โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนน สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

PROJECT FOR DESIGNING AND IMPROVEMENT OF SAFETY HELMET TO SAEEGUARD THE TOXIC POLLUTION ON STREET FOR THE MOTORCYCLE DRIVER

นายอธิกิจ อนุเวชสกุล

MR. ATIKIT ANUVEACHSAKUL

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....1584
วัน เดือน ปี 29 ตค 2539
021353

A021353

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT FOR DESIGNING AND IMPROVEMENT OF SAFETY HELMET TO SAFEGUARD THE TOXIC POLLUTION ON STREET FOR THE MOTORCYCLE DRIVER

MR. ATIKIT ANUVEACHSAKUL

A THESIS SUBMITTEM IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIMENT

FOR THE DEGREE

BACHELOR OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนน สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

PROJECT FOR DESIGNING AND IMPROVEMENT OF SAFETY HELMET TO SAFEGUARD THE TOXIC POLLUTION ON STREET FOR THE MOTORCYCLE DRIVER.

นักศึกษา นายอธิกิจ อนุเวชสกุล รหัสประจำตัว 36030628

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ. ดารณี เพ็งสะแล

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์	ลงนาม
อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร	
อ. สถาพร ดีบุญมี ณ. ชุมแพ	
อ. ถนอม จันทร์หมื่นไวย	
อ. ดารณี เพ็งสะแล	
อ. ธเนศ ภิรมย์การ	
อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	
อ. อนันท์ อินทร์คำ	
อ. ศิริพรณ์ สาริบุตร	
อ. นิริช สุดสังข์	
อ. สุรศักดิ์ อัศวเสนา	
อ. ประวิทย์ เหลียงกอบกิจ	
อ. เอกชัย เลิศช่ำชอง	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ..... เวลาสอบ.....

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

.....คณบดี

(รศ.ดร.ปรียาพร วรอนุตรโรจน์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนน สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์
นักศึกษา	นายอธิกิจ อนุเวชสกุล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อ. ดารณี เพ็งสะและ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	อ. อุดมศักดิ์ สาริบุตร
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
	สาขาวิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2538

บทคัดย่อ

จากสถานการสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน ได้ก่อให้เกิดมลภาวะขึ้นอย่างมากมายบนท้องถนน โดยเฉพาะในถนนที่มีสภาพการจราจรติดขัด มลพิษต่าง ๆ ก็ได้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้รถใช้ถนน ซึ่งหายใจเอาอากาศพิษเข้าสู่ร่างกาย ผู้ขับขี่จักรยานยนต์เป็นบุคคลหนึ่งที่ได้รับผลกระทบนี้ โดยหลีกเลี่ยงมิได้ และประกอบกับทางรัฐบาลได้ออกกฎหมายการสวมหมวกนิรภัย เพื่อบังคับใช้กับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะออกแบบหมวกนิรภัย สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่สามารถกรองอากาศพิษบนท้องถนน เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่ต้องประสบกับปัญหานี้อยู่ในปัจจุบัน

การจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำการรวบรวมและวิเคราะห์ แนวทางความเป็นไปได้ในการออกแบบ ซึ่งจะตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Project for designing and improvement of safety helmet to safeguard the toxic pollution on street for motorcycle driver
Student	Mr. Atikit Anuveachsakul
Thesis Advisor	Ms. Darunee Pengsalea
Thesis Co-advisor	Mr. Udomsak Saributh
Level of study	Bachelor of Science in Industrial Education (Industrial Design) B.S.I. ED (Industrial Design)
Department	Industrial Design Education
Year	1994

ABSTRACT

Nowadays, Thailand has many pollutions on the street that originated by the environment, especially for the street traffic in rush hours or have traffics jam. All kind of polutions effected to everyone who keep on going along the street. So whoever confront this situation must have been breathing air pollution, too. The motorcycle riders was one who cope with this unavoidable effects. On account of comprise with the government policy to issue a law of wear a helmet for the motorcycle riders. Then the researcher thought to create the filter air pollution helmet for response basic needs of motorcycle riders who encounter this problem at the present time.

So the researcher was studied the involved data, collected them and then we're analytical possible trend to create model that can efficient response the basic needs of consumers which brings about best quality of life to anyonelse who ride the motorcycle through the street traffic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความเมตาจากบุคคลต่าง ๆ ซึ่งมีพระคุณให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลและทุนทรัพย์ ตลอดจนกำลังแรงกายแรงใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความเอื้ออารีของท่านทั้งหลายเป็นอย่างสูง ดังจะขอยกย่องสุรรเสริญมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดส่งเสียเลี้ยงดู ให้ได้รับการศึกษา และเป็นแหล่งทุนขุมกำลังใจอันยิ่งใหญ่ให้ลูกได้มีวันนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ดารณี เพ็งสะและ อาจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษา อาจารย์ฉนอม จันทร์หมื่นไวย อาจารย์ศิริพรณ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาภาคสมทบ และคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา

ขอขอบพระคุณ คุณปรีชา หาสตยกุล นักออกแบบผลิตภัณฑ์ กองบริการอุตสาหกรรม

ขอขอบพระคุณ คุณอรพิณ ตระกูลธิรสิน และคุณยุพดี อนุเวชสกุล ผู้พิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณและขอบใจ เหล่าเพื่อนพ้องและน้อง ๆ ทั้งหลายที่มีใจช่วยเหลือ ให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จราบรื่นไปด้วยดี

นายอธิกิจ อนุเวชสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
คำอธิบายสัญลักษณ์ / คำย่อ / คำนิยามของคำศัพท์ที่ใช้	XI
บทที่	
1. บทนำ	1
เหตุผลในการนำเสนอ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
ที่มาของปัญหา	1
ปัญหาที่เกิดขึ้น	2
แนวทางการแก้ไขปัญหา	6
วิธีดำเนินการวิจัย	6
ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	7
ขอบเขตการออกแบบ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
กฎหมายการสวมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์	9
มลพิษ แนวโน้มคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมไทย	14
เครื่องป้องกันอากาศเสีย	29
การหายใจของมนุษย์	35
การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์ในการออกแบบ	45
พลาสติกวัสดุผลิตภัณฑ์และการนำไปใช้	63
กรรมวิธีการผลิต.	94
สีและจิตวิทยาในการใช้สี	117
3. การรวบรวมและศึกษาข้อมูล	126
วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล	126
แหล่งที่มาของข้อมูล	127
การศึกษาข้อมูล	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ 142

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 159

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางการออกแบบ 159

- แนวทางการออกแบบ 159

- แบบถ่ายย่อ 171

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 179

สรุปผลการวิจัย 179

ข้อเสนอแนะ 179

บรรณานุกรม 181

ภาคผนวก

ก. แบบอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

ข. มอก. หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ พ.ศ. 2529

ค. ร่าง มอก. หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ พ.ศ. 2537

ประวัติผู้เขียน

หมายเหตุ แบบถ่ายย่อคือ

1. SKETCH DESIGN ถ่ายรูป

2. PRESENTATION ถ่ายรูป

3. WORKING DRAWING ถ่ายเอกสารย่อขนาด A4

4. MODEL ถ่ายรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงอัตราการหายใจของคนปกติ	39
2. แสดงขนาดสัดส่วนของศีรษะมนุษย์	52
3. แสดงตัวเลขมิติส่วนต่างของจมูกมนุษย์	57
4. แสดงตัวเลขมิติส่วนต่างของใบหู	58
5. แสดงตัวเลขมิติส่วนต่างของศีรษะและต้นคอ	58
6. แสดงลักษณะทางกายภาพของ UREA MOLDING COMPOUNDS	65
7. แสดงลักษณะทางกายภาพของ MELAMINE MOLDING	65
8. แสดงลักษณะทางกายภาพของ PHENOLIC MOLDING	68
9. สรุปคุณสมบัติของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง	71
10. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ACETAL HOMOPOLYMER RESINS	73
11. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ACETAL COPOLYMER RESINS	74
12. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC - METHYLMETHACRYLATE	75
13. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ACRYLIC - STYRENE COPOLYMER	76
14. แสดงลักษณะทางกายภาพของ NYLON (ชนิด 6 / 6)	78
15. แสดงลักษณะทางกายภาพของ POLYETHYLENE	80
16. แสดงลักษณะทางกายภาพของ POLYPROPYLENE	81
17. แสดงลักษณะทางกายภาพของ POLYSTYLENE	82
18. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ABS	83
19. แสดงลักษณะทางกายภาพของ เซลลูโลซิค	86
20. แสดงลักษณะทางกายภาพของ POLYCARBONATE	87
21. สรุปคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้	88
22. แสดงลักษณะทางกายภาพของ IONOMER	89
23. แสดงลักษณะทางกายภาพของ POLYSULPHONE	91
24. แสดงลักษณะทางกายภาพของ ETHYLENE VINYL ACETATE (EVA)	91
25. ขนาดของหมวกนิรภัยและศีรษะทดสอบ	131
26. แสดงขนาดสัดส่วนของศีรษะมนุษย์ในการออกแบบ	136
27. การวิเคราะห์รูปแบบการนำอากาศเข้าและออกของเปลือกหมวกนิรภัย	142
28. การวิเคราะห์จุดรับอากาศของหมวกนิรภัย	143
29. การวิเคราะห์จุดระบายอากาศออกของหมวกนิรภัย	144
30. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนของเปลือกหมวกนิรภัย	145
31. การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตเปลือกหมวกนิรภัย	146

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
32. การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตบังลมของหมวกนิรภัย	147
33. การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตบังลมของหมวกนิรภัย	147
34. การวิเคราะห์อุปกรณ์การยึดบังลมของหมวกนิรภัย	148
35. การวิเคราะห์อุปกรณ์การยึดบังลมหมวกนิรภัย	149
36. การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตอุปกรณ์ยึดบังลม	149
37. การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลม	150
38. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตขอบหมวก	151
39. การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตขอบหมวก	151
40. การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตรองในหมวกนิรภัย	152
41. การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตรองในหมวกนิรภัย	152
42. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตเบาะรองหมวกนิรภัย	153
43. การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของการล็อคแบบต่าง ๆ	155
44. การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย	156
45. การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตสายรัดคางหมวกนิรภัย	156
46. การวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องป้องกันมลพิษแบบต่าง ๆ	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงหมวกนิรภัยในปัจจุบัน	2
2.	แสดงหมวกนิรภัยในปัจจุบัน	3
3.	แสดงสายรัดคางของหมวกนิรภัย	3
4.	แสดงลักษณะการปรับเลื่อนสายรัดคาง	4
5.	แสดงลักษณะการมองของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์	4
6.	แสดงลักษณะการมองของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์	5
7.	แสดงตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย	5
8.	แสดงตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย	6
9.	แสดงศูนย์ควบคุมการหายใจ	37
10.	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของช่องอก	38
11.	แสดงลักษณะของออกซิเจนเต็นท์	41
12.	แสดงวิธีการตรึง NASAL OXYGEN CATHETER ให้อยู่กับที่	42
13.	แสดงลักษณะ PARTIAL REBREATING MASK	43
14.	แสดงการใช้ PARTIAL REBREATING MASK	43
15.	แสดงการใช้ NASAL CANULA	44
16.	แสดงการใช้ OPEN TOP FECE TONT	44
17.	แสดงส่วนกะโหลกมนุษย์	46
18.	แสดงโครงสร้างใหญ่ของศีรษะ	48
19.	แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะระหว่างอายุ 18 - 20 ปี	49
20.	แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 30 ปี	49
21.	แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 40 ปี	50
22.	แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 60 ปี	50
23.	แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 80 ปี	51
24.	แสดงสัดส่วนของศีรษะ	52
25.	แสดงโครงสร้างของจมูก	53
26.	แสดงจมูกส่วนด้านข้างและด้านหน้า	53
27.	แสดงจมูกส่วนดั้ง	54
28.	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของหู	54
29.	แสดงรูปร่างของหูแต่ละประเภท	55
30.	แสดงค่ามิติส่วนต่างของจมูก	56
31.	แสดงค่ามิติส่วนต่างของหู	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32.	แสดงค่ามิติส่วนต่างของศีรษะถึงต้นคอของมนุษย์	57
33.	แสดงระยะที่เริ่มโฟกัสภาพได้ชัดโดยเฉลี่ยที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุ	59
34.	แสดงการเคลื่อนไหวของศรีษะที่สัมพันธ์กับสายตาในแนวตั้ง	59
35.	แสดงสนามการมองเห็นในแนวตั้ง	60
36.	แสดงลักษณะการจับถือสิ่งของประเภทต่าง ๆ	61
37.	แสดงขนาดสัดส่วนของมือชายหญิง	62
38.	แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตพลาสติกยูเรียและเมลามีน	66
39.	แสดงกรรมวิธีการผลิตฟีโนลิค	68
40.	แสดงกรรมวิธีการผลิตไนล่อนชนิดต่าง ๆ	78
41.	แสดงแบบอัดชนิด SE MI - POSITIVE MOLD	95
42.	แสดงเครื่องอัดแบบดันขึ้น	96
43.	แสดงรายละเอียดชิ้นส่วนของแม่แบบอัด	96
44.	แสดงแบบอัดส่ง	98
45.	แสดงแบบฉีด (INJECTION MOLDING) ระบบ PLUNGER TYPE	99
46.	แสดงขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด FLOW MOLDING ระบบ RECIPROCATING SCREW	100
47.	แสดงกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด INJECTION BLOW MOLDING	101
48.	แสดงลักษณะแม่แบบมาตราฐานชนิดสองแผ่น	102
49.	แสดงลักษณะแม่แบบมาตราฐานชนิดสามแผ่น	103
50.	แสดงลักษณะการวาง RUNNERS และ GATES ในแม่แบบ	103
51.	แสดงแบบใช้มือทา (HAND LAY - UP)	106
52.	แสดงแบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY - UP)	106
53.	แสดงแบบใช้แม่แบบอัด (MATCHED MOLDING)	107
54.	แสดงแบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)	108
55.	แสดงแบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE - BAG MOLDING)	108
56.	แสดงแบบสูญญากาศ (VACUUM - BAG MOLDING)	109
57.	แสดงแบบหล่อพลาสติกเม็ด	112
58.	แสดงลักษณะแม่แบบมาตราฐานสำหรับหล่อโฟมโพลีสไตลีนโฟม	113
59.	แสดงขั้นตอนการหล่อโฟมโพลีสไตลีนโฟม	113
60.	แสดงแบบหล่อพลาสติกเหลว	114
61.	แสดงรูปแบบหมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
62.	แสดงรูปแบบหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ	128
63.	แสดงรูปแบบหมวกนิรภัยแบบปีดเต็มหน้า	128
64.	แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ	129
65.	แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ	129
66.	แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบปีดเต็มหน้า	130
67.	แสดงสัดส่วนของศีรษะมนุษย์ในการออกแบบ	136
68.	แสดงโครงสร้างของจมูก	137
69.	แสดงขนาดสัดส่วนของหู	137
70.	แสดงการล็อคของสายรัดแบบล็อคด้วยตัวล็อค	154
71.	แสดงภาพการล็อคของสายรัดหมวกนิรภัยโดยใช้เข็มขัด	154
72.	แสดงภาพการล็อคของสายรัดหมวกนิรภัยโดยใช้ห่วง	155
73.	แสดงภาพ SKETCH DESIGN 1	161
74.	แสดงภาพ SKETCH DESIGN 2	162
75.	แสดงภาพ SKETCH DESIGN 3	162
76.	แสดงภาพ PRESENTATION	163
77.	แสดงภาพ PRESENTATION	163
78.	แสดงภาพ PRESENTATION	164
79.	แสดงภาพ PRESENTATION	164
80.	แสดงภาพ PRESENTATION	165
81.	แสดงภาพ PRESENTATION	165
82.	แสดงภาพ PRESENTATION	166
83.	แสดงภาพ PRESENTATION	166
84.	แสดงภาพ PRESENTATION	167
85.	แสดงภาพ PRESENTATION	167
86.	แสดงภาพ PRESENTATION	168
87.	แสดงภาพ PRESENTATION	168
88.	แสดงภาพ MODEL	169
89.	แสดงภาพ MODEL	169
90.	แสดงภาพ MODEL	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามศัพท์

1. หมวกนิรภัย หมายถึง หมวกที่มีจุดประสงค์เบื้องต้นสำหรับป้องกันศีรษะส่วนบนของผู้สวมใส่จากการกระแทก โดยหมวกบางแบบอาจมีส่วนป้องกันอื่น ๆ เพิ่มเติมขึ้นได้
2. มลภาวะ หมายถึง ความสกปรกที่ปรากฏ
3. มลพิษ หมายถึง พิษอันเกิดจากความสกปรก
4. ป้องกัน หมายถึง กันไว้เพื่อคุ้มครองหรือไม่ให้เกิดภัยอันตราย
5. กรอง หมายถึง คัดเอาส่วนละเอียดออกจากส่วนหยาบ
6. เปลือกหมวก (SHELL)หมายถึง ตัวหมวกนิรภัยที่ไม่รวมส่วนประกอบอื่น
7. รองใน (PROTECTIVE PADDING) หมายถึง ส่วนที่บุภายในหมวกเพื่อบรรเทาความรุนแรงที่ศีรษะจะได้รับการกระแทก
8. บังลม (WINDSHIELD) หมายถึง ส่วนที่กันลมเข้าตาผู้ใส่
9. เบาะรอง (CUSHIONING) หมายถึง วัสดุที่ใช้รองเพื่อความสบายขณะสวมใส่
10. สายรัดคาง (CHIN STRAP) หมายถึง สายที่ยึดหมวกนิรภัยให้แน่นกับศีรษะโดยยึดไว้ที่คาง สายนี้สามารถปรับให้แน่น และหย่อนได้ตามความต้องการ
11. ความหมายของตัวเลขในการวิเคราะห์

    5 หมายถึง มากที่สุด
    4 หมายถึง มาก
    3 หมายถึง ปานกลาง
    2 หมายถึง น้อย
    1 หมายถึง น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์

จากสถานการณ์ปัจจุบันหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ได้เป็นอุปกรณ์หนึ่งในการรักษาชีวิตของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ไปแล้ว ด้วยการที่ทางรัฐบาลได้กำหนดให้มีการบังคับใช้กฎหมายหมวกนิรภัย ซึ่งผู้ขับขี่และผู้ซ้อนท้าย จะต้องสวมหมวกนิรภัยขณะขับขี่ เพื่อความปลอดภัยในขณะที่เกิดอุบัติเหตุ โดยป้องกันมิให้สูญเสียชีวิต โดยที่จะเห็นได้จากสถิติผู้เสียชีวิต อันเนื่องมาจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ลดน้อยลง ในการสวมหมวกนิรภัยนั้นก็สามารถช่วยลดปัญหาทางด้านอุบัติเหตุไปบางส่วน แต่สิ่งหนึ่งที่ควบคู่มากับการจราจร หรือการขับขี่รถจักรยานยนต์ก็คือ ปัญหาของมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นตามท้องถนน ซึ่งจะเป็นปัญหาที่สำคัญมากอีกปัญหาหนึ่ง ในด้านสุขภาพของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ด้วย ดังนั้นหมวกนิรภัยจึงควรที่จะเป็นอุปกรณ์ช่วยชีวิต และรักษาสุขภาพของผู้ขับขี่ด้วยเช่นกัน ซึ่งผลกระทบทางด้านมลพิษบนท้องถนนนั้น มีผลต่อด้านสุขภาพอย่างมาก

ด้วยเหตุนี้ ความจำเป็นที่ต้องมีหมวกนิรภัยที่สามารถรักษาชีวิต และรักษาสุขภาพของผู้ขับขี่ จึงมีความจำเป็นมากในระดับหนึ่ง ซึ่งความจำเป็นดังกล่าวก็ได้สอดคล้องกับการเสนอหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อเป็นการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาให้เกิดคุณประโยชน์สูงสุดต่อส่วนรวมและประเทศชาติต่อไป

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนนสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในเขตเมืองหลวงที่มีการจราจรคับคั่ง
2. เพื่อพัฒนารูปแบบและประโยชน์ใช้สอยของหมวกนิรภัยให้เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันมลพิษบนท้องถนน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์
3. เพื่อที่จะช่วยลดปัญหาทางด้านสุขภาพของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์โดยทั่วไป

ที่มาของปัญหา

หมวกนิรภัยเป็นอุปกรณ์ที่อำนวยคุณประโยชน์ สำหรับป้องกันการสูญเสียชีวิต หรือช่วยบรรเทาการบาดเจ็บ ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุของการขับขี่รถจักรยานยนต์บนท้องถนน ซึ่งในความเป็นจริงก็สามารถที่จะช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดสถิติการเสียชีวิตไปได้เป็นอย่างดี แต่ในขณะเดียวกัน ปัญหาที่มีความสำคัญในด้านของการรักษาคุณภาพชีวิตและสุขภาพก็คือ ปัญหาทางด้านมลพิษทางอากาศบนท้องถนน ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยที่ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์จะต้องสัมผัสโดยตรง ดังนั้น การใช้หมวกนิรภัยในปัจจุบัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงทั้งทางด้านการรักษาชีวิต และสุขภาพของผู้ใช้เป็นสำคัญ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ปัญหาของผลิตภัณฑ์เดิม

หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ในปัจจุบันขาดอุปกรณ์ป้องกันมลพิษ ซึ่งจะเป็นการช่วย และรักษาชีวิตของผู้ขับขี่ไว้เพียงอย่างเดียว แต่ไม่ช่วยรักษาสุขภาพของผู้ขับขี่

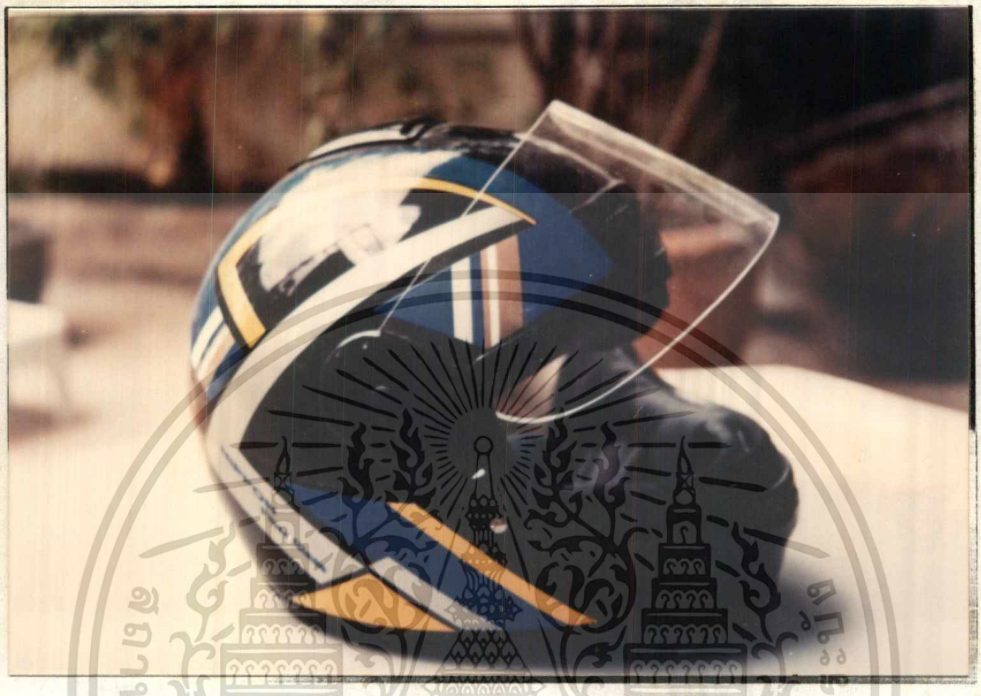
ภาพที่ 1

แสดงหมวกนิรภัยในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2

แสดงหมวกนิรภัยในปัจจุบัน



2. ในการวัดสายรัดคางของผู้ใช้หมวกนิรภัยขณะสวมใส่ เมื่อรัดแล้วผู้ใช้จะมีปัญหาเกี่ยวกับสายรัด ซึ่งจะทำให้ระคายเคือง และไม่กระชับเท่าที่ควร

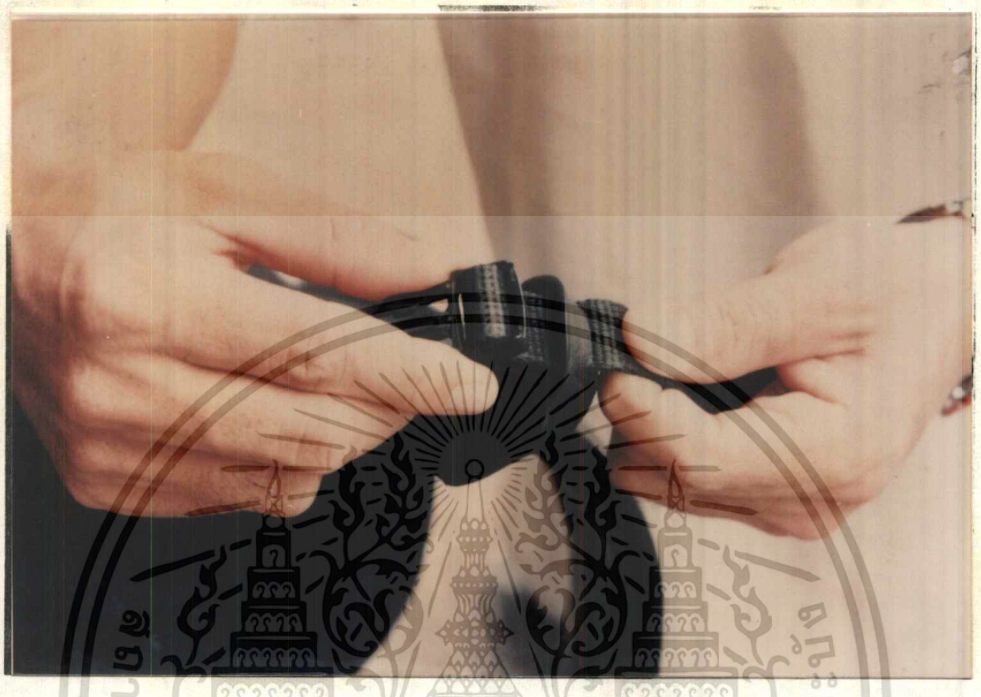
ภาพที่ 3

แสดงสายรัดคางของหมวกนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4

แสดงภาพลักษณะการปรับเลื่อนสายรัดคาง



3. เมื่อสวมใส่หมวกนิรภัยแล้ว การมองของสายตาในการใช้ทัศนะวิสัยของการขับขี่ ไม่สามารถมองได้ตามปกติ 100% บางครั้งการชำเลืองมองนั้นไม่อาจทำได้ ต้องเอียงคอหรือเอี้ยวตัวไปมอง จึงอาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

ภาพที่ 5

แสดงลักษณะการมองของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นส... ...ะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

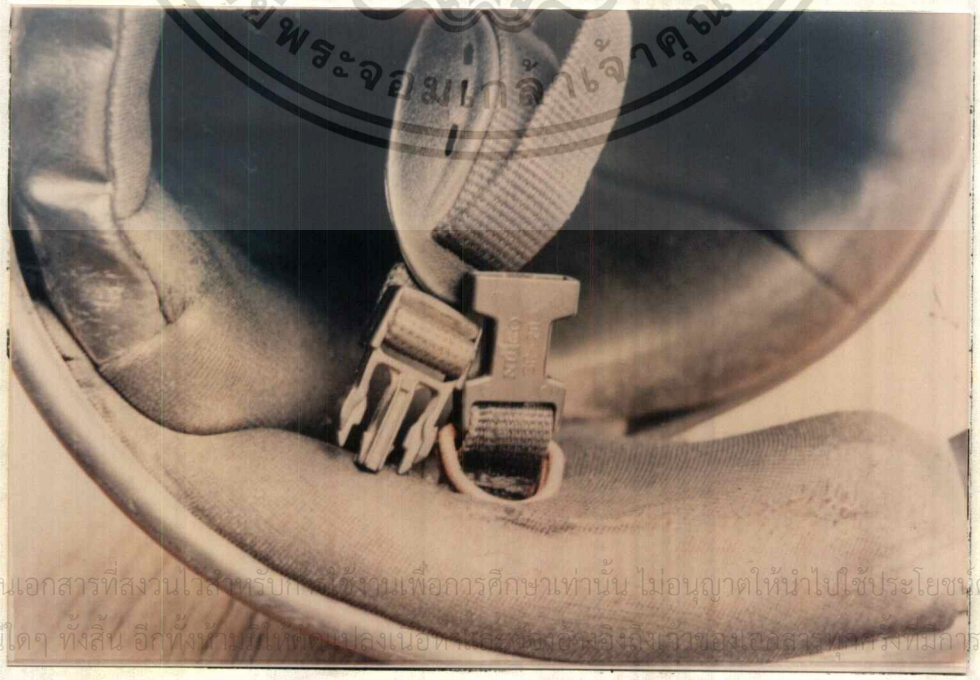
ภาพที่ 6

แสดงลักษณะการมองของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

4. ระบบการยึดล็อคของสายรัดคางเป็นเดือยพลาสติก บางครั้งเมื่อเกิดแรงดึงมาก ๆ ก็สามารถที่จะแตกหัด ทำให้เกิดอัตราเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

ภาพที่ 7

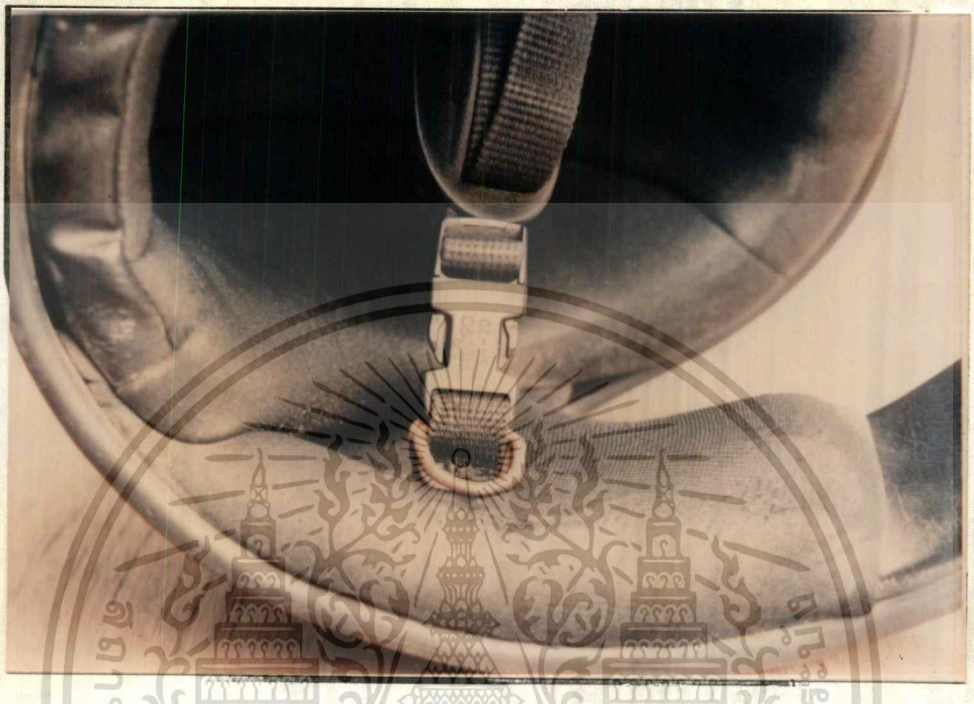
แสดงตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8

แสดงตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย



แนวทางการแก้ปัญหา

1. เสริมสร้างในส่วนของอุปกรณ์ป้องกันมลพิษ ให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยของหมวกนิรภัย
2. ออกแบบปรับปรุงในส่วนของสายรัดคาง ให้สามารถรัดได้อย่างสะดวก และเกิดความสบายแก่ผู้ใช้สอย
3. ออกแบบปรับปรุงในเรื่องของทัศนวิสัยของการมองและการได้ยิน ให้สามารถตอบสนองต่อการใช้สอยและความเป็นจริงอย่างถูกต้อง
4. ออกแบบปรับปรุงในส่วนของการยึดด้วยระบบล็อค ให้สามารถล็อคได้สะดวกและเกิดความแข็งแรงมากขึ้น เพื่อช่วยลดความเสี่ยง

วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยสามารถดำเนินไปได้ด้วยความถูกต้อง จึงได้กำหนดแนวทางดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาข้องมูล
   - 1.1 จากภาคเอกสาร
   - 1.2 จากการสัมภาษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 จากผลิตภัณฑ์จริง

2. เก็บรวบรวมเบื้องต้น
3. ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์
4. สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปออกแบบ
5. ออกแบบ
6. ทำหุ่นจำลอง
7. นำเสนอผลงาน
8. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาถึงกฎหมายการสวมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์
2. ศึกษาถึงเรื่องของสรีระวิทยาของมนุษย์ที่มีต่อการใช้สอย
3. ศึกษาถึงประเภทและชนิดของหมวกนิรภัย
4. ศึกษาถึงมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับการผลิตหมวกนิรภัย
5. ศึกษาถึงเรื่องของมลพิษและสารพิษบนท้องถนน
6. ศึกษาถึงการป้องกันมลพิษโดยใช้การกรอง และหน้ากากกรองมลพิษแบบต่าง ๆ
7. ศึกษาถึงระบบการล็อครูปแบบต่าง ๆ ของสายรัดหมวกนิรภัย
8. ศึกษาถึงเรื่องวัสดุ และการใช้งาน
9. ศึกษาถึงเรื่องของสี และจิตวิทยาการใช้สี

ขอบเขตการออกแบบ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ให้มีอุปกรณ์เสริมในเรื่องของการกรองอากาศพิษบนท้องถนน
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงในเรื่องทัศนวิสัยของการมอง ให้ใกล้เคียงกับการมองด้วยตาเปล่าของมนุษย์ ในขณะที่กำลังสวมใส่หมวกนิรภัยอยู่
3. เพื่อออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัย สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์แบบปิดเต็มหน้า
4. เพื่อออกแบบปรับปรุงการรัด และการล็อคของอุปกรณ์การรัด และล็อคของหมวกนิรภัย สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. สามารถพัฒนารูปแบบ และวิธีในการใช้สอยของหมวกนิรภัย เพื่อให้สามารถรักษาทั้งชีวิตและสุขภาพของผู้ใช้สอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า และทำการวิจัยให้ได้ผลสัมฤทธิ์ต่อไปในอนาคต
3. เพื่อที่จะได้เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยรักษาคุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม ของการดำรงชีวิตในสภาพสังคมปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎหมายการสวมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

ที่ นร 0203/46
ถึง กระทรวงมหาดไทย

ตามหนังสือสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ด่วนที่สุด ที่ นร 0203/24851 ลงวันที่ 17 ธันวาคม 2535 แจ้งว่าจักได้นำร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดท้องที่ที่ผู้ขับขี่ และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ พ.ศ. ..... ขึ้นทูลเกล้าฯ ถวาย เพื่อประกาศใช้บังคับเป็นกฎหมายต่อไป และหนังสือกระทรวงมหาดไทย ด่วนที่สุด ที่ มท 0508.41/21334 ลงวันที่ 30 ธันวาคม 2535 ส่งประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง รายชื่อถนนที่ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ ไปเพื่อประกาศในราชกิจจานุเบกษา นั้น

บัดนี้ ได้ทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชกฤษฎีกาดังกล่าวแล้ว และสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรีได้นำพระราชกฤษฎีกาในเรื่องนี้และประกาศดังกล่าว ประกาศในราชกิจจานะเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 126 ลงวันที่ 30 ธันวาคม 2535 แล้ว

สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี
5 มกราคม 2536

กองนิติธรรม
โทร. 2828149
โทรสาร. 2826355

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างที่ สคก. ตรวจพิจารณาแล้ว

บันทึกหลักการและเหตุผล
ประกอบร่างพระราชกฤษฎีกา
กำหนดท้องที่ที่ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์
ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ
พ.ศ. .....

หลักการ

กำหนดท้องที่ที่ให้ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันอันตรายในขณะขับขี่และโดยสารรถจักรยานยนต์

เหตุผล

โดยที่มาตรา 122 วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติจราจรทางบก (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2522 บัญญัติว่าการกำหนดให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ในท้องที่ใด ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันอันตรายในขณะขับขี่และโดยสารรถจักรยานยนต์ให้กำหนดโดยพระราชกฤษฎีกา และโดยที่พระราชกฤษฎีกากำหนดท้องที่ที่ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ พ.ศ. 2535 กำหนดให้ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะในท้องที่ทั่วราชอาณาจักร สมควรผ่อนผันกำหนดเฉพาะท้องที่ที่จำเป็นและมีความพร้อมในการปฏิบัติเท่านั้น จึงจำเป็นต้องตราพระราชกฤษฎีกานี้

2.1.2 รายชื่อถนน 240 สายที่ต้องสวมหมวกกันน็อค

ตามที่คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบร่างพระราชกฤษฎีกา กำหนดท้องที่ที่ผู้ขับขี่และคนโดยสาร รถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวก ที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ หรือหมวกกันน็อคตามที่กระทรวงมหาดไทยเสนอ โดยได้กำหนดให้ต้องสวมหมวกเฉพาะถนนสายต่าง ๆ 240 สาย ในกรุงเทพมหานคร ไม่รวมถึงตรอก ซอก ซอย

รายชื่อถนนที่ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะมีดังนี้ 1. ถนน 22 กรกฎา 2. ถนนกรุงเกษม 3. ถนนกรุงเทพกรีฑา 4. ถนนกรุงเทพ-นนทบุรี 5. ถนนกรุงธนบุรี 6. ถนนกัลยาณไมตรี 7. ถนนกำแพงเพชร 8. ถนนกำแพงเพชร 1 9. ถนนกำแพงเพชร 2 10. ถนนกำแพงเพชร 3 11. ถนนเกษมราษฎร์ 12. ถนนแก้ว 13. ถนนขวัญ 14. ถนนขาว 15. ถนนข้าวหลาม 16. ถนนข้าวสาร 17. ถนนขุมทอง-ตำต้อยติ่ง 18. ถนนคอนแวนต์ 19. ถนนงามวงศ์วาน 20. ถนนจรัญสนิทวงศ์ 21. ถนนจรัสเมือง 22. ถนนจอมทอง 23. ถนนจักรพงษ์ 24. ถนนจักรพรรดิพงษ์ 25. ถนนจักรเพชร 26. ถนนจักรวรรดิ 27. ถนนจันทน์ 28. ถนนจารุเมือง

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. ถนนเจริญกรุง 30. ถนนเจริญนคร 31. ถนนเจริญพานิช 32. ถนนเจริญเมือง 33. ถนนเจริญรัถ 34. ถนนเจ้าคำรพ 35. ถนนเจ้าคุณทหาร 36. ถนนเจ้าฟ้า 37. ถนนแจ้งวัฒนะ 38. ถนนจุฬาภรณ์ 39. ถนนฉลองกรุง 40. ถนนเชื่อมสัมพันธ์ 41. ถนนเชื่องมสัมพันธ์ 42. ถนนชิดลม 43. ถนนเซ็นต์หลุยส์ 44. ถนนดินแดง 45. ถนนดินสอ 46. ถนนเดโช 47. ถนนตรีเพชร 48. ถนนตรีมิตร 49. ถนนตะนาว 50. ถนนตานี 51. ถนนตีทอง 52. ถนนเตชะวนิช 53. ถนนทรงวาด 54. ถนนทรงสวัสดิ์ 55. ถนนทรัพย์ 56. ถนนทหาร 57. ถนนทางรถไฟสายปากน้ำเดิม 58. ถนนท่านดินแดง 59. ถนนท่าน้ำดินแดง 60. ถนนท้ายวัง 61. ถนนทุ่งมังกร 62. ถนนเทศบาลสงเคราะห์ 63. ถนนเทอดดำริ 64. ถนนเทอดไท 65. ถนนเทียมร่วมมิตร 66. ถนนนครไชยศรี 67. ถนนนครสวรรค์ 68. ถนนนเรศ 69. ถนนนาครราช 70. ถนนนางลิ้นจี่ 71. ถนนนานาเหนือ 72. ถนนนิคมมักกะสัน 73. ถนนนิมิตรใหม่ 74. ถนนนี้จงสวัสดี 75. ถนนบรรทัดทอง 76. ถนนบริพัตร 77. ถนนบวรนิเวศ 78. ถนนบางกอกน้อย-นครชัยศรี 79. ถนนบางขุนเทียน 80. ถนนบางนา-ตราด 81. ถนนบ้านหม้อ 82. ถนนบำรุงเมือง 83. ถนนบูรณะศิริ 84. ถนนบูรพา 85. ถนนประชาชื่น 86. ถนนประชาธิปก 87. ถนนประชาธิปไตย 88. ถนนประชาราษฎร์ 89. ถนนประชาราษฎร์บำเพ็ญ 90. ถนนประชาราษฎร์สาย 1 91. ถนนประชาราษฎร์สาย 2 92. ถนนประชาสงเคราะห์ 93. ถนนประชาสำราญ 94. ถนนประชาร่วมใจ 95. ถนนประชาอุทิศ (ราษฎร์บูรณะ) 96. ถนนประดิพัทธ์ 97. ถนนประมวล 98. ถนนปั้น 99. ถนนโปลิศสภา 100. ถนนพญาไท 101. ถนนพญาไม้ 102. ถนนพระจันทร์ 103. ถนนพระพิทักษ์ 104. ถนนพระพิพิธ 105. ถนนพระยาสุเรนทร์ 106. ถนนพระรามที่ 1 107. ถนนพระรามที่ 2 108. ถนนพระรามที่ 3 109. ถนนพระรามที่ 4 110. ถนนพระรามที่ 5 111. ถนนพระรามที่ 6 112. ถนนพระรามที่ 9 113. ถนนพระสุเมรุ 114. ถนนพระอาทิตย์ 115. ถนนพรานนก 116. ถนนพลับพลาไชย 117. ถนนพหลโยธิน 118. ถนนพัฒนาการ 119. ถนนพาดสาย 120. ถนนพาหุรัด 121. ถนนพิชิต 123. ถนนพิษณุโลก 124. ถนนพีระพงษ์ 125. ถนนพุทธมณฑลสาย 2 126. ถนนเพชรเกษม 127. ถนนเพชรบุรี 128. ถนนเพลินจิต 129. ถนนเพาะพานิช 130. ถนนเฟื่องนคร 131. ถนนภาณุรังษี 132. ถนนมหรรณพ 133. ถนนมหาจักร 134. ถนนมหาไชย 135. ถนนมหานคร 136. ถนนมหาพฤฒาราม 137. ถนนมหาราช 138. ถนนมเหสักข์ 139. ถนนมไหสวรรค์ 140. ถนนมิตรพันธ์ 141. ถนนมิตรไมตรี 142. ถนนไมตรีจิตต์ 143. ถนนยมราชสุขุม 144. ถนนยุคล 145. ถนนเยาวราช 146. ถนนโยธี 147. ถนนรองเมือง 148. ถนนรัชดาภิเษก 149. ถนนรางน้ำ 150. ถนนราชดำเนินกลาง 151. ถนนราชดำเนินนอก 152. ถนนราชดำริ 154. ถนนราชบพิธ 155. ถนนราชปรารถ 156. ถนนราชวงศ์ 157. ถนนราชวิถี 158. ถนนราชสีมา 159. ถนนราชินี 160. ถนนรามคำแหง 161. ถนนรามบุตรี 162. ถนนรามอินทรา 163. ถนนราษฎร์บูรณะ 164. ถนนราษฎร์อุทิศ 165. ถนนร่มเกล้า 166. ถนนร่วมพัฒนา 167. ถนนลาดพร้าว 168. ถนนลาดหญ้า 169. ถนนลำปลาทิว 170. ถนนเลียบวารี 171. ถนนลูกหลวง 172. ถนนวงศ์สว่าง 173. ถนนวรจักร 174. ถนนวังเดิม 175. ถนนวิทยุ 176. ถนนวิภาวดีรังสิต 177. ถนนวิสุทธิกษัตริย์ 178. ถนนวุฒากาศ 179. ถนนศรีนครินทร์ 180. ถนนศรีเวียง 181. ถนนศรีอยุธยา 182. ถนนศาลาแดง 183. ถนนศิริพงษ์ 184. ถนนเศรษฐศิริ 185. ถนนสยามไชย 186. ถนนสมเด็จเจ้าพระยา 187. ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน 188. ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า 189. ถนนสมเด็จพระบรมราชชนนี 190. ถนนสรงประภา 191. ถนนทรงสันติสุข 192. ถนนสรรพาวุธ 193. ถนนสวนผัก 194. ถนนสวรรคโลก 195. ถนนสังคโลก 196. ถนนสันติภาพ 197. ถนนสาธรใต้ 198. ถนนสาธรเหนือ 199. ถนนสาธุประดิษฐ์ 200. ถนนสามเสน 201. ถนนสาลีรัฐวิภาค 202. ถนนสิบสามห้าง 203. ถนนสี่พระยา 204. ถนนสีหบุรานุกิจ 205. ถนนสีลม 206. ถนนสุ วินทวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

207. ถนนสุขสวัสดิ์ 208. ถนนสุขาภิบาล 1 (บางกะปิ) 209. ถนนสุขาภิบาล 1 (บางแค) 210. ถนนสุขาภิบาล 2 (บางกะปิ) 211. ถนนสุขุมวิท 212. ถนนสุโขทัย 213. ถนนสุทธิสารวินิจฉัย 214. ถนนสุนทรโกษา 215. ถนนสุรวงศ์ 216. ถนนสุรศักดิ์ 217. ถนนเสือป่า 218. ถนนหทัยราษฎร์ 219. ถนนหน้าพระธาตุ 220. ถนนหน้าพระลาน 221. ถนนหน้าหับเผย 222. ถนนหลวง 223. ถนนหลวงแพ่ง 224. ถนนหลักเมือง 225. ถนนหลังสวน 226. ถนนหลานหลวง 227. ถนนอรุณอัมรินทร์ 228. ถนนอโศก 229. ถนนอโศก-ดินแดง 230. ถนนอ่อนนุช 231. ถนนอังรีดูนังค์ 232. ถนนอัษฎางค์ 233. ถนนอาจณรงค์ 234. ถนนอำนวยสงคราม 235. ถนนอินทรพิทักษ์ 236. ถนนอิสรภาพ 237. ถนนอุดมสุข 238. ถนนอุณากรรณ 239. ถนนเอกชัย 240. ถนนเอกมัย

2.1.3 "หมวกกันน็อค" ความปลอดภัยที่มอเตอร์ไซด์ต้องการ

บนท้องถนนเมืองไทยทุกวันนี้ ตามสี่แยกไฟแดงเราจะเห็นภาพรถมอเตอร์ไซด์หรือเรียกกันอย่างเป็นทางการหน่อยก็คือ "รถจักรยานยนต์" จอดติดไฟแดงกันเป็นแถวหน้ากระดานยาวเหยียดไม่ค่อยเกี่ยงเลนซ้ายหรือเลนขวา บางสี่แยกลองนับดูร่วม 30 คัน มองดูภาพเหล่านั้นในภาพเก่า ๆ ดูค่อนข้างจะธรรมดา เป็นภาพที่เห็นแล้วไม่ได้เกิดข้อคิดอะไร แต่ปัจจุบันนี้ ตามแยกที่มีรถมอเตอร์ไซด์จอดรอสัญญาณไฟเขียวอยู่นั้น จะเห็นว่าบนศรีษะของผู้ขับขี่และคนซ้อนท้ายจะมีหมวกกันน็อคกันทุกคน มองดูเป็นระเบียบดี มันเป็นอะไรที่เหมือนกันหมด จะมองดูสีสันของหมวกกันน็อคก็สวยงาม แต่ที่แน่ ๆ มันสร้างความปลอดภัยให้กับผู้ใช้อย่างดีที่เดียว

ภาพอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่เราพบเห็นบนท้องถนน หากเป็นอุบัติเหตุของมอเตอร์ไซด์แล้วภาพความคิดที่นึกถึงกันส่วนมากคือ สาหัสและมีอาการทางสมอง ถ้าผู้ขับขี่ไม่ได้สวมหมวกกันน็อค เพราะมอเตอร์ไซด์ไม่มีเกราะกำบังเหมือนรถยนต์ และเมื่อเกิดอุบัติเหตุต้องล้มลง โอกาสที่ศีรษะจะกระแทกพื้นย่อมมีมากและเมื่อเกิดในลักษณะเช่นนี้ ก็มีผลเสียของอาการทางสมองตามมา จนอาจพิการหรือเสียชีวิตได้

ดังนั้น ... การนำร่างพรบ. หมวกกันน็อคมาบังคับใช้ในเขตกรุงเทพฯ ที่เริ่มใช้กันมาตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2536 นั้น ยังเห็นว่าสมควรและเหมาะสมอย่างยิ่ง ที่บังคับให้ผู้ขับขี่และคนซ้อนท้ายต้องสวมใส่หมวกกันน็อคกันทุกคน เพราะจะช่วยลดอันตรายจากการขับขี่ และมีความปลอดภัยแก่ชีวิตของผู้ใช้เอง หมวกกันน็อคจะช่วยผ่อนหนักเป็นเบาจากการเกิดอุบัติเหตุ ที่จริงแล้วโดยความรับผิดชอบของผู้ใช้แล้ว ก็น่าเป็นสิ่งที่ตัวเองต้องปฏิบัติเอง โดยไม่ต้องมีการบังคับใช้อย่างเป็นทางการเช่นนี้ ควรเป็นจิตสำนึกของผู้ใช้เอก เพราะเป็นประโยชน์แก่ตัวเองโดยตรง

มาคุยกันถึงเรื่องความปลอดภัย ก่อนอื่นควรเริ่มกันตั้งแต่ การใช้รถที่ถูกวิธีและการขับขี่อย่างปลอดภัยโดยควรรู้ถึงหลักการเทคนิคการขับขี่อย่างไรให้เกิดความคล่องตัวและช่วยลดอุบัติเหตุในระดับหนึ่ง โดยควรศึกษาหาความรู้ที่แท้จริงถึงหลักการขับขี่ การใช้เบรค การนั่งขับขี่บนอานที่ทำให้เกิดศักยภาพในการบังคับรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันรวมไปถึงระบบการใช้เกียร์ และส่วนอื่น ๆ แต่บนท้องถนน ... เราไม่อาจปักใจได้ว่า เราจะปลอดภัยได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์มักกล่าวว่า "อันตรายไปกว่าครึ่ง" ซึ่งคงเข้าใจกันดีในคำนี้ ดังนั้น ความปลอดภัยของการขับขี่และซ้อนท้ายรถมอเตอร์ไซด์ จึงต้องคำนึงถึงทุกทางที่จะช่วยลดอันตรายและเสริมสร้างความปลอดภัยให้ตัวเอง มีสิ่งใดที่จะมาเสริมความปลอดภัย ก็ต้องนำเอาออกมาใช้ อันตรายจากการขับขี่มอเตอร์ไซด์นั้นเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เราอาจไม่ชนใครแต่ในขณะเดียวกันเราอาจโดน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนโดยไม่รู้ตัว แม้กระทั่งการเคลื่อนผ่านสังกัดทางที่อาจก่ออันตรายให้ได้เช่นกัน ก้อนหิน แผ่นไม้ หรือพื้นที่มีน้ำและน้ำมัน อันตรายก็เกิดขึ้นได้เสมอ

จะเห็นได้ว่า ... อันตรายของการใช้มอเตอร์ไซค์นั้นมีมากมายทีเดียว มีทั้งป้องกันได้ด้วยความไม่ประมาท และไม่อาจป้องกันได้จากผลกระทบอื่น ๆ โดยไม่รู้ตัวมาก่อน แต่เมื่ออุบัติเหตุสำหรับรถมอเตอร์ไซค์นั้นย่อมหมายถึงอันตรายแก่ชีวิตกำลังคืบคลานเข้ามาหา เพราะมันไม่มีทางหยั่งรู้ได้ว่าจะหนักเบาแค่ไหน หากแต่เราสามารถใช้สิ่งป้องกันให้หนักเป็นเบา และเบาก็เหมือนไม่มีผลใด ด้วยการสวมใส่หมวกกันน็อค ที่สามารถช่วยผ่อนหนักเป็นเบา ลดแรงกระแทกและเกิดบาดแผลใหญ่โตได้

หมวกกันน็อคหรือหมวกนิรภัยนี้ สามารถลดความรุนแรงที่จะเกิดกับสมองได้ถึง 2 เท่า โดยจากสถิติพบว่า ผู้ที่ไม่สวมหมวกฯ มีโอกาสเสียชีวิต เมื่อเกิดอุบัติเหตุได้มากกว่าถึง 3 เท่า จะอย่างไรก็แล้วแต่ก็ต้องควรคำนึงถึงความเป็นมาตรฐานกันไว้บ้างแม้ขณะนี้จะยังไม่มีการปรับผู้ที่สวมหมวกที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่ต่อไปก็จะมีกฎหมายบังคับใช้ให้ผู้ที่สวมหมวกนิรภัยนี้ ต้องเป็นหมวกที่ได้มาตรฐานโดยได้รับเครื่องหมาย " มอก." ประทับไว้ที่หมวกทุกใบ

องค์ประกอบโดยทั้งไปของหมวกนิรภัย ว่ากันง่าย ๆ ก็คือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบเข้ากับหมวกนิรภัยต้องไม่ทำให้บาดเจ็บได้ง่ายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องไม่มีส่วนที่เป็นโลหะหรือวัสดุเขิ่งอยู่ภายในของหมวกนิรภัยโดยส่วนประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยกำหนดในเรื่อง ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบวัสดุ และการทำ คุณลักษณะที่ต้องการทำเครื่องหมาย การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ

สภาพการจราจรในกรุงเทพฯ ปัจจุบันต้องพึ่งพารถจักรยานยนต์ในการเดินทาง เพราะสะดวกรวดเร็วกว่า แต่ก็ต้องมีการป้องกันอันตรายกันให้ดี เพราะอุบัติเหตุไม่บอกใครก่อนว่าจะเกิด ผู้ที่ใช้รถจักรยานยนต์และผู้โดยสารจึงควรคำนึงถึงผลประโยชน์ต่อชีวิตตัวเอง ควรถึงบรรดาสิงห์มอเตอร์ไซค์รับจ้างทั้งหลายซึ่งปัจจุบันมีอยู่ทุกตรอกซอกซอย ควรให้ความปลอดภัยแก่ผู้โดยสารด้วย โดยเบื้องต้นนี้ก็ต้องยอมรับว่าหมวกนิรภัยช่วยให้ความปลอดภัยแก่ชีวิต ควรคิดใส่กันมาตั้งนานแล้ว รวมถึงการขับขี่ที่ถูกวิธี และปฏิบัติตามกฎจราจร ไม่เห็นแก่ตัวในการใช้รถใช้ถนนรวมกัน มีน้ำใจต่อกันและ สุดท้ายที่ต้องคงไว้ตลอดการขับขี่ก็คือต้องไม่อยู่ในความประมาท ตลอดเวลาที่ขับขี่ ไม่ว่าจะบนถนนใหญ่หรือในตรอกซอกซอย

2.1.3.1 ข้อกฎหมายที่ควรทราบ

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบังคับใช้หมวกนิรภัยมี 4 ฉบับคือ พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 พระราชกฤษฎีกากำหนดท้องที่ที่ผู้ขับขี่และโดยสารรถจักรยานยนต์ ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นโดยเฉพาะ พ.ศ. 2535 กฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 14 (พ.ศ. 2535) และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องรายชื่อถนนที่ผู้ขับขี่และคนโดยสารรถจักรยานยนต์ต้องสวมหมวกที่จัดทำขึ้นเฉพาะ โดยมีสาระสำคัญที่ควรทราบโดย สรุป ดังนี้

1. กฎหมายมีผลใช้บังคับเฉพาะผู้ขับขี่และโดยสารรถจักรยานยนต์ในเขตกรุงเทพมหานคร บนถนน 240 สาย
2. เริ่มมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2535 เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะหมวกจะเป็นแบบหนึ่งแบบใดก็ได้ใน 3 แบบ คือ ครึ่งใบ เต็มใบ และปิดเต็มหน้า ในกรณีที่มีบังลมต้องทำจากวัสดุโปร่งใสไม่มีสี
4. หมวกนิรภัยที่ใช้ถ้าแบบใดมีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) แล้ว ก็ต้องใช้หมวกที่มีเครื่องหมายรับรองมาตรฐานฯ กำกับไว้ ซึ่งขณะนี้หมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ และเต็มใบ มีการกำหนดมาตรฐานฯ แล้ว
5. การสวมหมวกนิรภัยต้องรัดคางด้วยสายรัดคางหรือเข็มขัดรัดคาง ให้แน่นพอที่จะป้องกันมิให้หมวกหลุดจากศีรษะได้หากเกิดอุบัติเหตุ
6. ผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามต้ องระวางโทษปรับไม่เกิน 500 บาทถ้วน
7. กฎหมายนี้ไม่ใช้บังคับแก่ภิกษุ สามเณร นักพรต นักบวชหรือผู้นับถือลัทธิศาสนาอื่นใดที่ใช้ผ้าโพกศิรษะตามประเพณีนิยน

2.2 มลพิษ

แนวโน้มคุณภาพสิ่งแวดล้อมไทย

2.2.1 คุณภาพสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

ในปี 2532 มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้นจำนวน 51,500 โรงงาน ร้อยละ 52 ของโรงงานเหล่านี้กระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ถ้าวิเคราะห์ในรูปของนิคมอุตสาหกรรม พบว่าในปี 2532 จากจำนวนนิคมอุตสาหกรรมทั้งหมด 23 แห่ง 12 แห่งตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล สำหรับภาคกลาง (รวมพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก) มีจำนวนนิคมถึง 7 แห่ง

ภาพการกระจุกตัวของอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจะชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อคำนึงถึงความจริงที่ว่าร้อยละ 76 ของมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในพื้นที่นี้ ซึ่งหมายถึงว่าอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่จะกระจุกตัวอยู่ในบริเวณดังกล่าว

ของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมนั้น แตกต่างจากของเสียที่เกิดจากกิจกรรมในครัวเรือน ของเสียจากอุตสาหกรรมทีควรให้ความสำคัญเป็นพิษ เนื่องจากเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ชีวิตมนุษย์ สัตว์กรือพืช คือ สารพิษ เช่น โลหะหนัก สารเคมี น้ำมัน สารละลาย

อุตสาหกรรม 5 ประเภทแรกที่ปล่อยสารพิษออกมาในปริมาณมาก คือ อุตสาหกรรมโลหะ (Basic Metal) อุตสาหกรรมชุบหรือกลึงโลหะ (Fabricated Product) อุตสาหกรรมซ่อมประกอบทำอุปกรณ์ขนส่ง (Transport Equipment) อุตสาหกรรมอีเลคโทรนิค (Electrical Machinery), และอุตสาหกรรมเคมี (Chemicals)

เมื่อวิเคราะห์ต่อไปพบว่าทั้วประเทศมีโรงงานเหล่านี้อยู่ 15,126 โรง ในจำนวนนี้ 9,970 โรงงานตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล ซึ่งจ้างคนงานถึงร้อยละ 88 ของคนงานทั่วประเทศที่ทำงานในอุตสาหกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0144 ค
ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
2538

ในปี 2522 ร้อยละ 71 ของมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรม มาจากอุตสาหกรรมที่ไม่ผลิตกากสารพิษ ตัวเลขนี้ลดลงเหลือร้อยละ 42 ในปี 2532 ส่วนอุตสาหกรรมที่ผลิตกากสารพิษมีสัดส่วนในมูลค่าเพิ่มของภาคอุตสาหกรรมจากร้อยละ 29 เป็นร้อยละ 58 ในช่วงเวลาเดียวกัน ปริมาณของกากสารพิษที่เกิดขึ้นในช่วง 2529-2532 มีประมาณ 1.1 ล้านตันต่อปี และร้อยละ 70 ของกากสารพิษอยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล

การขยายตัวของอุตสาหกรรม ควบคู่กับการเติบโตอย่างรวดเร็วของเมือง ส่งผลให้คุณภาพน้ำและคุณภาพอากาศเลวลง เช่น บางช่วงของแม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีน มีปัญหาคุณภาพน้ำที่ต่ำหว่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำที่กำหนดไว้โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สาเหตุเกิดจากน้ำเสียจากบ้านเรือนและจากโครงงานอุตสาหกรรม

สำหรับคุณภาพอากาศนั้นพบว่า อุตสาหกรรมปล่อยร้อยละ 30 ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เมื่อเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่น และพบว่าร้อยละ 54 ของก๊าซที่เกิดขึ้นอยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดในภาคกลางแล้วจะสูงถึงร้อยละ 80

คุณภาพอากาศในเขตจังหวัดสมุทรปราการเป็นตัวอย่างผลกระทบของอุตสาหกรรมต่อคุณภาพอากาศได้เป็นอย่างดีกล่าวคือ หากไม่มีมาตรการใดในการควบคุมมลพิษอากาศเพิ่มเติม ในปี 2535 ปริมาณ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) จะเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้โดยสำนักงานคณะกรรการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

2.2.2 แนวโน้มในอานาคต

กากสารพิษ - กากสารพิษที่เกิดขึ้นในประเทศร้อยละ 90 เกิดจากอุตสาหกรรม ในปี 2534 กากสารพิษจากอุตสาหกรรมจะมีเป็นจำนวน 1.9 ล้านตันต่อปี และภายในปี 2539 (1996) จะมีถึง 3.5 ล้านตันต่อปี กลุ่มอุตสาหกรรมที่ผลิตกากสารพิษนี้มีจำนวน 11 กลุ่ม จาก 20 กลุ่มใน TSIC และมีมากเป็นจำนวน 28,000 โรง (1989)

น้ำเสีย - ได้มีการประมาณการไว้ว่าในปี 2534 มีน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม 6.4 แสนตัน (BOD) ต่อปี ร้อยละ 33 เกิดจากโรงงานน้ำตาล ร้อยละ 24 เกิดจากโรงงานเครื่องดื่ม ร้อยละ 16 เกิดจากโรงงานกระดาษ จากประมาณการของการเติบโตทางเศษฐกิจและของภาคอุตสาหกรรมภายในปี 2539 (1996) จะมีน้ำเสีย (BOD) สูงถึง 9.6 แสนตันต่อปี

อากาศเสีย - สารมลพิษอากาศที่สำคัญมีอยู่ 5 ตัว คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matters SPM) และสารตะกั่ว (Pb)

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โรงงานไฟฟ้าเป็นแหล่งปล่อยก๊าซ SO_2 สู่บรรยากาศมากที่สุด แหล่งก๊าซ SO_2 อันดับรองลงมา คือ อุตสาหกรรม และกิจกรรมการคมนาคมขนส่ง ในปี 2534 (1991) ก๊าซ SO_2 ที่ปล่อยจากอุตสาหกรรมมีปริมาณ 0.21 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 30 ของก๊าซ SO_2 ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ปริมาณก๊าซ SO_2 จะเพิ่มขึ้นเป็น 0.28 ล้านตัน ในปี 2539 (1996) และ 0.85 ล้านตัน ในปี 2554 (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ในปี 2534 (1991) กิจกรรมการคมนาคมขนส่งปล่อยก๊าซ NO_x ถึงร้อยละ 64 ของก๊าซ NO_x ที่เกิดขึ้นทั้งหมด แหล่งรองลงมา คือ โรงไฟฟ้า และอุตสาหกรรมตามลำดับ

1584 021353

อุตสาหกรรมปล่อยก๊าซ NO_x เป็นปริมาณ 0.07 ล้านตัน (ร้อยละ 13) ในปี 2534 (1991) และเพิ่มขึ้น 0.09 ล้านตันในปี 2539 (1996) และเป็น 0.2 ล้านตันในปี 2554 (2011)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในปี 2534 (1991) กิจกรรมการคมนาคมขนส่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซ CO_2 ที่สำคัญที่สุด (ร้อยละ 32) ตามด้วยผลิตไฟฟ้า (ร้อยละ 26) และอุตสาหกรรม (ร้อยละ 23) อุตสาหกรรมปล่อยก๊าซ CO_2 ในปริมาณสูงถึง 34 ล้านตัน ในปี 2534 (1991) และเพิ่มขึ้นเป็น 70 ล้านตันในปี 2554 (2011) อย่างไรก็ตามในปี 2554 โรงงานไฟฟ้ากลับกลายเป็นแหล่งปล่อยก๊าซ CO_2 ที่สำคัญที่สุด ตามด้วยกิจกรรมการคมนาคมขนส่ง และอุตสาหกรรมตามลำดับ

ฝุ่นละออง (SPM) นับตั้งแต่ปี 2534 (1991) อุตสาหกรรมเป็นแหล่งปล่อยฝุ่นละอองที่สำคัญที่สุด ตามด้วยกิจกรรมการคมนาคมขนส่ง และการใช้เชื้อเพลิงของชุมชน ฝุ่นละอองที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมมีปริมาณ 0.35 ล้านตันในปี 2534 (1991) เพิ่มเป็น 0.47 ล้านตันในปี 2539 (1996) และเป็น 1.07 ล้านตันในปี 2554 (2011)

สารตะกั่ว (Pb) สารตะกั่วในอากาศเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่วเจือปน ดังนั้น แหล่งกำเนิดของสารตะกั่วในบรรยากาศจึงมาจากการคมนาคมขนส่งเพียงแหล่งเดียว ปริมาณของสารตะกั่วที่คาดว่าถูกปล่อยสู่บรรยากาศในปี 2534 (1991) มีค่าเท่ากับ 1.5 ล้านตัน และจะลดลงเหลือ 0.28 ล้านตันในปี 2539 (1996) และเพิ่มขึ้นเป็น 1.9 ล้านตันในปี 2554 (2011)

2.2.8 กฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อม

พระราชบัญญัติหลักในการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรม ได้แก่ พระราชบัญญัติควบคุมโรงงาน พระราชบัญญัติสาธารณสุข และพระราบัญญัติคุณภาพสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามหน่วยงานที่ดูแลยังขาดกลไกการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ การขออนุมัติจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่เข้าข่ายในการจัดทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะต้องส่งให้สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเป็นผู้พิจารณาก่อน ที่จะออกใบอนุญาตประกอบการ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ในขณะที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจเพียงการเสนอแนะเพื่อเห็นชอบเพื่อปรับปรุงแก้ไข และไม่เห็นชอบเท่านั้น จะไม่มีสิทธิในการระงับหรือทำการตรวจสอบหรือบังคับควบคุมตามที่ระบุไว้ในรายงานแต่อย่างไร

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าโรงงานจำนวนมาก ถึงแม้ว่าจะติดตั้งระบบกำจัดมลพิษแล้วก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติไม่ควบคุมให้มีการบำบัดอย่างครบถ้วน ส่งผลให้เกิดมลพิษอยู่เนือง ๆ

ในส่วนของการนิคมอุตสาหกรรมนอกเหนือจากการจัดหาที่ตั้งอุตสาหกรรมแล้ว ยังต้องดูแลควบคุมมลพิษและบำบัดของเสียจากอุตสาหกรรมด้วยตัวเอง ในปัจจะบันการนิคมอุตสาหกรรมจะเน้นในเรื่องของการบำบัดน้ำเสียเป็นหลัก ในจำนวนนิคมอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในปัจจะบันไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ผลต่อสุขภาพของสารมลภาวะ

ความสามารถของแต่ละบุคคลต่อปริมาณของสารมลภาวะ ที่ร่างกายสามารถรับเข้าไปได้ โดยไม่เกิดอันตรายนั้น มีค่าเปลี่ยนแปลงไปแต่ละบุคคล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง เช่น อายุของบุคคลผู้นั้น สุขภาพในปัจจะบัน ประวัติสุขภาพในอดีต นิสัยในการสูบบุหรี่ หน้าที่การงาน และกรรมพันธุ์ เป็นต้น ในบทนี้เราจึงจะกล่าวถึงระดับอันตรายต่าง ๆ โดยใช้ข้อมูลสถิติเป็นหลักเท่านั้น

2.2.4.1 สารคาร์บอนมอนนอกไซด์

สารคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีอันตรายต่อมนุษย์เพราะสารนี้ไปเกาะรวมตัวกับธาตุ Hemoglobin ในกระแสเลือด ซึ่งโดยปกติแล้ว Hemoglobin จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในปอดแล้วถูกนำมาใช้ทั่วร่างกาย ดังนั้นถ้าหากมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ถึงแม้จะเป็นปริมาณเล็กน้อยก็ตามมารวมตัวกับ Hemoglobin แทนแล้วก่อตัวเป็น Carboxy Hemoglobin (COHb) ขึ้นแล้วก็จะก่อให้กรรมวิธีการสันดาปปกติของร่างกายเสียหาย ยังผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพต่อร่างกาย

เนื่องจากสารคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีคุณสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ทำให้เราสามารถตรวจวัดมันได้อย่างยากลำบาก จากการศึกษาที่ผ่านมาเราพบว่า ถ้าร่างกายของคนเราที่ทำงานหนัก ได้รับสารคาร์บอนมอนนอกไซด์ในระดับ 50 PPM. (Parts per million) เป็นเวลา 3 ชม. ติดต่อกันแล้ว ปริมาณของ (COHb) ในกระแสเลือดก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 5% ซึ่งจะยังผลให้เกิดผลกระทบ เช่น ทำให้สูญเสียประสิทธิภาพในการมองเห็น และการประมาณเวลา แต่อย่างไรก็ดีอันตรายของสารคาร์บอนมอนนอกไซด์จะลดน้อยลง ถ้าหากบุคคลผู้นั้นสามารถสูดลมหายใจเอาอากาศบริสุทธิ์เข้าไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณของ COHb ในกระแสเลือดลดน้อยลงไปด้วย

2.2.4.2 สารซัลเฟอร์ออกไซด์และสาร Particulate

เราพบว่ามีออกไซด์ของซัลเฟอร์ คือ SO_2 และ SO_3 ในอากาศ โดยสารดังกล่าวจะรวมตัวอยู่กับสารเล็ก ๆ ที่ลอยตัวอยู่ในอากาศ (Particulate) ซึ่งสารเล็ก ๆ นี้เกิดจากการเผาไหม้ของสารเชื้อเพลิงพวกฟอสซิล การใช้ถ่านหินเป็นปริมาณมากในศตวรรษที่ผ่านมาเป็นผลอย่างหนึ่งที่ทำให้เราพบสารผสมข้างต้น ในอากาศบริเวณเมืองใหญ่ ๆ ทั่วโลก จากการศึกษาเพิ่มเติมเรายังพบว่า ในกรณีที่สารมลภาวะในอากาศที่มีสภาวะเป็นก๊าซรวมตัวผสมอยู่กับสารเล็ก ๆ ที่เป็นของแข็งที่ลอยตัวอยู่ในอากาศแล้ว ก็จะสามารถเข้าสู่ระบบหายใจของร่างกายได้ ซึ่งก็จะทำอันตรายแก่ระบบหายใจนั้นมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าความเข้มข้นของ SO_2 มีค่าประมาณ 0.037 ppm. ถึง 0.092 ppm. และผสมอยู่กับสารเล็ก ๆ ที่มีความเข้มข้นประมาณ 185 Mg/M^3 แล้ว ก็จะมีอันตรายต่อสุขภาพก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบหายใจและโรคปอด และจากการศึกษาเกี่ยวกับสารมลภาวะในประเทศอังกฤษ พบว่าค่าเฉลี่ยใน 24 ชม. ของความเข้มข้นของ SO_2 ประมาณ 0.25 ppm. ผสมกับสาควันที่มีความเข้มข้น 0.750 Mg/M^3 ก็จะยังผลให้อัตราการตายของมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 สารไฮโดรคาร์บอน

ถึงแม้ว่าสารไฮโดรคาร์บอนจะไม่มีผลโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ และสัตว์อย่างเห็นได้ชัดก็ตาม สารนี้ยังมีอิทธิพลต่อพืช และมีส่วนร่วมในขบวนการสังเคราะห์แสง ที่ทำให้เกิด Photochemical Smog ด้วย

2.2.4.4 ออกไซด์ของไนโตรเจน

ในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของ NO และ NO_2 ต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์มีน้อยมากทั้งนี้ เนื่องจากสารดังกล่าวมักอยู่ปะปนกับสารมลภาวะอื่น ๆ จากการศึกษาเราพบว่า สารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน หรือ NOX ที่มีปริมาณพอควรก็จะมีอิทธิพลต่อระบบทางเดินหายใจของร่างกายเรา ถ้าหากเรารับเอา NO_2 ในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณที่มีอยู่ตามปกติในอากาศแล้ว ก็อาจทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ในกรณีคนเรารับเอาปริมาณ NO_2 ที่มีความเข้มข้นเกินกว่า 0.06 ppm. แล้ว ความเจ็บป่วยก็จะเกิดเพิ่มขึ้นเร็วกว่าปกติ

2.2.4.5 Photochemical Oxidants

ผลกระทบในระยะสั้นของ Photochemical Oxidants คือ การก่อให้เกิดการเคืองตา ถ้าหากความเข้มข้นของ Oxidants มีค่าตั้งแต่ 0.1 ppm. ขึ้นไป ในกรณีที่ร่างกายของเราอยู่ในภาวะแวดล้อมที่มีสาร Oxidants ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.03-0.30 ppm. เป็นเวลา 1 ชม. แล้ว เราก็จะมีความผิดปกติของการทำงานของร่างกาย ในกรณีที่เราได้รับสาร Oxidants ที่มีความเข้มข้น 0.03 ppm. เป็นเวลาถึง 8 ชม. แล้ว เราก็จะรู้สึกถึงความระคายเคืองทางคอและจมูก ถ้าหากเราได้รับสาร Oxidants ในปริมาณมีมากกว่านี้แล้ว ก็อาจทำให้ระบบหายใจเสียหายได้ ในกรณีที่ร่างกายเราได้รับสาร Oxidants ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 9.0 ppm. แม้ในช่วงสั้น ๆ ก็ตาม ก็จะทำให้ร่างกายเราล้มป่วยลงได้ สาร Photochemical Oxidant เช่น โอโซน มักปรากฏตัวอยู่กับสารอื่น ไ เช่น กรดไนตรัส (HNO_2) กรดไนตริก (HNO_3) หรือสารประกอบคาร์บอน เช่น Aldenhydes เป็นต้น หรือสารประกอบอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่ออาการเคืองตา และระบบหายใจของร่างกาย

2.2.4.6 สารประกอบตะกั่ว

สารประกอบตะกั่วที่ลอยตัวอยู่ในอากาศ มีอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อเด็กอายุ 1 ถึง 5 ขวบ ซึ่งจากการศึกษาเราพบว่า เด็กในวัยนี้สามารถดูดซึมและรับเอาสารประกอบเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายได้มากกว่าผู้ใหญ่ ในบางประเทศจึงได้มีการควบคุมไม่ให้มีการปล่อยสารประกอบตะกั่วสู่ร่างกายเด็กมากกว่า 30 ไมโครกรัม ต่อ เดซิลิตร์ (Micrograms per Deciliter) ในกระแสโลหิตของเด็กอ่อนวัย เพราะถ้าเด็กในวัยนี้ได้รับสารประกอบตะกั่วที่มีความเข้มข้นมากกว่าระดับดังกล่าวแล้ว ก็จะมีผลเป็นอันตราย

เอกสารนี้เป็นการที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงถึงเอกสารนี้ต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารนี้ด้วย

ต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ของเด็ก ซึ่งเกิดผลต่อเนื่องไปสู่การพัฒนาร่างกายของเด็กในขั้นต่อ ๆ ไปอีกด้วย การที่ร่างกายมนุษย์ได้รับสารประกอบตะกั่วในปริมาณที่สูงเกินไป ก็จะมีผลต่อการก่อตัวของเม็ดโลหิต ระบบประสาท ระบบไต และระบบอื่น ๆ ของร่างกาย นอกจากเราอาจจะได้รับสารประกอบตะกั่วจากอากาศแล้ว เราอาจจะไดรับสารประกอบนี้ จากการรับประทานหรือดื่มอาหารที่มีสารตะกั่วเจือปนอยู่

2.2.5 นโยบายและแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศและเสียง

2.2.5.1 นโยบาย

ปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศและเสียง ดังที่กล่าวข้างต้น นับวันจะทวีความรุนแรงสูงขึ้นจากสถิติการร้องเรียนที่มีจำนวนมากในทุกปี รัฐบาลได้ให้ความสนใจและตระหนักถึงความเร่งด่วนในอันที่จะแก้ไขในส่วนที่เป็นปัญหา และป้องกันในส่วนที่ยังไม่มีปัญหา แต่มีแนวโน้มของการเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และส่งผลกระทบถึงความเป็นอยู่ของประชาชน

การนี้รัฐบาลจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์หลักในการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำอากาศและเสียง ดังนี้

1) เพื่อรักษาและฟื้นฟูแหล่งน้ำ ให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ของประชาชน และสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ
2) เพื่อรักษา และปรับปรุงสภาพอากาศในเมืองและควบคุมแหล่งกำเนิดของเสียงดังเสียงรบกวน ให้ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน

2.2.5.2 แนวทาง

เพื่อให้บรรลุถึงนโยบายวัตถุประสงค์ข้างต้น รัฐบาลจึงกำหนดแนวทางหลักในการดำเนินงานเพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อยึดเป็นแนวทางปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1) ให้มีการใช้กฎหมาย พรบ. ประกาศกระทรวงและระเบียบวิธีปฏิบัติที่มีอยู่อย่างเคร่งครัดในการวางแผนและควบคุมภาวะมลพิษควบคู่ไปกับการพัฒนาตลอดจนควบคุมการใช้ที่ดินและโครงการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม
2) ให้มีระบบการาติดต่อตรวจสอบการควบคุมให้มีการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการปฏิบัติตามเงื่อนไข ของโครงการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ และประเมินผลกระทบคุณภาพสิ่งแวดล้อม อย่างมีประสิทธิภาพ
3) ให้มีการลดปริมาณมลพิษทางน้ำ อากาศและเสียง ณ แหล่งกำเนิด โดยการจัดทำแผนหลักการจัดการและการลงทุนก่อสร้างระบบบำบัด พร้อมทั้งดำเนินการให้การลดปริมาณมลพิษเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้ง และมาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียงประเภทต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ให้มีการใช้มาตรการทางด้านการเงิน และการคลังของประเทศ เพื่อสนับสนุนการลงทุนของรัฐ ในด้านการป้องกันและแก้ไขปัญหาภาวะมลพิษให้มากขึ้นรวมทั้งส่งเสริมและสนะบสนุนให้เกิดบรรยากาศในการลงทุนระหว่างรัฐ และเอกชน เกี่ยวกับระบบการป้องกันปัญหาภาวะมลพิษ

5) ให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ และมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม

2.2.5.3 มาตรการเร่งด่วนเพื่อการป้องกันและแก้ไข

ด้านมลพิษทางน้ำ

การดำเนินการระยะสั้น

ก. มาตรการทางกฎหมาย

1) ให้มีการบังคับใช้มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน โดยให้หน่วยงานส่วนท้องถิ่น กทม. และหน่วยงานปฏิบัติที่เกี่ยวข้องนำมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน สำหรับอาคารต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานไปแระกอบใช้กัน กฎหมายเฉพาะที่มีอยู่ เช่น กฎหมายควบคุมอาคาร ข้อบัญญัติของ กทม. หรือเทศบัญญัติ กฎหมายควบคุมกิจการเป็นที่รังเกียจและที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2) ให้ปรับปรุงบทลงโทษ ค่าปรับ ให้มีความเข้มงวด รัดกุมและอยู่ในอัตราที่สูงขึ้น สำหรับผู้ฝ่าฝืนกฎหมาย พรบ. ข้อบังคับหรือข้อบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสิ่งแวดล้อมด้านน้ำ เช่น กฎหมายควบคุมเกี่ยวกับการก่อเหตุรำคาญ พรบ. สาธารณสุข เป็นต้น

3) ให้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย จากหาร์มเลี้ยงสัตว์ต่าง ๆ เช่น สุกร สัตว์ปีก สัตว์น้ำ ฯลฯ

4) ให้ปรับปรุงกฎระเบียบ หรือวิธีปฏิบัติเพื่อการควบคุมปลูกสร้าง และการขออนุญาตใช้ประโยชน์จากที่ริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง และแหล่งน้ำสาธารณะต่าง ๆ และให้มีการจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมการใช้ประโยชน์และการรุกล้ำคลองและแหล่งน้ำสาธารณะอย่างดเข้มงวด

5) กำหนดห้ามผู้ประกอบการมิให้ทิ้งขยะ น้ำเสีย น้ำมัน สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ และสารเคมีลงไปในแม่น้ำ โดยระบุเป็นเงื่อนไข ท้ายใบอนุญาตโครงการขยายก่อสร้างและต่ออายุใบอนุญาต ให้ใช้ท่าเทียบเรือ รวมทั้งกรณีอนุญาตให้ก่อสร้างสิ่งล่วงลำน้ำตามที่ร้องขอด้วย

6) เพิ่มบทลงโทษผู้กระทำความผิดเกี่ยวกับการทิ้งสิ่งของต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ประโยชน์ ซึ่งกีดขวางการไหลของกระแสน้ำ ตามพระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. มาตรการด้านการลงทุน

1) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในเกาะรัตนโกสินทร์
2) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสี่พระยา กรุงเทพมหานคร
3) ออกแบบจัดทำรายละเอียดและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียยานนาวา
4) ก่อสร้างและเดินระบบบำบัดน้ำเสีย บริเวณเมืองชายฝั่งทะเลที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ได้แก่ จอมเทียน นาเกลือ พัทยา บางแสน ศรีราชา และหัวหิน
5) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเมืองชลบุรี
6) ก่อสร้างระบบบะบัดน้ำเสียเมืองสุราษฎร์ธานี และสงขลา
7) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลของรัฐ 108 แห่ง
8) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลของรัฐ (ในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย)
9) จัดทำระบบการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากรถยนต์โดยสารปรับอากาศและรถไฟ
10) ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอุตสาหกรรม และกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้แก่
    - องค์การอุตสาหกรรมห้องเย็นยานนาวา และองค์การสะพานปลายานนาวา สมุทรปราการ และสมุทรสาคร
    - โรงงานยาสูบ
    - ท่าเรือกรุงเทพ
    - โรงฆ่าสัตว์ขององค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น
    - โรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองต่าง ๆ
    - เรือนจำต่าง ๆ
    - ตลาดสดขององค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น เร่งรัดให้มีการบำบัดเบื้องต้น
11) จัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในเขตจังหวัดสมุทรปราการ
    - โครงการสุขสวัสดิ์
    - โครงการปู่เจ้าสมิงพราย
    - โครงการเทพารักษ์
12) สร้างศูนย์บำบัดและกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายที่บางพลี (สมุทรปราการ)
13) จัดตั้งสถานีถ่ายขยะมูลฝอย 3 แห่ง ที่อ่อนนุช รามอินทรา และหนองแขม (รวม 10,000 ตัน/วัน)
14) สร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย ด้วยวิธีฝังลงกลบขนาด 10,000 ตัน/วัน 2-3 แห่ง โดยสนับสนุนให้เอกชนเป็นผู้ลงทุนและดำเนินการ และควบคุมให้การกำจัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิธี
15) สร้างโรงเผาขยะมูลฝอยติดเชื้อ จากโรงพยาบาลขนาด 300 ตัน/วัน โดยสนับสนุนให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. มาตรการด้านการจัดการอื่น ๆ

1) จัดทำแผนการกำจัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

2) ศึกษาและจัดทำแผนการบำบัดน้ำเสียในแนวคลอง ในกรุงเทพมหานคร

3) ให้จังหวัดที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ จัดเตรียมที่ดินสำหรับการบำบัดน้ำเสียและขยะมูลฝอยไว้ให้พอเพียง

4) ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบกำจัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเชียงใหม่ หากใหญ่ หนองหาน (สกลนคร) บ้านเพ (พื้นที่จากหาดแม่รำพึงไปจนจดแหลมแม่พิมพ์ ระยอง) พื้นที่ฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต

5) ศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองปทุมธานีและอยุธยา

6) ศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสมุทรสาคร

7) จัดทำระบบข้อมูลสภาพสิ่งแวดล้อมโรงงานและการติดตามตรวจสอบ

8) เร่งรัดจัดทำแนวทางปฏิบัติ และมาตรการปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม สำหรับชุมชนแต่ละขนาด (เล็กและกลาง)

9) ศึกษาวิธีการที่เหราะสมในการระบายน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตร เพื่อลดปริมาณปุ๋ยยาปราบศัตรูพืชส่วนเกิน

10) ศึกษาวิธีการกำจัดพืชน้ำ โดยเฉพาะผักตบชวา

ง. มาตารการด้านการรณรงค์และประชาสัมพันธ์

1) กำหนดให้ปี พ.ศ. 2534 เป็นปีแห่งการบำบัดน้ำเสีย

การดำเนินการระยะยาว

1) ควบคุมและตรวจสอบการดำเนินกิจการต่าง ๆ บริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ภัตราคารลอย น้ำ ตลอดจนเรือขนส่งสินค้าและเรือโดยสารต่าง ๆ

2) ให้มีการควบคุมและตรวจสอบการปฏิบัติตามเงื่อนไขที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมสำหรับโครงการต่าง ๆ เป็นไปตามที่กำหนด

3) วางแผนเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน และกำหนดรูปแบบ การใช้ดินให้สอดคล้องกับความสามารถในการรองรับแหล่งน้ำ

4) กำหนดพื้นที่เพื่ออุตสาหกรรม และประเภทอุตสาหกรรมที่ไม่สมควรตั้งหรือขยายในพื้นที่ที่แหล่งน้ำไม่สามารถรองรับปริมาณของเสียได้

5) สนับสนุนให้เอกชนเป็นผู้ลงทุนและให้บริการ ในเรื่องระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง

6) สนับสนุนให้เอกชนเป็นผู้ลงทุนและให้บริการ ในเรื่องการกำจัดกากของเสียที่เป็นอันตราย ในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมหนาแน่น

7) ให้มีการจัดองค์กร เกี่ยวกับการควบคุมน้ำทิ้งให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการปฏิบัติที่เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) จัดทำแผนการจัดการขยะมูลฝอย สำหรับเมืองหลัก และเมืองศูนย์กลางความเจริญในภูมิภาค

9) แก้ไขพระราชบัญญัติเดินเรือในน่านน้ำไทย ให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาและกำหนดความรับผิดชอบในแต่ละส่วนของหน่วยงานต่าง ๆ ให้ชัดเจนและเพิ่มบทลงโทษแก่ผู้กระทำความผิดให้รุนแรงขึ้น

10) ให้มีการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งรวมทั้งการเฝ้าระวังทางสุขภาพอนามัยของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางด้านดังกล่าวด้วย

11) ให้มีการศึกษาและวางแผนเกี่ยวกับการนำน้ำที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์อีก

12) ให้มีการจัดทำแผนการประชาสัมพันธ์ด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำในระยะยาว โดยให้หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งของรัฐบาล และเอกชนมีส่วนเกี่ยวข้อง

ด้านมลพิษทางอากาศและเสียง

ค~

ก. การดำเนินการระยะสั้น

1) แก้กฎหมายมาตรา 67 ตามพรบ.รถยนต์ พ.ศ. 2532 เพื่อให้อำนาจเจ้าหน้าที่กรมการขนส่งทางบก มีอำนาจจับกุมรถ (ขนาดเล็ก) ตามพรบ.รถยนต์

2) ให้กำหนดมาตรฐาน ควันดำ เสียงดัง และก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์ และวิธีการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะของทุกหน่วยงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ข. มาตรการด้านการลงทุน

1) ติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศพร้อมจอแสดงผลริมเส้นทางจราจร 4 แห่งของกรุงเทพมหานคร

ค. มาตราการด้านการจัดการและอื่น ๆ

1) รถของส่วนราชการและรัฐวิสาหกิจ จะต้องมีการตรวจสภาพด้านมลพิษทางอากาศและเสียงให้อยู่ในสภาพที่เป็นไปตามมาตรฐานก่อนใช้งาน โดยมีประกาศของสำนักนายกรัฐมนตรีไปยังหน่วยงานทุกแห่ง และให้มีการจัดสรรงบประมาณในการซ่อมบำรุง และจัดหารถใหม่มาทดแทนรถเก่าที่หมดสภาพอย่างต่อเนื่อง

2) ตรวจสภาพรถยนต์ทุกประเภททั้งของราชการ/เอกชน ตามกำหนดเวลาที่เหมาะสม

3) ตรวจจับรถยนต์/จักรยานยนต์ หรือที่มีมลพิษทางอากาศและเสียงดังเกินมาตรฐาน

4) สนับสนุนให้มีบริการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ และเสียงตามมาตรฐานโดยภาคเอกชน

5) กำหนดมาตรฐานและมาตรการควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ และดูแลให้เป็นไปตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ดำเนินการกับผู้ฝ่าฝืนกฎหมายหรือข้อบังคับ/ข้อบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียง โดยเฉพาะเกี่ยวกับความเดือดร้อนรำคาญ

7) กำหนดมาตรการสำหรับควบคุมการตกหล่นหรือปลิวไปของสินค้า หรือวัสดุตามเส้นทางการขนส่ง หรือระหว่างการถ่ายเทและดูแลให้เป็นไปตามที่กำหนดอย่างเคร่งครัด

ง. มาตรการด้านการรณรงค์และประชาสัมพันธ์

1) จัดส่งเจ้าหน้าที่ไปให้ความรู้แก่เจ้าของยานพาหนะโรงงาน จัดอบรมด้านมลพิษด้านอากาศและเสียง

การดำเนินการระยะยาว

ก. มาตรการด้านการจัดการและอื่น ๆ

1) การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ และเสียงในสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการติดตามสถานการณ์และประเมินผลของการแก้ไขปัญหาที่ได้ปฏิบัติไปแล้ว

2) การจำกัดการใช้ยานพาหนะที่มีปัญหามลพิษมาก เช่น รถจักรยานยนต์เครื่อง 2 จังหวะ (ควันขาว) และสนับสนุนให้มีการใช้ยานพาหนะที่มีมลพิษน้อย เช่น รถเครื่อง 4 จังหวะ รถใช้ก๊าซ รถใช้อัลกอฮอล์

3) การใช้ระบบขนส่งมวลชนที่มีมลพิษน้อย เช่น รถไฟฟ้า การใช้บัสเลน การสร้างทาง และมาตรการอื่น ๆ เพื่อลดปริมาณและความติดขัดของการจราจร

4) การจัดตั้งระบบขนถ่ายสินค้าชานเมืองใหญ่

5) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อลดมลพิษ ซึ่งการลดสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน เหลือไม่เกิน 0.15 กรัมต่อลิตร จากปัจจุบัน 0.40 กรัมต่อลิตร

6) การแยกอุตสาหกรรมออกจากชุมชนที่อยู่อาศัยให้ชัดเจน

7) การประหยัดการใช้เชื้อเพลิง

ข. มาตรการด้านการรณรงค์และประชาสัมพันธ์

1) ให้มีการจัดทำแผนการประชาสัมพันธ์ด้านมลพิษทางอากาศและเสียงในระยะยาว โดยเน้นถึงการแก้ไขปัญหาควันดำ การบำรุงรักษาเครื่องยนต์เพื่อลดคาร์บอนมอนอ็อกไซด์ การลดเสียงดัง ซึ่งประชาชนสามารถให้ความร่วมมือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ความจำเป็นในการทำความสะอาดอากาศ

"อากาศในรรยากาศ ซึ่งมีปริมาณจำกัดได้ถูกมนุษย์และธรรมชาติทำให้สกปรกมากขึ้นทุกวัน เราต้องมีอากาศบริสุทธิ์หายใจเพื่อการมีชีวิตอยู่ และอากาศสกปรกมีอันตรายต่อสุขภาพของเรามาก เราจำต้องช่วยกันทำความสะอาดอากาศ ก่อนที่มันจะสายเกินไปจนเราอยู่ในโลกนี้ไม่ได้"

2.2.6.1 ความสำคัญของอากาศ

ไม่ว่าจะเป็นเวลากลางวัน หรือกลางคืน หลับหรือตื่น หรืออยู่แห่งหนใดก็ตาม เราต้องอยู่กันอากาศตลอดเวลาทุกวินาที เราต้องใช้อากาศในการหายใจเพื่อการมีชีวิตอยู่ ชีวิตของเราจะขาดอากาศไม่ได้ อากาศจึงมีความสำคัญเสมือนหนึ่งชีวิตเรา

2.2.6.2 ความต้องการอากาศบริสุทธิ์ในการหายใจ

ถ้าเราต้องการมีชีวิตที่สดชื่นเบิกบาน มีความสุข มีสุขภาพสมบูรณ์ และปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ เราต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ถูกสุขลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีอากาศบริสุทธิ์หายใจอยู่เสมอ

การหายใจอากาศบริสุทธิ์ เป็นยอดปรารถนาอย่างหนึ่งของมนุษย์เรา แต่เป็นที่น่าเศร้าใจอย่างยิ่งที่ในปัจจุบันสถานที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์นั้นช่างหายากเหลือเกิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวเมืองที่มีคนหนาแน่น ที่เต็มไปด้วยตึกรามบ้านช่อง ยวดยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม และการดำเนินธุรกิจต่าง ๆ อย่างชุลมุนวุ่นวายของมนุษย์เรา ก็ยิ่งทำให้หาอากาศบริสุทธิ์ได้ยากยิ่งขึ้น เราต้องขับรถเดินทางออกไปชานเมือง ชายทะเล หรือชนบทที่ห่างไกลจากผู้คน จึงจะได้รับอากาศที่บริสุทธิ์แต่เราก็กระทำได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น แล้วก็ต้องกลับมาใช้เวลาส่วนใหญ่หมกหมุ่นทำงานและพักอยู่อาศัยในตัวเมือง ที่ถูกปกคลุมไปด้วยอากาศที่เต็มไปด้วยสิ่งสกปรก ที่ปะปนแขวนลอยอยู่ จนบางครั้งทำให้เราแทบจะหายใจไม่ออก ด้วยเหตุนี้ เราจึงมีความปรารถนาที่จะมีอากาศบริสุทธิ์ในที่ทำงานของเรา เพื่อเราจะได้หายใจอากาศบริสุทธิ์ได้ตลอดเวลา เสมือนหนึ่งอยู่ชายหาดที่เต็มไปด้วยความสดชื่นเบิกบานทุกวินาที

2.2.6.3 ความสกปรกของอากาศเกิดจากมนุษย์และธรรมชาติ

โลกของเราเปรียบเหมือนยานอวกาศลำหนึ่งที่มีขนาดใหญ่โตมหึมาที่ถูกหุ้มห่อหรือล้อมรอบด้วยชั้นบรรยากาศหนาประมาณ 11 กิโลเมตร อากาศบริสุทธิ์ไม่สามารถเข้ามาและอากาศเสียก็ไม่สามารถออกไปจากบรรยากาศนี้ได้ อากาศที่มีปริมาณจำกัดนี้จะถูกมนุษย์เราหมุนเวียนมาใช้ครั้งแล้วครั้งเล่าชั่วกาลนาน ในแต่ละวันอากาศจะถูกมนุษย์ทำให้สกปรกมากขึ้นและมากขึ้น โดยการปล่อยอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ควันเสียจากรถยนต์ ควันบุหรี่ ควันเสียจากการหุงต้มตามร้านอาหารและครัวเรือน อากาศเสียจากการเผาไหม้ต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ธรรมชาติยังช่วยทำให้อากาศเสียด้วย โดยการเกิดเชื้อโรค การแตกสลายของวัตถุต่าง ๆ ให้เป็นฝุ่นผงอยู่ตามพื้นดิน การเกิดสปอร์ และละอองเกสรเส้นใยและชิ้นส่วนเล็กของต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืช และอนุภาคขนาดเล็ก ๆ อื่น ๆ แล้วกระแสลมธรรมชาติก็พัดพาอนุภาคเหล่านี้ให้กระจัดกระจายไปทั่วบรรยากาศ ตามหลักการแล้ว ปัญหาอากาศเสีย หรือมลภาวะอากาศจะมีมากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของประชากร

2.2.6.4 การสกปรกยิ่งขึ้นของอากาศในบรรยากาศ

เนื่องจากอากาศมีแต่ถูกทำให้สกปรก ไม่มีการทำให้สะอาดเลย อากาศจะสะสมสิ่งสกปรกมากขึ้นและสกปรกยิ่งขึ้นทุกวัน ๆ อย่างเลี่ยงไม่พ้น นานวันเข้า โลกเราก็จะกลายเป็นยานอวกาศที่ถูกล้อมรอบด้วยบรรยากาศที่เต็มไปด้วยสิ่งสกปรก มนุษย์เราก็จะเปรียบเหมือนปลาหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่จะเป็นต้องมีชีวิตและแหวกว่ายอยู่ในบ่อน้ำครำ ที่มีขนาดจำกัดและเต็มไปด้วยสิ่งโสโครก และไม่มีโอกาสที่จะโดดออกไปจากบ่อน้ำครำนี้ เพื่อไปอยู่บ่ออื่นที่มีน้ำใสสะอาดบริสุทธิ์เลย

2.2.6.5 ความสกปรกของอากาศที่น้อยคนนักจะรู้สึก

เนื่องจากเราอยู่กับอากาศเสียที่สกปรกเกือบตลอดเวลาจนชินชา เราจึงไม่รู้สึกว่ามันสกปรกแค่ไหน แต่ถ้าเราได้มีโอกาสอยู่กับอากาศบริสุทธิ์เป็นเวลานับปี และมาอยู่สภาวะที่มีอากาศสกปรก เราจะรู้ถึงความแตกต่างได้ทันที

สิ่งสกปรกที่มีอยู่ในอากาศมีมากมายหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็นพวกฝุ่นผง ละออง และเชื้อโรคที่ปะปนแขวนลอยอยู่ เหตุที่อนุภาคเหล่านี้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้ เพราะมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แต่ในโอกาสที่มีลำแสงแดดลอดเข้าไปในห้องที่มืดสลัวเราจะเห็นฝุ่นละอองเล็ก ๆแขวนลอยอยู่ในอากาศที่ลำแสงผ่าน ความจริงฝุ่นผงที่มองเห็นเหล่านี้มีขนาดไม่เล็กนัก ยังมีฝุ่นผงละอองตลอดจนเชื้อโรคที่ขนาดเล็กกว่านั้นอีกมากมายปะปนอยู่ในอากาศ นอกจากนี้ เราอาจจะทราบถึงความสกปรกของอากาศ เมื่อฝุ่นผงและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้ตกลงมาและจับอยู่บนพื้นห้อง พื้นโต๊ะเก้าอี้ หรือเกาะอยู่ตามฝาผนัง หรือสิ่งประดับตกแต่งอื่น ๆ ในห้องของเรา

2.2.6.6 อันตรายของความสกปรกของอากาศ

เนื่องจากเราไม่สามารถมองเห็นสิ่งสกปรกในอากาศได้ด้วยตาเปล่า เรามักจะไม่รู้สึกว่าอากาศที่เราหายใจเข้าไปนั้นสกปรกเพียงใด และมีอันตรายต่อสุขภาพแค่ไหน ฝุ่นผง ควันรถยนต์ ควันบุหรี่ ละอองน้ำมัน ละอองกรดและสารเคมีอื่น ๆ ตลอดจนเชื้อโรคต่าง ๆ ที่มีปะปนอยู่ในอากาศมากมาย และกระจัดกระจายไปทั่วทุกหนทุกแห่ง โดยเฉพาะในตัวเมืองและแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ สิ่งสกปรกในอากาศเหล่านี้มีอันตรายต่อสุขภาพมาก ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นที่ยอมรับกันในวงการแพทย์ว่า อากาศเสียหรือมลภาวะอากาศ เป็นสาเหตุสำคัญมากอันหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง ในบางครั้งอากาศอาจจะมีสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพมากปะปนอยู่ อาจจะมีเชื้อโรคที่ร้ายแรง หรืออาจจะมีฝุ่นผงที่มีรูปร่างลักษณะและขนาดที่มีอันตรายอย่างมากต่อเซลของปอด เราไม่มีโอกาสที่จะทราบได้ว่า มีสิ่งสกปรกเหล่านี้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ... ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ปะปนอยู่ในอากาศหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด แต่ถ้ามีและเราหายใจเข้าไป ก็จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตของเรา

เนื่องจากความสกปรกของอากาศเป็นสิ่ง ซึ่งเรามองไม่เห็นและไม่สามารถรู้สึกได้ อันตรายที่เกิดจากมลภาวะอากาศจึงเป็นสิ่งที่เราไม่มีโอกาสที่จะล่วงรู้ ดังนั้น มลภาวะอากาศจึงเปรียบเหมือนฆาตกรที่มองไม่เห็นตัว และอันตรายจากมันเปรียบเสมือนหนึ่งการตายผ่อนส่ง

2.2.6.7 ความสกปรกของอากาศภายในห้องที่เราอยู่อาศัย

อากาศในห้องที่เราอยู่เพื่อทำงาน พักผ่อน หรือหลับนอน มีโอกาสถูกทำให้สกปรกได้ง่ายและบ่อยครั้งหรือเกือบตลอดเวลาก็ว่าได้ โดยสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ก. การสูบบุหรี่ภายในห้อง

ข. การเคลื่อนไหวตัวของเรา หรือผู้อื่น หรือสิ่งของอื่น ๆ ที่อยู่ในห้อง จะทำให้อากาศที่อยู่ข้างเคียงเคลื่อนไหวไปด้วย การเคลื่อนไหวของอากาศนี้จะไปกระทบกระเทือนฝุ่นผงต่าง ๆ ที่นอนอยู่บนผิวพื้นของห้อง โต๊ะเก้าอี้ ฝาผนัง สิ่งประดับ และวัตถุอื่น ๆ ที่อยู่ในห้องนั้น ให้เกิดการเคลื่อนไหวลอยตัวขึ้นมาปะปนอยู่ในอากาศ

ค. การเปิดประตูเพื่อเดินเข้าออกจากห้องจะก่อให้เกิดกระแสลมที่จะกระทบกระเทือนและพัดพาเอาฝุ่นผงต่าง ๆ ตามผิวพื้นห้องและผิวพื้นวัสดุอื่น ๆ ในห้องให้ลอยตัวขึ้นมา และยังทำให้อากาศสกปรกจากภายนอกเข้ามาได้ด้วย

ง. การหมุนเวียนของอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมก็เช่นกัน จะทำให้ฝุ่นผงและอนุภาคเล็ก ๆ อื่น ๆ แขวนลอยอยู่ในอากาศในห้องมากขึ้น

จ. แรงกระแทกของฝ่าเท้าในการย่ำเดินในห้องจะสะเทือนให้ฝุ่นผงตามพื้นห้องกระเด็นขึ้นมาแขวนลอยในอากาศมากขึ้น

ฉ. อากาศสกปรกจากภายนอกแพร่เข้ามาตามหน้าต่างหรือรอยแตกรอยรั่วของฝาผนังห้องด้วย

ช. ฝุ่นผงและสิ่งสกปรกอื่น ๆ จะติดเข้ามากับรองเท้าหรือฝ่าเท้าของผู้ที่เดินเข้ามาในห้อง และอาจติดเข้ามาตามเสื้อผ้าและร่างกายด้วย

2.2.6.8 ความจำเป็นในการทำความสะอาดอากาศ

เนื่องจากอากาศได้ถูกมนุษย์เราและธรรมชาติทำให้สกปรกอยู่ตลอดเวลา และสิ่งสกปรกเหล่านี้จะถูกสะสมอยู่ในบรรยากาศ ทำให้อากาศสกปรกมากขึ้นทุกวัน ๆ ถ้าเป็นเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ คงมีสักวันหนึ่งในอนาคตที่บรรยากาศของโลกจะเต็มไปด้วยสิ่งสกปรกจนมนุษย์ไม่อาจใช้อากาศในการหายใจได้ และเราจะอยู่ในโลกนี้ไม่ได้อีกต่อไป ดังนั้น เราจึงจำต้องช่วยกันทำความสะอาดให้แก่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากบรรยากาศมีขอบเขตกว้างขวาง จึงเป็นการสุดวิสัยที่เราจะไปทำความสะอาดอากาศทั้งหมดในบรรยากาศ เหมือนดังที่เราไม่สามารถปรับอากาศทั้งหมดในบรรยากาศให้เย็นลงหรือร้อนขึ้น

จนมีอุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะสำหรับการอยู่อาศัยอย่างสบายของมนุษย์เรา ดังนั้นเราจึงต้องทำความสะอาดอากาศเฉพาะในตัวอาคารบ้านเรือนที่เราอยู่อาศัย เพื่อการทำงาน พักผ่อน และหลับนอนเท่านั้น

2.2.6.9 การทำความสะอาดอากาศสำคัญกว่าการปรับอากาศ

ในปัจจุบันมีผู้นิยมใช้เครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) มากมาย ความจริงแล้วเครื่องปรับอากาศเพียงแต่ปรับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในตัวอาคารบ้านเรือนหรือในห้องให้พอเหมาะเพื่อให้เกิดความเย็นสบายสำหรับการอยู่อาศัยเท่านั้น เครื่องปรับอากาศไม่ได้ทำให้อากาศในอาคารบ้านเรือนหรือห้องสะอาดขึ้นเลยแม้ว่าเครื่องปรับอากาศอาจจะมีวัสดุกรองอากาศ (Air filter) แต่ก็กรองได้เฉพาะสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น โดยทั่ว ๆ ไปจะกรองสิ่งสกปรกได้ประมาณ 10% เท่านั้น เพราะ 95% ของฝุ่นผงและสิ่งสกปรกอื่น ๆที่แขวนลอยอยู่ในอากาศมีขนาดเล็กมาก จึงเป็นการยากมากที่จะดักจับอนุภาคเล็กและละเอียดเหล่านี้ โดยวัสดุกรองอากาศที่ละเอียดและมีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคเล็ก ๆ ได้มากขึ้น แต่เราก็จะต้องใช้พัดลมดูดอากาศที่มีกำลังมากขึ้น สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้ามากขึ้น และต้องทำความสะอาดและบำรุงรักษาวัสดุกรองบ่อยครั้งขึ้น ด้วยเหตุนี้ เครื่องปรับอากาศจึงใช้วัสดุกรองชนิดหยาบ และเครื่องปรับอากาศมีหน้าที่ปรับสภาวะของอากาศเท่านั้น ไม่ได้ทำหน้าที่ในการทำความสะอาดอากาศเลย

ตามเหตุผลแล้ว การทำความสะอาดอากาศ (Air cleaning) มีความสำคัญยิ่งกว่าการปรับสภาวะอากาศ (Air conditioning) ให้เหมาะแก่การอยู่อาศัยด้วยซ้ำไป แต่เนื่องจากคนเรามีนิสัยที่ชอบความเย็นสบาย และอันตรายจากความสกปรกของอากาศเรามองเห็นได้ยากมาก เราจึงมักจะมองข้ามความจริงข้อนี้ไป

เครื่องทำความสะอาดอากาศ (Air cleaner) นอกจากจะมีความสำคัญกว่าเครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) เครื่องทำความสะอาดอากาศยังใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศหลายสิบเท่าตัว คือใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยประมาณ 2-3% ของเครื่องปรับอากาศเท่านั้น

2.2.6.10การทำความสะอาดอากาศจะสร้างประโยชน์มากมายแก่เรา

ก. เราและบุคคลที่อาศัยอยู่กับเราจะมีโอกาสได้สูดหายใจอากาศบริสุทธิ์ที่ปราศจากฝุ่นผง เชื้อโรคและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่อาจจะมีอันตรายได้

ข. สภาวะอากาศที่ดี จะทำให้ขวัญและกำลังใจของพนักงานที่ทำงานอยู่กับเราดีขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงและมีผลงานมากขึ้น

ค. พื้นห้อง ฝาผนัง และสิ่งประดับตกแต่งตลอดจนเครื่องใช้ไม้สอยต่าง ๆ ที่อยู่ในห้องหรือตัวอาคารบ้านเรือนที่ติดตั้งเครื่องทำความสะอาดอากาศจะสะอาดอยู่เสมอ ไม่ต้องทำความสะอาดอีกหรืออาจจะนาน ๆ ครั้งเท่านั้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด

ง. เมื่อสิ่งของต่าง ๆ ในอาคารบ้านเรือน หรือในห้องสะอาด จะทำให้มีความสวยงามอยู่เสมอไม่เสื่อมคลายและดูใหม่อยู่ตลอดเวลา และมีอายุการใช้งานได้ทนทานยิ่งขึ้น เช่นไม่มีรอยคราบของฝุ่นผงหรือสิ่งสกปรกติดอยู่ ไม่เป็นสนิม ชิ้นส่วนต่าง ๆ ไม่สึกหรอง่าย เป็นต้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายไปในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย อนึ่ง การมีสิ่งประดับตกแต่งภายในห้องสวยงามดูใหม่อยู่เสมอ จะสร้างความสดชื่นสบายตาแก่ผู้อยู่อาศัยตลอดไป

จ. เนื่องจากอากาศในอาคารบ้านเรือน หรือห้องมีความสะอาดบริสุทธิ์ ทำให้สามารถลดปริมาณอากาศที่ถ่ายเทออกไปภายนอกให้น้อยลง ทำให้เครื่องปรับอากาศ (ถ้ามี) ทำงานน้อยลง สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายน้อยลง

ฉ. เป็นการช่วยแก้ปัญหามลภาวะอากาศให้แก่สังคม โดยการกำจัดอากาศเสียภายในโรงงานและอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย แทนการปล่อยออกมารบกวนชาวบ้านที่อยู่ข้างเคียง

โดยสรุปแล้ว เราจะเห็นได้ว่า การทำความสะอาดอากาศเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมาก ถ้าเราไม่ทำความสะอาดอากาศเสียตั้งแต่เดี๋ยวนี้ ในอนาคตอากาศจะสกปรกมากยิ่งขึ้นจนถึงขีดที่เราใช้อากาศหายใจไม่ได้ และสุดความสามารถที่เราจะทำอากาศให้สะอาดได้อีก เราก็จะอาศัยอยู่ในโลกนี้ไม่ได้ ดังนั้นเราจงมาช่วยกันทำความสะอาดอากาศกันเถิด อย่างเพียงแต่ปรับสภาวะอากาศให้เย็นสบายอย่างเดียวเท่านั้น แม้ว่าเราจะไม่สามารถทำความสะอาดอากาศทั้งหมดในบรรยากาศได้ เราทำความสะอาดอากาศภายในอาคารโรงงาน สำนักงาน และบ้านเรือนที่อยู่อาศัยได้ เราสามารถป้องกันไม่ให้เกิดอากาศเสีย และไม่ปล่อยอากาศเสียออกมาทำให้บรรยากาศสกปรกยิ่งขึ้น เพื่ออย่างน้อยเราจะได้มีอากาศบริสุทธิ์หายใจในที่พักอยู่อาศัยของเรา และมีอากาศในบรรยากาศข้างนอกที่ยังไม่สกปรกจนเราหายใจไม่ได้

2.3 เครื่องป้องกันอากาศเสีย

เมื่อกล่าวถึง อากาศเสีย หลายคนคงจะทราบดีว่าอากาศเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญเรื่องหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ แต่คนบางคนอาจยังไม่ทราบว่าอากาศเสียมีผลกระทบอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อม และต่อสิ่งที่มีชีวิต และควรหาทางป้องกันอากาศเสียได้อย่างไร

โดยทั่วไป อากาศที่มนุษย์หายใจเข้าไปนั้น ประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 78.09 ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 21.94 ก๊าซอาร์กอนร้อยละ 0.93 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 และก๊าซเฉื่อยอื่น ๆ ร้อยละ 0.01 ซึ่งถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์ แต่ในปัจจุบันส่วนประกอบของอากาศได้เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากชั้นบรรยากาศของโลกกำลังถูกคุกคามด้วยฝุ่นละออง ไอน้ำ หมอกควัน เขม่า ก๊าซชนิดต่าง ๆ ละอองตะกั่ว และละอองกัมมันตภาพรังสี ซึ่งได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนอยู่ในระดับที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืชได้ ในสภาวะเช่นนี้เรียกว่า อากาศเสีย

2.3.1 อากาศเสียมีแหล่งกำเนิดได้ 2 ทาง คือ

2.3.1.1 โดยทางธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยลมและแสงแดด ลมสามารถพัดพาฝุ่นละอองจากพื้นดินให้ฟุ้งกระจายขึ้นไปในอากาศ ขณะเดียวกันแสงแดดก็ให้ความร้อนและทำให้เกิดการระเหยของน้ำและของเหลวต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพไอน้ำและก๊าซต่าง ๆ เจือปนอยู่ในอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 โดยการกระทำของมนุษย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดอากาศเสียมากที่สุด เพราะมนุษย์ได้รู้จักนำเอาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ เพื่อ

สร้างคุณค่าของชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้มีการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและสาธารณสุขเพิ่มมากขึ้น และมีสิ่งต่าง ๆ มากมายที่เอื้ออำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์ แหล่งกำเนิดอากาศเสียที่สำคัญโดยการกระทำของมนุษย์นั้นอาจเกิดขึ้นได้ดังนี้

1) จากการคมนาคมและการขนส่ง โดยการใช้ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ เช่น รถยนต์ รถไฟ เรือยนต์ และเครื่องบิน ทำให้มีการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นผลให้เกิดก๊าซชนิดต่าง ๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน และสารตะกั่ว เป็นต้น ในปัจจุบันยานพาหนะบนท้องถนนได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการปล่อยอากาศเสียจากท่อไอเสียของรถยนต์ออกสู่บรรยากาศก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสำคัญ

2) จากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม โดยการปล่อยอากาศเสียออกทางปล่องควันในรูปของก๊าซต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ มีเทน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เขม่า ฝุ่นละอองและไอของกรดต่าง ๆ เป็นต้น อากาศเสียเหล่านี้อาจได้มาจากโรงกลั่นน้ำมัน โรงไฟฟ้า โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงานถลุงโลหะ โรงงานผลิตปุ๋ย และโรงงานผลิตแบตเตอรี่ นอกจากนี้โรงงานอุตสาหกรรมยังปล่อยกากของเสียที่มีกลิ่นเหม็นลงในแม่น้ำอีกด้วย

3) จากเหมืองแร่และแหล่งก่อสร้าง เช่น การระเบิดหิน การโม่หิน การบดหินหรือแร่ และการสร้างอาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดฝุ่นละออง ละอองแอสเบสตอส (asbestos) และละอองซิลิกาลอยฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ

4) จากกิจกรรมด้านการเกษตร เช่น การใช้สารฆ่าแมลง สารปราบวัชพืชและการเผาไร่นา เป็นต้น ทำให้เกิดสารพิษและก๊าซอื่น ๆ เจือปนในอากาศ

5) จากการใช้เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งมีส่วนผสมของตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น สีแลคเกอร์ วาร์นิช ยาทาเล็บ และทินเนอร์ ทำให้เกิดการระเหยของตัวทำลายอินทรีย์และก๊าซอื่น ๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) เอสเตอร์ และอัลดีไฮด์ เป็นต้น

6) จากการเผาไม้ของวัสดุต่าง ๆ จากธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ เช่น ไม้ยาง พลาสติกชนิดต่าง ๆ ไนล่อน ผ้า และบุหรี่ เป็นต้น ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนคลอไรด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น

7) จากการทิ้งขยะมูลฝอยและของเสียลงในดินและในแม่น้ำ ทำให้เกิดการย่อยสลายโดยบักเตรีให้ก๊าซมีเทน และไฮโดรเจนซัลไฟด์

8) จากผลของสงคราม โดยการใช้สารเคมีต่าง ๆ เป็นอาวุธในการประหัตประหารซึ่งกันและกัน เช่น กระสุนปืน วัตถุระเบิด และอาวุธเคมี เป็นต้น ทำให้เกิดฝุ่นละออง หมอก ควัน และก๊าซพิษต่าง ๆ ในบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออากาศเสียได้เพิ่มปริมาณมากขึ้นในบรรยากาศ มักจะมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก อันตรายของอากาศเสียอาจแบ่งออกได้ตามชนิดของสารที่เจือปนอยู่ในอากาศ ดังนี้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซไม่มีสีไม่มีกลิ่น เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ และถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศมากที่สุด โดยปกติคาร์บอนไดออกไซด์ไม่จัดเป็นก๊าซพิษ แต่ถ้าก๊าซนี้มีปริมาณมากเกินไปในบรรยากาศ จะทำให้อากาศเสียความสมดุลทางธรรมชาติ นั่นคือการสะสมตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีผลต่ออุณหภูมิของโลก เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของก๊าซนี้ก็คือกั้นไม่ให้ความร้อนจากพื้นผิวโลกผ่านขึ้นไปสู่บรรยากาศได้ ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่าผลเรือนกระจก (greenhouse effect) ซึ่งลักษณะเช่นเดียวกับโรงเพาะต้นไม้ (greenhouse) ในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด โดยใช้กระจกเป็นตัวกั้นความร้อน เพื่อเก็บความร้อนไว้ภายในโรงเพาะ เนื่องจากความร้อนจากแสงแดดสามารถผ่านกระจกเข้าไปได้ แต่ไม่สามารถสะท้อนกลับออกมาได้ ดังนั้นในตอนกลางวันแสงแดดสามารถส่องผ่านชั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ เพราะแสงแดดมีช่วงคลื่นสั้น แต่เมื่อแสงแดดตกกระทบบนพื้นผิวโลกแล้วจะเกิดการแผ่กระจายของความร้อน และความร้อนส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับขึ้นสู่บรรยากาศ ความร้อนส่วนนี้จะมีช่วงคลื่นยาว จึงไม่สามารถผ่านทะลุชั้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ทำให้อุณหภูมิของผิวโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากสถิติเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศได้พบว่าในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิของโลกได้เพิ่มขึ้นมากเดิมประมาณ 1 ซ.

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และจัดเป็นก๊าซพิษ เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่ได้มาจากท่อไอเสียของรถยนต์ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่งและติดขัดจะมีก๊าซชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น อันตรายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อมนุษย์และสัตว์ก็คือ ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถรับก๊าซออกซิเจนจากปอดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ตามปกติ เนื่องจากก๊าซนี้สามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้เร็วกว่าก๊าซออกซิเจน ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับก๊าซชนิดนี้เพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำให้เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ หายใจอึดอัด คลื่นไส้อาเจียน แต่ถ้าได้รับในปริมาณมากอาจเสียชีวิตได้

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นก๊าซพิษที่ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีกำมะถันปนอยู่และวัสดุประเภทยาง เมื่อก๊าซชนิดนี้ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศมันสามารถรวมตัวกับไอน้ำหรือน้ำฝน เกิดปฏิกิริยาเป็นกรดซัลฟุรัส (H_2SO_3) ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์โดยอากาศหรือออกซิเจนเปลี่ยนเป็นกรดซัลฟุริค (H_2SO_4) อีกทีหนึ่ง กรดซัลฟุริคที่เกิดขึ้นนี้เป็นสารที่มีอันตรายมากกว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตัวของมันเอง เพราะมันมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน จึงทำให้วัตถุต่าง ๆ เกิดการผุกร่อนได้ ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดฝนกรด (acid rain) ซึ่งได้ก่อความเสียหายให้แก่พืชผลทางเกษตรกรรมอย่างมาก เมื่อพืชดูดซึมกรมซัลฟุริคเข้าไปมันจะทำลายเนื้อเยื่อภายในของพืช ทำให้ใบและลำต้นของพืชเป็นจุดหรือเป็นรู ต้นแคระแกร็น และมีผลผลิตต่ำ นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังให้ผลโดยตรงต่อมนุษย์ เมื่อสูดดมก๊าซชนิดนี้เข้าไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคปอดอักเสบ โรคหลอดลมอักเสบ และโรคถุงลมปอดอักเสบ เป็นต้น และยังทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เยื่อบุตาและเยื่อบุจมูกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหิน ฟืนและน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีส่วนประกอบของไนโตรเจน ก๊าซที่สำคัญในกลุ่มนี้มี 2 ชนิดคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซชนิดแรกเป็นก๊าซไม่มีสีและไม่มีกลิ่น ไม่จัดเป็นก๊าซพิษ แต่ถูกออกซิไดซ์ดดยอากาศหรือออกซิเจนจะเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซพิษ ก๊าซชนิดหลังนี้เป็นก๊าซสีน้ำตาลแกมแดงและมีกลิ่นฉุน เมื่อรวมตัวกับน้ำจะเกิดกรดดินประสิวหรือกรดไนตริก (HNO_2) ซึ่งมีคุณสมบัติกัดกร่อนเช่นเดียวกับกรดซัลฟุริค เมื่อพืชดูดซึมก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เข้าไป จะทำให้พืชเจริยเติบโตช้ากว่าปกติ ใบของพืชมีสีซีดลงและเหี่ยวตายในที่สุด

สารไฮโดรคาร์บอน เกิดจากการระเหยของน้ำมันทินเนอร์และเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ สารประเภทนี้มีได้หลายรูปทั้งเป็นก๊าซและของเหลว เช่น มีเทน (CH_4) บิวเทน (C_4H_{10}) ฟอร์มัลดีไฮด์ (CH_2O) เมทานอล (CH_3OH) อีเธอร์ (ROR) คีโตน (RCOR) และเอสเตอร์ (RCO_2R) เป็นต้น สารเหล่านี้ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและจมูก ปวดศีรษะและอาจเสพติดได้

คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และมีน้ำหนักเบา ใช้เป็นสารทำความเย็น (refrigerant) ในตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ และใช้เป็นสารขับแรงดันอากาศ (propellant) ในกระป๋องสเปรย์ สาร CFC ไม่จัดเป็นก๊าซพิษ แต่เมื่อระเหยเข้าสู่บรรยากาศ มักจะสะสมในชั้นบรรยากาศสตราโตเฟีย (stratophere) ที่อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 20 กิโลเมตร ในชั้นบรรยากาศนี้เป็นชั้นของก๊าซโอโซน (ozone layer) ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยกรองแสงอุลตราไวโอเลตจากแสงอาทิตย์ผ่านทะลุเข้ามายังผิวโลกได้ ทำให้มนุษย์สามารถหลีกเลี่ยงภัยอันตรายจากรังสีอุลตราไวโอเลตได้ เช่น มะเร็งผิวหนังและต้อในตา เป็นต้น แต่สาร CFC สามารถทำลายชั้นของโอโซนให้เจือจางลงและเกิดการแตกสลายเป็นออกซิเจนลงสู่บรรยากาศเบื้องล่าง ซึ่งจะทำให้รังสีอุลตราไวโอเลตสามารถผ่านลงมาสู่พื้นผิวโลกได้

ก๊าซไฮเจนซัลไฟด์ (H_2S) เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเหมือนไข่เน่า เกิดจากการย่อยสลายของขยะมูลฝอย อาหารและของเสียต่าง ๆ โดยบักเตรีและยังเกิดจากการสลายตัวของก๊าซหุงต้ม ซึ่งมีส่วนประกอบของสารซัลไฟด์ ก๊าซชนิดนี้เป็นก๊าซพิษทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน และอาจช็อกหมดสติได้

ละอองตะกั่ว เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารตะกั่วในรูปของสารประกอบออแกโนเลต (organolead compounds) คือ เตตร้าเมทิลเลต (tetramethyllead) และเตตร้าเอทิลเลด (tetraethyllead) และยังเกิดจากการหลอมตะกั่วในโรงงานแบตเตอรี่ด้วย ละอองที่เจือปนอยู่ในชั้นบรรยากาศส่วนใหญ่มาจากท่อไอเสียรถยนต์ ซึ่งจะมีปริมาณมากในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง ละอองตะกั่วเป็นสารพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อสูดดมอากาศที่มีละอองตะกั่วเข้าไปจะทำให้เกิดอันตรายต่อประสาท ปอด ไต ตับ และระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโลหิตจาง เม็ดเลือดแดงมีอายุสั้นลง และสะสมในกระดูกได้ ทำให้กระดูดเสื่อมและเปราะง่าย ในหญิงมีครรภ์ สารตะกั่วสามารถซึมผ่านทางรกเข้าสู่ร่างกายของทารกได้ เมื่อมีการสะสมในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ทารกมีความผิดปกติในการเจริญเติบโต (teratogenic effect) และความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ (mutagenic effect) ได้

เขม่า เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายในอากาศ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ ทั้งจากรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งได้จากการใช้ผงคาร์บอน (carbon black) ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมยางรถยนต์และอุตสาหกรรมหมึกพิมพ์ อันตรายโดยตรงจากเขม่าคือทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับหลอดลม และทำให้บ้านเรือนสกปรก

ฝุ่นละอองและละอองแอสเบสตอส เป็นอนุภาคขนาดเล็กเช่นเดียวกับเขม่า ส่วนใหญ่มาจากโรงงานถลุงแร่ โรงงานผลิตหินอ่อนและโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ อันตรายที่เกิดขึ้นจากฝุ่นละอองและละอองแอสเบสตอส จะมีผลต่อจมูกและปอด เช่น โรคซิลิโคซิส (silicosis) โรคแอสเบสโตซิส (asbestosis) โรคไฟโบรซิส (fibrosis) และโรคภูมิแพ้ เป็นต้น

เนื่องจากอากาศเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ และได้ทวีความรุนแรงขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ แม้ว่าแต่ละประเทศจะมีมาตรการป้องกันที่รัดกุม โดยกำหนดให้โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีระบบกำจัดอากาศเสียและน้ำเสียที่ถูกต้อง และมีการรณรงค์ให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไร้สารตะกั่วเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่ปริมาณของอากาศเสียในบรรยากาศก็ยังคงอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ได้ ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีอากาศเสียเหล่านี้ หรืออาจต้องหาเครื่องป้องกันอากาศเสียแทนเมื่อจำเป็น เครื่องป้องกันนี้มีลักษณะเป็นหน้ากากสำหรับจมูกและปาก เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองและก๊าซพิษต่าง ๆ เข้าสู่ร่างกายได้ ถ้าก๊าซพิษนั้นเป็นก๊าซประเภทกัดกร่อน อาจจำเป็นต้องมีเครื่องป้องกันตาด้วย เครื่องป้องกันอากาศเสียอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) เครื่องป้องกันชนิดทั่วไป
2) เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซไม่กัดกร่อนและไอสารอินทรีย์ต่าง ๆ
3) เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซประเภทกรด (acid gases)
4) เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซประเภทด่าง (basic gases)

เครื่องป้องกันประเภทแรกเหมาะสำหรับใช้กรองเฉพาะฝุ่นละอองและเขม่าเท่านั้น และอาจกรองละอองตะกั่วได้บางส่วน มีลักษณะเป็นหน้ากากทำจากวัสดุใยสังเคราะห์หรือเส้นใยเซลลูโลส เช่น เรยอน (rayon) ผสมกับใยแก้ว (glass fibre) หรือโพลีเอทีลีนเทเรพทาเลต (polyethlene terephthalate) เป็นต้น เนื่องจากเครื่องป้องกันชนิดนี้มีราคาถูก น้ำหนักเบาไม่เกะกะ จึงเหมาะจะพกพาไปไหนมาไหนได้สะดวกและยังสามารถใช้ได้หลายครั้งอีกด้วย

สำหรับเครื่องป้องกันประเภทที่สอง มีลักษณะแตกต่างจากประเภทแรก กล่าวคือ เป็นกากซึ่งมีไส้กรองอยู่ภายในสามารถเปลี่ยนไส้กรองได้ ไส้กรองนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนนอกเป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนที่มีความหนาประมาณ 2 มม. ทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองและละอองตะกั่วได้ ส่วนด้านในเป็นถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ทำหน้าที่ดูดซับก๊าซและไอสารอินทรีย์บางชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ฟอร์มัลดีไฮด์ เมทิลโบรไมด์ และมีเทน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการดูดซับบนผิวของถ่านกัมมันต์มีขีดจำกัด ดังนั้นจำเป็นต้องใช้ในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของไอสารอินทรีย์ไม่เกิน 1000 ส่วนในล้านส่วน (ppm.) นอกจากนี้ อายุการใช้งานของเครื่องป้องกันประเภทที่สองค่อนข้างสั้น คือ ประมาณ 10 นาที จึงควรเปลี่ยนไส้กรองใหม่เมื่อต้องการใช้ในครั้งต่อไป

สำหรับเครื่องป้องกันประเภทที่สาม และประเภทที่สี่นั้น มีลักษณะพิเศษก็คือ ไส้กรองทั้งสองประเภทมีส่วนประกอบของคะตะลิสต์ ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับหรือเปลี่ยนก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนทั้งที่เป็นประเภทกรดหรือด่าง ให้เป็นสารที่ไม่มีพิษได้ โดยขบวนการทางกายภาพหรือปฏิกิริยาทางเคมี ดังนั้นการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ไส้กรองสำหรับก๊าซที่กัดกรอนแต่ละประเภท จึงขึ้นอยู่กับชนิดของคะตะลิสต์ ถ้าเป็นก๊าซประเภทกรด ให้ใช้คะตะลิสต์ ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์คอปเปอร์ (II) ออกไซด์ และซิลเวอร์ออกไซด์ โดยคะตะลิสต์ เหล่านี้จะทำปฏิกิริยากับก๊าซประเภทกรด เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีน ไฮโดรเจนคลอไรด์ และไฮโดรเจนไซยาไนด์ เป็นต้น ทำให้กรดเกลือของคลอไรด์หรือซัลไฟด์ หรือไซยาไนด์ ดังสมการ

$MO + SO_2\text{-}MSO_3$ (sulphites)

$MO + Cl_2\text{-}Mcl_2 + O_2$ (chlorides)

$MO + 2HCl\text{-}MCl_2 + H_2O$

$MO + 2HCN\text{-}M(CN)_2 + H_2O$ (cyanides)

เมื่อ M = Zn หรือ Cu

สำหรับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สามารถดูดซับได้บนคอปเปอร์ (I) คลอไรด์ ซึ่งใช้เป็นคะตะลิสต์ได้เช่นเดียวกัน ดังสมการ

$Cu_2Cl_2 + 2CO\text{-}2CuCl.CO$

แต่คะตะลิสต์ที่ใช้กับก๊าซประเภทต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย (NH_3) และเมทิลเอมีน (methylamine) เป็นต้น จะเป็นพวกแคลเซียมคลอไรด์ หรือกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ซึ่งถูกเคลือบอยู่บนผิวของผงถ่านกัมมันต์ และทำหน้าที่ดูดซับหรือทำปฏิกิริยากับก๊าซประเภทต่างเปลี่ยนเป็นเกลือดังสมการ

$CaCl_2 + 8NH_3\text{-}CaCl_2.\ 8NH_3$

$H_2PO_4 + CH_3Nh_2\text{-}CH_3NH_3 + H_2PO_4$

ส่วนประกอบภายในไส้กรองของเครื่องป้องกันประเภทที่สาม และประเภทที่สี่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนด้านนอก เป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนผสมกับใยแก้วมีความหนาประมาณ 1 มม. ส่วนขั้นกลางจะเป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนผสมกับใยสังเคราะห์ไวนิลโคโพลีเมอร์ (vinyl copolymer) มีความหนาประมาณ 5 มม. และมีความละเอียดมากกว่าแผ่นกรองชั้นนอก ซึ่งใช้ป้องกันไม่ให้ส่วนด้านในหลุดออกมา สำหรับชั้นในสุดประกอบด้วยผงถ่านกัมมันต์ค่อนข้างละเอียด มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 มม. หรือน้อยกว่า และมีพื้นที่ผิวมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในเครื่องป้องกันประเภทที่สอง ผงถ่านมีคะตะลิสต์ประมาณร้อยละ 2 การเคลือบของคะตะลิสต์จะผสมกันบนผิวของผงถ่านกัมมันต์สามารถทำได้ โดยการจุ่มลงในสารละลายแอมโมเนียของสังกะสีหรือทองแดงหรือหิน ซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนและผ่านการอบให้แห้ง ในลักษณะเช่นนี้จะมีออกไซด์ของโลหะอยู่บนผิวของผงถ่าน นอกจากนั้น ไส้กรองทั้งสองชนิดยังมีคุณสมบัติในการดูดซับแตกต่างกัน เช่น การดูดซับก๊าซคลอรีนไม่เกิน 10 ส่วนในล้านส่วน การดูดซับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไฮดรเจนคลอไรด์ไม่เกิน 50 ส่วนในล้านส่วน และก๊าซแอมโมเนียไม่เกิน 300 ส่วนในล้านส่วน เป็นต้น เนื่องจากไส้กรองดังกล่าวมีคุณสมบัติเฉพาะตัวกับก๊าซที่กัดกร่อน ดังนั้นเครื่องป้องกันทั้งสองประเภทจึงเหมาะที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมีหรือนำไปใช้ในยามสงครามในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของก๊าซพิษต่าง ๆ ได้

อนึ่ง การเก็บรักษาไส้กรองของเครื่องป้องกันอากาศเสีย ก็มีส่วนทำให้การทำงานของไส้กรองมีประสิทธิภาพดีขึ้น เนื่องจากไส้กรองมีความไวต่อความชื้นและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ซึ่งสามารถดูดซับบนผิวของถ่านกัมมันต์ได้รวดเร็ว จึงจำเป็นต้องแยกไส้กรองออกต่างหากและเก็บไว้ให้มิดชิดในที่ที่ไม่มีความชื้นและอากาศถ่ายเทได้สะดวก เช่น ในเดสิกเคเตอร์ (desiccator) วิธีนี้จะช่วยยืดอายุของไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองได้นานพอสมควร อย่างไรก็ตามถ้าหากเก็บรักษานานเกินไปหรือมากกว่า 6 เดือน อาจทำให้ไส้กรองเสื่อมสภาพในการกรองก๊าซพิษได้ จึงควรเปลี่ยนไส้กรองใหม่แทน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเครื่องป้องกันอากาศเสียสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ไม่มากก็น้อย การเลือกใช้เครื่องป้องกันแต่ละประเภทก็ขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศว่ามีความเสี่ยงภัยต่อก๊าซพิษมากน้อยเพียงใด โดยปกติเครื่องป้องกันอากาศประเภทที่หนึ่งจะเป็นที่นิยมใช้มากที่สุด โดยเฉพาะบนท้องถนนที่มีการจราจรคับคั่งและในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณฝุ่นละอองและเขม่ามากเกินปกติถึงแม้ว่าการใช้เครื่องป้องกันอากาศเสีย ก่อให้เกิดความรำคาญและความไม่สะดวกในการพกพาไปในที่ต่าง ๆ แต่มันก็เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถช่วยให้มนุษย์หลีกเลี่ยงจากมลภาวะอากาศเป็นพิษและช่วยรักษาสุขภาพและชีวิตมนุษย์ให้ยืนยาวต่อไปได้

2.4 การหายใจของมนุษย์

ชุมพล ผลประมูล ได้กล่าวถึงการหายใจดังนี้

การหายใจคืออะไร การหายใจหมายถึงการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (O2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตซึ่งอาจเป็นสัตว์หรือพืชก็ได้ แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะการหายใจในสัตว์เท่านั้น

เซลล์ของสัตว์ทุกชนิดมีความต้องการก๊าซ O2 ในการสันดาปอาหารเพื่อให้ได้มา ซึ่งพลังงานที่จะนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ขณะเดียวกันปฏิกิริยาสันดาปอาหารจะก่อให้เกิดก๊าซ CO2 ออกมา ซึ่งเป็นก๊าซที่ไม่มีประโยชน์ต่อเซลล์และจำเป็นต้องถูกกำจัดทิ้ง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเวลาที่เซลล์เดียวหรืออหลายเซลล์ที่มีโครงสร้างอย่างง่าย ๆ การแลกเปลี่ยน O2 และ (CO2) ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมสามารถเกิดขึ้นได้โดยตรงด้วยกระบวนการแพร่ธรรมดา (Simple Diffusion) ส่วนสัตว์ชั้นสูงรวมทั้งมนุษย์มีจำนวนเซลล์มากมาย และมีโครงสร้างสลับซับซ้อน จำเป็นต้องมีวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการนำส่ง O2 และ CO2 ระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมโดยมีการพัฒนาอวัยวะส่วนหนึ่งขึ้นมาทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ เช่น เหงือก สำหรับสัตว์น้ำ และปอดสำหรับสัตว์บก นอกจากนี้การหายใจยังต้องอาศัยการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเพื่อช่วยในการถ่ายเทของน้ำผ่านเหงือกหรือการถ่ายเทอากาศเข้าและออกจากปอด ระบบไหลเวียนของโลหิตเพื่อช่วยขนส่ง O2 จากปีดไปยังเซลล์และ CO2 จากเซลล์มายังปอด และระบบประสาทซึ่งช่วยในการควบคุมการหายใจให้สอดคล้องกับความต้องการของร่างกายในสภาวะต่าง ๆ

การหายใจ คือ การแลกเปลี่ยนอากาศที่ถ่ายเทออกมากับอากาศภายนอกที่มีอยู่รอบตัวจำนวนของอากาศออกจากปอด และเข้าสู่ปอดขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความต้องการในปอดและความดันของอากาศภายนอก

External Respitation หมายถึง การแลกเปลี่ยนของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ในถุงลมของปอด และในกระแสโลหิต

Internal Respiration คือ การแลกเปลี่ยนของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในกระแสโลหิตและในเซลล์ของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหายใจมีสองชนิดใหญ่ ๆ คือ

Throracic Respiration คือ การหายใจที่ใช้กล้ามเนื้อของช่องอกเป็นส่วนใหญ่

Abdominal Respiration คือ การหายใจที่ใช้กล้ามเนื้อหน้าท้องช่วย

2.4.1 กระบวนการหายใจในปอด

วัตถุประสงค์ของการหายใจคือ การนำก๊าซ O2 จากบรรยากาศไปยังเซลล์ต่าง ๆ และกำจัดก๊าซ CO2 จากเซลล์ออกสู่บรรยากาศ อากาศในถุงลมจึงจำเป็นต้องมีการถ่ายเทหลังจากการแลกเปลี่ยนก๊าซกับโลหิตแล้ว เพื่อนำเอาอากาศบริสุทธิ์ที่มีความดันย่อยของ O2 สูงออกมาการหายฝจประกอบด้วยจังหวะของการหายใจเข้า (Inspiration) และจังหวะของการหายใจออก (Expiration) เกิดสลับต่อเนื่องกันไป ปกติเราจะหายใจประมาณ 10-12 ครั้งต่อนาที ด้วยประมาณของอากาศประมาณ 0.4-0.5 ลิตร ซึ่งเท่ากับการเกิดการถ่ายเทของอากาศในปีดประมาณ 4-6 ลิตรต่อนาที ต่อไปนี้จะมาวิเคราะห์ถึงกลไกและองค์ประกอบต่าง ๆ ทางกลศาสตร์ในการเกิดการถ่ายเทอากาศในปอด

2.4.1.1 กลไกลของการหายใจ

เนื่องจากอากาศมีสมบัติคล้ายน้ำอยู่ประการหนึ่งคือ ไหลจากบริเวณที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำ ดังนั้นอากาศจะเข้าสู่ปอดได้ก็ต่อเมื่อความดันภายในปอดต่ำกว่าความดันภายนอก ในทางตรงกันข้ามอากาศจะออกจากปอดได้ก็ต้องเมื่อภายในปอดจะต้องมีความดันสูงกว่าภายนอก อากาศอาจเข้าสู่ปอดได้โดย 2 วิธี คือ

1) ทำให้ความดันภายในปอดต่ำกว่าความดันภายนอก ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดขึ้นจริง ๆ ตามธรรมชาติในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป เราอาจเรียกวิธีการหายใจแบบนี้ว่า การหายใจแบบความดันลบ (Negative Pressure Breathing) เครื่องช่วยหายใจที่ใช้หลักการนี้ได้แก่ปอดเหล็กซึ่งปัจจุบันเลิกนิยมใช้กันแล้ว
2) ทำให้ความดันภายนอกสูงกว่าความดันบรรยากาศและสูงกว่าความดันภายในปอดขณะพัก วิธีนี้เราเรียกว่า การหายใจแบบความดันบวก (Positive Pressure Breathing) เช่นในกรณีที่เราใช้เครื่องสูบอัดอากาศเข้าไปในปอด ในปัจจุบันเครื่องช่วยหายใจส่วนใหญ่ใช้หลักการนี้ทั้งนั้น

2.4.1.2 การทำงานของระบบหายใจ

ระบบกายใจ เป็นระบบหนึ่งที่สำคัญของร่างกาย ทำหน้าที่เพื่อให้ร่างกายดำรงไว้ซึ่งความสมดุล โดยทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซ นำก๊าซจากบรรยากาศซึ่งเผ็นสิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกายที่มีออกซิเจนสู่ภายในร่างกาย เพื่อทำปฏิกิริยาสันดาปกับอากรให้พลังงาน สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของร่างกาย และนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาดังกล่าวขับออกจากร่างกายสู่บรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ระบบหายใจยังช่วยรักษาสมดุลของร่างกายโดยช่วยควบคุมภาวะความเป็นกรดด่างของร่างกายให้อยู่ในระดับปกติด้วย

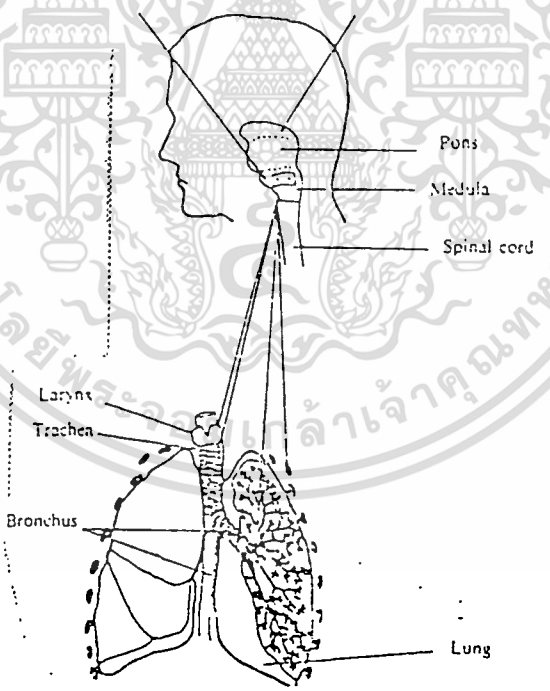
การทำงานของระบบหายใจ จะสัมพันธ์เกี่ยวกับระบบหายใจและหลอดเลือด เพื่อนำออกซิเจนไปสู่เนื้อเยื่อ และนำคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อสู่ถุงลมและเกี่ยวข้องกับระบบประสาทที่ควบคุมการหายใจ ระบบประสาทแลกล้ามเนื้อ รวมทั้งช่องทรวงอก ดังนั้นถ้าความผิดปกติที่ระบบหายใจและระบบดังกล่าว จะเป็นสาเหตุนำไปสู่ภาวะการหายใจวายเฉียบพลันได้ เพื่อให้เข้าใจภาวะการหายใจวายอย่างเฉียบพลันและการพยาบาลผู้ป่วยได้ดีขึ้นควรทราบกลไกการทำหน้าที่ของระบบหายใจเป็นพื้นฐานก่อนระบบหายใจ

ระบบหายใจ ทำหน้าที่หายใจหรือระบายอากาศ (Ventilation) โดยการหายใจเข้านำอากาศจากบรรยากาศเข้าสู่ปอด และการหายใจออกขับคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ

บรรยากาศและทำหน้าที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยน (Gas Exchange) ระหว่างปอดกับเลือด คือ ให้ออกซิเจนแก่เลือดเพื่อไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ ใช้ในการเผาผลาญและรับคาร์บอนไดออกไซด์จากเลือดสู่ถุงลมและขับออกโดยการหายใจออก

ภาพที่ 9

แสดงศูนย์ควบคุมการหายใจ

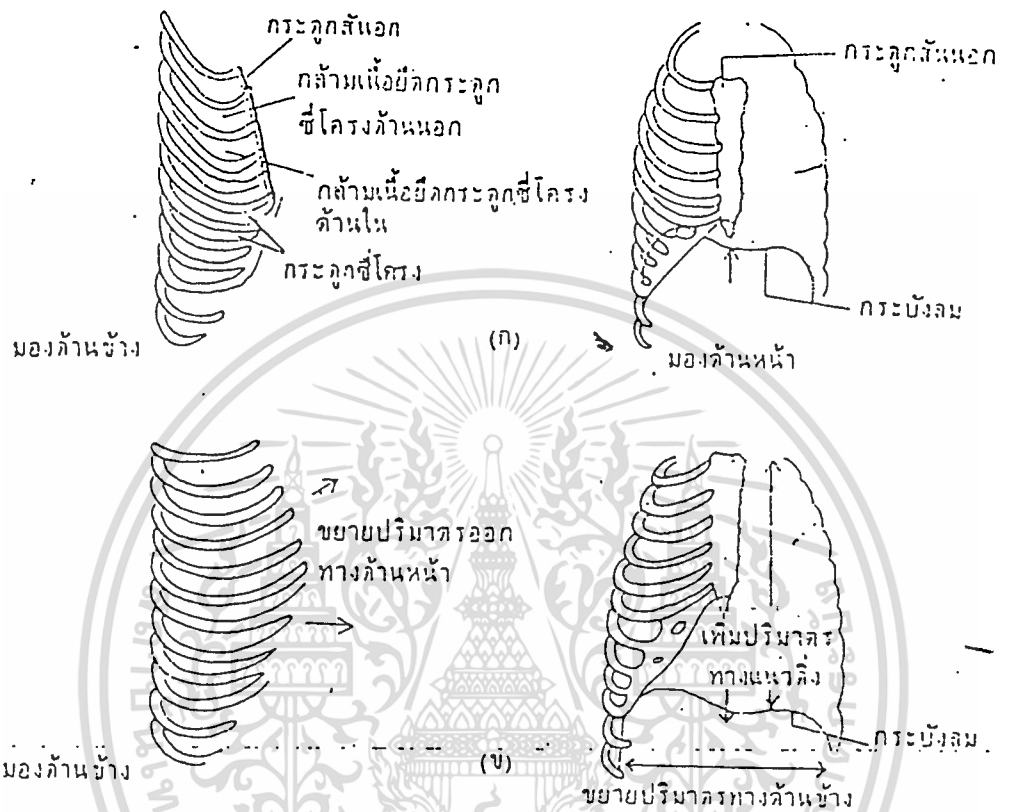


นอกจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นกระตุ้นให้เกิดการหายใจแล้ว ระดับความเป็นกรดด่างในร่างกาย ยังกระตุ้นการหายใจอีก คือ เมื่อร่างกายเป็นกรด มีพีเอชต่ำเนื่องจากมีไฮโดรเจนไอออกมากจากสมการคาร์บอนไดออกไซด์ รวมกับน้ำ จะได้กรดคาร์บอนิกและแตกตัวเป็นไฮโดรเจน ไอออนและไบคาร์บอเนต ซึ่งถ้ามีไฮโดรเจนไอออนเพิ่มมากขึ้นจะกระตุ้นให้มีการหายใจเร็วและลึกได้ เพื่อลดคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะลดไฮโดรเจนไอออนและความเป็นกรดของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10

แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของช่องอก (ก) ขณะหายใจออก และ (ข) ขณะหายใจ



ภาวะเลือดขาดออกซิเจน จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการกายใจ โดยไปกระตุ้น Pheripheral Chemorceptor ที่ Carotid Bodies ตรงบริเวณคอ และใน Aroticarch ภาวะเลือดขาดออกซิเจนจะมีความสำคัญในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ซึ่งผู้ป่วยพวกนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งอยู่นาน ทำให้ศูนย์การหายใจไม่ไวต่อการสารเคมีดังกล่าวเหมือนคนปกติ การหายใจจึงถูกกระตุ้นด้วยภาวะเลือดขาดออกซิเจน ดังนั้น การให้ออกซิเจนให้ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังต้องให้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะผู้ป่วยที่โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เกิน 60 มิลลิเมตรปรอดและมี Pulmonare Hypertension การให้ออกซิเจนมาก อาจไปเพิ่ม PsO2 ทำให้ร่างกายขาดตัวกระตุ้นการหายใจ ผู้ป่วยหยุดหายใจคาร์บอนไดออกไซด์คั่งได้แต่อย่างไรก็ตามผู้ป่วยนี้มีภาวะเลือดขาดออกซิเจนอยู่มาก จึงจำเป็นต้องให้ออกซิเจนให้เพียงพอที่จะแก้ภาวะออกซิเจนต่ำ มิฉะนั้นถ้ากลัวแต่ผู้ป่วยจะหยุดหายใจจากการให้ออกซิเจน อาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตจากภาวะเลือดขาดออกซิเจนได้ดังนั้น การให้ออกซิเจนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจึงจำเป็นต้องค่อย ๆ เพิ่มขนาดและเฝ้าดูอาการตอบสนองต่อการให้ออกซิเจนอย่างใกล้ชิด

นอกจากนี้ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการหายใจ ยังได้แก่ การออกกำลังกาย อุณหภูมิของร่างกาย อารมณ์ และความเจ็บป่วย เป็นต้น ที่จะทำให้มีการหายใจเร็ว หรือช้า การออกกำลังกายสามารถเพิ่มอัตราการหายใจเร็วและลึกได้ตามกำลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายเชื่อว่า เอพเนพรินอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นประสาทจากเซลล์รับสัมผัสตามบริเวณข้อต่อของกระดูกขณะออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มอัตราการหายใจ

จะเห็นว่าการหายใจเข้าและหายใจออกไม่ต้องใช้กำลังงานมาก คือ ขณะหายใจเข้าจะมีการใช้กำลังงานในการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มปริมาตรของช่องทรวงอกและเอาชนะแรงต้านทานภายในปอดกับผนังทรวงอก ซึ่งปกติ แรงต้านนี้จะต่ำ การหายใจเข้าตามปกติจึงไม่ต้องใช้กำลังงานมาก แต่จะออกแรงมากขึ้นถ้าแรงดันภายในทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นหรือการยืดหยุ่นของปอดเสียไป ทำให้ต้องออกแรง และใช้กำลังงานมาก เพื่อเอาชนะแรงดัน จะมีการใช้กล้ามเนื้อพิเศษ (Accessory Muscle) ช่วยเสริมการทำงาน เช่น ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหืด จะมีแรงต้านในทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นจะเห็นกล้ามเนื้อคอ กล้ามเนื้อกระดูกไหปลาร้า กล้ามเนื้อกระดูกสะบักทำงาน มีการหดรัดตัวของกล้ามเนื้อดังกล่าวมาก

2.4.2 หลักการพิจารณาปัญหาการหายใจ

ในการประเมินความต้องการของผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการหายใจ ถือหลักใหญ่ 4 ประการ เพื่อใช้เป็นแนวในการให้การพยาบาลที่ถูกต้อง ได้แก่

1) สังเกตุดูว่าผู้ป่วยหายใจได้พอกับความต้องการหรือไม่

2) ความสะดวกในการถ่ายเทออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในท่อทางเดินอากาศ (ความสะดวกในการผ่านเข้าออกของออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในทางเดินหายใจของร่างกาย)

3) การลดจำนวนความต้องการออกซิเจนของผู้ป่วย

4) ช่วยเหลือผู้ป่วยให้มีความรู้สึกสบายและปลอดภัย

2.4.2.1 อัตราการหายใจของคนปกติมีดังนี้

ตารางที่ 1

แสดงอัตราการหายใจของคนปกติ

อัตราการหายใจ	
อายุ	อัตราเร็ว
เด็กคลอดก่อนกำหนด	40-90 ครั้ง/นาที
เด็กแรกเกิด	30-80 ครั้ง/นาที
1 ปี	20-40 ครั้ง/นาที
2-3 ปี	20-30 ครั้ง/นาที
5 ปี	20-25 ครั้ง/นาที
10 ปี	17-22 ครั้ง/นาที
15 ปี	15-20 ครั้ง/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการหายใจ ช้า/เร็วของผู้ใหญ่

ชีพจรช้า	58	ครั้ง/นาทีหรือต่ำกว่า
ชีพจรธรรมดา	60 - 80	ครั้ง/นาทีหรือต่ำกว่า
ชีพจรเร็ว	100 - 120	ครั้ง/นาทีหรือต่ำกว่า
ชีพจรเร็วมาก	120 - 150	ครั้ง/นาทีหรือต่ำกว่า
ชีพจรเร็วที่สุด	150	ครั้ง/นาทีหรือต่ำกว่า

(ชุมพล ผลประมูล, 2528 : 118 - 156)

2.4.3 การให้ออกซิเจนสำหรับการหายใจมนุษย์

(เกศินี เห็นพิทักษ์) ได้กล่าวถึงการให้ออกซิเจนดังนี้

ปกตอออกซิเจนที่ให้แก่ผู้ป่วยมีได้ 2 ทาง คือ การจ่ายจากถัง (Tank) โดยตรง และจ่ายมาตามท่อซึ่งฝังอยู่ในผนังตึก โดยมีศูนย์จ่ายกลางออกซิเจนซึ่ง โรงพยาบาลทันสมัยมักจะจ่ายออกซิเจนไปตามตึกด้วยวิธีนี้

ออกซิเจนบรรจุอยู่ในถังเหล็กกลม ๆ ภายในมีความดันมากกว่า 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถังออกซิเจนมีหลายขนาดใหญ่ที่สุดบรรจุได้ 224 ตารางฟุต ขนาดเล็กบรรจุได้พอใช้ได้เคลื่อนย้ายสะดวก บนปาก ถังแต่ละอันมีท่อเปิดสำหรับปล่อยออกซิเจนออกมา ปกติจะมีฝาเหล็กกล้าครอบขันเกลียวแน่น เพื่อป้องกันมิให้ลิ้นที่ปิดเปิดเป็นอันตรายเมื่อไม่ได้ใช้

สารออกซิไดส์ (Oxidising Substance) ความบริสุทธิ์ร้อยละโดยปริมาตรไม่น้อยกว่า 99.0 คาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 300 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตรคาร์บอนมอนไซด์ 5 ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ไม่มีน้ำประปนและไม่มีกลิ่น

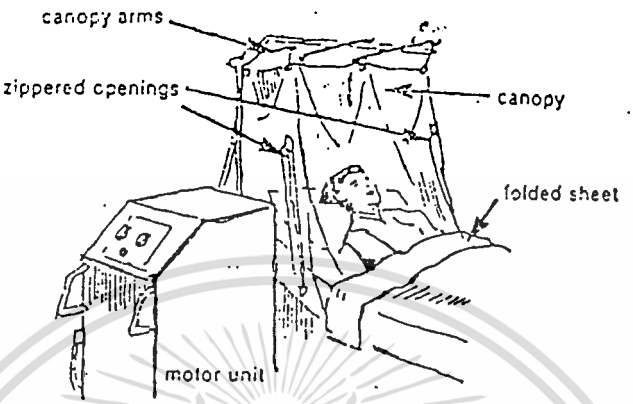
2.4.3.1 วิธีการให้ออกซิเจนมี 4 วิธีคือ

1) **ออกซิเจนเต้นท์** (Tent) ปัจจุบันใช้พลาสติกทำเป็นกระโจมแบบต่าง ๆ มีมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยถ่ายเทอากาศภายในเต้นท์ทำให้อากาศมีความชื้น และอุณหภูมิตามต้องการ ผู้ป่วยที่อยู่ในออกซิเจนเต้นท์ จะรู้สึกสบายกว่าการให้ออกซิเจนด้วยวิธีอื่น เพราะเคลื่อนไหวได้ ไม่ระคายเคือง การให้วิธีนี้ผู้ป่วยจะได้รับออกซิเจนประมาณ 50-60 เปอร์เซนต์ ข้อเสียของการให้วิธีนี้คือ จะต้องคอยระวังไม่ให้กระโจมมีรอยรั่ว หรือเปิดกว้างทิ้งไว้จำนวนออกซิเจนจะสูญหายไป จะต้องวัดจำนวนออกซิเจนจาก Oxygen Analyzer ทุก 4 ชั่วโมง ปกติจะให้ออกซิเจนเข้าสู่กระโจม 12 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิประมาณ 68-70 องศาฟาเรนไฮท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11

แสดงลักษณะของออกซิเจนเต้นท์



การให้ออกซิเจนเต้นท์จะต้องคอยสังเกตดูผู้ป่วยว่ากระสับกระส่าย บ่นว่าร้อนหรือมีฝ้าไอน้ำจับอยู่มาก ซึ่งเป็นเครื่องแสดงว่าการหมุนเวียนอากาศภายในเต้นท์ไม่ดีมอเตอร์เสีย ซึ่งจะต้องรีบเปิด Canopy ออกทันที

ผู้ป่วยที่อยู่ในออกซิเจน รู้สึกว่าตนเองถูกแยกจากผู้อื่น ต้องระลึกไว้เสมอว่าผู้ป่วยต้องการติดต่อกับคนอื่น ๆ เต้นท์ในปัจจุบันเป็นเครื่องที่เงียบไม่มีเสียงดัง ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยสามารถได้ยินคนพูด หรือเสียงที่อยู่นอกเต้นท์ได้ และคนข้างนอกก็สามารถฟังเสียงผู้ป่วยพูดได้เช่นเดียวกัน

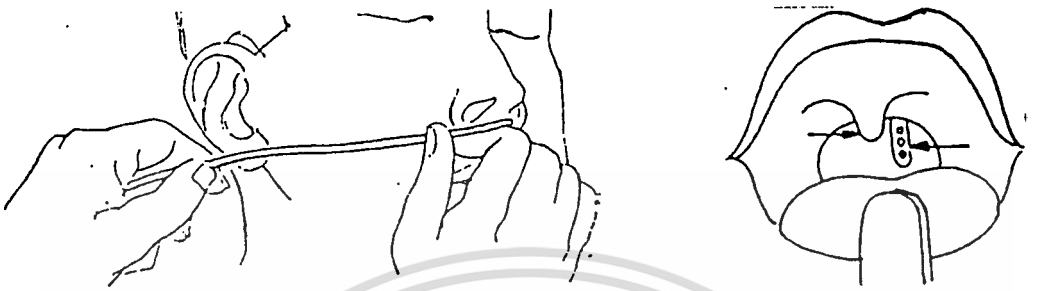
สำหรับเด็กแรกเกิดร่างกายอ่อนแอจะให้ออกซิเจนในตู้อบ (Incubator) ซึ่งควบคุมอุณภูมิความชื้นและจำนวนออกซิเจนได้ตามต้องการ

2) **ออกซิเจนแคทธีเตอร์** (Nasal Catheter) การให้ออกซิเจนด้วยสายยาง โดยมากเป็นสายยางที่ทำด้วยพลาสติก ซึ่งปลายข้างหนึ่งจะมีช่องให้ออกซิเจนผ่านประมาณ 6-8 ช่อง และยาวประมาณ 16 นิ้ว ปกติผู้ใหญ่ใช้สายยางเบอร์14 French การใช้ออกซิเจนโดยวิธีนี้ ผู้ป่วยจะได้ออกซิเจนประมาณ 50% ให้ประมาณ 3-5 ลิตรต่อนาที สะดวกแก่การสังเกตผู้ป่วยง่ายต่อการให้การพยาบาลด้วยอื่น ๆ ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้สะดวก ผลเสียก็คือ สายยางจะระคายเคืองเยื่อบุจมูกทำให้เสมหะน้ำมูกมาก

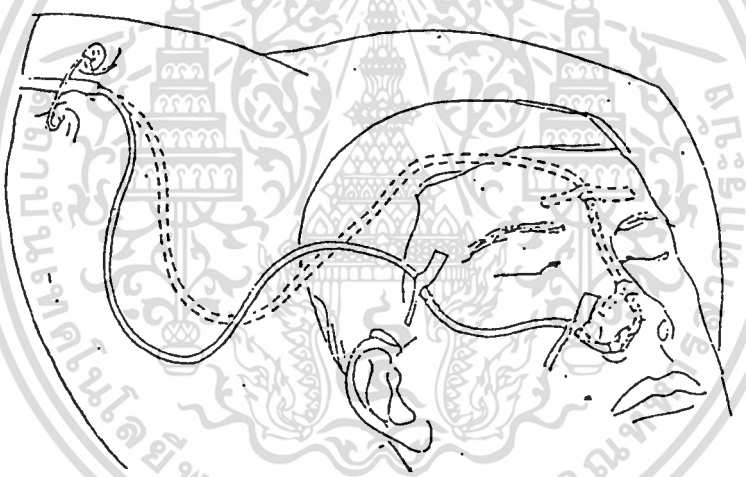
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12

แสดงถึงวิธีการตรึง Nasal Oxygen Catheter ให้อยู่กับที่



วิธีวัด Nasal Oxygen Catheter ตำแหน่งปลายสายยางในปาก



3) **ออกซิเจนแบบหน้ากาก** (Face Masks) การให้ออกซิเจนด้วยการใช้เครื่องให้แบบหน้ากากนั้น จะให้กับผู้ป่วยที่ต้องการออกซิเจนมาก ๆ ทันทีทันใด ซึ่งจะได้ออกซิเจนประมาณ เกือบ 100% โดยให้ประมาณ 8 ลิตรต่อนาที

ชนิดของหน้ากากมี 4 แบบ คือ

ก. Face Tent หรือ Open-top Mask ด้านศีรษะเปิดออกใช้หลักที่ว่าออกซิเจนหนักกว่าอากาศจึงอยู่ในหน้ากากได้ และคาร์บอนไดออกไซด์หนักกว่าออกซิเจนจะให้ประมาณ 6-8 ลิตรต่อนาที

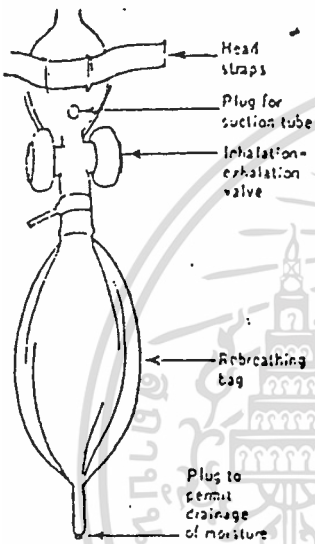
ข. Partial Rebreathing Mask มีหลายแบบ อากาศที่หายใจออกจะเก็บไว้ในถุงซึ่งอยู่ต่ำใต้คางผู้ป่วย ส่วนออกซิเจนจะผ่านเข้าทางตอนบนและคาร์บอนไดออกไซด์จะออกมาตามช่องเปิดซึ่งอยู่บริเวณใกล้ ๆ กับปากหรือจมูก การหายใจเข้าจะได้อากาศซึ่งยังมีออกซิเจนค้างเหลืออยู่ในถุงกลับเข้าไปอีก การเลือกใช้หน้ากากจะต้องเลือกให้เหมาะสมพอดีกับใบหน้าผู้ป่วย เริ่มให้จะต้องปรับออกซิเจนออกมา 14-15 ลิตรต่อนาที เพราะการให้หน้ากากระยะแรกผู้ป่วยจะหายใจลึกและเร็ว ถ้ามีออกซิเจนไม่พอผู้ป่วยจะรู้สึกอึดอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสวมหน้ากากเข้าที่ดีแล้วจึงปรับให้ออกซิเจนออกมา 8-10 ลิตรต่อนาที การให้ควรจะสังเกตผู้ป่วย คือ หลักจากให้แล้ว 10-15 นาที อาการ Anxia ควรจะลดลง

