



## รายการอ้างอิง

- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. เอฟอาร์พี. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2547.
- ปารเมศ ชูติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรสิทธิ์ ทองทวีชัยกิจ. อิทธิพลของอัตราการบินและความเร็วรอบของชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนย่อยของการเจียรในทรงกระบอก(แบบยันศูนย์ที่มีผลต่อความหยাবผิว). วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- สรียา กลิกพันธุ์. การนำเศษแผ่นพาร์ทิเคิลจากการตัดริมาเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นพาร์ทิเคิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- พรเทพ ลากฐะศิริ. การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเพื่อการลดของเสีย กรณีศึกษาระบบการผลิตเพลากลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- วิชาญ วรรณ. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเหล็กปลายสั้น สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแท่งแบบต่อเนื่อง โดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- George Lubin. Handbook of Composites. Van Nostrand Reinhold company.
- Douglas C.Montgomery. Introduction to Statistical Quality Control 5<sup>th</sup> edition. United States of America : John Wiley & Sons, 2005.
- Seymour S. Schwartz and Sidney H. Goodman. Plastics Materials and Process. Van Nostrand Reinhold company.
- Harry S. Katz and John V. Milewski. Handbook of Fillers and Reinforcements for Plastic: Van Nostrand Reinhold company.

ภาคผนวก

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

## 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วที่มีลักษณะโปร่งใสหรือโปร่งแสง ทั้งชนิดแผ่นเรียบ และแผ่นลอน มีจุดประสงค์นำไปใช้เป็นกระเบื้องมุงหลังคา ฝ้า หรือเกล็ดระบายอากาศ

## 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ความกว้างระบุ หมายถึง ระยะริมนด้านหนึ่งถึงริมอีกด้านหนึ่งของแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วที่วัดตามหน้าตัดของแผ่นหลังจากขึ้นรูปเป็นลอนชนิดต่าง ๆ หรือความกว้างปกติของแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วแผ่นเรียบที่กำหนด
- 2.2 ความกว้างส่วนปกคลุม หมายถึง ความกว้างใช้งานซึ่งเป็นระยะระหว่างสันลอนด้านริม

## 3. ประเภทและชนิด

- 3.1 กระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
  - 3.1.1 กระเบื้องมุงหลังคารูปลอนมาตรฐาน แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ
    - (1) ชนิดที่ 1 มีรูปลอนดังรูปที่ 1 เพื่อใช้งานร่วมกับเหล็กแผ่นลูกฟูกรีดเย็น ตาม มอก. 50
    - (2) ชนิดที่ 2 มีรูปลอนดังรูปที่ 1 เพื่อใช้งานร่วมกับกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน : ลอนลูกฟูก ตาม มอก. 18
    - (3) ชนิดที่ 3 มีรูปลอนดังรูปที่ 2 เพื่อใช้งานร่วมกับกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน : ลอนคู่ ตาม มอก. 79
  - 3.1.2 กระเบื้องมุงหลังคารูปลอนกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา เป็นรูปลอนที่ผลิตขึ้นเพื่อให้ใช้งานร่วมกับกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา โดยให้รวมกระเบื้องแผ่นเรียบด้วย
- 3.2 ฝ้าพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว
- 3.3 เกล็ดระบายอากาศพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

## 4. วัสดุ

- 4.1 พอลิเอสเตอร์เรซินที่ใช้ ควรเป็นชนิดไม่อิ่มตัว มีสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าพอลิเอสเตอร์เรซินตาม JIS K 6919 หรือ มอก.1329

- 4.2 ไยแก้วที่ใช้ ควรเป็นใยแก้วที่มีความทนต่อสภาพลมฟ้าอากาศ มีสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าใยแก้วตาม JIS R3411 JIS R3412 หรือ ISO 2078

### 5. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 5.1 ขนาดของกระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรูปลอนมาตรฐาน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนกระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว  
กระเบื้องรูปลอนมาตรฐาน  
(ข้อ 5.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดที่	ระยะระหว่าง ลอน	ความสูง ของลอน	ความกว้าง ระบู่	ความกว้าง ส่วนปกคลุม	ความยาว	ความหนา
1	32	9	635	608	1 520 1 825 2 130 2 435	1.0 1.2
	76	18	665	608	2 740 3 045 3 550 3 655	
			800	760	2 435	
2	75	20	540	450	1 200 1 500	1.0 1.2
	160	50	500	480	1 200 1 500 1 800	
			1 000	960		
3	225	50	500	450		
เกณฑ์ความ คลาดเคลื่อน	±5	+3 -2	±10	±5	+10 0	±15% ของค่า ที่ระบุ

