



www.jn-transos.com



เรซิน
ใยแก้ว
อาซิโตน
โมโนสไตรีน
คาร์บอน
เคฟลาร์
อุปกรณ์งานคอมโพสิท

Products Catalog

J.N. TRANSOS

www.jn-transos.com

J.N. TRANSOS (THAILAND) CO., LTD.
T.02-8137315,6 Fax.02-8111574

บริษัท เจ.เอ็น.ทรานสอส (ประเทศไทย) จำกัด

จำหน่าย ไฟเบอร์กลาส เรซิน โยแก้ว โยคาร์บอน เคฟล่า อุปกรณ์ต่างๆ ทั้งปลีก-ส่ง

บริษัทฯ ได้ให้ความสำคัญในการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องของตลาดไฟเบอร์กลาส โยแก้ว และเรซิน ประกอบกับลูกค้ายังมีทางเลือกที่จำกัดในการเลือกสินค้าที่มีคุณภาพ ในราคาที่เหมาะสม หรือประสบกับความไม่สะดวกในการนำเข้าสินค้าหลายๆ อย่าง จากต่างประเทศโดยตรง ทั้งจากแหล่งผลิตที่กระจายอยู่ และการชำระเงินที่ไม่มั่นใจใจ หลายครั้งได้รับสินค้าไม่ตรงกับที่สั่ง เราจึงได้เสนอทางเลือกที่จะเป็นผู้แก้ปัญหา และรับความเสี่ยงดังกล่าว ด้วยประสบการณ์ และศักยภาพของทีมงาน เรามั่นใจที่จะนำประโยชน์มาสู่กลุ่มลูกค้าอย่างมาก โดยลูกค้าไม่ต้องกังวลว่าจะทำให้มีต้นทุนสูง

J.N. Transos (Thailand) Co., Ltd.

We offer fiberglass, resin, carbon fiber, kevlar, etc wholesale and retail.

Whether you are regional, national or local players we can bring more benefits to you!!!

J.N. Transos (Thailand) is a regional-base trading company.

J.N. Transos promote full range of fiberglass' products, to serve our customers better, we carry all associated products like resin, honey comb, monostyrene, acetone, talcum, calcium carbonate, hardener, mold release agent, tools, pigment paste, and etc.

- 3 เรซินคืออะไร?
- 5 จำนวนชั้นของโยแก้ว
- 6 การทำไฟเบอร์กลาส
- 14 การทำไฟเบอร์กลาส ด้วยระบบเวคคัม
- 28 แผ่นรังผึ้งคือ?
- 30 โยแก้วคือ?
- 34 แผ่นรังผึ้งคือ?
- 37 ข้อควรรู้เกี่ยวกับโยแก้ว Chopped Stand Mat
- 39 JN Products
- 42 วัตถุดิบอื่น
- 44 จี๊ตงอดแบบ
- 45 อุปกรณ์เวิร์คคัม
- 46 ลูกกลิ้ง
- 47 แม่สี + เครื่องพ่นเจล
- 48 ตัวอย่างชิ้นงานไฟเบอร์กลาส



เรซินคืออะไร? ...ยาอะไร?

เราพูดถึงเรซินกันอยู่ตลอดเวลาในการทำงานไฟเบอร์กลาส หรือการทำงานหล่อตุ๊กตา งานเคลือบรูป เคยสงสัยบ้างไหมว่ามันคืออะไร แปลว่าอะไร ถ้าดูตามคำแปลอังกฤษเป็นไทยเฉยๆ Resin แปลว่ายางไม้ ซึ่งทำให้คนที่ทำงานกับเรซินจะเข้าใจกันก็ อ้อ อย่างนี้เอง เพราะเรซินที่เราใช้อยู่จะมีสีออกเหลืองนิดๆ และเหนียวหนืดๆ เหมือนยางไม้ไม่ผิด

เรซินที่มีขายอยู่ในประเทศไทยตอนนี้ก็มีอยู่หลายประเภทซึ่งทั้งหมดก็อยู่ในตระกูลโพลีเอสเตอร์ไม่อิ่มตัวทั้งนั้น (Unsaturated Polyester Resin) พูดย่างๆ มันก็คือพลาสติกชนิดหนึ่งที่ต่างจากพลาสติกทั่วไปที่มันเป็นเม็ดๆ แล้วเอามาหลอมเข้าโมลด์ออกมาเป็น รูป เป็นถัง ยะ เป็นเก้าอี้ที่เราใช้กันอยู่ทุกวัน แต่เรซินมันเป็นพลาสติกเหลว โดยถ้ามันแข็งตัวเป็นพลาสติกแข็งๆแล้วเราจะทำให้มันเหลวเพื่อขึ้นรูปใหม่แบบพลาสติกทั่วไปไม่ได้อีก ทางวิชาการเลยจะเรียกระซินว่าเป็นพลาสติกแบบ thermoset และเรียกพลาสติกทั่วๆ ไปว่า thermoplastic ส่วนชนิดย่อยๆของเรซินที่มีขายก็จะมีเกรดธรรมดา หรือเรียกอีกอย่างว่า เกรด ออโร ย่อมาจาก Orthophthalic เป็นเรซินหลักที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ทั้งใช้ในการหล่อธรรมดา หล่อใส เคลือบรูป ถังน้ำ ถังบำบัด ถังขน รถ หลังกาแผ่นใส ทำได้หมด สารพัดรูปแบบ ไม่ว่าจะขึ้นรูปด้วยมือ (Hand lay up) ใช้เครื่องพ่น (Spray up) ใช้เครื่องพัน (Filament winding) หรือแวคคัม (Infusion) ก็ได้ทั้งนั้น มีอยู่หลายเกรด หลายเบอร์ในตลาด ถ้าต้องการแบบมีใบ Cer ของ Lloyd's ไว้ใช้ทำเรือ หรือ

แบบมีใบ Cer ของ UL ไว้ทำถังน้ำมันใต้ดินก็แพงหน่อย ประมาณนั้น

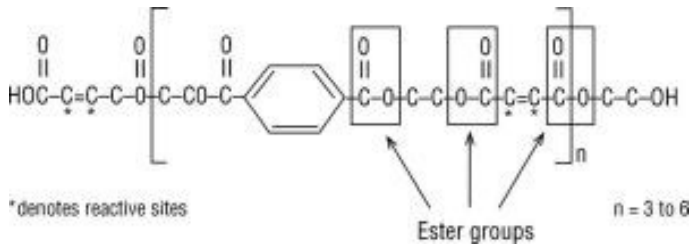
เย็บจาก เกรด ออโร ก็เป็น เกรด ไอโซ ย่อมาจาก Isophthalic มีคุณสมบัติทนกรดต่างมากกว่า นิยมใช้ในงานเคลือบถัง หรือเคลือบพื้น ที่ต้องทนการกัดกร่อน และยังนิยมเอามาทำแม่แบบไฟเบอร์กลาส ให้มีความทนทานมากขึ้น แต่ถ้าต้องการเรซินที่ทนกรดและด่างที่มีความเข้มข้นและกัดกร่อนสูงขึ้นไปอีกก็ต้องใช้เกรด ไวนิล ย่อมาจาก vinyl-ester resin ที่ทั้งทนกรดและทนด่าง (ให้ศึกษาคู่มือประกอบว่าที่ความเข้มข้น และอุณหภูมิเท่าไร) สูงที่สุดในกลุ่มเรซิน และมีความแข็งแรงสูงกว่าทั้ง เกรด ออโร และเกรด ไอโซ ด้วย แน่นอนว่าที่ราคาสูงกว่า เมื่อก่อนไม่มีผู้ผลิตเกรดนี้ในประเทศไทย แต่ตอนนี้มีแล้วอย่างน้อยสองเจ้า นอกจากจะนิยมนำไปทำถัง ถ่อ เคลือบพื้น เคลือบบ่อ ที่ต้องทนการกัดกร่อนสูง แล้ว ก็นิยมนำไปทำแม่แบบไฟเบอร์กลาสเพื่อความทนทานในการใช้งานเช่นเดียวกัน

พีใหญ่สุดท้ายที่ใช้กันอยู่ก็คือเกรด อีพ็อกซี่ epoxy resin ซึ่งเป็นเกรดที่มีความหลากหลายของการใช้งาน และสูตรของการใช้ต่างๆ กัน ไปมากมาย ตั้งแต่เน้นเรื่องความใส เช่นงานฝากระโปรงคาร์บอน งานเคลือบสติ๊กเกอร์ เรื่องความแข็งแรงที่ใช้ในงานไฟเบอร์กลาสในส่วนที่รับแรงสูงๆ เช่น ถ่อความดัน ถังแก๊ส ไปจนถึงเน้นเรื่องแรงยึดเหนี่ยวสำหรับทำกาว ถือเป็นเรซินที่มีความแข็งแรงสูงสุด แต่ก็ยังด้อยกว่าเกรด

ไวนิล ในแง่การทนการกัดกร่อน

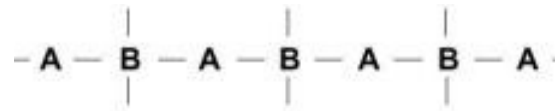
จากตรงนี้จะไปจะวิชาการสักหน่อย ไม่ชอบก็อ่านแบบข้ามๆนะครับ ทั้งนี้จะเน้นไปที่เรซิน orthophthalic และ isophthalic ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โครงสร้างทางเคมีของเรซินจะประกอบไปด้วยกลุ่มเอสเตอร์

(co-o-c) หลายๆ กลุ่มตามชื่อว่า โพลี นั้นเอง ให้ดูตามรูปข้างล่างจะเห็นกลุ่มเอสเตอร์ที่แสดงอยู่ในสี่เหลี่ยมโดยเชื่อมกันอยู่ด้วย reactive sites $c^*=c^*$



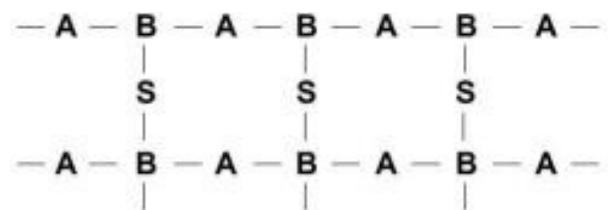
เรซินทั่วไปเราจะเห็นเป็นของเหลวที่มีความหนืด มีสีจางๆ ซึ่งจริงๆ ก็คือโพลีเอสเตอร์เรซินตามภาพโครงสร้างโมเลกุลด้านบนที่ละลายอยู่ในสไตรีนโมโนเมอร์ (Styrene Monomer) อีกที โดยสไตรีนโมโนเมอร์นั้นนอกจากจะช่วยลดความหนืดของเรซินอย่างที่เราค้นเคยแล้วมันยังมีหน้าที่หลักในการเชื่อมกลุ่มเอสเตอร์เข้าด้วยกันในกระบวนการเชื่อมโครงสร้างโมเลกุลเพื่อการแข็งตัวของเรซินอีกด้วย เราเรียกว่ากระบวนการนี้ว่า Polymerization กระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นได้เองที่อุณหภูมิห้อง โดยจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้เมื่อนานไปเรซินจะเปลี่ยนจากของเหลวหนืดเป็นก้อนๆได้เอง นั่นคือเรซินมีอายุการเก็บที่จำกัด (ผู้ผลิตมักจะแนะนำว่าไม่เกินสามเดือนหกเดือน) กระบวนการแข็งตัวตามธรรมชาตินี้จะช้ามากๆ โดยเรซินจะกลายเป็นของแข็งหนืดๆ เป็นก้อนๆ ก้อนๆ ที่ละเอียดละน้อย กว่าที่จะแข็งตัวหมดใช้เวลาเป็นปีทีเดียว ดังนั้นในการนำเรซินไปผลิตเป็นชิ้นงานเราต้องใช้สารเคมีตัวอื่นเข้ามาเร่งกระบวนการแข็งตัว คือ 1. ตัวเร่งปฏิกิริยา Catalyst และ 2. ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา Cobalt โดยผู้ผลิตเรซินมักจะผสมโคบอลต์มาในเรซินเวอร์ชันใหม่ๆ เพื่อความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน ผู้ใช้เพียงแค่ผสมตัวเร่งปฏิกิริยาตอนจะใช้งานเรซินเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนผสมของตัวเร่งปฏิกิริยานั้นใช้น้อยมากเพียง 2-3% ก็พอที่จะทำให้เรซินทั้งหมดเริ่มเป็นก้อนภายในเวลาประมาณ 10-20 นาที และจะแข็งตัวจนเป็นของแข็งภายในเวลา 2-3 ชั่วโมงเท่านั้น โดยตัวเร่งปฏิกิริยาเองไม่ได้มีส่วนในการเชื่อมโครงสร้างโมเลกุลของโพลีเอสเตอร์เรซิน แต่จะไปช่วยให้กระบวนการเชื่อมโครงสร้างโมเลกุลเกิดขึ้นได้รวดเร็วเท่านั้นเอง

ถ้าจะเขียนเป็นภาพคร่าวๆให้เข้าใจกระบวนการแข็งตัวของเรซินได้ง่ายขึ้นก็จะเป็นดังภาพด้านล่าง โดยเราให้ A แทนกลุ่มเอสเตอร์ และ B แทน Reactive site $c^*=c^*$ เป็นสายโซ่โมเลกุลของโพลีเอสเตอร์ที่ยังไม่แข็งตัว



Schematic Representation of Polyester Resin (Uncured)

เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาเข้าไปในเรซิน สไตรีนโมโนเมอร์ S ก็จะเข้ามาเป็นตัวเชื่อมสายโซ่โมเลกุลหลายๆ สายเหล่านี้ให้เป็นโครงตาข่าย 3 มิติ นั่นก็คือการที่เราเห็นเรซินค่อยๆ แข็งตัวเป็นเนื้อเจลจนจบจนเมื่อการเชื่อมโครงข่ายโมเลกุลสมบูรณ์ เรซินก็จะกลายเป็นของแข็งที่มีความแข็งแรงสูงดังภาพ



Schematic Representation of Polyester Resin (Cured)

แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าปฏิกิริยานี้ไม่สามารถย้อนกลับได้ ทำให้เรซินที่แข็งตัวแล้วไม่สามารถทำให้เหลวแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้เหมือนพลาสติกทั่วไป อีกประการจะสังเกตได้ว่าโครงสร้างโมเลกุลสายยาวของเรซินที่เชื่อมกันในลักษณะขนานกันแบบนี้ทำให้เรซินมีความแข็งแรงแต่เปราะและนั่นเป็นเหตุผลว่าทำไมถึงต้องผสมยาแก้เข้าไปเสริมความแข็งแรงให้เรซินซึ่งก็เปรียบเหมือนการนำเหล็กเส้นเข้าไปช่วยเสริมความแข็งแรงของปูนซีเมนต์ที่มีความแข็งแรงแต่เปราะนั่นเอง ส่วนการนำเรซินไปใช้นั้น สามารถนำสารเติมเต็ม Additive หลากหลายอย่างเข้ามาผสมเพื่อให้คุณสมบัติของเรซินเหมาะสมในการใช้งานแบบต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ผงแคลเซียม คาร์บอนต เพื่อช่วยเพิ่มเนื้อ (ลดต้นทุนการผลิต) และช่วยให้ชิ้นงานมีความแกร่งมากขึ้น ผงเบา Thixotropic ที่ช่วยลดการไหลของเรซินสำหรับการทำงานแนวตั้ง สีสำหรับผสมเรซิน สารป้องกันการลามไฟ สารลดกลิ่น สารป้องกันรังสียูวี เป็นต้น การผสมสารเติมแต่งเรซินจะต้องมั่นใจว่าผสมได้เป็นเนื้อเดียวกันดี พองอากาศต้องให้น้อยที่สุด เพราะสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานที่จะออกมา ส่วนผสมนี้ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ทำได้ เช่น ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เกินกำหนด แม้จะทำให้ชิ้นงานแห้งเร็ว แต่ก็อาจทำให้ทำงานไม่ทัน เรซินก็เริ่มเป็นเจลต้องเททิ้ง และยังทำให้ชิ้นงานเปราะได้ หรือผงแคลเซียมคาร์บอนตถ้าใส่มากเกินไปก็จะไปมีผลกระทบต่อกังเวลาในการแข็งตัว และความแข็งแรงของชิ้นงานเช่นกัน

Tips

จำนวนชั้นของใยแก้ว?

สำหรับงานประเภทต่างๆ เป็นแนวทางจากผู้ผลิตชิ้นงาน

กันชนรถยนต์	300/300 หรือ 450	เสริม 300 ตามขอบ เพิ่มความแข็งแรง
ซุ้มเฉลิมพระเกียรติ	300/300	เสริม 300 ตามขอบ เพิ่มความแข็งแรง
ตู้น้ำ	300/450	เสริม 450 ตามขอบ เพิ่มความแข็งแรง
ประตูไฟเบอร์	300/300	เสริม 300 ตามขอบ เพิ่มความแข็งแรง
เก้าอี้	300/450	เสริม 450 ตามขอบ เพิ่มความแข็งแรง
ถังน้ำ	1,000 ลิตร	300/ใยทอ 600/300 /ใยพัน 1,200
	2,000 ลิตร	300/ใยทอ 600/300 /ใยพัน 1,200
	3,000 ลิตร	300/ใยทอ 600/300 /ใยพัน 1,200

เรือ	ส่วนหัว (11 ชั้น)	ส่วนท้อง (11ชั้น)	ส่วนฝาย (9 ชั้น + แผ่นรังผึ้ง)
ขนาด 30 ฟุต	300/450/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450	300/450/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450	300/450/450/ใยทอ600/450 ใยทอ600/450/แผ่นรังผึ้ง 20 มม./ ใยทอ600/450 และเสริมแผ่นรังผึ้งในพื้นที่ รับน้ำหนักมาก
ขนาด 50 ฟุต	300/450/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450	300/450/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450/ใยทอ600/450/ ใยทอ600/450	300/450/450/ใยทอ600/450 ใยทอ600/450/แผ่นรังผึ้ง 20 มม./ ใยทอ600/450

หมายเหตุ: เสริมใยแก้วที่กระดุกูเพิ่มความแข็งแรง ส่วนที่ยึดด้วยน๊อต
หรือต้องเจาะรู เช่น ราวสแตนเลสให้ใช้ไม้อัด

การทำไฟเบอร์กลาส

โดย คุณจุติ เพ็ชรล้ำเลิศ

ในปัจจุบันการทำชิ้นงานรูปแบบต่างๆ ด้วยไฟเบอร์กลาสนั้นขยายวงกว้างไปมาก เริ่มต้นจากโรงงานขนาดใหญ่ที่ผลิตจำนวนมากๆ เช่น บริษัท ทีเคดี จำกัด ผู้ผลิตกระเบื้องไฟเบอร์ยี่ห้อแคร์บอยที่เรารู้จักกันดี บริษัท พรีเมียร์ โปรดักต์ ผู้ผลิต ถังน้ำ พีพี ที่เราพบเห็นอยู่ตามบ้านทั่วไป หรือ บริษัท กระดาษที่ผลิตอ่างอาบน้ำ อคริลิก-ไฟเบอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตรายใหญ่อีกหลายรายทำการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์ออกมาขายในหลากหลายรูปแบบโดยที่ผู้ใช้อาจจะไม่ทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำนั้นใช้อยู่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทไฟเบอร์กลาสก็ได้ เช่น หลังคาแผ่นใส ก่อร้อยสายไฟ ถังเคมี รางน้ำ อุปกรณ์กีฬา เรือสำราญ หมวกกันน็อก และอื่นๆ เมื่อเวลาผ่านไปได้มีผู้ผลิตรายย่อยเกิดขึ้นอีกหลายรายทำการผลิตชิ้นงานรูปแบบต่างๆ ออกมาอีกมากมาย เราเริ่มเห็นคู่แข่งผลิตสเปกเตอร์ และชุดสเก็ต อยู่ทั่วไป ตามชนเมืองก็มีร้านขาย ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ทำจากไฟเบอร์กลาส เช่น เรือขนาดเล็กๆ ประมาณเรือนาทิง เรือพ่นยาที่ใช้ในสวน จักรยานน้ำ รวมทั้ง ลูกหมุนระบายอากาศที่ใช้ติดหลังคาโรงงาน บ่อเลี้ยงปลา หินเทียม น้ำตกเทียมไม้เทียม แม้กระทั่งกังหันลมที่ติดอยู่ตามสนามกอล์ฟ หรือที่พักอาศัยก็ด้วย ไม่เฉพาะชิ้นงานสำเร็จรูปเท่านั้นยังมีผู้ที่นำไฟเบอร์กลาสไปใช้ในงานซ่อมแซมต่างๆ เช่น เคลือบพื้นโรงงาน เคลือบคาดฟ้ากันน้ำรั่ว เคลือบถังเหล็กกันสนิมกันการกัดกร่อนของ กรด หรือด่าง เคลือบท่อโดยเฉพาะที่ต้องทนสารเคมี และอุณหภูมิสูงๆ แม้แต่กอน้ำที่ทั่วไป ส่วนช่างซ่อมเรือ หรือกันชนรถยนต์นั้นใช้ไฟเบอร์กลาสกันมานานแล้ว

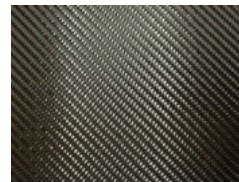


ก่อนที่จะอธิบายในกระบวนการทำงาน ขออนุญาตกล่าวถึงความหมายของไฟเบอร์กลาสสักเล็กน้อยเพื่อป้องกันการสับสน กับเรื่อง เรซิน โยแก้ว คอมโพสิต คาร์บอน และเคฟลาร์ คือไฟเบอร์กลาสนั้น ในเมืองไทยใช้เรียกชื่อชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเรซิน และ

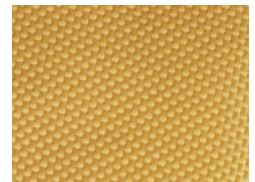
โยแก้ว เป็นส่วนประกอบหลัก ส่วนชิ้นงานอื่นที่ขึ้นรูปด้วยเรซิน แต่ไม่ใช่โยแก้ว เช่น ใช้เรซินกับโยคาร์บอนก็จะเรียกคาร์บอนไฟเบอร์ ถ้าใช้เรซินกับเคฟลาร์ก็จะเรียกว่าเคฟลาร์เอเย่ๆ แต่บางท่านเรียกคาร์บอนเป็นเคฟลาร์ก็มีเยอะ บางทีต้องถามกันให้ดีๆ ว่าหมายถึงตัวไหนกันแน่ ส่วนคอมโพสิตเป็นชื่อที่เรียกกว้างๆ ของชิ้นงานที่ทำขึ้นจาก เรซิน ผสมเส้นใยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโยแก้ว โยคาร์บอน โยเคฟลาร์ หรือใยธรรมชาติ เช่น โยปอ ใยสัปะรด ก็แล้วแต่



ผ้ากอโยแก้ว



ผ้ากอโยคาร์บอน



ผ้ากอโยเคฟลาร์

บางท่านอาจจะสงสัยว่าจะอะไรคือเรซิน อะไรคือโยแก้ว ก็ขออธิบายสั้นๆ ว่า เรซิน คือพลาสติก ตระกูล โพลีเอสเตอร์ที่ไม่อึดตัว อยู่ในรูปของเหลวเหมือนยางไม้จึงเรียกว่าเรซิน พลาสติกชนิดนี้จะแข็งตัวด้วยการผสมสารเคมีอีกสองตัว (กรณีที่เป็นโพลีเอสเตอร์) ที่เรียกว่าตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา โดยตัวมันเองแล้วเรซินเมื่อแข็งตัวจะมีความแข็งแรงอยู่พอสมควร สามารถทำเป็นชิ้นงานเล็กๆ โดยไม่ต้องผสมโยแก้วก็ได้ เช่นการหล่อตุ๊กตา หรือทำของชำร่วยต่างๆ แต่เมื่อนำมาทำเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และต้องรับน้ำหนักด้วย เช่น แก้วเรือ แผ่นหลังคา ก็จำเป็นจะต้องมีวัสดุที่จะเสริมความแข็งแรงเข้าไปในเนื้อเรซิน ดังเช่น การเสริมเหล็กเส้นเข้าไปในเนื้อปูน

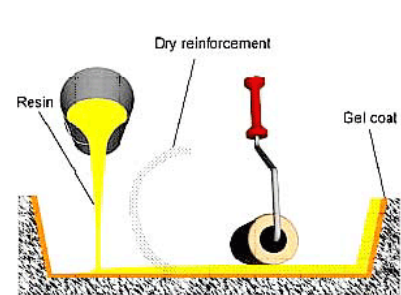


ลักษณะของเรซินจะมีความหนืด และสีเหมือนยาง

ในปัจจุบันวัสดุที่เข้ากันกับเรซินได้ดี ที่มีราคาไม่สูงเกินไป และมีความแข็งแรงเพียงพอ ก็คือโยแก้วนั่นเอง ส่วนโยคาร์บอน และโยเคฟลาร์นั้น มีความแข็งแรงสูงกว่าแต่มีราคาสูงมาก จะใช้ในชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงสูงๆ (และน้ำหนักเบาด้วย) เช่น อากาศ ยาน

ยุทธโศภรณ์ และอุปกรณ์กีฬาเป็นหลัก ดังนั้นเราจะพูดแต่ถึงใยแก้วเป็นหลักในการทำชิ้นงานไฟเบอร์ใดๆ เมื่อกล่าวถึงใยแก้วแล้วก็จกกล่าวเพิ่มเติมในที่มาของใยแก้วว่ามีที่มาเดียวกับแก้วน้ำที่เราใช้อยู่คือมีทรายเป็นส่วนประกอบหลัก แต่มีส่วนประกอบย่อยๆ ที่ต่างกันออกไปบ้างตามคุณสมบัติเรื่องความแข็งแรงที่ต้องการ ส่วนกระบวนการผลิตก็โดยการหลอมเหลวเหมือนกันแต่แตกต่างกันตอนการขึ้นรูปโดยการดึงให้เป็นเส้น แทนที่จะใช้การหล่อ หรือเป่าซึ่งเป็นกระบวนการขึ้นรูปภาชนะแก้วทั่วไป

กระบวนการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์กลาสนั้นมีหลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น แบบใช้เครื่องพ่น เรซิน และใยแก้วไปบนแม่แบบ (โมลด์), แบบใช้ความดัน หรือสุญญากาศในการดึงเรซินเข้าไปในแม่แบบ (ซึ่งเป็นแบบประกอบ



2 ด้าน) หรือวิธีดั้งเดิมคือแบบใช้มือคนทาเรซินลงบนใยแก้วที่อยู่ในโมลด์เลยก็ได้ซึ่งเป็นวิธีที่เราจะพูดถึงกันเพราะเป็นวิธีหลักที่ใช้กันอยู่กว่า 95% ของการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์

