี้ไม่เกิดการพังเสียหายในการรับภาระรอบแรกๆ (ที่ความเชื่อมั่น 95%)

- **ตรวจสอบการพังเสียหายเนื่องจากความล้าด้วย Goodman Theory**

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S^*_{ut}} = \frac{1}{n_f} \rightarrow \frac{120}{126.2} + \frac{120}{638.6} = \frac{1}{n_f}$$

$$n_f = 0.88$$

$n_f < 1$ ดังนั้นแสดงว่า ชิ้นส่วนนี้พังเสียหายเนื่องจากความล้า (ที่ความเชื่อมั่น 95%)

- **อ่านค่า f จากกราฟ**

จากรูปในตอนก่อนหน้านี้ เมื่อ $S^*_{ut} = 638.6$ MPa อ่านค่า $f = 0.858$

- **คำนวณค่า a และ b จะได้ว่า**

$$a = \frac{\left(f \cdot S^*_{ut}\right)^2}{S_e} = \frac{(0.858 \times 638.6)^2}{126.2} = 2378.88$$

$$b = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{f \cdot S^*_{ut}}{S_e}\right) = -\frac{1}{3}\log\left(\frac{0.858 \times 638.6}{126.2}\right)$$

$$b = -0.21255$$

(ใช้ทศนิยมอย่างน้อย 4 ถึง 5 ตำแหน่งสำหรับตัวแปร b)

- **คำนวณหาค่า σ_{rev} จาก Goodman Theory**

$$\sigma_{rev} = \frac{\sigma_a S^*_{ut}}{S^*_{ut} - \sigma_m} = \frac{(120)(638.6)}{638.6-120} = 147.77 \text{ MPa}$$

- **ประเมินอายุแม่พิมพ์**

$$N = \left(\frac{\sigma_{rev}}{a}\right)^{1/b} = \left(\frac{147.77}{2378.88}\right)^{1/-0.21255}$$

$$N = 476{,}056 \text{ Cycles} \approx 4.7 \times 10^5 \text{ Cycles}$$

แม่พิมพ์ชุดนี้จะมีอายุประมาณ 4 แสน 7 หมื่นรอบวัฏจักรการทำงาน

หมายเหตุ

- หากตัวอย่างที่ 2 คิดค่าความเค้นอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Stress) เพิ่มเข้าไปอีก อายุของแม่พิมพ์จะสั้นลง

- สมการของ Thermal Stress คือ

$$\sigma_t = E\varepsilon_t = E\alpha\Delta T$$

- สมมุติว่าค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity, E) ของ SS420 มีค่าเป็น 200 GPa และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion, α) มีค่าเป็น $10.8\times10^{-6}\ /\ ^\circ\text{C}$

- แทนค่า

$$\sigma_t = E\varepsilon_t = E\alpha\Delta T$$
$$\sigma_t = \left(200\times10^{9}\right)\left(10.8\times10^{-6}\right)\left(300-215\right)$$
$$\sigma_t = 183.6\ \text{MPa}$$

จากทั้งสองตัวอย่างข้างต้น ผมมีความคาดหวังในเบื้องต้นว่า ณ เวลานี้ท่านผู้อ่านคงมีความเข้าใจในการประเมินอายุแม่พิมพ์ภายใต้การรับภาระแบบพลวัตเพิ่มขึ้นบ้างไม่มากก็น้อย หากมีโจทย์ที่ซับซ้อนกว่านี้ ชัดเจนกว่านี้ ก็คงได้หลักเกณฑ์การประเมินอายุแม่พิมพ์มากเพิ่มขึ้นไปอีก ทั้งนี้ขอให้ท่านระลึกไว้ในใจเสมอว่า ***ขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมดเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้ท่านมีความมั่นใจมากยิ่งขึ้นกว่าการใช้ประสบการณ์เพียงอย่างเดียวของท่าน ในการประเมินอายุของแม่พิมพ์ได้ในอนาคต***

สำหรับฉบับนี้ผมขอจบเนื้อหาไว้เพียงเท่านี้ ตอนต่อไปก็เข้าสู่ปีใหม่แล้ว จะเป็นเรื่องอะไรก็ขอให้ติดตามอ่านกันต่อไปนะครับ แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

ก่อนจากกันฉบับนี้ ผมขอยกบทโศลกโลกที่ผมเขียนไว้หน้าเฟซบุ๊กของผม เกี่ยวกับ **“ถ้าท้อไม่ถึง”** ดังนี้ว่า

“
จุดหมายดูเหมือนไกล
หากวิ่งไม่ไหว ค่อยๆ เดินไปก็คงถึง
”

M&D

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.

เก็บตกจากหน้างาน... สู่การเป็นนักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

ประพัทธิ์ คุ้มปลีวงศ์
ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม (RDiPT)
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เริ่มเก็บตก

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน ก่อนอื่นขออนุญาตเล่าที่มา **"เก็บตกจากหน้างาน...สู่การเป็นนักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง"** ว่าเป็นมาอย่างไรพอสังเขป อดีตที่ผ่านมาของผู้เขียนนั้น มีช่วงเวลาหนึ่งได้มีโอกาสทำงานเป็นวิศวกรวิจัยและพัฒนาทางด้านแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง ทำหน้าที่ในส่วนของการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์ยางที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ เพื่อที่จะนำปัญหามาเป็นโจทย์ในงานวิจัยเชิงอุตสาหกรรม จึงได้มีโอกาสเข้าไปหน้างานจริงที่สถานประกอบการต่างๆ ในส่วนที่รับผิดชอบในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ รวมถึงขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางด้วยแม่พิมพ์ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์จากสถานประกอบที่เข้าร่วมวิจัยเป็นอย่างมากในสมัยนั้น ผู้เขียนยังระลึกถึงเสมอมา ส่งผลให้ได้มีการเรียนรู้ ลองผิดลองถูก และเก็บตกสิ่งต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของความล้มเหลวและความสำร็จของการออกแบบแม่พิมพ์มาบ้าง จึงขอเล่าประสบการณ์การตกผลึกของสิ่งต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อแลกแนวคิดการออกแบบซึ่งกันและกัน หากผู้อ่านท่านใดมีแนวคิดที่แตกต่างจากผู้เขียนหรือมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่วงการแม่พิมพ์บ้านเรา ขอได้โปรดชี้แนะด้วยครับ สำหรับการเก็บตกในครั้งแรกนี้จะขอกล่าวถึงภาพรวมทั้งหมดของสิ่งที่นักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางจะต้องรู้ ส่วนรายละเอียดนั้นจะได้กล่าวถึงในการเก็บตกครั้งต่อๆ ไป สมัยผู้เขียนยังเป็นเด็ก ผู้หลักผู้ใหญ่มักกล่าวว่า "มีอยู่ 2 เรื่องในชีวิตที่ไม่ควรเร่งรีบ คือความรักกับการศึกษา" ตอนนั้นก็ยังไม่ค่อยเข้าใจและตระหนักมากมายเท่าไหร่ มาเข้าใจลึกซึ้งก็ตอนย่างวัยชรานี่แหละ **เรามาเริ่มเก็บตกกัน.........**

ข้อแตกต่างที่สำคัญของแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางและแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก

การคงรูปชิ้นงานในเบ้าแม่พิมพ์ ถือว่าเป็นตัวเปิดเกมส์ที่สำคัญของการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางที่ทำให้องค์ความรู้ต่างๆ ในการออกแบบแม่พิมพ์เกิดข้อแตกต่างจากแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกอย่างเห็นได้ชัด (สำหรับท่านผู้อ่านที่เริ่มต้นจะศึกษาการออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางจะต้องเข้าใจบริบทของหัวข้อนี้เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานในหัวข้อต่อๆ ไปได้เป็นอย่างต่อเนื่อง) คำว่ายางในที่นี้หมายถึงยางคอมปาวด์ (Rubber Compound) ส่วนพลาสติกหมายถึงเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เท่านั้น และไม่ขอกล่าวถึงนิยามความหมายของคำดังกล่าวในตอนนี้ เนื่องจากต้องการเน้นให้ภาพรวมเป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากกระบวนการขึ้นรูปให้ได้ชิ้นงาน ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้

โดย ประพัทธ์ คุ้มปลีวงศ์

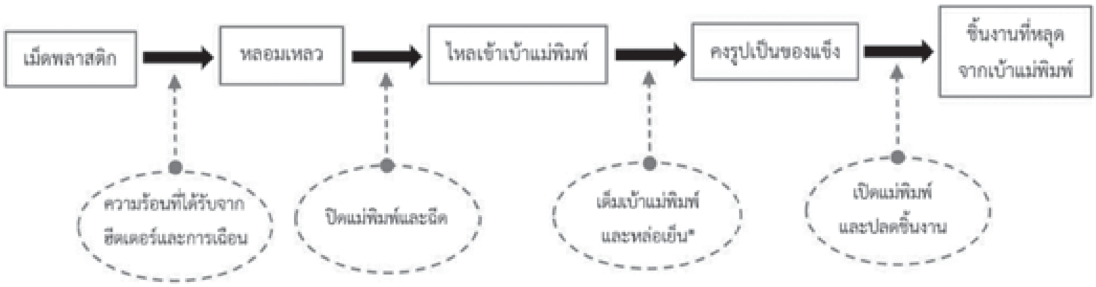
- **การฉีดแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก แสดงดังรูปที่ 1**

จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า การฉีดพลาสติกเหลวเข้าสู่เบ้าของแม่พิมพ์ โดยทั่วไปแล้วจะต้องใช้อุณหภูมิฉีด (Injection Temperature) ที่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิแม่พิมพ์ (Mold Temperature) หรืออุณหภูมิในการคงรูปของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น พลาสติก ABS มีค่าอุณหภูมิฉีดอยู่ในช่วง 220 – 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแม่พิมพ์อยู่ในช่วง 40 – 60 องศาเซลเซียส แสดงว่าในการที่คงรูปของชิ้นงานได้นั้น น้ำพลาสติกเหลวในเบ้าแม่พิมพ์หลังจากการฉีดเต็มเบ้าแล้วจะถ่ายเทความร้อนให้กับผนังเบ้าแม่พิมพ์ ต่อจากนั้นผนังเบ้าแม่พิมพ์จะถ่ายเทความร้อนสู่สารหล่อเย็น ซึ่งอาจเป็นน้ำหรือน้ำมัน

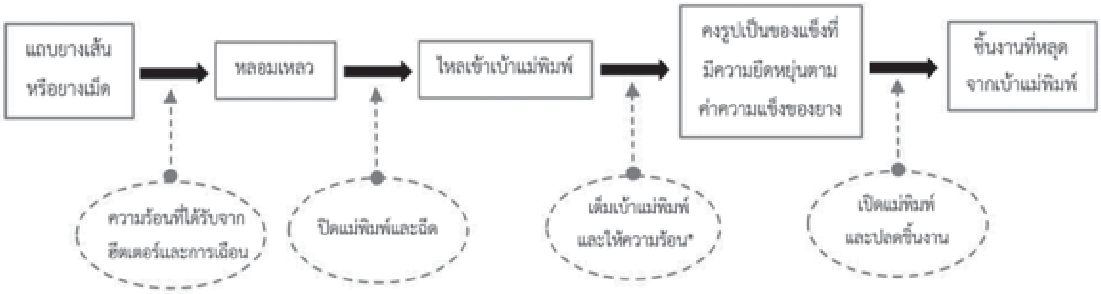
- **การฉีดแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง แสดงดังรูปที่ 2**

จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าการฉีดน้ำยางคอมปาวด์เหลวเข้าสู่เบ้าแม่พิมพ์ โดยทั่วไปแล้วจะต้องใช้อุณหภูมิฉีดที่มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิแม่พิมพ์หรืออุณหภูมิการคงรูปของชิ้นงาน (Curing Temperature) ยกตัวอย่างเช่น ยางอีพีดีเอ็ม ความแข็ง 50 Shore A มีค่าอุณหภูมิฉีดอยู่ในช่วง 60-80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแม่พิมพ์อยู่ในช่วง 150-170 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกสูตรเคมียาง (Compound Formulation) ซึ่งออกแบบให้ได้คุณสมบัติเฉพาะตามที่ต้องการ แสดงว่าในการคงรูปชิ้นงานยางนั้น ความร้อนจากฮีตเตอร์หรือระบบให้ความร้อนจะถ่ายเทความร้อนให้กับผนังเบ้าแม่พิมพ์ ต่อจากนั้นผนังเบ้าแม่พิมพ์จะถ่ายเทความร้อนสู่น้ำยางคอมปาวด์เหลวภายในเบ้าแม่พิมพ์เพื่อเกิดการคงรูปของชิ้นงานยาง

- **สรุปประเด็นสำคัญจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นได้ว่า** แม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางอาศัยความร้อน ในการคงรูปชิ้นงานภายในเบ้าแม่พิมพ์ ส่วนแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกอาศัยการหล่อเย็นในการคงรูปชิ้นงานภายในเบ้าแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 3 ส่งผลต่อการศึกษาเชิงลึกทั้งในส่วนของสมการช่วงการฉีดเติมเต็มเนื้อภายในเบ้าแม่พิมพ์และสมการการคงรูปของชิ้นงานภายในเบ้าแม่พิมพ์ ทั้งในส่วนของแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางและแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผู้ที่ใช้โปรแกรมจำลองการไหลของแม่พิมพ์ดังกล่าว จะต้องมีความเข้าใจพื้นฐานต่างๆ เหล่านี้

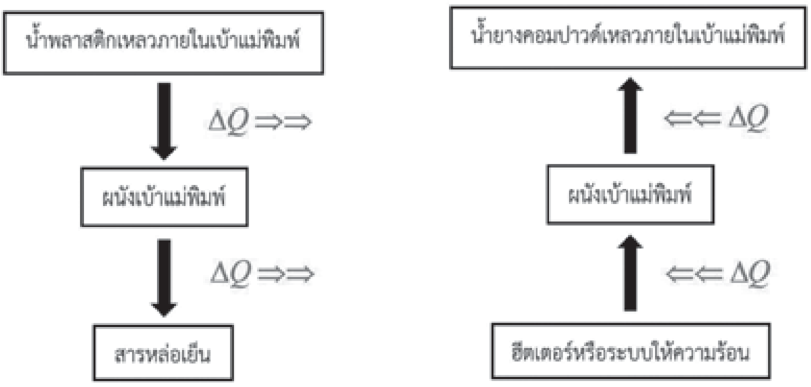


รูปที่ 1 ภาพรวมของการฉีดแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก



รูปที่ 2 ภาพรวมของการฉีดแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

โดย ประพัทธ์ คุ้มปลีวงศ์



รูปที่ 3 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนในการคงรูปของชิ้นงานในเบ้าแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกและแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