ตามหลักไม่ต้องใช้เครื่องช่วยความชื้นในอากาศที่หายใจ เพราะปกติลมหายใจออกของผู้ป่วยความชื้นจะอยู่ในหน้ากากจะมีมากพอเพียงอยู่แล้ว

ภาพที่ 13
แสดงลักษณะ Partial Rebreathing Mask



ภาพที่ 14
แสดงการใช้ Partial Rebreating Mask

ค. Positive Pressure Mask (IPPB Therapy = Intermittent Positive Pressure Breating Therapy) เป็นการให้ผู้ป่วยหายใจในหน้ากาก ซึ่งมีแรงต้านกับการหายใจเข้า หายใจออก หรือช่วงระหว่างหายใจเข้าหายใจออก โดยใช้เครื่องมือชนิดต่าง ๆ กัน เป็นการรักษาระบบทางเดินหายใจ โดยป้องกันการสะสม Exudation ใน Alveoli ทำให้กระแสเลือดไหลเวียนลดน้อยลง ทำให้ช่องหลอดลมเล็กไม่ตีบ เช่น ใช้ในรายเป็นโรค Pulmonary Edema, Ateletasis, Pulmonary in Farction โรคแทรกทางปอดภายหลังผ่าตัด เป็นต้น ลักษณะของเครื่องใช้เหมือนกับของ Rebreating Mask นอกจากจะมี Meter value อยู่ในลิ้นที่เปิดออกเวลาหายใจออก (Exhalation Value)

ง. Meter Mask หรือ Non Rebreating Type Mask มีการใช้งานแบบเดียวกับ Rebreating Mask การปล่อยออกซิเจนออกจะบังคับโดยเครื่องมือ (Concentration Meter) ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ รูปกลองเล็ก ๆ ซึ่งผสมออกซิเจนกับอากาศในห้องแล้วจึงส่งไปให้ผู้ป่วย ลมหายใจที่ออกมาจะออกสู่อากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15
แสดงการใช้ Nasal Canula

ภาพที่ 16
แสดงการใช้ Open Top Face Tont

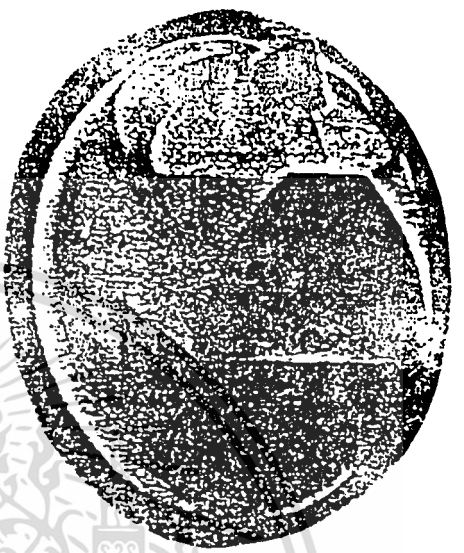
4) การคมออกซิเจน (Nasoinhalers หรือ Nasal Canula) เป็นการเพิ่มออกซิเจนในลมหายใจให้ผู้ป่วยเป็นจำนวนน้อยประมาณ 35% เครื่องที่ใช้มีลักษณะเป็นท่อสายยางหรือพลาสติกด้านปลายแยกออกเป็น 2 ท่อ สั้น ๆ ยาว 1/4 - 1/2 นิ้ว สำหรับใส่เข้ารูจมูกทั้งสองของผู้ป่วย และจะมีสายคาดท่อพลาสติกนี้ไว้ให้ติดอยู่กับตัวผู้ป่วย โดยมากคาดศีรษะไว้ การให้ออกซิเจนโดยวิธีนี้จะต้องให้ออกซิเจนผ่านน้ำเสียก่อน เช่นเดียวกับการให้โดยสาย Catheter (เกศินี เห็นพิทักษ์, 2523 : 166-172)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17

แสดงส่วนกระโหลก

ด้านเฉลียง (3/4) ก้มต่ำ



เงยหน้าสูง

ด้านเฉียง (3/4) ระดับตา

ด้านเฉียง (3/4) จากข้างหลัง

ส่วนกระโหลก : มีลักษณะกลมเรียบ โค้งเป็นรูปโดมไม่ว่าจะมองจากด้านใด

ส่วนใบหน้า : โครงใหญ่เป็นรูปสามเหลี่ยมปลายตัด (ตัดตรงปลายคางตามแนวขากรรไกรล่าง ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปเกือกม้า) ส่วนย่อยที่เด่นและกำหนดรูปของส่วนนี้คือ จมูกซึ่งยื่นล้ำออกมา โหนกแก้มและโหนกคิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสรีรวิทยาของระบบประสาท

การรับความรู้สึกจากสิ่งกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในร่างกาย การควบคุมการหลับตื่น การมีสติสัมปชัญญะ การส่งภาษา ความจำ การเรียนรู้ การควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและการแสดงออกในรูปพฤติกรรมและอื่น ๆ มากมาย เกิดขึ้นโดยอาศัยระบบประสาท หน้าที่ของระบบประสาทอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้คือ

1.) การรับความรู้สึก (Sensory, Information, Input) ทำได้โดยอาศัยอวัยวะรับสัมผัส (Sense Organs) เช่น ผิวหนัง อวัยวะรับสัมผัสจากกล้ามเนื้อ ข้อต่อเยื่อหุ้มกระดูก อวัยวะรับสัมผัสจากอวัยวะภายในและภายนอกต่างๆ รวมทั้ง ตา หู จมูก ลิ้น เป็นต้น

2.) การวิเคราะห์ข้อมูล เก็บข้อมูล และแปลผลประสานงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบประสาท (Integration of information) ตัวอย่างเช่น การตัดสินใจ การเข้าใจความหมาย การส่งข้อมูลจากส่วนหนึ่งของระบบประสาทส่วนกลางไปอีกส่วนหนึ่ง ทั้งในระดับที่รู้สึกและไม่รู้สึกตัว ทำให้เกิดการบังคับการทำงานภายในส่วนต่าง ๆของระบบประสาทให้มีจุดมุ่งหมายโดยการต่อโยงกันของนิวรอน (Interconnection of neurons) เป็นวงจรประสาท (Neuronal circuits) แบบแผนที่มีหน้าที่ต่าง ๆกัน

3.) การสั่งงานและควบคุมการทำงานของส่นต่าง ๆ ของร่างกาย (Motor) ซึ่งอาศัยอวัยวะสำแดงผล (Effector organs) ซึ่งอาจเป็นกล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) ต่อมมีท่อต่าง ๆ (Exocrine gland) เช่น ต่อมน้ำตา ต้อมน้ำลาย ต่อมเหงื่อ นอกจากนี้ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocine gland) หลายอย่างยังสามารถถูกควบคุมโดยตรงหรือโดยอ้อมโดยอาศัยระบบประสาท เช่น เซลล์ประสาททางกลุ่มอาจทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน (พวก Neurosecretory cells ต่าง ๆ) บางชนิดปล่อยฮอร์โมนไปควบคุมต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งปล่อยฮอร์โมนไปคาบคุมต่อมไร้ท่อหลายแห่งในร่างกาย ฮอร์โมนจาก Neurosecretory cells อาจไปควบคุมอวัยวะบางอย่างของร่างกายโดยตรง เช่น Oxytocin, Vasopressin, Epinephrine (E) เป็นต้น

ระบบประสาทประกอบด้วย ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous systems, CNS) และระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous systems, PNS) ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ไขสันหลังมีเส้นประสาทเข้าออกที่ระดับต่าง ๆ ของปล้องกระดูกสันหลัง (Vertebra) พวกรับความรู้สึก (Afferent) จะส่งเข้าทางแขนงท้ายหรือหลัง (posterior or dorsal root) ของประสาทไขสันหลัง ส่วนพวกส่งสัญญาณออกไปควบคุมกล้ามเนื้อ (efferent) จะส่งออกไปทางแขนงด้านหน้าหรือล่าง (anterior or ventral root) ประสาทของแขนงด้านล่างบางส่วนจะไปยังปมประสาทอัตโนมัติ เมื่อดูภาพตัดขวางไขสันหลังจะเห็นแยกเป็น 25 ส่วน คือ

1. ส่วนที่อยู่ตรงกลาง เรียกว่า ส่วนสีเทา (fray matter) ประกอบด้วยเซลล์ประสาทเป็นส่วนใหญ่

2. ส่วนที่อยู่ตรงขอบ เรียกว่า ส่วนสีขาว (white matter) ประกอบด้วยใยเส้นประสาทเข้าสู่สมอง (ascending nerve fiber) และใยเส้นประสาทที่ออกมาจากสมอง (descending nerve fiber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนยื่นด้านบน (dorsal horn) ของส่วนสีเทามีอินเตอนิวรอน (interneuron) เป็นส่วนใหญ่ ทำหน้าที่กระจายสัญญาณไปที่ต่าง ๆ ระบบประสาท ส่วนยื่นด้านล่างของส่วนสีเทา (ventral horn) เป็นที่อยู่ของตัวเซลล์ประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว (motor neuron) ตัวเซลล์ประสาทรับความรู้สึก (afferent) ส่วนใหญ่

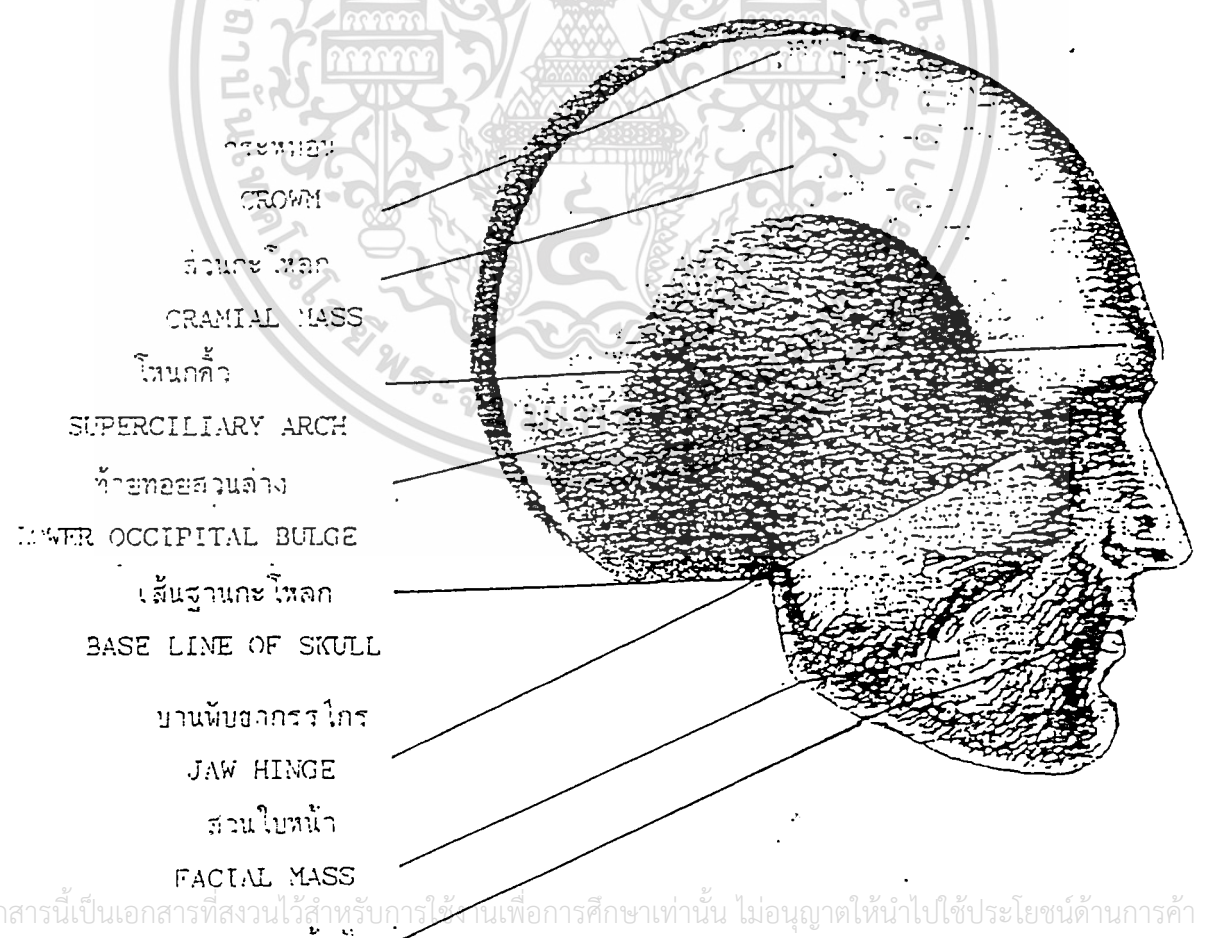
ลักษณะโครงสร้างของศีรษะที่เกี่ยวเนื่องกับการนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างใหญ่ของศีรษะ

ศีรษะประกอบด้วยโครงสร้างใหญ่อีก ส่วนกระโหลกและส่วนใบหน้า ส่วนกระโหลกเริ่มต้นจากโหนกคิ้วเหนือดั้งจมูก โค้งสูงขึ้นไปสู่กระหม่อมอ้อมลงไปสู่ท้ายทอย แล้วสิ้นสุดลงตรงบานพับจากกรรไกร จากจุดนี้หากเราลากเส้นตรงไปสู่จุดเริ่มต้นก็จะได้เส้นแบ่งอาณาเขตส่วนกระโหลกออกจากส่วนใบหน้า เมื่อเทียบดูเนื้อที่แล้วจะได้อัตราส่วน 1 ต่อ 2 คือ ใบหน้า 1 ส่วน กระโหลก 2 ส่วน

ให้สังเกตโค้งเบ้าฟันในส่วนใบหน้า ซึ่งโค้งนูนออกไปเป็นฐานให้แก่ริมฝีปากบนและล่าง ริมฝีปากล่างจะตั้งอยู่บนเส้นครึ่งหนึ่งของระยะทางจากปลายจมูกถึงคาง แนวกระดูกแก้มจะเห็นได้ชัดเมื่อมองจากด้านข้างใบหน้า

ภาพที่ 18

แสดงโครงสร้างใหญ่ของศีรษะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การพัฒนาของรูปศีรษะตามอายุของมนุษย์

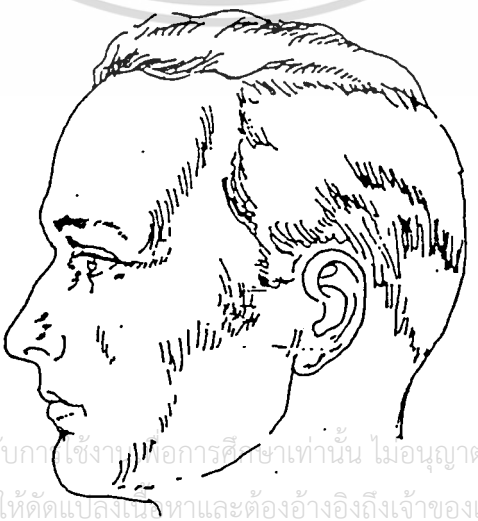
ภาพที่ 19

แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะระหว่างอายุ 18-20 ปี

อายุ 18-20 ปี สัดส่วน : แบบคนหนุ่มเจริญบริบูรณ์ กระดูกโครงสร้างทุกส่วนปรากฏให้เห็นได้หมด ใบหน้าดูนุ่มนวลสดใส ความนุ่มนิ่มของแก้มหายไป สันจมูกเด่นชัด ปลายจมูกแหลม ขากรรไกรดูมั่นคงแข็งแรง ปากกระชับได้รูปชัดเจน ความนุ่มนิ่มของรูปปากหายไป กล้ามเนื้อคอแข็งแรงขึ้น ผิดหนังแข็งแรงและหนามากขึ้น

ภาพที่ 20

แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 30 ปี

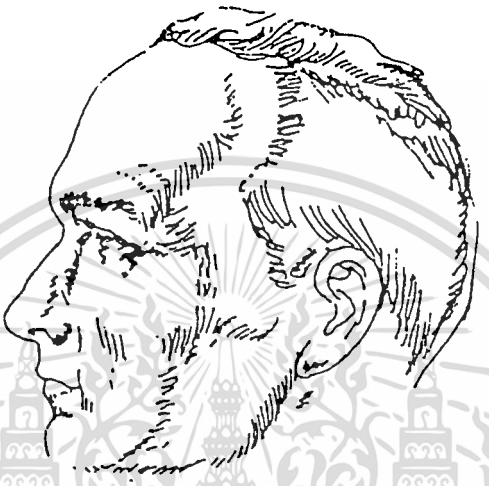


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุ 30 ปี ตาสุ่มลึกลงไป สายตามีวิจารณญานและไตร่ตรอง เริ่มมีรอยย่น โดยปรากฏที่หางตา และหน้าผาก ปาก คาง และขากรรไกรดูมั่นคง เริ่มมีไขมันเล็กน้อยใต้คาง

ภาพที่ 21

แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 40 ปี



อายุ 40 ปี ผมบางลง ตาลุ่มลึกลงไปยิ่งขึ้น ขอบเบ้าตาเริ่มเห็นชัดเจนขึ้น รอยย่นตีนกาที่หางตา และรอยย่นหน้าผากชัดเจนมากขึ้น ไขมันบริเวณปากชัดขึ้น คางดูแน่นขึ้นแต่กลมน้อยลง ไขมันใต้คางเริ่มห้อย ส่วนคางแยกจากขากรรไกรชัดเจน คอดูหนา หนัก เริ่มมีไขมันด้านหลังคอ

ภาพที่ 22

แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 60 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุ 60 ปี ส่วนใหญ่ศีรษะจะล้าน โครงกระโหลกภายใต้ปรากฏออกมาเด่นชัด สายตามองอย่างพินิจและปลงตก โครงสร้างจมูกเด่นชัดมากขึ้น ส่วนล่างของใบหน้า เช่น คาง ขากรรไกร และคอดูย่อนยาน ไม่มีเรี่ยวแรง ส่วนต่าง ๆ เริ่มเหี่ยวย่น บุคลิกภาพทั่วไปดูเหนื่อยอ่อนและไม่มีกำลัง

ภาพที่ 23

แสดงการพัฒนาของรูปศีรษะในช่วงอายุ 80 ปี

อายุ 80 ปี ความชราและความอ่อนเพลียยึดครองศีรษะตั้งแต่ระยะนี้ ตลอดจนการสูญเสียฟันทำให้ขากรรไกรล่างทั้งหมดดูเด่นชัด มุมขากรรไกรมีน้อยเกือบแบนราบ ปากเหี่ยวย่น แก้มตอบ หนังเหี่ยวย่นไปทั่วศีรษะ ผมขาวและเบาบาง หนังตาบนหย่อนยานลงมาคลุมลูกตา ลักษณะทั่วไปดูอ่อนแอขาดพลัง

2.5.4 ขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวของศีรษะ

ในการออกแบบหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษนี้ต้องเกี่ยวข้องกับศีรษะ คือ ส่วนของหน้าที่จากการวิเคราะห์จะครอบส่วนศีรษะด้านหลัง จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงขนาดและลักษณะการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ทาง

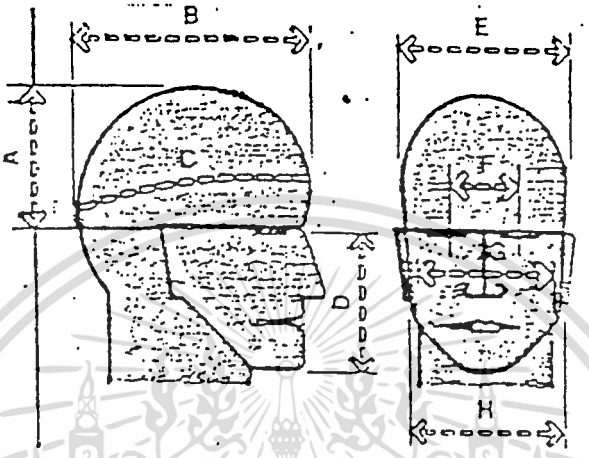
- RATATION
- HYPEREXTENSION AND FLEXION
- LATERALBENPING

ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบให้เหมาะสมกับศีรษะและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 24

แสดงสัดส่วนของศีรษะ



ตารางที่ 2

แสดงขนาดสัดส่วนของศีรษะมนุษย์

Aduit Male Head, Face, Hand, and Foot Dimensions in laches and Centimeters and by Selected Percentiles

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
IN	5.7	6.50	23.59	5.13	8.27	2.71	5.94	5.93	8.07
CM	4.3	16.5	59.9	13.0	21.0	6.9	15.1	15.2	20.3
IN	4.3	5.60	21.74	4.35	7.39	2.24	5.27	5.26	7.00
CM	10.4	14.7	55.2	11.0	18.6	5.7	13.4	13.4	17.8
	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
IN	4.63	3.78	8.11	10.95	11.44	8.42	4.18	10.62	2.87
CM	11.8	9.6	23.1	27.8	29.1	21.4	10.5	27.0	7.3
IN	3.92	3.24	7.89	9.35	9.89	7.18	3.54	9.02	2.4
CM	10.0	8.2	20.0	23.8	25.1	18.2	9.0	22.9	6.1

จากการได้กล่าวมากแล้วถึงกระโหลกศีรษะของมนุษย์นั้นแตกต่างกันตามเผ่าพันธ์ ตลอดจนความแตกต่างของสัดส่วนขนาดต่าง ๆ ของใบหน้า โดยใบหน้านั้นประกอบด้วย ตั้ง ตา จมูก ปาก ใบหู คอ โดยส่วนต่าง ๆ ของศีรษะนี้จะเป็นตัวกำหนดแนวทางการออกแบบตามข้อมูลที่ได้ทำการหยิบยกขึ้นมาศึกษานี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 จมูก (THE NOSE)

จมูกประกอบด้วยสันจมูกแข็งแคบทางด้านบนและปลาย ซึ่งค่อยขยายกว้างออกสู่ด้านล่าง ส่วนปลายของจมูกมีลักษณะโค้งเป็นกระเปาะ ทางด้านใต้มีช่องเป็นรูจมูกซ้ายขวา ปลายจมูกประกอบด้วยปลายตรงส่วนกลาง ซึ่งยื่นต่ำลงมามากกว่าจมูกทั้งสองข้าง (รูป 4/4)

แนวสันจมูกประมาณกึ่งกลาง ยื่นนูนออกมาเล็กน้อยตรงจุดที่เป็นปลายสุดของโครงกระดูกเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นเนื้อ และกระดูกอ่อนทางครึ่งล่าง ดูทางด้านข้างจะเห็นลักษณะนี้ได้เด่นชัด

แม้ว่าโดยปกติจมูกจะแคบทางด้านบนและกว้างทางด้านล่าง รูปทางของจมูกจะมีความแตกต่างกันได้มากในแต่ละบุคคล ที่แสดงให้รู้ถึงบุคลิกลักษณะ

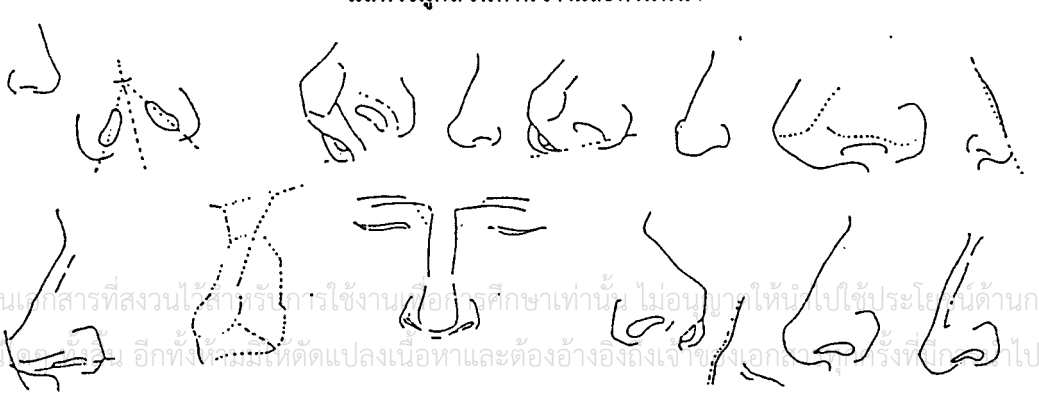
ภาพที่ 25

แสดงโครงสร้างของจมูก

โครงสร้างของจมูก

ภาพที่ 26

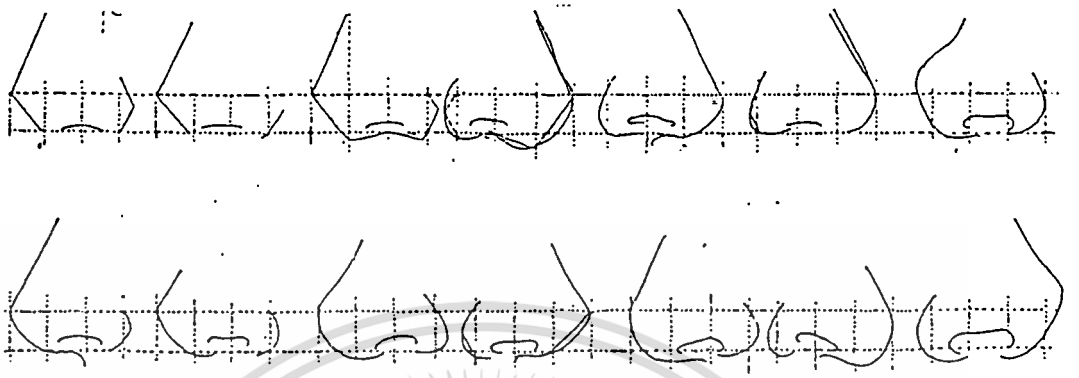
แสดงจมูกส่วนด้านข้างและด้านหน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 27

แสดงจมูกส่วนดั้ง

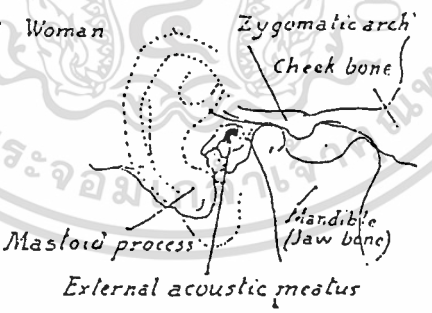


จมูกของมนุษย์นั้นแตกต่างกันตามเผ่าพันธ์ กรรมพันธ์ ตลอดจนเชื้อชาติ จากรูปด้านบนจะสังเกตุได้ว่ามีลักษณะแตกต่างกัน

2.5.6 สัดส่วนของหู

ภาพที่ 28

แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของหู

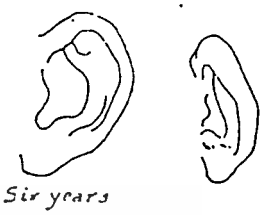


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29

แสดงรูปร่างของหูแต่ละประเภท

TWO YEARS MAN



SIX YEARS MAN

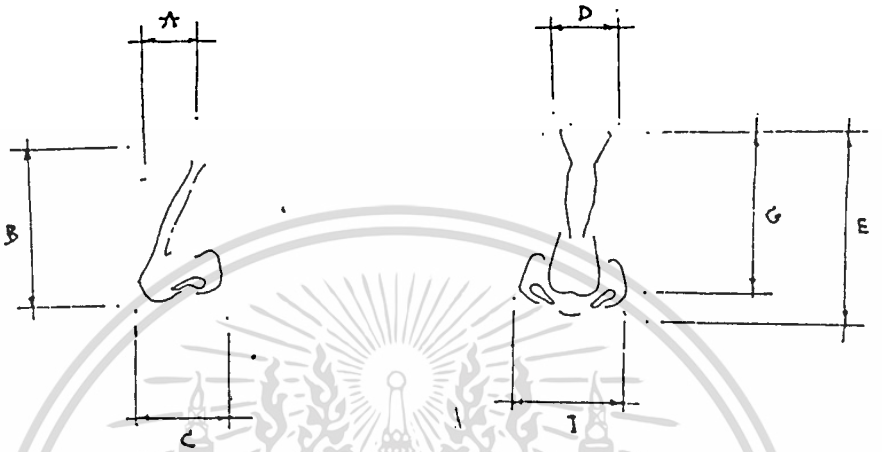
EIGHT YEARS MAN

OLD MAN

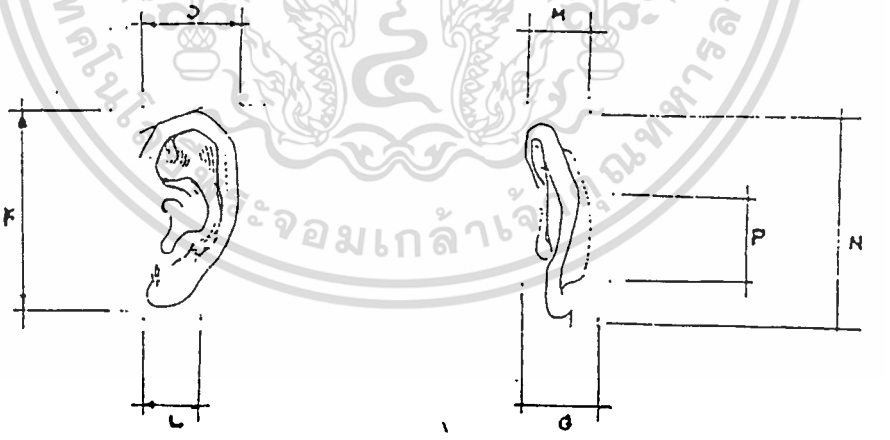
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของใบหูมนุษย์นั้นแตกต่างกันจากเผ่าพันธ์ กรรมพันธ์ ตลอดจนเชื้อชาติของมนุษย์ จาก รูปด้านบนหูของมนุษย์นั้นจะเหี่ยวลงตามอายุของมนุษย์

ภาพที่ 30
แสดงค่ามิติส่วนต่าง ๆ ของจมูก



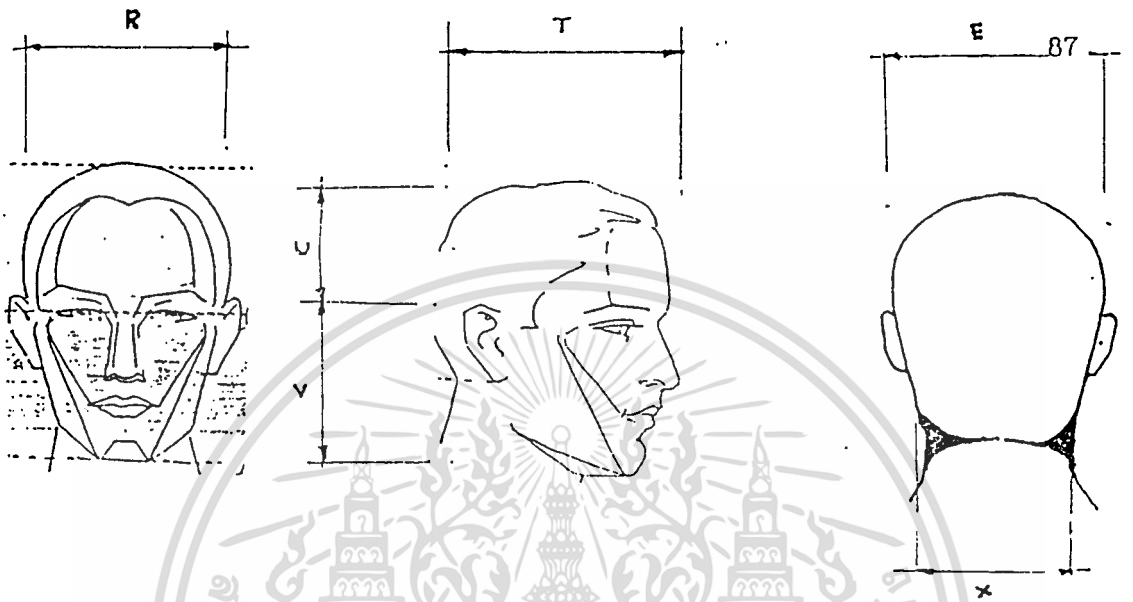
ภาพที่ 31
แสดงค่ามิติส่วนต่าง ๆ ของหู



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32

แสดงค่ามิติส่วนต่าง ๆ ของศีรษะถึงต้นคอของมนุษย์



ตารางที่ 3

แสดงตัวเลขมิติส่วนต่างของจมูกมนุษย์

แทนค่า	มิติส่วนต่าง ๆ ของจมูก	หน่วยที่วัด (ซม.)		
		ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
A	ระยะความกว้างส่วนบนของจมูก	2.01	3.0225	4.035
B	ระยะความยาวทั้งหมดของจมูกด้านหน้า	4.08	5.055	6.03
C	ระยะความกว้างล่างสุดของจมูกด้านหน้า	1.03	5.02	6.01
D	ระยะความกว้างจากใบหน้าถึงสันจมูก	20.9	3.055	4.02
E	ระยะความยาวทั้งหมดของจมูกด้านข้าง	4.08	5.055	6.03
G	ระยะความกว้างจากใบหน้าในสุด	3.05	3.53	4.01
H	ระยะความยาวของปีกจมูก	1.03	2.03	3.045
I	ระยะความกว้างจากปีกจมูกถึงดั้งจมูก	2.08	3.065	4.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงตัวเลขมิติส่วนต่างของใบหู

แทนค่า	มิติส่วนต่าง ๆ ของใบหู	หน่วยที่วัด (ซม.)		
		ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
J	ระยะความกว้างหูส่วนบน	3.06	3.57	4.08
K	ระยะความยาวทั้งหมดของใบหู	5.02	5.53	6.04
L	ระยะความกว้างของหูส่วนล่าง	1.06	2.04	3.02
M	ระยะความหนาของหูกับศีรษะส่วนบน	2.03	3.025	4.02
N	ระยะความยาวทั้งหมดส่วนหลัง	5.02	6.015	7.01
P	ระยะความกว้างของส่วนติดกับศีรษะ	2.09	2.565	3.04
G	ระยะความหนาของหูกับศีรษะส่วนล่าง	1.09	2.055	3.02

ภาพที่ 5

แสดงตัวเลขมิติส่วนต่าง ๆ ของศีรษะและต้นคอ

แทนค่า	มิติส่วนต่าง ๆ ของศีรษะและต้นคอ	หน่วยที่วัด (ซม.)		
		ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
R	ระยะความกว้างของศีรษะด้านหน้า	25.06	25.05	27.04
S	ระยะความยาวของศีรษะถึงต้นคอ	14.03	16.02	18.01
T	ระยะความกว้างของศีรษะด้านข้าง	23.02	25.04	27.06
U	ระยะความยาวของศีรษะลงมา	16.08	17.06	18.04
V	ระยะความยาวจากท้ายทอยถึงต้นคอ	10.03	11.52	13.01
W	ระยะความกว้างของศีรษะด้านหลัง	17.08	18.555	20.03
X	ระยะความกว้างของต้นคอด้านหลัง	15.03	16.525	18.02

2.5.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสายตาและการมองเห็น

2.5.7.1 ระยะการเพ่งมองที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุ[1]

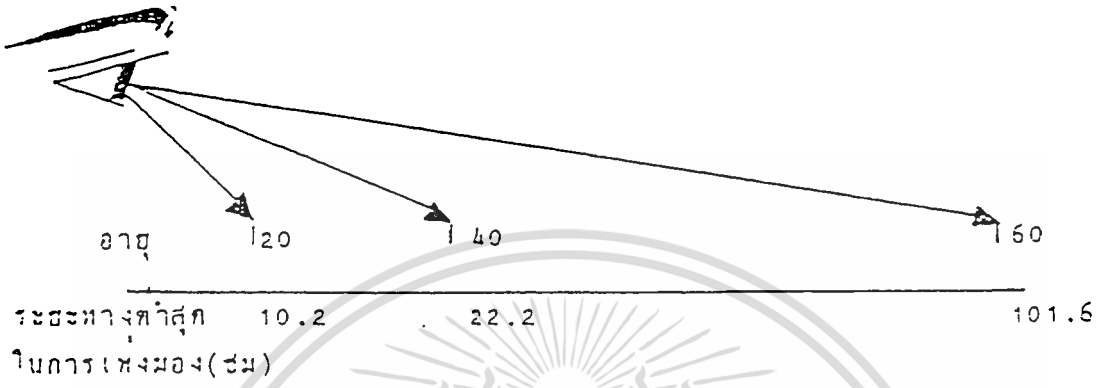
- เป็นระยะที่เริ่มโฟกัสภาพได้ชัดโดยเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ข้อมูลจาก HUMAN ENGINEERING GUIDE FOR EQUIPMENT DESIGNER, 2ND EDITION, 3RD PRINTING BY WESLEY E. WOODSON & DENALD W. CONOVER PRINTED IN U.S.A., 1970 93/4 (CHAPTER 3 PAGE 4)

ภาพที่ 33

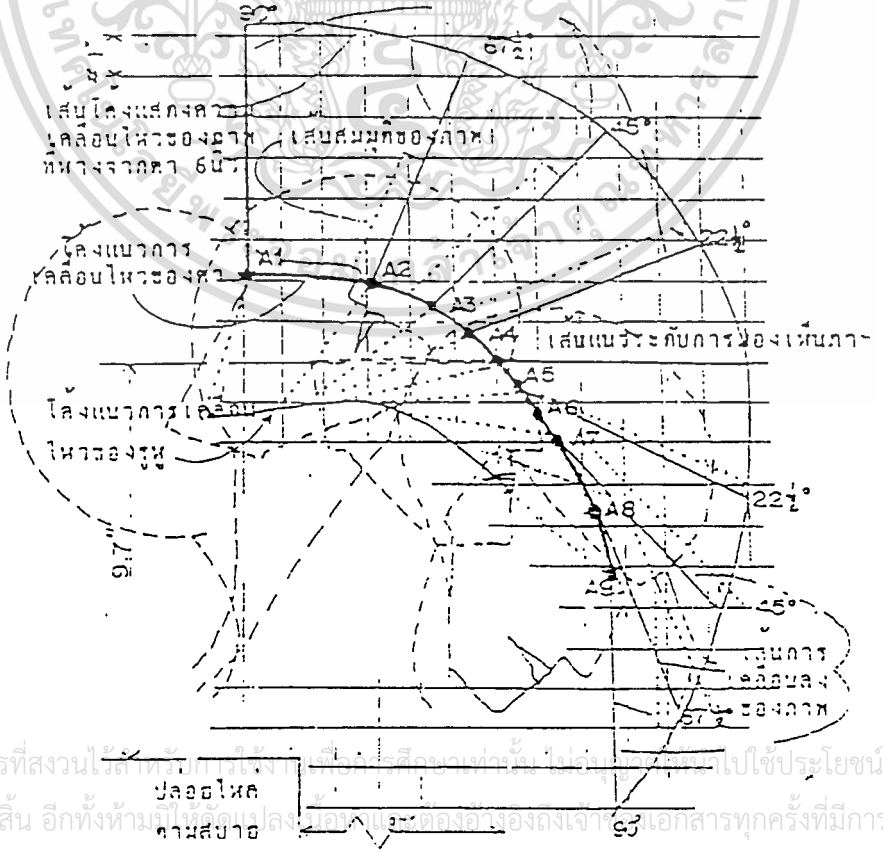
แสดงระยะที่เริ่มโฟกัสภาพได้ชัดโดยเฉลี่ยที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุ



2.5.7.2 ช่วงการเคลื่อนไหวของศีรษะที่สัมพันธ์กับสายตาในแนวตั้ง

ภาพที่ 34

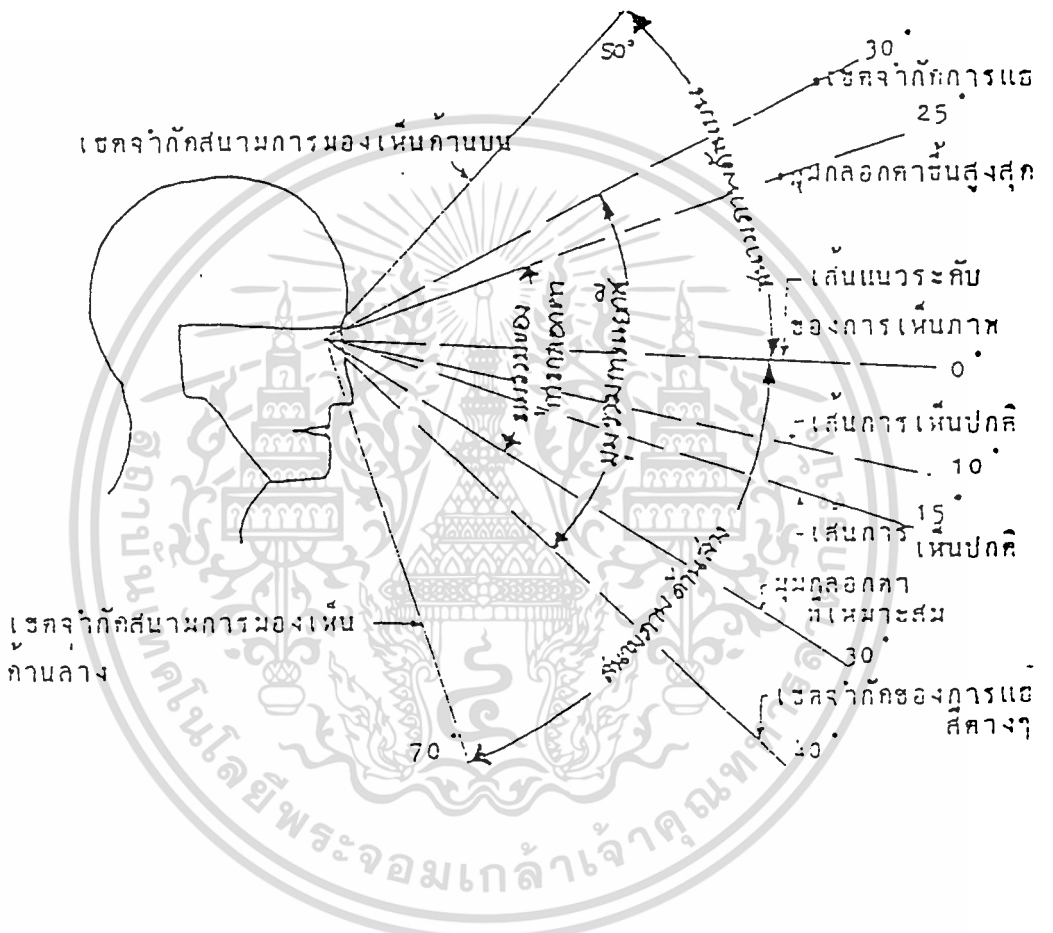
แสดงการเคลื่อนไหวของศีรษะที่สัมพันธ์กับสายตาในแนวตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.3 สนามการมองเห็นในแนวตั้ง

ภาพที่ 35
แสดงสนามการมองเห็นในแนวตั้ง



2.5.8 ลักษณะการทำงานของมือและการจับถือ

จากหนังสือ "HUMAN ENG INEERING CUTTE" ได้กล่าวไว้ว่า การทำงานของมือ (FUNGTIONAL ANATOMY OF HAND)

1. การนิ้วออก
2. กระชับ กำ หรือจับสิ่งของต่าง ๆ
3. ปล่อยให้นิ้วกางออก
4. การเคลื่อนที่ของมือในการทำงานของมือสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแขน
5. การปล่อยนิ้วออกจากการถือ จับ หรือกำสิ่งของต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการจับถือสิ่งของ

แบ่งการทำงาน ACTION GRIP ของมือออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ

1. PROWER GRIP เป็นการจับสิ่งของในลักษณะที่มือใช้อุ้งถือเข้าช่วยในการจับสิ่งต่าง ๆ

2. PREGISION GRIP เป็นการจับสิ่งที่ใช้เฉพาะปลายนิ้วเท่านั้น อุ้งมือไม่เกี่ยวข้อง

ลักษณะการจับของมือประเภทต่าง ๆ

การทำงานของมือในลักษณะต่าง ๆ

ภาพที่ 36

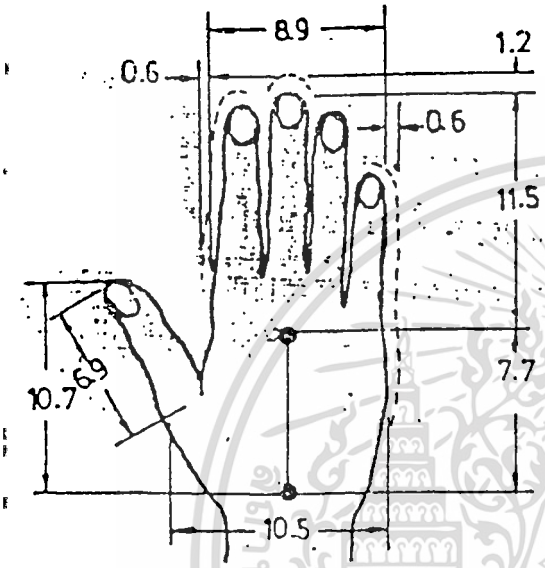
แสดงลักษณะการจับถือสิ่งของประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37

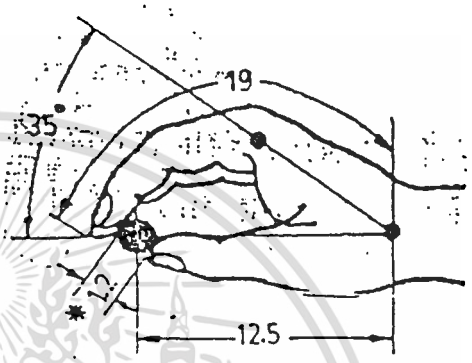
แสดงขนาดสัดส่วนของมือชาย-หญิง

ขนาดสัดส่วนของมือชายและหญิง

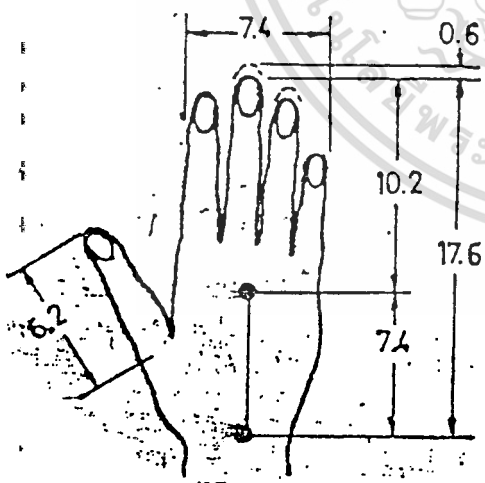


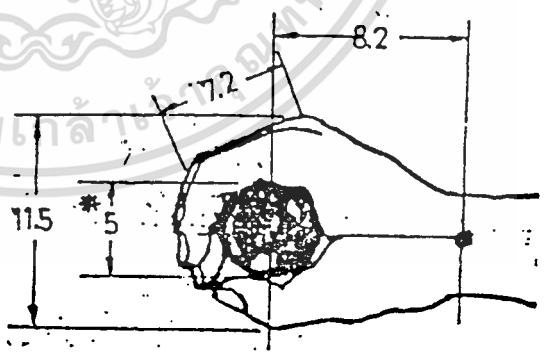
มือขวาของชาย (เฉลี่ย)

ขนาดวัตถุที่มือจับได้ถนัด



จับวัตถุด้วยปลายนิ้ว





(HUMAN ENGIMEERING CUTTE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พลาสติกวัสดุผลิตภัณฑ์และการนำไปใช้

2.6.1 คุณสมบัติของพลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษดีเด่นกว่าวัสดุอื่นที่ได้จากธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ขึ้นมา เช่นไม้ โลหะ แก้ว กระดาษ ฯลฯ ที่นิยมใช้ในมาก่อนอย่างมากมาย ทั้งนี้เพราะพลาสติกมีคุณสมบัติหลาย ๆ อย่างรวมกันในตัวของมันเองและยังมีคุณสมบัติสามารถใช้แทนวัสดุอื่นได้ดีเท่าเทียม หรือดีกว่าวัสดุเดิม เช่น

- แข็ง
- อ่อนนุ่ม
- ยืดตัว
- เหนียวทนทาน
- ใส
- ทึบ
- เบา
- ลอยน้ำได้
- ทนความร้อน
- ทนการสึกกร่อน
- ทนสารเคมี
- เป็นฉนวนไฟฟ้า
- กันน้ำ
- ไม่ติดง่าย
- หล่อลื่นในตัว
- ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้

ฯลฯ

พลาสติกมีคุณสมบัติทางโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า High Molecular Weight คือมีโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันยาวก่าวสารอื่นมากมาย นับเป็นร้อยเป็นพันเท่า ด้วยเหตุดังกล่าว จึงทำให้พลาสติกมีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่างพร้อมกันไป คือ

คุณสมบัติทางกายภาพ (Mechanica) มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical) เป็นฉนวนไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี (Chemical) ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่น ๆ

2.6.1.1 ลักษณะวัตถุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิต

วัตถุดิบพลาสติกที่ใช้สำหรับผลิตมี 3 ชนิด คือ

- ผง (Powder)
- เม็ด (Pellet & Granule)
- เหลว (Liquid)

วัตถุดิบพลาสติกที่มีรูปร่างแตกต่างกันไป เพื่อความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิต ชนิดผงและเม็ดเหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจัดมีปริมาณการผลิตเป็นจำนวนมาก ต้องลงทุนในเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง ซึ่งนิยมใช้พลาสติกเกือบทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดเหลวเหมาะสำหรับประกอบ ทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรืออุตสาหกรรมในครอบครัวได้ เช่นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส และผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ผลิตภัณฑ์ไม้อัดเคลือบผิวพลาสติก วัตถุดิบพลาสติกชนิดเหลวที่นิยมใช้คือ โพลีเอสเตอร์ อีพอกซี่ และโพลียูเรเทน

วัตถุดิบพลาสติกเหลวที่นำไปประกอบเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือขนาดกลางที่นิยมใช้ คือ อะคริลิค (Acrylic) ใช้หล่อทำเป็นแผนอะคริลิค พลาสติกเหลวอีกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณการใช้มาก คือ โพลียูเรเทน ใช้ทำโฟมฟองน้ำและไม้แกะสลักเทียมชนิดต่าง ๆ

2.6.2 ประเภทของพลาสติก

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.6.2.1 เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosetting)

คือ พลาสติกที่มีรูปทรงถาวร เมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน (Heat) และแรงอัด (Pressure) หรือผ่านกรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติกเหลว (Casting) จะนำไปหลอมละลายนำกลับมาใช้ใหม่อีกไม่ได้ เปรียบเสมือนไข่เมื่อนำไปทำให้สุกแล้วจะทำให้เหลวเหมือนเดิมอีกไม่ได้

ในประเทศอังกฤษเรียก เทอร์โมเซตติ้งอีกชื่อหนึ่งว่า ดูโรพลาสติก (Duroplastics)

เทอร์โมเซตติ้งมีหลายชนิด ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไปมีดังต่อไปนี้

อามิโน (Amino)

- ยูเรีย (Urea)
- เมลามีน (Melamine)

อีพอกซี่ (Epoxy)

ฟีโนลิค (Phenolic)

โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin)

ซิลิโคน (Silicone)

ยูเรเทน (Urethane) หรือ โพลียูรีเทน (Polyurethane)

รายละเอียดคดประวัติ คุณสมบัติและการใช้งานในรูปบบผลิตภัณฑ์มีดังต่อไปนี้

1) **อามิโน (Amino)**

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. ยูเรีย (Urea)
2. เมลามีน (Melamine)

ยูเรียถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1929 และเมลามีน ถูกนำมาใช้ในปีค.ศ. 1939

คุณสมบัติ อามิโนมีน้ำหนักมากกว่าพลาสติกทั่ว ๆ ไปเล็กน้อย คือ มี ถพ. ระหว่าง 1.47-1.55 รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงอัดและแรงบิดงอได้ดีมาก ทนความร้อนได้สูงขึ้นหากผสมใยหิน (Asbestos) จะทนความร้อนได้ถึง 400 F และใช้กับความเย็นได้ในอุณหภูมิ -70 F เนื้อแข็งทนการขีดข่วนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ถูกแสงแดดจะซีดและเสื่อมคุณภาพ มีสีต่าง ๆ มีทั้งฝ้าและทึบแสง ชนิดฝ้ากระจายแสงได้ดีมาก จึงเหมาะนำไปใช้ทำฝาครอบโคมไฟฟ้า

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีกับกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้กับกระแสไฟฟ้าความถี่สูง ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่เกิดไฟอาร์คแทนการใช้พลาสติกชนิดฟีดนลิค

คุณสมบัติทางด้านเคมี ทนกรดด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดด่างชนิดแก่ ทรสารเคมีอื่น ๆ เช่น ผงซักฟอก น้ำมัน ไขมัน ทินเนอร์ ดูดซึมน้ำได้บ้าง น้ำชากาแฟจะทำให้เกิดคราบเปื้อนได้

การใช้ประโยชน์

ยูเรีย - ชนิดเหลวนิยมใช้ทำกาวไม้อัดและซิปบอร์ด น้ำยาเคลือบผิวประเภทผลิตภัณฑ์นิยมใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้วิทยุ ปุ่มจับด้ามเครื่องมือ ฯลฯ

เมลามีน - นิยมใช้ทำถ้วยชามมากที่สุด นอกจากนั้นยังใช้ทำวุสดุปิดผิวโต๊ะที่รู้จักกันดีในชื่อ โฟไมก้า (Fomica) และ Texolite ชนิดเหลวให้ทำกาว

ตารางที่ 6

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Urea Molding Compounds

ลักษณะทางกายภาพของ Urea Molding Compounds	
กรรมวิการผลิต	Compression, Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 - 315 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.006 - 0.014 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.47 - 1.52
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ ปอนด์	18.8 - 18.2
ทนแรงดึง	7000 - 14000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	25,000 - 45,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.25 - 0.40
ความแข็ง	M 110 - M 120
ทนความร้อนโดยปกติ	170 F.
ทนกรด	ดีมาก (ผิวหน้าจะถูกทำลายโดยกรดแก่)
ทนด่าง	ดี (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

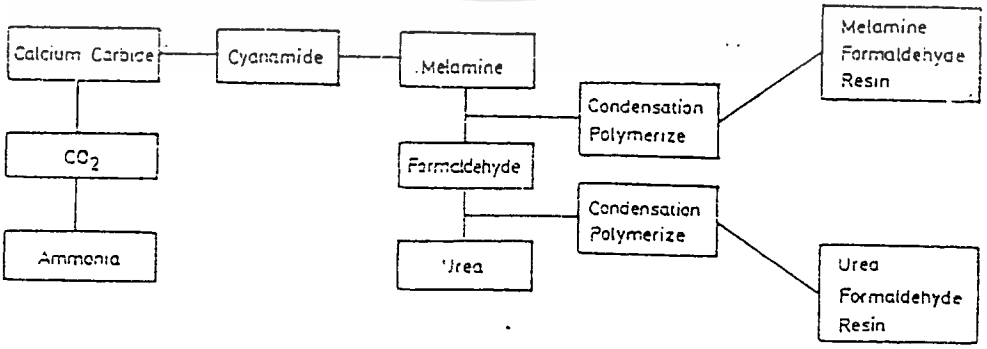
ตารางที่ 7

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Melamine Molding Compounds

ลักษณะทางกายภาพของ Melamine Molding Compounds	
กรรมวิการผลิต	Compression, Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 - 400 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.006 - 0.008 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.45 - 1.52
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ ปอนด์	19.1 - 20
ทนแรงดึง	7,000 - 13,500 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	25,000 - 50,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.25 - 0.35
ความแข็ง	M 115 - M 125
ทนความร้อนโดยปกติ	210 - 250 F.
ทนกรด	ดีมาก (ถูกทำลายโดยกรดแก่)
ทนด่าง	ดี (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	ดีมาก

ภาพที่ 38

แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตพลาสติกยูเรียและเมรามีน



2) **อีพอกซี่ (Epoxy)**

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมราวปี ค.ศ. 1947 รู้จักอย่างแพร่หลายในรูปของกาวติดโลหะ และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสชนิดดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ อีพอกซี่มีน้ำหนักปานกลาง มีถพ. ระหว่าง 1.11-1.8 รับแรงดึงได้ดีมาก รับแรงอัดได้ดี และรับแรงกระทบได้ดีพอสมควร ในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสสามารถรับแรงดึงได้ถึง 65,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ซึ่งมากกว่าเหล็กโครงสร้าง (Structural Steel) ซึ่งรับได้เพียง 60,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

คุณสมบัติพิเศษของอีพอกซี่ คือ สามารถติดแนบได้ดีกับวัตถุอื่น ๆ เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก เซรามิค ยาง ฯลฯ โดยไม่คำนึงถึงลักษณะของผิวจะเรียบหรือขรุขระ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติอ่อนตัว (Flexibility) จึงเหมาะสำหรับทำกาวอย่างยิ่ง

อีพอกซี่มีการหดตัวน้อยมากเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ทนไฟอาร์คได้ดีอีกด้วย ทนความร้อนได้สูงถึง 600 F. ในสภาพปกติใช้งานทนความร้อนได้ในอุณหภูมิ 200-300 F. ความเย็นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้อีพอกซี่ติดดีไฟแต่ช้าและดับเอง

คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ด่าง และสารละลายได้ดี มีความดูดซึมน้ำในอัตราต่ำ

การใช้ประโยชน์ ในรูปของเหลวใช้ทำกาวชนิดติดวัตถุต่าง ๆ ติดโครงรังผึ้ง (Aluminium Honeycomb) ในโครงเครื่องบิน วัสดุเคลือบผิว เช่น พลาสติกเคลือบพื้นโรงยิมเนเซี่ยม เคลือบกรอบหน้าเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งทนและถูกกว่าการนำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า นอกจากนี้ยังนิยมนำไปหล่อทำแม่พิมพ์ต้นแบบสำหรับอุตสาหกรรมทำแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมพลาสติก

ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ อีพอกซี่นิยมนำไปใช้ทำเป็นผลิตภัฯฑ์ไฟเบอร์กล๊าสชนิดดี ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ รถยนต์

ในรูปโฟม ใช้ทำเป็นไส้ (Core) เพื่อลดน้ำหนักและเพิ่มความแข็งแรงในโครงสร้างแบบแซนด์วิทช์ (Sandwich Construction)

3) **ฟีดนลิค (Phenolic)**

พลาสติกชนิดนี้รู้จักดีในชื่อ เบกเกลไลท์ (Bakelite) ถูกค้นพบโดย Dr. Leo Hendrik Baekeland และถูกจดทะเบียนลิขสิทธิ์ในปีค.ศ. 1909 มีชื่อทางเคมีว่า Phenol-Formaldephyde มีปริมาณการใช้สูงสุด (Work Horse) ในพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้งด้วยกัน

คุณสมบัติ ฟีโนลิคเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักปานกลาง มีถพ. 1.25-1.55 มีความแข็งที่สุดชนิดหนึ่ง รับแรงดึงได้พอสมควร แต่รับแรงอัดได้ดีมาก รับแรงบิดงอได้น้อย

ในระยะแรกฟีโนลิคจะมีเฉพาะสีเข้มเช่น น้ำตาลแก่ และสีดำเท่านั้น และทึบแสง แต่ในปัจจุบันสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทึบแสงฝ้าและใส มีทั้งชนิดขึ้นรูปโดยการใช้แรงอัดและความร้อน และชนิดหล่อเย็น

คุณสมบัติทางไฟฟ้าอยู่ในขั้นดีทั้งไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ ฟีโนลิคหลายชนิดทนไฟอาร์คไม่ดี

ฟีโนลิคทนความร้อนในภาวะปกติประมาณ 350-360 F. หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิด จะทนได้ถึง 400 F. ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำหรือเย็น จะใช้ได้ดี ฟีโนลิคเป็นตัวนำความร้อนที่เลว ติดไฟได้แต่ช้าและดับเอง คุณสมบัติทางเคมี พอ ๆ กับพลาสติกชนิดอื่น ๆ คือทรกรดและด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนกรดออกซิไดซิ่งและด่างแก่ ทนสารเคมีอื่น ๆ เช่นน้ำ แอลกอฮอล์ ไขมัน น้ำมัน ฯลฯ ได้

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำด้ามมือจับ หูหม้อ หูกะทะ ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ถาดบรรจุสารเคมี ตู้ทีวี ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปของเหลวใช้เป็นวัตถุประสานกันสารเคมีและกาวไม้อัดกันน้ำ

ฟีโนลิคสามารถทำเป็นโฟมได้ ซึ่งจะขยายตัวได้ถึง 300 เท่า โฟมฟีโนลิคนิยมทำเป็นทุ่นลอยน้ำใช้ในงานต่าง ๆ และใช้เสริมความแข็งแรงในปีกเครื่องบิน

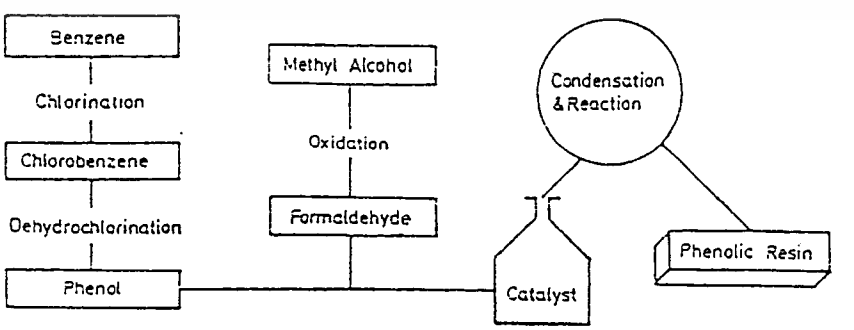
ตารางที่ 8

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Phenolic Molding Compounds

ลักษณะทางกายภาพของ Phenolic Molding Compounds	
กรรมวิการผลิต	Compression, Transfer
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 - 410 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.004 - 0.009 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.32 - 1.45
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	20.9 - 17.8
ทนแรงดึง	1,000 - 11,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	24,000 - 38,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.24 - 0.65
ความแข็ง	M 100 - M 120
ทนความร้อนโดยปกติ	350 - 360 F.
ทนกรด	ดีมาก ยกเว้นกรด Oxidizing Acids
ทนด่าง	พอใช้ (ถูกทำลายโดยด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดีมาก
ทนแสงแดด	จะมีสีคล้ำแต่คุณสมบัติทางกายภาพยังคงที่

ภาพที่ 39

แสดงกรรมวิธีการผลิตฟีโนลิค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) **โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester Resin)**

เรารู้จักโพลีเอสเตอร์เรซิ่นดีในรูปของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส เพราะว่า 80% ของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ทำจากโพลีเอสเตอร์

โพลีเอสเตอร์เรซิ่นถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1942 ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยนำมาทำเป็นเครื่องใช้ทางการทหาร ต่อมาจึงนิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นอย่างแพร่หลาย ซึ่งในปี ค.ศ. 1967 มีปริมาณการใช้ถึง 495 ล้านปอนด์

โพลีเอสเตอร์เรซิ่น มีทั้งเทอร์โมเซตติ้ง และเทอร์โมพลาสติก ชื่อคล้องกันแต่โครงสร้างผิดกัน

แอลคีด (Alkyde) เป็นโพลีเอสเตอร์เรซิ่นชนิดเทอร์โมเซตติ้งชนิดหนึ่ง นิยมนำไปใช้ทำเคลือบ (Enamel) สีน้ำมัน แลคเคอร์ และน้ำยาเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ อย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย

คุณสมบัติ โพลีเอสเตอร์เรซิ่น มีถพ. ระหว่าง 1.1-1.5 หากเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสจะมีถพ. ระหว่าง 1.5-2.28 ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้ดีผิวหน้ามีความแข็งพอสมควร ถูกแดดจะซีด ทนสภาพอากาศภายนอกได้ดีมีสีต่าง ๆ มากมาย มีความหดตัวเล็กน้อย แต่มากกว่าอีพอกซี

โพลีเอสเตอร์เรซิ่นเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทรกรดด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนสารละลายชนิด Chlorinated Sovents เช่น คาร์บอนเตทตาคลอไรด์ อาซีโทน

ในรูปผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส ทนความร้อนได้ระหว่าง 250-350 F.

โพลีเอสเตอร์เรซิ่นที่นำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์แล้วติดไฟได้ช้าและดับเอง

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสมากที่สุด เช่น เรือ รถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องบิน ถังบรรจุของเหลว ลังบรรจุของ ท่อของเหลว เฟอร์นิเจอร์ ส่วนประกอบในอาคาร เช่น ช่องให้แสง แผงกันแดด หลังคา ที่พักป้ายรถเมล์ ฯลฯ

นอกจากนั้น โพลีเอสเตอร์เรซิ่นยังนิยมทำผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ เช่น พระพุทธรูป ตุ๊กตา รูปสัตว์ ผลิตภัณฑ์หยกเทียม ผลิตภัณฑ์งาช้าง ผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม ผลิตภัณฑ์เซรามิคเทียม ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม (Bio-Plastic) กระดุม สีโป้ว ฯลฯ

โพลีเอสเตอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติคนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยใช้ทอเป็นเสื้อผ้า (Dacron) ในรูปฟิล์มใช้ทำฟิล์มไมล่าร์ (Mylar) ซึ่งใสเหนียว และใช้ทำเทปบันทึกเสียง เป็นฉนวนไฟฟ้าดี จึงนิยมทำฉนวนขดลวดไฟฟ้า (Coilinsulation) และสลอทไลเนอร์ (Slot Liners) ในมอเตอร์

5) **ซิลิโคน (Silicone)**

พล้าสติกชนิดนี้ได้ถูกค้นคว้าโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1870 และถูกค้นคว้าต่อในประเทศอังกฤษในราวปี ค.ศ. 1900 ซึ่งการค้นคว้าดังกล่าวให้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับซิลิโคนจนกระทั่งในปีค.ศ. 1930 ในสหรัฐอเมริกา บริษัทเยนเนอรอลอีเลคตริค (General Electric) และบริษัทคอร์นนิ่งกล๊าส (Corning Glass Worker) ได้ร่วมกันค้นคว้าต่อจนประสบความสำเร็จผลิตออกมาเพื่อใช้ทำอุตสาหกรรมได้

คุณสมบัติ ซิลิโคน เป็นพลาสติกที่หนักชนิดหนึ่งมี ถพ. ระหว่าง 1.6-2.0 มีใช้ทั้งรูปของเหลวและคงรูป รับแรงดึง และแรงอัดแรงบิดงอได้ปานกลาง ทึบแสง สามารถทำเป็นสีได้ แต่ไม่จำเป็นเพราะซิลิโคนถูกนำไปใช้งานจริง ๆ มากกว่าส่วนตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงแดดมีปฏิกิริยาน้อยมาก คุณสมบัติทางไฟฟ้าของซิลิโคนดีมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำและความถี่สูง

ซิลิโคนทนความร้อนและความเย็นได้ดีใช้ได้ในอุณหภูมิ -150 F. ถึง 600 F. ถ้าผสมใยแก้วหรือวัตถุทนความร้อนอื่นทนความร้อนได้ถึง 900 F.

ซิลิโคนติดไฟช้ามาก แต่เป็นตัวนำความร้อนได้ดีในพวกพลาสติกด้วยกัน

คุณสมบัติทางเคมี ซิลิโคนทนกรดและด่างได้ดีในพวกพลาสติก ยาง ไม้หรือโลหะ จึงเหมาะทำเป็นน้ำยาถอดแบบ (Release Agent)

การใช้ประโยชน์ ซิลิโคนถูกนำไปใช้ทำยางแม่แบบชนิดทนความร้อน ยางขอบบานปิดเปิดในยานอวกาศ คอนกรีตอ่อนซึ่งใช้ปูพื้นขอบสระน้ำเพื่อกันเลื่อน เส้นขาวบนพื้นถนน กาวประสานตู้กระจกใส่ปลา ฯลฯ

ในรูปของแข็งใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากนั้นซิลิโคนยังใช้ทำเป็นน้ำยาถอดแบบในอุตสาหกรรมหลายประเภท

6) **ยูเรเทน หรือ โพลียูเรเทน (Urethane หรือ Polyurethane)**

พลาสติกชนิดนี้ถูกค้นพบโดย Wurtz แห่งเยอรมัน ในปี คศ. 1848 ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมบ้างแต่น้อยมากในระยะแรกเป็นที่รู้จักกันดีขึ้น ในระยะก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ในสหรัฐอเมริกาได้เริ่มใช้ในอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 1954

ยูเรเทนมีทั้งในรูปแข็งตัว ฟองน้ำและของเหลว

ยูเรเทนโฟม (Urethane Foam) แต่ก่อนมีชื่อเรียกว่า ไอโซไซยาเนต (Isocyyanate) และ โพลีเอสเตอร์โฟม (Polyester Form)

คุณสมบัติ ยูเรเทนมี ถพ. 1.15-1.20 ในรูปโฟม มีน้ำหนักเบาเพียง 1.5 ปอนด์/ลบ.ฟุต

รูปแข็งตัว ยูเรเทนทนการสึกกร่อนได้ดี เหนียว ทนทาน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีทั้งยอมให้คลื่นวิทยุ เราดาร์และเอ็กซเรย์ผ่านได้ด้วย ทนความร้อน ไม่ติดไฟง่าย

รูปโฟมเก็บเสียง และรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี เหนียว ทนความร้อน และความเย็นได้ดีใช้ได้ในอุณหภูมิระหว่าง -50 ถึง 250 F.