1. เริ่มที่ต้นแบบ (ปลั๊ก)

เริ่มต้นของการผลิตชิ้นงานนั้นเราต้องมีต้นแบบหรือที่ภาษาช่างจะเรียกว่าปลั๊ก ซึ่งอาจเป็นการทำขึ้นมาเองเลยเช่นขึ้นโครงเรือที่ต้องการด้วยโครงไม้ และไม้อัดตามรูปแบบที่วางไว้ หรืออาจจะใช้วิธีซื้อชิ้นงานสำเร็จรูปที่ราคาไม่สูงนักมาทำเป็นปลั๊กเช่นพวก สปอยเลอร์ รถยนต์ก็ได้ การทำปลั๊กด้วยต้นแบบนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละความชำนาญ และงานที่จะทำ บางท่านอาจนึกที่จะขึ้นรูปด้วยฟิโอฟิม บางท่านอาจจะขึ้นรูปด้วยขี้ผึ้ง (โดยเฉพาะงานหล่อ) ก็ได้เหมือนกัน ปลั๊กนั้นเป็นจุดสำคัญของการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์อย่างมาก เพราะถ้าปลั๊กทำออกมาได้ดี ขนาด และสัดส่วนถูกต้อง ผิวเรียบไม่เป็นคลื่น จอบสันมุมไม่เบี้ยว โมลด์ที่ท้อปมาจากปลั๊ก ก็จะดีตามไปด้วย และเมื่อนำโมลด์นั้นมาผลิตชิ้นงาน ชิ้นงานก็จะสวยงาม และสัดส่วนถูกต้องใกล้เคียงกับปลั๊กมากที่สุด ถ้าผู้ผลิตชิ้นงานไฟเบอร์กลาสนางแห่งที่ยังไม่มีความชำนาญพออาจจะไม่ต้องการเสียเวลา หรือเสี่ยงกับการทำโมลด์เองก็อาจให้ผู้ผลิตรายอื่นที่มีความชำนาญมากกว่าช่วยทำโมลด์ให้ก็มี

2 การทำแม่แบบ (โมลด์)

ก่อนจะเข้าสู่การทำโมลด์ขอให้ท่านผู้อ่านทำความเข้าใจของศัพท์ที่ใช้ใน

บทความนี้อีกสักครั้ง มีคำศัพท์อยู่สามคำที่จะใช้บ่อยๆ สลับกันไปมาที่อาจทำให้เกิดความสับสนได้เวลาท่านผู้อ่านพบคำเหล่านี้ขอให้ใช้ความสังเกตด้วย

ก. ต้นแบบ หรือเรียกอีกอย่างว่า ปลั๊ก หมายถึง ตัวเริ่มต้นที่เราต้องการให้งานออกมาเหมือนอย่างนั้น ยกตัวอย่างเช่น เราต้องการทำเรือ ด้วยไฟเบอร์กลาส โดยต้องการท้อปจากเรือที่มีอยู่แล้ว ปลั๊กของเราก็คือเรือลำที่ต้องการท้อปนั้น แต่ถ้าเราไม่ได้ต้องการท้อปของใคร เราก็ต้องขึ้นรูปเรือขึ้นมาเองด้วยการทำโครงไม้อัดเป็นลักษณะลำเรือขึ้นมา โครงไม้อัดรูปเรื่อนั้นก็จะเป็ปลั๊กของเรา

ข. แม่แบบ หรือเรียกอีกอย่างว่า โมลด์ เป็นตัวที่เราถอดแบบออกมาจากปลั๊ก โดยทั่วไปโมลด์จะทำขึ้นจากไฟเบอร์กลาส จะเป็นลักษณะกลีบด้านกับตัวปลั๊ก โมลด์จะถูกใช้เป็นแม่พิมพ์ทำชิ้นงานออกมาได้เรื่อยๆ จนกว่าจะเสื่อมสภาพจึงจะต้องทำขึ้นมาใหม่มีความแข็งแรงทนทานเป็นพิเศษ

ค. ชิ้นงาน คือผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ที่เราขึ้นรูปออกมาจากโมลด์ จะมีลักษณะกลีบด้านกับโมลด์ นั่นก็คือจะมีรูปทรงกลับไปเหมือนกับปลั๊กที่เราต้องการท้อปออกมานั่นเอง

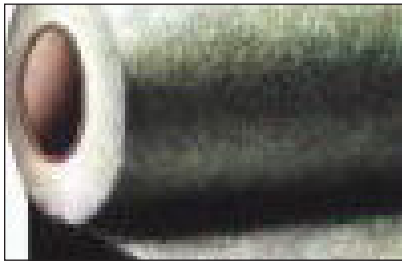
กลับมาสู่การทำโมลด์... ซึ่งเราจะขึ้นรูปด้วยไฟเบอร์กลาสเพราะเป็นวัสดุที่เหมาะสมที่จะทำโมลด์ที่สุด มีในบางกรณีที่มีผู้ผลิตใช้โมลด์เหล็กในกระบวนการผลิตแบบใช้แรงดัน หรือสุญญากาศอัดเรซินเข้าไปในโมลด์ที่เป็นแบบประกอบ 2 ด้าน ส่วนกระบวนการผลิตแบบใช้มือการขึ้นจะใช้โมลด์ด้านเดียวเท่านั้น ชิ้นงานที่ได้ก็จะเรียบแค่ด้านเดียวคือด้านที่สัมผัสกับโมลด์ ส่วนด้านที่ไม่สัมผัสกับโมลด์จะเห็นเป็นลายเส้นๆ ของใยแก้วอยู่

2.1. เริ่มต้นการทำโมลด์จากการเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

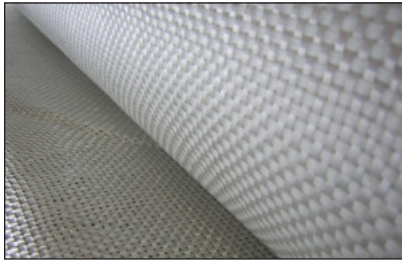
2.1.1. เรซินสำหรับทำงานไฟเบอร์กลาส



2.1.2. ไยแก้ว เบอร์ 300, 450 หรือ 600 แล้วแต่ความหนาที่ต้องการ



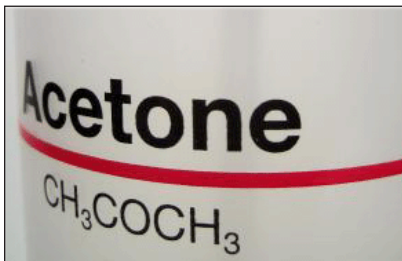
2.1.3. ไยทอ wr 400, 600 หรือ 800 แล้วแต่ความหนาที่ต้องการ



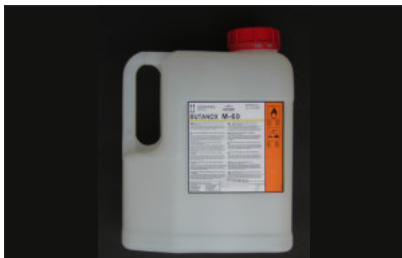
2.1.4. โมโนสไตรีน (โมโน) ใช้ผสมปรับความเหลวของเรซิน



2.1.5. อาซิโตน ใช้ล้างเครื่องมือ



2.1.6. ตัวเร่งปฏิกิริยา (ตัวเร่ง) MEKP ใส่ให้เรซินแข็งตัว



2.1.7. ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา (ตัวม่วง) โดบอลก์ ใส่ให้เรซินแข็งตัว



2.1.8. ผงแคลเซียม ใส่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของคอนกรีต



2.1.9. เจลโค้ด เป็นเรซินที่มีความหนืด ใช้เป็นผิวหน้าทาสีผสมกับผง



2.1.10. สีผสมเรซิน ใส่ในเจลโค้ดให้มีสีในตัว



2.1.11. ไขมัน หรือน้ำมันยางคอดแบบ



ไขมันคอดแบบ

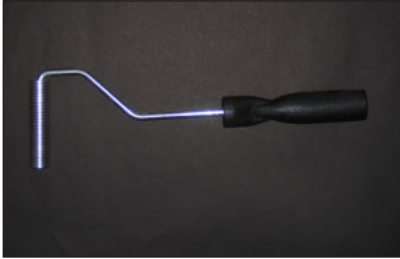


น้ำมันยางคอดแบบ

2.1.12. ลูกกลิ้งใยสังเคราะห์สีขาว สำหรับการเช็ดลงบนใยแก้ว



2.1.13. ลูกกลิ้งเหล็กสำหรับรีดน้ำยาและไล่ฟองอากาศ



2.1.14. อุปกรณ์เช็ดพื้นในการทำงานเช่นผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดจมูก ถุงมือ แวนตา รองเท้าบูท

2.1.15. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น คัดเตอร์ หินเจียร์ กระป๋อง และขันสำหรับ ไล่ และดึงเรซิน กระบวย สำหรับ ตวง MEKP หรือตัวม่วง (ห้ามใช้ร่วมกัน) กระดาษทราย ไล่เบอร์ 150, 320, 400, 600, 800, 1000 ถึงเบอร์ 1500 เครื่องขัดขนแกะ ขี้ผึ้งแดงขัดหยาบ ขี้ผึ้งขาวขัดละเอียด แวกซ์ขัดเงา ฯลฯ



2.2 เตรียมผิวปลั๊กให้สะอาด และเรียบเป็นมัน

โดยการขัดแต่งให้สมบูรณ์ที่สุด ที่ต้องเตรียมผิวปลั๊กให้เรียบเงางาม และสมบูรณ์นั้น เพื่อให้โมลด์ถอดออกมาจากปลั๊กตัวนั้น จะได้มีผิวเงางาม และไม่ต้องเสียเวลามากในการแต่งซ่อมโมลด์ที่ไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยัง ช่วยให้การถอดโมลด์ออกจากปลั๊กเป็นไปโดยง่ายด้วย

2.3 จัดปลั๊ก 5 รอบสุดท้าย ด้วยขี้ผึ้งถอดแบบ

ในแต่ละรอบ ให้ทิ้งเวลาห่างกันซัก 15 นาที ขี้ผึ้งถอดแบบนี้เป็นขี้ผึ้งที่ ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการถอดแบบชิ้นงานไฟเบอร์โดยเฉพาะ เนื่องจากเรซินก็เหมือนกาวดีๆ นี่เอง ถ้าเราไม่ลงขี้ผึ้งถอดแบบให้ดีก็อย่าหวังว่าจะถอดโมลด์ออกมาจากปลั๊กได้ ถึงออกมาได้ก็คงเสียหายทั้งปลั๊ก และทั้งโมลด์แน่นอน

2.4 เตรียมเจลโคกซึ่งเป็นเรซินที่ใช้ทำชั้นผิวหน้าของโมลด์

เพื่อให้ได้ความแข็งแรงของพื้นผิวและเป็นเงางาม

2.4.1. ถ้าเป็นเจลโคกใสให้ใส่สักลงไปในอัตราส่วนที่ต้องการ แต่ไม่เกิน 10% โดยทั่วไปสีที่เหมาะสมกับการทำโมลด์คือสีดำ หรือน้ำเงิน บางท่าน ใช้สีแดง แต่ไม่ขอแนะนำเพราะบางทีสีแดงในโมลด์อาจตามไปที่ชิ้นงาน สีขาวได้ ถ้าโมลด์เป็นสีดำหรือน้ำเงินถึงจะมีสีหลุดจากผิวโมลด์ตามไปบ้างก็ยังสังเกตยาก

2.4.2. ผสมตัวม่วงโคบอลต์ ลงในเจลโคกในอัตราส่วนประมาณ 0.1% เช่น เจลโคก 1 กก. ให้ใส่โคบอลต์ แค่ 1 กรัม เท่านั้น กวนส่วนผสมทั้งสองให้เข้าด้วยกัน

2.4.3. ใส่ตัวเร่ง MEKP ตามลงไปให้อัตราส่วนประมาณ 1% คือเจลโคก 1 กก. ให้ใส่ตัวเร่ง 10 กรัม แล้วคนให้เข้ากัน โดยทั่วไปเมื่อผสมโคบอลต์ และตัวเร่งลงไปแล้วเรซิน หรือเจลโคก จะเริ่มเป็นเจลจนทำงานไม่ได้ภายใน 20 นาที เพราะฉะนั้นการจะผสมเจลโคกจะต้องผสมทีละน้อยทำ ปริมาณการใช้งานในแต่ละครั้งเท่านั้น มีข้อควรระวังคืออย่าใส่โคบอลต์ ลงไปในตัวเร่งโดยตรงเพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ให้ความร้อนสูงซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้โดยง่าย

2.5 ใช้กาฟนสี หรือเครื่องฟ้นเจลโคกฟ้นลงไปในปลั๊กที่เตรียมผิวไว้แล้ว

โดยให้มีความหนาของเจลโคกประมาณ 0.5 มม.-1 มม. แล้วทิ้งไว้จนแห้ง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าไม่รอแห้งแล้วรีบลงชั้นใยแก้ว และเรซินต่อเลยจะทำให้เกิดรอยย่นขึ้นที่ผิวเจลโคกเนื่องจากโมโนสไตรีนในเรซินซึ่งมีอยู่มากกว่าจะไปละลายผิวเจลโคกออก

2.6. สัมผัสคว่ำเจลติกแข็งตัวแล้ว

แต่ยังอาจจะเหนียวๆนิดหน่อยอยู่ก็ไม่ใช่ไร ให้เริ่ม เติร์มเรชั่น ไว้ทำชั้นต่อไปของโมลด์ดังนี้

2.6.1. ผสมผงแคลเซียมลงในเรชั่นเพื่อเพิ่มเนื้อตามต้องการ ซึ่งการผสมผงแคลเซียมนี้จะช่วยลดต้นทุนได้มาก และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของพื้นผิว แต่ก็มีข้อเสียคือเรชั่นจะเข้ากันกับใยแก้วได้น้อยลง, เรชั่นแห้งช้าลง, เนื้อของโมลด์จะเสียความเหนียวแน่นไป ฉะนั้นผู้ผลิตชิ้นงานต้องดูถึงงานของแต่ละท่านเองด้วยว่าจะใส่ผงแคลเซียมมากหรือน้อยเท่าใด

2.6.2. ผสมโมโนสไตรีนเพื่อปรับลดความข้นเหนียวของเรชั่น หลังจากผสมผงแคลเซียมไปแล้ว เพราะผงแคลเซียมจะทำให้เรชั่นมีความหนืดมากขึ้น

2.6.3. ผสมตัวม่วงโคบอลต์ ลงในเรชั่นในอัตราส่วนประมาณ 0.1% เช่น เรชั่น 1 กก. ให้ใส่โคบอลต์ แค่ 1 กรัม เท่านั้น ทวนส่วนผสมทั้งสองให้เข้ากัน

2.6.4. ใส่ตัวเร่ง MEKP ตามลงไปก็อัตราส่วนประมาณ 1% คือเรชั่น 1 กก. ให้ใส่ตัวเร่ง 10 กรัม แล้วคนให้เข้ากัน เช่นเดียวกับเจลติก เรชั่นก็จะเริ่มเป็นเจลจนทำงานไม่ได้ภายใน 20 นาที เพราะฉะนั้นการจะผสมเรชั่นจะต้องผสมทีละน้อยเท่าปริมาณการใช้งานในแต่ละครั้งเท่านั้น

2.7. เริ่มวางใยแก้วที่ตัดเตรียมไว้ล่วงหน้าตามรูปแบบของงาน

โดยวางใยแก้วลงไปแล้วการเรชั่นให้เปียกทั่วด้วยลูกกลิ้งใยสังเคราะห์ แล้วรีดน้ำยาส่วนเกินรวมทั้งไล่ฟองอากาศออกด้วยลูกกลิ้งเหล็ก การวางใยแก้วแล้วการเรชั่นนั้น ควรทำทีละชั้นเพื่อให้การการเรชั่น การรีดเรชั่น และการไล่ฟองอากาศเป็นไปอย่างสมบูรณ์ทุกชั้น ทำทีละชั้นดังนั้นได้ความหนาที่ออกแบบไว้ ถ้าต้องใช้ใยทอเพื่อเสริมความแข็งแรงของโมลด์ก็ให้ทำในลักษณะเดียวกันโดยถือเป็นชั้นหนึ่งของใยแก้ว อย่างไรก็ตามการรีดน้ำยา และไล่ฟองอากาศของใยทอนั้นจะเป็นไปได้ยากกว่าเนื่องจากความหนาที่มากกว่า และความหนาแน่นของเส้นใยที่มากกว่า

2.8. รองเบเรชั่นแห้งสนิท

ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3 วัน ถึงจะทำการแกะโมลด์นี้ออกจากปลั๊กได้ แต่ถ้าเป็นชิ้นงานขนาดเล็กก็จะใช้เวลาสั้นลง ไม่ควรรีบแกะโมลด์ที่ยังแห้งไม่ได้ที่เพราะโมลด์ที่ได้อาจบิดเบี้ยวพองน้ำไปขึ้นรูป ชิ้นงานที่ออกมาจะบิดเบี้ยวไปตามโมลด์เช่นกัน โดยทั่วไปนั้นผู้รู้ที่ออกแบบงานไฟเบอร์จะออกแบบมาให้การถอดโมลด์ออกจากปลั๊กและการถอดชิ้นงานออกจากโมลด์เป็นไปได้ง่ายที่สุดคือ จะต้องไม่มีความลึกที่จะก่อ

ให้เกิดสัญญาณการร้าวระหว่างการถอด จะต้องไม่มีเหลี่ยมมุมที่ชัดเจน การถอดผิวปลั๊กควรจะเนียนเรียบให้มากที่สุด ลวดลายต่างๆ ต้องไม่ไปขวางการถอด เป็นต้น ถ้ารูปทรงของปลั๊กซับซ้อนเกินไป ก็จะมีการแบ่งการทำโมลด์ออกเป็นส่วนๆ แล้วค่อยมายึดประกอบกันด้วยน็อตอีกทีให้เป็นรูปร่างโมลด์ที่สมบูรณ์อีกที ถึงกระนั้นก็ตามมักจะมีปัญหาการถอดโมลด์ออกจากปลั๊กไม่ออกอยู่เสมอ ซึ่งอาจจะมาจากแง่มุมใดแง่มุมหนึ่งในการออกแบบ หรือการเตรียมผิวปลั๊กตามที่กล่าวมาแล้วก็ได้ วิธีที่จะช่วยในการถอดคือใช้ค้อนยางเคาะจากด้านหลังของปลั๊กให้ผิวของปลั๊กกับผิวของโมลด์ที่ยังอาจติดอยู่ร่อนออก และเป็นการให้อากาศภายนอกเริ่มแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างกลางของพื้นผิวทั้งสองได้ ถ้ายังไม่ออกให้เปื่อยขอบโมลด์แล้วใช้น้ำจากสายยางอัดเข้าไป บางท่านอาจจะใช้วิธีจุ่มทั้งปลั๊ก และโมลด์ที่ไม่ใหญ่เกินไปลงในถังน้ำ แล้วใช้น้ำจากสายยางอัดเข้าไปตามขอบที่เปื่อยอยู่ น้ำในถังซึ่งมีความดันอยู่แล้วรวมกับความดันน้ำจากสายยางจะแทรกเข้าไประหว่างพื้นผิวทั้งสองแล้วช่วยให้การถอดโมลด์ออกจากปลั๊กได้ง่ายขึ้น ถ้ายังไม่ออกก็ต้องใช้วิธีเคาะ ฟังเสียงหาจุดที่ยังติดอยู่แล้วใช้ดอกสว่านเบอร์ 1/8 นิ้ว เจาะที่เนื้อโมลด์แล้วใช้เครื่องอัดอากาศอัดเข้าไปเพื่อให้อากาศไปแทรกระหว่างพื้นผิวของปลั๊กกับผิวโมลด์ที่ยังติดอยู่ให้ได้มากที่สุด เวลาเจาะให้หาตำแหน่งที่เจาะที่ท่านจะสามารถซ่อมโมลด์ได้ง่ายที่สุดด้วย

โมลด์ที่เราได้มานี้เป็นโมลด์ใหม่ที่ทางฝรั่งเรียกว่า Green Mold เป็นโมลด์ที่จะต้องมาทำความสะอาด และตกแต่งผิวที่อาจมีความเสียหายจากการถอดโมลด์อีกที โดยอาจต้องมีการโป๊วแล้วขัดด้วยกระดาษทราย ไล่เบอร์ไปจนเรียบเนียน แล้วขัดด้วยฟ้านขัดหยาบสีแดง ขัดละเอียดสีขาว ตามที่ได้อธิบายมาในขั้นตอนการเตรียมผิวปลั๊ก โมลด์ที่พร้อมใช้งานนั้นผิวจะเรียบเป็นมันเงาแต่ก็มีความเสี่ยงว่าชิ้นงานอาจจะยังติดกับโมลด์ใหม่ได้ เพราะในโมลด์ใหม่มียังมีโมโนสไตรีนที่ยังอยู่ในเนื้อเรชั่นที่ยังระเหยไปไม่หมดจะค่อยๆออกมา ซึ่งไอของโมโนสไตรีนจะสามารถทำลายชั้นฟ้านขัดแบบออกไปได้บางส่วนทำให้ถอดชิ้นงานออกจากโมลด์ใหม่ได้ยากกว่าโมลด์เก่าที่ใช้มาได้ซักระยะหนึ่ง

3 เริ่มต้นทำชิ้นงาน

การทำชิ้นงานมีขั้นตอนที่คล้ายกับขั้นตอนการทำโมลด์มาก คือ เราจะถือชิ้นงานออกมาจากโมลด์เหมือนกับที่เราถือโมลด์ออกมาจากปลั๊กนั่นเอง แต่ต้องกล่าวซ้ำคร่าวๆ บ้างเพื่อความสะดวกในการอ้างอิงเมื่อ

จะทำงานเป็นส่วนๆ ในอนาคต ขึ้นตอนต่างๆ มีดังนี้

3.1. เตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ตามหัวข้อ 2.1

เหมือนกับขั้นตอนการทำโมลด์ แต่อาจมีบางอย่างที่มากกว่า เช่นมีการใช้ โยกิชู ที่เป็โยแก้วพิเศษ ใช้กับชั้นสุดท้ายเพื่อช่วยปิดลายเส้นของ โยแก้วให้ชั้นงานดูเรียบร้อยขึ้น หรือการใช้ แผ่นเสริมความหนา ไม่อัด หรือแผ่นรังผึ้ง แผ่นเหล็ก ในการวางเสริมไปตามจุดต่างๆ ของชั้นงาน ตามที่ออกแบบไว้ เพราะโดยทั่วไปชั้นงานไฟเบอร์จะถูกประกอบเข้ากับ ชั้นส่วนอื่นๆ ที่เป็นวัสดุต่างชนิด เช่นเหล็ก เช่นงานพนักเก้าอี้รถยนต์ เรือ อุปกรณ์กีฬา ถ้าต้องมีการขึ้นน็อต ขึ้นสกรูในจุดต่างๆ ก็ต้องฝังจุด ยึดเหล่านี้เข้าไปในเนื้อไฟเบอร์ด้วย

3.2. เตรียมผิวโมลด์ให้สะอาด และเรียบเป็นมัน

โดยการขัดแต่งให้สมบูรณ์ เพื่อให้โมลด์ที่ถอดออกมาจากปลั๊กตัวนั้น จะได้มีผิวเงางาม และไม่ต้องเสียเวลามากในการแต่งซ่อมผิวชั้นงานที่จะ ถอดออกจากโมลด์ตัวนั้น นอกจากนี้ยังช่วยให้การถอดโมลด์ออกจาก ปลั๊กเป็นไปโดยง่ายด้วย

3.3. จัดโมลด์ 5 ครั้งสุดท้าย ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

ซึ่งเป็นวิธีที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการถอดแบบชั้นงานไฟเบอร์โดย เฉพาะ ทุกครั้งที่มีการทำชั้นงานจะต้องมีการจัดโมลด์ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ เพราะขณะเมื่อถอดชั้นงานออกจากโมลด์นั้นวิธีที่ก่อตัวเป็นฟิล์ม บางๆ ในตอนที่เรากำลังจะหลุดติดไปกับชั้นงานด้วย เมื่อจะทำชั้นงานใหม่ จึงต้องจัดโมลด์ด้วยวิธีดังต่อไปนี้ทุกครั้ง แต่ผู้ผลิตบางรายก็จะลด จำนวนรอบในการจัดลงบ้างตามขนาดของชั้นงาน และความเก่า-ใหม่ ของโมลด์

3.4. เตรียมเจลค็อกเพื่อใช้พ่นชั้นแรก

โดยชั้นเจลค็อกที่พ่นไปบนโมลด์นี้จะเป็นชั้นผิวหน้าของชั้นงานเรานั้นเอง จะเป็นชั้นที่เราต้องการให้ชั้นงานมีความเงางาม และสามารถผสมสีเข้าไปในเนื้อเจลค็อกได้เลย ชั้นงานที่ถอดออกมาจากโมลด์ที่จะเป็นชั้นงานที่มีชั้นผิวหน้าอยู่ในตัว ไม่ต้องมาทำสีทีหลังอีก เราอาจจะจุ่มชั้นเจลค็อกไปเลยก็ได้ถ้าชั้นงานออกแบบมาไม่ต้องมีชั้นเนื้อสีเพราะเป็นชั้นงานที่ต้องเอามาทำสีทีหลังอยู่แล้ว เช่นพวกชั้นส่วนรถยนต์ หรือเป็นชั้นงานที่ไม่ต้องการผิวที่เรียบหรือสวยงามมากนัก เช่นพวกถังน้ำ

ถังเคมี แต่ถ้าเป็นชั้นงานที่ต้องการโชว์ความสวยงามเช่นสปีดโบ๊ท เรือสำราญ แก้อันนี้ แต่ไม่ต้องการมาพ่นสีกับให้เสียเวลา ชั้นงานนั้นก็จะต้องมีชั้นเจลค็อกเป็นชั้นเนื้อสีด้วย

3.4.1. เริ่มต้นด้วยการใส่สีสำหรับทำงานไฟเบอร์ลงไปเจลค็อกในอัตราส่วนที่ต้องการแต่ไม่เกิน 10% ของปริมาณเจลค็อก

3.4.2. ผสมตัวม่วง หรือเรียกอีกอย่างว่าโคบอลต์ ลงในเจลค็อกในอัตราส่วนประมาณ 0.1% ของปริมาณเจลค็อก แล้วกวนส่วนผสมทั้งสองให้เข้าด้วยกัน