แนวทางในการเริ่มเป็นนักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

มีผู้รู้กล่าวว่า **"หนทางประสบความสำเร็จเริ่มจากการลงมือทำเดี๋ยวนี้ แต่สิ่งสำคัญต้องกำหนดทิศทางให้ถูกต้องด้วย"** คำกล่าวนี้นับว่าสำคัญมาก อย่างเช่นถ้าเราต้องการเดินทางจากกรุงเทพไปยังเชียงใหม่แต่เรากลับเริ่มเดินทางลงไปทางทิศใต้ ถึงแม้เราจะขยันมากเท่าใดก็ไม่มีทางถึงเป้าหมายได้ ตรงกันข้ามกลับยิ่งห่างไกลเป้าหมายออกไปทุกที ดังนั้นวิธีที่จะเดินเป็นสิ่งที่ต้องตระหนักให้ดี เช่นเดียวกับการศึกษาเพื่อการเป็นออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางก็เหมือนกัน จะต้องเริ่มให้ถูกต้องตั้งแต่แรกก็จะทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ไม่เร่งรัด จากประสบการณ์ที่ผ่านมาของผู้เขียน พบว่าศาสตร์ของแม่พิมพ์นั้นเป็นการบูรณาการหลายๆ เรื่องเข้าด้วยกัน ดังนั้น**จะต้องเรียนรู้กระบวนการออกแบบแม่พิมพ์และกระบวนการขึ้นรูปไปพร้อมๆ กัน** โดยสามารถแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมอุปกรณ์การแพทย์ ได้ดังนี้

1. แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง (Compression Mold)
2. แม่พิมพ์กึ่งฉีดหรืออัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง (Transfer Mold)
3. แม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง (Injection Mold)

1) แม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

การเรียนรู้ทางด้านงานช่างหรืองานทางด้านวิศวกรรมเพื่อที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบหรือทางด้านการผลิตจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงกระบวนการของงานนั้นๆ การออกแบบแม่พิมพ์อัดก็เช่นเดียวกัน เราสามารถที่จะมองภาพรวมของขององค์ความรู้ที่ต้องศึกษา ดังนี้

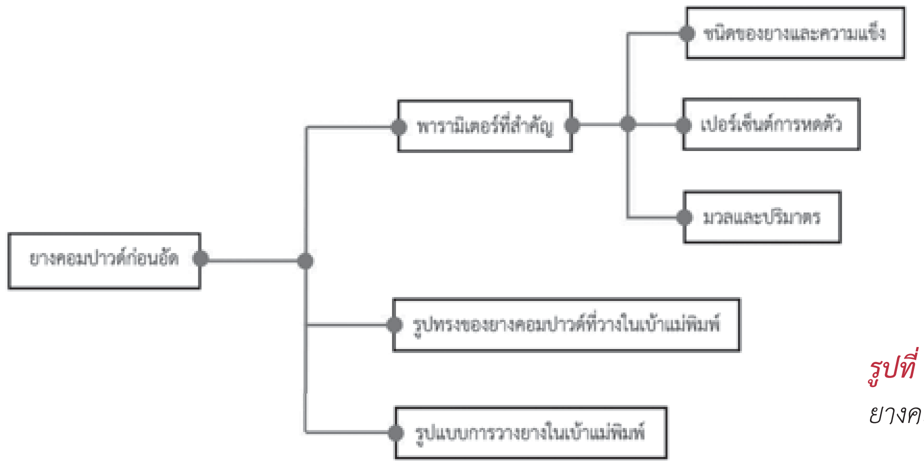
- **กระบวนการอัดขึ้นรูป จะต้องพิจารณาเงื่อนไขในการอัดขึ้นรูปที่สำคัญ ได้แก่**

1. การเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนการอัด จะต้องมีความรู้และเข้าใจในศาสตร์พื้นฐานทางด้านวิทยาการด้านการไหลของยาง (Rubber Rheology) พอสังเขป เพื่อที่จะเข้าใจพฤติกรรมของการไหลของยางและการคงรูปภายในเบ้าแม่พิมพ์ ทำให้สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของการเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนอัดได้ แสดงดังรูปที่ 4

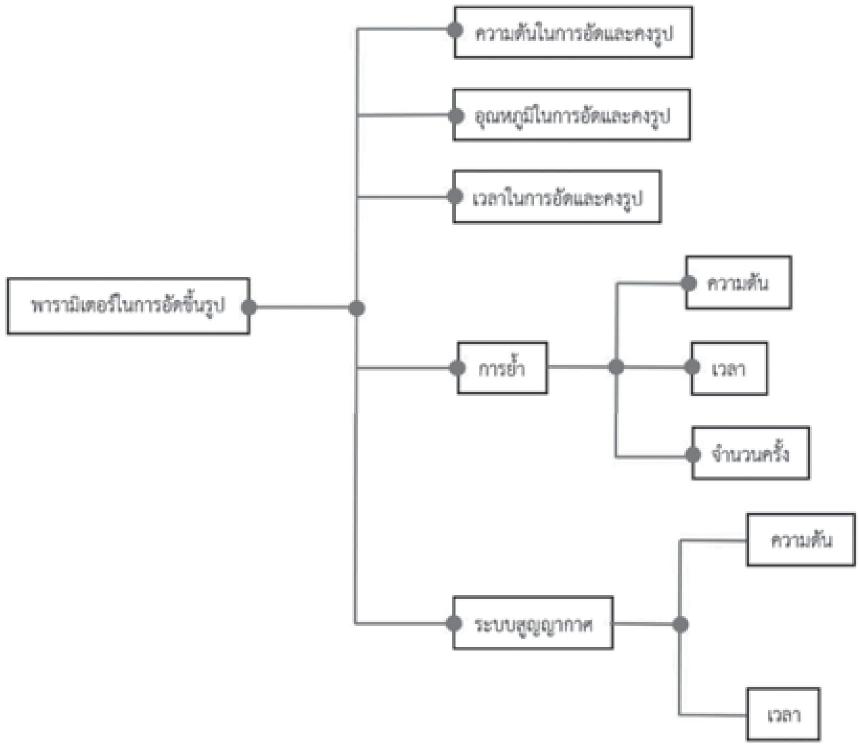
2. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ขณะอัดขึ้นรูปและคงรูป นักออกแบบแม่พิมพ์จะต้องมีความเข้าใจการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ขณะอัดขึ้นรูปและคงรูป แสดงดังรูปที่ 5 นักออกแบบแม่พิมพ์จะต้องเข้าใจการทำงานเครื่องอัดยางและคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องเป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์

- **การออกแบบแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง** เมื่อพิจารณาการอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง ในที่นี้เป็นเครื่องอัดยางแนวตั้งแบบแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านล่างเคลื่อนที่ขึ้นไปประกบกับแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบนซึ่งอยู่กับที่ แผ่นยางคอมปาวด์จะถูกวางอยู่ในเบ้าแม่พิมพ์ของแผ่นแม่พิมพ์ด้านล่าง จากนั้นแผ่นแม่พิมพ์ด้านล่างจะเคลื่อนที่ขึ้นไปประกบแผ่นแม่พิมพ์ด้านบนและกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการอัดขึ้นรูปที่เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดการคงรูปเป็นผลิตภัณฑ์และยางที่ล้นเพื่อใช้เป็นร่องกำหนดแนวเอาครีบออกจากผลิตภัณฑ์ขณะที่แม่พิมพ์เปิดในแต่ละวัฏจักรการขึ้นรูป เพื่อปลดชิ้นงานด้วยช่างหน้างานหรือ

โดย ประพัทธิ์ คุ้มปลีวงศ์



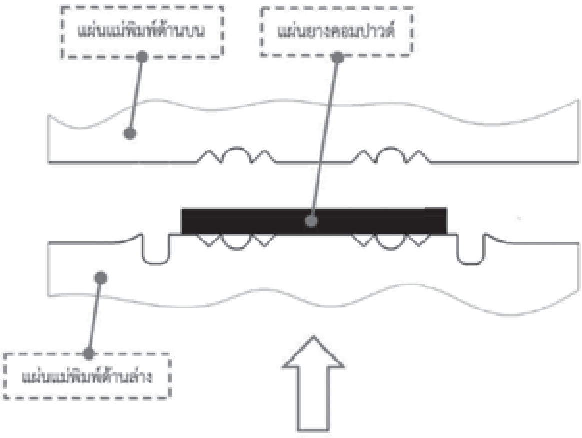
รูปที่ 4 ภาพรวมของการเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนการอัดขึ้นรูป



รูปที่ 5 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ขณะอัดขึ้นรูปและคงรูป

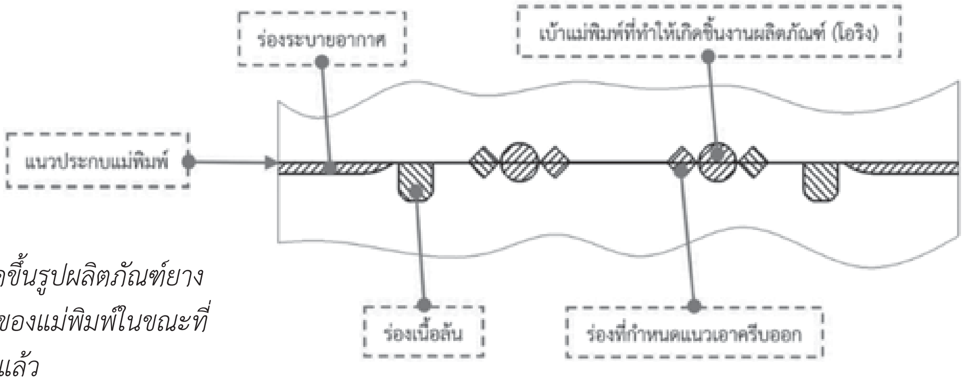
อุปกรณ์ช่วยปลดที่ประกอบอยู่กับเครื่องอัด ส่วนร่องเนื้อล้นถัดออกมาจะช่วยในการไหลตัวของยางคอมปาวด์เหลวขณะไหลในเบ้าแม่พิมพ์เมื่อได้รับความร้อนและความดัน อีกทั้งยังช่วยระบายอากาศออกตามแนวประกบแม่พิมพ์หรือสร้างร่องระบายอากาศเพิ่มตามความเหมาะสม (อาจมีการใช้ระบบสุญญากาศ) เพื่อช่วยให้ชิ้นงานเต็มเบ้าและไม่เกิดจุดอั้นของอากาศ (Air Trap) แสดงดังรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณากระบวนการอัดขึ้นรูปดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบสำคัญที่จะต้องรู้และเข้าใจในรายละเอียดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 8

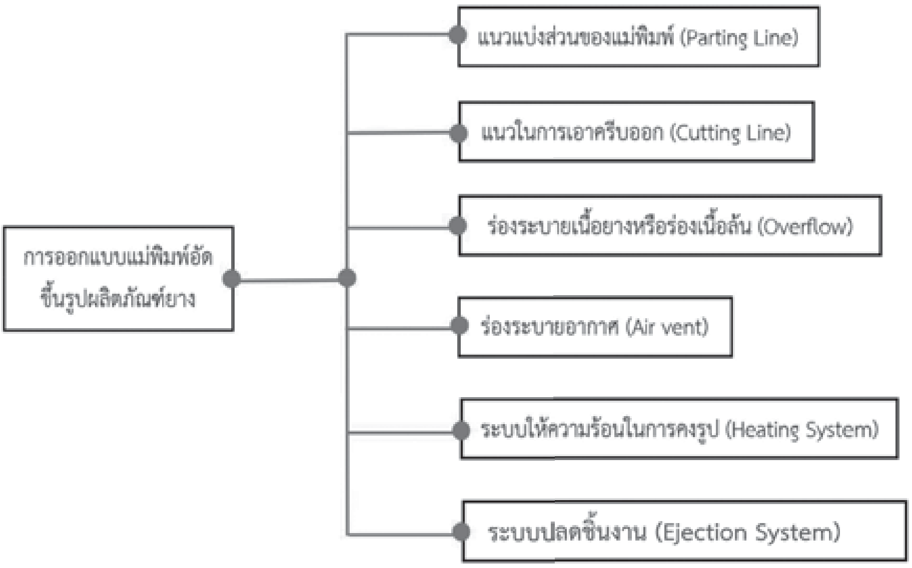


รูปที่ 6 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางด้วยแม่พิมพ์ โดยใช้เครื่องอัดยางแนวตั้ง

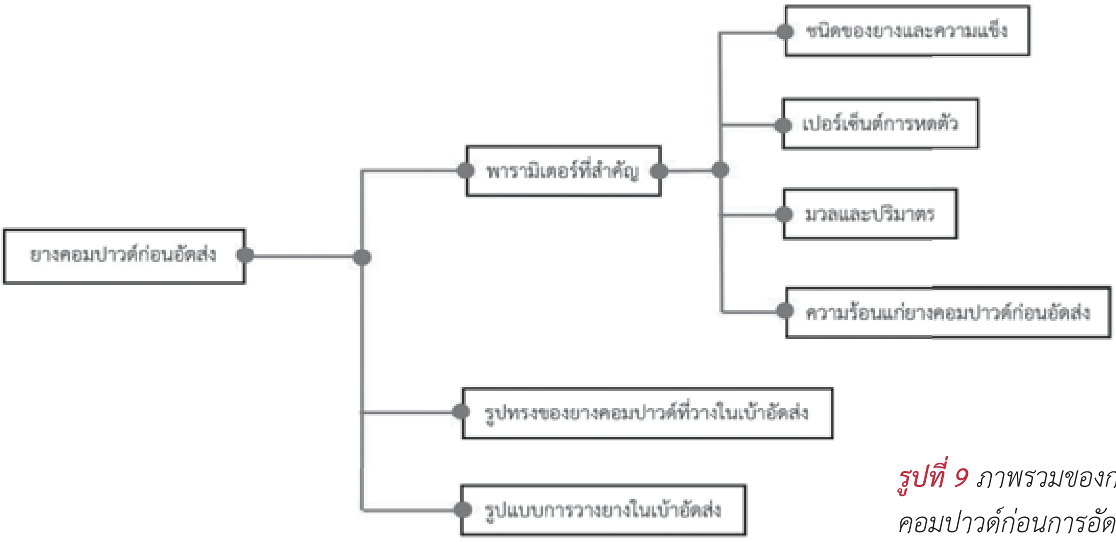
โดย ประพัทธ์ คุ้มปลีวงศ์



รูปที่ 7 หน้าตัดของแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง ที่แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์ในขณะที่แม่พิมพ์ ทั้ง 2 ด้านประกบกันแล้ว



รูปที่ 8 ส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง ที่ต้องการออกแบบ



รูปที่ 9 ภาพรวมของการเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนการอัดส่งขึ้นรูป