การใช้ประโยชน์ ปัจจุบันยูเรเทนถูกนำมาใช้ในรูปโฟม หรือฟองน้ำมาก โฟมหรือฟองน้ำชนิดอ่อนตัว (Flexible Foam) ใช้ทำฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เช่น เบาะรถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ เบาะที่นอน ยางรองพรม แผ่นกั้นเสียงและความร้อน ฯลฯ

โฟมชนิดแข็งตัว (Rigid Foam) นิยมใช้ฉีด (Foamed-In-Place) เข้าไปในปีกเครื่องบิน ห้องเรือ ผนังห้องเย็น ตู้เย็น ฯลฯ เพื่อให้เกิดความแข็งแรง และเป็นฉนวนความร้อน

นอกจากท~

เช่น ไม้ โลหะ ยาง ผ้า คอนกรีต กระดาษ หนัง และอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย

ยูเรเทนยังสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น กาว ชิ้นส่วนในรถยนต์ ขนแปรง โครงสร้างในเครื่องบิน ดอกยางรถยนต์ (Tire Treads) หนังเทียม ล้อสเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9

สรุปคุณสมบัติของพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง

ชื่อ / คุณสมบัติ	Aminos	Casein	Epoxy	Phenolic	Polyester	Silicone	Urethane
ถพ.	1.74-1.55	1.35	1.11-1.8	1.25-1.55	13	1.6-2.0	1.15-1.2
ทนแรงดึง (1000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว)	5.0-13.0	100	4.0-13.0	4.0-9.0	4.5-25.0	4.0-35.0	แล้วแต่ชนิด
ทนแรงอัด (100 ปอนด์/ ตร.นิ้ว)	2.4-4.5	27.53	13.28	15-50	12-34	9-15	"
ทนแรงกระทบ	ดี	พอใช้	ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสดีมาก	ดี	ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสดีมาก	ดี	"
ความใส	ฝ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ใส-ทึบ	ฝ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ทึบ	ทึบ
ทนไฟฟ้า	ดี (ความถี่ต่ำ)	พอใช้	ดีมาก	ดี	ดี (ความถี่ต่ำ)	ดีมาก	ดี
อุณหภูมิที่ทำให้เสื่อมสภาพ (องศา F.)	266-400	300	250-290	150-160	140-425	500-900	ไม่ใช้
อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้งาน (องศา F.)	210-400	275	200-300	160-300	150-350	450	400
อัตราการเผาไหม้	ไม่ติดด้วยเอง	ช้า	ช้าถึงดับเอง	ช้าถึงไม่ติด	ช้าถึงดับเอง	ช้าถึงไม่ติด	ช้าถึงดับเอง
ความดูดซึมน้ำ	ต่ำ	สูงเมื่อเทียบกับชนิดยืน	ต่ำมาก	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำมาก	ต่ำมาก
ปฏิกิริยากับกรดอ่อน	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย
กรดแก่	ทำลาย	ทำลาย	มีมากกับกรดบางชนิด	มาก	มาก	เล็กน้อย	เล็กน้อย
ด่างอ่อน	เล็กน้อย	ทำลาย	ไม่	ไม่	มีมากกับด่างบางชนิด	เล็กน้อย	เล็กน้อย
ด่างแก่	มีมากกับด่างบางชนิด	ทำลาย	เล็กน้อย	ทำลาย	มีมาก	เล็กน้อย	เล็กน้อย
สารละลาย	ไม่	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	มีมากกับสารละลายบางชนิด	มีมากกับสารละลายบางชนิด	เล็กน้อย
แสงแดด	ซีด	ซีด	ไม่	ไม่	ซีด	เล็กน้อย	ไม่

2.6.2.2 เทอร์โมพลาสติก

เป็นพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหลังจากนำไปหล่อทำเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว เปรียบเสมือนน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนก็จะละลายเป็นน้ำ และเมื่อทำให้เย็นน้ำจะแข็งตัวกลับเป็นน้ำแข็งได้อีก ไม่มีที่สิ้นสุด เรียก "Plastics With a Memory"

(ควรเปรียบเทียบเป็นขี้ผึ้งจะเห็นได้ชัดเจนว่า ที่เปรียบเทียบเป็นน้ำแข็ง แต่เพราะหนังสือเล่มนี้แปลจากหนังสือของ The Society of Plastics Industry, Inc. จึงต้องรักษาค่าจำกัดความเดิมของเขาไว้ ผิดถูกประการใด ขอให้ผู้อ่านเป็นผู้พิจารณาเอง)

เทอร์โมพลาสติก ที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ได้แก่

- แอสเซทอล (Acetal)
- อะคริลิค (Acrylic)
- ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbons)
- โพลียาไมด์ (Polyamide) ไนล่อน (Nylon)
- โพลีโอเลฟิน (Polyolefin)
  - โพลีเอททีลีน (Polyethylene)
  - โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)
- โพลีสไตรีน (Polystyrene)
- เอบีเอส (ABS)
- ไวนีล (Vinyl)
- เซลลูโลซิค (Cellulosics)
- โพลีคาร์บอนเนท (Polycarbonate)
- ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)
- โพลีไยไมด์ (Polyimide)
- โพลีซัลโดฟน (Polysulphone)
- เอททีลีนไวนีลอาซีเตท (EVA)
- โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

1) แอสเซทอล (Acetal)

เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ถูกคิดค้นในปีค.ศ. 1906 แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- Acetal Homopolymer Resins
- Acetal Copolymer Resins

ลักษณะโดยทั่วไป จับลื่นคล้ายเทียนไข ผิวมีลักษณะคล้ายโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) สามารถใช้ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัด เนื้อโปร่งแสง (Translucent)

คุณสมบัติ เหนียว ทนทาน รับแรงดึงได้ดีมาก แข็งแรง ทนสารเคมี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ ใช้ได้ดีทั้งอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์ (-40 F) แอสเซทอลนับเป็น Engineering Plastic ที่ดีมากชนิดหนึ่ง

การใช้ประโยชน์ พลาสติกพวกนี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้แทนชิ้นส่วนโลหะที่หล่อโดยวิธีดายคาสท์ (Die Casting) นอกจากนั้นยังใช้ทำชิ้นส่วนในรถยนต์ และเครื่องจักรกล เช่น คาบูเรเตอร์ เกียร์ แบริ่ง บูช ลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวและเสียดทาน นอกจากนั้นยังใช้ทำเป็นขวดบรรจุสเปรย์อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acetal Homopolymer Resins

ลักษณะทางกายภาพของ Acetal Homopolymer Resins	
กรรมวิธีการผลิต (Molding Methods)	Injection, Extrusion
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต (Molding Temperature)	380 - 470 F.
ความหดตัวหลังการผลิต (Mold Shrinkage)	0.020 - 0.025
ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	1.42
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	19.5
ทนแรงดึง (Tensile Strength)	11,000
ทนแรงอัด (Compressive Strength)	19,000
ทนแรงกระทบ (Izod Strength)	2.0
ความแข็ง (Hardness, Rockwell)	M 94
ทนความร้อนโดยปกติ (Resistance to Heat Cont.)	185 F.
ความดูดซึมน้ำ (Water Absorption 24 ชม.)	0.25%
อัตราการเผาไหม้ (Burning Rate)	ช้า
ทนกรด (Resistance to Acids)	ดี (ไม่ทนกรดเข้มข้น)
ทนด่าง (Resistance to Alkalis)	พอใช้-ดี
ทนแสงแดด (Resistance to Sunlight)	พอใช้
ทนสารละลาย (Resistance to Solvents)	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acetal Copolymer Resins

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acetal Copolymer Resins	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Blow
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	360 - 430 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.020 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.41
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	19.7
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	16,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	1.4
ความแข็ง	M 80
ทนความร้อนโดยปกติ	220 F.
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.22%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	พอใช้
ทนด่าง	เลว
ทนแสงแดด	พอใช้
ทนสารละลาย	ดีมาก

2) **อะคริลิค (Acrylics)**

หรือ Polymethylmethacrylate และรู้จักกันดีในชื่อการค้าคำว่า เพลคซิกล๊าส (Plexiglass) ลูไซท์ (Lucite) โพลีกล๊าส (Polyglas) ฯลฯ

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมใน ส.ร.อ. ปี ค.ศ. 1936 อะคริลิคได้ถูกนำไปผสมกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น สไตรีน (Styrene) บ้าง พีวีซี (PVC) บ้าง เกิดเป็นพลาสติกชนิดใหม่ เช่น Methyl Methacrylate-Styrene เป็นต้น

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่ใสที่สุดชนิดหนึ่ง แข็งแรงพอสมควรเป็นรอยขีดข่วนง่าย (ชนิดพิเศษแข็งแรงมาก) ทนแสงอุลตราไวโอเลทได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก ทนสารเคมีได้พอสมควร ไม่ควรให้ถูกน้ำมันเบนซิน, อาซีโทน, คลอโรฟอร์ม, สเปรย์น้ำหอม และพวกกรดออกซิไดซิ่ง (Oxidizing Acids) ชนิดเข้มข้น

อะคริลิคย้งทำเป็นสีต่าง ๆ ได้มีทั้งชนิดใส ฝ้า และทึบแสง เมื่อจับจะรู้สึกอุ่นและสบายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์ นิยมนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ป้ายร้านค้า ป้ายโฆษณา โคมหลังคา กระจกแว่นตา เลนซ์ โคมไฟ เฟอร์นิเจอร์ ถาดและถ้วยบรรจุของเหลวชนิดใส ฯลฯ ในรูปเส้นใยใช้ทำพรม และสีพ่นรถยนต์

ในขณะนี้ประเทศไทยมีโรงงานผลิตแผ่นอะคริลิคหลายแห่ง ดังนั้นจึงจะได้อธิบายขั้นตอนการผลิตแผ่นอะคริลิคโดยละเอียดต่อไป

ตารางที่ 12

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acrylic- Methyl Methacrylate

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acrylic- Methyl Methacrylate	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Casting, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	324 - 475 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.020 - 0.08 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.17 - 1.20
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ ปอนด์	23.7 - 23.1
ทนแรงดึง	8,000 - 12,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	12,000 - 18,500 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.3 - 0.5
ความแข็ง	M 85 - M 105
ทนความร้อนโดยปกติ	140 - 190 F.
ความดูดซึมน้ำ	0.3%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนกรด Oxidizing Acid ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดี (ไม่ทนด่างแก่)
ทนสารละลาย	ดี (แต่ไม่ทน Ketones, Esters, Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส	ใสมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acrylic-Styrene Copolymer

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Acrylic- Styrene Copolymer	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Compression, Electrostatic, Powder
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 - 450
ความหดตัวหลังการผลิต	0.002 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.08 - 1.16
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	25.6 - 23.8
ทนแรงดึง	9,000 - 11,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	11,000 - 15,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.35 - 0.5
ความแข็ง	M 70 - M 85
ทนความร้อนโดยปกติ	180 - 200 F.
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.2%
อัตราการเผาไหม้	ช้า
ทนกรด	ดี (ไม่ทนต่อกรด Oxidizing Acid ชนิดเข้มข้น)
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี (ละลายใน Ketones, Esters บางชนิด Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons)
ทนแสงแดด	ดีมาก
ความใส (Transparency)	ใสมาก (บางชนิดใสน้อย)

3) **ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocarbons)**

ในขณะที่พลาสติกชนิดอื่น ๆ มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว แต่ฟลูออกโรคาร์บอนเป็นพลาสติกชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติพิเศษหลาย ๆ อย่างรวมอยู่ด้วยกัน เช่น ทนความร้อนได้ดีเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ดูดซึมน้ำ รับแรงกระทบได้สูง และไม่ติดง่าย Non-Adhesive

ฟลูออโรคาร์บอน ถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1943 มีสูตรต่าง ๆ กันดังนี้

- Tetrafluoroethylene (TFE)
- Chlorotrifluorothylene (CTFE)
- Vinylidene Flouride (PVF2)
- Fluorinated Ethylene Polypropylene (FEP)

ฟลูออโรคาร์บอนรู้จักกันดีในชื่อเทปล่อน (Teflon) ราคาแพงมาก ใช้ในวงจำกัด เป็น Engineering plastic ที่ดีที่สุดชนิดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ ฟลูออโรคาร์บอน เป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักมากที่สุดชนิดหนึ่ง มีความถ่วงจำเพาะ 2.1-2.3 รับแรงดึงและแรงอัดได้ดีพอสมควร แต่รับแรงกระทบได้ดีมาก มีทั้งชนิดแข็งและอ่อน คุณสมบัติคงที่แม้จะอยู่ในอุณหภูมิสูงถึง 480 F. นานถึงหนึ่งเดือน ในช่วงเวลาสั้นจะทนอุณหภูมิได้สูงขึ้นอีก และหากเพิ่มแรงกดดัน (Pressure) สูงขึ้นถึง 15,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว จุดหลอมละลายจะสูงถึง 930 F. และแม้จะอยู่ในอุณหภูมิ -320 F. เท่ากับไนโตรเจนเหลวคุณสมบัติทางหยุ่นตัว (Flexibility) คงสภาพเดิม

คุณสมบัติพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือมีความเสียดทานต่ำและไม่ติดง่าย

คุณสมบัติทางไฟฟ้า เป็นฉนวนไฟฟ้าดีมาก โดยไม่คำนึงถึงความถี่ อุณหภูมิหรือความชื้น

คุณสมบัติทางเคมีสามารถทนต่อสารเคมี ได้ดีทุกชนิดยกเว้น Fluorine และ Molten Alkali Metals

การดูดซึมน้ำไม่มี สภาพโดยทั่วไปไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง พลาสติกสูตร CTFE มีทั้งใสและฝ้า ชนิดอื่นทึบ โดยปกติจะเป็นสีขาวแต่สามารถทำเป็นสีได้

การใช้ประโยชน์ เนื่องด้วยฟลูออโรคาร์บอนมีราคาแพงมาก จึงถูกนำไปใช้ในงานที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างรวมกัน

คุณสมบัติด้านความร้อนใช้ทำฉนวนไฟฟ้ากับลวดไฟฟ้าที่ต้องเชื่อมด้วย ความร้อน ปะเก็น (Gasket) ในเครื่องจักร แหวนลูกสูบ (Piston Rings) วาล์ว (Value) ฯลฯ

คุณสมบัติทางไฟฟ้าใช้ทำฉนวนและอุปกรณ์ไฟฟ้า

คุณสมบัติทางเคมี ใช้ทำท่อส่งสารเคมี ภาชนะในห้องทดลองทางเคมี

คุณสมบัติทางเสียดทางต่ำ ใช้ทำส่วนรับน้ำหนัก เช่น แบริ่ง บูช น้ำยาเคลือบฐานสกีของเครื่องบินใช้ในบริเวณที่มีหิมะเช่นขั้วโลก

คุณสมบัติทางไม่ติดง่ายใช้เคลือบหม้อ กระทะฝรั่ง (มีสีเขียว น้ำตาล ดำ ฯลฯ)

4) **โพลียาไมด์ (Polyamides)**

พลาสติก ชนิดนี้รู้จักกันดีในชื่อไนล่อน (Nylon) ซึ่งคิดค้นและนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1938 โดยบริษัท Du Pont จุดประสงค์เพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนเส้นไหมในอุตสาหกรรมทำถุงเท้า ซึ่งได้รับความสำเร็จอย่างงดงาม ในช่วงระยะเวลาอันสั้นไนล่อนได้เข้ามามีบทบาทแทนเส้นไหมเกือบทั้งหมด

คุณสมบัติ ไนล่อนเป็นพลาสติกชนิดที่มีน้ำหนักเบาราคาแพง มีความทนทานต่อการเสียดทานสูง รับแรงดึงแรงอัดได้ดี ทนความร้อน ทนการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าแต่ไม่เหมาะสำหรับไฟฟ้าแรงสูง ทนกรดชนิดอ่อน ทนด่างได้ทั้งชนิดอ่อนและเข้ม ทนสารเคมีเช่น น้ำมัน แอลกอฮอล์ ไขมัน ดูดซึมน้ำได้บ้าง ไม่เหมาะกับการใช้ทำเป็นถ้วยชาหรือกาแฟ เพราะจะเป็นคราบติด ไม่เหมาะสมกับการใช้ภายนอก

โดยทั่วไปเนื้อของไนล่อน มีความโปร่งแสง ในรูปของเส้นใยจะโปร่งใส สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ไนล่อนเป็น Egineering plastic ที่มีคุณสมบัติดีรองจากฟลูออโรคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเกียร์ แบริ่ง บูช ส่วนรับน้ำหนัก และมีแรงเสียดทานสูง ในรูปเส้นใยใช้ทำร่มชูชีพ ถุงเท้า เสื้อผ้า เอ็นตกปลา ผงกำมะหยี่ นอกจากนั้นยังใช้ทำค้อนพลาสติก วาล์ว ท่อส่งน้ำมัน และสารเคมีอื่น ๆ ใบพัด ขวดสเปรย์บางชนิด ฯลฯ

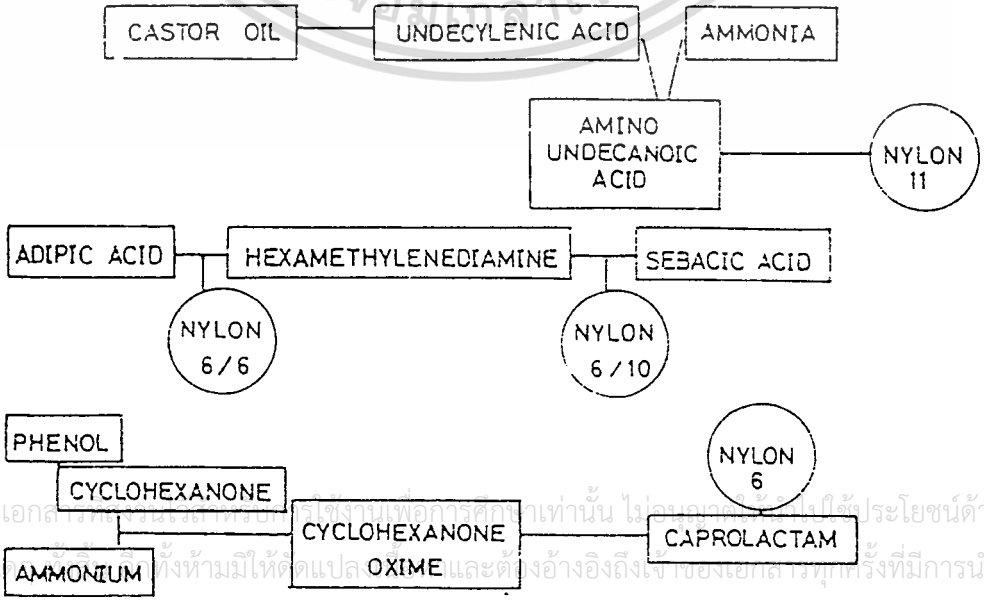
ตารางที่ 14

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Nylon [ชนิด 6/6]

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Nylon [ชนิด 6/6]	
ความถ่วงจำเพาะ	1.14
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	24.3
ทนแรงดึง	12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	12,500 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2.0
ทนความร้อนโดยปกติ	250 - 300 F.
ทนกรด	ทนได้เฉพาะกรดอ่อน
ทนด่าง	ดี
ทนสารละลาย	ดี ยกเว้น Phenols และ Formic Acid
ทนแสงแดด	ไม่ดี สีซีด
ความใส	โปร่งแสง

ภาพที่ 40

แสดงกรรมวิธีการผลิตไนล่อนชนิดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) **โพลีโอเลฟิน (Polyolefins)**

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. **โพลีเอททีลีน (Polyethylene)**

เป็นพลาสติกที่มีส่วนประกอบทางเคมีธรรมดาที่สุดชนิดหนึ่ง ถูกคิดค้นขึ้นในประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1933 และถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในปีรุ่งขึ้น เพราะด้วยเหตุที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในกิจการทหารในปี ค.ศ. 1943 รัฐบาล ส.ร.อ. จึงสนับสนุนให้บริษัทใหญ่ในประเทศ 2 บริษัท ผลิตวัตถุดิบพลาสติกชนิดนี้ขึ้นใช้และนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา โพลีเอททีลีนจึงเข้าไปมีบทบาทในสินค้าเครื่องใช้สอยในบ้านอย่างรวดเร็ว

โพลีเอททีลีนมีหลายชนิดเช่น LD. PE (Lowdensity Polythyleue), HD. PE (High Density Polyethylene) และที่ได้พัฒนาใหม่ให้มีคุณสมบัติดีขึ้น และนิยมใช้ในขณะนี้ คือ LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) กับ UHMW. PE (Ultra High-Molecular Weight Polyethylene)

คุณสมบัติ โพลีเอททีลีนมีน้ำหนักเบามาก คือมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูปแผ่นบางสามารถพับงอได้ดี มีความหนามากขึ้นจะคงรูปรับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวได้สูงถึง 500% ฉีกขาดยาก มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ไม่เกาะติดน้ำ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมากทนความร้อนได้น้อย แต่ทนความเย็นได้ขนาด -100 F. ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลง ทนกรดและด่างอ่อน แต่จะเกิดปฏิกิริยาอย่างช้ากับ Oxidizing Acids ไม่ทนน้ำมันและไขมัน โดยเฉพาะน้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน และในขณะที่มีอุณหภูมิสูง แม้ว่าจะไม่ดูดซึมความชื้นแต่ยอมให้ก๊าซผ่านได้ จึงเหมาะสำหรับใช้บรรจุอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ และเนื้อได้ดี

โดยทั่วไปโพลีเอททีลีน มีลักษณะใสเมื่อเป็นแผ่นบาง จะมีสีขุ่นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ตามความต้องการไม่แนะนำให้ใช้ภายนอก

การใช้ประโยชน์ โพลีเอททีลีนมีปริมาณการใช้สูงสุด ในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก แม้ว่าราคาต่อปอนด์จะไม่ถูกที่สุด แต่เพราะมีน้ำหนักเบากว่าจึงสามารถผลิตได้ปริมาณมาก

นิยมใช้ทำถุงบรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้พลาสติก ภาชนะบรรจุเครื่องใช้ในครัว ถาดน้ำแข็งในตู้เย็น ขวดและภาชนะบรรจุของเหลว เขียง พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ สายเคเบิล แผ่นกันความชื้นในอาคาร และของใช้ราคาถูกอีกมากมาย ฯลฯ

นอกจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแล้ว โพลีเอททีลีนยังนิยมนำไปเคลือบตะแกรงโลหะใส่ของต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polyethylene

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polyethylene			
	Low Density	Intermediate Density	High Density
ความถ่วงจำเพาะ	0.91 - 0.925	0.925 - 0.926	0.941 - 0.965
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	30.25	29.8	29.2
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร.นิ้ว	1,000 - 2,300	1,200 - 3,500	3,100 - 5,500
ทนแรงกระทบ	ไม่ฉีกขาด	0.5 - 16.0	0.8 - 2.0
ทนความร้อน	180 - 212 F.	220 - 250 F.	250 F.
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.015	0.01	0.01
ความง่ายต่อการติดไฟ (นิ้ว/นาที)	1.04	1.02	1.02
ทนแสงแดด	ชนิดสีดำทนได้พอสมควรชนิดอื่นควรใช้แผงป้องกันแสงอุลตราไวโอเลท และตัว Antioxidants		
ทนกรดอ่อน	เลว	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ไม่ทน Oxidizing Acids	จะถูกทำลายอย่างช้า ๆ จาก Oxidizing Acids	
ทนด่างอ่อน-แก่	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย (Organic Solvents)	ได้ถ้าต่ำกว่า 140 F.		ได้ต่ำกว่า 170 F.

2. **โพลีโพรพีลีน (Polypropylene)**

ถูกนำมาใช้ใน ส.ร.อ. ในปี ค.ศ. 1957 มีคุณสมบัติโดยทั่วไป คล้ายกับโพลีเอททีลีน แต่มีคุณภาพดีกว่าทนทานและแข็งแรงกว่าโพลีเอททีลีนทั้ง ๆ ที่มีความถ่วงจำเพาะ 0.90 ซึ่งน้อยกว่า ทนความร้อนได้ดีกว่า ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีในอุณหภูมิ 300 F. ในรูปของเส้นใยรับแรงดึงได้ถึง 100,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ซึ่งโพลีเอททีลีนรับได้เพียง 80,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว

คุณสมบัติ คล้ายกับโพลีเอททีลีน แต่คุณภาพดีกว่าทดสอบอย่างง่ายคือใช้เล็บขูดดู หากเป็นโพลีเอททีลีนจะขูดออก หากเป็นโพลีโพรพีลีนจะขูดไม่ออกผิวแข็งกว่า

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้มากมายเช่น ถุงบรรจุอาหารร้อน พลาสติกหุ้มซองบุหรี่ เชือกปอพลาสติก เชือกมัดของ สายไฟฟ้า สารเคมีบิล กล่องแบตเตอรี่ ถังตักน้ำ ฝาปิดโถส้วม หมวกกันน็อค กระเป๋าใส่ของ ภาชนะ และเครื่องใช้ในบ้าน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polypropylene

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polypropylene			
	Unmodified	Copolymer	Impact Type
ความถ่วงจำเพาะ	0.904	0.90	0.91
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	30.6	31.0	30.5
ทนแรงดึง ปอนด์/ตร.นิ้ว	5,500	4,500	4,400
ทนแรงอัด ปอนด์/ตร.นิ้ว	8,000	7,000	6,000
ทนแรงกระทบ	1.5	10	15
ทนความร้อนโดยปกติ	275 F.	220 F.	216 F.
ความใส	โปร่งใส	โปร่งใส	ทึบ
ทนแสงแดด	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ทนกรดอ่อน	ได้	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ถูกทำลายอย่างช้า ๆ จาก Oxidizing Acids		
ทนด่าง	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย	ทนได้ถ้าต่ำกว่า 175 F.		ถูกทำลายโดย Hydrocarbons

6) **โพลีสไตรีน (Polystyrene)**

ตามความเป็นจริงแล้วโพลีสไตรีนได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1830 แต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมจนกระทั่งปี ค.ศ. 1938 พลาสติกชนิดนี้มีปริมาณการผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง

และด้วยความต้องการให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างจากชนิดเดิม จึงได้ผสมวัตถุชนิ ดอื่น ๆ เข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ Copolymer ขึ้นมาเช่น

ABS (Acrylonitrile- Butadiene- Styrene)

SAN (Sturene Acrylonitrile)

SMM (Styrene Methl Metacrylate)

AS (Acrylonitrile Styrene)

ฯลฯ

คุณสมบัติ โพลีสไตรีนมีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง (Rigid Plastics) มี ถพ. 0.89-1.1

- มีความหดตัวน้อยมาก โพลีสไตรีนมีความคงรูปดีแต่เปราะ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งใส ฝ้าและทึบ ผิวมีทั้งเรียบและขรุขระ ไม่มีรส และกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนความร้อนได้พอสมควร ทนสารเคมีใช้ในบ้านได้ ทนกรดและด่างชนิดอ่อนได้ไม่ทนน้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ อาซีโทน น้ำมันสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพลีสไตรีนชนินธรรมดา (General Purpose) จะแข็งแต่เปราะ ส่วนโพลีสไตรีน ชนิดพิเศษเช่น High Impact และ Co-Polymer. จะแข็งแรงกว่ามาก

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุของใช้อื่น ๆ เช่น แปรงสีฟัน ถังบรรจุเครื่องดื่ม ของเด็กเล่น ไม้บรรทัดราคาถูก แผงและตู้โทรทัศน์ วิทยุ ไฟท้ายรถ

ในรูปโฟม ซึ่งเรารู้จักในชื่อสไตโรโฟม (Styrofoam) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของ แผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง ฯลฯ

ตารางที่ 17

แสดงลักษณ์ทางกายภาพของ Polystyrene

ลักษณ์ทางกายภาพของ Polystyrene	
ความถ่วงจำเพาะ	1.04 - 1.10
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	25.2 - 28
ทนแรงดัง	1,500 - 12,000
ทนแรงอัด	4,000 - 16,000
ทนแแรงกระทบ	0.25 - 11.0
ทนความร้อน	150 - 180 F.
ความใส	ใส - ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย Oxidizing Acids
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbon

7) **เอบีเอส ABS-Acrylonitrile-Betadiene-Styrene**

เป็นสไตรีนชนิดที่ได้ปรับปรุงขึ้นใช้ในปี ค.ศ. 1948

คุณสมบัติ รับแรงกระทบได้ดีมาก ทนความร้อนได้ถึง 212 F. ทนกรดด่างได้ดีพอสมควร เป็นฉนวนไฟฟ้าดี มีคุณสมบัติพิเศษที่นำไปชุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าได้ดี เช่น ชุบโครเมี่ยมป้ายชื่อรุ่นรถยนต์ จึงนิยมนำไปทำปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำหมวกกันน็อก ผนังในตู้เย็น เครื่องรับโทรทัศน์ แผงเครื่องปรับอากาศ ปุ่มหมุนวิทยุโทรทัศน์ ถาดอาหาร ชิ้นส่นในรถยนต์ ชิ้นส่วนพัดลม อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

แสดงลักษณะทางกายภาพของ ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)

แสดงลักษณะทางกายภาพของ ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene)	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380 - 550 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003 - 0.008 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02 - 1.08
ทนแรงดึง	4,000 - 9,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000 - 12,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	2 - 8 ที่ 70 F., 0.8 - 3.5 ที่ 40 F.
ความแข็ง	R 75 - R 115
ทนความร้อนโดยปกติ	140 - 230 F.
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.2 - 0.45%
ทนกรด	ดี แต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด Oxidizing
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น Ketones, Esters, Chlorinated Hydrocarbons
ทนแสงแดด	ดี - ดีมาก

8) ไวนีล (Vinyl)

พลาสติกชนิดนี้รู้จักแนะนำมาใช้เมื่อประมาณร้อยปีมาแล้ว ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศเยอรมัน เมื่อปี ค.ศ. 1925 และใน ส.ร.อ. เมื่อปี ค.ศ. 1927 โดยในปี ค.ศ. 1933 ใน ส.ร.อ. ได้นิยมนำไปใช้เป็นวัตถุเคลือบผิวกระป๋องดีบุกอย่างกว้างขวาง

ไวนีลประกอบด้วยชนิดต่าง ๆ 7 ชนิด คือ

- Polyvinyl Acetal
- Polyvinyl Acetate
- Polyvinyl Alcohol
- Polyvinyl Carbazole
- Polyviryl Chloride (PVC)
- Polyviryl Chloride-Acetate
- Polyvirylidene Chloride

คุณสมบัติ ไวนีลทุกชนิดเหนียวทนทาน มีทั้งชนิดอ่อน แข็ง และโฟม ทนกรดต่าง ๆ ได้บ้างไม่ควรทิ้งไว้ใกล้ Chlorinated Solvents น้ำยาทาเล็บ Moth Repellents เป็นฉนวนไฟดีมากทั้งไฟฟ้าความถี่สูงและต่ำ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์

- Polyvinyl Acetal มีความใสดีมาก ยืดหยุ่นตัวได้ดี ทั้งยังมีความเกาะแน่นสูงจึงนำไปใช้ทำชั้นกลางของแว่นตา (Interlayer of safty glass) บุเป็นฝ้าเพดานซ่อนไฟ Polyvinyl Acetal ยังแบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

- Polyvinyl Farmal

- Polyvinyl Acetal

- Polyvinyl Butyral

- Polyvinyl Acetal ไม่ละลายในน้ำ ไขมัน ขี้ผึ้ง และ Aliphatic Hydrocarbons ใช้ทำเป็นกาวประสาน (Heat-Sealing Films) การตอดหลอดไฟ (Flashbulb Linings) สีทาบ้านและที่รู้จักกันดีในรูปกาวชื่อ Latex (White Glue)

- Polyvinyl Alcohol มีคุณสมบัติทนสารเคมี เหนียวทนทานและอ่อนตัวจึงใช้ทำท่อยาง ชิ้นส่วนในรถยนต์และอุปกรณ์ไฟฟ้า และละลายได้ในน้ำจึงนิยมทำเป็นวัตถุเคลือบผิว ใช้เคลือบกระดาษบรรจุสบู่ ผงซักฟอก และสีย้อมผ้าต่าง ๆ และที่สำคัญใช้เป็นน้ำยาถอดแบบ (Release Agent) ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส และผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ

- Polyvinyl Carbazole มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นชิ้นส่วนในอุปกรณ์ไฟฟ้า พลาสติกชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้มากนัก

- Polyvinyl Chloride (PVC) มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมี ทำความสะอาดง่าย ไม่เกาะติดสิ่งสกปรก จึงใช้ทำกระเบื้องยางปูพื้น ซึ่งมักจะผสมใยหิน (Asbestos) ด้วย

และคุณสมบัติเหนียว ทนทาน ใส และพิมพ์ง่ายจึงนิยมใช้ทำ ท่อน้ำ สายไฟฟ้า ถุงมือของเด็กเล่นชนิดเป่าลม ถ้วยและถาดบรรจุอาหาร ชนิดแผ่นบางใช้ทำถุงและพลาสติกบรรจุของพลาสติกใสห่อปกหนังสือ

ชนิดโฟมใช้ทำฟองน้ำชนิดดี ใช้กับเฟอร์นิเจอร์ชนิดต่าง ๆ

- Polyvinyl Chloride-Acetate ด้วยคุณสมบัติที่อ่อนตัว ฉีกขาดยาก พับงอได้ดีจึงนิยมใช้ทำผ้ายางชนิดต่าง ๆ เช่น เสื้อกันฝน ผ้ายางในห้องน้ำ สายไฟฟ้า ส้นรองเท้า แผ่นเสียง นอกจากนั้นยังใช้เคลือบบนผ้าเป็นผ้ายางชนิดต่าง ๆ และใช้เป็นวัตถุเคลือบผิววัตถุอื่น ๆ ได้อีกด้วย

- Polyvinylidene Chloride มีคุณสมบัติรับแรงดึงได้ดี ไม่สกปรกง่าย สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ดี จึงนิยมใช้ทำเป็นเส้นใยทอเป็นผ้าม่าน ผ้าคลุมเบาะเฟอร์นิเจอร์ นอกนั้นยังนิยมใช้ทำท่อยาง

9) **เซลลูโลซิค (Cellulosics)**

เป็นพลาสติคที่ทำมาจากเยื่อเซลลูโลส (Cellulose Fibers) ฝ้าย (Cotton) และพืชชนิดอื่น (Wood) พลาสติกชนิดนี้เป็นพวกแรก ซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่รู้จักกันดีในชื่อ เซลลูลอยด์ (Celluloid) หรือชื่อทางการว่า เซลลูโลสไนเตรท (Cellulose Nitrate)

เซลลูโลซิค แบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

- เซลลูโลสไนเตรท (Cellulose Nitrate หรือ C/N) คิดค้นพบในปี ค.ศ. 1968
- เซลลูโลสอาซีเตท (Cellulose Acetate หรือ C/N) ค้นพบในปี ค.ศ. 1927

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เซลลูโลสอาซีเตทบูไทเรท (Cellulose Acetate Butyrate หรือ CAB) ค้นพบในปี ค.ศ. 1938

- เอทธิลเซลลูโลส (Ethyl Cellulose หรือ E/C) ค้นพบในปี ค.ศ. 1935

- เซลลูโลสพรอบพิโอเนท (Cellulose Propionate หรือ CP) ค้นพบในปี ค.ศ. 1945

คุณสมบัติ เซลลูโลซิค เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงทนทานมากที่สุดชนิดหนึ่ง ทนความร้อนได้ดีพอสมควร ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอกยกเว้นชนิด Cellulose Acetate Butyrate และ Cellulose Propionate ซึ่งสามารถนำไปใช้ภายนอกได้

เซลลูโลซิคเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีสามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ มีทั้งชนิดใส ฝ้าและทึบ

- C/N ทนกรดต่าง ๆได้ดี โดยปกติพลาสติกชนิดนี้จะทำเป็นรูปแผ่น ฟิล์ม ท่อ และแท่งตัน รูปของเหลวใช้ทำเป็นน้ำยาเคลือบผิว ติดไฟง่ายจึงไม่เหมาะกับการหล่อประเภทอื่น

- C/A ทนสารเคมีได้ดี ไม่ควรวางใกล้แอลกอฮอล์ และพวกด่าง พลาสติกชนิดนี้ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ทนชื้น ทนความร้อนได้พอสมควร ทนอุณหภูมิใต้จุดเยือกแข็งได้

- CAB และ CP ทนสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกได้ดี ทนสารเคมีบางชนิดได้ดียกเว้นพวกแอลกอฮอล์ ด่าง ทินเนอร์ และอาซีโทน

- E/C เป็นพลาสติกที่แข็งแรงที่สุดในกลุ่มเซลลูโลซิค ไม่ทนต่อกรดอ่อน ด่าง และควรวางให้ห่างจากน้ำมันและสารละลายอื่น ๆ

การใช้ประโยชน์

- C/N สมัยแรกที่คิดค้นใหม่ ๆ ใช้ทำลูกบิลเลียด เหงือกฟันปลอม ฟิล์มภาพยนตร์ ในปัจจุบันไม่นิยมใช้แพร่หลายเหมือนชนิดอื่นที่นิยมใช้อยู่เช่น ส้นรองเท้า และน้ำยาเคลือบผ้า (Fabric Coating) ลูกปิงปอง ฯลฯ

- C/A ส่วนมากใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุ (Packaging Industry) ชนิดบางทำห่อบรรจุอาหารที่รู้จักกันดีชื่อกระดาษแก้ว หรือเซลโลเฟน (Cellophane) นอกจากนั้นยังนิยมใช้ทำเทปบันทึกเสียง ฟิล์มถ่ายรูป ปกหนังสือ กรอบแว่นตา ของเด็กเล่น หวี ส้นรองเท้า ฯลฯ

- CAB ใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุมากพอสมควร นอกจากนั้นยังใช้ทำพวงมาลัยรถยนต์ ตู้วิทยุ ท่อ ด้ามเครื่องมือ ฯลฯ

- E/C นิยมใช้ทำยางขอบโต๊ะ อุปกรณ์ไฟฟ้า กระบอกไฟฉาย ฯลฯ

- CP ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุเครื่องใช้ต่าง ๆ ในบ้าน ปากกา ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19

แสดงลักษระทางกายภาพของ เซลลูโลซิค

	Cellulose Acetate C/A	Cellulose Acetate Butyrate CAB	Ethyl Cellulose E/C	Cellulose Propionate C/P
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion	Injection, Extrusion, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	333-450 F.	325-450 F.	350-500 F.	325-500 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003-0.008 นิ้ว/ นิ้ว	0.003-0.009 นิ้ว/ นิ้ว	0.005-0.009 นิ้ว/ นิ้ว	0.003-0.008 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.22-1.34	1.15-1.22	1.09-1.15	1.17-1.24
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ ปอนด์	22.7-20.6	24.1-22.7	25.5-23.6	
ทนแรงดึง	2,500-9,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	3,000-7,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	3,000-8,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	2,500-8,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	4,000-36,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	2,000-22,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	10,000-35,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว	2,400-22,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	0.6-5.4	1.0-6.5	2.0-8.5 @ 70 F. 0.3-1.7 @ 40 F.	0.8-12.0
ความแข็ง	R 85-R 120	R 30-R 115	R 50-R 110	R 10-R 112
ทนความร้อนโดยปกติ	140-220 F.	140-220 F.	115-185 F.	115-220 F.
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	2-7%	0.9-2.2%	0.8-1.8%	1.2-2.8%
อัตราเผาไหม้	ช้าและดับเอง	ช้า	ช้า	ช้า
ทนกรด	ดี-แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	ดี-แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	พอใช้-แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น	ดี-แต่ไม่ทนกรดเข้มข้น
ทนด่าง	พอใช้-ดี	พอใช้	ดี	พอใช้
ทนแสงแดด	ดี	ดี,ดีมาก	ดี	ดี
ทนสารละลาย	ทนต่อ Aliphatic Hydrocarbons, แต่ละลายใน Aromatic Hydrocarbons, Ketones, Esters		เลว	ละลายใน Aromatic Hydrocarbons, Ketones, Esters

10) **โพลีคาร์บอเนท (Polycarbonate)**

ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1957 โพลีคาร์บอเนทนับว่าเป็นพลาสติกใสชนิดที่แข็งแรงที่สุด

คุณสมบัติ แข็งแรงทนทานดีมาก ทนความร้อนขณะใช้งานได้ถึง 240 F. หากนำไปใช้กับใยแก้วเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสจะทนทานมากยิ่งขึ้น เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนกรด ด่างได้ดี

การใช้ประโยชน์ ก็เห็นกันโดยทั่วไป คือ ขวดนมเด็กชนิดดี โคมไฟฟ้าสาธารณะ ช่องมองหน้าหมวกนักบินอวกาศ ด้ามเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ แว่นตากันแดด ฝาครอบไฟ และที่นิยมใช้มากขณะนี้คือ กล้องถ่ายรูปไหม่ ชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ

ตารางที่ 20

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polycarbonate

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polycarbonate	
ความถ่วงจำเพาะ	1.2
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ ปอนด์	2.3
ทนแรงดึง	9,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	18,000 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงกระทบ	15
ทนความร้อน	250 F.
ความใส	ใสที่สุด
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	กรดอ่อนทนได้ ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ด่างอ่อนเกิดปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ ด่างแก่เกิดปฏิกิริยาแรงขึ้น
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated Hydrocarbons และ Aromatics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21

สรุปคุณสมบัติของเทอร์โมพลาสติกชนิดที่นิยมใช้

	Acetals	Acrylics	Cellulosics	Fluoro-Carbons	Polyamides	Poly-Olefins	Styrenes	Vinyls
ความถ่วงจำเพาะ	1.4	1.17-1.20	1.15-1.40	2.1-2.2	1.09-1.14	0.91-0.97	0.98-1.1	1.2-1.55
ทนแรงดึง (x1,000 PSI.)	10	7.0-1.45	1.9-8.5	6.5-9.9	7.0-11.0	1.5-5.5	3.5-12.0	1.5-9.0
ทนแรงอัด (x1,000 PSI.)	18	12-18	13-36	1.7-80.0	7.2-13.0	2.5-10.0	4.8-16.0	1.0-13.0
ทนแรงกระทบ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี
ความใส	ฝ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ใส-ทึบ	ฝ้า-ทึบ	ฝ้า-ทึบ	ฝ้า-ทึบ	ใส-ทึบ	ใส-ทึบ
ความเป็นฉนวนไฟฟ้า	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดี
จุดทนความร้อน F.	338	150-210	115-250	250	300-360	105-230	165-225	100-165
อุณหภูมิที่ใช้งานสูงสุด F.	185-250	140-200	115-200	390-550	175-400	212-320	140-250	115-200
การใช้งานในอุณหภูมิต่ำ	ดี	ดี	ดี	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
อัตราการเผาไหม้	ช้า	ช้า	ช้าและดับเอง	ไม่	ช้าและดับเอง	ช้า	ช้า	ช้าและดับเอง
อัตราความดูดซึมน้ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ไม่	ไม่	ต่ำ	ไม่	ต่ำ
ปฏิกิริยากับกรดอ่อน	บางชนิดมี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย
ปฏิกิริยากับกรดแก่	มี	บางชนิดมี	แรงมาก	ไม่มี	มี	มีอย่างช้าๆ	บางชนิดมี	บางชนิดมี
ปฏิกิริยากับด่างอ่อน	บางชนิดมี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย
ปฏิกิริยากับด่างแก่	มี	บางชนิดมี	แรงมาก	ไม่มี	ไม่มี	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย
ปฏิกิริยากับสารละลาย	ไม่มี	บางชนิดละลายได้	ส่วนมากละลาย	ไม่มี	เล็กน้อย	บางชนิดละลายได้	บางชนิดละลายได้	เล็กน้อย
ปฏิกิริยากับแสงแดด	เล็กน้อย	ไม่มี	เล็กน้อย	ไม่มี	ซีดเล็กน้อย	ซีด	ซีด	เล็กน้อย

11) **ไอโอโนเมอร์ (Ionomer)**

เป็นพลาสติกชนิดใหม่ ซึ่งถูกคิดค้นนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1964

คุณสมบัติ เป็นพลาสติกที่มีทั้งความใสและความเหนียวทนทานได้ดีทั้งกรดและด่าง ดูดซึมความชื้นได้บ้างเล็กน้อย ไม่มีรสไม่มีกลิ่น ทำเป็นสีต่าง ๆ ได้ สามารถเชื่อมติดกันโดยใช้ความร้อน (Heat Sealing)

การใช้ประโยชน์ ใช้มากในอุตสาหกรรมการบรรจุ โดยเฉพาะการบรรจุแบบ Skin Packaging ตุ๊กตาเด็กเล่น เครื่องมือ ขวดบรรจุของเหลว สายไฟฟ้า ท่อแผ่น ฯลฯ

ตารางที่ 22

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Ionomer

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Ionomer	
กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	300 - 350 F.
ความหดตัวหลังการผลิต	0.0003 - 0.020 นิ้ว/ นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	0.93 - 0.97
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ ปอนด์	29.0 - 30.0
ทนแรงดึง	3,500 - 5,500 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	มีความยืดหยุ่นตัว
ทนแรงกระทบ	6 - 15
ความแข็ง	D 55 - D 65
ทนความร้อนโดยปกติ	160 - 212 F.
ความดูดซึมน้ำ	0.1 - 1.4%
อัตราการเผาไหม้	ช้ามาก
ทนกรด	ดีพอใช้
ทนด่าง	ดีมาก
ทนแสงแดด	พอใช้ แต่ไม่ดีนัก
ทนสารละลาย	ดีมาก

12) **โพลีไยไมด์ (Polyimide)**

เป็นพลาสติกชนิดไม่หลอมละลาย (Non-Melting) ชนิดใหม่ แม้ว่าจะอยู่ในประเภทเทอร์โมพลาสติก แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับเทอร์โมเซตติ้ง ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1962

คุณสมบัติ ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม สามารถทนได้ถึง 750 F. โดยไม่เสียคุณภาพและสามารถนำไปใช้ ได้ตลอดภายนอกอุณหภูมิถึง 500 F. เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนทาน ทนแรงสึกกร่อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม สามารถทนได้ถึง 750 F. โดยไม่เสียคุณภาพและสามารถนำไปใช้ ได้ตลอดภายนอกอุณหภูมิถึง 500 F. เป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทนทาน ทนแรงสึกกร่อนได้ดี

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำชิ้นส่วนที่รับน้ำหนักมีแรงเสียดทานมาก ๆ เช่น ใช้เป็นแบริ่ง แหนวรับน้ำหนัก (Retainer Ring) แหวนลูกสูบ ใช้ทำชิ้นส่วนในยานอวกาศ ท่อยาง น้ำยาเคลือบลวดไฟฟ้า (Wire Enamel) กาว ฟิล์มหุ้มผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และอุปกรณ์มิเตอร์วัดน้ำ ฯลฯ

13) **โพลีซัลโฟน (Polysulphone)**

เป็นพบาสติกที่ค้นพบใหม่เมื่อปี ค.ศ. 1965 ทนความร้อน และทนปฏิกิริยาออกซิเจน (Oxidation) ได้สูง

คุณสมบัติ เป็นเทอร์โมพลาสติกทนความร้อนได้สูงสุดชนิดหนึ่งจะคงสภาพทั้งด้านกายภาพ และไฟฟ้าได้ในการใช้งานภายใต้อุณหภูมิระหว่าง -150 F. ถึง 300 F.

มีทั้งชนิดใสและทึบ สามารถทำเป็นสีต่าง ๆ ได้โดยการย้อม โพลีซัลโฟนทนแรงดึง และแรงอัดได้สูง ทนกรดด่างและสารเคมีอื่น ๆ ได้ ทนความชื้น และเป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดีมาก

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำเป็นฝาครอบ (Housing) ของเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ชิ้นส่วนบางชนิดในรถยนต์ ("Under-The-Hood" Automotive Components) ชิ้นส่วนในเครื่องคอมพิวเตอร์ Circuit Breaker ท่อ แผ่น และน้ำยาเคลือบผิวลวดไฟฟ้า (Wire Coating) และนิยมใช้มากในอุตสาหกรรมการบรรจุ ฯลฯ

14) **เอททีลีนไวนีลอาซีเตท (Ethylene Vinyl Acetate) EVA**

ถูกพัฒนาและนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1964

คุณสมบัติ ด้วยมีความหยุ่นตัวสูงจึงนำมาใช้แทนยางธรรมชาติ ทนอุณหภูมิต่ำได้ปานกลาง รับแรงกระทบได้ดีมาก

การใช้ประโยชน์ ใช้ทำท่อยางส่งนม หลอดดูดของเหลว (Syringe Bulb) ผ้ายางใช้ในโรงพยาบาล ผ้ายางห้องน้ำ พลาสติกคลุมโรงเพาะชำ ถุงมือยาง ของเด็กเล่นยางประเภทเป่าลม กาว ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polysulphone

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Polysulphone	
ความถ่วงจำเพาะ	1.24
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ ปอนด์	22.3
ทนแรงดึง	10,000
ทนแรงอัด	14,000
ทนแรงกระทบ	1.3 ที่ 40 F.
ทนความร้อน	345 F.
ความใส	ใส
ทนต่อแสงแดด	ได้ดี
ทนกรด	ได้ดี
ทนด่าง	ได้ดี
ทนสารละลาย	ทนได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น Aromatics

ตารางที่ 24

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)

แสดงลักษณะทางกายภาพของ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)	
ความถ่วงจำเพาะ	0.92 - 0.95
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ ปอนด์	22 - 30.3
ทนแรงดึง	2500 ปอนด์/ ตร.นิ้ว
ทนแรงอัด	หยุ่นตัวกลับ
ทนแรงกระทบ	-
ทนความร้อน	140 - 210 F.
ความใส	ใส
ทนแสงแดด	เหลืองเล็กน้อย
ทนกรด	ทนกรดอ่อนได้บ้าง-ไม่ทนกรดแก่
ทนด่าง	ทนได้ดี
ทนสารละลาย	ละลายใน Chlorinated และ Aromatic เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 125 F.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

เป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีชื่อเหมือนกับเทอร์โมเซตติ้ง คือ Unsaturated Polyester Resin ที่ใช้ทำพลาสติกหล่อและไฟเบอร์กล๊าส ฯลฯ

โพลีเอสเตอร์เป็น Engineering Plastic ที่กำลังได้รับความนิยมมากชนิดหนึ่ง ในประเทศไทยเริ่มนำเอามาใช้เมื่อไม่นานมานี้ โดยนำมาทำเป็นขวดบรรจุน้ำมันพืชแทนการใช้ขวดที่ทำจาก พี.วี.ซี.

โพลีเอสเตอร์ทำจากการสังเคราะห์ทางเคมีระหว่าง Ethylene Glycol หรือ Buthlene Glycol กับ Terephthalic Acid ดังนั้นโพลีเอสเตอร์จึงแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

- PET = Polyethylene Terephthalate
- PBT = Polyethylene Butylene Terephthalate

คุณสมบัติ เหนียว แข็งแรงทนทานมาก ถพ. ประมาณ 1.37 ทนความร้อนได้พอสมควร

การใช้ประโยชน์ นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงในเครื่องจักร และเครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน ขวดบรรจุของเหลว เช่น ขวดบรรจุน้ำอัดลม ขวดบรรจุน้ำมันพืช เส้นใยทำเสื้อผ้า เชือก และพรม ซึ่งรู้จักกันดีมากอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังใช้ทำฟิล์มถ่ายรูป ฟิล์มภาพยนต์ ฟิล์มเคลือบรูปที่รู้จักกันในชื่อว่า ฟิล์มไมล่าร์ (Mylar) และเทปบันทึกเสียง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ชื่อย่อของพลาสติกชนิดต่าง ๆ

ABS	Acrylonitile-butadiene-Styrene-Copolymers	PUR	Polyurethane
AMMA	Acrylonitrol Methylmethacrylate- Copolymers	PVAC	Polyvinylacettate
CA	Cellulose Acetate	PVAL	Polyvinylalcohol
CAB	Cellulose Acetate Butyrate	PVB	Polyvinylbutyral
CAP	Cellulose Acetate Propiomnate	PVC	Polyvinylchloride
CF	Cresolformaldehyde	PVCA	Vinylchloride-Vinylacetate-Copolymers
CMC	Carboxymathylcellulose	PVF	Polyvinylfuoride
CN	Cellulose nitrate	PVFM	Polyvinylformal
CP	Cellulose propionate	SAN	Styrene-Acrylonitrile-Copolymers
CS	Casein	SB	Styrene-Acrylonitrile-Copolymers
EC	Ethylcellulose	SI	Silicones
EP	Epoxide	SMS	Styrene-&-Methylstyrene-Copolymers
MF	Melamineformaldehyde	UF	Urea Formaldehyde
PA	Polyamide (Nylon)	UP	Unsaturated Polyester The following
PC	Polycarbonate		abbreviations are generally used in literature
PCTFE	Polychlorotrifluoroethylene	PB	Polybutene
PDAP	Polydiallylphthalate	PI	Pelyimide
PF	Phenolformaldehyde	PMP	Polymethylpentene
PIB	Polyisobutylene	PPO	Polyphenylenoxide
PMMA	Polymethylmethacrylate (Acrylic)	MDI	Diphenylmethane-4-4-diisocyanate
POM	Polyoxymethylene	TDI	Toluylene-Diisocyna e
PP	Polypropylene		
PS	Polystyrene	A	Acetal
PTFE	Polytetrafluoroethylene	P	Polyester Film

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กรรมวิธีการผลิต

2.7.1 ประเภทหล่อพลาสติคเม็ดและผงโดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด MOLDING

2.7.1.1 แบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ เป็นแบบที่ง่าย และธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติคที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า ขั้นการผลิต มีดังนี้

1.) นำผงพลาสติคไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Preheating) ด้วยระบบ High Frequency หรือระบบอื่น ๆ ในปริมาณที่ต้องการ เพื่ออบให้ผลพลาสติคแห้งไล่ความชื้นออก และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด (ผงพลาสติค บางชนิดไม่ต้องผ่านการอบ) ที่อุณหภูมิประมาณ 90° - 115° ซ เวลาไม่ควรเกิน 60 วินาที

2.) เทก้อนผงพลาสติคที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 150° - 165° ซ หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติค

3.) กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ (หรือดันแม่แบบตัวเมียหรือตัวล่างขึ้น) แต่ไม่สุดด้วยแรงอัดประมาณ 120 กก./ซม.^{2} ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ผงพลาสติค หลอมละลายและไหลไปตามส่วนต่าง ๆ ของแม่แบบ

4.) กดแม่แบบลงสุดด้วยแรงอัดประมาณ 175-200 กก./ซม.^{2} นานประมาณ 60-80 วินาที หรือแล้วแต่ขนาดของชิ้นงานและชนิดของพลาสติค

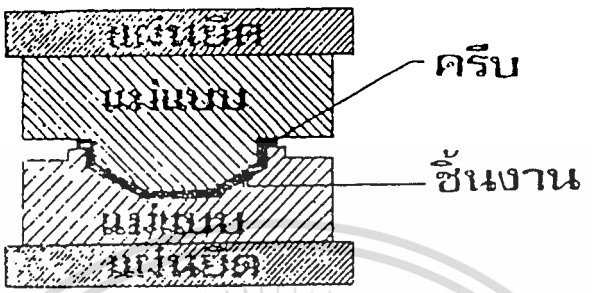
5.) เปิดแม่แบบออกแล้วนำชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบด้วยกระดาษทรายหรือตะไบ แล้วขัดมันด้วยล้อผ้าขัดมันกับดินขัด

หมายเหตุ : หากต้องการให้ชิ้นงานมีลวดลาย หลังขั้นตอนที่ 4 คือเมื่อเปิดแม่แบบออกให้วางแผ่นฟอยล์ที่พิมพ์ลวดลายวางทับลงไปบนชิ้นงาน หากต้องการผิวมันใสให้เทผลเคลือบ (Glaze) ปริมาณเล็กน้อยใส่ลงไปแทนแผ่นฟอยล์ กดแม่แบบตัวบนลงอีกครั้งด้วยแรงอัดประมาณ 120 กก./ซม.^{2} ความร้อนเท่าเดิมคือ 150° - 165 °ซ. นาน 45-50 วินาที จากนั้นจึงยกแม่แบบตัวบนขึ้น นำชิ้นงานไปขัดตกแต่งต่อไป

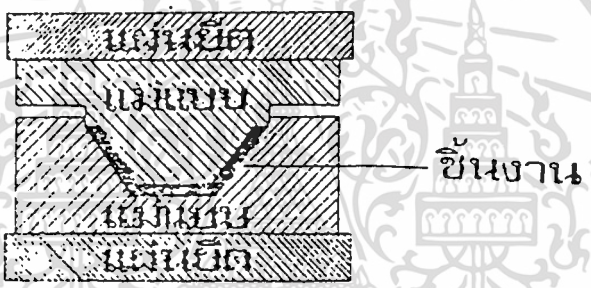
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 41

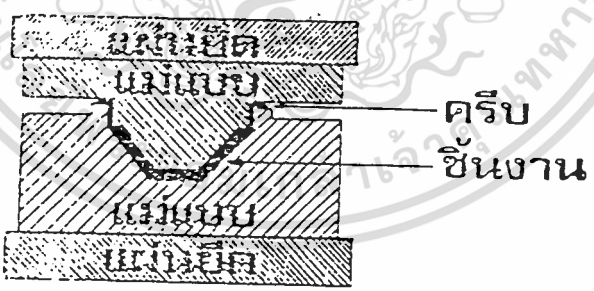
แบบอัดชนิด FLASH MOLD, FLASH POSITIVE MODE, SEMI-POSITIVE MODE



แบบอัดชนิด FLASH MOLD



แบบอัดชนิด FULLY POSITIVE MOLD



แบบอัดชนิด SEMI-POSITIVE MOLD

จากรูปข้างบน แบบอัดชนิด Flash Mold เป็นแบบที่มีความยุ่งยากน้อยที่สุด แบบอัดชนิดนี้ยอมให้พลาสติคไหลออกได้เมื่อกดแม่แบบตัวผู้ลงมา ไม่ต้องใช้แรงอัดมาก แต่ข้อเสียคือชิ้นงานที่หล่อเนื้อจะไม่แน่น ความแข็งแรงน้อยกว่าแบบอื่น มีครีบต้องขัดแต่งมาก ชิ้นงานที่หล่อควรบางและตื้น

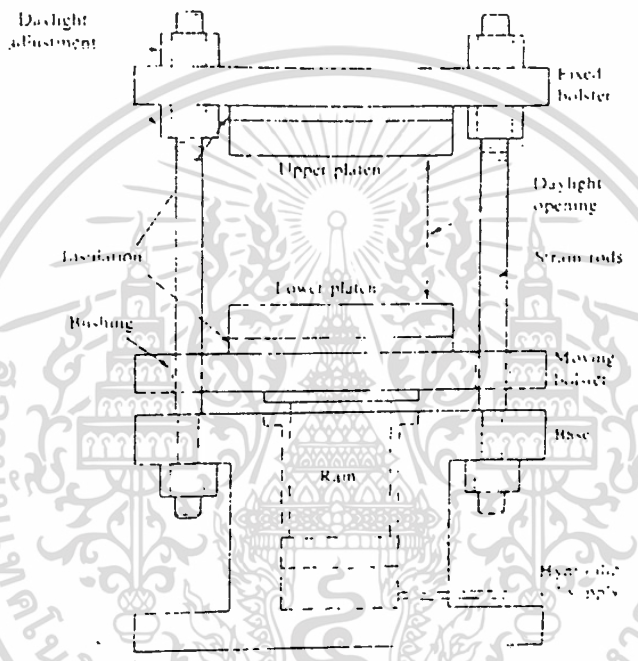
แบบอัดชนิด Fully Positive Mold เป็นแบบตรงข้ามกับแบบ Flash Mold คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเครื่องอัดและแม่แบบ

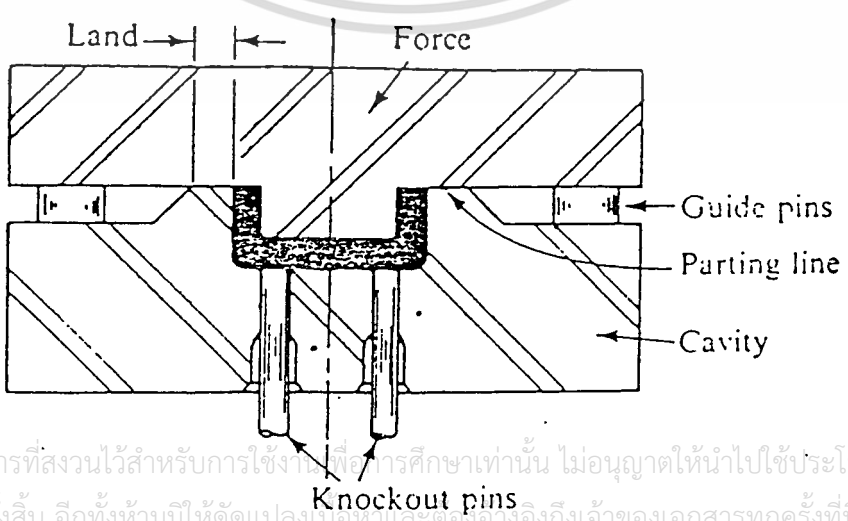
ภาพที่ 42

แสดงเครื่องอัดแบบดันขึ้น (Compression-Molding Press, Upstroke Type)



ภาพที่ 43

แสดงรายละเอียดชิ้นส่วนของแม่แบบอัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมให้พลาสติคที่หลอมละลายไหลออกน้อยที่สุด หรือไม่ให้ไหลออกเลย ชิ้นงานที่ได้จึงมีเนื้อแน่นและแข็งแรงมาก ข้อเสียคือ หากใส่ผงพลาสติคมากเกินไป แรงอัดจะทำให้แม่แบบแตกร้าวได้

แบบอัดชนิด Semi-Positive Mold เป็นแบบผสมระหว่าง Flash Mold และ Fully Positive Mold เหมาะสมกับงานทั่วไป ชิ้นงานที่ได้มีความแข็งแรงพอสมควร

ชนิดของพลาสติค พลาสติคที่ใช้ส่วนมากเป็นพลาสติคผงพวกเทอร์โมเซตติ้ง เช่น เมลามีน ฟีโนลิค ยูเรีย สำหรับพวกเทอร์พลาสติคไม่นิยมใช้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ เพราะปัญหาเรื่องความร้อน พวกเทอร์โมพลาสติคเมื่อเวลาอัดหลอมละลายแล้วต้องทำให้แม่แบบเย็นก่อนเปิด เพื่อป้องกันการเบี้ยวไม่คงรูป ซึ่งต้องเสียเวลามาก แต่พวกเทอร์โมเซตติ้งเมื่อหลอมละลายแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทำให้คงรูปไม่หลอมละลายอีกเมื่อเปิดแม่แบบนำเอาชิ้นงานออก นำผงพลาสติคใส่ไปใหม่จะใช้เวลาน้อยที่จะทำให้หลอมละลายอีก เพราะแม่แบบร้อนอยู่แล้ว

พวกเทอร์โมพลาสติคที่ใช้กับกรรมวิธีการผลิตแบบนี้มีไวนีล และสไตรีน ใช้ทำแผ่นเสียง ทั้งนี้เพราะต้องการความละเอียดแน่นอนของแผ่น

ชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ช้อน ชาม จาน อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้ามมือจับเตารีด หูหม้อ หูกะทะ แผ่นเสียง ฯลฯ

2.7.1.2 แบบอัดส่ง (Transfer Molding)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแผลงมาจากแบบอัด (Commpression Molding) แต่ยุ่งยากกว่าใช้หล่อชิ้นงานที่มีลักษณะยุ่งยาก ความหนาต่างกันหรือต้องมีวัสดุเสริมกำลังผสมอยู่ หรือมีชิ้นส่วนโลหะแทรกอยู่ เช่นหัวครอบจานจ่ายในรถยนต์หากใช้กรรมวิธีแบบอัดชิ้นโลหะที่สอดแทรกอยู่กับแม่แบบจะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติคที่กำลังจะหลอมละลาย อาจทำให้ชิ้นส่วนโลหะบิดงอได้ (Transfer Chamber) ก่อนแล้วจึงถูกอัดผ่านรู (Sprue) เข้าไปในแม่แบบตอนลาง ชิ้นส่วนโลหะที่สอดแทรกอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติคเหลวมากนัก วัสดุเสริมกำลังที่ผสมอยู่จะถูกเรียงตัวขนาน (Oriented) ไปกับแรงอัดทำให้เกิดความแข็งแรงแนวขนานเพิ่มขึ้น พลาสติคที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติ้งชนิดผง

ขั้นการผลิต มีดังนี้

1.) เทผงพลาสติคลงในห้องหลอมละลายในปริมาณที่ต้องการ ส่วนทำความร้อนรอบ ๆ ห้องจะทำให้ผงพลาสติคละลาย

2.) กดแม่แบบตัวบนลงพลาสติคเหลวจะไหลผ่านรูเข้าไปในแม่แบบตอนล่าง

3.) ปล่อยทิ้งไว้ในแม่แบบตอนล่างเพื่ออบให้สุก (Curing) ประมาณ 1-2 นาที

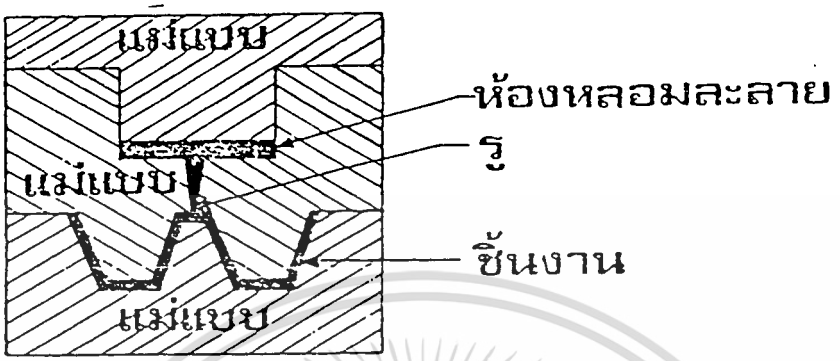
4.) เปิดแม่แบบ ถอดชิ้นงานออกไปขัดตกแต่ง

5.) กะเทาะเศษพลาสติคที่ติดอยู่ที่รูและตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะเทผงพลาสติคใหม่ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 44

แสดงแบบอัดส่ง (TRANSFER MOLDING)



ชนิดของพลาสติค พลาสติคที่ใช้เหมือนกับแบบอัด คือส่วนมากเป็นพวกเทอร์โมเซตติ้ง

ชนิดของผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีชิ้นส่วนโลหะติดอยู่ เช่นหัวครอบจานจ่ายรถยนต์ และชิ้นงานที่ต้องการเสริมกำลังให้ใช้วัสดุอื่น ๆ ผสมเข้าไป ฯลฯ

2.1.7.3 แบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติคโดยเฉพาะ (ใช้กับเทอร์โมเซตติ้งพลาสติคก็ได้ แต่มีการนำมาใช้น้อยมากลงทุนสูง) ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (Transfer Molding) แต่ยุ่งยากและลงทุนมากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่ามาก

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด แบ่งออกได้หลายชนิด คือ

1.) แบบฉีดชนิด Flow Molding เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่ว ๆ ไป เช่น ถังน้ำ ตะกร้า กล่อง ฯลฯ รายละเอียดจะได้กล่าวในตอนต่อไป

2.) แบบฉีดชนิด Injection Blow Molding เป็นชนิดที่ดัดแปลงแก้ไขจากกรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (Blow Molding) ซึ่งผลิตชิ้นงานรูปขวด คือ ชิ้นงานกลวง แต่มีปัญหาเรื่องความหนาของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน กรรมวิธีนี้จะผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของชิ้นงานทั่ว ๆ ไปจะมีความหนาใกล้เคียงกัน รายละเอียดจะกล่าวในตอนต่อไป

3.) แบบฉีดชนิด Reactive Injection Molding (RIM) กรรมวิธีชนิดนี้กำลังได้รับการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ เป็นกรรมวิธีที่ใช้ฉีดพลาสติคเหลวโมโนเมอร์ (Monomer) เข้าไปในแม่แบบแทนการฉีดพลาสติคเหลวที่ร้อนหลอมละลายเข้าในแม่แบบ กรรมวิธีชนิดนี้ยังไม่สามารถใช้ได้กับพลาสติคทั่ว ๆ ไป ที่ใช้ได้ผลแล้วคือ Polyurethane, Unsatured Polyester Resin และ Nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีชนิดนี้เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่นชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศและฝาครอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ฯลฯ

4.) แบบฉีดชนิด Injection Stamping เป็นกรรมวิธีการผลิตพิเศษที่ทำงานละเอียด แม่แบบ (Mold) สามารถปรับขนาดได้ป้องกันการหดตัวหรือบิดงอของชิ้นงาน มีใช้น้อยมาก ซึ่งส่วนมากใช้กับงานผลิตเลนซ์ (Optical Lenses)

ต่อไปจะได้อธิบายขั้นตอนและระบบการผลิตของกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิดต่าง ๆ

ขั้นการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Plunger Type มีดังนี้

1.) เทพลาสติคผงหรือเม็ดลงในช่องเท (Hopper)

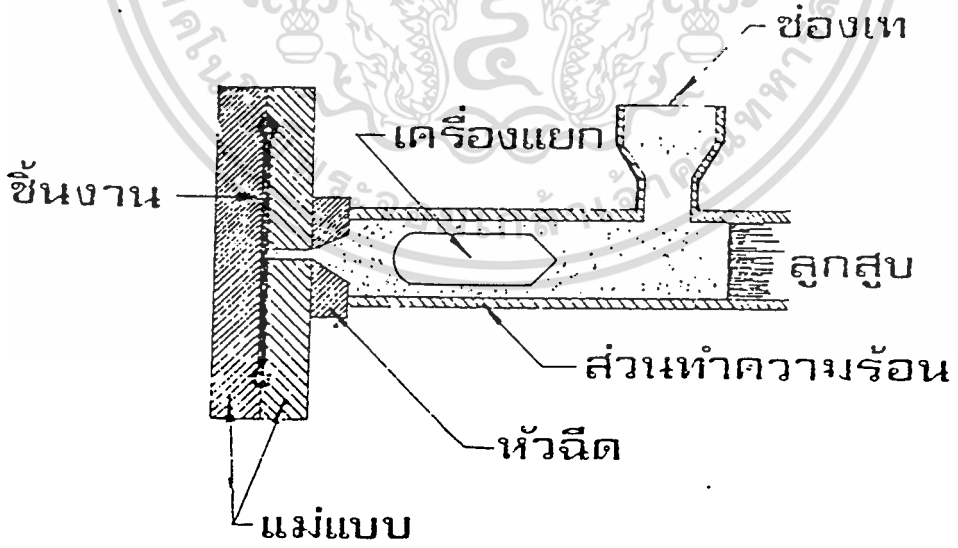
2.) ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติคให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (Heating Cylinder) ซึ่งมีอุณหภูมิ 300° - 650° ฟ โดยแยกผ่านเครื่องแยก (Torpedo หรือ Spreader) เพื่อให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอกันและเนื้อพลาสติคคลุกเคล้ากันดีขึ้น

3.) พลาสติคเหลวจะถูกอัดผ่านหัวฉีด (Nozzle) ไปยังแม่แบบปิดด้วยแรง 5,000-40,000 ปอนด์/ตร.นิ้ว ด้วยระบบลูกสูบ

4.) พลาสติคจะเย็นและแข็งตัวโดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในช่องเนื้อแม่แบบ

5.) เปิดแม่แบบแล้วนำชิ้นงานออกไปตัดตกแต่งต่อไป (ชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่จะถูกงางในโครงบังคับก่อนแล้วทิ้งไว้จนเย็นลงกันการบิดงอ)

ภาพที่ 45
แสดงแบบฉีด (INJECTION MOLDING)



ชนิดของพลาสติค ใช้พลาสติคพวกเทอร์โมพลาสติคเกือบทุกชนิด เช่น แอสเซทอล อะคริลิค ฟลูออโรคาร์บอน โพลียาไมด์ โพลีโอเลฟีน โพลีสไตรีน และไวนีล

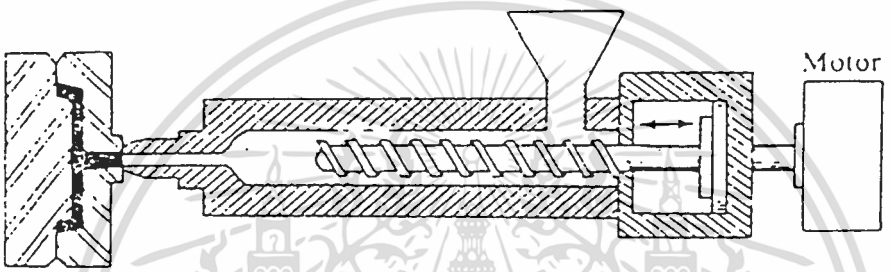
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ใช้ผลิตภัณฑ์ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกประเภท วิธีสังเกตุง่าย ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ให้ดูรอยกลมนูนที่ด้านล่าง หรือส่วนที่มองไม่เห็นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรอยที่พลาสติคเหลวถูกอัดเข้าในแม่แบบ

ขั้นการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

ภาพที่ 46

แสดงขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw



Reciprecating screw injection molding machine

ขั้นตอนการผลิตทั่ว ๆ ไป เหมือนกับระบบ Plunger Type ผิดกันแต่ระบบการอัดพลาสติคเหลวที่ร้อนหลอมละลายไปที่หัวฉีด (Nozzle) ของระบบ Plunger Type ใช้ระบบลูกสูบ แต่ระบบ Reciprocating Screw ใช้สกรูหรือเกลียวที่หมุนแทน ซึ่งระบบนี้สามารถผลิตชิ้นงานได้ใหญ่ขึ้น

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ยังมีอีกหลายระบบ แต่ที่นิยมคือ ระบบทั้งสองที่กล่าวมาแล้ว

ขั้นการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิดนี้นิยมใช้บ้างพอสมควรโดยเฉพาะใช้ผลิตชิ้นงานรูปขวดขนาดเล็กที่ต้องการความหนาของผนังเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (Blow Molding) ไม่ได้ รายละเอียดขั้นการผลิตมีดังนี้ (ดูภาพประกอบ)

1.) แม่แบบชุดแรก (Injection Mold) เข้าประกบกันแกนกลาง (Mandrel) แล้วเครื่องฉีด (Injection Unit) เคลื่อนเข้าประกบแม่แบบ ฉีดพลาสติคเหลวที่ร้อนหลอมละลายเข้าเต็มแม่แบบรูปร่างที่ออกแบบไว้

2.) เครื่องฉีดจะเคลื่อนที่ออกพร้อมทั้งแม่แบบชุดแรก แม่แบบชุดที่สอง (Blow Mold) ซึ่งมีรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเข้าประกบแทน พร้อมทั้งเบาลมออกจากรูแกนกลาง ทำให้พลาสติคเหลวที่ฉีดไว้ในขั้นตอนที่หนึ่งขยายตัวแนบกับผิวแม่แบบชุดที่สองแล้ว ทำให้เย็นลง

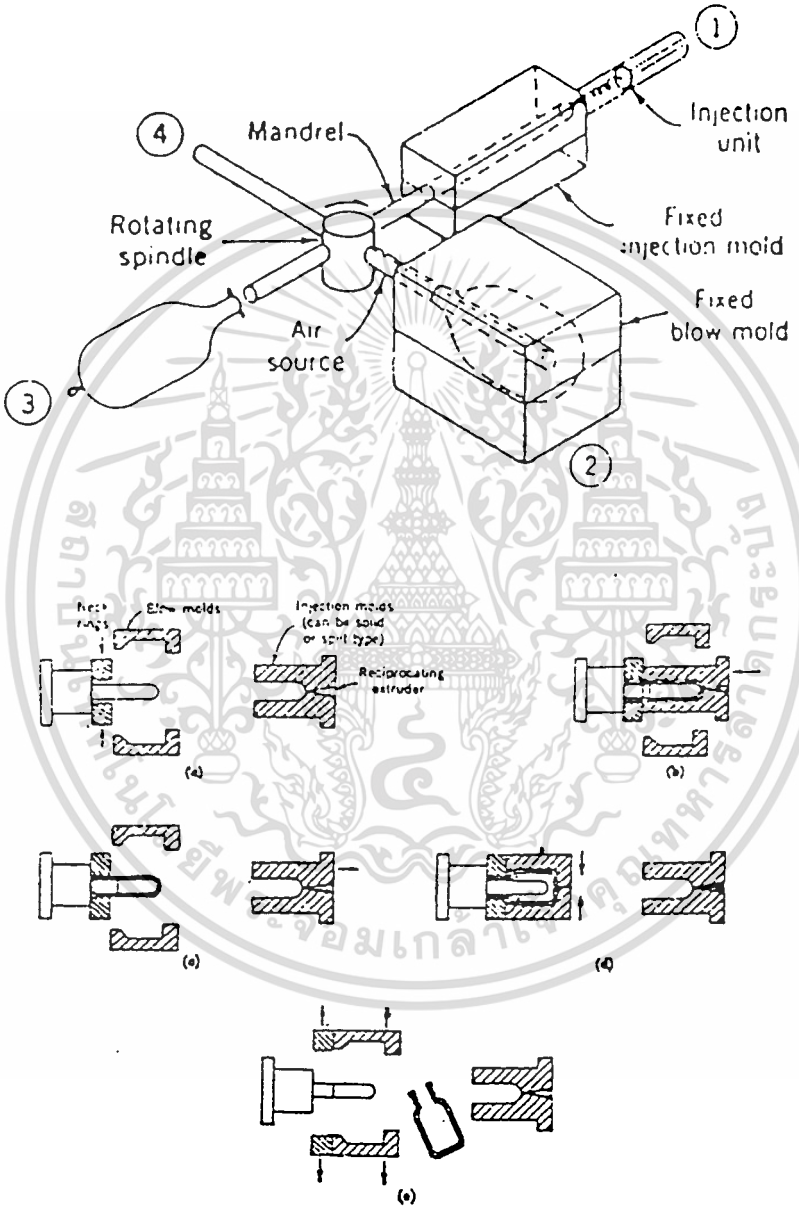
3.) แม่แบบชุดที่สองเปิดออกพร้อมทั้งปล่อยชิ้นงานล่วงลงมา

4.) แกนกลาง (Mandrel) ที่ว่างเปล่าพร้อมจะทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 47

แสดงกรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding



ข้อดีของการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

1.) ไม่มีครีบหรือส่วนเกินที่ต้องทำการตัดออกหรือตกแต่งต่อ

2.) ไม่มีเศษวัสดุเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออกจากเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ผนังหรือคอขวดของชิ้นงานจะมีความหนาเท่า ๆ กัน เพราะเราสามารถคำนวณความหนาเผื่อการยืดตัวของส่วนต่าง ๆ ไว้แล้ว

4.) ขนาดของเกลียวที่คอขวดมีขนาดความผิดพลาดน้อยมาก

5.) เนื้อชิ้นงานใสกว่าและผิวเป็นมันมากกว่า

ข้อเสีย

1.) ต้องมีแม่แบบหลายชุด โดยปกติจะมีสอง บางแบบจะมีสามชุด ซึ่งจะต้องลงทุนเพิ่มขึ้น

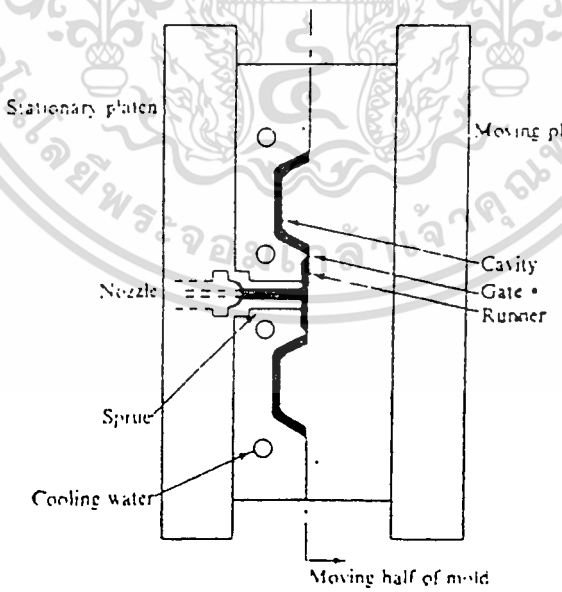
2.) ลงทุนค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง

3.) การเกิดแรงเครียด (Injection Strair) จึงทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ต้องใช้เวลาที่สอดคล้องกัน จึงอาจทำให้เสียเวลาในช่วงการผลิตมากขึ้น

ข้อมูลอื่น ๆ ที่ควรทราบในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)

ภาพที่ 48

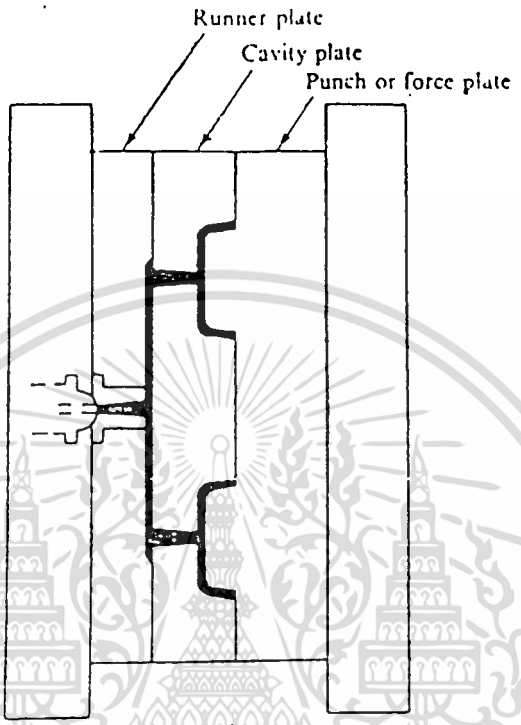
แสดงลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสองแผ่น (Standard Two-Plate Mold)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

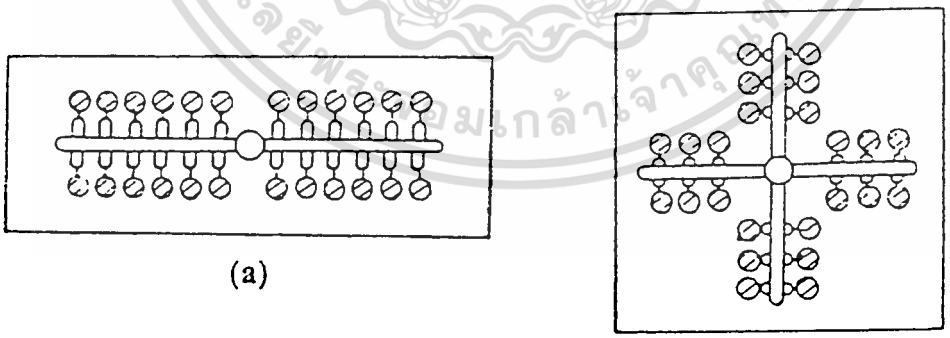
ภาพที่ 49

แสดงลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสามแผ่น (Standard Three-Plate Mold)



ภาพที่ 50

แสดงลักษณะการวาง Runners และ Gates ในแม่แบบ



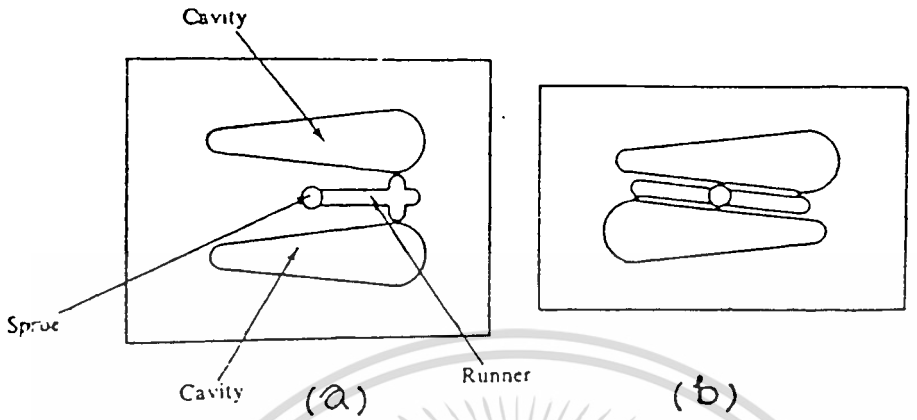
(a) (b)

ไม่ดี ดี

a. ไม่ดี เพราะ Runner ยาวเกินไปจะทำให้การไหลของพลาสติคไม่เต็มในช่องสุดท้าย

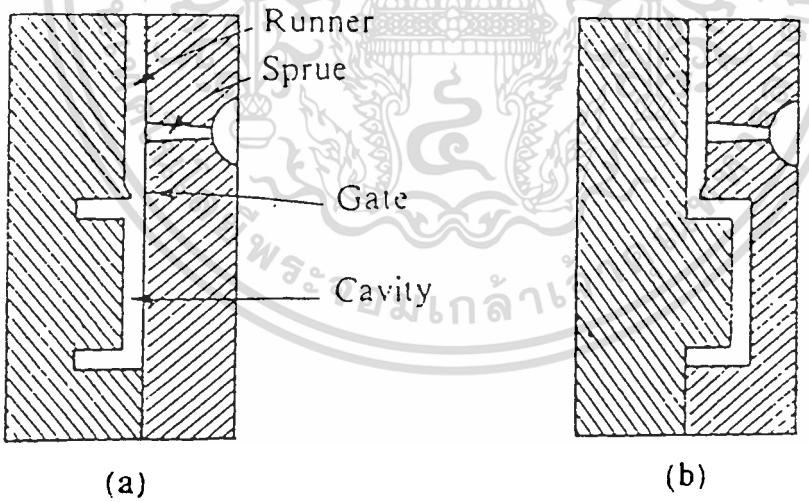
b. ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a. ไม่ดี เพราะทำให้ Clamping Force ไม่เท่ากัน

b. ดี



a. ไม่ดี ขาแยกตอนบนอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับแนวฉีดพลาสติคเข้า ทำให้เกิดเป็นมุมอับ (Jetting) พลาสติคอาจเข้าไม่เต็ม

b. ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ประเภทหล่อพลาสติคเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง หรือประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส REINFORCING

ตามความเป็นจริงแล้วกรรมวิธีประเภทนี้คนทั่วไปมักเข้าใจและเรียกเป็นประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส ทั้งยังไม่นับว่าเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติคเสียอีก ทั้งนี้เพราะกรรมวิธีประเภทนี้จะใช้แผ่นหรือเส้นใยแว Fiberglass เป็นวัสดุเสริมกำลังผสมกับพลาสติคเหลว เช่น โพลีเอสเตอร์ หรือ อีพอกซี่ทำเป็นผลิตภัณฑ์ แต่คนให้ความสำคัญกับวัสดุเสริมกำลังใยแก้วหรือไฟเบอร์กล๊าสมากกว่า จึงเรียกเป็นผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส และเพราะไฟเบอรกล๊าส (ใยแก้ว) มิใช่พลาสติค ดังนั้นคนจึงเข้าใจว่าผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าสมิใช่ผลิตภัณฑ์พลาสติค

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้มีหลักการใหญ่ คือ ผสมพลาสติคเหลวชนิดใดก็ได้กับวัสดุเสริมกำลัง เช่น แผ่นหรือเส้นของวัสดุพวกใยแก้ว ผ้า ป่าน และอื่น ๆ เพื่อต้องการให้ชิ้นงานมีความแข็งแรงเป็นพิเศษมากขึ้น

พลาสติคเหลวที่ใช้จะเป็นชนิดใดก็ได้ แต่ที่นิยมทำเป็นผลิตภัณฑ์ใช้พลาสติคพวกโพลีเอสเตอร์และอีพอกซี่ สำหรับวัสดุเสริมกำลังที่นิยมใช้คือใยแก้ว (Fiberglass หรือ Glassfiber) ดังนั้น กรรมวิธีประเภทนี้จึงมักเรียกชื่อว่าประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส

กรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส แบ่งออกได้หลายแบบ เช่น

2.7.2.1 แบบใช้มือทา (Hand-Lay-Up)

กรรมวิธีการผลิต

1. เตรียมแม่แบบที่จะใช้ทำชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นแม่แบบไม้ ปูนปลาสเตอร์ โลหะหรือพลาสติคก็ได้ ผิวของแม่แบบจะต้องขัดเรียบ เพื่อจะได้ชิ้นงานที่เรียบและช่วยให้ถอดแบบได้ง่าย

2. ทาน้ำยาถอดแบบ (release Agent) ซึ่งส่วนมากจะใช้พวกขี้ผึ้งถอดแบบ (Mold Release Wax) หรือ พี.วี.เอ. (P.V.A.)