3.4.3. ใส่ตัวเร่ง MEKP ตามลงไปก็อัตราส่วนประมาณ 1% ของปริมาณ เจลค็อก แล้วกวนให้เข้ากัน โดยทั่วไปเมื่อผสมโคบอลต์ และตัวเร่งลงไปแล้วเจลค็อก จะเริ่มเป็นเจลจนทำงานอีกต่อไปไม่ได้ภายใน 20 นาที ย้ำข้อควรระวังอีกครั้งว่าอย่าผสมโคบอลต์ลงไปในตัวเร่งโดยตรง เพราะจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ให้ความร้อนสูงซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้

3.5. ใช้กาพ่นสี หรือเครื่องพ่นเจลค็อกโดยเฉพาะ

พ่นเจลค็อกลงบนโมลด์ที่เตรียมผิวไว้แล้วโดยให้ความหนาของเจลค็อกประมาณ 0.5-1 มม. แล้วทิ้งไว้จนแห้งซึ่งปกติจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง สำหรับเจลค็อกผสมสีที่ไม่ใช่สีดำ และใช้เวลานานกว่านั้น สำหรับเจลค็อกผสมสีดำ

3.6. สัมผัสผิวเจลค็อกแข็งตัวดีแล้ว

ให้เริ่ม เตรียมเรซินสำหรับทำชั้นต่อไปของชั้นงานดังนี้

3.6.1. ผสมผงแคลเซียมลงในเรซินเพื่อเพิ่มเนื้อตามต้องการ เพื่อช่วยลดต้นทุน และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของพื้นผิว โดยต้องระวังเรื่องเรซินแห้งช้า และเนื้อของชั้นงานจะสูญเสียความเหนียวแน่นไป รวมทั้งน้ำหนักของชั้นงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ผู้ผลิตบางรายอาจเปลี่ยนจากการใช้ผงแคลเซียมมาเป็นผงทิลคัมแทนเพราะไม่อยากให้ชั้นงานมีน้ำหนักมากเกินไปเนื่องจากผงทิลคัมที่ปริมาณเท่ากันจะเบาว่าผงแคลเซียมนั่นเอง แต่ก็มีราคาสูงกว่าด้วย

3.6.2. ผสมโมโนโซไดรีนลงในเรซินเพื่อปรับลดความหนืดเพราะผงแคลเซียมที่ผสมลงไปก่อนหน้านี้จะทำให้เรซินมีความหนืดมากขึ้น

3.6.3. ผสมตัวม่วงโคบอลต์ลงในอัตราส่วนประมาณ 0.1 ของปริมาณเรซินแล้วกวนให้เข้ากัน

3.6.4. ใส่ตัวเร่ง MEKP ตามลงไปก็อัตราส่วนประมาณ 1% ของปริ

มาจนเรชั่น แล้วควนให้เข้ากัน เรชั่นที่ผสมโคบอลท์ และตัวเร่งแล้วจะเรชั่น เป็นเจลจนทำงานไม่ได้ภายใน 20 นาที

3.7. เริ่มวางใยแก้วที่ตัดเตรียมไว้ล่วงหน้าตามรูปแบบของงาน

โดยวางใยแก้วลงไปแล้วการเรชั่นให้เปือกทั่วด้วยลูกกลิ้งใยสังเคราะห์แล้ว ริดน้ำยาส่วนเกินรวมถึงไล่ฟองอากาศออกด้วยลูกกลิ้งเหล็ก การวาง ใยแก้วแล้วการเรชั่นนั้นควรทำทีละชั้น เพื่อให้การการเรชั่น การริดเรชั่น และการไล่ฟองอากาศเป็นไปอย่างสมบูรณ์ทุกชั้น ทำทีละชั้นดังนี้ได้ ความหนาที่ออกแบบไว้ ถ้าต้องใช้ใยทอเพื่อเสริมความแข็งแรงก็ให้ทำ ในลักษณะเดียวกันโดยถือเป็นชั้นหนึ่งของใยแก้ว โดยทั่วไปการผลิตชิ้น งานมักใช้ชั้นใยแก้วน้อยกว่าการทำโมลด์เพราะไม่ต้องการให้มีความ หนามากมายนัก ถ้าต้องการที่จะเสริมวัสดุอื่นเข้าไปในเนื้อชิ้นงานไฟ เบอร์กลาสเพื่อให้มีความหนามากขึ้นเช่นไม้อัด ไม้บิลซ่า โฟม หรือแผ่น ริงฝังตามการออกแบบที่วางไว้ในแต่ละส่วนก็วางลงไประหว่างชั้นใยแก้ว ได้เลย รวมทั้งส่วนประกอบที่จะใช้เป็นจุดยึดต่างๆ ก็วางสอดไปในชั้น ตอนเดียวกับการวางชั้นใยแก้วเหมือนกัน ในกรณีที่ไม่อยากให้เห็นลาย

ของใยแก้วโดยเฉพาะใยทอที่ด้านหลังของชิ้นงาน (ด้านที่ไม่ได้สัมผัส กับโมลด์) แผ่นชนิดนี้ ก็จะใช้ใยผิวซึ่งเป็นใยแก้วชนิดหนึ่งแต่มีความเรียบ เนียน และมีความบางมาก มาปิดทับแล้วการเรชั่นเป็นชั้นสุดท้ายได้

3.8. รอให้เรชั่นแข็งตัว

ซึ่งระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยเรื่องความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ รวมไปถึงสัดส่วนในการใส่ โมโนสไตรน์ ผงแคลเซียม และตัวเร่งด้วย เพราะผู้ ผลิตบางท่านจะมีการดัดแปลงอัตราส่วนในการผสมเรชั่นให้เป็นไปตาม งาน และสภาพอากาศในช่วงการผลิตชิ้นงานนั้นๆ แต่ปรกติแล้วผู้ผลิต มักรอให้เรชั่นแข็งตัวไม่เกิน 2 ชั่วโมง ก็ถอดชิ้นงานออกจากโมลด์แล้ว ซึ่งบางกรณีที่รีบมากๆ แค่ 40 นาทีก็ถอดชิ้นงานออกมาแล้วมาให้แข็ง ตัวเต็มที่ๆ นอกโมลด์อีกทีก็มี แต่สำหรับผู้ผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น เรือสำราญมักจะรอกันถึง 2-3 วันค่อยถอดชิ้นงานออกจากโมลด์เลยก็ ได้เลย ส่วนขั้นตอนการถอดชิ้นงานออกจากโมลด์ก็ไม่แตกต่างจากการ ถอดโมลด์ออกจากปลักในหัวข้อ 2.8 นั่นเอง

Composites Products



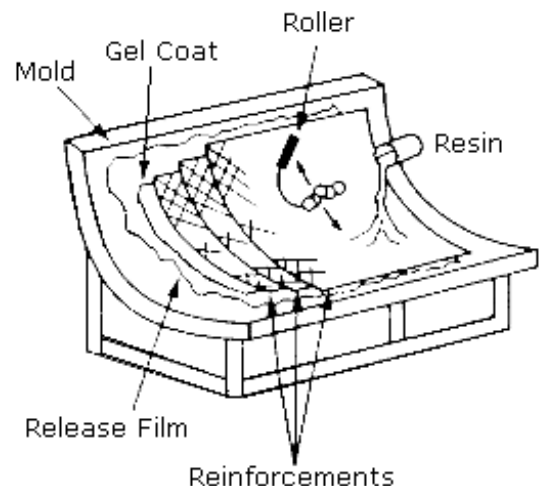
การทำไฟเบอร์กลาส ด้วยระบบแวกคัม (Infusion)



ก่อนจะกล่าวถึงกระบวนการผลิตชิ้นงานที่เรียกว่า Infusion ที่ช่างบางคนเรียกว่าระบบแวกคัมเพราะใช้ปั๊มแวกคัมนั้นจกกล่าวถึงวิธีการทำชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ ชักเล็กน้อยเพื่อความเข้าใจในหลักการทำงานเบื้องต้น

วิธีที่แรก ที่จะพูดถึงเป็นวิธีที่แพร่หลายที่สุดคือ วิธีการใช้มือทา หรือ Hand-layup

หลักการก็คือเอาใยแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ต้องการปูลงในแม่แบบ (โมลด์) แล้วเอาเรซินทาให้ทั่ว รอให้แห้งแล้วแกะออก ตัดแต่งเรียบร้อยเป็นอันเสร็จสิ้น (ตามภาพ) ข้อดีคือสะดวกรวดเร็ว ต้นทุนค่าวัตถุดิบ และวัสดุต่ำ แต่มันก็ใช้เครื่องพ่นเจลคิกถ้าต้องการให้ผิวหน้าเรียบ



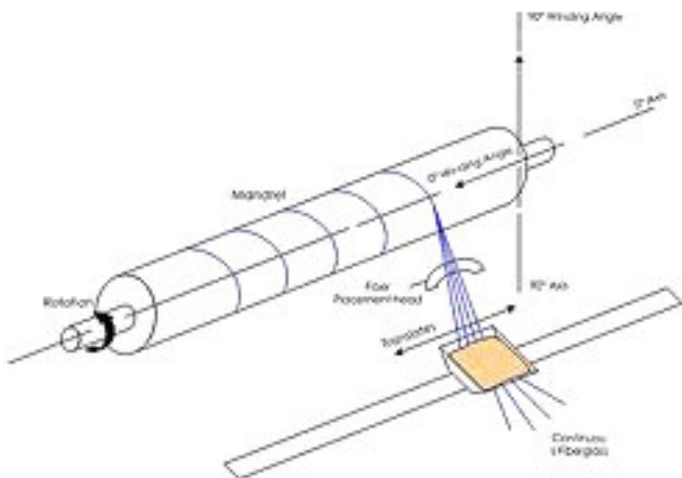
วิธีที่สอง เรียกว่า Spray-up

แทนที่จะเอาใยแก้วแผ่นป้อนโมลด์ แล้วทาเรซินด้วยมือคน วิธีนี้จะใช้ใยแก้วแบบเป็นม้วนเส้นด้ายป้อนเข้าเครื่องพ่นที่มีตัวตัดอยู่ พ่นออกมาเป็นเส้นที่ถูกตัดแล้วโดยที่ตรงหัวพ่นจะมีท่อพ่นเรซินพร้อมๆ กันไป พ่นเหมือนพ่นสี แต่ต้องมีคนที่คอยกลิ้งให้เส้นใยแก้วกับเรซินแบบไปกับโมลด์อีกที พอได้ความหนาที่ต้องการ ปล่อยให้แห้งแล้วแกะออกจากโมลด์ได้ ข้อดีคือต้นทุนวัตถุดิบต่ำ ทำงานแนวตั้งสะดวก ทำงานชิ้นใหญ่ๆ ได้ดี



วิธีที่สาม เรียกว่า Filament Winding

เป็นวิธีเฉพาะสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานทรงกระบอกเท่านั้นคือ ท่อ และถังต่างๆ โดยใช้ใยแก้วแบบม้วนเส้นด้าย ให้เส้นใยแก้ววิ่งผ่านอ่างเรซินแล้วขึ้นไปพันกับโมลด์ที่เป็นทรงกระบอกเหมือนกัน พันกันไปมาจนทั่วโมลด์ เมื่อแห้งแล้วดึงชิ้นงานออกจากโมลด์ ก็จะได้ท่อนไฟเบอร์กลาสกลวงสำหรับงานท่อ หรือถัง ต่อไป ในที่นี้เราจะขอไม่เอ่ยถึงกระบวนการนี้อีกเพราะเป็นกระบวนการขึ้นรูปทรงกระบอกเท่านั้น

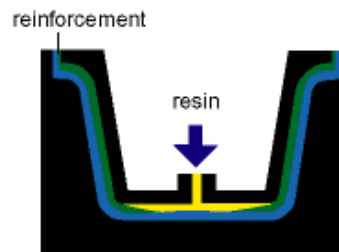


ทั้งแบบ Hand-layup และ Spray-up นั้นเป็นกระบวนการพื้นฐานที่ใช้ อยู่ทั่วโลก เหมาะกับการทำชิ้นงานทั่วไป เช่น ถังขนรถ หลังคารถ ถังบำบัด แก้ว ใต๊ะ ถึงขนาดเล็ก-กลาง รูปปั้น หินเทียม พระพุทธรูป คือ ชิ้นส่วนอะไรก็ได้ที่ต้องการความแข็งแรง แต่น้ำหนักเบา ทนการกัดกร่อน ข้อเสียของกระบวนการนี้คือ

1. ชิ้นงานเรียบด้านที่สัมผัสกับโมลด์ด้านเดียว
2. ยังมีความหนากอยู่

สำหรับชิ้นงานที่ต้องการให้เรียบทั้งสองด้าน เราสามารถใช้โมลด์สองตัว ประกบหน้าหลังได้ หรือใช้อีกกระบวนการหนึ่งไปเลย คือ RTM (Resin Transfer Molding)

Resin Transfer Molding - RTM



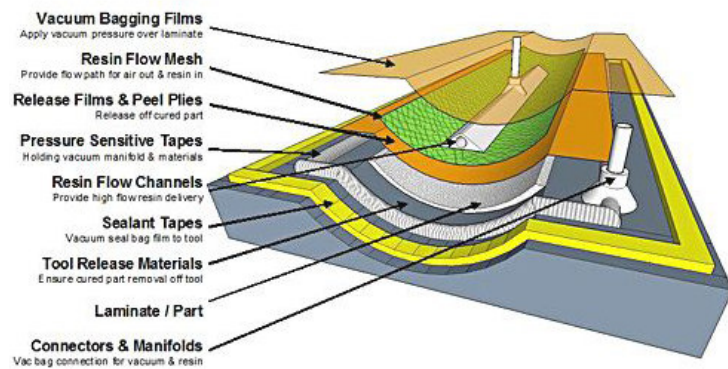
RTM นี้เหมือนกันหลักการใช้โมลด์ ประกบ แต่จะปิดโมลด์ตัวผู้กับตัวเมียให้สนิทก่อน ก่อนฉีดเรซินเข้าไป ในโมลด์จนทั่ว พอแห้งแล้วก็เปิด โมลด์ถอดชิ้นงานออก ข้อดีคือผิว ชิ้นงานจะเรียบสองด้าน แต่ข้อเสีย คือต้นทุนสูงทั้งตอนลงทุนเครื่อง

ฉีด โมลด์ และวัตถุดิบ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการเรียบสองด้าน และมี จำนวนชิ้นงานต่อแบบสูงๆ

ต่อมาได้มีการปรับกระบวนการผลิตไปบ้างคือลดแรงดันในการฉีดเรซิน ลงโดยเอาปั๊มสุญญากาศมาช่วย และเปลี่ยนไปใช้โมลด์ไฟเบอร์กลาส แทนโมลด์เหล็กเพื่อลดต้นทุนลง เรียกว่า Lite RTM แต่ต้นทุนยังสูงกว่า แบบ Handlay หรือแม้แต่ Handlay + โมลด์ประกบอยู่ดี

ส่วนในปัญหาที่สองคือเรื่องความหนักของชิ้นงานนั้น จะเป็นส่วน สำคัญขึ้นมาในบางกรณีเท่านั้นเพราะสินค้าบางอย่างลูกค้าก็ไม่ ต้องการให้เบาจนเกินไปจนรู้สึกไม่แข็งแรง เช่นพวกใต๊ะ แก้ว ใต๊ะ เป็นต้น แต่ถ้าเป็นพวกชิ้นส่วนรถยนต์, เรือ, เครื่องบิน ยิ่งลดน้ำหนักได้มาก ขึ้นเท่าไร ในขณะที่ยังคงความแข็งแรงเดิมๆ ไว้ได้ก็จะยิ่งได้เปรียบในเรื่อง ความเร็ว และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พอพูดถึงเรื่องลดน้ำหนัก นั้นขอให้ท่านเข้าใจก่อนว่าความแข็งแรงของชิ้นงานไฟเบอร์กลาสนั้นมา จากความแข็งแรงของเส้นใยแก้ว (หรือคาร์บอน) ที่อยู่ข้างใน ใยแก้วนั้น มีความแข็งแรงถึง Tensile Strength (TS) อยู่ที่ 2400 Mega Pascal ในขณะที่ โพลีเอสเตอร์เรซิน มี TS อยู่ที่ 50 Mega Pascal เท่านั้น ดังนั้นถ้าจะลดน้ำหนักโดยให้ความแข็งแรงของชิ้นงานคงที่ก็ต้องลดอัตรา ส่วนของเรซินลงให้มากที่สุด โดยปรกติแล้ว ถ้าขึ้นรูปด้วยกระบวนการ Hand Layup อัตราส่วนใยแก้วต่อเรซินจะอยู่ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ต่อให้

เราพยายามรีดเรซินออกให้มากที่สุดในตอนการเรซิน อัตราส่วนก็จะดีขึ้นได้อีกประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น วิธีรีดเรซินที่ดีที่สุดในปัจจุบันคือ กระบวนการที่เราจะพูดถึงในที่นี้คือ Infusion นั่นเอง



หลักการก็คือเราจะวางใยแก้ว และวัสดุเสริมแรงอื่นๆ ที่ต้องการลงไปบนโมลด์ ก่อนซึบโมลด์ให้สนิทด้วยฟิล์ม และซึบกันเร็ว ใช้ปั๊มดูดอากาศออกให้หมด แล้วปล่อยให้เรซินซึมผ่านเข้าไปในโมลด์อย่างช้าๆ ด้วยแรงดูดของปั๊ม จะมีเรซินส่วนเกินเข้าไปในระบบนี้น้อยมาก เพราะเมื่อเรซินเกินก็จะถูกดูดไหลออก เมื่อเรซินเต็มชิ้นงานเราก็ปิดปั๊ม รอให้แห้งก็แกะทุกอย่างออกได้เลย

ในกระบวนการการผลิตนั้นมีขั้นตอน รายละเอียด และเทคนิค ต่างๆ มากมาย ไม่ได้สั้นๆ ง่ายๆ อย่างที่เขียนสรุปมา ไม่ว่าจะเป็น Hand-layup, Spray-Up, Filament Winding, RTM, RTM-light โดยเฉพาะ infusion ที่มีวัสดุเส้นเปลี่ยนต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่มาก จึงน่าจะเป็นประโยชน์กับผู้อ่านที่เราจะพูดถึงทั้งอุปกรณ์ และขั้นตอนการทำงานแบบมีภาพประกอบในทุกขั้นตอนเพื่อความเข้าใจของท่านให้มากยิ่งขึ้น

รายการที่ 1 Vacuum Bag ใช้คลุมโมลด์ชั้นบนสุด



รายการที่ 2 Sticky Tape เหมือนเทปกาวยี่ห้อมาแต่คุณภาพดีกว่า ใช้ซึบ Vacuum Bag รอบโมลด์ให้คงความเป็นสุญญากาศไว้



รายการที่ 3 Peelply ใช้ปูกับใยแก้วเป็นชั้นกันไม่ให้ Vacuum Bag, ท่อ, และอุปกรณ์อื่นๆ ติด กับชิ้นงานเมื่อแห้งแล้ว มีคุณสมบัติยอมให้เรซินไหลผ่านได้ แต่จะไม่ติดกับเรซิน



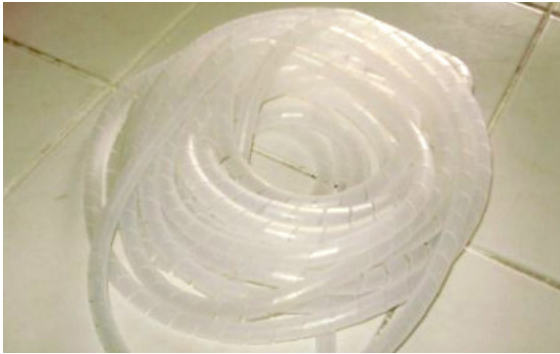
รายการที่ 4 สายยางซิลิโคนหรือ LDPE สำหรับเดินเรซิน



รายการที่ 5 ข้อแยกสำหรับวาง layout ท่อเรซินในลักษณะต่างๆ



รายการที่ 6 ท่อกระจายเรซิน (ใช้ท่อเก็บสายคอมพิวเตอร์)



รายการที่ 7 cap ทางเข้าเรซิน



รายการที่ 8 สเปรย์กาวเพื่อยึดแผ่นใยแก้วให้อยู่กับที่



รายการที่ 9 ใยพื้น CSM หรือ Stitched Mat (ใย CSM แบบเย็บ)



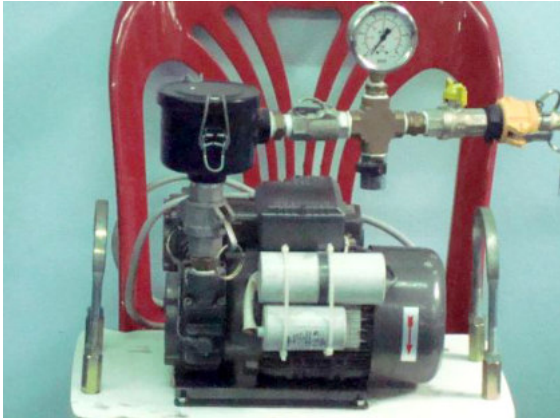
รายการที่ 10 ใยทางเดียว (Uni-direction) หรือสองทาง (Biaxial) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงตามแต่ที่ออกแบบ



รายการที่ 11 ถังดักเรซิน เป็นถังที่ต่อจันทันกลางระหว่างปั๊มกับโมลด์ เรซินที่ล้นออกจากโมลด์จะไหลไปตามท่อซิลิโคนแล้วล้นเข้าไปในถังดักแทนที่จะเข้าไปถึงตัวปั๊มโดยตรง

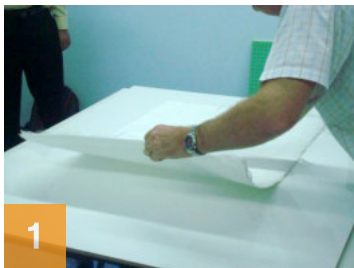


รายการที่ 12 ปีมสุญญากาศ เวลาซื้อแนะนำให้อู่ที่อัตราการดูดอากาศเป็น ลบม/ ชั่วโมง



โดยวัสดุในรายการที่ 1-7 เป็นวัสดุสิ้นเปลืองที่จะสูญเสียไปในการทำงานแต่ละรอบเนื่องจากการสัมผัสกับเรซิน ท่านผู้ผลิตจะต้องนำเอาวัสดุสิ้นเปลืองนี้มาคำนวณรวมกับต้นทุนวัตถุดิบอื่นด้วยเพื่อคำนวณว่ารายจ่ายที่จะได้นั้นคุ้มกันหรือไม่

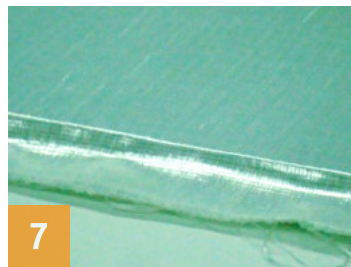
ภาพที่ 1 และ 2 หลังจากเตรียมผิวโมลด์ให้สะอาด และจัดให้มันวาวด้วยผ้าแห้งสะอาด หรือใช้น้ำยาถอดแบบตามปกติถ้าต้องการให้มีชั้นผิวเจลโค้ทให้เริ่มทาหรือสเปรย์เจลโค้ทเป็นชั้นแรกเหมือนขั้นตอนการทำชิ้นงานแบบ Hand-layup ทิ้งไป รอให้เจลโค้ทเริ่มแห้งซัก 1 ชม. เป็นอย่างน้อย แล้วเริ่มวางใยแก้วเป็นชั้นๆ ตามกำหนด ในแต่ละชั้นที่วางให้พ่นสเปรย์กาวเพื่อไม่ให้แต่ละชั้นเลื่อนตัว



ภาพที่ 3 และ 4 ในกรณีที่ต้องการให้มีชั้นวัสดุเสริมความหนา เช่น โฟม บัลซ่า หรือ แผ่นรังผึ้ง ให้วางไว้ตามลำดับชั้นที่ออกแบบไว้ ทั้งใยแก้ว และวัสดุเสริมแรงอื่นๆ ที่จะใช้นั้นให้คำนึงถึงการไหลของเรซินด้วย เช่นใยแก้วประเภท CSM จะให้เรซินไหลผ่านได้ช้า ส่วน Biaxial จะให้เรซินไหลผ่านได้เร็วกว่า และ Unidirectional ที่วางเส้นใยตามการไหลของเรซินจะให้เรซินไหลผ่านได้เร็วที่สุด วัสดุเสริมแรงประเภทโฟม และไม้บัลซ่าจะมีการเซาะร่องไว้ที่พื้นผิวเพื่อช่วยให้เรซินไหลผ่านไปได้ดีด้วย เพราะตัววัสดุเองนั้นเรซินไหลผ่านไม่ได้



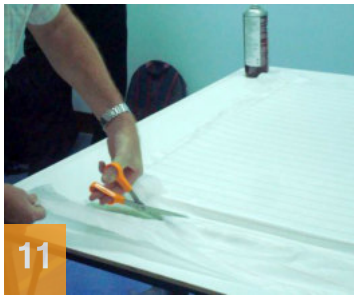
ภาพที่ 5 - 8 เมื่อวางใยแก้วกับวัสดุเสริมความหนาแล้ว ให้รีดขอบสันให้เรียบร้อย ให้มีช่องว่างตามขอบน้อยที่สุดเพื่อกันไม่ให้เกิดเป็นแอ่งเรซิน (จะไม่มีใยแก้วอยู่ตรงนั้น) ซึ่งเป็นจุดอ่อนของชิ้นงาน โดยต้องทำอย่างนี้ในทุกๆ ชั้นของใยแก้วที่วางกับลงไป



ภาพที่ 9 และ 10 หลังจากปูวัสดุเสริมแรงทั้งใยแก้ว และวัสดุเสริมความหนาไม่ว่าจะเป็นโฟม ไม้บัลซ่า หรือ แผ่นรังผึ้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปูทับด้วยผ้าไนลอนที่เรียกว่า Peelply ก่อนปูให้ฉีดยาเคลือบกันไม่ให้ Peelply เคลื่อนตัว ระยะเวลาของ Peelply ให้คลุมพื้นที่ที่จะเป็นชิ้นงานทั้งหมดเพื่อเป็นชั้นกันไม่ให้ชิ้นงานไปติดกับอุปกรณ์ก่อและ Vacuum Bag ตอนที่เรซินแข็งตัวแล้ว



ภาพที่ 11 และ 12 ทำการตัดขอบวัสดุต่างๆ ที่ยาวมากจนเกินไปออก เพื่อให้มีที่ว่างตามขอบโมลด์ (ปึกโมลด์) ไว้ติด Sticky tape สำหรับซิล Vacuum bag คลุมโมลด์



