โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

INDUSTRAIL EDUCATION DESIGN PROJECT: COLOUR MATCHING CABINETS FOR DIPLOMA LEVEL

นายเผ่าภิญโญ ฉิมพะเนาว์

MR.PHOWPINYO SHIMBAHNAO

A021686

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 01917 021686

วัน เดือน ปี -7 ก.ค. 2540

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL EDUCATIN DESIGN PROJECT :
COLOUR MATCHING CABINETS FOR DIPLOMA LEVEL

MR.PHOWPINYO SHIMBAHNAO

THESIS SUBMITTEN IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE
BACHELOR OF INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDUSTRIAL DESIGN. ED

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

นักศึกษา นายเฝาภิญโญ ฉิมพะเนาว์

หลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลงนาม
อาจารย์อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
อาจารย์สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
อาจารย์ธเนศ	ภิรมย์การ	
อาจารย์พิศุทธุ์	ศิริพันธุ์	
อาจารย์ดารณี	เพ็งสะแล	
อาจารย์นิรัช	สุดสังข์	
อาจารย์ประวิทย์	เหลียงกอบกิจ	
อาจารย์เอกชัย	เลิศชำชอง	
รศ.นพคุณ	สุขสถาน	
อาจารย์มงคล	นภาชัยเทพ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มีนาคม 2540

สถานที่สอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณบดี

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
นักศึกษา	นายเผ่าภิญโญ ฉิมพะเนาว์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์
ระดับการศึกษา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งในปัจจุบัน (2539) มีสถาบันที่เปิดสอนหลักสูตรทางด้านสิ่งทอในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงด้วยกัน 4 สถาบันดังนี้

1. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)
2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ
3. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์
4. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคโพธาราม

โดยจะออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่ายในระบบอุตสาหกรรม ใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นและเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์จากเอกสาร และการศึกษาสถานที่จริงเพื่อเสนอหัวข้อ ข้อมูลเบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ทำการร่างแบบและเขียนแบบเพื่อการผลิต การทำหุ่นจำลอง ตลอดจนการนำเสนอผลงานเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในการออกแบบได้แบ่งออกเป็นส่วนโครงสร้างภายนอก โดยใช้วัสดุเหล็กชุบสังกะสีขนาดความหนา 1 มิลลิเมตร ผลิตขึ้นรูปโดยการพับและเชื่อมประกอบโครงสร้างระบบไฟฟ้าใช้แหล่งจ่ายกระแสสลับ 220 โวลล์ รูปแบบผลิตภัณฑ์ออกแบบเพื่อประโยชน์ใช้สอยและการดูแลรักษาเป็นหลักพิจารณาแรกของการออกแบบ ซึ่งทำให้ได้แบบที่สามารถซ่อมบำรุงได้โดยง่าย โดยมีการใช้บานพับปิดเปิดฝาเครื่อง ตัวอุปกรณ์สำคัญติดตั้งในแนวตั้งขนานกับผู้ใช้จึงง่ายต่อการตรวจเช็คและถอดเปลี่ยน ตัวหลอดไฟก็สามารถถอดเปลี่ยนจากทางด้านบนได้เลย เนื่องจากตัวเครื่องเปิด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะลุถึงกันทำให้ไม่เกิดฝุ่นละอองสะสมอีกทางหนึ่งด้วย ช่องระบายความร้อนจัดวางทางด้านบนตามหลักพลศาสตร์ โดยช่องภายในดัดเป็นรูปตัวแอลป้องกันฝุ่นละอองด้วย ส่วนตรวจสอบหรือส่วนวางชิ้นงานทำมุมเอียง 15 องศาเพื่อรับระดับสายตามากขึ้น โดยแผงสวิทช์เอียงรับกันเพื่อพักมือขณะใช้งาน ดังนั้นโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงนี้จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนและพัฒนาการศึกษาของไทยให้มีคุณภาพขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	: INDUSTRIAL EDUCATION PROJECT : COLOUR MATCHING FOR DIPLOMA LEVEL
STUDENT	: MR. PHOWPINYO SHIMBAHNAO
THESIS ADVISER	: MR. PISUIT SIRIPHUN
LEVEL OF STUDY	: BACHELOR OF SUIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION BS.I.Ed.(INDUSTRAIL DESIGN)
DEPARTMENT	: ARCHITECTURE EDUCATION
YEAR	: 1997

ABSTRACT

THE PURPOSE OF THIS MACHINE DESIGNED IS TO DEVELOP THE COLOR CHECKING MACHINE AFTER TEXTILE COLOURING PROCESS FOR VOCATIONAL STUDENTS

IN THE YEAR 1996, THE VOCATIONAL INSTITUTES WHERE OFFER TEXTILE TECHNOLOGY PROGRAM ARE AS THE FOLLOWING ;

1) RAJAMANGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, NORTHERN CAMPUS (JED-YOD)
2) RAJAMAGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, BANGKOK CAMPUS.
3) RAJAMAGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, CHUMPORN CAMPUS.
4) RAJAMAGALA INSTITUTE OF TECHNOLOGY, POTHARAM CAMPUS.

THE PROGECT IS THE WORK OF THE DESIGNER TO DETERMINE THE DATA RESEARCH, CALLECTION, ANALYSIS, AND THEN TO PROPER MACHINE ACCESSORIES.

THE MACHINE IS A DEVICE THAT WAS MADE OF INK-MOUNTED IRON WITH A MINIMUM OF 1 MM THICKNESS AND USED ON A/C 220 V. EACH OF THE MACHINE PARTS WERE CAREFULLY DESIGNED TO OPERATE SAFTLY, CLEANLY AND EASY TO MAINTENANCE UNDER NORMAL AND ABNOMAL CONDITIONS.

THE MACHINE ARE FITTED WITH REMOVABLE/VENTILATION CELLS HINGED COVERED. TOP SURFACE-MOUNTED UNITS ARE APPLICATION FOR METER AT 15 TO PROVIDE PROPER EYE LEVEL AND HANDLING.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DEVELOPMENT OF THE MACHINE DESIGN WILL BE SPECIFIED VARY WIDELY. EXPERIMENTS IS THERE FOR ESSENTIAL TO UPGRADE VOCATIONAL AND NATIONAL ACADEMIC ACTIVITIES.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะความช่วยเหลือของท่านผู้มีอุปการะคุณซึ่งจะขอกล่าวด้วยความเคารพอย่างสูงดังนี้

คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นกำลังทรัพย์มาโดยตลอด ไม่ขาดตกบกพร่องจนงานสำเร็จไปได้ด้วยดี และยังมีพี่น้องที่เป็นกำลังใจที่ดี

ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์พิศุทธุ์ ศิริพันธุ์ และคณาจารย์ทุกท่านในสาขาศิลปอุตสาหกรรม ทุกท่านที่กรุณาแนะแนวทางและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

และสุดท้ายขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวมาใน ณ ที่นี้ ที่มีส่วนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายเผ่าภิญโญ ฉิมพะเนาว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....XI

บทที่

1. บทนำ.....1

เหตุผลในการนำเสนองานวิจัย.....1

วัตถุประสงค์งานวิจัย.....1

ที่มาของปัญหา.....2

ปัญหาที่เกิดขึ้น.....4

แนวทางการแก้ไข.....10

วิธีดำเนินการวิจัย.....10

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล.....11

ขอบเขตของการออกแบบ.....11

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....12

2. วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....13

2.1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.....14

2.1.1 การจัดการศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.....17

2.1.2 วัตถุประสงค์วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา.....18

2.1.3 หลักการของหลักสูตร.....19

2.1.4 ลักษณะรายวิชา.....23

2.1.5 มาตรฐานอาคารทางการศึกษา.....42

2.1.6 การงบประมาณ.....46

2.1.7 สื่อการสอน.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2 การย้อมสี.....54
2.2.1 ประวัติการย้อมสี.....54
2.2.2 สีและการจำแนกสี.....55
2.2.3 การจำแนกเส้นใย.....59
2.2.4 คุณสมบัติใยผ้า.....62
2.2.5 การย้อมสี.....67
2.3 พฤติกรรมการใช้งาน.....77
2.3.1 พฤติกรรมการเรียนวิชากระบวนการย้อมสีสิ่งทอ.....77
2.3.2 ข้อมูลกลุ่มและสัดส่วนของผู้ใช้.....80
2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องตรวจเช็คสีผ้าผลิตภัณฑ์เดิม.....82
2.5 ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวกับการออกแบบ.....91
2.5.1 โลหะเหล็ก.....91
2.5.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก.....91
2.5.3 โลหะแผ่น.....93
2.5.4 ไฟเบอร์กลาส.....96
2.6 กรรมวิธีการผลิตและการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์.....100
2.6.1 กรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรม.....100
2.6.2 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน.....103
2.6.3 การยึดและประกอบโครงสร้าง.....106
2.6.4 การยึดประกอบโครงสร้างส่วนเคลื่อนไหว.....112
2.7 ข้อมูลด้านไฟฟ้า.....114
2.7.1 ข้อมูลด้านไฟฟ้าเบื้องต้น.....114
2.7.2 หม้อแปลงไฟฟ้า.....116
2.7.3 สายไฟฟ้า.....117
2.7.4 ชนิดของสายไฟฟ้า.....130
2.7.5 วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน.....132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 ธรรมชาติของแสงและการเห็น.....145

2.8.1 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์.....151

2.8.2 ชนิดและหน้าที่ของดวงโคม.....164

3. วิธีดำเนินการวิจัย.....167

3.1 ชื่อปัญหา.....168

3.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....168

3.3 ขอบเขตของการวิจัย.....168

3.4 การวางแผนในการวิจัย.....170

3.5 แหล่งที่มาของข้อมูล.....171

3.6 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล.....172

3.7 เครื่องมือการวิจัย.....174

4. ผลการวิเคราะห์.....179

4.1 การวิเคราะห์ลักษณะการทำงาน.....180

4.2 การวิเคราะห์ระบบของอุปกรณ์.....185

4.3 การวิเคราะห์รูปแบบและสัดส่วนการใช้งาน.....187

4.4 การวิเคราะห์วัสดุในการผลิต.....190

4.5 การวิเคราะห์ลักษณะการตกแต่งที่เหมาะสม.....192

4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....194

4.7 องค์ประกอบการทำงาน.....194

4.8 แนวทางการออกแบบ.....195

4.9 คุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจสอบสีย้อม.....196

5. สรุปผลการวจัยและข้อเสนอแนะ.....197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ตารางแสดงแผนภูมิสถาบันเทคโนโนยีราชมงคล....16
2. ตารางแสดงการค้นพบสีย้อม....55
3. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา....118
4. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV และ VAF ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา.... 119
5. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด TW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา.... 121
6. ตารางแสดงสภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง.... 124
7. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา....125
8. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายMEA ชนิด A, B ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา....126
9. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด AV....127
10. ตารางแสดงจำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด VCT....128
11. ตารางแสดงการทนอุณหภูมิความร้อนของสายไฟ....129
12. ตารางแสดงจำนวนกระแสไฟฟ้าสำหรับสายไฟ....129
13. ตารางแสดงชนิดของสายไฟและการใช้งาน 133
14. ตารางแสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้าตามมาตรฐาน อุตสาหกรรม....134
15. ตารางแสดงลักษณะของชุดกล่องหัวเสีย Connector 142
16. ตารางแสดงชนิดสารเรืองแสงที่ใช้กันทั่วไป....156
17. ตารางแสดงอายุการใช้งานของหลอดไฟ....158
18. ตารางแสดงองค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกหลอดไฟ....159
19. ตารางแสดงคุณสมบัติของหลอดเรืองแสงมาตรฐาน....161
20. ตารางแสดงค่าอายุเฉลี่ยของหลอดเรืองแสง 162
21. ตารางแสดงการใช้งานแทนกันได้ของหลอดเรืองแสง....162
22. ตารางแสดงรายละเอียดของบัลลาสต์ที่ใช้กันทั่วๆ ไป....163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

23. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบวิธีการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ 180
24. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบระบบการปิด-เปิดฝาครอบห้องเครื่อง.....181
25. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะของสวิตท์.....182
26. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบชนิดของสายไฟที่จะใช้.....183
27. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะของปลั๊กไฟ.....184
28. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงของสวิตท์.....185
29. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบตำแหน่งการจัดวางแผงสวิตท์.....186
30. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงของผลิตภัณฑ์.....187
31. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะ
ของหูจับเพื่อการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์..... 188
32. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบจุดติดตั้งฝาปิดห้องเครื่อง..... 189
33. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบการเลือกใช้วัสดุโครงสร้างภายนอก..... 190
34. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบวัสดุภายนอก (ต่อ) 191
35. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบสีของตัวผลิตภัณฑ์ 192
36. ตารางการวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะการทำสีที่เหมาะสม 193

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ภาพแสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิมของเครื่องตรวจเช็คสีผ้า 2
2. ภาพแสดงลักษณะของตารางกำหนดเปอร์เซ็นต์ของสีในการย้อม..... 3
3. ภาพแสดงลักษณะการเปิดออกของฝาด้านบนตัวเครื่อง..... 4
4. ภาพแสดงส่วนแผงกระจายแสง..... 5
5. ภาพแสดงส่วนภายในเครื่อง.....6
6. ภาพแสดงลักษณะการดึงแผงกระจายแสงออกจากตัวเครื่อง.....7
7. ภาพแสดงลักษณะการจัดวางหลอดไฟ.....8
8. ภาพแสดงส่วนมือจับช่วยยก.....9
9. ภาพแสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการทำสารละลายสต๊อก.....77
10. ภาพแสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการย้อม..... 78
11. ภาพแสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการตรวจเช็คค่าสี..... 78
12. ภาพแสดงพื้นที่ในการใช้งานการตรวจสอบสีผ้า..... 81
13. ภาพแสดงมุมมอง และส่วนสูงที่เหมาะสม.....81
14. ภาพแสดงเครื่องตรวจเช็คสีผ้า..... 82
15. ภาพแสดงแผงควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสินค้า..... 83
16. ภาพแสดงแผนกระจายแสง และห้องตรวจสอบ..... 84
17. ภาพแสดงหลอดไฟและขั้วหลอดในเครื่องตรวจสอบ..... 85
18. ภาพแสดงการต่อวงจรของเครื่องตรวจสอบ 86
19. ภาพแสดงช่องระบายอากาศด้านข้างตัวเครื่อง..... 87
20. ภาพแสดงการเดินสายไฟตามรางภายในเครื่อง..... 88
21. ภาพแสดงการต่อสายไฟเข้ากับอุปกรณ์ภายในเครื่องตรวจสอบ..... 89
22. ภาพแสดงการต่อชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม..... 104
23. ภาพแสดงการเชื่อมชิ้นงานด้วยสลักเกลียว..... 106
24. ภาพแสดงลักษณะหมุดย้ำที่พบโดยทั่วไป..... 107
25. ภาพแสดงลักษณะสลักเกลียว..... 108
26. ภาพแสดงการต่อโดยใช้หมุดย้ำ..... 108
27. ภาพแสดงการต่อทาบ..... 109
28. ภาพแสดงการต่อแบบใช้แผ่นประกัน..... 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

29. ภาพแสดงลักษณะสายไฟทั่วๆ ไป 132
30. ภาพแสดงลักษณะชุดกล่องหัวเสียบ 144
31. ภาพแสดงปรากฏการณ์ของก้อนปริซึม 148
32. ภาพการผสมของแสงสีปฐมภูมิ 149
33. ภาพแสดงรูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา 149
34. ภาพแสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนต์ 152
35. ภาพแสดงลักษณะของไส้หลอดแบบต่างๆ 153
36. ภาพแสดงรูปร่างและขนาดของหลอดแบบต่างๆ 153
37. ภาพขั้วหลอดแบบมาตรฐานยุโรป 154
38. ภาพส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 155
39. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 197
40. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 198
41. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 199
42. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 200
43. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 201
44. ภาพแสดงภาพแบบเพื่อการผลิต 202
45. ภาพแสดงแบบร่าง 203
46. ภาพแสดงแบบร่าง 203
47. ภาพแสดงแบบร่าง 204
48. ภาพแสดงแบบร่าง 204
49. ภาพแสดงแบบร่าง 205
50. ภาพแสดงแบบร่าง 205
51. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน 206
52. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน 206
53. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน 207
54. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน 207
55. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน 208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

56. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 208
57. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 209
58. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 209
59. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 210
60. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 210
61. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 211
62. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 211
63. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 212
64. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 212
65. ภาพแสดงการนำเสนอผลงาน..... 213
66. ภาพหุ่นจำลอง..... 213
67. ภาพหุ่นจำลอง..... 214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เหตุผลในการนำเสนอ

ธุรกิจเกี่ยวกับสิ่งทอในขณะนี้ได้เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับส่งผลให้ธุรกิจทางด้านนี้ได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งมนด้านของโรงงานทอผ้า โรงงานตัดเย็บเสื้อผ้า และโรงงานย้อมผ้า ซึ่งก็มีความแตกต่างกันไปตามหน้าที่การผลิตในแต่ละโรงงาน เรื่องของความร่วมมือกันของนิคมอุตสาหกรรมในแต่ละครงงานจะมีการรับงานเป็นรายการและส่งถ่ายซึ่งกันและกันเสมอ หากเป็นโรงงานที่มีหน้าที่ในการย้อมหรือรายการทอผู้ว่าจ้างมักจะกำหนดสีที่ตนเองต้องการเองและในรายที่ผู้ว่าจ้างมีมาตรฐานสินค้าของตนเองสูงจะให้ความละเอียดเกี่ยวกับเรื่องของสีค่อนข้างมาก ถึงกับกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสีที่ต้องการและถ้าหากเกิดความผิดพลาดขึ้นแม้จะเพียงเล็กน้อยเมื่อเปอร์เซ็นต์ได้ไม่ตามกำหนด หรือมีการตรวจสอบไม่รัดกุม เอส่งสินค้าให้แก่ผู้ว่าจ้าง อาจมีการตีกลับสินค้าหรือยกเลิกรายการต่อๆ ไป ทำให้โรงงานได้รับความเสียหาย ฉนั้นในขั้นตอนการตรวจสอบสีผ้าที่ย้อม ผู้ที่ต้องรับผิดชอบจะต้องมีความสามารถและประสบการณ์พอสมควร ฉนั้นการเรียนการสอนในปัจจุบันจึงได้มีการส่งเสริมด้านการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาต่างๆทางด้านอาชีวศึกษาให้มีการจัดตั้งเป็นคณะและสาขาที่เกี่ยวกับทางด้านสิ่งทอโดยเฉพาะ เช่น คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ, สาขาออกแบบสิ่งทอ, สาขาเทคโนโลยีสิ่งทอ, สาขาเคมีสิ่งทอ เป็นต้น

ในการเรียนวิชาการย้อมสีสิ่งทอนั้นมีการเรียนการสอนในเรื่องของสีต่างๆ ที่นำมาย้อม ชนิดของสีและประเภทของสีย้อม กรรมวิธีการย้อม และการผสมสี และในขั้นตอนของการผสมสีนี่เองมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจดบันทึกว่า ได้ผสมตัวแม่สีลงไปอย่างละสีเปอร์เซ็นต์ เพื่อจะได้นำไปเป็นหลักฐานในการอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติในครั้งต่อไปและได้ผลในการย้อมเป็นสีเดิม

ในส่วนของกระบวนการย้อมก่อนที่จะทำการย้อมก็ต้องมีการกำหนดเปอร์เซ็นต์ตัวสีที่จะผสมเพื่อให้ทราบว่าจะย้อมสีอะไร และถ้าหากกระบวนการย้อมเกิดผิดพลาดหรือบกพร่องในส่วนใดสีที่จะผิดเพี้ยนไปจากสีเดิมก็ต้องทำการแก้ไขต่อไป จึงจำเป็นต้องมีการตรวจเช็คสีของผ้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและได้นำเอาปัญหาต่างๆ มาทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรวจเช็คสีผ้ามีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังจากการย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกออกแบบสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อออกแบบให้สามารถเป็นเครื่องมือปฏิบัติงานทดลองของนักศึกษาได้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการศึกษา

ที่มาของปัญหา

ในการศึกษาทดลองถึงกรรมวิธีการผลิตผืนผ้าของนักศึกษานั้นจะต้องมีขั้นตอนการตกแต่งผืนผ้าให้มีความน่าสนใจ และในขบวนการต่างๆ นั้น จะมีการตกแต่งวิธีหนึ่งก็คือการย้อมสีซึ่งจะกำหนดสีที่จะนำมาย้อมเป็นเปอร์เซ็นต์ของสีเพื่อที่จะได้สีที่ต้องการด้วยเหตุนี้หลังจากกระบวนการย้อมแล้ว ก็จะมีขั้นตอนการตรวจเช็คสีที่ได้เปรียบเทียบกับตัวอย่างของสีตามเปอร์เซ็นต์ที่ต้องการโดยอาศัยแสงและสายตาเป็นเครื่องมือตรวจสอบ จากพฤติกรรมของนักศึกษาผู้ใช้งานจากเครื่องตรวจสอบสีนั้นอาจจะเกิดอันตรายในการใช้งานและนักศึกษาผู้ใช้งานจะไม่สะดวกในการปฏิบัติงานเนื่องจากเครื่องมือมีการจัดสัดส่วนในการใช้งานยังไม่เหมาะสม จึงได้นำมาทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

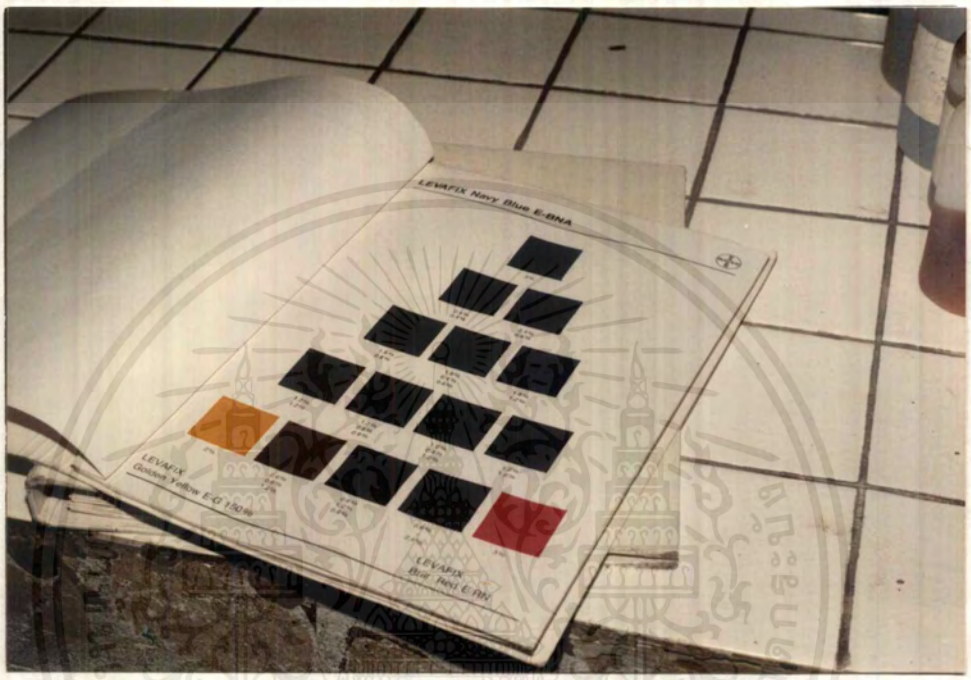
ภาพที่ 1

ภาพแสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เดิมของเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2

ภาพแสดงลักษณะของตารางกำหนดเปอร์เซ็นต์ของสีในการย้อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ส่วนฝาด้านบนผลิตภัณฑ์เดิมออกแบบให้เปิดออกเพื่อทำการซ่อมแซมส่วนภายใน ส่วนฝานี้มีความคมเนื่องจากวัสดุเป็นโลหะบางและไม่ได้ทำการลบมุม และยังมีน้ำหนักมากยากแก่การเปิดอีกด้วย

ภาพที่ 3

ภาพแสดงลักษณะการเปิดออกของฝาด้านบนตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนปิดกั้นระหว่างหลอดไฟและพื้นที่ในการนำผืนผ้าเข้าทำการตรวจเช็คจะมีแผ่นกระจกช่วยในการกระจายแสง เมื่อหลอดไฟหมดอายุการทำงานเราต้องถอดแผ่นกระจายแสงออกเพื่อเปลี่ยนหลอดไฟ โดยมีการทำรางเลื่อนสำหรับแผงดังกล่าวนี้ซึ่งก็ได้ทำให้เกิดความคมที่อาจเป็นอันตรายได้เช่นกัน

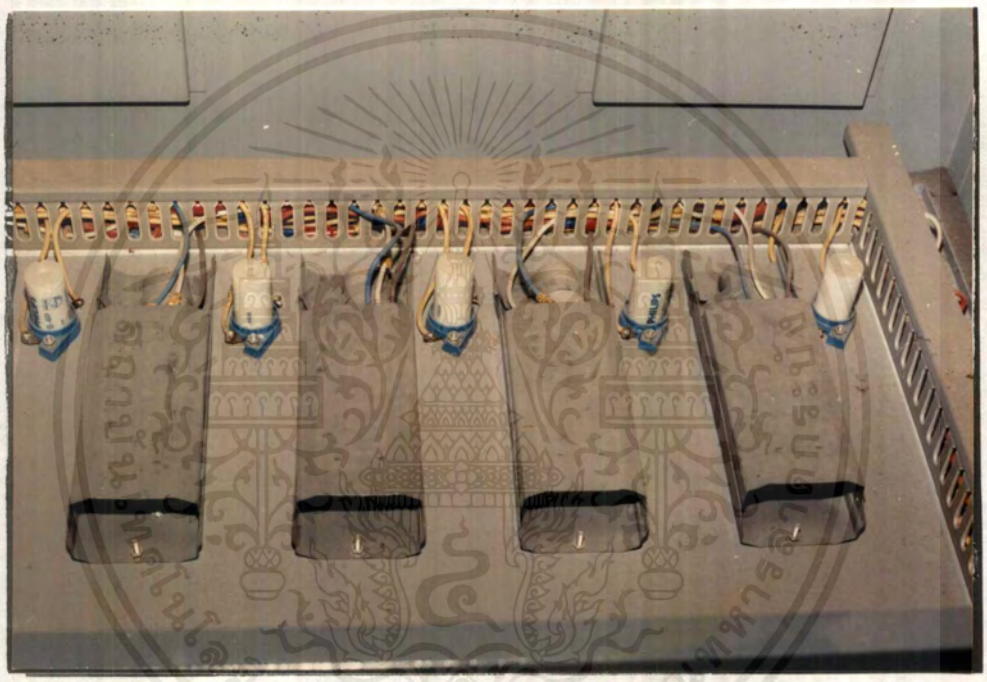
ภาพที่ 4

ภาพแสดงส่วนแผงกระจายแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนภายในเครื่องพื้นด้านในเป็นที่สะสมของฝุ่นละอองและทำความสะอาดบริเวณขอบมุมได้ไม่สะดวก

ภาพที่ 5
ภาพแสดงลักษณะส่วนในเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขาดสัญลักษณ์แสดงในส่วนต่างๆ เช่น ลักษณะของแผงกระจายแสงซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกันทั้งสองด้านเมื่อถอดออกทำความสะอาดอาจเกิดข้อผิดพลาดในการประกอบได้

ภาพที่ 6

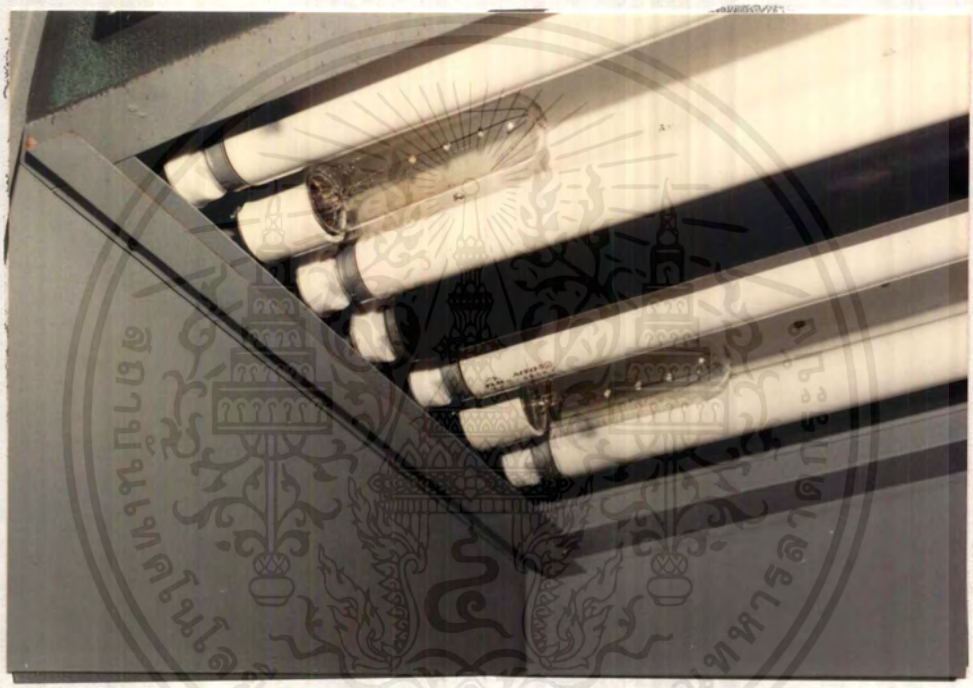
ภาพแสดงลักษณะการดึงแผงกระจายแสงออกจากตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขาดสัญลักษณะของหลอดไฟหลายชนิดจึงมีความจำเป็นต้องจัดวางในตำแหน่งที่ถูกต้องและเมื่อมีการถอดเปลี่ยนเมื่อหมดอายุการใช้งานอาจจะเกิดความสับสน

ภาพที่ 7

ภาพแสดงลักษณะการจัดวางหลอดไฟ

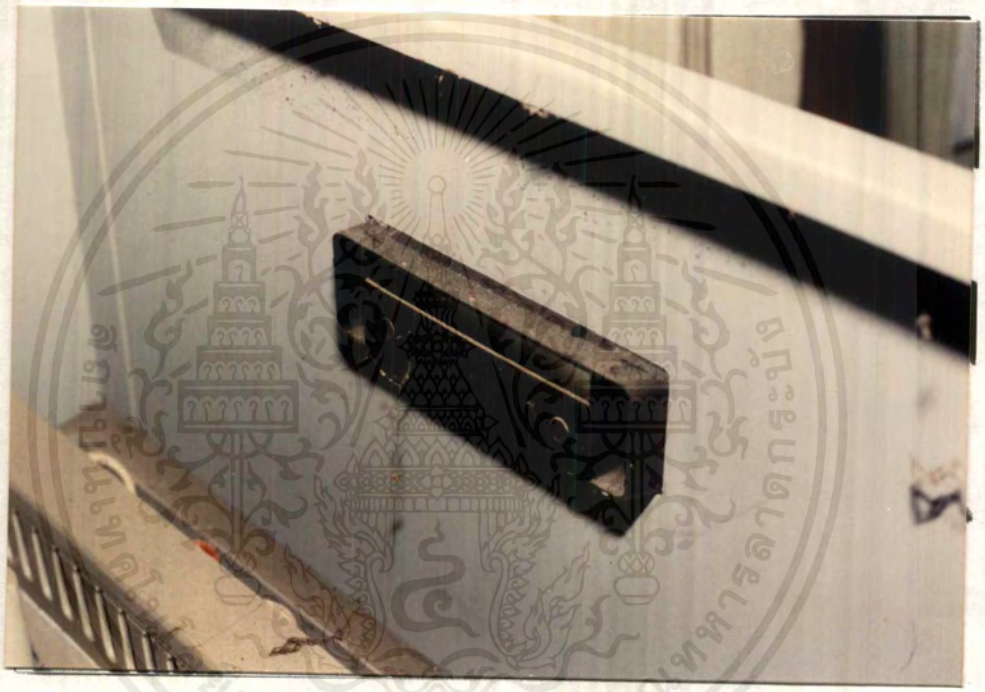


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มือจับที่ช่วนในการเคลื่อนย้ายไม่มีความแข็งแรง สกปรกง่ายและทำความสะอาดไม่สะดวก

ภาพที่ 8

ภาพแสดงส่วนมือจับช่วยยก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เครื่องตรวจสอบจำเป็นต้องใช้กระแสไฟในการทำงานซึ่งต้องใช้ไฟฟ้าจากเต้าเสียบภายในโรงปฏิบัติงาน จึงจำเป็นต้องมีสายไฟที่มีความยาว ทำให้เกิดปัญหาเรื่องการจัดเก็บ

8. ส่วนรอบรับน้ำหนักหรือขาตั้งไม่มีทำให้เกิดรอยรีดข่วนบนพื้นโต๊ะปฏิบัติงาน และเกิดความไม่มั่นคงในการทำงานหากพื้นโต๊ะไม่เสมอกัน

แนวทางแก้ปัญหา

1. ศึกษาวัสดุในการผลิตออกแบบปรับปรุงเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมในการใช้งาน
2. ออกแบบให้มีอุปกรณ์ในการจัดเก็บสายไฟที่มีความเหมาะสมในการใช้งานและกรรมวิธีการผลิต
3. ศึกษาวัสดุส่วนรองรับมาตรฐานแล้วนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ศึกษาและออกแบบลักษณะการประกอบในขั้นตอนการผลิตและออกแบบรูปทรงให้มีความเหมาะสมและสะดวกในการดูแลรักษา
5. ออกแบบสัญลักษณ์ในส่วนที่จำเป็นต้องแสดงเพื่อป้องกันความสับสนและสะดวกต่อการใช้งาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดปัญหาประเด็นที่น่าสนใจ
2. สำรวจข้อมูล เอกสาร รายงานที่เกี่ยวข้องในชั้นต้น
3. กำหนดชื่อหัวข้อที่เป็นปัญหา
4. กำหนดขอบเขตและกรอบความคิด
5. วางแผนและนำเสนอโครงการ
6. เก็บรวบรวมข้อมูล
7. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อเลือกใช้และออกแบบ
8. เสนอแบบร่างแนวทางแก้ปัญหา
9. เสนอแบบเพื่อการผลิตและแบบเสนอผลงาน
10. จัดทำเอกสารอ้างอิง
11. เสนอผลงานทั้งหมด
12. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาคุณสมบัติของสีย้อม
2. ศึกษาคุณสมบัติของสารเคมีที่ช่วยให้สีติด
3. ศึกษาคุณสมบัติและชนิดของเส้นใย
4. ศึกษาชนิดและประเภทของหลอดไฟที่ใช้
5. ศึกษาแหล่งกำเนิดและลักษณะแสงที่ใช้
6. ศึกษาขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์
7. ศึกษาความสามารถในการทำงานของผู้ใช้
8. ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้
9. ศึกษาสภาพแวดล้อมในการใช้งาน
10. ศึกษาวัสดุที่จะนำมาผลิต
11. ศึกษาลักษณะการบำรุงรักษา
12. ศึกษาลักษณะและหลักการทำงานของผลิตภัณฑ์
13. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกออกแบบสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังจากการย้อมสำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในแผนกวิชาออกแบบสิ่งทอ
2. ออกแบบเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังการย้อมให้มีความสะดวกในการซ่อมแซม
3. ออกแบบสัญลักษณ์บ่งบอกหน้าที่การใช้งานในส่วนที่จำเป็น
4. ออกแบบให้มีความปลอดภัยในการใช้งานในลักษณะดังนี้
    4.1 การใชงานทั่วไป เช่น การเปิด-ปิด สวิตท์ไฟ, การสัมผัสตัวเครื่อง ฯลฯ
    4.2 การถอดประกอบ ชั้นแผงกระจายแสง
    4.3 การเปิด-ปิด ฝาเครื่องเพื่อซ่อมแซม
    4.4 การเคลื่อนย้าย
    4.5 การทำความสะอาดในห้องตรวจเช็ค
5. ออกแบบโดยใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ออกแบบสำหรับโรงฝึกงานนักศึกษา
7. ออกแบบเพื่อการศึกษาแบบทดลองสำหรับนักศึกษาแผนกออกแบบสิ่งทอ
8. ออกแบบเพื่อใช้ประกอบการศึกษา วิชา
    8.1 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ
    8.2 การะบวนการย้อมสีสิ่งทอ 2
9. ออกแบบเพื่อนำวัสดุอุปกรณ์มาตรฐานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสะดวกต่อการทำงานของนักศึกษา
2. ส่งเสริมความรู้ด้านทักษะแก่นักศึกษา เพื่อนำไปประกอบอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพิ่มประสิทธิภาพในการให้การศึกษาทางด้านสิ่งทอแก่สถาบันการศึกษา
4. ส่งเสริมความก้าวหน้าทางด้านการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การรวบรวมและศึกษาข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ได้มีการเล็งเห็นว่า ในการที่มีการออกแบบหรือพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์นั้น จะต้องมีข้อมูลที่ได้มีการค้นคว้า เพื่อที่จะนำมาสนับสนุนผลงานที่ได้มีการออกแบบขึ้นให้มีความเป็นไปได้และมีความน่าเชื่อถือพอสมควร ดังนั้นจากการที่ได้มีการทำวิจัย เรื่อง "โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" ที่มุ่งเน้นไปทางการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะเป็นการพัฒนาระบบการทำงานของนักศึกษาให้มีความเป็นระบบระเบียบ จึงถือได้ว่าได้มีการนำเครื่องมือเครื่องใช้มาผสมผสานกับการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะเป็นการนำเอาสิ่งใหม่ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของความคิดหรือการกระทำ รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์เข้ามาใช้ในระบบของการศึกษาเพื่อจะมุ่งหวังที่จะเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิม ในระบบการจัดการศึกษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หรือที่เราเรียกว่า "นวัตกรรมการศึกษา" [1]

จากที่ได้กล่วมาข้างต้น การที่จะทำให้การวิจัยมีประสิทธิภาพจะต้องมีการศึกษาทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการทำการวิจัย จากเอกสารที่เกี่ยวข้องพอที่จะทำเป็นแนวทางในการดำเนินงานการวิจัย อาทิ

ตอนที่ 1	ข้อมูลด้านสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลและแผนกออกแบบสิ่งทอ
ตอนที่ 2	ข้อด้านการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหาวิชากระบวนการย้อมสีสิ่งทอ
ตอนที่ 3 และ 4	ข้อมูลด้านพฤติกรรมการใช้งาน ผลิตภัณฑ์เดิมและข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง
ตอ์นที่ 5 และ 6	การศึกษาข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
ตอนที่ 7 และ 8	ข้อมูลเรื่องแสงและอุปกรณ์กำเนิดและควบคุมพลังงานแสง

---

1. บุญเกื้อ ชวนมหาเวช (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

(กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530)

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเป็นกรมๆ หนึ่งในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ได้รับการสถาปนาจัดตั้งขึ้นเมื่อปีพุทธศักราช 2518 เป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา ซึ่งจัดการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญา การศึกษาระดับปริญญาตรี และการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี นอกจากนี้ยังทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษาทางด้านวิชาชีพ ให้บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ความเป็นมา

ประเทศไทยเริ่มพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2504-2509) มีผลให้เศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมมีการเจริญเติบโตสูง เกิดความขาดแคลนช่างฝีมือและช่างเทคนิคที่มีคุณภาพ จึงมีการวางแผนการจัดการอาชีวศึกษาตามความต้องการกำลังคนของประเทศ ทำให้มีการพัฒนาการอาชีวศึกษาขึ้นในช่วงต้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2510-2514) โดยการกู้เงินจากธนาคารโลกมาพัฒนาอาชีวศึกษาในระดับอาชีพมีการผลิตครูอาชีวศึกษา ซึ่งควรมีความรู้ทางช่างสูงและขณะเดียวกันต้องมีความรู้ทางวิชาครูควบคู่ไปด้วย แต่ยังคงเกิดภาวะความขาดแคลน

กำเนิดวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)

เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 มีประกาศพระราชบัญญัติวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาดังนั้นจึงถือวันดังกล่าวเป็น "วันสถาปนาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล" วิทยาลัยฯ จึงเริ่มดำเนินงานครั้งแรก เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2518 โดยมีศาสตราจารย์สวาสดิ์ ไชยคุนา เป็นผู้รักษาการในตำแหน่งอธิการบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา และเปิดเรียนได้ เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2518 ในระยะเริ่มแรก ไม่มีสถานที่และบุคลากรสอน จึงต้องให้นักศึกษาเรียนในสถานที่ของวิทยาลัยในสังกัดกรมอาชีวศึกษา ในปี พ.ศ. 2520 กระทรวงศึกษาธิการ จึงให้โอนวิทยาลัยในสังกัดกรมอาชีวศึกษา 28 แห่ง มาสังกัดวิทยาลัยฯ และเปลี่ยนคำนำหน้าชื่อเป็น "วิทยาเขต" ต่างๆ แทน ศาสตราจารย์สวาสดิ์ ไชยคุนา ดำรงตำแหน่งอธิการบดี คนที่ 1 อยู่ติดต่อกัน 2 สมัย (พ.ศ. 2518-2527)

ต่อมาศาสตราจารย์อนันต์ กรุแก้ว ดำรงตำแหน่งอธิการบดีคนที่ 2 (พ.ศ. 2527-2531) ได้ติดต่อราชพัสดุจากกรมธนารักษ์ ณ ตำบลคลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี เนื้อที่ประมาณ 780 ไร่ เป็นที่ตั้งศูนย์กลางการศึกษาระดับปริญญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปพ.
ผ ๘๒๕๑
๒๕๔๐
ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ปัจจุบันรองศาสตราจารย์ธรรมนูญ ฤทธิมณี ดำรงตำแหน่งอธิการบดีคนที่ 3 อยู่ติดต่อกัน 2 สมัย (พ.ศ. 2531-ปัจจุบัน) ในปี พ.ศ. 2531 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพล อดุลยเดช ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อ "สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล" ตามหนังสือสำนักพระราชเลขาธิการ ที่ รล 0003/16942 ลงวันที่ 15 กันยายน 2531 ดังนั้น จึงถือว่าวันที่ 15 กันยายน ของทุกๆ ปี เป็น "วันราชมงคล" ดังนั้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2532 ได้มีการแก้ไขพระราชบัญญัติเปลี่ยนชื่อ "วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา" เป็น "สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2532" ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม 2532 เป็นต้นมา

อำนาจและหน้าที่

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เป็นสถาบันการศึกษาและการวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรี ให้การศึกษาทางด้านวิชาชีพทั้งระดับต่ำกว่าปริญญา ระดับปริญญาตรี และประกาศนียบัตรชั้นสูง ทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษาทางด้านวิชาชีพ และให้บริการทางวิชาการแก่สังคม

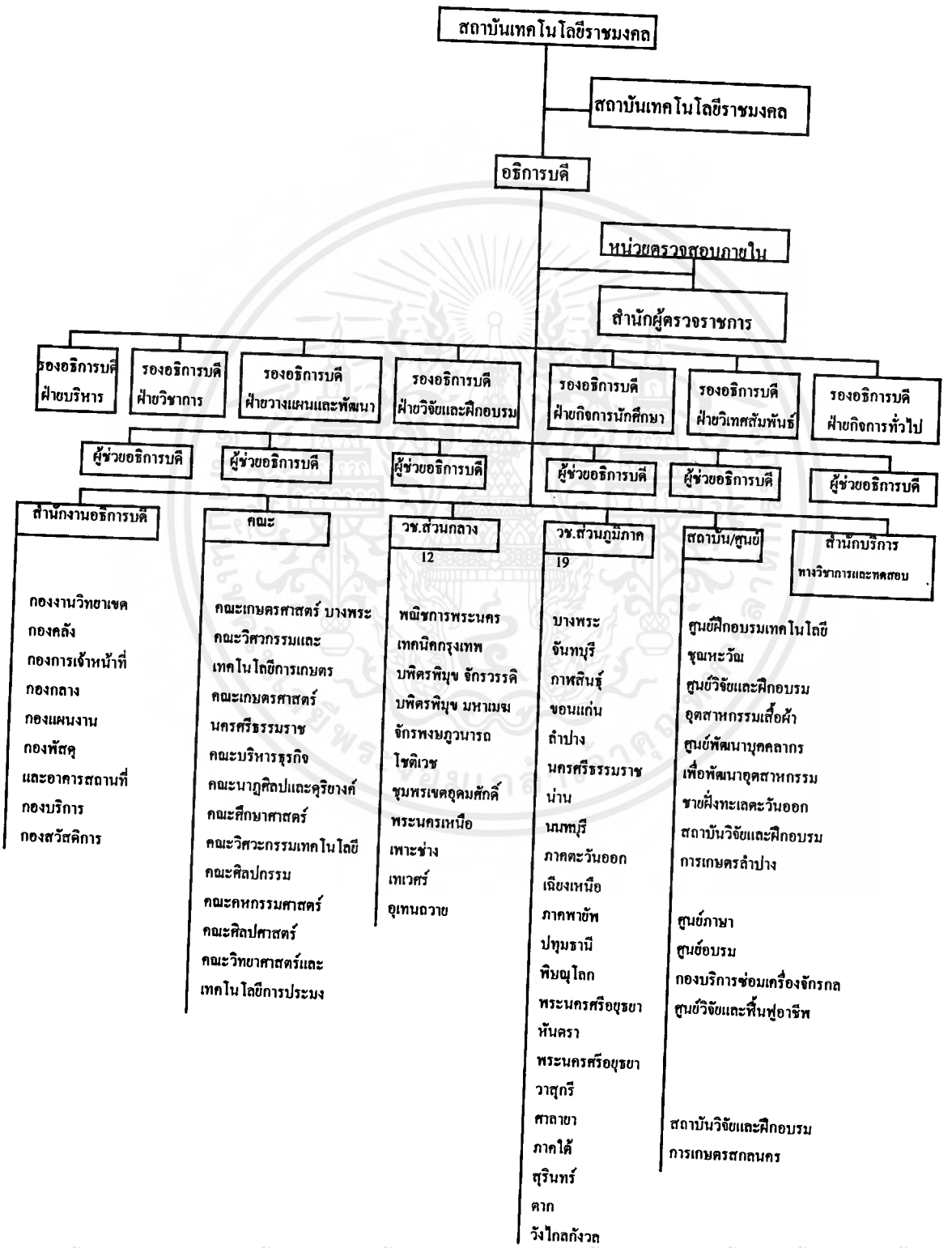
วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตและพัฒนากำลังพลในสาขาวิชาชีพทั้งระดับต่ำกว่าปริญญา ระดับปริญญา ประกาศนียบัตรชั้นสูง และครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีคุณภาพ คุณธรรม จริยธรรม สามารถปฏิบัติงานได้จริง และสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศ ทำการวิจัยส่งเสริมการศึกษาทางด้านวิชาชีพ ให้บริการทางวิชาการแก่สังคม ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
01917
081486

ตารางที่ 1

แสดงแผนภูมิสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การจัดการศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เป็นสถาบันอุดมศึกษาสายอาชีพ ที่มีจุดมุ่งหมายที่จะผลิตผู้สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาชีพต่างๆ ทั้งระดับต่ำกว่าปริญญาและระดับปริญญาตรี ให้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความเชี่ยวชาญทางด้านปฏิบัติการความเจนจัดทางวิชาการ และคุณลักษณะที่จำเป็นตามลักษณะอาชีพ พร้อมที่จะทำงานและสามารถปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้า ทันต่อพัฒนาการทางเทคโนโลยีรวมทั้งปลูกฝังความมีระเบียบวินัย ความปราณีต ความสำนึกในจรรยาอาชีพ คุณธรรม และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จัดการศึกษา 2 ระดับ คือ ระดับประกาศนียบัตรหรือระดับต่ำกว่าปริญญา (หลักสูตร ปวช. และหลักสูตร ปวส.) และระดับปริญญาตรี

การจัดการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญา

สถาบันฯ จัดการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญา โดยแบ่งออกเป็น 3 หลักสูตร คือ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) รับผู้จบการศึกษา ม.3 เข้าศึกษาต่อใช้เวลาเรียน 3 ปี เปิดสอน 30 สาขาวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) รับผู้จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เข้าศึกษาต่อใช้เวลาเรียน 2 ปี บางสาขาวิชาผู้จบการศึกษาชั้น ม. 6 เข้าศึกษาต่อด้วยโดยใช้เวลาเรียน 2-3 ปี และบางสาขารับผู้จบการศึกษา ม.4 เข้าศึกษาต่อโดยใช้เวลาเรียน 4 ปี เปิดสอน 103 สาขาวิชา

หลักสูตรอนุปริญญา รับผู้จบ ปวช.ทุกสาขาวิชา และ ม.6 ทุกโปรแกรม ใช้เวลาเรียน 2 ปี เปิดสอน 1 สาขาวิชา

การจัดการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญา มีวิทยาเขตต่างๆ 30 แห่ง รับผิดชอบจัดการเรียนการสอนสาขาต่างๆ โดยแยกเป็นประเภทวิชาใหญ่ๆ ได้ 5 ประเภทวิชา คือ ช่างอุตสาหกรรม เกษตรกรรม พณิชยกรรม คหกรรม และศิลปกรรม เปิดสอน 134 สาขาวิชา

การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

สถาบันฯ จัดการศึกษาระดับปริญญาตรี โดยมีคณะและวิทยาเขตรับผิดชอบดำเนินการจัดการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี ดังนี้

หลักสูตรปริญญาตรี 2 ปี รับผู้จบการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และ/หรือ หลักสูตรประกาศนียบัตรประโยคครูมัธยม (ปม.) เข้าศึกษาต่อ ใช้เวลาเรียน 2 ถึง 2 ปีครึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรปริญญาตรี 4 ปี รับผู้จบการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และผู้จบการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) ในบางสาขาวิชา ใช้เวลาเรียน 4 ปี

เปิดสอนทั้ง 2 หลักสูตร 114 สาขาวิชา

การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี มีคณะต่างๆ 11 คณะ และวิทยาเขตต่างๆ 22 แห่ง รับผิดชอบจัดการเรียนการสอนในประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประเภทวิชาเกษตรศาสตร์ ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ ประเภทวิชาคหกรรมศาสตร์ ประเภทวิชาศิลปกรรม ประเภทวิชานาฏศิลป และดุริยางค์ และมีหน่วยงานรับผิดชอบงานปริญญาอีก 3 หน่วยงาน คือ สำนักงานบริการทางวิชาการและทดสอบ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร

2.1.2 วัตถุประสงค์วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา เป็นสถาบันการศึกษาและการวิจัย มีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตครูอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรี กับให้การศึกษาทางด้านวิชาชีพ ทั้งระดับต่ำกว่าปริญญา ระดับปริญญาตรี และประกาศนียบัตรชั้นสูง ทำการวิจัย ส่งเสริมการศึกษาด้านวิชาชีพและให้บริการทางวิชาการแก่สังคม

ปรัชญาการจัดการศึกษาของวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา มีความเชื่อมั่นว่า การเทคโนคลยีและอาชีวศึกษาเป็นกระบวนการศึกษาที่จำเป็นในการเสริมสร้างมาตรฐาน และคุณภาพของชีวิตเพื่อเป็นกำลังพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา จัดการศึกษาโดยมุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความเชี่ยวชาญเชิงปฏิบัติการ ความเจนจัดทางวิชาการ และคุณสมบัติที่จำเป็นตามลักษณะอาชีพ พร้อมที่จะหางานและสามารถปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้า ทันต่อวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี รวมทั้งปลูกฝังความมีระเบียบวินัย ความประณีต ความสำนึกในจรรยาอาชีพ คุณธรรม หน้าที่ความรับผิดชอบต่อสังคม

ความมุ่งหมายหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาออกแบบสิ่งทอ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2538[1]

ชื่อหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาออกแบบสิ่งทอ (Diploma in

---

1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาออกแบบสิ่งทอ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Textile Design) ชื่อย่อ ปวส.ออกแบบสิ่งทอ (Dip. in Textile Design) หน่วยงานที่รับผิดชอบคือ สายวิชาช่างอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้ ความสามารถปฏิบัติงานในหน้าที่ออกแบบที่สัมพันธ์กับสิ่งทอ เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิต สามารถปฏิบัติงานในหน้าที่ปรับปรุงแก้ไขงานออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต การวางแผนกำหนดวิธีการเพื่อการประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่รู้จักแพร่หลาย หรือเป็นผู้ประกอบการขนาดย่อม และสามารถดำเนินงานตามสาขาที่ได้เลือกศึกษา มีการปฏิบัติงานอย่างมีคุณภาพด้วยหลักวิชาการที่มีการวางแผน และควบคุมงานอย่างรอบคอบ ประหยัด รวดเร็ว ตรงต่อเวลา แก้ปัญหาด้วยหลักการและเหตุผล และรับผิดชอบต่อหน้าที่และมีควาาคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีคุณธรรม ระเบียบวินัย ความซื่อสัตย์สุจริต ความขยันหมั่นเพียร ความสำนึกในจรรยาอาชีพและความรับผิดชอบต่อสังคม

2.1.3 หลักการของหลักสูตร

การพัฒนากำลังคนระดับกลางด้านอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้นนับว่ามีความสำคัญอยู่ในอันดับสูง ทั้งนี้เพราะสภาพปัจจุบันยังมีความต้องการกำลังคนระดับกลางด้านอุตสาหกรรมอยู่มาก แต่ก็ยังมีคุณภาพไม่สอดคล้องกับความต้องการอันเนื่องมาจากสาเหตุนานับประการ และสาเหตุสำคัญยิ่งประการหนึ่งก็คือหลักสูตร

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ตระหนักถึงความสำคัญของหลักสูตร จึงได้ทำการพัฒนาหลักสูตรอยู่เสมอ เพื่อให้ได้หลักสูตรที่เหมาะสมในอันที่จะผลิตผู้สำเร็จการศึกษา ให้มีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของกำลังคนในปัจจุบัน รวมทั้งคำนึงถึงหลักสูตรที่จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ และสภาพของสถานศึกษาด้วย อันจะก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์สมความมุ่งหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างหลักสูตร

ความมุ่งหมายของหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ออกแบบสิ่งทอ ได้ปรับขยายแนวคิด หรือปรัชญาการจัดการศึกษาของวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ในการที่จะพัฒนานักออกแบบที่สัมพันธ์กับสิ่งทอ เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตมุ่งที่จะให้ผู้สำเร็จการศึกษา สามารถปฏิบัติงานแก้ไข ปรับปรุงงานออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต เป็นนักออกแบบที่สัมพันธ์กับสิ่งทอได้เป็นอย่างดี โดยได้วางหลักสูตรไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 118 หน่วยกิต

โครงสร้างหลักสูตร

หมวดวิชาพื้นฐาน จำนวน 23 หน่วยกิต

1. วิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ จำนวน 6 หน่วยกิต เลือกจาก

01-110-004 มนุษยกับสังคม

01-110-005 มนุษยสัมพันธ์

01-110-006 สังคมกับสิ่งแวดล้อม

01-120-001 การพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม

01-120-002 การพัฒนาคุณภาพชีวิตและอาชีพ

01-150-001 สังคมกับกฎหมาย

01-210-004 เทคนิคการสื่อความหมาย

01-220-001 จิตวิทยาทั่วไป

07-210-019 ศิลปนิยม

2. วิชาภาษาศาสตร์ จำนวน 6 หน่วยกิต เลือกจาก

01-310-101 ภาษาไทย

01-320-101 ภาษาอังกฤษ 1

01-320-103 ภาษาอังกฤษ 2

01-320-205 ภาษาอังกฤษเทคนิค 1

01-320-207 ภาษาอังกฤษเทคนิค 2

3. วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 9 หน่วยกิต เลือกจาก

01-427-101 เคมีประยุกต์

01-448-101 ฟิสิกส์ประยุกต์ 1

01-510-105 เรขาคณิตวิเคราะห์

01-520-101 แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1

01-530-351 สถิติ 2

4. วิชาพลศึกษา จำนวน 2 หน่วยกิต เลือกจาก

01-610-001 พลศึกษา

01-620-001 นันทนาการ

01-630-001 กิจกรรม 1

01-630-002 กิจกรรม 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวดวิชาชีพ จำนวน 89 หน่วยกิต

1. วิชาชีพพื้นฐาน จำนวน 44 หน่วยกิต เลือกจาก

01-540-001 คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและภาษาเบสิค

04-421-205 การควบคุมคุณภาพทางอุตสาหกรรม

04-511-101 กระบวนการผลิตทางสิ่งทอ

04-511-213 สัมมนา

04-511-218 โครงงานทางเทคโนโลยี

04-521-101 กระบวนการผลิตทางเคมีสิ่งทอ

04-521-202 กระบวนการอุตสาหกรรมเคมี

ถ้าเป็นนักศึกษาที่จบจากมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะต้องเรียนเพิ่มวิชาพื้นฐานทางช่างอุตสาหกรรม จากวิชาดังต่อไปนี้

04-552-001 ฝึกฝีมือ 1

04-552-002 วัสดุช่าง 1

04-552-003 พื้นฐานวิชาชีพทางออกแบบ 1

04-552-004 พื้นฐานวิชาชีพทางออกแบบ 2

04-552-005 หลักการออกแบบพื้นฐาน 1

04-552-006 หลักการออกแบบพื้นฐาน 2

04-552-007 ฝึกทักษะวิชาชีพ 1

04-552-008 ฝึกทักษะวิชาชีพ 2

หรือผ่านรายวิชา วช.1, วช. 2 จากมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งวิทยาเขตจะพิจารณาเทียบให้เป็นรายวิชา ตามความเหมาะสม

2. วิชาชีพเฉพาะสาขา จำนวน 30 หน่วยกิต

04-521-033 สีกับสิ่งทอ

04-551-101 ประวัติศาสตร์ศิลป์

04-551-102 รูปแบบและลวดลายตกแต่ง

04-551-103 กระบวนการทอพื้นฐาน

04-551-104 กระบวนการพิมพ์สิ่งทอ 1

04-551-106 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 1

04-551-209 การออกแบบลายผ้าทอ

04-551-210 การออกแบบลายพิมพ์ผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04-551-211 การออกแบบลายผ้าถัก

04-551-212 เทคนิคการออกแบบและศิลปตามสมัย 1

04-552-101 การวาดและการเขียนภาพร่าง

04-553-102 หลักการออกแบบ

3. วิชาชีพเลือก จำนวน 15 หน่วยกิต เลือกจาก

04-531-102 การทำแบบตัด 1

04-531-103 การทำแบบตัด 2

04-531-218 หลักการตลาด

04-551-205 กระบวนการพิมพ์สิ่งทอ 2

04-551-207 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 2

04-551-208 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 3

04-551-213 การออกแบบพรมพิมพ์

04-551-214 การออกแบบพรมทอขน

04-551-215 การเสนอผลงาน

04-551-216 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ

04-551-217 กระบวนการตกแต่งสิ่งทอพื้นฐาน

04-551-218 การออกแบบกราฟฟิค

04-551-219 การออกแบบบรรจุภัณฑ์

04-551-220 การออกแบบเครื่องประดับ

04-551-221 การฝึกงาน
(ไม่น้อยกว่า 300 ชั่วโมง/ภาคเรียน)

04-552-102 การออกแบบเสื้อ 1

04-552-103 การออกแบบเสื้อ 2

04-552-204 การออกแบบเสื้อ 3

04-552-210 เทคนิคการออกแบบและศิลปตามสมัย 2

04-552-211 การทำผ้ามัดย้อมและบาติก

04-552-214 การออกแบบเครื่องประกอบการแต่งกาย

04-552-216 ศิลปและอารยธรรมไทย

04-552-217 การจัดการสินค้าตามสมัย

04-553-101 กายวิภาคเชิงกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

04-553-103 หลักการเขียนแบบ

04-553-104 วัสดุผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

04-553-105 การออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ 1

04-553-206 การออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ 2

04-553-210 การออกแบบผลิตภัณฑ์กระดาษ

04-553-212 การออกแบบลายผ้าปัก/ลูกไม้

04-553-215 สิ่งทอพื้นถิ่น

05-330-201 ธุรกิจอุตสหากรรม

05-330-312 การบริหารธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดย่อม

หมวดวิชาเลือกเสรี จำนวน 6 หน่วยกิต

หน่วยกิตรวม 118 หน่วยกิต

2.1.4 ลักษณะรายวิชา

2.1.4.1 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 1

รหัสและชื่อ	04-551-106	กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 1 INTRODUCTIN TO TEXTILE DYEING 1
สภาพรายวิชา		วิชาชีพเฉพาะสาขาในหลักสูตร ปวส. สาขาวิชาออกแบบสิ่งทอ
ระดับรายวิชา		ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน		
เวลาศึกษา		72 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้เวลานอกศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง
หน่วยกิต		2 หน่วยกิต
จุดมุ่งหมายรายวิชา		1. รู้ชนิดและคุณสมบัติของสีย้อม 2. เข้าใจวิธีการและเทคนิคในการย้อมเส้นใยชนิดต่างๆ 3. รู้กระบวนการย้อมสี 4. เข้าใจระบบการทำงานของเครื่องจักรย้อมสี 5. เห็นความสำคัญของสีย้อมและเทคนิคในการย้อมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการจำแนกสีย้อม โดยลักษณะการใช้งาน คุณสมบัติของสีย้อมชนิดต่างๆ กระบวนการย้อมเส้นใยเซลลูโลส โปรตีน ใยสังเคราะห์ และใยผสม ชนิดของกระบวนการย้อมสี ระบบการย้อมสีด้วยเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