3. ทาหรือพ่นเจลโค๊ต (Gel coat) โดยใช้แปรง หรือเครื่องพ่นเป็นชั้นรองพื้นหรือชั้นผิวหน้า หนาพอสมควรทิ้งไว้ให้แข็งตัว

4. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่น เช่น แผ่นใยแก้ว วางทับลงไป

5. ใช้ลูกกลิ้งหรือแปรง กลิ้งหรือทาพลาสติคเหลว (Unsaturated Polyester Resin) ให้ซึมเข้ากับแผ่นใยแก้วให้ทั่ว และไล่ฟองอากาศออกให้หมด วางแผ่นใยแก้วทับลงไปอีกชั้นหนึ่งเพื่อเพิ่มความหนาก็ได้ แล้วทาพลาสติคเหลวทับลงไป

6. ปล่อยให้พลาสติคเหลวแข็งตัวโดยอุณหภูมิปกติ หรือจะนำไปอบให้แข็งตัวเร็วขึ้นในห้องอบก็ได้ ขณะที่พลาสติคกำลังหมาดอยู่ ควรรีบตกแต่งขอบนอกโดยใช้มีดคม ๆ เฉือนออกจะสะดวกมาก หากปล่อยให้พลาสติคแห้งแข็งตัวจะทำงานลำบาก

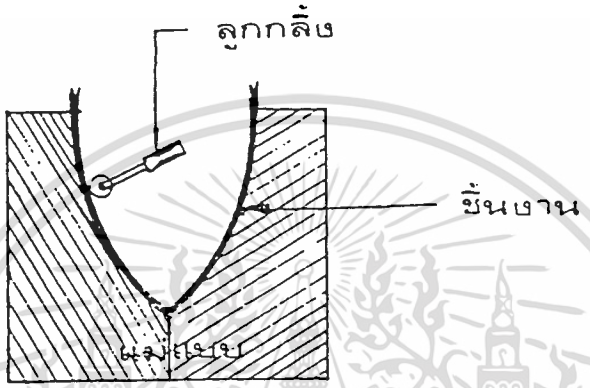
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ โดยใช้ลิ่มไม้ตอก หรือใช้ลมหรือใช้น้ำอัดออก แล้วนำชิ้นส่วนอื่น ๆ เข้าประกอบหรือตกแต่งผิวชิ้นงานให้สวยงามมากขึ้นอีกก็ได้

ชิ้นงานจะมีผิวเรียบด้านเดียว คือ ด้านที่ติดกับแม่แบบ

ภาพที่ 51

แสดงแบบใช้มือทา (HAND LAY-UP)



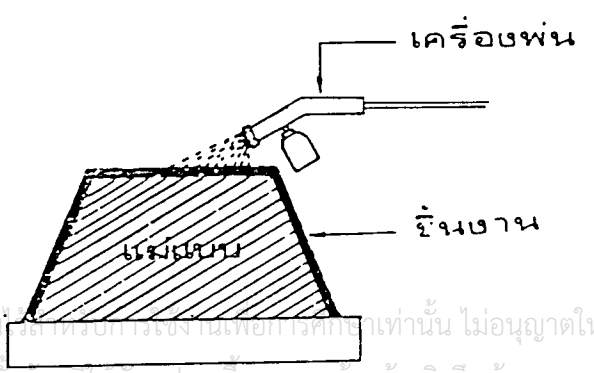
2.7.2.2 แบบใช้เครื่องพ่น (Spray-Up)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีเหมือนกับแบบใช้มือทา ผิดกันตรงที่กรรมวิธีแบบนี้วัสดุเสริมกำลังจะไม่ใช้แผ่น แต่ใช้ในรูปเส้นใยเส้นยาว (Roving) แล้วตัดให้เป็นท่อนสั้น ๆ พ่นออกมาพร้อมกับพลาสติคเหลวลงไปบนผิวหน้าของแม่แบบเลย และใช้ลูกกลิ้งบดทับช่วยอีก แรงอัดจากเครื่องพ่นจะทำให้เส้นใยกับพลาสติคเหลวเกาะผิวหน้าอย่างสนิท กรรมวิธีแบบนี้ใช้กับการผลิตที่มีจำนวนมาก ชิ้นงานมีผิวเรียบด้านเดียวคือด้านที่ติดกับแม่แบบ

ภาพที่ 52

แสดงแบบใช้เครื่องพ่น (SPRAY-UP)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.3 แบบใช้แม่แบบอัด (Matched Molding)

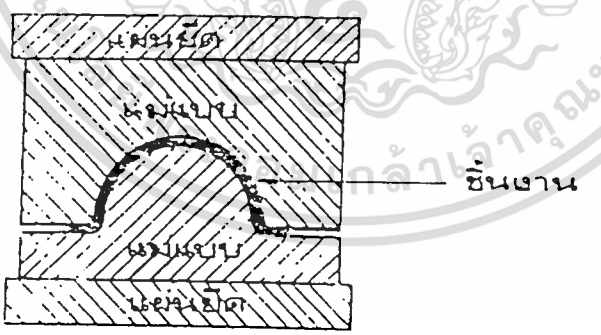
กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีที่ใช้แรงอัดกับความร้อน ใช้กับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ ชิ้นงานมีผิวเรียบสองด้าน เช่น ช่วงล่างของตัวถังรถยนต์ เก้าอี้ใช้งานสาธารณะ สนามกีฬา และใช้ผลิตชิ้นงานในปริมาณที่มาก

ขั้นการผลิต มีดังนี้

1. ทาหรือพ่นแม่แบบซึ่งปกติเป็นโลหะและเป็นแม่แบบคู่ คือมีทั้งตัวผู้ตัวเมียด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. นำวัสดุเสริมกำลังในรูปแผ่นหรือเส้นใยสั้นวางหรือพ่นในแม่แบบตัวล่าง
3. เทพลาสติคเหลวให้ทั่ว ๆ บนวัสดุเสริมกำลัง (เพื่อลดเวลาในแม่แบบเขานิยมทาพลาสติคเหลวไปบนวัสดุเสริมกำลัง (ใยแก้ว) ให้ทั่วเสียก่อนโดยทำภายนอกรอจนพลาสติคเหลวเริ่มแข็งตัวพอควรจึงยกไปวางลงบนแม่แบบ)
4. กดแม่แบบตัวบนลงมาพร้อมทั้งให้ความร้อนในแม่แบบ ทิ้งไว้ตามเวลาที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ออก

ภาพที่ 53
แสดงแบบใช้แม่แบบอัด (MATCHED MOLDING)



2.7.2.4 แบบอัดเหลว (Premix Molding)

กรรมวิธีการผลิต

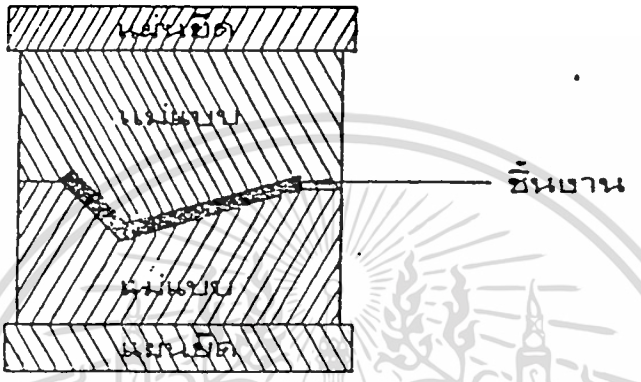
1. ทาหรือพ่นแม่แบบโลหะตัวผู้และตัวเมียด้วยน้ำยาถอดแบบ
2. ผสมวัสดุเสริมกำลังประเภทเส้นใยสั้น (chopped) กับพลาสติคเหลวจนมีลักษณะเป็นก้อนนิ่มเรียก Premix หรือ Gunk
3. นำวัสดุเสริมกำลังที่ผสมกับพลาสติคเหลวที่ได้ในปริมาณที่พอดี ใส่ลงในแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดแม่แบบลงพร้อมทั้งให้ความร้อน ทิ้งไว้นานตามที่กำหนด
5. ถอดชิ้นงานที่ได้ออก

ภาพที่ 44

แสดงแบบอัดเหลว (PREMIX MOLDING)



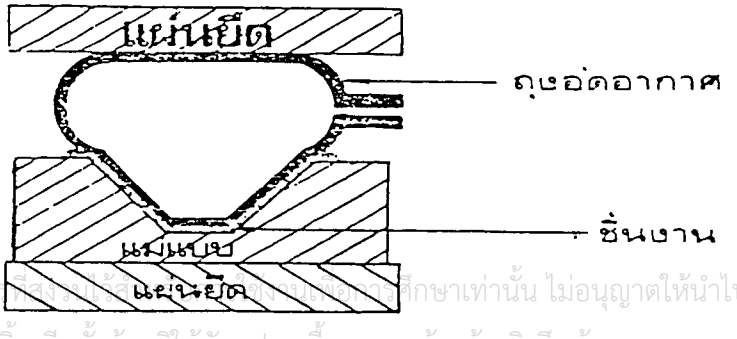
2.7.2.5 แบบถุงอัดอากาศ (Pressure Bag Molding)

กรรมวิธีการผลิต

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบที่แม่แบบ ซึ่งโดยปกติจะเป็นแม่แบบตัวเมีย
2. วางวัสดุเสริมกำลัง ซึ่งผสมกับพลาสติคเหลวลงบนแม่แบบ ตามกรรมวิธีแบบใช้มือทา หรือแบบใช้เครื่องพ่น
3. วางถุงอัดอากาศบนวัสดุเสริมกำลังผสมพลาสติคเหลว
4. อัดอากาศเข้าในถุง ด้วยแรงอัดประมาณ 20-50 ปอนด์/ตร.นิ้ว ถุงอัดอากาศจะอัดให้วัสดุเสริมกำลังซึ่งผสมกับพลาสติคแนบกับแม่แบบ ทิ้งไว้จนกระทั่งชิ้นงานแข็งตัว
5. ปล่อยอากาศจากถุง และถอดชิ้นงานออก

ภาพที่ 55

แสดงแบบถุงอัดอากาศ (PRESSURE - BAG MOLDING)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

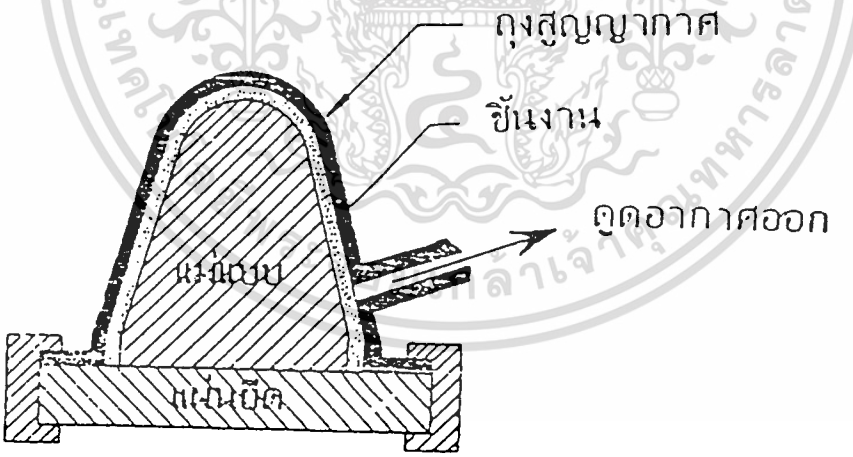
2.7.2.6 แบบถุงสูญญากาศ (Vacuum-Bag Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบนี้มีลักษณะตรงกันข้ามกับแบบใช้ถุงอัดอากาศ คือแทนที่จะอัดอากาศเข้าไปกลับดูดอากาศออกให้เป็นสูญญากาศ และแม่แบบแทนที่จะเป็นตัวเมียกลับเป็นแม่แบบตัวผู้ มีกรรมวิธีตามลำดับขั้นดังนี้

1. ทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบลงบนแม่แบบตัวผู้
2. ทาพลาสติคเหลวและวัสดุเสริมกำลังบนแม่แบบ เหมือนกับกรรมวิธีแบบใช้มือทาหรือใช้เครื่องพ่น
3. วางถุงสูญญากาศยางชนิดหนาลงทับ
4. ดูดอากาศออกทำให้เกิดสูญญากาศภายใน ถุงยางจะอัดวัสดุเสริมกำลังแนบกับแม่แบบ ทิ้งไว้จนชิ้นงานแข็งตัว
5. ถอดชิ้นงานออก

ภาพที่ 56
แสดงแบบถุงสูญญากาศ (VACUUM - BAG MOLDING)



ชนิดของพลาสติค กรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อพลาสติคเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง (reinforcing) สามารถใช้ได้กับพลาสติคเหลวทุกชนิ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ โพลีเอสเตอร์ ส่วนพวกอีพอกซี่ใช้มากรองลงมา ใช้กับของที่ต้องการคุณภาพที่ดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีแบบใช้มือทา - ใช้ชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อย ชิ้นงานใหญ่ หรือ พวกงานทดลองออกแบบ เช่น เรือ เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ ลงทุนต่ำ นิยมใช้มากที่สุด

กรรมวิธีแบบใช้เครื่องพ่น - ใช้ทำชิ้นงานที่ต้องการความรวดเร็วกว่าแบบใช้มือทา กรรมวิธีแบบนี้เส้นใยซึ่งเป็นเส้นยาว (Roving) แล้วถูกตัดภายในเครื่องพ่นเป็นเส้นสั้น ๆ (Chopped strands)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผสมกับพลาสติคเหลวที่หัวพ่น ให้ความแข็งแรงและทำงานได้รวดเร็วกว่า กรรมวิธีแบบนี้นิยมใช้ในประเทศอุตสาหกรรม ทำภาชนะบรรจุ เช่น ถังบรรจุของเหลว เรือ อ่างอาบน้ำ และผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส ประเภทต่าง ๆ

กรรมวิธีแบบใช้แม่แบบอัด - ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนมาก คุณภาพดี ผิวเรียบทั้งสองด้าน เช่น เก้าอี้นั่งในสนามกีฬาหรือโบว์ลิง หมวกสนามสำหรับช่างก่อสร้าง ตัวถังรถยนต์บางชนิด ฯลฯ ลงทุนสูง

กรรมวิธีแบบอัดเหลว - ใช้เหมือนกับแบบแม่แบบอัด แต่ชิ้นงานต้องการความแข็งแรงน้อยกว่า เพราะวัสดุเสริมกำลังที่ใช้เป็นแบบเส้นใยสั้น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิต เช่น ถาด กล่อง ฯลฯ

กรรมวิธีแบบถุงอัดอากาศ และแบบถุงสูญญากาศ - ใช้ทำชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และผลิตเป็นจำนวนมาก มีผิวหน้าเรียบด้านเดียว ความหนาไม่เสมอกันตลอด เช่น เรือ ฯลฯ และถุงอัดอากาศจะให้ผิวเรียบมากกว่าแบบถุงสูญญากาศ (ผู้เขียนไม่แนะนำให้ใช้)

หมายเหตุ : กรรมวิธีประเภทหล่อพลาสติคเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง หรือประเภทหล่อผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กล๊าส ยังมีอีกหลายวิธี รายละเอียดขอได้โปรดศึกษาหารายละเอียดได้ในหนังสือเรื่อง ไฟเบอร์กล๊าส ซึ่งได้พิมพ์ออกจำหน่ายพร้อมกันแล้ว

2.7.3 โพลียูเรเทนโฟม (POLYURETHANE FOAM)

เป็นพลาสติคชนิดคงรูป (THERMOSETTING) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โพลียูเรเทนโฟมชนิดแข็ง (RIGID POLYURETHANE FOAM) ใช้ฉีดในผนังตู้เย็นเป็นฉนวนความร้อน ฉีดในช่องว่างเรือเพื่อเสริมความแข็งแรงและช่วยให้ลอยน้ำ ปัจจุบันกำลังดัดแปลงนำมาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักเทียม และกำลังได้รับความนิยม นอกจากนั้นยังมีประโยชน์ในงานด้านพลาสติคหล่อและไฟเบอร์กล๊าสอีกด้วย

2. โพลียูเรเทนโฟมชนิดนิ่ม (FLEXIBLE POLYURETHANE FOAM) ใช้ทำฟองน้ำ เบาะรถยนต์ ฯลฯ

2.7.3.1 ส่วนประกอบของโพลียูเรเทนโฟม

โพลียูเรเทนประกอบด้วยวัตถุดิบ 2 ชนิดผสมกัน คือ

ก. โฟมขาว (PLOYOL)

ข. โฟมดำ (ISOCYANATE)

อัตราส่วนของวัตถุดิบ 2 ชนิดผสมกันประมาณ 50 : 50 อัตราการฟูขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีตัวทำให้ฟู (BLOWING AGENT) โพลียูเรเทนโฟมที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะผสมตัวทำให้ฟูเสร็จเรียบร้อยแล้ว อัตราการฟูประมาณ 25 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.2 รายละเอียดสารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ผสม

ก. โฟมขาว (POLYOL)

\+ ตัวทำปฏิกิริยา (ACTIVATOR) 02.-2.5%
ใช้ตัว AMINE

\+ ตัวทำให้ฟู (BLOWING AGENT) ไม่เกิน 50%
ใช้ FREON 1

\+ สี (PIGMENT) ไม่เกิน 8-10% นิยมใช้ผสมเฉพาะโฟมชนิดนิ่มเท่านั้น

ข. โฟมดำ (ISOCYANATE) เมื่อเติมสารเคมีอื่น ๆ เติมลงในโฟมขาวเรียบร้อยแล้ว จึงเทโฟมดำผสมลงไปแล้วกวนให้เข้ากันอย่างรวดเร็ว แล้วเทใส่แม่แบบ

แม่แบบ นิยมใช้ไฟเบอร์กล๊าสและยางซิลิโคน ชิ้นงานใหญ่ใช้ไฟเบอร์กล๊าส ชิ้นงานเป็นลวดลายนูนและลึกใช้ซิลิโคน

น้ำยาถอดแบบ ใช้พวกแว๊กน้ำชนิดพิเศษชื่อเฉพาะแตกต่างกันไปแล้วแต่ผู้ผลิต บางโรงงานใช้ขี้ผึ้งขัดพื้น (WAX) ยี่ห้อ Ronuk ชนิดสีแดง ใช้กับแม่แบบไฟเบอร์กล๊าสได้ผลดี

น้ำยาล้างทำความสะอาด ใช้เมททีลีนคลอไรด์ (METHYLENE CHLORIDE)

2.7.4 ประเภทหล่อโฟม (foaming)

ก่อนที่จะอธิบายถึงกรรมวิธีการผลิตประเภทหล่อโฟม เราควรจะรู้ความหมาย ชนิดของพลาสติค และวิธีการผลิตวัตถุดิบเสียก่อน เพื่อจะได้เข้าใจเรื่องได้อย่างชัดเจนโดยตลอด

โฟม คือ วัตถุที่มีน้ำหนักเบา ภายในเนื้อมีรูฟองอากาศเต็มไปหมด ลักษณะทั่วไปคล้ายกับฟองน้ำธรรมชาติ

พลาสติคที่ใช้ทำโฟมมีทั้งเทอร์โมเซตติ้งและเทอร์โมพลาสติค เช่น โพลีสไตรีน โพลียูเรเทน ไวนิล อีพอกซี่ โพลีเอททีลีน ซิลิโคน เซลลูโลซิค เป็นต้น แต่ที่นิยมกันมากคือ โพลีสไตรีน และโพลียูเรเทน

การผลิตวัตถุดิบพลาสติคโฟมทำได้ 2 วิธี คือ

1.) ทางกายภาพ คือใช้แก๊สอัด หรือผสมสารเคมีทำให้เกิดแก๊ส (Volatile Liquid) เข้าไปในเนื้อวัตถุดิบพลาสติคขณะทำการผลิต เมื่อนำวัตถุดิบนี้ไปผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้ความร้อน แก๊สซึ่งอยู่ภายในจะขยายตัวทำให้เนื้อพลาสติคฟูขึ้นเป็นโฟม เช่น โพลีสไตรีนโฟม (Expandable Polystyrene)

2.) ทางเคมี คือใช้ปฏิกิริยาของสารเคมีสองชนิดทำให้เกิดโฟม วัตถุดิบที่ใช้มักประกอบด้วยของเหลวสองชนิดหรือมากกว่า ชนิดหนึ่งเป็นพลาสติคเหลว (Resin) อีกชนิดหนึ่งเป็นส่วนผสมของวัสดุตกผลึกหรือทำตัวให้แข็ง (Catalyst) และสารเมื่อที่ทำปฏิกิริยากับพลาสติคเหลวให้เกิดแก๊สขึ้น (Foaming Agent หรือ Blowing Agent) เมื่อของเหลวทั้งสองชนิดแยกกันอยู่จะไม่เกิดปฏิกิริยาใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น พลาสติคพวกโพลียูเรเทนโฟม (Polyurethane Foam)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีประเภทหล่อโฟม แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

ก. แบบหล่อพลาสติคเม็ด (Molding Expandable Polystyrene)

ข. แบบหล่อพลาสติคเหลว (Casting Rigid & Flexible Polyurethane Foam)

มีรายละเอียดดังต่อไปนี

ก. แบบหล่อพลาสติคเม็ด (Molding Expandable Polystyrene)

กรรมวิธีการผลิต

1. อบเม็ดพลาสติก (Styrene Beads) ให้ร้อนขยายตัวระยะแรก (Pre-Expanded) ด้วยไอน้ำ (Steam) หรือต้มในน้ำเดือด จะทำให้เม็ดพลาสติคฟูขยายตัวขึ้น มีความหนาแน่นประมาณ 1-10 ปอนด์/ลบ.ฟุต ทั้งนี้เพื่อช่วยลดเวลาการผลิตในขั้นต่อไป เก็บเม็ดพลาสติคที่ฟูระยะแรกแล้วในถังเก็บ (ไซโล) ประมาณ 24 ชม. จึงจะนำไปบรรจุในแม่แบบได้

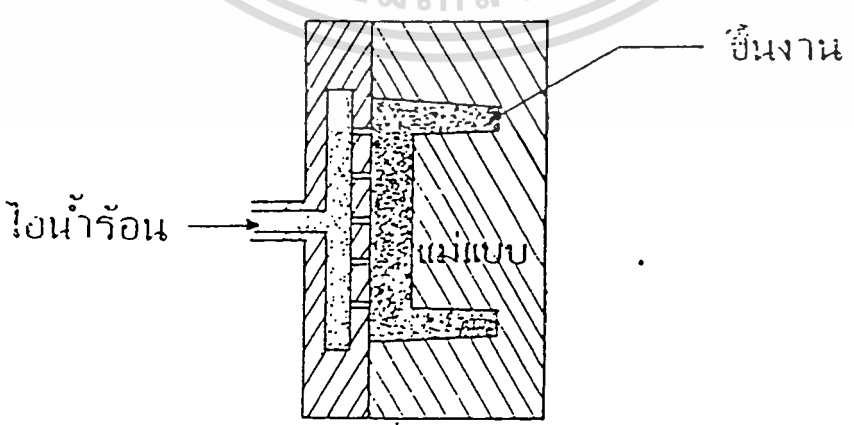
2. บรรจุเม็ดพลาสติคที่อบแล้วเข้าในแม่แบบเปิด โดยใช้ระบบอากาศอัด หรือจะใช้มือเทก็ได้ จากนั้นจึงนำแม่แบบเข้าห้องอบไอน้ำ (Autoclave) ไอน้ำจะอัดเข้าไปตามรูรอบ ๆ แม่แบบด้วยความร้อนประมาณ 275° ฟ เม็ดพลาสติคจะขยายตัวอัดแน่นในแม่แบบ พร้อมทั้งหลอมละลายติดกันที่ผิว ความหนาแน่นของชิ้นงานขึ้นอยู่กับปริมาณของเม็ดพลาสติคที่ใส่ในแม่แบบ ใส่มากจะมีความหนาแน่นมาก

3. นำแม่แบบออกจากห้องอบแล้วทำให้แม่แบบเย็นโดยทันที โดยผ่านน้ำเข้าไปในช่องเนื้อแม่แบบ หรือนำแม่แบบจุ่มลงในน้ำ

4. ถอดชิ้นงานออกโดยการอัดอากาศหรือน้ำเข้าไปในแม่แบบตามช่องอัดไอน้ำ

ภาพที่ 57

แสดงแบบหล่อพลาสติคเม็ด (MOLDING EXPANDABLE POLYSTYRENE)



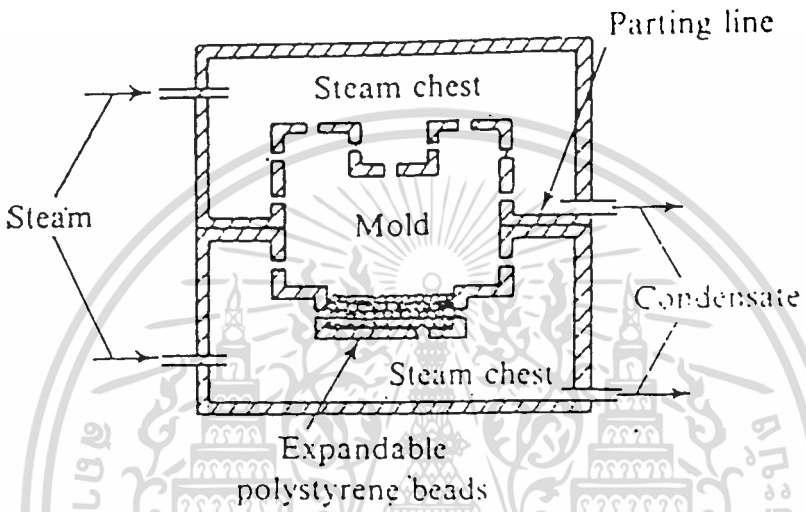
ชนิดของพลาสติค มีชนิดเดียวที่นิยมใช้มากคือ โพลีสไตรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของผลิตภัณฑ์คือโพลีสไตรีนโฟมหรือโฟมแผ่นสีขาว ซึ่งนิยมใช้ตัดทำตัวหนังสือในงานพีธีต่าง ๆ โฟมบรรจุผลิตภัณฑ์ แผ่นชนวนกันความร้อนหุ้มท่อ ชั้นในหมวกกันน็อค ชั้นในกระติกน้ำแข็ง ฯลฯ

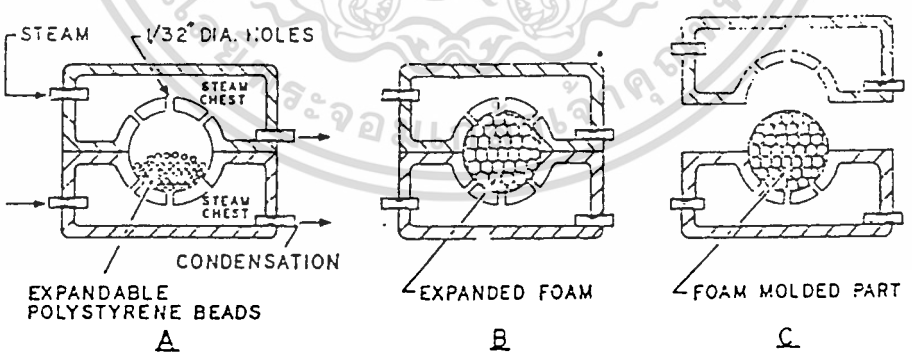
ภาพที่ 58

แสดงลักษณะแม่แบบมาตรฐาน สำหรับหล่อโพลีสไตรีนโฟม



ภาพที่ 59

แสดงขั้นตอนการหล่อโพลีสไตรีนโฟม



ข. แบบหล่อพลาสติคเหลว (Casting Rigid & Flexible Polyurethane Foam)

กรรมวิธีการผลิต

1. ทาหรือพ่นแม่แบบด้วยน้ำยาถอดแบบ แล้วปิดแม่แบบ

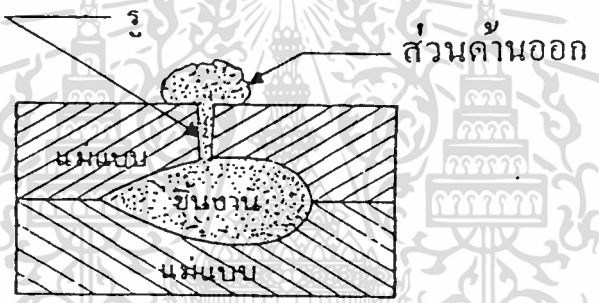
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทสารเคมีซึ่งผสมระหว่างพลาสติคกับสารให้เกิดแก๊ส (Blowing Agent) และอื่น ๆ ในอัตราส่วนที่กำหนด ลงในแม่แบบในปริมาณที่ต้องการ ปล่อยทิ้งไว้ให้ฟูตัวเต็มที่จนสงบแข็งตัว บางชนิดจะใช้ความร้อนช่วยให้เกิดปฏิกิริยาและแข็งตัวเร็วขึ้น

ในกิจการอุตสาหกรรม กรรมวิธีแบบนี้เขาจะใช้เครื่องฉีพผสมสารเคมีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วฉีดเข้าไปในช่องว่างที่ต้องการหล่อ เช่น แม่แบบ ชั้นในผนังตู้เย็นหรือตู้เก็บความเย็นประเภทต่าง ๆ ใต้ท้องเรือ ฯลฯ เพื่อทำให้เกิดความแข็งแรง เป็นฉนวนกั้นความร้อนและลอยน้ำได้ กรรมวิธีแบบฉีดนี้ทำได้รวดเร็วมาก ผลิตภัณฑ์อีกประเภทหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ คือ ผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักเทียม โดยใช้โพลียูเรเทนชนิดคงรูปหรือชนิดแข็ง

ภาพที่ 60

แสดงแบบหล่อพลาสติคเหลว (CASTING RIGID POLYURETHANE FOAM)



ชนิดของพลาสติค ที่นิยมใช้คือ โพลียูเรเทน

ชนิดของผลิตภัณฑ์ โพลียูเรเทนชนิดคงรูป (Rigid Polyurethane Foam) -ใช้ทำเครื่องหมายและสิ่งประดับ ชั้นในผนังตู้เย็นชนิดใหม่ ฉีดใต้ท้องเรือ ฉีดในเฟอร์นิเจอร์ ผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักเทียม ฯลฯ

โพลียูเรเทนชนิดอ่อนตัว (Flexible Polyurethane Foam)-ใช้ทำฟองน้ำชนิดต่าง ๆ เบาะรถยนต์ เบาะเฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ

2.7.5 การออกแบบตกแต่งพลาสติค DESIGN DECORATION PLASTIC

ชิ้นงานพลาสติคเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ (MOLEDE PLASTIC PAST) เสร็จออกมาเป็นรูปร่างแล้วส่วนมากจะต้องผ่านขั้นตอนสุดท้ายก่อนการนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ ขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำไปประกอบนี้ คือการตกแต่งทั่วไป การตกแต่งพลาสติคมีจุดประสงค์เพื่อความงามทางสายตา EYEAPPEAL แต่สำหรับนักออกแบบผลิตภัณฑ์จะต้องคำนึงถึงเรื่องอื่น ๆ นอกเหนือไปจากนั้นอีก การออกแบบตกแต่งจะต้องคำนึงถึงควบคู่ไปด้วยก็คือ เพิ่มความคงทนให้แก่พลาสติคนั้น ๆ หรือส่วนนั้น ๆ เช่น ทนต่อสารเคมี ทนแดดทนฝน เป็นสื่อหรือฉนวนกันไฟฟ้า ทนต่อความร้อน ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และท้ายที่สุดที่จำเป็นคือ การออกแบบตกแต่งเพื่อโชว์เครื่องหมายการค้า หรือสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องแสดงให้เป็นออกมาอย่างเด่นชัดด้วย

วัตถุประสงค์ที่กล่าวมานี้ สามารถทำได้ด้วยการออกแบบล่วงหน้าเอาไว้ก่อนในชิ้นงานพลาสติคแต่ละชิ้น ดังนั้นนักออกแบบจำเป็นจะต้องทราบล่วงหน้าว่าชิ้นงานจะได้รับการตกแต่งพลาสติคนั้นมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น การพ่นสี การชุบสี การพิมพ์สี การเคลือบสี การชุบโลหะ และอื่น ๆ อีกมากมายต่างก็มีเทคนิคที่แตกต่างกันออกไปเท่าที่ควรทราบมีกรรมวิธีการและเทคนิคที่สำคัญที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่

2.7.5.1 การตกแต่งผิวพื้นทั่วไป ในการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติคชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนอาจต้องการ SURFACE FINSHING ที่มี TEXTURE ต่างกันออกไป การที่จะทำให้เกิด TEXTURE ต่าง ๆ ที่บนพื้นผิวพลาสติคนั้น ๆ นักออกแบบจะต้องบอกเจาะจงลงไปในแปลน WORKING DARWING เพื่อให้ช่างพิมพ์เข้าใจ และเตรียมการทำ TEXTURE นั้น ๆ ลงไปในแม่พิมพ์โดยตรงเลยทีเดียว ลวดลายคือ TEXTURE ต่าง ๆ สามารถทำได้เช่นเดียวกันกับงานโลหะ แต่สำหรับงานพลาสติค INJECTION สามารถทำลาย หรือ TEXTURE ได้ละเอียดมากถึงขนาดลายไม้ลายหนังก็ได้

2.7.5.2 สีเคลือบกับงานพลาสติค วัสดุพลาสติคทั่วไปสามารถใช้ตกแต่งผิวได้คงทนดีพอสมควร สีเคลือบที่ใช้ถ้าเป็นสีธรรมดาจะไม่ติดคงทน บางครั้งอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวพลาสติคได้ ดังนั้นควรใช้สีพิเศษที่ใช้สำหรับพลาสติกโดยเฉพาะมี 2 ชนิด คือ

- ENAMELS เป็นสีที่ส่วนผสมเป็น THERMOSETING RESING เจือปนอยู่แล้วจึงจับติดผิวพลาสติคอื่น ๆ ได้ดี และไม่ทำลายผิวพลาสติกเหมาะสมสำหรับพลาสติคพวก TS. ENAMALS เป็นสีที่มีคุณสมบัติเป็นเงามันเมื่อแห้ง และผิวที่แข็งไม่เป็นรอยขีดข่วนง่าย แต่สีที่ต้องใช้วิธีการอบความร้อนเพื่อให้แห้งแล้วจึงจะได้คุณสมบัติดังกล่าว ENAMELS ที่มีส่วนผสมของ EPOZY หรือ POLYURETHANE จะช่วยเป็นตัวเคลือบที่ช่วยให้ความคงทนต่อการสึกหรอและทนดินห้าอากาศได้มากที่สุด

- LACQUERS เป็นสีที่มีส่วนผสมเป็น THERMOPLASTIC RASIN เจือปนอยู่ เหมาะสำหรับพลาสติคพวก TP สีชนิดนี้แห้งเร็วโดยใช้อุณหภูมิต่ำ คือ อุณหภูมิห้อง ROOM TEMPERRATURE มีความคงทนพอสมควร

2.7.5.3 การเคลือบสีตกแต่งงานพลาสติค การเคลือบสีลงบนผิวหน้าพลาสติคมีด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปในงานอุตสาหกรรม ได้แก่

- MASK SPRAY PAINTING
- FLOW COATING
- DIP COATING
- ROLLER COATING
- SPRAY AND WIPE
- SILKSCREEN DECORATING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.4 การตกแต่งด้วยปั๊มร้อน (HOT STAHPING) เป็นกรรมวิธีที่ใช้กับพลาสติค ผิวเรียบ ตัวแม่ปั๊มเป็นโลหะ ทำโลหะให้ร้อนใช้ปั๊มลงบนผิวพลาสติค โดยมีแผ่นฝ้าหมึกสีชั้นกลาง แม่ปั๊มสีลวดลายเป็น NEGATIVE และใช้ปั๊มด้วยแรงกดดันสูง มีอุณหภูมิประมาณ 275° ถึง 305° ผิวพลาสติคจะถูกกดให้เป็นลายตามของแม่ปั๊มพิมพ์ พร้อมมีสีแต่งแต้มในตัวโดยแผ่นฝ้าหมึกพิมพ์ที่ชั้นอยู่แล้ว

แม่ปั๊มมี 2 ชนิดด้วยกัน คือ แม่ปั๊มกดรอย กับแม่ปั๊มพิมพ์หมึก แม่ปั๊มกดรอยใช้สำหรับทำลวดลายพร้อมพิมพ์สีลงบนชิ้นงานที่ไม่มีลวดลาย ส่วนแม่ปั๊มที่มีผิวหน้าเรียบมีความนุ่มนวลพอควร ใช้สำหรับพิมพ์ลงบนลวดลายนูนของชิ้นงานพลาสติค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สีและจิตวิทยาในการใช้สี

2.8.1 อิทธิพลของสีกับความรู้สึก สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.8.1.1 สีให้ความรู้สึกในเรื่องของขนาด (SIZE) เป็นที่รู้กันว่า การมองวัตถุที่มีสีอ่อน ๆ จะทำให้เกิดความรู้สึกหลอกหลอนขึ้นว่า วัตถุนั้นมีขนาดจริง ๆ เท่ากัน ความรู้สึกนี้จะเหมือนกันทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นวัตถุรูปร่างใด ๆ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ใหญ่ต้องใช้สีอ่อน ๆ ถ้าจะให้ดูเล็กลงต้องใช้สีเข็มทำเครื่องจักร เครื่องยนต์ อาจทำให้มองเห็นไม่น่าดู น่าเกลียดน่ากลัว และแลเห็นไม่ชัด โดยใช้สีกลมกลืนไปกับเงา เช่น สีทาเข้มชนิดด้าน หรือขุ่น เพราะสีดำมักจะมีเงามาจากการสะท้อนแสง ทำให้ไม่ได้ผลตามต้องการ ในกรณีเดียวกันนี้ สีอ่อนจะทำให้วัตถุอยู่ไกล และสีเข้มจะมองดูใกล้ สี WARM และ COOL มีอิทธิพลในเรื่องระยะเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน สี WARM ดูใกล้ สี COOL ดูไกล

2.8.1.2 น้ำหนัก สีมีผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก สีอ่อน ๆ จะทำให้ดูเบา ส่วนสีเข้มจะทำให้ดูหนัก

2.8.1.3 ความแข็งแรง น้ำหนักและความแข็งแรงจะมีความเกี่ยวข้องกัน และให้หลักเดียวกัน สี MUES (สีเย็น) เช่น น้ำเงินอ่อน เขียวอมฟ้า ฟ้าอมม่วง จะทำให้เกิดความอ่อนแรง นิ่งสงบ ส่วนสีที่เป็น CHROMA (ร้อนแรง) เช่น แดง แสด เหลืองเข้ม มักจะทำให้เกิดความรู้สึกแข็งแรงมากกว่าสีหนัก เช่น สีดำ สีน้ำตาลแก่ ที่พิเศษคือ สีพวกสีบรอนซ์ MATALIC และสีน้ำเงินปนเทาจะทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนเหล็ก จึงทำให้ดูแข็งแรงและแรงขึ้น

2.8.1.4 อุณหภูมิ ในกรณีความรู้สึกถึงอุณหภูมินี้จะเห็นได้ชัดมาก เช่น สีแดงสด แสด เหลือง จะทำให้เกิดความร้อนในจิตใจได้ สีน้ำเงินอ่อน เขียวอ่อน ฟ้าอ่อน ม่วงปนขาวกลับทำให้เกิดความรู้สึกเย็น สีขาว สีอ่อน PALTE TINTS จะไม่ดูดความร้อนมากเท่าสีเข้ม เก้าอี้สนามชนิดที่ทำด้วยเหล็กที่ทาสีขาว จะเย็นกว่าทาสีแดง หรือน้ำตาล เมื่อตั้งไว้กลางแดด เมื่อทาสีน้ำเงินในคาเฟทีเรียที่ติดเครื่องทำความเย็น จะทำให้ผู้ที่ทำงานอยู่ในนั้นต้องใส่เสื้อกันหนาว แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นเสื้อสีเหลืองแสดเขาจะไม่ใส่เสื้อกันหนาว ทั้ง ๆ อุณหภูมิเท่ากัน

2.8.1.5 ความสะอาด สีให้ความรู้สึกในเรื่องความสะอาด มีสีขาวที่เป็นสีที่เหมาะสมที่สุด (แต่สีขาวแท้ที่จริง คือสีที่มีส่วนผสมของแมกนีเซียมที่บริสุทธิ์ ไม่มีสีใดที่ปัจจุบันจะทำได้ขาวไปกว่าสีที่ผสมด้วยอ๊อกไซด์ของแมกนีเซียม) สีงาช้าง (เหลืองอ่อนมาก) จัดว่าเป็นสีที่แสดงถึงความสะอาดและสุขลักษณะได้ เพราะว่าเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของน้ำนมครีม ดังนี้ สีขาวจึงนิยมนำมาใช้กับสิ่งของที่ต้องการให้ดูสะอาด เช่น ส้วม กระโถนโรงพยาบาล แม้แต่ชุดนางพยาบาลก็มีสีขาว ปัจจุบันคู้เย็นเริ่มเปลี่ยนไปใช้สีอื่น ๆ แต่ก็ยังเป็นสีอ่อน ๆ ซึ่งผสมสีขาวไว้ด้วยเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.6 ความภูมิฐาน สง่างาม (DIGNITY) ถ้าต้องการให้สิ่งของออกมาในลักษณะนี้ต้องหลีกเลี่ยงสีร้อนที่มี CHROMA แรง ๆ ยกเว้นที่จะใช้ประกอบเป็นส่วนน้อย เพื่อความสดุดตา ดึงดูดความสนใจ สีเทาเป็นสีที่แสดง DIGNITY ได้ดีที่สุด สีที่เลือกใช้ได้คือ เทาอมน้ำเงิน เทาอมม่วง เทาอมน้ำเงินเข้ม อาจมีสีสดตัดเล็กน้อยได้ก็ยังแสดงออกถึง

2.8.2 ความจำกับอิทธิพลของสี (COLOR MEMORY)

ประสาทตาของมนุษย์สร้างมาโดยสามารถจะเปรียบเทียบสีได้จากความทรงจำ ท่านอาจจะทำได้บางครั้ง แต่จะเป็นด้วยความบังเอิญ และจะทำไม่ได้เสมอไป ถ้ามีใครบอกว่าสามารถจำสีได้ ทางที่ดีคือ อย่าเชื่อเขา เพราะสีมี VARIATIONS ที่แตกต่างกัน เช่น สีแดงยังมีความแตกต่างกันถึง 7056 สี (ที่ตาสามารถแยกความแตกต่างได้) ซึ่งก็เป็นสีแดงทั้งนั้น แต่ถ้านำมาเทียบกันจึงจะเห็นว่าแตกต่างกัน การทดลองของนักจิตวิทยาได้แสดงว่า สมองไม่สามารถให้ความจำในเรื่องสีได้แน่นอน แต่ความจำจะบันทึกไว้ในรูปความคิด ความเข้าใจที่ไม่สามารถแยกความถี่ของสีได้

2.8.3 สีวัตถุภายใต้แสงสี

ได้กล่าวแล้วว่าสีของวัตถุเกิดได้จากการสะท้อนกลับของแสงคลื่นความถี่ต่าง ๆ กัน แต่ถ้าวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงที่มีคลื่นความถี่เฉพาะ คือ ในช่วงใดช่วงหนึ่ง เช่น สีแดง เป็นต้นสีของวัตถุนั้นจะเปลี่ยนไปจากความเป็นจริง เมื่อวัตถุนั้นอยู่ภายใต้แสงสว่างที่มีช่วงคลื่นครบทุกขนาดความถี่ ฉะนั้นแหล่งกำเนิดแสงหรือต้นกำเนิดความถี่ จึงมีความสำคัญไม่น้อยด้วยเช่นกัน วัตถุอันหนึ่งภายใต้แสงอาทิตย์อาจปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ภายใต้แสงสีเขียวจะปรากฏเป็นสีเทาแก่ หรือภายใต้แสงสีเหลืองจะปรากฏเป็นสีเขียวขี้ม้า ดังนี้เราจึงต้องทราบถึงอิทธิพลของการผสมสีของแสงอีกด้วย ภายใต้แสงไฟฟ้าที่มนุษย์ผลิต (แสงเทียน) ก็ทำให้สีของวัตถุเปลี่ยนไป ทั้งนี้เพราะหลอดไฟกำเนิดแสงแต่ละชนิด เช่น หลอดนีออน หลอดทังสเตน หลอดฟูออลิเซน หลอดโซเดียมต่างก็เปล่งแสงสว่าง ความถี่ไม่เท่ากัน

2.8.4 อิทธิพลของสี

ในชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่ช่วยเพิ่มความงามให้กับธรรมชาติมีชีวิตชีวามากก็คือ สีต่าง ๆ นั่งเอง สีนับว่ามีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก บางครั้งจะให้ความรู้สึกสดชื่นหรือเศร้าได้ สีมีบทบาทตั้งแต่สมัยโบราณยุคประวัติศาสตร์มาแล้ว โดยเริ่มรู้จักการใช้สีมาทาหน้าทาตาหรือตามผนังถ้ำ ซึ่งเป็นการตกแต่งศิลปอย่างหนึ่งนั่นเอง เช่นกัน ปัจจุบันสีก็ยังมีอิทธิพลในการบันดาลให้เกิดความรู้สึกต่อความเป็นอยู่อย่างมาก นับตั้งแต่เครื่องประดับเล็กน้อย ตลอดจนไปถึงสถานที่อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีมีความสำคัญในการใช้ประกอบงานออกแบบทั้งภายในและภายนอกอาคาร สีมีอิทธิพลในด้านจิตวิทยาแก่มนุษย์ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ การใช้สีที่ถูกต้องตามลักษณะและสัญลักษณ์ของ

สี สามารถแก้ความบกพร่องต่าง ๆ และยังช่วยส่งเสริมหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยให้ดีขึ้น สีสามารถเปลี่ยนค่านิยมของคนได้ ด้วยเหตุนี้จึงนับว่าสีเป็นส่วนสำคัญที่จะขาดเสียไม่ได้

สีในด้านจิตวิทยาถือว่าเป็นสิ่งเร้า ทำให้เกิดความรู้สึกตอบสนองขบวนการของสิ่งเร้าที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ เปลี่ยนอารมณ์ นิสัยใจคอ ตลอดจนพฤติกรรมของมนุษย์ได้ สีที่เกี่ยวกับจิตวิทยาพอจะสรุปหลักใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ คือ

2.8.4.1 สีอุ่น ก่อให้เกิดความรู้สึกก้าวร้าว คึกคัก ตื่นเต้น

2.8.4.2 สีเย็น ก่อให้เกิดความรู้สึกปฏิเสธ สันโดษ นิ่งเฉย สงบ

2.8.4.3 การใช้สีร่วมกัน นิยมใช้ในลักษณะดังนี้

- ใช้สีตัดกัน
- ใช้สีกลมกลืนกัน
- ใช้สีเดียวกันแต่มีค่าแก่อ่อนต่างกัน

สีที่มีความสดเท่ากัน จะมีความสัมพันธ์เกาะกลุ่มกัน

เมื่อเทาใน COMPOSITION ถูกร่วมกับสีสันในระดับสดใสเท่ากัน เทานั้นจะมีสีแผงขึ้น SIMULTANIOUS CONTRAST

หากจะให้เทาคงความเป็น ACHROMATIC COLOUR สีที่เข้าร่วมต้องมีระดับความสดใสที่แตกต่างกันออกไปจากเทานั้น

จากการ GRADATION จากขาวมาดำ โดยถือให้สีต่าง ๆ มีค่าของแสงเท่ากับการ GRADATION ของเทานั้น

จาก 12 ขั้นของการ GRADATION

สีเหลืองแท้ จะสดที่สุดในขั้นที่ 3 จากขาว

COOL-WARM CONTRAST ที่แรงที่สุด คือ RED-ORANGE กับ BLUE-GREEN สีต่าง ๆ ในระหว่าง 2 สีดังกล่าวนี้เองอาจเป็นสีร้อนหรือเย็นก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าสีนั้นถูกนำไปเปรียบเทียบกับสีที่มีโทนเย็นหรือร้อนกว่า

COMPLEMENTARY CONTRAST สีตรงข้ามกับสีในวงจรสีผสมกันมักจะได้สีเทา หากผสมในลักษณะแสงจะได้สีขาว

หาก COMPOSITION ประกอบด้วยโทนหรือ GRADATION ของคู่ COMPLEMENTARY นั้นจะทำให้ภาพมี UNITY มากขึ้น

COMPLEMENTARY เกิดขึ้นเองภายในนัยน์ตา โดยที่นัยน์ตาสร้างสีคู่ COMPLEMENTARY ของสีที่เห็นขึ้นโดยตลอดเวลาที่มองเห็น ทำให้เกิดความตื่นเต้น และ RIBRATION ที่มีชีวิตชีวาของความเข้มสีที่เปลี่ยนแปลงไปไม่ใช่เกิดขึ้นเฉพาะกับสีเทากับสีแท้เท่านั้น หากแต่เกิดกับสีใด ๆ ที่ไม่เชิงเป็นคู่ COMPLEMENTARY โดยตรง

สีแต่ละสีจะพยายามเปลี่ยนให้อีกสีกลายเป็นสีคู่ COMPLEMANTARY ของตนเปลี่ยนลักษณะดั้งเดิมของสีทั้ง 2 นั้น และเกิดขึ้นกับสีแท้ เมื่อคู่ COMPLEMENTARY ของตนถูกแทนด้วยสีทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ายหรือขวาของคู่ COMPLEMENTARY ของตนในวงจร CONTRAST OF SATURATION ความแตกต่างด้วยสีแท้กับสีเจือจาง

การเจือจางอาจทำได้โดย

1.) ผสมสีขาว สีจะเย็นขึ้น

2.) ผสมสีดำ สีจะมืดขึ้น

3.) ผสมสีเทา จะได้โทนที่สดใสน้อยกว่า-เสมอ-มากขึ้น แต่จะลดความเข้มข้น

4.) ผสมกับคู่ จะได้โทนที่อยู่ระหว่างคู่นั้น ๆ

CONTRAST OF EXTENSION แตกต่างกันด้วยอัตราของสีแท้ ขึ้นอยู่กับความสว่างและขนาด ซึ่งจำต้องสัมพันธ์กันมาก สี 2 สีจะอยู่ด้วยกันโดย

FORM AND COLOR ของสีหนึ่งจะสว่างขึ้นในอัตราเดียวกัน ฟอร์มและสีควรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แดง สสาร หนักขีดจำกัดแน่นอน, เหลือง ก้าวร้าว ความคิดไร้น้ำใจ, น้ำเงิน พักผ่อน การเคลื่อนไหว ราบรื่น วิญญาน

อิทธิพลของสีกับความรู้สึก

SIZE	สีอ่อน ทำให้มองดูใหญ่ขึ้น
	สีเข้ม ทำให้มองดูเล็กลง
WEIGHT	สีอ่อน สีเย็น ทำให้รู้สึกเบา
	สีเข้ม สีร้อน ทำให้รู้สึกหนัก
STRENGHT	สีร้อน ทำให้รู้สึกแข็งแรงมาก
	สีเย็น สีเข้ม ทำให้รู้สึกแข็งแรงน้อย
TEMPERATURE	สีร้อน ให้ความรู้สึกร้อน ไม่สบายใจ
	สีเย็น ให้ความรู้สึกเย็น สบายใจ
	สีสดใสตัดกับสีสดใส
	สีอุ่นตัดกับสีสดใส
	สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

สีดำบนพื้นสีเหลือง

สีเหลืองบนพื้นสีดำ

สีแดงบนพื้นสีขาว

สีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน

สีส้มบนพื้ นสีน้ำตาล

2.8.5 เทคนิคการใช้สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้คือ

2.8.5.1 COLOUR AND FORM หากรูปร่างของวัสดุมีลักษณะเป็นเหลี่ยม เช่น กล่องสี่เหลี่ยม ถ้าต้องการให้มีลักษณะเด่นในด้านความแข็งแรง ดูเป็นกล่องทึบและหนักแข็งแรง เราก็ควรเลือกสีมืด ๆ เช่น สีเทาแก่ น้ำเงิน หรือ ดำ หากเป็นวัตถุไม่มีเหลี่ยม เช่น ลูกทรงกลม ถ้าต้องการให้ดูหนัก แข็งแรง เราก็ควรเลือกสีดำ น้ำตาลแก่หรือบรอนซ์

2.8.5.2 COLOUR AND TEXTURE บางครั้งสีกับลักษณะผิวไม่เรียบของวัสดุที่ทาก็ให้ความรู้สึกต่ออารมณ์ที่ต่างกัน เช่น วัสดุกลมเกลี้ยง เหมือนลูกบิลเลียด กับวัสดุกลมผิวขรุขระเหมือนผิวมะกรูด ถ้าทาสีดำก็จะทำให้เกิดความรู้กสึกแตกต่างกัน ลูกบิลเลียดจะดูน่าจับต้องมากกว่าลูกมะกรูด

2.8.5.3 สีของเนื้อวัตถุ การปรากฏของสีเนื้อวัตถุเองก็ให้ความรู้สึกต่อความคิดของมนุษย์ถึงตัววัสดุนั้น ๆ หากเราผสมสีให้เหมือนกับสีของอลูมิเนียม แล้วนำไปทากล่องกระดาษก็สามารถเห็นความรู้สึกทำให้เห็นว่า กล่องกระดาษนั้นเป็นกลองอลูมิเนียมได้เช่นกัน

2.8.5.4 สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่า เข้ามาใกล้หรือห่างออกไปได้ ตามปกติสีอุ่น ได้แก่ สีเหลือง สีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่าเข้ามาอยู่ใกล้ตัวผู้ดู ในเมื่อสีเย็นคือ สีน้ำเงิน น้ำเงินเขียว และม่วงถอยห่างออกจากผู้ดูออกไป

2.8.5.5 สีที่เมื่อเราใช้ในเนื้อที่มาก ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น แต่ถ้าใช้เพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้น่าสนใจขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

2.8.5.6 เมื่อใช้สีเข้มจัดกับสีอ่อนจัดจะทำให้แลเห็นเด่น มีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือใกล้เคียงกันมาก

2.8.5.7 สีที่มีความสดใสพอ ๆ กัน เมื่อใช้ด้วยกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบ ป้ายหรือภาพโฆษณา

2.8.5.8 หลักในเรื่องความเด่นของสี มีอยู่ว่าควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมามากกว่าเพื่อน จะเป็นสีตุ่นหรือสีเย็นแล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดูอย่างหนึ่งก็คือ แต่ละสีที่ใช้ปริมาณที่เท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินเนื้อที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปรเปลี่ยนและความสดใสของสีอีกด้วย

2.8.6 การวิจัยเรื่องสีกับจิตวิทยา

การวินัยเรื่อง "COLOUR AND MOOD-TONES" ของ DAVID C MARRAY และ HARDIS L DEABIER ต่อจาก WERNER ได้ทำการทดลองเรื่องสีกับอารมณ์ โดยมีความมุ่งหมายจะดูว่านิสิตในมหาวิทยาลัย PURDUE จะแทนความรู้สึกต่าง ๆ ด้วยอะไร

THEORY OF COLOUR IMPRESSION

สีในธรรมชาติ-แสงแดด (ขาว) กระทบผิวของผิววัตถุ ซึ่งจะถูกวัตถุดูดซึมบางคลื่น แสดงไว้ตามลักษณะโครงสร้างภายในของวัตถุนั้น และสะท้อนออกมาบางคลื่น เห็นเป็นสี สีที่สะท้อนคือสีคู่ COMPLEMENTARY กับสีที่ถูกดูดซึมไว้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเราให้แสงสีแสดกับวัตถุสีน้ำเงิน วัตถุน้ำเงินจะดูดำ เพราะแสงสีแสดไม่มีสีน้ำเงินให้สะท้อนออก

วัตถุที่สะท้อนคลื่นแสงทุกคลื่นของแสงแดด จะให้ขาว

วัตถุที่ดูดซึมคลื่นแสงทุกคลื่นของแสงแดด จะให้สีดำ

THEORY OF COLOUR EXPRESSION

การรู้ค่า EXPRESSION ของสีที่แท้จริง ต้องนำสีนั้นไปเปรียบเทียบกับสีอื่น สีเหลือง มีชีวิตชีวามากที่สุด ไปสิ้นสุดที่สีแดง จะสูญเสียลักษณะไปหากมี SHADE ของเทาดำ หรือคราม หมายถึง ความเข้าใจ ความรู้ (เฉพาะลักษณะบริสุทธิ์จริง ๆ หากเจือจางจะหมายถึง ความอิจฉา ทรยศ ปลอม เลวร้าย ไร้เหตุผล)

สีแดงข้น ทึบส่องแสงด้วยความรู้สึกอบอุ่นภายใน แสดงถึงแผ่นดินโลก

สีแดงเข้ม แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์และความฟุ่มเฟือย

สีน้ำเงิน ระบบประสาทห่างเหิน หากเจือจาง หมายถึง ความยึดถือโชคลาง กลัว หวาดผวา

สีเขียว พืชพันธุ์ ชีวิตและความหวัง

สีเขียวไพร เกิดความรู้สึก กระชุ่มกระชวย สดชื่น

สีส้ม ส่องแสงมากที่สุด เข้มข้น และแรงที่สุดในการแสดงออกถึงสาร

สีคราม ความไร้สติ ลึกลับ ประทับใจ บีบคั้น หวาดกลัว หรือให้กำลังใจ ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามสีที่นำมา

- โชคร้าย
- ความยุ่งยาก
- ตัวคนเดียว
- รักนิรันดร วิญญานใฝ่ฝัน

สีที่แท้จริงจะให้ความหมายในทางที่ดีของชีวิต ในขณะที่ SHADE จะให้ความมืดมนและพลังทางลม

สีแดง มีอำนาจดึงดูดสายตาคนมากที่สุดแสดงความก้าวร้าวร้อนแรงตื่นเต้นและกล้าหาญ

สีเหลือง มีความสว่าง แสดงถึงความสดชื่น มีชีวิตชีวา

สีน้ำเงิน แสดงถึงความเยือกเย็น สง่า ผ่าเผย วังเวง สงบเงียบ

สีม่วง แสดงถึงความสงบเยือกเย็น บางครั้งทำให้ไม่เบื่อสายตา

สีเขียว ให้ความรู้สึกเป็นกลาง สงบ ความหวัง ความซื่อสัตย์ ช่วยในการพักสายตาหลังจากมองสีอื่นนาน ๆ

สีแสด เป็นสีเร้าใจ ให้ความรู้สึกอึดอัด อบอุ่น ค่อนข้างร้อนแรง บาดตา บางครั้งแสดงถึงความรุ่งโรจน์และมั่งคั่ง

สีชมพู ให้ความรู้สึกร่าเริง บริสุทธิ์ ไร้เดียงสา เกียรติยศ มีอำนาจ

สีคราม เป็นสีที่ให้ความลึกลับ ความประทับใจ หวาดกลัว หรือให้กำลังใจ

สีฟ้า แสดงถึงความสว่างสดใส หมายถึงอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำตาล ให้ความรู้สึกอบอุ่น แห้งแล้ง มั่นคง เศร้า

สีขาว บริสุทธิ์ ร่าเริง ให้ความรู้สึกสะอาด

สีดำ การใช้สีดำบ้างสีขาวบ้างในพื้นที่รวมกับสีอื่น ๆ จะทำให้เกิดความมีชีวิตชีวาร่าเริง

สีเทา ให้ความรู้สึกเย็น การใช้สีเทาจะสามารถใช้เป็นสีกลางได้โดยตลอดทุกสี และทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ ได้

คุณสมบัติเหล่านี้ ถ้านำมาใช้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ในเนื้อที่กว้างไม่ควรใช้สีสด (FULL INTENSITY) นอกจากสีอ่อน (TINT) และสีที่ถูกเบรกแล้ว ส่วนเนื้อที่เล็ก ๆ ใช้สีสดได้โดยไม่มีผลเสีย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเอกภาพ (UNITY) และควรใช้สีแต่น้อย โดยไม่มี VARIATION ของ VALUE และ INTENSITY มาก ๆ

สีกำหนดอารมณ์ (MOOD-TONES) 11 ชนิดและสี 3 สี คือ

อารมณ์

- มั่นคง - สงบเสงี่ยม
- ตื่นเต้นเร้าใจ - ภาคภูมิ

การแสดงความหมายตรงตามลักษณะของสี หากสีคู่ COMPLEMENTARY ความหมายก็ตรงกันข้าม หากสีถูกผสม ความหมายก็ควรจะตรงกันกับการประกอบกันของความหมายของสีที่นำมาผสมกันนั้น

สีใด ๆ อาจถูกกระทำให้ผันแปรไปได้ 5 ลักษณะ คือ

1.) ใน HOE : เขียวเป็น เขียวเหลือง

2.) ในความสว่าง : แดงอาจเป็นชมพู แดง

3.) ใน SATURATION : น้ำเงิน อาจถูกกระทำเจือจางโดยสีขาว ดำ เทา หรือคู่ของสี

4.) ในขนาด : ตาม

5.) ในผลลัพธ์ตามลักษณะ : SIMULTANEOUS CONTRAST

COMPOSITION จุดประสงค์ของภาพจะเป็นผู้ตัดสินการเลือสีที่จะให้ผลของสีจะเป็นไปตามตำแหน่งของสีนั้น โดยสัมพันธ์กับสีอื่น ๆ ที่แวดล้อมอยู่ รวมถึง เนื้อสีและขนาด PROPROTION ด้วย

สี จะมีลักษณะความรู้สึกแตกต่างกันไป ตามตำแหน่งของสีนั้น ในภาพการจัดตำแหน่งและทิศทางของสีมีผลต่อ COMPOSITION มาก ลักษณะ HORIZONTAL ให้น้ำหนัก ไกล กว้าง ตรงข้ามกับ HORIZONTAL เขา สูง ลึก หากใช้ร่วมกันจะให้ความรู้สึกของพื้นที่มั่นคง หนักแน่น แข็งแรง จุดตัดกันระหว่างกับ VERTICAL จะให้ผลเน้นมาก

ลักษณะ DEAEONAL เคลื่อนไหว นำสู่ความลึกของภาพ

CIRCULAR เจาะจง เพ่งพิศ และเคลื่อนไหวไปด้วย

สายตาของมนุษย์จะรวมของที่เหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งอาจเหมือนในสี ขนาด เงา ผิว หรือการเน้น หรืออาจไม่เหมือนกันเลย แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนก็ได้

การจัด ORDER ให้กับภาพ โดยจัดกลุ่มสว่าง-มืด สีเย็น-ร้อน เป็นกลุ่มก้อน และบริเวณที่แน่นอน โดยให้มีทิศทางร่วมกัน หรือขนานกัน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การพิจารณาว่า FORM สีนั้นจะให้ EFFECT ในลักษณะใด มั่นคง มีหวัง หรือเคลื่อนอิสระ ทำให้มั่นคงได้โดยเน้นแนว HORIZONTAL หรือ VERTICAL ในรูป FORM ที่ไม่แน่นอน ล่องลอย

2.8.7 ลักษณะสัญญลักษณ์ของสี

จากผลการศึกษาพอจะสรุปว่า สีก่อให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ กันออกมา ในความรู้สึกของมนุษย์ คือ

- นุ่มนวล - สนุกร่าเริง
- ทุกข์ อยู่ในความลำบาก - เกลียดชัง

สี (COLOUR) ที่ได้รับเลือกแทน (MOOD-TONES) คือ

สีแดง	แทน ความตื่นเต้น ร่าเริง มีอำนาจ
สีดำ	แทน ความทุกข์ การทำนาย
สีน้ำตาล	แทน การคุ้มครองป้องกัน
สีม่วง	แทน ความสง่างาม
สีเหลือง	แทน ความร่าเริง สนุกสนาน
สีส้ม	แทน ความสลดใจ มีอำนาจ สง่า ภาคภูมิ

DR. PADOLSKY ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสีผู้หนึ่งได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับสีและจิตวิทยา ซึ่งเป็นเรื่องยุ่งยากซับซ้อน เขาได้พบความเห็นฟ้องต้องกันที่ว่า สีมีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์ และคนเราทุกคนย่อมถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของสีที่แวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรา จึงนับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพของเรา

DR. PADOLSKY กล่าวถึงสีต่าง ๆ ดังนี้ ซึ่งเป็นผลเฉพาะ

สีน้ำเงิน	เป็นสีที่ดึงดูด สงบเย็น ทำให้เกิดสมาธิ เป็นที่นิยมชมชอบของผู้ชมมาก และพวกที่มีสติปัญญาส่วนมากก็ชอบสีนี้ด้วย
สีเหลือง	เร้าใจ ตื่นเต้น ช่วยให้เกิดความคิด บุคคลที่ชอบพูดโอ้อวดเรื่องของตัวมักชอบสีนี้
สีเหลืองสด	แสดงถึงความเจริญรุ่งเรือง แสงแดด ความมั่นคงสมบูรณ์ บางคนก็ว่าหมายถึงการแสดงท่าเป็นนาย ขลาดกลัวเชื้อโรค
สีแดง	เป็นสีที่จับใจของผู้หญิง ถ้าเป็นนักกีฬา ไม่ว่าหญิงหรือชายชอบสีนี้มาก ในญี่ปุ่นแสดงถึง ไฟและการทำลายล้าง เป็นที่นิยมของชาวอินเดียบางคนว่า แสดงถึงความกล้าหาญและกระตุ้นกำลังใจ พวกอกหักมีความชอบโน้มเอียงไปทางสีแดง
สีขาว	ชาวจีนถือว่าเป็นเครื่องหมายไว้ทุกข์ แต่พวกอเมริกันถือว่า เป็นความหมายของความบริสุทธิ์ ร่าเริง ถ้าใช้ลำพังโดดเดี่ยวจะให้ความรู้สึกเย็น
สีน้ำตาล	เป็นสีอุ่น ไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยว ผลให้ความรู้สึกสลด
สีม่วง	ให้ความสงบ ความเห็นจริง และทำให้ง่วง บางคนว่า แสดงถึงความจงรักภักดี ให้ความสง่า ภาคภูมิ ความเป็นเจ้านาย ความกล้าหาญ แต่บางพวกจะมีทัศนคติว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	สีม่วงเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ ราคะและความทุกข์ทรมาน
สีเทา	ให้ความรู้สึกเศร้า และเย็น
สีเขียวใบไม้สัก	ทำให้จิตใจสงบเยือกเย็น
สีกุหลาบ	ทำให้จิตใจสดชื่น กระชุ่มกระชวย

การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสีบางสีละเอียดกว่าเดิมเล็กน้อย คือ

สีแดง	ให้ความรู้สึกมั่นคง สมบูรณ์ ชวนลุ่มหลง ตื่นเต้น เร้าใจ
สีเหลือง	ให้ความรู้สึกร่าเริง สดใส สีเหลือองอ่อนจะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองมราใกล้ไปทางสีส้มจะมองดูคล้ายของเทียมและคล้ายกับของเล่นสมัยใหม่ที่ตกแต่งไว้อย่างเรียบร้อย สีเหลืองเนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ห้องที่มืดดูสว่างขึ้น สีเหลืองเขียว (YELLOW GREEN) ช่วยในด้านความเย็น
สีเขียว	ไม่ทำให้เกิดการลวงตาเวลามองจะไม่ใช้ใกล้กับสีแดงในจำนวนเท่ากัน สีเขียวให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวยเสมอ และใช้พักสายตาได้ โดยธรรมชาติจะใช้สีเขียวเป็นสิ่งส่งเสริมทุก ๆ สีให้ดูสดใสขึ้น สีเขียวสดควรใช้ในการนำความหมายบางอย่างมาจากส่วนต้นไม้ สีเทา สีมอ ๆ หรือสีเขียวแก่นั้นจะใช้ได้ดีอย่างมากทีเดียวในการเน้นสีพื้น ที่นิยมสำหรับเครื่องเรือนทำด้วยไม้เมเบิลหรือไม้สัก สีเขียวใสให้ความรู้สึกสดชื่นขึ้น
สีน้ำเงิน	สีน้ำเงินเข้มให้ความรู้สึกสงบ ลึกลับ น้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำหรือฟ้ามีความสดใสของสีเขียวอยู่ด้วย แม้จะปราศจากตัวสีเขียวก็ตาม สำหรับผนังและเฟอร์นิเจอร์ใช้สีฟ้าและสีที่ใกล้เคียงกับน้ำ หรือสีน้ำเงินที่ใช้มากเกินไปจะทำให้เกิดความไม่เบิกบาน สีน้ำเงินอมเขียวให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโอปอล การแพนหางของนกยูง เป็นลีลาซึ่งมีเสน่ห์งดงาม
สีดำ	การใช้สีดำบ้างขาวบ้างในพื้นที่รวมกับสีอื่น ๆ จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่าและทำให้เกิดความมีชีวิตชีวา ร่าเริง เมื่อสีดำและสีขาวมีความตัดกัน นำมาใช้กับสีอื่น ๆ สีเทาสามารถใช้เป็นสีกลางได้โดยตลอดทุกสี สีเทา สามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ค้นคว้าและรวบรวมนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำไปสู่การออกแบบหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนน สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ เพื่อให้ได้ผลของการออกแบบที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน ทั้งยังจะต้องคำนึงถึงหลักทางสรีระศาสตร์ และความปลอดภัยในขณะใช้งาน

การค้นคว้าข้อมูลได้พยายามที่จะค้นคว้าจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ และมีความเป็นไปได้มากที่สุด เช่น คณะกรรมการร่วมร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ เพื่อให้เป็นแนวทางของข้อมูล เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากที่สุด

3.1.1 การรวบรวมข้อมูลโดยข้อมูลสนาม

กระทำโดยการสัมภาษณ์ ขอความคิดเห็น หรือข้อมูลจากการสำรวจซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องรวบรวมเองอย่างระมัดระวัง ซึ่งข้อมูลชนิดนี้มิได้มีเอกสารใดรวบรวมไว้ก่อน แต่มีความสำคัญต่อการทำการวิจัยเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นข้อมูลโดยตรงจะมีความเที่ยงตรงสูง โดยการกระทำตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1.1 กำหนดแหล่งข้อมูลและบุคคลต่าง ๆ ที่จะไปหาข้อมูล โดยถือหลักการว่าต้องเลือกแหล่งหรือบุคคลที่ให้ข้อมูลที่แท้จริงโดยไม่ลำเอียง ในความคิดด้านใดด้านหนึ่งเกินไป หรือเลือกแหล่งและบุคคลหลาย ๆ ฝ่ายที่มีสภาพการณ์ และข้อคิดเห็นแตกต่างกัน

3.1.1.2 กำหนดวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อได้กำหนดแหล่งข้อมูลและบุคคลที่จะหาข้อมูลได้แล้ว ก็ทำการสัมภาษณ์โดยการพูดคุย และขอข้อคิดเห็นที่มีความสัมพันธ์กับโครงการ การรวบรวมข้อมูลสนามให้ผลในการวิจัยได้อย่างดียิ่ง

3.1.2 การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ

เป็นการดำเนินการค้นคว้าจากหนังสือตำราเอกสารต่าง ๆ ซึ่งได้กระทำตามขั้นตอนดังนี้ คือ

3.1.2.1 ค้นหาแหล่งที่มีหนังสือเอกสารต่าง ๆ ก่อน จากการสอบถามสังเกตุ และตรวจสอบตามที่ต่าง ๆ เพื่อหาหนังสือหรือเอกสาร ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องการจะทำการวิจัยค้นคว้าก่อน

3.1.2.2 กำหนดโครงการว่าจะค้นคว้าและเก็บข้อมูล จากหนังสือและเอกสารใดก่อนหลังตามลำดับความสำคัญของเนื้อเรื่องที่ทำการวิจัย และหัวข้อย่อยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 โดยทั่ว ๆ ไปแล้วควรอาศัยหนังสือ และเอกสารหลักก่อน กล่าวคือเรื่องราวที่จะทำการวิจัย

3.2 แหล่งข้อมูล

3.2.1 ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

3.2.2 ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.3 กองบริการอุตสาหกรรม

3.2.4 สำนักงานจราจารกลาง

3.2.5 กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

3.2.6 กระทรวงอุตสาหกรรม

3.2.7 วิทยานิพนธ์ต่าง ๆ

3.3 การศึกษาข้อมูล

3.3.1 หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ

หมวกนิรภัย หมายถึง หมวกที่มีจุดประสงค์เบื้องต้น สำหรับป้องกันศีรษะส่วนบนของผู้สวมใส่จากการกระแทก โดยหมวกบางแบบอาจมีส่วนป้องกันอื่น ๆ เพิ่มขึ้นได้

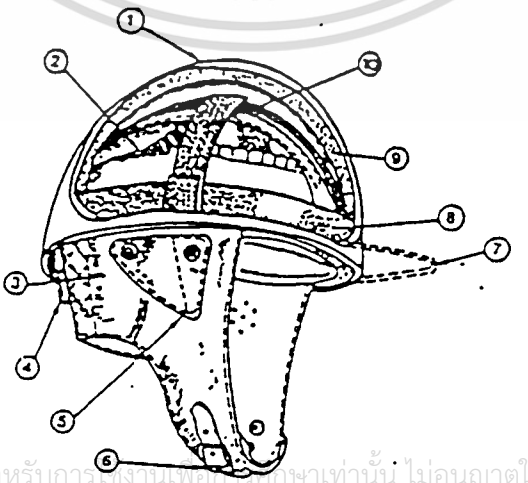
3.3.1.1 รูปแบบของหมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ

รูปแบบของหมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1.) หมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ

ภาพที่ 61

แสดงรูปแบบของหมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ



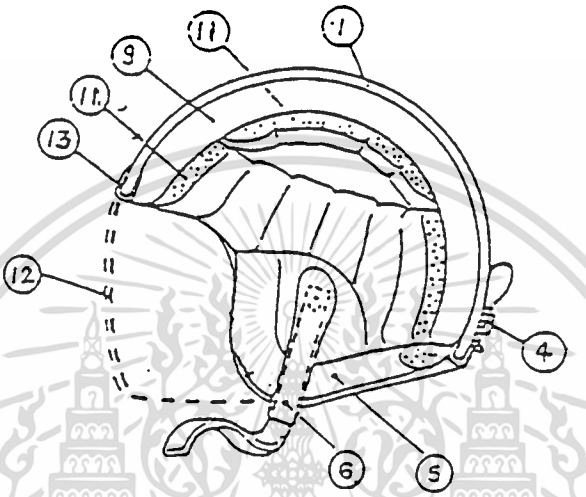
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันศรีษะส่วนบนของผู้สวมใส่

2.) หมวกนิรภัยแบบเต็มใบ

ภาพที่ 62

แสดงรูปแบบของหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ

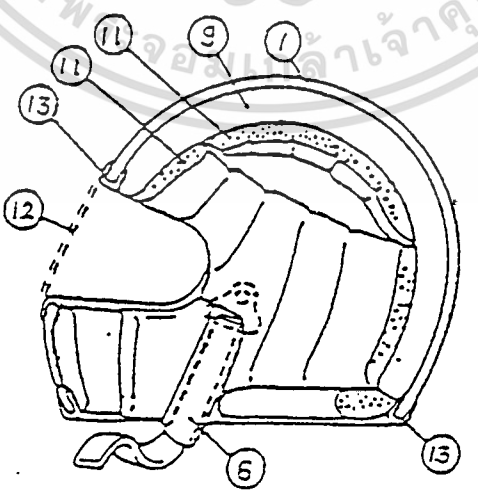


หมวกนิรภัยแบบเต็มใบ หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันส่วนบนศรีษะ ส่วนท้ายทอย และบริเวณขากรรไกรของผู้สวมใส่

3.) หมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า

ภาพที่ 63

แสดงรูปแบบของหมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า



หมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันส่วนบนของศรีษะ ส่วนท้ายทอย และบริเวณคางของผู้สวมใส่

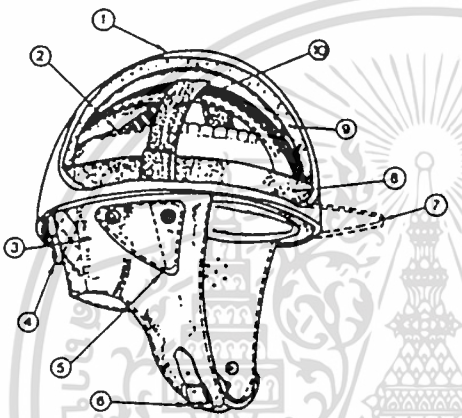
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมวกนิรภัย

ในที่นี้ผู้ออกแบบใคร่ขอจะหยิบยกตัวอย่างเพื่อนำมาอธิบายถึงส่วนประกอบของหมวกนิรภัย สำหรับผู้ใช้ยานพาหนะให้ได้เห็นกันในรูปแบบของภาพตัด เพื่อแสดงให้เห็นส่วนประกอบที่สำคัญของหมวกนิรภัย

ภาพที่ 64

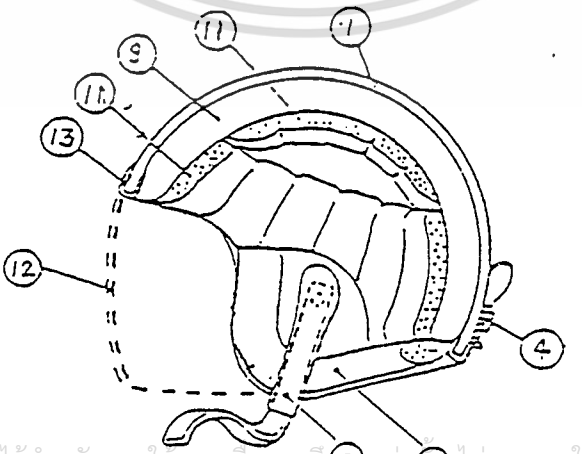
แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ



1.) เปลือกหมวก
2.) แถบรัด
3.) แผ่นปิดหลังคอ
4.) ที่รับสายรัดแว่นตา (ถ้ามี)
5.) แผ่นปิดหู
6.) สายรัดคาง
7.) กระบังหมวก (ถ้ามี)
8.) สายรัดศีรษะ
9.) รองใน
10.) แถบป้องกันการกระแทรก
11.) เบาะรอง
12.) บังลม (ถ้ามี)
13.) ขอบหมวก (ถ้ามี)

ภาพที่ 65

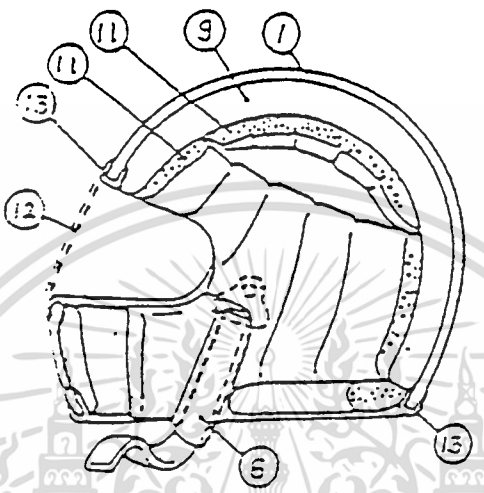
แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบเต็มใบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 66

แสดงส่วนประกอบของหมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า



3.3.1.3 ขนาดของหมวกนิรภัย

หมวกนิรภัยมี 16 ขนาด ตามรหัสอักษรในตารางหมวกนิรภัย เพื่อนำมาสวมกับศรีษะทดสอบที่มีรหัสอักษรเดียวกันแล้ว ต้องสวมได้พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

ขนาดของหมวกนิรภัยและศรีษะทดสอบ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รหัสอักษรของหมวกนิรัยและศรีษะทดสอบ	เส้นรอบวงของศรีษะทดสอบ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
A	500	
B	510	
C	520	
D	530	
E	540	
F	550	
G	560	
H	565	± 3
J	570	
K	580	
L	590	
M	600	
N	610	
O	620	
P	630	
Q	640	

3.3.2 สารมลภาวะ

ผลต่อสสุขาภพของสารมลภาวะ

3.3.2.1 สารคาร์บอนมอนนอกไซด์

สารคาร์บอนมอนนอกไซด์มีอันตรายต่อมนุษย์ เพราะสารนี้จะไปเกาะรวมตัวกับธาตุ HEMOGLOBIN ในกระแสเลือด ซึ่งโดยปกติแล้ว HEMOGLOBIN จะรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในปอดแล้วถูกนำมาใช้ทั่วร่างกาย สารคาร์บอนมอนนอกไซด์มีคุณสมบัติไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ทำให้เราตรวจสอบมันได้ยาก ลำบาก จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ถ้าร่างกายของคนเราทำงานหนัก ได้รับสารคาร์บอนมอนนอกไซด์ในระดับ 50 PPM. (Parts per million) เป็นเวลา 3 ชม.ติดต่อกันแล้ว ปริมาณของ CCHb ในกระแสเลือดก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น 5% ซึ่งจะส่งผลให้สูญเสียประสิทธิภาพของการมอง และการประมาณเวลา

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 สารซัลเฟอร์ออกไซด์ และสาร PARTICULATE

สารซัลเฟอร์ออกไซด์ และสาร PARTICULATE เกิดจากการเผาไหม้ของสารเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ถ้าร่างกายของมนุษย์ได้รับสารจำพวกนี้เข้าไปมากก็จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และโรคปอด

3.3.2.3 สารไฮโดรคาร์บอน

สารไฮโดรคาร์บอนจะไม่มีผลโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์อย่างเห็นได้ชัด ก็ตาม สารนี้มีอิทธิพลต่อพืชและมีส่วนรวมในการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิด PHOTOCHEMICAL SMOG

3.3.2.4 ออกไซด์ของไนรโตรเจน

ออกไซด์ของไนรโตรเจนนั้นถ้าได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะก็จะมีอิทธิพลต่อระบบทางเดินหายใจ ถ้าเรารับเอา NO_2 ในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณที่มีอยู่ในอากาศตามปกติแล้ว ก็อาจทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ในกรณีที่คนเรารับเอาปริมาณ NO_2 ที่มีความเข้มข้นเกินกว่า 0.06 PPM.แล้ว ความเจ็บป่วยก็จะเกิดเพิ่มขึ้นเร็วกว่าปกติ

3.3.2.5 ผลกระทบในระยะสั้นของ PHOTOCHEMICAL OXIDANTS

PHOTOCHEMICAL OXIDANTS คือการก่อให้เกิดการเคืองตา ถ้าหากความเข้มข้นของ OXIDANTS มีค่ามากขึ้น ก็จะมีความผิดปกติต่อการทำงานของร่างกาย จะรู้สึกระคายเคืองทางคอและจมูก ถ้าหากเราได้รับสาร OXIDANTS ปริมาณมีมากกว่านี้แล้ว ก็อาจทำให้ระบบหายใจเสียหายได้

3.3.2.6 สารประกอบตะกั่ว

สารประกอบตะกั่วที่ลอยอยู่ในอากาศมีอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อเด็กอายุ 1 ถึง 5 ขวบ ถ้าเด็กในวัยนี้ได้รับสารตะกั่วมากกว่า 30 ไมโครกรัม จะมีผลเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ของเด็ก ซึ่งเกิดผลต่อเนื่องไปสู่การพัฒนาร่างกายของเด็กในขั้นต่อ ๆ ไปอีกด้วย การที่ร่างกายของมนุษย์ได้รับสารประกอบตะกั่วในปริมาณที่สูงเกินไป ก็จะมีผลต่อการก่อตัวของเม็ดโลหิต ระบบประสาท ระบบไต และระบบอื่น ๆ ของร่างกาย

3.3.3 เครื่องป้องกันอากาศเสีย

เครื่องป้องกันอากาศเสียอาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท

3.3.3.1 เครื่องป้องกันชนิดทั่วไป เหมาะสำหรับใช้กรองฝุ่นละอองและเขม่าเท่านั้น และอาจกรองละอองตะกั่วได้บางส่วน มีลักษณะเป็นหน้ากากทำจากวัสดุใยสังเคราะห์ หรือเส้นใยเซลลูโลส เช่น เรยอน (rayon) ผสมกับใยแก้ว (glass fibre) หรือโพลีเอทีลีน เทเรพทาเลด (polyethylene terephthalate) มีราคาถูก น้ำหนักเบา และไม่เกะกะ และสามารถใช้ได้หลายครั้งอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซไม่กัดกร่อน และไอสารอินทรีย์ต่าง ๆ มีลักษณะของไส้กรองอยู่ภายในสามารถเปลี่ยนไส้กรองได้ ไส้กรองนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนนอกเป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนที่มีความหนาประมาณ 2 มม. ทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองตะกั่วได้ ส่วนด้านในเป็นถ่านกัมมันต์ (activated corbon) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ทำหน้าที่ดูดซับก๊าซและไอสารอินทรีย์บางชนิด เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจรซัลไฟด์ ฟอร์มัลดีไฮด์ เมทิลโปรโมด์ และมีเทน เป็นต้น อายุการใช้งานของเครื่องป้องกันประเภทที่สองนี้ค่อนข้างสั้น คือประมาณ 10 นาที จึงควรเปลี่ยนไส้กรองใหม่

3.3.3.3 เครื่องป้องกันชนิดที่สามและสี่ใช้กับก๊าซประเภทกรด (acid gases) มีลักษณะพิเศษก็คือ ไส้กรองมีส่วนประกอบของคะตะลิสต์ ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับหรือเปลี่ยนก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนทั้งที่เป็นประเภทกรดหรือด่าง ให้เป็นสารที่ไม่มีพิษได้ โดยขบวนการทางกายภาพ หรือปฏิกริยาเคมี