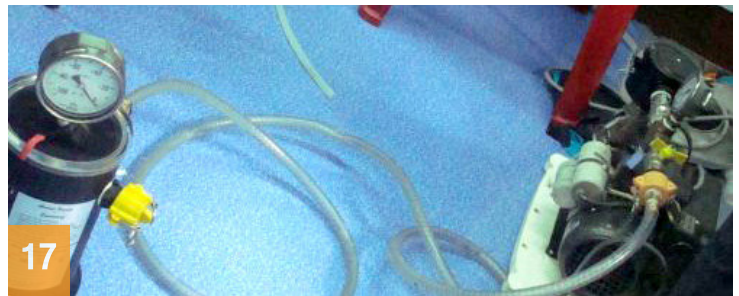
ภาพที่ 13 และ 14 ให้ทำตัวเบรคเรชั่นเพื่อใช้พันตรงปลายท่อทางออกของเรชั่น (ท่อที่ดูดอากาศเข้าเครื่องปั๊มสุญญากาศ) ซึ่งตัวเบรคนี้จะช่วยให้เรชั่นที่เกินออกมาจากชั้นงาน ไหลเข้าสู่ท่อทางออกข้างล่าง โดยเราจะใช้ใยแก้ว CSM เบอร์ 300 หรือ 450 ตัดเป็นหน้ากว้าง และยาวตามขนาดที่ต้องการวางลงบน Peelply ที่ขนาดใหญ่กว่า CSM ที่ตัดมาเล็กน้อยโดยให้พันสเปรย์กาวระหว่างชั้น Peelply กับ CSM ด้วยจะได้ติดกันได้ดีๆ นำตัวเบรคเรชั่นดังกล่าวมาพับครึ่งแล้วพันประกบที่ปลายท่อทางเรชั่นออกทั้งสองฝั่ง ปิดปลายท่อทั้งสองด้วยเทปกาวย่นเพื่อกระจายแรงดูดให้ไปทั่วทั้งท่อ เรชั่นเมื่อพันจากชั้นงานจะต้องวิ่งผ่าน CSM ก่อนเข้าท่อ CSM ที่มีการวางตัวของเส้นใยแบบสลับไปมาแบบทุกทิศทางจะชะลอการไหลของเรชั่นให้ช้าลง ถ้าเราสามารถหยุดระบบก่อนที่เรชั่นจะวิ่งมาถึงถึงดักเรชั่นก็จะประหยัดท่อที่จะเสียไประหว่างข้อต่อของเหลือกับถึงดักเรชั่นไปได้อีกหน่อยนึง



ภาพที่ 15 และ 16 ติด Sticky Tape รอบขอบโมลด์เพื่อเป็นซิลสุญญากาศระหว่างผิวโมลด์กับ Vacuum bag ติดให้ Sticky Tape เป็นเส้นกับกันที่มุมหรือรอยต่อเพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะไม่รูดร้วยใดๆ ตามรอยต่อ เราไม่จำเป็นต้องบีบ Sticky Tape ให้ติดแน่นไปกับผิวโมลด์ แคกดเบาๆ ให้ติดกันก็เพียงพอแล้ว



ภาพที่ 17-19 ก่อนที่จะเริ่มขั้นตอนต่อไป ให้ทำการทดสอบการทำงานของปั๊มสุญญากาศ และการกักเก็บความดัน (ที่เป็นลบ) ของระบบสุญญากาศของถึงดักเรชั่นเสียก่อน เนื่องจากขั้นตอนทดสอบนี้จะใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมง การทดสอบเช่นนี้เป็นการทดสอบระบบที่ละส่วนเพื่อหากเกิดมีจุดรั่วขึ้นมาตั้งแต่ขั้นตอนนี้จะจัดการแก้ไขได้ก่อนเลย ซึ่งจะง่ายกว่าที่จะต่อปั๊ม และถึงดักเรชั่นเข้ากับโมลด์ แล้วทดสอบระบบรวมกันทีเดียวเลย พอเจอปัญหารอยรั่วแล้วต้องมาคลำว่ารั่วมาจากส่วนของโมลด์ หรือว่ามาจากปั๊ม หรือมาจากถึงดักเรชั่นกันแน่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบปั๊ม และถึงดักเรชั่นควรอยู่ที่ครึ่งชั่วโมงโดยเผื่อสังเกตที่เข็มวัดความดันว่าคงที่ตามกำหนดหรือไม่



ภาพที่ 20-22 ระหว่างที่รอการทดสอบปั๊มสุญญากาศกับถึงดักเรชั่นให้เรากลับมาเตรียมระบบสุญญากาศของโมลด์กันอีกครั้ง เริ่มจากการต่อสายซิลโคนตรงต่อแยกให้เป็นทางออกของเรชั่นที่ล้นออกจากโมลด์ให้เข้าไปสู่ถึงดักเรชั่น พัน Sticky Tape รอบสายซิลโคนตรงตำแหน่งขอบโมลด์ (ปึกโมลด์) ที่เราปิด Sticky Tape ไว้เป็นซิลโดยรอบก่อนหน้านี้จะเห็นว่าท่อพันสายคอมฯ ที่เรานำมาใช้เป็นท่อให้เรชั่นส่วนเกินไหลออกนี้จะวางอยู่ตรงขอบโมลด์ หรือปึกโมลด์ในการทำงานจริงนั่นเอง

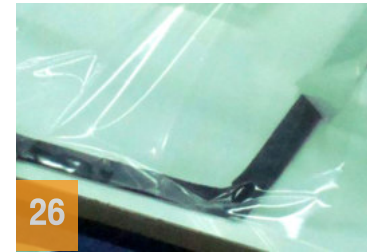


ภาพที่ 23 และ 24 วัดขนาด Vacuum Bag ที่จะใช้ให้ใหญ่กว่าขนาดชิ้นงาน (ที่รวมความสูง และขอบสันต่างๆ แล้ว) ไปอีกสัก 20% เพื่อจะคลุม Vacuum Bag ได้หมดไปจนพ้นปีกโมลด์ และเพื่อไว้สำหรับรอยพับต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนการดูดอากาศด้วย



ภาพที่ 25-28 เราจะเริ่มปู Vacuum Bag ลงบนโมลด์ เริ่มการปูจากมุมใดมุมหนึ่งก่อนโดยการลอกกระดาษที่ Sticky Tape ออกเฉพาะตรงจุดที่จะเริ่ม ถ้าลอกกระดาษที่ Sticky Tape ออกหมดเราจะปู Vacuum Bag ไม่ได้ดีเพราะ Sticky Tape มีความเหนียวมากมันจะติดกับ Vacuum Bag กันที่ที่โดนกัน ต้องมาคอยระวังคอยแกะยุ่งไปหมด เมื่อติดที่มุมหนึ่งแล้วให้ยับไปเรื่อยๆ จากมุมนั้น เมื่อเจอส่วนสูงของโมลด์ ให้ทำจีบตามความสูงของส่วนนั้นไว้เพื่อเวลาดูดอากาศออกจะได้มีเนื้อ Vacuum Bag เพียงพอที่จะแนบไปกับผิวโมลด์ได้สนิท ให้ทำจีบเป็นระยะๆ ะให้มีเนื้อ Vacuum Bag เพียงพอกับส่วนบนส่วนเว้าต่างๆ ไปจนสุดอีกมุมหนึ่ง แล้วทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆจนครบทุกด้าน ในการทำจีบนั้นให้ตัด Sticky Tape ให้ยาวเป็นสองเท่ากว่าๆของความสูงของจีบ ให้คว่อด้านที่ยังมีกระดาษติดอยู่ลงข้างล่างเพื่อความสะดวกในการทำงาน แกะกระดาษด้านล่างนี้ออกสัก 2 cm. เพื่อใช้เป็นงานแปะบน Sticky Tape ที่เป็นช่องว่างข้างล่าง เริ่มติดไล่ Vacuum Bag จากปลายวา Sticky Tape ด้านนี้จนสุดปลายของมันอีกด้านแล้วพับจีบตรงกลางให้เป็นรอยไว้ก่อนตอนนี้ก็แกะกระดาษด้านใต้ที่เหลืออยู่ออกได้เพื่อรู้ด Sticky Tape ให้

เป็นจีบขึ้นมา ให้มีงาอีกด้านไว้ติดกับซิลข้างล่าง เหมือนกับงาฝั่งแรกนั่นเอง



ภาพที่ 29 และ 30 เมื่อไล่ติดจนครบทุกด้านแล้วจะมี Vacuum Bag ที่ยาวเกินอยู่บ้างก็ให้ใช้วิธีทำจีบตรงส่วนเกินนั้นด้วย การติด Vacuum Bag กับ Sticky Tape นั้นเราไม่จำเป็นต้องกดแรงจน Sticky Tape บี้แบน ให้แค่ติดกันเรียบสนิทไม่มีรอยย่นของ Vacuum Bag ก็เพียงพอ เพราะแรงดันจากภายนอกเมื่อเราเริ่มปั๊มอากาศออกจะช่วยกดให้ Vacuum Bag ติดกับ Sticky Tape ได้อย่างแน่นสนิทอยู่แล้ว



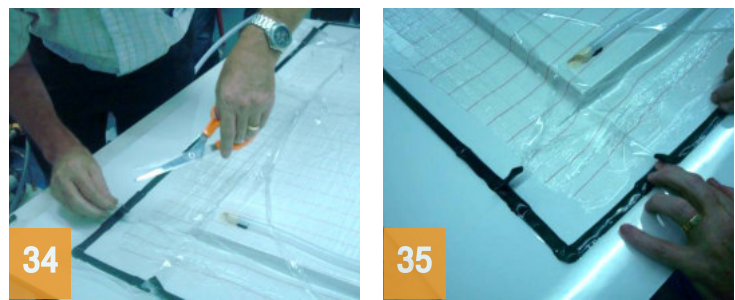
ภาพที่ 31 และ 32 ถึงตอนนี้เราได้เตรียมระบบสุญญากาศของโมลด์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทำการทดสอบระบบต่อจากที่ได้ทดสอบปั๊ม Vacuum และถังดิ่งเรชั่นเมื่อขั้นตอนก่อนหน้า เริ่มจากการต่อท่อทางออกเรชั่น (ด้านที่มีมือจับอยู่) เข้ากับถังดิ่งเรชั่น อากาศที่อยู่ในโมลด์จะถูกดูดออกผ่านท่อทางออกไปยังถังดิ่งเรชั่นแล้วเข้าปั๊ม Vacuum กันที่ถุง Vacuum Bag จะถูกดูดให้ยุบตัวติดกับโมลด์ ระหว่างการยุบตัวให้คอยจับ Vacuum Bag ให้ยุบตัวได้แบบสนิทกับอุปกรณ์และวัสดุต่างๆ ให้มากที่สุด



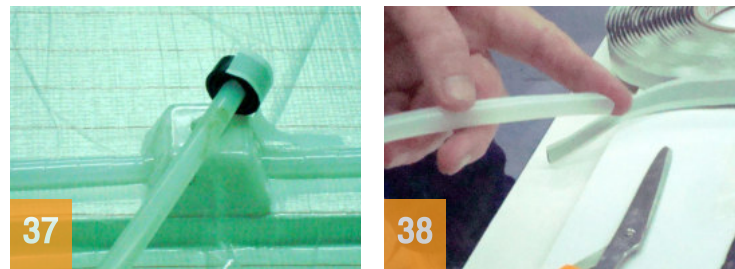
ภาพที่ 33 ระงับอย่าให้มีรอยยับของ Vacuum Bag ตรงจุดที่เป็น cap ทางเข้าเรซินซึ่งจะทำให้เกิดการรั่วซึมเมื่อต่อท่อให้เรซินเข้าแล้ว



ภาพที่ 34 และ 35 เมื่ออากาศถูกดูดออกหมด หรือเกือบหมดแล้วเราสามารถตักของของ Vacuum Bag ที่เกินออกไปจากซิล Sticky Tape ได้ การทำเช่นนี้จะช่วยให้เราสังเกตเห็นรอยรั่วได้ง่ายขึ้น วิธีการตรวจสอบรอยรั่วให้ดูจากฟองของบับว่าอยู่คงที่หรือไม่ประกอบกับการฟังเสียงรั่วของลมตามขอบซิล



ภาพที่ 36-38 เมื่อตรวจสอบระบบ และแก๊วรอยรั่วต่างๆ จนมั่นใจแล้วเราจะทำท่ออุดเรซินเข้า โดยตัดยางซิลโคนตามความยาวที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างจุดวางถังเรซินกับโมลด์เป็นสำคัญ ให้ตัดปลายสายยางด้านที่จะเสียบเข้ากับ cap ทางเข้าเรซินเป็นแนวตรงธรรมดาแล้วพันด้วย Sticky Tape ซัก 2-3 รอบที่ปลายด้านนั้นเพื่อใช้เป็นซิลกันอากาศเข้าระหว่างสายยางกับ cap ส่วนปลายอีกด้านของสายยางให้เราตัดเป็นแนวเฉียง เพราะเราจะจุ่มปลายด้านนี้ลงในถังเรซินแนวเฉียง จากการตัดนี้จะป้องกันไม่ให้ปลายสายยางไปอุดกับก้นถังเรซินทำให้เรซินวิ่งเข้าสายยางไม่ได้



ภาพที่ 39 และ 40 บีบสายยางซิลโคนตรงกลางด้วยคีมปากเปิดก่อนที่จะเอาปลายด้านเรียบเสียบเข้ากับ cap ทางเรซินเข้า คีมปากเปิดที่บีบสายยางไว้จะกันไม่ให้อากาศถูกดูดเข้ามาในโมลด์ได้ ดังนั้นในการเสียบสายยางเข้ากับ cap ก็ต้องทำด้วยความรวดเร็วเพื่อให้อากาศเข้าไปในระบบน้อยที่สุด กด Sticky Tape ที่พันไว้ที่ปลายสายยางให้แนบสนิทกับ cap จนมั่นใจว่าไม่มีรอยรั่วให้อากาศเข้าได้

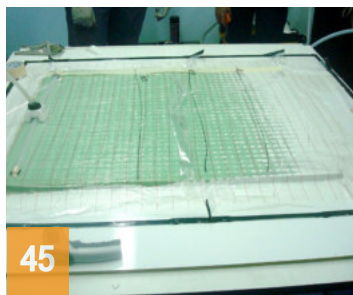
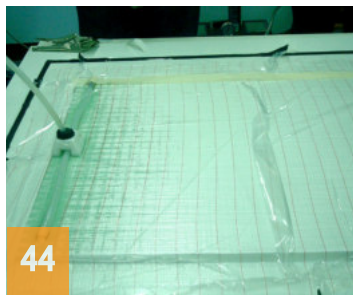
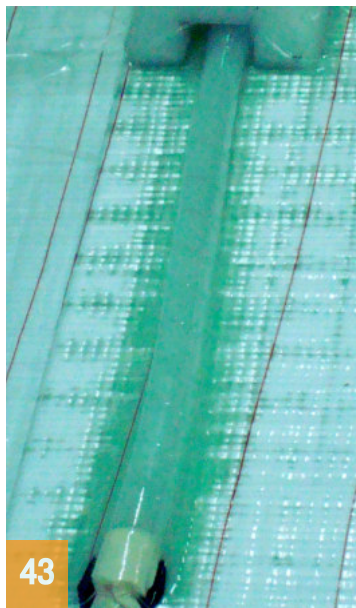


ภาพที่ 41 และ 42 นำสายยางอีกด้านที่เป็นปลายเฉียงจุ่มลงในถังเรซินที่ผสมโคบอลต์ และตัวเร่งตามอัตราส่วนที่ต้องการไว้ล่วงหน้าแล้วปลดคีมปากเปิดออก เรซินในถังจะถูกระบบสุญญากาศดูดผ่านเข้าไปในโมลด์ทันที ระหว่างที่ดูดเรซินอยู่นั้นให้ระงับอย่าให้สายยางซิลโคนเลื่อนหลุดออกจากถังเรซินได้ เพราะอากาศจะถูกดูดเข้าไปค้างอยู่ในโมลด์ผสมกับเรซินทันที ถึงแม้จะรีบจุ่มสายยางกลับไปในถังเรซิน เรซินที่ไหลเข้าไปในโมลด์ก็ไม่สามารถไล่อากาศเหล่านั้นออกได้หมด จะเห็นเป็นฟองขาวๆ ค้างอยู่ในชิ้นงานเต็มไปหมด ในการสาธิตครั้งนี้เราใช้กระดาษกาวย่นยึดสายยางซิลโคนไว้กับถังเรซิน



ภาพที่ 43-45 ปลอ่ยให้ระบบสุญญากาศค่อยๆ ดูดเรซินให้ซึมเข้าสู่โมลด์ เราจะเป็นเห็นเรซินซึมผ่านวัสดุเสริมแรงต่างๆ ตามแนวท่อกระจายเรซินที่วางไว้เป็นสี่ที่พับขึ้นมา โดยเรซินจะวิ่งจากทางเข้าวิ่งไปหาท่อทางออกที่

ต่อกับถึงดัก และปั๊ม ความเร็วในการซึมผ่านของเรซินจะขึ้นอยู่กับความหนืดของตัวเรซินเอง รวมไปถึงความหนาของชั้นงาน และชนิดของวัสดุเสริมแรงที่ใช้ การวางตัวของเส้นใยแก้วเองก็มีความสำคัญมากเช่นกัน ถ้าการไหลซึมของเรซินเป็นไปในทางเดียวกับเส้นใยแก้ว เรซินก็จะไหลซึมได้เร็วขึ้นมาก



ภาพที่ 46 และ 47 เมื่อเรซินซึมผ่านมาถึงตัวเบรคเรซินก่อนเข้าสู่ท่อทางออก เรซินควรจะซึมเต็มโมลด์แล้วให้เราใช้คีมปากเปิดหนีบสายยางซิลิโคนที่อยู่ระหว่างท่อทางออกเรซินกับถึงดักเรซิน เพื่อชะลอแรงดันของระบบสุญญากาศ แต่เราก็ไม่ต้องการปิดปั๊ม Vacuum เช่นกัน เพราะระบบสุญญากาศที่กดโมลด์อยู่อาจจะเสียไปเนื่องจากคีมปากเปิดหนีบสายยางได้ไม่สนิทพอ อย่างไรก็ตามในกรณีที่เรซินมาถึงท่อทางออกแล้ว แต่เรซินก็ยังไม่ซึมเต็มโมลด์ (โดยเฉพาะในกรณีที่เรซินให้มีทางออกหลายทาง) เราก็ต้องปล่อยให้เรซินบางส่วนวิ่งผ่านท่อทางออก เข้าสู่ถึงดักเรซินจนกว่าเรซินส่วนอื่นจะซึมทั่วพื้นที่โมลด์ตามต้องการแล้วเท่านั้น แล้วค่อยใช้คีมปากเปิดหนีบสายยางซิลิโคนที่ต่อจากท่อทางออกได้ เสร็จแล้วให้ใช้คีมปากเปิดอีกอันหนีบท่อทางเข้าเรซินระหว่างถึงเรซินกับ cap ทางเข้า เพื่อไม่ให้ระบบดูดเรซินเพิ่มเข้ามาในโมลด์อีก เนื่องจากว่าคีมปากเปิดไม่สามารถหนีบสายซิลิโคนให้ปิดสนิทได้ 100% ให้เราเติมตัวเร่งลงในถึงเรซินให้เรซินส่วนที่เหลือแข็งตัวให้เร็วที่สุดเพื่อจะได้เป็นตัวอุดกั้นซิลิโคนนั่นเอง นั่นหมายความว่าเรซินที่เตรียมไว้ในถึงจะต้องมากกว่าเรซินที่จะใช้ในการทำชิ้นงานจริงเสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เรซินหมดแล้วระบบดูดอากาศเข้าไปในโมลด์ได้

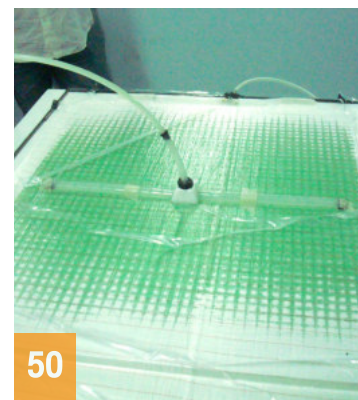
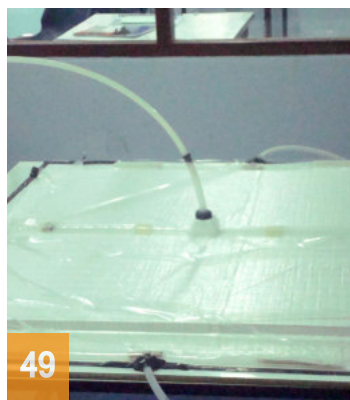


ภาพที่ 48 เราต้องเปิดปั๊ม Vacuum ทั้งไว้จะกว่าเรซินจะเริ่มแข็งตัวแล้วอุดท่อทางออกจึงสามารถปิดปั๊มได้ เมื่อเรซินแข็งตัวดีแล้วค่อยลอกเอา Vacuum Bag ออกตามด้วยอุปกรณ์พวกท่อกระจายเรซิน สายยางซิลิโคน Sticky Tape และท้ายสุดคือ Peelply โดยวัสดุทุกอย่างที่กล่าวมานั้นเป็นวัสดุสิ้นเปลืองที่ต้องเสียไปในการทำการ Vacuum ชิ้นงาน ทุกๆ ชิ้นเพราะมันต้องสัมผัสกับเรซิน

จากนั้นก็ทำการแกะชิ้นงานออกจากโมลด์ตามปกติ ชิ้นงานที่ได้จะมีผิวหน้าที่สัมผัสกับ Peelply แบบกึ่งเรียบ คือยังมีรอยของ ผิว Peelply และรอยจับอยู่



ภาพที่ 49 และ 50 เป็นตัวอย่างการวางจุดเรซินเข้าและออกในลักษณะอื่นๆ ทั้งนี้ผู้ผลิตต้องพิจารณาจากรูปลักษณะ และขนาดของโมลด์ รวมทั้งทิศทางการวางตัวของเส้นใยแก้ว โดยอาศัยประสบการณ์เป็นสำคัญว่าจะวางจุดเหล่านี้ที่ส่วนใดของโมลด์เพื่อให้เรซินไหลซึมได้เร็วและทั่วถึงที่สุด



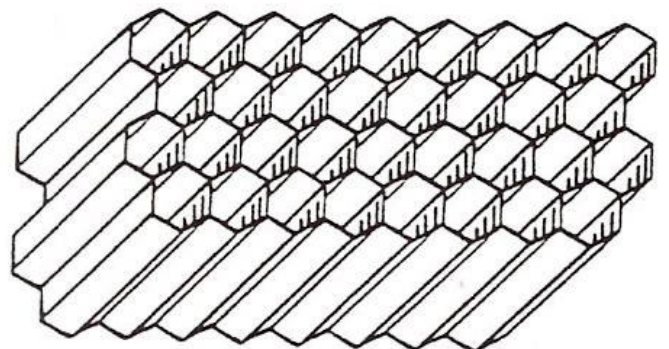
แผ่นรังผึ้งคืออะไร? ความเป็นมา

อะไรคือแผ่นรังผึ้ง

ในที่นี้เราหมายถึงแผ่นรังผึ้งที่เราใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานไฟเบอร์กลาสเป็นแผ่นขึ้นรูปจากวัสดุแผ่นบางมาติดเข้าด้วยกันในแนวตั้งให้เหมือนกับเซลล์หกเหลี่ยมในรังผึ้งตามธรรมชาติ แต่ลักษณะอาจเปลี่ยนไปได้เป็นเซลล์ทรงกลม, ทรงสี่เหลี่ยม หรือรูปทรงอื่นๆ ก็ได้ จะใช้ในงานที่ต้องการลดน้ำหนักแต่คงความหนาที่ต้องการไว้เป็นหลัก เช่น ผนังเรือ หลังคา รถ ปีกเครื่องบิน ท่อ ถึง ใบพัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดมเรดาร์

อันที่จริงก็มีวัสดุหลายอย่างที่เราใช้เสริมเข้าไปในการขึ้นรูปชิ้นงานไฟเบอร์ได้ นอกเหนือจากการใช้เรซิน และใยแก้ว ล้วนๆ ไม่ว่าจะเป็น

ไม้อัด ไม้บัลซ่า แผ่นโพลีเอสเตอร์อัดเสริมความหนา แผ่นรังผึ้งเองก็ใช้ในลักษณะเดียวกัน แต่สิ่งที่จะได้จากแผ่นรังผึ้งคือทั้งความเบา และความแข็งแรงในขณะเดียวกันเมื่อเทียบกับวัสดุอย่างอื่นที่ใช้กันอยู่ แผ่นรังผึ้งในปัจจุบันมีมากมาย ทำขึ้นจากวัสดุที่แตกต่างกันไป เช่น กระดาษ อลูมิเนียม โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน ฯลฯ



ก่อนที่จะมาเป็นแผ่นรังผึ้งรับแรงในปัจจุบันนั้นแรกเริ่มเดิมทีนั้นย้อนไปประมาณเมื่อ 2000 ปีก่อน ชาตจีนได้นำกระดาษมาทำเป็นรังผึ้งขึ้นรูปเป็นเครื่องประดับตกแต่งบ้าน แม้ในทุกวันนี้เรายังเห็นรังผึ้งกระดาษที่ประดับตกแต่งตามเพดาน หรือตามต้นคริสต์มาสอยู่ งานรังผึ้งที่ใช้ในงานโครงสร้างแรกๆ นั้นเห็นจะเป็นงานสร้างสะพานรถไฟข้ามแม่น้ำในแคว้นเวลส์เมื่อปี 1845 โดยใช้ไม้ประเภทลังไฟทำเป็นตะแกรงเซลล์สี่เหลี่ยม แล้วปิดด้วยฝากระดานข้างบน และข้างล่าง (การใช้วัสดุแกนน้ำหนักเบาประกับกับวัสดุกับหน้า-หลังที่เป็นแผ่นกับต้นนี้มีศัพท์เรียกในวงการว่าโครงสร้างแบบแซนวิช) ถัดมาในปี 1919 ได้มีการนำผิวมะฮอกกานีมาประกับกับไม้บัลซ่า (แกนรังผึ้งได้) ถือเป็นโครงสร้างแบบแซนวิชเช่นกันในการทำาสกี และท้องสกีของเครื่องบินน้ำที่ใช้ในสมัยนั้น โครงสร้างแซนวิชแบบนี้เป็นที่แพร่หลายมากขึ้นระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 เครื่องบินน้ำของอิตาลีทั้งฝูงบินที่ใช้ไม้อัดประกับกับไม้บัลซ่าบินไปได้ถึงบราซิลในช่วงทศวรรษ 1920 และบินไปร่วมงานการบินโลกที่ชิคาโกในปี 1930 นั้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิสัยการบินในระยะไกลมากๆ ได้โดยใช้โครงสร้างแซนวิช