การแบ่งหน่วยการเรียน

หน่วยที่	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1. ชนิดและคุณสมบัติของสีย้อม	**5**	**15**	**10**
1.1 สีเบสิค	1	3	2
1.2 สีแอซิค			
1.3 สีมอแดนท์และพรีเมตัลไลซ์			
1.4 สีไดแรลท์	1	3	2
1.5 สีดีสเพอส			
1.6 สีอะโซอิค			
1.7 สีวัต			
1.8 สีกำมะถัน			
1.9 สีอ๊อกซิไดส์			
1.10 สีโอเนียม	1	3	2
1.11 สีรีแอคตีฟ			
1.12 สีโลหะ			
2. การย้อมเส้นใยต่างๆ	**4**	**12**	**8**
2.1 เส้นใยเซลลูโลส	1	3	2
2.2 เส้นใยโปรตีน	1	3	2
2.3 เส้นใยสังเคราะห์	1	3	2
2.4 เส้นใยผสม	1	3	2
3. ชนิดของกระบวนการย้อมสี	**2**	**6**	**4**
3.1 การย้อมเมื่อเป็นของเหลว			
3.2 การย้อมเส้นใย			
3.3 การย้อมหมู่ ใยหวี	1	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การย้อมเส้นด้าย			
3.5 การย้อมผืนผ้า	1	3	2
4. กระบวนการย้อมสี	**4**	**12**	**8**
4.1 น้ำและการทำให้สะอาด			
4.2 การเตรียมผ้า, และอุปกรณ์	1	3	2
4.3 สีและการเตรียมสี	1	3	2
4.4 ระดับการย้อมสี	1	3	2
4.5 การตรวจสอบ	1	3	2
5. ระบการย้อมสีด้วยเครื่องจักร	1	3	2
ในโรงงานอุตสาหกรรม	1	3	2
รวม	16	48	32

จุดประสงค์การสอน

หน่วยการเรียนที่ 1 ชนิดคุณภาพสมบัตอของสีย้อม

1.1 รู้จักสีย้อมและการแยกชนิด

1.1.1 อธิบายความหมายของสีย้อม

1.1.2 บอกชนิดของสีย้อมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.2 รู้คุณสมบัติ และลักษณะของสีย้อมแต่ละชนิด

1.2.1 อธิบายคุณสมบัติของสีย้อมแต่ละชนิดได้ถูกต้อง

1.2.2 บอกักษณะเด่นของสีย้อมแต่ละชนิดได้

1.2.3 อธิบายถึงความแตกต่างกันของคุณสมบัติของสีย้อมชนิดต่าง ๆ

1.2.4 บอกเทคนิควิธีการย้อมของสีแต่ละชนิดได้

1.2.5 เลือกใช้สีย้อมได้อย่างเหมาะสม

หน่วยการเรียนที่ 2 การย้อมเส้นใยต่าง ๆ

2.1 คุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด

2.1.1 อธิบายความหมายของเส้นใยได้

2.1.2 บอกชนิดของเส้นใยต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.1.3 อธิบายคุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิดได้

2.2 รู้กระบวนการย้อมเส้นใยชนิดต่าง ๆ

2.2.1 บอกชนิดของสีย้อมที่ใช้กับเส้นใยแต่ละชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 อธิบายเทคนิคและกระบวนการย้อมเส้นใยแต่ละชนิดได้

2.2.3 บอกรายชื่อและวิธีใช้สารเคมีที่ช่วยในกระบวนการย้อมของเส้นใยแต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยการเรียนที่ 3

3.1 รู้กระบวนการย้อมสี

3.1.1 อธิบายความหมายของกระบวนการย้อมสี

3.1.2 อธิบายความสำคัญของกระบวนการย้อมสี

3.1.3 บอกชนิดของกระบวนการย้อมสีได้

3.2 เข้าใจชนิดของกระบวนการย้อมสี

3.2.1 อธิบายกระบวนการย้อมสีแต่ละชนิดได้

3.2.2 อธิบายถึงความแตกต่างกันของกระบวนการย้อมสีแต่ละชนิด

3.2.3 บอกวิธีการในการย้อมสีในแต่ละกระบวนการ

หน่วยการเรียนที่ 4 กระบวนการย้อมสี

4.1 เข้าใจกระบวนการย้อมสี

4.1.1 เลือกใช้กระบวนการย้อมสีได้เหมาะสมกับงานที่ได้รับ

4.2 รู้ขั้นตอนของกระบวนการย้อมสี

4.2.1 บอกขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการย้อมสีได้ถูกต้อง

4.2.2 อธิบายการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ

4.2.3 บอกวิธีการเตรียมน้ำ และการทำให้สะอาด

4.2.4 บอกวิธีการเตรียมผ้า และการทำให้สะอาด

4.2.5 อธิบายความหมายของการเตรียมสี

4.2.6 บอกขั้นตอนของการเตรียมสีได้ถูกต้อง

4.2.7 อธิบายความหมายของระดับการย้อมสี

4.3 รู้จัก อุปกรณ์ วัสดุ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการย้อม

4.3.1 บอกอุปกรณ์ วัสดุ ที่ใช้ในกระบวนการย้อม

4.3.2 เลือกใช้อุปกรณ์วัสดุในการย้อมได้อย่างเหมาะสมกับวิธีการย้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 อธิบายวิธีการใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ได้

4.4 ปฏิบัติงานย้อมสี

4.4.1 สามารถใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

4.4.2 สามารถทำการเตรียมสีย้อมได้อย่างถูกต้อง

4.4.3 สามารถเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ และวัตถุดิบก่อนการย้อมได้อย่างถูกต้อง

4.4.4 ปฏิบัติงานย้อมได้ผลงานที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

4.4.5 สามารถทำการตรวจสอบคุณภาพของการย้อมได้

หน่วยการเรียนที่ 5 ระบบการย้อมสีด้วยเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

5.1 รู้ระบบการย้อมสีด้วยเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

5.1.1 บอกชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน

5.1.2 บอกลักษณะการใช้งานเครื่องจักรแต่ละประเภท

5.1.3 อธิบายระบบการย้อมสีในโรงงาน

บันทึกการสอน

สัปดาห์ที่ 12 เรื่องการเตรียมผ้า และอุปกรณ์

เนื้อหา

1. ขั้นตอนของกระบวนการย้อมสี
2. วัสดุ อุปกรณ์ ในกระบวนการย้อม
3. ปฏิบัติการย้อมสีพื้นฐาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการย้อมสี
2. อธิบายการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ
3. บอกวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในกระบวนการย้อม
4. เลือกใช้อุปกรณ์วัสดุได้อย่างเหมาะสม
5. อธิบายการใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ได้

วิธีสอน

อธิบายเรื่องขั้นตอนกระบวนการย้อมสี

อธิบายชนิดและวิธีใช้ วัสดุ อุปกรณ์ในกระบวนการย้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติบงานย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีพื้นฐาน(แม่สี)ตามกระบวนการย้อมในชั่วโมง

สื่อการสอน

อุปกรณ์จริง, กระดานดำ, ชอล์ก

การประเมินผล

สังเกต และสอบถามขณะปฏิบัติงาน

สัปดาห์ที่ 13 เรื่อง สีและการเตรียมสี

เนื้อหา

1. ความหมายของการเตรียสีสำหรับการย้อม
2. ปฏิบัติงานย้อมโดยมีการกำหนดค่าของสี

วัตถุประสงค์

1. อธิบายความหมายของการเตรียมสีได้
2. บอกขั้นตอนของการเตรียมสีได้ถูกต้อง
3. สามารถทำการเตรียมสีย้อมได้อย่างถูกต้อง

วิธีสอน

อธิบายความหมายและวิธีการเตรียมสีสำหรับการย้อม

สาธิตขั้นตอนการเตรียมสี

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีไดแรกต์โดยมีการกำหนดค่าของสีให้ในชั่วโมง

สื่อการสอน

อุปกรณ์ของจริง

การประเมินผล

สังเกต และสอบถามขณะปฏิบัติงาน

สัปดาห์ที่ 14 เรื่อง ระดับการย้อมสี

เนื้อหา

1. ความหมายของระดับการย้อมสี
2. ปฏิบัติงานย้อมเพื่อทดสอบระดับการย้อมสี

วัตถุประสงค์

1. อธิบายความหมายของระดับการย้อมสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สามารถทดสอบและเลือกระดับในการย้อมสีผ้าที่จะย้อมได้

วิธีสอน

อธิบายความหมายของระดับการย้อมสี

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีผ้า 5 ชิ้นให้มีระดับการย้อมที่แตกต่างกัน สังเกตและบันทึกการทดลอง

สื่อการสอน

ของจริง

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่สั่ง

สัปดาห์ที่ 15 เรื่อง การตรวจสอบ

เนื้อหา

1. การตรวจสอบผ้าหลังขบวนการย้อม
2. ปฏิบัติงานย้อมตามต้นแบบ

วัตถุประสงค์

1. สามารถทำการตรวจสอบคุณภาพของการย้อมได้
2. ปฏิบัติงานย้อมได้ผลงานที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

วิธีสอน

อธิบายขั้นตอน และวิธีการ ตรวจสอบคุณภาพของการย้อม

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีให้ได้ตามต้นแบบ ทำการตรวจสอบและบันทึกผล

สื่อการสอน

ของจริง

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่สั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 2

รหัสและชื่อ 04-551-207 กระบวนการย้อสีสิ่งทอ 2

TEXTILE DYEING 2

สภาพรายวิชา วิชาเลือกในหลักสูตร ปวส. สาขา สิ่งทอ

ระดับรายวิชา เสนอแนะให้เรียนชั้นปีที่ 2

พื้นฐาน

เวลาศึกษา 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้เวลานอกศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. รู้และเข้าใจคุณสมบัติของสีย้อมสำหรับเส้นใยชนิดต่าง ๆ
2. รู้และเข้าใจขั้นตอนการย้อมสีบนเส้นใยชนิดต่าง ๆ
3. บอกความแตกต่างของคุณภาพสีย้อม ตามคุณสมบัติของสีและเส้นใยได้
4. รู้และเข้าใจการควบคุมสภาวะการย้อม
5. รู้และเข้าใจการใช้สต๊อกสีและสารช่วยย้อม
6. คำนวนหาปริมาณสีและสารช่วยย้อมจากสารละลายสต๊อกได้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของสีย้อมเส้นใยเซลลูโลส โปรตีนเส้นใยสังเคราะห์ ขั้นตอนการย้อมสี การควบคุมสภาวะการย้อม การเปรียบเทียบคุณภาพของสีย้อมตามคุณสมบัติของสีและเส้นใย การเตรียมและการใช้สต๊อก และสารช่วยย้อมการคำนวณหาปริมาณสีและสารช่วยย้อมจากสารละลายสต๊อก ปฏิบัติการเปรียบเทียบการย้อมสีของเส้นใจ และสีย้อมต่างชนิดกัน การย้อมสีโดยการควบคุม สภาวะการย้อมที่แตกต่างกันการย้อมสีจากสารละลายสต๊อก

การแบ่งหน่วยการเรียน

หน่วยที่	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1. เส้นใยเซลลูโลส			
1.1 คุณสมบัติของเส้นใยเซลลูโลส			
1.2 สีย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส	2	3	2
1.3 การย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส	2	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	นอกเวลา
1.4 คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส	2	3	2
2. เส้นใยโปรตีน			
2.1 คุณสมบัติของเส้นใยโปรตีน			
2.2 สีย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน	2	3	2
2.3 การย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน	2	3	2
2.4 คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน	2	3	2
3. เส้นใยสังเคราะห์			
2.1 คุณสมบัติของเส้นใยสังเคราะห์			
2.2 สีย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์	2	3	2
2.3 การย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์	2	3	2
2.4 คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์	2	3	2
4. เส้นใยผสม			
2.1 คุณสมบัติของเส้นใยผสม			
2.2 สีย้อมสำหรับเส้นใยผสม	2	3	2
2.3 การย้อมสำหรับเส้นใยผสม	2	3	2
2.4 คุณภาพของสีย้อม สำหรับเส้นใยผสม	2	3	2
5. สภาวะการย้อม และการควบคุม			
5.1 ระดับการย้อมสี			
5.2 อิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ	2	3	2
5.3 อิทธิพลของสารช่วยย้อม	2	3	2
5.4 อิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสี	2	3	2
6. สารละลายสต๊อก			
6.1 ความสำคัญและวิธีการทำสารละลายสต๊อก			
6.2 การคำนวนปริมาณสี	2	3	2
6.3 การคำนวนสารช่วยย้อม	2	3	2
รวม	32	48	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์การสอน

หน่วยการเรียนที่ 1 เส้นใยเซลลูโลส

1.1 รู้คุณสมบัติของเส้นใยเซลลูโลส

1.1.1 อธิบายคุณสมบัติของเส้นใยเซลลูโลส

1.2 รู้จักสีย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส

1.2.1 บอกชนิดของสีย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส

1.2.2 บอกคุณสมบัติของสีย้อมเส้นใยเซลลูโลสแต่ละชนิด

1.3 เข้าใจการย้อมเส้นใยเซลลูโลส

1.3.1 อธิบายกระบวนการย้อมเส้นใยเซลลูโลส

1.3.2 บอกเทคนิคต่าง ๆ ในขบวนการย้อมเส้นใยเซลลูโลส

1.3.3 ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยเซลลูโลสอย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยการเรียนที่ 2 เส้นใยโปรตีน

2.1 รู้คุณสมบัติของเส้นใยโปรตีน

2.1.1 อธิบายคุณสมบัติของเส้นใยโปรตีน

2.2 รู้จักสีย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน

2.2.1 บอกชนิดของสีย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน

2.2.2 บอกคุณสมบัติของสีย้อมเส้นใยโปรตีนแต่ละชนิด

2.3 เข้าใจการย้อมเส้นใยโปรตีน

2.3.1 อธิบายบวนการย้อมเส้นใยโปรตีน

2.3.2 บอกเทคนิคต่าง ๆ ในขบวนการย้อมเส้นใยโปรตีน

2.3.3 ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยโปรตีนอย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยการเรียนที่ 3 เส้นใยสังเคราะห์

3.1 รู้คุณสมบัติของเส้นใยสังเคราะห์

3.1.1 อธิบายคุณสมบัติของเส้นใยสังเคราะห์

3.2 รู้จักสีย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์

3.2.1 บอกชนิดของสีย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์

3.2.2 บอกคุณสมบัติของสีย้อมเส้นใยสังเคราะห์แต่ละชนิด

3.3 เข้าใจการย้อมเส้นใยสังเคราะห์

3.3.1 อธิบายบวนการย้อมเส้นใยสังเคราะห์

3.3.2 บอกเทคนิคต่าง ๆ ในขบวนการย้อมเส้นใยสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยสังเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยการเรียนที่ 4 เส้นใยผสม

4.1 รู้คุณสมบัติของเส้นใยผสม

3.1.1 อธิบายคุณสมบัติของเส้นใยผสม

3.2 รู้จักสีย้อมสำหรับเส้นใยผสม

3.2.1 บอกชนิดของสีย้อมสำหรับเส้นใยผสม

3.2.2 บอกคุณสมบัติของสีย้อมเส้นใยผสมแต่ละชนิด

3.3 เข้าใจการย้อมเส้นใยผสม

3.3.1 อธิบายบวนการย้อมเส้นใยผสม

3.3.2 บอกเทคนิคต่าง ๆ ในขบวนการย้อมเส้นใยผสม

3.3.3 ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยผสมอย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยการเรียนที่ 5 สภาวะการย้อม และการควบคุม

5.1 เข้าใจระดับการย้อมสี

5.1.1 อธิบายความหมายของระดับการย้อมสี

5.2 รู้อิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

5.2.1 อธิบายอิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

5.3 อิทธิพลของสารช่วยย้อม

5.3.1 บอกชนิดของสารช่วยย้อม

5.3.2 อธิบายคุณสมบัติของสารช่วยย้อมแต่ละชนิ ด

5.3.3 บอกเทคนิคการใช้สารช่วยย้อมชนิดต่าง ๆ

5.4 รู้อิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสี

5.4.1 อธิบายอิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสีต่อกระบวนการย้อม

หน่วยการเรียนที่ 6 สารละลายสะต๊อก

6.1 รู้สารละลายสต๊อก ความสำคัญและวิธีการ

6.1.1 บอกถึงความจำเป็นของการทำสารละลายสต๊อก

6.1.2 อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายสต๊อก

6.2 รู้วิธีการคำนวนปริมาณสี

6.2.1 สามารถคำนวนปริมาณสีที่จะใช้ได้อย่างถูกต้อง

6.3 รู้วิธีการคำนวนสารช่วยย้อม

6.3.1 สามารถคำนวนปริมาณของสารช่วยย้อมได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการสอน

สัปดาห์ที่ 3 เรื่อง คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยเซลลูโลส

เนื้อหา

1. ความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยเซลลูโลส
2. ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยเซลลูโลสด้วยสีย้อมต่างชนิด ทดสอบคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

1. บอกความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมแต่ละชนิด
2. บอกเทคนิควิธีการย้อมสีชนิดต่าง ๆ ของเส้นใยเซลลูโลส
3. ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยเซลลูโลสอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการสอน

อธิบายความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยเซลลูโลส

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยเซลลูโลสด้วยสีย้อมต่างชนิด สังเกตและทดสอบคุณภาพของสีย้อมแต่ละชนิด บันทึกผลส่งภายในชั่วโมง

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงานที่ย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดสอบคุณภาพ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 6 เรื่อง คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยโปรตีน

เนื้อหา

1. ความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยโปรตีน
2. ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยโปรตีนด้วยสีย้อมต่างชนิด ทดสอบคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

1. บอกความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมแต่ละชนิด
2. บอกเทคนิควิธีการย้อมสีชนิดต่าง ๆ ของเส้นใยโปรตีน
3. ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยโปรตีนอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการสอน

อธิบายความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยโปรตีน

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยโปรตีนด้วยสีย้อมต่างชนิด สังเกต และทดสอบคุณภาพของสีย้อมแต่ละชนิด บันทึกผลส่งภายในชั่วโมง

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงานที่ย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดสอบคุณภาพ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 9 เรื่อง คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยสังเคราะห์

เนื้อหา

1. ความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยสังเคราะห์
2. ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยสังเคราะห์ด้วยสีย้อมต่างชนิด ทดสอบคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

1. บอกความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมแต่ละชนิด
2. บอกเทคนิควิธีการย้อมสีชนิดต่าง ๆ ของเส้นใยสังเคราะห์
3. ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยสังเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการสอน

อธิบายความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยสังเคราะห์

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยสังเคราะห์ด้วยสีย้อมต่างชนิด สังเกต และทดสอบคุณภาพของสีย้อมแต่ละชนิด บันทึกผลส่งภายในชั่วโมง

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงานที่ย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดสอบคุณภาพ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 12 เรื่อง คุณภาพของสีย้อมสำหรับเส้นใยผสม

เนื้อหา

1. ความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยผสม
2. ปฏิบัติงานย้อมสีเส้นใยผสมด้วยสีย้อมต่างชนิด ทดสอบคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

1. บอกความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมแต่ละชนิด
2. บอกเทคนิควิธีการย้อมสีชนิดต่าง ๆ ของเส้นใยผสม
3. ปฏิบัติงานย้อมเส้นใยผสมอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการสอน

อธิบายความแตกต่างของคุณสมบัติสีย้อมชนิดต่าง ๆ สำหรับเส้นใยผสม

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้มสีเส้นใยผสมด้วยสีย้อมต่างชนิด สังเกต และทดสอบคุณภาพของสีย้อมแต่ละชนิด บันทึกผลส่งภายในชั่วโมง

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงานที่ย้อมด้วยสีชนิดต่าง ๆ

อุปกรณ์การทดสอบคุณภาพ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 13 เรื่อง ระดับการย้อมสี และอิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

เนื้อหา

1. ระดับการย้อมสี และการควบคุม
2. อิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

วัตถุประสงค์

1. อธิบายความหมายของระดับการย้อมสี
2. อธิบายอิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิในสภาวะการย้อม

วิธีการสอน

อธิบายเรื่องระดับการย้อมสีและการควบคุม

อธิบายเรื่องอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในสภาวะการย้อม

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมที่แตกต่างกันในเรื่องระดับการย้อม และอุณหภูมิสังเกตดูความแตกต่าง บันทึกผล

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงาน ที่แตกต่างกันในระดับการย้อมและอุณหภูมิต่าง ๆ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 14 เรื่อง อิทธิพลของสารช่วยย้อม และอิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสี

เนื้อหา

1. อิทธิพลของสารช่วยย้อม ในสภาวะการย้อม
2. อิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสีในสภาวะการย้อม

วัตถุประสงค์

1. บอกชนิดของสารช่วยย้อมได้ถูกต้อง
2. อธิบายอิทธิพลของสารช่วยย้อมแต่ละชนิดในสภาวะการย้อม
3. บอกเทคนิคการย้อมด้วยสารช่วยย้อมชนิดต่าง ๆ
4. อธิบายอิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสีในสภาวะการย้อม

วิธีสอน

อธิบายชนิดและวิธีการใช้สารช่วยย้อม

อธิบายอิทธิพลของสารช่วยย้อมแต่ละชนิดในสภาวะการย้อม

อธิบายอิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสีในสภาวะการย้อม

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมสีด้วยสารช่วยย้อมต่าง ๆ สังเกต และบันทึกผลในชั่วโมง

สื่อการสอน

ตัวอย่างชิ้นงานที่ย้อมด้วยสารช่วยย้อมชนิดต่าง ๆ

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 15 เรื่อง สารละลายสต๊อก และการคำนวนปริมาณสี

เนื้อหา

1. สารละลายสต๊อก
2. การคำนวนปริมาณสี

วัตถุประสงค์

1. บอกความจำเป็นและความสำคัญของการทำสารละลายสต๊อก
2. อธิบายขั้นตอนและวิธีการเตรียมสารละลายสต๊อก
3. สามารถคำนวนปริมาณสีที่จะใช้ได้อย่างถูกต้อง

วิธีสอน

อธิบายความหมายและความสำคัญของสารละลายสต๊อก

อธิบายวิธีการและขั้นตอนการเตรียมสารละลายสต๊อก

อธิบายการคำนวนหาปริมาณสี

สั่งงาน

ปฏิบัติงานย้อมสีตามคำสั่ง (คิดเป็นเปอร์เซ็น) ด้วยการทำสารละลายสต๊อกในขั้นตอนการเตรียมสีให้ได้ผลงานที่ถูกต้อง ภายในชั่วโมง

สื่อการสอน

แผนผังแสดงค่าสี

อุปกรณ์การทำสต๊อกสี

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัปดาห์ที่ 16 เรื่อง การคำนวนสารช่วยย้อม

เนื้อหา

1. การคำนวนหาปริมาณสารช่วยย้อม

วัตถุประสงค์

1. สามารถคำนวนปริมาณของสารช่วยย้อมที่จะใช้ได้อย่างถูกต้อง

วิธีการสอน

อธิบายวิธีการคำนวนหาปริมาณสารช่วยย้อม

งานที่มอบหมาย

ปฏิบัติงานย้อมโดยใช้สารช่วยย้อม ภายในชั่วโมง บันทึกผลพร้อมแสดงการคำนวนส่ง

ประเมินผล

ตรวจจากงานที่ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 มาตรฐานอาคารทางการศึกษา [1]

เพื่อให้อาคารทางการศึกษาประเภทต่าง ๆ ของสถานศึกษาในสังกัดกรมอาชีวศึกษาอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และมีราคาค่าก่อสร้างต่อเนื้อที่ของอาคารต่าง ๆ ไม่เกินราคาต่อตารางเมตรที่สำนักงบประมาณกำหนดทั้งในกรณีที่มีการตอกเสาเข็มและไม่มีการตอกเสาเข็ม จึงได้กำหนดข้อแนะนำ และแนวปฏิบัติในการออกแบบและกำหนดรายการก่อสร้างไว้ ดังนี้

2.1.5.1 การออกแบบ

ในการออกแบบอาคารทางการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้คำนึงถึงทิศทางลมประโยชน์ใช้สอย ความคงทนถาวร ความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคารและการบำรุงรักษาตลอดจนการจัดกลุ่มห้องเรียนให้เหมาะสมตามประเภทวิชา

ในการวางผังอาคารทางการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพควรคำนึงถึงห้องเรียนให้ได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติให้มากที่สุด ณ สถานที่ที่จะสร้างอาคารนั้นเพื่อประหยัดการใช้กระแสไฟฟ้า

ให้พยายามให้ระบบการประสานทางพิกัด ตามมาตรฐานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.1.5.2 ลักษณะอาคาร

การคำนวนเนื้อที่ทั้งหมดของอาคารให้คำนวนเนื้อที่แต่ละส่วนตามหลักเกณฑ์การจัดเนื้อที่อาคารเรียน อาคารที่ทำการ อาคารฝึกงาน โรงฝึกงาน และโรงอาหารที่ใช้เป็นห้องประชุม ดันนี้

ห้องเรียน1.8 ตารางเมตร/คน	
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และห้องเตรียม	2.7 ตารางเมตร/คน
ห้องเขียนแบบ	3.6 ตารางเมตร/คน
ห้องโสตทัศนศึกษา (รวมที่เก็บอุปกรณ์)	2.7 ตารางเมตร/คน
ห้องปฏิบัตการทางภาษา (รวมห้องควบคุม)	3.6 ตารางเมตร/คน
ห้องน้ำ - ห้องส้วมนักเรียนอาคารเรียน	
พื้นที่ห้องส้วมและทางเดินภายใน	3 ตารางเมตร/คน
พื้นที่ที่ปัสสาวะและทางเดินภายใน	1.5 ตารางเมตร/คน
พื้นที่อ่างล้างมือและทางเดินภายใน	1.5 ตารางเมตร/คน

---

1. ไพโรจน์ ชมบุญ. 2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนชาย

ส้วม 3 ที่ ที่ปัสสาวะ 5 ที่ และอ่างล้างมือ 5 ที่ต่อจำนวนนักเรียนไม่เกิน 250 คน ส่วนที่เกินให้เพิ่มส้วม 1 ที่ต่อจำนวนนักเรียนไม่เกิน 100 คน

ที่ปัสสาวะและอ้างล้างมืออย่างละ 4 ที่ต่อจำนวนนักเรียนไม่เกิน 50 คน

นักเรียนหญิง

ส้วม 1 ที่ และอ้างล้างมือ 5 ที่ต่อจำนวนนักเรียนไม่เกิน 250 คน ส่วนที่เกินให้เพิ่มอย่างละ 1 ที่ต่อจำนวนนักเรียนไม่เกิน 50 คน

ห้องน้ำ - ห้องส้วม

อาจอยู่ในอาคารเรียนหรือเป็นอาคารโดยเฉพาะก็ได้ สำหรับจำนวนนักเรียนให้คิดจากจำนวนห้องเรียน คูนด้วยจำนวนนักเรียนต่อห้อง

2.1.5.3 จุดมุ่งหมายของโรงฝึกงาน

ลักษณะทั่วไปของโรงฝึกงาน โดยปกติจะมีความคล้ายใกล้เคียงกับโรงงานอุตสาหกรรมจริง ๆ เพื่อให้ผู้ที่ได้รับการฝึกมีความเคยชินและใช้อุปกรณ์ให้คล่อง เมื่อเข้าทำงานในโรงงานปัญหาจะเกิดตามมาก็น้อยลง

ในสถานศึกษาที่ฝึกทักษะแต่ละแห่ง จำเป็นต้องมีโรงฝึกงานซึ่งการฝึกงานจะเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนที่ต้องสอดคล้องตามหลักสูตรและจุดมุ่งหมาย ของการศึกษาที่วางไว้ด้วย สถานศึกษา โรงเรียนอาชีวศึกษา มีจุดมุ่งหมายในการจัดสร้างโรงฝึกงาน เพื่อเป็นการเน้นในการฝึกด้านช่างฝีมือ ให้สามารถออกไปทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้ อย่างไรก็ตามโรงฝึกทุกระดับสามารถกระทำสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้คือ

1. เพื่อหาความสามารถและความถนัดของแต่ละบุคคล แล้วพัฒนาและนำไปใช้ประกอบอาชีพในอนาคตได้
2. เพื่อให้ผู้ฝึกหาประสบการณ์ ตามความถนัดของแต่ละบุคคล แล้วทำให้เกิดแรงผลักดันในการฝึกหัดเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในอนาคต
3. ผู้ฝึกสามารถเข้าใจถึงวิธีการของการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมและผลกระทบจากโรงงานได้
4. ทำให้เห็นคุณค่าของการออกแบบและการทำงานในขบวนการผลิตภายในโรงงาน
5. ทำให้สามารถใช้เครื่องมือและวัสดุได้ถูกต้องและเหมาะสม

องค์ประกอบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดสภาพการเรียนและการฝึกฝีมือที่ดีและมีประสิทธิภาพตัวแปรที่สำคัญในการช่วยให้เกิดสภาพการเรียนและการฝึกฝีมือที่ดีจะประกอบไปด้วย 3 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ ห้ามมิให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สภาพห้องเรียน ห้องปฏิบัติการทดลอง และโรงฝึกงาน
2. เครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุฝึก
3. ตัวครูผู้สอน

2.1.5.4 การจัดแบ่งภายในอาคารฝึกงาน โรงฝึกงานทั่ว ๆ ไป จะจัดแบ่งส่วนภายในโรงฝึกงานได้อย่างแน่ชัดเพื่อให้ง่ายต่อการดูแลควบคุม และการจัดการ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. บริเวณฝึกฝีมือ จะเป็นส่วนที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ ต้องมีการจัดแบ่งตามทักษะต่าง ๆ อย่างเหมาะสม มีการจัดสภาพเครื่องจักร เครื่องมือไว้เป็นสัดส่วน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและสะดวกในการปฏิบัติงานเป็นหลักสำคัญ
2. บริเวณฝึกอบรมและความสะดวกอื่น ๆ ได้แก่ห้องทำงานของอาจารย์ ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องพยาบาล ห้องน้ำส้วม ห้องเปลี่ยนชุดฝึก
3. ห้องเก็บของหรือสโตร์ ปกติจะทำการแยกเป็น 2 ลักษณะคือ
   - สโตร์เก็บเครื่องมือเล็กและอุปกรณ์ รวมทั้งเครื่องมือวัดต่าง ๆ
   - สโตร์เก็บวัสดุฝึก เช่นแผ่นเหล็ก โลหะเส้น
4. ห้องใช้งานพิเศษเฉพาะอย่าง ต้องจัดแบ่งเป็นส่วน ๆ เฉพาะออกไป เพื่อง่ายต่อการดูแล เช่น ห้องแล็บ, ห้องทำไม้แบบ

ประเภทของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีใช้ในการฝึกฝีมือ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ประเภทเครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์
2. ประเภทเครื่องมือเล็ก
3. ประเภทเครื่องมือประจำตัวของผู้เรียน

2.1.5.5 ประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่จะกล่าวถึงนี้เป็นอุปกรณ์ประจำโรงฝึกงาน มีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายได้ยาก การจัดหาและเลือกซื้อจำเป็นต้องคำนึงถึง

1. ทักษะที่ต้องการฝึกตลอดจนวัตถุประสงค์ที่วางไว้โดยอุปกรณ์จะต้องสามารถถ่ายทอดทักษะที่ต้องการได้
2. รายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องสามารถสร้างทัศนคติ และเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาตนเองได้
3. ลักษณะของงานที่ทำการฝึก สามารถใช้กับเครื่องจักร เครื่องมือดังกล่าวได้
4. คุณภาพของงานที่ทำการฝึก ความละเอียดของงาน เช่น ช่วงพิกัด ความเผื่อ ความละเอียด หยาบของผิวงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เวลาจำกัดในการฝึกฝีมือ เครื่องจักรสามารถทำงานได้เสร็จตามเวลาที่กำหนดหรือไม่

2.1.5.6 ประเภทเครื่องมือเล็ก เช่น ฆ้อน สิ่ว ประแจ เป็นต้น ในการเลือกซื้อจะต้องคำนึงถึง

1. เครื่องมือทั่วไป ที่ควรมีในโรงฝึกงาน เช่นโรงฝึกงานช่างกลโรงงาน ต้องมีดอกสว่าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน เป็นต้น
2. เครื่องมือเครื่องวัดพิเศษที่มีการใช้เฉพาะอย่าง
3. เครื่องมือดังกล่าวต้องมีใช้พอเพียงกับจำนวนนักศึกษา
4. นโยบายสถานศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนในการฝึกปฏิบัติงานที่มีคุณภาพของงานสูงเพียงใด
5. จำนวนงบประมาณที่มีอยู่
6. ควรทำการพิจารณาร่วมกับเครื่องมือประจำตัวของนักเรียนที่ระบุว่าเมื่อทำงานร่วมกันแล้วสามารถฝึกทักษะได้ตามต้องการ
7. สามารถเก็บไว้ในกล่องหรือตู้ใส่เครื่องมือได้

2.1.5.7 ประเภทเครื่องมือประจำตัวของนักเรียน นอกจากเครื่องจักรที่เป็นส่วนสำคัญในการฝึกแล้ว เครื่องมือบางชนิดที่จะจำเป็นต้องใช้ประจำและมีราคาไม่สูงนักทางสถานศึกษามักกำหนดให้นักเรียนจัดซื้อมาเอง การเลือกผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด รายละเอียดให้นักเรียนคำนึงถึง

1. ความแพร่หลายในการใช้งานกับเครื่องมือ, อุปกรณ์องค์ประกอบของเครื่องจักร
2. มีคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม
3. มีลักษณะ รูปร่าง ขนาด ใช้ได้ในการฝึก
4. ราคาพอเหมาะตามคุณภาพที่ต้องการ

2.1.5.8 การไฟฟ้า [1]

วางโคมและอุปกรณ์ให้มีเท่าที่จำเป็นและประหยัด โดยปกติกำลังส่องสว่างควรเป็นดังนี้

ห้องเรียน ห้องทำงานทั่วไป	300 LUX
ห้องเขียนแบบ	450 LUX

1. มงคล ชมบุญ. 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงฝึกงาน	200 LUX ยกเว้นจุดปฏิบัติงานเฉพาะแห่ง
ทางเดินทั่วไป	150 LUX

2.1.6 การงบประมาณ[1] (Budgeting)

ในการบริหารงานคลังของรัฐบาล หรือส่วนราชการอื่นใดมักจะรวมงานการ รับ-จ่าย การเก็บรักษาเงิน การบัญชี การสอบบัญชี หรืออาจรวมถึงการดำเนินงานเกี่ยวกับภาษีอากร ตลอดจนหนี้สินต่าง ๆ ไว้อยู่เรียบร้อยแล้วก็ตาม แต่สิ่งหนึ่งที่จะขาดมิได้คือ

การงบประมาณ ซึ่งหมายถึงแผนปฏิบัติงานในระยะเวลาหนึ่งของรัฐบาล โดยปกติคือหนึ่งปี ซึ่งแสดงถึงจำนวนที่ประมาณว่าจะต้องใช้จ่ายในการปฏิบัติงานรวมถึงแสดงถึงแหล่งที่มาและวิธีการที่จะหาเงิน เพื่อดำเนินงานตามแผนปฏิบัติงาน วงจรของการงบประมาณโดยปกติจะประกอบด้วย ฝ่ายบริหาร

1. จัดทำงบประมาณรายจ่ายประจำปีเสนอต่อฝ่ายนิติบัญญัติ
2. พิจารณาและอนุมัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีที่ฝ่ายบริหารนำเสนอฝ่ายบริหาร
3. ดำเนินงานตามแผนปฏิบัติงาน ซึ่งได้รับอนุมัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีจากฝ่ายนิติบัญญัติ

2.1.6.1 หลักเกณฑ์ในการจัดสรรงบประมาณประจำปีสำหรับอาชีวศึกษา (Budgeting Criteria for Vocational Technical Education) การจัดสรรงบประมาณ สำนักงานงบประมาณร่วมกับสภาที่ปรึกษา (สำนักนายกรัฐมนตรี สภาผู้แทนราษฎร ฯลฯ) ย่อมจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ โดยทั่วไปอยู่มากมายเช่นเดียวกับการจัดสรรงบประมาณด้านอื่น ๆ ของรัฐ แต่นอกเหนือจากการคำนึงถึงหลักการทั่ว ๆ ไปแล้ว การจัดสรรงบประมาณอาชีวศึกษายังจะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. พิจารณาจากการเพิ่มของประชากร
2. พิจารณาจากนโยบายระดับการจัดอาชีวศึกษาของรัฐบาล
3. พิจารณาจากแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
4. พิจารณาจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน[1]

2.1.6.2 รัฐบาลมีความจำเป็นต้องใช้เงินงบประมาณรายจ่าย 7 หมวดดังนี้

1. หมวดเงินเดือนและค่าจ้างประจำ

(ประสิทธิ์ นาคประทุมสวัสดิ์. 2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หมวดค่าตอบแทน

3. หมวดค่าตอบแทน

ก) ค่าสอน

ข) ค่าใช้สอย

ค) ค่าวัสดุ

4. หมวดค่าสาธารณูปโภค

5. หมวดค่าครุภัณฑ์ที่ดินและสิ่งก่อสร้าง

ก) ค่าครุภัณฑ์

ข) ค่าที่ดินและสิ่งก่อสร้าง

6. หมวดเงินอุดหนุน

7. หมวดเงินรายจ่ายอื่น ๆ

2.1.6.3 หลักการจัดซื้อวัสดุครุภัณฑ์

1. ด้านการวางนโยบาย ในการซื้อสิ่งของเครื่องใช้ของสถานศึกษานั้นควรจัดวางนโยบายออกเป็น 2 ประการ

ก) นโยบายทั่วไป อันได้แก่การวางนโยบายซื้อสิ่งของโดยทั่วไป เช่นเราอาจจะกำหนดว่า ส่งเสริมการซื้อวัสดุ ครุภัณฑ์ทางด้านวิชาการ มากกว่าอย่างอื่นหรือกำหนดว่าส่งเสริมการซื้อสินค้าที่ผลิตโดยคนไทยเป็นต้น ซึ่งเป็นการวางนโยบายไว้อย่างกว้าง

ข) นโยบายเฉพาะเรื่องเป็นนโยบายที่มุ่งเฉพาะปัญหาหรือเรื่องราวเฉพาะอย่างและเฉพาะเวลา เช่น ในการที่ทางโรงเรียนจัดให้มีการจัดนิทรรศการขึ้นในโรงเรียน ผู้บริหารหรือครูใหญ่ต้องกำหนดนโยบาย เพื่อซื้อสิ่งของเฉพาะการนี้ขึ้นโดยเฉพาะ นอกจากนโยบายนั้นจะต้องเป็นสิ่งที่ปฏิบัติได้เข้าใจกันทั่วไปในวงการ ยืดหยุ่นได้แล้ว นโยบายที่ดีนั้น ยังจะต้องเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เกี่ยวข้องปฏิบัติตามนโยบาย ซึ่งเปรียบเสมือนกฎเกณฑ์ในการดำเนินการด้วย

2. งบประมาณหรือวงเงิน ในการที่จะซื้อสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพโรงเรียนจะต้องมีเงินอย่างเพียงพอ ในการพิจารณาอนุมัติงบประมาณ สำหรับการสั่งซื้อนั้น ผู้บริหารจะต้องมีคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับจากการใช้จ่ายนั้น ๆ ในการบริหารงาน

---

1. ประสิทธิ์ นาคปทุมสวัสดิ์ 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจัดมาตรฐานของสินค้า ในการบริหารการซื้อให้ได้ผลดีนั้น ผู้บริหารจะต้องจัดมาตรฐานสินค้า แต่ละประเภทเอาไว้รวมทั้งมาตรฐานของสินค้าที่ทางโรงเรียนต้องการ และมาตรฐานของสินค้าชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาด และควรรวบรวมเก็บไว้เป็นคู่มือสำหรับการปฏิบัติการเพื่อการสั่งซื้อในครั้งต่อไป

4. วิธีการจัดซื้อ วัสดุครุภัณฑ์และสิ่งอื่นได้กำหนดไว้ในระเบียบของกระทรวงการคลังโดยเฉพาะการซื้อวัสดุครุภัณฑ์ได้มีระเบียบปฏิบัติไว้แน่นอนโดยเฉพาะ ซึ่งในการกำหนดวิธีการจัดซื้อนั้นจะต้องกำหนดขึ้นโดยอาศัยหลักการ เพื่อตรวจสอบควบคุมดูแลเป็นสำคัญและควรเป็นไปโดยประหยัดทั้งทรัพย์

5. เจ้าหน้าที่จัดซื้อ ดังได้กล่าวแล้วว่า การจัดซื้อสิ่งของนั้นควรเป็นไปโดยความสุจริต มีความพร้อมที่จะได้รับการตรวจสอบ การคัดเลือกบุคคลที่จะมีหน้าที่ในการจัดซื้อนั้นจะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ และมีความซื่อสัตย์สุจริตเป็นสำคัญ[1]

2.1.7 สื่อการสอน[1]

เนื่องจากการสอนเป็นกระบวนการสื่อความหมาย ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยมีเจตนาที่จะถ่ายทอดความรู้ ความรู้สึก ค่านิยม และทักษะความรู้ ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ส่งไปยังนักเรียนซึ่งเป็นผู้รับ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในรูปแบบต่าง ๆ เป็นพาหะนำไป ตัวกลางจึงเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมโยงที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ท่านผู้รู้ในทางการศึกษาได้เรียกชื่อตัวกลาง แตกต่างกันออกไปตามยุคตามสมัย ด้านความคิดเห็นและความเหมาะสม เช่น อุปกรณ์การสอน หรือโสตทัศนูปกรณ์ สื่อการสอน สื่อการเรียน และในปัจจุบันบางท่านใช้คำว่า สื่อการเรียนการสอน แต่ละตัวหมายถึงตัวกลางทั้งสิ้น แต่มีความหมายกว้างขวางลึกซึ้งแตกต่างกัน สื่อการสอนเน้นที่ตัวผู้สอน ส่วนสื่อการเรียนเน้นที่ตัวผู้เรียน แต่เนื่องจากการเรียนการสอนมักจะเกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกัน จึงน่าจะเรียกตัวกลางที่ใช้ในการเรียนการสอนว่า สื่อการเรียนการสอน

เดิมใช้คำว่า อุปกรณ์การสอน (Teaching Aids) เน้นถึงสิ่งที่นำมาใช้ช่วยในการสอน แต่เนื่องจากสิ่งที่นำมาใช้ในการสอนนั้นส่วนใหญ่ต้องใช้ประสาทตา และประสาทหูรับรู้ จึงหันมาใช้คำว่า โสตทัศนอุปกรณ์ หรือโสตทัศนูปกรณ์ (Audio-Visual Aids)

---

1 .โสภาพรรณ นามวงศ์ และคณะ.2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาเมื่อมีการพิจารณารูปแบบของการเรียนการสอน ว่าเข้าลักษณะกระบวนการสื่อความหมาย มีองค์ประกอบครบ ได้แก่ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ส่งเนื้อหาตามหลักสูตร คือสาร อุปกรณ์การเรียนการสอน และวิธีการคือ สื่อ ผู้เรียนคือผู้รับซึ่งสื่อที่ว่านี้ก็คือตัวกลางนั่นเอง

สื่อ ตามพจนานุกรมฉบับรามชบัญฑิตยสถาน หมายถึง ทำการติดต่อให้ถึงกันหรือชักนำให้รู้จักกัน

จึงได้มีการนำเอาคำว่า สื่อ (Medias) มาใช้แทนคำว่า อุปกรณ์และเนื่องจากเน้นที่ตัวครูผู้สอนเป็นสำคัญจึงใช้คำว่า สื่อการสอน (Teaching Mdeias) แต่มาระยะหลัง นักการศึกษาหันมาเน้นที่ตัวผู้เรียนมากกว่าครูผู้สอน จึงเกิดคำว่า สื่อการเรียน (Lsrning Medeas) ขึ้น

อย่างไรก็ตามตำราทางการศึกษาส่วนมากยังคงใช้ทั้งคำว่า สื่อการสอน และสื่อการเรียน ถ้าแยกพิจารณาให้ละเอียดจะช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น ถ้าถือเอาผู้ใช้สื่อเป็นหลัก สิ่งที่ครูนำมาใช้ช่วยสอนเรียกว่า สื่อการสอน เช่น แผนภูมิ แผนภาพ รูปภาพ เครื่องมือสาธิต ฯลฯ ส่วนสิ่งที่นักเรียนใช้ในการเรียน เรียกว่า สื่อการเรียน เช่น หนังสือ แบบฝึกของจริง ของจำลอง เครื่องมือทดลอง ฯลฯ

การเรียนอาจเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องมีผู้สอน ผู้เรียนอาจกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้สื่อรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า สื่อการเรียน แต่เมื่อใดก็ตามที่มีการสอนจะต้องมีการเรียนเกิดขึ้น ถ้าสื่อการสอนและสื่อการเรียนสอดคล้องสัมพันธ์กัน การเรียนการสอนจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ครูใช้แผนภูมิแบบอธิบายภาพสอนเรื่องอวัยวะต่าง ๆ ของปลา ประกอบคำอธิบาย และครูพิมพ์ภาพปลาในแผนภูมิแจกนักเรียนคนละแผ่น นักเรียนฟังคำอธิบายครู และบันทึกคำบรรยายต่าง ๆ ลงในภาพปลา สภาพเช่นนี้จะช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความสะดวกและรวดเร็ว เราเรียกแผนภูมิว่าเป็นสื่อการสอนและเรียนภาพปลาในกระดาษว่า สื่อการเรียน

เนื่องจากสิ่งที่ครูใช้สอนนั้น นักเรียนก็ใช้เรียนรู้ไปด้วย ดังนั้นสิ่งที่ครูนำมาใช้ในกระบวนการสอนน่าจะมีเหตุผลพอเพียงที่จะเรียกว่า สื่อการเรียนการสอนได้ ผู้เขียนเห็นด้วยกับคำ ๆ นี้

สื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุสิ่งของที่มีอยู่ในธรรมชาต หรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ

จึงเห็นได้ว่า สื่อการเรียนการสอนมีความหมายกว้างขวางครอบคลุมสิ่งต่าง ๆ ทั้งวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการและกิจกรรม ซึ่งได้เลือกมาใช้ช่วยในการถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7.1 คุณค่าของสื่อการสอน

เรื่องคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน เป็นผลสืบเนื่องมาจากการวิจัยสื่อ ซึ่งหาอ่านได้จากเอกสารการวิจัย และวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยทั่วๆ ไป จึงขอนำผลการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนมากล่าวโดยสรุปดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นจ่กประสบการณ์ที่มีความหมายในรูปแบบต่าง ๆ
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มากขึ้น โดยใช้เวลาน้อยลง
3. ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง
4. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ มั่นใจ และจดจำได้นาน
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในการเรียนรู้
6. ช่วยให้สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ ในการเรียนรู้ได้
   6.1 ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
   6.2 ทำสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น
   6.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
   6.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าให้ดูเร็วขึ้น
   6.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้เล็กเหมาะแก่การศึกษา
   6.6 ทำสิ่งที่เล็กมากให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้น
   6.7 นำสิ่งที่เกิดในอดีตมาศึกษาในปัจจุบัน
   6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลมาศึกษาในห้องเรียนได้
7. ช่วยลดการบรรยายของผู้สอนลงแต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น
8. ช่วยลดการสูญเปล่าทางการศึกษาลง เพราะช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นผู้เรียนสอบตกน้อยลง

2.1.7.2 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

การจำแนกประเภทสื่อประเภทสื่อการเรียนการสอน จะพบว่าในตำราทางการศึกษาที่เกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน มีการแบ่งแยกประเภทไว้แตกต่างกัน บางเล่มแบ่งไว้อย่างหยาบ ๆ ขึ้นอยู่กับผู้เขียนว่าจะยึดเอาแนวของนักกการศึกษาผู้ใด ซึ่งนักการศึกษาแต่ละยุคแต่ละสมัยแบ่งไว้ไม่เหมือนกัน แล้วแต่แนวความคิดและหลักการของแต่ละคน ซึ่งขอยกตัวอย่างการแบ่งประเภทสื่อการเรียนการสอนของนักการศึกษาบางท่านดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรมวงศ์ ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนตามแนวเทคโนโลยีทางการศึกษาไว้ 3 ประเภทคือ

1.1 วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผุพัง สิ้นเปลือง เช่น ฟิล์ม ภาพถ่าย ภาพยนต์ สไลด์ และสิ่งของราคาเยาชนิดต่าง ๆ

1.2 อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่องมือ เช่น กล้องถ่ายรูป เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสลด์และฟิล์มสตริฟ เครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์ กล้องจุลทรรศน์ และครื่องมือประเภทอื่น ๆ ที่มีราคาค่อนข้างแพงและคงทนถาวร

1.3 กระบวนการและวิธีการ ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิต ทดลองเกม และกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูจัดขึ้นโดยมุ่งให้นักเรียนปฏิบัติ

2. คณะกรรมการแผนกนิทรรศการ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้จำแนกสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเรียกชื่อว่า โสตทัศนูปกรณ์ ออกเป็น 6 ประเภทคือ

2.1 วัสดุลายเส้น (Graphical materials) แบ่งเป็น 9 ชนิดคือ กระดานดำ แผนที่ลูกโลก การ์ตูน โปสเตอร์ แผนภาพ แผนสถิติ แผนภูมิ ป้ายผ้าสำลี และป้ายนิเทศ

2.2 วัสดุมีทรง (Solid materials) แบ่งออกเป็น 6 ชนิดคือ ของจริง ของจำลอง ของตัวอย่าง ของล้อแบบ ไดโอราม่า พิพิธภัณฑ์โรงเรียน

2.3 โสตวัสดุ (Audiotory Materials) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ เทปเสียง แผ่นเสียง ระบบขยายเสียงวิทยุ

2.4 ภาพนิ่ง (Still Pictures) แบ่งออกเป็น 10 ชนิดคือ ฟิล์มสตริฟ ภาพเขียน ภาพถ่าย ภาพโปร่งแสง ภาพผนัง ภาพสามมิติ รูปตัดมาจากหนังสือ รูปภาพ สมุดภาพ สไลด์

2.5 กิจกรรมร่วม (Activities) แบ่งออกเป็น 8 ชนิดได้แก่ กระบะทราย การทดลอง การศึกษานอกสถานที่ การสาธิต การแสดงบทบาท การเล่นละคร นิทรรศการ และงานที่เป็นโครงการ

2.6 ภาพยนตร์และโทรทัศน์

3. Vernon S.Gerlach and Donald P.Ely จำแนกสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 8 ประเภท คือ

3.1 ของจริงและตัวบุคคล รวมทั้งสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เช่น การสาธิต การทดลอง การศึกษานอกสถานที่

3.2 สื่อการสอนประเภทภาษาพูด หรือภาษาเขียน หมายถึง คำพูด ตำรา วัสดุตีพิมพ์ คำอธิบายในสไลด์ ฟิล์มสตริฟ และแผ่นภาพโปร่งแสง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพถ่าย สไลด์ ฟิล์มสตริฟ

3.4 ภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ภาพยนต์ โทรทัศน์ วิดีโอเทป

3.5 วัสดุกราฟฟิค ได้แก่ แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ โปสเตอร์ การ์ตูน แผนที่ ลูกโลก ภาพวาด ฯลฯ

3.6 การบันทึกเสียง ได้แก่ สื่อประเภทมีเสียง เช่น จากเทปบันทึกเสียงจากแผ่นเสียง

3.7 สื่อประเภทการสอนแบบโปรแกรม เป็นสื่อประเภทต้องจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า เช่น บทเรียน แบบโปรแกรม บทเรียนที่ใช้กับเครื่องช่วยสอน

3.8 สื่อประเภทสถานการณ์จำลองและชุดการสอน เช่น การแสดงบทบาท การแสดงละคร การเชิดหุ่น เป็นต้น

4. แบ่งตามแนวการจัดลำดับความเข้มข้นของประสบการณ์จากรวยประสบการณ์ (Cone of Experiences) ของ Dr.Edgar Dale แบ่งได้เป็น 10 ประเภท คือ

4.1 สื่อที่ให้ประสบการณ์ตรงผ่ายประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยให้ผู้เรี ยนได้ลงมือทำจริง ได้จับต้องลูบคลำ ลิ้มรส ดมกลิ่น จากสภาพความเป็นจริง เช่น การฝึกหัดขับรถยนต์ การซ่อมเครื่องยนต์ การเดินสายไฟ การทดลอง การทำสวนครัว ซึ่งรวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ได้แก่ หุ่นจำลองชนิดต่าง ๆ

4.2 สื่อที่ให้ประสบการณ์รอง ได้แก่ สิ่งที่ทำจำลองขึ้นมาแทนของจริงในกรณีที่ไม่สามารถนำของจริงมาใช้ได้ ได้แก่ หุ่นจำลองชนิดต่าง ๆ

4.3 การแสดงละคร หรือการสร้างสถานการณ์จำลอง โดยสร้างบท หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมแสดงตามบท

4.4 การสาธิต เป็นวิธีการอีกรูปแบบหนึ่งที่ครูผู้สอนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ แล้วมีผู้แสดงให้ผู้เรียนชม โดยเน้นกระบวนการหรือขั้นตอนการกระทำที่ถูกต้อง

4.5 การศึกษานอกสถานที่ เป็นวิธีการอีกรูปแบบหนึ่ง ที่พาผู้เรียนไปสัมผัสกับสภาพความเป็นจริง โดยมีการวางแผนเตรียมการอย่างรัดกุม ผู้เรียนจะพบกับสื่อหลายสิ่งหลายอย่างตามสภาพที่เป็นจริง โดยใช้การสังเกตเป็นหลัก

4.6 นิทรรศการ เป็นรูปแบบการจัดแสดงทางการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ชัดเจน ด้วยการนำสื่อหลายรูปแบบมาจัดอย่างมีระบบ

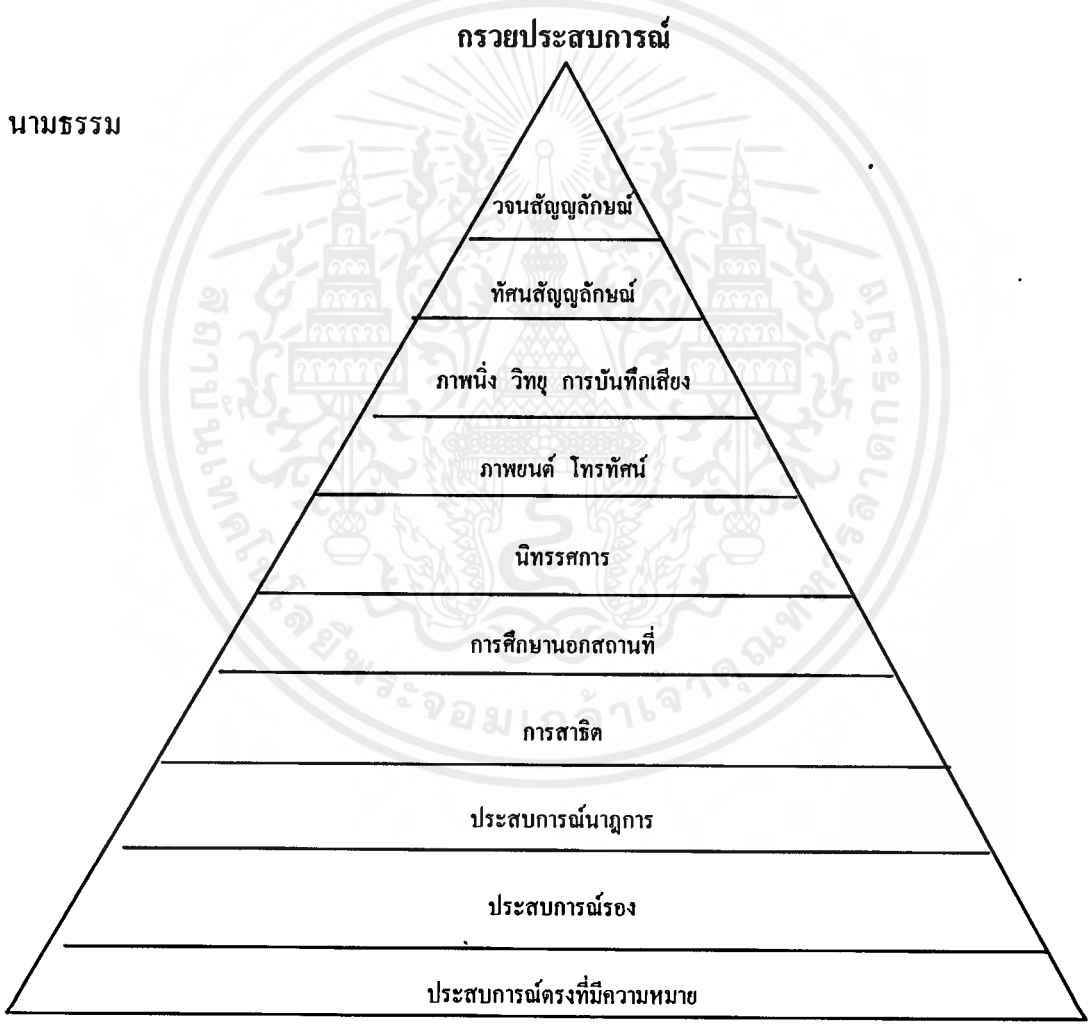
4.7 โทรทัศน์และภาพยนต์ เป็นสื่อที่ให้ทั้งภาพและเสียง มีการเคลื่อนไหวให้เห็นคล้ายของจริง สามารถย่นย่อหรือขยายให้เหมาะกับสภาพการเรียนรู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ภาพนิ่ง วิทยุ และการบันทึกเสียง เป็นสื่ออีกลักษณะหนึ่งที่ให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนโดยผ่านประสาทตาหรือประสาทหู

4.9 ทัศนสัญลักษณ์ ได้แก่ พวกวัสดุกราฟิคทุกประเภท เช่น แผนภูมิ แผนสถิติ แผนภาพ ภาพโฆษณา การ์ตูนเรื่อง แผนที่ และสัญลักษณ์รูปแบบต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการสื่อความหมาย ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานทางรูปธรรมมาก่อนจึงจะเข้าใจได้ดี

4.10 วจนสัญลักษณ์ ได้แก่ คำพูด คำบรรยาย หนังสือหรือเอกสารที่ใช้ตัวอักษร ตัวเลขแทนความหมายของสิ่งต่าง ๆ



ดร.เอ็ดการณ์ เดล แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ สหรัฐอเมริกา ได้จัดลำดับประสบการณ์ในการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยคำนึงความเป็นรูปธรรมและนามธรรมในลักษณะรูปกรวย โดยให้หลักการไว้ว่า “มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีขึ้น หากการเรียนรู้นั้นเกิดจากประสบการณ์รูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

รูปธรรม และการเรียนรู้จะน้อยลง หากการเรียนรู้นั้นเกิดจากประสบการณ์นามธรรม เขาได้กำหนดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุดไว้ฐานกรวย ซึ่งมีฐานกว้างมาก และประการณ์รูปธรรมจะค่อย ๆ ลดลงและน้อยที่สุดที่ยอดกรวย นั้นก็คือ ที่ยอดกรวยประสบการณ์เป็นนามธรรมมากที่สุด

ดังนั้น การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ควรคำนึงถึงความเข้มข้นของประสบการณ์ที่จะสามารถจัดให้ได้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสม ถ้าเป็นเรื่องที่สามารถจัดประสบการณ์ตรงได้ก็ควรทำ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ก็ให้จัดประสบการณ์ที่รองลงไป ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหา ความยากง่ายและวัยของผู้เรียน เช่น การเรียนรู้ภาษาต่างชาติ ควรจัดประสบการณ์ตรงให้ถึงจะได้ผลดีโดยให้ผู้เรียนไปอยู่ร่วมกับสังคม หรือครอบครัวที่พูดภาษานั้น แต่ถ้าเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับรุบบสุริยะจักรวาล ควรใช้หุ่นจำลอง หรือภาพยนตร์ และถ้าเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมมาก ๆ เช่น โครงสร้างอะตอมอาจต้องใช้แผนภาพช่วย อย่างไรก็ตาม การจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ควรมองจากฐานกรวยขึ้นไป

2.2 การย้อมสี

2.2.1 ประวัติการย้อมสี [1]

ประวัติการย้อมสีค้นคว้ายาก แต่มีหลักฐานยืนยันได้ว่า อินเดียนรู้จักตกแต่งผ้าด้วยสีมอร์แดนท์มานานกว่า 5,000 ปี สีที่ใช้กันนั้นเป็นสีที่ได้จากต้นพืชเกือบทั้งหมดแต่กระบวนการย้อมไม่ใคร่ถูกต้อง ทำให้สีตกซีดจางโดยเร็ว

ต่อมา พ.ศ. 2399 มีการเปลี่ยนแปลงใหญ่หลวงในวงการย้อมสี เริ่มแต่การนำเอาหลักวิชาการเคมีเข้ามาใช้ผลิตสีสังเคราะห์ ปรับปรุงกระบวนการย้อม การย่นระยะเวลาให้เร็วขึ้น จากการทดลองของ William Perkin เขาได้ทดลองใช้อ๊อกซิไดสอินลีน (Anilinc) เพื่อให้ได้ ควินนิน เมื่อทดลองจนสิ้นสุดขบวนการแล้วแทนที่เขาจะได้ควินิน กลับได้สีย้อมเป็นสีม่วงสดสวยออกมาแทน ภายหลังให้ชื่อว่า Perkin's mauve เป็นปรากฏการณ์ครั้งแรกที่นักเคมีสามารถสังเคราะห์สีย้อมจากสารประกอบอินทรีย์ง่าย ๆ และเป็นการสังเคราะห์จากวัสดุเหลือ คือ น้ำมันจากเขม่าถ่านหินที่ใช้สำหรับผลิตแก๊ส