โดย ประพัทธ์ คุ้มปลีวงศ์

2) แม่พิมพ์กึ่งฉีดหรืออัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง

แม่พิมพ์อัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางได้ถูกพัฒนาจากแม่พิมพ์อัดธรรมดาให้สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางที่มีความซับซ้อน ทั้งในแง่รูปทรงชิ้นงาน หรือมีส่วนประกอบที่เป็นโลหะประกอบอยู่ในชิ้นงานยาง เราสามารถที่จะมองภาพรวมของขององค์ความรู้ที่ต้องศึกษาเพื่อการออกแบบแม่พิมพ์อัดส่ง ได้ดังนี้

- **กระบวนการอัดส่งขึ้นรูป จะต้องพิจารณาเงื่อนไขในการอัดส่งขึ้นรูปที่สำคัญ ได้แก่**

1. การเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนการอัดส่ง จะต้องมีความรู้และเข้าใจในศาสตร์พื้นฐานทางด้านวิทยาการการไหลของยาง (Rubber Rheology) เช่นเดียวกับการเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนอัดของแม่พิมพ์อัด ซึ่งสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของการเตรียมยางคอมปาวด์ก่อนอัดส่งได้ แสดงดังรูปที่ 9 สำหรับส่วนประกอบสำคัญที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากแม่พิมพ์อัดก็คือเบ้าอัดส่ง (Pot) สำหรับใส่ยางคอมปาวด์ และแท่งกดอัด (Plunger) เพื่อให้ยางคอมปาวด์เหลวที่ได้รับความร้อนและความดันสามารถไหลผ่านรูที่ด้านล่างของแผ่นเบ้าอัดส่งซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนรูฉีด (Sprue Runner) ให้ยางเหลวไหลเข้าสู่ทางเข้า (Gate) เพื่อเติมเต็มเนื้อยางให้แก่เบ้าแม่พิมพ์ ภายใต้ค่าพารามิเตอร์ในการอัดส่งขึ้นรูปที่เหมาะสม แสดงดังรูปที่ 10

2. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ขณะอัดส่งขึ้นรูปและคงรูป นักออกแบบแม่พิมพ์จะต้องมีความเข้าใจ การกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ขณะอัดส่งขึ้นรูปและคงรูป รวมถึงการทำงานเครื่องอัดส่งยางและคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องเป็นอย่างดี ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์ แสดงดังรูปที่ 11

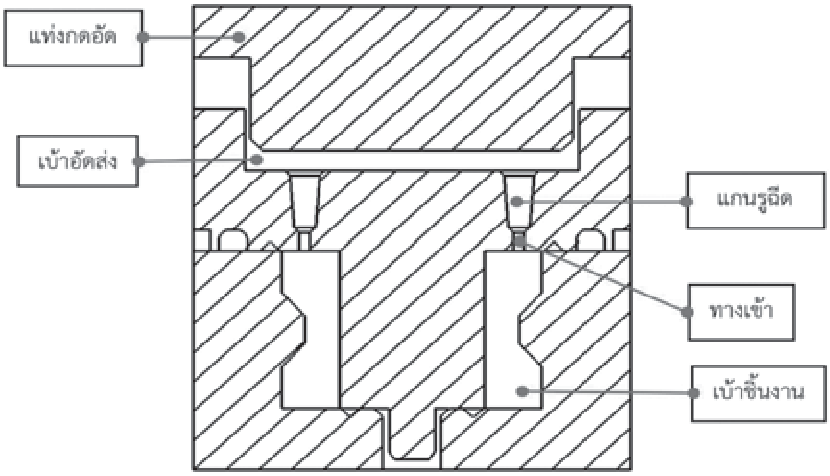
- **การออกแบบแม่พิมพ์อัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง** เมื่อพิจารณาโดยการเปรียบเทียบแม่พิมพ์อัดส่งกับแม่พิมพ์อัด จะพบว่ามีส่วนที่เหมือนกันคือ ลักษณะการคงรูปในเบ้าแม่พิมพ์ ส่วนที่แตกต่างเพิ่มเติมเข้ามาคือ เบ้าอัดส่งที่แท่งกดอัด จะทำหน้าที่เสมือนเป็นกระบอกฉีดยางผ่านแกนรูฉีดในส่วนของเบ้าอัดส่ง จากหลักการดังกล่าวสามารถสรุปเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะต้องรู้และเข้าใจในรายละเอียดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 12

เก็บท้าย

สำหรับฉบับนี้ผู้เขียนขอเก็บตกประมาณนี้ครับ ยังไม่จบภาพรวมทั้งหมดของสิ่งที่นักออกแบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางจะต้องรู้ เหลือในส่วนของภาพรวมแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง ฉบับต่อไปเราจะมาเก็บตกกันต่อในเรื่องดังกล่าว และจะเริ่มเจาะลึกในรายละเอียดของการออกแบบ ขอให้ผู้อ่านที่สนใจจดจำหัวข้อต่างๆ ของภาพรวมในฉบับนี้ให้แม่นยำ.......สวัสดีครับ

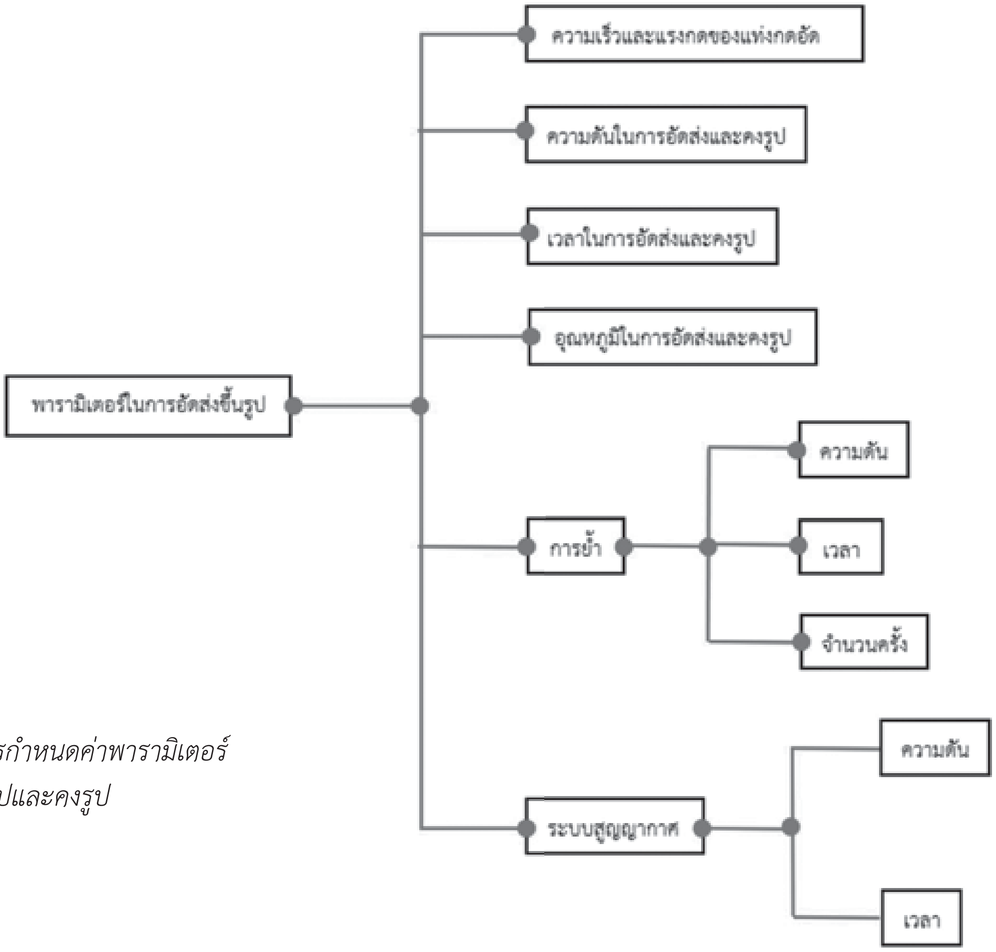
M&D

> “ **คนซื่อกล่าวคำไม่เพราะหู แต่เป็นประโยชน์แก่กาลภายหน้า** ”
> สามก๊ก...เจ้าพระยะพระคลัง (หน)



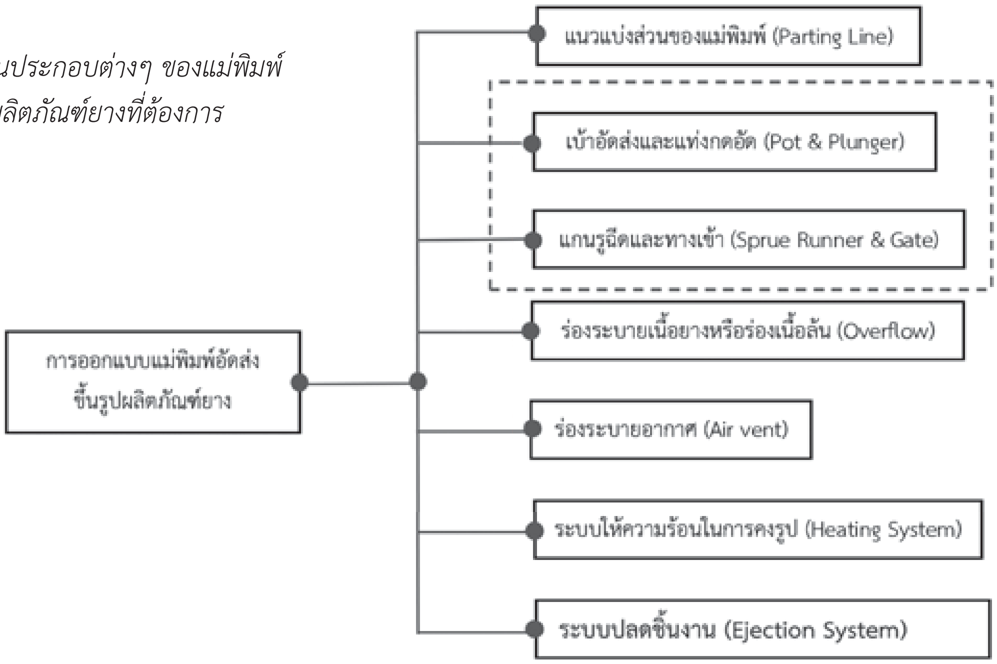
รูปที่ 10 หน้าตัดของแม่พิมพ์อัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางที่แสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ที่เพิ่มเติมจากแม่พิมพ์อัด

โดย ประพัทธิ์ คุ้มปลีวงศ์



รูปที่ 11 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ขณะอัดขึ้นรูปและคงรูป

รูปที่ 12 ส่วนประกอบต่างๆ ของแม่พิมพ์อัดส่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางที่ต้องการออกแบบ



Makino advanced 5-Axis Vertical Machining Center

Technology for Consistent Precision Results

V100S

A newly developed spindle and tilting / rotating axis unit are so compact and light that its axis-feed motion is agile and smooth. This reduces machining and polishing time.

D300

Designed with an integral trunnion table and high-performance spindle, it provides a stable condition during long machining time even with maximum payload, achieving a reduction of process and shortened lead time.

Makino (Thailand) Co Ltd

+66 (0)2 017-0123

www.makino.com.sg

1555 Pattanakarn Road, Suanluang
Suanluang, Bangkok, 10250

Follow Us

Learn More About Us

MAKINO
Promise of Performance

22 ▸ 25 JUNE 2022

(WED - SAT)

10.00-18.00 hrs.

BITEC, BANGKOK

ASEAN'S MOST COMPREHENSIVE EVENT FOR MOLD & DIE INDUSTRY

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

InterMold Thailand 2022

SHA

A part of: MANUFACTURING EXPO 2022

Co-located with: NEPCON Thailand 2022 | FAC TECH 2022

Featuring: NEW rex ASEAN ROBOMATION EXPO 2022

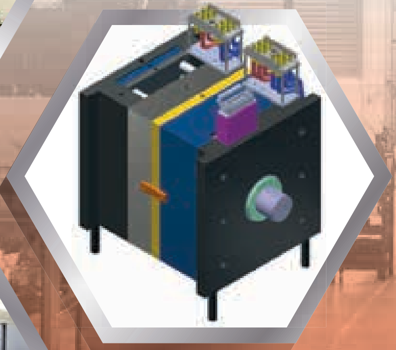
Organized by: Reed Tradex

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

TMD

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

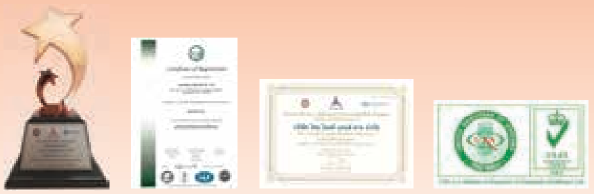
www.thaimoldanddie.co.th



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
ขยายสู่ทางด้านการตลาดให้แก่สมาชิกสมาคมฯ**

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

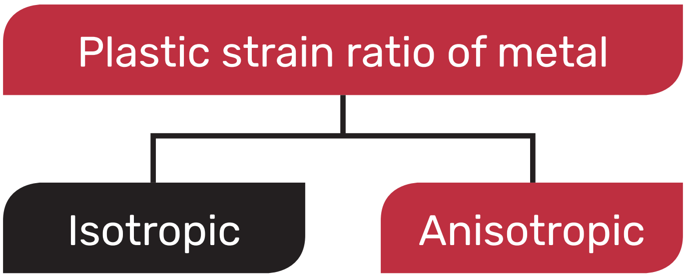
LINE@ : @TDIA

www.tdia.or.th

YouTube : TDIA Channel

SUBSCRIBE

การประเมินสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรของโลหะแผ่น (Plastic strain ratio, r) สำหรับการขึ้นรูปด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์



โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์
คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการผลิต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
รัตนโกสินทร์ วังไกลกังวล

บทความนี้กล่าวถึงแนวทางการทดสอบเพื่อประเมินสมบัติ Anisotropy และ Isotropy ของโลหะแผ่นและการนำสมบัติดังกล่าวไปใช้งานด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ สมบัติทางกลที่นำเสนอในครั้งนี้คืออัตราส่วนความเครียดถาวร (Plastic strain ratio, r) ซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงความต้านทานการบางลงของแผ่นชิ้นงาน นิยามได้จากความเครียดจริง (True strain) ที่เกิดขึ้นคำนวณได้จาก **"อัตราส่วนของความเครียดจริงในทิศทางความกว้างหารด้วยความเครียดจริงในทิศทางความหนาของชิ้นงานทดสอบ"** คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$r = \frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_t} = \frac{Width\ strain}{Thickness\ strain} \qquad [1]$$

เมื่อ ε_w คือ ค่าความเครียดจริงในแนวกว้าง
ε_t คือ ค่าความเครียดจริงในด้านความหนา

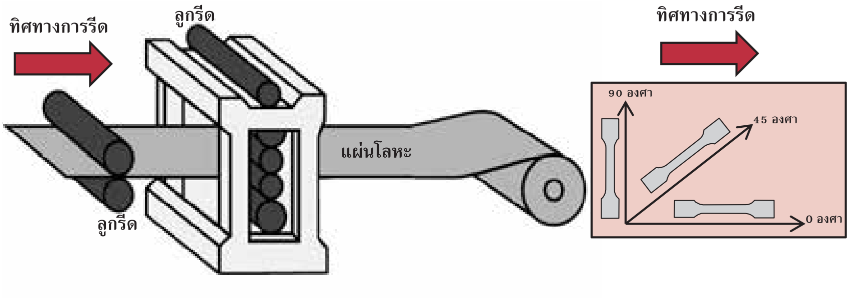
ถ้า

$r = 1$ มีสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic material)