ส่วนประกอบภายในของไส้กรองประเภทนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนด้านนอก เป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนผสมกับใยแก้ว มีความหนาประมาณ 1 มม. ส่วนชั้นกลางจะเป็นแผ่นกรองทำด้วยเส้นใยเรยอนผสมกับใยสังเคราะห์ไวนิลโคโพลีเมอร์ (vinyl copolymer) มีความหนาประมาณ 5 มม. และมีความละเอียดมากกว่าแผ่นกรองชั้นนอก ซึ่งใช้ป้องกันไม่ให้ส่วนด้านในหลุดออกมา ส่วนชั้นในสุดประกอบด้วยผงถ่านกัมมันต์ค่อนข้างละเอียด มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 มม.หรือน้อยกว่า และมีพื้นที่ผิวมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในเครื่องประเภทที่สอง

การเก็บรักษาไส้กรองของเครื่องป้องกันอากาศเสียก็มีส่วนทำให้การทำงานของไส้กรองมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากไส้กรองมีความไวต่อความชื้นและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ควรเก็บไว้ในที่ที่ไม่มีความชื้น และอากาศถ่ายเทได้สะดวก อายุการใช้งานจะสามารถใช้ได้ประมาณ 6 เดือน ก็อาจจะเสื่อมสภาพในการกรองพิษได้ จึงควรเปลี่ยนไส้กรองใหม่

3.3.3.4 เครื่องป้องกันชนิดที่สี่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับชนิดที่สาม เพียงแต่เป็นชนิดที่ใช้กับด่าง

3.3.4 การหายใจของมนุษย์

การหายใจของมนุษย์ คือ การแลกเปลี่ยนก๊าซอ๊อกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจจะเป็นสัตว์หรือพืชก็ได้

การหายใจ คือ การแลกเปลี่ยนอากาศที่ถ่ายเทออกมากับอากาศภายนอกที่มีอยู่รอบตัว จำนวนของอากาศออกจากปอดและเข้าปอดขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความต้องการในปอด และความดันของอากาศภายนอก

External Respitation หมายถึง การแลกเปลี่ยนของก๊าซอ๊อกซิเจน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ที่ในถุงลมปอด และในกระแสโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internal Respitation หมายถึง การแลกเปลี่ยนของก๊าซอ๊อกซิเจน และคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ในกระแสโลหิต และในเซลล์ของร่างกาย

การหายใจมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1.) Thoracic Respiration คือการหายใจที่ใช้กล้ามเนื้อของช่วงอกเป็นส่วนใหญ่

2.) Abdominal Respiration คือการหายใจที่ใช้กล้ามเนื้อหน้าท้องช่วย

3.3.4.1 กระบวนการหายใจในปอด

กลไกของการหายใจ

เนื่องจากอากาศมีสมบัติคล้ายน้ำอยู่ประการหนึ่ง คือ ไหลจากบริเวณที่มีความดันสูงไปยังบริเวณที่มีความดันต่ำ ดังนั้น อากาศจะเข้าสู่ปอดได้ก็ต่อเมื่อความดันภายในปอดต่ำกว่าความดันภายนอก ในทางตรงข้าม อากาศจะออกจากปอดได้ก็ต่อเมื่องภายในปอดจะต้องมีความดันสูงกว่าภายนอก อากาศจะเข้าสู่ปอดได้ 2 วิธี คือ

1.) ทำให้ความดันภายในปอดต่ำกว่าความดันภายนอก ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดขึ้นจริง ๆ ตามธรรมชาติในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป เราอาจเรียกวิธีนี้ว่า การหายใจแบบความดันลบ (Negative Pressure Breathing) เครื่องช่วยหายใจที่ใช้หลักการนี้ได้แก่ ปอดเหล็กซึ่งปัจจุบันเลิกนิยมใช้กันแล้ว

2.) ทำให้ความดันภายนอกสูงกว่าความดันบรรยากาศ และสูงกว่าความดันภายในปอดขณะพักวิธีนี้เราเรียกว่า การหายใจแบบความดันบวก (Positive Pressure Breathing) เช่นในกรณีที่เราใช้เครื่องสูบอากาศเข้าไปในปอด ในปัจจุบันเครื่องช่วยหายใจส่วนใหญ่ใช้หลักการนี้ทั้งนั้น

3.3.4.2 การทำงานของระบบการหายใจ

ระบบการหายใจทำหน้าที่หายใจหรือระบายอากาศ (Ventitation) โดยการหายใจเข้านำอากาศจากบรรยากาศเข้าสู่ปอด และการหายใจออกขับคาร์บอนไดอ๊อกไซด์สู่บรรยากาศ

บรรยากาศจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยน (Gas Exchange) ระหว่างปอดกับเลือด คือให้อ๊อกซิเจนแก่เลือดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ ใช้ในการเผาผลาญและรับคาร์บอนไดอ๊อกไซด์จากเลือดสู่ถุงลมและขับออกโดยการหายใจออก

3.3.5 สัดส่วนของมนุษย์ในการออกแบบ

3.3.5.1 กระโหลกศีรษะ (SKULL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กระโหลกศีรษะของมนุษย์มีลักษณะแตกต่างกันออกตามชาติพันธุ์ ตลอดจนความแตกต่างระหว่างเพศ-วัย ตามมาตรฐานทั่วไป กระโหลกจะมีสัดส่วน = 1/8 ของความสูงของร่างกาย ชาวเอเชีย

มีส่วนสูงและรูปร่างเล็กกว่าชาวตะวันตก อาจมีกระโหลกเป็น 1/7 หรือ $7^{1}/_{2}$ ของส่วนสูงก็ได้ กระโหลกจะเปลี่ยนแปลงรูปทรงไปตามอายุ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1.) เมื่อแรกคลอดยังไม่พ้นน้ำนม (AT BIRTH)

2.) เมื่อฟันน้ำนมขึ้นแล้ว (IN FANCY)

3.) เมื่อเข้าวัยกลางคน (MATURITY)

4.) เมื่อวัยชราฟันหลุดแล้ว (SENILITY)

3.3.5.2 สรีระวิทยาของระบบประสาท

การรับรู้ความรู้สึกถูกกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในร่างกาย การควบคุมการหลับตื่น การมีสติสัมปชัญญะ การส่งภาษา ความจำ การเรียนรู้ การควบคุมการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และการแสดงออกในรูปของพฤติกรรมและอื่น ๆ อีกมากมาย เกิดขึ้นโดยอาศัยระบบประสาท หน้าที่ของระบบประสาทอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้คือ

1.) การรับความรู้สึก (Sensory , information input) ทำได้โดยอาศัยอวัยวะสัมผัส (sense organs) เช่นผิวหนัง อวัยวะ สัมผัสจากกล้ามเนื้อ ข้อต่อเยื่อหุ้มกระดูก รวมทั้งหู ตา จมูก ลิ้น เป็นต้น

2.) การวิเคราะห์ข้อมูล เก็บข้อมูล และแปลผล ประสานงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบประสาท (integration of information) เช่น การตัดสินใจ การเข้าใจความหมาย

3.) การสั่งงานและควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกาย(Motor) ซึ่งอาศัยอวัยวะสำแดงผล (effector organs) ซึ่งอาจเป็นกล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle) กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) ต่อมที่มีท่อต่าง ๆ (exocrinc gland) เช่นต่อมน้ำตา ต่อมน้ำลาย ต่อมเหงื่อ นอกจากนี้ระบบต่อมไร้ท่อ (erdocine gland) หลายอย่างยังสามารถถูกควบคุมโดยตรงหรือโดยอ้อมโดยอาศัยระบบประสาท

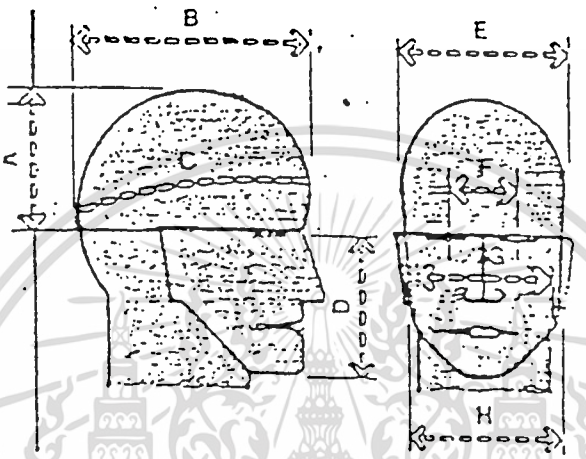
ระบบประสาทประกอบด้วย ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous systems, CNS) ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system, PNS) ระบบประสาทส่วนกลาง ประกอบด้วย สมอง และไขสันหลัง ไขสันหลังมีเส้นประสาทเข้าและออกที่ระดับต่าง ๆ ของปล้องกระดูกสันหลัง (Vertebra) พวกรับความรู้สึก (afferent) จะส่อเข้าทางแขนงท้ายหรือหลัง (posterior or dorsal root) ของประสาทไขสันหลัง ส่วนพวกส่งสัญญาณออกไปควบคุมกล้ามเนื้อ (efferent) จะส่งออกไปทางแขนงหน้าหรือล่าง (anterior or ventral root)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.3 ขนาดและการเคลื่อนไหวของศรีษะ

ภาพที่ 67

แสดงขนาดสัดส่วนของศรีษะมนุษย์ในการออกแบบ



ตารางที่ 26

แสดงขนาดสัดส่วนของศรีษะมนุษย์ในการออกแบบ

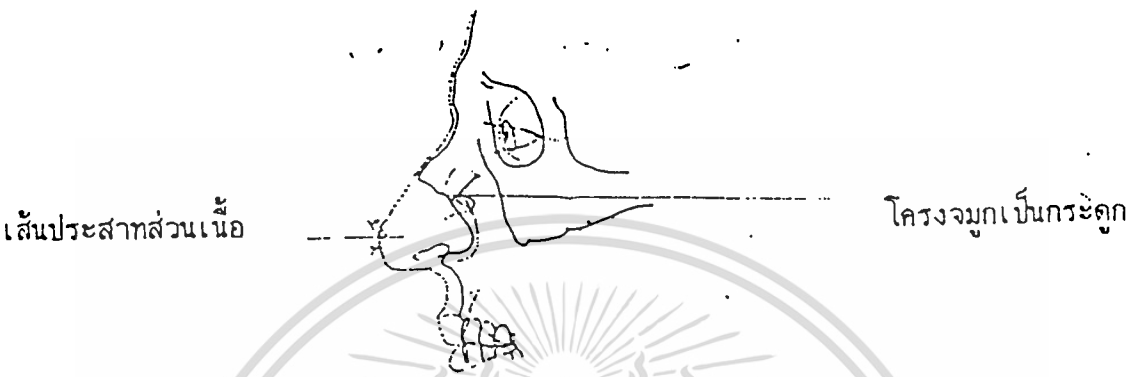
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
IN	5.7	6.50	23.59	5.13	8.27	2.71	5.94	5.93	8.07
CM.	12.7	16.5	59.9	13.0	21.0	6.9	15.1	15.2	20.3
IN	4.3	5.60	21.74	4.35	7.39	2.24	5.27	5.26	7.00
CM.	10.4	14.7	55.2	11.0	18.6	5.7	13.4	13.4	17.8
	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
IN	4.63	3.78	8.11	10.95	11.44	8.42	4.18	10.62	2.87
CM.	11.8	9.6	23.1	27.8	29.1	21.4	10.5	27.0	7.3
IN	3.92	3.24	7.89	9.35	9.89	7.18	3.54	9.02	2.40
CM.	10.0	8.2	20.0	23.8	25.1	18.2	9.0	22.9	6.1

3.3.5.4 จมูก (THE NOSE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

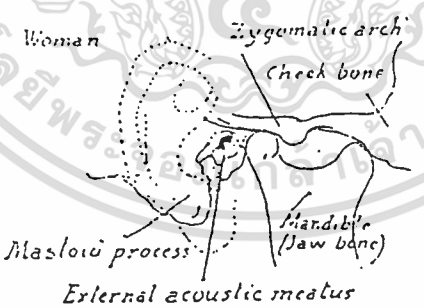
จมูกประกอบด้วยสันจมูกแข็งแคบทางด้านบนและปลาย ค่อยขยายกว้างออกสู่ด้านล่าง ส่วนประกอบของจมูกมีลักษณะโค้งเป็นกระเปาะ ทางด้านใต้มีช่องรูจมูกซ้ายขวา

ภาพที่ 68
แสดงโครงสร้างของจมูก



3.3.5.5 สัดส่วนของหู

ภาพที่ 69
แสดงขนาดสัดส่วนของหู



3.3.6 รูปแบบการจำแนกวัสดุ

คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้งานนั้น ควรพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

3.3.6.1 ความแข็งแรง (Strenght) คือสามารถในการรับแรงได้โดยไม่ทำให้วัสดุแตกหัก หรือเกิดการเสียหาย ความแข็งแรงนี้สามารถแยกออกเป็น

1.) ความแข็งแรงในการรับแรงดึง (Tensile Strength) คือความสามารถของวัสดุที่ต้านทานการแตกหักเมื่อได้รับแรงดึงสองข้างเข้าออกจากกัน คุณลักษณะนี้สำคัญสำหรับวัสดุโครงสร้างผลิตภัณฑ์ เช่น พลาสติกสามารถรับแรงดึงสูงสุดประมาณ $^1/_2$ เท่าของอลูมิเนียม

2.) ความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Compressive Strength) คือความสามารถของวัสดุที่จะต้องต้านทานการปริแตกเมื่อถูกแรงอัด เช่น เหล็กหล่อเป็นวัสดุที่สามารถรับแรงอัดสูง แต่สามารถรับแรงดึงได้ต่ำ

3.) ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือน (Shearing Stringth) คือโลหะถูกกรรไกรตัดไม่ฉีกขาดเมื่อถูกแรงเฉือน

3.3.6.2 ความแข็งแรงของผิว (Hardness) คือคุณสมบัติของวัสดุในการต้านทานต่อการสึกหรอหรือการขูดขีดหรือแรงกด วัสดุที่แข็งแรงจะกดวัสดุที่อ่อนกว่าให้เป็นรอย

3.3.6.3 ความเปราะ (Brittleness) เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ เมื่อนำวัสดุมางอหรือทุบกระแทก วัสดุนั้นแตกหักเป็นเสี่ยง ๆ ง่าย แทนที่จะโค้งงอเรียกว่า เป็นวัสดุเปราะ

3.3.6.4 ความสามารถในการยืดตัว (Ductility) คือคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถจะดึงหรืออัให้ยืดตัวออกได้ง่ายโดยไม่แตกหักหรือขาดออกจากกัน

3.3.6.5 ความสามารถในการบิดงดและรีดขึ้นรูปได้ (Malleability) คือคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถดัดงดและรีดขึ้นรูปได้ไม่แตกหัก คล้ายกับความสามารถในการยืดตัว

3.3.6.6 ความสามารถในการยืดหยุ่นตัว (Elasticity) คือคุณสมบัติในการคืนตัวสู่ที่เก่าภายหลังจากถูกแรงดึงหรืออัด

3.3.6.7 ความสามารถในการนำหรือเป็นฉนวนไฟฟ้า (Electrical Conductivity) คือวัสดุที่ยอมให้ไฟฟ้าไหลได้ดี และวัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย

3.3.6.8 ความสามารถในการนำความร้อน (Heal Conductivity) คือวัสดุบางอย่างสามารถยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้ดีและวัสดุบางอย่างไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้ง่าย

3.3.7 การเลือกใช้พลาสติก

ในที่นี้ใคร่ขอที่จะหยิบยกพลาสติกจำนวน 6 ชนิด ที่นำมาสรุปถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ในการนำไปใช้งาน ดังนี้

3.3.7.1 Celluloseacetate (CA)

ชื่อทางการค้า : Ecaron Cellidor A

สีและลักษณะที่มีขายอยู่ตามท้องตลาด : เป็นเม็ด ผสมสารทำให้อ่อนในปริมาณแตกต่างกัน มีแบบใสเหมือนแก้ว และย้อมสีได้ทุกสี

คุณสมบัติทั่วไป : เหนียวมาก จับถือได้ ทนการขูดขีด และไม่ลื่นเมื่อถูกเหงื่อผิวมัน ฝุ่นไม่จับ ทึบเสียง การคงรูปจะถูกจำกัดด้วยอิทธิพลของความร้อนและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการใช้งาน : ใช้ทำกระดุม หวี เครื่องประดับ กรอบแว่นตา ด้ามมีด ด้ามช้อนส้อม ส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ ของเด็กเล่น ส้นร้องเท้า อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องเขียน เครื่องใช้ในบ้าน

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นระยะนาน ๆ : Max 60-85 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อเบนซิน น้ำมันเครื่อง ไขมัน ทนต่อแอลกอฮอล์ และเบนโซน ไม่ทนกรดด่าง

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.5-.07%

3.3.7.2 Polystyrene แบบธรรมดา (PS_I)

ชื่อทางการค้า : Polystyrene III, VI, EF Vestyron D, Lo, เมล็ดคล้ายไข่มุกใสเหมือนแก้ว ย้อมสีตั้งแต่สีจางจนถึงสีเข้ม

คุณสมบัติโดยทั่วไป : มีความแข็งแรง คงขนาด มีค่า Dilectricity ดีทนต่อความชื้นและน้ำ ไม่มีรสและไม่มีกลิ่น มีแนวโน้มที่จะแตกร้าวได้ง่าย

ตัวอย่างการใช้งาน : ชิ้นส่วนก่อสร้าง ฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้า และโทรคมนาคมที่ไม่ได้รับการกระทบกระแทกมาก เครื่องใช้ในบ้าน เครื่องเขียน ชิ้นส่วนสำหรับการโฆษณา ในรูปของโฟมรู้จักกันในชื่อของสไตโรโฟม (Styroform) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับในงานต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของแผ่นฉนวนกันความร้อนและเสียง

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดด่าง แอลกอฮอล์ และน้ำมัน

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.6%

3.3.7.3 Actylonitile - butadiene - Styrene - Copolymers

ชื่อทางการค้า : NOVODUR W, W20, H;Lustran, Estodur

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : เหนียว ทนการกระแทรก มีความแข็งแรงสูง ทึบเสียง ทนต่อดินฟ้าอากาศ และไม่เสื่อมสภาพ มีค่า Dieletricity ดี ไม่มีสิ่งเป็นพิษตกค้าง

ตัวอย่างการใช้งาน : ส่วนประกอบภายในรถยนต์ ส่วนประกอบของเครื่องใช้สำนักงาน โทรศัพท์ เครื่องใช้ในบ้านและในครัวตัวสำหรับขนส่งของเหลว ส่วนประกอบที่สำคัญของวิทยุโทรศัพท์ โทรทัศน์ เทปอัดเสียง และของเด็กเล่น

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : Max 60-80 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อด่างและกรดอ่อนเบนซิน น้ำมันเครื่องไขมัน

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-0.6%

3.3.7.4 Polycarbonate (PC)

ชื่อทางการค้า : Makrolon, Lexan

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ด สีธรรมชาติ และย้อมสีได้ทุกสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผลผลิต : ความแข็งแรงเชิงกลในช่วงอุณหภูมิสูง คงขนาดและทนความร้อนได้ดี มีค่า Dilectricity ดี ไม่เสื่อมคุณภาพง่าย ดูดซึมน้ำน้อยมาก

ตัวอย่างการใช้งาน : หมวกกันน็อค ฝาครอบและฉนวนดวงไฟฟ้าสว่างที่ต้องการความแข็งแรงในช่วงอุณหภูมิสูง อุปกรณ์ในเครื่องที่ต้องรับการกระแทรก ใช้ทำเลนส์ เครื่องมือ

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : Max 110-135 C

การทนต่อสารเคมี : ทนกรดอ่อน แอลกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน ทนกรดแก่และด่างอ่อนได้จำกัด

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 0.4-.08%

3.3.7.5 Polyamide (PA), Nylon

ชื่อทางการค้า : Ultramid A, B, BM, S; Durethane BK togamid-T, Vestamid

สีและลักษณะโดยทั่วไปของผลผลิต : เหนียวและขยายตัวได้มาก มีค่าความยืดหยุ่นต่ำ ทนต่อการขัดสี ทนต่อความร้อน ดูดซึมน้ำได้มาก มีแนวโน้มที่จะเกิดไอได้ง่าย จะเปราะเมื่ออบแห้ง

ตัวอย่างการใช้งาน : ชิ้นส่วนทางเทคนิคทุกชนิด เฟืองรับเบริ่ง กล่องบังคับลูกปืนเบริ่ง ชิ้นส่วนข้อต่อ (Coupling) หมวกกันน็อค เครื่องมือแพทย์

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : Max 90-110 C

ทนต่อสารเคมี : ทนต่อด่างอ่อน แอลกอฮอล์ เบนซิน น้ำมันเครื่อง และไขมัน ไม่ทนต่อกรด ด่างแก่ และ Ketone

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.0-2.5%

3.3.7.6 Polypropylene (PP)

ชื่อทางการค้า : Hostalen PP, Luparen < Vestolen P.

สีและลักษณะที่มีขายตามท้องตลาด : เป็นเม็ดและผสมสีโปร่งแสงจนถึงทึบแสง

คุณสมบัติทั่วไปของผลผลิต : ทนต่อการแปรรูปด้วยความร้อน การทนต่อแรงดึง ทนแรงกระแทก และทรงตัวดี ผิวแข็ง ไม่มีแนวโน้มของการสึกกร่อน ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 C ได้ ไม่ดูดซึมน้ำ จะเปราะเมื่อมีอุณหภูมิ 0 C

ตัวอย่างการใช้งาน : ใช้ทำเครื่องใช้ภายในบ้าน ของเด็กเล่น ชิ้นส่วนทางไฟฟ้า หมวกกันน็อค ส้นรองเท้าสตรี

อุณหภูมิที่ใช้งานได้เป็นเวลานาน ๆ : Max 120-130 C

การทนต่อสารเคมี : ทนต่อกรดอ่อน ด่างอ่อน ทนต่อแอลกอฮอล์, Ketone, Ether, Ester, น้ำมันเครื่อง และไขมันได้จำกัด ไม่ทนต่อกรดแก่ ด่างแก่, Chlorinated, Hydrocarbon, Benzol และเบนซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการหดตัวอยู่ระหว่าง 1.2-2% ถ้าเป็นแบบไหลง่าย และ 2-3 % ถ้าเป็นแบบไหลยาก

3.3.8 กรรมวิธีการผลิต

ประเภทหล่อพลาสติกเม็ดและผงโดยใช้ความร้อนและแรงอัดในแม่แบบปิด MOLDING

ในที่นี้ใคร่ที่จะขอกล่าวถึง กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding) กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้ สามารถแบ่งออกได้หลายชนิด แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเพียง 2 ชนิด คือ

3.3.8.1 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางใช้ทำชิ้นงานทั่วไป แบบฉีดชนิดนี้จะยกตัวอย่างมาเพียงสองระบบ ซึ่งเป็นระบบที่นิยมกัน คือ

1.) ระบบ Plunger Type สามารถใช้พลาสติกพวกเทอร์โมพลาสติกได้เกือบทุกชนิด กรรมวิธีการผลิตนี้มีใช้กันอย่างกว้างขวาง

2.) ระบบ Reciprocating Screw ขั้นตอนการผลิตทั่วๆ ไป เหมือนกับระบบ Plunger Type ผิดกันแต่ระบบการอัดพลาสติกเหลวที่หลอมละลายไปที่หัวฉีด (Nozzle) ระบบ Plunger Type ใช้ระบบลูกสูบ แต่ระบบ Reciprocating Screw ใช้สกรูหรือเกลียวที่หมุนแทน ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานได้ใหญ่ขึ้น

3.3.8.2 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้นิยมใช้บ้างพอสมควร โดยเฉพาะใช้ผลิตชิ้นงาน รูปขวดขนาดเล็กที่ต้องการความหนาของผนังเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะใช้กรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (Blow Molding) ไม่ได้

ข้อดี ของการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

1.) ไม่มีครีบหรือส่วนเกินที่ต้องทำการตัดออกหรือตกแต่งต่อ

2.) ไม่มีเศษวัสดุเหลือ

3.) ผนังหรือคอขวดของชิ้นงานจะมีความหนาเท่า ๆ กัน เพราะเราสามารถคำนวณความหนา เพื่อการยืดตัวของส่วนต่าง ๆ ไว้แล้ว

4.) ขนาดของเกลียวที่คอขวดมีขนาดความผิดพลาดน้อยมาก

5.) เนื้อชิ้นงานใสกว่าและผิวเป็นมันมากกว่า

ข้อเสีย

1.) ต้องมีแม่แบบหลายชุด โดยปกติจะมีสองชุด บางแบบจะมีสามชุดซึ่งจะต้องลงทุนเพิ่มขึ้น

2.) ลงทุนค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง

3.) การเกิดแรงเครียด (Injection Strain) จึงทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ต้องใช้เวลาที่สอดคล้องกัน จึงอาจทำให้เสียเวลาในช่วงการผลิตมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับความสำคัญ และจัดให้เป็นระบบหมวดหมู่ของงาน เพื่อความเป็นระเบียบในการวิเคราะห์ และสอดคล้องต่อการนำไปใช้ในงานออกแบบ

3.4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบภายนอกของหมวกนิรภัย

3.4.1.1 เปลือกหมวก Shell

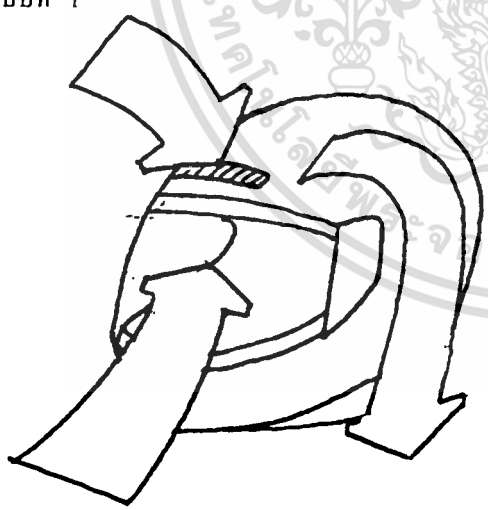
เปลือกหมวก หมายถึง ตัวหมวกนิรภัยที่ไม่รวมส่วนประกอบอื่น การวิเคราะห์ส่วนของเปลือกหมวกนั้น สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งจะมีความสำคัญเป็นอันดับแรกในการทำการออกแบบหมวกนิรภัยทุกชนิด ทั้งนี้จะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ตารางที่ 27

การวิเคราะห์รูปแบบการนำอากาศเข้าและออกของเปลือกหมวกนิรภัย

รูปแบบการไหลเวียนของอากาศ

แบบที่ 1



แบบที่ 2

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความเร็วในการระบายอากาศเข้าออก	3	5
2	การถ่ายเทอากาศของหมวกนิรภัย	4	5
3	สะดวกต่อการผลิต	5	4
รวม		12	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 27 รูปแบบการไหลเวียนของอากาศที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบที่ 2 ซึ่งสามารถถ่ายเทอากาศได้ดีที่สุด

ตารางที่ 28

การวิเคราะห์จุดรับอากาศของหมวกนิรภัย

รูปแบบของจุดรับอากาศ

1. แบบเข้า 1 ทาง

2. แบบเข้า 2 ทาง

3. แบบเข้า 3 ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การนำลมเข้าได้ประมาณมาก	2	4	5
2	การบังคับทิศทางลมภายในหมวก	2	3	5
3	อากาศผ่านเข้าออกได้สะดวก	3	4	5
รวม		7	11	15

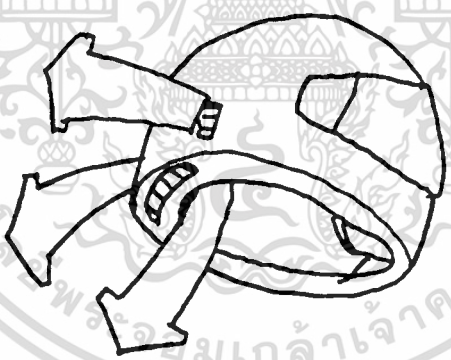
จากตารางที่ 28 รูปแบบการจัดวางจุดรับอากาศแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบ 3 ทาง

ตารางที่ 29

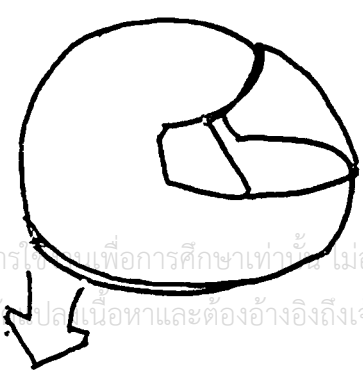
การวิเคราะห์จุดระบายอากาศออกของหมวกนิรภัย

รูปแบบของการระบายอากาศออก

1. แบบด้านล่างทางเดียว

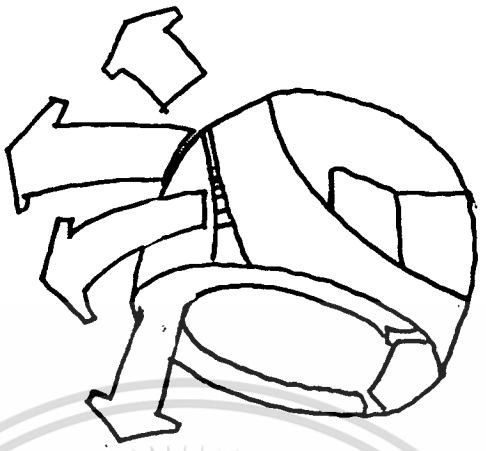


2. แบบด้านล่างทางเดียว
และด้านหลัง 2 ทาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบด้านล่างทางเดียว
และด้านหลัง 3 ทาง



ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	การระบายอากาศออกได้รวดเร็ว	2	4	5
2	ดูแลรักษาง่าย	5	3	2
3	การถ่ายเทอากาศทำได้ดี	1	3	5
4	สะดวกต่อการผลิต	4	3	2
	รวม	12	13	14

จากตารางที่ 29 รูปแบบของการระบายอากาศออกที่เหมาะสมที่สุดคือ แบบที่ 3 เพราะมีคุณสมบัติในการระบายอากาศได้ดีที่สุด

ตารางที่ 30

การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนของเปลือกหมวกนิรภัย

ในที่นี้ผู้วิจัยได้นำพลาสติกมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเปลือกหมวกนิรภัย ซึ่งได้รับการคัดเลือกประเภทของพลาสติกที่ใช้มาแล้ว ดังนี้

1. Celluloseacetate (CA)
2. Polycarbonate (PC)
3. Polyamide (PA)
4. Polypropylene (PP)
5. Polystyrene (PS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	4	4	5	5	3
2	ความสามารถในการยืดตัว	5	4	5	5	4
3	ความสามารถในการบิดงอ	5	5	5	4	4
4	ความสามารถในการทนความร้อน	3	4	5	5	4
5	เป็นฉนวนไฟฟ้า	5	5	5	5	5
รวม		22	22	25	24	20

จากตารางที่ 30 พลาสติกที่เหมาะสมในการผลิตเป็นเปลือกหมวก คือ Polyamide (PA), Nylon

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตเปลือกหมวกนิรภัย

ในการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตเปลือกหมวกนิรภัยนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของระบบต่าง ๆ ในการผลิตมาแล้วหลายรูปแบบ ซึ่งเห็นว่า กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดนั้นจะได้ผลดีที่สุด ซึ่งในที่นี้กรรมวิธีการฉีดก็มีหลายประเภท จึงจะแยกออกมาเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 31

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตเปลือกหมวกนิรภัยระบบการฉีดชนิดต่าง ๆ

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding
   ระบบ Reciprocating Screw
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สามารภผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้	5	3
2	ผิวของชิ้นงานเรียบเสมอกัน	3	4
3	สะดวกต่อการผลิต	5	4
4	ความรวดเร็วในการผลิต	5	3
รวม		18	14

จากตารางที่ 31 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิดที่เหมาะสมที่สุดคือ Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 บังลม Windshield

การวิเคราะห์ในเรื่องของบังลมนั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการออกแบบหมวกนิรภัยเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นส่วนที่แสดงทัศนะวิสัยในการมองของผู้สวมใส่ ทั้งยังจะเป็นส่วนช่วยปกป้องผู้สวมใส่อีกอย่างหนึ่งด้วย

ตารางที่ 32

การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตบังลมของหมวกนิรภัย

พลาสติกที่จะนำมาวิเคราะห์

1. Celluloseacetate (CA)
2. Polystyrene (PS)
3. Polycarbonate (PC)
4. Polyamide (PA)
5. Polypropylene (PP)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ทนการขูดขีด	3	4	5	3	3
2	ความแข็งแรง	4	3	4	5	3
3	การทนต่อสารเคมี	3	4	5	5	3
4	ความคงรูปไม่เปราะ	4	2	5	5	4
รวม		14	13	19	18	13

จากตารางที่ 32 พลาสติกที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาทำบังลม คือ Polycarbonate (PC)

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตบังลมของหมวกนิรภัย

กรรมวิธีการผลิตพลาสติกแบบฉีด

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ชิ้นงานมีผิวเรียบ	4	4
2	ความรวดเร็วในการผลิต	5	3
3	สามารถผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้	5	3
รวม		14	10

จากตารางที่ 33 กรรมวิธีการผลิตแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการผลิตหมวกนิรภัย คือ Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์อุปกรณ์การยึดบังลมของหมวกนิรภัย

การยึดบังลม

1. แบบยึดจุดเดียว

2. แบบ 2 จุดยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรงทนทาน	4	5
2	สะดวกต่อการบำรุงรักษา	5	4
3	ประหยัดไม่เปลืองวัสดุ	5	3
รวม		14	12

จากตารางที่ 34 รูปแบบการยึดของอุปกรณ์การยึดบังลมที่เหมาะสม คือ การยึดแบบ I จุด

ตารางที่ 35

การวิเคราะห์อุปกรณ์การยึดบังลมหมวกนิรภัย

ลักษณะของอุปกรณ์การยึด

1. การยึดด้วยสกูลโลหะ
2. การยึดด้วยสกูลพลาสติก
3. การยึดด้วยหมุดย้ำ
4. การยึดด้วยสลัก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความแข็งแรง	5	4	5	4
2	การดูแลรักษาและซ่อมบำรุง	3	5	2	4
3	ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ	2	5	2	4
4	การถอดประกอบ	4	5	1	4
5	สะดวกต่อการผลิต	3	5	4	4
รวม		17	24	14	20

จากตารางที่ 35 ลักษณะของอุปกรณ์การยึดที่เหมาะสมที่สุด คือ การยึดด้วยสกูลพลาสติก

ตารางที่ 36

การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตอุปกรณ์ยึดบังลม

พลาสติกที่นำมาวิเคราะห์

1. Celluloseacetate (CA)
2. Polycarbonate (PC)
3. Polyamide (PA)
4. Polypropylene (PP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Polystyrene (PS)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	4	4	5	4	3
2	ความยืดหยุ่น	4	4	5	3	2
3	ทนต่อการขูดขีด	5	4	5	4	4
4	สะดวกต่อการผลิต	4	3	5	3	4
รวม		17	15	20	14	13

จากตารางที่ 36 พลาสติกที่เหมาะสมในการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลมมากที่สุด คือ Polyamide (PA)

ตารางที่ 37

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลม

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความรวดเร็วในการผลิต	5	4
2	สอดคล้องกับสายงานการผลิต	5	2
3	เหมาะสมกับสภาพของชิ้นงาน	4	3
รวม		14	9

จากตารางที่ 37 กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลมที่เหมาะสมที่สุด คือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

3.4.1.3 ขอบหมวก Rim

การวิเคราะห์ขอบหมวกซึ่งเป็นองค์ประกอบภายนอกของหมวกนิรภัยที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่า องค์ประกอบอื่น ๆ ของหมวกนิรภัยนั้น ๆ เลย ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมที่จะนำไปสู่การออกแบบหมวกนิรภัยให้มีประสิทธิภาพ และความเป็นไปได้อย่างสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์วัสดุที่จะใช้ผลิตขอบหมวกของหมวกนิรภัย

พลาสติกที่นำมาวิเคราะห์

1. Ethylene Vinyl Acelate (EVA)
2. Celluloseacetate (CA)
3. Polyamide (PA)
4. Polystyrene (PS)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ความยืดหยุ่นตัวสูง	5	4	4	3
2	รับแรงกระทบได้ดี	5	4	3	4
3	สะดวกต่อการผลิต	4	3	5	3
รวม		14	11	12	10

จากตารางที่ 38 พลาสติกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตขอบหมวก คือ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)

ตารางที่ 39

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตขอบหมวก

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความรวดเร็วในการผลิต	5	4
2	ความสิดคล้องกับสายงานการผลิต	5	3
3	เหมาะสมกับประเภทของพลาสติก	4	3
4	เหมาะสมกับสภาพของชิ้นงาน	5	3
รวม		19	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 39 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดที่เหมาะสมที่สุด คือ กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในของหมวกนิรภัย

ส่วนประกอบภายในของหมวกนิรภัยนั้น เราสามารถจำแนกออกได้หลายชิ้นส่วน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ตามลำดับ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและนำไปใช้ในการออกแบบ

ส่วนประกอบภายในของหมวกนิรภัย นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญ เพราะจะเป็นส่วนที่สัมผัสกับผู้ใช้มากที่สุด จึงต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ให้ดี เพื่อความถูกต้องและเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของข้อมูล

3.4.2.1 รองใน (PROTECTIVE PADDING)

รองใน หมายถึง ส่วนที่บุภายในหมวกเพื่อบรรเทาความรุนแรงที่ศีรษะจะได้รับการกระแทรก การวิเคราะห์ในเรื่องของรองในนั้น ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ไปเป็นลำดับ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 40

การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตรองในหมวกนิรภัย

พลาสติกประเภทโฟม

1. Polystyrene (PS) Styrofoam
2. PNolyvinyl Chloride (PVC)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	การรับแรงกระทบ	5	4
2	ไม่ดูดซึมความชื้น	5	4
3	สะดวกต่อการผลิต	4	3
รวม		14	11

จากตารางที่ 40 พลาสติกประเภทโฟมที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ คือ Polystyrene (PS) Styrofoam

ตารางที่ 41

การวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตรองในหมวกนิรภัย

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocation Screw
2. กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความรวดเร็วในการผลิต	5	4
2	ความสอดคล้องกับสายงานการผลิต	5	3
3	เหมาะสมกับสภาพของชิ้นงาน	5	2
รวม		15	9

จากตารางที่ 41 กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตรองในหมวกนิรภัย คือ Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

3.4.2.2 เบาะรอง Cushioning

เบาะรอง หมายถึง วัสดุที่ใช้รองเพื่อความสบายในการสวมใส่ เบาะรองนั่นนับว่าเป็นส่วนที่จะสัมผัสกับผู้ใช้มากที่สุด จะเป็นส่วนที่กำหนดความสบายในการสวมใส่ให้กับผู้ใช้อย่างมากที่สุด

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการผลิตเบาะรองหมวกนิรภัย

วัสดุที่ใช้ในการผลิต

1. Polyamide (PA), Nylon ในรูปของสิ่งทอ
2. Polyethylene (PE) ในรูปของสิ่งทอ
3. Polyester ในรูปของสิ่งทอ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความยืดหยุ่นตัว	5	4	5
2	ความนุ่มสะบาย	4	4	4
3	ไม่ละคายเคืองต่อผิวหนัง	4	4	5
4	เหมาะสมกับชนิดของงานที่ผลิต	5	4	5
รวม		18	16	19

จากตารางที่ 42 วัสดุที่ใช้ในการผลิตเบาะรองของหมวกนิรภัยที่เหมาะสมที่สุด คือ Polyester โดยใช้ฟองน้ำ PVC บุภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 สายรัดคาง Chin strap

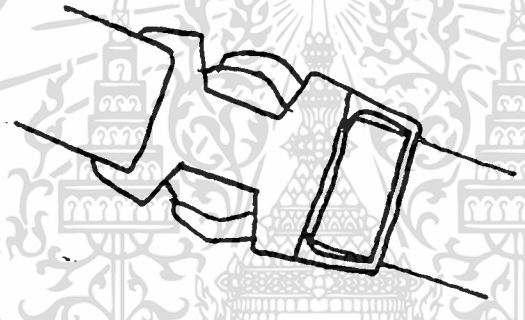
สายรัดคาง หมายถึง สายที่ยึดหมวกนิรภัยให้แน่นกับศีรษะโดยยึดไว้ที่คาง สายนี้สามารถปรับให้แน่นและหย่อนได้ตามความต้องการ สายรัดคางเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญในการรักษาชีวิตของผู้สวมใส่เป็นอย่างยิ่ง

การวิเคราะห์รูปแบบของการล็อคสายรัดหมวกนิรภัย

การล็อคสายรัดหมวกนิรภัยนั้นมีหลากหลายวิธี หลายระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และเห็นว่ามีอยู่โดยทั่วไปในท้องตลาด และการใช้ของผู้ผลิตโดยทั่วไปนั้น มีดังนี้

ภาพที่ 70

แสดงการล็อคของสายรัดแบบล็อคด้วยตัวล็อค



จากภาพที่ 70 แสดงภาพตัวล็อคสายรัดคางหมวกนิรภัย ทำการล็อคโดยตัวล็อค หลักการทำงานโดยการดันเข้าและกดออก แบบนี้ต้องอาศัยการปรับเลื่อนสายรัดคางจากระบบอื่น ๆ

ภาพที่ 71

แสดงภาพการล็อคของสายรัดหมวกนิรภัยโดยใช้เข็มขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 71 แสดงภาพของการล๊อคสายรัดคางหมวกนิรภัยแบบที่ใช้เข็มขัด แบบนี้สามารถปรับเลื่อนสายรัดได้ตามต้องการ

ภาพที่ 72

แสดงภาพการล๊อคของสายรัดหมวกนิรภัยโดยใช้ห่วง

จากภาพที่ 72 แสดงภาพของการล๊อคสายรัดคางหมวกนิรภัยแบบที่ใช้ห่วงรัด หลักการโดยทั่วไปนั้นคล้ายคลึงกับการล๊อคด้วยเข็มขัด สามารถปรับเลื่อนสายได้เช่นกัน

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของการล๊อคแบบต่าง ๆ

การล๊อคด้วยตัวล๊อคพลาสติก	
ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นการล๊อคแบบที่นิยมใช้กันมากและนับได้ว่าเป็นแบบที่ปลอดภัย 2. สามารถล๊อคได้สะดวก 3. ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม 4. สะดวกต่อการใช้สอย	1. ต้องอาศัยการปรับเลื่อนจากระบบการล๊อคระบบอื่น
การล๊อคโดยการใช้เข็มขัดและห่วง	
ข้อดี	**ข้อเสีย**
1. สามารถปรับเลื่อนได้ในขณะสวมใส่ 2. ผลิตได้ง่าย 3. สะดวกต่อการใช้สอย	1. สายรัดคางอาจจะหลุดออกได้ง่ายเมื่อถูกแรงกระทำมาก ๆ 2. มีการล๊อคแบบระบบเดียวไม่ปลอดภัยในการใช้งาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 43 รูปแบบของการล๊อคสายรัดคางหมวกนิรภัยที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบตัวล๊อคพลาสติกและต้องเป็นการล๊อคแบบสองชั้น เพื่อความปลอดภัย โดยการนำระบบการล๊อคแบบที่ 3 เข้ามาผสมผสานกัน

ตารางที่ 44
การวิเคราะห์วัสดุในการผลิตตัวล๊อคสายรัดหมวกนิรภัย
พลาสติกที่นำมาวิเคราะห์

1. Polyethylene (PE)
2. Polystyrene (PS)
3. Polycarbonate (PC)
4. Polypropylene (PP)
5. Polyamide (PA)

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	รับแรงดึงได้ดี	4	3	4	3	5
2	ทนต่อสารเคมี	4	3	5	4	4
3	ทนกรดและด่าง	3	2	4	3	5
4	คงรูปไม่เปราะ	3	4	5	4	5
5	เหมาะสมกับสายงานการผลิต	3	3	4	3	5
รวม		17	15	22	17	24

จากตารางที่ 44 วัสดุที่เหมาะสมในการผลิตตัวล๊อคสายรัดคางหมวกนิรภัย คือ Polyamide (PA)

ตารางที่ 45
การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ผลิตสายรัดคางหมวกนิรภัย
วัสดุที่ใช้ในการผลิต

1. Polyamide (PA), Nylon
2. Polyester
3. Polyethylene (PE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	รับแรงดึงได้ดี	5	3	4
2	ทนกรดและด่างได้ดี	5	3	4
3	ทนไขมัน	5	3	1
4	เหมาะสมกับสายงานการผลิต	5	2	3
รวม		20	11	12

จากตารางที่ 45 วัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตสายรัดคาง คือ Polyamide (PA), Nylon

3.4.2 การวิเคราะห์ระบบการกรองมลพิษ

การวิเคราะห์ระบบการกรองและป้องกันมลพิษนั้น นับว่าเป็นจุดสำคัญซึ่งเป็นจุดเด่นในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ การกรองและป้องกันมลพิษนั้นมีอยู่หลายวิธี รูปแบบการกรองที่ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบนั้น จะเป็นรูปแบบของการกรองโดยการผ่านเข้าของอากาศ และไม่ใช้งานระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้

3.4.2.1 การวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องป้องกันมลพิษแบบต่าง ๆ

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องป้องกันมลพิษแบบต่าง ๆ

รูปแบบของเครื่องป้องกันมลพิษ

1. เครื่องป้องกันชนิดทั่วไป
2. เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซไม่กัดกร่อน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ
3. เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซประเภทกรด และด่าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	สามารถป้องกันสารมลพิษได้ทุกชนิด	2	3	3
2	สามารถเปลี่ยนก๊าซประเภทกรดและด่างให้เป็นอากาศดี	2	3	5
3	เหมาะสมกับหน้าที่การใช้สอย	3	4	5
4	สะดวกต่อการผลิตและนำไปใช้	5	4	3
รวม		12	14	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 46 เครื่องป้องกันมลพิษแบบที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ คือ เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซประเภทกรดและด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนนสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ สามารถชี้ให้เห็นแนวทางการพัฒนาและการออกแบบ เพื่อที่จะนำผลของการศึกษาและวิเคราะห์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และมีหลักฐานอ้างอิงตามปทัสฐานของการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการออกแบบ

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปผล เพื่อนำสู่การออกแบบได้ ดังต่อไปนี้

4.1.1 มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์ในเรื่องของการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยนั้น ให้คงใช้มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ พ.ศ. 2529 เป็นบรรทัดฐาน และให้ดูแนวโน้มของร่างมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ พ.ศ. 2537 ประกอบการพิจารณา

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบเปลือกหมวก

4.1.2.1 ช่องรับอากาศเพื่อการหมุนเวียนของอากาศภายในหมวก ให้ใช้การเข้าแบบสามทาง และระบายออกแบบสี่ทาง เพื่อประโยชน์ในด้านความสัมพันธ์ของการกรองอากาศ

4.1.2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตเปลือกหมวก โครงสร้างพลาสติก ให้ใช้พลาสติก Polyamide (PA), Nylon

4.1.2.3 กรรมวิธีการผลิตเปลือกหมวกนิรภัย ให้ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบบังลม

4.1.3.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตบังลม คือ Polycarbonate (PC)

4.1.3.2 กรรมวิธีการผลิตบังลมให้ใช้กรรมวิธีแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

4.1.3.3 การวิเคราะห์อุปกรณ์การยึดบังลมให้ใช้อุปกรณ์การยึดบังลมแบบจุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 อุปกรณ์การยึดบังลมให้ใช้สกูลพลาสติกยึด

4.1.3.5 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลมให้ใช้พลาสติก Polymide (PA), Nylo

4.1.3.6 กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์การยึดบังลม ให้ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบขอบหมวก

4.1.4.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตขอบหมวก คือ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)

4.1.4.2 กรรมวิธีการผลิตขอบหมวกให้ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบรองใน

4.1.5.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตรองใน คือ Polystyrene (PS) Styrofoam

4.1.5.2 การกำหนดขนาดของรองในให้ใช้ข้อกำหนดตามส่วนของศรีษะที่บอบบางที่สุด บริเวณด้านหลังของกระโหลกศีรษะและด้านบน

4.1.5.3 กรรมวิธีการผลิตรองในหมวกนิรภัยเป็นแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Reciprocating Screw

4.1.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบเบาะรอง

4.1.6.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตเบาะรองหมวกนิรภัยที่เหมาะสมที่สุด คือ Polyesfer โดยใช้ฟองน้ำ PVC บุภายในแล้วซีนด้วยความร้อนติดกับรองใน

4.1.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนการออกแบบสายรัดคาง

4.1.7.1 รูปแบบของการล๊อคสายรัดคางหมวกนิรภัยที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบตัวล๊อคพลาสติกและต้องเป็นการล๊อคแบบสองชิ้น เพื่อความปลอดภัย โดยนำระบบล๊อคแบบห่วงเข้ามาผสมผสานกัน

4.1.7.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตสายรัดคาง ได้แก่ Polyamide (PA), Nylon โดยตามมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวกนิรภัยนั้น ได้กำหนดความกว้างไว้ที่ 2 เซมติเมตร

4.1.7.3 วัสดุที่ใช้ในการผลิตตัวล๊อคให้ใช้ Polyamide (PA), Nylon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

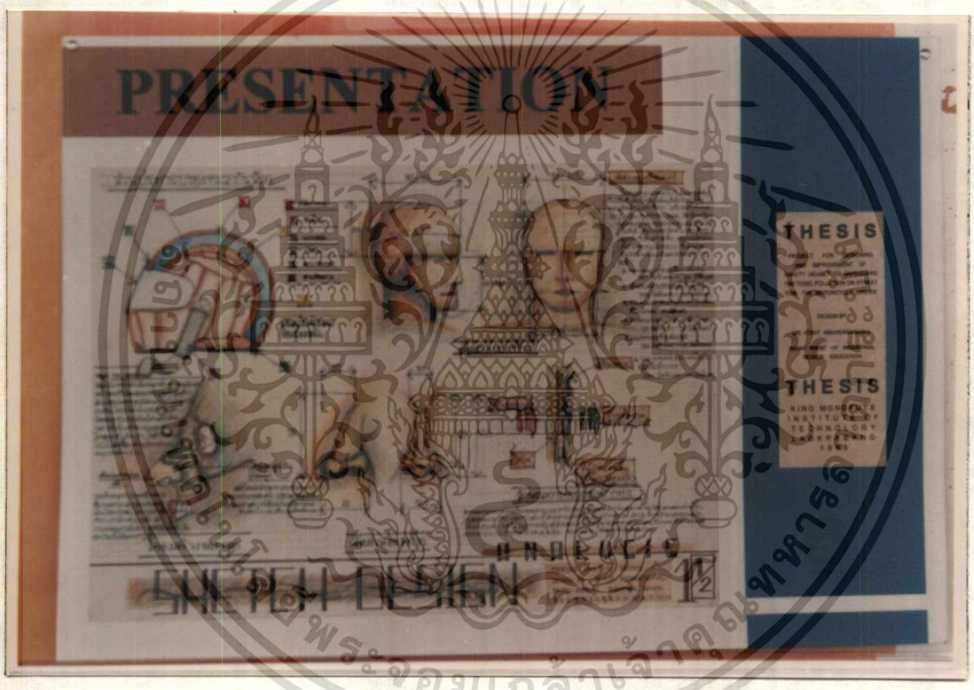
4.1.8 ผลการวิเคราะห์รูปแบบและชนิดของเครื่องป้องกันมลพิษ

4.1.8.1 เครื่องป้องกันมลพิษรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ เครื่องป้องกันชนิดใช้กับก๊าซประเภทกรดและด่าง ซึ่งสามารถป้องกันสารพิษทุกประเภทที่มีอยู่ในอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 แบบถ่ายย่อ

ภาพที่ 73

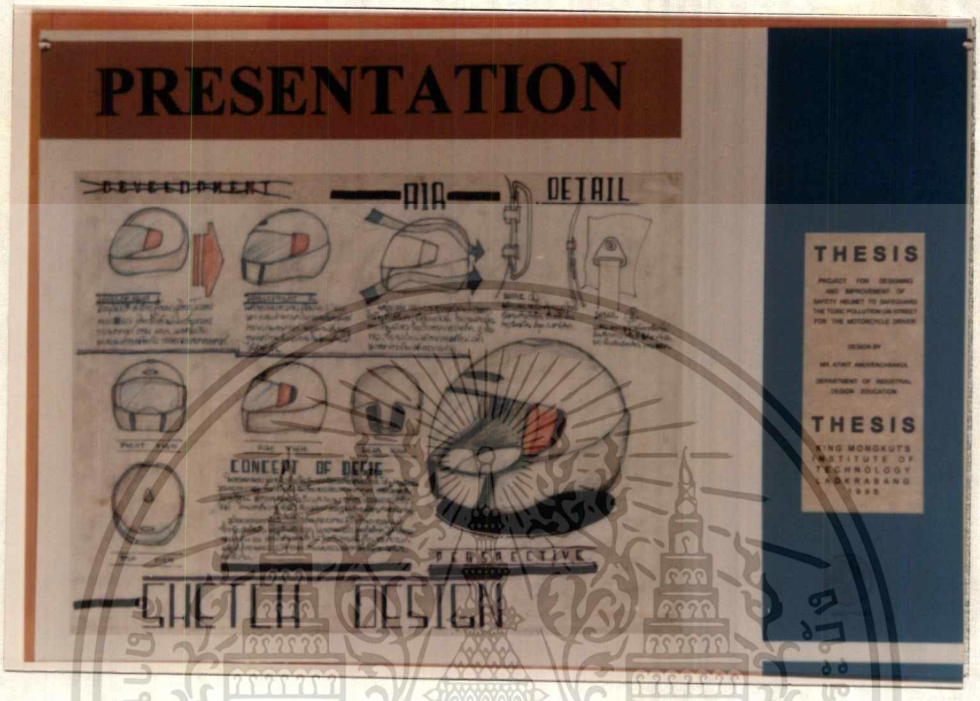
แสดงภาพ SKETCH DESIGN 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

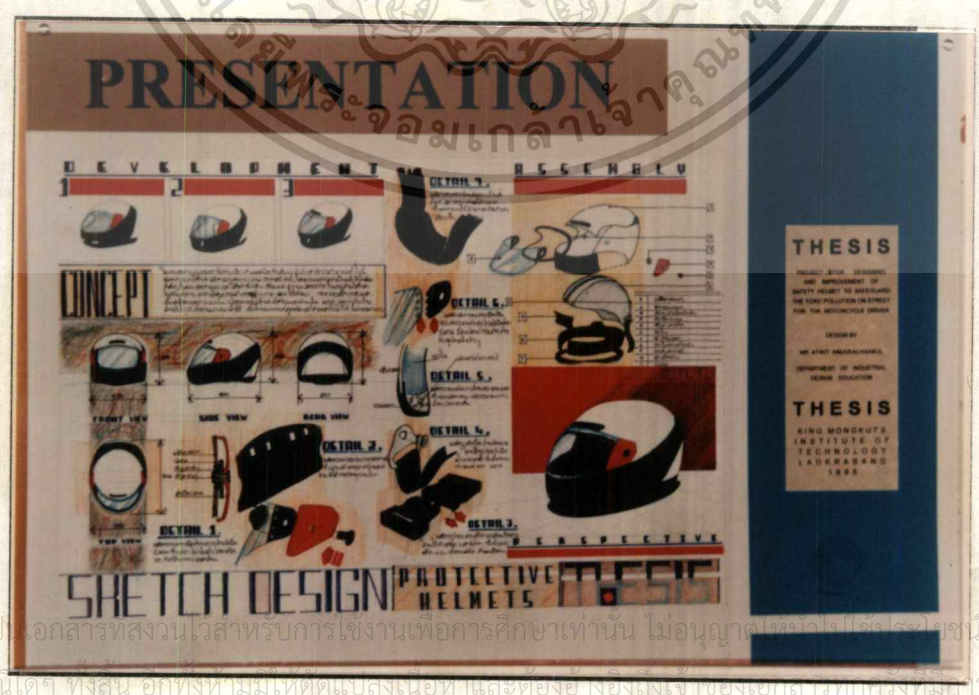
ภาพที่ 74

แสดงภาพ SKETCH DESIGN 2



ภาพที่ 75

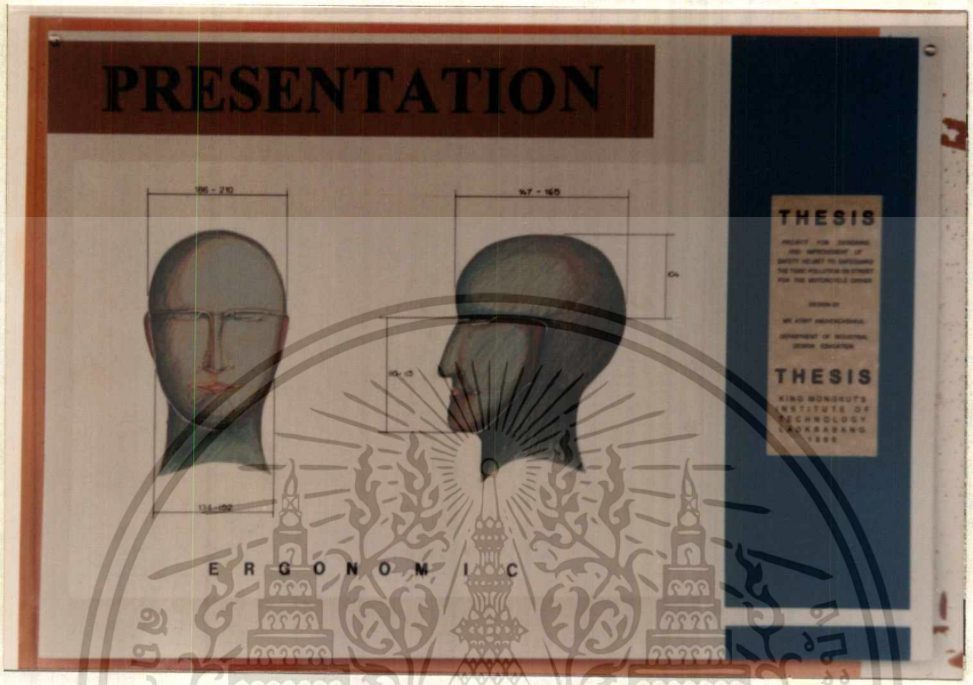
แสดงภาพ SKETCH DESIGN 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

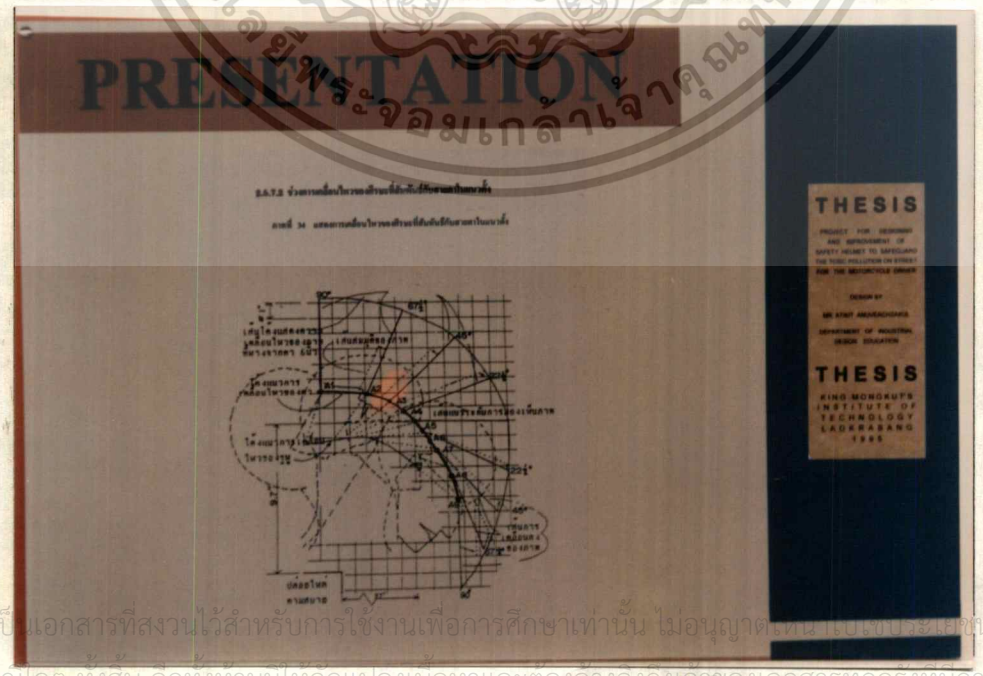
ภาพที่ 76

แสดงภาพ PRESENTATION



ภาพที่ 77

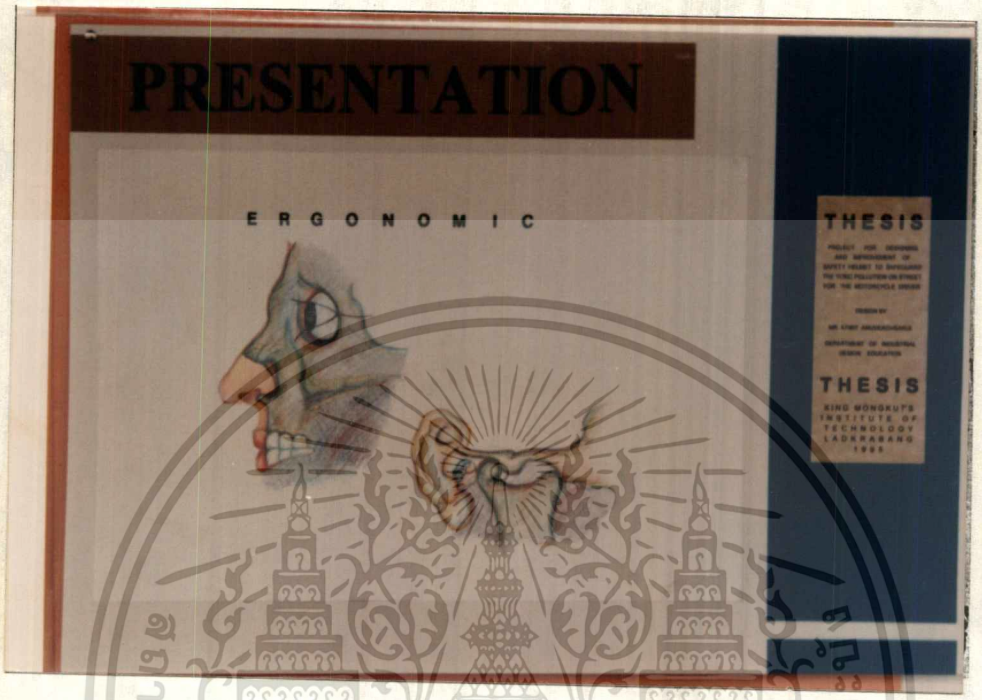
แสดงภาพ PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 78

แสดงภาพ PRESENTATION



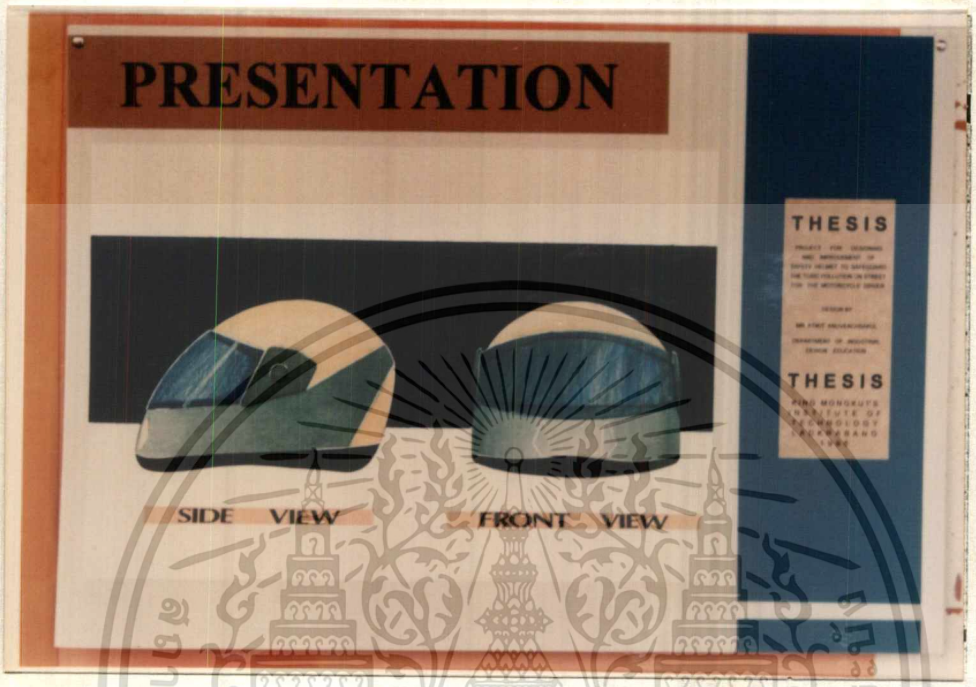
ภาพที่ 79

แสดงภาพ PRESENTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

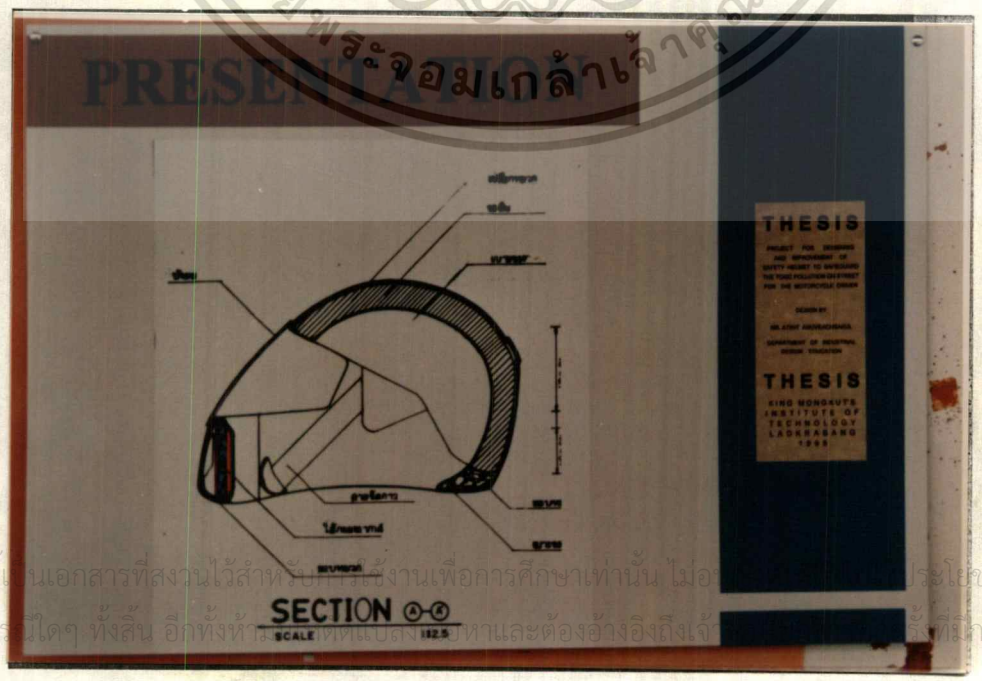
ภาพที่ 80

แสดงภาพ PRESENTATION



ภาพที่ 81

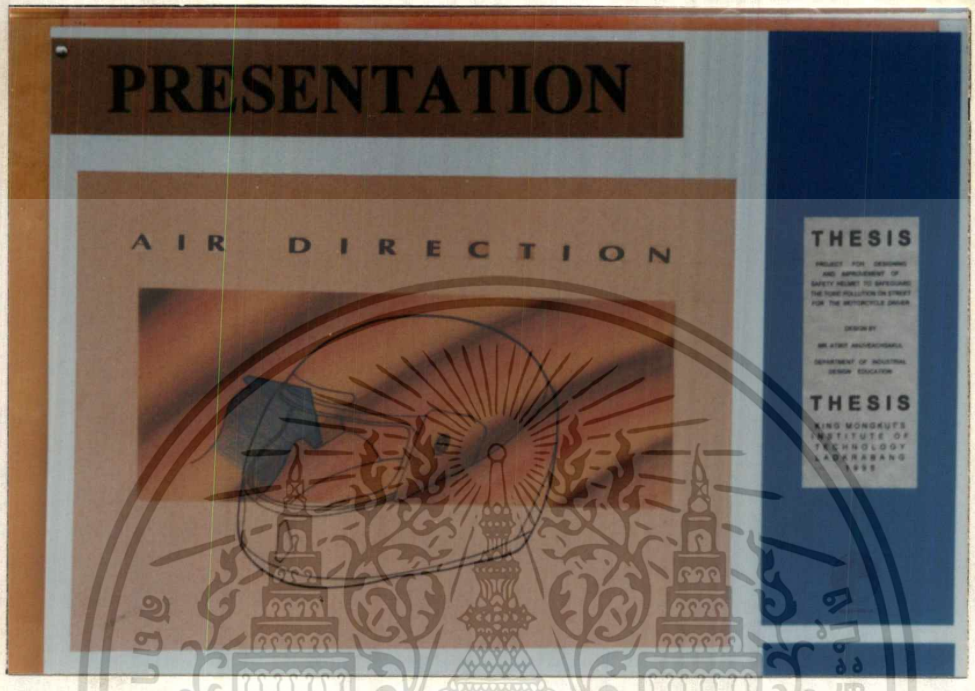
แสดงภาพ PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

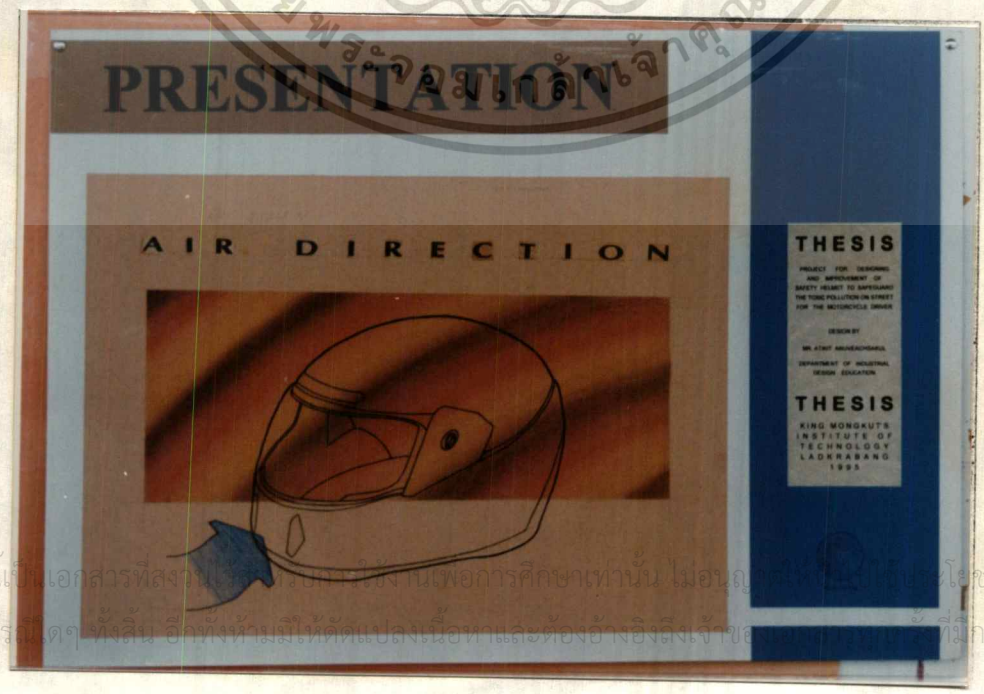
ภาพที่ 82

แสดงภาพ PRESENTATION



ภาพที่ 83

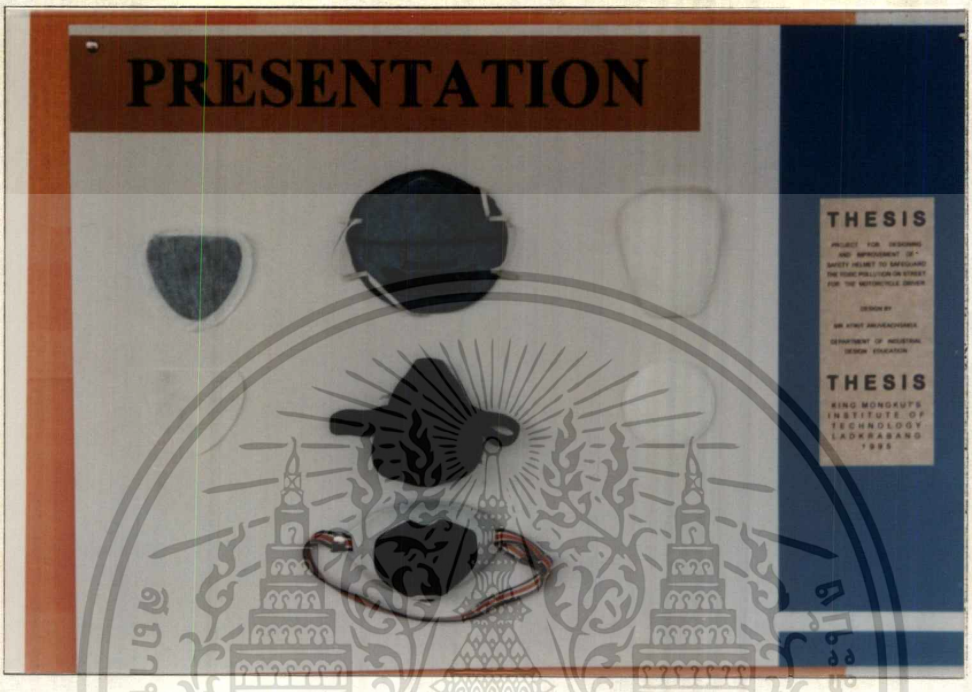
แสดงภาพ PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

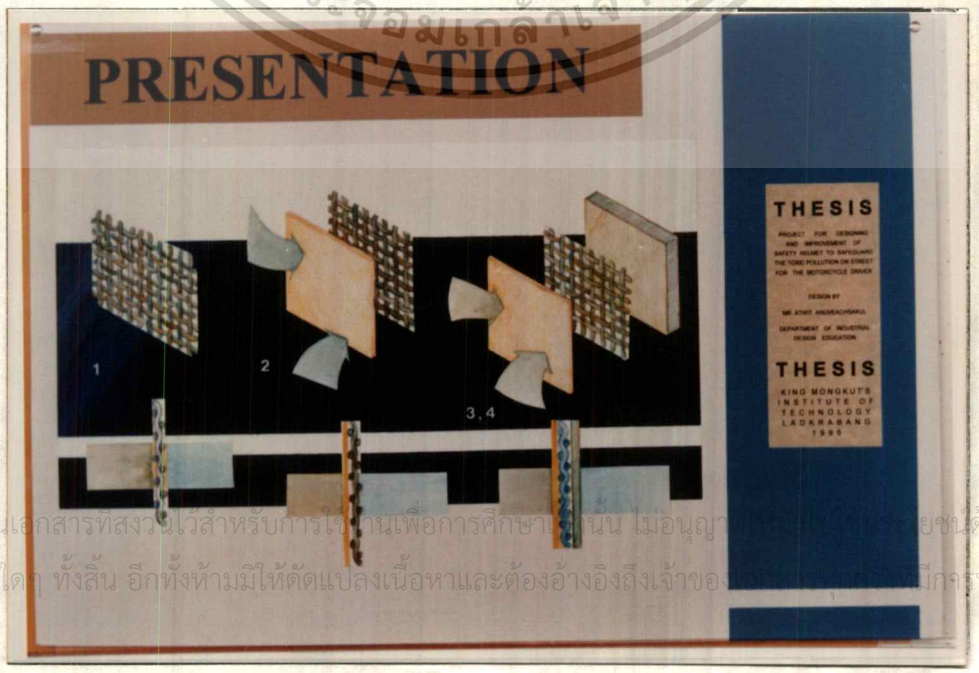
ภาพที่ 84

แสดงภาพ PRESENTATION



ภาพที่ 85

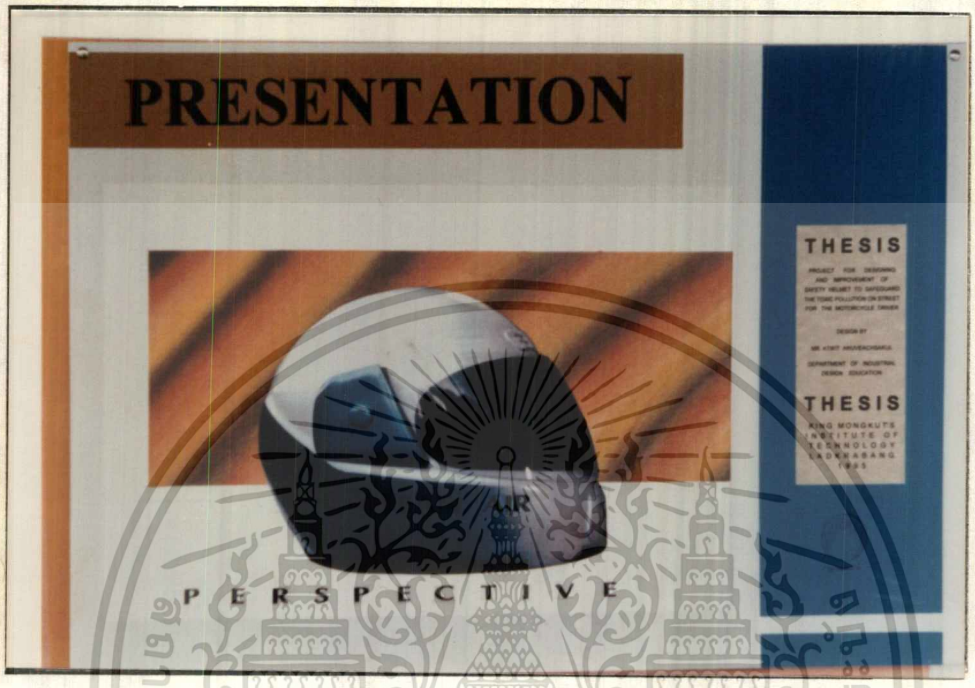
แสดงภาพ PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ[illegible]ก่อนการนำไปใช้

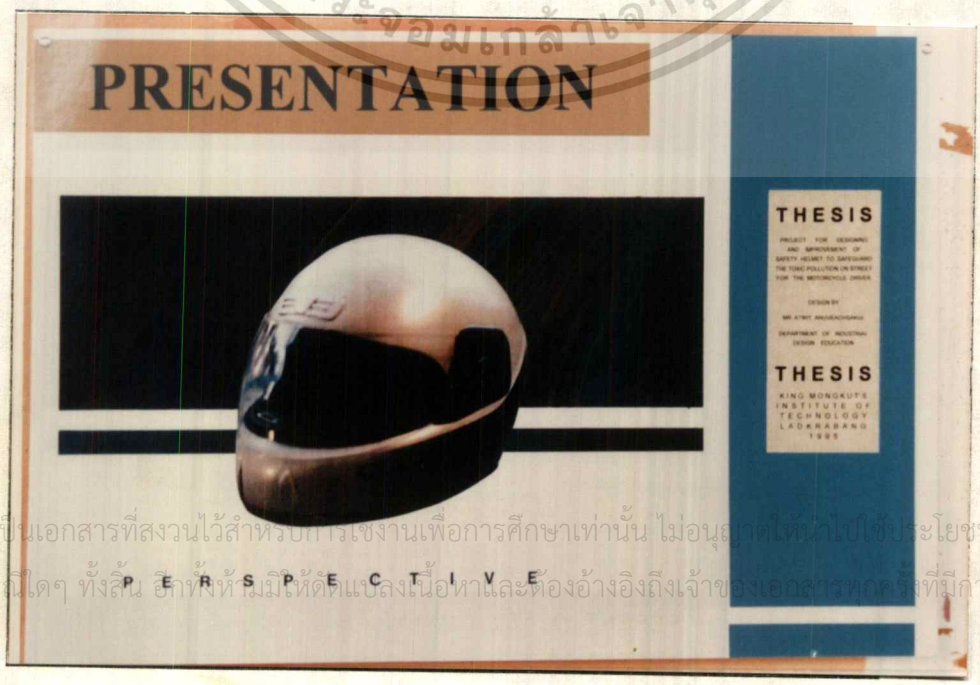
ภาพที่ 86

แสดงภาพ PRESENTATION



ภาพที่ 87

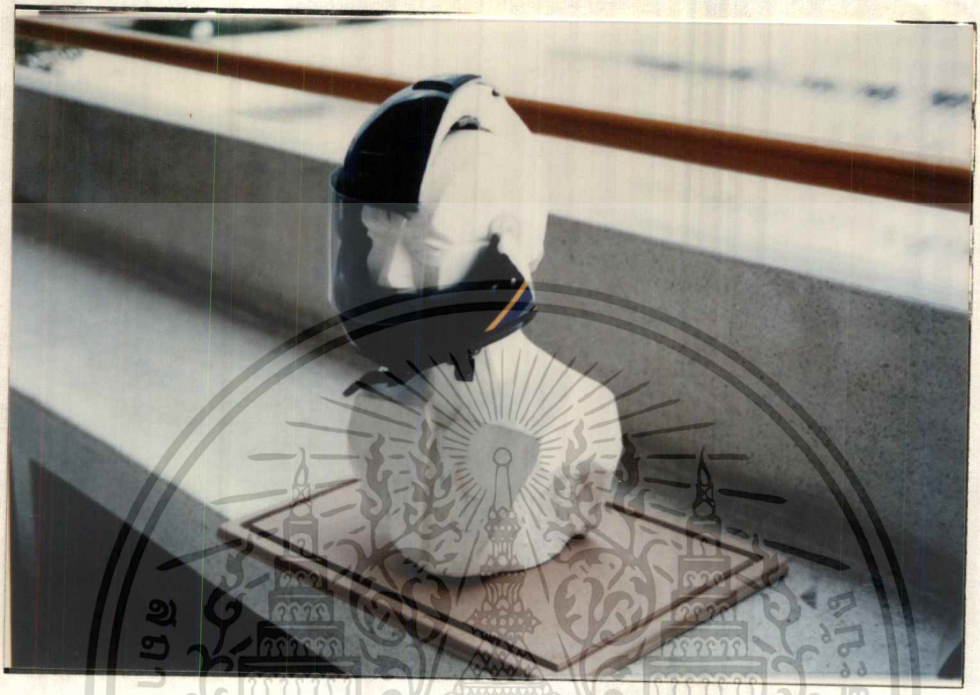
แสดงภาพ PRESENTATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 88

แสดงภาพ MODEL



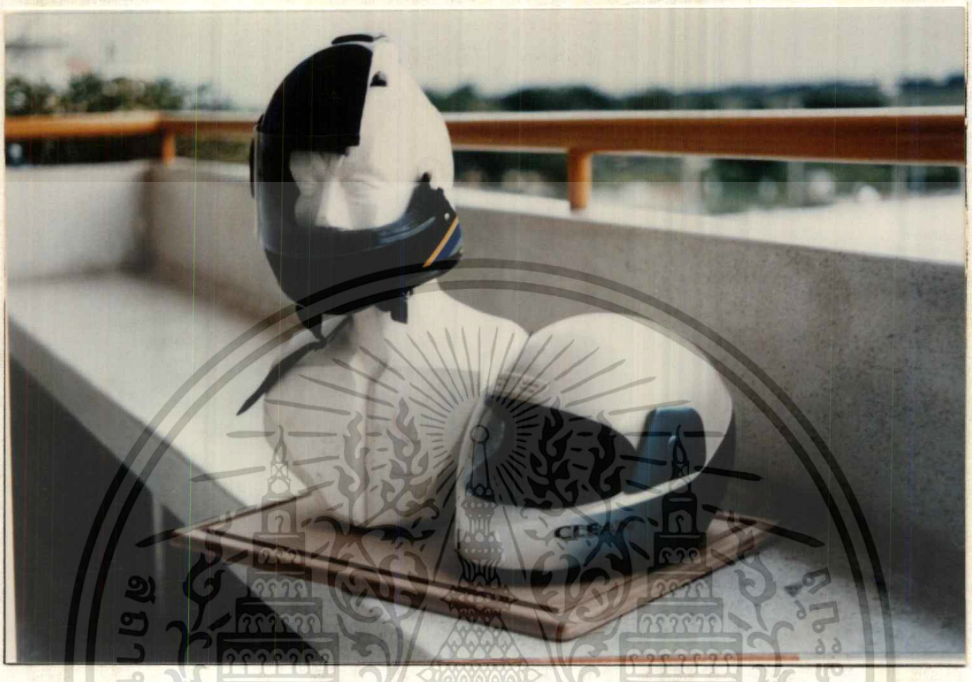
ภาพที่ 89

แสดงภาพ MODEL

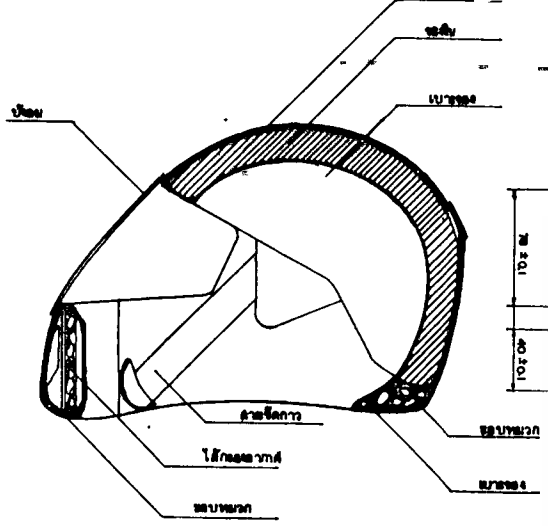
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 90

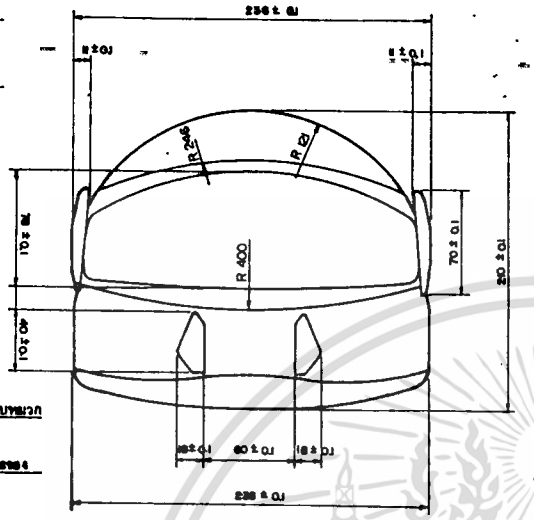
แสดงภาพ MODEL



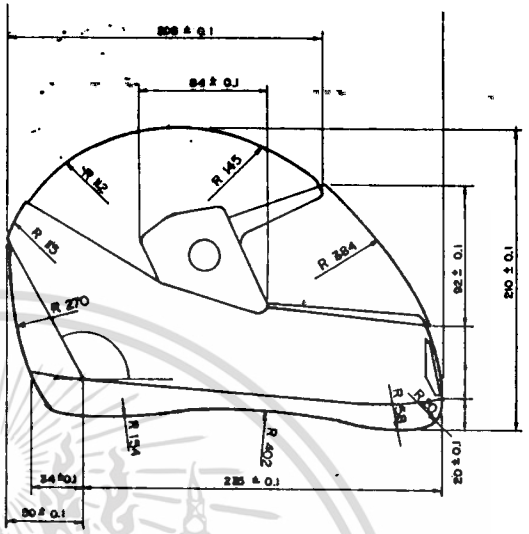
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



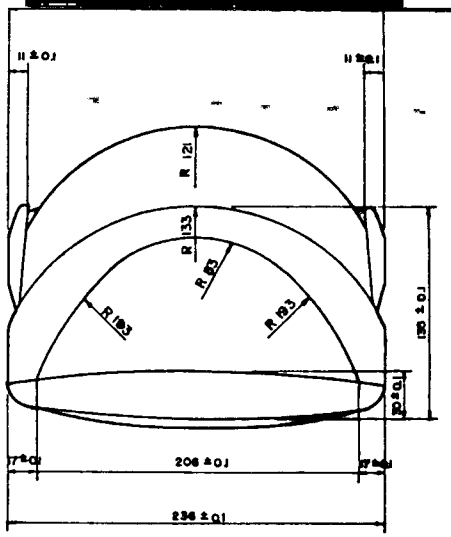
SECTION Ⓐ-Ⓚ
SCALE 1:2.5



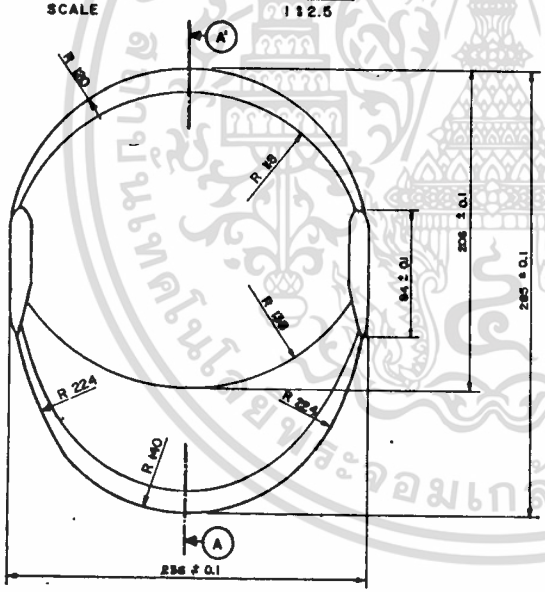
FRONT VIEW
SCALE 1:2.5



SIDE VIEW
SCALE 1:2.5



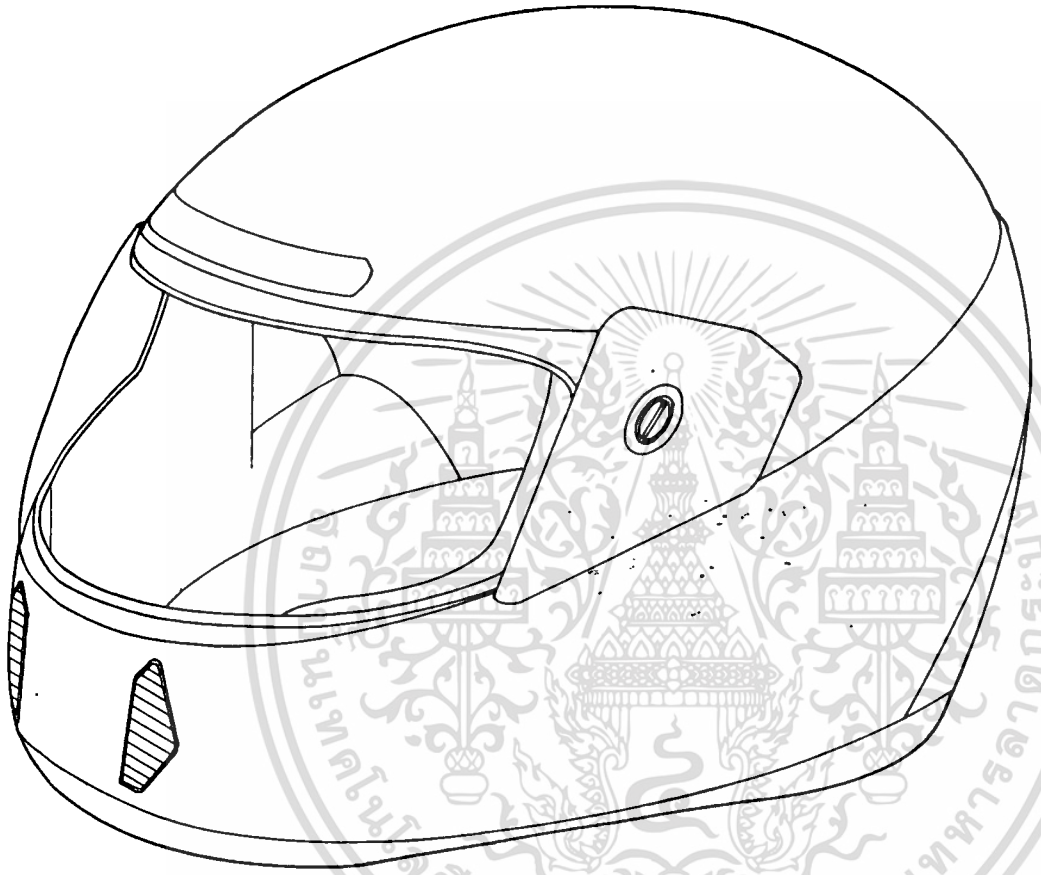
REAR VIEW
SCALE 1:2.5



TOP VIEW
SCALE 1:2.5

ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายอดิศัย อนุวงศ์กุล	งาน			
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ มธ.		จับงาน			
ผู้ออกแบบ	นายอดิศัย อนุวงศ์กุล	ส่งงาน			
มาตราส่วน 1:2.5	วันที่ส่งงาน			หมายเลขแบบ 01.	