ระหว่าง พ.ศ. 2431-2457 ประเทศเยอรมันได้ตั้งโรงงานผลิตสีสังเคราะห์ และส่งออกจำหน่ายทั่วโลก มีห้องทดลองค้นคว้าสีที่สมบูรณ์โดยเฉพาะเป็นแห่งแรก เมื่อสงครามโลกครั้งแรกสงบลงหลายประเทศได้ตั้งโรงงานผลิตสีสังเคราะห์ขึ้นมีปริมาณการผลิตปีละหลายร้อยพันตัน มีมูลค่ากว่าห้าหมื่นล้านบาท มีสีมากกว่า 6,000 ชนิดออกจำหน่ายมีชื่อการค้าประมาณ 35,000 ชื่อแตกต่างกัน

---

1. อัจฉราพร ไศลสูต. 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

การค้นพบสี

สี	พ.ศ.ที่ค้นพบ
เบสิค (basic)	2399
ไดเรกท์ (direct)	2426 และ 2427
กำมะถัน	2416 c]t 2436
วัต (vat-antnrquinonc)	2444
วัต (indigoid)	2449
สีสำหรับย้อมผ้าฝ้าย	
อะโซอิค (naphthal As)	2455
วีแอคตีฟ (veactive)	2499
สีสำหรับย้อมขนสัตว์สี	
กรด (acid)	2417
อาฟเตอร์โครม (afterchrome)	2440
เมตาโครม (metachrome)	2443
1 : 1 เมตัลคอมเพลกซ์	2458
1 : 2 เมตัลคอมเพลกซ์	2492
รีแอคตีฟ	2506 และ 2409
สำสำหรับย้อมใยสังเคราะห์	
ดีสเพอส (disperse)	2466
นิว เบสิค	2500

2.2.2 สีและการจำแนกสี

สีย้อมสิ่งทอแบ่งตามลักษณะกายภาพเป็น 2 ชนิด ชนิดหนึ่งละลายน้ำได้เรียกว่า สีย้อม (dyes) อีกชนิดหนึ่งไม่ละลายน้ำเรียกว่า ปิกเมนต์ (pigments) น้ำเป็นตัวทำละลายที่มีราคาถูกที่สุด ดังนั้นแม้ว่าสีบางตัวไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในสารอื่น โรงงานผู้ผลิตจะต้องพยายามค้นคว้าหาวิธีทำให้สีตัวนั้นละลายในน้ำให้ได้ ใช้ตัวทำละลายชนิดอื่นให้น้อยที่สุดที่จะน้อยได้ สีเมื่อละลายน้ำแล้วจะดูดซึมเข้าไปภายในเส้นใย บางตัวจะติดเส้นใยได้ดีพอสมควร ทนการซักและกระบวนการใช้น้ำอื่น ๆ บางตัวจะมีพันธะเคมี (bond) หรือโซ่ (linkage) เชื่อมระหว่างเส้นใยกับตัวสีทำให้ติดทนทานยิ่งขึ้น สีบางตัวจะติดเส้นใยได้เอง (substantivity) แต่ขณะเดียวกันก็หลุดออกมาได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิกเมนต์ไม่ละลายน้ำ ย้อมเส้นใยให้เกิดสีได้แบบเดียวกับสีย้อมโดยให้ปิกเมนต์กระจายตัว (disperse) หรือบางครั้งก็แขวนลอยในเรซิน (resin) ยึดติดเส้นใยได้โดยเชิงกล มีบางตัวที่ติดเส้นใยได้โดยเชิงเคมี เมื่อเป็นเช่นนี้จึงเป็นการยากที่จะทราบว่า สีตัวไหนเป็นสีย้อมและตัวไหนเป็นปิกเมนต์ สีย้อมบางตัวเวลาย้อมจะทำให้ละลายก่อน เมื่อย้อมให้เข้าไปอยู่ภายในเส้นใยแล้วจึงทำให้เปลี่ยนเป็นตัวสีที่ไม่ละลายน้ำกลายเป็นปิกเมนต์ การแบ่งแยกเช่นนี้ทำให้เกิดความสับสน

การจำแนกสีตามส่วนประกอบเคมียิ่งมีความยุ่งยากมากขึ้นไปอีกถ้าเป็นผู้ที่ได้ศึกษาวิชาเคมีมาเพียงเล็กน้อย สีในกลุ่มเคมีเดียวกัน มีวิธีย้อมแตกต่างกัน ใช้กับเส้นใยแตกต่างกัน เช่น สีในกลุ่มอะโซ (azo) บางตัวย้อมง่าย ๆ โดยตรงเป็นสีไดเรกท์ (direct) บางตัวจะติดได้เมื่อน้ำย้อมมีภาวะเป็นกรดก็เป็นสีแอสิด (acid dyes) บางตัวจำเป็นต้องมีสารบางอย่างมาช่วยจึงจะติดเส้นใยได้เรียกว่าสีมอร์แดนท์ จะเห็นได้ว่า จดจำได้ยาก การจำแนกตามวิธีเดิม คือเรียกตามกระบวนวิธีย้อมบ้าง ตามลักษณะของสีบ้าง ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้มากกว่าการจำแนกวิธีนี้จึงเป็นที่ยอมรับกันในบรรดาผู้ใช้และอุตสาหกรรมการผลิตสี เพียงแต่กำหนดชื่อการค้าของสีแต่ละชนิดของแต่ละบริษัทก็ทำให้เข้าใจกันได้ทั่วไป แม้แต่สมาคมผู้ย้อมสี และผู้ผลิต (The Society of Dyers and Colourist) ก็ยอมรับว่า เป็นวิธีจำแนกที่เหมาะสมที่สุด หนังสือดรรชนีสี (Color Index) ที่พิมพ์ออกจำหน่ายทั่วโลกก็ใช้การจำแนกวิธีนี้ หนังสือดรรชนีสีมีประโยชน์มากสำหรับนักศึกษาเรื่องสีและผู้ใช้สี โรงงานผู้ผลิตจะไม่บอกโครงสร้างเคมีสีของตน สามารถค้นได้จากดรรชนีสีนี้ พร้อมทั้งมีคำแนะนำในการใช้และคุณภาพของสี

การจำแนกตัวสีตามวิธีการใช้[1]

2.2.2.1 สีเบสิค (basic) เป็นเกลือของเบสอินทรีย์ (orgamic base) ละลายน้ำได้ ย้อมติดใยเซลลูโลสได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่ติดเลย มีโครโมฟอร์ (chromophore) ให้แคทไอออน บางครั้งเรียกว่า สีแคทไอออน ถ้าย้อมใยเซลลูโลส ใยต้องย้อมด้วยสารประกอบที่สามารถก่อรูปเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำกับตัวสีได้ก่อน เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นเสมือนหนึ่งสะพานเชื่อมโยงระหว่างตัวสีกับเส้นใย สารประกอบนี้เรียกว่า สารช่วยติด (mordant) สีในกลุ่มนี้มีสีสดใสแต่ไม่ทนแสง

2.2.2.2 สีแอซิค (acid) คือตัวสีที่เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ส่วนใหญ่เป็นเกลือของกรดกำมะถัน ติดใยโปรตีนได้ในน้ำย้อมซึ่งเป็นกรดเจือจาง ใช้ย้อมเซลลูโลสซึ่งมิใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์ได้ เช่น ปอ ป่าน และใยโพลิเอไมด์ เป็นต้น

(อัจฉราพร ไพละสูตร 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 สีมอแดนท์และพรีเมตัลไลซ์ (mordant and premetallized dyes) สีเอซิดหลายตัวสามารถก่อรูปเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (complex) กับโลหะบางชนิดได้ เช่นโครเมียม ละอองสีที่ก่อรูปบนหรือในเส้นใยภายหลังเมื่อย้อมทับด้วยเกลือโลหะแล้วจะมีความคงทนต่อกระบวนการใช้น้ำ (wet fastness) ได้ดีกว่าที่ไม่ย้อมทับ สารประกอบเชิงซ้อนที่ก่อรูปใหม่นี้ไม่ละลายน้ำ สามารถย้อมตัวสีก่อน พร้อมกันหรือภายหลังการย้อมด้วยเกลือโลหะได้ทุกวิธีการพัฒนาตัวสีทำนองเดียวกันนี้อาจทำได้กับสีไดเรกท์ ตามทฤษฎีเชื่อกันว่า โครงสร้างของใยสามารถจะรวมตัวกับไอออน (ion) ของโลหะก่อรูปเป็นสารประกอบภายในทำให้ความคงทนของสีดีขึ้น ตัวสีเหล่านี้ยังคงเรียกว่า สีไดเรกท์ ส่วนที่จะเรียกว่า สีมอแดนท์ นั้นจะต้องเป็นกลุ่มสีซึ่งใช้ย้อมเฉพาะใยโปรตีน

สีเบสิคเมื่อใช้ย้อมใยเซลลูโลสต้องใช้สารช่วยติด สีเบสิคอาจเรียกว่าสีมอร์แดนท์ได้เหมือนกันแต่ไม่มีผู้นิยมเรียก เพราะกระบวนการย้อมแตกต่างกัน

2.2.2.4 สีไดเรกท์ (direet) บางครั้งเรียกว่า สีย้อมใยฝ้าย ได้ชื่อมาจากความจริงที่ว่าสีชนิดนี้เป็นสีสังเคราะห์ชนิดแรกที่ติด (substantivity) ใยฝ้ายได้โดยไม่ต้องใช้สารช่วยติด ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอะโซ (azo) มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีหมู่กรดซัลโฟนิคซึ่งทำให้ตัวสีละลายน้ำได้ สีในกลุ่มนี้มีวรรณะ (hue) คุณสมบัติการย้อม ความคงทนตลอดจนราคาแตกต่างกันมาก ถ้าเป็นสีซึ่งมีความคงทนดี โครงสร้างของสีจะซับซ้อนมากขึ้น ราคาต้นทุนการผลิตจุสูงขึ้น ราคาจำหน่ายต้องสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว นิยมใช้ย้อมใยเซลลูโลสซึ่งไม่ต้องการความคงทนต่อกระบวนการใช้น้ำมากนัก

2.2.2.5 สีดิสเพอส (disperse dyes) สีตัวนี้ผลิตขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อใช้ย้อมใยอาซิเตด ซึ่งเป็นใยที่ดูดน้ำได้น้อย ใยสังเคราะห์มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับใยอาซิเตดมาก สีตัวนี้ไม่ละลายน้ำ แต่เป็นละอองละเอียดลอยตัวอยู่ในน้ำ เมื่อมีสารช่วยกระจายตัว (dispersing agent) ที่เหมาะสม ใช้ย้อมในน้ำธรรมดาไม่ต้องใช้สารเคมีอย่างอื่นช่วยอีก นอกจากสารพา (carrier) ให้ตัวสีเข้าไปใกล้เส้นใยเท่านั้น

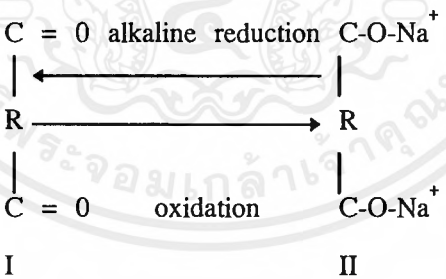
2.2.2.6 สีอะโซอิค (azoic dyes) สีในกลุ่มนี้เป็นสารประกอบอะโซเหมือนกัน แต่ตัวสีไม่ละลายน้ำ ก่อรูปเป็นสีบนเส้นใยได้โดยการย้อมด้วยสารประกอบฟีนอล ซึ่งละลายน้ำได้ก่อนแล้วย้อมทับอีกครั้งด้วยเกลือไดอาโซเนียม (diazonium salt) เกลือนี้จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอล เกิดเป็นสารประกอบอะโซที่ใช้ให้สีบนเส้นใย ปฏิกิริยานี้เรียกว่า คับปลิง (coupling) สีในกลุ่มนี้นิยมใช้ย้อมใยเซลลูโลสเท่านั้น เพราะสารประกอบฟีนอลละลายในด่างซึ่งเป็นอันตรายต่อใยโปรตีน ฟีนอลละลายน้ำและติดใยเซลลูโลสดี ส่วนเกลือไดอาโซเนียมนั้นไม่ละลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างสารทั้งสองชนิดนี้จะทำให้ใยเซลลูโลสซึ่งย้อมสีชนิดนี้มีความคงทนทุกประการ เป็นตัวสีสำคัญสำหรับย้อมเซลลูโลส

2.2.2.7 สีวัต (vat dyes) สีวัตได้ชื่อมาจากตัวสีเองไม่ละลายในน้ำ ต้องใช้สารรีดิวส์ที่เหมาะสมมาทำให้ละลายจึงจะติด (substantivity) ใยเซลลูโลสได้ กระบวนการย้อมสีคราม (indigo) ที่สกัดมาจากต้นครามนั้นเป็นที่รู้จักกันดีนานนับ 1000 ปี ในน้ำย้อมครามจะมีด่างเป็นตัวทำละลายสีครามซึ่งตามปกติไม่มีสี เรียกว่า สารประกอบลิวโค (leuco compound) เก็บน้ำนี้ไว้ในถังขนาดใหญ่ ภาษาอังกฤษเรียกว่า vat ซึ่งกลายเป็นชื่อของตัวสีในกลุ่มนี้ การละลายสารประกอบลิงโคของสีครามสังเคราะห์ด้วยสารรีดิวส์ที่เหมาะสมเรียกว่า vatting ปัจจุบันนี้เป็นสีสังเคราะห์ที่ไม่ละลายน้ำกลุ่มใหญ่ สีในกลุ่มนี้เกิดมาจากสารประกอบอินดิโกหรือ anthraquinone ทั้งหมดมี diketone ในโครงสร้าง

สามารถรีดิวส์เป็นเกลือโซเดียมในรูปของ enolic และละลายน้ำได้



I II

ตามโครงสร้าง II จะเป็นตัวสีซึ่งดูดติดใยเซลลูโลส เมื่อย้อมแล้วอ๊อกซิไดส์ในเส้นใยให้กลับมาเป็นตัวสีตามโครงสร้าง I สีในกลุ่มนี้เป็นสีที่มีความคงทนดีที่สุดในบรรดาสีที่ใช้ย้อมเซลลูโลส แต่ควรจำไว้เสมอว่า มิใช่สีวัตทุกตัวจะมีคุณสมบัติเหมือนกัน นอกจากนี้สีวัตยังสามารถใช้ย้อมใยโปรตีนก็ได้ ใยสังเคราะห์บางชนิดก็ย้อมติดดี เช่น ใยอครีแลน คอเทล และโพลิเอสเตอร์ผสมฝ้ายสีอ่อน ๆ

2.2.2.8 สีกำมถัน (sulphur or sulphide dyes) สีกำมถันเตรียมได้โดยหลอมละลาย (fuse) กำมถัน โซเดียมซัลไฟด์ กรดอไมโนและสารประกอบไนโตรอื่นซึ่งเป็น cyclic hydrocarbon เช่น เป็นซินหรือแนปทาลีน โครงสร้างของสีพวกนี้ส่วนใหญ่ยังไม่ทราบ จะติดใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลลูโลสได้ดีต่อเมื่อละลายอยู่ในน้ำซึ่งมีสภาพเป็นด่าง สารรีดิวส์ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุด คือ โซเดียมซัพไฟด์

สีกำมถันไม่สดใสยกเว้นบางตัว ไม่ละลายน้ำ ปัจจุบันมีผู้ผลิตสีซึ่งได้รีดิวส์แล้วออกจำหน่าย ละลายน้ำได้ เช่น Immedial Leuco และ Thionol M ของบริษัท ไอ.ซี.ไอ ตัวสีเหล่านี้ละลายน้ำได้เช่นเดียวกับสีไดเรกท์ แต่ในน้ำย้อมต้องใส่โซเดียมซัลไฟด์ด้วย สีตัวที่ให้สีสดใสที่สุดได้แก่ Thionol Ultra Green G ของบริษัท ไอ.ซี.ไอ. ซึ่งเป็นสารประกอบที่ได้มาจาก phthalocyanine

2.2.2.9 สีอ๊อกซิไดส์ (oxidation colorants) สี Aniline Black เป็นตัวอย่างที่ดีของสีในกลุ่มนี้ อัดฝ้ายหรือวัสดุอื่นด้วย aniline hydrochloride อ๊อกซิไดส์ด้วยสารเคมีที่เหมาะสมจะเกิดสี เกลืออนิลีนไม่ติดใยเซลลูโลส โครงสร้างที่ให้สีหรือวิธีที่สารยึดติดกับใยเซลลูโลสนั้นยังไม่เป็นที่รู้กัน แต่เป็นตัวสีที่มีความคงทน ไม่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม

2.2.2.10 สีโอเนียม (onium dyes) คือสีปิ๊กเมนต์ที่ละลายน้ำได้ โดยคัดเลือกตัวปิ๊กเมนต์ที่มีความคงทนต่อสารเคมีและแสง นำมาปรับปรุงให้มีกลุ่มเคมีที่ละลายน้ำได้ กลวิธีย้อมจะดำเนินแบบเดียวกับสีวัตที่ละลายน้ำได้ โดยให้สีดูดซึมเข้าไปในผ้าแล้วเปลี่ยนกลับมาเป็นตัวสีที่ไม่ละลายน้ำอีกครั้ง ชื่อของตัวสีได้มาจากกลุ่มเคมีที่ละลายน้ำได้ นิยมใช้พิมพ์ผ้ามากกว่าย้อม

2.2.2.11 สีรีแอคตีฟ (reactive dyes) สีรีแอคตีฟละลายน้ำได้ เป็นสีย้อมใยเซลลูโลสที่ดีที่สุด มีคุณสมบัติเป็นแอนไอออนเมื่ออยู่ในน้ำย้อมซึ่งเป็นด่าง โมเลกุลของสีจะทำปฏิกิริยากับหมู่ OH ในเซลลูโลสและเชื่อมโยงติดกันโดย covalent bond กลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่กับเซลลูโลส คุณสมบัติการละลายและดูดติดเส้นใยของตัวสีทำให้สีเข้าไปอยู่ภายในในและเมื่อเกิดปฏิกิริยาตัวสีจะยึดติดเส้นใย ตัวอย่างที่ดีคือสี Procion, Cibacron และ Remazol

2.2.2.12 สีโลหะ (mineral colorants) สารประกอบอนินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำหลายชนิด ใช้ย้อมใยเซลลูโลสและให้สีต่างกัน เมื่อย้อมแล้วต้องทำให้สารนี้ตกตะกอนภายในใน ตัวอย่างที่ดีได้แก่ Mineral khaki ซึ่งเป็นสารประกอบของเหล็กอ๊อกไซด์และโครเมียมอ๊อกไซด์รวมกัน

2.2.3 การจำแนกเส้นใย

ใยผ้า มีทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติ จากพืช สัตว์และสารอนินทรีย์ และที่ผลิตขึ้นจากวัตถุดิบที่มิใช่เส้นใย วัตถุดิบเหล่านี้บางทีเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติแล้วนำมาดัดแปลงให้เป็นเส้นใย บางทีเป็นเพียงธาตุต่าง ๆ นำมารวมกันเข้า ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีรวมกันเป็นสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบชนิดใหม่มีคุณสมบัติทำเป็นเส้นใยได้ มีอยู่มากมายหลายสิบชนิด การศึกษาที่จะทำให้จำและเข้าใจได้ง่าย จะต้องแยกใยเหล่านี้ออกเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เส้นใยบางชนิดแม้จะมีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่ผลิตจากโรงงานหรือประเทศต่างกัน จะมีชื่อการค้าไม่เหมือนกัน เช่น ในโพลีเอสเตอร์ ของประเทศอังกฤษเรียก เทอริลีนย (Terylene) ของสหรัฐอเมริกาเรียก เดครอน แต่ของญี่ปุ่นเรียก เทโทรอน (Tetoron) นอกจากนี้แล้วเส้นใยชนิดเดียวกันนี้เมื่อนำไปทำเป็นเสน้นด้วยต่างแบบกันยังมีชื่อการค้าต่างกันออกไปอีก

การจำแนกเส้นใยจึงทำได้หลายวิธีตามแต่ท่านผู้รู้ท่านใดจะเห็นว่าเหมาะสมและจำได้ง่ายที่สุด ปัจจุบันนิยมจำแนกออกตามส่วนประกอบเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดด้วยกันคือ

1. ใยเซลลูโลส มีส่านประกอบเป็นเซลลูโลสอันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งที่ทำให้พืชยืนต้นอยู่ได้ ใยเซลลูโลสเป็นใยที่ได้มาจากพืชทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นใยชนิดใด

ใยเซลลูโลสธรรมชาติ ใยพวกนี้มีลักษณะเป็นเส้นใยอยู่แล้วในธรรมชาติ นำมาคัดแปลงแต่งเติมบ้างเล็กน้อยก็ใช้ประโยชน์ได้ เช่น ฝ้าย ลินิน

ใยเซลลูโลสประดิษฐ์ ได้แก่ใยที่นำเซลลูโลสธรรมชาติดจะมีสภาพเป็นเส้นใยหรือมิได้มีสภาพเป็นใย มาทำเสียใหม่ให้เป็นใยใช้ประโยชน์ได้ แต่คุณสมบัติของเซลลูโลสยังคงเดิม เช่น เรยอนและอาซิเตด

2. ใยโปรตีน คือใยที่มีส่วนประกอบเป็นโปรตีน มีทั้งที่เป็นใยธรรมชาติและใยประดิษฐ์

ใยโปรตีนธรรมชาติ ได้แก่ใยประเภทขน ผมหรือเคราของสัตว์ นำมาใช้เป็นใยผ้าได้ทันที ถ้าต้องการให้สวยงานจะดัดแปลงบ้างเล็กน้อย เช่น ขนสัตว์ ขนม้า ใยไหม

ใยโปรตีนประดิษฐ์ ทำมาจากส่วนประกอบโปรตีนของพืชบางชนิดหรือโปรตีนของสัตว์ เช่น โปรตีนจากนม โปรตีนจากข้าวโพดหรือถั่ว เป็นต้น

3. ใยสังเคราะห์จากสารเคมี ใยในหมู่นี้ทั้งหมดเป็นใยที่ประดิษฐ์ขึ้นจากมวลธาตุหลายชนิดรวมกัน ควบคุมปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นให้เป็นไปเพียงเท่าที่ต้องการ ใยที่ได้ส่วนใหญ่ทนความร้อนสูงไม่ได้ บางที่เรียกว่า ใยไม่ทนความร้อน มีอยู่หลายหมู่ด้วยกัน เป็นเส้นใยหลายสิบชนิด มีชื่อเรียกตามแต่บริษัทผู้ผลิตจะตั้งขึ้น

4. ใยอนินทรีย์ ใยหมู่นี้มีทั้งที่เป็นใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ ใยธรรมชาติมีใยหินเพียงชนิดเดียว นอกนั้นเป็นใยประดิษฐ์ เช่นใยแก้ว อลูมิเนียมและทอง เป็นต้น

ใยประดิษฐ์ที่ทำจากยางธรรมชาติเป็นเส้นใยขนาดใหญ่เส้นเดียว ใช้เป็นเส้นด้ายโดยตรง เมื่อคิดถึงวิธีผลิตต้องนับว่าเสร้นด้ายนี้เป็นใยยาวเดี่ยว เรียกว่า แลสเตกซ์ (Lastex) ใช้ทำยางยืดสำหรับประกอบเสื้อผ้า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยผ้าที่ได้มาจากสัตว์ตามธรรมชาติ เป็นใยผ้าที่สำคัญสำหรับประเทศหนาว ได้จากสัตว์หลายชนิด เช่น แพะ แกะ และสัตว์บางชนิดที่มีน้อย เช่น อูฐ ม้า กระต่าย มิงค์ เป็นต้น ขนเหล่านี้มองดูภายนอกมีลักษณะคล้ายกัน แต่ถ้าดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วแตกต่างกันมาก ขนแพะแคชเมียร์และขนอูฐเป็นขนที่อ่อนนุ่มมาก

ขนแมวและขนวัวใช้ทำผ้าได้เหมือนกัน แต่มิได้ทอเป็นผ้าโดยเฉพาะ ใช้อัดปนกับขนสัตว์คุณภาพดีชนิดอื่นทำให้ผ้าขนสัตว์มีราคาถูกลง ขนสุนัขก็เคยมีผู้ทำขึ้นใช้เอง จนถึงกับต้องบันทึกเป็นประวัติในเรื่องการใช้ขนสัตว์

ใยพืชต่าง ๆ ที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ ใยฝ้าย ใยแฟลกซ์ มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับใช้ในประเทศอินเดีย จีน ธิเบต เส้นใยค่อนข้างกระด้างเหมาะสำหรับตัดเสื้อในฤดูร้น ทนแดดและฝนได้ดี

ปอ ปลูกมากในอินเดีย ปากีสถาน และทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เคยเป็นสินค้าออกอย่างหนึ่งของไทยที่นำเงินรายได้เข้าสู่รัฐมากพอสมควร อต่ขณะนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า เพราะไม่ต้องหมักแยกเส้นใย เหมาะกับสภาพของภูมิประเทศ ทำให้โรงงานทอกระสอบต้องสั่งปอเข้ามาจากต่างประเทศ ฝ่านปลูกในฟิลิปปินส์ แมกซิโก เป็นใยจากลำต้นทั้งสิน ใบป่านศรนารายณ์ ใช้ใยทำเชือกได้ มีลักษณะแข็งกว่าใยอื่น ๆ ใช้สารหมวกสตรี กระเป๋าถือ และของใช้เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ

ขณะนี้ผู้เขียนได้ทำวิจัยเรื่องการใช้ใยจากใบสับประรดผลิตเป็นผ้าสำเร็จแล้ว ได้ผ้าที่มีความคงทน คงรูปดี ย้อมสีง่าย แต่ราคาเส้นใยค่อนข้างสูง

ใยหิน ไม่สามารถจะปั่นเป็นเส้นด้ายโดยตรงได้ ต้องผสมกับใยฝ้าย

ใยสังเคราะห์มีมาก่มายหลายสิบชนิด แต่ละชนิดยังมีชื่อแตกต่างกันตามแต่บริษัทผู้ผลิตอีกด้วย ใยสังเคราะห์ของบริษัทดูปองเป็นที่นิยมแพร่หลาย จนบางชื่อใช้เป็นชื่อทั่วไปของใยชนิดนั้น ๆ

ฟางเทียม ขนม้าเทียม เป็นใยเซลลูโลสประดิษฐ์ ซึ่งนอกจากทำเป็นผ้าแล้วยังทำเป็นสินค้าต่าง ๆ ได้ด้วย บางชนิดได้ปรับปรุงวิธีผลิตให้ดีขึ้น เป็นต้นว่า หุ้มอาซิเตดด้วยวิสคอส ทำให้ใยนั้นมีคุณสมบัติของเส้นใย 2 ชนิดรวมกัน

ใยโปรตีนจากนมของสหรัฐอเมริกา เรียกว่า อาราแลค (Aralac) ของอิตาลีเรียกลานิตัล (Lanital) ของเนเธอร์แลนด์เรียก แลคโตฟิล (Lactofil) มีคุณสมบัติคล้ายขนสัตว์มากแต่ด้วยกว่า เช่น เหนียวน้อยกว้า ให้ความอบอุ่นน้อยกว่า สำหรับใช้ปนกับขนสัตว์หรือใช้แทนขนสัตว์ในที่ ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้ขนสัตว์ ใยโปรตีนประดิษฐ์ไม่ว่าจะผลิตมาจากโปรตีนชนิดใด เรียกรวมว่า แอสลอน (Azlon) ขณะนี้ไม่มีการผลิต

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยสังเคราะห์จากสารเคมีมีหลายชนิด ไนลอนเป็นชื่อการค้าของบริษัทดูปอง ผลิตมาจากสารประกอบโพลีเอไมด์ เพอลอน (Perlon) เป็นไนลอนของเยอรมัน ของญี่ปุ่น เรียก อามิแลน (Amilan)

ไนลอน (Nylon) ถ้าเขียนด้วย N (ตัวใหญ่) เป็นชื่อเส้นใยที่จดทะเบียนสงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทดูปอง แต่ถ้าเขียนด้วย n (ตัวเล็ก) เป็นชื่อทั่วไปของใยที่ผลิตจากโพลีเอไมด์

เดครอน (Dacron) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทดูปองเช่นเดียวกัน ทำความสะอาดง่ายกว่าใยสังเคราะห์ชนิดอื่น ของอังกฤษเรียก เทอริลีน (Terylene) ของญี่ปุ่นเรียก เทโทรอน (Tetoron)

โพลีไวไนล์แอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol) ผลิตออกจำหน่ายมากเหมือนกันเฉพาะของประเทศญี่ปุ่นที่มีจำหน่ายในกรุงเทพฯ เรียกว่าคูราลอน (Kuralon) ไม่ทนต่อความร้อน พิจารณาเพียงผิวเผินคล้ายฝ้ายมาก ใช้ทอผ้าปนกับใยโพลีเอสเตอร์และผลิตภัณฑ์อย่างอื่น

ออร์ลอน เป็นใยอไครลิค ผลิตมาจากสารประกอบอไครโลไนทริล (Acrylonitrile) ทนการขัดสีได้ดีมาก เป็นชื่อการค้าของบริษัทดูปอง เมื่อผลิตเป็นพลาสติกเรียกว่า ลูไซท์ และ เพลกซิกลาส (Lucite และ Plexiglas) ทั้งสองชนิดมีจำหน่ายในกรุงเทพฯ

ใยแก้ว เหมาะสำหรับทำม่าน ผ้าบุผนัง ทำฉนวนความร้อน ทำเสื้อผ้าไม่ได้ดี ใยแก้วที่จำหน่ายมากมำฟเบอร์กลาสและไวทรอน (Fiberglass และ Vitron) ไม่ทนต่อรอยหักพับ หรือการเสียดสีโดยตรง เช่น ชายม่านหน้าต่างที่เสียดสีกับของหน้าต่าง

ใยยางธรรมชาติ ใช้ยางดิบมาทำให้ข้นแล้วกดผ่านแว่นรูเล็ก ๆ เวลาใช้ต้องมีเส้นด้ายฝ้ายหรือเรยอนพันทับอีกชั้นหนึ่ง มีความยืดหยุ่นดี ไม่ทนต่อด่าง ยางสังเคราะห์เรียกว่าไวรีน (Vyrene) ใช้สำหรับทำเครื่องชั้นในสตรี มีคุณสมบัติดีกว่ายางธรรมชาติ โดยเฉพาะทนต่อสารซักฟอกและความร้อนได้สูงกว่า

2.2.4 คุณสมบัติใยผ้า

วิธีทดสอบคุณสมบัติเส้นใยกระทำได้ 3 วิธี และควรจะใช้พร้อมกันทั้ง 3 วิธี จึงจะได้คุณสมบัติที่แท้จริงของใยนั้น

วิธีทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ดูลักษณะภายนอกและรูปร่างของเส้นใย และลักษณะภายในเป็นภาพตัดตามขวางว่าใยนั้นมีโครงสร้างอย่างไร

วิธีทดสอบทางกายภาพ ใช้เครื่องทดสอบทางฟิสิคส์และเชิงกลตรวจสอบคุณสมบัติบางประการ หรือเครื่องทดสอบที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ทดสอบผ้าโดยเฉพาะก็ได้ เช่น ความต้านแรงดึง ความทดต่อการขัดสี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทดสอบทางเคมี ใช้หลักวิชาเคมี หาส่วนประกอบหรือความทนต่อสารเคมี เพื่อประโยชน์ใช้สอยและการตกแต่งย้อมสีให้ดีและสวยงามขึ้น

คุณสมบัติของใยจึงมีทั้งที่เป็นคุณสมบัติกายภาพและเคมี โดยทั่วไปที่ควรทราบมีอยู่ 13 ชนิด

2.2.4.1 ความยาว

2.2.4.2 ความมัน

2.2.4.3 ความต้านแรงดึง

2.2.4.4 ความยืดหยุ่น

2.2.4.5 การนำความร้อน

2.2.4.6 การดูดความชื้น

2.2.4.7 การทำความสะอาดและการซักได้

2.2.4.8 ปฏิกิริยาต่อสารฟอกขาว

2.2.4.9 ปฏิกิริยาต่อความร้อน

2.2.4.10 ความทนต่อเชื้อเห็ดรา

2.2.4.11 ความทนแสงและอากาศภายนอก

2.2.4.12 ปฏิกิริยาต่อด่างและกรด

2.24.13 การดูดสีย้อม

2.2.4.1 ความยาว ด้ายจะเหนียว ผ้าจะทนทานและมีเนื้อเรียบถ้าผลิตจากใยยาว จนกระทั่งเป็นที่กล่าวกันว่า "ใยยิ่งยาว ด้ายยิ่งเหนียว" คำกล่าวนี้เป็นความจริง เฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับใยชนิดเดียวกัน เช่น เอาใยฝ้ายที่มีขนาดเท่ากันแต่ยาวไม่เท่ากันมาเป็นเส้นด้ายขนาดเท่ากันจะเหนียวไม่เท่ากัน แสดงให้เห็นว่าความยาวของใยมีความสัมพันธ์กับความเหนียวของเส้นด้าย ใยสั้นเมื่อทำเป็นเส้นด้ายจะไม่ใคร่เหนียว ผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม เพราะปลายใยลอยขึ้นมาอยู่บนผิวผ้ามาก

2.2.4.2 ความมัน คือความสะท้อนแสง เป็นเงาสดใสของใย บางครั้งทำให้ลื่น เกิดจากการสะท้อนแสงของพื้นเรียบ ยิ่งเรียบมากยิ่งสะท้อนแสงมาก ใยกลมสะท้อนแสงได้มากกว่าใยแบน ความมันของใยขึ้นอยู่กับลักษณะราบเรียบของใย เมื่อทำเป็นเส้นด้ายหรือผ้าจะมันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตด้าย ถ้าเอาเส้นใยยาววางขนานกันโดยไม่เข้าเกลียวหรือเข้าแต่เพียงเล็กน้อยจะเป็นมันเงามากกว่าใยสั้น หรือถ้าต้องการให้เป็นมันมากอาจตกแต่งเพิ่มเติมขึ้นภายหลังได้ ใยสังเคราะห์อาจทำให้เป็นมันมากหรือน้อยได้โดยการเพิ่มน้ำมันหรือแม่สีลงในสารละลายเส้นใย ความยาวของเส้นใยทำให้เป็นมันมากหรือน้อยได้เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 ความต้านแรงดึง ผ้าจะใช้ประโยชน์ได้ดีและทนทานมากเพราะความเหนียวรวมกับความยาวของใย ความเหนียวหรือความต้านแรงดึงหมายถึงความสามารถในการทนต่อการดึงหรือฉีกขาด มักจะพูดกันในลักษณะแรงดึง (tensile strength) อันมีความหมายโดยตรงถึงความต้านแรงดึงของวัตถุนั้น ๆ จนถึงจุดก่อนที่จะขาดจากกัน วัดเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือวัดเป็นกรัมต่อขนาดของใยที่วัดเป็นเดนเยอร์ ใยบางอย่างจะเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก บางที่จะลดบางชนิดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ตารางต่อไปนี้แสดงความต้านแรงดึงของเส้นใยเปรียบเทียบตามชนิด ขนาดของใยแตกต่างกัน

2.2.4.4 ความยืดหยุ่น มีความหมายครอบคลุมได้หลายกรณี ความยืดหยุ่นที่แท้จริงหมายความถึงคุณสมบัติของใยที่เมื่อดึงให้ยืดออกแล้วหดกลับเท่าขนาดเดิมได้ จะยืดหดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ดึง ถ้าใช้แรงน้อยยืดได้มากหมายความว่ายืดหยุ่นได้มาก

เมื่อใยยืดหยุ่นได้ ด้ายจะยืดหยุ่นดี ทำให้ผ้ามีความคืนตัว ทนยับได้ตามปริมาณที่ใยยืดหยุ่นได้ ความยืดหยุ่นนี้ทำให้ใยไม่ขาดง่าย ทำให้ด้ายและผ้าเหนียวขึ้น

ความยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์กับความโยนตัว ความอ่อนตัว ความคงตัว และการจัดรูปใหม่ได้ง่าย เป็นคุณสมบัติที่มีลักาณะคล้ายคลึงกัน เกิดมาจากความยืดหยุ่นได้ของใยเหมือนกันทั้งสิ้น คุณสมบัติเหล่านี้มักจะอยู่รวมกันในใยชนิดเดียวกัน

2.2.4.4.1 ความโยนตัว หมายความถึงคุณสมบัติที่ใยสามารถดีดตัวหรือโยนตัวกลับเข้าที่เดิมได้อย่างรวดเร็วหลังจากที่ถูกดึงหรือกด ความโยนตัวทำให้ผ้าทนยับได้เล็กน้อย ในที่มีความโยนตัวน้อยหรือไม่มีเลยสามารถทำให้มีขึ้นได้โดยตัดเป็นใยสั้น ด้ายใยสั้นทำให้ผ้าไม่ใคร่เหนียวเท่าเดิม แต่มีเนื้อนุ่มมากขึ้น คืนรอยยับได้ดีขึ้น

2.2.4.4.2 ความอ่อนตัว จะทำให้ผ้าจัดเป็นรูปแบบใด ๆ ได้ดี ผ้าที่จัดเป็นรูปแบบได้ง่าย (drapping) ต้องผลิตมาจากใยที่มีความอ่อนตัว ซึ่งเป็นการตรงกันข้ามกับความแข็งกระด้างของใยที่ทำให้ผ้ามีเนื้อและน้ำหนักมาก ความอ่อนตัวทำให้ผ้านุ่มดูเบาบางน่าสวมใส่ จับจีบได้ดี ความอ่อนตัวและความแข็งกระด้างของใยสามารถตกแต่งให้มีขึ้นได้โดยใช้สารเคมีช่วย หรือโดยกรรมวิธีการผลิตอื่น ๆ

2.2.4.5 ความคงตัว เกิดมาจากผ้าที่มีความโยนตัวดีหรือจากผ้าที่ไม่ใคร่ยืด ทำให้ผ้าคงรูปรักษาขนาดได้ดี ลักษณะภายนอกและรูปทรงไม่เปลี่ยนแปลงแม้ได้รับความชื้น ความร้อนและการดึงในอัตราจำกัด

2.2.4.6 การนำความร้อน การนำความร้อนหรือไม่ของใยผ้า มีความสำคัญในวงการผ้ามากผ้าจะเหมาะกับการสวมใส่ในอากาศเช่นไรขึ้นอยู่กับการนำความร้อนของเส้นใย ใยที่นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนดีและเร็วเหมาะสำหรับสวมใส่ในฤดูร้อน ชนิดที่นำความร้อนไม่ดีควรใช้ในฤดูหนาว ชนิดที่ไม่นำความร้อนใช้เป็นฉนวนกั้นความร้อน

คุณสมบัตินี้นอกจากจะเป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในเส้นใยเองแล้ว การทอ ถักนิต และการตกแต่ง ยังทำให้คุณสมบัตินี้ลดหรือเพิ่มขึ้นได้ ผ้าที่ทอห่าง ๆ มีช่องว่างระหว่างเส้นด้ายอากาศผ่านไปมาได้ ผ้านั้นใส่แล้วจะไม่ร้อน ผ้าที่ตกแต่งให้มีขนฟู นุ่ม ความร้อนถ่ายเทได้ยาก ผ้าชนิดนั้นให้ความอบอุ่นดี

2.2.4.7 การดูดความชื้น หมายความถึงความาสามารถของใยที่สามารสถดูดความชื้นจากอากาศเข้าไว้ภายในเส้นใย ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น ระบุเป็นอุตราส่วนร้อยของน้ำหนักเส้นใย

การดูดความชื้นและระเหยออกอย่างรวดเร็วสำคัญต่อสูขภาพและความสะดวกสบายของผู้สวมใส่ตลอดถึงการทำความสะอาดด้วย ใยดูดความชื้นได้ไม่เท่ากัน แต่สามารถทำให้มีมากขึ้นได้โดยวิธีผลิตหรือการตกแต่ง ผ้าที่ทอหลวม ๆ หรือทำขนฟูดูดความชื้นได้มากกว่าผ้าเนื้อเรียบ การชุบมันทำให้ใยดูดความชื้นได้มากขึ้น การเพิ่มหมู่อาเซติล (acetylation) ทำให้ใยดูดความชื้นได้น้อยลง

ในด้านอุตสาหกรรม การดูดความชื้นมีความสำคัญมาก เพราะมีความสัมพันธ์กับการย้อม การทำให้หดและการตกแต่ง บางครั้งต้องตกแต่งให้ใยดูดความชื้นได้ดีเสียก่อนจึงจุตกแน่งวิธีอื่นได้

2.2.4.8 การทำความสะอาดและการซักได้ ผู้บริโภคมักจะสนใจว่า เสื้อผ้าชนิดไหนถูกสุขลักษณะ ชนิดไหนทำความสะอาดง่ายยากเพียงไร หรือว่าต้องซักเป็นพิเศษแตกต่างไปจากผ้าธรรมดาอย่างไร ในที่มีผิวนอกราบเรียบ เช่น ฝ้าย ลินินและเรยอน ทำความสะอาดง่ายกว่าใยชนิดอื่น แต่ถ้าตกแต่งให้ขนฟูต้องระวังเป็นพิเศษ

ที่ว่าใยไม่ใคร่ดูดน้ำหรือความชื้น สามใส่ไม่ถูกสุขลักษณะไม่จริงเสมอไป ต้องพิจาณาโครงสร้างของผ้านั้น ๆ ด้วย ผ้าเนื้อห่าง อากาศถ่ายเทง่าย ก็ถูกสุขลักษณะเช่นกัน ปกติใยประเภทนี้ไม่ใคร่ดูดความสกปรก มีผิวใยราบเรียบ ซักง่ายและแห้งเร็ว

2.2.4.9 ปฏิกิริยาต่อสารฟอกขาว เสื้อผ้าเมื่อมีรอยเปรอะเปื้อนหรือด่างดำฟอกให้ขาวสะอาดน่าใช้ได้ การซักฟอกธรรมดาไม่อาจทำให้ขาวได้ จำเป็นต้องใช้สารเคมีบางชนิดช่วย บรรดาสารฟอกขาวเหล่านี้ บางชนิดเป็นอันตรายต่อเส้นใยมาก เวลาใช้ควรศึกษาก่อน

สารฟอกขาวที่ใช้ทั่วไปในบ้านได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรด์และแคลเซี่ยมไฮโปคลอไรด์ ที่มีจำหน่ายในเวลานี้เป็นสินค้านำเข้าจากสหรัฐอเมริกาเรียกว่า Clorox ทำในประเทศไทยเรียกว่า ไฮเตอร์ มีคุณภาพเช่นเดียวกัน จะใช้ชนิดผลแห้งละลายน้ำก็ได้ แต่ต้องระมัดระวังปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ให้เหมาะกับจำนวนน้ำ เข้มข้นไปอัตรายต่อผ้า ไฮโดรเจนเปอร์อ๊อกไซด์เป็นสารฟอกขาวที่ไม่มีอันตราย มีอำนาจฟอกสีอ่อนต้องทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง

ใยที่ทนการฟอกขาวได้ดี เช่น ฝ้าย ลินิน ออร์ลอน เดครอน ไดเนลและใยสังเคราะห์อื่น ๆ ส่วนไหม ขนสัตว์ อาซิเตดและไนลอน ไม่ควรใช้สารฟอกขาว โดยเฉพาะสารประเภทด่างทำให้ขนสัตว์หดและละลายได้แต่ทำให้ฝ้ายเหนียวขึ้น

2.2.4.10 ปฏิกิริยาต่อความร้อน ใยสามารถทนความร้อนได้สูงเท่าไร อยู่ที่ส่วนประกอบของใย ใยเซลลูโลสทนได้ดีกว่าใยโปรตีน ใยธรรมชาติทนได้ดีกว่าใยสังเคราะห์ ถ้าผู้บริโภคทราบว่าใยประเภทใดทนความร้อนได้สูงเท่าไร จะเป็นประโยชน์ในการรักษาและทำความสะอาด เป็นต้นว่ามันลุกติดไฟหรือเปล่า รีดได้ที่อุณหภูมิสูงสุดเท่าไร เป็นต้น

นอกจากนี้ ใยบางประเภท เช่น ใยสังเคราะห์ เมื่ออบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาจำกัด จะทำให้คงรูปได้ด้วย

2.2.4.11 ปฏิกิริยาต่อเห็ดรา ตามธรรมดาเมื่อผ้าชื้นและได้รับความอบอุ่นเพียงพอเชื้อเห็ดราที่มีอยู่ในอากาศและตกเกาะเสื้อผ้าจะเจริญงอกงามขึ้นเป็นจุดด่างดำในบริเวณที่มีเชื้อราที่ว่าเป็นทั้งเห็ดราเพราะเหตุว่า เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะทั้งเห็ดและรารวมกันอยู่ แต่เมื่อดูด้วยตาเปล่ามีลักาณะอย่างเดียวกัน บางชนิดยังทำให้เกิดกลิ่นเหม็นด้วย เห็ดราเหล่านี้เจริญงอกงามแต่เฉพาะใยที่เป็นอาหารของมันได้เท่านั้น ใยสังเคราะห์ใหม่ ๆ จึงไม่เป็นรา ถ้าไม่เปื้อนสกปรก

ใยอาซิเตดทนต่อราได้ดีแต่จะเปลี่ยนสี ไหมและขนสัตว์ทนได้ดีเหมือนกัน แต่ถ้าเก็บไว้ในที่ชื้นและมขืดมากจะเสื่อมสภาพได้

2.2.4.12 ปฏิกิริยาต่อแสงแดด ในเขตที่มีแสงแดดตลอดปี เช่น ประเทศไทย คุณสมบัติชนิดนี้สำคัญยิ่ง โดยเฉพาะประเทศไทยอยู่ในภาวะที่ต้องสั่งวัตถุหลายอย่างมาจากต่างประเทศควรจะต้องระวังใช้ผ้าให้ทนทานที่สุดเท่าที่จะทำได้ ใยบางชนิดทนต่อแสงแดดได้ดี บางชนิดเสื่อมคุณฃภาพได้เร็ว เพียงทิ้งไว้ภายนอกเท่านั้นไม่ต้องให้ถูกแสงแดดโดยตรง

แสงแดดทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างไรขึ้นภายในโครงสร้างของเส้นใย จำแนกโดยตรงได้ยาก สิ่งที่เห็นชัดคือโครงสร้างของเส้นใยเปลี่ยนจากเดิมทำให้ใยเปื่อย กลายเป็นสีเหลืองบางที่เป็นสีเทา

บางครั้งใช้แสงแดดให้เป็นประโยชน์ในการฟอกขาวเส้นใยได้ เช่น การฟอกใยลินินหรือการซักผ้าตามบ้านที่นิยมตากแดด ทำให้ผ้าขาวมีสีขาวมากขึ้น แต่ถ้ามากนักก็ไม่ดีเหมือนกัน ใยผ้าเสื่อมคุณสมบัติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.13 ปฏิกิริยาต่อด่างและกรด คุณสมบัตินี้สำคัญต่อการผลิตและการใช้ ตามธรรมดาด่างจะทำลายใยที่มาจากสัตว์ และกรดจะทำลายใยที่มาจากพืชแม้จะเป็นกรดอย่างอ่อน ใช้ละลายเส้นใยเพื่อตรวจสอบชนิดของเส้นใยได้ การฟอกขาว การตกแต่งหรือการย้อมจะทำได้ดีหรือไม่เพียงไร มีส่วนสัมพันธ์กับปฏิกิริยาของใยที่มีต่อด่างและกรดที่นำมาใช้เพื่อการนั้น ๆ

2.2.5 การย้อมสี

การย้อมสีได้ปฏิบัติกันมานานนับ 1,000 ปี เป็นทั้งศิลปที่ทำให้เกิดสีบนสิ่งทอ มีความสวยงานจูงใจให้ใช้ เป็นทั้งวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้สีติดอยู่ที่สิ่งทอได้และคงทน ไม่ลอดออกพร้อมที่จะปรับปรุงกระบวนการย้อมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นเทคโนโลยีที่ต้องการความรู้ความสามารถโดยเฉพาะ

สีที่ละลายอยู่ในน้ำ มิได้อยู่นิ่งเฉย จะเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลาเช่นเดียวกับที่เมื่อเรามองฝ่าแสดงแดดออกไปภายนอกเห็นละอองฝุ่นเคลื่อนไหวอยู่ในอากาศ ที่ตัวสีเป็นเช่นนี้เพราะทั้งในตัวสีและในน้ำมีแรงอย่างใดอย่างหนึ่งแผงอยู่ จึงเมื่อนำวัสดุสิ่งทอใส่ลงในน้ำย้อม แรงประดามีจะทำให้ตัวสีเคลื่อนไหวตามลำดับขั้น นับได้ 3 ขั้น จึงจะเห็นสิ่งทอเป็นสีตามที่ต้องการได้แก่

1. สีค่อย ๆ เคลื่อนตัวในน้ำย้อมเกาะที่ผิวเส้นใย
2. สีจะยึดติดที่ผิวของเส้นใย
3. สีจะค่อย ๆ เคลื่อนตัวจากผิวภายนอกของเส้นใยเข้าไปจนกระทั่งถึงกึ่งกลางของเส้นใย

การที่สีติดเส้นใยได้เพราะสารประกอบทั้งสองชนิดรวมเข้าเป็นสารประกอบเคมีใหม่ รวมตัวนี้มิใช้เป็นการรวมตัวแบบโซเดียมและคลอรีนแล้วเปลี่ยนรูปเป็นเกลือแกงซึ่งเป็นสารชนิดใหม่ คุณสมบัติเดิมของโซเดียมและคลอรียนเปลี่ยนไปตามอัตราส่วนของโซเดียมและครอรียนที่มีอยู่ในสารประกอบใหม่แต่ละชนิด ส่วนการรวมตัวของสีและเส้นใยนั้นไม่ทำให้คุณสมบัติเคมีเปลี่ยนไป เพียงเปลี่ยนคุณสมบัติกายภาพเห็นเป็นสีต่าง ๆ เท่านั้น อัตราส่วนจะมากน้อยเท่าใดก็ได้ตามต้องการ สีอาจเข้มมากจนเกือบดำหรืออ่อนจากจนเกือบเป็นสีขาว การรวมตัวของเส้นใยและก็ยังคงเป็นสารประกอบอยู่ สารประกอบนี้อาจสลายตัวออกโดยกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งเปลี่ยนตัวสีให้เป็นสารประกอบเคมีที่มีโครงสร้างแตกต่างไปจากเดิม มักจะไม่ละลายน้ำเช่น leuco vat อ๊อกซิไดส์หรือ coupling component ของสีอะโซอิคทำปฏิกิริยา couple กับ diazotise base เป็นต้น ถ้าไม่มีการตกแต่งภายหลังย้อมใด ๆ แล้ว ตามทฤษฎีกระบวนการย้อมสีนี้เปลี่ยนกลับไปมาได้ หมายความว่า เมื่อย้อมสีตดเส้นใยแล้วสามารถทำให้หลุด แยกออกเป็นตัวสีและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยในสภาพเดิมได้ สีบางตัวทำได้ง่ายเช่น สีไดเรกท์เวลาซักมาจะลอกตกออก บางชนิดทำได้ยากเช่นสีวัต จึงเกิดเป็นสีไม่ตก (fast color) อันเป็นคุณสมบัติที่ต้องการมากที่สุดในการย้อมสี

การย้อมสีที่ถูกต้อง สีจะต้องติดเข้าไปถึงภายในเส้นใย จะติดเฉพาะรอบนอกเท่านั้นไม่ได้ เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูตามขวางของเส้นใยจะเห็นสภาพการย้อมได้ชัดเจนในทมาง ปฏิบัติการย้อมให้สีติดเข้าไปถึงภายในเส้นในยนี้มิได้ทำเสมอไป กระบวนการย้อมมักจะสิ้นสุดลงก่อน สีติดแต่บริเวณรอบนอกเส้นใย ภายในยังคงมีสีขาว เรียกว่า ringg dye ลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นได้กับเส้นใยทุกชนิดเมื่อย้อมใน 2-3 นาทีแรก หรือเมื่อย้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ควรเป็นซึ่งทำให้ระดับการเคลื่อนตัวของสีภายในเส้นใยลดน้อยลง

ใยผ้าทุกชนิดมีลักษณะอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน คือ ประกอบด้วยโมเลกุลเล็ก ๆ ต่อกันเหมือนโซ่ เช่น ไหมเป็น polypeptide ฝ้ายและเรยอนเป็น poly-cellobiose และไนลอนเป็น polyamide ถ้าใช้รังษีเอกซ์จะตรวจพบว่า การเรียงตัวไม่เหมือนกัน เปรียบให้เห็นได้ง่าย ๆ เหมือนกับเอาแท่งแก้วไปหมุนในแสงไฟ รัศมีที่สะท้อนออกไม่เหมือนกัน เมื่อนำเส้นใยไปดึงยืดจะทำให้โมเลกุลเรียงตัวกันได้ดีขึ้น ลักษณะที่โมเลกุลเรียงตัวกันภายในเส้นใยจึงเห็นได้ชัดเจนว่า มี 2 แบบ แบบหนึ่งเรียงตัวกันเป็นระเบียบเรียกว่า crystallites ในใยเซลลูโลสเรียกว่า micelles ก็ได้ อยู่เป็นช่วง ๆ ภายในเส้นใย อีกส่วนหนึ่งเรียงตัวกันหลวม ๆ ไม่เป็นระเบียบ (amorphous region)

โมเลกุลของสีย้อมค่อนข้างใหญ่ ไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในระหว่างโมเลกุลของเส้นใยที่มีสายโมเลกุลเรียงตัวกันหนาแน่นมีระเบียบได้ ขนาดโมเลกุลที่จะสามารถซึมผ่านเข้าไปภายในส่วนที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบของเส้นใยได้นั้นเท่ากับขนาดของสี monoazo ช่องระหว่างส่วนไม่เป็นระเบียบเรียกว่า pore หรือช่องว่างกับขนาดโมเลกุลของสีจึงสัมพันธ์กันมาก ถ้าสามารถทราบขนาดของช่องว่างและขนาดโมเลกุลของสีจะทำให้ย้อมสีได้ง่ายขึ้นการย้อมสีส่วนใหญ่ใช้น้ำเป็นสื่อ และใยผ้านั้นเมื่ออยู่ในน้ำจะพองตัว (swell) ออกได้ตามปริมาณกลุ่ม OH ที่มีอยู่ การพองตัวของเส้นใยจะเกิดเฉพาะช่องว่างเท่านั้น ทำให้ช่องว่างมีขนาดใหญ่ขึ้น โมเลกุลของสีซึมเข้าไปได้ง่าย เส้นใยทุกชนิดมีจำนวนและขนาดของเส้นใยไม่เท่ากัน สีแต่ละชนิดก็มีขนาดโมเลกุลไม่เท่ากัน จึงเป็นสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้สีย้อมบางตัวติดเส้นใยได้ดี บางตัวติดไม่ได้ซึ่งเหนือไปจากสาเหตุที่เกิดคุณสมบัติเคมีโดยตรงระหว่างตัวสีกับเส้นใย

เมื่อโมเลกุลของสีซึมผ่านเข้าไปภายในเส้นใยแล้ว จะต้องมีอำนาจบางอย่างมาแยกตัวสีออกจากน้ำและเกาะติดเส้นใย สีโมเลกุลใหม่ที่อยู่ในน้ำย้อมภายนอกเส้นใยจะซึมเข้าไปแทนที่เส้นใยจึงค่อย ๆ มีโมเลกุลของสีรวมตัวกันอยู่มากขึ้น สีจะเข้มมากขึ้นตามลำดับเส้นใยจะดูดติดไว้ได้เป็นปริมาณมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับกลุ่มเคมีที่ทำให้เกิดปฏิกริยา (reactive group) ของตัดสีและเส้นใยนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการย้อมที่สำคัญคือ ไม่ด่าง สีสม่ำเสมอและเหมือนกันตลอด ทั้งนี้จะย้อมได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเคมีของเสีและเส้นใย วิธีย้อมและลักษณะของเครื่องย้อม สีบางตัวมีคุณสมบัติพิเศษแม้เมื่อแรกย้อมจะด่างแต่พอย้อมให้นานขึ้นสีจะค่อย ๆ กระจายตัวออกไปทำให้สำสม่ำเสมอได้ คุณสมบัตินี้เรียกว่า migration หรือการซึมกระจาย การเลือกตัวสีมาใช้จึงจำเป็นต้องพิจารณาคุณสมบัตินี้ด้วย จะทำให้ย้อมได้ผลดีและง่าย เส้นใยบางชนิดต้องย้อมด้วยสีที่ซึมกระจายตัวดีแต่บางชนิดไม่ต้อง

ปฏิกริยาย้อนกลับของสีหรือนัยหนึ่งคือ การดูดติดเส้นใยและการลอกออกของตัวสีเกิดขึ้นได้เกือบทุกกระบวนการ บางครั้งต้องการให้เกิดขึ้นแต่บางครั้งก็ไม่ต้องการ เพราะส่วนมากต้องย้อมให้สีมีความคงทนสูง สีประเภทนี้บางครั้งมีโมเลกุลใหญ่ทำให้ซึมกระจายตัวยาก ย้อมให้สม่ำเสมอยากแต่ตัวสีจะคงคนต่อการใช้น้ำสูง คุณสมบัติการกระจายตัวของสีจึงสำคัญอันดับสองในการเลือกตัวสีย้อม

ของแข็งหลายชนิดสามารถดูดซึมสีได้เมื่อใส่ลงในน้ำละลายสี เส้นใยมีคุณสมบัติเฉพาะที่ดูดซึมได้มาก เพราะช่องว่างหรือความหลวมของโมเลกุลและปฏิกริยาระหว่าโมเลกุลของสีและของเส้นใย ช่องว่างนี้เมื่อถูกน้ำจะพองตัวออกสีซึมผ่านเข้าไปได้ เส้นใยแต่ละชนิดมีช่องว่างอยู่นับไม่ถ้วน ตามขวางของเส้นใยจะมีอยู่ประมาณ 10 ล้านช่อง ผนังหรือผิวภายในของเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้ายหรือขนสัตว์จะมีเนื้อที่ประมาณ 100 ม.^{2}/กรัม หรือเท่า กับ 1/1000 ของผิวภายนอกของเส้นใย

เส้นใยที่เห็นเป็นสีต่าง ๆ จะต้องใช้โมเลกุลของสีเรียงซ้อนกันตั้งแต่ 10-100 ชั้น ถ้าเป็นสีเข้มจะมีประมาณ 1,000-10,000 ชั้นจึงจะมองให้เห็นว่ามีสีได้ชัดเจนเมื่อมีแสงพอเหมาะ มีโมเลกุลของสีย้อมรวมกันอยู่อย่างน้อย 10,000 โมเลกุล (ประมาณ 10^{-18} กรัม) บางครั้งสามารถเกิดเป็นสีเข้มได้แม้ว่าจะมีสีอยู่เพียงชั้นเดียว ถ้ามีแรงอะไรสักอย่างหนึ่งหรือสองอย่างมาบังคับให้สีตัวนั้นแผ่กระจายไปทั่วทั้งผิวเส้นใยภายใน

อำนาจการรวมตัวของสีกับเส้นใยต้องมีมากกว่าอำนาจการรวมตัวของน้ำและสีจึงจะย้อมได้ผลดี คุณสมบัติเช่นนี้ทำให้เกิดขึ้นได้เมื่อโมเลกุลของสีมีหมู่อะตอมที่เรียงตัวกันในลักษณะที่ทำให้เกิดภาวะดูดติด (substantivity) กับเส้นใยแล้วเกิดพันธะทางเคมี (bond) ยึดกันแน่น อิทธิพลเชิงเคมีที่ทำให้สียึดติดกับเส้นใยได้แบ่งกว้าง ๆ เป็น 4 ชนิดได้แก่

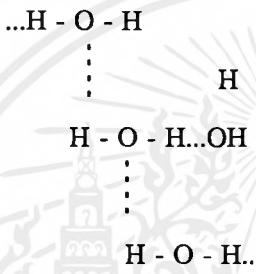
1. พันธะเคมีไฮโดรเจ็น (hydrogen bond)
2. แรงแวนเดอวัลส์ (Van de Waals forces)
3. แรงไอออนนิค (ionic forces)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พันธะเคมีโควาเลนท์ (covalent bond) กำลังแรงเหล่านี้จะไม่ทำหน้าที่เพียงลำพัง จะต้องมีอย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป บางครั้งก็พร้อมกันทั้ง 4 ชนิดจึงจะทำให้สีกับเส้นใยรวมตัวกันได้

พันธะเคมีไฮโดรเจ็น

ไฮโดรเจ็นในหมู่ OH จะยึดอย่างหลวม ๆ กับอะตอมอื่นได้ เป็นวาเลนซีที่สองตัวอย่างที่ดีได้แก่ การยึดตัวของไฮโดรเจนกับอ๊อกซิเจนในโมเลกุลของน้ำซึ่งทำให้น้ำมีจุดหลอมละลายและจุดเดือดสองกว่าที่ได้คาดหมายกันไว้