$r \neq 1$ มีสมบัติในแต่ละทิศทางแตกต่างกัน (Anisotropic material)

ซึ่งอัตราส่วนความเครียดถาวรนี้จะบ่งบอกถึงพฤติกรรมการรับแรงที่แตกต่างกันในทิศทางต่างๆ ของวัสดุเนื่องจากอิทธิพลของสิ่งเจือปนในเนื้อโลหะและจากการรีดลดขนาดของโลหะแผ่นดังรูปที่ 1 เมื่อโลหะแผ่นผ่านกระบวนการรีดส่งผลให้สมบัติการรับแรงแตกต่างกันในแต่ละแนวการรีด สำหรับตัวอย่างที่ชัดเจนสุดในการอธิบายพฤติกรรมการรับแรงในแต่ละแนวคือแผ่นไม้ บนแผ่นไม้จะมองเห็นแนวของเนื้อไม้อย่างชัดเจนดังรูปที่ 2 ซึ่งแผ่นไม้นั้นมีความสามารถต้านทานการเปลี่ยนรูปขวางแนวมากกว่าตามแนว สมบัติลักษณะนี้จึงเรียกว่า แอนไอโซทรอปิก (Anisotropy) และอีกประเภทหนึ่งคือ สมบัติไอโซทรอปิก (Isotropy) ซึ่งจะระบุว่าวัสดุมีสมบัติรับแรงเท่ากันในทุกทิศทาง ซึ่งนิยามนี้ให้ผลแตกต่างจากการทดสอบจริง และแนวทางการคำนวณ อิทธิพลของอัตราส่วนความเครียดถาวร รวมไปถึงการนำไปใช้งานแสดงในรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

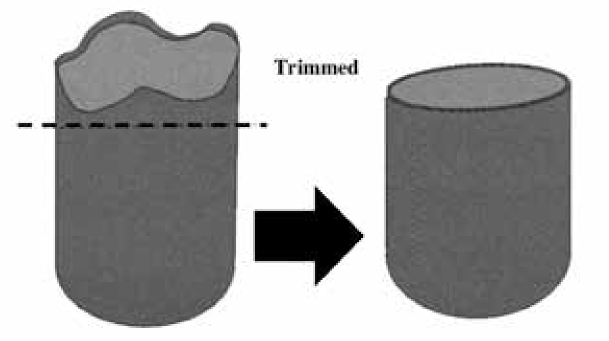
โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์



รูปที่ 1 การรีดเหล็กและชิ้นงานทดสอบสมบัติแรงดึงตามแนวรีดต่างๆ [1]

รูปที่ 2 แผ่นไม้ [2]

รูปที่ 3 เอียริงบนชิ้นงาน [3]



รูปที่ 4 การกำจัดเอียริงบนชิ้นงาน [4]

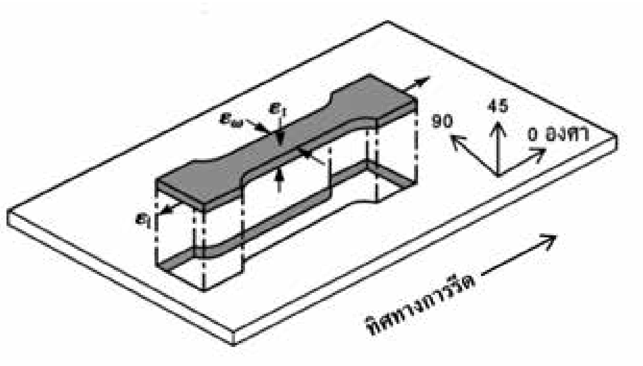
1. การเกิดเอียริง (Earing)

อิทธิพลของสมบัติ Anisotropy ที่เกิดขึ้นกับแผ่นโลหะภายหลังการขึ้นรูปนั้นเกิดจากอิทธิพลการกระจายตัวของสารมลทิน (Slag Inclusions) ในเนื้อวัสดุ ซึ่งปริมาณ ลักษณะรูปร่างและจำนวนของสารมลทินในเนื้อวัสดุนั้นส่งผลต่อเปอร์เซนต์การยืดตัว (% Elongation) และทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate tensile strength) เปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐานที่ตั้งเอาไว้ เมื่อนำวัสดุไปทำการขึ้นรูปพฤติกรรมของ Anisotropy จะทำให้ชิ้นงานบางจุดบางลงไปมาก ส่งผลให้เกิดการเสียหายในระหว่างการขึ้นรูป ที่เด่นชัดที่สุดคือกระบวนการขึ้นรูปลึก (Deep drawing) จะเกิดความสูงที่ไม่เท่ากันของขอบถ้วยลักษณะเหมือนคลื่นซึ่งเรียกว่า เอียริง (Earing) ขึ้นรอบๆ ถ้วยดังรูปที่ 3 เอียริงเกิดขึ้นบริเวณขอบปากของวัสดุชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป โดยมีลักษณะเป็นรูปคลื่น อยู่ติดกันไม่เกิน 4 จุด ลักษณะดังกล่าวเกิดจากสมบัติทางกลของวัสดุนั้นๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงว่าวัสดุมีการเปลี่ยนรูปร่างไม่เท่ากันทุกทิศทาง หากเกิดเอียริงสูงจะทำให้สิ้นเปลืองในด้านการเผื่อเนื้อวัสดุมาก เนื่องจากต้องนำชิ้นงานไปตัดขอบให้เท่ากันดังรูปที่ 4 แม้ว่าจะมีเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการทำนายการเกิดเอียริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การแก้ไขปัญหานั้นมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น วัตถุดิบมาจากหลายแหล่ง (หลายประเทศ) หรือ การลงทุนผลิตชุดแม่พิมพ์เพื่อชดเชยเอียริง

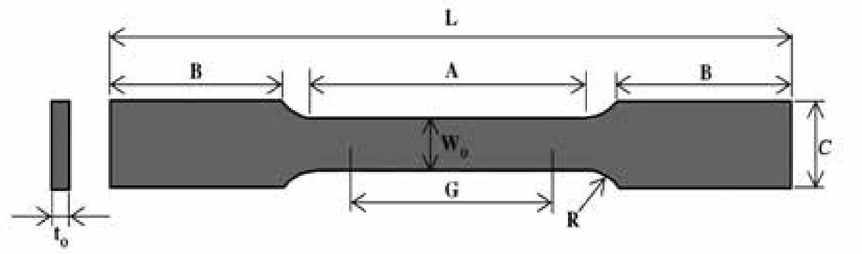
โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

2. การเตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบอัตราส่วนความเครียดถาวร (Plastic strain ratio, r – value)

ในการประเมินพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปภายใต้สมมติฐาน Anisotropy และ Isotropy ด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์นั้น จำเป็นต้องทดสอบสมบัติทางกลเสียก่อน โดยสามารถคำนวณอัตราส่วนความเครียดถาวร ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E517 โดยเตรียมชิ้นงานตามแนวรีด 0 องศา, ตัดตามมุมเฉียง 45 องศากับแนวรีด และ ขวางแนวรีด 90 องศา ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบอัตราส่วนความเครียดถาวร [3]



รูปที่ 6 ชิ้นทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM E517 [5]

รายละเอียดของตัวอย่างชิ้นทดสอบแรงดึงสำหรับหาค่าอัตราส่วนความเครียดถาวรตามมาตรฐาน ASTM E517 [5] แสดงในรูปที่ 6 ชิ้นงานทดสอบสามารถเตรียมได้จากหลายกระบวนการเช่น ตัดด้วยแม่พิมพ์ หรือ ไวร์คัทและก่อนทดสอบควรบันทึกผลระยะต่างๆ ของชิ้นงานให้เรียบร้อย เช่น ความหนาเริ่มต้น ; t_0 ความกว้างเริ่มต้น ; w_0 เมื่อบันทึกชิ้นงานก่อนเปลี่ยนรูปเรียบร้อย จึงนำไปทดสอบบนเครื่องทดสอบแรงดึง (Universal testing machine) และตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างตารางการบันทึกผลการทดสอบวัสดุ ภายหลังทดสอบจึงนำค่าต่างๆ ที่ได้ไปคำนวณหาค่าอัตราส่วนความเครียดถาวรต่อไป

G	*คือ ระยะ Gage length*	*500 ±0.25 mm*
W_0	*คือ ระยะ Width*	*12.5 ±0.25 mm*
t_0	*คือ ระยะ Thickness*	
R	*คือ ระยะ Radius of fillet, min*	*13 mm*
L	*คือ ระยะ Overall length, min*	*200 mm*
A	*คือ ระยะ Length of reduced section, min*	*75 mm*
B	*คือ ระยะ Length of grip section, min*	*50 mm*
C	*คือ ระยะ Width of grip section, approximate*	*20 mm*

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการบันทึกผลการทดสอบ

Material	แนวรีด	No	W_0	W_1	ε_w	t_0	t_1	ε_t	r	r_m	Δr
Al	0°	1									
		2									
		3									
		Average									
	45°	1									
		2									
		3									
		Average									
	90°	1									
		2									
		3									
		Average									

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

3. คำนวณหาอัตราส่วนความเครียดถาวร

ภายหลังการทดสอบเราสามารถนำผลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรดังรายละเอียดต่อไปนี้ จากนิยามของอัตราส่วนความเครียดถาวรคือ **“การเปลี่ยนแปลงด้านความกว้างหารด้วยความเครียดจริงของการเปลี่ยนแปลงด้านความหนา”** แต่เปลี่ยนแปลงของความหนานั้นจะน้อยมากดังนั้นจาก สมการที่ 1 เราจึงคำนวณอัตราส่วนความเครียดถาวรได้โดยอาศัยสมการที่ 2

$$r = \frac{ln\left[\frac{w_1}{w_0}\right]}{ln\left[\frac{t_1}{t_0}\right]} \qquad [2]$$

เมื่อ

r คือ อัตราความเครียดถาวร

w_o คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบก่อนทดสอบดึง [mm]

w_1 คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบหลังทดสอบดึง [mm]

t_o คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนทดสอบดึง [mm]

t_1 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังทดสอบดึง [mm]

นอกจากนี้เรายังพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความหนากับกวามกว้างของชิ้นทดสอบ เมื่อวัดระยะในแนวความหนาและความกว้างจึงมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอ ดังนั้นจึงควรใช้สมมุติฐาน ปริมาตรคงที่ (Volume constancy) ในสมการที่ 3 โดยวัดการเปลี่ยนแปลงจากความยาวแทนความหนา

$$\varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3 = 0 \qquad [3]$$

ดังนั้นจึงสรุปการคำนวณหาสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรดังนี้ได้ในสมการที่ 4

$$r = -\frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_l + \varepsilon_w} \qquad = \frac{-ln\frac{w_1}{w_0}}{ln\frac{l_1}{l_0} + ln\frac{w_1}{w_0}} \qquad [4]$$

กำหนดให้ทำการทดสอบและคำนวณจนครบทั้งสามแนวรีด

- r_0 = Plastic Strain Ratio ตามแนวรีด (0 องศา)
- r_{45} = Plastic Strain Ratio 45 องศากับแนวรีด
- r_{90} = Plastic Strain Ratio ขวางหรือตั้งฉากกับแนวรีด (90 องศา)

และสมบัติในด้านทิศทางของวัสดุแสดงได้จากค่าเฉลี่ยของ Normal Anisotropy (rm) ดังสมการที่ 5

$$r_m = \frac{(r_0+2r_{45}+r_{90})}{4} \qquad [5]$$

ค่า r_m ของโลหะส่งผลต่อขีดจำกัดการขึ้นรูป (LDR) ในกระบวนการขึ้นรูปลึกเป็นอย่างมาก กล่าวคือโลหะที่มีค่า r_m สูง (มากกว่า 1) จะมีขีดจำกัดการขึ้นรูปลึกสูงตามไปด้วย (วัสดุสามารถรักษาความหนาเดิมไว้ได้ตลอดการขึ้นรูป) และ วัสดุที่มีค่า r_m ต่ำ (น้อยกว่า 1) มีโอกาสที่ความหนาจะลดลงในขณะขึ้นรูป ทำให้ชิ้นงานมีโอกาสฉีกขาดในระหว่างการขึ้นรูป ค่า r_m ของโลหะแผ่นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมแสดงในตารางที่ 2

4. การนำสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรไปใช้ในการจำลองการขึ้นรูปด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์

ในหัวข้อนี้แสดงถึงอิทธิพลของสมบัติ Anisotropy ของวัสดุ เมื่อนำไปจำลองการขึ้นรูปด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ เมื่อทดสอบสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรและคำนวณเป็นที่เรียบร้อย เราจะได้สมบัติทาง อัตราส่วนความเครียดถาวรทั้งสามแนวรีดคือ 0, 45 และ 90 องศา จากนั้นนำไปประบุใน

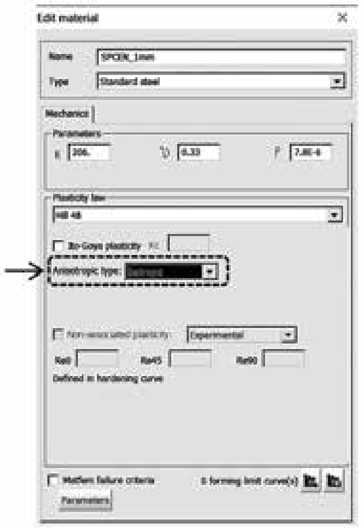
โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

ตารางที่ 2 สมบัติ Normal Anisotropy (r_m)

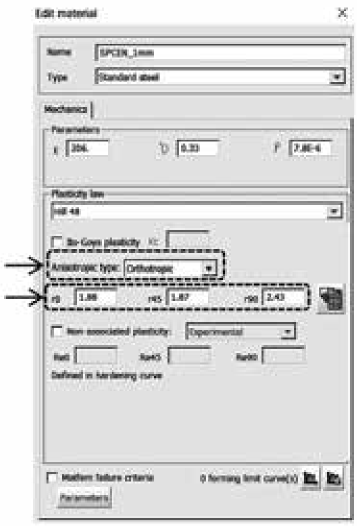
วัสดุ	Normal Anisotropy (r_m)
Zinc	0.2
Hot-rolled steel	0.8-1.0
Cold-rolled steel	1.0-1.35
Cold-rolled aluminum-killed steel	1.35-1.8
Aluminum	0.6-0.8
Copper and Brass	0.8-1.0
Titanium	4-6