- 5.2 ขนาดของกระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วสำหรับรูปลอนกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา ให้เป็นไปตามที่ผู้ทำระบู่ และยอมให้มีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนกระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรูปลอน  
กระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบมุงหลังคา  
(ข้อ 5.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

กระเบื้องรูปลอน กระเบื้องแผ่นเหล็ก เคลือบมุงหลังคา	ระยะระหว่าง ลอน	ความสูง ของลอน	ความกว้าง ระบู่	ความกว้าง ส่วนปกคลุม	ความยาว	ความหนา
เกณฑ์ความ คลาดเคลื่อน	±5	+3 -2	±10	±5	+10 0	±15% ของค่า ที่ระบุ

### 5.3 ขนาดของผ้าพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ให้เป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนผ้าพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว  
(ข้อ 5.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร			
ผ้าพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว	ความกว้างระบุ	ความยาว	ความหนา
ขนาด	100 120	เป็นไปตามการระบุของผู้ขาย	1.2 1.5
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	$\pm 10$	+10 0	15% ของค่าคงที่ระบุ

### 5.4 ขนาดของเกล็ดระบายอากาศพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ให้เป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเกล็ดระบายอากาศพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว  
(ข้อ 5.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร						
ชนิดที่	ระยะ A	ความสูง	ระยะ B	ระยะ C	ความยาว	ความหนา
1	75	350	100	13	เป็นไปตามการระบุของผู้ขาย	1.2 1.5
2	100	400	100	15		
3	150	550	100	15		
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	+10	$\pm 15\%$ ของค่าที่ระบุ

### 5.5 ความได้ฉาก

มุมต้องเป็นมุมฉาก โดยพิจารณาให้ช่องว่างระหว่างแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว และแนวฉากจริงไม่เกิน 5 mm ต่อความกว้าง 1 m

### 5.6 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ต้องไม่เกิน 15 mm

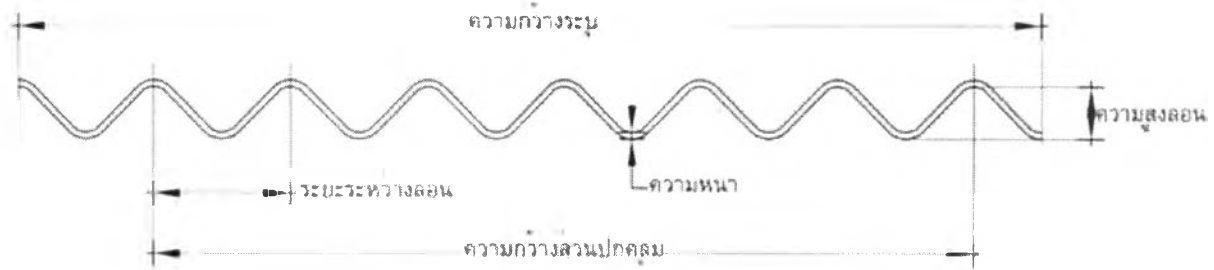
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ข้อ 10.2

## 6. มวลต่อพื้นที่ระบุ

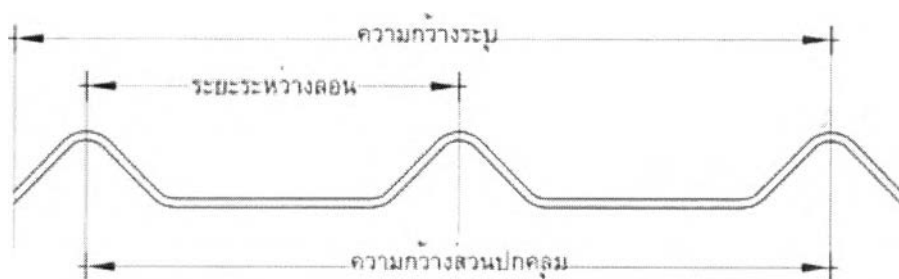
### 6.1 แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วแต่ละประเภท ให้มีชั้นคุณภาพมวลต่อพื้นที่ระบุดังนี้ 1 500 1 800 2 400 3 050 3 660 4 270 4 880