เส้นใยและสีเกือบทุกชนิดมีกลุ่ม OH อยู่จำนวนมาก ใยกึ่งสังเคราะห์เช่น อาซิเตด มีกลุ่มเคมีที่แสดงคุณสมบัติการย้อมของเส้นใยที่สำคัญมาก เพราะกลุ่ม OH ลดจำนวนไปมากกว่าครั้งทำให้ดูดสีได้น้อยลง แต่ใยเซลลูโลสและใยโปรตีนยังคงมีอยู่มากเหมือนเดิมทำให้ดูดสีได้มาก

แรงแวนเดอวัลส์

แรงนี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นแรงที่ทำให้อะตอมและโมเลกุลเข้ามายึดติดกันได้เอง โมเลกุลของเส้นใยและสีย้อมมีเอกลักษณ์พิเศษทำให้เกิดแรงแวนเดอร์วัลส์ยึดติดกันได้ กล่าวคือ มีโมเลกุลยาวและแบน เช่นโมเลกุลของเซลลูโลส สีแว๊ตหรือสีไดเรกท์ หรือระหว่างใยเซลลูโลสอาซิเตดกับสีดีสเพอส์ หรือเมื่อโมเลกุลทั้งสองมีอัตราส่วนของกลุ่มไฮโดรคาบินทั้ง aliphaic หรือ aromatic มีจำนวนใกล้เคียงกัน ดังเช่นในสีบางตัวที่ใช้ย้อมขนสัตว์และที่ใช้ย้อมใยโพลีเอสเตอร์เกือบทั้งหมด น้ำก็มีส่วนช่วยให้สีและเส้นใยยึดติดกันด้วยกลุ่มไฮโดรคาบอนพยายามที่จะแยกตัวออกจากน้ำแล้วมารวมกลุ่มกันเอง ซึ่งรู้จักกันว่า เป็นการรวมตัวแบบ hydrophobic bonding

แรงไอออน

การยึดรวมตัวระหว่างเส้นใยและสีแบบนี้เกิดขึ้นได้โดยไฟฟ้าต่างศักย์ เส้นใยเมื่ออยู่ในน้ำมีปฏิกริยาไฟฟ้าเป็นลบ ส่วนใหญ่สีที่ละลายน้ำเป็นแอนไอออน การดูดซึมเกิดขึ้นไม่ได้ ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนไอออนของเส้นใยก่อนที่สีจะเข้ามาใกล้พอที่แรงแวนเดอวัลส์จะทำหน้าที่ได้ ส่วนสีที่เป็นแคทไอออน เช่น สีที่ใช้ย้อมใยอไครลิคไม่จำเป็นต้องใช้

การเติมเกลือลงในน้ำย้อมใยเซลลูโลสและกรดลงในน้ำย้อมใยโปรตีนหรือไนลอน เพื่อเปลี่ยนศักย์ซึ่งไอยู่ในเส้นใย จะเห็นได้ดังต่อไปนี้

$$W - \overset{+}{N}H_3 \qquad \overset{-}{O}OC - W \quad \text{.....(1)}$$

$$\downarrow +HX$$

$$W - \overset{+}{N}H_3 \qquad HOOC - W \quad \text{.....(2)}$$

$$X^- \qquad \downarrow +NaD$$

$$W - \overset{+}{N}H_3 \qquad HOOC - W + NaX \quad \text{.....(3)}$$

$$D^-$$

เมื่อ W = ส่วนประกอบอื่น ๆ ของโมเลกุลขนสัตว์

HX = กรดซึ่งเติมลงในน้ำย้อม

NaD = โมเลกุลของสีย้อมซึ่งเป็นเกลือโซเดียมของกรดบางชนิด ส่วนมากมักเป็นกรดซัลโฟนิค

เมื่ออยู่ในน้ำ กลุ่มอไมโนและคาบ๊อกซิลของเส้นใยจะมีไอออนตามอีเควชันที่ 1 เมื่อเติมกรดลงในน้ำย้อม กรดจะดูดซึมเข้าไปภายในเส้นใย ไฮโดรเจนไอออนจะทำให้ไอออนของกลุ่มคาบ๊อกซิลเป็นกลางตามอีเควชันที่ 2 ทำให้ใยขนสัตว์มีปฏิกริยาไฟฟ้าบวกรวมตัวกับไฟฟ้าลบได้

พันธเคมีโควาเลนท์

สีรีแอคตีพยึดติดเส้นใยได้โดยพันธเคมีโความเลนท์สามารถยึดได้แน่นยิ่งกว่าการยึดติดใด ๆ ที่กล่าวมาแล้วทั้งสิ้น ทำให้แยกตัวออกจากกันได้ยาก สีรีแอคตีฟบางตัวเมื่อนำไปใช้กับด่างหรือกรดจะแยกตัวละลายปนกับน้ำออกมาได้บ้างเล็กน้อย ถ้าจะให้แยกตัวออกเกือบหมดจะต้องต้มเดือดใน hydrazine เข้มข้นร้อยละ 40 นาน 3 ชั่วโมง

ปฏิกริยาของสีรีแอคตีฟดังกล่าวนี้เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของคลอรีนหนึ่งหรือสองอะตอมซึ่งมีอยู่ในโมเลกุลของสีย้อมกับกลุ่มไฮดร็อกซิลของเซลลูโลส ดังนี้

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Dye TCl} + \text{HOCH}_2\text{Cell.} \xrightarrow{+\ OH^-} \text{Dye TOCH}_2\text{Cell.} + \text{Hcl}$$

และ

$$\text{Dye XCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{H} \xrightarrow{+\ OH^-} \text{Dye XCH} = \text{CH}_2 + HSO_4^- + H_2O \xrightarrow{+\ \text{Cell}} \text{Dye XCH}_2\text{CH}_2\text{OCell.}$$

T ใช้แทน heterocyclic ring ซึ่งมีไนโตรเจ็น

X ใช้แทนกลุ่มเคมีอื่นของสีรีแอคตีฟ ถ้าเติมด่างลงไปด้วยจะทำปฏิกริยาได้ดีขึ้น

พันธะโควาเลนท์บางชนิดเกิดได้ในการย้อมสีแอสิดกับอลูมิเนียมทไฮดร็อกไซด์โดยกลุ่มซัลโฟเนทของสีทำปฏิกริยากับอลูมิเนียมที่ผิวของอลูมินา ดังนี้

$$\text{DYeSO}_3\text{Na+Ho-AL} \rightleftharpoons {}_1\,\text{DyeSO}_3\text{AL} + \text{NaOH}$$
$$\text{DYeSO}_3\text{Na+Ho-AL} \rightleftharpoons {}_2\,\text{DyeSO}_3^-\text{AL}^+ + \text{NaOH}$$

ปฏิกริยาแบบที่ 1 เกิดพันธโควาเลนท์ แบบที่ 2 เกิดพันธะไอออนนิคโดยการเปลี่ยนไอออน อัตราส่วนการเกิดปฏิกริยาทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะทำให้เกิดที่ผิวของอลูมิเนียมได้โดยวิธีใด

2.2.5.1 การย้อมด้วยสารช่วยติดโครเมียม

การย้อมแบบนี้ การติดสีแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ขั้นที่ 1 สีย้อมจะซึมเข้าสู่ภายในเส้นใย ขั้นที่ 2 สารช่วยติดจะดูดซึมเข้าเส้นใย ขั้นที่ 3 สีและสารช่วยติดทำปฏิกริยากันภายในเส้นกลายเป็นสารประกอบสีตัวใหม่ กระบวนการขั้นที่ 1 ปฏิกริยาเกิดขึ้นเช่นเดียวกับสีแอสิด กระบวนการขั้นที่ 2 ก็เช่นเดียวกันแต่แทนที่จะเป็นแอนไอออนของสีกลับเป็นแอนไอออนของสารช่วยติด dichromate เมื่อเข้าไปภายในเส้นใยแล้วจะเปลี่ยน (reduce) เป็นสารประกอบโครมิคโดยพันธเคมีของ cystine ($-CH_2-S-S-CH_2-$) ของเส้นใย ส่วนประกอบที่แท้จริงของโครมิคนี้ยังไม่ทราบ ทำปฏิกริยากับเส้นใยเปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (complex) โดยสีย้อม 1 หรือ 2 โมเลกุลรอบตัวกับโครเมียมหนึ่งอะตอมด้วยแรงไอออน กระบวนหารขั้นที่ 3 ทำให้เกิดขึ้นในน้ำย้อมก็ได้ เมื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบสมบูรณ์หรือละออิงสี (lake) แล้วซึมผ่านช่องว่างของเส้นใยเข้าไปภายใน

2.2.5.2 ระดับการย้อมสี (rate of dyeing)

หมายถึงอัตราการดูดซมของสีเขาไปภายในเส้นใยในช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้โดยสีจะค่อย ๆ ซึมช้า ๆ เข้าไปตามช่องว่างของเส้นใยสู่ภายใน ถ้าเส้นในมีโมเลกุลที่เป็นระเบียบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นด้ายหรือผ้าม้วยพับกันแน่นจะดูดสีได้ช้าลง ต้องการเวลาย้อมนานขึ้นจึงจะย้อมให้สีติดได้สม่ำเสมอและข้าถึงกึ่งกลางของเส้นใย บางครั้งถ้าภาวะการย้อมถูกต้องสมบูรณ์จะเสียเวลาเพียงวินาทีหรือ 2-3 นาที แต่บางครั้งจะนานนับชั่วโมงหรือเป็นร้อยชั่วโมง ใยสังเคราะห์ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลแน่นมากอาจเสียเวลาเป็นวันถ้าไม่ปรับปรุงกระบวนการย้อมใหม่

ระดับการย้อมที่ถูกต้องคือ สีจะต้องซึมเข้าไปภายในเส้นใยและติดจนกระทั่งเมื่อตัดเส้นใยตามขวางแล้วดูด้วยกล้องจุลทัศน์เห็นเป็นสีเดียวและเท่ากันตลอด ความเข้มของสีภายในเส้นใยจะต้องเท่ากับความเข้มของสีที่คงเหลืออยู่ในน้ำย้อมเรียกการย้อมถึงระดับนี้ว่าการย้อมสมดุลย์ (equilibrium) ถ้าสีเกาะติดแต่เพียงรอบนอกของเส้นใยหรือซึมเข้าไปภายในเพียงภายใต้รอบนอกของผิวเส้นใยเท่านั้น ภายในกึ่งกลางยังคงเป็นสีขาวอยู่เรียกว่าการย้อมแบบวงแหวน (ring dyeing) การย้อมได้สมดุลย์หรือไม่จะสังเกตได้หลายทางด้วยกัน ที่ง่ายที่สุดคือ เมื่อย้อมไปนาน ๆ แล้วน้ำย้อมไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใด ความเข้มของสีที่เส้นใยเป็นปกติอาจยุติได้ว่า ย้อมสีได้สมดุลย์แล้ว ระดับการย้อมสีอาจระบุเป็นเวลาที่ย้อมให้ซึมผ่านเข้าไปภายในเส้นใยได้ร้อยละ 50 ของการย้อมสมดุลย์ (time of half dyeing = t 1/2) ความเร็วที่สีสามารถซึมกระจายตัวเข้าไปภายในเส้นใยตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดให้หรือนัยหนึ่งคือ diffusion coefficient ของสี

ไม่ว่าจะย้อมได้เร็วหรือช้าล้วนเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในวงการย้อมทั้งสิน เพราะถ้าย้อมได้เร็วเกินไปก็ย้อมให้สีสม่ำเสมอได้ยาก ถ้าช้าเกินไปก็เปลืองเวลาและเชื้อเพลิง ค่าแรงงานก็เพิ่มขึ้น บางครั้งเส้นในที่แช่น้ำย้อมอยู่นาน ๆ ก็เสื่อมสภาพได้ ดังนั้นเพื่อควบคุมระดับการย้อม ผู้ย้อมต้องควบคุมเวลาให้พอเหมาะหรือเติมสารช่วยย้อมบางชนิดเพื่อให้สีติดเส้นใยได้ในระดับที่ต้องการและในช่วงเวลาที่กำหนด

2.2.5.3 อิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

การเปลี่ยนอุณหภูมิการย้อมอย่างน้อยที่สุดก็กระทบกระเทือนต่อผลงาน 3 อย่าง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะ

1. ทำให้ย้อมสีได้เร็วขึ้น
2. ลดปริมาณสีที่ซึมเข้าภายในเส้นใย
3. ทำให้สีซึมกระจายตัวจากส่วนที่ดูดสีไว้มากไปสู่ส่วนที่ดูดสีไว้น้อย ทำให้ย้อมได้สม่ำเสมอดี

ในทางปฏิบัติ เมื่อพิจารณาดูผลการย้อมก่อนสิ้นสุดกระบวนการได้ผลตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาแล้วคือ ระยะเวลาย้อมช้าลงแต่เพิ่มปริมาณสีดูดซึมเข้าไปได้เร็วขึ้น เมื่อพิจารณาดูวัสดุที่ย้อมเท่ากัน ในระยะเวลาที่เพิ่มอุณหภูมิสีจะดูดซึมเข้าไปได้มากกว่าที่อุณหภูมิสูง แต่เมื่อสิ้นสุดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย้อม ที่อุณหภูมิต่ำจะย้อมได้เข้มมากกว่า ความจริงนี้นำมาใช้ในการย้อมสีใยเซลลูโลสที่ย้อมยาก ได้ดีเรียกว่า ย้อมเย็น (cold dyeing) เช่น สีแว็ต สีแว็ตละลายน้ำได้ สีแนพทัล

การย้อมที่อุณหภูมิต่ำย้อมได้ช้าเกินกว่าที่จะนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะเน้นที่จุดเดือดหรือใกล้เคียงเส้นใยจะดูดซึมสีได้เร็วขึ้น ตัวสีกระจายตัวออกได้สม่ำเสมอยิ่งขึ้น ระดับการย้อมสีจะเพิ่มมากขึ้นที่จุดเดือด โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มจาก 60 เป็น 100 องศาเซลเซียสระดับการย้อมจะเพิ่มขึ้นถึง 20 เท่า การย้อมใยโพลิเอสเตอร์จะทำได้ผลดีเมื่อย้อมที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดอาจถึง 130 องศาเซลเซียสก็ได้ ซึ่งต้องย้อมในเครื่องย้อมที่มีฝาปิดสนิท มีความดัน เมื่ออุณหภูมิขึ้นสูง 120 องศาเซลเซียส จะมีความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เครื่องย้อมชนิดนี้มีราคาแพงต้องใช้ด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ แต่จะประหยัดเวลาย้อมได้มาก

ผลกระทบต่อการเปลี่ยนอุณหภูมิการย้อมมีสาเหตุมาจากพลังงานที่ทำให้เกิดปฏิกริยา (activation energy) เป็นหลักวิชาทางด้านเคมีกายภาพ ระบุเป็นแคลลอรี่ หรือกิโลแคลลอรี่ต่อสีย้อมผ้าหนึ่งโมเลกุล เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น พลังงานที่ทำให้เกิดปฏิกริยาก็มีมากขึ้น ระดับการย้อมสีก็เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ สีแต่ละตัวเมื่อใช้ย้อมเส้นใยแต่ละชนิดจะมีพลังงานที่ทำให้เกิดปฏิกริยาแตกต่างกัน

2.2.5.4 อิทธิพลของสารช่วยย้อม

สีละลายน้ำมีอุณหภูมิสามารถจะซึมเข้าไปภายในเส้นใยได้แต่ค่อนข้างช้าและตกออกได้ง่าย จำเป็นต้องใช้สารเคมีเพิ่มลงในน้ำย้อมเพื่อเร่งปฏิกริยาให้เร็วขึ้น ย้อมให้สีติดทนทานสม่ำเสมอ สารเหล่านี้เรียกว่าสารช่วยย้อม (dye auxiliaries) ที่สำคัญและใช้มากมีอยู่ 7 ชนิดได้แก่

กรด

ใช้สำหรับย้อมใยโปรตีนและไนลอนด้วยสีแอสิด ทำหน้าที่เป็นตัวละลายสี ทำให้ประจุไฟฟ้าลบในเส้นใยน้อยลงและเพิ่มประจุไฟฟ้าบวก แอนไอออนจึงสามารถเข้าไปติดภายในเส้นใยได้ ตัวสีที่ดูดซึมได้น้อยเพิ่มกรดให้มากขึ้น ทำให้ตัวสีซึมกระจายตัวจากส่วนที่ติดสีมากไปยังส่วนที่ติดสีน้อยทำให้ย้อมได้สีสม่ำเสมอ เวลาซักสีจะตกออกได้ง่าย สีประเภทนี้ต้องการกรดแก่เพื่อสามารถซึมเข้าไปภายในเส้นใยได้มากขึ้น

ด่าง

ใช้สำหรับช่วยย้อมใยเซลลูโลสด้วนสีอโซอิด แว็ต กำมะถันและรีแอ็คตีฟ สีแว็ตและสีกำมะถันต้องย้อมในน้ำย้อมที่เป็นด่างแก่ มีสารรีดิวส์รวมอยู่ด้วย สารคัปปลิงของสีอโซอิดหรือแนพทัลละลายในด่างแก่ (โซดาไฟ) สีรีแอ็คตีฟใช้ด่างอ่อน (โซเดียมคาร์บอเนท) ทำหน้าที่ให้โมเลกุลของสีทำปฏิกริยายึดติดกับโมเลกุลของใยเซลลูโลสได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือ

เมื่อย้อมใยขนสัตว์ด้วยสี acid equalied ใช้โซเดียมซัลเฟตเป็นสารควบคุม เพราะโซเดียมซัลเฟตมีแอนไอออนมาก ทำปฏิกริยากับแอนไอออนของตัวสีเพื่อจะดูดซึมเข้าไปภายในเส้นใย กรดกำมะถันที่ใส่ลงไปจะทำให้เส้นใยดูดตัวสีไว้ได้มากขึ้น กรดและเกลือทำหน้าที่ตรงกันข้ามในน้ำย้อม ถ้าไม่ใช้โซเดียมซัลเฟตแล้วใช้กรดแต่น้อยหรือใช้กรดอ่อนแทนก็จะได้ผลอย่างเดียวกัน การย้อมวิธีแรกควบคุมระดับติดสีได้ยากเพราะปริมาณการใช้กรดหาความแน่นอนไม่ได้ การย้อมวิธีที่ 2 ทำให้มีราคาต้นทุนสูงกว่าปกติเพราะกรดอินทรีย์ย่อมมีราคาแพงกว่ากรดอนินทรีย์

โซเดียมไอออนของเกลือในน้ำย้อมส่วนหนึ่งจะทำหน้าที่ลดปฏิกริยาลงของเส้นใยทำให้แอนไอออนของสีสามารถเข้าไปใกล้เส้นใยจนกระทั่งแรงแวนเดอวัลส์มีประสิทธิภาพเมื่อย้อมฝ้ายด้วยสีแว็ตที่อุณหภูมิปานกลางจะได้โซเดียมไอออนมาทำหน้าที่นี้จากโซเดียมไดธิโอไนท์และโซเดียมไฮดร็อกไซด์ที่ใช้ละลายสี เมื่อย้อมเย็นสีแว็ตจะติดเส้นใยได้น้อยลง ถ้าเติมเกลือแกงในน้ำย้อมจะเป็นการเพิ่มโซเดียมไอออนทำให้สีติดเส้นใยได้มากขึ้น สามารถลดอุณหภูมิน้ำย้อมลงได้ ดังนั้นเวลาย้อมต้องระวังข้อนี้ด้วย

สารทำให้สีม่ำเสมอ

เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่า สีจะติดเส้นใยสม่ำเสมอจำเป็นต้องลดคุณสมบัติการดูดติดเส้นใยของสีให้ช้าลงโดยเติมสารประกอบที่มีคุณสมบัตินี้ลงในน้ำย้อมเรียกว่า surface active levelling agent ปฏิกริยาของสารนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้น สารประเภทนี้เป็นสารที่ดูดติดเส้นใยได้ง่าย ในขั้นต้นจึงแข่งขันกันซึมเข้าไปภายในเส้นใย ดังจะเห็นได้จากการย้อมขนสัตว์หรือไนลอนที่สีดูดติดเส้นใยได้เร็วมาก ขณะเดียวกันสารเคมีนี้จะไปเพิ่มพลังงานให้แก่สีย้อมเพื่อรักษาสภาพเดิมของตัวสีไว้ ไม่ทำปฏิกริยากับน้ำรวมตัวกันเป็นสารประกอบสมบูรณ์ชนิดใหม่ จึงทำให้สีรวมตัวกับเส้นใยได้ช้าลง

สารพา (carriers)

สารประเภทนี้ใช้มากเมื่อย้อมใยโพลีเอสเตอร์ทำให้สามรถย้อมสีเข้มได้แม้ใช้กระบวนการย้อมปกติ โดยมากเป็นสารประเภท 2-hydroxy diphenyl สารทำหน้าที่ได้โดยดูดติดอยู่ที่ผิวเส้นใยก่อน เมื่อสีเข้าไปติดตัวสีจะละลาย เส้นใยจะดูดสีไว้ได้มากขึ้น ระดับการติดสีก็เพิ่มขึ้น สารตัวนี้ยังช่วยให้เส้นใยพองตัวได้มากขึ้น

สารละลายอินทรีย์

การใช้สีที่ละลายน้ำได้น้อยย้อมขนสัตว์และไนลอน เช่น 1:2 metal complex ในน้ำย้อมผสมสารละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ จะย้อมได้ผลดีขึ้น ถ้าเติม benzyl alcohol ประมาณร้อยละ 3 ของน้ำย้อมลงไปด้วย สีจะติดเส้นใยที่ 60-80 องศาเซลเซียสและย้อมได้เร็วกว่า สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประหยัดไอน้ำที่ใช้ในการย้อม เส้นใยจะมีลักษณะดีกว่าการย้อมตามปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารละลายอินทรีย์สามารถก่อเป็นเยื่อบาง ๆ ภายในเส้นใยได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สีซึมผ่านเข้าไปติดเส้นใยได้เร็วขึ้น

สารรีดิวส์

สีบางชนิดไม่ลาลายน้ำ ต้องใช้สารเคมีมากทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดเล็กลงจนสามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างของเส้นใยได้ สารนี้เรียกว่า สารรีดิวส์ (reducing agent) บางครั้งจะทำให้สี (shade) เปลี่ยนไปบ้างเล็กน้อย โดยมากจะเป็นสารประกอบโซเดียมและใช้สารตัวอื่นช่วยให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น เมื่อย้อมเรียบร้อยแล้วต้องทำให้ตัวสีนั้นกลับเป็นตัวสที่ไม่ละลายน้ำตามเดิม

2.2.5.5 อิทธิพลด้านเรขาคณิตของโมเลกุลของสี

รูปร่างและขนาดของโมเลกุลของสีเรียกกันทั่วไปว่า เรขาคณิตของโมเลกุลของสี มีผลกระทบต่อการย้อมอย่างยิ่ง อาจสรุปได้สั้น ๆ ดังนี้

ภาวะดูดติดเส้นใย *(substantivity)*

ส่วนใหญ่โมเลกุลของสีค่อนข้างแบน ยิ่งแบนมากเท่าไรก็ยิ่งมีผลกระทบต่อการย้อมมากขึ้นเท่านั้น กลุ่มเคมีใด ๆ ที่นำมาใช้กับสีไดเรกท์และสีดีสเพอส์ที่ทำให้ความแบนของสีต้องเปลี่ยนไปหรือทำให้โมเลกุลบิดพันกันเป็นเกลียวจะทำให้ปริมาณการดูดติดสีของเส้นใยเซลลูโลสและอาซิเตดลดลง

ระดับการติดสี *(rate of dycing)*

คุณสมบัตินี้ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดโมเลกุลของสีหรือนัยหนึ่งลักษณะตามขวางของโมเลกุลของสี ส่วนหนึ่งจะเป็นคุณสมบัติเชิงกล ถ้าโมเลกุลยิ่งเล็กและยาวเท่าไรก็จะผ่านช่องว่างเข้าไปภายในเส้นใยได้มากขึ้นเท่านั้น จะเห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีย้อมฝ้ายด้วยสีไดเรกท์ ย้อมขนสัตว์ด้วยสีแอสิดหรือย้อมอาซิเตดด้วยสีดีสเพอส

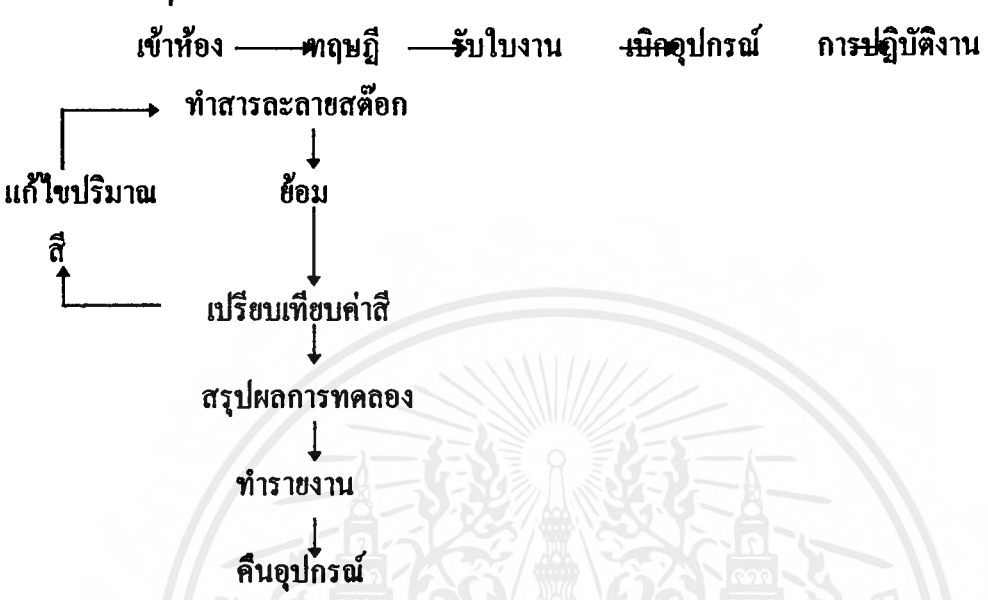
ความคงทนของสี *(color fastness)*

สีกรดที่ใช้ย้อมขนสัตว์ทุกตัวจะมีกลุ่ม sulpho สองกลุ่มในหนึ่งโมเลกุล ตัวสีที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าจะคงทนมากกว่า รูปร่างของโมเลกุลของสีมีส่วนทำให้ความคงทนเปลี่ยนแปลงได้โดยเฉพาะความแบนของโมเลกุล ถ้าโมเลกุลมีความกว้างมากกว่าความยาวจะติดคงทนมากกว่า สีในกลุ่ม phthalocyanine และสีแว๊ตหลายตัวโมเลกุลมีความยาวมากกว่าความกว้าง มีความคงทนต่ำมาก อย่างไรก็ตามความคงทนของสีแต่ละตัวยังขึ้นอยู่กับสาเหตุอื่นอีกด้วย ควรพิจารณาดูโดยเฉพาะของสีแต่ละตัวที่ต้องการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

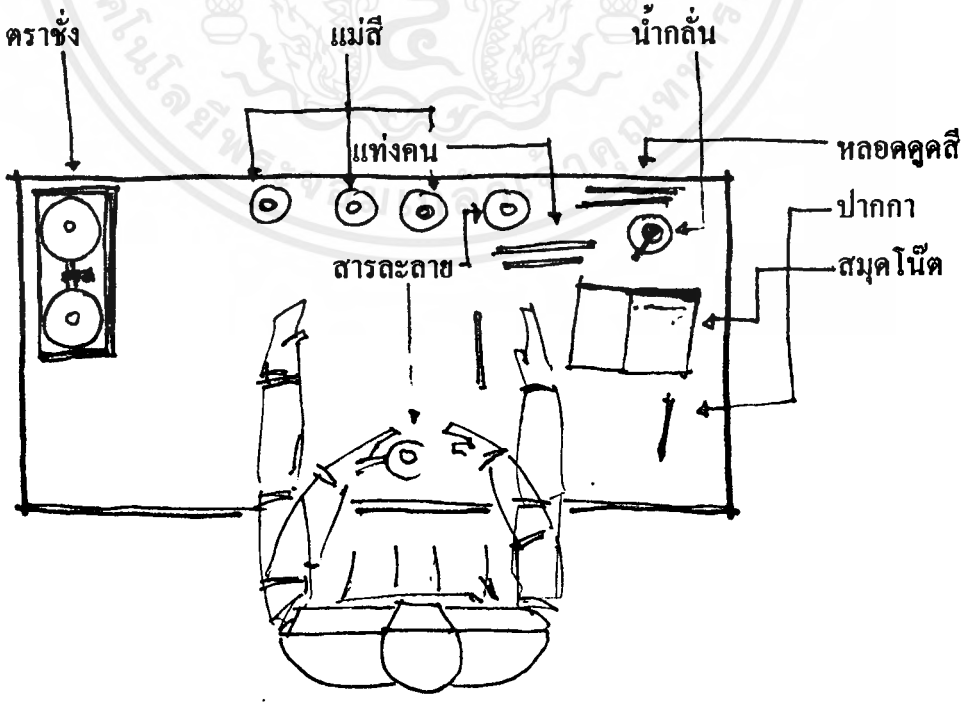
2.3 พฤติกรรมการใช้งาน

2.3 พฤติกรรมการเรียนวิชากระบวนการย้อมสีสิ่งทอ



ภาพที่ 9

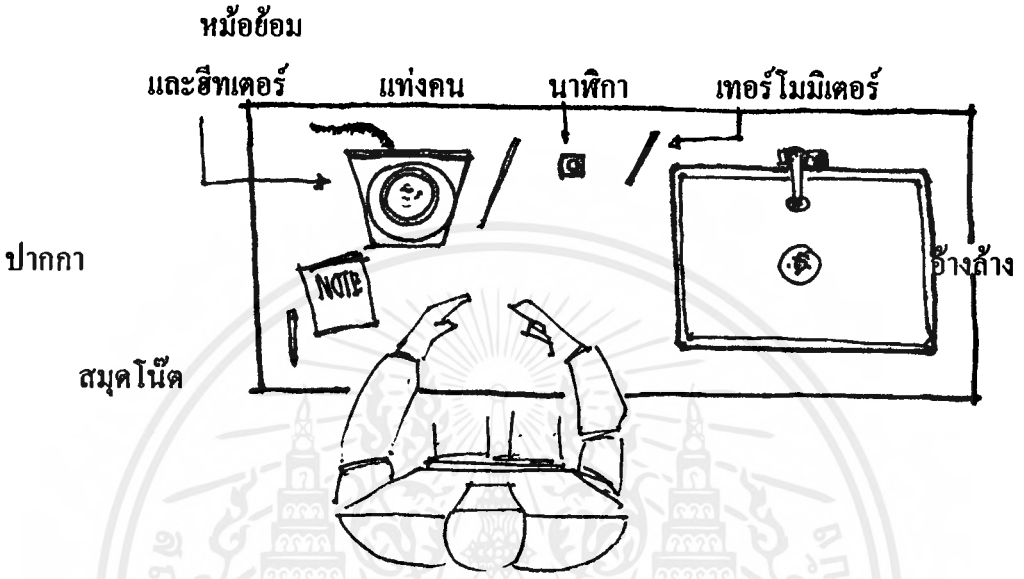
แสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการทำสารละลายสต๊อก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

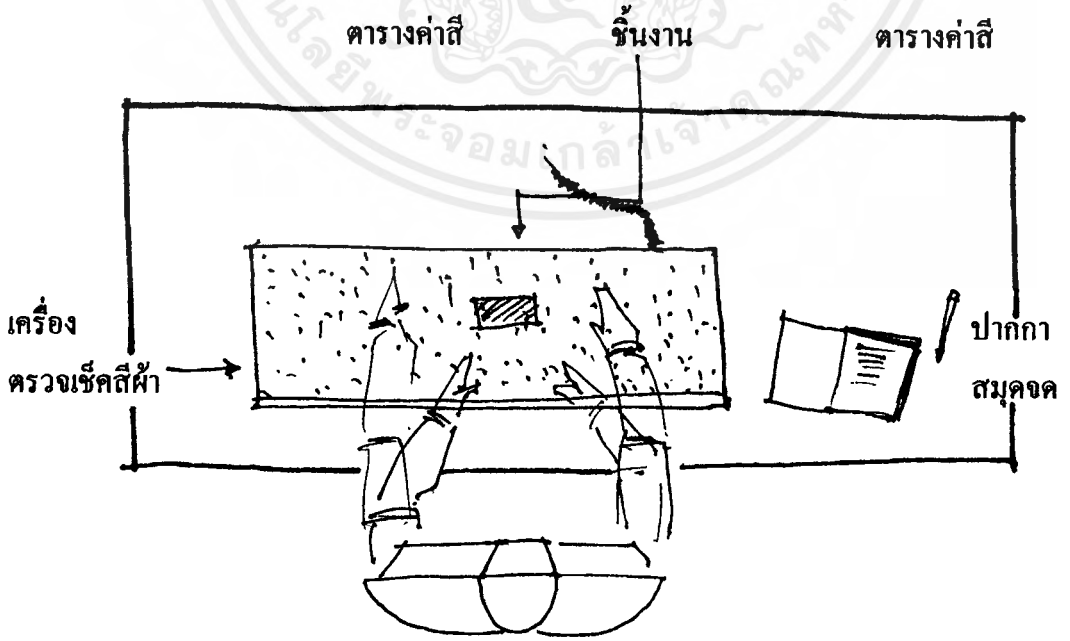
ภาพที่ 10

แสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการย้อม



ภาพที่ 11

แสดงพฤติกรรมและอุปกรณ์ในการตรวจเช็คค่าสี

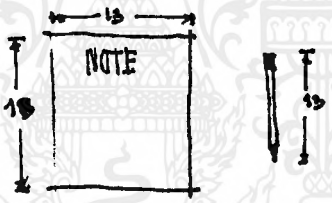


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

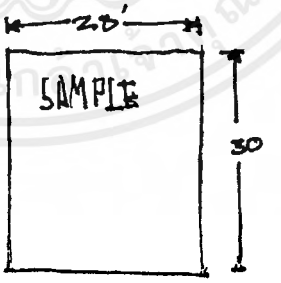
จากการศึกษาพฤติกรรมในการปฏิบัติงานย้อม เมื่อนักศึกษาได้รับใบงานแล้วจะทำการเบิกอุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น สีย้อม, ผ้า, อุปกรณ์การทดลอง แล้วแต่ละกลุ่มจะนำ สีย้อมผสมตามเปอร์เซ็นที่ได้คำนวนไว้เรียบร้อยแล้วหรือทำการทำสารละลายสต๊อกเมื่อต้องการความละเอียดของงานสูง เมื่อบันทึกค่าปริมาณสี และปริมาณน้ำ, สารช่วยย้อมต่าง ๆ แล้วจะทำการย้อมเป็นอันดับต่อมา โดยผ้าที่ย้อมทดลองจะมีขนาดเล็กก่อนย้อมในหม้อย้อมที่มีขนาดกลาง เมื่อย้อมเสร็จจะทำการเปรียบเทียบค่าสีที่ได้กับตัวอย่าง ถ้าเกิดผิดพลาดก็จะทำการคำนวนปริมาณสีและสารช่วยย้อมใหม่ ให้แตกต่างจากที่บันทึกในทิศทางที่เป็นไปได้ แล้วทดลองย้อมใหม่ จนมีความใกล้เคียงที่สุดจนถึงเหมือนกับผ้าตัวอย่าง แล้วจึงทำการบันทึกผลการทดลองส่งหรืออาจทำการย้อมผ้าผืนใหญ่ต่อไปโดยการเพิ่มสูตรคำนวน แล้วแต่คำสั่งในแต่ละครั้งว่าจะให้ย้อมเท่าใด ซึ่งขบวนการทั้งขบวนการใช้เวลาตั้งแต่ 1-3 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และการตั้งสมมุติฐานของนักศึกษา

อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานตรวจสอบสีผ้าหลังขบวนการย้อม

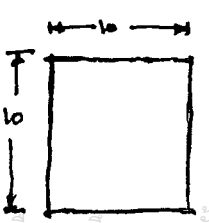
สมุดจดบันทึก, ปากกา



หนังสือตัวอย่างผ้าที่มีเปอร์เซ็นสีที่ถูกต้อง

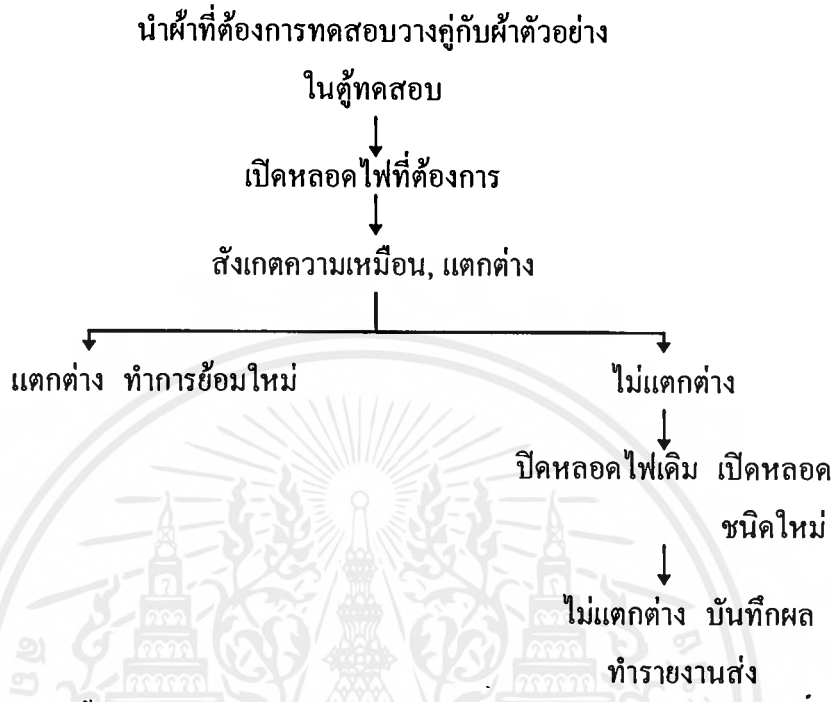


ผ้าที่ต้องทำการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการตรวจสอบสีผ้า



การใช้งานตั้งแต่เริ่มการตรวจสอบจนเสร็จ ประมาณ 1-10 นาที ผู้ใช้ทีละคน คราวละ 1-3 คน (กลุ่ม)

2.3.2 ข้อมูลด้านกลุ่มผู้ใช้

กลุ่มผู้ใช้เครื่องตรวจเช็คสีผ้า คือ นักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 ซึ่งโดยมากมักมีการเปิดการสอนทั้งภาคปกติและภาคสมทบ จึงมีนักศึกษาที่จะศึกษาประมาณปีละ 30-70 คนต่อสถาบัน มีการใช้งานในวิชาประมาณอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เวลาในการปฏิบัติงาน 1-3 ชั่วโมง

ขนาดสัดส่วนผู้ใช้

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ต้องวางบนโต๊ะปฏิบัติงานย้อม ซึ่งมีความสูงประมาณ 86.4 - 96.5 เซนติเมตร ตามมาตรฐานโต๊ะปฏิบัติงานเคมี (HEALTH CARE SPACES 235,262) เราจึงต้องนำมาตรฐานมาเป็นค่าตั้งต้นให้เกิดสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำงานที่สะดวกที่สุด

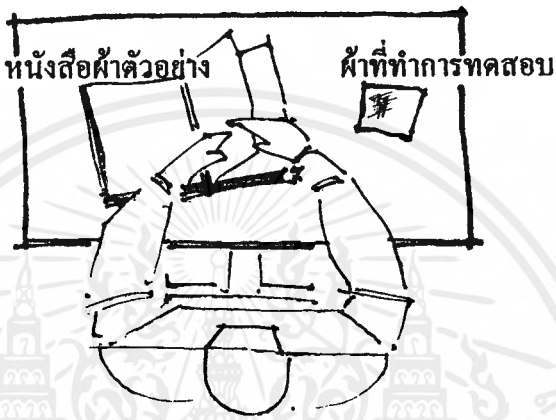
ความต้องการพื้นที่ภายในส่วนตรวจสอบ ได้จากขนาดของผ้าที่ใช้ทดสอบ และขนาดของหนังสือผ้าตัวอย่าง และพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นส่วนเสริมการตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าทดสอบ ขนาด 5-7 เซนติเมตร ผ้าตัวอย่างขนาด 7-12 เซนติเมตร เมื่อนำมาจัดวางจะได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และจากสัดส่วนกายภาพของมนุษย์แล้ว ควรจะมีพื้นที่ในห้องตรวจสอบประมาณ

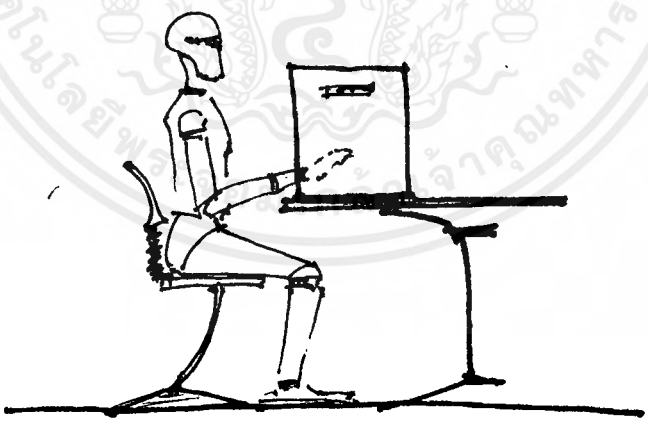
ภาพที่ 12

แสดงพื้นที่ในการใช้งานการตรวจสอบสีผ้า



ภาพที่ 13

แสดงมุมมอง และส่วนสูงที่เหมาะสม



จากระดับสายตาในมุมมองสบายแล้วควรมีความสูงเครื่องไม่ต่ำกว่าระดับของผ้าควรวางระดับสายตาลงมา 30^0 และควรห่างประมาณ 36-45 เซนติเมตร และ มุม 0^0-15^0-30^0 เป็นมุมที่สามารถอ่านสัญลักษณ์ที่เป็นรูปแสงสีได้ชัดเจนที่สุด

เรายังสามารถเฉียงคอไปทางซ้ายและขวาเป็นมุม 45^0 ได้อย่างสะดวกและก้มเงยเป็นมุม 30^0 จากระดับสายตาได้อย่างสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

2.4.1 ผลิตภัณฑ์เดิม เครื่องตรวจเช็คสีผ้า

ภาพที่ 14

แสดงเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

-เครื่องตรวจเช็คสีผ้า ขนาด กว้าง x ลึก x สูง 100 x 80 x 100

-โครงสร้างทำจากเหล็กแผ่นสังกะสี

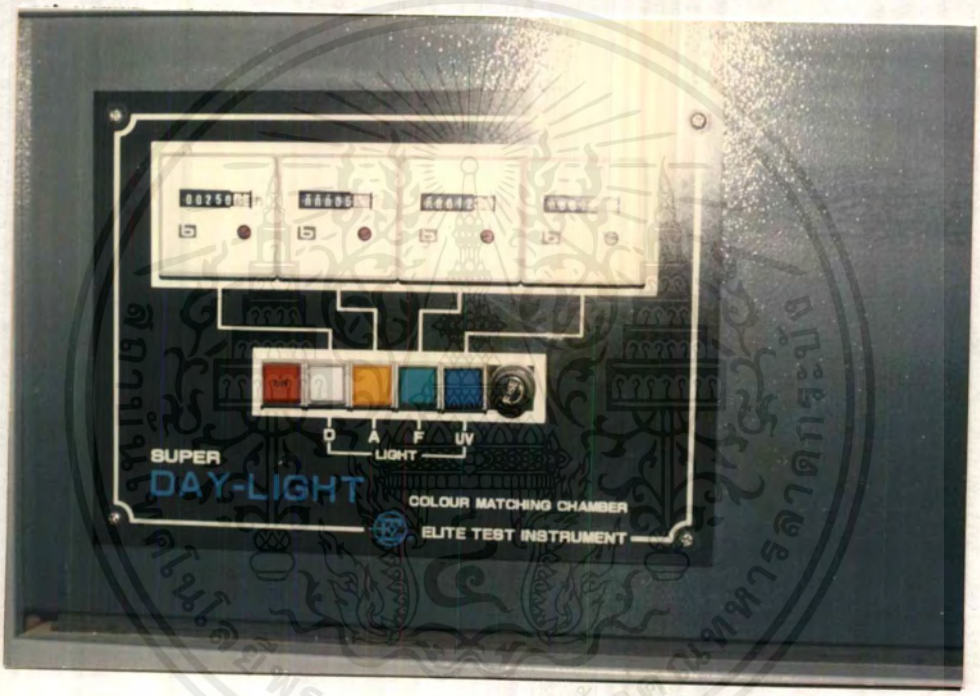
หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

ภาพที่ 15

แสดงแผงควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบ



- บนสุดหน้าปัทม์บอกอายุการทำงานของหลอดไฟแต่ละดวง
- ถัดมาสวิทช์ ปิด-เปิด หลอดไฟแต่ละดวง
- ด้านขวาของสวิทช์ ฟิวส์ของแผงสวิทช์

หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

ภาพที่ 16

แสดงแผงกระจายแสง และห้องตรวจสอบ

- จากภาพแผงกระจายแสงทำจากพลาสติกใสปริซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)

หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)

2.4.1.3 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบสีผ้า

ภาพที่ 17

แสดงหลอดไฟ และขั้วหลอดในเครื่องตรวจสอบ

หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบสีผ้า

ภาพที่ 18

แสดงการต่อวงจรของเครื่องตรวจสอบ

- ใช้ชุดวงจร 7 ชุด ต่อ หลอดไฟ 7 ดวง

หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบสีผ้า

ภาพที่ 19

แสดง ช่องระบายอากาศทางด้านข้างตัวเครื่อง

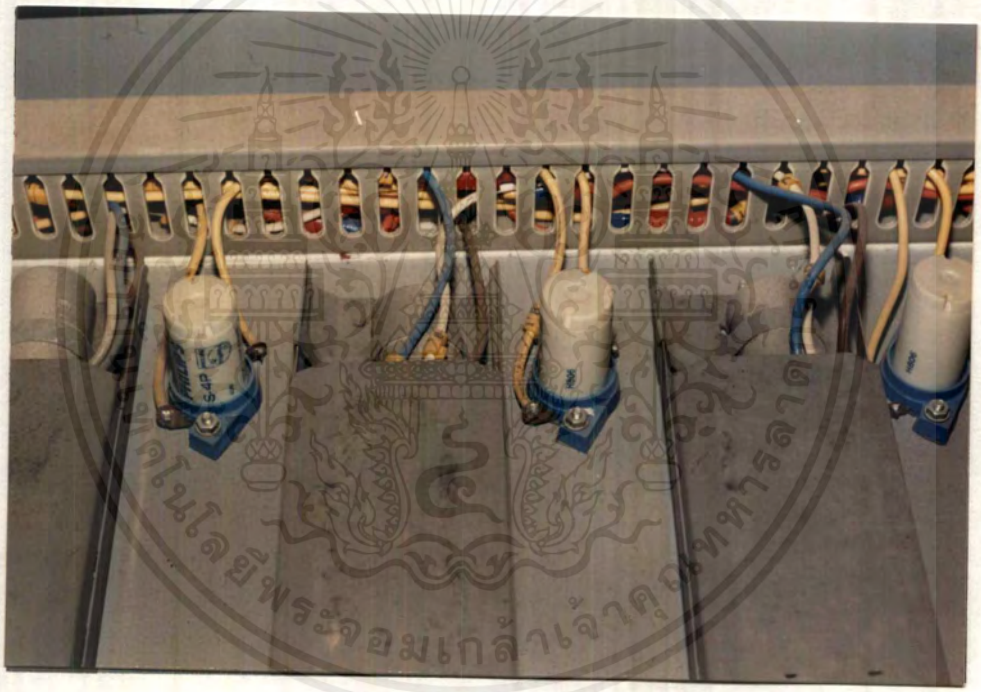
หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.6 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบสีผ้า

ภาพที่ 20

แสดงการเดินสายไฟตามรางภายในเครื่องตรวจสอบ

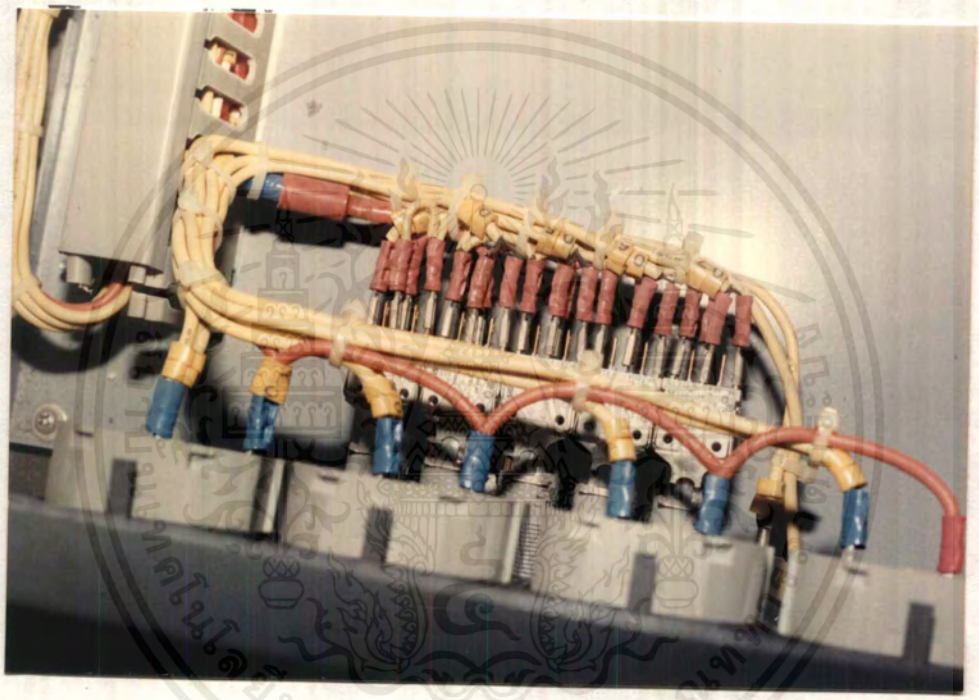


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินคดีกับผู้ที่ละเมิดลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.7 ส่วนประกอบของเครื่องตรวจสอบสีผ้า

ภาพที่ 21

แสดงการต่อสายไฟเข้าขั้วหลอดไฟภายในเครื่องตรวจสอบ



หมายเหตุ เครื่องตรวจเช็คสีผ้า วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ(ทุ่งมหาเมฆ)
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการชิ้นส่วนเครื่องตรวจเช็คสีผ้า

1. มือจับสำหรับเคลื่อนย้าย
2. หน้าปัดบอกอายุการใช้งาน
3. สวิทช์กดติด - กดดับ
4. ฟิวส์
5. แผงกระจายแสง
6. ชั้นวางแผงกระจายแสง
7. รางเลื่อน
8. ปลั๊กตัวผู้
9. สายไฟ
10. ฝาปิดด้านบน
11. หลอดไฟ
12. บัลลาสต์
13. สตาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวกับการออกแบบ

2.5.1 โลหะเหล็ก

2.5.1.1 เหล็ก

เหล็กเป็นโลหะประเภท FEROUS MEROUS METAL โดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียว และอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีจริงเป็นสนิมได้ง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

เหล็กหล่อ คือ เหล็กโดยตรง ข้อดีคือราคาถูก รับแรงได้มากตรงส่วนที่มีความหนามาก

เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กหล่อและเป็นที่นิยมใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอย่าง และมีประเภทต่าง ๆ กันเช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วยสแตนเลส สตีลบ โดยการขึ้นรูปเพราะทำได้ยากจะต้องใช้เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วน และมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้องความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมากเพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงทนทานและไร้สนิม

เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งและเปราะง่าย ผสมกับโครเมี่ยม ช่วยป้องกันสนิม เป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิตออกมาเป็นมาตรฐานไม่ว่าจะเป็นเหล็กโครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่าง ๆ แผ่นเหล็กที่เหล็กและลวดเหล็ก วัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นในสภาพแผ่นเหล็ก

2.5.2 โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

2.5.2.1 อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท NON-FEROUS METAL โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมกลมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อยเพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมากในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบในงานบ่อยนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็กและแมงการนิส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะผสมนิเกิล แมกนีเซี่ยม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % เสมอ

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนแลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษสำหรับการบัดกรี ก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสงบ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียม

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา มีสีขาว ผิวมัน
2. โลหะผสมบางอย่างของอลูมิเนียมมีความแข็งแรง
3. ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับกรดอันทรีย์แต่จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับกรดอินทรีย์
4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษปรากฏอยู่
5. อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี
6. เป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก
7. สามารถทำเป็นรูปร่างได้ เช่น แผ่น เส้น ฟรอยด์ ฯลฯ โดยวิธีการหล่อรีด ขึ้นรูปปั๊มดึง กลึงตกแต่งได้ เนื่องจากความยืดตัวสูง
8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่าง ๆ ได้โดยการชุบ เคลือบผิวที่เรียกว่า AKODIZE เท่านั้น
9. รับน้ำหนักได้น้อย ทนต่อแรงกระแทกไม่ดี

2.5.2.2 สแตนเลส (STAINLESS STEEL)

Stainless steel เป็นโลหะเปลื่อยประเภท Ferous metal ซึ่งมีส่วนประกอบด้วย เหล็ก โครเมี่ยม นิเกิล และธาตุอื่น ๆ เล็กน้อย Stainless steel มีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless Steel จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless steel ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิเกิล (NICKEL) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะดัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (MANGANESE) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมี่ยม (CHROMIUM) จะเพิ่มความต้านทางการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดี่ยม (VANADIUM) จะเพิ่มความหนียวให้กับ

โมลิบดินั่มและโคลัมเบียม (MOLYBDDENUM AND COLUMBIUM) จะต้านทางการกัดกร่อน

ติตาเนี่ยม (TITANIUM) และ แมกนีเซี่ยม (MAGNESIUM) จะทำให้มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุ ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) และโครเมี่ยม (Cr) นิเกิล (Ni)

Stsinless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วยเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ๆ ดังนั้น ในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

2.5.3 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น (SHEET METAL) ใช้งานช่างทั่วไปหมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้งานในอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายชนิดขนาดต่าง ๆ และยังมีการเคลือบผิวด้วยโบหะต่าง ๆ เช่น เคลือบผิวด้วย ตะกั่ว สังกะสี หรือ ดีบุก เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ตือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL-UNCOATED METAL)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

2.5.3.1 โลหะเปลือย โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (NONFERROUS METAL) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม เป็นต้น แต่ก็มีประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.2 โลหะแผ่นเคลือบผิว

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็กเพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวลอกหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็กแล้ว แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าอาศัยหลักการเดียวกับการชุบโครเมี่ยมด้วยไฟฟ้าชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zinscirp หรือ Paintgrip. เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้าผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทาเหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

โลหะแผ่นมีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดมาตรฐานของอเมริกา มีดังนี้คือ

< 30 - 96 นิ้ว, 36 - 95 นิ้ว >

< 30 - 120 นิ้ว, 36 - 120 นิ้ว >

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 - 96 นิ้ว >

ในท้องตลาดเมืองไทยจะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ 36 - 96 นิ้ว และ 48 - 96 นิ้ว ซึ่งเรียกกันจนเคยชินว่า โลหะแผ่นขนาด 3 - 8 ฟุต และ 4 - 8 ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการขนาดพิเศษสามารถจะสั่งทำจากโรงงานที่ผลิตได้ GAGE(ORAUGE) ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นมีอยู่ 2 ชนิด

1. United States Standarded Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่เป็นหลัก เช่น เหล็กดัด เหล็กอาบสังกะสี เป็นต้น

2. Amirican Standard Wire Gage

ใช้สำหรับวัดความหนาของโลหะแผ่นที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ดีบุก สแตนเลส ฯลฯ เป็นต้น

ความหนาของโลหะแผ่นที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 0.0070 นิ้ว (36 Gage) ถึง 0.1876 นิ้ว (7. Gede) ถ้า Number ที่แสดงความหนาของโลหะเพิ่มขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะก็จะลดน้อยลง เช่น โลหะแผ่นเบอร์ 16 ก็จะมีความหนามากกว่าเบอร์ 22 เป็นต้น

ในท้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 36 x 96 นิ้ว / 3 x 8 ฟุต

- 48 x 96 นิ้ว / 4 x 8 ฟุต

ชนิด เหล็กแผ่น แบ่งความหนา เป็น 3 ชนิด คือ

1. เหล็กแผ่นหนา มีความหนาตั้งแต่ 3 มม.--ขึ้นไป

2. เหล็กแผ่นบาง ความหนาระบุน้อยกว่า 3 มม. ลงมา

3. เหล็กแผ่นแถบ เป็นแถบยาวทับทำเป็นม้วน (COIL)

การนำโลหะแผ่นเปลือยและโลหะแผ่นเคลือบผิว มาใช้งานจะแตกต่างกันมากการนำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่นเปลือยแต่สำหรับแผ่นเคลือบผิวต้องไม่ควรให้ผิวหน้าที่เคลือบไว้ ได้รับการขูดขีด เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อน

เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐานซึ่งได้จากการรีด

ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ตัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อน และเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อ สำหรับใช้งานที่มีความทนทานสูง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ จะได้การรีด การอัด หรือยืดเหล็กที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อน้ำเราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด อัดโค้ง ขึ้นรู)
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี ชุบสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็กประกอบกับเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกแต่งผิว : โลหะแผ่น

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทาสี
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแปรเป็น
   - อบเคลือบด้วยเสียง
   - อบเคลือบด้วยไฟฟ้า
4. การชุบพลาสติก

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

2.5.4 ไฟเบอร์กลาส

คือพลาสติกที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดีมาเสริมกำลังซึ่งคือใยแก้ว (GLASS FLIBER) จึงมีลักษณะนุ่ม อ่อนเหนียว ทนผุกร่อนดี ทนความร้อนสูงเป็นฉนวนไฟฟ้า และทาสารเคมีส่วนพลาสติกที่นำมาใช้ต้องมีความแข็งมาก ซึ่งถ้าไม่เสริมกำลังแล้วจะเปราะ ดังนั้น จึงใช้พลาสติกประเภทนี้ผสมตัวทำปฏิกริยาแล้วจะเกิดปฏิกริยาเรียก POLYMERISATION มีความร้อนเกิดขึ้นสูง 200 องศาเซลเซียส เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่คืนรูปอีก

ไฟเบอร์กลาส เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กันความร้อน กันเสียงสะท้อน ป้องกันไฟรั่ว ทนความร้อนได้ถึง 450 องศาฟาเรนไฮ (230 องศาเซลเซียส)

ลักษณะภายนอก

เป็นวัสดุที่มีลักษณะโดยทั่วไปแล้วเหมือนพลาสติกธรรมดา แต่มีความแข็งแรงมากกว่าหลายเท่า และสามารถทำให้มีรูปร่างตามต้องการได้

ไฟเบอร์กลาสโดยปกติแล้วทำขึ้นจากเทอร์โมซทติ้งพลาสติก ซึ่งที่ใช้กันอยู่มี 3 ชนิด คือ

1. POLYESTER RESIN นิยมใช้กันมาก ราคาถูก แบ่งได้เป็น
   - ORTHOTHALIC ใช้ในงานทั่วไป
   - ISO PHTHALIC ใช้ในงานที่ต้องการให้คงทนต่อสภาพอากาศ
   - BISRH ENAL ใช้ในงานที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
2. EPOXY RESIN มีราคาค่อนข้างแพง แต่ให้ความแข็งแรงสูง
3. PHENOLIC RESIN ไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะเฉพาะ

ฉนวนใยแก้วไฟรั่ว น้ำหนักเบาแข็งแรง สะดวกในการใช้ และการติดตั้งราคาไม่แพงนัก เป็นฉนวนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง มีความคงทนถาวรไม่เปื่อยยุ่ย ป้องกันสัตว์จำพวกหนูกัด เพราะไม่มีกลิ่น

ความต้านทานอุณหภูมิ

ทนความร้อนได้สูงถึง 450 องศาฟาเรนไฮ (232 องศาเซลเซียส) ถ้าหากความร้อนสูงกว่านี้ได้ FIBERCLASS-CROWN WHITE WOOL ป้องกันเสียงสะท้อน ลดความดังของเสียงได้ 0.60 สำหรับ 25 มม. ถ้าเป็นแบบ CROWN ทำได้มากกว่า 200/20000 Q.P.S ไฟเบอร์กลาสเสริมแรง

1. ทนทานต่อการผุกร่อนต่อฤทธิ์สารเคมี และบรรยากาศได้ดีกว่าวัสดุแทบทุกชนิด นอกจากโลหะสังเคราะห์สำหรับกิจกรรมเฉพาะกิจที่ราคาแพงมากบางชนิดเท่านั้น

2. แข็งแรงในอัตราส่วนของ น.น. วัสดุที่เท่ากัน ช่วยให้ประหยัดค่าขนส่งและค่าติดตั้ง

3. ราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโลหะ โดยเฉพาะกั บโลหะที่กันสนิมได้

4. สามารถทำการผลิตหรือผลิตประกอบชิ้นส่วนในที่ก่อสร้างได้ในกรณีที่ผลิตจากโรงงานมีปัญหาในด้านการขนส่งและติดตั้ง

5. สามารถประดิษฐ์ชิ้นงานที่มีรูปแบบซับซ้อนได้ง่ายกว่า ทำให้ไม่มีขีดจำกัดในการออกแบบ

6. การซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ทั้งยังไม่ต้องการเคลือบสีเพื่อป้องกันผิวที่ต้องทากันบ่อยๆ เช่นงานโลหะทั่วไป

7. โดยธรรมชาติของ F.R.P. ถ้าไม่ผสมสีขจะโปร่งและสามารถมองทะลุผ่านเห็นระดับของที่บรรจุอยู่ภายในได้ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบการงานของอุปกรณ์นั้น โดยไม่ต้องพึ่งเครื่องมืออื่นๆ

8. ในกรณีที่ต้องการ F.R.P. สามารถทำเป็นชนิดยืดหยุ่นได้ สำหรับการใช้งานของโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดที่มีการสั่นสะเทือนหรือการยืดหดฉับพลัน เนื่องจากอุณหภูมิ

9. เนื่องจากคุณสมบัติด้านการเป็นสื่อนำไฟฟ้า และสื่อนำความร้อนได้เปรียบโลหะทุกชนิดจึงสามารถให้ค่าความปลอดภัยสูงกว่าสำหรับการนำไปใช้งานกรณีพิเศษบางชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. มีคุณสมบัติในการเก็บความร้อนได้ดีกว่า ทำให้ประหยัดค่าฉนวนกันความร้อนได้หรือลดค่าไฟฟ้าสำหรับการระบายความร้อนได้

11. มีมาตรฐานการระบุใช้ และการควบคุมที่แน่นอนของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ สามารถอ้างอิงได้ทุกประเทศ ให้ความมั่นใจแก่วิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

12. สามารถ ใช้เคลือบผิวในกรณีที่ไม่เหมาะสมที่จะประดิษฐ์ขึ้น งานนั้นทั้งตัวด้วย เอ.เอร์.พี. ได้ทั้งงานคอนกรีตหรืองานโลหะ แต่คุณสมบัติเด่นของ เอฟ.อาร์พี.ในด้านการต้านทานฤทธิ์เคมีและอุณหภูมิจะลดลงตามส่วน

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำ F.R.P

1. โพลีเอสเตอร์เรชั่น (POLYESTER RESIN) เป็นพลาสติกเหลวที่นิยมนำมาใช้กันมากที่สุด

2. โมโนสไนรีน (MONOSTURENE) ทำเป็นส่วนผสมหรือตัวทำให้เหลว และขณะเดียวกันยังเป็นตัวที่ทำให้เกิดปฏิกริยาแบบที่เรียกว่า COPOLYMERIZZTION

3. ตัวทำปฏิกริยา (CATALYST หรือ HARDENER) ในการทำปฏิกริยาเปี่ยนสภาพจากพลาสติกเหลวเป็นพลาสติกแข็งของ UNSATURATED RESIN ต้องมีตัว ACTIVATOR ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยเปลี่ยนสภาพทางเคมี โดยเปลี่ยนสภาพโมเลกุลของ UNSATURATED POLYSETER AND STYRENE MONOMER ในรูปของ COPOLYMERIZATION ทำให้เปลี่ยนจากสภาพเหลวเป็นของแข็ง

4. ตัวเร่งปฏิกริยา (ACCELERATOR) ตัวเร่งปฏิกริยาช่วยปรับสภาพเวลาการแข็งตัวของพลาสติกให้เร็วขึ้นฉนั้น ตัวเร่งปฏิกริยา ถ้าผสมโดยตรงกับตัวทำปฏิกิริยาแล้วจะเกิดความร้อนรุนแรง และเกิดความร้อนโดยฉับพลันอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้ ดังนั้นเขาจึงผสมให้เข้ากันดี ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมกัน คือ COBALTY ACCELARATOR

5. ใยแก้ว (GLASS FIBER) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโปลีเอสเตอร์เรซิน ในทางรับแรง (MACHANICAL STRENGTH) โดยมีรูปแบบคือ

- เป็นเส้นยาว (CONTIMUOUS STRAND)
- เป็นเส้นสั้น (CHOPPER STRAND)
- ถักเป็นผืน (MAT)

เหล่านี้จะต้องมีน้ำยาอาบผิวก่อนคือ STRAND RINISH

6. เจลโค๊ต (GEL COAT) คือส่วนที่เคลือบผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสซึ่งสามาตรผสมแม่สี (PIGMRNT0 เป็นสีต่างๆ ได้ ทำให้มีผิวสีเรียบมันและปกปิดไม่ให้รอยเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และฟองอากาศ เจลโค๊ต ก็คือ โปลีเอสเตอร์เรซิ่น ที่มีส่วนผสมพิเศษ คือ ผงไทโซทรอปปิค (TRIXOTROPIC) ทำให้มีลักษณะข้น และเหนียวกว่าโปลีเอสเตอร์ธรรมดามีคุณสมบัติในการยึดเข้ากับผิวของแบบ (MOULD) เมื่อเวลาพ่นหรือทาบางๆ จะไม่ไหลมากองส่วนต่างๆ

7. ผงเบา (TRIOTROPIC POWDER) มีไว้ผสมกับโปลีเอสเตอร์เรซิ่นเพื่อให้ข้น

8. แม่สี (PIGMENT0 มีความสำคัญต่อการทำปฏิกิริยาของ POLYMERIZATION เพราะจะควบคุมปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น (ACCELETATE) หรือช้าลง (DECELERATE) ได้

9. ตัวทำละลาย (SOVENT) คือสารซึ่งทำให้โปลีเอสเตอร์เรซิ่นละลายซึ่งอาจจะเป็นทั้งล้างออกและทำให้เหลว ตัวทำละลายซึ่งมีคุณสมบัติทำลาย หรือป้องกันการแข็งตัวของปฏิกิริยาของโปลีเอสเตอร์เรซิ่นสารพวกนี้ได้แก่ สารพวกแอลกอฮอร์ ทินเนอร์ เนทานอล อาซิโทน เมทิลินคลอไรด์ ซึ่งที่นิยมมากคืออาซิโทน

10. ตัวถอดแบบ (RELEASE AGENT) ให้ลดหรือไม่ให้เกิดแรงเกาะลูกที่ผิวของแม่แบบ (SURFACE ADHESIVE) เพราะแม่แบบผิวเรียบๆ จะมีแรงเกาะตัวหรือดูดผิวสูงทำให้ยากต่อการถ่ายแบบ ตัวถอดแบบนี้มีลักษณะของเหลวใช้ทำแม่แบบบางๆ ซึ่งจะระเหยไปกลายเป็นฟิล์มบางๆ แต่เมื่อถูกน้ำละลายทันทีแต่จะไม่ละลายในโปลีเอสเตอร์เรซิ่น หรือ SOVENT ตัวถอดแบบนี้คือ POLYVINYL ALCOHOL P.V.A. อีกแบบหนึ่งก็เป็นแบบขี้ผึ้ง ซึ่งใช้ทาบางๆ กับแม่แบบจะทำให้ถอดแบบง่ายขึ้น วัสดุอีกแบบที่นิยมใช้คือแผ่นไมลาร์ (MYLAR) หรือแผ่นใสพวกโปลีไวนิ้ลออไรด์ POLYVINYL FLORIDE หรือ เซลโลเฟม

คุณสมบัติทางกายภาพของไฟเบอร์กลาส

1. ทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม
2. มีความแข็งแกร่งกว่าโลหะเมื่อเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักที่เท่ากัน
3. มีน้ำหนักเบา
4. สามารถทำรูปทรงได้ตามต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูป
5. ง่ายต่อการซ่อมแซม
6. เป็นฉนวนไฟฟ้า
7. เป็นฉนวนกั้นความร้อน แต่ไม่คงทนต่อความร้อนมีอุณหภูมิสูง
8. ทำสีสรรได้หลายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 กรรมวิธีการผลิต การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรม

2.6.1 กรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรม[1]

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์เหมือนๆ กันในอุตสาหกรรมนั้น ได้อาศัยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ และระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ คำว่า Manufacture หมายถึง การทำด้วยมือซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาละตินคือ manu หมายถึงมือ และ facto หมายถึงการทำแต่ในปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้างเพียงเล็กน้อยที่ยังคงทำด้วยมือ

การผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรม ท่านสามารถทดลองเกี่ยวกับการผลิตปริมาณมากในอุตสาหกรรมหนึ่งๆ ได้ว่าจะใช้มือหรือเครื่องจักรก็สามารถจะออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตได้หลายประเภท แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมที่ท่านจะทำการทดลองนั้นจะต้องมีลักษณะทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนโครงการ การตระเตรียมสำหรับกรรมวิธีการผลิตจะต้องใช้เวลามากกว่าตอนที่ผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นขึ้นมา จะต้องมีการศึกษาโดยนักออกแบบวิศวกรและนักวางแผนให้พร้อมที่จะผลิต

2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะต้องได้รับการออกแบบที่ดีและสามารถผลิตได้

3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จะถูกวิเคราะห์กระบวนการที่จะผลิต การเลือกวัสดุสำหรับชิ้นส่วนและการตกแต่ง

4. การวางแผนการผลิต กระบวนการผลิตจะต้องมีการกำหนดจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ต้องมีเครื่องจักรแบบพิมพ์และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ

5. การจัดทำเครื่องมือ ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาให้เหมาะแก่การใช้งาน เครื่องจักรจะต้องจัดวางเป็นลำดับตามขั้นตอนการผลิต

6. การวิเคราะห์กำลังคน ต้องมีการศึกษากำหนดความรับผิดชอบของคนและแนะนำงานในหน้าที่ของคนงาน

7. การทดลองงาน เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างพร้อมแล้ว จะมีการลองงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

8. การผลิตขณะที่มีการเตรียมงานซึ่งอาจใช้เวลาหลายอาทิตย์ แต่พอผลิตจริงๆ แล้วอาจใช้เวลาเพียง 2 ถึง 3 วัน ก็สามารถผลิตเสร็จ

---

1 ทวีศักดิ์ เทศเจริญ 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของกรรมวิธีการผลิต แยกออกได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
   ก. การถลุงสินแร่ ได้โลหะและอโลหะ
   ข. การหล่อ
   ค. การทำงานขณะวัสดุชิ้นงานร้อนและการทำงานขณะวัสดุชิ้นงานเย็น
   ง. การขึ้นรูปด้วยวัสดุผง
   จ. แบบพลาสติก
2. กรรมวิธีการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนให้ได้ขนาดตามต้องการ
   ก. กรรมวิธีการแปรรูปแบบมีเศษ
   ข. กรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่มีเศษ
3. กรรมวิธีการตกแต่งผิววัสดุชิ้นงานให้เรียบ
   ก. การขัดปัดเป่าส่วนที่ไม่ต้องการออกให้เรียบ
   ข. การขัดเงาขัดมัน
   ค. การชุบเคลือบผิว
4. กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานงานเข้าด้วยกัน
5. กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ

กรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสหากรรมเกี่ยวกับโลหะ ส่วนมากจะมีต้นกำเนิดสืบเนื่องจากการหล่อหลอมหรือการถลุงสินแร่ แล้วเทลงในแบบโลหะหรือแกรไฟต์ที่มีขนาดและรูปร่างตามต้องการ ซึ่งเราเรียกว่าโลหะแท่ง (Ingot) เพื่อที่จะนำไปแปรรูปในขั้นต่อไป

กรรมวิธีการผลิตขั้นตอนที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ มีดังนี้

1. การหล่อ (Casting) หมายถึง การนำวัสดุมาหล่อหลอมให้เป็นของเหลวโดยใช้ความร้อนแล้วเทลงในแบบหรือใช้วิธีการอัด เพื่อจะได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

2. การตี (Forging) หมายถึง การนำวัสดุมาแปรรูปร่างให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยการตี เช่น ช่างตีเหล็ก ตีเหล็กจากเส้นกลมให้แบน หรือการให้ความร้อนแก่วัสดุอยู่ในสภาวะกึ่งละลายแล้วมาตีอัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การอัดขึ้นรูป (Extruding) หมายถึงกรรมวิธีการอัดโลหะซึ่งอยู่ในสภาพที่กึ่งละลายให้ไหลผ่านแบบแม่พิมพ์ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างหน้าตัดเหมือนกันตลอด (Uniform-Cross-Section) หลักการคล้ายๆ กับการบีบยาสีฟันออกจากหลอดนั่นเอง

4. การม้วน (Rolling) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการม้วน เช่น การม้วนโลหะแผ่นเป็นรูปทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

5. การดึงขึ้นรูป (Drawing) หมายถึง กรรมวิธีการดึงวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ยืดออกจากเดิมในลักษณะความยาวเพิ่มขึ้นแต่ขนาดชิ้นงานจะเล็กลง เช่น การผลิตลวด เป็นต้น

6. การอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ (Squeezing) หมายถึงการอัดขึ้นรูปแบบแม่พิมพ์ทรายโดยใช้แรงกระแทกทรายให้ให้ได้รูปร่างและขนาดตามแบบ เช่น การทำแบบแม่พิมพ์ทราย เป็นต้น

7. การบด (Crushing) หมายถึงกรรมวิธีการทำผิวชิ้นงานให้เรียบโดยวิธีการบด เช่น การบดหน้าวาล์วไอดีไอเสีย เป็นต้น การบดนี้จะประกอบด้วยแรงกดและแรงหมุน

8. การเจาะอัดขึ้นรูป (Piercing) หมายถึงกรรมวิธีผลิตท่อไม่มีตะเข็บแท่งเหล็กถูกใส้เข้าไประหว่างลูกกลิ้งสองลูก ซึ่งเป็รูปกรวยหมุนอยู่ในทิศทางเดียวกัน ขณะลูกกลิ้งหมุนอยู่จะมีแกนเจาะสำหรบเจาะชิ้นงานเพื่อให้เกิดรู เช่น การผลิตท่อ เป็นต้น

9. การตีหรือการอัด (Swaging) หมายถึงการแปรรูปชิ้นงาน โดยการตี หรืออัดกระแทก เพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตสลัก หมุดย้ำ เป็นต้น

10. การดัด (Bending) หมายถึงกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานโดยวิธีการดัด อาจจะดัดชิ้นงานที่อยู่ในสภาพร้อนหรือเย็น ความยากง่ายในการดัดขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ขนาดความหนาและรัศมี เช่น การดัดเหล็กฉาก ตัวยู เป็นต้น

11. การตัด (Shearing) หมายถึง กรรมวิธีการตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ เช่น การตัดโลหะแผ่น เป็นต้น

12. การหมุนขึ้นรูป (Spinning) หมายถึงกรรมวิธีการหมุนขึ้นรูป งานที่จะทำต้องเป็นโลหะแผ่นและต้องผ่านการขึ้นรูปมาก่อน

13. การดัดขึ้นรูป (Stretch forming) หมายถึงการดันหรืออัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรูปร่างตามแบบแม่พิมพ์ เช่น การผลิตลอนสังกะสีมุงหลังคา เป็นต้น

14. การรีดม้วนขึ้นรูป (Roll forming) หมายถึงการรียม้วนขึ้นรูปวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบโดยใช้ลูกกลิ้ง เช่น การผลิตท่อแป๊บ เป็นต้น

15. การตัดด้วยหัวตัดแก๊ส (Torch cutting) หมายถึงการตัดวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยการตัดด้วยหัวตัดแก๊ส เช่น การตัดเหล็กแผ่นหนาด้วยแก๊สอะเซทิลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. การใช้พลังงานอัดขึ้นรูป (Explosive forming) หมายถึงการขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบที่ต้องการโดยการใช้พลังงานของน้ำหรือแก๊สอัดขึ้นรูป เช่น การผลิตปลอกกระสุนปืน เป็นต้น

17. การใช้กระแสไฟฟ้าและไฮดรอลิคขึ้นรูป (Electrohydraulic forming) หมายถึงการกัดโลหะโดยวิธีการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวอาร์พร้อมกับมีตัวไฮดรอลิคเป็นตัวอัดแบบเข้ากับชิ้นงาน เพื่อให้เกิดรูปร่างและขนาดที่ต้องการ

18. การใช้อำนาจแม่เหล็กขึ้นรูป (Magnetic forming) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่ต้องการโดยใช้อำนาจแม่เหล็ก

19. การเคลือบผิวชิ้นงานโดยใช้กระแสไฟฟ้า (Electroforming) หมายถึงการเปลี่ยนแผลงผิวชิ้นงานโดยการใช้กระแสไฟฟ้า ความหนาของผิวชิ้นงานจะเพิ่มขึ้นและสามารถควบคุมขนาดความหนาได้ เช่น การชุบโครเมียม ทองแดง นิกเกิล เป็นต้น

20. การขึ้นรูปโดยใช้ผงโลหะ (Powder metal forming) หมายถึง การใช้ผงโลหะมาเทลงในแบบแม่พิมพ์แล้วใช้แรงอัดสูงเพื่อให้ผงโลหะเกิดความร้อนหลอมละลายติดกัน ซึ่งจะได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

21. แบบแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic molding) หมายถึงกรรมวิธีที่ใช้ความร้อนและแรงกดหรืออัดขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานตามแบบแม่พิมพ์

การผลิตขั้นต้นนี้วัสดุจะถูกนำมาแปรรูปเป็นลักษณะต่าง ๆ ให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า กรรมวิธีการขั้นนี้เป็นการเตรียมวัสดุชิ้นงานเพื่อผลิตในขั้นต่อไปเป็นส่วนใหญ่ เช่น การหล่อ การรีด เหล็กเส้น การดึง เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จะไม่นำไปใช้งานโดยตรงโดยมากจะต้องผ่านกรรมวิธีขั้นต่อไปอีกแล้วจึงจะนำไปใช้งานจริง ดังนั้นกรรมวิธีการบางอย่างจึงไม่ต้องคำนึงถึงขนาดและความเรียบร้อยของผิวชิ้นงานมากนัก

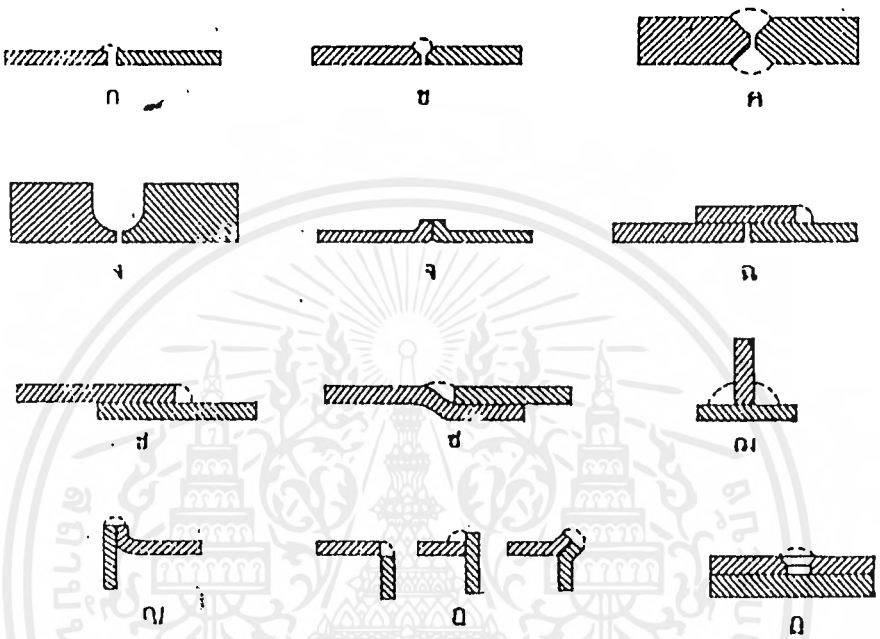
2.6.2 กรรมวิธีการประกอบชิ้นงาน การต่อหรือประสานวัสดุชิ้นงานเข้าด้วยกัน

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกันตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่า โดยปกติการยึดติดกันนั้นสามารถใช้กรรมวิธีการต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.6.2.1 การเชื่อม (Welding) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยการให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานจนหลอมละลายติดกัน หรือ เติมลวดเชื่อม นอกจากนี้อาจใช้แรงอัดเข้าช่วยกันก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 22
แสดงการต่อชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม



2.6.2.2 การบัดกรีอ่อน (Soldering) เป็นกรรมวิธีการต่อชิ้นงานให้ติดกันโดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานที่ต่ำกว่า 700 องศาฟาเรนไฮต์ และวัสดุที่เติมจะมีจุดหลอมต่ำกว่าวัสดุชิ้นงาน

2.6.2.3 การบัดกรีแข็ง (Brazing) เป็นกรรมวิธีต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยให้ความร้อนแก่วัสดุชิ้นงานสูงกว่า 800 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ไม่ถึงกับวัสดุชิ้นงานนั้นหลอมละลายแล้วเติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลวดเชื่อมลงไป วัสดุที่เติมลงไปนั้นจะไหลเข้าไปในช่องของรอยต่อเพื่อยึดชิ้นงานให้ติดกัน บางครั้งเราเรียกวิธีการนี้ว่า การเป่าแล่น

2.6.2.4 การอัดยึด (Sintering) เป็นกรรมวิธีการยึดติดกันโดยทำให้วัสดุเป็นผงก่อนแล้วนำมาอัดยึดติดกัน อาจใช้ความร้อนหรือไม่ใช้ก็ได้ หากใช้ความร้อนอุณหภูมิจะต้องต่ำกว่าจุดหลอมของวัสดุนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.5 การอัดยึด (Pressing) เป็นกรรมวิทีการอัดชิ้นงานให้ยึดติดกันเช่นงานอัดสวมเพลาแกนเป็นต้น การอัดนี้สามารถอัดใหติดกันอย่างถาวร หรืออัดแล้วสามารถถอดออกจากกันได้

2.6.2.6 การย้ำหมุด (Reveting) เป็นกรรมวิธีการทำให้วัสดุชิ้นงานยึดติดกันโดยวิธีการย้ำหมุด

2.6.2.7 การใช้สลักเกลียวยึด (Screw Fastening) เป็นกรรมวิธีการยึดวัสดุชิ้นงานให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียว

2.6.2.8 การใช้กาวยึดเหนี่ยว (Adhesivs Joining) เป็นกรรมวิะการยึดหรือต่อวัสดุชิ้นงานให้ติดกันโดยการใช้กาว เช่น กาวสังเคราะห์ที่ใช้ภายในและภายนอก

กรรมวิธีการประกอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามหลักการทางกลพื้นฐาน คือ

1. การยึดเหนี่ยว (Adhesion) การประกอบชิ้นส่วนที่ประเภทของวัสดุนั้นต่างกัน เช่น การใช้กาวหรือการบัดกรี เป็นต้น

2. การประแบบชิ้นส่วนยึดติดกัน (Cohesion or Asseinbly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดติดกันอย่างแน่นอน ซึ่งชิ้นส่วนจะหลอมละลายยึดติดกัน เช่น การเชื่อม เป็นต้น

3. การยึดเหนี่ยวทางกล (Mechanical Fasteners) เป็นการประกอบชิ้นส่วนที่ยึดชิ้นส่วนติดกันโดยที่ชิ้นงานนั้นอาจจะทำจากวัสดุประเภทเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ เช่น การย้ำหมุด การใช้สลักเกลียว เป็นต้น

การใช้สลักเกลียวยึดชิ้นส่วนนั้นมีวัตถุประสงค์หลัก 3 อย่าง คือ

1. ชิ้นส่วนที่สามารถถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนได้
2. ชิ้นส่วนที่ต้องการปรับระดับได้
3. สำหรับการทำงานของชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์อื่น ๆ

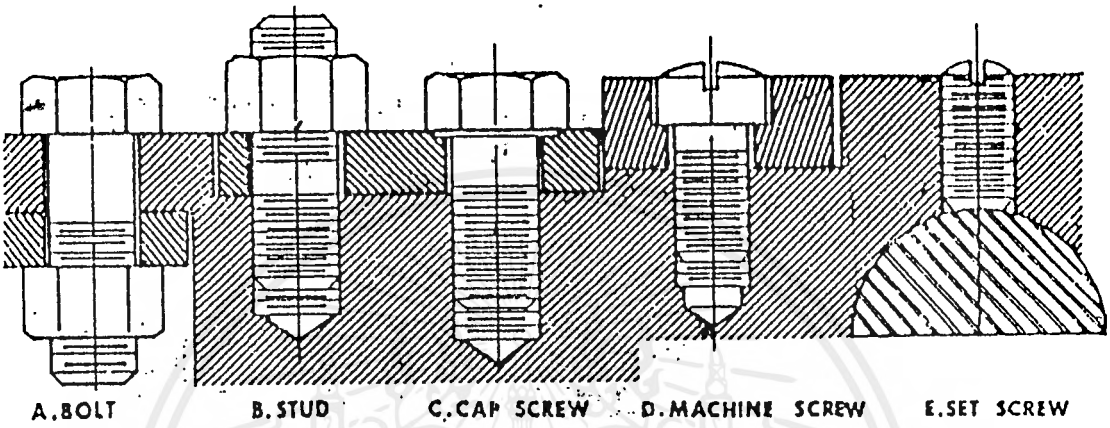
วิธีการประกอบชิ้นส่วนที่ใช้ให้เหมาะสม เช่น ความแข็งแรง ประเภทของวัสดุ กรรมวิธีการประกอบและราคา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงชนิดต่าง ๆ ของสลักเกลียวที่นำไปใช้งาน

ภาพที่ 23

แสดงการเชื่อมชิ้นงาน



2.6.3 การยึดและประกอบโครงสร้าง

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเป็นการต่อส่วนของโครงสร้างหลาย ๆ ชิ้นให้ติดกันเพื่อรับแรงได้ตามต้องการ โดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวที่เป็นโลหะทำด้วยวัสดุเหนียวเป็นตัวยึด หมุดย้ำหรือสลักเกลียวจะใส่ผ่านรูเจาะที่เตรียมไว้ โดยทั่ว ๆ ไปปลายทั้งสองของหมุดย้ำจะถูกย้ำให้โค้งกลมและมีรัศมีใหญ่ขึ้น ส่วนปลายของสลักเกลียวจะขันด้วยน๊อตเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนโครงสร้างย้ายออกจากกัน การออกแบบจุดต่อโครงสร้างจะได้จากการคำนวณหากำลังของตัวหมุดย้ำหรือสลักเกลียวเมื่อรับแรงต่าง ๆ ประกอบกับอาศัยมาตรฐานกำหนดเป็นเครื่องช่วยในการออกแบบ

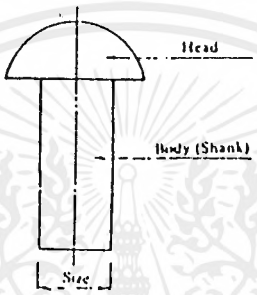
2.6.3.1 หมุดย้ำ (RIVETS)

หมุดย้ำที่ใช้ตามมาตรฐานอเมริกันจะเป็นชนิด ASTM A141 และ A 502-1 (กำลังจุดคลาดประมาณ 1960 กก./ซม.) ซึ่งจะใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอน ส่วนหมุดย้ำที่มีกำลังสูงขึ้นเป็นชนิด ASTM A195 และ A502-2 (กำลังจุดคลาดประมาณ 2660 กก./ซม.) ซึ่งจะใช้ในการต่อสิ่งที่ทำด้วยเหล็กกล้าที่ที่มีกำลังจุดคลาดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของหมุดย้ำ มีตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. สำหรับหมุดย้ำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 25 มม. รูเจาะของหมุดย้ำจะใหญ่ก่วขนาดหมุดย้ำประมาณ 4 มม.

ภาพที่ 24
แสดงลักษณะหมุดย้ำที่พบโดยทั่วไป



2.6.3.2 สลักเกลียว (BOLS)

บางครั้งรอยต่อในโครงสร้างเหล็กอาจใช้สลักเกลียวแทนหมุดย้ำได้ สลักเกลียวที่ใช้มีทั้งสลักเกลียวแบบธรรมดา และสลักเกลียวกำลังสูง สลักเกลียวแบบธรรมดาได้แก่สลักเกลียวแบบไม่แต่งผิว (UNFINISED BOLTS) ซึ่งทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีกำลังต้านทานแรงเฉือนและแรงกดน้อยกว่าหมุดย้ำดังนั้นจึงใช้สลักเกลียวแบบนี้กับโครงสร้างขนาดย่อม ซึ่งรอยต่อไม่รับแรงสั่นกระเทือนหรือกระแทกที่มีการเปลี่ยนแปลงแรงกระทำซ้ำซากนอกจากสลักเกลียวแบบนี้แล้วยังมีสลักเกลียวแบบนี้แล้วมีสลักเกลียวแบบธรรมดาทั่วไป (TURN BOLTS) และสลักเกลียวแบบมีสันที่ผิว

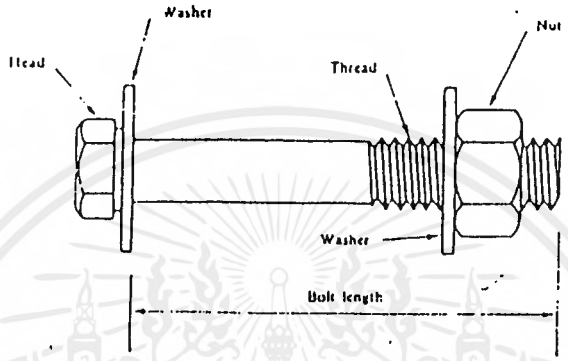
สลักเกลียวกำลังสูง (HIGH STRENGHT BOLTS) เป็นสลักเกลียวที่ทำจากเหล็กกล้าชุบแข็ง มีกำลังดึงสูงกว่าสลักเกลียวแบบธรรมดา โดยมีหน่วยแรงดึงที่จุดคลากประมาณ 5200 ถึง 6300 กก./ซม. และมีหน่วยแรงดึงประสัยประมาณ 7400 ถึง 8800 กก./ซม. ชนิดต่าง ๆ ของสลักเกลียวกำลังสูงได้แก่ รอยต่อโครงสร้างโดยใช้สลักเกลียวแบบนี้มี 2 แบบ คือ แบบรับแรงกด (BEARIING TYPE) ซึ่งเหมือนกับหมุดย้ำหรือลลักเกลียวแบบธรรมดา และมีแรงฝืด (FRICTION TYPE) ซึ่งทำโดยสันสลักเกลียวแน่นด้วยเครื่องขัน (TORQUE WRENCH) จนกระทั่งเกิดแรงดึงในสลักเกลียวประมาณ 90% ของขีดจำกัดขีดหยุ่นไม่มีโอกาสเกิดแรงกดเลย ในแบบนี้สลักเกลียวจะรับแต่แรงเฉือนซึ่งส่งถ่ายโดยแรงเสียดทานระหว่างแผ่นเหล็ก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสลักเกลียวมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ถึง 36 มม. โดยมีขนาดของรูเจาะใหญ่กว่าขนาดของสลักเกลียวประมาณ 1.5 มม. ถึง มม.

ภาพที่ 25

แสดงลักษณะสลักเกลียว

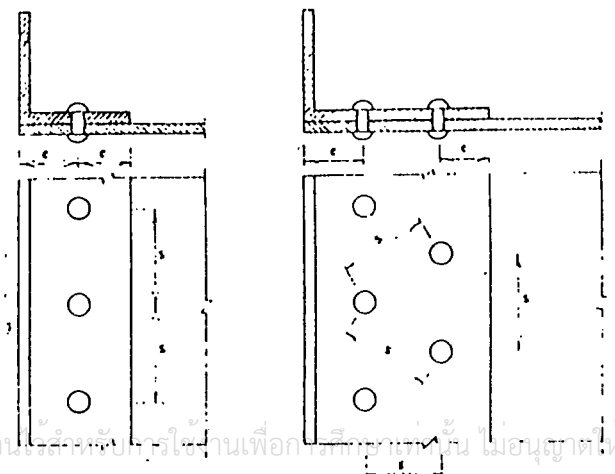


2.6.3.3 แบบของการต่อ

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวอาจต่อเป็นแถวเดียวหรือมากแถว โดยมีทั้งแบบ CHAIN และ แบบ ZIGZAG ดังแสดงในรูป โดยปกติการต่อส่วนโครงสร้างที่รับแรงร่วมศูนย์สองชิ้นหรือกว่านั้น จะพยายามจัดให้แกนศูนย์ถ่วงของแต่ละส่วนพบกันที่จุดเดียว สำหรับรอยต่อที่ใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเป็นกลุ่ม ก็ควรจัดให้ศูนย์ถ่วงของกลุ่มทับกับศูนย์ถ่วงของส่วนโครงสร้างมิฉะนั้นต้องพิจารณาผลของการเยื้องศูนย์

ภาพที่ 26

การต่อโดยใช้หมุดย้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว ที่ขนานกันและอยู่ในทิศทางเดียวกันกับแรงเรียกว่า qaqeoine ระยะรหว่างแนวของรูเจาะ เรียกว่า qaqe ใช้ตัวย่อว่า q

ระยะในแนวของรูเจาะ จากศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวตัวหนึ่งเรียกว่า PITCH ใช้ตัวย่อว่า S

ระยะระหว่างของของโครงสร้างหรือของแผ่นเหล็กประกับจุดศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียวตัวนอกสุด เรียกว่า ระยะขอบ (EDGE DISTANCE) ใช้ตัวย่อว่า E

มาตราฐาน AISC ได้กำหนดมาตราฐานของระยะต่าง ๆ ดังนี้

ระยะหว่างศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว อย่างน้อยเท่ากับ 2,2/3 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว

ระยะของ ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 ถึง 2.0 เท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมุดย้ำหรือสลักเกลียว แต่ต้องไม่เกินกว่า 12 เท่าของความหนาแผ่นเหล็ก หรือ 15 ซม.

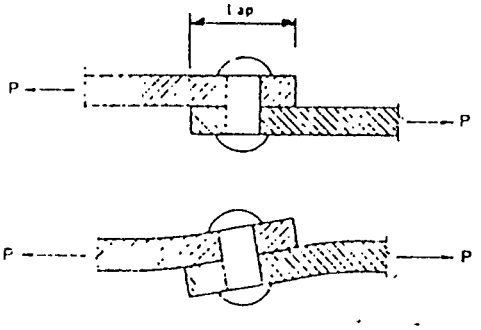
2.6.3.4 ชนิดของการต่อ

การต่อโครงสร้างโดยใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียว แบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

1. การต่อทาบ (OAB JOINT) เป็นการเอาแผ่นโลหะแผ่นหนึ่งวางซ้อนทาบบนอีกแผ่นหนึ่งแล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกันดังแสดงในรูป การต่อนี้อาจใช้หมุดย้ำหรือสลักเกลียวเพียงแถวเดียวหรือมากกว่า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดจากแรงกระทำ จะเห็นว่ารอยต่อแบบนี้มีรอยของบการเยื้องศูนย์ (ECCENTRICITY) ซึ่งทำให้มีการดัดเกิดขึ้นในลักษณะที่แสดงในรูป การดัดที่เกิดขึ้นในลักษณะที่แสดงในรูปจะทำให้กำลังของจุดต่อลดลง

ภาพที่ 27

การต่อทาบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

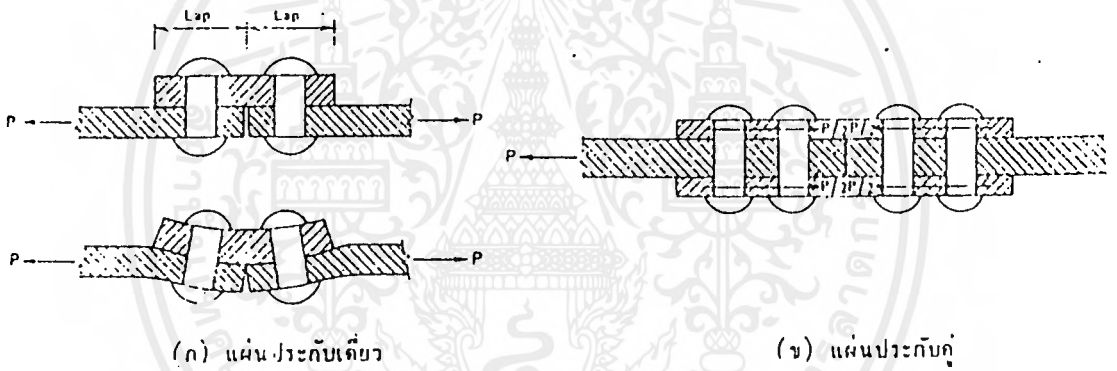
2. การต่อแบบใช้แผ่นประกับ (BUTT JOINT) เป็นการเอาแผ่นโลหะลองแผ่นที่จะต่อกันวางชกัน แล้วใช้แผ่นเหล็กประกับกับแผ่นโลหะที่จะต่อ แล้วเจาะรูใส่หมุดย้ำหรือสลักเกลียวให้ยึดติดกัน ดังแสดงในรูป

รูป ก. เป็นการต่อแบบใช้ประกับเดี่ยว (SINGLECOVER BUTT JOINT) รอยต่อแบบนี้มีการเยื้องศูนย์ทำให้มีการดัดเกิดขึ้น

รูป ข. เป็นการต่อแบบใช้แผ่นประกับคู่ (DOUBLE COVER BUTT JONT) รอยต่อแบบนี้ไม่มีการเยื้องศูนย์

ภาพที่ 28

การต่อแบบใช้แผ่นประกับ



(ก) แผ่นประกับเดี่ยว (ข) แผ่นประกับคู่

2.6.3.4 การเชื่อม

กระบวนงานเชื่อมประสาร การเชื่อมประสานให้ชิ้นงานติดเป็นเนื้อเดียวกันนั้นมีกรรมวิธีการทำงานได้หลายวิธี ซึ่งเกิดตามวิวัฒนาการของความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมและลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆที่ได้คิดค้นและนำมาใช้ในการเชื่อมประสาน โดยแยกตามแบบวิธีการเชื่อมประสานได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ 3 ประการคือ

1. การเชื่อมหลอมเหลว

เป็นกรรมวิธีเชื่อมประสานคดยการใช้ความร้อนเผาให้ชิ้นงานร้อนจนละลายและใช้โลหะเติมเป็นตัวประสานติดกัน หรือถ้าไม่ใช้ก็เผาให้ชิ้นงานหลอมละลายประสารกันเป็นการเชื่อมใช้กันมากที่สุดในวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ซึ่งการเชื่อมแบบนี้ได้แก่

1.1 การเชื่อมไฟฟ้า (ARC WELDING)

- การเชื่อมแบบเปิด เชื่อมด้วยมือ
- การเชื่อมแบบปิด (SUEMERGED-WELDING)
- การเชื่อมแบบชี้แก๊สคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การเชื่อมแก๊ส (GAS WELDING)

1.3 การเชื่อมแบบความต้านทาน (INDUCTION WELDING)

1.4 การเชื่อมแบบปฏิกริยาเคมี (THERMIT WELDING)

1.5 การหล่อเชื่อม (FLOW WELDING)

2. การเชื่อมโดยใช้แรงกด (QRESSURE WELDING)

การเชื่อมแบบนี้เป็นการต่อชิ้นงานให้ติดกัน โดยไม่ได้คำตึงถึงความแข็งแรงมากนัก ใช้กันมากในยุคเริ่มต้นของวงการอุตสาหกรรม มีวิธีการใหญ่ ๆ อยู่ 2 อย่างคือ

2.1 การตีอัด (FORGE WELDING) การทำงานโดยการตีอัดนี้จะต้องเผาให้ชิ้นงานร้อนใกล้จุดหลอมละลาย แล้วจึงตีอัดต่อชิ้นงานหรือโดยวิธีแบบอื่น ๆ เช่น

- การใช้ค้อนตีอัดขณะร้อน (HAMMER WELDING)
- การใช้ล้อรีดทับ (ROLL WELDING)
- การหล่ออัด (DIC WELDING)

2.2 การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า (RESSITANCEWELDING) ซึ่งกรรมวิธีการทำงานแบบนี้แบ่งออกเป็นหลายวิธีคือ

- การเชื่อมจุด (DIC WELDING)
- การเชื่อมแบบ STREAM WELDING
- การเชื่อมแบบ PROJECTWELDING
- การเชื่อมแบบต่อเกย (UPSET WELDING)
- การเชื่อมแบบ FLASH WELDING
- การเชื่อมแบบ SOLDERING

3. การบัดกรี (SOFT SOLDERING)

การบัดกรีเป็นการเชื่อมประสานแบบหนึ่งซึ่งความแข็งแรงของรอยประสานเป็นรอยการเชื่อมหลอมเหลว การบัดกรีนั้นการทำงานคล้ายกับการเชื่อมหลอมเหลว แตกต่างกันตรงที่การบัดกรีชิ้นงานไม่ร้อนจนหลอมละลายขณะที่ตัวประสาน(ตัวเติม) หลอมละลายประสานติดชิ้นงานมีอยู่ 2 วิธี คือ

3.1 การบัดกรีอ่อน (SOFISOLDERING)

อุณหภูมิในการทำงานจะสูงไม่เกิน 400 องศาเซนเซียส ตัวประสานเรียกว่าตัวบัดกรีจะทำจากตะกั่วผสมดีบุก จะมีตัวช่วยประสานให้ตัวบัดกรีกับชิ้นงานติดกันได้ง่ายขึ้นเรียกว่าน้ำประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การบัดกรีแข็ง (BRAIBG HARD SOLDERING)

รอยบัดกรีแข็ง จะมีความแข็งแรงมาก แต่น้อยกว่ารอยเชื่อม อุณหภูมิที่ทำงานอยู่ระหว่าง 400องศาเซนเซียส

คำจำกัดความและวิธีการเชื่อมประเภทต่าง ๆ โดยย่อ

1. การเชื่อมแบบหลอมเหลว

คือการเชื่อมโดยชิ้นงานและลวดละลายพร้อม ๆ กันประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันมี 2 วิธี คือการเชื่อมแก๊สและการเชื่อมไฟฟ้า จะกล่าวเฉพาะการเชื่อมด้วยไฟฟ้า

1.1 การเชื่อมแบบเปิด การเชื่อมแบบเปิดหมายถึงการเชื่อมประสานในบรรยากาศที่ไม่มีสารปกปิด หรือมีสารคลุมเช่นการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมที่ใช้มือจับเชื่อม การเชื่อมแบบเปิดมีวิธีการทำงานได้หลายแบบเช่น

- การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมโลหะ ลวดเชื่อม (ELECTRODE) และชิ้นงานที่จะเชื่อมเป็นโลหะเช่นเดียวกัน เครื่องเชื่อมอาจจะเป็นชนิดใช้กระแสไฟตรงหรือกระแสไฟสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของลวดเชื่อมเป็นเกณฑ์ โดยที่ขั้วหนึ่งจับลวดเชื่อมอีกขั้วหนึ่งจับชิ้นงาน หลักษณะของลวดเชื่อมมีอมี 2 ชนิด คือ ลวดเปลือยและลวดหุ้มฟลั๊ก

ก. การเชื่อมด้วยลวดเปลือย ลวดเปลือยเป็นลวดเชื่อมที่ไม่มีสารหุ้มฟอก(ฟลั๊ก) การเชื่อมด้วยลวดเปลือยนี้จะต้องเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมกระแสไฟตรง เพราะกระแสไฟสลับจะทำให้การอาร์คไม่สม่ำเสมอ ข้อเสียของลวดเปลือยคือการอาร์คไม่แน่นอนเกิดอาการเป่ารุนแรงขณะเชื่อม รอยเชื่อมจะไม่แข็งแรงและเกิดรูพรุนในรอยเชื่อมได้ง่าย เพราะอากาศเข้าผสมขณะหลอมละลายได้ง่ายข้อดีของลวดเชื่อมเปลือยคือ ประหยัด กระแสที่ใช้ต่ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการยืดตัวในรอยเชื่อมมีน้อย

ข. การเหชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊ก การเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลั๊กเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมเพราะการทำงานง่ายและสะดวก คุณภาพของงานดีพอใช้และประหยัดกว่าวิธีการเชื่อมแบบอื่น ๆ

2.6.4 การยึดประกอบโครงสร้างส่วนเคลื่อนไหว

แป้นเกลียว

แป้นเกลียวหัวหกเหลี่ยมเป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด แป้นเกลียวมีแบบต่าง ๆ กันออกไปหลายแบบ แล้วแต่ความต้องการของงานแต่ละชนิด เช่น แบบกลม แบบมีบ่า แบบกล่อง แบบหัวผ่า และแบบหางปลา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกสลักเกลียวและแป้นเกลียว

เมื่อต้องการจะยึดชิ้นส่วนให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียวแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกหาขนาดที่เหมาะสม เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความเสียหายต่าง ๆ นอาจจะเกิดขึ้นกับสลักเกลียวและแป้นเกลียว ความเสียหายดังกล่าวนี้ได้

ขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ อาทิ เช่น ธรรมชาติของแรงที่กระทำบนเกลียว สภาพการใช้งาน ความแข็งแรงของวัสดุชั้นของความปราณีต ที่ผลิตและอื่น ๆ

การแบ่งประเภทของเกลียว

การแบ่งประเภทของสลักเกลียวแบ่งตามลักษณะหัว เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวหกเกลี่ยมใน และหัวที่สี่เหลี่ยม

การแบ่งประเภทของสลักเกลียวแบ่งตามลักษณะของหัว เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวหกเหลี่ยมใน และหัวสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนสลักเกลียวและแป้นเกลียวอาจจะแบ่งได้ดังนี้ สลักเกลียวสำหรับงานพิเศษ ลสักเลียวปล่อยหัวกลม และหัวผ่าสลักเกลียวปล่อยร้อนเกลียวและแป้นเกลียว รูปร่างของสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่กล่าวข้างต้น

สลักเกลียวใช้ยึด

1. สลักเกลียวผ่านตลอด ใช้ยึดชิ้ นงานสองชิ้นให้ติดกันโดยการสอดสลักเกลียวทะลุตลอดชิ้นงานทั้งสองและยึดชิ้นงานทั้งสองให้ติดกันด้วยแป้นเกลียว

2. สลักเกลียวปล่อยไม่มีแป้นเกลียวใช้ยึดชิ้นงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง (โดยรูที่เจาะไม่ทะลุตลอดชิ้นงานทั้งสอง) และผ่านรูของชิ้นงานที่เหลือ

3. สลักเกลียวหัวท้าย เป็นสลักเกลียวแบบไม่มีหัว แต้จะมีเกลียวอยู่ทั้งสองปลายให้ยึดชิ้นงานสองชิ้นให้ติดกัน โดยสอดผ่านรูของชิ้นงานชิ้นหนึ่ง และขันลงไปในชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่ง และยึดชิ้นงานทั้งสองให้ติดกันด้วยแป้นเกลียวอีกที

สลักเกลียวปล่อยพวกนี้มีขนาดไม่ต่ำกว่า 8 มม. และนิยมใช้กับงานที่มีโลดไม่สูง หัวของสลักเกลียวอาจจะผ่าเป็นร่อง หรือผ่าขวางกันเพื่อประโยชนในการใช้ไขควงธรรมดา ขันยึดชิ้นงานได้

สลักเกลียวล็อค

ใช้ในการยึดดุมเพลาหรือเพลา หรือใช้แทนลิ่มสลักเกลียวพวกนี้ทำด้วยเหล็กเหนียวและมีการชุบปลายให้แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีเกลียวของท่อสำหรับต่อท่อหรือส่วนต่าง ๆของท่า และของพวกเครื่องจักรไฮโดรลิคต่าง ๆ อีก เกลียวเหล่านี้มีทั้งเกลียวตรง ซึ่งใช้กับการยึดพวกเครื่อกลต่าง ๆ และเกลียวเรียวที่ใช้ขันเพิ่มความแน่น สำหรับงานพวกของเหลวหรืออากาศ เกลียวจำพวกนี้ มีความสูงของสันเกลียวน้อยกว่าพวกเกลียวหยาบ

ยังมีเกลียวอีกบางชนิดที่ใช้กับงานอื่น ๆ เช่น เกลียวในรถจักรยาน จักรเย็บผ้า และท่อที่มีผนังบาง ๆ ซึ่งมีการระบุในมาตราฐานแยกออกไปต่างหาก

ชั้นต่าง ๆ ของเกลียว

รายละเอียดต่างของเกลียวที่นิยมใช้กันได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนฟันของเกลียวนอก และขีดจำกัดของขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของเกลียวใน

การแบ่งประเภทของความเรียบร้อย เมื่อพิจารณาถึงความมากน้อยของความตลอดเคลื่อนจะแบ่งได้ดังนี้

สำหรับเกลียวเมตริก	ชั้น 1, 2 และ 3
สำหรบเกลียวยูนิฟาย	ชั้น 3, 2 และ 1 (เกลียวนอก)
	ชั้น 3, 2 และ 1 (เกลียวใน)

ความปราณีตเรียบร้อยของชั้นที่ระบุไว้ข้างบนจะลดหลั่นกันมาตามลำดับ โดยชั้นที่ 1, 3 หรือ 3 จะมีความปราณีตสูงสุดและชั้น 1 ในมาตรฐานจะเทียบได้กับมาตราฐานของอเมริกาชั้น 3 หรือ3

บรรทัดฐานในการเลือกชั้นต่าง ๆ มีดังนี้

ชั้นปราณีต (ชั้น 1)	สำหรับเกลียวปราณีต
ชั้นปานกลาง (ชั้น 2)	สำหรับใช้งานทั่วไป
ชั้นหยาบ (ชั้น 3)	สำหรับงานที่ทำได้ลำบาก เช่น ทำเกลียวในรูที่ยาว

2.7 ข้อมูลด้านไฟฟ้า

2.7.1 ข้อมูลด้านไฟฟ้าเบื้องต้น

ไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการดำรงธีวิตของมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้เพราะพลังงานไฟฟ้าสามารถจะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้เกือบทุกรูปแบบ ไฟฟ้า คือการเคลื่อนที่ของอิเลคตรอนจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งโดยผ่านสื่อหรือตัวนำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (DIRECT CURRENT = DC) คือกระแสไฟฟที่มีทิศทางเดียวผ่านตัวนำที่ต่อจนครบวงจร

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT) คือกระแสที่ไหลไปแล้วไหลกลับเป็นช่วง ๆ เช่นนี้ไปเรื่อยไป การสลับของไฟฟ้าชนิดนี้จึงไม่มีขั้วบวก และขั้วลบเหมือนกับไฟฟ้ากระแสตรง ประเทศไทยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงเคลื่อน 220 โวลท์

กระแสไฟฟ้า คือการไหลของประจุไฟฟ้าในช่วงหนึ่ง มีหน่วยเป็น "แอมแปร์" (AMPERE) และมีหน่วยที่ใช้วัดย่อยลงมาคือ มิลิแอมแปร์ และไมโครแอมแปร์

แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าหรือแรงเคลื่อนทางไฟฟ้า หมายถึง แรงทางไฟฟ้าที่สามารถทำให้เกิดการไหลของกระแสอิเลคตรอนเคลื่อนที่ จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น โวลท์ (VOLTS) มีหน่วยเล็กกว่าคือ ไมโครโวลท์และมิลิโวลท์และมีหน่วยที่ใหญ่กว่าคือ กิโลโวลท์และเมกกะโวลท์

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า คือ อัตราของการทำงานของเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าชั่วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งมีหน่วยเป็น วัตต์ (WATTS)

การหาค่าทางไฟฟ้า

การหาค่าทางไฟฟ้า มีหน่วยของอักษรย่อยเข้ามาเป็นส่วนในการจำสูตร โดยมีความหมายดังนี้คือ

P = กำลังไฟฟ้า

I = กระแสไฟฟ้า

E = แรงดันไฟฟ้า

1. สูตรการหาค่ากำลังไฟฟ้า คือ

กำลังไฟฟ้า = กระแสไฟฟ้า X แรงดันไฟฟ้า

หรือ P = P X E

ชื่อคุณสมบัติดของสายไฟ

PVC = POLY VINY CHORIDE = ฉนวนหุ้มสาย AV ทนความร้อน 60 องศา

F = สาย AV หลายเส้นเรียงติดกันในแนวแบนราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f = ความยืดหยุ่นตัว

X = PVC ที่มีการจัดตัวของโมเลกุลแบบ ทนความร้อนได้สูงกว่าธรรมดา

FL = ฉนวนที่หุ้มเป็นยาง และตัวนำเป็นทองแดงผสมดีบุก

AVX = ทนความร้อน 120 องศา C ทนต่อสารเคมี

AEX = ทนความร้อน 130 องศา C ไม่ทนต่อสารเคมี

AV = ฉนวนที่หุ้มเป็น PVC ธรรมดา

EB = ฉนวนที่หุ้มเป็น PVC แต่บางกว่า AV ตัวนำจะรวมกันเป็นกลุ่ม

2.7.2 หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANFORMER)

หม้แแปลงไฟฟ้า เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ทรานฟอร์เมอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มหรือลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ให้เป็นไปตามความต้องการในการใช้งาน ถึงแม้ขนาดจะต่างกัน รูปร่างจะต่างกัน แต่หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าทุกตัวเหมือนกันดังนี้

ขณะที่มีกระแสไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และถ้ามีขดลวดตัวนำอีกชุดหนึ่งพันอยู่บนแกนร่วมกัน ขดลวดนั้นจะได้รับอิทธิพลของสนามแม่เหล็กไปด้วย[1] เหล็กที่เกิดขึ้นจะมีการสร้างและยุบตัวลงตามจังหวะของไฟฟ้ากระแสสลับ ผลของการสร้างและยุบตัวจะมีผลทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าหมุนขดลวดตัวนำชุดที่สองด้วย อัตราการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดตัวนำจะมากหรือน้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ามนขดลวดตัวนำชุดแรกขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวดตัวนำทั้งสอง

หม้อแปลง ปกติจะเขียนเลขอัตราส่วน เช่น 10:1, 50:1, 1:20 หม้อแปลงนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ[2]

1. หม้อแปลงแบบแปลงขึ้น (set up tranformer) หม้อแปลงชนิดนี้แรงดันทางด้านทุติยภูมิ จะสูงกว่าทางด้านปฐมภูมิ จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิจะมากกว่าของขดลวดปฐมภูมิ อัตราส่วนจำนวนรอบจะเป็น เช่น 1:20, 1:10 เป็นต้น

2. หม้อแปลงแบบแปลงลง (set downn tranformer) หม้อแปลง ชนิดนี้แรงดันด้านทุติยภูมิจะต่ำกว่าแรงดันปฐมภูมิ จำนวนรอบของขดลงดทุติยภูมิจะน้อยกว่าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

---

1 ชัยสวัสดิ์ เทียบวิบูลย์ 2526

2 ส่ง สุขกานนท์ 2522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้า คือสื่อนำกำลังงานไฟฟ้าจากจุดแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า ลักษณะใหญ่ที่สุดของสายไฟฟ้านั้นจะดูกันที่ความสามารถที่ยอมให้กระแสไหลได้สูงสุดเท่าไร ชนิดของฉนวนและส่วนที่หุ้ม (jacket) ประเภทการใช้งาน สภาพแข็งแรงทางกล ปกติวิธีที่จะต่อสายไปหรือสายเคเบิลจะดูกันที่จำนวนและขนาดของโลหะตัวนำ ชนิดของฉนวน ประเภทที่ใช้งาน ขนาดของแรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้ ในบทความนี้จะเป็นเฉพาะสายไปที่ทางโรงงานในเมืองไทยทำจำหน่ายและนิยมใช้ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมให้สอบถามทางโรงงานหรือในคู่มืออุตสาหกรรมหรือดูใน NE code สายไฟฟ้าที่ใช้งานมีทั้งที่เป็นแบบโซลิด (solid) และแบบสะแตรน (stranded) แบบโซดหมายถึงมีลวดตัวนำเพียงเส้นเดียว แบบสะแตรนหมายถึงประกอบด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ หลายเส้นตวัดเข้าด้วยกัน สายเล็กขนาดเบอร์ AWG 18, 16, 14, เป็นต้น มีทั้งแบบโซลิดและสะแตรน สำหรับสายขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ เช่นเบอร์ AWG 8, 6 เป็นต้น จะทำเป็นแบบสะแตรนการทำสายเป็นแบบสะแตรนก็เพื่อให้สายไฟนั้นงอได้สะดวกและหักยากกว่า แต่มีราคาแพง

ความสามารถที่จะนำกระแสของตัวนำ

แอมแปร์ หมายถึงว่า ที่อุณหภูมิสูงสุดในขณะที่ ยอมให้ไปได้ ฉนวนของมันจะทนได้หรือไม่ สำหรับในกรณีที่เป็นสายเปลือย ก็จะเป็นที่อุณหภูมิสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดเนื้อที่ (หน้าตัด ตร.มม.)	กระแสสูงสำหรับสายหุ้มเดินในอากาศและนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสานหุ้มเดินในท่อหรือภายในอาคาร (แอมแปร์)
0.5	-	3
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	19	12
4	27	16
6	36	22
10	51	30
16	78	50
25	96	64
35	119	79
50	150	102
70	188	121
95	231	150
120	268	170

ตารางที่ 4 จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้สำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด IV และ VAF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดสาย	เส้นผ่าศูนย์กลางของ	พื้นที่หน้าตัด	กระแสสูงสุด	
จำนวนสายลวดย่อย % ขนาดเส้นลวดย่อย (นิ้ว)	สายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	แท้จริง(มม.2)	ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
1/0.040	1.016	0.81	9	5
1/0.044	1.118	0.98	10	7
1/0.060	1.524	1.82	14	10
1/0.064	1.626	2.08	16	12
1/0.72	1.829	2.63	18	14
1/0.080	2.032	3.24	21	16
1/0.093	3.63	4.37	24	20
3/0.029	0.737 (1.6)	1.28	11	8
3/0.036	0.914 (2.0)	1.97	16	10
3/0.044	1.118 (2.5)	2.94	20	15
3/0.053	1.35 (2.9)	4.29	26	22
7/0.029	0.737 (2.3)	2.98	20	15
7/0.032	0.813 (2.5)	3.63	22	18
7/0.036	0.194 (2.8)	4.59	27	23
7/0.040	1.016 (3.1)	5.67	30	25
7/0.044	1.118 (3.4)	6.87	38	28
7/0.052	1.321 (4.0)	9.59	46	36
7/0.060	1.524 (4.6)	12.76	58	42
7/0.064	1.626 (4.9)	14.53	64	48
7/0.080	2.032 (5.5)	18.38	74	55
7/0.083	2.12 (6.4)	24.70	88	62
7/0.098	2.5 (7.5)	34.07	116	77
19/0.040	1.016 (5.1)	15.39	66	48
19/0.044	1.118 (5.6)	18.64	76	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขนาดสาย	เส้นผ่าศูนย์กลางของ	พื้นที่หน้าตัด	กระแสสูงสุด	
จำนวนสายลวดย่อย % ขนาดเส้นลวดย่อย (น้ำ)	สายย่อยแต่ละเส้น (มม.)	แท้จริง(มม.2)	ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อ (แอมป์)
19/0.052	1.321 (6.6)	26.03	95	64
19/0.060	1.524 (736)	34.64	118	77
19/0.064	1.626 (8.1)	39.43	130	84
19/0.072	1.829 (9.2)	49.89	150	99
19/0.080	2.032 (10.2)	61.58	174	112
19/0.083	2.12 (10.6)	67.03	184	120
19/0.096	2.5 (15.5)	92.47	224	145
37/0.052	1.321 (9.3)	50.68	151	102
37/0.060	1.524 (10.7)	67.42	184	120
37/0.064	1.626 (11.4)	76.79	205	120
37/0.072	1.829 (12.8)	97.16	236	150
37/0.080	2.032 (14.2)	119.93	268	170
37/0.083	2.12 (14.9)	130.54	280	176
37/0.093	2.36 (16.5)	161.77	316	209
37/0.103	2.6 (18.2)	196.34	358	226
61/0.072	1.829 (16.5)	160.19	314	198
61/0.080	2.032 (18.3)	197.72	360	227
61/0.093	2.36 (21.3)	275.82	436	270
61/0.103	2.60(23.4)	323.70	480	296

ที่มา. จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟของบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด TW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดสาย		กระแสสูงสุด	
ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสาย (มม.2)	เดินในอากาศ (แอมป์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมป์)
AJG # 14	2.08	16	12
12	3.46	20	16
10	5.27	30	24
8	8.59	42	32
6	13.20	60	44
4	21.33	84	59
3	26.60	98	66
2	33.52	114	78
1	42.60	134	88
1/0	53.28	160	105
2/0	70.00	186	120
3/0	85.91	220	135
4/0	107.13	250	158
250 MCM	126.87	274	174
300	153.65	305	194
350	181.53	305	213
400	203.97	340	224
500	252.76	380	224
600	304.09	462	258
700	354.27	462	286
750	380.80	504	310
800	405.49	540	330
900	457.21	590	350
1000	505.79	626	364

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟของบริษัท สายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของสาย

มาตรฐานของสายไฟฟ้าทองแดงและอลูมิเนียมที่ใชย้กันอยู่มีหลายมาตรฐาน เช่น BWG. (Birmingham Iron Wire Gauge) AWG (American Wire Gauge) SEG (british Standare Wire Gauge) mmG (millimeter Gauge) เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันและคุ้นหูในบ้านเราจะเป็นมาตรฐาน AWG และ SEG