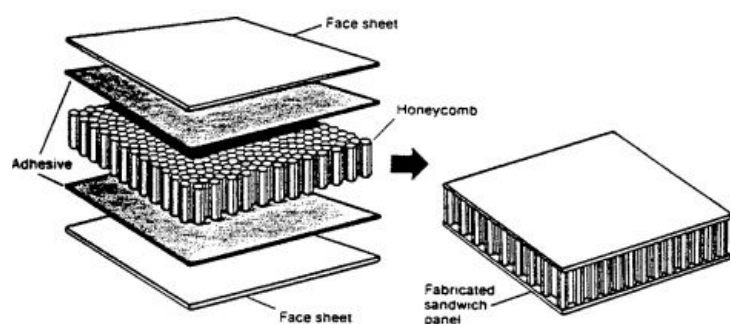
การผลิตในเชิงอุตสาหกรรมของแผ่นรังผึ้งเริ่มต้นในทศวรรษที่ 30 เมื่อ นาย J.D. Lincoln นำกระดาษมาทำเป็นรูปรังผึ้งแล้วปิดด้านบน และด้านล่าง (แซนวิช) ด้วยแผ่นไม้บาง ใช้ในการทำชุดเฟอร์นิเจอร์ ต่อมาได้มีการนำแผ่นรังผึ้งกระดาษมาพัฒนาทำเป็นโดมเรดาร์ในเครื่องบินสื่อสาร หรือเครื่องบินสอดแนมของทางทหาร แต่ข้อเสียของแผ่นรังผึ้งกระดาษก็คือการดูดความชื้น พอในช่วงปลายทศวรรษ จึงได้มีการพัฒนาจากการใช้กระดาษมาเป็นวัสดุชนิดอื่นๆ มาขึ้นรูปเป็นแผ่นรังผึ้งแทน เช่น วัสดุจำพวกผ้าฝ้าย, ผ้าใยแก้ว รวมไปถึงแผ่นอลูมิเนียม

ในช่วงเดียวกันนั้นเองบริษัท Havilland Airplane ก็ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องบินทิ้งระเบิดที่ใช้โครงสร้างแซนวิชมาทำเป็นโครงของเครื่องบิน ผลที่ได้จากการพัฒนาได้นำไปสู่การยอมรับ และนำโครงสร้างแบบแซนวิชไปใช้ในวงการอากาศยานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในเกาะอังกฤษที่นักออกแบบอากาศยานได้ทำการค้นคว้าจนนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างแบบแซนวิชที่ดียิ่งขึ้น และมีวัสดุที่ใช้ทำแผ่นรังผึ้ง และแผ่นปิดที่แข็งแรง และเบายิ่งขึ้น

มาจนถึงปี 1945 ที่ได้มีการผลิตแผ่นรังผึ้งเป็นอลูมิเนียม 100% ขึ้นมา และยังได้มีการพัฒนาตัวประสาน (กาว) ระหว่างแกนกลางคือแผ่นรังผึ้งและแผ่นปิด โดยได้แก้ปัญหในเรื่องกาวที่มักจะไหลเยิ้มเข้าไปสู่เซลล์รังผึ้งแทนที่จะอยู่แต่บนขอบเซลล์ที่เป็นจุดรอยต่อกับแผ่นปิด อย่างไรก็ตาม

ก็ตาม ในช่วงนั้นก็ยังมีความสับสนจากกาวอยู่ค่อนข้างมาก ผนังเซลล์รังผึ้งจะต้องทำเป็นรูพรุนเล็กๆ เพื่อให้สารระเหยนี้ระบายออกไปทางด้านข้างตามความหนาของแผ่น ไม่อย่างนั้นสารระเหยเหล่านี้จะดันออกทางข้างบน และด้านล่างทำให้แผ่นปิดติดกับแผ่นรังผึ้งไม่ได้ แต่ในปัจจุบันแผ่นรังผึ้งแบบพิเศษก็ยังทำให้ผนังเซลล์มีรูพรุนอยู่เพื่อใช้ในการทางอากาศที่ไม่ต้องการให้มีการกักของอากาศอยู่ในเซลล์รังผึ้ง

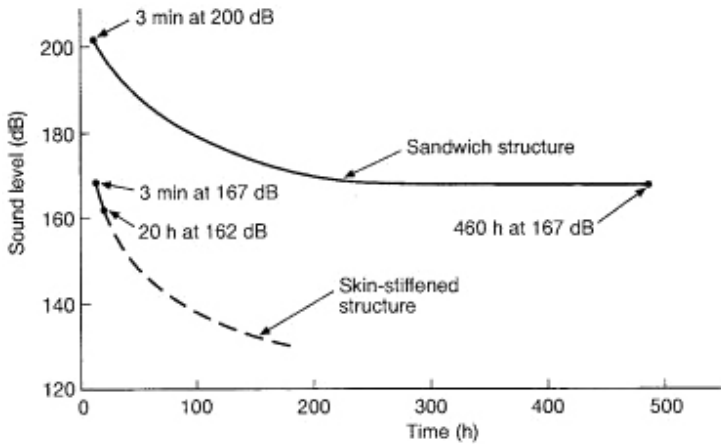
นอกจากงานรับแรงแล้ว แผ่นรังผึ้งยังถูกใช้ในวงการอื่นๆ ได้ด้วย เช่น เป็นตัวซึมซับแรงกระแทก (หลักการเดียวกับ crumple zone ในรถยนต์) เป็นตัวปรับทิศทางของไหลของอากาศ เป็นตัวควบคุมการถ่ายเทอุณหภูมิ เป็นตัวกันเสียง และลดเสียงสะท้อน เป็นตัวกระจายแสง รวมถึงการใช้เป็นตัวกันความถี่วิทยุ ซึ่งเรายังไม่กล่าวถึงในที่นี้



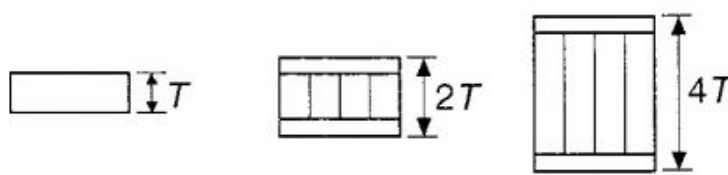
ทำไมถึงควรใช้แผ่นรังผึ้ง

หลักการเบื้องต้นของการใช้แผ่นรังผึ้งคือ ต้องการลดน้ำหนักของชิ้นงานโดยคำนึงถึงความแข็งแรงด้วย นอกจากสองข้อหลักนี้ข้อที่สามก็คือหลักการกระจายการรับแรงไปทั่วทั้งพื้นผิวเพื่อให้พื้นผิวคงความเรียบเสมอกันไว้โดยไม่เสียรูปทรง เช่น การยุบตัวเป็นช่วงๆ ของแผ่นพื้นที่ปูบนคาน ยกตัวอย่างในการออกแบบปีกเครื่องบินที่ต้องคงความเรียบสม่ำเสมอของพื้นที่ปีกเพื่อให้อากาศไหลผ่านได้อย่างราบรื่น โดยปกติแผ่นวัสดุที่ทำปีกเครื่องบินจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่จะไปยึดอยู่กับโครงปีก (rib) เพื่อขึ้นรูปเป็นปีก ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดรอยยุบตัวตรงช่วงกลางระหว่าง rib ที่ไม่มีอะไรรองรับ โดยเฉพาะเมื่อมีแรงกด หรือแรงดันของอากาศขณะทำการบิน ความไม่เรียบของพื้นที่ปีกนี้เองที่จะทำให้เกิดแรงดูดขึ้นเมื่อเครื่องบินเริ่มมีความเร็ว ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขโดยใช้แผ่นรังผึ้งที่วางเต็มพื้นที่ปีก และวางตั้งแต่ส่วนโค้งด้านบนของปีกจรดด้านล่างจะรองรับแรงที่เข้ามากระทำต่อปีกในทุกๆ ตารางนิ้วโดยกระจายแรงกระทำนั้นไปทั่วๆ ไม่ให้ตกไปอยู่ในจุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป และคงความเรียบสม่ำเสมอของพื้นที่ปีกไว้ได้

ข้อดีของการใช้โครงสร้างแซนวิชแบบรังผึ้งอีกอย่างคือการทนต่อการล้าของโครงสร้าง ดูที่แผนภูมิที่ 1 ข้อมูลจากการทดลองการทนความล้าของโครงสร้างแซนวิชแบบรังผึ้งที่เสียงระดับต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับโครงสร้างแบบใช้ rib โดยทั่วไป แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบแซนวิชรังผึ้งสามารถทนระดับเสียง 167 เดซิเบลได้ 460 ชั่วโมงในขณะที่โครงสร้างทั่วไปทนได้เพียง 3 นาที นั่นก็เป็นผลมาจากการที่โครงสร้างทั่วไปใช้รีวิค (ตะปูลูมิเนียม) ยังยึดแผ่นพื้นผิวเข้าไว้กับ rib ซึ่งก่อให้เกิดแรงเค้นรวมจุดไปที่รีวิค ในขณะที่โครงสร้างแบบแซนวิชรังผึ้งจะใช้ตัวประสานระหว่างแผ่นผิวกับรังผึ้งทำให้ไม่มีแรงเค้นรวมไปที่จุดใดจุดหนึ่ง



ทั้งนี้ทั้งนั้นการออกแบบใช้งานแผ่นรังผึ้งหลักๆ ก็ยังเป็นเรื่องของกลอน้ำหนักอยู่ดี ให้อูในภาพข้างล่างแสดงให้เห็นการนำเอาแผ่นอลูมิเนียมความหนา 0.8 มม. มาประกบกัน แบบที่ 1 ทางซ้ายมือเอาแผ่นอลูมิเนียมมาประกบกันเฉยๆ แบบที่ 2 เอามาประกบกันโดยมีแผ่นรังผึ้งหนา 1.6 มม. แทรกกลาง และแบบที่ 3 เอามาประกบกันโดยใช้แผ่นรังผึ้งความหนา 3.2 มม. แทรกกลาง ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างแบบที่ 3 มีความแข็งแรงสูงกว่าแบบที่ 1 ถึง 37 เท่า และทนแรงบิดงอสูงกว่า 7 เท่า แต่ในขณะที่มีน้ำหนักมากกว่าเพียง 9% เท่านั้นเอง



ตารางที่ 1

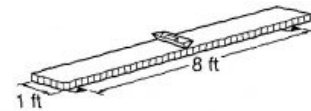
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
Relative Stiffness (เท่า)	1	7	37
Relative Bending Strength (เท่า)	1.0	.14	.027
น้ำหนัก ปอนด์/ตารางฟุต	.910	.978	.994

ในท้องตลาดนั้นการใช้ PU โฟมเป็นวัสดุเสริมความหนาในโครงสร้างแบบแซนวิชเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามถ้าชิ้นงานต้องการความแข็งแรงไม่ว่าในเรื่องของแรงกด แรงเฉือน หรือทนการบิดงอแล้วแผ่นรังผึ้งก็ยังเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดขณะนี้ (ตามข้อมูลในตารางที่ 2) นอกจากจะจะใช้ PU โฟม เพื่องานฉนวนกันความร้อน หรือเก็บความเย็นก็ไปอีกเรื่อง แต่ก็อีกนั่นแหละว่าเราสามารถใส่แผ่นรังผึ้งแล้วอัดโฟมเข้าไปให้ทั่วๆ เซลก็ให้ผลทางด้านการเป็นฉนวนความร้อน/ความเย็นได้เหมือนกันโดยที่ให้ความแข็งแรงไปในตัว

ตารางที่ 2

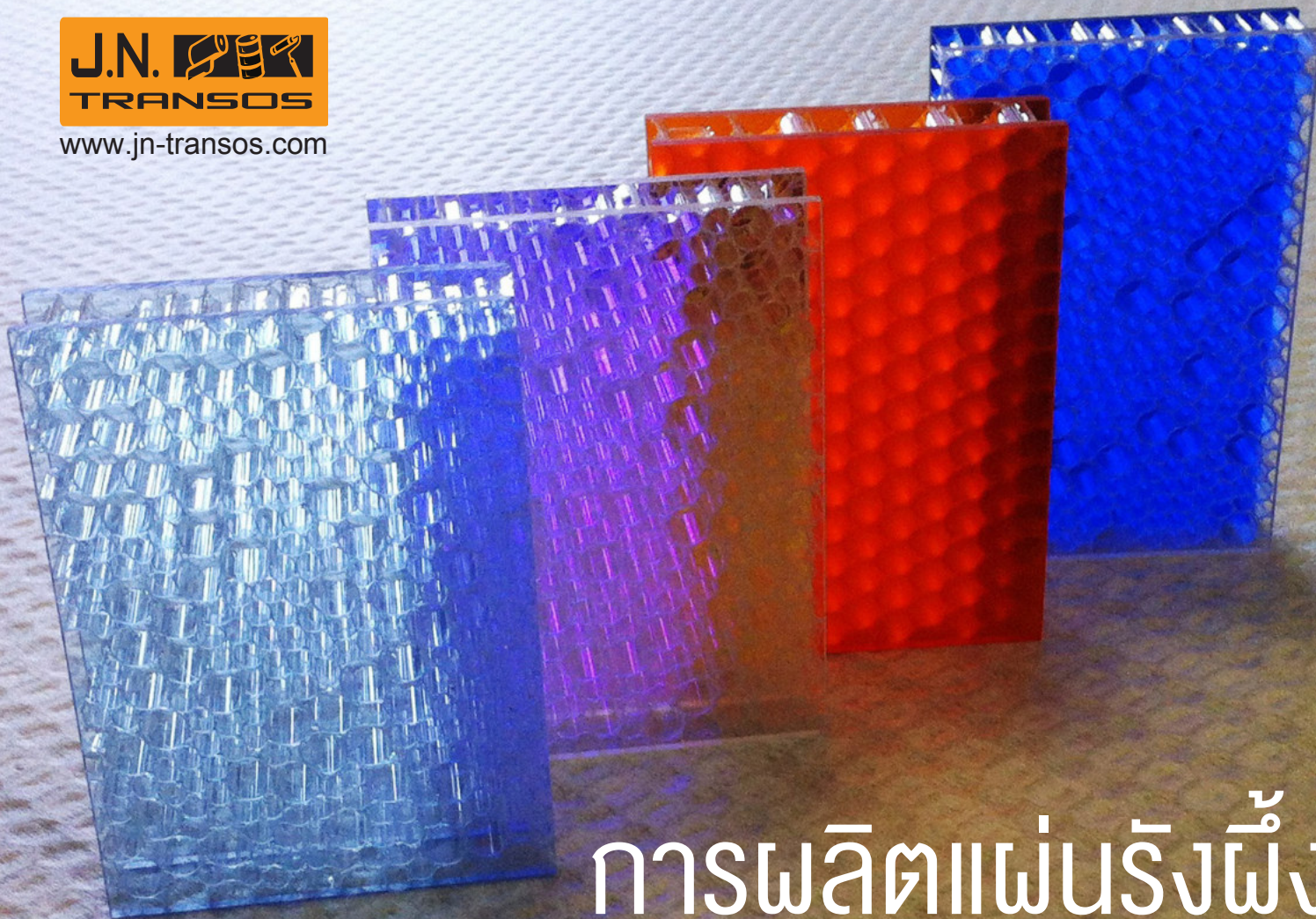
	Density (pcf)	แรงกด		แรงเฉือน	
		Strength (psi)	Modulus (ksi)	Strength (psi)	Modulus (ksi)
รังผึ้งอลูมิเนียม	3.1	300	75	210	45
รังผึ้งกระดาษเคลือบ	3	325	20	175	6
รังผึ้งโพลีเอสเตอร์	3	410	23	195	19
PU โฟม	3	80	2.5	70	2.5

กล่าวโดยสรุปได้ว่าถ้าต้องการออกแบบชิ้นงาน FRP ที่ต้องรับน้ำหนักและต้องการการคงความเรียบสม่ำเสมอของพื้นผิว หรือการออกแบบชิ้นงานให้มีความหนาในขณะที่ต้องการให้มีน้ำหนักเบา และคงความแข็งแรงไว้คงไม่มีทางเลือกที่ดีไปกว่าการใช้แผ่นรังผึ้ง ตารางที่ 3 แสดงถึงการใช้วัสดุชนิดต่างๆ และโครงสร้างแบบต่างๆ มาทำแผ่นสำหรับงานโครงสร้างที่ขนาดกว้าง 1 ฟุต ยาว 8 ฟุต โดยกำหนดให้มีน้ำหนักที่เท่าๆ กันจากการทดสอบหาความแข็งแรงในเชิงเปรียบเทียบเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับโครงสร้างแซนวิชรังผึ้ง ผลที่ได้ชัดเจนมาก



Design	Relative strength	Relative stiffness
Honeycomb sandwich	100%	100%
Foam sandwich	26%	68%
Structural extrusion	62%	99%
Sheet and stringer	64%	86%
Plywood	3%	17%

ไปดูการผลิตรังผึ้งกัน!



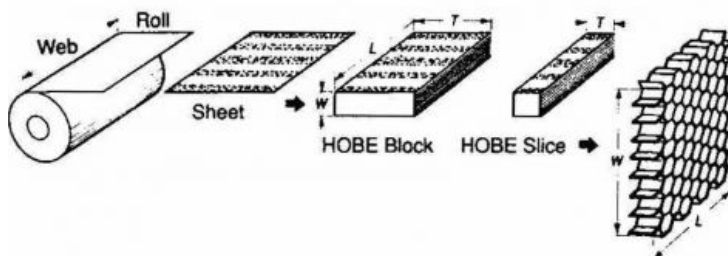
การผลิตแผ่นรังผึ้ง

การผลิตแผ่นรังผึ้งระดับอุตสาหกรรมเริ่มต้นเมื่อประมาณช่วงปี 1940 จริงๆ แล้วแผ่นรังผึ้งสามารถทำขึ้นมาได้จากวัสดุแทบทุกชนิด ที่เป็นแผ่นแบน ในปัจจุบันเราจะแยกชนิดของแผ่นรังผึ้งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือประเภทโลหะ และประเภทกอลโลหะ

กลุ่มโลหะประกอบไปด้วยวัสดุประเภท อลูมิเนียม เหล็กสแตนเลส หรือไทเทเนียม ที่พบเห็นกันบ่อยๆก็มีอลูมิเนียมตั้งแต่เกรด 3003, 5052, 5056 จนถึง 2024 3003 นั้นจะใช้ทำรังผึ้งเกรดทั่วไป 5050 กับ 5056 จะใช้ทำเกรดพิเศษขึ้นมา ส่วน 2024 ใช้ทำแผ่นรังผึ้งที่ต้องการการทนความร้อนสูง (216°C)

ในขณะที่แผ่นรังผึ้งกอลโลหะจะประกอบไปด้วยวัสดุประเภท ไฟเบอร์กลาส, กระดาษ Nomex, หรือ กระดาษคาร์บอน Nomex นั้นนิยมมาทำเป็นแผ่นรังผึ้งเนื่องจากราคาที่ถูกลงกว่าแต่ก็ให้ความแข็งแรงที่ต่ำกว่า และยังมีปัญหาเรื่องการติดไฟด้วย ไฟเบอร์กลาสหรือผ้าใยแก้วที่มี

ขนาดบางๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบทอลายตรง (plain weave) หรือลายเฉียง + - 45 องศา (Biaxial) ก็เอามาทำแผ่นรังผึ้งที่ต้องการความเบาและมีขนาด cell เล็กๆ โดยแผ่นรังผึ้งไฟเบอร์กลาสที่ทำจากผ้าใยแก้วลายเฉียงจะทนแรงเหวี่ยงได้ดีกว่า แต่จะทนแรงกดได้น้อยกว่าแบบที่ทำจากผ้าใยแก้วลายตรง ส่วนกระดาษคาร์บอนนั้นต้องผ่านการถรีตเมนต์ด้วยสารประกอบเกลือให้ทนไฟจนกระทั่งผ่านมาตรฐาน UL ก่อนถึงจะนำมาใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นๆที่ใช้ทำแผ่นรังผึ้งอยู่บ้างเหมือนกันแม้จะมีจำนวนน้อย เช่น ทองแดง ตะกั่ว ออบสทอส โมลาร์ หรือเคพลาร์ รวมไปถึงวัสดุใหม่ๆ อย่างคาร์บอนไฟเบอร์ด้วย



กระบวนการผลิต

แบ่งเป็นสองวิธีตามการขึ้นรูปแผ่นรังผึ้ง

วิธีที่หนึ่งโดยการดึงขยาย

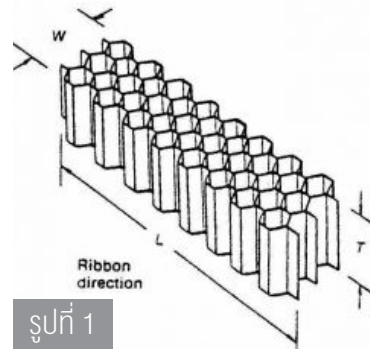
วิธีนี้เริ่มจากการนำมันวัสดุเช่นมันอลูมิเนียม มันพลาสติก หรือมันกระดาษมาตัดเป็นแผ่น แล้วทากาวแต่ละแผ่นเป็นแถบ เว้นแถบทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยให้แถบกาวด้านหน้าและด้านหลัง เว้นสลับกัน (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) แล้วนำแผ่นวัสดุเหล่านี้มาเรียงซ้อนกันให้กาวยึดติดแผ่นต่อแผ่นภายใต้แรงกด ก็จะได้อัดวัสดุที่เรียกว่า expansion block เมื่อกาวแห้งดีแล้วลือกดงอกล่าวจะถูกนำมาตัดสไลด์ ให้ได้ความความหนาของแผ่นรังผึ้งที่ต้องการ เช่นถ้าต้องการผลิต แผ่นรังผึ้งที่มีความหนา 10 มม. ก็จะนำ block มาสไลด์เป็นแถบๆ แต่ละ แถบกว้าง 10 มม. หลังจากนั้นก็นำมาจับให้ยึดออกทางแนวตั้ง ส่วนที่ ไม่มีกาวก็จะถูกดึงยึดออกเป็นผนังของ cell ได้เป็นแผ่นรังผึ้งตามความ หนาที่ต้องการ

ถ้าวัสดุที่นำมาทำเป็นแผ่นรังผึ้งเป็นแผ่นโลหะก็จะคงสภาพอยู่ในรูป ของแผ่นรังผึ้งได้เองโดยไม่ต้องไปทำอะไรต่อ แต่ถ้าเป็นวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ สามารถคงตัวอยู่ได้ด้วยตัวของมันเอง เช่น กระดาษ หรือโฟมบอร์ดกลาส ก็จะต้องมีการยึดให้คงรูปไว้โดยใช้โครงไม้ หรือโครงเหล็กแล้วนำไปชุบ สารเคลือบจำพวกเกรซินก่อนเข้าเตาอบให้เกรซินแข็งตัวแล้วคงรูปเป็นแผ่น รังผึ้งที่สมบูรณ์ ซึ่งกระบวนการชุบเกรซินแล้วอบนี้อาจจะต้องทำหลาย รอบกว่าที่จะได้ความหนาของผนังรังผึ้งตามกำหนด โดยปกติแล้วจะ ทำการชุบประมาณ 3 รอบ แต่ก็บางกรณีเหมือนกันที่ต้องทำการชุบ ถึง 30 รอบกว่าจะได้ความหนาของผนัง cell ที่ต้องการ

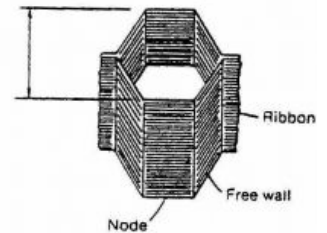
การทากาวหรือพิมพ์แถบกาวนั้นสามารถทำได้ทั้งตามแนวยาว (ดังรูปที่ 1) หรือตามแนวขวางก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบแผ่นรังผึ้งที่จะผลิตออกมาว่าจะหลีกเลี่ยงข้อจำกัดในแง่ขนาดของแผ่นทางด้านไหน ทางด้าน ความยาว หรือความหนาของแผ่น ถ้าพิมพ์แถบกาวตามแนวยาว แผ่น รังผึ้งก็就会有ความยาว (L) ที่จำกัด แต่ถ้าพิมพ์แถบกาวตามแนวขวาง แผ่นรังผึ้งก็就会有ความหนา (T) ที่จำกัด

มีในบางกรณีที่ไม่สามารถตัดผนังเซลล์ (จุดที่เชื่อมกันเรียกว่า node ดังแสดงในรูปที่ 2) ด้วยกาวได้เนื่องจากแผ่นรังผึ้งนั้นถูกออกแบบมาให้ ใช้ในสภาพอุณหภูมิที่สูงมากๆ กว่า 400 c. การตัดผนังเซลล์จะใช้วิธี การเชื่อมแทน เช่นเดียวกับแผ่นรังผึ้งที่ทำขึ้นจากพลาสติกประเภทเทอร์

โมพลาสติก อย่าง โพลีโพรไพลีน ก็สามารถที่จะใช้วิธีให้ความร้อนตรง ผนังส่วน node ให้หลอมตัวเข้าด้วยกันเลยไม่ต้องใช้กาวติดก็ได้



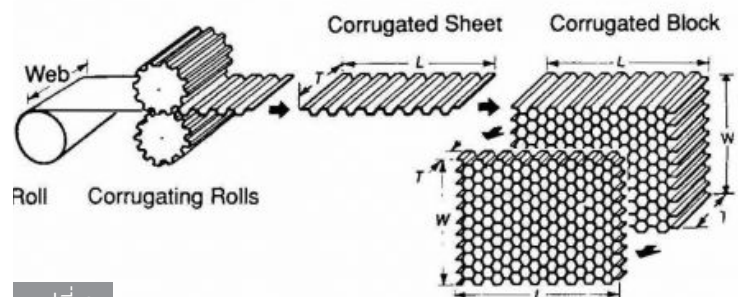
รูปที่ 1



รูปที่ 2

วิธีที่สองโดยการขึ้นรูปลอนลูกฟูก

เริ่มต้นจากการนำมันวัสดุที่ขึ้นรูปได้โดยการกดเช่นมันโลหะ มาผ่านลูกกลิ้งที่ทำเป็นลอนตามลักษณะของ cell ที่ออกแบบ ไว้ นำลูกฟูกที่ไหลออกมาจากลูกกลิ้งมาตัดเป็นแผ่นตามความยาวของ แผ่นรังผึ้ง (L) ที่ต้องการก่อนนำไปติดกาว หรือเชื่อม node ในแต่ละ แผ่นแล้ววางแผ่นลูกฟูกนั้นทับซ้อนกันให้ได้ความสูงตามความกว้างของ แผ่นรังผึ้งที่ต้องการ (W) ตามรูปที่ 3 เมื่อกาวหรือรอยเชื่อมแห้งสนิท ดีแล้วจะได้เป็น block รังผึ้งที่จะถูกสไลด์เป็นแผ่นรังผึ้งอีกที