โปรแกรมสำเร็จรูป PAM-STAMP V.2020 ดังรูปที่ 7 (ก) เป็นการการระบุสมบัติแบบ Isotropic (ให้วัสดุเปลี่ยนรูปเท่ากันทุกทิศทาง) และ 7 (ข) เป็นการการระบุสมบัติที่คำนึงถึงอัตราส่วนความเครียดถาวรในแต่และแนวรีด (ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E517)

ในการสร้างโมเดลในการจำลองเพื่อทดสอบอิทธิพลของสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรนั้น ต้องคำนึงถึงจำนวนเอลิเมนต์ในการคำนวณด้วย หากว่าจำนวนเอลิเมนต์ไม่เพียงพอ พฤติกรรมการย่น, เอียริง และการบางลงของวัสดุ อาจจะคลาดเคลื่อนออกไป เมื่อกำหนดเงื่อนไขในการจำลองเป็นที่เรียบร้อยจึงเริ่มทำการคำนวณ ในรูปที่ 8 แสดงผลการคำนวณการขึ้นรูปลึกด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป PAM-STAMP V.2020 เพื่อให้เห็นอิทธิพลของสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรจึงทำการจำลองสมบัติแบบ Isotropy และ Anisotropic type; Orthotropic จากผลการคำนวณที่ได้พบว่าเมื่อทำการจำลองโดยระบุสมบัติแบบ Anisotropic type; Orthotropic แผ่นชิ้นงานเคลื่อนตัวเข้าไปในดายไม่เท่ากัน เนื่องจากเปอร์เซนต์การยืดตัวในแต่ละทิศทางแตกต่างกัน ดังรูปที่ 8 (ก) และหากขึ้นรูปไปจนสุดความสูงของถ้วย (ไม่มีปีก) ก็จะเกิดเอียริงขึ้น ในขณะที่ผลการคำนวณแบบ Isotropy พบว่าปีกของชิ้นงานมีลักษณะกลมเท่ากันรอบตัว ดังรูปที่ 8 (ข) ซึ่งแตกต่างจากพฤติกรรมจริงของโลหะแผ่นที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปลึก ดังแสดงในรูปที่ 9



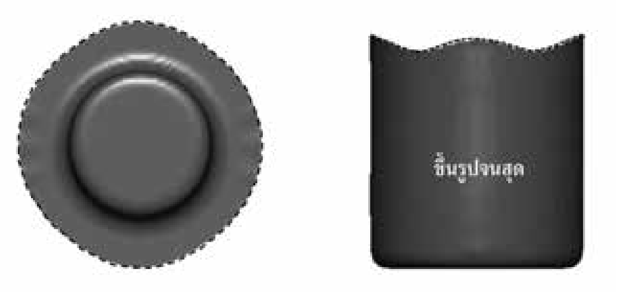
(ก) การระบุสมบัติแบบ Isotropic



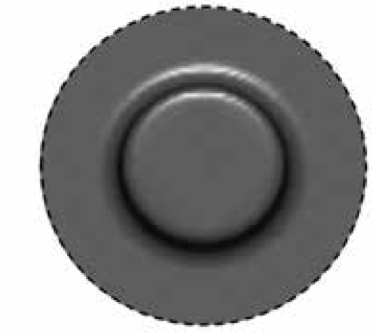
(ข) การระบุสมบัติแบบ Anisotropic type; Orthotropic

รูปที่ 7 การระบุสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรใน PAM-STAMP V.2020

โดย ผศ.ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์

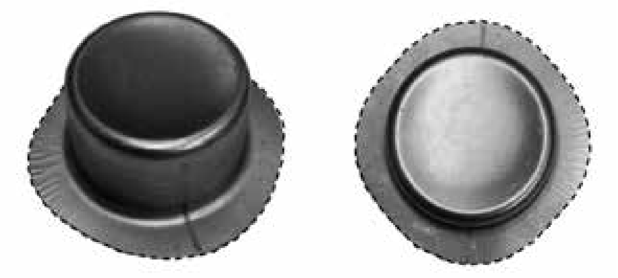


(ก) ใช้สมบัติแบบ Anisotropic type; Orthotropic

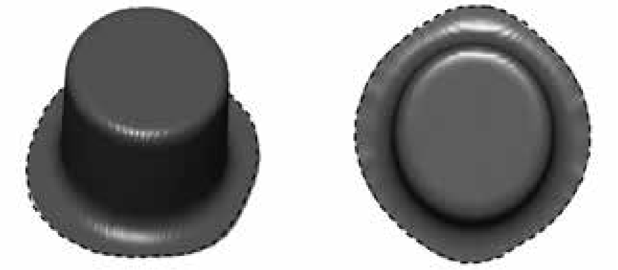


(ข) ใช้สมบัติแบบ Isotropic

รูปที่ 8 อิทธิพลของสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวร ในกระบวนการขึ้นรูปลึก



(ก) ชิ้นงานจากกระบวนการขึ้นรูปลึก



(ข) ชิ้นงานจากการคำนวณด้วย PAM-STAMP V.2020 (Anisotropic type; Orthotropic)

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบชิ้นงานจากการขึ้นรูปลึกและการคำนวนด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์

ในรูปที่ 9 (ก) แสดงผลการขึ้นรูปจริงซึ่งพบว่าที่ปีกถ้วยมีการเปลี่ยนแปลงในแนวเส้นรอบวงไม่เท่ากัน นั่นเป็นเพราะอิทธิพลของสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรของตัววัสดุเอง ซึ่งผลการคำนวณที่ระบุสมบัติวัสดุแบบ Anisotropic type; Orthotropic ของทั้งสามแนวรีดแสดงผลอย่างชัดเจนสอดคล้องกับผลการขึ้นรูปจริง

5. บทส่งท้าย

การระบุสมบัติอัตราส่วนความเครียดถาวรเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการขึ้นรูปโลหะแผ่น แม้ว่าจะมีความยุ่งยากในการทดสอบ แต่ผลที่ได้นั้นคุ้มค่ากับการทดสอบเป็นอย่างยิ่ง การระบุสมบัติที่ถูกต้องส่งผลให้เทคโนโลยีไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถจำลองการขึ้นรูปได้อย่างแม่นยำ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบแม่พิมพ์และปรับตั้งค่าการขึ้นรูปได้ นอกจากนี้ผู้เขียนจึงใคร่ขอแนะนำให้พิจารณารายละเอียดอื่นๆ ในการสร้างแบบจำลองเช่น จำนวนเอลิเมนต์ที่ใช้สร้างชิ้นงาน แรงกดของ Blank holder ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ผลที่มีความแม่นสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์ สำหรับข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ และ ESI group ที่ให้การสนับสนุนโปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ PAM-STAMP V.2020

เอกสารอ้างอิง

1. www.jfe-steel.co.jp/en/products/sheets/catalog/b1e-001.pdf
2. www.woodshopdirect.co.uk/planed-all-round/southern-yellow-pine-timber/
3. Manufacturing Engineering & Technology 6th Edition Pearson; 6th edition (August 17, 2016)
4. Kataoka / Shoji, (2011) Shibori-jun de shiborite no puresu shibori kako, Nikkanko gyo shinbunsha
5. Standard Test Method for Plastic Strain Ratio *r* for Sheet Matal” Annual book of ASTM standard vol.3 E517-81.

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

PART ตอนที่ 14

ซิมูเลชั่น จำลองการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ
Effective Plastic Injection Molding Simulation

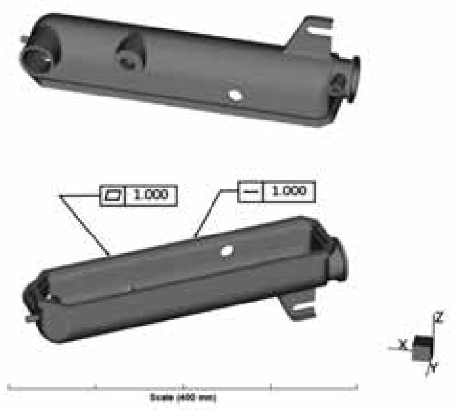
Warpage Simulation : Understanding Warpage Result
เข้าใจผลลัพธ์ Warpage อย่างถูกต้อง

การจำลองผลการเกิด Warpage ในชิ้นงานฉีดพลาสติก เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจำลองผลการออกแบบแม่พิมพ์ด้วยโปรแกรมซิมูเลชั่น ผลลัพธ์ Warpage เป็นผลจากการจำลองการฉีดพลาสติกขั้นตอนสุดท้าย โดยการจำลองผลเป็นการคำนวณผลลัพธ์จากข้อมูลนำเข้าที่ผ่านการปรับแก้ให้เหมาะสมที่สุดแล้ว (Optimization) ทั้งหมด นับแต่ผลลัพธ์ Fill Optimization, Balance Optimization, Cool Optimization และ Packing Optimization โดยมีเป้าหมายผลลัพธ์การบิดงอเสียรูปที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพตรงตามแบบงาน เช่น เสียรูปภายใต้ Flatness ไม่เกิน 1.000 mm ในแกน Z (Z--deflection) และขอบของชิ้นงานจะต้องตรง Straightness โดยเบี่ยงเบนไม่เกิน 1.000 mm ในแกน Y (Y-deflection) จากดาตั้มที่อ้างอิง

บ่อยครั้งที่มีคำถามถึงการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการจำลองผลจากการออกแบบแม่พิมพ์ด้วย Moldflow Software โดยเฉพาะผลลัพธ์ Warpage บทความในฉบับก่อนหน้า ผมได้เขียนถึงหัวข้อ ผลต่อการเกิด Warpage จากอิทธิพลด้านต่างๆ เช่น การออกแบบชิ้นงาน การออกแบบแม่พิมพ์ เงื่อนไขการตั้งค่ากระบวนการฉีด และคุณสมบัติของพลาสติก ผู้อ่านที่สนใจการจำลองผลการฉีดพลาสติกอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถอ่านเนื้อหาตอนก่อนหน้าและเนื้อหาทั้งหมดในรูปแบบ pdf ได้จาก https://www.tdia.or.th/book-journal/ และเว็บไซต์บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด https://fluent.co.th/article/ สำหรับฉบับนี้ผมมีความตั้งใจที่จะเขียนเล่าเรื่องด้วยการจำลองผล Warpage กับชิ้นงานจริง และแนะนำวิธีการอ่านผลลัพธ์ให้เข้าใจผลลัพธ์ Warpage อย่างถูกต้องเบื้องต้นเสียก่อนที่จะปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหา ในส่วนของ Reduce Warpage

ชิ้นงาน : Tank

ชนิดของพลาสติก : Ultramid 1503-2F, 33% Glass filled Nylon



รูปที่ 1
ชิ้นงาน Tank และเกณฑ์คุณภาพที่ควบคุม Warpage

1. เกณฑ์และเป้าหมายการออกแบบ

1. ขอบของชิ้นงานจะต้องราบ Flatness เบี่ยงเบนไม่เกิน 1.000 mm ในแกน Z

2. ขอบของชิ้นงานจะต้องตรง Straight เบี่ยงเบนไม่เกิน 1.000 mm ในแกน Y

3. หากผลลัพธ์ warpage ไม่เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพจะต้องระบุสาเหตุ และหากจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงการออกแบบ ผู้ทำงานสามารถที่จะปรับเปลี่ยนการออกแบบต่อไปนี้ได้

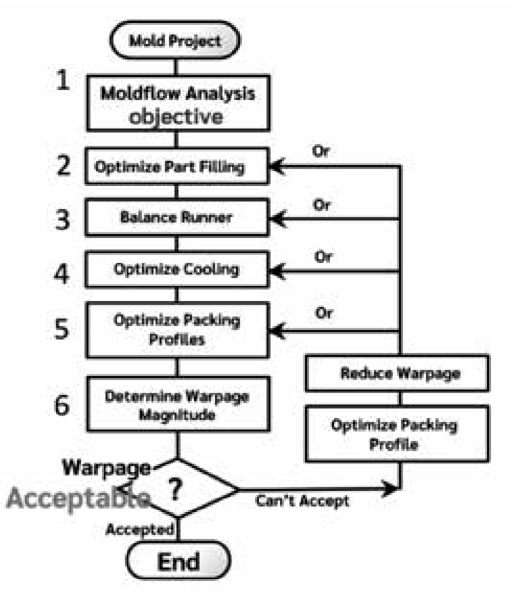
- เปลี่ยนตำแหน่งเกต
- เพิ่มท่อน้ำ ย้ายตำแหน่ง ปรับปรุงการออกแบบการหล่อเย็น
- ปรับเปลี่ยนอัตราการไหล อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
- ปรับแก้คอนดิชั่นการฉีด

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

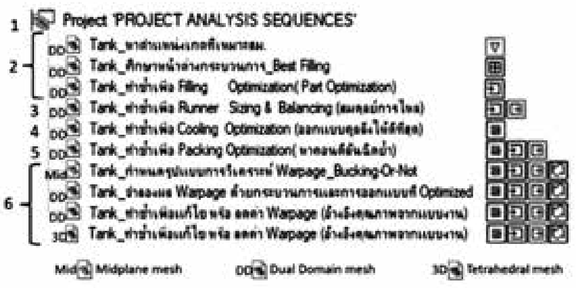
2. เริ่มต้นการจำลองผลลัพธ์ Warpage

จากรูปที่ 2 (a) แสดงขั้นตอนในการทำงานซิมูเลชั่น 6 ขั้นตอนหลัก และ รูป 2 (b) เป็นการประยุกต์ขั้นตอนหลักภายใต้ Project Analysis Sequences โดยต้องเริ่มต้นจาก Objective ที่ชัดเจน โดยมีเป้าหมายที่วัดค่าได้ เช่น ค่าความราบไม่เกิน 1.0 mm และต้องทำงานตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด เริ่มจาก Optimize Part Filling เปรียบเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบชิ้นงานไปด้วยในตัว จะข้ามขั้นตอนไม่ได้ จนถึงขั้นตอนที่ 6