การเลือกขนาดสายไฟให้เหมาะสม

ปกติเมื่อทราบแรงดังไฟฟ้า และกระแสในวงจรแล้ว การเลือกสายไฟที่ใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับงาน และต้องใหญ่พอที่จะไม่ให้เกิดอุณหภูมิสูงเกินขีดอันตราย และหลีกเลี่ยวการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงดนตก ข้อดีของแรงดันตกในสายที่มีค่าน้อยนั้นก็คือยิ่งมีแรงดันตกน้อย ก็สูยเสียกำลังงานไฟฟ้าน้อย ตัวอย่างเช่น แรงดันตกเท่ากับ 5% นั้นหมายความว่า 5% ของกำลังไฟฟ้าสูญเสียเป็นความร้อนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เลยในสาย ยิ่งไปกว่านั้นอุปกรณ์เครื่อใช้ไฟฟ่จะทำงานให้ ประสิทธิภาพสูงสุดที่แรงดันที่ออกแบบตามกำหนดที่ป้ายบอก (name plate) ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าแรงดันที่กำหนด (rated value) 5% กำลังงานเอาท์พุทจะตกลงเกือบ 10% กำลังงานแสงสว่างจะตก 16% ถ้าแรงดันต่ำกว่าค่ากำหนด 10% กำลังงานแสงสว่างจะตกลงมากกว่า 30% เป็นต้น

ข้อกำหนดของแรงดันตก

มาตรฐาน NE Code ได้ให้คำแนะนำว่า สายไฟที่เลือกใช้งานจะต้องให้แรงดันตกไม่เกิน 3% ในวงจรย่อย (branch circuit) และไม่เกิน 5% เมื่อคิดตั้งแต่จุดเริ่มของสายป้อน (feeder) ผ่านวงจรย่อยถึงโหลด ที่เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในทางปฏิบัติที่ดีแล้ว แรงดันตกในสอยป้อนและวงจรย่อยแตะละอย่างไม่ควรเกิน 1%

การคิดแรงดันตกขณะมีกระแสไหลในสาย หาได้จากสูตร

$$CM = \frac{22 \times D \times I}{Ed}$$

เมื่อ 22 = ค่าคงที่สำหรับสายทองแดง (35 สำหรับสายอลูมิเนียม)

D = ระยะทาง (ฟุต-คิดทางเดียว)

I = กระแสที่ไหลในสาย-แอมแปร์

CM = เซอร์คิวลาร์มิล

Ed = ค่าแรงดันตกในสาย-โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจะคิดค่าแรงดันตกในสอยโดยใช้กฎเกณฑ์ของ โอห์ม ดังนี้

แรงดันตก = กระแส x ค่าความต้านทานทางสาย

สูตร 2 สูตรที่ข้างบนนี้จะใช้ได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อวงจรนั้นเป็นวงจรกระแสไฟตรงหรือไฟสลับ 1 เฟส ในกรณีที่เป็น 3 เฟส ให้ใช้วิธีการคำนวณดังข้างบนแล้วคูณด้วย 0.865 ก็จะได้คำตอบที่ถูกต้อง

ความต้านทางของสายไฟฟ้า

จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวประกอบ 4 อย่าง คือ

1. วัสดุที่ใช้ทำลาย
2. พื้นที่หน้าตัด สายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำใหญ่ ย่อมมีความต้านทานน้อยกว่าสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดของตัวนำเล็ก
3. ความยาวของสาย สายที่ยาวมากความต้านทานก็จะเพิ่มมากขึ้นตามส่วน
4. อุณหภูมิ โลหะทุกชนิดจะมีความต้านทานมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ฉนวนของตัวนำ

สายไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบันโลหะตัวนำจะหุ้มด้วยฉนวนบางชนิด ที่สามารถป้องกันไม่ให้โลหะตัวนำแตะกับสายอื่น รางสายไฟที่กราวน์กับดิน ท่อน้ำ หรือตัวนำอื่น ๆ ที่กราวน์ลงดินไว้และยังสามารถป้องกันอุบัติเหตุเมื่อถูกไฟดูด (เฉพาะบางชนิด) นอกจากนั้นจะต้องป้องกันตัวนำจากความร้อน ของเหลวที่กัดกร่อนได้ หรือกันน้ำได้

ตัวนำไฟฟ้านั้นเปรียบเหมือนท่อน้ำ ในกรณีของท่อน้ำเมื่อความดันสูง ผนังท่อต้องหนา สำหรับฉนวนไฟฟ้านั้นแรงดันยิ่งสูง ฉนวนที่หุ้มต้องหนาขึ้น ฉะนั้นจึงกำหนดการเป็นฉนวนด้วยค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยค่า เช่น 300, 600, 1,000, 3,000, 5,000, และ 15,000 โวลท์ เป็นต้น ในกรณีของไฟสลับค่าแรงดันไฟฟ้าจะเป็นค่ายังผล (RMS หรือ effective value) พึงระมัดระวังไว้เสมอว่า สายที่หุ้มฉนวนระบุค่าแรงไฟฟ้าไม่เกินค่าที่ระบุนั้น ถ้าหากใช้กับแรงดันไฟฟ้าเกินกำหนด ฉนวนของสายไฟจะเบรคดาวน์ (breakdown) หรือถูกเจาะทะลุทำให้เกิดลัดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเกิดพลังไหม้ได้ โดยทั่วไปแล้วตามอาคารบ้านเรือนสายไฟที่ใช้จะเป็นชนิดที่หุ้มฉนวนแรงดัน 600 โวลท์

ฉนวนที่ใช้หุ้มสายไฟมีอยู่หลายชนิด เช่น แอสเบสตอน (asbestos) ยางทนความร้อน (heat resistance rubber) สารเทอร์โมปลาสติค พีวีซี (thermoplastic ployvinyl ethylene) นอกจากนั้นรองจะมีเปลือก (sheath) หุ้ม ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออุณหภูมิของโลหะตัวนำสูงขึ้นความต้านทานจะมีค่าสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นกระแสสูงสุดที่ให้ไหลได้จะลดต่ำลง ในตารางที่ 1 ถึง 7 เมื่อนำสายไฟนั้นมาใช้งานในสานที่ ๆ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงเกิน 40^{0}c ให้นำตัวคูรที่อยู่ในช่องที่อุณหภูมิสภาพแวดล้มไม่เกินค่านั้น และที่อุณหภูมิขณะใช้งานมาคูณค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ที่อุณหภูมิ 40 C กระแสสูงสุดเท่ากับ 80 แอมแปร์ เมื่อนำไปใช้งานที่อุณหภูมิ 50 C แต่ไม่เกิน 60 C สายไฟฟ้านี้จะยอมให้กระแสสูงสุดไหลได้เพียง 56 แอมแปร์ (80 x 0.7 = 56 แอมแปร์) ค่า 0.7 ได้จากตารางที่ 8

ตารางที่แสดงค่ากระแสสูงสุดดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ใช้ได้ก็ต่อเมื่อสายที่เดินร้อยท่อเหล็กหรือเดินในรางสายไฟไม่เกิน 3 เส้น ถ้าหากจำนวนสายไฟในท่อหรือรางสายไฟเกิน 3 เส้น ให้นำตัวคูณลดจำนวนกระแสสูงสุดในตารางที่ 9 มาคูณ ตัวอย่าง เช่น สาย THW เบอร์ AWG6 ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 C กระแสสูงสุดเท่ากับ 80 แอมแปร์ ถ้าจำนวนสายไฟชนิดนี้ในท่อเหล็กหรือรางสายมีจำนวน 5 เส้น กระแสสูงสุดในสายแต่ละเส้นจะเป็น G4 แอมแปร์ (80 X 0.8 = 64 แอมแปร์) เป็นต้น

ตารางที่ 6 สภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดของตัวนำทองแดง

ขนาดสายโซลิด	สภาพการนำไฟฟ้าที่ 20 C (%)		
ทองแดง (มม.)	อบแล้ว	อบแล้วชุบดีบุก	รัดแข็ง
0.1-0.23	97	93	-
0.26-0.36	97	94	-
0.4-0.45	97	94	96
0.5-0.9	98	95	96
1.0-1.8	98	96	96
2.0-8.0	99	97	97
9.0-12.0	99	97	97

ที่มา : ข้อมูลจากบริษัทสายไฟฟ้ายาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดสายเป็น AWG หรือ MCM	ขนาดสายเป็น (มม2)	เดินในอากาศ (แอมแปร์)	เดินในท่อเหล็ก (แอมแปร์)
AWG 14	2.08	17	11
12	3.46	26	18
10	5.27	36	25
8	8.59	58	40
6	13.20	80	55
4	21.33	110	75
3	26.60	126	86
2	33.52	147	102
1	42.60	170	115
1/0	53.28	200	133
2/0	70.00	237	156
3/0	85.91	275	179
4/0	107.13	300	205
250 MCM	126.87	325	225
300	153.65	363	233
350	181.53	416	255
400	203.97	450	270
500	252.76	495	305
600	304.09	558	340
700	354.27	606	370
750	360.80	632	383
800	405.49	655	395
900	457.21	702	417
1000	505.79	754	438

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของบริษัทสายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสาย MEA ชนิด A, B ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศา

ขนาดสาย (มม2)	จำนวนสายลวดย่อย ขนาดเส้นลวดย่อย (มม)	เส้นผ่าศูนย์กลางของสายสแตรน (มม)	กระแสสูงสุด	
			ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อเหล็ก (แอมป์)
1.0	1/1.13	-	10	6
1.5	1/1.39	-	13	8
2.5	1/1.79	-	19	12
4	1/2.25	-	27	16
6	7/1.05	3.2	36	22
10	7/0.35	4.1	51	30
16	7/1.71	5.2	78	50
25	7/2.17	6.5	96	64
35	19/1.55	7.8	119	79
50	19/1.84	9.2	150	102
70	19/2.17	10.9	188	121
95	19/2.53	12.7	231	150
120	37/2.09	14.6	268	170
150	37/2.30	16.1	300	192
185	37/2.60	18.2	346	220
240	61/2.30	20.7	400	250
300	61/2.60	23.4	460	284
400	61/2.90	26.1	544	328
500	61/3.25	29.3	624	364

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของบริษัทสายไฟฟ้าไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด AV

ขนาดสาย (มม.)	พื้นที่หน้าตัดจริงๆ (มม.)	กระแสสูงสุดในที่โล่งแจ้ง (แอมป์)
0.3	0.311	4
0.5	0.485	5
1.0	0.969	9
1.25	1.212	10
1.5	1.523	13
2.5	2.25	18
15	1.523	13
20	18.85	80
25	24.62	100
40	38.47	130

ที่มา : จากข้อมูลเกี่ยวกับสายไฟฟ้าของ บริษัท สายไฟฟ้า ไทยยาซากิ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 จำนวนกระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้ม PVC ชนิด VCT

ขนาดสายสะแตรน (มม.)	พื้นที่หน้าตัดแท้จริง ($มม^2$)	กระแสสูงสุด	
		ในอากาศ (แอมป์)	ในท่อเหล็ก (แอมป์)
0.9	0.46	10	5
1.0	0.62	12	6
1.7	1.05	14	8
1.9	1.65	18	10
2.0	2.43	23	12
2.6	3.10	26	14
3.0	5.25	35	17
1.1	0.74	12	6
2.6	3.7	30	14
3.2	5.8	38	24
5.0	10.8	54	36
7.0	16.3	72	30
7.2	18.6	78	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงการทนอุณหภูมิความร้อนของสายไฟ

อุณหภูมิ C	ตัวคูณ	
	60 C	70 C
45	0.86	0.93
50	0.70	0.86
55	0.50	0.76
60	-	0.66
70	-	0.44
75	-	-

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนกระแสไฟฟ้าสำหรับสายไฟ

จำนวนตัวนำ	เปอร์เซนต์ของตัวคูณ (%)
4 ถึง 6	80
7 ถึง 24	70
25 ถึง 42	60
43 และมากกว่า	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่สายไฟฟ้านั้นใช้งานเกิน 40 C และใช้เดินในท่อเหล็กหรือรางสายไฟเกิน 3 เส้น จะต้องนำตัวคูณลดค่ากระแสจากตาราง 8 และ 9 มาคิดด้วย

ความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของเนื้อตัวนำสูงขึ้นนั้น เนื่องมาจากความสูญเสีย 1^2 R ในตัวนำ เนื่องจากตัวนำอลูมิเนียมมีความต้านทานทางไฟฟ้าสูงกว่าทองแดง สายอลูมิเนียม จึงสามารถที่จะนำกระแสได้น้อยกว่าสายทองแดง เมื่อเทียบขนาดเท่ากัน ทั้งนี้เพราะค่าความต้านทานของตัวมันเองมีค่าสูง ความร้อนถ้าเกิดขึ้นมาก (1^2 R) อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้ทำงานได้จะถึงเร็วที่กระแสค่าต่ำ

วิธีการที่จะเทียบว่าสายอลูมิเยมขนาดพื้ที่หน้าตัดเท่านี้นำกระแสสูงสุดได้เท่าไรให้เทียบจากสายตัวนำของแถวเป็นหลัก โดยคิดจากสูตร

พื้ที่หน้าตัดของสายไฟอลูมิเนียม (มม^2) = 1.6 x พื้นที่หน้าตัดของสายไฟทองแดง (มม^2)

เริ่มแรกเราต้องรู้ค่าของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟอลูมิเนียมเราก็ใชูสูตรข้างบนนี้เยบหาพื้นที่หน้าตัดของสายไฟทองแดงแล้วนำมาเทียบหาค่ากระแสสูงสุดที่ยอมให้ได้ในตารางที่กล่าวมาข้างต้น

2.7.4 ชนิดของสายไฟฟ้า (CONDUCTOR)

สายไฟฟ้า คือ ตัวนำทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นทางเดินให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก

1. ปรเภทขอสายไฟ มีอยู่ 3 ชนิด คือ
   1. สายไฟทั่วไป (IRE) แบบนี้ใช้เส้นลวดทำเป็นสาย
   2. สายขนาดเล็ก (CORD) แบบนี้ใฉนวนอ่อนปิดหรืองดได้หุ้ม
   3. สายเคเบิล (CABLE) แบบนี้เป็นสายขนาดใหญ่ซึ่งภายในมีหลายเส้นมีฉนวนหุ้ม ใช้ได้กับไฟ 250 โวลท์ 400 โวลท์ และ 600 โวลท์

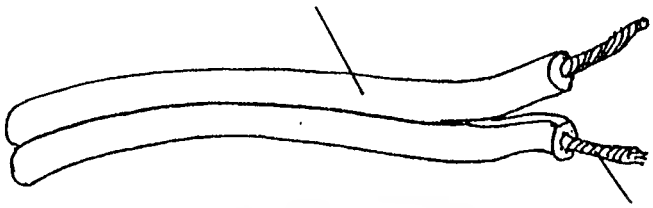
ประเภทแบ่งตามลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งกลุ่มการใช้งานได้ดังนี้ คือ

1. สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างได้แก่สายที่ใช้ต่อเข้ากับดวงไฟ วิทยุ โทรทัศน์ และอื่น ๆ ตลอดจนเต้าเสียบ สายสำหรับไฟแสงสว่างมักทำด้วยลวดตัวนำเส้นเล็ก ๆ ตีเกลียวเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความอ่อนตัว แล้วจึงหุ้มด้วยฉนวนเทอร์โมพลาสติกอีกทีหนึ่ง และมีสายบางอย่างที่หุ้มฉนวนโดยพันด้วนยฝ้ายหรือแพรเทียน (RAYON)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงสายไฟแบบส่องสว่าง

เทอร์โมพลาสติก



ลวดทองแดง

สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างอ่อนตัว และหุ้มด้วยยาง

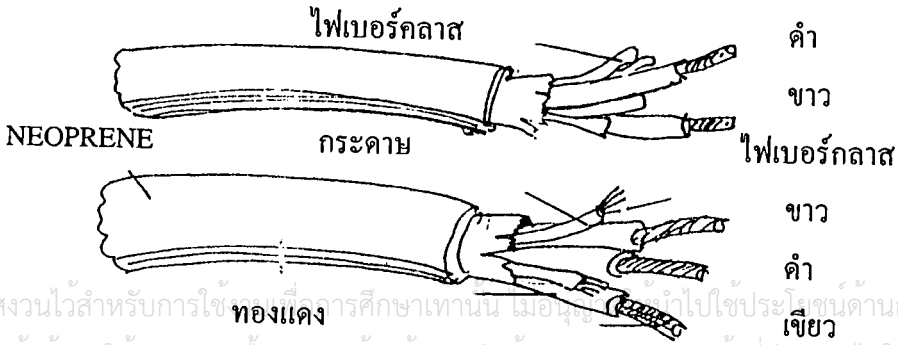
ฝ้ายถัก เทอร์โมพลาสติก

กระดาษ ทองแดง

สายที่ใช้กับไฟแสงสว่างแบบดีเกลียวแล้วหุ้มด้วยฝ้ายถัก

3. สายที่ใช้กับเครื่องกำลัง สายที่ใช้กับพวกมอเตอร์ขนาดใหญ่ เครื่องมือที่กินกำลังมาก (HEAVY DUTY) และต้องการกำลังหนัก จะต้องใช้สายที่สามารถทนโหลดได้สูง ๆ โดยไม่เกิดความร้อนมากเกินไป

แสดงลักษณะของสายที่ใช้กับเครื่องกำลังต่าง ๆ

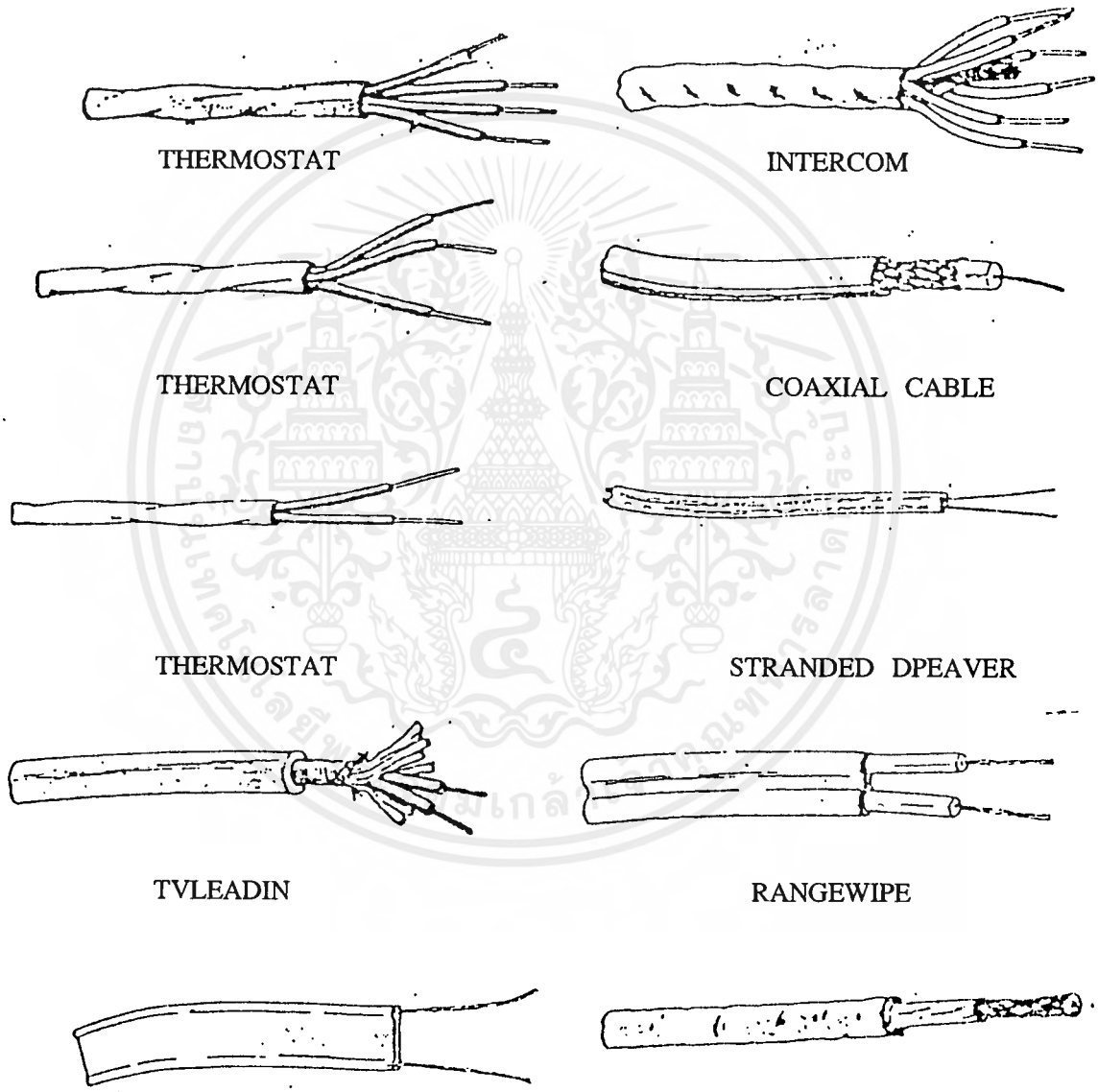


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สายชนิดอื่น ๆ การใช้งานสายไฟฟ้านั้นนองเหนือจากเกี่ยวข้องกับสายไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปแล้ว บางครั้งอาจต้องทำงานเกี่ยวกับสายใช้งานเฉพาะอย่างควบคู่กันไปด้วย

ภาพที่ 29

ภาพแสดงสายไฟทั่วไป



2.7.5 วัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

ปัจจุบันวัสดุ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นจำนวนไม่น้อยที่สามารถผลิตได้เอง มีคุณภาพมาตรฐาน โดยการรับรองของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (ส.ม.อ.) หรือ กระทรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรม ซึ่งจะมีเครื่องหมายประทับบอกให้ทราบที่ผลิตภัณฑ์ เช่น สายไฟฟ้า สวิทช์ เต้าเสียบ สตาร์ทเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ บาลลาสต์และอื่น ๆ

ตารางที่ 13

ชนิดของสายไฟและการใช้งาน

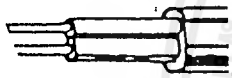
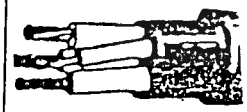
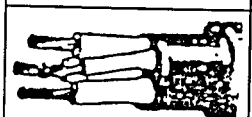
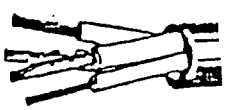
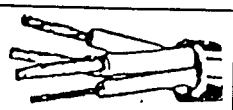
โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, หุ้มฉนวนพีวีซี	เดินสายสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกหุ้มข้างนอกอีกชั้น มีสายที่เป็นสายดินอยู่ภายใน ซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานอเมริกัน	เดินสายสำหรับงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปทีมีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์ และที่มีสายดิน
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, แนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกชั้น บางกรณีจะมีแผ่นเหล็กหุ้มอยู่ภายในเป็นเกราะอีกชั้นหนึ่ง	ใช้ฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับการใช้งานที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงรีดแข็งแกนกลางเป็นหล็กชุบสังกะสี	สำหรับเดินสายแรงสูงที่มีช่วงยาว เนื่องจากเหล็กแกนกลางช่วยขับแรงดึง

โครงสร้างของสายไฟ	ประเภทงานที่ใช้
เส้นลวดอลูมเนียม, ฉนวนหุ้มพีวีซีมีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีกหนึ่งชั้น เส้นลวดทองแดงอบแล้ว ฉนวนหุ้มพีวีซี, มีเปลือกพีวีซีหุ้มข้างนอกอีก 1 ชั้น ระหว่างสายแต่ละเส้นจะมีเชือกกระสอบใส่อยู่ด้วย	ใช้กับงานที่แรดดันไม่เกิน 600 โวลท์ และสามารถฝังดินได้โดยไม่ต้องร้อยท่อ สำหรับสายคอนโทร, ซึ่งมีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สายอ่อนสำหรับเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลท์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉนวนหุ้มพีวีซี	สำหรับเดินสายแรงต่ำในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงฝอยอบแล้ว, ฉวนหุ้มพีวีซี มีเปลือกพีวีซีหุ่มข้างนอกอีก 1 ชั้น	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูงในรถยนต์
เส้นลวดทองแดงอบแล้ว, ฉนวนหุ้มโพลี่เอ็ททีลีน	ใช้สำหรับสายอากาศเครื่องรับโทรทัศน์
เส้นลวดตีเกลียวเปลือย, เส้นลวดตีเกลียวเปลือย	ใช้สำหรับเดินสายแรงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

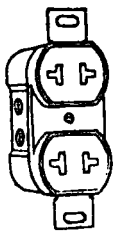
ตารางที่ 14

แสดงชนิดและคุณสมบัติการใช้งานของไฟฟ้าตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

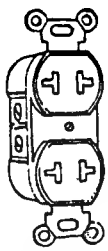
	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิลวดร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	IV	250	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการใช้งานทั่วไปโดยเฉพาะงานเดินสายร้อยในท่อและพาดสายในอากาศยึดกับฉนวนลูกถ้วย
	HIV		75 C	
	TW	750	60 C	
	THW		75 C	
	VAF	250	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการเดินเกาะกับพื้นผิวอาคารโดยใช้วิธีรัดสายติดกับผิวอาคาร สามารถใช้ในบริเวณชื้นแฉะได้ร้อยในท่อปละพ้าดสายในอากาศ
	HVF		75 C	
	VAF-G	250	60 C	
	HVAF-G		75 C	
	VVF	750	60 C	
	Type B		75 C	
	แบบ	แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน	อุณหภูมิลวดร้อนไม่เกิน	การใช้งาน
	NM	750V	60 C	
	TypeB-G		75 C	
	NVY	750V	60 C	สายชนิดนี้เหมาะกับการวางผังในดิสโดยตรง ทั้งนี้บริเวณนั้นต้องไม่มีแรงกระทบกระแทกอันอาจทำให้สายไฟฟ้าชำรุดหรือขาดได้
	Type C		75 C	
	NY Y-N	750V	60 C	
	TypeC-N		75 C	
	NY Y-G	750V	60 C	
	TypeC-G		75 C	
	VCT	50V	60 C	ใช้สำหรับเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีการเคลื่อนย้ายเป็นประจำ
	HVCT		75 C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในโรงซักผ้า ประตูบ้าน ที่โล่ง ห้องใต้ถุน ห้องใต้เพดาน โรงงาน ห้องอู่รถ ซึ่งผู้ใช้เครื่องมือไฟฟ้าที่เสียบกับปลั๊กนั้นจะต้องยืนอยู่บนพื้นดิน หรือบนโลหะตัวนำซึ่งต่อถึงดิน ในงานบางอย่างที่เครื่องมือนั้นจำเป็นต้องมีสายดินต่อไว้

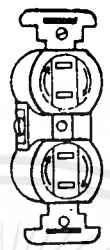


เต้าเสียบคู่ ร่องรูป T

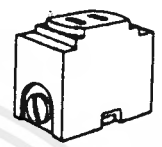


เต้าเสียบคู่ แบบสลิบบัส

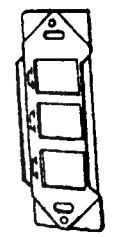
เต้าเสียบ 3 อัน แบบสลิบบัส



เตาเสียบแบบ ปลอดภัย



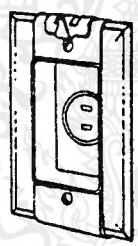
ปลั๊กแบบ สลับเปลี่ยนได้



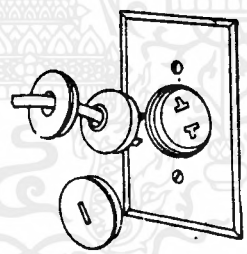
ฝาครอบสำหรับ ปลั๊ก 3 ตัวที่สลับ เปลี่ยนได้

เต้าเสียบเดี่ยว สำหรับวงจร พิเศษ

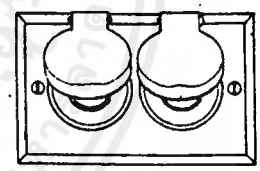
เต้าเสียบ 4 อัน



เต้าเสียบฝังใน



เต้าเสียบติดพื้น และอุปกรณ์ ประกอบ



เต้าเสียบแบบ กันน้ำชนิด W/gr.

แบบต่าง ๆ ของปลั๊กตัวเมียแบบกันน้ำได้ ขนาด 125 โวลท์ 15 หรือ 20 แอมแปร์ ที่เสียบเป็นแบบใบมีดขนาดใช้กับปลั๊กตัวผู้ได้ตั้งแต่ 1 อัน ไปจนถึง 4 อัน และปลั๊กแบบพิเศษสำกรับนาฬิกาติดบนพื้นภายนอกอาคาร หน้ากากแบบใช้ติดปลั๊ก 3 อัน จะสามารถใช้กับปลั๊กแบบที่เปลี่ยนที่เสียได้หรือสวิทช์หิดเปิด ไฟหน้าปัทม์ สวิทช์สำหรับออด และไฟช้ติดปลั๊กสำหรับวิทยุ ทีวี ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15A, 125V

เดือยปลั๊ก
ขนานแนวดิ่ง
20A, 250V

20A, 125V

เดือยปลั๊ก
ขนานแนวดิ่ง
15A, 125V

15A, 250V

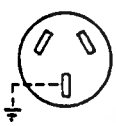
เดือยปลั๊ก
ขนานแนวนอน
15A, 277V

15A, 277V

เดือยปลั๊กเอียง
กราวด์รูป U
30A, 250V

15A,125V
10A, 250V

เดือยปลั๊กเอียง
กราวด์ตรง
30A, 250V



เดือยปลั๊กเอียง
กราวด์ตรง

เดือย
ล็อคกราวด์
50A, 250V,

เดือยแบบ
ล็อคกราวด์
50A, 250V

นิยมใช้ใน
ห้องซักแห้ง
60A, 250V

เดือย 4 ขั้ว

นิยมใช้ใน
บ้านพัก
(115/230 - volt)

เดือย 4 ขั้ว

เดือย 4 ขั้ว

แบบต่างๆ ของปลั๊กที่มีสายดิน ปลั๊กแบบต่าง ๆ ตามชนิดของขั้วเสียบที่ได้แสดงไว้ เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEMA เพื่อแสดงค่าขีดจำกัดของปลั๊กแบบนั้น ปัจจุบันได้พิจารณาเห็นว่าปลั๊กซึ่งใช้กับสายไฟขนาด 15 หรือ 20 แอมแปร์ ตามข้อกำหนดควรจะต้องเป็นชนิดมีสายดิน ปลั๊กชนิดนี้จะใช้กับแรงดันตั้งแต่ค่าต่ำไปจนถึง 600 โวลท์

ปลั๊กชนิดแยกสาย ปลั๊กแบบนี้จะเป็นแบบมีที่เสียบ 2 ชุด และ 3 ชุด มีขีจำกัด 15 หรือ 20 แอมแปร์ 125 หรือ 250 โวลท์ ตามปกติปลั๊กชนิดนี้จะประกอบด้วยที่เสียบ 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลั๊ก 2 ชุดแบบขนาน ตามมาตรฐานส่วนมากจะประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดสาย ทำให้สามารถใช้ปลั๊กได้ทั้ง 2 อัน สำหรับแต่ละชุดของวงจรตามจุดประสงค์ที่ต้องการ โดยในขณะที่ใช้ปลั๊กอันหนึ่ง ที่เสียบอีกชุดจะถูกตัดวงจรไม่ให้มีกระแสไหล

ปลั๊กชนิดที่มีล็อคในตัว จะใช้ในกรณีที่มีอุปกรณ์ซึ่งไม่ต้องการให้ปลีกตัวผู้ที่เสียบอยู่นั้นหลุดออกมาได้

ปลั๊กชนิดกันน้ำหรือติดกับพื้นดิน จะมีชนิด 3 หรือ 4 ขั้ว ขนาด 30, 50 หรือ 60 แอมแปร์ แบบ 3 ขั้วขนาด 30 และ 50 แอมแปร์จะเป็นแบบที่นิยมมาก

ปลั๊กสำหรับงานหนัก เช่น ใช้ในโรงานอุตสาหกรรม หรืออาคารต่าง ๆ ปลั๊กชนิดนี้จะติดในกล่องทำด้วยเหล็กหล่อ ชุดที่ต่อพ่วงกับกล่อง แบบนี้จะมีแกนเหล็กเป็นคุมยื่นออกไปต่อกับกล่องแรก และปลั๊กจะมีขนาดกระแสตั้งแต่น้อยจนถึง 400 แอมแปร์ ที่แรงดัน 250 โวลท์ และ 200 แอมแปร์ที่ 600 โวลท์ กล่องที่ใส่ปลั๊กจะเป็นแบบที่ใช้สำหรับงานทั่วไป หรือเป็นแบบที่กันน้ำได้ ปลั๊กและกล่องปิดอีกแบบหนึ่งจะเป็นแบบที่ป้องกันการกัดกร่อน หรือป้องกันอันตรายจากสิ่งต่าง ๆ สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์หลายชนิดตามที่ต้องการ

ปลั๊กเอนกประสงค์ จะเป็นปลั๊กซึ่งรวมแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว สำหรับนาฬิกาติดผนัง อุปกรณ์ที่วางบนพื้นมอเตอร์ อุปกรณ์ภายนอกอาคาร วิทยุ และโทรทัศน์ อุปกกรณ์พ่วงซึ่งมีปลั๊กหลายอัน

2.7.5.2 สวิทช์ มาตรฐานของ NEC สวิทช์ตั้งแต่ขนาดเล็กขึ้นไปจนถึง 30 แอมแปร์ 600 โวล์จะจัดเป็นชนิดปิดเปิดเร็ว ถึงแม้จะเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นแบบ tumble, toggle (ปลั๊กชนิดผลักปิดเปิด) mercury และ butt-contact (ชนิดเงียบ)

สวิทช์จะเป็นตัวกำหนดการปิดและเปิดวงจร สวิทช์อกาจจะประกอบด้วยขั้ว ๆ เดียว หรือปลายขั้วก็ได้ เช่นอาจจะมีขั้วเพียงขั้วเดียว สองขั้ว หรือมากกว่านั้นโดยทั่วไปแล้ว สิวทช์มักจะใช้เป็นตัวเปิดและปิด ให้วงจรทำงานหรือไม่ให้วงจรทำงานการสัมผัสกับตัวนำไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของสวิทช์ควบคุมโดยระบบแมคานิค

ลักษณะของสวิทช์ มีมากมายหลายชนิด แล้วอต่หน้าที่ที่การทำงาน หรือในลักษณะการเปิดปิดวงจรแบ่งออกได้เป็น

1. แบบกด (PUSH BUTTON SWITCH)

ทำงานได้โดยการใช้มือกด สามารถแบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 สวิทช์กดติดปล่อยดับ (MOMENTARY SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด เมื่อปล่อยจะทำให้วงจรเปิด สวิทช์แบบนี้เหมาแก่งานที่จำพวกปิดวงจรชั่วจังหวะขณะ

1.2 สวิทช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด การให้วงจรเปิด ก็กดอีกครั้งหนึ่ง เป็นที่นิยมกันทั่วไป

2. สวิทช์โยก (TOGGLE SWITCH)

ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านสวิทช์ให้ทำงาน จำนวนของสวิทช์แล้วแต่การใช้งาน โดยมากจะมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป เหมาะสำหรับการใช้งานในเครื่องบังคับต่าง ๆ

3. สวิทช์เลื่อน (SLIDE SWITCH)

คล้ายกับสวิทช์โยกแต่ใช้งานโดยการเปลี่ยนสวิทช์ ซึ่งอาจจะมีจังหวะในการเลื่อนหลาย ๆ ช่วง

4. สวิทช์หมุน (ROTARY OF SELECTOR SWITCH)

ส่วนมากจะเป็นการใช้ในหน้าที่เลือกทางเดินไฟฟ้าหลายตำแหน่ง

5. สวิทช์จิ๋ว (MICRO SWITXH)

เนสวิทช์ทีมีความเชื่อถือได้สูง สามารถทนแรงเคลื่อนและกระแสไฟ้าหลายแอมแปร์ ส่วนสัมผัสที่เป็นตัวนำเคลือบด้วยทองแดง ทำให้เป็นทางเดินไฟฟ้าที่ดีลักษณะสวิทช์จะทำงานโดยการกดเบา ๆ ที่คานหรือปุ่มเล็ก ๆ โดยปกติแล้ว สวิทช์บางแบบก็จะมีไฟนิออนเล็ก ๆ ติดอยู่ตรงปุ่มที่ใช้นิ้วกดปิดเปิด ช่วยทำหน้าที่เป็นตัวแสดงการทำงานของสิทช์แทนหลอดหน้าปัทม์

สวิทช์เอนกประสงค์ - อีกแบบหนึ่งของสวิทช์ควบคุม จะรวมสวิทช์ติดฝาผนังแบบดึงเชือกปิดเปิด surface sumble switch, canopy switch สวิทช์ปิดเปิดด้วยความสว่างของแสงและสวิทช์สับ

2.7.5.3 อุปกรณ์สับสาย

อุปกรณ์ที่ทำให้เราสามารถรวมกลุ่มของสวิทช์ ปลั๊ก ไฟแสดงการทำงนของสวิทช์หรือปุ่มกดเข้ามาไว้ได้อย่างกะทัดรัด ตามปกติแต่ละชุดของอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีตัวสับสายอยู่ 3 ชุด ดังนั้นในกล่องสวิทช์รวม 2 ชุด จะมีชุดสับสาย 6 ชุด โดยใช้ 3 ชุดต่อ 1 กล่อง อุปกรณ์สับสายชั้นดีจะสามารถสับสายให้มาแตะกันได้ทุกชุดตามแต่จะต้องการ

อุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกับชุดสับสายก็คือ ชุดร่วม ซึ่งรวมสวิทช์ 2 อัน สวิทช์และปลั๊ก 1 อัน สวิทช์ไฟหน้าปัทม์ 2 อัน หรืออื่น ๆ คล้ายกันนี้ ชุดร่วมนี้จะรวมกันอยู่เป็นชุด โดยมีขั้วจับสายเป็นชนิดแยก หรือชนิดใช้ร่วมกันก็ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.4 แผ่นปิด

บรรดาสวิทช์ ปลั๊ก หรืออุปกรณ์อื่น ๆ จะต้องมีแผ่นปิด ซึ่งทำด้วยเบกาไลท์ พลาสติก เหล็กกล้า โลหะชุบทองเหลือง แก้ว หรือวัสดุอื่นสำหรับงานพิศษ

ตามข้อนกำหนดของ NEC แผ่นปิดสำหรับสวิทช์และปลั๊กแผ่นหน้า ซึ่งทำด้วยโลหะที่ไม่ใช้เหล็ก จะต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.04 นิ้ว และแผ่นหน้าที่เป็นหล็กจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.03 นิ้ว ส่วนแผ่นหน้าซึ่งเป็นสารอโลหะไม่ติดไฟจะต้องมีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.1 นิ้ว

ในขณะที่สวิทช์และปลั๊กส่วนมากเป็นสีงาและสีน้ำตาล แต่ก็มีบางส่วนที่ต้องการสีอื่น เพื่อให้เข้ากับแผ่นปิดที่ได้ออกแบบพิเศษ เช่น สีทอง แดง เหลืองเทา ดำ ขาว เหลือง ฟ้าหรือเขียว ในทำนองเดียวกันแผ่นปิดก็ตกแต่งเป็นหลายแบบ บางแบบอาจออกแบบมาสำหรับสวิทช์พิเศษ

2.7.5.5 จุดต่อสายและกล่องวงจร

ที่เราจะกล่าวถึงต่อไปนี้ คือ จุดต่อสายและกล่องวงจร ซึ่งทำด้วแผ่นโลหะหรืออโลหะ สำหรับใช้ต่อกับระบบวงจรภายใน เช่น ต่อกับอุปกรณ์ให้แสงสว่าง สวิทช์ หรือปลั๊ก

กล่องโลหะส่วนใหญ่จะทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าที่ชุบด้วยไฟฟ้า หรือวิธีการอื่นเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับเหล็กและขนาดของเหล็กจะเป็นขนาดเบอร์ 14 USS gauge (หนา 0.0747 นิ้ว)

กล่องที่ทำด้วยอลูมิเนียมจะไม่เป็นที่นิยมเมื่อเป็นกล่องขนาดใหญ่ เนื่องจากราคาแพงกว่ากล่องเหล็ก และจากการประสบความสำเร็จในการทำกล่องเหล็กที่ประกอบท่ออลูมิเนียมและอุปกรณ์ที่ติดอยู่

กล่องอโลหะจะทำด้วยเบกาไลท์ พลาสติก ไฟเบอร์ แก้ว หรือดินเผา และจะใช้ได้เฉพาะกับวิธีการต่อสายของพวกอโลหะเท่านั้น โดยวิธีนี้กับแผ่นปิดที่เป็นอโลหะจะทำให้ระบบวงจรได้รับการป้องกันอย่างดี จากการกัดกร่อน และคยวามชื้นจากที่ที่ติดตั้ง และการต่อสายดินก็จะมีน้อยที่สุด อุปกรณ์ที่เป็นพวกอโลหะก็จะไม่ได้รับความเสียหายจากสิ่งแวดล้อม

สารอื่นที่ใช้ในปัจจุบันนอกเหนือไปจากพวกดินเผาซึ่งเป็นพวกอโลหะ ก็จะมีอายุการใช้งานนานขึ้นกว่าสารเดิม การพัฒนาสารพลาสติกชนิดใหม่ และสารที่คล้ายคลึงกัน ทำให้สามารถผลิตกล่องซึ่งทนทานต่อการใช้งานที่ผิดประเภทของการใช้ที่มักจะพบเสมอในงานก่อสร้างได้ ในขณะที่พวกดินเผาแตกง่ายและไม่สามารถใช้ในที่ที่มีการกระเทือนเชิงกลระหว่างหรือภายหลังการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

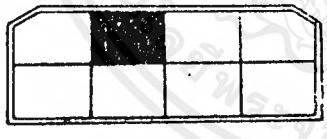
2.7.5.6 ชุดกล่องหัวเสียบต่อสาย

CONNECTOR แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. แบบตัวผู้ (MALE CONNECTOR)

2. แบบตัวเมีย (FEMALE CONNECTOR)

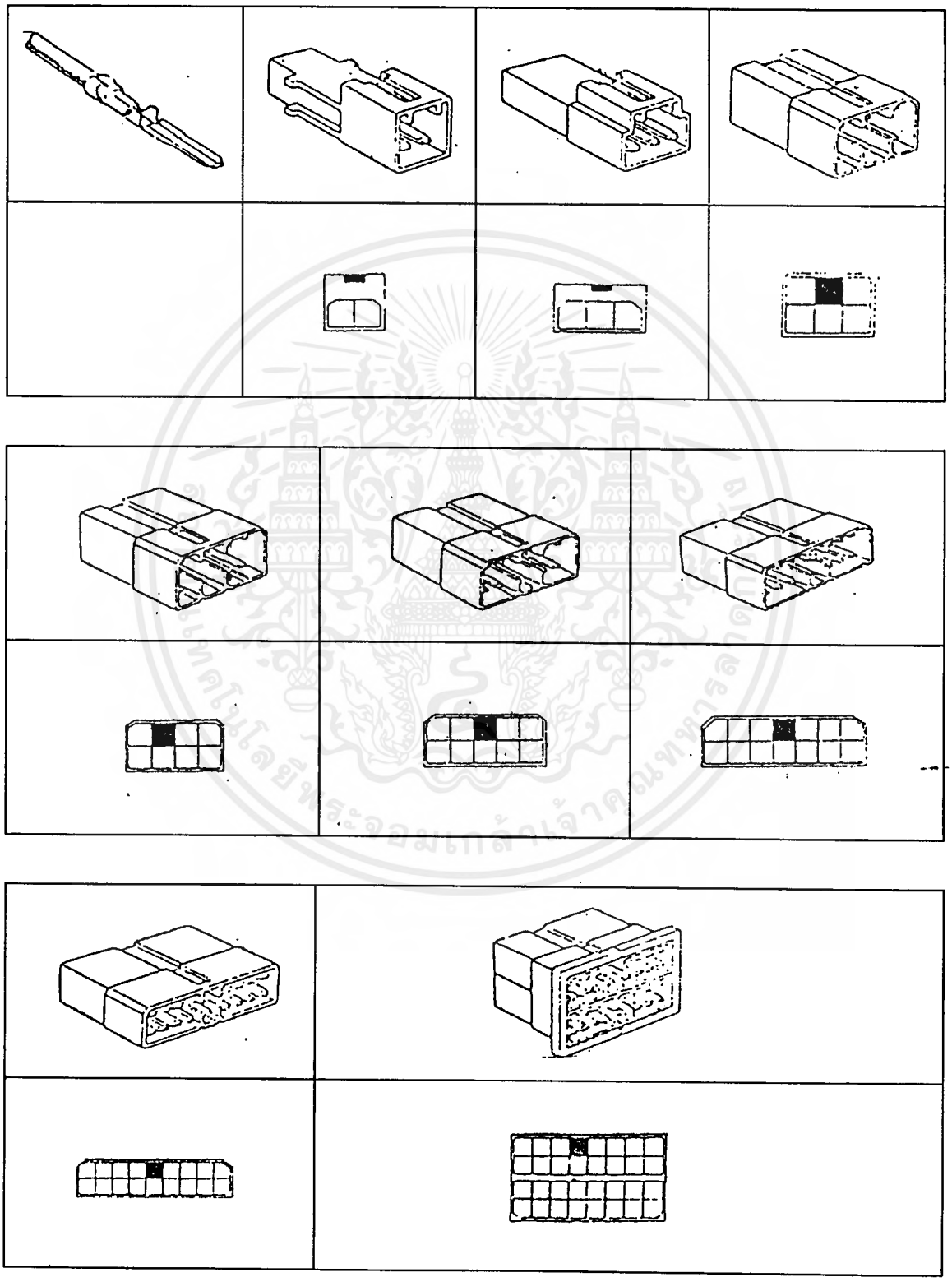
ตารางที่ 15 แสดงลักษณะของชุดกล่องหัวเสียบ Connector

ตัวผู้ (MALE)	ตัวเมีย (FEMALE)
	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงตัวอย่าง

เปรียบเทียบระหว่างของจริงและลักษณะการเขียนแบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวผู้ จะสามารถสวมเข้ากันได้กับชุดกล่องเสียบตัวเมีย ชุดกล่องหัวเสียบแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป และอต่ละคู่จะมีหมายเลขกำกับ

แบบตัวผู้ใช้แบบคู่กำกับ เช่น

7122 7218 7118

แบบตัวเมียใช้เลขคี่กำกับ เช่น

7123 7129 7119

หัวเสีบ TERMINAL แบ่งออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกัน

1. แบบตัวผู้ Male terminal จะนำไปประกอบกับชุดหัวเสียแบบตัวผู้ (Male Connector)

2. แบบตัวเมีย Female terminal จะนำไปกระกอบกับชุดกล่องหัวเสียบแบบตัวเมีย (Female connector)

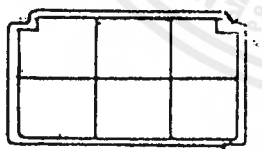
ภาพที่ 30

แสดงลักษณะชุดกล่องหัวเสียบ

รูปที่ 1

MALE CONNECTOR

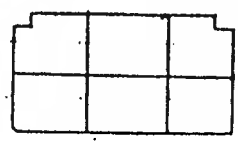
- NO TERMINAL
- NO CONNECTOR



รูปที่ 2

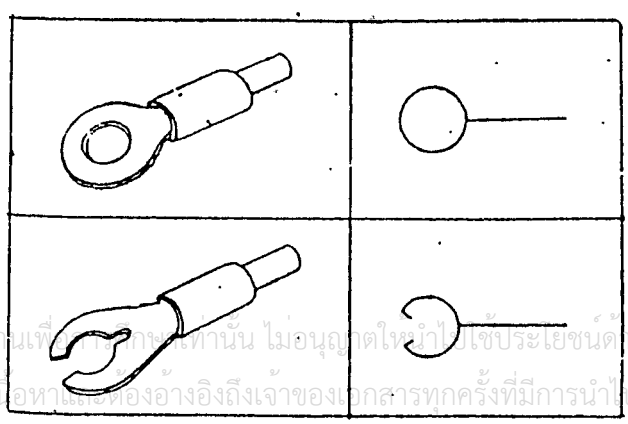
FEMALE CONNECTOR

- NO TERMINAL
- NO CONNECTOR



รูปที่ 3

หัวเสียบชนิดไม่ต้องมีตัวเมีย นอกจากนั้นยังมีหัวเสียบชนิดไม่ต้องมีตัวเมียในการใช้งาน ใช้สกรูขันยึด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ธรรมชาติของแสงและการเห็น

นิยาม

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่นๆ ที่เราเคยรู้จักกันมาก่อน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ แต่แสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่ของพลังงานแสดงจะอยู่ในรูปของคลื่น เช่นเดียวกันกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่อนโทรทัศน์ และคลื่นของรังสีต่าง ๆ

การกำเนิดของแสง

ถ้าเราเผาแท่งเหล็กแท่นหนึ่งที่ความร้อนสูงมาก ๆ แท่งเหล็กจะเริ่มร้อนแดง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่แท่งเหล็กมากขึ้นอีกเรื่อย ๆ มันจะเปลี่ยนสีออกไปทางส้มและเหลืองจ้าสว่างในที่สุด ในการเผาแท่งเหล็กดังกล่าวนี้ นอกจากเราจะได้พลังงานแสงออกมาแล้วยังมีรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟราเรดออกมาด้วย แปล่งของพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเผาหรือการให้พลังงานความร้อนแก่มันนี้ เราเรียกว่า อินแคนเดสเซนซ์ (incandescence) หรือแหล่งกำเนิดแสงร้อน (hot source) เช่น ถ่านแดง ไส้ของหลอดไฟฟ้า คุณสมบัติประการหนึ่งของแหล่งกำเนิดแสงชนิดอินแคนเดสเซนซ์นี้คือ มันจะให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าพลังงานของแสงสีน้ำเงิน

แหล่งกำเนิดแสงอีกประการหนึ่งที่มิได้เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง แหล่งกำเนิดแสงจำพวกหลังนี้เราเรียกว่า ลูมิเนสเซนซ์ (luminescence) หรือบางที่เราเรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (cold source) ได้แก่ แสงจากตัวแมลง แสงที่เกิดจากหฏิกิริยาทางเคมี แสงที่เกิดจากการเปลี่ยนวงโคจรของอิเล็กตรอน รวมไปจนถึงแสงที่เกิดจากการปล่อยประจุ (discharge) ของก๊าซ เช่น แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ แสงจากหลอดแสงจันทร์ และแสงจากหลอดโซเดียม

พฤติกรรมของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านออกสู่ตัวกลางชนิดต่างๆ นับตั้งแต่อากาศ ของเหลว วัตถุโปร่งแสง จนกระทั่งถึงวัตถุทึบ มันจะมีพฤติกรรมที่ต่างๆ กันออกไป กล่าวคือ ทางเดินของแสงจะถูกเปลี่ยนไปเมื่อกระทบตัวกลางเหล่านั้น มันอาจจะหักเห สะท้อน กระจายตัวออกหรือถูกดูดกลืนเข้าไปในตัวกลางนั้นก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะท้อน (reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงตกกระทบตัวกลางและสะท้อนตัวออก ถ้าแผ่นตัวกลางดังกล่าวเป็นผิวเรียบขัดมัน การสะท้อนตัวของแสดงจะเป็นไปตามที่ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

การหักเห (refraction) เป็นปรากฏการณ์ที่ลำแสงหักเหออกจากแนวทางเดินของมัเมื่อพุ่งผ่านวัตถุโปร่งแสง

การกระจาย (diffusion) คือ การทีแสงกระจายตัวออกเมื่อกระทบถูกผิวของตัวกลาง เช่น แผ่นพลาสติกใสหรือแผ่นผิวหยาบขัดมัน เราใช้ประโยชน์จากการกระจายตัวของลำแสงเมื่อกระทบตัวกลางนี้ เช่น ใช้แผ่นพลาสติกใสปิดดวงโคม เพื่อลดความจ้าจากหลอดไฟ

การดูดกลืน (absorbtion) เป็นปรากฏการณ์ที่แสดงถูกดูดกลืนหายเข้าไปในตัวกลาง เช่น การฉายแสงสีขาวลงบนกำแพงสีเขียว แสงสีอื่นๆ จะถูกดูดกลืนหายเข้าไปในกำแพง ยกเว้นแสงสะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา โดยทั่วไปเมื่อพลังงานแสงถูกดูดกลืนยหายเข้าไปในวัตถุใด ๆ มันจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

การวัดความสว่าง (measurement of Light)

การวัดความสว่างของแสง สามารถวัดได้ในรู)ของความเข้มแห่งการส่องสว่าง จำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง และในรูปของปริมาณลูเมนต่อตารางหน่วยพื้นที่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

แคนเดลา (candela) เรียกว่า กำลังส่องสว่าง (candlepower) ซึ่งมีหน่วยเป็นแคนเดลา กำลังสอ่งสว่าง 1 แคนเดลา มีค่าเท่ากับความเข้มแห่งการส่องสว่างของวัตถุดำ (blackbody) ที่อุณหภูมิเยือกเข็งของพลาตินัม (platinum) โดยทั่วไปความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนินแสงหนึ่ง ๆ มักมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้น ๆ อย่างไรก็ตามมักจะมีค่าเท่ากันและสมมาตรกันระหว่างแนวแกนของแหล่งกำเนินแสงนั้นด้วย

ความเข้มแห่งการส่องสว่างของหลอด 150PAR/WFL มีค่าเท่ากับ 1150 แคนเดลา ณ ตำแหน่งใต้แนวแกนของหลอด และมีค่าเท่ากับ 800 แคนเดลา บนแนวที่ทำมุม 30 องศา กับแนวแกนของหลอด

ลูเมน (lumen) อีกแนวความคิดหนึ่ง ในการบอกค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนินแสงใด ๆ ก็คือ การบอกในรูปของจำนวนเส้นแรงของปริมาณแสง (luminous flux) ที่ออกมาจากแหล่งกำเนินแสงนั้น ๆ

ฟุตแคนเดิล (footcandle) จะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุตแคนเดิลหรือ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่องสว่าง (Illumination)

ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนพื้นผิวใด ๆ จะแปรตามโดยตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่าง (illuminous intensity) ของแหล่งกำเนิดแสง และแปรตามอย่างผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวนั้นกับแปล่งกำเนิดแสง เราเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังสองผกผัน (inverse square law)

$$E = \frac{CD}{D^2}$$

เมื่อ E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นบนพื้นงาน

Cd คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของแหล่งกำเนิน ในทิศทางที่พุ่งไปหาจุดที่พิจารณาบนพื้นงาน

D คือ ระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับจุดที่ต้องการคำนวณหาค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง

ความจ้า (Brightness)

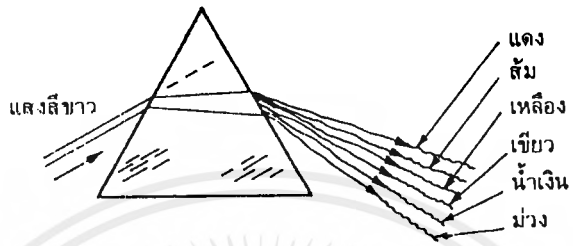
ความจ้าเป็นผลซึ่งเกิดจากการที่แสงถูกสะท้อนออกจากผิววัตถุ หรือพุ่งออกจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่ตา กล่าวคือ เมื่อแสงตกลงพื้นผิวของวัตถุใด ๆ บางส่วนของแสงนั้นจะถูกดูดกลืนเข้าไปในพพ้นผิวนั้น แต่บางส่วนของแสงจะถูกสะท้อนออกมา ถ้าแสงที่สะท้อนออกมามีปริมาณมาก เรากล่าวว่า มันมีความจ้ามาก เราวัดความจ้าของวัตถุใด ๆ ด้วยปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาต่อพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย และมีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ต (footlambert)

สี (Color)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วแสงเป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ (radiant energy) ชนิดหนึ่ง และเมื่อเรานำพลังงานที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดมาเรียงกัน โดยเริ่มต้นพลังงานที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด แสงจะเป็นเพียงแถบพลังงานแถบเล็ก ๆ แถบหนึ่งซึ่งมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตรเท่านั้น และเป็นช่วงที่ตาเราสามารถรับความรู้สึกได้ เมื่อเราฉายแสงสีขาวเข้าสู่ก้อนปริซึม แสงสีต่าง ๆ ซึ่งซ่อนอยู่ในแสงสีขาวนั้น จะถูกแยกตัวออกมาให้เห็นได้ชัดเจน แสงสีต่าง ๆ เหล่านี้จะมีความยาวคลื่นเฉพาะตัวต่าง ๆ กันออกไปอย่างเช่น แสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 610 นาโนเมตรขึ้นไป จะให้สีของแสดงออกมาเป็นสีแดง ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 440 ถึง 500 นาโนเมตรจะให้แสงออกมาเป็นสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31
ปรากฏการณ์ของก้อนปริซึม



เราอาจจะกล่าวได้ว่า สีของแสงเกิดขึ้นจากความไม่สมดุลของแสงสีขาวนั่นเอง ส่วนสีของวัตถุต่าง ๆ ที่เราเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน เกิดขึ้นจากการที่วัตถุนั้นมีคุณสมบัติในการดูดกลืน (absorption) แสงสีอื่น ๆ ไว้หมด และสะท้อนสีนั้น ๆ ออกมา เช่น เราเห็นมะเขือเทศมีสีแดง ก็เพราะว่ามันดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นช่วงอื่นไว้หมดและสะท้อนแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 610-780 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงสีแดงออกมา กล่าวคือ ตาเราจะไม่สามารถเห็นวัตถุออกมาเป็นสีใดสีหนึ่งโดยเฉพาะเลย ถ้าไม่มีพลังงานของแสงสีนั้นอยู่ในแหล่งกำเนิดแสงดังกล่าว

สีของวัตถุใด ๆ อาจจะเพี้ยนไปจากเดิมได้ อย่างเช่น กำแพงซึ่งเคยเป็นสีขาว ภายใต้แสงสีขาวเมื่อเราฉายแสงสีเขียวลงบนกำแพง กำแพงนั้นก็จะปรากฏออกมาเป็นสีเขียว ทั้งนี้เพราะว่ามีแต่พลังงานของแสงสีเขียวเท่านั้นที่ตกลงบนกำแพง จึงมีเพียงแสงสีเขียวสะท้อนออกมาเข้าสู่ตาเรา หรืออย่างเช่น เมื่อเราฉายแสงสีเขียวลงบนกำแพงที่ทาด้วยสีแดงเอาไว้ สีมันจะออกคล้ำค่อนข้างไปทางดำ แทนที่จะเป็นสีแดงเหมือนเดิม เพราะว่าพลังงานของแสงสีแดงที่มีอยู่แสงสีเขียวมีน้อยมาก กำแพงจึงไม่สะท้อนแสงสีแดงออกมาเหมือนเราฉายแสงสีขาวหรือสีแดงออกไป

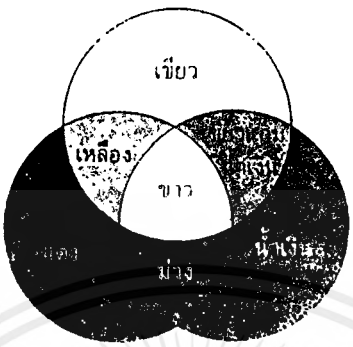
อย่างไรก็ตาม ผู้อ่านจะต้องระลึกไว้เสมอว่าเราจะไม่สามารถเห็นวัตถุรอบตัวเรามีสีออกมาเป็นสีสันต่าง ๆ ได้เลย ถ้าไม่มีแสงอยู่รอบๆ กล่าวคือถ้าไม่มีแสง ก็ไม่มีสี

แม่สีของแสงหรือบางครั้งเรียกว่า สีปฐมภูมิ (primaryb color) คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งต่างจากแม่สีในวงการทางศิลปะ แม่สีของแสงทั้งสามนี้เมื่อนำมาผสมกัน (additive) โดยการฉายแสงซ้อนกันลงไป เราจะได้แสงชุดที่สองขึ้น เรียกว่า สีทุติยภูมิ (secondary color) ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32

การผสมของแสงสีปฐมภูมิ



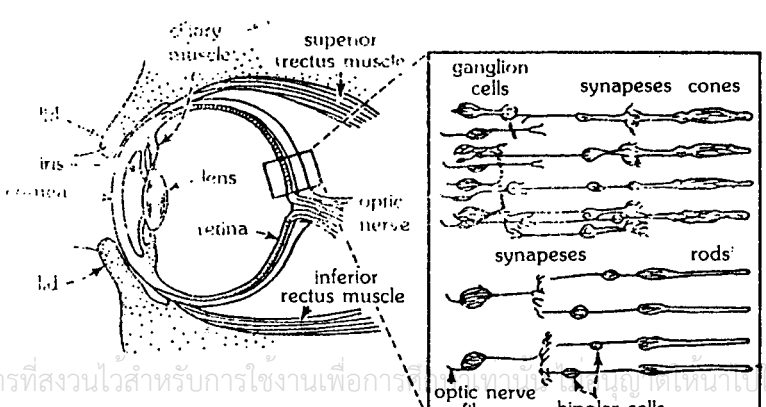
จะเห็นได้ว่าแสงสีเหลืองเกิดขึ้นจากการฉายแสงสีแดงลงบนแสงสีเขียว แสงสีม่วงเกิดขึ้นจากการฉายแสงสีแดงลงบนสีน้ำเงิน และแสงสีน้ำเงินแกมเขียวก็เกิดขึ้นจากการฉายแสงสีน้ำเงินลงบนแสงสีเขียว และเมื่อฉายแสงสีชุดที่สองที่เกิดขึ้นนี้พร้อม ๆ กันลงไป ในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วเราจะได้แสงออกมาเป็นแสงสีขาว