รูปที่ 3

ตามความเป็นจริงแล้ววิธีขึ้นลอนลูกฟูกนี้เป็นวิธีแรกเริ่มที่พัฒนามา ก่อนวิธีดึงขยายที่ได้กล่าวถึงไปก่อนหน้านี้ ในปัจจุบันมีการผลิตเพียง 5% ของการผลิตแผ่นรังผึ้งที่ยังใช้วิธีนี้อยู่ เหตุที่ถูกทดแทนโดยวิธีดึง ขยายเพราะวิธีการขึ้นรูปลอนลูกฟูกต้องใช้คนงานมากกว่าเนื่องจาก มีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่า และยากกว่าทั้งในการทากาว หรือการ เชื่อม node รวมไปถึงการนำแผ่นวัสดุอื่นๆ มาซ้อนกัน นอกจากนี้ยังมี ข้อจำกัดในการให้น้ำหนักกดทับในขั้นตอนการติดกาว node ที่จะใช้แรง กดมากไม่ได้ ไม่เช่นนั้นวัสดุที่ขึ้นรูปเป็นลูกฟูกก็จะเสียรูปทรงไป และทำให้ cell ไม่ได้เป็นรูปทรงที่ต้องการ ผลที่จะตามมาจากการใช้แรงกดน้อย นั้นจะทำให้รอยต่อกาวตรง node จะหนากว่าวิธีแรกมาก โดยน้ำหนัก ของกาวอาจสูงถึง 10% ของน้ำหนักรังผึ้งเลยก็ด้วย ขณะที่ถ้าใช้วิธีดึง

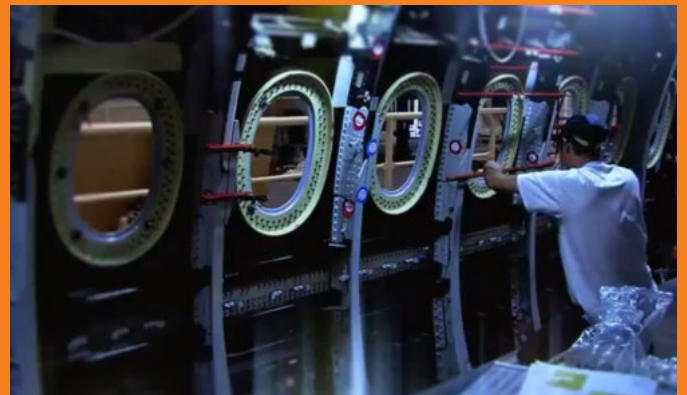
ขยายนั้นน้ำหนักของกาวจะอยู่ที่ 1% ของน้ำหนักถังพื้่งเท่านั้น

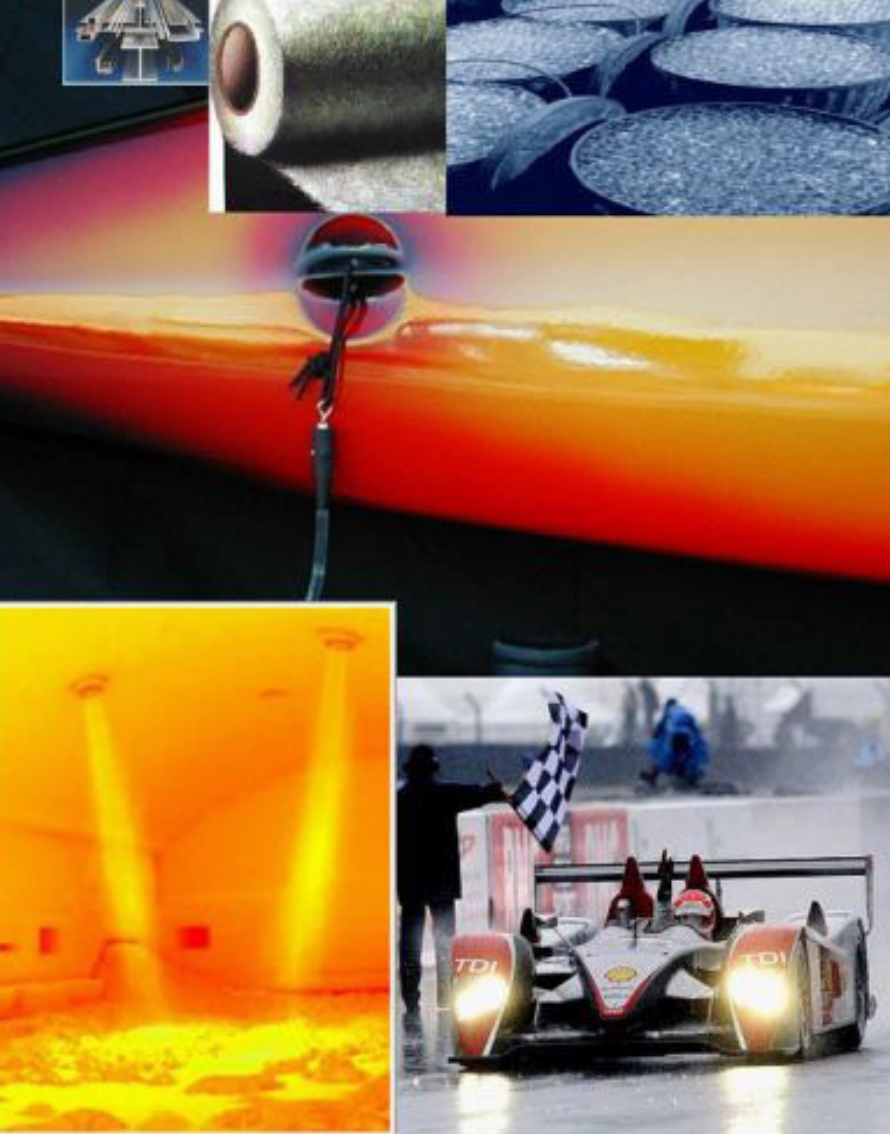
ด้วยปัจจัยความยุ่งยากในการผลิตทำให้แผ่นรังผึ้งที่ผลิตโดยวิธีขึ้นลอนลูกฟูกจะมีต้นทุน และราคาที่สูงกว่าแบบดิงขยายมาก แต่ก็ยังมีการผลิตอยู่ในกรณีเฉพาะที่ต้องการแผ่นรังผึ้งที่มีความหนาแน่นสูง (กิโกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ปัจจัยที่กำหนดความหนาแน่นของแผ่นรังผึ้งคือวัสดุที่ใช้ ความหนาของผนัง cell รูปร่าง และขนาดของ cell ปรกติแผ่นรังผึ้งความหนาแน่นสูงจะทำจากแผ่นโลหะจำพวกแผ่นอลูมิเนียมที่มีความหนาตั้งแต่ 0.076 มม. ถึง 0.152 มม. ใช้ทำแผ่นรังผึ้งที่มีความหนาแน่นตั้งแต่ 192 กก./ลบ.ม. จนถึง 880 กก./ลบ.ม. แต่ที่ความหนาแน่นระดับนี้การขึ้นรูปแผ่นรังผึ้งโดยการดิงขยายจะทำได้ การดิงขยายจะต้องใช้แรงดิงที่สูงมากเกินกว่าที่กาวที่ยึดอยู่ตาม node จะทนรับได้ เราจึงยังเห็นการผลิตแผ่นรังผึ้งแบบนี้โดยวิธีขึ้นลอนลูกฟูกอยู่

แน่นอนว่าแผ่นรังผึ้งความหนาแน่นสูงนั้นมีความแข็งแรงมากกว่าแผ่นรังผึ้งชนิดเดียวกันที่ความหนาแน่นต่ำกว่าเพราะมีผนัง cell ที่หนากว่าและขนาด cell ที่เล็กกว่า แต่แรงยึดเกาะระหว่างผนัง cell ตรง node อาจจะต่ำกว่าก็ได้ถ้าแผ่นรังผึ้งที่มีความหนาแน่นต่ำนั้นถูกผลิตโดยวิธีการดิงขยาย เนื่องการเชื่อมติดกาวของวิธีการผลิตแบบดิงขยายนั้นทำภายใต้แรงกดที่สูงกว่ามากดังที่อธิบายไปแล้วข้างต้น โดยปรกติแล้วเกณฑ์ในการเลือกวิธีผลิตคือที่ดูที่ความหนาแน่นของแผ่นรังผึ้งที่ต้องการผลิตเป็นสำคัญ โดยใช้ความหนาแน่นที่ 192 กก./ลบ.ม. เป็นเส้นแบ่ง นั่นคือที่ความหนาแน่นต่ำกว่า 192 กก./ลบ.ม. ก็ควรผลิตโดยวิธีแบบดิงขยายซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่า และมีแรงยึดตัวของกาวระหว่าง cell สูงกว่า ในขณะที่ความหนาแน่นตั้งแต่ 192 กก./ลบ.ม. ขึ้นไปก็ต้องผลิตด้วยวิธีขึ้นลอนลูกฟูก

ข้อจำกัดอีกอย่างของแผ่นรังผึ้งความหนาแน่นสูงคือการหลุด หรือฉีกของกาวระหว่างผนัง cell เมื่อต้องทำการม้วนแผ่นรังผึ้ง ไม่ว่าเพื่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ หรือการขนส่งก็ตาม นี่ก็เกิดจากแรงยึดเกาะของกาวในการผลิตแบบลูกฟูกที่จะต่ำกว่าแบบดิงขยายนั่นเอง

Composites Products





?

ใยแก้ว คือ

ประวัติของการผลิตใยแก้วสาวย้อนไปได้ถึงปี ค.ศ. 1893 เมื่อนาย เอ็ดเวิร์ด ดรามมอนด์ ได้แสดงใยแก้วที่เขาคิดค้นในงานแสดง World Columbian Exposition ใยแก้วที่นำมาแสดงนั้นมีลักษณะของเส้นใย คล้ายกับเส้นไหม แต่ก็ไม่ได้มีการคิดค้นต่อยอด หรือนำเส้นใยแก้วที่ คิดค้นได้นั้นมาพัฒนาให้ใช้งานได้จริงจึง จนอีก 45 ปี ผ่านไปจึงได้มีการ พัฒนาจนถึงขั้นการผลิตใยแก้วในระดับอุตสาหกรรมโดยนายริสเซล เอมส์ สเลเตอร์ แห่งประเทศอเมริกา ครั้งนั้นได้ตั้งชื่อให้กับใยแก้วที่ผลิต ได้ว่า Fiberglas ซึ่งก็ได้เรียกกันติดปากจนเป็นชื่อเรียกสามัญไป ในช่วง แรกของการพัฒนาใยแก้วยังใช้อยู่เฉพาะในวงการนวนก้นความร้อน เท่านั้น แต่ต่อมาได้มีการพัฒนากระบวนการผลิตโดยการดึงเส้นใยให้ เป็นเส้นต่อเนื่องที่มีความแข็งแรงสูง เพื่อใช้ในการเสริมความแข็งแรง ของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต เช่น โฟลีโอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว ไวนิลเอสเตอร์เรซิน อีพอกซีเรซิน และรวมถึงเทอร์โมพลาสติก เช่น ไนลอน โพลีโพรพิลีน โพลีคาร์บอเนต ABS PPS และชนิดอื่นๆ อีก มาก นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาต่อเนื่องให้ใช้เสริมความแข็งแรงของ

ปูนซีเมนต์ ยิปซัม และยางมะตอยได้อีกด้วย ในปัจจุบัน นอกจากใยแก้ว แล้ว ยังมีชนิดอื่นที่ได้มีการค้นคว้า และผลิตออกมาโดยมีข้อดี และ ข้อด้อยต่างๆ กันไป ชนิดที่สำคัญ และจะกล่าวถึงในเชิงเปรียบเทียบต่อ ไปเช่น ใยคาร์บอน (กราไฟท์) และใยเคฟลาร์



กระบวนการหลอมน้ำแก้ว

เริ่มต้นจากการนำเอาวัตถุดิบตามธรรมชาติประเภทต่างๆ มาผสม รวมกัน และให้ความร้อนจนหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1400°C วัตถุดิบเหล่านี้ประกอบด้วย ทราย ดินขาว หินปูน กรดบอริก และอื่นๆ

อีกเล็กน้อย โดยกำหนดอัตราส่วนเพื่อให้วัตถุดิบตามธรรมชาติเหล่านี้ให้สารประกอบตามร้อยละของน้ำแก้วดังต่อไปนี้

- $\text{SiO}_2 = 52\text{-}62\text{wt}\%$
- Alkaline oxide (Na_2O , K_2O) $< 2\text{wt}\%$.
- Alkaline terrous oxide (CaO , $\text{MgO}..$) $16\text{-}30\%$
- $\text{B}_2\text{O}_3 = 0\text{-}10\text{wt}\%$
- $\text{Al}_2\text{O}_3 = 11\text{-}16 \text{ wt}\%$
- $\text{TiO}_2 = 0\text{-}3\%$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0\text{-}1\%$
- $\text{F}_2 = 0\text{-}2\%$

วัตถุดิบจะอยู่ในรูปของผงสีขาวที่มีความบริสุทธิ์ และขนาดที่กำหนดเพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมต่อการสาวเป็นเส้นใย โดยจุดที่สำคัญที่สุดคือเส้นใยที่ได้จะต้องไม่ขาดง่ายในขณะทำการสาวเส้นใย โรงงานผลิตใยแก้วจะตั้งค่าไว้เพื่อให้มีการขาดเกิน 2 ครั้งต่อชั่วโมง ถ้าเกินกว่านี้ก็ถือว่าการผลิตยังไม่ได้ตามมาตรฐานที่ยอมรับได้

เตาที่ใช้หลอมแก้วจะทำงานจากวัสดุเซรามิก หรืออิฐทนไฟโดยมีกระบวนการให้ความร้อนอยู่ 2 ประเภท คือการให้ความร้อนจากไฟฟ้าและการให้ความร้อนโดยใช้แก๊สไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นเชื้อเพลิง ในปัจจุบันจะไม่ค่อยมีเตาที่ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าเหลืออยู่แล้วเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านขนาดของเตา และต้นทุนพลังงาน



เตารุ่นใหม่ๆ จะถูกออกแบบให้มีกำลังการผลิตใยแก้วอย่างน้อยที่ 30,000 ตันต่อปีต่อเตา ซึ่งระดับนี้ถือเป็นขนาดเตาที่เล็กที่สุดในแง่ของมูลค่าด้านการลงทุน

สำหรับผู้ประกอบการที่ไม่มีขนาดของตลาดใหญ่เพียงพอต่อการผลิตระดับ 30,000 ตันขึ้นไปก็จะใช้กระบวนการหลอมแก้วอีกวิธีหนึ่งที่จะกล่าวถึงไว้ด้วยคือกระบวนการหลอมแก้วจากลูกแก้ว ซึ่งลูกแก้วนี้ถูก

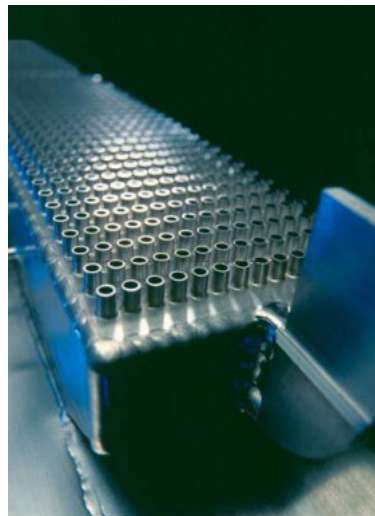
ผลิตมาจากผู้ผลิตใยแก้วที่มีเตา



ขนาด 30,000 ตัน หรือใหญ่กว่านั่นเอง โดยโรงผลิตขนาดใหญ่เหล่านี้จะนำน้ำแก้วมาขึ้นรูปเป็นลูกกลมแทนที่จะดึงเป็นเส้นใย แล้วขายลูกแก้วเหล่านี้ให้กับโรงงานผลิตใยแก้วขนาดเล็กที่จะนำลูกแก้วเหล่านี้มาหลอมใหม่ในเตาไฟฟ้าขนาดเล็ก ก่อนจะนำน้ำแก้วที่ได้มาดึงเป็นเส้นใยแก้วอีกที

จากน้ำแก้วเป็นเส้นใยแก้ว

เป็นเรื่องน่าตื่นตาตื่นใจเสมอสำหรับคนที่ได้เข้าไปเยี่ยมชมโรงงานผลิตเส้นใยแก้ว และได้เห็นกระบวนการสาวใยแก้วเป็นครั้งแรก แน่นอนว่าทุกคนทราบมาคร่าวๆ อยู่แล้วว่าแก้วน้ำ หรือกระจกที่เราเห็น และใช้งานกันอยู่ทุกวันนี้ทำมาจากทราย หรือมีทรายเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ส่วนใหญ่มักจะทราบอยู่เท่านั้น และแค่นั้นก็น่าทึ่งอยู่แล้ว เมื่อได้มาเห็นใยแก้วก็เหมือนแก้วเหมือนกัน ทำมาจากทรายเหมือนกันแต่อยู่ในรูปของเส้นเล็กๆ ที่มีความอ่อนนุ่มเหมือนเส้นด้าย ไม่แตกเปราะเหมือนกับแก้วน้ำ หรือกระจกก็มักจะอดสงสัยไม่ได้ว่าวิธีการทำให้แก้วมาเป็นเส้น และอ่อนนุ่มนั้นทำอย่างไร



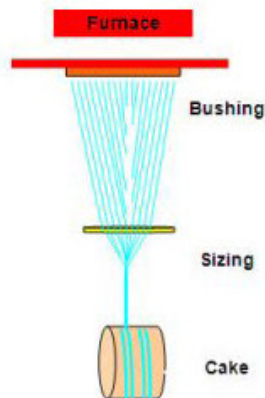
กระบวนการเริ่มต้นต่อจากที่ได้หลอมเหลววัตถุดิบที่อุณหภูมิประมาณ $1,400^\circ\text{C}$ ได้น้ำแก้วที่อยู่ในรูปของเหลวสีแดงอยู่ในเตาเผา ด้านล่างของเตาเผาจะมีการเจาะเป็นช่องทางให้น้ำแก้วไหลออกจากเตาเพื่อขึ้นรูปเป็นเส้น โดยให้ผ่านแผ่นโลหะประเภทเพลทตี้นิม (ทองคำขาว) ที่ได้ทำการเจาะเป็นรูพรุนเล็กๆ ดังภาพ แผ่นเพลทตี้นิมนี้เราเรียกกันในวงการว่า Bushing

เป็นชิ้นส่วนที่มีราคาสูงมาก Bushing (ที่มีความยาวประมาณ 26 นิ้ว กว้าง 8 นิ้ว) จะมีรูอยู่ประมาณ 1,600 รู เมื่อใยแก้วเริ่มไหลออกมาทาง Bushing เส้นใยจะถูกพ่นด้วยละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ แล้วจะถูกดึง

ด้วยมอเตอร์เพื่อเข้าม้วน โดยการดึงจะให้เส้นใยวิ่งผ่านสารเคมีสำหรับเคลือบเส้นใยที่เรียกกันว่า Sizing อีกด้วย

The molten glass is extruded through the **bushing** to be formed into fiber

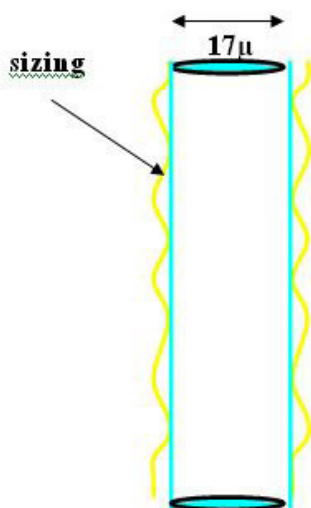
The **bushing** plate is the most important part of the machinery. This is a small metal furnace containing **nozzles** for the fiber to be formed through. It is almost always made of **platinum** alloyed with **rhodium** for durability



Sizing เป็นสารที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติต่างๆ ของใยแก้วอย่างมาก เป็น Solution ที่เป็น Polymer base มีหน้าที่หลักๆ ดังนี้คือ

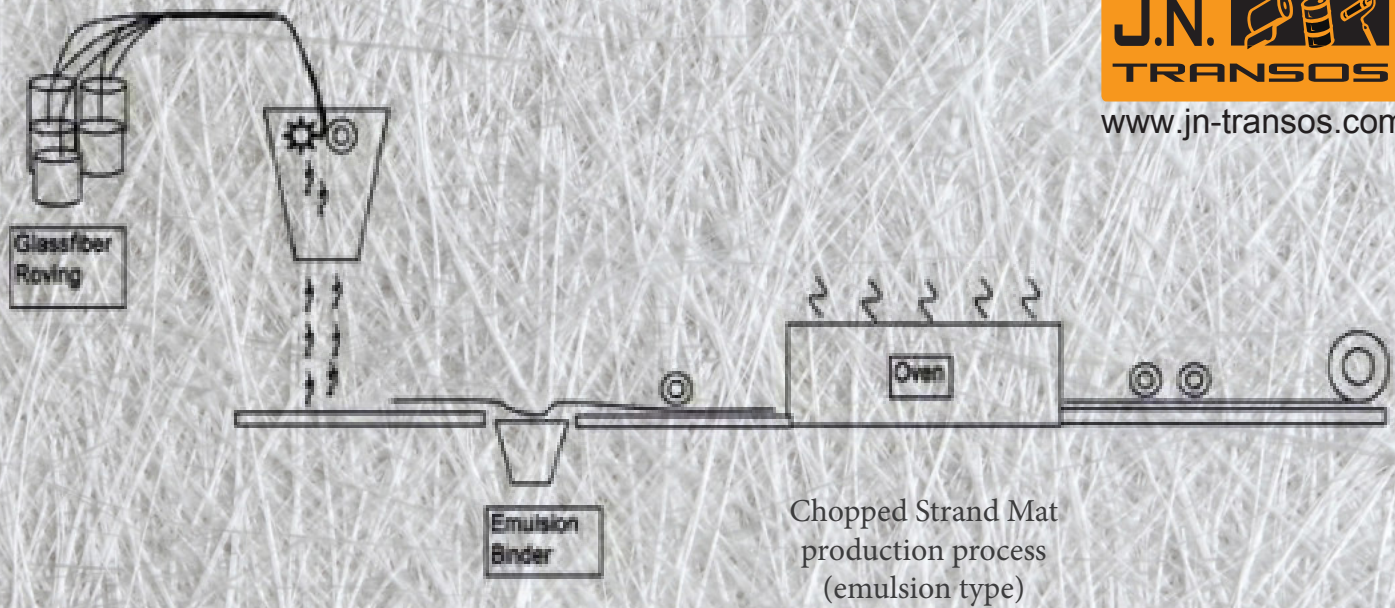
1. เป็นตัวประสานระหว่างใยแก้วกับเรซินชนิดต่างๆ
2. ให้เส้นใยแก้วมีความหยุ่นตัวไม่เปราะแตก
3. ลดการเกิดไฟฟ้าสถิตในระหว่างการใช้งาน
4. เป็นสารหล่อลื่นพื้นผิวใยแก้ว และ ฯลฯ

ใยแก้วที่เข้าม้วนแล้วจะมีศัพท์เรียกเฉพาะว่า cake ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป โดย cake เหล่านี้จะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรารู้จักกันดี เช่น ใยแก้วฉีก (chopped strand mat) ใยพ่น (spray roving) ใยทอ (woven roving) และอื่นๆ อีกมาก



Composites Products





ข้อควรรู้เกี่ยวกับใยแก้ว

Chopped Strand Mat (CSM)

การผลิต Chopped Strand Mat หรือ CSM ที่เราเรียกกันนั้นมีความซับซ้อนอยู่ไม่น้อย แม้จะเป็นกระบวนการที่เรียบง่าย แต่การควบคุมคุณภาพให้มีความสม่ำเสมอขึ้นทำได้ยาก เนื่องจากมีตัวแปรในการผลิตอยู่มากทีเดียว เริ่มต้นจากการนำ cake หลายๆ ม้วนที่ได้จากขั้นตอนการสาวใยแก้วที่ได้เคยอธิบายไว้แล้ว นำมาผ่านการอบจนแห้ง และ sizing คือน้ำยาที่เคลือบไว้สุกดีแล้วมาเข้าเครื่องตัดโปรย (chopper) จำนวนของม้วน cake จะมีการกำหนดไว้อย่างแน่นอนล่วงหน้า โดยจำนวนนี้จะสัมพันธ์กับ

1. ขนาดเส้นของ cake ที่ผลิตออกมา
2. ความกว้างของ CSM ที่ต้องการผลิต
3. นน./ตรม. ของ CSM
4. ความเร็วสายพานลำเลียงของสายการผลิต

โดยม้วน cake เหล่านี้จะถูกป้อนเข้า chopper เพื่อตัดแล้วโปรยลงมาให้ตกแบบอิสระ หรืออาจมีลมหมุน และอุปกรณ์อย่างอื่นช่วยให้เส้นใย

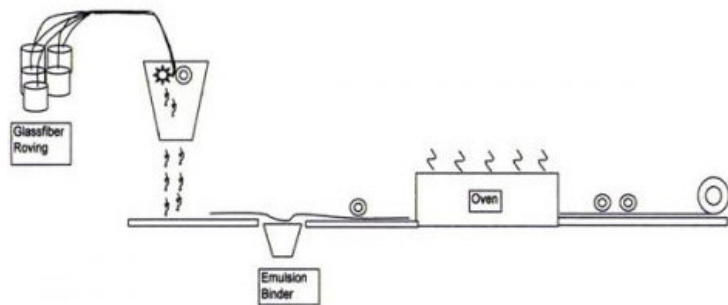
กระจายตัวดีขึ้นก็ได้ เส้นใยที่ถูกตัดเป็นเส้นสั้นๆ มีความยาวประมาณ 6 นิ้ว ก็จะตกลงสู่สายพานในลักษณะที่ซ้อนทับกันไปมาจนได้ลักษณะของพื้น CSM แล้วพื้น CSM ที่อยู่บนสายพานลำเลียงจะวิ่งผ่านละอองกาวน้ำหรือกาวผง+ละอองน้ำที่โปรยลงมา (ในวงการเรียกกาวที่ใช้ในส่วนนี้ว่า Binder) ซึ่งมีหน้าที่ทำให้เส้นใยแก้วเหล่านั้นติดกันอยู่เป็นพื้นได้ ก่อนพื้น CSM นี้จะถูกรัดด้วยลูกกลิ้งให้เรียบแล้วเข้าสู่เตาอบเพื่ออบให้ Binder แห้งตัว พื้น CSM เมื่อออกมาจากเตาอบจะแห้ง และคงตัวดีแล้วจะเคลื่อนตัวต่อไปจนสุดปลายสายพานที่มีแกนกระดาดสำหรับเข้าม้วน เมื่อได้ขนาดม้วนตามกำหนดก็ตัดแล้วบรรจุกล่องเป็นอันจบสิ้นกระบวนการผลิต CSM