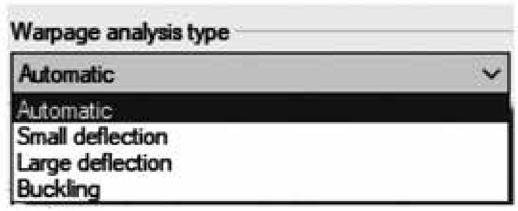
สิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้ปฏิบัติงานควรทราบในการทำงานในขั้นแรกของ Warpage Analysis ซึ่งเริ่มที่ขั้นตอนที่ 6 การกำหนดรูปแบบของการวิเคราะห์ Warpage คือ รูปแบบของการเกิด Warpage ในชิ้นงานฉีดพลาสติก ในตัวแบบการคำนวณของ Moldflow จำแนกออกได้ 2 รูปแบบ คือการบิดงอเล็กน้อย ไม่บิดงอจนโก่งเสียรูปมากและการที่ชิ้นงานบิดงอจนโก่ง (บิดเบี้ยว) เสียรูปร่างมาก ในภาษาอังกฤษจะเรียกว่า non-buckled และ buckled ซึ่งมักจะพบการบิดเสียรูปมากกับชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานที่มีรายละเอียดโครงสร้างเสริมแรง (Structural part) ที่ออกแบบริบเสริมแรงไม่เพียงพอ หรือออกแบบชิ้นงานไม่ถูกต้อง และ/หรือ เลือกใช้พลาสติกที่มีโมดูลัสต่ำ ใน CAE Moldflow เราสามารถใช้ตัวแบบคำนวณ (Solver) ของอิเลเม้นต์แบบ midplane และ 3D เพื่อระบุประเภทของการบิดงอเสียรูปทั้ง 2 รูปแบบได้ แต่สำหรับตัวแบบคำนวณของอิเลเม้นต์แบบ Dual domain จะถือว่าชิ้นงานไม่บิดงอจนโก่งเสียรูปมากเป็นค่าเริ่มต้นของตัวแบบ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้แบบจำลองของอิเลเม้นต์แบบ midplane และ 3D การพิจารณาประเภทของการบิดงอเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในบทความนี้ยกตัวอย่างจากโปรแกรม Moldflow ซึ่งในตัวแบบของการคำนวณได้ระบุให้ตรวจสอบการบิดงอ เสียรูปก่อนเสีย แต่ในขั้นแรกเนื่องจากในตัวแบบกำหนดไว้ว่า การบิดงอของชิ้นงานฉีดพลาสติกในตัวแบบการคำนวณ (Solver) และขั้นตอนการคำนวณมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของอิเลเม้นต์เมช (Mesh types) ซึ่งหากในขั้นตอนนี้เลือกตัวแบบที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สูญเสียเวลาในการคำนวณไปโดยสูญเปล่า หรือต้องใช้เวลารอคอยยาวนานเกินไปโดยไม่จำเป็น ยกตัวอย่างเช่น การจำลองด้วย Dual Domain mesh หากเลือกตัวแบบ Automatic ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น ขั้นตอนการคำนวณของตัวแบบ



รูปที่ 2 (a) ผังขั้นตอนการทำงานซิมูเลชั่น (Simulation Work flow)



รูปที่ 2 (b) ขั้นตอนหลักภายใต้ Project Analysis Sequences



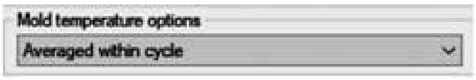
รูปที่ 3 การกำหนดตัวแบบการคำนวณใน Warpage analysis

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

จะเริ่มจากการคำนวณ Buckling จากนั้นจะคำนวณ Large deflection ตามลำดับ ซึ่งจะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการเลือก Small deflection เสียตั้งแต่เริ่มต้น การที่รู้และเข้าใจตัวแบบของการคำนวณจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดข้อมูลนำเข้า (Input) ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง การออกแบบจึงจะบรรลุเป้าหมาย

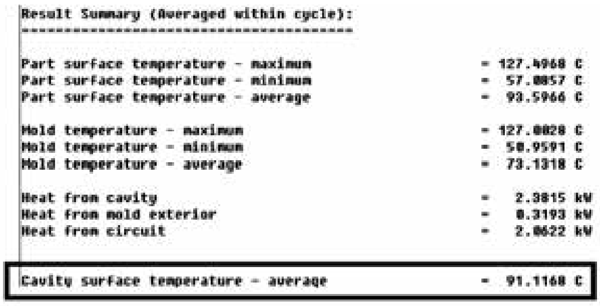
และสำหรับชิ้นงาน Tank ในการจำลองและวิเคราะห์ผลครั้งนี้จะเริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 6 โดยอยู่บนสมมติฐานที่ขั้นตอนที่ 1 ได้กำหนดเกณฑ์และเป้าหมายของการออกแบบไว้แล้วในหัวข้อที่ 1 และขั้นตอนที่ 2-5 นั้นถูกต้องเหมาะสมแล้ว (Optimized) ซึ่งเป้าหมายคือผลลัพธ์ของ Warpage จากอิเลเม้นต์เมชแบบ 3D Tetrahedral ดังนั้นใน 3D จะสามารถใช้งานตัวแบบได้ 3 ตัวแบบคือ Small deflection, Large deflection และ Buckling (รูปที่ 3) แต่ ! อย่างไรก็ตามชิ้นงานส่วนใหญ่นั้นมักจะไม่เกิด Buckling นอกเสียจากการออกแบบไม่ถูกต้อง สำหรับชิ้นงาน Tank จะใช้ตัวแบบ Small deflection ในการทำงาน

ข้อมูลสำหรับการจำลองผล Warpage ในขั้นตอนนี้เปรียบเสมือนการที่มีแม่พิมพ์ที่ออกแบบจากชิ้นงานที่ออกแบบได้เหมาะสมต่อการฉีดพลาสติก มีตำแหน่งเกตที่เหมาะสม ได้ทำ Filling optimization หาความเร็วฉีดที่เหมาะสม สมดุลการไหลได้ดีแล้ว ออกแบบท่อน้ำหล่อเย็น กำหนดอุณหภูมิน้ำเข้าและอัตราการไหลจนได้อุณหภูมิผิวแม่พิมพ์เฉลี่ย (Average mold surface temperature) และอุณหภูมิแม่พิมพ์เป้าหมาย (Target mold surface temperature) แตกต่างกันไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ตามข้อกำหนดของ Optimization ผู้ทำงานป้อนค่า Mold surface temperature 90°C ใน Process controller แบบ Uniform ทั้งคอร์และคาวิตี้ ในขณะที่ Solver ใช้ 91.1168°C ในการคำนวณ อุณหภูมิผิวแม่พิมพ์เฉลี่ย (Average mold surface temperature นี้มีความสำคัญมากในการทำงานซิมูเลชั่นเนื่องจากมีผลต่อผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยอุณหภูมิแม่พิมพ์ที่แตกต่างกันระหว่าง Solver และอุณหภูมิแม่พิมพ์ที่ต้องการ (ที่ป้อนค่าลงไป) แสดงดังรูปที่ 4



ตัวแบบคำนวณ (Solver)

90°C คืออุณหภูมิแม่พิมพ์ที่ต้องการ โดยอ้างอิงข้อมูลพลาสติกในฐานข้อมูลของโปรแกรม



```
Result Summary (Averaged within cycle):
----------------------------------------

Part surface temperature - maximum       = 127.4968 C
Part surface temperature - minimum       =  57.0057 C
Part surface temperature - average       =  93.5966 C

Mold temperature - maximum               = 127.0028 C
Mold temperature - minimum               =  50.9591 C
Mold temperature - average               =  73.1318 C

Heat from cavity                         =   2.3815 kW
Heat from mold exterior                  =   0.3193 kW
Heat from circuit                        =   2.0622 kW

Cavity surface temperature - average     =  91.1168 C
```

รูปที่ 4 ผลลัพธ์อุณหภูมิผิวแม่พิมพ์เฉลี่ย (Average mold surface temperature) และอุณหภูมิแม่พิมพ์เป้าหมาย (Target mold surface temperature)

3. ตรวจสอบผลลัพธ์ Warpage

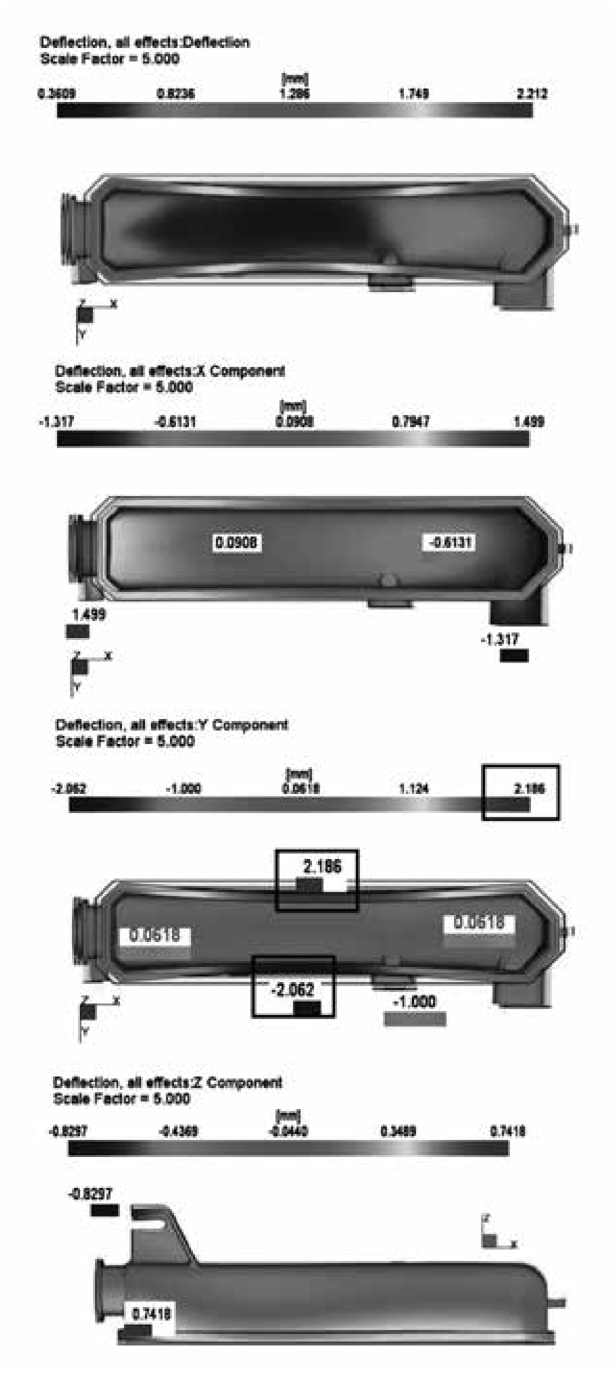
3.1. ตรวจสอบผลลัพธ์ Straightness

จัดวางชิ้นงานไว้ในแนวแกน x-y ดังรูปที่ 5 เกณฑ์คุณภาพของชิ้นงาน Tank ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ Straightness ของขอบชิ้นงาน และ Flatness ของขอบชิ้นงานในแนวการประกอบ หากพิจารณาจากแบบชิ้นงาน ค่าอ้างอิงตามเกณฑ์คุณภาพ Straightness 1.0 mm จะต้องพิจารณาผลลัพธ์การเสียรูปเทียบกับแกน y (Y-deflection)

ผลลัพธ์จาก Warpage analysis จะแสดงผล 4 ผลลัพธ์หลัก คือ

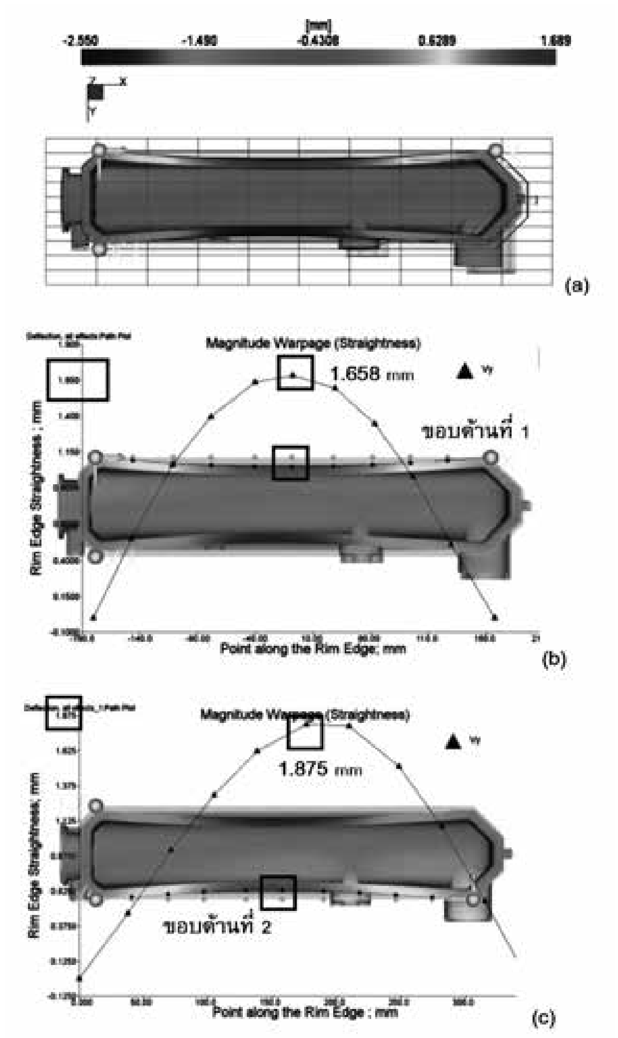
- Deflection all effects
- Deflection, all effects : X Component
- Deflection, all effects : Y Component
- Deflection, all effects : Z Component

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด



รูปที่ 5 ผลลัพธ์ Warpage ที่เป็นผลจากทุกๆ อิทธิพลที่มีผลต่อการเกิด Warpage ในมุมมองตามแนวแกน X, Y, Z

สำหรับเกณฑ์คุณภาพ Straightness 1.0 mm จะต้องพิจารณาผลลัพธ์การเสียรูปเทียบกับแกน y (Y-deflection) ที่ขอบของชิ้นงาน จะเห็นว่าที่กึ่งกลางชิ้นงานตามแนวยาวของชิ้นงานโค้งเข้าด้านในอย่างเห็นได้ชัด และเกินกว่าเกณฑ์ Straightness 1.000 mm มาก อย่างไรก็ตามเราไม่สามารถใช้ค่าสูงสุดจากผลลัพธ์ดังกล่าวนั้นระบุว่าเป็นค่าสูงสุด (Magnitude) ของ Straightness ได้เนื่องจากเรายังไม่ทราบว่าแต่ละด้านโค้งงอมากน้อยเพียงใดด้วยตัวเลขที่ชัดเจนตามเกณฑ์การวัดค่า เนื่องจากค่าการบิดงอโก่งตัวเป็นผลโดยรวมจากทุกๆ อิทธิพลของการเกิด Warpage โดยเฉพาะอิทธิพลจากการหดตัว



รูปที่ 6 ค่าสูงสุดของ Warpage ในส่วนของ Straightness ; (a) การเตรียมระนาบเพื่อวัดค่า (b) Straightness ที่ขอบด้านที่ 1 , (c) Straightness ที่ขอบด้านที่ 2

โดย เชิดธวัช วรราช บริษัท ฟลูเอ้นท์ จำกัด

ดังนั้นวิธีการระบุค่าสูงสุดของ Warpage จะต้องใช้วิธีการวัดค่าที่ถูกต้องที่ขอบทั้ง 2 ด้านที่โค้งเข้าด้านใน รูปที่ 6 (a), 6 (b) และ 6 (c) เป็นวิธีการระบุค่าสูงสุดของ Warpage ในส่วนของ Straightness