โดยกำหนดให้มวลต่อพื้นที่มีค่าไม่น้อยกว่า -10% ของค่าที่กำหนดในชั้นคุณภาพที่คำนวณเป็น กรัมต่อตารางเมตร

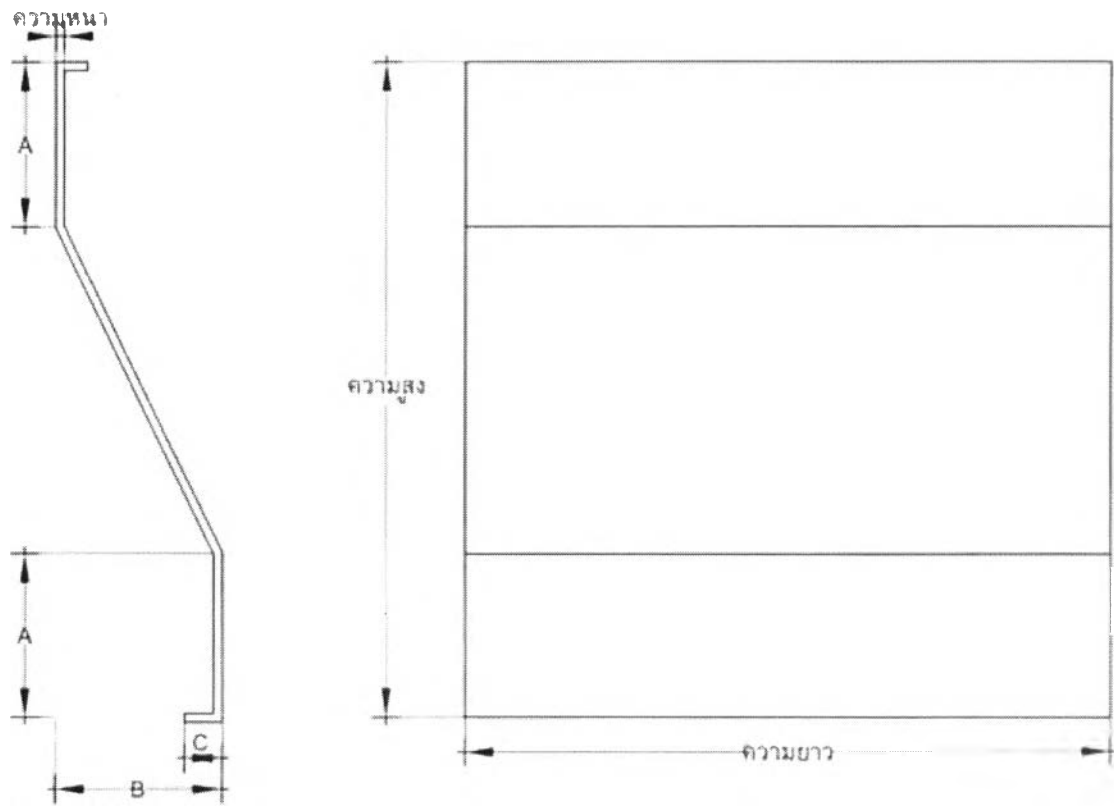
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AS/NZS 4257.3



รูปที่ 1 กระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว รูปลอนมาตรฐานชนิดที่ 1  
เหล็กแผ่นลูกฟูกรีดเย็น และชนิดที่ 2 กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน : ลอนลูกฟูก  
(ข้อ 3.1.1(1) ข้อ 3.1.1(2))



รูปที่ 2 กระเบื้องมุงหลังคาพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว รูปลอนมาตรฐานชนิดที่ 3  
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน : ลอนกู่  
(ข้อ 3.1.1(3))