“

มีข้อควรรู้อย่างหนึ่งว่า Binder ที่ใช้ประสานเส้นใยเหล่านี้ให้เกาะกันเป็นพื้น CSM นั้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ แบบเป็นของเหลวเรียกว่า Emulsion Binder และเป็นผงเรียกว่า Powder Binder

”

CSM ที่ผลิตโดยใช้ Binder ทั้งสองชนิดนั้นมีคุณสมบัติในการใช้งานไม่ต่างกันมากนัก แต่มีข้อสังเกตเล็กๆ ว่า Emulsion Binder จะให้ CSM ที่นุ่มกว่า และไม่ค่อยระคายเคืองผิวหนังเมื่อสัมผัสเนื่องจาก Emulsion Binder ที่เป็นของเหลวจะไม่เคลือบใยแก้วทุกๆ เส้นอย่างทั่วถึง ในขณะที่ Powder Binder มักจะไปติดอยู่ตามจุดสัมผัสของใยแก้วต่อใยแก้วเท่านั้น (ตามภาพ)



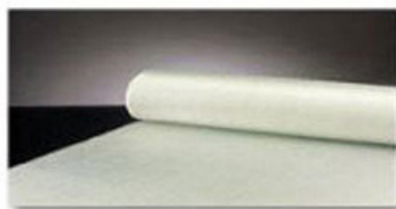
อย่างไรก็ตาม CSM ที่ใช้ Emulsion Binder ก็มีข้อจำกัดในการใช้งานเมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นหลังคาแผ่นใสๆ ใสบ่ด CSM ที่ใช้ Power Binder เพราะ Binder จำนวนมากกว่าที่เคลือบอยู่ทั่วเส้นใยนั้นเองเหล่านี้ประกอบด้วย ทราย ดินขาว หินปูน กรดบอริก และอื่นๆ

ข้อควรรู้เมื่อดู Specification ของ Chopped Strand Mat

หน้าตาของใบ Spec CSM มักจะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันดังที่ได้แสดงเฉพาะส่วนสำคัญไว้ข้างล่าง:

CSM Specification

Glass Type: E-Glass
Weight: g/sqm: 110~130
Roll Length: 256
Roll Weight: Kg: 36
Binder: Powder
Wet out Rate: S₂: <100 sec
Combustible Content (%): 2-8
Moisture Content (%): <0.2
Width: mm: 1200±5
Warp: N 1:CM: >=25
Weft: N 1:CM: >=25



Good CSM characteristic;

- Low contamination
- Even distribution
- Not too hard nor too soft
- Low loose fiber

เรามาลองทำความเข้าใจกันที่ละจุดดังนี้

Glass Type: E-Glass

เป็นข้อแรกที่มีมักจะเขียนไว้ในใบ spec ให้เห็นกันชัดๆ เป็นตัวบอกชนิดของแก้วที่นำมาทำเป็นเส้นใยว่าเป็นชนิดใด เช่น E-glass (Electrical Glass), C-glass (Chemical Resistant Glass), AR glass (Al-

kaline Resistant Glass) ฯลฯ ประมาณกว่า 90% ของใยแก้วที่ผลิตขึ้นในโลกจะเป็นชนิด E-glass เนื่องจากคุณสมบัติ และราคาที่เหมาะสม
หมายเหตุ: รายละเอียดชนิดของแก้วได้มีอธิบายไว้เป็นหัวข้อที่แยกออกไป

Weight: g/sm

ระบุถึงน้ำหนักของผืน CSM หน่วยวัดเป็น กรัมต่อตารางเมตร ตัวอย่างเช่น 300gsm คือถ้าตัด CSM มา 1 ตารางเมตร แล้วชั่งจะได้น้ำหนัก 300 กรัม ในตลาดจะเรียกเป็นเบอร์มีตั้งแต่ 300, 450 และ 600 ซึ่งก็คือ 300 gsm 450 gsm และ 600 gsm นั่นเอง

Roll Length: meter

เป็นความยาวของม้วน CSM เมื่อคลี่ออกมา ในตัวอย่างข้างบน ระบุเป็น 256 คือ มีความยาว 256 เมตร ความยาวจะขึ้นอยู่กับเบอร์ หน้ากว้าง และน้ำหนักต่อม้วนเป็นสำคัญ เช่น CSM เบอร์ 300 หน้ากว้าง 104 ซม. น้ำหนักม้วน 30 กก. ก็มีความยาวเท่ากับ 96 เมตร ในขณะที่ CSM เบอร์ 450 หน้ากว้าง 104 ซม. น้ำหนักม้วน 30 กก. จะมีความยาวที่ 64 เมตร เป็นต้น

Roll Weight: Kg

น้ำหนักต่อม้วนมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ถ้าเป็น CSM หน้ากว้างมาตรฐานที่ 104 ซม. จะผลิตให้หนึ่งม้วนหนัก 30 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักที่ไม่รวมแกนกระดาษ และไม่รวมกล่อง ตาม Spec ที่ไปจะอนุญาตให้มีวงกลมได้นิดหน่อย แต่ถ้าพบว่าม้วนน้ำหนักต่างไปจากนี้มาก เช่น ต่ำกว่า 27 กิโลกรัม ให้สันนิษฐานได้ว่าเป็นสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน คือมีการขาดของม้วนก่อนที่จะจู่รูปม้วนได้ครบ 30 กิโลกรัม นั่นเอง

Binder: Powder

ชนิดของแก้วที่ใช้ประสานเส้นใยเข้าด้วยกันเป็นผืน มีอยู่สองชนิด คือ Powder ซึ่งเป็นกาวผง และ Emulsion ซึ่งเป็นกาวน้ำ กว่า 98% ของ CSM ที่มีขายในบ้านเราจะเป็นแบบ Powder เนื่องจากการเปิดตลาดใยแก้วในสมัยแรกๆ จะเป็นใยแก้วที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่นที่เป็นแบบ Powder ในขณะที่แบบ Emulsion จะพบในยุโรปเสียเป็นส่วนใหญ่

Wetout Rate: Second

คือความเร็วในการซึมซับน้ำยาเรซิน มีหน่วยวัดเป็นวินาที เกิดจากการวัดในห้อง lab โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจะเริ่มต้นจับเวลาเมื่อนำยาเรซินลงบนผืน CSM จนกระทั่ง CSM ที่มีสีจางเริ่มกลายเป็นสีใสสลับไปกับน้ำยาเรซินมองเห็นทะลุพื้นล่างได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 180 วินาที โดยประมาณ

Combustible Content: Percent

มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า Loss of Ignition (LOI) เป็นหน่วยวัดปริมาณสารเคลือบใยแก้ว (Sizing) และกาวประสานเส้นใย (Binder) ใช้วิธีวัดโดยการเผาเพื่อหาสารทั้งสองตัวที่จะถูกไหม้ไฟไปเมื่อเทียบกับน้ำหนักใยแก้วก่อนเผา หน่วยเป็น % ยิ่งเปอร์เซ็นต์สูง CSM ที่ได้ก็มักจะมีความเหนียวมากขึ้น เส้นใยจะไม่ค่อยหลุดร่วง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็อยู่ที่คุณภาพของ Binder ที่ใช้ด้วยเช่นกัน

Moiture Content: Percent

ความชื้นที่อยู่ใน CSM จากกระบวนการผลิต ไม่นับความชื้นที่เกิดจากการขนส่งหรือการจัดเก็บ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ใยแก้วที่มีความชื้นสูง มักจะเป็นสาเหตุของการซึมซับน้ำยาเรซินที่ไม่ดี และเกิดให้เห็นเป็นลายเส้นใยแก้วสีขาวอย่างชัดเจน แต่ความชื้นระดับที่ก่อให้เกิดปัญหามักจะมาจากการจัดเก็บมากกว่าเกิดจากการผลิต ถ้าพบว่า CSM ที่ท่านใช้อยู่มีปัญหาเรื่องความชื้นให้แก้ได้ง่ายๆ โดยการแกะหีบห่อออกให้หมด โดยเฉพาะที่เป็นพลาสติกหุ้ม แล้วนำไปตากแดดให้ความชื้นระเหยออกไปให้มากที่สุด

Width: ซม. หรือ มม.

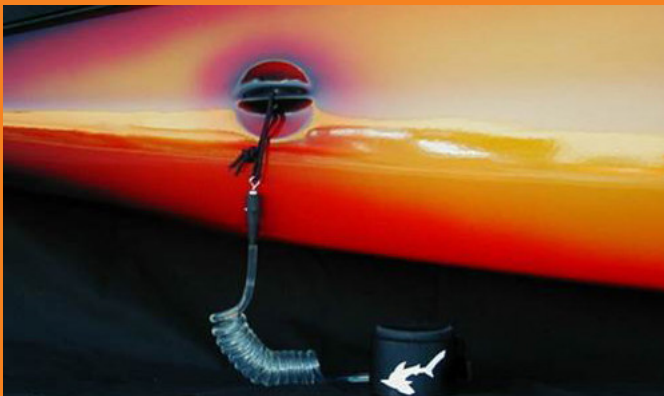
คือน้ำกว้างของม้วน CSM มาตรฐานอยู่ที่ 104 ซม. อาจพบหน้ากว้างที่ 186 ซม. ได้บ้างแต่ไม่เป็นที่นิยมนักเนื่องจากไม่สะดวกในการจัดเก็บและขนย้าย เพราะมีน้ำหนักต่อม้วนสูง

Strength: Newton

แบ่งการวัดเป็น 2 แนวคือวัดแนวยาว (warp) และวัดแนวกว้าง (weft) โดยทำการทดสอบดึงตัวอย่าง CSM ที่ตัดมาเป็นแถบให้มีขนาดความกว้าง 15 cm ใช้แรงดึงที่มีหน่วยเป็น Newton ดึงจนตัวอย่างขาด ค่าที่ได้จะเป็นความแข็งแรงของผืน CSM ไม่ใช่ค่าความแข็งแรงของเส้นใยแก้ว ให้สังเกตว่า CSM มีการกระจายตัวแบบไม่เป็นระเบียบตามลักษณะของการขึ้นรูปโดยการโปรย ดังนั้นค่าความแข็งแรงทั้งแนว warp และ weft ก็จะวัดออกมาได้ต่างๆ กัน

นอกจากค่าที่วัดได้เหล่านี้ก็จะมีข้อกำหนดกว้างๆ ในใบ Spec สำหรับอีกว่า CSM ที่ดีไม่ควรมีส่วนปนเปื้อน มีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ ผืน CSM ไม่แข็งหรือนุ่มเกินไป ไม่มีการหลุดร่วงของเส้นใย อย่างไรก็ตามเราไม่ควรที่จะดูใบ Spec แต่เพียงอย่างเดียว ท่านควรลองซื้อสินค้ามาใช้ก่อนสัก 2-3 ม้วนเพื่อดูว่า CSM ดังกล่าวใช้ในงานของท่านได้หรือไม่ เพราะยังมีคุณลักษณะอย่างอื่นที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมตามการใช้งานแต่ละประเภทด้วย เช่น ดูว่า CSM นั้นกินน้ำยาเกินไปคือต้องใช้น้ำยาเรซินมากกว่าปรกติหรือไม่ CSM พุ่เกินไปที่จะทำให้ชั้นงานหนาเกินความต้องการหรือไม่ และถ้าท่านทำงานที่เกี่ยวกับแผ่นใสก็ต้องดูว่าเมื่อ CSM นั้นผสมเรซินแล้วมีความใสมากพอที่จะนำมาใช้ในงานท่านได้หรือไม่ ฯลฯ

Composites Products





ใยแก้ว CSM Chopped Strand Mat (CSM)

รหัสสินค้า : m300 ใยแก้ว CSM e-glass เบอร์ 300 หน้ากว้าง 104 ซม

รหัสสินค้า : m450 ใยแก้ว CSM e-glass เบอร์ 450 หน้ากว้าง 104 ซม

รหัสสินค้า : m600 ใยแก้ว CSM e-glass เบอร์ 600 หน้ากว้าง 104 ซม



ทำจากเส้นใยแก้วชนิด E-glass ยาวต่อเนื่อง แล้วนำมาตัดสั้นที่ขนาดประมาณ 3-5 นิ้ว แล้วโปรยเป็นพื้น ผลิตโดย Jushi Group ผู้ผลิตใยแก้วอันดับ 1 ของโลก ใช้ในงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ไฟเบอร์กลาสโดยวิธีใช้มือทา มีความหนาหลายขนาดแล้วแต่การออกแบบชิ้นงานสำเร็จรูป เช่น 300gsm 450gsm 600gsm



ใยพัน Filament Winding Roving

รหัสสินค้า : fw1200 ใยพัน e-glass เบอร์ 1200 tex

รหัสสินค้า : fw2400 ใยพัน e-glass เบอร์ 2400 tex



เส้นใยแก้ว E-glass ยาวต่อเนื่องเพื่อใช้กับเครื่องพัน สำหรับงานท่อหรือถัง มีขนาดเส้นใยที่ 1200tex และ 2400tex ผลิตโดย Jushi Group ทนแรงดึงในการผลิตสูง เส้นสม่ำเสมอไม่ขาดง่าย



ใยพัน Spray Roving 2400

รหัสสินค้า : sp2400 ใยพัน e-glass เบอร์ 2400



เป็นเส้นใยแก้ว E-glass ยาวต่อเนื่องเพื่อใช้กับเครื่องพันใยแก้ว Spray Gun สำหรับงานขึ้นรูปชิ้นงานไฟเบอร์ทั่วๆไป เช่น ถังน้ำ ถังบำบัดเรือ อ่างอาบน้ำเป็นต้น ขนาดของเส้นคือ 2400 tex (หนัก 2400g ที่ความยาว 1 กม.) สามารถใช้ประกอบกับเส้นใยแก้วชนิดอื่น เช่น WR เมื่อต้องการความแข็งแรงมากขึ้น เหมาะกับงานที่มีขนาดปานกลาง-ใหญ่ ที่ต้องการความเร็วในการผลิต ผลิตโดย Jushi Group ที่ให้คุณสมบัติในการกระจายตัวของใยแก้วระหว่างพื้นที่ดี และไม่กินพื้นที่มาก



ใยโพรย Panal Roving 2400

รหัสสินค้า : pn2400 ใยโพรย e-glass เบอร์ 2400



เป็นเส้นใยแก้ว E-glass ยาวต่อเนื่องเพื่อใช้กับเครื่องตัดโพรย สำหรับงานกระเบื้องแผ่นใส เส้นโพรยสม่ำเสมอ ซึมซับน้ำยาดี ตัดแล้วเส้นไม่แตก ขนาดของเส้นคือ 2400 tex (หนัก 2400g ที่ความยาว 1 กม.) ผลิตโดย Jushi Group



ใยทอ Woven Roving

รหัสสินค้า : wr 200 ใยแก้ว wr e-glass เบอร์ 200 หน้ากว้าง 100 ซม

รหัสสินค้า : wr 400 ใยแก้ว wr e-glass เบอร์ 400 หน้ากว้าง 100 ซม

รหัสสินค้า : wr 600 ใยแก้ว wr e-glass เบอร์ 600 หน้ากว้าง 100 ซม

รหัสสินค้า : wr 800 ใยแก้ว wr e-glass เบอร์ 800 หน้ากว้าง 100 ซม



Woven Roving หรือเรียกอีกชื่อว่าใยทอ เป็นการปั่นรูปใยแก้วโดยนำเส้นใยแบบเส้นเดี่ยวขนาดประมาณ 600-800 tex มาทอแบบ Plain Weave เพื่อใช้ในงานขึ้นรูปไฟเบอร์กลาสที่ต้องการความแข็งแรงสูงในต้นทุนที่ไม่สูงจนเกินไป ส่วนมากจะใช้คู่กับ CSM มีความหนาที่ 200gsm 400gsm 600gsm 800gsm เป็นหลัก Woven Roving ของเราใช้เส้นใย E-glass จาก Jushi Group มาทอเท่านั้นเพื่อความแข็งแรงของชิ้นงานสูงสุด



ใยทิชชู Glass Tissue

รหัสสินค้า : ts30 ใยผิว c-glass เบอร์ 30 g

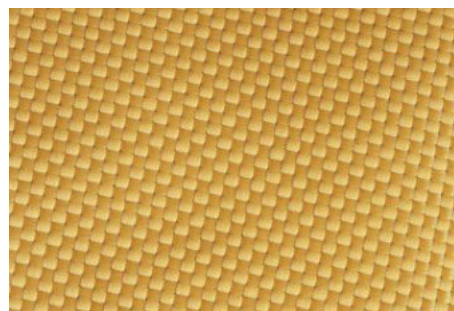
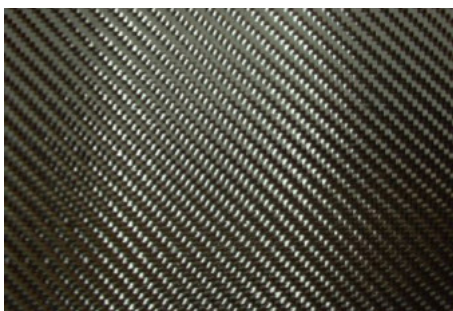
Glass Tissue เป็นใยแก้วผืนบางๆ ที่มีน้ำหนักเพียง 30gsm ใช้กรรมวิธีขึ้นรูปแบบกระดาษเพื่อให้ได้ความสม่ำเสมอของผิว จะใช้งานในชั้นแรกสุดหรือท้ายสุดเพื่อให้ผิวงานมีความเรียบสวยและช่วยกันสภาวะที่กัดกร่อน



ใยเส้นตัดสั้น Chopped Strand

รหัสสินค้า : cs3mm ใยตัด 3 mm

ใยแก้ว E-glass ตัดสั้นที่ความยาว 3 มม ใช้ผสมเรซินเพื่อทำการซ่อมชิ้นงาน หรือในงานเสริมหล่อบางรูปแบบ



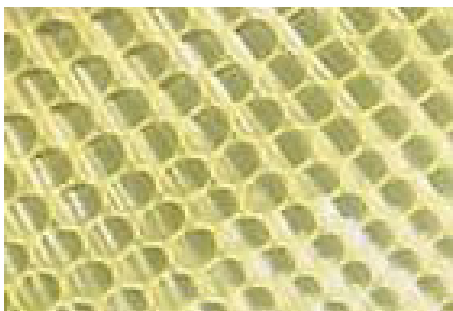
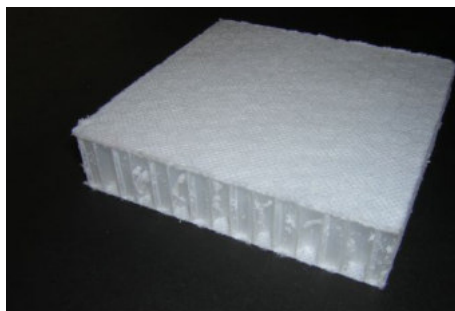
ผ้าคาร์บอน/เคฟลาร์ Carbon/Kevlar

- ผ้าคาร์บอนลายหนึ่งและลายสอง สำหรับงานประดับยนต์ และชิ้นส่วนเครื่องกีฬา มีความแข็งแรงสูง ทนความร้อนสูง น้ำหนักเบา
- ผ้าคาร์บอนลายเส้นเดียวสำหรับงานที่ใช้รับแรงในทางเดียวมากๆ เช่นงานพันเสาปูนในโครงการก่อสร้าง
- ผ้าเคฟลาร์ (สีเหลือง) สำหรับทำเกราะกันกระสุน หรือชิ้นงานที่ต้องการการรับแรงกระแทกสูงมากๆ



Coremat

ทำมาจากใยโพลีเอสเตอร์เส้นสั้นอัดขึ้นรูปสำหรับใช้ในงานไฟเบอร์กลาสเพื่อเพิ่มความหนาให้กับชิ้นงานโดยไม่ต้องเพิ่มชั้นของใยแก้ว เช่นงานทำเรือ อุปกรณ์กีฬาทางน้ำ ชิ้นส่วนรถยนต์ มีความหนา เช่น 2, 3, 4 หรือ 5 มม. ที่หน้ากว้าง 100 ซม.



แผ่นรังผึ้ง Honey comb

ในงานไฟเบอร์กลาส หรือคอมโพสิทที่ต้องการคงไว้ซึ่งความหนาของผนังชิ้นงาน และต้องการให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบาในขณะเดียวกัน เช่น งานทำเรือ รถบัส Honey Comb หรือรังผึ้ง เป็นวัสดุที่ใช้ระหว่างชั้นใยแก้ว หรือวัสดุเสริมแรงอื่นๆ มีที่ทำด้วยพลาสติก PP ความหนา 6, 10, 15, 20 มม. ที่ขนาด กว้าง x ยาว 2300 x 1150 มม. และทำด้วยกระดาษกล่อ ความหนา 10, 15, 20, 30, 40 มม. ที่ขนาด กว้าง x ยาว 2400 x 1200 มม.



สติกซ์แมท Sticthed mat

รหัสสินค้า : M11K 450 โยสติกซ์แมท เบอร์ 450 หน้ากว้าง 1 เมตร ม้วน 40KG.

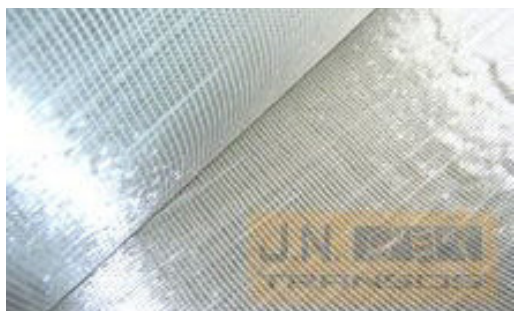
ประกอบด้วยเส้นใยแก้วตัดสั้นในลักษณะเดียวกับผลิตภัณฑ์ประเภท Chopped Strand Mat แต่ไม่ใช้ทอในการประสานระหว่างเส้นใยแต่ใช้การเย็บเส้นใยเข้าด้วยกันเป็นแผ่นเพื่อความแข็งแรงของชิ้นงาน และการทำงานแบบแม่แบบแบบปิดที่ต้องมีแรงดัน (RTM)



Bi-axial

รหัสสินค้า : bi400 โยทอ สองทาง + - 45 องศา เบอร์ 400

Bi-axial หรือเรียกอีกอย่างว่า Double axial คือโยทอ ที่ใช้ E-glass แบบเส้นเดียวมาทอสองทางในมุม +45 องศาและ - 45 องศา เมื่อให้แนวยาวเป็น 0 องศา ใช้ในงานที่ต้องการการรับแรงของชิ้นงานเพิ่มเติมในระนาบ + และ - 45 องศา สามารถใช้ ประกอบกับการใช้ โยทอแนวเดียวที่เรียกว่า Unidirectional 0 หรือ 90 องศา



Uni Direction

รหัสสินค้า : UD0400 โยทอทางเดียว 0 องศา เบอร์ 400

รหัสสินค้า : UD90400 โยทอทางเดียว 90 องศา เบอร์ 400

Uni-directional คือโยทอ ที่ใช้ E-glass แบบเส้นเดียวที่มีความแข็งแรงสูงมากทอขึ้นรูปทางเดียว โดยมีเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์เป็นตัวเย็บให้เส้นใยคงรูปเป็นพื้นได้ มีทอที่ 0 องศา คือตามแนวยาว (warp) และ 90 องศา คือตามแนวหน้ากว้าง (weft) บางกรณีจะมีการเย็บใยแก้วพื้นที่เรียกว่า CSM ที่ความหนา 50gsm เข้าไปข้างหลังด้วยเพื่อช่วยกระจายการรับแรงในมุมอื่นๆ ใช้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานที่ต้องการการรับแรงในทางใดทางหนึ่งโดยเฉพาะเช่นงานพื้นเสาคอนกรีตเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และอุปกรณ์กีฬาทางน้ำ เป็นต้น



Chopped Strand สำหรับเบ็ดพลาสติก

สิ่งเป็นตู้คอนเทนเนอร์ หรือเป็นพาเลท



Chopped Strand คือใยแก้ว E-glass ที่ขึ้นรูปเป็นเส้นกลุ่มแล้วนำมาตัดเป็นเส้นสั้นๆ ที่ความยาว 3mm 4.5mm 6mm และอื่นๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน ใช้ในงานคอมปาวเบ็ดพลาสติก หรือ BMC เท่านั้น มีเกรดเฉพาะสำหรับ PP, PBT, PC, PA, ABS และอื่นๆ ผลิตโดย Jushi Group ผู้ผลิตใยแก้วอันดับ 1 ของโลก



เรซินเกรดมาตรฐาน Orthophthalic Polyester Resin

รหัสสินค้า : st001 เรซินเกรดสูง ของ Polynt ถึง 225 กก.

รหัสสินค้า : hi001 เรซินเกรดทำเรือ ของ Polynt ถึง 225 กก. มีใบ Lloyds

รหัสสินค้า : r235tpn เรซินมีตชช ผสม Cobalt ถึง 220 กก.

รหัสสินค้า : 7213cn เรซินสยามฯ ผสม Cobalt ถึง 220 กก.

เรซินกลุ่ม Orthophthalic เป็นกลุ่มพื้นฐานสำหรับใช้งานไฟเบอร์และงานหล่อทั่วไปมีอยู่หลายเบอร์ตามแต่ผู้ผลิตโดยมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป มีทั้งที่ผสมโคบอลท์แล้ว (Cobalt Naphthenate), ผสม Wax, ผสม anti-UV หรือตัว Base ที่ไม่ผสมอะไรเลย โดยปกติจะมีสีใสอมเหลือง แต่ถ้าผสมโคบอลท์แล้วจะมีสีออกชมพู-ม่วง



เรซินเกรดไอโซ Isophthalic Polyester Resin

รหัสสินค้า : iso001 เรซิน ของ Polynt เกรด ISO ผสม Cobalt ถึง 225 กก.

รหัสสินค้า : r289tpn เรซินมีตชช เกรด ISO ผสม Cobalt ถึง 220 กก.

รหัสสินค้า : 285n เรซินมีตชช เกรด ISO ไม่ผสม Cobalt ถึง 220 กก.

รหัสสินค้า : อื่นๆ เรซินหล่อปูน/ใส ถึง 230 กก.