ผลลัพธ์ค่าสูงสุดของ Warpage ที่ถูกต้องในส่วนของ Straightness ที่ขอบ Tank ด้านที่ 1 เท่ากับ 1.658 mm ไม่ใช่ 2.186 mm และ 1.875 mm ไม่ใช่ 2.062 mm ที่ขอบ Tank ด้านที่ 2

3.2. ตรวจสอบผลลัพธ์ Flatness

ผลลัพธ์ของ Flatness หรือ ความราบของขอบชิ้นงาน Tank อยู่ภายใต้เกณฑ์การออกแบบ 1.000 mm โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.105 mm และ 0.742 mm โปรแกรมตรวจวัดค่าการเสียรูปในแนวแกน z จากโคออดิเนตที่อยู่บนขอบของชิ้นงานโดยรอบ ดังรูปที่ 7

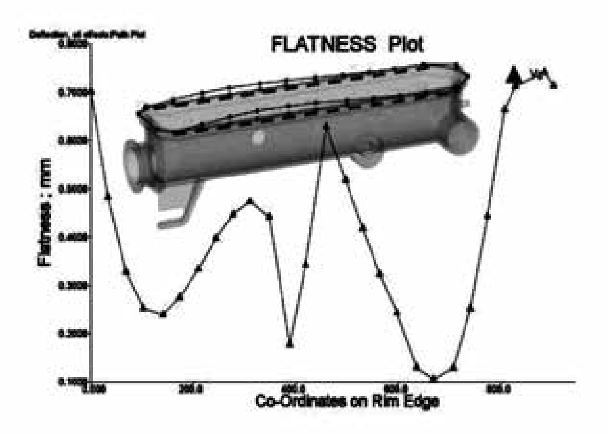
4. สรุปผล

ในการจำลองผล Warpage ผลลัพธ์จาก Warpage analysis โปรแกรมจะแสดงผล 4 ผลลัพธ์หลัก ได้แก่

- Deflection all effects
- Deflection, all effects : X Component
- Deflection, all effects : Y Component
- Deflection, all effects : Z Component

โดยผลลัพธ์ทั้ง 4 นั้นเป็นผลการเสียรูปที่เป็นผลมาจากปัจจัยทั้งหมดโดยองค์รวม ได้แก่ ความแตกต่างของการเย็นตัวของชิ้นงาน (Differential cooling) ความแตกต่างของการหดตัวของชิ้นงาน (Differential shrinkage) ผลจากรูปแบบการเรียงตัวของโมเลกุล (Orientation effects) และ ผลจากการหดตัวแตกต่างของส่วนที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับชิ้นงานหลัก rib, pin, หรือ boss ที่ฝังอยู่ในตัวคอร์ แยกชิ้นงานเหล่านี้ให้หดตัวกันในคนละระนาบ (Corner effect)

ผลลัพธ์ Straightness ไม่เป็นไปตามเกณฑ์การออกแบบ ในขณะที่ Flatness ผลลัพธ์อยู่ภายใต้เกณฑ์การออกแบบ อย่างไรก็ตาม Straightness ของชิ้นงานที่ทั้งขอบด้านที่ 1 และ 2 ต่างยังต้องได้รับการปรับปรุง ซึ่งจะต้องย้อนกลับไปดู



รูปที่ 7 ผลลัพธ์ Flatness ที่ขอบชิ้นงาน Tank

รายละเอียดและระบุสาเหตุและกำหนดวิธีแก้ไข และยืนยันผลลัพธ์

การทำงานตามแผนผังขั้นตอนการทำงานซิมูเลชั่น 6 ขั้นตอนอย่างเคร่งครัด จะช่วยจำกัดการเกิดปัญหาการบิดงอโก่งเสียรูป หากเมื่อการจำลองผลโชว์ผลลัพธ์ Warpage ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์การออกแบบ ก็สามารถเข้าใจได้ว่ายังมีบางขั้นตอนที่ยังไม่สมบูรณ์ และในการหาสาเหตุและกำหนดแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลด Warpage ก็จะทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

จากผลลัพธ์ค่าสูงสุดของ Warpage ที่ถูกต้องในส่วนของ Straightness ที่ขอบชิ้นงาน Tank ที่นำเสนอในตอนนี้ ด้านที่ 1 เท่ากับ 1.658 mm ไม่ใช่ค่า 2.186 mm และ 1.875 mm ไม่ใช่ 2.062 mm ที่ขอบชิ้นงาน Tank ด้านที่ 2 การรายงานผลลัพธ์เช่นนี้มีความสำคัญมาก ซึ่งในรายงานจะต้องรายงานด้วยข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ได้ ซึ่งผมเชื่อว่าตัวอย่างนี้จะช่วยให้ผู้ที่ทำงานกับโปรแกรมซิมูเลชั่นเพื่อการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสามารถเข้าใจอย่างถูกต้อง และพร้อมสำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการเกิด warpage ในตอนต่อไป

ขอขอบคุณ TDIA และขอขอบคุณ Autodesk Moldflow Insight Ultimate 2021 จาก SVOA

สำหรับภาพสีคมชัดสามารถติดต่อได้จาก TDIA หรือ Email : support@fluent.co.th

11 วิธีเอาชนะความขี้เกียจ และทำให้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เชื่อว่าหลายคนตอนนี้น่าจะอยู่ในช่วง Work from home ซึ่งบางบริษัทอาจจะใช้วิธีสลับทีมทำงานก็ได้ แต่อุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งของคนที่ WFH คือ “ความขี้เกียจ” ฟังแล้วอาจจะดูเป็นคำที่รุนแรงจัง แต่อยากให้เปิดใจยอมรับว่าคนเราทุกคนมีความขี้เกียจอยู่ในตัวจะมากจะน้อยก็มีอย่างแน่นอน และยิ่งถ้าต้องมาทำงานที่บ้าน ซึ่งมีสิ่งอำนวยเอื้อที่จะทำให้เรารู้สึกขี้เกียจได้บ่อยๆ ก็ยิ่งเป็นความท้าทายที่จะทำให้เราลุกขึ้นมาทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น เราจะขอแนะนำวิธีที่จะช่วยให้คุณเอาชนะไอ้เจ้าความขี้เกียจนี้ให้ได้ ซึ่งจะช่วยให้คุณทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ได้ตลอดแม้ว่าจะไม่ได้ WFH แล้วก็ตาม

ผลเสียจาก “ความขี้เกียจ”

แต่ก่อนจะไปถึงวิธีเอาชนะความขี้เกียจ ลองดูก่อนว่าความขี้เกียจส่งผลเสียในเรื่องอะไรบ้าง

ความขี้เกียจบั่นทอนความคิดสร้างสรรค์ :
ยามที่คุณขี้เกียจ คุณมักจะอยากนั่งนิ่งๆ และไม่ทำอะไรเลย ซึ่งจะส่งผลต่อจิตใจของคุณและทำให้คุณหยุดที่จะเติมเสริมความรู้ใหม่ๆ และการหยุดคิดก็จะทำให้คุณล้มเหลวในความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ความสามารถในการรับข้อมูลใหม่ๆ เรื่องราวใหม่ๆ ของคุณจะลดลง เพราะว่าจิตใจของคุณขึ้นสนิมไปกับข้อมูลเก่าๆ ที่ไม่ได้ถูกขัดเกลาหรือเพิ่มเติมอะไรใหม่ๆ เลย

ความขี้เกียจอาจส่งผลร้ายต่อสุขภาพ :
เพราะความขี้เกียจอาจทำให้ไม่มีการขยับด้านกายภาพ และอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ เนื่องจากไม่มีการขยับด้านกายภาพ กล้ามเนื้อ หรือว่ากระดูก คุณก็จะแข็งไม่ยืดหยุ่นและไม่มีการเติบโตหรือขยับที่ดีพอ จึงอาจจะนำมาสู่ปัญหาสุขภาพในช่วงอายุยังน้อยได้ ซึ่งหากว่าเกิดปัญหาด้านร่างกายแล้วแน่นอนว่าจะนำมาซึ่งปัญหาทางสุขภาพจิตใจด้วย พูดง่ายๆ ว่าส่งผลเสียต่อภาพรวมของสุขภาพของคุณนั่นเอง

ความขี้เกียจลดทอนความทะเยอทะยาน :
เพราะความขี้เกียจจะมักจะบอกให้คุณไม่ต้องห่วงไม่ต้องกังวลเรื่องใดๆ ซึ่งแม้ว่าคุณจะมีเป้าหมายในการทำงาน แต่มันก็เป็นการยากที่คุณจะทำงานให้ถึงเป้าหมายที่ต้องการ และความขี้เกียจจะทำให้คุณติดนิสัยให้ทำงานไม่ถึงเป้าหมาย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อหน้าที่การงานในอนาคตได้

ความขี้เกียจทำให้ละเลยคนรอบข้าง :
เพราะความขี้เกียจทำให้คุณเพิกเฉยไม่สนใจผู้คนรอบตัวในชีวิตคุณ ทำให้คุณไม่สนใจที่จะใช้เวลาหรือมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นๆ คุณจะรู้สึกอยากหลีกเลี่ยงการพบปะผู้คนและแยกตัวออกจากคนอื่นๆ ซึ่งอาจนำไปสู่ความรู้สึกโดดเดี่ยวและเหงาได้ และสุดท้ายอาจจะนำไปสู่ความรู้สึกที่เป็นลบต่อตัวเอง

ลดทอดช่วงเวลาอันมีประสิทธิภาพลง :

เมื่อคุณกลายเป็นคนขี้เกียจ เวลาส่วนใหญ่ของคุณมักจะเสียไปกับความสูญเปล่า อาจจะทำให้คุณพลาดช่วงเวลาสำคัญที่มีค่าในชีวิตมากมาย มากไปกว่านั้นความขี้เกียจยังเป็นสาเหตุทำให้คุณทำงานแบบผัดวัดประกันพรุ่ง งานส่วนใหญ่จะล่าช้าเกินกำหนด และนับตั้งแต่วินาทีที่คุณเริ่มขี้เกียจคือช่วงเวลาที่ลดทอดเวลาอันมีค่าของคุณไปทุกๆ นาที

11 วิธีในการเอาชนะ “ความขี้เกียจ”

1) ย่อยงานใหญ่งานยาก ให้เล็กลง

โดยส่วนใหญ่คุณมักจะหลีกเลี่ยงงานยากๆ เพราะว่าคุณมักจะคิดว่ามันใหญ่และซับซ้อนเกินไป คุณจึงรู้สึกกลัวที่จะทำหรือกลัวว่าจะทำไม่สำเร็จ ดังนั้น เมื่อคุณเริ่มทำงานที่ทั้งใหญ่และยาก ลองแยกย่อยมันลงให้เล็กลง คือแทนที่จะทำงานชิ้นโตๆ ทีเดียวเลย คุณอาจจะครีเอทโดยแยกย่อยมันลงมา เป็นงานที่จำเป็นทีละส่วนทีละส่วนจนมันค่อยๆ คอมพลีทเสร็จทุกส่วนไป ซึ่งวิธีแบบนี้จะช่วยแก้ปัญหาความขี้เกียจได้เพราะการแตกงานให้เล็กๆ ลง จะทำให้ความรู้สึกว่างานไม่ยากและทำเสร็จในเวลาไม่มาก

2) ค้นหาต้นเหตุแห่งความขี้เกียจ

เมื่อคุณเริ่มรู้สึกขี้เกียจ ลองนั่งทบทวนความรู้สึกและทำความเข้าใจกับตัวเองให้ดีๆ ว่าจริงๆ แล้วมันเกิดอะไรกับความรู้สึกนั้น เพราะบางทีความขี้เกียจอาจจะมีเหตุผลบางอย่างอยู่เบื้องหลังก็ได้ คุณอาจจะต้องนั่งหาเหตุผลถึงสาเหตุที่มันเกิดขึ้น เช่น คุณรู้สึกเหนื่อยล้า รู้สึกไม่มีแรงบันดาลใจ รู้สึกว่างานมันล้นมือเกินไป หรือว่ากลัวที่จะทำงานนั้นๆ และบางครั้งเหตุผลของความขี้เกียจก็อาจจะมาจากปัญหาเล็กๆ ที่คุณอาจจะนึกไม่ถึงและก็แก้ไม่ยากก็ได้ ดังนั้น เมื่อคุณทราบถึงสาเหตุของความขี้เกียจแล้ว คุณก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุดและจัดการกับมันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง

3) การตั้งเป้าหมาย

เมื่อคุณได้ตั้งเป้าหมายหรือตั้งเป้าความสำเร็จเอาไว้ ก็จะทำให้คุณมีบางสิ่งบางอย่างที่มุ่งไปสู่จุดหมายได้ เพราะถ้าคุณใช้ชีวิตหรือทำงานไปโดยปราศจากเป้าหมายหรือไม่ได้ตั้งเป้าอะไรเลย ก็จะกลายเป็นเหยื่อของความขี้เกียจได้ แต่การ set goal เอาไว้ ก็จะทำให้คุณมีจุดหมายและมีแรงบันดาลใจที่ก้าวไป ที่สำคัญคืออาจจะเป็นเรื่องที่ดีที่คุณจะเซ็ตเป้าหมายไว้ตลอดการทำงาน รวมไปถึงตั้งเป้าความฝันของคุณ ซึ่งหากทำเป็นกิจวัตรก็จะทำให้ลดความรู้สึกขี้เกียจน้อยลงไปทีละน้อยได้

4) มีแรงกระตุ้นอยู่ตลอดเวลา

บางครั้งความขี้เกียจจะมาจากการที่คุณไม่มีแรงกระตุ้นที่ดีพอในการทำงาน ดังนั้น อีกวิธีหนึ่งคือคุณต้องหาแรงกระตุ้นในการทำงานให้เจอ เพื่อให้มีแรงบันดาลใจลุกขึ้นมาทำงาน แน่นอนว่าในเบื้องต้นมันสุดแสนจะยากที่จะเอาชนะความเฉื่อยชาของตัวเอง แต่หากว่าคุณได้ก้าวข้ามมันไปได้แล้วคุณก็จะสามารถทำทุกอย่างให้ง่ายขึ้นได้ และเมื่อเอาชนะได้แล้วคุณก็สามารถมุ่งไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ได้

ทิปส์ : หากคุณรู้สึกว่าหมดแรงกระตุ้นการทำงาน ลองหลับตาตั้งสมาธิสัก 5 วินาที แล้วจินตาการว่าถ้างานของคุณเสร็จคุณจะได้ประโยชน์อะไรบ้าง มันจะช่วยให้คุณเข้าใจถึงงานและไปสู่เป้าหมายได้เร็วขึ้น

5) คิดถึงอนาคต

ไม่แปลกที่จะบางเวลาที่เรารู้สึกขี้เกียจ แต่ก็อย่าให้นานนัก อาจจะพักเล็กน้อยคิดทบทวนตัวเองสัก 5 นาที เพื่อมองว่าอะไรคืออนาคตที่สำคัญของคุณ และเมื่อคุณมองเห็นแล้วประโยชน์ที่จะได้รับหากทำงานสำเร็จและถ้าได้ขจัดความขี้เกียจออกไป คุณก็จะมีแรงที่จะโฟกัสในการทำงานต่อไปได้ จะช่วยทำให้คุณมีแรงกระตุ้นที่จะทำงานและหลีกเลี่ยงที่จะติดกับดักแห่งความขี้เกียจนั้น