รูปที่ 3 เกล็ดระบายอากาศพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

## 7. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 7.1 ลักษณะทั่วไป  
ต้องมีสีสม่ำเสมอ โปร่งแสง และปราศจากตำหนิ  
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ
- 7.2 การส่งผ่านของแสง  
ต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนการส่งผ่านของแสงไม่เกิน  $\pm 5\%$  ของค่าที่ผู้ทำระบุ  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AS/NZS 4257.4
- 7.3 ความต้านแรงกระแทก  
ภายหลังจากการทดสอบ ต้องไม่มีรูทะลุ  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JIS A5701 หรือ AS/NZS 4257.6
- 7.4 ความต้านแรงดึง  
ต้องมีค่าความต้านแรงดึงไม่น้อยกว่า 50 MPa  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AS 1145 และใช้ชั้นทดสอบชนิดที่ 4
- 7.5 ปริมาณสารที่ระเหยได้  
ยอมให้มีปริมาณสไตรีนคงค้าง ไม่เกิน 2%  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AS/NZS 4257.8
- 7.6 ปริมาณใยแก้ว  
ต้องมีปริมาณใยแก้วไม่น้อยกว่า 22% โดยน้ำหนัก  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม JIS A5701 หรือ AS/NZS 4257.5
- 7.7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มของสีและความต้านแรงกระแทกภายหลังการรับรังสีอัลตราไวโอเล็ต  
แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วภายหลังจากการทดสอบ ต้องเป็นดังนี้
- (1) ไม่ปรากฏรอยแยก ร้าว
  - (2) ค่า  $L^*$  ของตัวอย่างจะต้องมีค่าไม่เกิน 4 หน่วย เทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ทดสอบ
  - (3) เมื่อทดสอบความต้านแรงกระแทกของตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น ต้องไม่แตกหรือเกิดรู
- การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AS/NZS 4257.7

## 8. เครื่องหมายและฉลาก

- 8.1 ที่แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้
- (1) รูปลอน
  - (2) มวลต่อพื้นที่ เป็น กรัมต่อตารางเมตร
  - (3) ขนาด (ความกว้างระบุ และความหนา) เป็น มิลลิเมตร  
ถ้าเป็นแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรูปลอนมาตรฐาน ต้องระบุความยาวด้วย
  - (4) การส่งผ่านของแสง เป็นร้อยละ
  - (5) วันเดือนปีที่ทำ หรือ รหัสรุ่นที่ทำ



(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน  
ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดข้างต้น

### 9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 9.1 รุ่นในที่นี้หมายถึง แผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วที่ทำจากวัสดุ ประเภท ชนิดส่วนผสมเดียวกัน ที่ทำขึ้นโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 9.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด มวลต่อพื้นที่ระบู่ เครื่องหมายและฉลาก ให้เป็นไปตาม ISO 2859-1 โดยใช้แผนการชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ ระดับการตรวจสอบ S-1 และระดับคุณภาพที่ยอมรับ 2.5 เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5. ข้อ 6. และข้อ 8. จึงจะถือว่าแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 9.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 9.2.1 แล้วทดสอบแต่ละแผ่นแต่ละรายการ และเมื่อตรวจสอบแล้ว ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 7. จึงจะถือว่าแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 9.3 เกณฑ์การตัดสิน  
ตัวอย่างแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1 และข้อ 9.2.2 ทุกข้อจึงจะถือว่าแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้วรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

### 10. ทดสอบ

- 10.1 ภาวะทดสอบ  
หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$  โดยทดสอบภายหลังจากเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิตดสอบไม่น้อยกว่า 2 h
- 10.2 ขนาด
- 10.2.1 ระยะระหว่างลอน ความกว้างส่วนปกคลุม ความกว้างระบู่ ความยาว ความหนา ระยะ A ความสูง ระยะ B ระยะ C  
ให้ปฏิบัติตาม AS/NZS 4257.1
- 10.2.2 ความสูงของลอน  
ให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1.3 มอก.50
- 10.2.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม  
หาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม โดยวัดระยะจากมุมถึงมุมตรงข้ามของแผ่นพอลิเอสเตอร์เสริมใยแก้ว

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายศรัณย์ ญัฐพูลวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 2 มกราคม พ.ศ.2521 ที่จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2543 จากนั้นได้เข้าทำงานในบริษัทดัชเชิลล์ จำกัด เป็นเวลา 3 ปี ต่อด้วยบริษัทสยามไฟเบอร์กลาส จำกัด จนถึงปัจจุบัน และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548