เรซินกลุ่ม Isophthalic เป็นกลุ่มที่ใช้สำหรับงานที่ต้องทนสภาพแวดล้อมที่กัดกร่อนเช่นสารเคมี หรือน้ำทะเล มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกับ Orthophthalic และวิธีการใช้งานลักษณะเดียวกัน



เรซินอินฟิวชั่น (แวกคัม) Infusion

รหัสสินค้า : st002 เรซิน ของ Polynt เกรด ISO ผสม Cobalt ถึง 225 กก.



ไวนิล Vinylester Resin

รหัสสินค้า : 901p ไวนิล ของ Swancor ผสม Cobalt ถึง 200 กก

รหัสสินค้า : 901 ไวนิล ของ Swancor ไม่ผสม Cobalt ถึง 200 กก

Vinylester หรือเรียกว่าไวนิล เป็นเรซินกลุ่ม Polyester ที่มีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติในการทนกรดหลายชนิดได้ดีกว่าเรซินเกรด Isophathelic จึงนิยมใช้ในงานประเภทถังเคมี เคลือบพื้นโรงงาน รวมไปถึงเรือและอุปกรณ์กีฬาทางน้ำอีกด้วย



เจลโค้ท Gelcoat

รหัสสินค้า : gel001 เจลโค้ท ของ Polynt เกรด ISO ผสม Cobalt ถึง 20 กก.
 รหัสสินค้า : 9091 เจลโค้ท ของ Cytec เกรด Ortho ไม่ผสม Cobalt ถึง 25 กก.
 รหัสสินค้า : 920-bse เจลโค้ท ของ Cytec เกรด Iso ไม่ผสม Cobalt ถึง 25 กก.
 รหัสสินค้า : gc231a เจลโค้ท ของสยามฯ เกรด Iso ไม่ผสม Cobalt ปับ 18 กก.

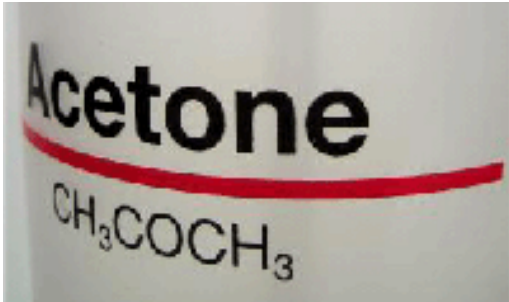
เจลโค้ท Gelcoat เป็นโพลีเอสเตอร์เรซินที่มีความหนืดสูง ใช้เป็นชั้นแรกในการทำชิ้นงานไฟเบอร์กลาสที่ต้องการผิวงานที่มีความมัน สวยงาม สีที่ใช้ในงานไฟเบอร์จะถูกผสมลงในเจลโค้ทเลย



Epoxy Resin

รหัสสินค้า : epta582 อีพอกซี part a 3:1 สำหรับงานไฟเบอร์
 รหัสสินค้า : eptb278 อีพอกซี part b 3:1 สำหรับงานไฟเบอร์
 รหัสสินค้า : epta515 อีพอกซี part a 2:1 สำหรับงานเคลือบพื้น

เรซิน Epoxy อยู่ในกลุ่มพลาสติกเทอร์โมเซตเช่นเดียวกับ Orthophthalic, Isophthalic และ Vinlyester แต่รับแรงดึงและแรงอัดได้สูงกว่า และทนกรด ทนด่างได้ดี มีหลายเกรดทั้งสำหรับทำชิ้นงานไฟเบอร์ที่ต้องการความแข็งแรงสูงๆ เช่น ชิ้นส่วน เครื่องบิน รถแข่ง อุปกรณ์กีฬา ก่อรั้วสายไฟ ฯลฯ หรืองานเคลือบพื้นทั้งแบบปูและไม่ปูใยแก้ว มีหลายสูตรตามการใช้งานและความต้องการของลูกค้า ข้อดีของ Epoxy คือมีอายุการเก็บรักษานานกว่าเรซินชนิดอื่น ใช้งานโดยผสม Part A กับ Part B เข้าด้วยกัน



อะซิโตน Acetone

รหัสสินค้า : acetone อะซิโตนถึง 200 ลิตร หนัก 160 กก.

อะซิโตนเป็นเคมีในกลุ่มตัวทำละลาย ใช้ในงานไฟเบอร์กลาสในการทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ลูกกลิ้ง เครื่องพ่นเจลโค้ท ฯลฯ ก่อนที่เรซินจะแข็งตัว นิยมใช้มากกว่าทินเนอร์เพราะไม่ค่อยกัดผิวหนังและล้างคราบเรซินได้สะอาดกว่า



โมโนสไตรน์ Mono Styrene

รหัสสินค้า : mono โมโนสไตรน์ ถึง 200 ลิตร/ ปับ 20 ลิตร

โมโนสไตรน์เป็นของเหลวมีสีใสเป็นส่วนหนึ่งของสารตั้งต้นในการผลิตโพลีเอสเตอร์เรซิน และใช้ผสมในพียอสเตอร์เรซินให้มีความหนืดลดลงเวลาจะใช้ทำชิ้นงาน



ตัวเร่ง MEKPO

รหัสสินค้า : m60 บรรจุแกลลอน 5 กก.

MEKP เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้พอลิเอสเตอร์แข็งตัว มีหลายชื่อเรียก เช่น ตัวทำแข็ง, ตัวเร่ง, Peroxide, M-60, Catalyst เป็นของเหลวสีใส มีกลิ่นฉุน ถ้าสัมผัสกับตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา cobalt naphthenate จะก่อให้เกิดความร้อนอย่างรุนแรง



โคบอลท์ Cobalt Napthenate

รหัสสินค้า : cobalt บรรจุแกลลอนละ 5 กก.

โคบอลท์เนฟเทเนท หรือเรียกสั้นๆ ว่า โคบอลท์ เป็นสารช่วยเร่งปฏิกิริยา ใช้คู่กับตัวเร่งปฏิกิริยา (M60) ทำให้เกิดความร้อนสูงให้เรซินแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิปรกติ มักจะผสมมาให้ไว้ในเรซินแล้วเพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน



โมนอแว็กซ์ Monowax

รหัสสินค้า : monowax บรรจุในแกลลอน 5 กก.

โมนอแว็กซ์ ถูกออกแบบมาสำหรับผู้ที่ทำงานกับเรซินที่ไม่ได้ผสมแว็กซ์มาจากโรงงาน แต่ต้องการให้ผิวหน้าชิ้นงานมีความเงาเป็นพอสสมควร ใช้ผสมโดยตรงกับเรซินในลักษณะเดียวกับการใช้งานโมนอสไตรน์



แป้งทัลคัม Talcum

รหัสสินค้า : tal แป้งทัลคัม 325 mesh บรรจุถุง 25 กก.

แป้งทัลคัมสามารถใช้เป็นฟิลเลอร์ Filler ผสมเรซินเพื่อเพิ่มความเหนียวได้เช่นเดียวกับผงแคลเซียม ชิ้นงานที่ได้จะมีน้ำหนักเบาว่าชิ้นงานที่ผสมผงแคลเซียม แต่ราคาก็จะสูงกว่าเช่นกัน



ผงแคลเซียม Calcium Carbonate

รหัสสินค้า : cal ผงแคลเซียมถุง 25 กก.

ผงแคลเซียม Calcium Carbonate ใช้เป็นฟิเลอร์ Filler ในการขึ้นรูปงานไฟเบอร์กลาสโดยผสมลงในเรซินเพื่อเพิ่มเนื้อและเพิ่มคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกได้ดีขึ้น



ไมโครบอลลูน Microballoon

รหัสสินค้า : k20 ผงไมโครบอลลูนยี่ห้อ 3M K20 กล่อง 25 กก.

ผงไมโครบอลลูน Micro Balloon เป็นผงแก้วซิลิกาที่มีช่องว่างภายในใช้ผสมสีโปวเพื่อให้ขึ้นรูปแม่แบบได้ง่ายบรรจุกล่องละ 25 กก. สามารถเก็บไว้ได้นาน



ผงเวยา Fumed Silica (thixotropic)

รหัสสินค้า : tix ผงเวยาWacker บรรจุถุงละ 10 กก.

ผงเวยามีคุณสมบัติเป็น thixotropic ใช้ผสมเพิ่มความหนืดให้โพลีเอสเตอร์เรซินในการทำ Gelcoat หรือให้เรซินเกาะติดกับแม่แบบแนวตั้งดีขึ้น



PU Foam

รหัสสินค้า : foam พียูโฟม

เป็นชนิดเดียวกับโฟมขาว/โฟมดำ ใช้โดยนำน้ำยาทั้งสองตัวมาผสมกันโดยการเทหรือการฉีดด้วยเครื่อง น้ำยาทั้งสองส่วนจะทำปฏิกิริยากันแล้วขยายตัวออกเป็นโฟมสีเนื้อที่มีความหนาแน่นประมาณ 40kg ต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ในการขึ้นรูปแม่แบบและเติมเต็มช่องว่างของชิ้นงาน



ซิลิโคนทำแม่พิมพ์

รหัสสินค้า : si ยางซิลิโคนทำแม่พิมพ์

ใช้สำหรับหล่อเป็นแม่พิมพ์สำหรับงานหล่อเรซิน และงานไฟเบอร์ที่ต้องการความละเอียดของผิวงานสูง มีของฝรั่งเศส เยอรมัน และอเมริกา



ทินเนอร์ Thinner

รหัสสินค้า : aa บรรจุในถัง 200 ลิตร

รหัสสินค้า : aaa บรรจุในถัง 200 ลิตร

รหัสสินค้า : acry บรรจุในถัง 200 ลิตร

ทินเนอร์ถัง 200 ลิตร มีเกรด AA สำหรับล้างเครื่องมือ เกรด AAA สำหรับผสมสี และเกรด Acrylic สำหรับผสมสีที่ต้องการความเงา



โฟมขาว-โฟมดำ

รหัสสินค้า : foam โฟมขาว-ดำ บรรจุในแกลลอน 5 กก.

ผสมโฟมขาวเข้ากับโฟมดำเพื่อให้ส่วนประกอบทั้งสองทำปฏิกิริยากัน ขยายตัวออกเป็นโฟมสีเนื้อที่มีความหนาแน่นประมาณ 40kg ต่อลูกบาศก์เมตร จะใช้ในการขึ้นรูปแม่แบบและเติมเต็มช่องว่างของชิ้นงาน



ยางพารา latex rubber

รหัสสินค้า : rub ยางพาราทำแม่พิมพ์

ใช้ในงานทำแม่พิมพ์งานหล่อเช่นเดียวกับซิลิโคนกดแบบแต่ถอดได้น้อยครั้งกว่า



น้ำยากอดแบบ

Semipermanent Mold-Release Agent “Dexcoat 8”

รหัสสินค้า : dexcoat8 บรรจุในแกลลอน 3.75 ลิตร

Dexcoat # 8 เป็นน้ำยากอดแบบสูตรโพลิเมอร์สามารถถอดแบบได้หลายครั้ง ใช้แทนขี้ผึ้งกอดแบบที่จะต้องทาและขัดให้แห้งทุกครั้งก่อนจะขึ้นงานใหม่ เนื่องจากเป็นสูตรโพลิเมอร์ เมื่อใช้แล้วจะเป็นฟิล์มบางๆ ที่จะไม่หลุดเป็นคราบติดไปกับชิ้นงาน จึงไม่ทำให้ชิ้นงานต่าง



Mold Release Wax

รหัสสินค้า : wax8 กระปุกทอง 311 กรัม

รหัสสินค้า : waxTR กระปุกขาวแดง 14 ออนซ์

รหัสสินค้า : wax1000p กระปุกขาว 412 กรัม

เนื่องจากโพลีเอสเตอร์รีซินมีคุณสมบัติในการเกาะตัวเหมือนกาว การที่จะถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแทนจะเป็นไปไม่ได้ถ้าไม่ทาขี้ผึ้งกอดแบบเสียก่อน ขี้ผึ้งที่ดีจะถอดง่าย และไม่ทิ้งคราบไว้ที่ผิวงานหลังถอดแบบ



น้ำยา PVA Solution

รหัสสินค้า : pva บรรจุในแกลลอน 5 กก.

น้ำยา PVA ใช้ถอดแบบให้การทำงานของไฟเบอร์กลาสได้เช่นเดียวกับขี้ผึ้งกอดแบบ เมื่อทาแล้วปล่อยให้แห้ง จะเป็นฟิล์มบางๆ ระหว่างแม่แบบ และชิ้นงานทำให้ถอดแบบได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ จึงสามารถทำความสะอาดชิ้นงานได้ด้วยน้ำธรรมดา



เรซินอินฟิวชั่น (แวกคัม) Infusion

รหัสสินค้า : st002

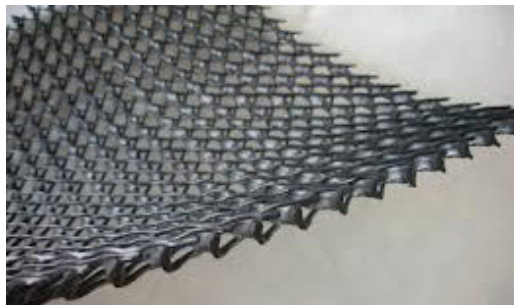
เรซิน ของ Polynt อินสโต ISO ผสม Cobalt ถึง 225 กก.



Breather

รหัสสินค้า : brea01

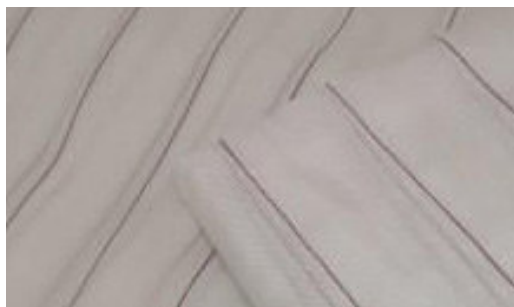
แผ่นโพลีเอสเตอร์อัดสำหรับซับน้ำยาเรซินส่วนเกิน ใช้ในงานเวิร์คคัมเพื่อซับเรซินออกจากชั้นงานให้ได้มากที่สุด สำหรับให้ชั้นงานมีน้ำหนักเบาที่ในขณะที่ยังคงความแข็งแรงไว้ได้ มีหน้ากว้าง 150 ซม



Drain net

รหัสสินค้า : drai01

ตาข่ายพลาสติกแบบ 3D เพื่อช่วยให้การไหลของเรซินในกระบวนการขึ้นรูปแบบ infusion ได้รวดเร็วและทั่วถึงตลอดชั้นงาน มีหน้ากว้าง 190 ซม



Peel ply

รหัสสินค้า : peel01

Peel Ply เป็นผ้าทอใยสังเคราะห์ที่มีความสั่นในตัวเองคล้ายผ้าร่ม แต่ไม่มีการเคลือบซิลิโคนเหมือนผ้าร่ม ใช้ในกระบวนการผลิตแบบเวิร์คคัมและ infusion โดยวางไว้ระหว่างการวางใยแก้วชนิดต่างๆกับอุปกรณ์เวิร์คคัมหรือ infusion เช่นท่อ ตาข่าย และถุงเวิร์คคัม เพื่อวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้จะไม่ติดกับเรซินเวลาถอดแบบ มีหน้ากว้าง 150 ซม



Plastic hose

รหัสสินค้า : tube01

ท่อพลาสติกขนาด 10 mm. ใช้เป็นท่อเวิร์คคัมเพื่อดูดอากาศ และเดินเรซินทั้งในงานเวิร์คคัม และ infusion



Sealant tape

รหัสสินค้า : seal01

Sealant tape หรือศัพท์ช่างว่ากาวซีมา ใช้ติดถุงเว็คคัมกับโมลด์หรืออุดรอยต่อของท่อและรอยฉนวนตามจุดต่างๆในระหว่างกระบวนการเว็คคัม 1 ม้วน ยาว 15 ม.



แผ่นพลาสติกเจาะรู

รหัสสินค้า : perf01

แผ่นพลาสติกเจาะรูชนิดบาง ใช้วางระหว่าง Peel Ply กับวัสดุอุปกรณ์ในงานเว็คคัมและ infusion เพื่อช่วยให้การแกะถุงเว็คคัมเพื่อถอดแบบง่ายขึ้น



ไส้ไก่พันสายไฟ

รหัสสินค้า : spri01

ท่อพลาสติกพันสายไฟ ใช้สำหรับกระจายเส้นไปยังส่วนที่ต้องการในกระบวนการ infusion มีขนาด 15 มม



กาวสเปรย์ 3M

รหัสสินค้า : 3m77

กาวสเปรย์กระป๋องสำหรับพันลงบนโมลด์ ใช้กับ peelply หรือวัสดุต่างๆ เพื่อให้แต่ละชั้นไม่หลุดออกจากกันในระหว่างการวางวัสดุแต่ละชั้น และอุปกรณ์แต่ละชั้นลงบนโมลด์



ถังดักเรซิน

รหัสสินค้า : Catc01

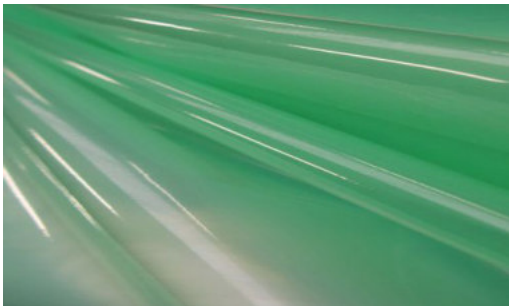
ถังดักเรซินใช้ทั้งในกระบวนการเว็คคัมและ infusion ซึ่งจะติดตั้งระหว่างแม่แบบกับปั๊มเว็คคัมเพื่อกันไม่ให้เรซินส่วนเกินที่ออกจากแม่แบบวิ่งเข้าถึงปั๊มได้ เรซินส่วนเกินจะถูกดูดลงสู่ถัง



ข้อต่อสามทาง

รหัสสินค้า : 3way01

ข้อต่อทองเหลืองสามทางสำหรับต่อท่อทางเดินเรซินเข้าและออก สำหรับท่อพลาสติกขนาด 10 มม และท่อโลหะขนาด 10 หรือ 15 มม



Vacuum bag

รหัสสินค้า :

แผ่นพลาสติกใสที่มีความเหนียวและยืดหยุ่นสูงสำหรับงานเว็คคัมและ infusion โดยเฉพาะ



ลูกกลิ้ง Rollers

รหัสสินค้า : rolsh4

รหัสสินค้า : rolgr4

รหัสสินค้า : rolwh4

รหัสสินค้า : rolbl2/3/4

รหัสสินค้า : rolal2/3/4

ลูกกลิ้งขนแกะ 4"

ลูกกลิ้งขนเป็ด 4"

ลูกกลิ้งขนหาว 4"

ลูกกลิ้งขนหมู 2" 3" 4"

ลูกกลิ้งอูมเนียม 2" 3" 4"

ลูกกลิ้ง (Rollers) มีหลายชนิดและหลายขนาดสำหรับใช้ในการทำงานไฟเบอร์เช่น ลูกกลิ้งขนแกะ-การขึ้นลงบนใยแก้ว ลูกกลิ้งขนหมูสำหรับไล่อากาศ ลูกกลิ้งอูมเนียมสำหรับรีดเรซิน



กระดาษทราย Sand Paper

รหัสสินค้า : 3msp

เบอร์ 600-800 สำหรับขัดเบ็ดสี Primer เบอร์ 800-2000 สำหรับขัดซ่อมเบ็ดสีก่อนลงยาขัด



ผ้าขนแกะ 8" Polishing Pad

รหัสสินค้า : 3mpnwh ผ้าขนแกะสีขาว 8"

รหัสสินค้า : 3mpnye ผ้าขนแกะสีเหลือง 8"

ทำจากขนแกะผสมใยสังเคราะห์ มีสีขาวสำหรับขัดชิ้นงานสีอ่อน และสีเหลือง สำหรับขัดชิ้นงานที่มีสีเข้ม ใช้กับเครื่องปั่นที่ความเร็วประมาณ 2000 รอบต่อนาที



กาว PU Sikaflex

รหัสสินค้า : sk252wh บรรจุหลอด 600 มล

กาวโพลียูรีเทนคุณภาพสูงของ SIKA เป็นแบบส่วนประกอบเดียว แห้งตัวเมื่อสัมผัสกับอากาศ ทนน้ำทะเล กรด/ด่าง อย่างอ่อน ทาสีทับได้ เหมาะกับงานเรือ รกยนต์ ที่ต้องการการยึดติดสูง



Pigment Paste

รหัสสินค้า : แม่สีเหลือง 9220

รหัสสินค้า : แม่สีแดง 9240

รหัสสินค้า : แม่สีน้ำเงิน 9260

รหัสสินค้า : แม่สีฟ้า 9267

รหัสสินค้า : แม่สีขาว 9200

รหัสสินค้า : แม่สีดำ 9210

แม่สี Pigment Paste เป็น Pigment สีที่ผสมมาสำเร็จมีลักษณะเหนียวข้น สำหรับใช้ผสมใน Gelcoat หรือในเนื้อเรซินโดยเฉพาะ เข้ากันได้กับโพลีเอสเตอร์ชั้นทุกชนิด มีทั้งแม่สี และสีเฉพาะ



เครื่องพ่นใยแก้ว ยี่ห้อ MVP รุ่น Patriot จาก USA

สินค้าสั่งพิเศษ



เครื่องพ่นเจลโค้ทขนาดใหญ่ ยี่ห้อ MPV รุ่น Ultra Max จาก USA

สินค้าสั่งพิเศษ



เครื่องพ่นเจลโค้ทขนาดเล็ก ยี่ห้อ MPV รุ่น Pro Rider จาก USA

สินค้าสั่งพิเศษ

Finished products

ตัวอย่างชิ้นงานไฟเบอร์กลาส



เรือ Boat

เรือแคนู-คายัค โดยช่างออกแบบเรือผู้ชำนาญ
การเรือพายสำหรับงานนาทึง-ทั่วไปได้ให้เลือก
หลายขนาด



เกรตติ้ง Grating

มีหลายขนาดให้เลือก :

เกรตติ้งไฟเบอร์กลาสสำหรับพื้นที่ต้องการ
ความแข็งแรง ที่มีน้ำหนักเบา ทนการกัดกร่อน
ทนไฟ ใช้เป็นพื้นโรงงานผลิตสารเคมี เวชภัณฑ์
โรงบำบัดน้ำ ปูทางเท้า ปูลาดฟ้าเรือ



โต๊ะ-เก้าอี้ Table-Chair

เหมาะสำหรับใช้งานทั้งในและนอกอาคาร โรง
อาหาร หอประชุม สนามกีฬา มีสีสันสวยงาม
ทนทาน ผลิตตามแบบ และจำนวนที่กำหนด



บานประตู Fiberglass Door

สวย ทน ใช้ได้ทั้งงานภายนอก และในอาคาร มี
ทั้งลายไม้ และ ทำสี ทนกว่าไม้จริง ให้ความรู้สึก
ดีกว่า PVC



หินเทียม-ประการังเทียม

กลุ่มสินค้าตกแต่งมีหินทรายเทียมสำหรับงานจัดสวน ฉากน้ำตก ฉากอควาเรียม ประการังเทียมหลากหลายชนิดที่เลียนแบบตามธรรมชาติ



งานเคลือบพื้น-ถัง

Linning and laninating

มีทีมช่างผู้ชำนาญการในการเคลือบพื้นโรงงาน-ถังเหล็กเพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากสภาพกรด-ด่าง รับซ่อมท่อ-ถังไฟเบอร์ บริการนอกสถานที่ทั่วประเทศ



สระว่ายน้ำสำเร็จรูป

สระว่ายน้ำสำเร็จรูปไฟเบอร์กลาส ผลิตและติดตั้งโดยวิศวกรชาวออสเตรเลีย มีหลายรูปแบบและขนาดให้เลือก ทนทานดูแลรักษาง่าย

Note



www.jn-transos.com

J.N. TRANSOS

ผู้ผลิต-นำเข้าและจำหน่าย วัตถุดิบคุณภาพดี
สำหรับงาน ไฟเบอร์กลาส

เช่น โยแก้ว เรซิน พลาสติก ใยเส้นสั้น ใยพัน/พัน ไวนิล เคมีภัณฑ์และอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งปลีกและส่ง

The manufacturer-importer and distributor of quality raw material for Fiberglass application such as Chopped Strand mat, UP Resin, Woven Roving, Chopped Strand for Thermo Plastic, Filament Winding. Spray-Roving, Vinyl Ester Resin, Other Chemicals and equipments. We sell in retail and wholesale.



ใยแก้วพัน



เรซินไฟเบอร์-หล่อ



โมโนสไตรีน



อาซิโตน-ทินเนอร์



ไลบอาร์ท



แป้งทาลคัม Talcum



ตัวเร่ง



โมโนเอ็กซ์ Monowax



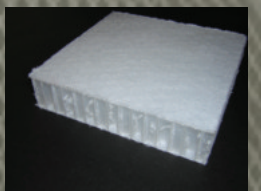
ยางพารา Latex Ruber



ใยทอ WR



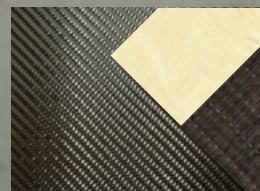
ใยทอ



แผ่นรังผึ้ง



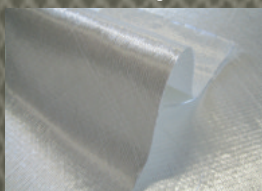
ซีพิงกอดแบบ



ผ้าคาร์บอน-เคพลาส



ใยพัน-ใยพัน



Biaxial +45/-45 องศา



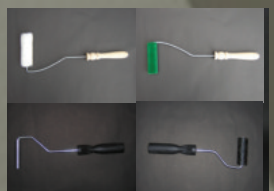
Silicon กอดแบบ



โฟมขาว-ดำ



Epoxy Resin



ลูกกลิ้ง



เจลคัท



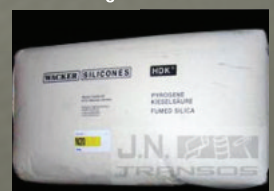
ใยทอทางเดียว Uni 0/90°



คอร์แมทเสริมความหนา



ใยแก้วตัดสั้น



ผงเบา



น้ำยากอดแบบ



แม่สี Pigment Paste



ไมโครบอลูน



ผงแคลเซียม



ยางพารา Latex Ruber

บริษัท เจ.เอ็น. ทรานสอส (ประเทศไทย) จำกัด
69/21 ม.13 ซ.เพชรเกษม 91 ถ.เพชรเกษม ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74130
JN TRANSOS (Thailand) CO.,LTD.
69/21 Moo 13, Petchakasame 91, Petchakasame Road, Omnoi, Kratumbaen, Samutsakorn, Thailand 74130
Tel: 02-8137315-6 Fax: 02-8111574 Mobile: 086-319-5331, 089-444-8108 E-mail: jn_jedsada@hotmail.com

J.N. TRANSOS
www.jn-transos.com