171

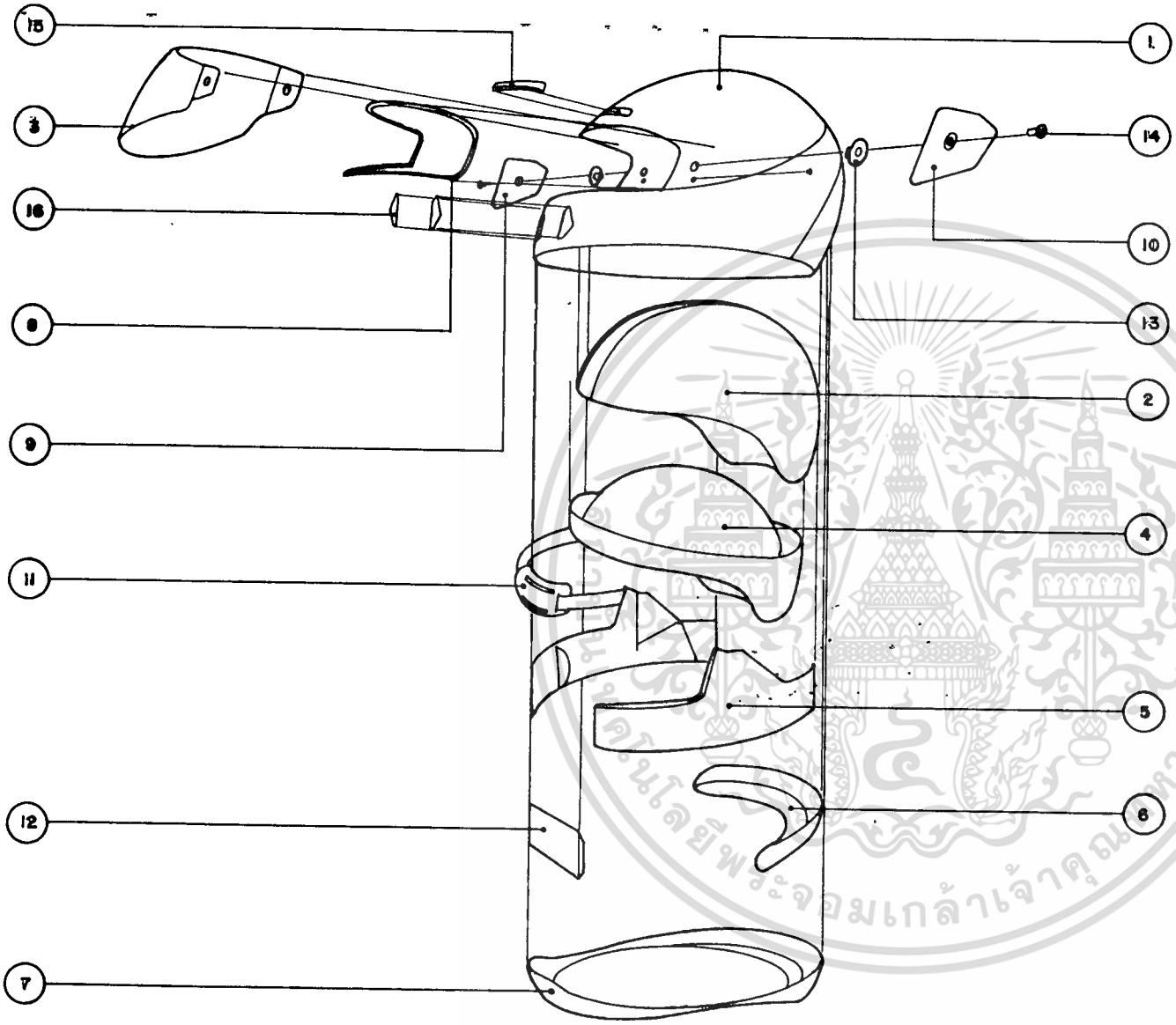


I S O M E T R I C

ชื่อที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายอธิกิจ สนุเวชสกุล	ราคา		172	
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ มธ.		รับงาน			
ผู้ออกแบบ	นายอธิกิจ สนุเวชสกุล	ส่งงาน			
มาตราส่วน 1:1.25	ใช้หน่วยงาน		หมายเลขแบบ	02.	

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2

Britain Made

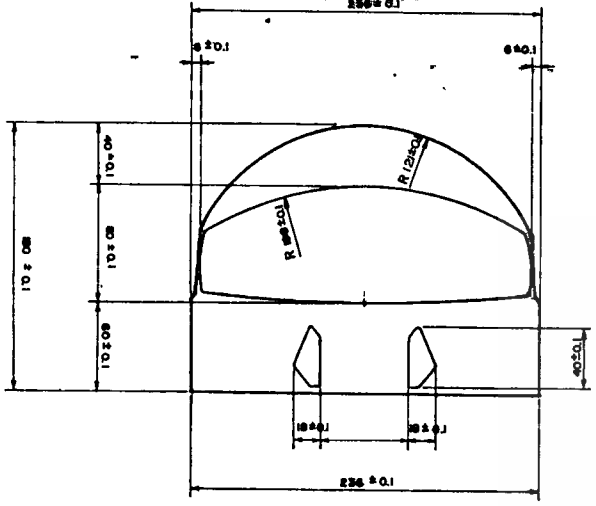


ASSEMBLY

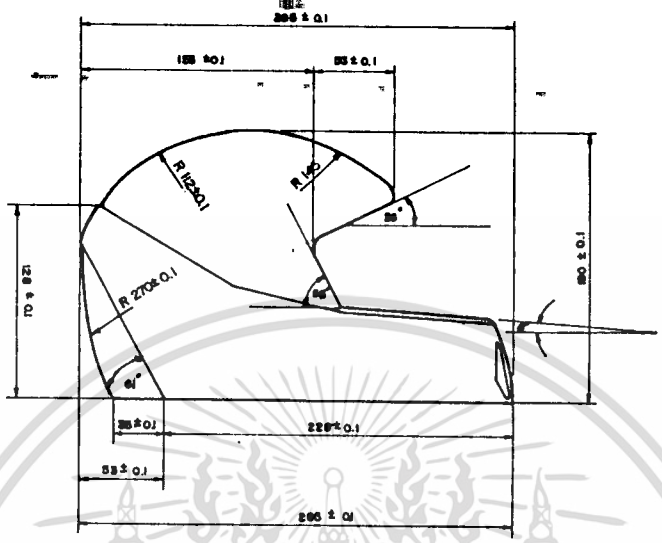
16	หน้ากากปิดช่องรับลมด้านล่าง		พลาสติก	07	2 ชิ้น
15	หน้ากากปิดช่องรับลมด้านบน		พลาสติก	07	1 ชิ้น
14	สกูลยึดปั้งลม		พลาสติก	05	2 ชิ้น
13	อุปกรณ์ยึดปั้งลม		พลาสติก	05	2 ชิ้น
12	อุปกรณ์กรองอากาศ			10	1 ชิ้น
11	สายสัดคาง		ไนลอน	09	1 ชิ้น
10	อุปกรณ์ยึดปั้งลมขวา		พลาสติก	08	1 ชิ้น
9	อุปกรณ์ยึดปั้งลมซ้าย		พลาสติก	08	1 ชิ้น
8	ขอบหมวก		ยางสังเคราะห์	09	1 ชิ้น
7	ขอบหมวกด้านล่าง		ยางสังเคราะห์	09	1 ชิ้น
6	เบาะรองท้ายทอย		โฟมสังเคราะห์	06	1 ชิ้น
5	เบาะรองส่วนล่าง		โฟมสังเคราะห์	06	2 ชิ้น
4	เบาะรอง		โฟมสังเคราะห์	06	1 ชิ้น
3	ปั้งลม		พลาสติก	07	1 ชิ้น
2	ซอฟโป		โฟม	05	1 ชิ้น
1	เปลือกหมวก		พลาสติก	ABS	1 ชิ้น
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

ผู้เขียน	นายอดิศัย อนุวงศ์กุล	ชื่อ	173
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ มร.		รับงาน	
ผู้ออกแบบ	นายอดิศัย อนุวงศ์กุล	ส่งงาน	
มาตราส่วน	ใช้ขึ้นงาน		หมายเลขแบบ 03.

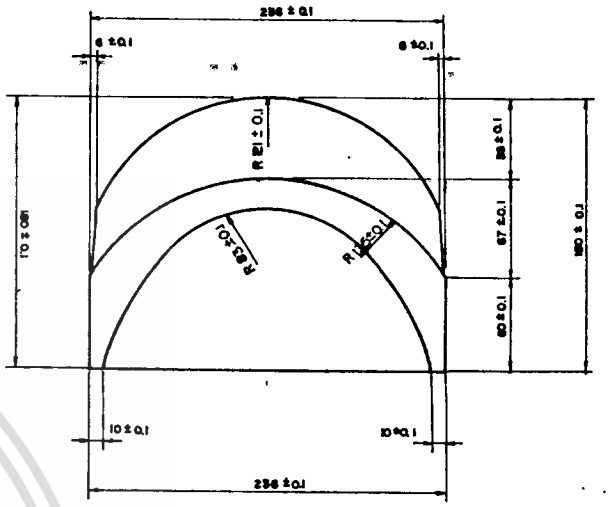
SAPPHIRE NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2
British Made



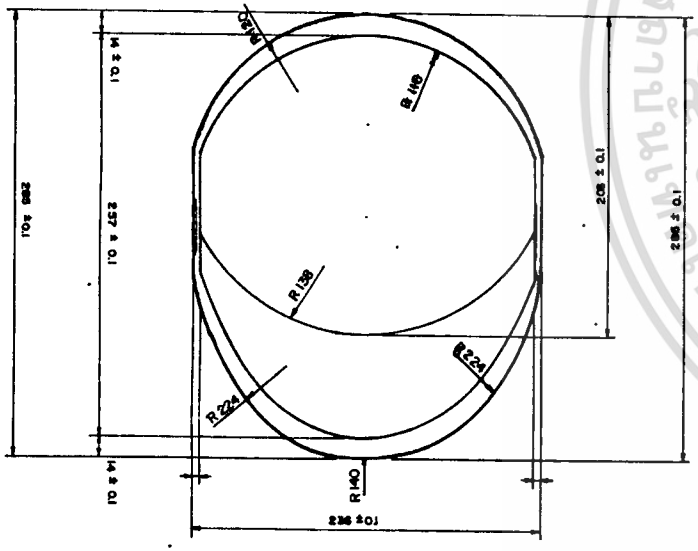
FRONT VIEW



SIDE VIEW



REAR VIEW



TOP VIEW

PART 1.

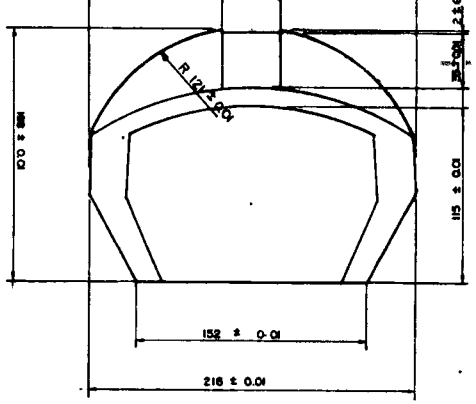
SCALE 1:2.5

ชื่อที่	รายการ		ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายอธิศ สนุวงศ์กุล		ราคา		174	
ผู้ตรวจ						
ผู้ตรวจ ผช.			ผู้อนุมัติ			
ผู้ออกแบบ	นายอธิศ สนุวงศ์กุล		ส่งงาน			
มาตราส่วน 1:2.5	ใช้ในงาน				หมายเลขแบบ 04.	

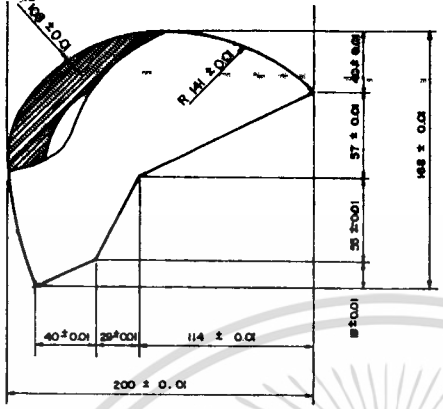
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2

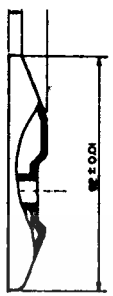
Brown Made



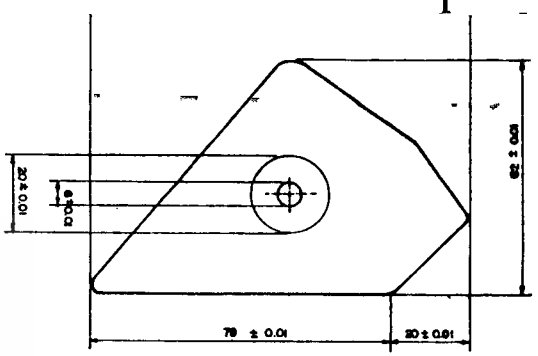
FRONT VIEW



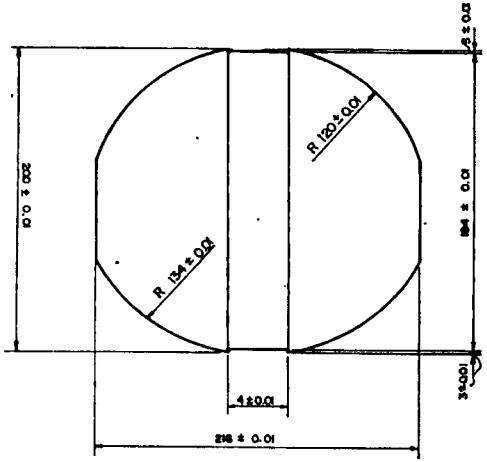
SIDE VIEW



FRONT VIEW



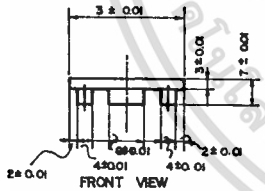
SIDE VIEW



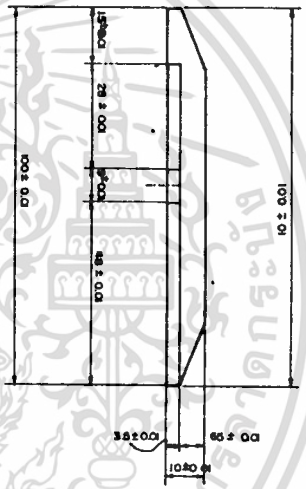
TOP VIEW

PART 2

SCALE 1:2.5

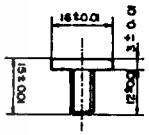


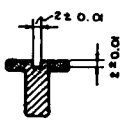
SECTION

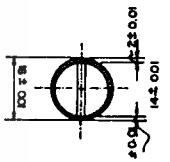


PART 9,10

SCALE 1:1

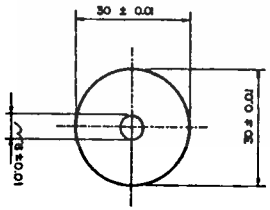






PART 14

SCALE 1:1



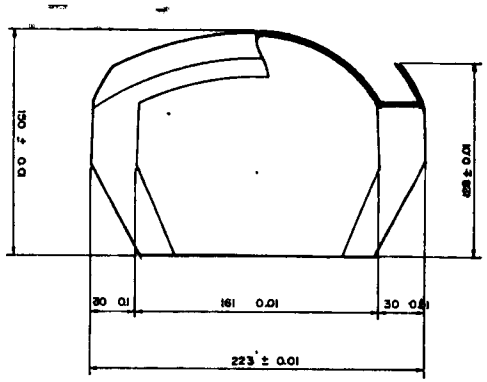
PART 13

SCALE 1:1

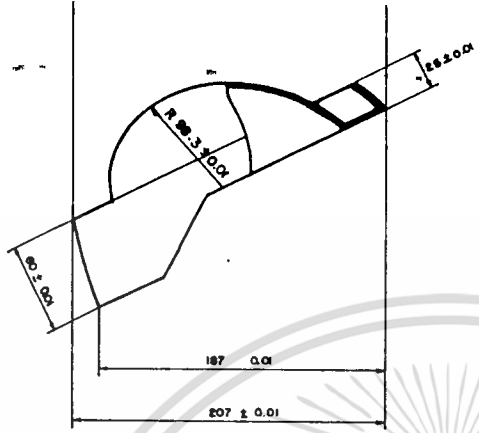
วันที่	รายการ	ขนาดสิ่งพิมพ์	ปรับปรุง	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายเอกชัย สกุลวัฒนกุล	วาดใหม่			
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ มธ.		ตีบงาน			
ผู้ออกแบบ	นายเอกชัย สกุลวัฒนกุล	ส่งงาน			
มาตราส่วน	ไม่ตีบงาน			หมายเลขแบบ	05.

175

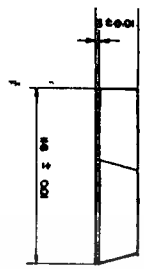
GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2
Britain Made



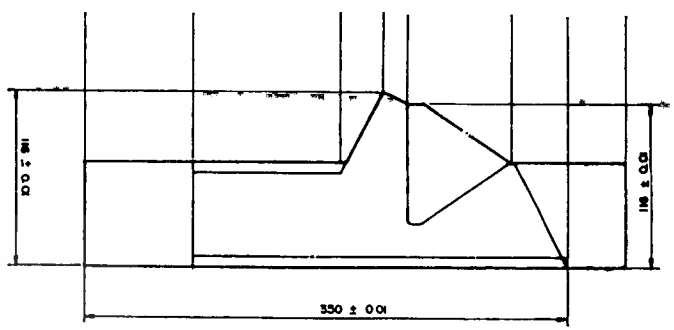
FRONT VIEW



SIDE VIEW



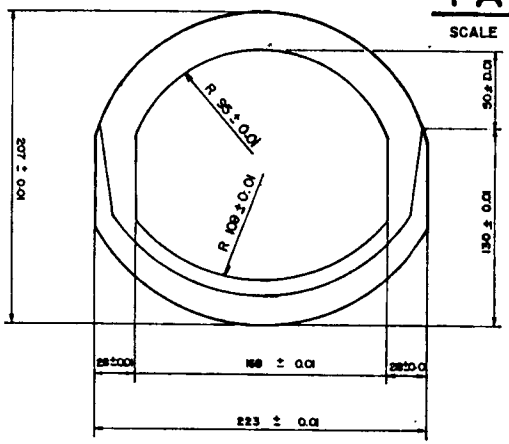
FRONT VIEW



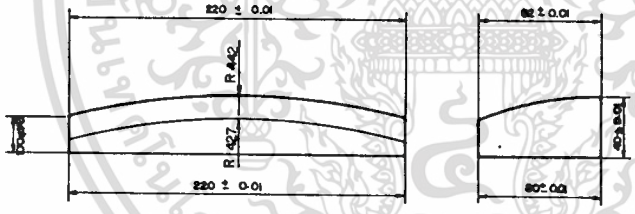
SIDE VIEW

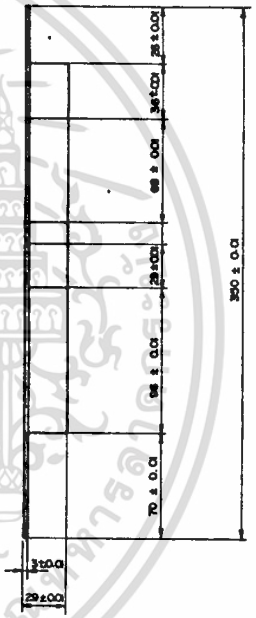
PART 4

SCALE 1 : 2.5



TOP VIEW

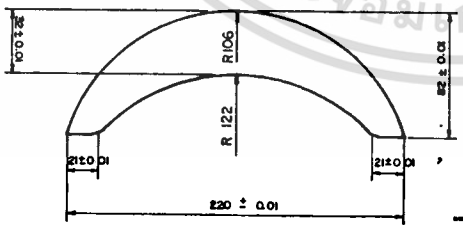




TOP VIEW

PART 5

SCALE 1:2.5



TOP VIEW

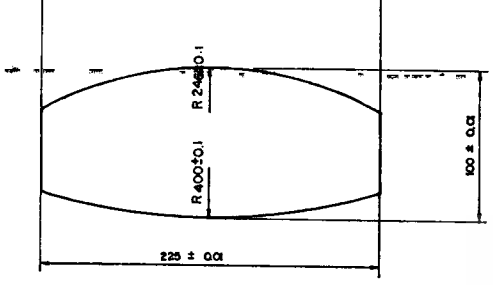
PART 6

SCALE 1:2.5

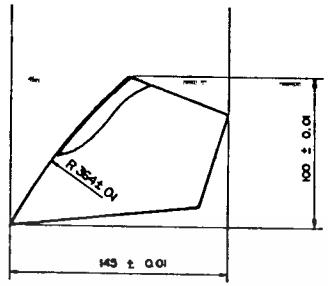
ที่มา	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	พลาสเตอแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายสมิทธ สนุเสนสุด		ชาร์ล		
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ สย.			ชื่นงาน		
ผู้อนุมัติแบบ	นายสมิทธ สนุเสนสุด		ส่งงาน		
มาตราส่วน 1 : 2.5	ใช้ชื่นงาน			พลาสเตอแบบ	06.

176

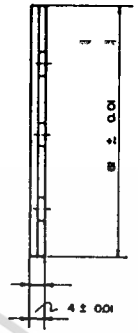
RAFENAW NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2



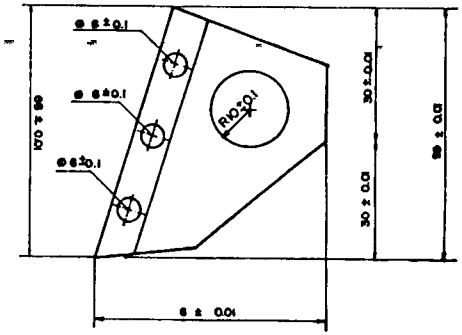
FRONT VIEW



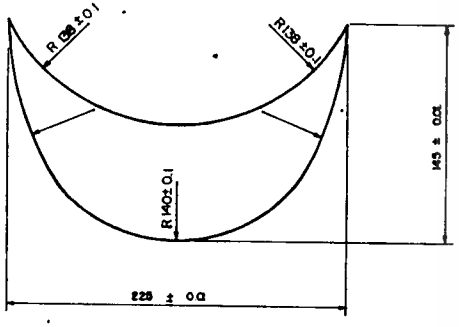
SIDE VIEW



FRONT VIEW



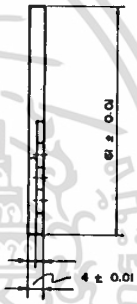
SIDE VIEW



TOP VIEW

PART 3

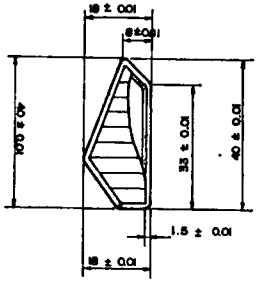
SCALE 1:2.5



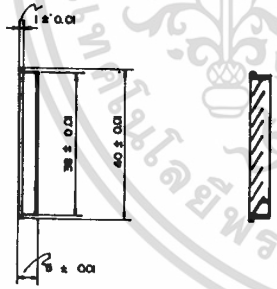
TOP VIEW

PART 17

SCALE 1:1

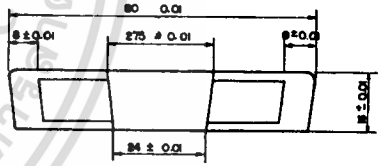


FRONT VIEW

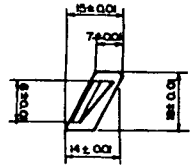


SIDE VIEW

SECTION



FRONT VIEW

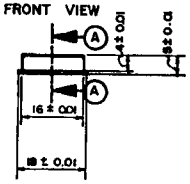


SIDE VIEW

TOP VIEW

PART 15

SCALE 1:1.25



TOP VIEW

PART 16

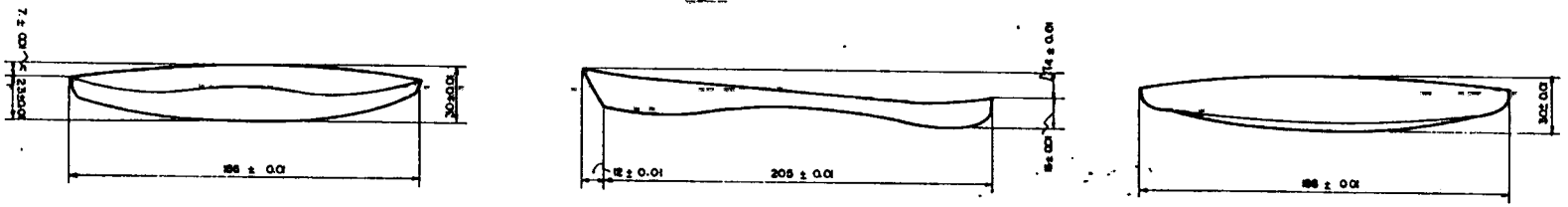
SCALE 1:1

ที่มา	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายธนิก อนุเวชธนุล	ธรรัส			
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ มธ.		ตันงาน			
ผู้ออกแบบ	นายธนิก อนุเวชธนุล	ส่งงาน			
มาตราส่วน 1 : 2.5	ใช้ในงาน		หมายเลขแบบ	07.	

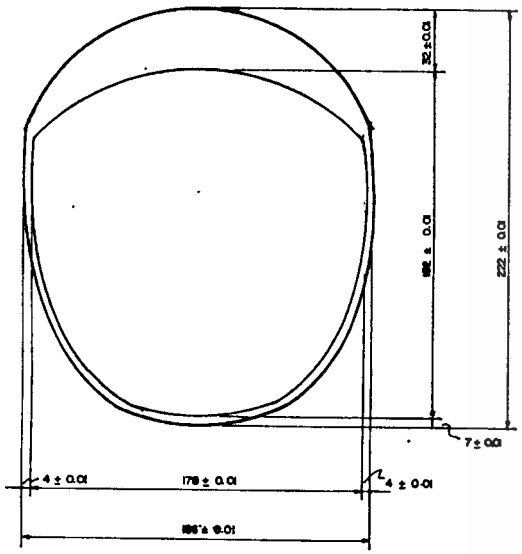
177

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2

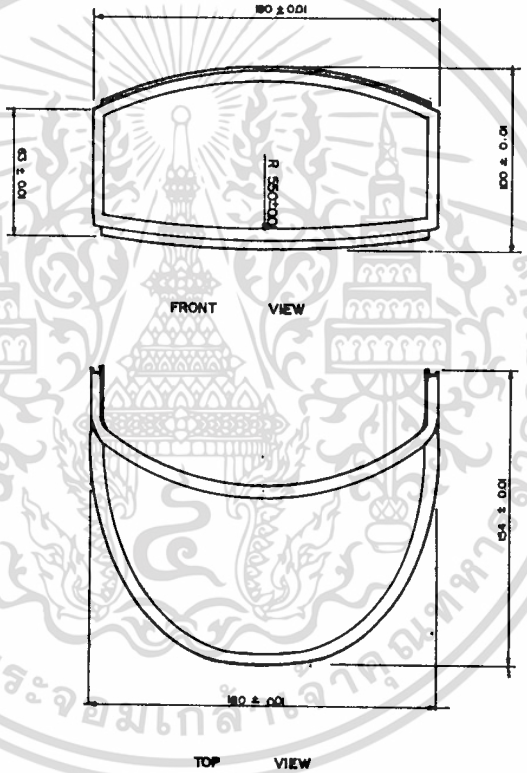
Britain Made



FRONT VIEW SIDE VIEW REAR VIEW

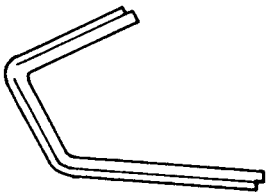


TOP VIEW



FRONT VIEW

TOP VIEW



SIDE VIEW

ชิ้นที่	รายการ	ขนาดสิ่งๆ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียน	นายอธิศิ อนุวงศ์สกุล		จริต		
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ มช			รับงาน		
ผู้ออกแบบ	นายอธิศิ อนุวงศ์สกุล		ส่งงาน		
มาตราส่วน	ขึ้นต้องงาน			หมายเลขแบบ	08.

178

GATEWAY NATURAL TRACING PAPER 90/95 gm² SIZE A2

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อทำการวิจัยวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนน สำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ได้นำไปสู่การพัฒนารูปแบบ องค์ประกอบ และประโยชน์ใช้สอยของหมวกนิรภัยให้สนองตอบความต้องการของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ซึ่งก็นับได้ว่าประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่ง และสามารถนำเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าพัฒนารูปแบบของหมวกนิรภัยได้ต่อไปในอนาคต สำหรับข้อดีของการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนนนั้น นอกเหนือไปจากการเป็นหมวกนิรภัยธรรมดาแล้ว ยังเป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันและรักษาคุณภาพชีวิตของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ ในส่วนของการป้องกันมลพิษเพื่อให้ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์สามารถลดความเสี่ยงต่อสารมลพิษบนท้องถนนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ถ้าได้รับไปในปริมาณมากและสม่ำเสมอ ในการวิจัยวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงแง่ของความเป็นไปได้ในการออกแบบ เพื่อนำสู่ผลงานที่จะยังคุณประโยชน์ต่อบุคคลโดยส่วนรวม และสามารถเป็นส่วนกระตุ้นให้เห็นคุณค่าของการรักษาสภาพแวดล้อม เพื่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในสังคมปัจจุบัน และลูกหลานในอนาคตสืบต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยใคร่ที่จะให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้ที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลต่อเนื่องของงานวิจัยได้มีข้อสังเกตุในการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อชี้แนะข้อผิดพลาด และความน่าจะเป็นของงานวิจัยให้สอดคล้องกับความเป็นจริงของการออกแบบ ซึ่งจะนำมาสู่ความสำเร็จต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะอันหนึ่งซึ่งผู้วิจัยจะขอให้แนวทางไว้เพื่อการปรับปรุงแก้ไขในภาคเอกสาร ข้อมูล สัดส่วน ความสัมพันธ์ ของการออกแบบ โดยมุ่งเน้นในเรื่องสรีระวิทยาของมนุษย์ ควรที่จะมีการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบมากขึ้นกว่าข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อความเหมาะสมของการออกแบบ ในเรื่องของการออกแบบโดยรวมนั้น ควรที่จะคำนึงถึงข้อบังคับ กฎระเบียบของการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อย่างละเอียด เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบได้อย่างถูกต้อง

การศึกษาปัญหาต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์นั้น บางส่วนสามารถแก้ไขได้เป็นผลสำเร็จ แต่ในบางเรื่องของปัญหานั้นไม่อาจจะแก้ไขได้ เพราะเหตุว่าเป็นเรื่องของพฤติกรรมการใช้ ทั้งนี้ผู้ออกแบบเองควรดำรงตนให้เป็นกลาง โดยหยิบยื่นความถูกต้อง ความน่าจะเป็นให้กับผู้บริโภคเป็นสำคัญ

ส่วนเรื่องของ FUNCTION การกรองมลพิษนั้น ควรที่จะกำหนดแนวทางหรือข้อจำกัดของความเสี่ยงต่อการสอดแทรกของสารมลพิษ นอกเหนือจากการกรองจากอุปกรณ์ต่าง ๆ กล่าวคือ ควรคำนึงถึงรูปแบบในการนำไปใช้ของอุปกรณ์ป้องกันมลพิษนั้น ๆ เพื่อความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้ใช้สอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยขอให้ความสำคัญกับความถูกต้องของข้อมูล เพราะจะเป็นส่วนชี้นำการออกแบบว่าจะประสบผลอย่างไร ในความสำเร็จของการทำวิจัยนั้น ๆ ผู้วิจัยจึงหวังว่า ผู้ที่ได้ศึกษาวิทยานิพนธ์เล่มนี้แล้ว จะสามารถนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ต่อเนื่องต่อไปได้ ในอนาคตอย่างถูกต้อง เพื่อประโยชน์ของส่วนรวมเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- เกศินี เห็นพิทักษ์ หลักการพยาบาล พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : ไทยเขษม, 2523
- ข่าวพาณิชย์ ปีที่ 41 ฉบับ 10314/85 วันที่ 13-19 พฤศจิกายน 2533 นโยบายและแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษ ทางน้ำ อากาศ เสียง
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน รายงานคุณภาพอากาศในประเทศไทย 2530 กรุงเทพมหานคร : 2531
- คู่มือหมวกกันน็อค หนังสือพิมพ์ข่าวอุตสาหกรรม
- เครื่องมือป้องกันอากาศเสีย วิศวกรรมสาร ฉบับ วสท.เทคโนโลยี มกราคม 2536 : 70-72 ปีที่ 46 เล่มที่ 1 มกราคม 2536
- ดร.ธีระ พันชุมวณิชย์ มลพิษ แนวโน้มคุณภาพสิ่งแวดล้อมไทย ผู้อำนวยการโครงการสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย และทีมงาน ข่าวพาณิชย์ ปีที่ 41 ฉบับ 10314/85 วันที่ 13-19 พฤศจิกายน 2533
- บรรเลง ศรนิล, รศ. เทคโนโลยีพลาสติค พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2531
- พิชิต เลียมพิพัฒน์ ไฟเบอร์กล๊าส . พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์, 2533
- มอก.หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ พ.ศ.2529
- ร่าง มอก.หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ พ.ศ.2537
- วรสาร กนอ. ปีที่ 7 ฉบับที่ 5 กันยายน-ตุลาคม 2525 : 32-37 ความจำเป็นในการทำความสะอาดอากาศ
- วรสาร อากาศวิทยา WARASAN AKAT WITTHAYA พฤษภาคม-สิงหาคม 2530 : 53-57
- หน้ากากกรองมลพิษทางอากาศสำหรับตำรวจจราจรทางบก น.ส.ดวงจันทร์ นาชัยสินทร์ 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบอนุมัติวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

ด้วยข้าพเจ้า นายอธิกิจ อนุเวชสกุล

นักศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 11/334 ตรอก/ซอย ลาดพร้าว 41

ถนน ลาดพร้าว ตำบล ลาดพร้าว

อำเภอ/เขต ลาดพร้าว จังหวัด กรุงเทพมหานคร

หมายเลขโทรศัพท์ 530-2983 ที่ทำงาน .....

มีความประสงค์ขออนุมัติเขียนวิทยานิพนธ์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

สาขา ศิลปอุตสาหกรรม จำนวน .....หน่วยกิต

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนนสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

(ภาษาอังกฤษ) .....

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ .....

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่.....ตรอก/ซอย.....

ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....

ที่ทำงาน.....เลขที่.....ตรอก/ซอย.....

ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....

ชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์.....

ที่อยู่ปัจจุบันของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ บ้านเลขที่.....ตรอก/ซอย.....

ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....

ที่ทำงาน.....เลขที่.....ตรอก/ซอย.....

ถนน.....ตำบล.....อำเภอ/เขต.....

จังหวัด.....โทรศัพท์.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าพเจ้าได้นำโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาแล้ว ท่านยินดีเป็นที่ปรึกษา และได้แนบโครงการเสนอวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมาพร้อมแล้ว.....

จึงเสนอมาเพื่อพิจารณา

ลงชื่อ.....นักศึกษา

(นายอธิกจ อนุเวชสกุล)

ลงวันที่ 3 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2537

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ลงนาม

(1) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(2) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(3) .....

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขออนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

โครงการเสนอวิทยานิพนธ์

เรื่อง (ภาษาไทย) โครงการออกแบบปรับปรุงหมวกนิรภัยป้องกันมลพิษบนท้องถนนสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

(ภาษาอังกฤษ) .....

เสนอโดย นายอธิกิจ อนุเวชสกุล

นักศึกษาภาควิชา ครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์ 9 หน่วย

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. .....
2. .....
3. .....

ประเภทวิทยานิพนธ์ที่เสนอ

1. การศึกษาค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ✓ ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
2. การศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางโดยละเอียดและวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
   - ก. โครงการจริง
   - ข. โครงการเสนอแนะ
   - ค. โครงการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลง
3. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ

มอก. 369-2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบ วัสดุ และการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การทำเครื่องหมาย การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะหมวกนิรภัยที่ใช้กับผู้ขับขี่รถยนต์และรถจักรยานยนต์ทั่วไป ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "หมวกนิรภัย" มิได้ครอบคลุมถึงหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ใช้แข่งในสนามแข่งขัน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้
(ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

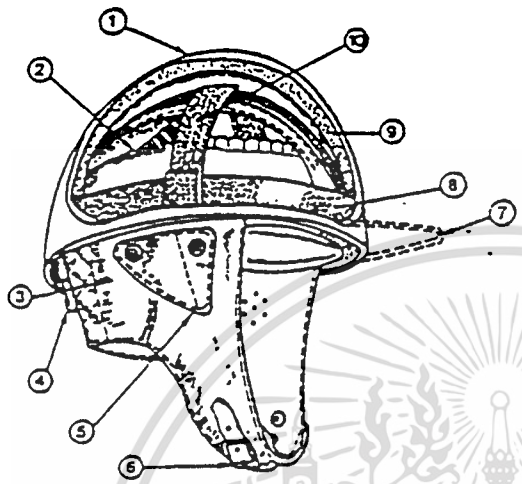
2.1 กะบังหมวก (peak) หมายถึง ส่วนของเปลือกหมวกที่ยื่นออกไปเหนือตาของผู้ใส่ ซึ่งอาจติดอย่างถาวรหรือสามารถถอดออกได้

2.2 แถบป้องกันการกระแทก (anti-cincussion tapes) หมายถึง ส่วนที่เป็นสายรองรับศีรษะ ซึ่งทำหน้าที่ดูดกลืนแรงกระแทก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมวกนิรภัย

(ข้อ 2.)



1 เปลือกหมวกด้านนอก
2 แถบรัด
3 แผ่นปิดหลังคอ
4 *ที่รับสายรัดแว่นตา (ถ้ามี)
5 แผ่นปิดหู
6 สายรัดคาง
7 *กะบังหมวก (จะมีหรือไม่ก็ได้)
8 สายรัดศีรษะ
9 *รองใน
10 แถบป้องกันการกระแทก
11 แถบโยง
12 เบาะรอง

*แก้ไขโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1002 (พ.ศ.2529) ลงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2529 (ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 103 ตอนที่ 40)

2.3 เปลือกหมวก (shell) หมายถึง ตัวหมวกนิรภัยที่ไม่รวมส่วนประกอบอื่น

*2.4 รองใน (protective padding) หมายถึง ส่วนที่บุภายในหมวกช่วยบรรเทาความรุนแรงที่ศีรษะจะได้รับจากการกระแทก

*2.5

2.6 อุปกรณ์ยึดเหนี่ยว (harness) หมายถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งเมื่อประกอบอย่างสมบูรณ์แล้ว หมวกจะต้องยึดอยู่บนศีรษะได้ ซึ่งอาจประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

2.6.1 แถบโยง (cradle) หมายถึง ส่วนประกอบที่ติดถาวรหรือสามารถปรับได้ของส่วนของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวซึ่งสัมผัสกับศีรษะ

2.6.2 แถบรัด (drawlace) หมายถึง แถบที่ใช้กับแถบโยงเพื่อปรับหมวกให้พอดี

2.6.3 เบาะรอง (cushioning) หมายถึง วัสดุที่ใช้รองเพื่อความสบายในขณะสวมใส่

2.6.4 แผ่นปิดหู (ear flaps) หมายถึง ส่วนของหมวกที่ออกแบบให้คลุมปิดหูของผู้สวมใส่ ซึ่งอาจรวมเป็นชิ้นเดียวกับแผ่นปิดหลังคอก็ได้

2.6.5 แผ่นปิดหลังคอ (neck curtain) หมายถึง ส่วนของหมวกที่ออกแบบให้คลุมหลังคอของผู้สวมใส่ โดยทำจากวัสดุที่อ่อนนุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 สายรัดคาง (chin strap) หมายถึง สายที่ยึดหมวกนิรภัยให้แน่นกับศีรษะโดยยึดไว้ที่คาง สายนี้สามารถปรับให้แน่นและหย่อนได้ตามความต้องการ

2.6.7 สายรัดศีรษะ (headband) หมายถึง ส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวพันอยู่รอบศีรษะในตำแหน่งฐานกะโหลกศีรษะ

*2.7 บังลม (windshield) หมายถึง ส่วนที่ใช้กันบมเข้าตาผู้ใส่

3. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

*3.1 หมวกนิรภัย มี 16 ขนาด ตามรหัสอักษรในตารางที่ 1 และเมื่อนำหมวกนิรภัยมาสวมกับหุ่นรูปศีรษะที่มีรหัสอักษรเดียวกันแล้ว ต้องสวมได้พอดี

ตารางที่ 1 ขนาดของหมวกนิรภัย

(ข้อ 3.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

*รหัสอักษรของหมวกนิรภัยและหุ่นรูปศีรษะ	เส้นรอบวงของหุ่นรูปศีรษะ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
A	500	
B	510	
C	520	
D	530	
E	540	
F	550	
G	560	+ 3
H	565	
J	570	
K	580	
L	590	
M	600	
N	610	
O	620	
P	630	
Q	640	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*4. ส่วนประกอบ วัสดุ และการทำ

4.1 ส่วนประกอบ

4.1.1 ทั่วไป

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมวกนิรภัยให้เป็นไปตามรูปที่ 1 กลอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบเข้ากับหมวกนิรภัยต้องไม่ทำให้บาดเจ็บได้ง่ายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องไม่มีส่วนที่เป็นโลหะหรือวัสดุแข็งอยู่ภายในของหมวกนิรภัย

4.1.2 สายรัดคาง

สายรัดคางที่ประกอบเข้ากับหมวกนิรภัยต้องกว้างไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ในกรณีที่สายรัดคางกว้างน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ต้องมีที่รองคางซึ่งทำจากวัสดุที่ไม่แข็ง

สายรัดคางและอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว ต้องยึดติดแน่นกับเปลือกหมวก

4.1.3 เปลือกหมวก

ต้องมีลักษณะเป็นเปลือกแข็งและเหนียว ทีสามารถดูดกลืนพลังงานการกระแทกได้ มีความแข็งเท่ากันตลอด และไม่เสริมความแข็งแรงที่จุดใดจุดหนึ่งเป็นพิเศษ

4.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำส่วนต่าง ๆ ต้องคงทนภายใต้อายุการใช้งานหมวกในสภาพปกติ ซึ่งหมวกจะต้องถูกแสงแดด ฝน ความเย็น ฝุ่นละออง ความสั่นสะเทือน สัมผัสผิวหนัง ถูกเหงื่อหรือเกิดปฏิกิริยา เนื่องจากส่วนต่าง ๆ สัมผัสกับผิวหนังหรือเส้นผม

สำหรับอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต้องไม่ทำด้วยวัสดุที่อาจเป็นเหตุให้เกิดการติดเชื้อได้

4.3 การทำ

4.3.1 หมวกนิรภัยที่ประกอบแล้วเสร็จต้องมีผิวเรียบ ไม่มีสันหรือคิ้ว เพื่อเสริมความแข็งแรง และต้องไม่มีส่วนใด ๆ ยื่นเกินเปลือกหมวกมากกว่า 3 มิลลิเมตร ยกเว้นหมุดที่ใช้ประกอบกะบังหมวกหรือบังลงให้ยื่นได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

4.3.2 ถ้าติดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวกับเปลือกหมวกโดยวิธีเย็บ ต้องป้องกันรอยเย็บนั้นไม่ให้ถูกเสียดสีได้ง่าย

4.3.3 หัวหมุดย้ำจะสูงเกินเปลือกหมวกได้ไม่เกิน 1.6 มิลลิเมตร และต้องไม่มีส่วนแหลมคม

4.3.4 หมวกนิรภัยที่ประกอบเสร็จต้องมีมวลไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม

4.3.5 เปลือกหมวกที่มีลักษณะปิดด้านข้าง และด้านหลังเสมอระดับแนวขากรรไกร และต้นคอด้านหลังต้องมีที่ฟังเสียงและรูระบายอากาศ โดยให้อากาศผ่านไปทางส่วนบนของศีรษะ

4.3.6 ในกรณีที่บังลมต้องทำจากวัสดุโปร่งใส และไม่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 การดูดกลืนความสะเทือน (shock absorption)

เมื่อทดสอบตามผนวก ข. ที่อุณหภูมิต่ำและสูง หรือในสภาพความชื้นแล้ว เปลือกของหมวกต้องไม่ปรากฏรอยแตกใด ๆ และอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต้องไม่เสียหายจากการทดสอบนี้ แรงที่ส่งผ่านหมวกต้องไม่เกิน 20 กิโลนิวตัน เมื่อทดสอบตามข้อ ข.3.1 หรือเมื่อทดสอบตามข้อ ข.3.2 อัตราเร่งสูงสุดของหุ่นรูปศีรษะต้องไม่เกิน g เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

เมื่อ m คือ มวลของหุ่นรูปศีรษะรวมกับมวลของหมวก เป็นกิโลกรัม

g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

5.2 ความต้านทานการเจาะ (penetration resistance)

เมื่อทดสอบตามผนวก ค. ที่อุณหภูมิต่ำและสูง หรือในสภาพความชื้นแล้ว ระยะห่างระหว่างจุดปลายเดือยแหลมของหัวเจาะกับหุ่นรูปศีรษะต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

5.3 ความคงรูป (rigidity)

เมื่อนำหมวกมาทดสอบตามผนวก ง. โดยใช้แรงกดเริ่มต้น 30 นิวตัน แล้วเพิ่มแรงกดจนกระทั่งถึง 630 นิวตัน ผลต่างของการเสียรูปของหมวกในสองกรณีดังกล่าวต้องไม่เกิน 40 มิลลิเมตร เมื่อลดแรงกดกลับมายัง 30 นิวตันแล้ว ผลต่างของการเสียรูปอย่างถาวรของหมวกที่แรงกด 30 นิวตันในครั้งแรกกับครั้งหลังต้องไม่เกิน 15 มิลลิเมตร

5.4 ความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคาง

5.4.1 ความต้านทานการเสียรูป (resistance to deformation)

เมื่อทดสอบตามผนวก จ. ข้อ จ.2 ระยะที่น้ำหนักถ่วงเคลื่อนที่ตามแนวดิ่ง เนื่องจากการยืดตัวของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวภายใต้แรงดึงของน้ำหนักถ่วงต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

5.4.2 ความต้านทานของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต่อการแยกตัวจากเปลือกหมวก เมื่อทดสอบตามผนวก จ. ข้อ จ.3 อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์ที่ประกอบหมวกไม่ควรแตกหรือขาดจากกันเมื่อใช้แรงดึง 1 กิโลนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***5.5 สภาพบิดงอของกะบังหมวก (flexibility of peak)**

ถ้าหมวกนิรภัยมีกะบังหมวกและเป็นแบบประกอบติด เมื่อทดสอบตามผนวก ฉ. แล้ว ความโก่งของกะบังหมวกต้องอยู่ระหว่าง 6 มิลลิเมตร กับ 32 มิลลิเมตร

***5.6**

6. การทำเครื่องหมาย

*6.1 ที่ด้านในของหมวกนิรภัยทุกใบอย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) รหัสอักษรของหมวกนิรภัยและหุ่นรูปศีรษะ

(2) มวล (ถ้าเกิน 1 กิโลกรัม ต้องระบุให้ละเอียดถึง 50 กรัม)

(3) รหัสรุ่นที่ทำ หรือเดือนปีที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

(5) ชื่อประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

หากมิได้มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น ที่ไม่ด้อยกว่าแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นดังนี้

7.1 นิยาม

***7.1.1 รุ่น (lot) หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีรหัสอักษรเดียวกัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในคราวเดียวกัน**

7.1.2 ขนาดตัวอย่าง (sample size) หมายถึง จำนวนหมวกนิรภัยที่นำมาใช้ทดสอบในรุ่นนั้น ๆ

7.1.3 เลขจำนวนที่ยอมรับ (acceptance number) หมายถึง จำนวนสูงสุดของหมวกนิรภัยบกพร่องที่ยอมให้มีได้ในรุ่นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การชักตัวอย่าง ให้ชักตัวอย่างหมวกนิรภัยโดยสุ่มตัวอย่างตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 7.2)

ขนาดรุ่น ใบ	ขนาดตัวอย่าง ใบ	เลขจำนวนที่ยอมรับ ใบ	ขนาดตัวอย่างรอง ใบ
ไม่เกิน 500	20	2	6
501 ถึง 1,200	32	3	12
1.201 ถึง 3,200	50	5	18
3,201 ถึง 10,000	80	7	24

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

*7.3.1 การตรวจสอบทั่วไป

เมื่อนำหมวกนิรภัยตัวอย่างที่ชักมาตามตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 2 มาตรวจสอบขนาด ส่วนประกอบ วัสดุ และการทำแล้ว จำนวนหมวกนิรภัยที่บกพร่องในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 3

7.3.2 การตรวจสอบคุณลักษณะที่ต้องการ*

เมื่อนำขนาดตัวอย่างรองตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 4 นั้น ซึ่งสุ่มตัวอย่างออกมาจากขนาดตัวอย่างในสดมภ์ที่ 2 แล้วแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งแต่ละส่วนนำมาทดสอบดังนี้

(1) 1 ใน 3 ของขนาดตัวอย่างรองให้นำไปทดสอบความคงรูปตามผนวก ง. (จำนวนของการทดสอบตามขวางและตามยาวให้มีจำนวนเท่ากัน)

(2) 1 ใน 2 ของขนาดตัวอย่างรองให้นำไปทดสอบการดูดกลืนความสะเทือนตามผนวก ข. ของการทดสอบแต่ละภาวะที่กำหนดไว้ในผนวก ก. ข้อ ก.2, ก.3 และ ก.4

(3) 1 ใน 6 ของขนาดตัวอย่างรองให้นำไปทดสอบความต้านทานการเจาะตามผนวก ค. ต่อจากนั้นนำตัวอย่างที่ทดสอบแล้วไปทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว และสายรัดคางตามผนวก จ. และทดสอบความบิดงอของกะบังหมวกตามผนวก ฉ.

หมวกนิรภัยทุกใบต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3.3 หมวกนิรภัยตัวอย่างทุกใบในแต่ละรุ่นต้องเป็นไปตามข้อ 7.3.1 และ ข้อ 7.3.2 จึงจะถือว่าหมวกนิรภัยรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก.

ภาวะทดสอบ

(ข้อ 7.3.2 (2))

ก.1 ภาวะก่อนการทดสอบ (pre-conditioning)

หมวกทุกใบต้องอยู่ในภาวะก่อนการทดสอบอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 + 5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ 65 + 5 ก่อนที่จะนำไปอบปรับภาวะของแต่ละการทดสอบต่อไป

ก.2 อุณหภูมิต่ำ (low temperature)

นำหมวกใส่ในตู้เย็น* ที่อุณหภูมิ -10 + 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 4 $^{1}/_{2}$ ชั่วโมง

ก.3 อุณหภูมิสูง (high temperature)

นำหมวกใส่ตู้อบ* ที่อุณหภูมิ 50 + 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 4 $^{1}/_{2}$ ชั่วโมง

ก.4 ความชื้น (moisture)

ภายหลังจากถอดส่วนป้องกันอื่น ๆ จากเปลือกนอกของหมวกแล้ว ให้ฉีดน้ำซึ่งมีอุณหภูมิ 25 + 5 องศาเซลเซียสที่เปลือกด้านนอกของหมวกด้วยอัตราการฉีด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อนาที เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 4 $^{1}/_{2}$ ชั่วโมง

หมายเหตุ * ตู้เย็นและตู้อบ (refrigerator and oven) ควรมีขนาดใหญ่พอที่จะนำหมวกใส่ได้ โดยที่หมวกไม่สัมผัสกับด้านหนึ่งด้านใดของตู้ อย่างไรก็ตามปริมาตรทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่า 0.13 ลูกบาศก์เมตร และในตู้อบควรติดพัดลมสำหรับถ่ายเทอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้ควรควบคุมให้อยู่ประมาณร้อยละ 65 + 5 โดยอาจใช้สารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไดโครเมตเป็นตัวควบคุมหรืออาจใช้วิธีการอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การทดสอบการดูดกลืนความสะเทือน

(ข้อ 5.1)

ข.1 หลักการทดสอบ

การดูดกลืนความสะเทือนอาจวัดได้โดย

ข.1.1 การวัดแรงสูงสุดโดยตรงที่ส่งผ่านหุ่นรูปศีรษะซึ่งอยู่กับที่

ข.1.2 การวัดอัตราแร่งสูงสุดของหุ่นรูปศีรษะซึ่งเคลื่อนที่โดยอิสระ

ข.2 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบ สำหรับขข้อ ข.1.1 ต้องมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ในช่วงความถี่ระหว่าง 0 ถึง 2,500 แฮร์ต เมื่อมีแรงมากกระทำที่หมวกไม่เกิน 40 กิโลนิวตัน

ข้อควรระวัง ต้องแน่ใจว่าแรงกระแทกเป็นแรงที่ส่งผ่านหมวกทั้งหมด และไม่เกิดการสูญเสีย อันเนื่องจากการเสียรูป เครื่องวัดควรอยู่ในตำแหน่งแนวแกนเดียวกับทิศทางของตัวกระแทก (striker) ซึ่งควรผ่านจุดศูนย์ถ่วงของหุ่นรูปศีรษะด้วย ถ้าใช้ปีโซ-อิเล็กตริกเกจ (Piezo-electricgauge) วัดแรงกระแทกควรรอเวลาอย่างน้อย 20 วินาที แล้วจึงอ่านค่าของแรงเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากเวลาคงที่ (time constant) ของเครื่องมือที่ใช้วัด

ถ้าเป็นฐานคอนกรีตควรมีมวลอย่างน้อย 1,000 กิโลกรัม และมีความสูง 1 เมตร ถ้าเป็นฐานเหล็กกล้าควรมีมวลอย่างน้อย 500 กิโลกรัม ระหว่างฐานกับพื้นแข็งควรรองด้วยวาง ซึ่งมีความแข็งเท่ากับ 60 IRHD (ความแข็งชอร์) และมีทรายแห้งหรือวัสดุที่คล้ายคลึงกันวางอยู่บนพื้นแข็ง ตัวกระแทกสำหรับทั้งสองวิธีนั้นมีมวล 5 กิโลกรัม หน้าของตัวกระแทกมีลักษณะกลมแบนหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีพื้นที่ประมาณ 380 ตารางเซนติเมตร

ตัวกระแทกอาจเคลื่อนที่โดยไม่มีร่องนำ (โดยอิสระ) หรืออาจเคลื่อนที่โดยมีร่องนำ (guide) แต่ความเร็วของการกระแทกเมื่อมีร่องนำและไม่มีร่องนำต้องเท่ากัน

ข.3 วิธีทดสอบ

หมวกทุกใบที่ชักตัวอย่างมาตามข้อ 7.3.2 แล้ว ให้นำไปปรับภาวะทดสอบตามผนวก ก. ข้อ ก.2, ก.3 และ ก.4 ตามลำดับ ภายใน 1 นาที หลังจากที่นำหมวกออกจากการปรับสภาพตามภาวะทดสอบที่กำหนดสู่สภาพบรรยากาศภายนอกแล้ว ปรับแถบรัดและแถบโยงอื่น ๆ ให้หย่อน แล้วนำหมวกไปสวมเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ (ผนวก ช.) และยึดติดให้แน่นตามขนาดของหุ่นรูปศีรษะที่ได้เตรียมไว้แล้ว วิธีทดสอบทำได้ 2 วิธี ดังต่อไปนี้

*ข.3.1 ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนเปลือกหมวกที่จุดใดจุดหนึ่งเหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ช.1) 3 ตำแหน่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมถึงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงสำนักวิทยบริการฯ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) บริเวณส่วนกลางศีรษะ โดยแนวแรงตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(2) บริเวณด้านหน้า โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(3) บริเวณด้านหลัง โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

ด้วยพลังงานการกระแทก 125 นิวตันเมตร พลังงานการกระแทกนี้ได้มาโดยให้มวล 5 กิโลกรัม ตกจากความสูง 2.5 เมตร + 5 มิลลิเมตร ความสูงของการตกนี้วัดจากจุดของการกระแทกบนหมวกถึงจุดด้านล่างของตัวกระแทก บันทึกผลที่ได้ของแรงส่งผ่านให้รายงานค่าแรงส่งผ่านทุกค่า แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ข.3.2 ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนเปลือกหมวกที่จุดใดจุดหนึ่งเหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ซ.1) 3 ตำแหน่งดังนี้

(1) บริเวณส่วนกลางศีรษะ โดยแนวแรงตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงของหุ้นรูปศีรษะ

(2) บริเวณด้านหน้า โดยแรวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(3) บริเวณด้านหลัง โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

พลังงานของการกระแทกขณะกำลังกระแทกต้องเท่ากับ

x 125 นิวตันเมตร

เมื่อ k =

บันทึกอัตราการเร่งสูงสุดของหุ่นรูปศีรษะไว้

ให้รายงานค่าอัตราการเร่งสูงสุดทุกค่า แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

หุ่นรูปศีรษะ (มวล 4.5 + 0.2 กิโลกรัม) ต้องสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระภายในส่วนโค้งของมุมอย่างน้อย 90 องศา สัมพันธ์กับแกนตั้งของตัวกระแทก และอุปกรณ์จำกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นรูปศีรษะซึ่งต้องไม่อยู่ในส่วนโค้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ค.

การทดสอบความต้านทานการเจาะ

(ข้อ 5.2)

ค.1 เครื่องมือ

หัวเจาะรูปกรวย (conical spike) วางอยู่บนเปลือกหมวกในตำแหน่งที่จะทดสอบ ปล่อยน้ำหนักตกลงนำส่วนหลังของปลายหัวเจาะ ความลึกของการเจาะวัดได้โดยใช้อุปกรณ์ที่มีความไว เช่น ไฟโตอิเล็กตริกเซล (photo-electric cell)

หมายเหตุ มวลหัวเจาะเท่ากับ 0.3 กิโลกรัม

มวลของตัวกระแทกเท่ากับ 3.0 กิโลกรัม

มุมของปลายหัวเจาะ เท่ากับ 60 องศา

รัศมีของปลายหัวเจาะ เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร

ความสูงของรูปกรวยของหัวเจาะ ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร

ความแข็งของปลายหัวเจาะต้องอยู่ระหว่าง 45 ถึง 50 HRC

ค.2 วิธีทดสอบ

ให้ใช้ภาวะทดสอบเช่นเดียวกับภาวะทดสอบการดูดกลืนความสะเทือนที่ได้ผลเลวที่สุด เมื่อนำหมวกออกจากการปรับสภาพตามภาวะการทดสอบที่กำหนดสู่สภาพบรรยากาศภายนอกแล้ว นำหมวกสวมเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ (ผนวก ซ.) และยึดให้แน่นเหมือนกับในขณะที่ผู้ขับขี่สวมใส่ภายใน 1 นาที หลังจากนั้นนำหัวเจาะวางบนหมวกที่จุดทดสอบ ซึ่งควรอยู่เหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ซ.1) ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนด้านบนของหัวเจาะเป็นระยะความสูง 1 เมตร โดยวัดจากจุดด้านบนของหัวเจาะถึงจุดด้านล่างของตัวกระแทก วัดระยะสั้นที่สุดที่เหลืออยู่ระหว่างจุดปลายเดือยแหลมของหัวเจาะและหุ่นรูปศีรษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การทดสอบความคงรูป

(ข้อ 5.3)

ง.1 เครื่องมือ

แผ่นโลหะสำหรับใช้กด 2 แผ่น

ง.2 วิธีทดสอบ

ให้นำหมวกตัวอย่างตามข้อ 7.3.2 (1) มาปรับสภาพให้ได้ตามภาวะก่อนการทดสอบ ตามที่กำหนดไว้ในผนวก ก. ข้อ ก.1 แล้วให้นำหมวกส่วนหนึ่งไปทดสอบตามแนวแกนยาว (longitudinal axis) อีกส่วนหนึ่งไปทดสอบตามแนวแกนขวาง (transverse axis) โดยนำหมวกแต่ละใบมาวางอยู่ระหว่างแผ่นโลหะที่ขนานกัน 2 แผ่น ให้แรงกดบนแผ่นโลหะที่วางบนเปลือกหมวกครั้งแรก 30 นิวตัน เมื่อทิ้งไว้ 2 นาที แล้ววัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะที่วางขนานกัน เพิ่มแรงกดจนถึง 630 นิวตัน โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดครั้งละ 100 นิวตัน ทุก ๆ 2 นาที เมื่อใช้แรงกด 630 นิวตัน ให้ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 นาที วัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะขนานกันอีกครั้งและลดแรงกดจนกระทั่งถึง 30 นิวตัน แล้วทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นวัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะขนานกันอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

การทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคาง

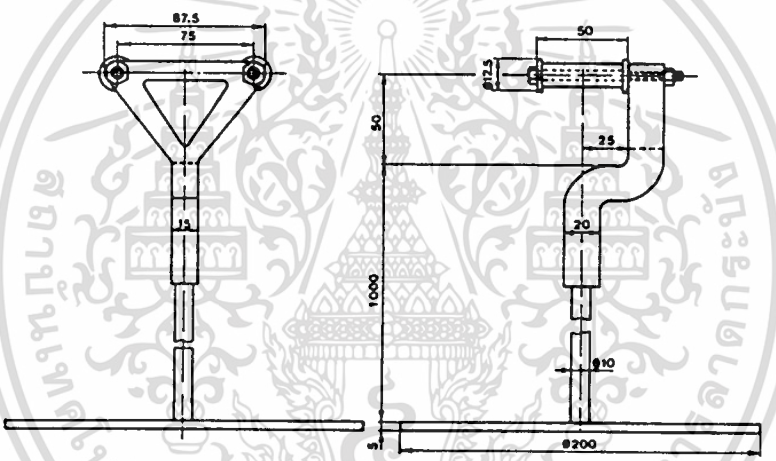
(ข้อ 5.4)

จ.1 เครื่องมือทดสอบ

ขอเกี่ยว (hanger) ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งเหล็ก 2 ลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 มิลลิเมตร และมีจุดศูนย์กลางห่างกัน 75 มิลลิเมตร ตามรูปที่ จ.1

รูปที่ จ.1 เครื่องมือทดสอบ

(ข้อ จ.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

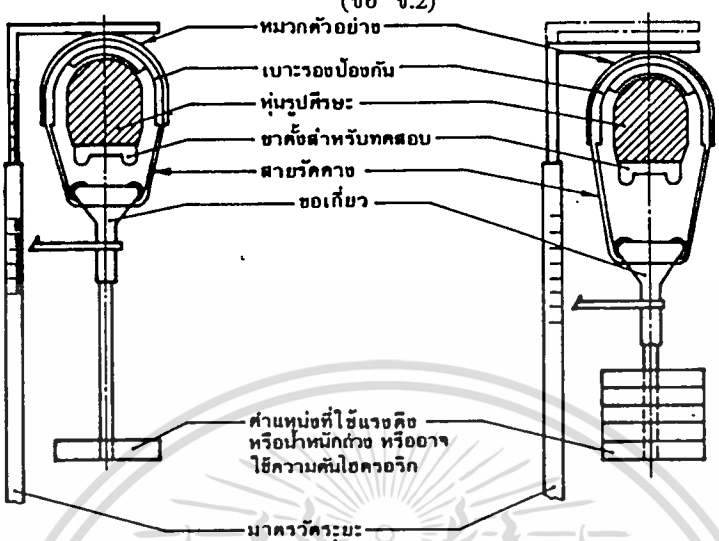
จ.2 วิธีทดสอบความต้านทานการเสียรูป

จ.2.1 นำหมวกตัวอย่างที่ทดสอบความต้านทานการเจาะ แล้วสวมเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ (ผนวก ซ.) และให้นำลูกกลิ้งเหล็กคล้องสายรัดคางไว้ แล้วให้แรงดึงที่สายรัดคาง 45 นิวตัน เพิ่มแรงดึงในอัตราสม่ำเสมอจนถึง 500 นิวตัน ใน 30 วินาที คงแรงดึงนี้ไว้ 2 นาที แล้ววัดระยะการเคลื่อนที่ในแนวแรงดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.2 การทดสอบความต้านทานการเสียรูป

(ข้อ จ.2)



จ.3 วิธีทดสอบความต้านทานของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต่อการแยกตัวจากเปลือกหมวก

จ.3.1 นำหมวกตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความต้านทานการเจาะแล้วมาสวมเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ (ผนวก ซ.) ที่มีขนาดพอเหมาะ และใช้แรงดึง 1 กิโลนิวตัน ดึงสายรัดคางตรงจุดที่สายรัดคางติดกับเปลือกหมวก ให้สังเกตดูการแยกตัวหรือการเสียหายของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ฉ.

การทดสอบสภาพบิดงอของกะบังหมวก

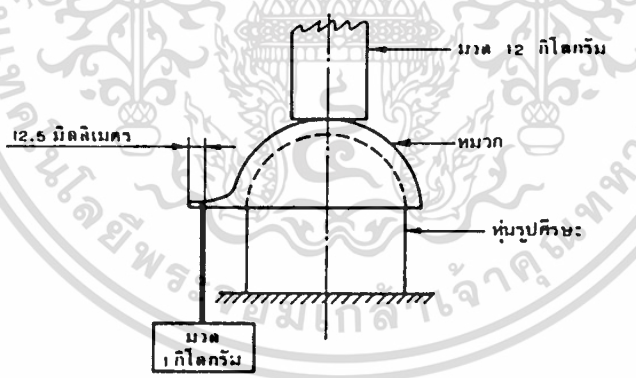
(ข้อ 5.5)

ฉ.1 วิธีทดสอบ (ดูรูปที่ ฉ.1)

นำหมวกตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว และสายรัดคางแล้วมาทดสอบ เมื่อติดกะบังหมวกเข้ากับหมวกแล้ว ให้สวมเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ (ผนวก ช.) ตามขนาดที่เหมาะสม และใช้มวล 12 กิโลกรัม กดอยู่บนเปลือกหมวกด้านบนและใช้มวล 1 กิโลกรัม แขวนโดยอิสระมีระยะห่างจากปลายหมวกด้านนอกเข้าไปด้านในกึ่งกลางของกะบังหมวกประมาณ 12.5 มิลลิเมตร เมื่อทิ้งไว้ 2 นาทีแล้ว วัดค่าความโก่ง (deflection) ของกะบังหมวก

รูปที่ ฉ.1 การทดสอบสภาพบิดงอของกะบังหมวก

(ข้อ ฉ.1)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*ผนวก ช.

*แก้ไขโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1002 (พ.ศ. 2529) ลงวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2529 (ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 103 ตอนที่ 40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ซ.

หุ่นรูปศีรษะสำหรับทดสอบการดูดกลืนความสะเทือน และความต้านทานการเจาะ

(ผนวก ข., ผนวก ค., ผนวก จ., และผนวก ฉ.)