6) ทำทีละอย่าง

เวลาที่คุณรับงานมาหนักๆ ก็อาจจะเป็นไปได้ที่จะทำให้คุณไม่สามารถเคลียร์งานได้เสร็จ การรับงานมากจนเกินไปมีส่วนทำลายขวัญและกำลังใจในการทำงาน ซึ่งเป็นสาเหตุให้คุณอยากจะหลีกหนีจากงานและรู้สึกขี้เกียจ ดังนั้น ถ้าคุณพยายามรับงานทีละน้อยและโฟกัสทีละอย่าง ก็จะทำให้สามารถทำงานได้ลุล่วงเพราะมันง่ายที่จะจัดการ ที่สำคัญคือ แรงกระตุ้นลักษณะนี้จะทำห้คุณมีสติและความขี้เกียจจะไม่มีผลใดๆ กับคุณ

7) พักผ่อนนอนหลับอย่างพอเพียง

บ่อยครั้งที่เวลาเรารู้สึกขี้เกียจ จะทำให้รู้สึกว่าอยากพักหรือหยุดบ่อยๆ ซึ่งท้ายสุดจะนำมาสู่อาการขี้เกียจ หรือขาดพลังงานแรงกดดันหรือความเหนื่อยล้าจะทำให้ไฟในการทำงานค่อยๆ มอดทีละน้อย ดังนั้น การพักผ่อนจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับตัวเอง อาจจะเป็นการพักทีละน้อยระหว่างทำงานเพื่อทำให้ไม่เครียดหรือกดดันจนเกินไป การพักเบรกระหว่างทางคุณจะรู้สึกรีแล็กซ์และผ่อนคลาย และงานที่ออกมาก็จะประณีตมากขึ้นด้วย มากไปกว่านั้น คุณจะรู้สึกเหมือนได้เติมเต็มพลังงานและมีแรงกระตุ้นให้ทำต่อไปจนเสร็จสิ้น หรือจบงานในแต่ละวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการนอนหลับพักผ่อนอย่างเต็มที่ก็มีส่วนเติมเต็มพลังให้แก่การทำงานเช่นกัน จะทำให้คุณรู้สึกขี้เกียจได้ในตอนเช้ามีผลต่อพลังในการทำงาน ดังนั้น ทั้งการพักผ่อนและการนอนหลับอย่างเต็มประสิทธิภาพจะมีส่วนช่วยให้ลดความรู้สึกขี้เกียจได้

8) ออกกำลังกาย

ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีมากมายนับไม่ถ้วน ยิ่งถ้าคุณออกกำลังทุกวันเป็นประจำ จะช่วยการไหลเวียนโลหิตและการเจริญเติบโตของเมตาบอลิซึม นอกจากนี้ การศึกษายังพบว่าการออกกำลังสม่ำเสมอจะช่วยขจัดอาการขี้เกียจอีกด้วย การออกกำลังกายจะช่วยให้คงพลังงานเอาไว้ได้ตลอดทั้งวัน สามารถเอาชนะความขี้เกียจได้ ซึ่งถ้าตอนนี้ใครที่ยังลังเลเรื่องการออกกำลังกาย ไอเดียของการลดความขี้เกียจก็น่าจะเป็นแรงผลักดันให้ลุกขึ้นมาออกกำลังกายวันนี้ได้แล้วนะ

9) หนีจากสิ่งยั่วยุที่ทำให้สมาธิไขว้เขว

ระหว่างการทำงานอาจจะมีสิ่งยั่วยุเย้ายวนใจให้คุณหลุดจากโฟกัสการทำงานได้ เช่น การไถมือถือเล่น หรือลงไปคลุกกับน้องแมวที่บ้าน พูดคุยกับสัตว์เลี้ยงเป็นต้น ซึ่งสิ่งยั่วยุเหล่านี้จะทำให้คุณเสียเวลาทำงานไปมากทีเดียว ดังนั้น จึงควรที่จะหลีกเลี่ยงเส้นทางหรือโอกาสที่จะทำให้ไปพบกับสิ่งยั่วยุดังกล่าว เพราะจะทำให้คุณเสียสมาธิได้ง่ายและสูญเสียเวลาที่จะได้ทำงานตามเป้าหมายหรือทำงานที่อยู่ตรงหน้า ดังนั้น หลักพื้นฐานเลยก็คือหนีออกจากสิ่งยั่วยวนที่ก่อให้เกิดความรู้สึกขี้เกียจนั่นเอง

10) ทำงานน่าเบื่อให้สนุก

หลายครั้งคุณยอมจำนนต่อความขี้เกียจเพราะงานมันน่าเบื่อหรืองานที่หมักหมมจนพอกพูนใช้เวลามากกว่าจะทำให้เสร็จ ดังนั้น เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับงานที่ทำตรงหน้า ก็อาจจะต้องหาวิธีหรือคนหนทางที่จะสร้างสรรค์ไม่ให้มันน่าเบื่อก็ได้ เช่น การเปิดเพลงระหว่างฟัง หรือการสร้างแรงกระตุ้นแรงบันดาลใจด้วยการฟังพ็อดแคสต์ดีๆ วิธีนี้ก็จะจะช่วยสปาร์กเอเนอจี้ให้กลับมาสะสางงานต่างๆ ได้ดี

11) การให้รางวัลกับตัวเอง

การให้รางวัลกับตัวเองเล็กๆ น้อยจะช่วยทำให้รู้สึกกระตุ้นให้อยากทำงานให้สำเร็จ เพราะคุณจะตั้งหน้าตั้งใจรอที่จะได้อิ่มเอมกับรางวัลที่จะได้รับ ซึ่งรางวัลนั้นก็ไม่จำเป็นต้องเป็นของใหญ่หรือของแพง อาจจะเป็นเพียงแค่ เค้กหนึ่งชิ้น ไอศกรีมรสช็อกโกแลต หรือแม้แต่การดูซีรีส์ดีๆ สักตอนหนึ่งก็ได้ การให้รางวัลกับตัวเองจะสร้างแรงกระตุ้นให้คุณก้าวข้ามความขี้เกียจ และสามารถจัดการกับงานตรงหน้าได้ง่ายขึ้น แล้วยังเป็นวิธีที่จะทำให้คุณไม่ต้องทำงานแบบผัดวันประกันพรุ่งอีกต่อไปด้วย

บทสรุป

ถึงแม้ว่า “ความขี้เกียจ” จะไม่ใช่เรื่องเลวร้ายอะไร และทุกๆ คน ก็สามารถมีวันที่อยากจะชิลล์อยากจะผ่อนคลายได้ อย่างไรก็ตาม ถ้ามันกลายเป็นกิจวัตรไปแล้วคงไม่ใช่เรื่องดีแน่ๆ ดังนั้น ก็ควรที่จะเอาชนะก้าวข้ามผ่านความขี้เกียจตรงนั้นให้ได้ และบางทีสิ่งนี้อาจจะมาช่วยเปลี่ยนวิธีการใช้ชีวิตของคุณ ทำให้คุณสุขภาพดีขึ้น ทำให้คุณประสบความสำเร็จในการทำงานก็ได้ และถ้าคุณคิดว่าคุณเริ่มขี้เกียจมากไปแล้วนะ ก็อาจจะลองทำตามทิปส์นี้ดู เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้มีชีวิตที่ดีขึ้นได้ค่ะ

ที่มา : www.marketingoops.com
ภาพ : www.freepik.com

UPCOMING
EVENTS

ปฏิทินงานแสดงสินค้า ปี พ.ศ. 2565 (2022)

งานแสดงสินค้าในประเทศ		
9-12 กุมภาพันธ์ 2565	**T-PLAS 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.tplas.com
9-12 มีนาคม 2565	**METALEX 2021** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.metalex.co.th
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
22-25 มิถุนายน 2565	**LOGISTIX 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.tilog-logistix.com
16-19 พฤศจิกายน 2565	**METALEX 2022** ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา (BITEC, Bangkok)	www.metalex.co.th

งานแสดงสินค้าต่างประเทศ		
20 - 23 April 2022	**INTERMOLD Osaka 2022** INTEX OSAKA Japan	www.intermold.jp
20 - 22 April 2022	**MEDTEC JAPAN** Tokyo International Exhibition Center (Tokyo Big Sight)	www.medtecjapan.com
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
18 - 21 May 2022	**Hanoi Plas** Hanoi int'l Center for Exhibition	www.chanchao.com.tw /HanoiPlas/
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

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
25	สถาบันไทย-เยอรมัน
26	Pack Print International
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

ปีที่ 33 ฉบับที่ 4 : ตุลาคม - ธันวาคม 2564

ลด 10% สำหรับสมาชิกสมาคมฯ

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 ราย 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.

02 116 9454
www.tgspecialsteel.com
2070 หมู่ 1 ต.สำโรงเหนือ อ.เมืองสมุทรปราการ จ.สมุทรปราการ 10270
www.facebook.com/ทีจี จำหน่ายเหล็กกล้าเกรดพิเศษ

YG 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

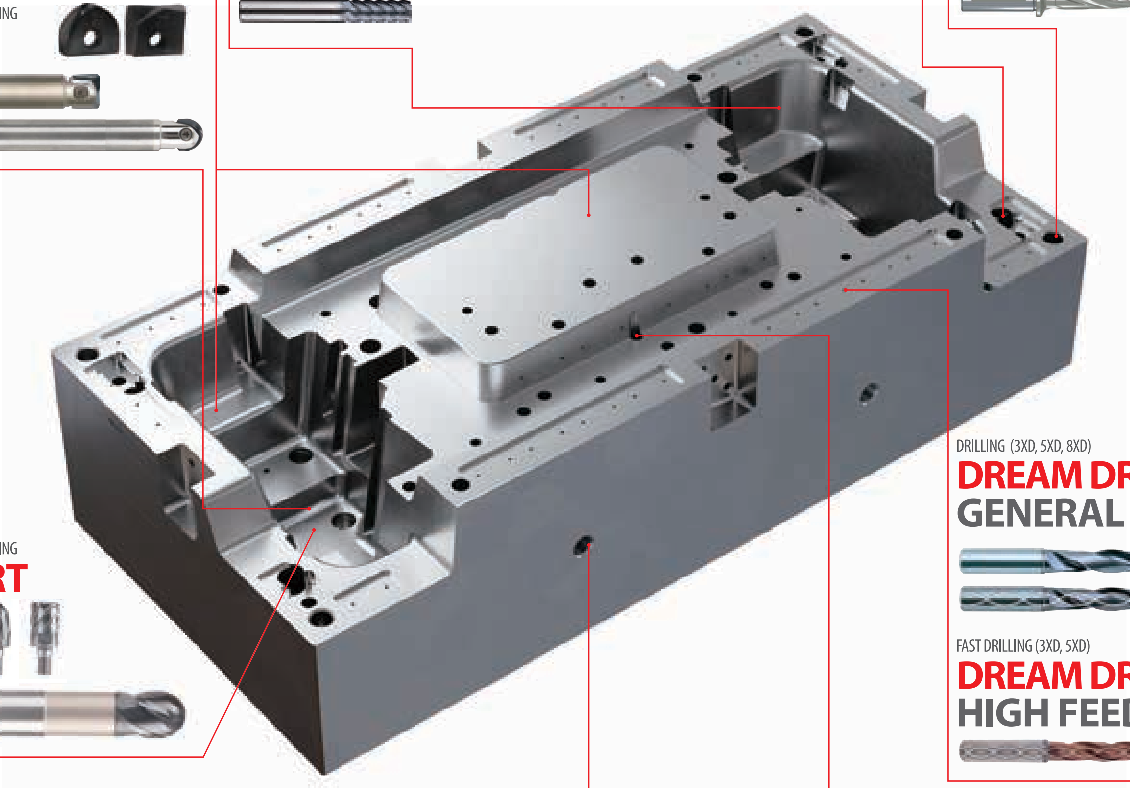
DRILLING, Large Diameter Ø9.5~114.3 mm
SPADE DRILLS

MILLING / FINISHING / PROFILING / ROUGHING
4G MILL

DRILLING
YG DRILL

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

COPY MILLING / PROFILING
i-Xmill



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

COPY MILLING / PROFILING
i-SMART

FAST DRILLING (3XD, 5XD)
DREAM DRILLS HIGH FEED
1 2 3

THREADING
PRIME TAPS | THREAD MILLS
COMBO TAPS | SYNCHRO TAPS

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

Scan QR CODE
for DIE & MOLD MACHINING Catalogs

REAMING
CARBIDE REAMERS

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

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

N-TECH MACHINERY
บริษัท เอ็น-เทค แมชชีนเนอรี่ จำกัด
N-TECH MACHINERY CO., LTD.
AKIRA - SEIKI
GOODWAY
เครื่องเล็ก สเปคยักษ์
ตอบโจทย์ ทุกความเร็ว กับโปรโมชั่นโดนๆ พร้อมจัดส่ง
CNC TAPPING MACHINE
CNC TURNING CENTER
EXCELLENT TECHNOLOGY - OUTSTANDING PRODUCTS
kafo
DAHLIH
MAXMILL
LINEAR MOTOR DRIVE HIGH-PERFORMANCE WIRE-CUT EDM
CNC DOUBLE COLUMN MACHINE
CNC MACHINING CENTER
CNC MACHINING CENTER
AKIRA - SEIKI
CHEVALIER
SCARMAX
CHMER
CNC MACHINING CENTER
SURFACE GRINDING MACHINE
ZNC & CNC E.D.M
CNC WIRE-CUT EDM
YOU JI
FANUC
ABB
ZEISS
VERTICAL TURNING CENTER
ROBODRILL
ROBOT FLEXLOADER
COORDINATE MEASURING MACHINES
bodor
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
SiEl - JOEMARS
Super Drill
Wire Cut
CNC EDM
ZNC EDM
Broken Tap Remover
SiEl - e-tech
CNC Cylindrical Grinder
Centerless Grinders
Cylindrical Grinders (NC Plunge)
SiEl - Mecatron
Vertical CNC Machining Center
5-Axis CNC Machining Center
CNC LATHES
Horizontal Machining Center
Vertical CNC Machining Center with Pallet System
SiEl - PROSS+
High Speed Double Column Machining Center / Graphite Electrode CNC Milling
SiEl - EQUIPTOP
Surface Grinder
CNC Tapping Center
SiEl - RBT
Nonmetal Six - Axis CNC Machining Center
SiEl - Yan Yang
Turbine Service CNC Drill EDM
SiEl - U'Chine
Big size CNC Horizontal / Boring & Milling Machine
CNC Double Column Machining Center
SiEl
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 และความรู้ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนจำหน่ายจริงๆ