ธรรมชาติของการมองเห็น

เมื่อแสงตกกระทบที่วัตถุใด ๆ มันจะสะท้อนเข้าสู่กระบอกตา ผ่านแก้วตา (cornea) ลูกตา (lens) เรตินา (retina) ประสาทตา (nerve) และสมอง ตามลำดับ กล้ามเนื้อตาจะทำหน้าที่ขยายตัวหรือหดตัว เพื่อโฟกัสให้คลื่นแสงที่มากระทบแก้วตาและลูกตาไปตกลงบนบริเวณเรตินา นอกจากนี้ยังมีม่านตา (iris) คอยทำหน้าที่ปิดเปิดกระบอกตาเพื่อควบคุมปริมาณแสงให้เข้าสู่กระบอกตาตามความเหมาะสม บริเวณเรตินายังประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก

ภาพที่ 33

แสดงรูปหน้าตัดของลูกนัยน์ตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้สึกทางด้านสีและช่วยแยกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่เราเห็นได้เป็นอย่างดี การเห็นของเราในแวลากลางวัน มักจะเกิดขึ้นเพราะการทำงานของโคนดังกล่าว เซลล์อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า ร็อด (rods) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 130 ล้านเซลล์ ในกระบอกตาข้างหนึ่ง ช่วยให้เราสามารถเห็นภาพต่างๆ ได้อย่างหยาบๆ และสามารถทำหน้าที่ของมันได้เป็นอย่างดีในเวลากลางคืน ร็อดจะไม่สามารถตอบสนองทางด้านสีได้เลย

ด้วยความสามารถในการทำงานและตอบสนองได้ต่างกันของโคนและร็อดนี้ ทำให้ตาของคนเราไม่สามารถตอบสนองต่อความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเห็นในบริเวณที่สลัว ๆ หรือค่อนข้างมืด ความสามารถในการตอบสนองทางด้านสีจะเพี้ยนไป

ความสัมพันธ์ของแสงและการเห็น

ในการออกแบระบบแสงสว่างที่ดี ได้ปริมาณแสงที่เหมาะสม ถูกต้องกับการใช้งานจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย นับตั้งแต่ระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับผู้ปฏิบัติงาน ขนาดของชิ้นงาน ความแตกต่างของความสามารถในการสะท้อนแสงระหว่างชิ้นงานกับสิ่งแวดล้อม ตวามแตกต่างของความดำ-ขาว ตลอดจนกระทั่งความเร็วในการเตลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวของชิ้นงาน ในที่นี้ เราจะพิจาณาถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ที่มีผลกระทบต่อการเห็น

ขนาดของชิ้นงาน โดยธรรมชาติแล้ว ตาของคนเราสามารถเห็นวัตถุที่ใหญ่ได้ง่ายกว่าวัตถุที่เล็ก และมีแนวโน้มที่จะเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันมีขนาดเล็กลงในเวลากลางคืนเมื่อเทียบกับเวลากลางวัน

การเพิ่มปริมาณแสงที่เหมาะพอก็คือ การทำให้ตาของคนเรามีความรู้สึกเห็นวัตถุชิ้นเดียวกันนั้นเสมือนขยายใหญ่ขึ้นมาเท่ากับขนาดที่เราเห็นมันในเวลากลางวัน วัตถุยิ่งเล็ก ๆ รายละเอียดมา ปริมาณแสงที่ต้องการก็จะมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว

เวลา ในที่นี้หมายถึง ช่วงเวลาที่ตาได้มีโอกาสสัมผัสวัตถุที่ต้องการจะเห็น ตามิได้เห็นวัตถุนั้นทันทีที่วัตถุปรากฏอยู่ตรงหน้าเรา ตาของคนเราต้องการเวลาช่วงหนึ่งในการปรับกล้ามเนื้อตาให้ขยายหรือหดตัว ปริมาณแสงยิ่งน้อยการเห็นก็ยิ่งต้องการเวลามากขึ้น ผู้ที่ทำงานอยู่ภายใต้แสงที่มีปริมาณมากเพียงพอ ก็ย่อมสามารถทำงานได้เร็วกว่าและถูกต้องมากกว่า

คอนทราสต์ (contrast) คือความแตกต่างของความดำ-ขาวระหว่างวัตถุกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมัน เมื่อความแตกต่างของความดำ-ขาวยิ่งมาก การมองเห็นก็ตจะยิ่งทำได้ง่ายจึ้น ความต้องการปริมาณแสงจะมีน้อยลง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจ้าและการส่องสว่าง เมื่อปริมาณแสงตกกระทบวัตถุ เราเรียกว่า การส่องสว่าง และมีหน่วยวัดเป็นฟุตแคนเดิล แต่สิ่งที่ตาเราเห็นคือ ความจ้าอันเกิดขึ้นจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุเข้าสู่ตา และมีหน่วยวัดเป็นฟุตแลมเบิร์ต เมื่อเพิ่มปริมาณแสงมากขึ้น ความจ้าจะมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ความจ้าของวัตถุใด ๆ ขึ้นอยู่กับค่าความนสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุนั้น ๆ ด้วย ผู้ออกแบบจะต้องรักษาค่าความจ้าที่เกิดขึ้นให้เหมาะสม

2.8.1 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์

ประสิทธิภาพของหลอดไฟ (Light Source Efficacy)

อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงวสว่างที่หลอดไฟหลอดนั้นเปล่งออกมาได้ กับปรเมาณไฟฟ้าที่เราให้แก่มัน และมีหน่วยลูเมนต์ต่อวัตต์ (lumen/watt)

อายุการใช้งานของหลอดไฟ (Lamp Mortality)

อายุการใช้งานเฉลี่ยเมื่อนำหลอดชนิดดังกล่าวจำนวนมากมาทำการทดลอง โดยเปิดและปิดทุก ๆ 10 ชั่วโมง (หรือทุก ๆ 5 ชั่วโมง หรืออื่น ๆ แล้วแต่จะกำหนด) อายะการใช้งานของหลอดก็คือ จำนวนชั่วโมงที่หลอดจำนวนครึ่งหนึ่งของหลอดกลุ่มนั้นยังคงทำงานอยู่และอีกครึ่งหนึ่งดับสนิท

ความเสื่อมของหลอดไฟ (Lumen Depreciation)

เมื่อหลอดไฟถูกใช้ไปนานเข้า ปริมาณแสงหรือปริมาณลูเมนที่ออกมาจากหลอดไฟจะลดลง ประสิทธิภาพของหลอดไฟหรือปริมาณลูเมนต่อวัตต์ก็จะลดลงตามไปด้วย แต่อัตราการลดลงของลูเมนจะเร็วกว่าอัตราการลดลงของปริมาณลูเมนต่อวัตต์

อุณหภูมิสี (Color Temperature)

อุณหภูมิสีเป็นค่าอุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (Kelvin) ซึ่งจะบอกให้เรารู้ว่าสีของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ จะเป็นอย่างไร โดยการเปรียบเทียบกับสีของวัตถุดำที่อุณหภูมิ 800 องศาเคลวิน เป็นสีเหลืองที่อุณหภูมิ 3000 องศาเคลวิน เป็นสีขาวที่อุณหภูมิ 5000 องศาเคลวิน และเป็นสีฟ้าที่อุณหภูมิ 8000 องศาเคลวิน เราจึงใชย้ค่าอุณหภูมิเหล่านี้เป็นตัวบอกสีอขงแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสีเหลืองที่อุณหภูมิ 3000 องศาเคลวิน เป็นสีขาวที่อุณหภูมิ 5000 องศาเคลวิน และเป็นสีฟ้าที่อุณหภูมิ 8000 องศาเคลวิน เราจึงใช้ค่าอุณหภูมิเหล่านี้เป็นตัวบอกสีของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ

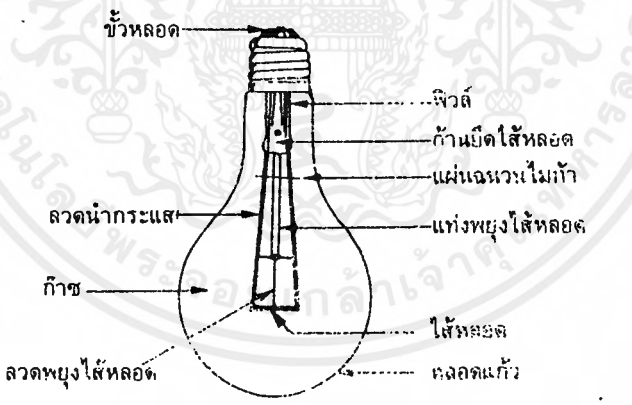
หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent)

การทำงานของหลอดอินแคนเดสเซนต์เกิดขึ้นจากการปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าสู่ขดลวดทังสเตน ขดลวดจะเริ่มร้อนแดงและเปล่งแสงออก ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดนี้มากขึ้นเท่าไร มันก็ยิ่งเปล่งแสงออกมาได้มากขึ้นเท่านั้นนแต่อย่างไรก็ตามก็มีข้อจำกัดอยู่ว่า เราไม่สามารถให้ขดลวดทังสเตนทำงานเกินจุดหลอมเหลวของมันได้

โครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนต์ โครงสร้าหลักของหลอดอินแคนเดสเซนต์จะประกอบไปด้วยไส้หลอด ตัวหลอด และขั้วหลอด

ภาพที่ 34

แสดงส่วนประกอบและโครงสร้างของหลอดอินแคนเดสเซนต์



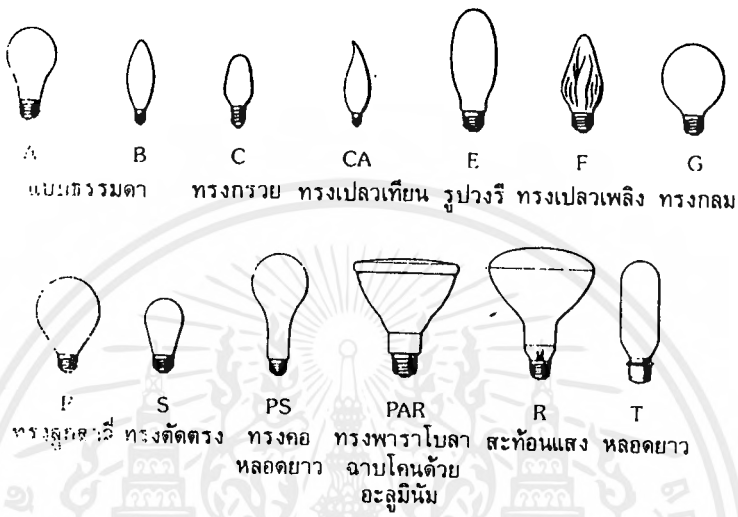
ไส้หลอด (filament) ประสิทธิภาพของหลอดอินกคนเดสเซนต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของไส้หลอด อุณหภูมิยิ่งสูงไส้หลอดยิ่งเปล่งแสงออกมาได้มาก โดยปกติแล้วเราจะใช้ขดลวดทังสเตนทำงานที่อุณหภูมิระหว่าง 4000 ถึง 5000 องศาเคลวิน

ตัวหลอดหรือหลอดแก้ว (bulb) มีการเคลือบผิวในด้วยสารที่กระจายแสง (diffusing material) วิ่งทำให้หลอดดูสว่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผิวหลอด หรือมีการเคลือบผิวในของหลอดด้วยเงิน (silver) หรืออลูมินัม (aluminum) ซึ่งทำให้แสงสามารถที่จะสะท้อนออกมาได้จากส่วนดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีการเคลือบผิวในของหลอดด้วยสีต่าง ๆ เพื่อทำหลอดสีใช้ในการตกแต่งทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 35

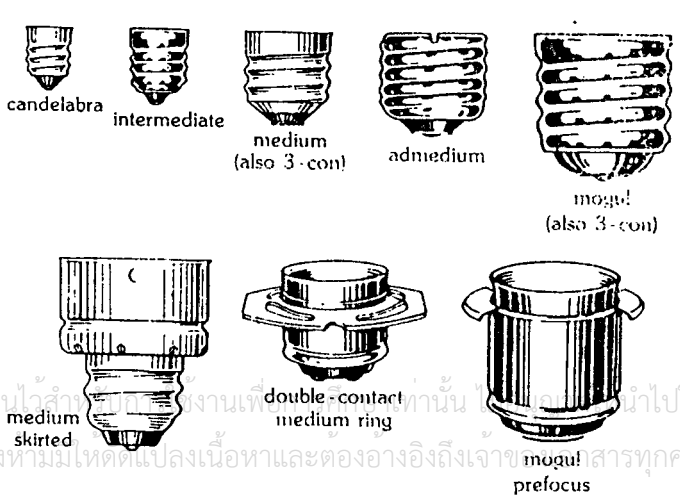
แสดงรูปร่างและขนาดของหลอดแบบต่าง ๆ



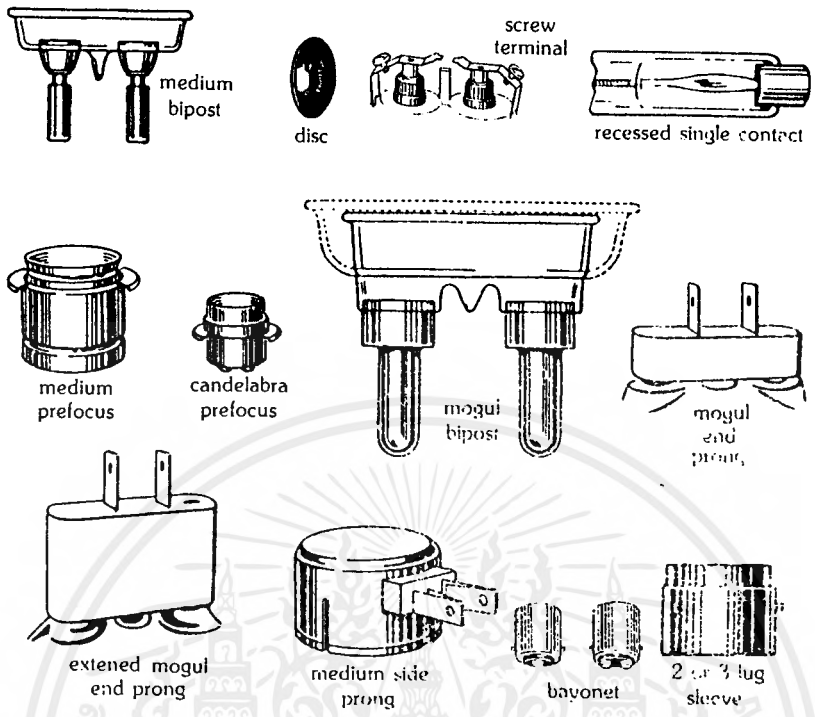
ขั้วหลอด (base) แต่เดิมนั้นขั้วหลอดมักจะทำด้วยทองเหลือง แต่ในปัจจุบันนี้โรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนมาใช้อะลูมิเนียมแทน เพราะมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่า ขนาดของขั้วหลอดที่ใช้กันอยู่ในท้องตลาดนั้น แบ่งออกเป็น 2 มาตรฐานใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ มาตรฐาน ANSI และมาตรฐานของยุโรป ตามมาตรฐาน ANSI นั้น ขั้วหลอดของหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่เป็นแบบเกลียว (screw) จะมีอยู่ 4 แบบด้วยกัน คือ candelabra, intermediate, medium และ mogul ดังรูป

ภาพที่ 36

แสดงรูปร่างและขนาดของหลอดแบบต่างๆ

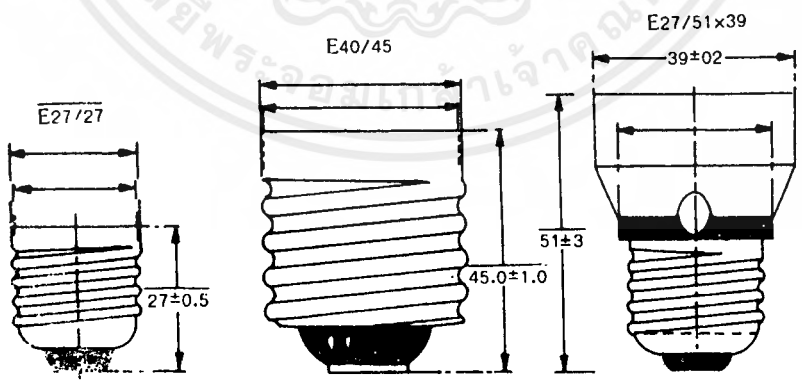


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 37

ขั้วหลอดแบบมาตรฐานยุโรป



หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันนี้เพราะเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพของหลาดฟลูออเรสเซนต์มีประมาณ 72 ลูเมนต่อวัตต์ เมื่อเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดอิดแคนเดสเซนต์ขนาด 100 วัตต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 17.5 ลูเมนต่อวัตต์ นอกจากนี้อายุการใช้งานของหลอดก็นานถึง 20,000 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 100 วัตต์นั้นจะมีอายุการใช้งานเพียง 750 ชั่วโมง ความจ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็ต่ำกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะทำงานก็น้อย

ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังนี้คือ

หลอดแก้ว (tube) หลอดแก้วจะถูกบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยและหยดปรอท (mercury) แล้วเคลือบด้วยสารเรืองแสง (phosphur) นอกจากนี้ก็เป็นที่สำหรับยึดของแคโทด ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอฟลูออเรสเซนต์จะแตกตัวออกเป็นไอออน (ion) เมื่อแรงดันไฟฟ้าที่แคโทดที่ปลายทั้งสองของหลอดแก้วมีค่าสูงพอ เมื่อก๊าซแตกตัวออกเป็นไอออน ความต้านทางทางไฟฟ้าของหลอดแก้วจะมีค่าตกลงทันที กรดะแสไฟฟ้าก็จะเริ่มไหลผ่านหลอดแก้ว กระทบไอปรอท (mercury vapor) ที่ถูกบรรจุอยู่ภายใน ไอปรอทนี้จะปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลตออกมา (ความยาวคลื่นประมาณ 253.7 นาโนเมตร) รังสีอัลตราไวโอเลตที่เกิดขึ้นจะวิ่งไปทั่วทั้งหลอด และเมื่อกระทบกับสารเรืองเสแงที่เคลือบอยู่ที่ผิวในของหลอดก็จะทำให้หลอดดูสว่างไสวขึ้น

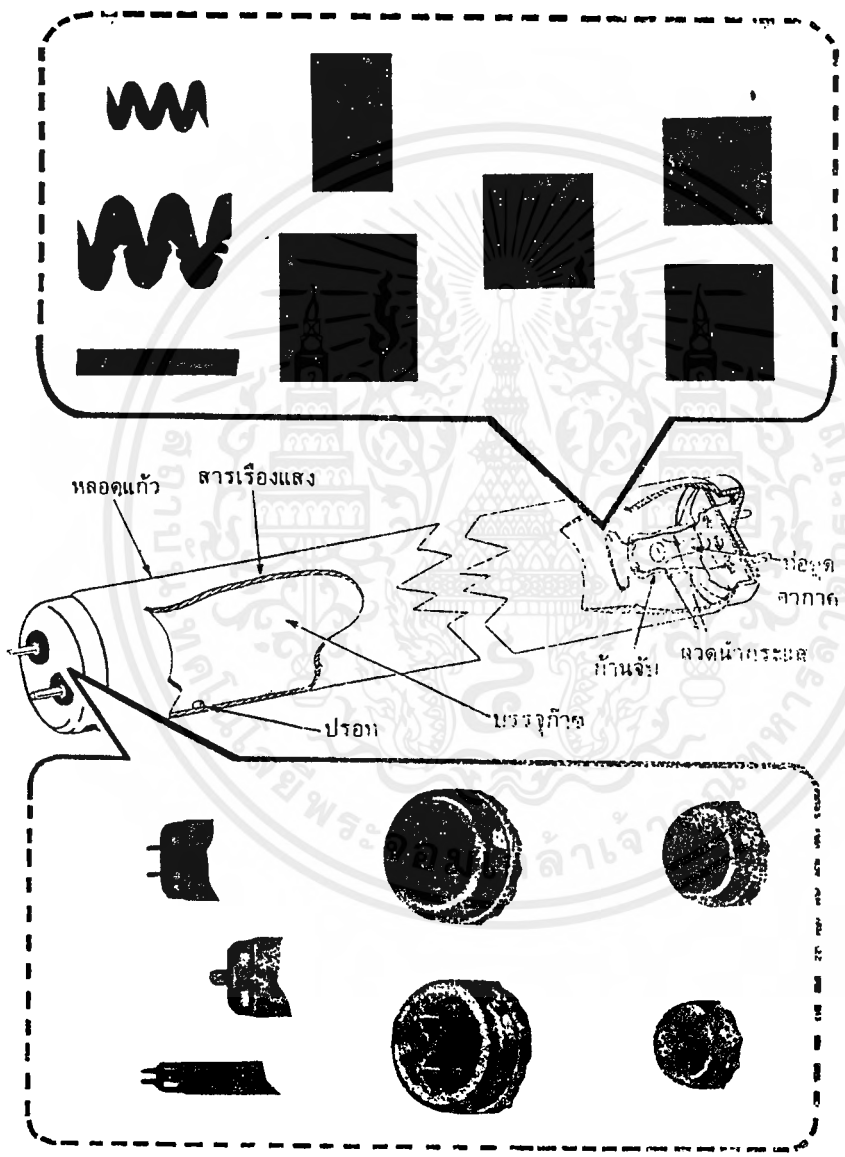
ขั้วหลอด จะทำหน้าที่เป็นตัวยึดต่อทางไฟฟ้าระหว่างส่วนต่าง ๆ ภายในของหชลอดกับส่วนภายนอก โดยทั่วไหแล้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดอุ่นใส้และชนิดติดเร็วจะมี 2 ขา (bipin base) ที่ขั้วหลอดข้างหนึ่ง ๆ ส่วนหลอดชนิดติดทีทีจะมีขาที่ขั้วหลอดเพียงขาเดียว (single-pin base)

สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเรืองแสงที่ใช้เคลือบผิวในของหลอดนั่นเอง สารเรืองแสงแต่ละชนิดนี้ไม่เพียงกต่สามารถทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ดูออกเป็นสีต่าง ๆ ได้เท่านั้น แต่ยังสามารถทำให้หลอดมีความมากน้อยของแสงสีขาวต่าง ๆ กันได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 38

ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

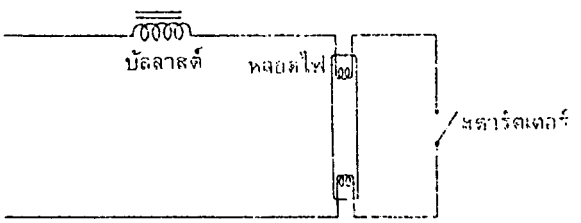
ตารางที่ 16

สารเรืองแสงที่ใช้กันทั่วไป

สารเรืองแสง	สีของหลอด	ความยาวคลื่น			
		ช่วงเริ่มป้อนไฟ	ช่วงอุ่นตัว	ช่วงเริ่มเปล่งแสง	ช่วงเปล่งแสงเต็มที่
แบเรียมซิลิเกต	ดำ	180-280	200-240	310-400	346
แบบเรียม-สตรอนเตียม-แมกนีเซียมซิลิเกต	ดำ	180-280	200-250	310-450	360
แคดเมียมโบเรต	ชมพู	200-360	250	520-750	615
แคลเซียมฮาโลฟอสเฟต	ขาว	180-320	250	350-750	580
แคลเซียมทังสเตต	น้ำเงิน	220-300	270	310-700	440
แมกนีเซียมทังสเตต	น้ำเงิน-ขาว	220-320	285	360-720	480
สตรอนเตียมฮาโลฟอสเฟต	น้ำเงินอมเขียว	180-300	230	400-700	500
สตรอนเตียมออร์โทฟอสเฟต	ส้ม	180-320	210	450-750	610
อิตเทรียมออกไซด์	ส้ม	180-300	220-280	550-650	611
ซิงก์ซิลิเกต	เขียว	220-296	253.7	460-640	525

ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นสามารถแบ้งออกได้เป็น 3 ปรเภทหใญ่ ๆ ตามลักษณะการทำงานของมันคือ

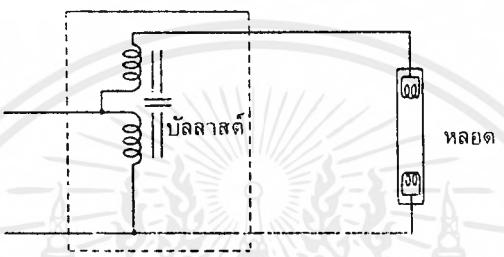
1. ชนิดอุ่นไส้ (preheat lamp) หลอดประเภทนี้จะต้องใชย้เวลาประมาณ 2-3 วินาทีกว่าจะสว่างได้ และมักจะใช้ควบคู่ไปกับสตาร์ตเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ต่อวงจรระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างในช่วยแรก และเมื่อไส้หลอดมีอุณหภูมิสูงพอ ตัวสตาร์ตเตอร์ก็จะทำการเปิดวงจรออก ในช่วงนี้จะเกิดแรงดันไฟฟ้า ดันกระแสจากไส้หลอดข้างหนึ่งวิ่งผ่านตัวหลอดไปหาไว้หลอดอีกปลายหนึ่งได้



วงจรของหลอดชนิดอุ่นไส้

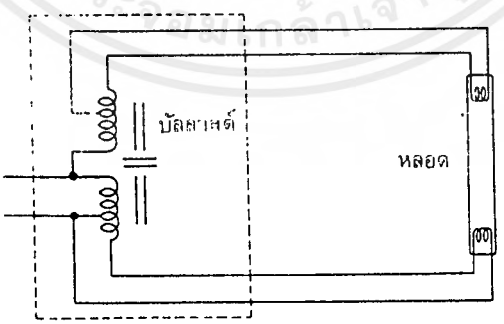
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใชงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดติดทันที (instant start) หลอดประเภทนี้สามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องอุ่นไส้หลอดให้ร้อนก่อนจึงไม่มีสตร์ตอยู่ในวงจรด้วย บัลาสต์จะทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงเพื่อเอาชนะความต้านทางภายในหลอด และทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขั้วหลอดข้างหนึ่งไปยังอีกปลายข้างหนึ่งได้ และเนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องอุ่นไส้หลอดก่อน หลอดประเภทนี้จึงมักจะมีขาที่ขั้วหลอดเพียงขาเดียว อายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้จะสั้นกว่าหลอดชนิดอุ่นไส้และชนิดติดเร็ว



วงจรของหลอดชนิดติดทันที

3. ชนิดติดเร็ว (rapid start) เป็นหลอดที่เกิดขึ้นจากความพยายามที่จะรวมเอาคุณสมบัติของหลอดสองชนิดแรกข้างต้นเข้าด้วยกัน ที่บัลลาสต์จะมีขดลวดพิเศษเพิ่มขึ้นอีกชุดหนึ่งทำหน้าที่อุ่นไส้หลอดไว้ตลอดเวลา การสว่างของหลอดเกิดขึ้นช้ากว่าหลอดติดทันทีเล็กน้อยและไม่ต้องอาศัยแรงดันไฟฟ้าสูงเหมือนกับกรณีของหลอดชนิดติดทันที ทำให้อายุการใช้งานของหลอดประเภทนี้นานกว่าชนิดติดทันที อีกทั้งไม่มีความจเป็นต้องใช้สตาร์ตเตอร์ช่วยในการทำงานเช่นเดียวกับหลอดชนิดติดเร็ว



วงจรการทำงานของหลอดชนิดติดเร็ว

โรงงานผู้ผลิตมักใช้สัญลักษณ์แทนชนิดและกำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยให้มีตัวอักษร F นำหน้า ตามด้วยตัวแลขบอกขนาดของกำลังไฟฟ้า และตามด้วยตัวอักษร T ซึ่งบอกให้รู้ว่าหลอดชนิดนี้รูปร่างคล้ายหลอดแก้วทดลอง และตัวเลขบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในหน่วยของหุน (1/8 นิ้ว) เช่น F20 T12 หมายถึง หลอดที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า 20 วัตต์ และมีเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านศูนย์กลาง 12 หุน แต่สำหรับหลอดชนิดติดทันทีและชนิดติดเร็ว จะตามด้วยตัวอักษร IS และ RS กำกับตามลำดับไปด้วย เช่น F40 T17/IS หรือ F40 T17/RS เป็นต้น

ตารางที่ 17

อายุการใช้งานของหลอดไฟ

ชนิดของหลอด	ชนิดของแหล่งพลังงานแสง ประสิทธิภาพของหลอด(ใหม่) ลูเมนต่อวัตต์	อายุการใช้งาน ชั่วโมง
หลอดเรืองแสง		
อุ่นให้ร้อนก่อน (PreheatP 40-65	8,000-12,000	
จุดติดเร็ว (Rapid Start) 62-77	10,000-20,000	
อุ่นให้ร้อนก่อนและจุดติดเร็ว (40 วัตต์)		
(Preheat Rapid Start) 72-79	12,000-20,000	
ขนาดเล็กยาวและจุดติดทันที		
(Slimline and Instant Start)	47-76	9,000-16,000
เอาท์พุทสูง (800 มิลลิแอมป์)		
(High Output) 48-75	9,000-16,000	
เอาท์พุทสูงมาก (1,500 มิลลิแอมป์)		
(Very High Output) 63-70	7,500-11,000	
ทุกสถานะภูมิอากาศ (T10, T10J)		
ZAll-Weather) 55-66	9,000-16,000	
มีจากสะท้อนแสง (Reflector)	-	10,000-20,000
แบบทรงกลม (Circline) 42-55	8,000-12,000	
แบบเป็นแผง (Panel) 50-60	7,500-11,000	
หลอดไส้		
ใช้งานทั่วไป (หลอด A และ Ps)	13-22	750-1,000
ฟลอดชนิดที่มีจานสะท้อนแสง		
(หลอด R, PAR และ SB) 10-18	750- 2,000	
หลอดควอทซ์ยาว (หลอด T3)		
(Quartzline) 22-27	2,000	
หลอดใช้งานพิเศษ	-	50- 2,000
หลอดแสงจันทร์		
100, 175, 250 วัตต์	24-48	12,000
400 วัตต์	46-54	12,000
700, 1,000 วัตต์ -	12,000	
3,000 วัตต์ -	6,000	

* คิดเฉพาะวัตต์ของหลอดเท่านั้น ไม่รวมบัลลาส์ตหรือหม้อแปลง

แหล่งพลังงานแสงทุกชนิดสามารถแบ่งแยกคุณสมบัติได้สองอย่าง คือ ลูเมนต่อวัตต์หรืออายุการใช้งานซึ่งจะเป็นองค์ประกอบอีกอันที่ใช้บ้เลือกชนิดของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

องค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกหลอดไฟ

องค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกหลอดไฟ	
องค์ประกอบ	คุณสมบัติที่ใช้พิจารณา
สี	สีของแสงไฟที่ส่องไปยังวัตถุจะมีผลต่อการมองเห็นวัตถุนั้น
ประสิทธิภาพ	ความสว่างที่หลอดเปล่งออกมาเมื่อใช้พลังงานไฟฟ้า 1 วัตต์ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อวัต์
อายุใช้งาน	อายุของหลอดที่ใช้งานเป็นชั่วโมง มีผลต่อความบ่อยของการเปลี่ยนหลอดและราคา
ความสว่าง	วัดเป็นลูเมน จำนวนหลอดไฟ (และดวงโคม) จะใช้น้อยลง ถ้าใช้หลอดที่มีความสว่างสูง หรืออาจจะวัดเป็นปริมาณแสงที่หลอดเปล่งออกมาตลอดอายุใช้งาน มีหน่วยเป็น BLH (พันล้านลูเมน-ชั่วโมง
คุณสมบัติทางกายภาพ	ขนาดและลักษณะของหลอดจะมีผลถึงราคาของระบบไฟ ความสว่างจากโคมไฟและการกระจายของแสง
คุณสมบัติด้านไฟฟ้า	วัตต์ที่ใช้ แรงดันไฟฟ้า คุณสมบัติดของการทำงานทางไฟฟ้าและองค์ประกอบอื่น ๆ แบบนี้จะมีผลในการเลือกใช้หลอด
คุณสมบัติทางด้านแสง	แสงไฟที่เปล่งออกมาจากหลอดมีด้วยกัน 4 แบบ คือ เป็นจุด ลำ บริเวณและกระจาย
ค่าใช้จ่าย	การพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจจะพิจารณารวมค่าใช้จ่ายนี้ทั้งหมดไว้ โดยที่ราคาของเหลอดจะไม่มีผลต่อการพิจารณามากนัก เมื่อเทียบกับจำนวนวัตต์ที่ใช้ไปรวมกับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเปลี่ยนหลอดที่ขาด

เท่านั้น แต่ยังมีผลถึงราคาของโคมไฟที่ต้องใช้ในการให้แสงสว่าง องค์ประกอบต่าง ๆ ของหลอดไฟนี้จะมีผลในการพิจาณาเลือกหลอดไฟเพื่อให้เหมาะสมในการใช้งาน

ประสิทธิภาพของหลอดไฟวัดเป็นลูเมนต่อวัตต์ (ประสิทธิภาพของหลอดใหม่และเฉลี่ยนตลอดอายุใช้งาน) จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพิจารณาเลือกหลอดไฟรองลงมาจากการเลือกชนิดของแสงไฟที่เหมาะสม ประสิทธิภาพของหลอดไฟ (ลูเมนต่อวัตต์) จะบอกถึงปริมาณไฟฟ้าที่ต้องใช้ ซึ่งก็คือค่าใช้จ่ายในเวลาใช้งานของระบบแสงสว่างและยังบอกถึงปริมาณความร้อนที่หลอดไฟฟ้าเปล่งออกมา ซึ่งมีผลต่อระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเร็ว ๆ นี้ได้มีการผลิตจานสะท้อนแสงของหลอดไฟขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะสามารถลดความร้อนของแสงไฟลงได้ โดยการให้ความร้อนแผ่ออกทางด้านหลังของจานสะท้อนแสง ความร้อนของแสงไฟเป็นองค์ประกอบในการพิจารณาเลือกหลอดไฟที่นำไปใช้ในบริเวณที่ไม่ต้องการความร้อน เช่น ในตู้โชว์สินค้าพวกอาหารสุด ลูกกวาด

ราคาของหลอดไฟนี้จะมีน้ำหนักในการพิจารณาน้อยกว้าค่าใช้จ่ายของการผลิตแสงสว่างในการติดตั้งระบบไฟ ราคาของหลอดไฟจะมีค่าประมาณ 10% ของราคาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมด การพิจารณาเลือกฟลอดไฟ เราจะพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายต่อแสงไฟหน่วยของหลอดไฟชนิดหนึ่งต่อหลอดอื่น ซึ่งค่านี้จะบอกให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดของหลอดไฟหลอดหนึ่งในการเปล่งแสงสว่างออกมา 1 ล้านลูเมน-ชั่วโมง จะมีหน่วยเป็นดอลลาร์ต่อหนึ่งล้านลูเมนชั่วโมง ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19

คุณสมบัติของหลอดเรืองแสงมาตรฐาน

หลอดเรืองแสงมาตรฐาน						
แบบ	อายุการใช้งานต่อ BLH*	เอาท์พุททของแสง				ความสว่าง (ฟุต-แลมเบิรต)
		หลอดใหม่		ค่าเฉลี่ย		
		ลูเมน	ลูเมน/วัตต์ :	ลูเมน	ลูเมน/วัตต์ :	
สำหรับวงจรที่อุ่นให้ร้อนก่อน (ใช้สตาร์ทเตอร์)						
F15T12/CW	280	700	46.7	580	38.6	1500
F20T12/CW	146	1080	54.0	915	45.8	1600
F25T12/33/CW	95	1650	66.0	1400	56.0	
F90T17/CW	28	5750	64.0	4700	52.2	2300
สำหรับวงจรจุดติดเร็ว						
F30T12/RS/CW	82	1850	61.7	1630	54.3	1900
สำหรับวงจรจุดติดโดยทันที						
F40T12/54/CW	51	2900	72.5	2600	65.0	2200
F40T12/3/CW	30	3100	77.5	2750	68.7	2350
สำหรับวงจรจุดติดโดยทันที						
F40T12/IS/CW	57	2650	66.4	2350	58.9	2000
F40T17/IS/CW	36	2650	66.4	2400	60.0	1150
F36T12/CW	90	1700	56.6	1480	49.4	2100
F48T12/CW	58	2600	66.6	2280	58.5	2100
F72T12/CW	37	4100	73.1	3640	65.5	2100
F96T12/CW	22	5600	75.7	5050	68.9	2100
วงจร 800 Ma (ไม่มีสตาร์ทเตอร์)						
F48T12HO/CW	45	3500	58.4	2980	49.5	2600
F72T12/HO/CW	28	5550	65.4	4700	58.3	2800
F96T12/HOCW	17	7900	57.2	6700	60.7	2800
วงจร 1500 Ma (ไม่มีสตาร์ทเตอร์)						
F48PG17/CW	24	6900	62.85	5550	50.4	-
F60PR/17/CW	19	8900	65.7	7100	52.6	-
F72PG17/CW	15	10900	68.2	8700	54.4	-
F96PG17/CW	11	15000	70.0	1200	55.8	-

ข้อสังเกต ข้อมูลทางด้านเทคนิคข้างบนนี้ได้มาจากรายละเอียดที่ตีพิมพ์โดยผู้ผลิตแห่งเดียวเท่านั้น ผู้ใช้จะต้องตรวจสอบข้อมูลทางด้านเทคนิคของผู้ผลิตอื่น ๆ ที่ผลิตผลนั้น ๆ ได้รับการพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* BLH = พันล้านลูเมนชั่วโมง อายุการใช้งานได้จากการให้มีการจุดหลอด 1 ครั้งต่อการใช้ งาน 3 ชั่วโมง และต่อลูเมน เฉลี่ยคิดที่อายุหลอด 40% ของอายุเฉลี่ย

ข้อเสียของหลอดนี้ได้แก่ แสงที่เปล่งออกมามีสีน้ำเงิน-เขียว ตัวหลอดมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ผลิตออกมา และต้องใช้บัลลาสต์ (ซึ่งหนัก มีขนาดใหญ่ และกินไฟเพิ่มขึ้น) แสงที่เปล่งออกมาจะเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าอุณหภูมิรอบ ๆ เปลี่ยนไป

ตารางที่ 20

ค่าอายุเฉลี่ยของหลอดเรืองแสง

ค่าอายุเฉลี่ยของหลอดเรืองแสง (ชั่วโมงการใช้งานภายใต้สภาวะที่กำหนด)					
แบบหลอด	ชนิดของวงจร	ชั่วโมงการใช้ต่อการจุดหลอด 1 ครั้ง			การใช้งานโดยต่อเนื่อง
		3	6	12	
F40*	จุดติดเร็ว	12,000	14,000	16,000	10,000
	สตาร์ทด้วยสวิทช์แบบใหม่ + lead	8,000	9,000	9,500	12,000
	lag	10,000	11,000	12,000	15,000
F40/54	จุดติดเร็ว	10,000	12,000	15,000	20,000
	สตาร์ทด้วยสวิทช์แบบใหม่ + lead	9,000	10,000	11,000	13,500
	lag	10,000	12,000	13,000	18,000
	สตาร์ทด้วยสวิทช์แบบใหม่ ++ lead	8,000	9,000	9,50	12,000
	lag	10,000	11,000	12,000	15,000
96" T12	ขนาดเล็กยาว Slimline	9,000	11,000	13,000	15,000
96" T12HO (800 ms)		9,000	11,000	13,000	16,000
ALL Power Groove (15 ma)		7,500	8,000	9,000	11,000

* ค่าที่ดีที่สุดสำหรับหลอด 40 วัตต์ชนิดจุดติดเร็ว และหลอด 40 วัตต์ที่ใช้สตาร์ทเตอร์ส่วนมาก

\+ บัลลาส์ตสำหรับการสตาร์ทด้วยสวิทช์แบบปีหลังจาก ค.ศ. 1954

++ บัลลาส์ตสำหรับการสตาร์ทด้วยสวิทช์แบบปี ค.ศ. 1954 หรือก่อนนั้น

ตารางที่ 21

การใช้งานแทนกันได้ของหลอดเรืองแสง

การใช้งานแทนกันได้ของหลอดเรืองแสง (หลอด 40 วัตต์ T12 แบบขั้วขนาดกลางสองขั้วเท่านั้น)			
ชนิดหลอด	ชนิดของบัลบาสส์ต		
	จุดติดโดยทันที*	จุดติดเร็ว*	อุ่นให้ร้อนก่อน*
จุดติดโดยทันที*	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
อุ่นให้ร้อนก่อนจุด*	ใช้ไม่ได้	จุดติดยาก	ใช้ได้
อุ่นให้ร้อนก่อนจุดติดเร็ว*	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* หลอดทั้งสามแบบนี้จะมีคุณสมบัติทางกายภาพเหมือนกัน ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนใช้แทนกันได้แต่เนื่องจากคุณสมบัติของบัลลาสต์ไม่เหมือนกันจึงต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้ง

ตารางที่ 22

รายละเอียดของบัลลาสต์ที่ใช้กันทั่วๆ ไป

รายละเอียดของบัลลาสต์ที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป (สำหรับใช้กับไฟ 120 โวลท์ 60 ไซเกิล)		
ชนิดของหลอด	กระแสผ่านหลอด (มิลลิแอมป์)	กระแสที่ใช้จากสายหลัก (แอมป์) (ใช้สตาร์เตอร์)
	แบบจุดหลอดโดยทำให้ร้อนก่อน	
2-F15T12	330.	32
2-F20T12	380	.42
2-F30T8	350	.70
2-F40T12	430	.85
3-F40T12	430	1.30
2-F90T17	1550	3.90
	แบบจุดหลอดอย่างรวดเร็ว	ไม่ใช้สตาร์ทเตอร์
2-F30T12	430	.65
2-F40T12	430	.80
2-F72T12	800	1.80
2-F96T12	800	2.15
2-F96PG17	1500	3.90
	แบบจุดหลอดโดยทันทีทันใด	ไม่ใช้สตาร์ทเตอร์
2-F72T12	425	1.20
2-F96T12	425	1.40

* กำลังของหลอดบวกกับอัตราส่วนของกำลังสูญเสียในบัลลาสต์ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ผู้ผลิตบอกไว้

วงจรจุดหลอดอย่างรวดเร็วสำหรับบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอด 2 หลอด

การจุดหลอดและใช้งานของหลอดเรืองแสง อาจจะควบคุมได้หลายวิธี บัลลาสต์จึงมีหลายชนิดเพื่อให้กับวงจรต่าง ๆ ให้เหมาะสม วงจรจุดหลอดอย่างรวดเร็วนี้เป็นที่นิยมกันอย่างมาก วงจรชนิดอื่น ๆ ก็มีวงจรจุดหลอดโดยทำให้ร้อนก่อนวงจรจุดหลอดทันทีทันใด วงจรจุดหลอดโดยการกระตุ้น วงจรหรี่ไฟและวงจรไฟแวบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ชนิดและหน้าที่ของดวงโคม

เมื่อกล่าวถึงดวงโคม (luminaires) เราหมายความรวมถึงตัวฟลอดไฟ (lamp) โคมไฟ (fixtures) และตัวบัลลาสต์ ดวงโคมมีหน้าที่หลักในการควบคุมสำแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการ นอกจากนั้นยังช่วยป้องกันอันตรายใด ๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับหลอดไฟได้อีกด้วย เราสามารถแบ่งดวงโคมออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามชนิดของหลอดไฟที่ใช้ หรือแบ่งชนิดของดวงโคมตามลักษณะการติดตั้ง หรืออาจแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะการกระจายแสง (light distribution characteristic) หรือตามลักษณะของการนำไปใช้งานก็ได้

แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง อีกวิธีหนึ่งในการจำแนกชนิดของดวงโคมก็คือพิจารณาจากการกระจายแสงในแนวดิ่งของดวงโคม (vertical light distributionX กล่าวคือพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่พุงจากดวงโคมขึ้นสู่พื้น กับปริมาณแสงทุพุ่งจากดวงโคมขึ้นสู่เพดาน

จะเห็นได้ว่าเราสามารแบ่งชนิดของดวงโคมได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ ด้วยกัน ตามลักษณะการกระจายแสงของมันคือ

ก. ดวงโคมชนิดกระจายแสงลง (direct luminaire) แสงส่วนใหญ่จาดวงโคมประเภทนี้ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์ จะกระจายลงสู่เบื้องล่าง ข้อดีของลักษณะดวงโคมประเภทนี้คือ เราสามารถที่จะควบคุมทิศทางของลำแสงให้ไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการโดยง่าย อย่างไรก็ตามสิ่งที่จะต้องพิถีพิถันเป็นพิเศษก็คือ ความแตกต่างของความจ้าระหว่างผนังเพดานกับตัวดวงโคมเอง ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยทาสีห้อง หรือใช้วัสดุต่าง ๆ ตลอดจนเฟอร์นิเจอร์ที่มีเปอร์เซ็นต์ในการสะท้อนแสงสูงเข้าช่วย

ข. ดวงโคมชนิดกึ่งกระจายแสงลง (semi-direct luminaire) ดวงโคมประเภทนี้กระจายแสงลงสู่เบื้องล่างประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้เราสามารถที่จะลดความแตกต่างของความจ้าระหว่างดวงโคมและเพดานได้อย่างดีทีเดียว ข้อเสียของดวงโคมประเภทนี้และดวงโคมชนิดกระจายแสงลงก็คือ อาจจะเกิดเงาขึ้นบนพื้นงานได้ง่าย ถ้าระยะห่างระหว่างดวงโคมอยู่ห่างกันมากเกินไป

ค. ดวงโคมชนิดกระจายแสงรอบด้านหรือกระจายแสงแบบขึ้น-ลง (general diffuse or direct-indirect luminaire) ลักษณะของดวงโคมประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่พื้นและกระจายแสงพุ่งขึ้นสู่เพดานพอ ๆ กัน ข้อแตกต่างของลักษณะการกระจายแสงแบบรอบด้านจะมีแสงบางส่วนพุ่งออกมาในแนวระดับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการกระจายแสงของดวงโคมประเภทนี้ให้ไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการทำได้ยากกล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (coefficient of utiliztion) ของดวงโคมประเภทนี้จะมีค่าต่ำกว่าดวงโคมสองประเภทแรก กต่ดวงโคมประเภทนี้จะให้ค่าความจ้าทั้งพื้นผิวห้องดูสม่ำเสมอและสบายตา

ง. ดวงโคมชนิดกึ่งกระจายแสงขึ้น (semi-direct luminaire) ปริมาณแสงส่วนใหญ่ประมาณ 60-90 เปอร์เซ็นต์จากดวงโคมชนิดนี้ จะกระจายขึ้นสู่เพดาน และปล่อยให้แสงส่วนที่เหลือกระจายลงสู่พื้น เพดานจึงทำหน้าที่คล้ายกับแหล่งกำเนิดแสงแผ่นใหญ่แผ่นหนึ่ง ซึ่งจะสะท้อนแสงลงสู่เบื้องล่าง ฉะนั้นความสามารถในการสะท้อนแสงของเพดานจะต้องสูงมาก ลักษณะการกระจายแสงเช่นนี้ ความจ้าระหว่างตัวดวงโคมกับเพดานจะไม่แตกต่างกันมากนัก เรามักจะใช้ดวงโคมชนิดนี้ในสถานที่ที่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องการที่แสงแยงตา (glare) มาก ๆ

จ. ดวงโคมชนิดกระจายแสงขึ้น (indirect luminaire) ปริมาณแสงจากดวงโคมเกือบทั้งหมดประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์จะกระจายขึ้นสู่เพดานและส่วนบนของผนัง แล้วจึงสะท้อนสู่พื้นงาน ความจ้าทั่วบริเวณห้องดูจะสม่ำเสมอจนเกือบเท่านกันหมดถ้าระยะที่ห้อยดวงโคมจากเพดานมีค่ามากพอข้อเสียของดวงโคมประเภทนี้ก็คือ มันจะมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ต่ำสุด

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (coefficient of utilization) หรือ CU คือ อัตราส่วนระหว่างลูเมนที่ไปตกถึงพื้นงานที่เราต้องการต่อลูเมนที่ออกมาจากดวงโคม ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายแสงของโคมเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความสูงและสัดส่วนของห้อง ตลอดจนความสามารถในการกระจายแสงของเพดานผนังและพื้นอีกด้วย ผู้ออกแบบระบบแสงสว่างสามารถที่จะหาค่า CU ของดวงโคมใด ๆ ได้จากตารางที่โรงงานผู้ผลิตดวงโคมนั้นจัดทำขึ้น

ประสิทธิภาพของดวงโคม

เราได้ทราบมาแล้วว่าเราสามารถหาประสิทธิภาพของดวงโคมได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของดวงโคม} = \frac{\text{ลูเมนรวมของดวงโคม}}{\text{ลูเมนรวมของหลอดไฟ}}$$

ตัวเลขดังกล่าวบอกให้เรารู้ว่าลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟจะหายไปมากน้อยเพียงใด อย่างไรก็ตามดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงมิได้หมายความว่าดวงโคมนั้นจะดีกว่าดวงโคมที่มีประสิทธิภาพต่ำเสมอไป ทั้งนี้เพราะว่าดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงอาจจะเป็นดวงโคมที่มีสัมประสิทธิ์

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์ต่ำก็ได้ แต่ถ้าหากเรามีดวงโคม 2 ชุดที่มีค่า CU เท่ากัน ดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูงย่อมจะต้องดีกว่าดวงโคมที่มีประสิทธิภาพต่ำ

อัตราส่วนระหว่างระยะห่างของดวงโคมกับความสูงของดวงโคม

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดี ไม่เพียงแต่จะต้องได้ปริมาณแสงเฉลี่ยทั่วพื้นที่ผิวของงานตามค่าที่กำหนดไว้เท่านั้น แต่จะต้องพยายามไม่ให้ปริมาณแสงบนพื้นงานที่จุดต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันมากเกินไปอีกด้วยค่าของปริมาณแห่งการส่องสว่างที่มากที่สุดและที่น้อยที่สุด ณ ตำแหน่งใด ๆ บนพื้นงาน ไม่ควรเกินหนึ่งในหกของค่าปริมาณแห่งการส่องสว่างเฉลี่ยนบนพื้นงานนั้น โรงงานผู้ผลิตมักจะกำหนดค่ามากที่สุดของระยะห่างระหว่างดวงโคมมาให้ ในรูปของความสูงของดวงโคมจากพื้นงาน ซึ่งเราเรียกว่า อัตราส่วนระหว่างระยะห่างของดวงโคมกับความสูงของดวงโคม (spacing per mounting height ratio)

ตัวประกอบความสูญเสียแสง (Light Loss Factor)

เราได้รู้ว่าเมื่ออายุการใช้งานของหลอดไฟนานขึ้นลูเมนรวมจะลดน้อยลง และในการออกแบบระบบแสงใด ๆ เราจะต้องคำนึงถึงค่าความเสื่อมของหลอดไฟด้วย สำหรับดวงโคมก็เช่นเดียวกัน เมื่อมันถูกใช้งานไปนาน ๆ เข้า ความสามารถในการสะท้อนแสงของดวงโคมจะเริ่มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมของฝุ่นละอองจากบรรยากาศ ถ้าดวงโคมติดตั้งอยู่ในสถานที่ที่มีฝุ่นละอองในบรรยากาศสูง เราก็จำเป็นที่จะต้องหมั่นทำความสะอาดดวงโคมบ่อยขึ้น มิฉะนั้นความสามารถในการสะท้อนแสงของดวงโคม อันเนื่องมาจากการสะสมของฝุ่นละออง ในบรรยากาศรอบตัวมันนั้น เราเรียกว่า ความเสื่อมจากความสกปรกของดวงโคม (luminaire dirt depreciation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์นั้นเพื่อจะสามารถเข้าใจ พยากรณ์ และ/หรือควบคุมเหตุการณ์ในโลก การวิจัยจึงเป็นวิธีการค้นคว้าหาความจริงโดยวิธีการอย่างมีระบบที่เชื่อถือได้ หรือวิธีการวิทยาศาสตร์นั่นเอง[1] การวิจัยเป็นการใช้วิธีการแห่งปัญญา ค้นความหาความจริงเพื่อไปใช้ตอบปัญหาที่กำหนดให้ เหตุที่เน้นวิธีการก็เพราะการค้นหาความจริงนั้นใช้ได้หลายวิธีดังกล่าวมาแล้วตั้งแต่ตอนต้น ถ้าวิธีการเชื่อมั่นได้อาจสรุปได้ว่าผลก็จะเชื่อมั่นได้ด้วย การวิจัยอาจจะมองตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าหาความจริง เช่นวิจัยเพื่อนำผลมาใช้ทันที หรือวิจัยเพื่อค้นหาความรู้อันลึกซึ้ง อาจจะใช้หรือไม่ใช้ประโยชน์ก็ได้ นั่นคือ อาจแบ่งการวิจัยออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

ก. การวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยบริสุทธิ์ (Basic or pure research) การวิจัยแบบนี้มุ่งแสวงหาความรู้ความจริงที่เป็น กฎ สูตร ทฤษฎี อาจจะมีประโยชน์ต่อสังคมหรือไม่เพียงใดไม่สนใจ

ข. การวิจัยประยุกต์ (Applied research)การวิจัยแบบนี้มุ่งแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ได้กับสภาพการณ์ใดสภาพการณ์หนึ่ง

ค. การวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action research) การวิจัยแบบนี้มุ่งแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นครั้ง ๆ ไป ผลของการวิจัยจะอ้างอิงไปใช้กลุ่มอื่นไม่ได้ เพราะมองในวงจำกัด

จากการแบ่งการวิจัยออกในลักษณะนี้ เราจะสามารถจัดงานวิจัยชิ้นนี้ให้อยู่ได้ในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติ (Ation research) ซึ่งการคิดหัวข้อปัญหานั้น ผู้ทำวิจัยได้หยิบยกเอาความสนใจของตนเอง จากปัญหาทางวิชาการที่กำลังเรียนและสนใจอยู่โดยเฉพาะ มาเป็นประเด็นปัญหา ทั้งนี้เพราะจะสามารถรู้ลึกซึ้งดิ่งเดียวได้ เพื่อป้องกันความจริงผิดพลาดไป โดยมีการล้อมกรอบของปัญหาให้อยู่ในวงจำกัด หรือเรียกว่า การนิยามปัญหา เพื่อจะได้แยกจากปัญหาที่เกี่ยวข้องอื่นได้ชัดแจ้งขึ้นในการวิจัยแต่ละปัญหานั้น จำเป็นต้องมีความแจ่มชัดของปัญหาอย่างมาก มิฉะนั้นแล้วผลที่ตามมาอื่นๆ ไม่สามารถจะอิงสู่เป้าหมายได้ถูกต้อง อีกทั้งการนิยามปัญหายังช่วยให้ได้ประเมินได้ว่าจะต้องใช้แรงงานแค่ไหน ต้องใช้เวลา ใช้เงิน ทอง และอื่น ๆ เป็นเท่าใด ถ้านักวิจัยนิยามปัญหาไว้ดีแล้ว ความคลาดเคลื่อนในการทำวิจัยจะน้อยลง หรือเสมือนทำงานวิจัยเสร็จไปแล้วครึ่งหนึ่ง โดยงานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยได้ทำการนิยามปัญหาไว้ดังนี้

---

1. Lehmann and Mchrens, 1971 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ชื่อปัญหา

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

โดยคำนึงถึงการซ้ำซ้อนกับผู้ที่เคยทำวิจัยมาแล้ว และยังมีการพิจารณาจากสิ่งอื่นๆ อีก เช่น

1.1 ตรงเฉพาะกับสาขาที่ศึกษา

1.2 กะทัดรัด มีความชัดเจนในตัวเอง

1.3 เป็นภาษาที่เชื่อถือได้ในวิชาชีพนั้น ๆ

1.4 เป็นความสัมพันธ์ของมโนภาพ หรือตัวแปรต่าง ๆ ในปัญหานั้น ๆ

3.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การเขียนจุดมุ่งหมายในการวิจัยเป็นสิ่งชี้นำให้รู้ว่า ที่ทำการวิจัยเรื่องนี้เพื่อต้องการรู้อะไร การเขียนจุดมุ่งหมายที่ดีจึงเป็นประตูเพื่อให้เราสามารถเข้าค้นหาความจริงที่ต้องการได้ เป็นทิศทางที่ทำให้เราสามารถหาคำตอบได้ นั่นคือ ตัวจุดมุ่งหมายนี้เองที่จะทำให้เกิดสมมุติฐาน อันเป็นคำตอบขั้นต้นของการทำวิจัยโดยงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้ทำวิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

2.1 เพื่อออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังการย้อม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2.2 เพื่อออกแบบให้ สามารถเป็นเครื่องมือปฏิบัติงานทดลองของนักศึกษาได้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการศึกษา

โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดจุดมุ่งหมายคล้ายกับการเขียนชื่อปัญหา เช่น

ก. เขียนด้วยภาษาที่แจ่มชัด เข้าใจง่าย ไม่วกวน

ข. สามารถตั้งสมมุติฐานได้

ค. สามารถทำการทดสอบได้

ง. ถ้าจุดมุ่งหมายเกี่ยวพันกับตัวแปรหลายอย่าง ควรแยกแยะให้เห็นสิ่งที่ต้องการศึกษาเป็นรายข้อย่อย ไม่ควรเขียนคลุม ๆ กันไว้จะทำให้ขาดความเป็นปรนัย

ฯลฯ

3.3 ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยทุกอย่างจะต้องมีขอบเขตของการศึกษา ทั้งนี้ก็เพราะเราไม่สามารถทำการวิจัยได้หมดครบถ้วน นักวิจัยถึงพยายามจำกัดขอบเขตว่าจะทำการศึกษาแค่ไหน เพื่อจะได้มองแคบลงไป การแปลผลจึงจะชัดเจนมีความคลาดเคลื่อนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้ทำวิจัยได้กำหนดขอบเขตเอาไว้ดังนี้

3.3.1 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติของสีย้อม

3.1.2 ศึกษาคุณสมบัติของสารเคมีที่ช่วยให้สีติด

3.1.3 ศึกษาคุณสมบัติและชนิดของเส้นใย

3.1.4 ศึกษาชนิดและประเภทของหลอดไฟที่ใช้

3.1.5 ศึกษาแหล่งกำเนิดและลักษณะของแสงที่ใช้

3.1.6 ศึกษาขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์

3.1.7 ศึกษาความสามารถในการทำงานของผู้ใช้

3.1.8 ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้

3.1.9 ศึกษาสภาพแวดล้อมในการใช้งาน

3.1.10 ศึกษาวัสดุที่จะนำมาผลิต

3.1.11 ศึกษาลักษณะการบำรุงรักษา

3.1.12 ศึกษาลักษณะและหลักการทำงานของผลิตภัณฑ์

3.3.2 ขอบเขตการออกแบบ

3.3.2.1 ออกแบบสำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในแผนกวิชาออกแบบสิ่งทอ

3.3.2.2 ออกแบบเครื่องตรวจเช็คสีผ้าหลังขบวนการย้อมให้มีความสะดวกในการซ่อมแซม

3.3.2.3 ออกแบบสัญลักษณ์บ่งบอกหน้าที่การใช้งานในส่วนที่จำเป็น

3.3.2.4 ออกแบบให้มีความปลอดภัยจากการใช้งานในลักษณะ

- การใช้งานทั่วไป เช่น การเปิด-ปิด สวิตท์ไฟ การสัมผัสตัวเครื่อง ฯลฯ
- การเปิด-ปิด ชั้นวางแผ่นกระจายแสง
- การเปิด-ปิดฝาเพื่อซ่อมแซม
- การเคลื่อนย้าย
- การทำความสะอาด

3.3.2.5 ออกแบบโดยใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์

3.3.2.6 ออกแบบสำหรับโรงฝึกงานนักศึกษา

3.3.2.7 ออกแบบเพื่อการศึกษาแบบทดลองสำหรับนักศึกษาแผนกออกแบบสิ่งทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.8 ออกแบบเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการศึกษาวิชา

- กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ
- กระบวนการย้อมสีสิ่งทอ 2

3.3.2.9 ออกแบบเพื่อนำวัสดุอุปกรณ์มาตรฐานมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิต

3.4 การวางแผนในการวิจัย

การทำงานใด ๆ จะให้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดีตามโครงการจำเป็นจะต้องวางแผนเอาไว้ การทำงานอย่างมีแผนถ้าเกิดความผิดพลาดเราสามารถหาจุดบอดของขั้นตอนได้ และแก้ไขได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นยังรู้ว่าอะไรควรทำก่อนทำหลังไม่ซ้ำซ้อนงานกัน การวิจัยเหมือนกันจะให้ดำเนินการไปด้วยดี จำเป็นจะต้องวางแผนการวิจัยไว้ก่อน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมขั้นตอนของการวางแผนการวิจัย หรือการดำเนินงานวิจัยไว้ได้ดังนี้

3.4.1 พิจารณาสภาพปัญหาเบื้องต้น (Basic difficulty) เป็นการดูว่าสภาพปัญหาใดที่เราสนใจ หรือเกิดปัญหาขึ้นในใจ

3.4.2 วิเคราะห์ปัญหา และทำการนิยามปัญหา

3.4.3 ตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อจะได้รู้ว่าเรากำลังค้นคว้าหาอะไร เป้าหมายหลักอยู่ที่ไหน ซึ่งจะเป็นการนิยามปัญหาไปในตัว

3.4.4 เขียนสมมุติฐานปัญหา (hypotheses) และแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การตั้งสมมุติฐานเป็นการตอบปัญหา ขั้นตอนหนึ่งโดยใช้ปัญญาอย่างรอบคอบแล้ว