ซ.1 หุ่นรูปศีรษะต้องมีมิติตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ ซ.1 (ดูรูปที่ ซ.1, ซ.2, ซ.3 (1) และ ซ.3 (2) ด้วย)

ซ.2 ส่วนบนของหุ่นรูปศีรษะออกแบบให้มีลักษณะเหมือนกับศีรษะของผู้สวมใส่ทั่ว ๆ ไป ส่วนล่างให้ออกแบบแล้วแต่เหมาะสม เพื่อทำให้หุ่นรูปศีรษะตั้งอยู่ในตำแหน่งเอียงหรือตรงได้ และมีคางเพื่อยึดหมวกให้แน่น โดยใช้สายรัดคาง ดังนั้นหมวกนิรภัยอาจยึดให้แน่นกับหุ่นรูปศีรษะโดยสายรัดคาง

ซ.3 ข้อเสนอแนะสำหรับโครงสร้างของหุ่นรูปศีรษะมีดังนี้

ซ.3.1 ส่วนบนของหุ่นรูปศีรษะสร้างขึ้นโดยใช้แผ่นไม้เนื้อแข็ง* วางเป็นชั้น ความหนาของแต่ละแผ่นประมาณ 12.7 มิลลิเมตร หรือ 6.35 มิลลิเมตร ตามต้องการ
แผ่นไม้ที่นำมาประกอบเข้ากันเป็นชั้น ๆ ต้องวางให้ลายไม้ของแต่ละชั้นสลับกันเป็นมุม 90 องศา และประกอบติดกันเข้าด้วยกาวเรซินสังเคราะห์ (synthetic resin glue) ให้ทำเครื่องหมายในแกนตามขวางและแกนนอนบนไม้ทุกชิ้น โดยใช้ดอกสว่านที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กเจาะรูที่กึ่งกลางของแต่ละอัน
หมายเหตุ * ไม้เนื้อแข็งมีความหนาแน่นระหว่าง 640 ถึง 720 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความชื้นร้อยละ 12

ซ.3.2 ส่วนล่างของหุ่นรูปศีรษะสร้างขึ้นโดยใช้ไม้เนื้อแข็งมีจำนวนมากกว่า 9 แผ่น และแต่ละแผ่นหนาประมาณ 12.7 มิลลิเมตร ตัดตามรูปแบบเช่นเดียวกับข้างต้น แต่ปลายด้านหลังตัดเว้า การประกอบหุ่นรูปศีรษะให้กดให้แน่นจนกระทั่งกาวแข็งตัว

ซ.3.3 ตัดแต่งหุ่นรูปศีรษะให้มีผิวโค้งเรียบ และตัดด้านข้างของส่วนล่างของหุ่นรูปศีรษะออกให้มีผิวแบนเรียบ และทำบริเวณคางของหุ่นรูปศีรษะให้มนกลม ด้านหลังของส่วนล่างให้ตัดออกเป็นมุม 60 องศา กับแนวนอน เพื่อให้หมวกติดตั้งตามแนวเอียงสำหรับการทดสอบการดูดกลืนความสะเทือนได้ให้ใช้แผ่นไม้แบนติดกาวและขันสลักเกลียวยึดกับด้านหน้าเอียง (slopingface) เพื่อให้ความหนาของไม้ตามแกนเอียงเท่ากับความหนาของไม้ตามแกนตั้ง หุ่นรูปศีรษะควรเคลือบด้วยเชลแล็กมัน (shellac) และขั้นสุดท้าย ประกอบแผ่นดูราลูมิน (duralumin) 2 แผ่น เข้ากับหุ่นรูปศีรษะตามรูปที่ ซ.3 (2)

ซ.4 หุ่นรูปศีรษะที่ใช้ทดสอบอาจกำหนดรหัสอักษรสำหรับเส้นรอบวงขนาดต่าง ๆ ตามมิติที่กำหนดไว้ในตารางที่ ซ.1 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับเส้นอ้างอิง(reference)ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ ซ.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

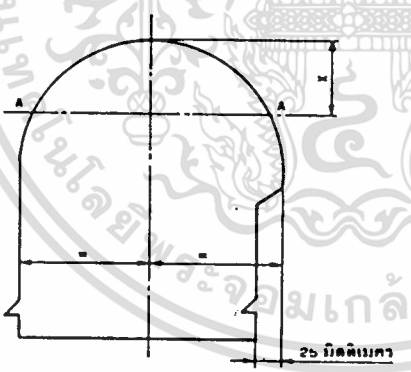
ซ.5 เส้นรอบวงภายในของสายรัดศีรษะ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่สวมกระชับกับศีรษะของหมวกทุกใบควรวัดด้วยเครื่องวัดวงแหวนที่ปรับระยะได้ (adjustable ring gauge) และทำจากวัสดุซึ่งไม่ยืดตัว หมวกที่ใช้ทดสอบต้องสวมอยู่บนหุ่นรูปศีรษะขนาดใหญ่ที่สุด ที่มีเส้นรอบวงไม่เกินเส้นรอบวงภายในของหมวก

ซ.6 หุ่นรูปศีรษะควรตัดไปตามแนวเส้น "ef" ดังที่แสดงในรูปที่ ซ.2 เพื่อให้หมวกสวมได้พอดี หุ่นรูปศีรษะทุกหุ่นควรทำเครื่องหมายตามแนวเส้น AA ดังรูปที่ ซ.1 เพื่อแสดงถึงพิกัดต่ำสุดของแนวทดสอบ

ซ.7 ถ้าหุ่นรูปศีรษะทำจากโลหะก็ควรทำจากมักเนเซียมเจือ magnesium alloy) ที่สะท้อนความถี่ต่ำได้ (low resonant frequency)

รูปที่ ซ.1 หุ่นรูปศีรษะ

(ข้อ ซ.1, ข้อ ซ.4 และข้อ ซ.6)



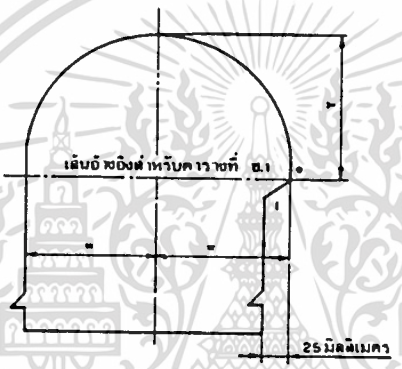
รหัสอักษร	ระยะ X มิลลิเมตร	(นิ้ว)
A	27.0	(1.06)
B	28.5	(1.12)
C	30.0	(1.18)
D	31.8	(1.25)
E	33.3	(1.31)
F	34.8	(1.37)
G	36.4	(1.43)
H	38.1	(1.50)
J	39.7	(1.56)
K	41.2	(1.62)
L	42.7	(1.68)
M	44.5	(1.75)
N	46.0	(1.81)
O	47.5	(1.87)
P	49.1	(1.93)
Q	50.8	(2.00)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ซ.2 หุ่นรูปศีรษะ

(ข้อ ซ.1, ข้อ ซ.4 และข้อ ซ.6)

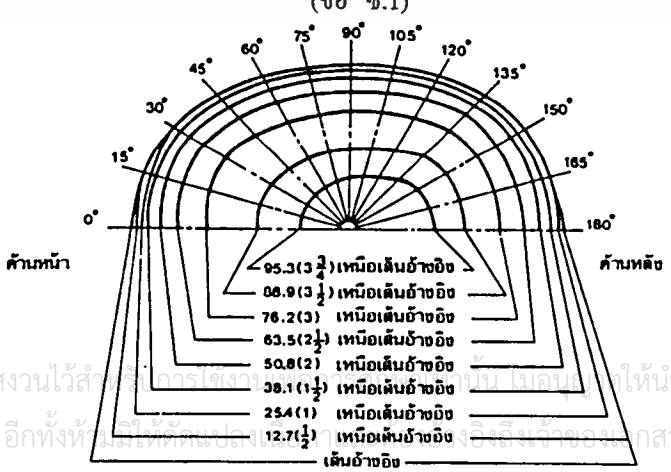
(เส้นอ้างอิงสำหรับกำหนด ตารางที่ ซ.1)



รหัสอักษร	ระยะ Y	
	มิลลิเมตร	(นิ้ว)
A	89.7	(3.53)
B	91.2	(3.59)
C	92.7	(3.65)
D	94.5	(3.72)
E	96.0	(3.78)
F	97.5	(3.84)
G	99.1	(3.90)
H	100.8	(3.97)
J	102.4	(4.03)
K	103.9	(4.09)
L	105.4	(4.15)
M	107.2	(4.22)
N	108.7	(4.28)
O	110.2	(4.34)
P	111.8	(4.40)
Q	113.5	(4.47)

รูปที่ ซ.3 (1) หุ่นไม้รูปศีรษะ

(ข้อ ซ.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

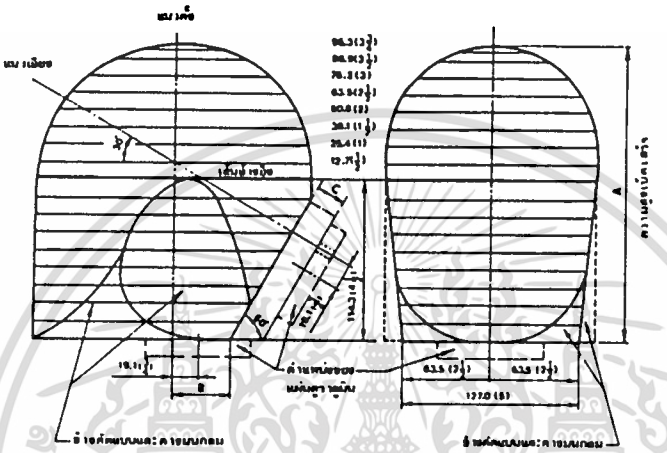
(หน่วยในวงเล็บเป็นนิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทั้งหมดที่ให้ค่าเป็นตัวเลข ยกเว้นความสูงเหนือเส้นอ้างอิง เป็นค่าคงที่สำหรับหุ่นรูปศีรษะทุกขนาด สำหรับขั้วประสาน (polar-co-ordinate) ของภาคตัดขวางแนวนอน ดูตามตารางที่ ซ.1

รูปที่ ซ.3 (2) หุ่นไม้รูปศีรษะ

(ข้อ ซ.1 และข้อ ซ.3.3)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

(หน่วยในวงเล็บเป็นนิ้ว)

สำหรับระยะ A, B และ C ให้ดูตามตารางที่ ซ.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ

พ.ศ. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0516

สมอ./กว.308/กมอ.

พฤษภาคม 2537

5323/236

ห้ามใช้หรือยึดถือร่างนี้เป็นมาตรฐาน

มาตรฐานฉบับสมบูรณ์จะมีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ร่าง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ

PROTECTIVE HELMETS FOR VEHICLE USERS

สำหรับเสนอคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 2461175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 308

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมวกนิรภัย

ประธานกรรมการ

นายวิทยา ยงเจริญ	ผู้แทนวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการ

นายสมศักดิ์ มโนศิรินกุล	ผู้แทนกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
นายประเสริฐ สงวนเดือน	
นายปรีชญา หาสตยกุล	ผู้แทนกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
นายประเสริฐ อัครประถมพงศ์	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสุรพล สินธุวณิชย์	ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นายกีดา ทิมสุวรรณ	ผู้แทนการไฟฟ้านครหลวง
นายสุพรรณ ชัชาวาลย์	ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นายสมฤกษ์ วงศ์เครือวัลย์	ผู้แทนการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
นายอนุรักษ์ อุณหศิริกุล	
นายเรืองศักดิ์ ธนูเทพ	ผู้แทนองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
นายวิฑูรย์ ชินกุลประสาน	ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายเจตจ์ สงบกาย	ผู้แทนบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด
นายณรงค์ อึ้งอาพร	ผู้แทนบริษัท ป.ณรงค์อุตสาหกรรม จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายภาสกร ดุษฎีวิจัย	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0. คำนำ

0.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ นี้ ประกาศใช้เป็นครั้งแรกตามมาตรฐานเลขที่ มอก.369-2524 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 117 วันที่ 15 กรกฎาคม พุทธศักราช 2524 และแก้ไขครั้งที่ 1 ตามมาตรฐานเลขที่ มอก.369-2529 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 40 วันที่ 12 มีนาคม พุทธศักราช 2529

0.2 เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการพัฒนารูปแบบของหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ และเพื่อสะดวกในทางปฏิบัติ จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

0.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO/R 1511-1970 Protective helmets for road users

JIS T 8133-1982 Protective helmets for vehicular users

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แบบ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหมวกนิรภัยสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะ

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะหมวกนิรภัยสำหรับใช้รถจักรยานยนต์ทั่วไปและผู้ใช้รถยนต์บางประเภท ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "หมวกนิรภัย" ไม่ครอบคลุมถึงหมวกนิรภัยสำหรับผู้ใช้ยานพาหนะในการแข่งขัน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

2.1 หมวกนิรภัย หมายถึง หมวกที่มีจุดประสงค์เบื้องต้นสำหรับป้องกันศีรษะส่วนบนของผู้สวมใส่จากการกระแทก โดยหมวกบางแบบอาจมีส่วนป้องกันอื่น ๆ เพิ่มขึ้นได้

2.2 หมวกนิรภัย แบบครึ่งใบ หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันส่วนบนของศีรษะของผู้สวมใส่

2.3 หมวกนิรภัยแบบเต็มใบ หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันส่วนบนของศีรษะ ส่วนท้ายทอยและบริเวณขากรรไกรของผู้สวมใส่

2.4 หมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า หมายถึง หมวกนิรภัยที่มีเปลือกหมวกป้องกันส่วนบนของศีรษะ ส่วนท้ายทอยและบริเวณคางของผู้สวมใส่

2.5 กะบังหมวก (peak) หมายถึง ส่วนของเปลือกหมวกที่ยื่นออกไปเหนือตาของผู้สวมใส่ ซึ่งอาจติดอย่างถาวรหรือสามารถถอดออกได้

2.6 แถบป้องกันการกระแทก (anti-concussion tape) หมายถึง ส่วนที่เป็นสายรองรับศีรษะ ทำหน้าที่ดูดกลืนแรงกระแทก

2.7 เปลือกหมวก (shell) หมายถึง ตัวหมวกนิรภัยที่ไม่รวมส่วนประกอบอื่น

2.8 รองใน (protective padding) หมายถึง ส่วนที่บุภายในหมวกเพื่อช่วยบรรเทาความรุนแรงที่ศีรษะจะได้รับจากการกระแทก

2.9 อุปกรณ์ยึดเหนี่ยว (harness) หมายถึง ชุดอุปกรณ์ซึ่งยึดหมวกนิรภัยให้อยู่บนศีรษะ ประกอบด้วย อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 แถบรัด (drawlace) หมายถึง แถบที่ใช้กับแถบโยงเพื่อปรับหมวกให้พอดี

2.9.2 เบาะรอง (cushioning) หมายถึง วัสดุที่ใช้รองเพื่อความสบายในขณะสวมใส่

2.9.3 แผ่นปิดหู (ear flap) หมายถึง ส่วนของหมวกที่ออกแบบให้คลุมปิดหูของผู้สวมใส่ ซึ่งอาจรวมเป็นชิ้นเดียวกับแผ่นปิดหลังคอก็ได้

2.9.4 แผ่นปิดหลังคอ (neck curtain) หมายถึง ส่วนของหมวกที่ออกแบบให้คลุมหลังคอของผู้สวมใส่ โดยทำจากวัสดุที่อ่อนนุ่ม

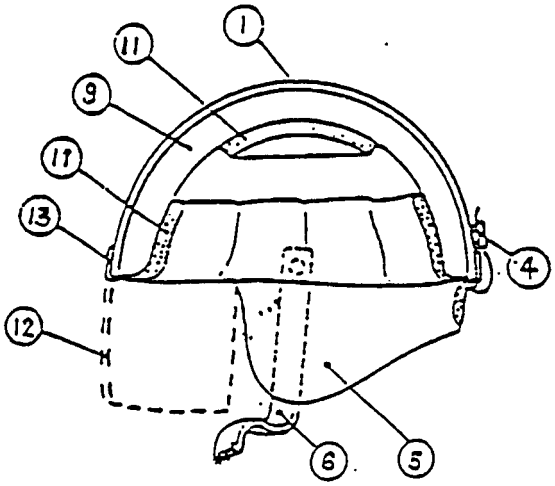
2.9.5 สายรัดคาง (chin strap) หมายถึง สายที่ยึดหมวกนิรภัยให้แน่นกับศีรษะโดยยึดไว้ที่คาง สายนี้สามารถปรับให้แน่นและหย่อนได้ตามความต้องการ

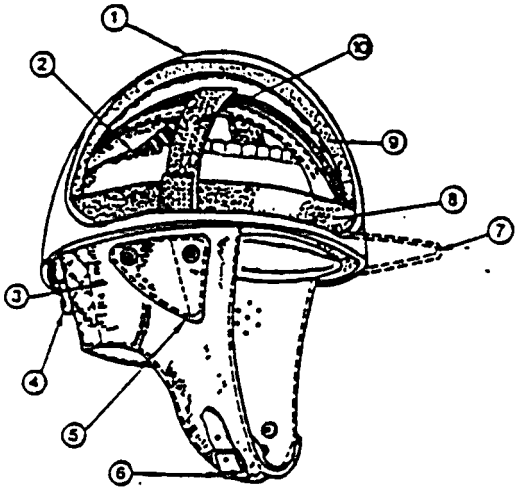
2.9.6 สายรัดศีรษะ (headband) หมายถึง ส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว พันอยู่รอบศีรษะในตำแหน่งฐานกะโหลกศีรษะ

2.10 บังลม (windshield) หมายถึง ส่วนที่ใช้กันลมเข้าหาผู้สวมใส่

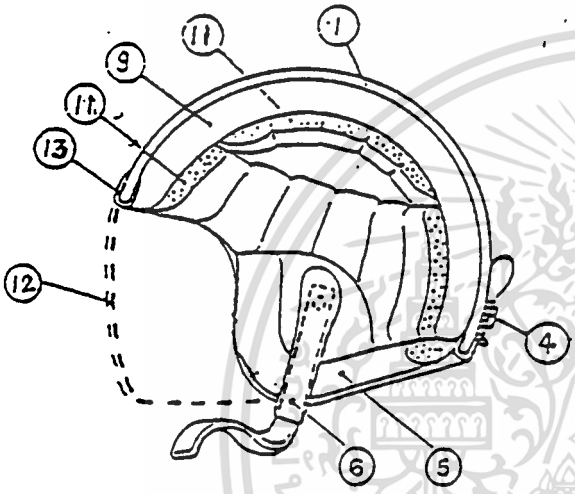
2.11 ขอบหมวก (rim) หมายถึง ส่วนที่หุ้มขอบของหมวกนิรภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

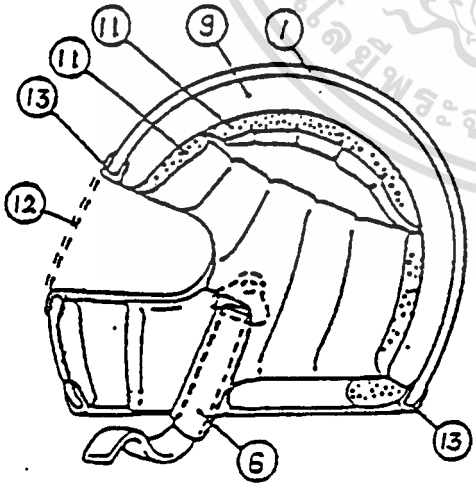




หมวกนิรภัยแบบครึ่งใบ



หมวกนิรภัยแบบเต็มใบ



หมวกนิรภัยแบบปิดเต็มหน้า

(1) เปลือกหมวก
(2) แถบรัด
(3) แผ่นปิดหลังคอ
(4) ที่รับสายรัดแว่นตา (ถ้ามี)
(5) แผ่นปิดหู
(6) สายรัดคาง
(7) กะบังหมวก (ถ้ามี)
(8) สายรัดศีรษะ
(9) รองใน
(10) แถบป้องกันการกระแทก
(11) เบาะรอง
(12) บังลม (ถ้ามี)
(13) ขอบหมวก (ถ้ามี)

รูปที่ 1 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมวกนิรภัยแบบต่าง ๆ

(ข้อ 2. ข้อ 3.1 และข้อ 5.1.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบ

3.1 หมวกนิรภัยแบ่งออกเป็น 3 แบบ (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) คือ

3.1.1 แบบครึ่งใบ

3.1.2 แบบเต็มใบ

3.1.3 แบบปิดเต็มหน้า

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 หมวกนิรภัยมี 16 ขนาด ตามรหัสอักษรในตารางที่ 1 หมวกนิรภัยเมื่อนำมาสวมกับศีรษะทดสอบที่มีรหัสอักษรเดียวกันแล้ว ต้องสวมได้พอดี มิติของศีรษะทดสอบให้เป็นไปตามตารางที่ 1 และภาคผนวก ก. การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

ตารางที่ 1 ขนาดของหมวกนิรภัยและศีรษะทดสอบ

(ข้อ 4.1 และข้อ ก.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รหัสอักษรของหมวกนิรภัยและศีรษะทดสอบ	เส้นรอบวงของศีรษะทดสอบ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
A	500	
B	510	
C	520	
D	530	
E	540	
F	550	
G	560	
H	565	±3
J	570	
K	580	
L	590	
M	600	
N	610	
O	620	
P	630	
Q	640	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ทั่วไป

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมวกนิรภัย ให้เป็นไปตามรูปที่ 1 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบเข้ากับหมวกนิรภัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นโลหะหรือวัสดุแข็งที่นูนออกมาจากผิวภายในของเปลือกหมวกต้องไม่ทำให้ผู้สวมใส่บาดเจ็บได้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ

5.1.2 สายรัดคาง

สายรัดคางที่ประกอบเข้ากับหมวกนิรภัยต้องกว้างไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

สายรัดคางและอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต้องยึดติดแน่นกับเปลือกหมวก

5.1.3 เปลือกหมวก

เปลือกหมวกควรมีความแข็งเท่ากันตลอด และต้องไม่มีการเสริมจุดใดจุดหนึ่งให้มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

5.2 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ทำส่วนต่าง ๆ ของหมวกนิรภัยต้องคงทนตลอดอายุการใช้งานในสภาพปกติซึ่งหมวกนิรภัยจะถูกแสงแดด ฝน ความเย็น ความสั่นสะเทือน ผิวหนัง เหงื่อหรือเครื่องสำอางสำหรับผิวหนังหรือเส้นผม สำหรับอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต้องไม่ทำด้วยวัสดุที่อาจเป็นอันตรายต่อผิวหนัง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.3 การทำ

5.3.1 หมวกนิรภัยที่ประกอบเสร็จต้องมีผิวภายนอกเรียบ ไม่มีสันหรือคิ้วเพื่อเสริมความแข็งแรง และต้องไม่มีส่วนใด ๆ ยื่นออกหรือเว้าลงจากพื้นผิวตามรูปทรงของเปลือกหมวกมากกว่า 3 มิลลิเมตร ยกเว้นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดกะบังหมวกหรือบังลมให้ยื่นได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

หมายเหตุ ข้อกำหนดข้างต้นไม่ครอบคลุมถึงส่วนเว้าของที่พักเสียงและรูระบายอากาศ และส่วนยื่นของอุปกรณ์ที่ใช้ยึดกะบังหมวกหรือบังลมที่หลุดได้ง่ายโดยการกระแทก

5.3.2 การติดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวกับเปลือกหมวกต้องมีวัสดุปกปิดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวนั้น เพื่อป้องกันส่วนของศีรษะไม่ให้ถูกเสียดสีได้ง่าย

5.3.3 หัวหมุดย้ำจะสูงเกินเปลือกหมวกได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และต้องไม่มีส่วนแหลมคม

5.3.4 หมวกนิรภัยที่ประกอบเสร็จต้องมีมวลไม่เกิน 2 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 หมวกนิรภัยแบบเต็มใบและแบบปิดเต็มหน้าต้องมีรูระบายอากาศ โดยให้อากาศผ่านไปทางส่วนบนของศีรษะ

5.3.6 หมวกนิรภัยที่ประกอบเสร็จ ถ้ามีลักษณะปิดบริเวณหูต้องมีที่ฟังเสียง

5.3.7 ในกรณีที่มีปังลม บริเวณมองผ่านต้องทำด้วยวัสดุโปร่งใสและไม่มีสี

5.3.8 ต้องไม่ใช้หมุดเกลียวที่เป็นโลหะหรือหมุดแหลมคมที่เป็นโลหะเป็นส่วนประกอบของหมวกนิรภัย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 การดูดกลืนความสะเทือน (shock absorption)

เมื่อนำหมวกนิรภัยไปไว้ที่ภาวะอุณหภูมิต่ำ ภาวะอุณหภูมิสูงและภาวะชื้นตามข้อ 9.2.3 และนำมาทดสอบตามข้อ 9.2.3.1 หรือข้อ 9.2.3.2 วิธีใดวิธีหนึ่งแล้ว

(1) แรงส่งผ่านต้องไม่เกิน 20 กิโลนิวตัน หรือ

(2) อัตราเร่งสูงสุดของศีรษะทดสอบต้องไม่เกิน $\frac{2\,000}{m}$ g เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

เมื่อ m คือ มวลของศีรษะทดสอบรวมกับมวลของหมวกนิรภัย เป็นกิโลกรัม

g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก เป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

และเปลือกหมวกนิรภัยต้องไม่ปรากฏรอยแตกผ่านถึงเปลือกหมวกด้านในและอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต้องไม่เสียหาย

6.2 ความต้านทานการเจาะ (penetration resistance)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.3 แล้ว ระยะห่างระหว่างจุดปลายเดือยแหลมของหัวเจาะกับศีรษะทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

6.3 ความคงรูป (rigidity)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.4 โดยใช้แรงกดเริ่มต้น 30 นิวตัน แล้วเพิ่มแรงกดจนกระทั่งถึง 630 นิวตันแล้ว ผลต่างของระยะห่างของแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่วัดได้ครั้งแรกกับครั้งที่สองต้องไม่เกิน 40 มิลลิเมตร และเมื่อลดแรงกดกลับมายัง 30 นิวตันแล้ว ผลต่างของระยะห่างของแผ่นโลหะ 2 แผ่นที่วัดได้ครั้งแรกกับครั้งหลังต้องไม่เกิน 15 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคาง

6.4.1 ความต้านทานการเสียรูป (resistance to deformation)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5.2.1 แล้ว ระยะยืดตัวของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวภายใต้แรงดึงที่กำหนดต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร

6.4.2 ความต้านทานของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต่อการแยกตัวจากเปลือกหมวก

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5.2.2 แล้ว อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์ที่ประกอบหมวกนิรภัยต้องไม่แตกหรือฉีกขาดจากเปลือกหมวก

6.5 ความโค้งงอได้ของกะบังหมวก (flexibility of peak)

ถ้าหมวกนิรภัยมีกะบังหมวก เมื่อทดสอบตามข้อ 9.6 แล้ว ความเบน (deflection) ของกะบังหมวกต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 32 มิลลิเมตร

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ด้านในของหมวกนิรภัยทุกใบ อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) แบบและรหัสอักษร

(2) มวล เป็นกิโลกรัม

(3) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(5) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง หมวกนิรภัยแบบและรหัสอักษรเดียวกัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกัน โดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ

8.2.1.1 ชักตัวอย่างหมวกนิรภัยโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 2

8.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 5. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 3 จึงจะถือว่าหมวกนิรภัยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ

8.2.2.1 ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาด ส่วนประกอบ วัสดุและการทำแล้ว ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 สดมภ์ที่ 4 แล้วแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

(1) 1 ใน 6 ของขนาดตัวอย่างให้นำไปทดสอบความต้านทานการเจาะ ต่อจากนั้นนำตัวอย่างที่ทดสอบแล้วไปทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคาง และความบิดงอได้ของกะบังหมวก ตามลำดับ

(2) 1 ใน 2 ของขนาดตัวอย่างให้นำไปทดสอบการดูดกลืนความสะเทือน

(3) 1 ใน 3 ของขนาดตัวอย่างให้นำไปทดสอบความคงรูป (จำนวนสำหรับการทดสอบตามแนวแกนยาว (longitudinal axis) และตามแนวแกนขวาง (transverse axis) ให้มีจำนวนเท่ากัน)

8.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าหมวกนิรภัยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบ ขนาด ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ และคุณลักษณะที่ต้องการ

(ข้อ 8.2.1 และข้อ 8.2.2.1)

ขนาดรุ่น ใบ	การทดสอบขนาด ส่วนประกอบ วัสดุและการทำ		การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ
	ขนาดตัวอย่าง ใบ	เลขจำนวนที่ยอมรับ ใบ	ขนาดตัวอย่าง ใบ
ไม่เกิน 500	20	2	6
501 ถึง 1 200	32	3	12
1 201 ถึง 3 200	50	5	18
3 201 ถึง 10 000	80	7	24

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างหมวกนิรภัยต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1.2 และข้อ 8.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าหมวกนิรภัยรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การทดสอบ

9.1 การปรับภาวะทดสอบ

9.1.1 การปรับภาวะขั้นต้น

หมวกนิรภัยทุกใบต้องปรับภาวะขั้นต้นอย่างน้อย 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 25±5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65±5 ก่อนที่จะนำไปปรับภาวะสำหรับแต่ละการทดสอบต่อไป

9.1.2 การปรับภาวะอุณหภูมิต่ำ

นำหมวกนิรภัยตัวอย่างไปไว้ในตู้เย็น* ที่อุณหภูมิ −10±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน $4\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

9.1.3 การปรับภาวะอุณหภูมิสูง

นำหมวกนิรภัยตัวอย่างไปไว้ในตู้อบ* ที่อุณหภูมิ 50±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน $4\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

9.1.4 การปรับภาวะเปียก

ภายหลังจากเปลื้องสิ่งห่อหุ้มจากเปลือกหมวกด้านนอกแล้ว ให้ฉีดน้ำซึ่งมีอุณหภูมิ 25±5 องศาเซลเซียสที่เปลือกหมวกด้านนอกด้วยอัตราการฉีด 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อนาที เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน $4\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

หมายเหตุ * ตู้เย็นและตู้อบ ควรมีขนาดใหญ่พอที่จะใส่หมวกนิรภัยได้โดยที่หมวกนิรภัยไม่สัมผัสกับด้านใดด้านหนึ่งของตู้ อย่างไรก็ตามปริมาตรทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่า 0.13 ลูกบาศก์เมตร และในตู้อบควรติดพัดลมสำหรับให้อากาศหมุนเวียนได้ ควรควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้ให้อยู่ประมาณร้อยละ 65±5 โดยอาจใช้สารละลายโซเดียมไดโครเมตอิ่มตัวหรือใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่า

9.2 การทดสอบการดูดกลืนความสะเทือน

9.2.1 หลักการ

การดูดกลืนความสะเทือนอาจวัดได้โดย

9.2.1.1 การวัดแรงสูงสุดที่ส่งผ่านศีรษะทดสอบ ซึ่งอยู่กับที่โดยตรง

9.2.1.2 การวัดอัตราเร่งสูงสุดของศีรษะทดสอบซึ่งเคลื่อนที่โดยอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เว้นแต่จะได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.2 เครื่องมือ

เครื่องวัดแรงกระแทก สำหรับข้อ 9.2.1.1 ควรจะสามารถวัดแรงที่มากระทำที่หมวกได้ถึง 40 กิโลนิวตันโดยไม่เปลี่ยนรูป ที่มีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ที่ความถี่ระหว่าง 0 ถึง 2 500 เฮิรตซ์

ข้อควรระวัง ต้องแน่ใจว่าแรงกระแทกทั้งหมดส่งผ่านหมวกและไม่เกิดการสูญเสียอันเนื่องมาจากการเสียรูป เครื่องวัดควรอยู่ในตำแหน่งแนวแกนเดียวกับทิศทางของตัวกระแทก(striker) ซึ่งควรผ่านจุดศูนย์ถ่วงของศีรษะทดสอบด้วย

ให้ใช้อุปกรณ์ไร้ความเฉื่อย (non-inertial device) วัดแรงกระแทก

ถ้าเป็นฐานคอนกรีตควรมีมวลอย่างน้อย 1 000 กิโลกรัม และสูง 1 เมตร ถ้าเป็นฐานเหล็กกล้าควรมีมวลอย่างน้อย 500 กิโลกรัม ระหว่างฐานกับพื้นแข็งควรมียางความแข็ง 60 IRHD (ความแข็งชอร์) หรือทรายแห้งหรือวัสดุที่คล้ายกันรองอยู่

ตัวกระแทกสำหรับข้อ 9.2.1.1 และข้อ 9.2.1.2 มีมวล 5 กิโลกรัม ตัวกระแทกมีหน้าแบนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือวงกลม พื้นที่ประมาณ 380 ตารางเซนติเมตร ตัวกระแทกอาจเคลื่อนที่โดยมีร่องนำ หรือโดยอิสระก็ได้ แต่ความเร็วของการกระแทกเมื่อใช้ร่องนำต้องเท่ากับเมื่อเคลื่อนที่โดยอิสระ

9.2.3 วิธีทดสอบ

นำหมวกนิรภัยตัวอย่างที่ปรับภาวะชั้นต้นตามข้อ 9.1.1 แล้วแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่งนำไปปรับภาวะตามข้อ 9.1.2 อีกส่วนหนึ่งนำไปปรับภาวะตามข้อ 9.1.3 และอีกส่วนหนึ่งนำไปปรับภาวะตามข้อ 9.1.4 หลังจากที่นำหมวกนิรภัยออกจากการปรับภาวะทดสอบที่กำหนดสู่สภาพบรรยากาศภายนอกแล้ว ให้ปรับแถบรัดและแถบโยงอื่น ๆ ให้หย่อน แล้วสวมหมวกนิรภัยเข้ากับศีรษะทดสอบ ตามภาคผนวก ก. และยึดติดให้แน่น ให้แล้วเสร็จภายใน 1 นาที หากการดูดกลืนความสะเทือนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

9.2.3.1 ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนเปลือกหมวกที่จุดใดจุดหนึ่งเหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ก.1) 3 ตำแหน่ง ดังนี้

(1) บริเวณส่วนกลางศีรษะ โดยแนวแรงตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(2) บริเวณด้านหน้า โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(3) บริเวณด้านหลัง โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยพลังงานการกระแทก 125 นิวตันเมตร พลังงานการกระแทกนี้ได้มาโดยให้มวล 5 กิโลกรัม ตกจากความสูง 2.5 เมตร ±5 มิลลิเมตร วัดจากจุดกระแทกบนหมวกนิรภัยถึงจุดด้านล่างของตัวกระแทก บันทึกผลที่ได้ของแรงส่งผ่านและรายงานค่าแรงส่งผ่านทุกค่า

9.2.3.2 ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนเปลือกหมวกที่จุดใดจุดหนึ่งเหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ก.1) 3 ตำแหน่ง ดังนี้

(1) บริเวณส่วนกลางศีรษะ โดยแนวแรงตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(2) บริเวณด้านหน้า โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

(3) บริเวณด้านหลัง โดยแนวแรงทำมุม 30 องศากับเส้นอ้างอิงของหุ่นรูปศีรษะ

พลังงานของการกระแทกขณะกระแทกควรเท่ากับ $\frac{k + 1}{k} \times 125$ นิวตันเมตร

เมื่อ $k = \frac{\text{มวล (ศีรษะทดสอบ + หมวกนิรภัย)}}{\text{มวลของตัวกระแทก}}$

บันทึกอัตราการเร่งสูงสุดของศีรษะทดสอบ และรายงานค่าอัตราการเร่งสูงสุดทุกค่า

ศีรษะทดสอบ (มวล 4.5±0.2 กิโลกรัม) ต้องสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระภายในอาร์กของมุมอย่างน้อย 90 องศา วัดจากแกนตั้งของตัวกระแทก อุปกรณ์จำกัดการเคลื่อนที่ของศีรษะทดสอบต้องไม่อยู่ในอาร์กนี้

9.3 การทดสอบความต้านทานการเจาะ

9.3.1 เครื่องมือและหลักการ

หัวเจาะรูปกรวย (conical spike) วางอยู่บนเปลือกหมวกในตำแหน่งที่จะทดสอบ ปล่อยน้ำหนักตกลงบนด้านบนของหัวเจาะ ความลึกของการเจาะวัดได้โดยใช้อุปกรณ์ไร้ความเฉื่อย เช่น เซลล์โฟโตอิเล็กทริก

หมายเหตุ มวลของหัวเจาะ 0.3 กิโลกรัม

มวลของตัวกระแทก 3.0 กิโลกรัม

มุมของปลายหัวเจาะ 60 องศา

รัศมีของปลายหัวเจาะ 0.5 มิลลิเมตร

ความสูงของรูปกรวยของหัวเจาะ ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร

ความแข็งของปลายหัวเจาะอยู่ระหว่าง 45 ถึง 50 HRC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.3.2 วิธีทดสอบ

9.3.2.1 ให้นำหมวกนิรภัยตัวอย่างไปปรับภาวะทดสอบเช่นเดียวกับการปรับภาวะทดสอบการดูดกลืนความสะเทือนที่ได้ผลเลวที่สุดตามข้อ 9.2.3 หลังจากนำหมวกนิรภัยตัวอย่างออกจากการปรับภาวะทดสอบที่กำหนดสู่สภาพบรรยากาศภายนอกแล้วให้สวมหมวกนิรภัยตัวอย่างเข้ากับศีรษะทดสอบ ตามภาคผนวก ก. และยึดติดให้แน่นตามลักษณะการใช้งานจริงให้แล้วเสร็จภายใน 1 นาที

9.3.2.2 วางหัวเจาะรูปกรวยบนหมวกนิรภัยที่ตำแหน่งทดสอบซึ่งควรอยู่เหนือเส้น AA (ดูรูปที่ ก.1) ปล่อยตัวกระแทกให้ตกบนด้านบนของหัวเจาะจากความสูง 1 เมตร วัดจากจุดด้านบนของหัวเจาะถึงจุดด้านล่างของตัวกระแทก

9.3.2.3 วัดระยะสั้นที่สุดที่เหลืออยู่ระหว่างจุดปลายเดือยแหลมของหัวเจาะกับหุ่นรูปศีรษะ

9.4 การทดสอบความคงรูป

9.4.1 เครื่องมือ

แผ่นโลหะสำหรับกด 2 แผ่น

9.4.2 วิธีทดสอบ

9.4.2.1 นำหมวกนิรภัยตัวอย่างที่ผ่านการปรับภาวะขั้นต้นตามข้อ 9.1.1 แล้วไปทดสอบตามแนวแกนยาว และตามแนวแกนขวาง จำนวนเท่ากัน โดยวางหมวกนิรภัยตัวอย่างแต่ละใบไว้ระหว่างแผ่นโลหะที่ขนานกัน 2 แผ่น

9.4.2.2 ให้แรงกดครั้งแรก 30 นิวตันบนแผ่นโลหะที่วางบนเปลือกหมวก นาน 2 นาที แล้ววัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นนั้น

9.4.2.3 เพิ่มแรงกดจนถึง 630 นิวตัน โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดครั้งละ 100 นิวตัน ทุก ๆ 2 นาที จนได้แรงกด 630 นิวตัน คงแรงกดนี้ไว้ 2 นาที แล้ววัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นนั้นอีกครั้ง

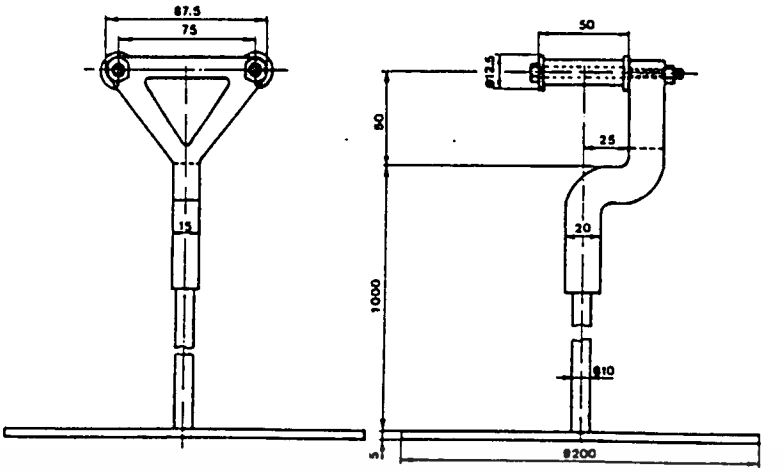
9.4.2.4 ลดแรงกดจนถึง 30 นิวตัน คงแรงกดนี้ไว้ 5 นาที แล้ววัดระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นนั้นอีกครั้ง

9.5 การทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคาง

9.5.1 เครื่องมือ

ที่แขวนก้อนน้ำหนักมีลูกกลิ้งโลหะ 2 ลูกกลิ้ง ยาว 50 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 มิลลิเมตร และจุดศูนย์กลางอยู่ห่างกัน 75 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ที่แขวนก้อนน้ำหนัก

(ข้อ 9.5.1)

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ความต้านทานการเสียรูป

สวมหมวกนิรภัยตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความต้านทานการเจาะแล้วเข้ากับหุ่นรูปศีรษะ ตามภาคผนวก ก. ใช้ลูกกลิ้งโลหะทั้งสองของที่แขวนก้อนน้ำหนักคล้องสายรัดคางไว้ ให้แรงดึงที่สายรัดคาง 45 นิวตัน เพิ่มแรงดึงในอัตราสม่ำเสมอจนถึง 500 นิวตันใน 30 วินาที คงแรงดึงนี้ไว้ 2 นาที วัดระยะที่อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวเคลื่อนที่ (a) จากสเกล A และวัดระยะที่รองในยุบตัว (b) จากสเกล B แล้วหาระยะยืดตัวของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว (e) ซึ่งเท่ากับ a-b (ดูรูปที่ 3)

9.5.2.2 ความต้านทานของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวต่อการแยกตัวจากเปลือกหมวก

ให้ทดสอบต่อเนื่องจากข้อ 9.5.2.1 โดยเพิ่มแรงดึงจนถึง 1 กิโลนิวตัน คงแรงดึงนี้ไว้ 2 นาที แล้วตรวจพินิจอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและอุปกรณ์ที่ประกอบหมวกนิรภัย

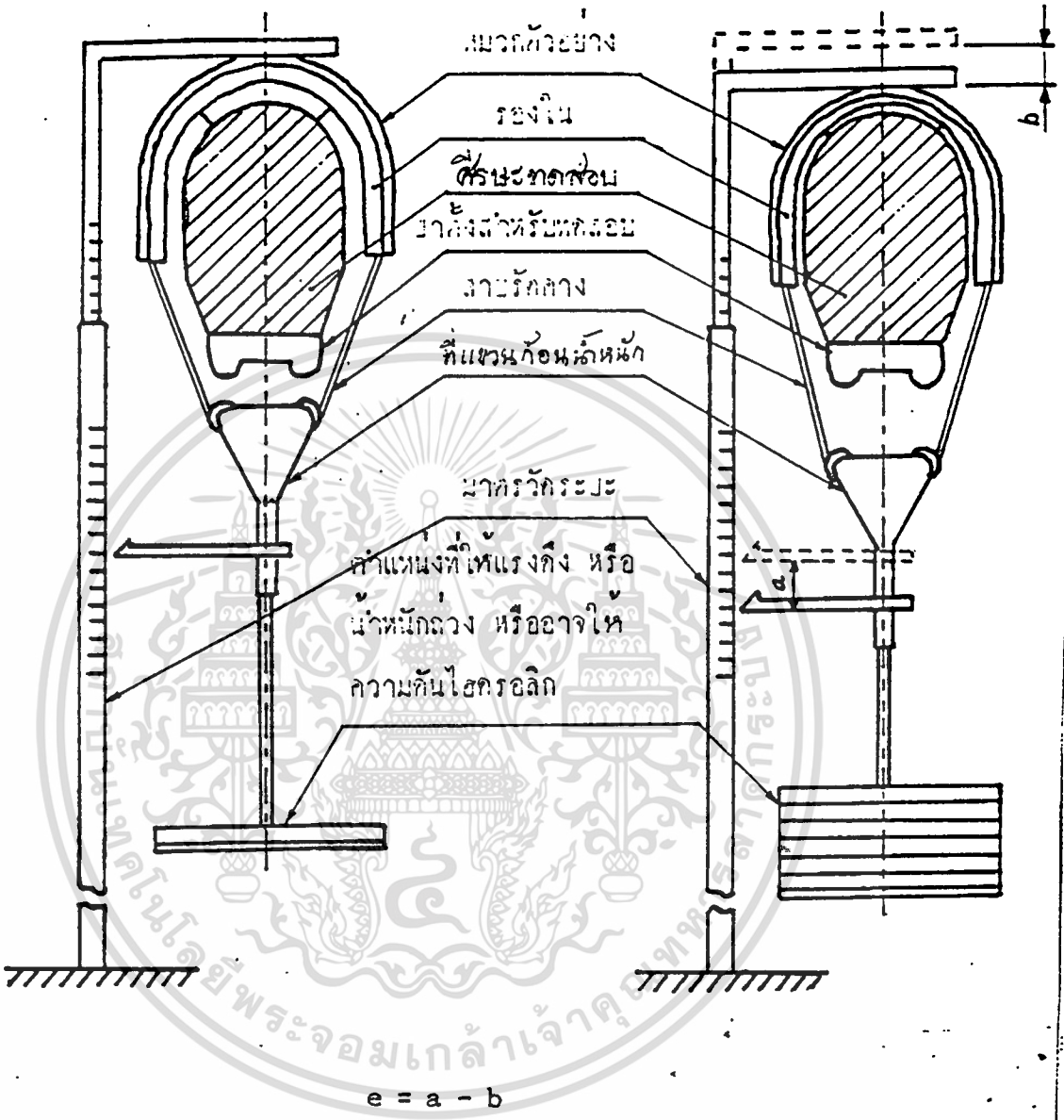
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดึงเริ่มต้น 45 นิวตัน

แรงดึงสูงสุด 500 นิวตัน

สเกล B

สเกล A



$$e = a - b$$

e คือ ระยะยืดตัวของอุปกรณ์ยืดเหนี่ยว

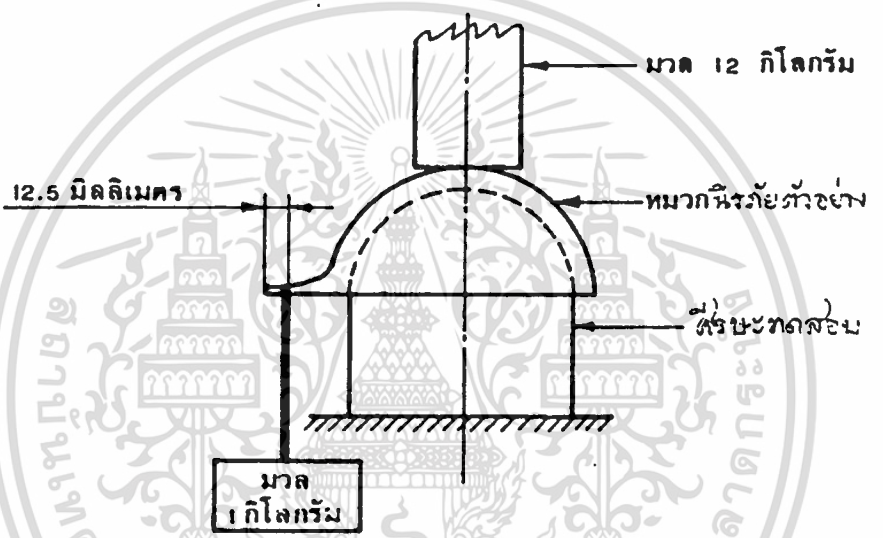
รูปที่ 3 การทดสอบความต้านทานการเสียรูป

(ข้อ 9.5.2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.6 การทดสอบความโค้งงอได้ของกะบังหมวก (ดูรูปที่ 4)

นำหมวกนิรภัยตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวและสายรัดคางแล้วมาสวมเข้ากับศีรษะทดสอบ ตามภาคผนวก ก. ใช้มวล 12 กิโลกรัมกดบนเปลือกหมวกด้านบน และแขวนมวล 1 กิโลกรัม โดยอิสระที่จุดภายในระยะ 12.5 มิลลิเมตร จากจุดกลางของขอบหน้ากะบังหมวก นาน 2 นาที แล้ววัดการเบนของกะบังหมวก



รูปที่ 4 การทดสอบความโค้งงอได้ของกะบังหมวก
(ข้อ 9.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

หุ่นรูปศีรษะ

(ข้อ 9.2.3 ข้อ 9.3.2.1 ข้อ 9.5.2.1 และข้อ 9.6)

ก.1 ศีรษะทดสอบต้องมีมิติตามที่กำหนดในตารางที่ 1 และตารางที่ ก.1 (ดูรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2) ประกอบ)

ก.2 ส่วนบนของศีรษะทดสอบออกแบบให้มีลักษณะเหมือนกับศีรษะของผู้สวมใส่ทั่ว ๆ ไป ส่วนล่างให้ออกแบบตามความเหมาะสม เพื่อทำให้ศีรษะทดสอบตั้งอยู่ในตำแหน่งเอียงหรือตรงได้ และมีคางเพื่อยึดหมวกนิรภัยให้แน่นโดยใช้สายรัดคาง

ก.3 โครงสร้างของหุ่นรูปศีรษะแนะนำให้เป็นดังนี้

ก.3.1 ส่วนบนของศีรษะทดสอบสร้างขึ้นโดยใช้แผ่นไม้เนื้อแข็ง ความหนาแน่นระหว่าง 640 ถึง 720 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความชื้นร้อยละ 12 วางซ้อนเป็นชั้น ๆ ความหนาของแต่ละแผ่นประมาณ 12.7 มิลลิเมตร หรือ 6.35 มิลลิเมตร ตามต้องการ

แผ่นไม้ที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นชั้น ๆ ต้องวางให้ลายไม้ของแต่ละชั้นสลับกันเป็นมุม 90 องศา และยึดติดกันด้วยกาวเรซินสังเคราะห์ (synthetic resin glue) เพื่อให้การประกอบไม้เข้าด้วยกันมีความแม่นยำ ให้ทำเครื่องหมายตามแนวแกนขวางและตามแนวแกนยาวบนแผ่นไม้ทุกแผ่น และใช้ดอกสว่านขนาดเล็กเจาะที่รูกึ่งกลางของแต่ละแผ่น

ก.3.2 ส่วนล่างของศีรษะทดสอบสร้างขึ้นโดยใช้ไม้เนื้อแข็งอีก 9 แผ่น แต่ละแผ่นหนาประมาณ 12.7 มิลลิเมตร ตัดตามรูปแบบเช่นเดียวกับข้อ ก.3.1 การประกอบศีรษะทดสอบให้อัดให้แน่นจนกระทั่งกาวแข็งตัว

ก.3.3 ตัดแต่งหุ่นรูปศีรษะให้มีผิวโค้งเรียบ ตัดด้านข้างของส่วนล่างของหุ่นรูปศีรษะออกให้มีผิวแบนเรียบ และทำบริเวณคางของศีรษะทดสอบให้มน ด้านหลังของส่วนล่างให้ตัดออกเป็นมุม 60 องศากับแนวนอน เพื่อให้หมวกนิรภัยติดตั้งตามแกนเอียงสำหรับการทดสอบการดูดกลืนความสะเทือนได้ ใช้แผ่นไม้แบนติดกาวและขันสลักเกลียวให้ยึดกับหน้าเอียง (sloping face) เพื่อให้ความหนาของไม้ตามแกนเอียงเท่ากับความหนาของไม้ตามแกนตั้ง ศีรษะทดสอบควรเคลือบด้วยเชลแล็กมัน และขั้นสุดท้ายประกอบแผ่นอลูมิเนียม 2 แผ่นเข้ากับศีรษะทดสอบตามรูปที่ ก.3(2)

ก.4 ศีรษะทดสอบมีรหัสอักษรสำหรับเส้นรอบวงขนาดต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ ก.1 ซึ่งสัมพันธ์กันกับเส้นอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ ก.2

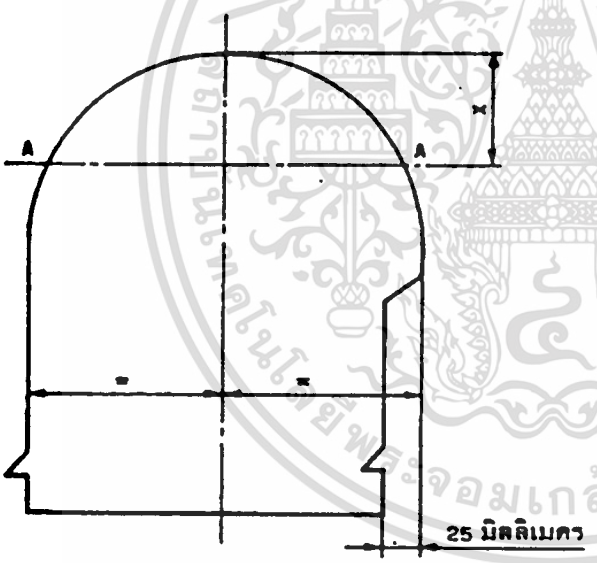
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง ทำซ้ำ ดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของเอกสารนี้ในรูปแบบใดๆ ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.5 เส้นรอบวงภายในของสายรัดศีรษะ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่สวมกระชับกับศีรษะของหมวกนิรภัยทุกใบควรวัดด้วยเครื่องวัดวงแหวนที่ปรับระยะได้ (adjustable ring gauge) และทำจากวัสดุซึ่งไม่ยืดตัว หมวก

นิรภัยที่ใช้ทดสอบต้องสวมอยู่บนศีรษะทดสอบขนาดใหญ่ที่สุด ที่มีเส้นรอบวงไม่เกินเส้นรอบวงภายในของหมวกนิรภัย

ก.6 ต้องฝานศีรษะทดสอบออกตามแนวเส้น ef ดังแสดงในรูปที่ ก.2 เพื่อให้หมวกสวมได้พอดี ศีรษะทดสอบทุกศีรษะ ควรทำเครื่องหมายตามแนวเส้น AA ดังรูปที่ ก.1 เพื่อแสดงถึงพิกัดต่ำสุดของแนวทดสอบ

ก.7 ถ้าทำศีรษะทดสอบด้วยโลหะ ควรทราบว่าศีรษะทดสอบที่ทำด้วยแมกนีเซียมเจือที่มีความถี่เรโซแนนซ์ต่ำ (low resonant frequency) ใช้ได้ผลดี

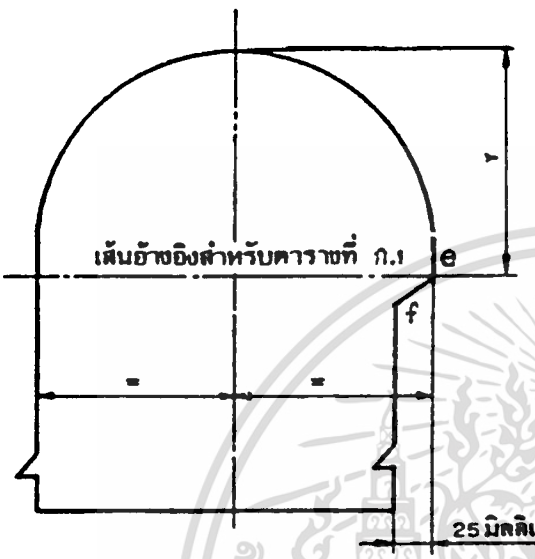


รหัสอักษร	ระยะ X มิลลิเมตร
A	27.0
B	28.5
C	30.0
D	31.8
E	33.3
F	34.8
G	36.4
H	38.1
J	39.7
K	41.2
L	42.7
M	44.5
N	46.0
O	47.5
P	49.1
Q	50.8

รูปที่ ก.1 ศีรษะทดสอบ

(ข้อ 9.2.3 ข้อ 9.3.2.2 ข้อ ก.1 และข้อ ก.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



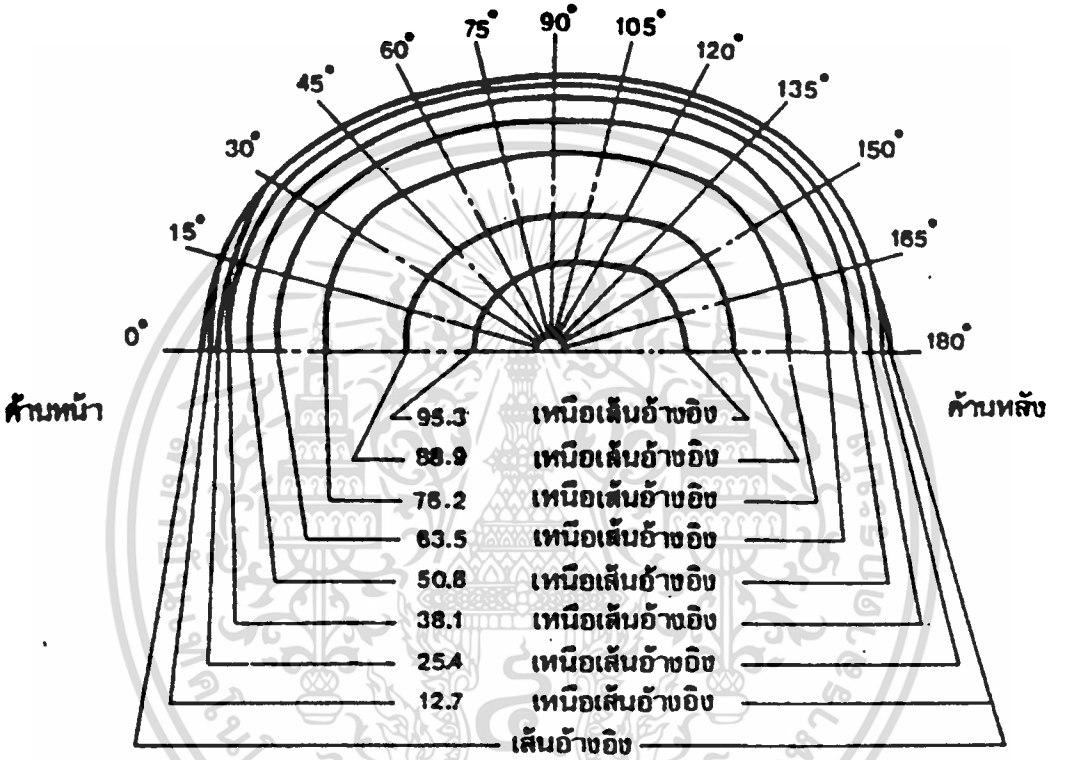
รหัสอักษร	ระยะ Y มิลลิเมตร
A	89.7
B	91.2
C	92.7
D	94.5
E	96.0
F	97.5
G	99.1
H	100.8
J	102.4
K	103.9
L	105.4
M	107.2
N	108.7
O	110.2
P	111.8
Q	113.5

รูปที่ ก.2 ศีรษะทดสอบ

(เส้นอ้างอิงสำหรับกำหนด ตารางที่ ก.1)

(ข้อ ก.1 ข้อ ก.4 และข้อ ก.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



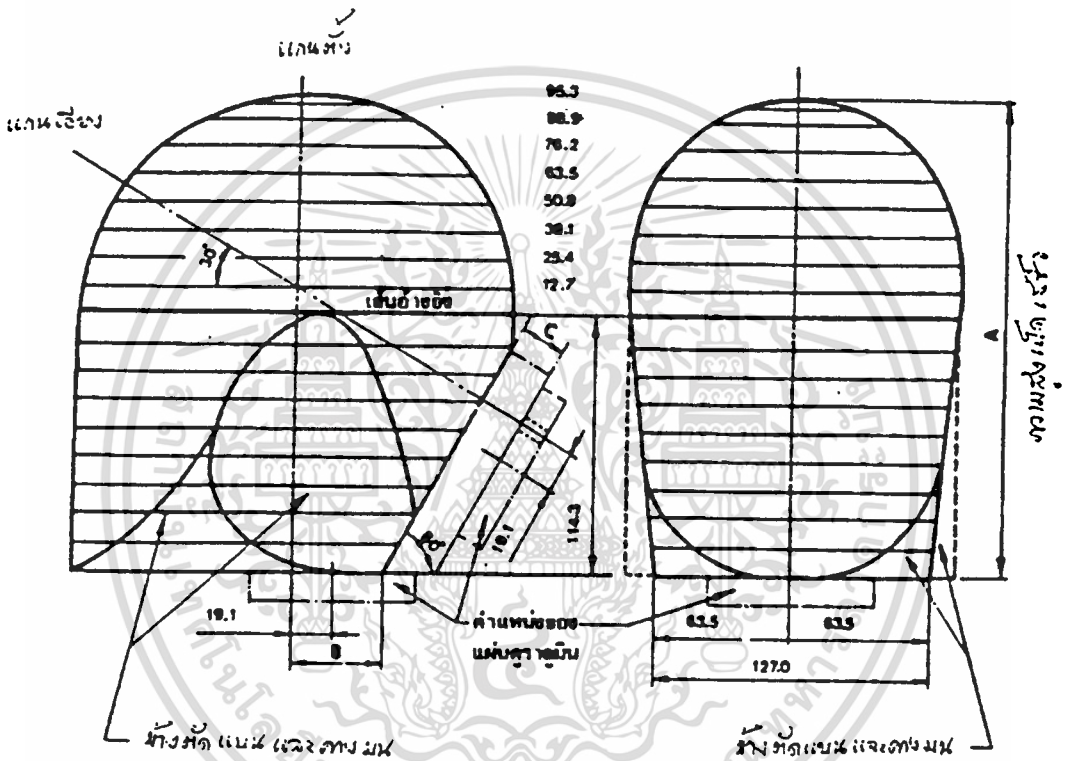
หน่วยเป็นมิลลิเมตร

พิกัดเชิงขั้ว (polar-co-ordinate) ของภาคตัดขวางแนวนอน ดูตารางที่ ก.1

รูปที่ ก.3 (1) ศีรษะทดสอบไม้

(ข้อ ก.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ A, B และ C ดูตารางที่ ก.1

รูปที่ ก.3 (2) ศีรษะทดสอบไม้

(ข้อ ก.1 และข้อ ก.3.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2))
(ข้อ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และข้อ ก.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ A						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	88.1	86.4	83.1	75.4	69.9	66.8
12.7	86.9	85.3	83.1	75.4	69.9	66.8
25.4	84.6	83.6	82.3	75.4	69.9	66.8
38.1	80.8	80.3	79.5	72.9	67.6	65.3
50.8	74.7	74.4	74.0	68.1	63.2	61.0
63.5	64.8	64.8	64.8	59.9	55.6	53.3
76.2	45.7	45.7	45.5	43.4	41.4	40.4
82.6	31.0	31.2	31.2	31.0	30.0	29.7

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
66.5	69.3	73.4	78.8	84.1	87.6	88.1
66.5	69.3	73.4	78.8	84.1	87.6	88.1
66.5	69.3	73.4	78.8	84.1	86.1	86.1
65.0	67.6	71.6	76.5	81.3	82.8	82.8
60.7	63.2	66.8	71.6	73.7	76.7	76.7
53.1	55.4	59.2	63.5	67.6	67.6	67.6
40.4	42.4	46.2	50.5	54.6	54.6	54.6
30.2	32.5	36.1	40.4	43.9	44.5	44.5

มิติ (ดูรูปที่ ก.3(2))

	มม.
A	204.0
B	29.5
C	31.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ B						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	89.7	88.1	84.6	76.7	71.4	68.3
12.7	88.4	87.4	84.3	76.7	71.4	68.3
25.4	85.9	85.3	83.6	76.7	71.4	68.3
38.1	82.3	82.0	80.8	74.4	69.3	66.5
50.8	76.5	76.7	75.9	69.9	65.0	62.5
63.5	66.5	66.8	66.8	61.2	56.6	54.4
76.2	49.3	49.5	49.5	46.2	43.4	42.2
82.6	36.1	36.6	36.6	35.1	33.5	32.8
88.9	13.2	13.2	13.5	14.2	15.2	16.5

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
68.1	70.9	75.2	80.5	85.9	88.9	89.7
68.1	70.9	75.2	80.5	85.9	88.9	89.7
68.1	70.9	75.2	80.5	85.9	87.4	88.1
66.3	68.8	72.6	77.7	82.8	84.1	84.3
62.5	64.8	68.3	73.2	77.5	78.0	78.0
54.6	56.6	60.2	65.3	69.3	69.3	69.3
42.4	44.5	47.7	52.8	57.2	57.4	57.4
33.0	34.8	38.4	42.9	47.5	47.2	47.0
16.5	19.6	22.6	26.9	30.7	30.7	30.7

มิติ

	มม.
A	205.5
B	31.5
C	29.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงชั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ C						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	91.2	89.7	86.1	78.7	72.6	69.9
12.7	89.9	88.6	86.1	78.7	72.6	69.9
25.4	87.6	87.1	85.3	78.7	72.6	69.9
38.1	84.6	83.8	82.3	76.5	70.6	68.1
50.8	78.5	78.2	77.5	72.4	66.5	64.3
63.5	69.3	69.1	69.1	64.5	59.4	57.2
76.2	52.3	52.3	52.3	49.3	46.2	45.2
82.6	39.9	39.9	39.9	38.1	37.1	36.6
88.9	20.6	20.6	20.6	21.3	22.1	22.9

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
69.6	72.4	76.7	82.0	87.4	90.4	91.2
69.6	72.4	76.7	82.0	87.4	90.4	91.2
69.6	72.4	76.7	82.0	87.4	89.2	89.9
68.1	70.6	74.7	79.8	84.3	85.6	86.4
64.3	66.5	70.4	75.4	79.5	80.3	80.8
57.4	59.7	63.5	68.3	71.9	71.9	71.9
45.7	48.0	51.6	56.1	59.4	59.7	59.9
36.8	38.6	41.9	46.2	50.5	51.1	51.3
23.9	25.4	28.2	31.8	34.3	34.5	34.5

มิติ

	มม.
A	207.0
B	33.5
C	27.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ D						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	93.0	90.9	87.9	80.8	74.4	71.4
12.7	91.7	89.7	87.9	80.8	74.4	71.4
25.4	89.9	89.2	86.9	80.8	74.4	71.4
38.1	85.9	85.6	84.1	78.0	72.1	69.1
50.8	80.5	80.3	79.5	73.4	68.3	65.3
63.5	71.9	71.9	71.6	65.8	61.0	58.7
76.2	55.6	55.6	55.6	53.1	49.5	47.8
82.6	43.7	43.7	43.4	42.2	40.6	39.4
88.9	27.7	27.7	27.7	27.4	27.2	27.2

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
71.1	74.2	78.0	83.6	89.2	92.2	93.0
71.1	74.2	78.0	83.6	89.2	92.2	93.0
71.1	74.2	78.0	83.6	89.2	91.2	91.9
69.1	71.6	75.9	81.0	86.4	87.9	88.1
65.3	68.1	71.9	77.0	82.0	82.6	82.8
58.7	61.0	65.0	69.9	73.9	74.2	74.4
47.8	49.5	53.1	58.2	62.0	62.2	62.2
39.4	41.7	45.2	50.0	53.6	53.8	53.8
27.4	29.5	32.3	36.6	39.6	39.9	39.9

มิติ

	มม.
A	208.7
B	35.6
C	26.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ E						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	94.5	93.0	89.7	82.0	76.2	73.2
12.7	93.2	91.9	89.7	82.0	76.2	73.2
25.4	91.2	90.7	88.9	82.0	76.2	73.2
38.1	87.6	87.9	85.9	80.0	74.7	71.6
50.8	82.0	82.3	81.0	75.4	70.4	67.8
63.5	73.4	73.7	73.4	68.6	64.0	61.5
76.2	57.7	57.9	58.2	55.9	52.6	50.5
82.6	46.5	46.5	46.5	45.2	43.2	42.4
88.9	30.5	30.5	30.7	31.0	31.2	31.2

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
72.9	75.7	79.8	84.8	90.7	93.7	94.5
72.9	75.7	79.8	84.8	90.7	93.7	94.5
72.9	75.7	79.8	84.8	90.7	92.7	93.0
71.4	74.2	77.7	82.6	88.6	89.2	89.2
67.6	70.4	73.9	79.0	83.8	84.3	84.3
61.2	63.5	67.1	71.9	76.5	76.5	76.5
50.3	52.1	55.1	59.7	64.5	64.8	64.8
42.9	44.5	47.5	52.3	56.4	56.9	56.6
31.8	33.8	36.8	40.4	43.9	44.2	44.2

มิติ

	มม.
A	210.3
B	37.8
C	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ F						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	96.0	94.5	90.9	83.6	78.0	74.7
12.7	94.7	93.7	90.9	83.6	78.0	74.7
25.4	92.2	90.4	90.4	83.6	78.0	74.7
38.1	89.4	89.7	88.1	81.8	76.2	73.2
50.8	84.3	84.3	83.6	77.5	72.4	69.9
63.5	75.7	75.7	75.4	70.1	65.8	63.5
76.2	61.2	61.0	61.0	58.7	54.9	52.8
88.9	35.1	34.8	34.8	35.1	35.3	35.8
95.3	16.3	16.0	16.0	17.0	18.0	19.8

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
74.4	77.2	81.0	86.4	92.2	95.3	96.0
74.4	77.2	81.0	86.4	92.2	95.3	96.0
74.4	77.2	81.0	86.4	92.2	93.7	94.2
73.2	75.4	79.2	84.1	89.7	90.4	91.2
69.6	71.6	75.2	79.8	84.6	85.3	85.6
63.2	65.3	68.6	72.6	77.2	78.0	78.2
52.6	54.4	58.2	62.2	66.8	66.8	67.1
36.1	37.8	40.9	45.2	49.0	49.0	49.0
21.3	23.4	25.9	29.0	32.3	32.5	32.5

มิติ

	มม.
A	211.8
B	39.9
C	22.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ G						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	97.5	95.8	93.0	85.1	79.5	76.2
12.7	96.3	95.3	92.7	85.1	79.5	76.2
25.4	93.7	92.7	91.4	85.1	79.5	76.2
38.1	90.4	89.7	88.9	83.3	77.7	75.2
50.8	86.1	85.6	84.6	79.0	73.7	71.1
63.5	77.5	77.2	76.5	72.1	67.3	64.5
76.2	63.8	63.8	64.0	61.2	57.4	54.9
88.9	39.9	39.6	39.6	39.1	38.4	37.8
95.3	20.6	20.6	20.6	21.3	22.4	23.4

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
75.9	78.5	83.1	88.4	94.0	97.0	97.5
75.9	78.5	83.1	88.4	94.0	97.0	97.5
75.9	78.5	83.1	88.4	94.0	95.8	96.3
74.9	77.0	81.3	86.6	91.7	92.7	93.0
70.9	73.2	78.0	82.8	87.1	87.9	88.1
64.3	66.5	70.9	75.9	79.0	79.8	80.0
54.9	56.9	61.5	66.5	68.8	69.1	69.1
38.4	40.4	44.2	49.8	52.8	53.1	53.1
23.9	25.4	28.7	33.5	37.8	39.1	39.1

มิติ

	มม.
A	213.4
B	42.0
C	20.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ H						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	99.3	97.3	94.0	86.4	80.5	77.7
12.7	97.3	96.3	93.7	86.4	80.5	77.7
25.4	95.8	94.7	93.0	86.4	80.5	77.7
38.1	91.9	91.7	90.2	83.6	78.0	75.4
50.8	86.9	86.9	85.9	79.8	74.7	71.9
63.5	79.5	79.5	79.2	73.7	68.3	65.8
76.2	67.1	67.1	67.3	63.8	59.2	56.6
88.9	42.9	43.2	43.4	42.4	41.4	40.6
95.3	26.7	26.9	27.4	27.4	26.9	27.2

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
77.5	80.3	84.1	89.7	95.5	98.6	99.3
77.5	80.3	84.1	89.7	95.5	98.6	99.3
77.5	80.3	84.1	89.7	95.5	97.8	98.3
75.7	78.0	81.7	86.9	92.5	98.7	94.5
72.4	74.9	78.2	83.6	88.4	89.2	89.9
66.3	68.8	72.1	77.2	81.5	81.5	81.8
56.6	58.9	62.2	67.3	71.1	71.1	71.1
41.1	42.9	46.5	51.3	55.1	55.9	55.9
28.2	30.0	33.3	38.1	42.9	43.9	44.2

มิติ

	มม.
A	215.1
B	43.9
C	18.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ J						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	100.8	98.8	96.3	88.1	82.0	79.5
12.7	99.6	98.0	95.8	88.1	82.0	79.5
25.4	96.8	95.8	94.5	88.1	82.0	79.5
38.1	93.7	92.7	91.9	86.1	80.0	77.2
50.8	89.2	88.6	87.9	82.0	76.2	73.9
63.5	81.5	80.8	81.0	75.9	70.6	68.1
76.2	69.3	69.1	69.3	65.3	61.2	58.9
88.9	47.2	47.5	48.0	46.2	44.5	43.7
95.3	32.8	32.8	33.3	32.5	32.0	32.3

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
79.2	82.0	85.9	91.7	96.8	100.1	100.8
79.2	82.0	85.9	91.7	96.8	100.1	100.8
79.2	82.0	85.9	91.7	96.5	98.3	98.8
77.7	80.0	83.8	89.4	94.5	95.8	96.0
74.4	77.0	80.5	85.9	90.4	90.9	90.9
68.3	71.1	74.4	79.5	83.8	84.1	84.1
59.2	61.7	65.0	69.3	73.2	73.4	73.4
44.2	46.2	50.0	54.1	58.2	58.4	58.4
33.0	35.1	38.1	42.2	46.5	47.3	47.2

มิติ

	มม.
A	216.7
B	46.2
C	17.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ K						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	102.4	101.1	97.0	89.7	84.1	81.3
12.7	101.1	100.1	97.0	89.7	84.1	81.3
25.4	98.8	98.3	96.3	89.7	84.1	81.3
38.1	95.5	95.3	93.7	87.4	82.0	79.5
50.8	90.9	90.4	89.7	83.6	78.5	76.2
63.5	83.1	82.8	82.0	77.2	72.1	69.9
76.2	71.1	71.1	71.4	68.1	63.8	61.2
88.9	51.8	51.0	51.8	50.8	48.5	46.7
95.3	37.6	37.3	37.3	37.3	36.8	36.6
101.6	18.3	17.8	17.8	18.0	18.5	19.3

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
80.8	83.3	87.9	92.7	98.3	101.6	102.4
80.8	83.3	87.9	92.7	98.3	101.6	102.4
80.8	83.3	87.9	92.7	98.3	99.8	100.6
79.5	81.5	85.9	90.4	95.5	97.0	97.7
76.2	78.5	83.1	87.4	91.9	92.5	93.2
70.4	72.4	76.7	80.8	84.6	85.1	85.6
61.2	63.0	67.1	71.6	74.9	75.2	75.2
47.2	49.3	52.1	56.9	60.7	60.7	60.7
37.1	38.9	42.2	47.0	51.1	51.8	51.3
20.1	21.8	24.9	29.0	33.8	36.1	36.6

มิติ

	มม.
A	218.2
B	48.3
C	15.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ L						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	103.9	102.9	99.3	91.2	85.6	82.6
12.7	102.6	101.6	99.1	91.2	85.6	82.6
25.4	100.8	100.1	98.6	91.2	85.6	82.6
38.1	97.3	97.3	95.8	89.2	83.6	80.8
50.8	92.2	92.7	91.9	85.9	80.8	77.7
63.5	85.3	85.6	85.3	79.0	74.2	71.9
76.2	73.4	73.7	73.7	69.1	64.5	62.7
88.9	55.1	55.4	55.6	53.8	51.1	49.5
95.3	41.4	41.7	42.2	42.4	40.4	39.1
101.6	24.1	24.1	24.4	25.1	25.4	25.7

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
82.3	84.8	88.9	94.2	100.3	103.4	103.9
82.3	84.8	88.9	94.2	100.3	103.4	103.9
82.3	84.8	88.9	94.2	100.3	103.4	102.9
80.5	82.6	86.9	92.2	97.5	99.8	99.8
77.5	79.8	84.1	88.6	93.7	95.3	95.0
71.6	73.9	78.2	82.6	87.1	88.1	87.6
62.7	64.5	68.3	73.2	77.7	78.5	78.0
49.8	51.1	54.4	59.2	63.8	64.3	64.3
39.6	41.4	44.5	49.0	54.4	55.4	55.1
25.9	27.2	29.7	33.5	36.1	37.6	37.6

มิติ

	มม.
A	219.7
B	50.3
C	13.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ M						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	105.7	103.9	100.6	92.7	86.9	84.1
12.7	104.4	103.4	100.3	92.7	86.9	84.1
25.4	102.1	101.6	99.8	92.7	86.9	84.1
38.1	99.3	98.8	97.8	90.9	85.3	82.6
50.8	95.0	94.7	93.5	86.9	81.3	79.0
63.5	87.1	87.1	86.9	80.8	75.4	73.2
76.2	75.9	76.2	76.2	71.6	67.1	64.8
88.9	58.2	58.2	58.2	56.6	54.6	52.3
95.3	45.5	45.7	46.0	46.0	44.5	43.4
101.6	26.4	26.2	26.7	27.7	28.7	29.5

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
83.8	86.4	90.7	96.0	102.1	105.7	105.7
83.8	86.4	90.7	96.0	102.1	105.7	105.7
83.8	86.4	90.7	96.0	102.1	104.4	104.4
82.3	84.6	88.9	94.0	99.8	100.8	101.1
78.7	81.0	85.3	90.4	96.0	96.5	96.3
73.2	75.4	79.5	84.8	89.4	89.7	89.4
64.8	66.5	70.6	75.4	80.0	80.0	79.8
52.3	53.8	56.9	61.7	66.8	67.1	66.8
43.2	44.5	47.2	52.1	57.7	58.2	57.9
30.0	31.2	34.0	38.6	42.7	43.2	42.7

มิติ

	มม.
A	211.5
B	52.3
C	11.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ศีรษะทดสอบ N					
	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	107.2	105.7	102.4	95.0	89.2	85.9
12.7	105.7	104.6	102.4	95.0	89.2	85.9
25.4	103.6	102.9	101.6	95.0	89.2	85.9
38.1	100.3	99.6	99.1	92.7	87.1	84.3
50.8	96.0	95.8	95.0	89.4	83.8	80.8
63.5	88.9	88.9	88.6	83.6	78.5	75.2
76.2	78.2	78.5	79.0	74.7	70.1	67.3
88.9	61.2	61.2	61.5	59.7	56.1	54.6
95.3	49.5	49.5	49.8	48.3	46.5	45.5
101.6	32.0	31.8	32.0	32.5	32.8	33.0

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
85.6	88.1	92.2	97.8	102.9	105.9	107.2
85.6	88.1	92.2	97.8	102.9	105.9	107.2
85.6	88.1	92.2	97.8	102.9	105.2	106.2
84.1	86.6	90.2	96.0	100.6	102.1	103.1
81.0	83.1	86.6	92.2	96.5	97.8	98.6
75.4	77.7	81.0	86.1	90.2	90.9	91.7
67.3	69.3	72.4	77.0	80.5	81.0	81.8
54.9	56.9	60.2	64.8	68.8	69.1	69.1
45.7	47.5	51.3	55.9	60.5	60.2	60.2
33.8	35.8	38.9	43.9	47.8	48.0	47.8

มิติ	มม.
A	223.0
B	54.6
C	9.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ O						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	108.7	107.4	103.4	95.8	90.4	87.6
12.7	107.7	106.4	103.4	95.8	90.4	87.6
25.4	105.2	104.4	102.9	95.8	90.4	87.6
38.1	102.4	102.1	101.1	94.2	88.9	86.1
50.8	97.8	97.5	96.5	90.2	85.1	82.3
63.5	91.2	91.2	90.4	84.3	79.2	76.7
76.2	81.0	81.3	80.8	76.2	71.6	69.3
88.9	64.5	64.5	64.5	61.5	58.4	57.2
95.3	54.1	53.8	54.1	52.6	50.3	49.0
101.6	37.6	37.6	38.1	38.4	38.1	37.8

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
87.1	90.2	94.2	99.8	105.4	108.0	108.7
87.1	90.2	94.2	99.8	105.4	108.0	108.7
87.1	90.2	94.2	99.8	105.4	106.7	106.9
85.9	88.9	93.0	98.6	103.4	104.1	104.1
82.6	85.3	89.9	94.7	99.6	100.3	100.3
77.0	79.8	83.8	88.4	93.0	93.2	93.2
69.6	71.9	75.7	80.5	84.6	84.6	84.6
57.7	60.2	63.5	68.1	71.9	71.4	71.9
49.5	51.6	55.4	60.5	64.3	64.0	64.0
38.4	40.4	43.4	48.0	51.3	51.3	51.1

มิติ

	มม.
A	224.5
B	56.9
C	7.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ศีรษะทดสอบ P						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	110.2	108.7	105.9	98.0	91.9	89.2
12.7	109.2	108.0	105.9	98.0	91.9	89.2
25.4	106.9	106.4	105.2	98.0	91.9	89.2
38.1	104.4	103.9	102.4	95.5	89.9	87.6
50.8	99.6	99.6	98.3	91.7	86.6	84.3
63.5	92.7	92.7	91.4	86.4	81.5	79.2
76.2	82.6	82.8	81.8	77.7	73.4	71.4
88.9	67.6	67.6	67.3	65.0	61.5	59.7
95.3	56.9	56.9	56.9	55.4	53.3	52.1
101.6	41.7	41.4	41.9	41.9	41.7	41.4
108.0	23.1	22.6	23.1	24.1	25.1	25.7

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
88.6	91.4	95.8	100.8	106.7	109.5	110.2
88.6	91.4	95.8	100.8	106.7	109.5	110.2
88.6	91.4	95.8	100.8	106.7	108.2	109.0
87.6	89.9	94.0	99.1	104.4	105.4	105.9
84.6	86.9	90.7	95.3	100.6	101.3	101.9
79.5	81.8	85.6	89.9	94.5	95.3	95.0
71.4	73.7	77.5	81.5	85.9	86.4	86.1
59.7	61.7	65.3	69.3	73.4	73.9	73.4
52.1	53.6	57.4	62.0	66.3	66.8	66.3
41.4	43.7	47.2	51.8	55.6	56.1	55.6
26.2	28.2	31.2	35.1	38.9	39.4	38.9

มิติ

	มม.
A	226.1
B	58.9
C	6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 พิกัดเชิงขั้วของภาคตัดขวางแนวนอน
และมิติอื่น ๆ ของศีรษะทดสอบไม้ รหัสอักษร A ถึง Q
(ดูร่วมกับรูปที่ ก.1 รูปที่ ก.2 รูปที่ ก.3(1) และรูปที่ ก.3(2)) (ต่อ)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

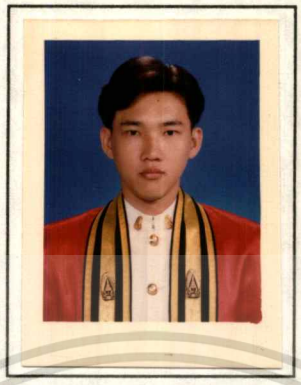
ศีรษะทดสอบ Q						
ความสูงเหนือเส้นอ้างอิง	ด้านหน้า 0°	15°	30°	45°	60°	75°
0	112.0	110.2	107.2	99.6	93.7	90.7
12.7	111.0	109.5	106.9	99.6	93.7	90.7
25.4	109.0	107.7	106.2	99.6	93.7	90.7
38.1	105.9	105.2	103.9	97.3	91.9	88.9
50.8	101.3	100.8	99.8	93.7	88.4	85.9
63.5	95.5	95.3	94.2	88.4	83.1	80.5
76.2	84.8	85.1	84.6	79.8	74.9	72.9
88.9	69.6	70.6	70.1	66.8	63.0	61.5
95.3	60.4	61.0	60.7	58.4	55.1	53.8
101.6	47.2	47.5	47.8	46.7	45.0	43.9
108.0	28.7	29.0	29.2	29.5	29.2	29.2

90°	105°	120°	135°	150°	165°	ด้านหลัง 180°
90.2	92.7	97.3	102.6	108.2	110.5	112.0
90.2	92.7	97.3	102.6	108.2	110.5	112.0
90.2	92.7	97.3	102.6	108.2	109.5	110.5
88.6	91.2	95.5	100.6	105.4	106.7	107.4
85.6	87.9	91.9	97.0	101.3	101.9	102.6
80.3	82.6	86.9	91.7	96.0	96.0	96.5
72.6	74.7	79.0	83.8	88.1	88.1	88.1
61.5	63.0	67.1	72.6	76.2	76.2	76.2
54.1	55.6	59.7	64.5	69.3	69.3	69.3
44.2	46.0	49.8	54.6	59.2	59.4	59.4
29.7	31.2	34.8	39.1	43.4	43.4	43.4

มิติ

	มม.
A	227.8
B	61.0
C	4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายอธิกิจ อนุเวชสกุล
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 2 พฤศจิกายน 2515
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปวส. (ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย
ที่อยู่ปัจจุบัน	11/334 หมู่บ้านอยู่เจริญ 11 ซอยลาดพร้าว 41 ถนนลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร โทร. 5302983

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
หัวหน้าภาควิชาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้