3.4.5 วางแบบแผนและวิธีการวิจัย พิจารณาจากสมมุติฐาน

3.4.6 กำหนดขอบเขต จำกัดในการศึกษา ว่าการศึกษาค้นคว้านี้เอากรอบขนาดไหน ใช้เครื่องมือแบบใด ตัวแปรที่จะศึกษามีอะไรบ้าง ต้องกำหนดไว้ให้ชัดเจน

3.4.7 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล (gathering data) เป็นการรวมรวมข้อมูลเพื่อสนับสนุนสมมุติฐานนั้น ทั้งปฐมภูมิ และทุติยภูมิ

3.4.8 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) โดยการนำเอาข้อมูลดิบที่รวบรวมได้มาสังเคราะห์ให้เป็นข้อมูลที่ใช้ได้ และมีความน่าเชื่อถือ เพื่อสนับสุนนสมมุติฐานนั้น ๆ

3.4.9 ขั้นลงสรุป (Conclusion) เป็นการตกลงใจในคำตอบว่ามีความแน่นอนแล้วสรุปออกมาเป็นแนวทางในการเสนอการตอบประเด็นปัญหานั้น

3.4.10 ขั้นเสนอแบบ เป็นการนำคำตอบที่ได้มาเสนอเป็นรูปแบบ เพื่อให้ได้รับการยอมรับในสมมุติฐานนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.11 ขั้นทดสอบ เป็นการนำแบบที่ได้ นำมาทำแบบจำลอง (model) เพื่อทดสอบ

3.4.12 ขั้นเสนอผลงาน เป็นการจัดทำงานวิจัยในแบบรูปเล่ม และการนำเสนอต่อคณะกรรมการ

3.5 แหล่งที่มาของข้อมูล

คุณสมบัติของนักวิจัยที่สำคัญก็คือ ต้องเป็นนักอ่าน นักคิด และนักค้นคว้า ดังนั้น การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง (delated literature) จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักวิจัย เอกสารที่เกี่ยวข้องในที่นี้หมายถึงเอกสารที่เป็นแหล่งข้อมูล ตำรา บทความ และงานวิจัยที่มีความสำคัญพออ้างอิงได้กับงานวิจัยของเรา คำว่าเอกสารที่เกี่ยวของนี้ไม่จำเป็นจะต้องตรงชื่อปัญหาที่นักวิจัยทำ แต่หมายถึงเอกสารที่มีเนื้อหาผลสรุป ที่เกี่ยวพันกับงานวิจัยของเรา เพื่อให้การนิยามปัญหาเด่นชัดยิ่งขึ้น จุดมุ่งหมายในการค้นคว้าภาคเอกสารก็ได้แก่การเสาะแสวงหาสิ่งต่อไปนี้

1. เพื่อหาความจริง (To locate facts) นักวิจัยจะต้องค้นคว้าหาสิ่งที่ผู้อื่นพิสูจน์มาแล้ว
2. เพื่อช่วยในการนิยามปัญหา (To defene a problem) เพื่อให้เกิดความกระจ่างแจ้งในปัญหาที่จะทำวิจัย
3. เพื่อให้เลือกสรรปัญหาได้ถูกต้อง (To select a problem) โดยการศึกษาปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผู้ทำมาแล้ว
4. เพื่อไม่ให้ทำซ้ำกับคนอื่นโดยไม่จำเป็น (to avoid duplication)
5. เพื่อหาเทคนิคในการวิจัย (To Find techniques)
6. เพื่อช่วยในการแปลความหมายของข้อมูล (To interpret results)
7. เพื่อเตรียมการเขียนรายงาน (To prepare a report)

วิธีการเลือกผลงานการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้

1. เอกสารนั้นทันสมัยพอใช้กับงานวิจัยของเราหรือไม่
2. เอกสารนั้นมีหนังสืออ้างอิงพอช่วยเป็นแนวทางให้เราได้ไปค้นคว้าเพิ่มเติมให้กว้างขวางขึ้นอีกหรือไม่
3. เอกสารนั้นชี้แนะแนวคิดอันชาญฉลาดบางประการให้เราหรือไม่

ในขั้นแรกของการค้นคว้าเอกสารก็คือ ต้องพยายามพิจารณาอย่างดีว่าเอกสารนั้นควรอ่านหรือไม่ โดยดูจากรายการชื่อหนังสือตามห้องสมุด โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้จัดประเภทของเอกสารที่ศึกษาไว้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. งานวิจัยในสาขาโดยตรงที่สมบูรณ์แบบที่เกี่ยวข้อง เช่น

1. โครงการออกแบบปรับปรุงตู้อบแม่แบบปูนปลาสเตอร์สำหรับงานหล่อน้ำดิน

ข. บทคัดย่อวิจัยทุกระดับ

ค. วารสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ง. เอกสาคู่มือนักศึกษา, หลักสูตร

จ. ตำราที่เชื่อถือได้

ฉ. แหล่งอื่น ๆ ที่เชื่อถือได้

นอกจากการรวบรวมข้อมูลทางภาคเอกสารแล้ว ยังได้มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ อีกที่พอเชื่อถือได้เช่น จากการสำรวจสถานที่จริงภายในห้องทดลองของนักศึกษา และการสัมภาษณ์อาจารย์ และนักศึกษา สาขาวิชาสิ่งทอ ซึ่งจะได้กล่าวในภายหลังต่อไป

3.6 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

เราทราบแล้วว่าการวิจัยเป็นการค้นหาความจริงที่เชื่อถือได้ โดยวิธีการที่เชื่อถือได้วิธีการที่เชื่อถือได้นั้นก็คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นเองถ้าท่านทบทวน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดูจะเห็นว่ามีขั้นตอนสำคัญที่จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล การได้ข้อมูลมาเฉยๆ ไม่สามารถนำมาแปลผลการวิจัยได้ เพราะเป็นเพียงข้อมูลดิบขั้นต้นเท่านั้น

การวิจัยทุกเรื่องจะต้องมีจุดมุ่งหมาย และจากจุดมุ่งหมายนี้สามารถสร้างเป็นสมมุติฐานได้ การศึกษาจุดมุ่งหมายและสมมุติฐานของการวิจัยจะทำให้ผู้วิจัยรู้ว่าจะใช้วิธีการทางสถิติอย่างไร มาทดสอบเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นได้ การวิจัยจะไม่สามารถแปลผลได้ดีถ้าการวิเคราะห์ข้อมูลไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนดให้ นั่นคือ สมมุติฐานแต่ละอันอาจใช้วิธีการทางสถิติมาทดสอบแตกต่างกันตามความเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น กูด(Good) ได้แนะนำไว้ว่า ดังนี้

1. กลับไปอ่านจุดมุ่งหมาย หรือข้อความที่เป็นปัญหาจนแจ่มแจ้งก่อน
2. ดูแต่ละข้อปัญหาว่าต้องการข้อมูลประเภทใด และจะใช้วิธีการสถิติอะไร
3. สถิติเหล่านั้นหาได้หรือไม่จากข้อมูล เพื่อไปแก้ปัญหาจากจุดมุ่งหมายแต่ละข้อ
4. เลือกข้อมูลที่ได้มานำมาจัดเป็นหมวดเป็นหมู่ แบ่งตามเนื้อหาของปัญหาแต่ละข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำนวนค่าสถิติให้ตรงตามหัวข้อปัญหาที่จะตอบ
6. พยายามแปลความหมายของข้อมูลเป็นระยะ ๆ ไป
7. พยายามนึกถึงรูปร่างของตารางที่จะเสนอ ลักษณะควรย่อสั้นแต่บรรยายความได้มาก
8. ถ้าข้อมูลจัดเสนอเป็นกราฟชนิดต่างๆ ก็ต้องหาวิธีการทำให้เข้าใจได้ง่ายที่สุด อย่าให้ซับซ้อน

การสรุป (Conclusion) หรือส่วนที่เรียกว่รา สลงสรุปเป็นส่วนที่ย่อผลของการตวิจัยลงให้กะทัดรัดจากส่วนต่าง ๆ ที่ทำมาแล้ว มักจะแบ่งส่วนนี้ออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนย่อ ตอนอภิปรายผล และตอนเสนอแนะ

ก. ตอนย่อ เป็นการสรุปย่อผลทั้งหมดที่ดำเนินการทำมาตั้งแต่ต้นจนจบ จับเอาหัวใจสำคัญมาพูดกัน ตารางและตัวเลขซับซ้อนไม่ต้องนำมาเสนอ สิ่งที่นำมาสรุปย่อได้แก่ จุดมุ่งหมายของการวิจัยประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง วิธีดำเนินการ และผลของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น พยายามสรุปย่อตามผลที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐานเท่านั้น

ข. ตอนอภิปรายผล เป็นการวิพากษ์วิจารณ์ผลการวิจัยของตนเองว่าเกี่ยวข้องกับของผู้อื่นอย่างไร อาจจะคล้อยตามหรือขัดแย้งก็ได้ หัวใจสำคัญเพื่อจะทำความกระจ่างของผลงานวิจัยของนักวิจัยให้ดียิ่งขึ้นนั่นเอง ดังนั้นการอภิปรายผลจะต้องพยายามจัดเอาเฉพาะผลการวิจัยจากการตั้งสมมุติฐานเป็นประการสำคัญ วิธีที่ดีที่สุดอันหนึ่งคือยกสมมุติฐานและผลการทดสอบมาอภิปรายเป็นอย่าง ๆ

การเสนอแนะเป็นการนำผลที่ได้จากการวิจัย เพื่อเสนอให้ผู้อื่นนำไปใช้หรือนำไปคิดต่อไปอีก การเสนอแนะจะต้องเสนอแนะในกรอบของผลการวิจัยเราเท่านั้น

วิธีการพูดและเขียนในการสรุปควรเป็น ดังนี้

1. ให้เป็นประโยคบอกเล่าที่สั้น ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งเป็นคำตอบในปัญหาเฉพาะในคำถามที่เราตั้งไว้ในตอนต้นเท่านั้น
2. เป็นคำที่เกี่ยวโยงหรืออธิบายสมมุติฐานที่เราตั้งไว้ในหัวข้อปัญหา
3. ต้องสรุปในขอบเขตของปัญหาที่ได้มา ข้อมูลที่ได้มาสมบูรณ์หรือไม่
4. ต้องมองในแง่การนำข้อสรุปไปใช้ให้เกิดประโยชน์ คือพยายามเสนอแนะประโยชน์ที่ได้จากข้อสรุปนั้น

ในการสรุปมีเกณฑ์ในการประเมินการสรุปดังนี้

1. การสรุปนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลหรือไม่ ได้ข้อมูลมาอย่างไร สรุปตามนั้นหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พยายามลงสรุปเฉพาะข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้

3. ควรพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มามากพอที่จะเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่เราจะสรุปพาดพิงถึงหรือไม่

4. การเขียนสรุปยึดถือหลักเกณฑ์เหตุผลหรือไม่

5. ควรคำนึงว่าข้อสรุปนั้นคงเส้นคงวา ครงกับข้อสรุปที่มีมาแล้วแค่ไหนตามหลักเกณฑ์หรือทฤษฎีนั้น

6. ข้อสรุปมีทางตรวจสอบหรือทดสอบ หรือหาเหตุผลอื่นๆ มาสรุปได้หรือไม่ คนอื่นทำซ้ำเหมือนเราจะสรุปได้อย่างเขาหรือไม่

7. ข้อสรุปควรจะแยกออกจากความคิดเห็นส่วนตัว

8. ข้อสรุปเรามีส่วนร่วมหรือตรงกับคำสรุปของคนอื่นเพียงใด

9. ข้อสรุปนั้นตอบคำถามในหัวข้อปัญหาที่เราตั้งไว้ชัดเจนแจ่มแจ้งพอเพียงแล้วหรือยังถ้าไม่ชัดตัดออกไป ถ้าตัดไม่ได้ก็หาข้อมูลมาสนับสนุนต่อเพิ่มขึ้น

10. ข้อสรุปควรจะเปิดช่องหรือโอกาสให้ผู้ติดตามอ่านนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.7 เครื่องมือการวิจัย

ในการวิจัยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องมือ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในสิ่งที่ต้องการศึกษา ดังนั้นผู้ที่จะทำการวิจัยจะต้องมีความรู้ในเรื่องของเครื่องมือว่ามีอะไรบ้างและใช้ในการเก็บข้อมูลในลักษณะใด สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือ ที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้เท่านั้น

3.7.1 การสังเกต (observation)

เครื่องมือประเภทนี้จะต้องใช้ตัวบุคคล คือใช้ตาและหูเป็นเครื่องมือสำคัญในการติดตามเฝ้าดูการแสดงพฤติกรรมของบุคคลหรือกลุ่มคนหรือสิ่งใดๆ ที่ต้องการศึกษาและจึงได้บันทึกเอาสิ่งที่สังเกตได้ สำหรับเป็นข้อมูลในการวิจัยต่อไป

การสังเกตนั้นผู้สังเกตจะต้องมีความตั้งใจ (Attention) จิตใจไม่ไข้วเขวและต้องมีประสาทสัมผัส (Sensation) ที่ทำงานเป็นปกติ เช่น หูไม่หนวก ตาไม่บอด และมีการรับรู้ (Perception) ที่ดีสามารถแปลความหมายจากการรับรู้ได้ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เพื่อจะให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ นอกจากนี้ยังต้องมีหลักในการสังเกตที่ดีอีกด้วยดังนี้

1. ต้องมีการกำหนดการดูให้จำกัดเฉพาะเป็นเรื่องๆ ไป ไม่ใช่มีสิ่งใดมากระทบก็รับไว้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต้องดูอย่างมีความมุ่งหมายมิใช่ดูไปเรื่อย สามารถแปลความหมายออกว่าคืออะไร

3. ดูด้วยความพินิจพิเคราะห์ สามารถเห็นรายละเอียดของเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง

4. ต้องมีการบันทึกเพื่อเตือนความจำ

5. ควรใช้แบบสอบถาม Checklist หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ประกอบการสังเกตด้วย เพราะการสังเกตนั้นเป็นเพียงเครื่องมือการวัดในระดับพื้นฐานเท่านั้น

การใช้เครื่องมือการวิจัยด้วยการสังเกต ผู้วิจัยได้แบ่งการบันทึกออกตามประเภทของการสังเกตไว้ดังนี้

1. การสังเกตทางตรง (Direct observation) คือการเฝ้าดูพฤติกรรม หรือส่วนประกอบ ของตัวอย่างของงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตสิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยดังนี้

1.1 การสังเกตเครื่องวัดและตรวจสอบสีผ้าหลังขบวนการย้อม ได้มีการสังเกตตัวอย่าง ที่แผนกเคมีสิ่งทอของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ และที่แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ ที่เชียงใหม่ และจากตัวแทนจำหน่ายบริษัท INCAMTEC CO., LTD. ประเทศไทย เพื่อที่จะบันทึกข้อมูลในเรื่องของผลิตภัณฑ์เดิม ทั้งลักษณะ ขนาด วิธีการใช้ รูปร่าง และส่วนประกอบต่างๆ มีการสังเคราะห์ออกมาเป็นปัญหาของการวิจัยจากผลิตภัณฑ์เดิมเพื่อแก้ไขปรับปรุงส่วนต่างๆ ต่อไป

1.2 สังเกตพฤติกรรมการใช้งานของนักศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล-- ทั้งสองแห่งที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในด้านพฤติกรรมผู้ใช้งานที่จะมีส่วนในการออกแบบให้เกิดความสะดวกสบายและเหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

2. การสังเกตทางอ้อม (Indirect Observation) คือการที่ผู้อื่นเล่าประสบการณ์หรือพฤติกรรมของตัวอย่างให้ผู้สังเกตฟัง

2.1 ได้มีการสังเกตในรูปแบบของการสัมภาษณ์ทั้งที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ทั้งสองแห่ง และจากพนักงานของบริษัทตัวแทนจำหน่ายซึ่งจะได้กล่าวในเรื่องของการสัมภาษณ์ต่อไป

3.7.2 การสังเกตการณ์ (Interview)

การสัมภาษณ์ คือ การสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายตามวัตถุประสงค์ที่เขาได้กำหนดล่วงหน้าไว้ก่อนระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์ มีความเหมือนกับการสังเกตคือจะใช้ตัวบุคคลเป็นผู้วัด แต่การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือในการวัด เมื่อได้ผลอย่างไรก็บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสัมภาษณ์ที่ดีที่จะได้ข้อมูลที่เป็นจริงหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุดต้องมีลักษณะดังนี้

2. พยายามถามคำถามให้ตรงจุดที่สุด หรือเป็นคำถามที่มีความแจ่มชัดว่าผู้ถูกสัมภาษณ์ต้องการให้ตอบแง่ไหน ไม่ควรใช้คำถามแบบกว้างๆ หรือครอบจักรวาล ซึ่งจะทำให้คำตอบลงสรุปไม่ได้

3. คำถามควรมีความเชื่อมั่นสูง แม้จะใช้คำถามข้อเดิมถามซ้ำก็ได้คำตอบเหมือนเดิม

4. คำถามที่ใช้สัมภาษณ์ควรจะได้คำตอบ ที่สามารถนำไปขยาย (Generalized) ไปสู่เหตุการณ์ที่คล้ายคลึงได้

ในด้านการสัมภาษณ์นี้ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการสัมภาษณ์แบบที่ไม่เป็นมาตรฐาน (Unstructured interview) จาก 3 รูปแบบ คือ แบบสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม (Individual or group interview) และแบบสัมภาษณ์แบบมาตรฐาน (Structured interview) สาเหตุที่ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการสัมภาษณ์ของตนเองอยู่ในแบบ Unstructured interview ก็เนื่องจากส่วนใหญ่แล้วคำถามที่ใช้จะเป็นแบบปลายเปิด และไม่ค่อยมีการกำหนดคำถามไว้ตายตัวนัก เป็นการขอคำปรึกษาจากอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาการย้อมการสถาบันราชมงคล ก็เพื่อที่จะได้คำตอบที่จะสนับสนุนการสังเกตซึ่งอาจจะมีอุปสรรคทั้งทางด้าน พื้นฐานความรู้ของตนเองสาเหตุทางด้านอารมณ์ (Emotion) แรงจูงใจ (Motivation) ความรังเกียจ (Prejudice) ปัญญา (Mental set) ความรู้สึกในคุณค่า (Sense of Value) สภาพด้านร่างกาย (Physical condition) และการสรุปผิด (Error of inference) เหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคสำคัญทางการสังเกต ผู้วิจัยจึงได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่มีประสบการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากขึ้น และสามารถอ้างอิงข้อมูลนั้นๆ ได้โดยสะดวก เช่นจากการสัมภาษณ์อาจารย์ วชิรา แก้วนะทะ อาจารย์ประจำแผนกวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เมื่อวันที่ 2 มกราคม 2540 ก็ได้มีการสัมภาษณ์สอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานย้อมของนักศึกษาที่ถูกต้อง หรือที่อาจารย์คาดหวัง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นมาตรฐานและการสอบถามถึงขบวนการใช้งาน เครื่องทดสอบสีย้อมอย่างถูกต้อง ความต้องการและความคิดเห็น เป็นต้น แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ลงสรุปรวมกันกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอีกครั้ง

3.7.3 มาตราจัดอันดับหรือการจัดอันอับคุณภาพ (Rating Scale)

การจัดอันดับคุณภาพเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินค่าของสถานการณ์หรือคุณลักษณะต่างๆ ที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยตรงได้ เช่น การวัดความยากง่ายในกรรมวิธีการผลิต ความเหมาะสมทางด้านรูปทรง เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้เมื่อจะวัดต้องแปลง แต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะออกมาเป็นระดับต่างๆ กัน อาจออกมาเป็นคุณลักษณะของสิ่งนั้น เช่น ดีมาก ดี ปานกลาง ไม่ดี ไม่ดีเลย หรือออกมาเป็นอันดับตัวเลข โดยเรียงจากค่ามีมากไปจนถึงไม่ดีเลย ดังนี้คือ 5,4,3,2,1 เป็นต้น

การจัดอันดับคุณภาพโดยส่วนใหญ่นั้นจะแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ด้วยกัน ตามแนวของกิลฟอร์ด (Guilford. 1954)

1. มาตราวัดอันดับแบบบรรยาย (Deseriptive rating scale) เป็นมาตราของการจัดอันดับในแต่ละระดับในรูปของการบรรยายทางภาษาใช้ในการจัดอันดับพฤติกรรมเด็ก (Behavior descriplive)

2. มาตราจัดอันดับแบบตัวเลข (Numerical rating scale) มาตราแบบนี้ทำขึ้นโดยให้รหัสตัวเลขสำหรับวัดลักษณะต่างๆ หรือถามความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แล้วแปลงมาเป็นตัวเลข เช่น ดีมากคือ 5 ดีคือ 4 ปากลางคือ 3 ไม่ดีคือ 2 ไม่ดีเลยคือ 1 ดังนี้

คุณสมบัติ	วัสดุ		
	พลาสติก	เคลิก	ไม้
1. ความแข็งแรง	2	5	3
2. น้ำหนักน้อย	5	1	3
3. ทนไฟ	2	5	2

ฯลฯ

3. มาตราจัดอันดับแบบกราฟ (Graphic rating scale) เป็นการวัดอันดับคุณภาพในแนวเส้นตรง ในแนวนอนหรือตั้งก็ได้

4. มาตราจัดอันดับแบบเปรียบเทียบ (Comparative vating scale) เป็นการจัดอันดับคุณภาพในรูปที่จะมีเกณฑ์ที่ได้กำหนดเอาไว้ แล้วเอาสิ่งที่จะจัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์อีกที

5. การจัดอันดับ (Zanking) เป็นการเอาคุณลักษณะสิ่งที่จะจัดอันดับมาเปรียบเทียบโดยแบ่งเป็นทีละ 3 กลุ่ม

ในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือจัดอันดับอคุณภาพประเภทมาตราจัดอันดับแบบตัวเลข (Numerical rating scale) เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวัสดุ และแนวทางการออกแบบที่ต้องพิจารณา เนื่องจากมีอยู่หลายแนวทางเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับการออกแบบมากยิ่งขึ้นโดยมีการให้ค่าของมาตราจัดอันดับไว้เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 คือ เหมาะสมมากที่สุด

4 คือ เหมาะสมมาก

3 คือ เหมาะสม

2 คือ ไม่เหมาะสม

1 คือ ไม่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ผ่านมา เราสามารถนำเอาคุณสมบัติต่างๆ ของกรรมวิธีการผลิต วัสดุ ระบบต่างๆ และข้อมูลทางด้านตัวผลิตภัณฑ์เอง มาทำการวิเคราะห์หาผลสรุปของการวิจัยเพื่อนำไปออกแบบผลิตภัณฑ์ได้สามารถสนองต่อการใช้งานมากที่สุดการจะใช้วัสดุหรือกรรมวิธีการผลิตแบบใดนั้น จะต้องคำนึงถึงความถูกต้องและเหมาะสมตามหลักใหญ่ๆ ดังนี้

1. ราคาของผลิตภัณฑ์
2. ประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์
3. ความคงทนของผลิตภัณฑ์
4. การบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์
5. ความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์
6. ลักษณะการผลิตของผลิตภัณฑ์

โดยผู้วิจัยทำการแยกหัวข้อของการวิเคราะห์ออกเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อให้สะดวกต่อความเข้าใจและง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยทำการแยกออกเป็นดังนี้

4.1 ลักษณะการทำงาน

4.2 ระบบของอุปกรณ์

4.3 ขนาดสัดส่วนการใช้งาน

4.4 วัสดุในการผลิต

4.5 ลักษณะการให้มีที่เหมาะสม

ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ตามหลักการการจัดอันดับคุณภาพด้วยมาตราจัดอันดับแบบตัวเลข (Numerical vating scale) ซึ่งมีการให้ค่าตัวเลขดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสม

2 หมายถึง ไม่เหมาะสม

1 หมายถึง ไม่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ลักษณะการทำงาน

ลักษณะการทำงานนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะของการทำงานออกตามลักษณะของการปฏิบัติงานของนักศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่มักยืนปฏิบัติงาน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการใช้งานสั้นๆ ต่อครั้ง สิ่งที่พบเห็นที่เป็นปัญหาก็คือลักษณะการทำงานที่จะต้องทำการเคลื่อนย้าย เนื่องจากอุปกรณ์มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก การเคลื่อนย้ายจึงเกิดความลำบากในการวิเคราะห์จะเลือกแนวทางการออกแบบ การเคลื่อนย้ายด้วยวิธีการต่างๆ วิธี คือ การเลื่อนด้วยล้อเข็น การยกโดยเสริมส่วนมือจับภาพในอุปกรณ์และการถอดส่วนประกอบ หรือพับเก็บย่อขนาด เพื่อจะเคลื่อนย้ายดังตารางที่ และอีกปัญหาที่พบบ่อยเช่นกันก็คือการปิด-เปิดฝาผลิตภัณฑ์ทางด้านบน สร้างความลำบากแก่ผู้ใช้จากความสูงของตัวผลิตภัณฑ์ในการปฏิบัติงานลักษณะนี้ ซึ่งเกินขอบเขตความสบายตามหลักการวิภาค อีกทั้งการถอดประกอบก็ไม่สะดวกนัก จึงนำสองส่วนนี้มาทำการวิเคราะห์เพื่อจะได้แนวทางการออกแบบที่ถูกต้องต่อไป ดังตารางที่ 23 และตารางที่ 24

ตารางที่ 23
การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบวิธีการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์
วิธีการที่นำมาวิเคราะห์ 3 วิธี คือ

1. การเคลื่อนย้ายด้วยการลากเลื่อน โดยติดล้อเลื่อนทางด้านล่างของผลิตภัณฑ์
2. การเคลื่อนย้ายด้วยการยกโดยการเสริมหูจับเพื่อช่วยในการยกบนตัวผลิตภัณฑ์
3. การทำให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเคลื่อนย้ายได้สะดวกขึ้น ด้วยการพับเก็บหรือถอดประกอบ

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. ประหยัดต้นทุนการผลิต	3	5	1
2. เคลื่อนย้ายได้สะดวก	4	2	4
3. ง่ายต่อการใช้งานปกติ	3	5	1
4. ผลกระทบต่อการใช้งานปกติน้อย	3	3	2
5. สามารถออกแบบให้มีความสวยงาม	2	3	3
รวม	15	18	11

สรุป เลือกการเคลื่อนย้ายโดยวิธีการยกโดยใช้หูจับจากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

สรุป เลือกการเคลื่อนย้ายโดยวิธีการยกโดยใช้หูจับจากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

ตารางที่ 24

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบระบบการปิด-เปิดฝาครอบห้องเครื่อง

ระบบที่นำมาวิเคราะห์ ระบบ คือ

1. แบบบานพับ
2. แบบถอด
3. แบบบานเลื่อน

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. เปิด-ปิด สะดวก	5	3	5
2. ประหยัดเนื้อที่ในการใช้งาน	3	1	5
3. ง่ายต่อการผลิต	3	5	1
4. ซ่อมแซมสะดวก	3	5	1
5. สามารถออกแบบให้มีความสวยงาม	5	2	5
6. ทนทาน	4	5	2
รวม	23	21	19

สรุป เลือกใช้ระบการปิด-เปิด แบบบานพับ จากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะของสวิตท์

ลักษณะของสวิตท์มาตรฐานที่นำมาวิเคราะห์

1. แบบกด (PUSH BUTTON SWITCH)
2. สวิตท์โยก (TOGGLE SWITCH)
3. สวิตท์เลื่อน (SLIDE SWITCH)
4. สวิตท์หมุน (ROTARY OF SELECTOP SWITCH)

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
	1	2	3	4
1. ความสะดวกในการใช้งาน	5	3	3	4
2. ความเหมาะสมในการใช้งาน	5	4	3	3
3. ประหยัดต้นทุนในการผลิต	4	3	3	2
4. ความทนทาน	3	5	4	3
รวม	17	15	13	12

สรุป เลือกสวิตท์แบบกด ในการใช้งานจากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบชนิดของสายไฟ

สายไฟที่นำมาวิเคราะห์มาตรฐาน 2 ชนิด

1. สายไฟฟ้า แบบ หุ้มฉนวนด้วย PVC
2. สายไฟฟ้า แบบ หุ้มฉนวนด้วย ฝ้ายถัก

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำพิจารณา	
	1	2
1. ประหยัดต้นทุนการผลิต	5	3
2. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4	5
3. ความทนทาน	3	5
4. ซ่อมแซมง่าย	5	3
รวม	17	16

สรุป เลือกใช้สายไฟฟ้าแบบหุ้มฉนวนด้วยPVC จากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะของปลั๊กไฟ

ลักษณะปลั๊กไฟที่นำมาวิเคราะห์ 2 ลักษณะ

1. ลักษณะของการใช้วัสดุมาตรฐาน ซึ่งจะเป็นการนำปลั๊กไฟมาประกอบเข้ากับสายไฟ

2. ลักษณะของการผลิตเอง ซึ่งจะได้ปลั๊กไฟที่เป็นชิ้นเดียวกับสายไฟ

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำพิจารณา	
	1	2
1. สะดวกต่อการผลิต	5	3
2. ทนทาน	3	5
3. ปลอดภัยในการใช้งาน	4	5
4. ความสวยงาม	3	4
รวม	15	17

สรุป เลือกใช้ปลั๊กไฟแบบผลิตแบบที่ 2 จากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบของอุปกรณ์

ในการพิจารณาด้านแนวทางการออกแบบระบบของอุปกรณ์นั้นจะเน้นไปในเรื่องของลักษณะของรูปทรง ความปลอดภัย ขนาดและสัดส่วนในการใช้ตำแหน่งและความสวยงาม ส่วนเรื่องของระบบจริงๆ นั้น เป็นสิ่งที่ได้มาจากข้อมูลพื้นฐานอยู่แล้ว สิ่งที่นำมาพิจารณาก็เช่น สวิตท์, ปลั๊กไฟ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 28

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงของสวิตท์

รูปทรงที่นำมาวิเคราะห์ 4 แบบ

1. รูปทรงกลม
2. รูปทรงสี่เหลี่ยม
3. รูปทรงสามเหลี่ยม
4. รูปทรงหลายเหลี่ยม

โดยมีการพิจารณาดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
	1	2	3	4
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4	5	4	5
2. ความชัดเจน	4	5	2	4
3. ง่ายต่อการพิจารณา	5	5	2	2
4. จัดวางได้อย่างเหมาะสม	3	5	2	3
รวม	16	20	10	14

สรุป เลือกใช้รูปทรงแบบที่ 2 รูปทรงสี่เหลี่ยมจากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบตำแหน่งการจัดวางแผงสวิตท์

ตำแหน่งที่นำมาวิเคราะห์ 3 ตำแหน่ง

1. ชิดขอบซ้ายของผลิตภัณฑ์

2. ชิดขอบขวาของผลิตภัณฑ์

3. วางกลาง

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. ความสะดวกในการใช้งาน	3	5	4
2. ความเหมาะสมของการวางระบบ	5	4	3
3. ประหยัดเนื้อที่	4	5	4
รวม	12	14	11

สรุป ทำการวางแผงสวิตท์ ชิดด้านขวาของผลิตภัณฑ์ จากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 รูปแบบและสัดส่วนการใช้งาน

ในที่นี้ได้นำรูปทรงของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความเป็นไปได้อยู่ด้วยกันหลายรูปทรงมาทำการพิจารณาโดยตารางการจัดอันดับ และพิจารณาไปถึงส่วนรองรับผลิตภัณฑ์ทางด้านล่างด้วย ทั้งการวิเคราะห์รูปแบบ และสัดส่วนการยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับรูปร่างและรูปทรงของส่วนประกอบภายในอีกด้วย

ตารางที่ 30

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบรูปทรงของผลิตภัณฑ์

รูปทรงที่เป็นไปได้ 3 รูปทรง (มองจากด้านหน้า)

1. สี่เหลี่ยมผืนผ้า

2. สี่เหลี่ยมคางหมู

3. ทรงโดม

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. กรรมวิธีการผลิตง่าย	5	4	1
2. ความสามารถต่อการใช้งาน	4	5	2
3. ประหยัด	5	4	3
4. เหมาะสมกับระบบและการใช้งาน	5	4	5
5. แข็งแรง	4	3	5
6. ทำความสะอาดง่าย			
รวม	23	20	16

สรุป เลือกการออกแบบรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะของหูจับเพื่อการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์

ลักษณะพื้นฐานที่นำมาวิเคราะห์ 2 ลักษณะ คือ

1. แบบติดนูนออกมาจากตัวผลิตภัณฑ์ เช่น

2. แบบติดจมลงในตัวผลิตภัณฑ์ เช่น

โดยมีการพิจารณา ดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำพิจารณา	
	1	2
1. ง่ายต่อการผลิต	5	3
2. ใช้งานได้สะดวก	4	3
3. แข็งแรง	2	5
4. ทนทาน	3	5
5. สามารถออกแบบให้มีความสวยงาม	3	4
6. ซ่อมแซมง่าย	4	3
รวม	21	23

สรุป เลือกการติดตั้งหูจับแบบจมลงในตัวผลิตภัณฑ์จากการพิจารณาโดยใช้ตารางวัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบจุดติดตั้งฝาปิดห้องเครื่อง

จุดที่สามารถจะติดตตั้งได้ 5 ด้าน คือ

1. เปิดปิดทางด้านบนของตัวผลิตภัณฑ์
2. เปิดปิดทางด้านหลังบนของตัวผลิตภัณฑ์
4. เปิดปิดทางด้านข้างซ้ายของตัวผลิตภัณฑ์
5. เปิดปิดทางด้านข้างขวาของตัวผลิตภัณฑ์

โดยมีการพิจารณา ดังนี้

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
	1	2	3	4	5
1. ง่ายต่อการผลิต	5	2	4	3	3
2. เปิด-ปิดสะดวก	2	5	1	3	3
3. ประหยัดเนื้อที่	4	5	1	2	2
4. สามารถซ่อมแซมได้ง่าย	3	4	1	4	4
5. ปฏิบัติงานซ่อมแซมบำรุงรักษาได้ง่าย	2	5	1	4	4
6. สามารถออกแบบให้มีความสวยงาม	4	3	4	3	3
รวม	20	24	12	19	19

สรุป เลือกจุดติดตั้งทางด้านหน้าของตัวผลิตภัณฑ์ จากการพิจารณาโดยใช้ตารางจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วัสดุในการผลิต

การวิเคราะห์วัสดุเพื่อนำมาออกแบบและทำการผลิตจะแยกวัสดุออกเป็นวัสดุส่วนที่เป็นโลหะภายนอก และวัสดุบางส่วนที่เป็นพลาสติก เช่น มือจับ แผงสวิตท์ ซึ่งจะวิเคราะห์โดยรวมของชนิดพลาสติก เนื่องจากข้อพิจารณาในการเลือกใช้ อุปกรณ์ แต่ละประเภทนั้นมีความคล้ายกัน เพราะอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีการทำงานที่คล้ายๆ กันและใช้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน เช่น ต้องทนความร้อน, ทนสารเคมี, ฉนวนไฟฟ้า ฯลฯ

ตารางที่ 33

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบการเลือกใช้วัดสุภายนอก

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์ 2 ประเภท

1. โลหะมีความแข็งแรง ทนทาน แต่น้ำหนักมากและราคาแพง
2. พลาสติก แข็งแรงและทนทานน้อยกว่า น้ำหนักน้อยกว่าทำให้เคลื่อนย้ายสะดวก แต่กรรมวิธีการผลิตจะสิ้นเปลืองทำให้มีราคาแพงกว่าโลหะ

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
	1	2
1. น้ำหนักเบา	2	5
2. ความคงทนสูง	5	2
3. เหมาะสมต่อการใช้งาน	4	3
4. ง่ายต่อกรรมวิธีการผลิต	4	3
5. ทำสีได้ง่าย	5	2
6. ความแข็งแรง	5	3
7. ทนสารเคมี	5	2
8. ฉนวนไฟฟ้า	1	4
รวม	31	24

สรุป เลือกใช้โลหะในการผลิตตามตารางการจัดอันดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบวัสดุภายนอก (ต่อ)

โลหะที่นำมาวิเคราะห์ 4 ชนิด

1. สังกะสี
2. เหล็ก
3. สแตนเลส
4. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
	1	2	3	4
1. น้ำหนักเบา	4	2	2	5
2. ความคงทนสูง	4	5	4	3
3. เหมาะสมต่อการใช้งาน	5	4	1	1
4. ต้นทุนการผลิตต่ำ	3	5	4	2
5. ความแข็งแรง	5	4	3	2
6. ผลิตได้ง่าย				
รวม	21	20	14	13

สรุป เลือกใช้สังกะสีในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ลักษณะการตกแต่งที่เหมาะสม

ลักษณะการใช้สีจะพิจารณาการตกแต่งสีกับผิววัสดุเป็นสำคัญ โดยยึดหลักในการพิจารณา แต่สีที่มีความเข้มของสีน้อย เพื่อที่เม็ดสีจะไม่ไปรบกวนขณะทำการตรวจสอบชิ้นงาน

ตารางที่ 35

การวิเคราะห์แนวทางการออกแบบสีของตัวผลิตภัณฑ์

สีที่นำมาพิจารณา 3 สี

1. สีเทา
2. สีบรอนซ์
3. สีขาว

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. ไม่รบกวนขณะตรวจสอบ	5	4	4
2. สะอาด	3	4	5
3. ทำความสะอาดง่าย	5	4	3
4. ช่วยเน้นชิ้นงานตรวจสอบ	4	5	5
5. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม	4	2	3
รวม	21	19	20

สรุป เลือกใช้สีเทาในการผลิตจากตารางการจัดอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

การวิคเคราะห์แนวทางการออกแบบลักษณะการทำสีที่เหมาะสม

วิธีการทำสี 3 วิธีที่นำมาพิจารณา

1. เคลือบ (ชุบ)
2. พ่น
3. ทา

ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
	1	2	3
1. ต้นทุนการผลิตต่ำ	2	2	5
2. ความคงทน	5	3	3
3. เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	5	4	2
4. ความสวยงาม	5	4	3
รวม	17	13	13

สรุป ใช้การเคลือบ (ชุบ) ในการทำสีให้ตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการออกแบบอุปรณ์ตรวจสอบสีผ้าหลังขบวนการย้อมนั้น ได้มีการคำนึงถึงการใช้งานที่มีผลต่อชิ้นงานอย่างมาก ในด้านของการทำ Color Matching และสภาพของห้องปฏิบัติการทำให้อุปกรณ์ ตรวจสอบสีผ้าหลังขบวนการย้อมควรมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. ต้องมีความสามารถในการให้มาตรฐานในการตรวจสอบได้
2. วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ต้องอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน
3. มีขนาด สัดส่วน ที่สะดวกคล่องตัวในการปฏิบัติงาน
4. มีความคงทนและบำรุงรักษาง่าย
5. ง่ายต่อการประกอบและติดตั้ง
6. สามารถทำการซ่อมแซมเองได้

4.7 องค์ประกอบการทำงาน

ในลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบ เป็นการทำงานของนักศึกษาในห้องปฏิบัติงานย้อมโดยทั่วไปจะมีผู้ใช้งานเพียง 1 คน เท่านั้น เพื่อทดสอบสีของชิ้นงานกับสีตัวอย่างที่ต้องการวางใกล้เคียงกันหรือยัง ความสามารถของการใช้งานของอุปกรณ์ สามารถใช้งานได้ 2,000 ชม. จึงจะทำการเปลี่ยนหลอดไฟหนึ่งครั้ง แสงที่ใช้ในอุปกรณ์ได้แก่ แสงดำม่วง (BLACK UTRA-VIOLET หรือ UVB) แสงจากหลอดไฟ (FILAMFWT หรือ F) แสงสีขาว (WHITE DAYLIGHT หรือ D 65) และแสงสีเหลือง (YELLOW DAYLIGHT) โดยแต่ละหลอดจะมีสวิตท์เฉพาะของตนเอง และเพื่อให้ได้ผลที่มาตรฐานจึงควรถือหลักดังนี้

1. การใช้งานที่มีประสิทธิภาพของหลอดไฟแต่ละหลอด ซึ่งจะมีผลในด้านการทำงาน ภายใต้ความเข้มของแสงที่ได้มาตรฐานเสมอเพื่อผลการตรวจสอบที่ดีที่สุด แสงไฟในบริเวณนั้นควรจะมีขนาด สงสว่างเวลากลางวัน (20 ML/ตารางฟุตหรือ 215 LUX) และพยายามหลักเลี่ยงไม่ให้แสงจ้าเข้ามาภายในห้องตรวจสอบโดยตรง

2. สีที่ใช้พื้นภายในตู้ ควรเป็นสีเทากลางๆ ซึ่งจะเป็นตัวตัดการสะท้อนให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

2.1 ใช้สีที่ช่วยในการตัดสะท้อนของแสงภายในตู้วิเคราะห์สีที่เกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด

2.2 ใช้สีที่ให้ความรู้สึกถึงการใช้งานที่ปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 น้ำหนักของสีมีผลเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องน้ำหนัก สีที่อ่อนให้ความรู้สึกเบา สีเข้มให้ความรู้สึกมั่นคง แข็งแรง

2.4 ความสะดวกควรใช้สีที่ให้ความรู้สึกในเรื่องของความสะอาด

3. การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป

ควรใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยการออกแบบให้เชื่อมโยงเข้าสู่มาตรฐาน

4. วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างต้องแข็งแรง และประหยัดอย่าลืมว่าผลิตเพียงปริมาณน้อย

4.8 แนวทางการออกแบบ

จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ผ่านมา ลักษณะของงานที่จะสนองตอบประโยชน์ใช้สอยได้เต็มที่ มีดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. สามารถสนองตอบการตรวจสอบสีได้อย่างมาตรฐาน
3. มีขนาดสัดส่วนสัมพันธ์กับการใช้งาน
4. สีสีสรรและรูปแบบที่เหมาะสมนำใช้งาน
5. สนองประโยชน์ในการปฏิบัติงานย้อม

จากหัวข้อเหล่านี้เราสามารถแยกออกเป็นข้อย่อยๆ ได้อีกดังนี้

1.1 อุปกรณ์ตรวจสอบสี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนการใช้งานด้านการเรียนการสอน เป็นอุปกรณ์ทดสอบสีฟ้าตัวอย่างภายในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ควรมีลักษณะเป็นชุดที่มีอุปกรณ์อยู่ครบเพื่อความสะดวกในการใช้งานในการตรวจสอบผ้าลักษณะต่างๆ ให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องตามลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการ

1.2มีขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กับผู้ใช้งานทั่วไปทั้งชาย-หญิงทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้อุปกรณ์ได้สะดวกสบายในขณะปฏิบัติงานไม่เกิดความเมื่อยล้า อันเนื่องมาจากการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง การทำงานเกิดความล่าช้าเนื่องจากกากรปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องตามกายวิภาคผู้ใช้

1.3มีสีสรรและรูปแบบที่เหมาะสม สีสรรที่ใช้ควรดีและมีความสะอาดน่าใช้ช่วยลดการตัดสะท้อนที่จะเกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดความถูกต้องแน่นอนของการวิเคราะห์สีแต่บะสีและเกิดความสบายต่อผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4สนองประโยชน์ในการปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นงานได้อย่างดี ขจัดปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากอุปกรณ์เดิมเพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงานทำให้สามารถใช้ความคิดด้านการออกแบบได้มากขึ้นเป็นการสนองปนะโยชน์ต่อผู้ใช้อุปกรณ์อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะการวิเคราะห์และตรวจสอบสีของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง

4.9 คุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจสอบสีย้อม

การปฏิบัติงานทางด้านการย้อม จะต้องเอาใจใส่ต่อการตรวจสอบสีผ้าเป็นพิเศษ และต้องคอยควบคุมกระบวนการให้สีออกมาได้มาตรฐานตามตัวอย่าง

รูปร่างของอุปกรณ์นั้น ควรมีความกระทัดรัดสวยงามเหมาะสำหรับตั้งในห้องปฏิบัติการย้อม โดยทั่วไป

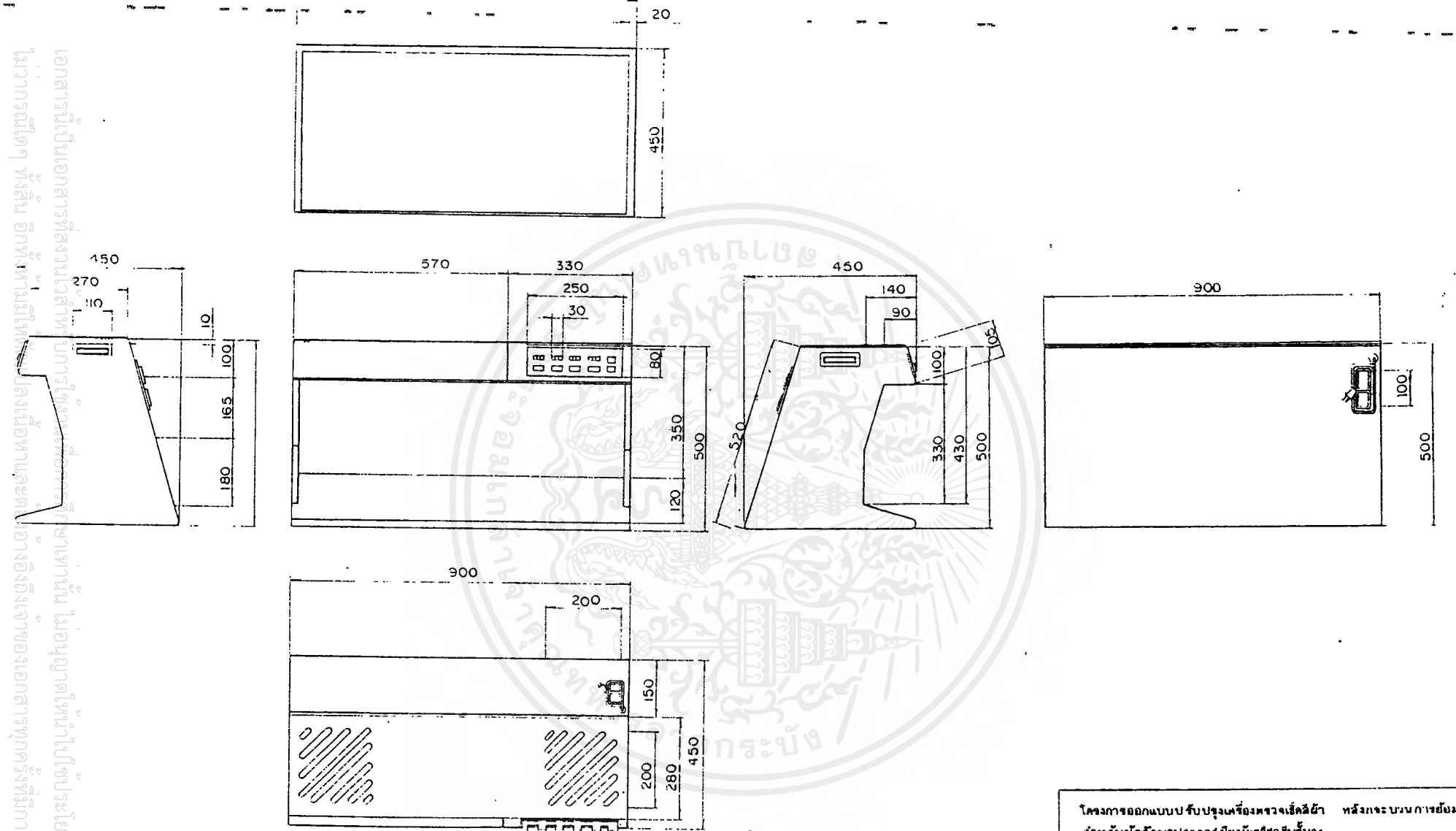
รูปร่างสีพื้นภายในตู้ คือสีเทากลางๆ (BSOOA01) ซึ่งตัดการสะท้อนที่จะเกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด แสงสว่างอื่นในตู้ได้แก่ แสงดำม่วง (BLACK UTRA-VIOLET หรือ UVB) แสงจากหลอดไส้ FILAMFWT (F) แสงสีขาว WHITE DAYLIGHT และแสงสีเหลือง YELLOW DAYLIGHT แต่ละมีสวิตท์ไฟเฉพาะของตัวเอง และจะเชื่อมโยงกับปุ่มสัญญาณไฟเพื่อแสดงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าหลอดไฟแต่ละหลอด หลอดไหนกำลังทำงานอยู่ ตัวหลอดไฟก็ควรเปลี่ยนเมื่อหมดอายุทุกครั้ง เพราะอุปกรณ์ตรวจสอบสีจะต้องทำงานภายใต้ความเข้มของแสงที่ได้มาตรฐานเสมอ

เพื่อผลการตรวจสอบที่ดีที่สุด แสงไฟในบริเวณนั้นควรจะมีขนาดเท่าแสงสว่างกลางวัน (20 ML/ตารางฟุตหรือ 215 LUX) พยายามหลักเลี่ยงไม่ให้แสงจ้าจากภายนอกเข้ามาโดยตรง และขอแนะนำว่าควรทำการเปลี่ยนหลอดไฟทุก ๆ การใช้งาน 2,000 ชั่วโมง

รายละเอียดของตู้วิเคราะห์สี

กำลังไฟฟ้า	=	220 50/60	
ขนาดของเครื่อง	=	28" x 16" x 23"	(กว้าง x ยาว x สูง)
ชนิดของแสงสว่าง	=	D65/TL 84 /F / UVB	

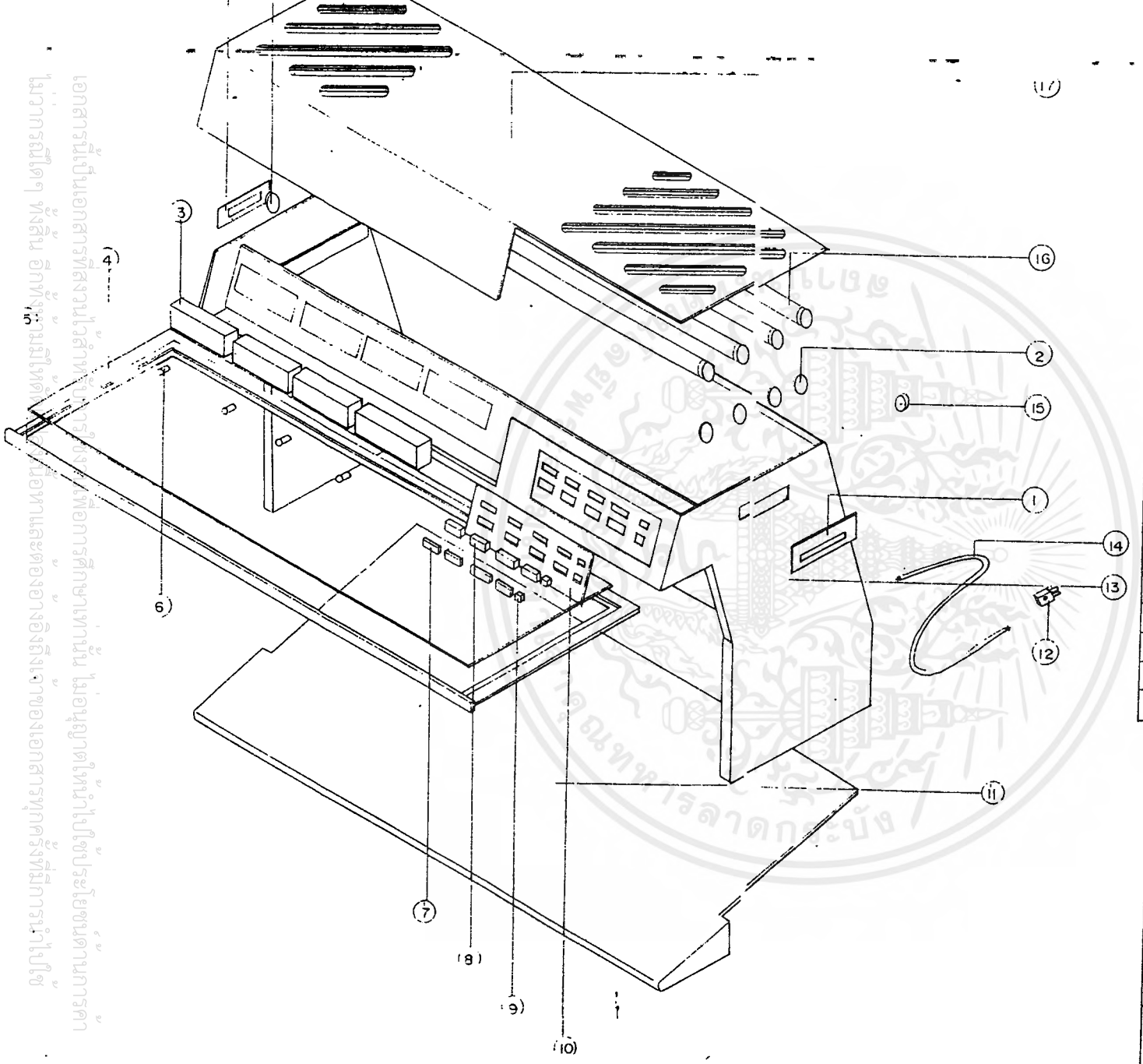
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสิ่งผ่า หลังกระบวนการย้อม
สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

โดย นายเผ่าภิญโญ จิมพะเนาว์	รหัส 3900300
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	แผนที่
มาตราส่วน 1 7 5	ชื่องาน ELEVATION

197

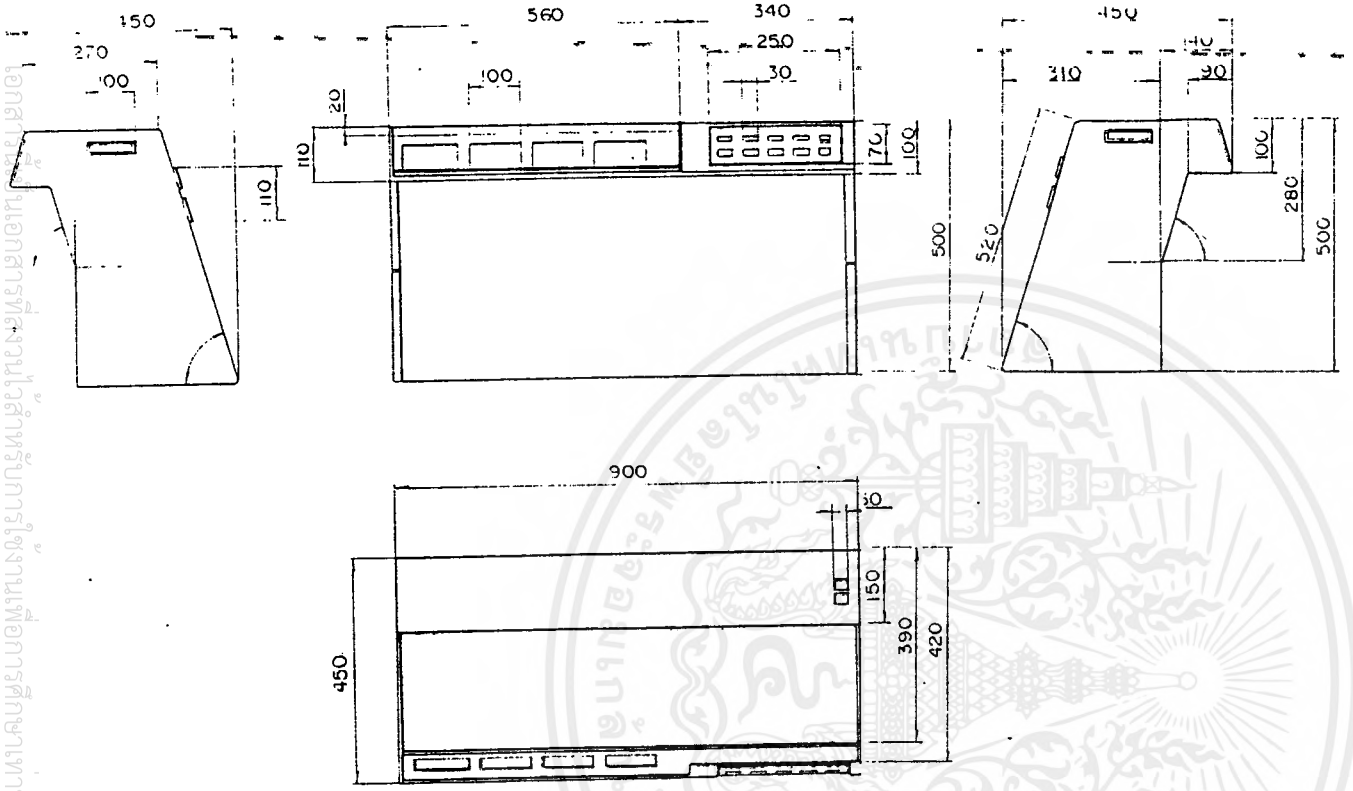


ตารางรายการประกอบแบบ

ชิ้นที่	รายการ	วัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	หูจับ		มาตรฐาน	2
2	ขั้วหลอด		มาตรฐาน	8
3	บาลาสต์		มาตรฐาน	4
4	กระจกกระจายแสง			1
5	ขั้นวางกระจกกระจายแสง			1
6	สตาร์ทเตอร์		มาตรฐาน	4
7	ไทม์เมอร์		มาตรฐาน	4
8	สวิทช์		มาตรฐาน	4
9	เบรคเกอร์		มาตรฐาน	2
10	แผงปิดแผงสวิตท์	พลาสติก		1
11	ฐานรอง	โลหะแผ่น	1.5 มม.	1
12	ปลั๊กไฟตัวผู้		มาตรฐาน	1
13	ตัวเครื่อง	โลหะแผ่น	1.5 มม	1
14	สายไฟ	พลาสติก พี วี ซี	มาตรฐาน	1
15	ยางรัดสายไฟ	ยาง		1
16	หลอดไฟ		มาตรฐาน	4
17	ฝาปิด	โลหะแผ่น	1.5 มม	1

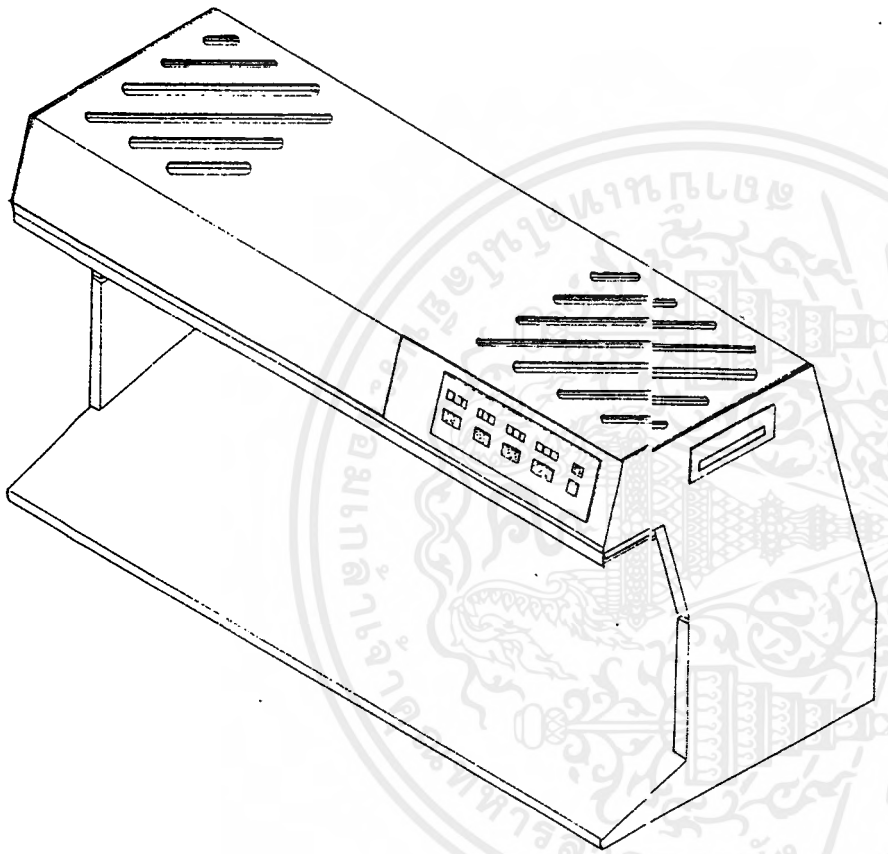
โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเส้นใยผ้า หลังกระบวนการย้อม
สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

โดย นายเฉลา ภิญโญ จิมพะเนาว์	รหัส 3980306
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ. พิศุทธิ์ ศิริพันธุ์	แผ่นที่ 198
มาตราส่วน 1 : 5	ชื่องาน ASSEMBLY



โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสินค้า หลังกระบวนการผลิต
สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

โดย นายเผ่าภัญโญ จิมพระเนาว์	รหัส [illegible]	199
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ. ฟิสุทธิ์ สิริพันธุ์		แผนที่
มาตราส่วน 1 : 7.5	ชื่องาน ELEVATION	



ISOMETRIC

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจเช็คสมรรถภาพทางกายสำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

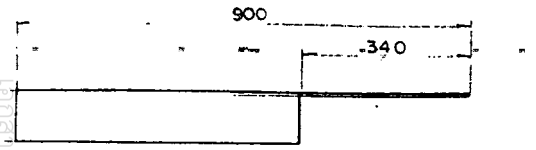
โดย นายเอกภัทร์ จิมพะเนาว์ รหัส 3803301

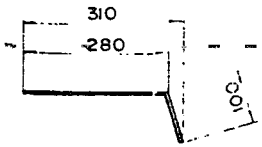
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิสุทธิ์ ศิริพันธุ์ แผนที่

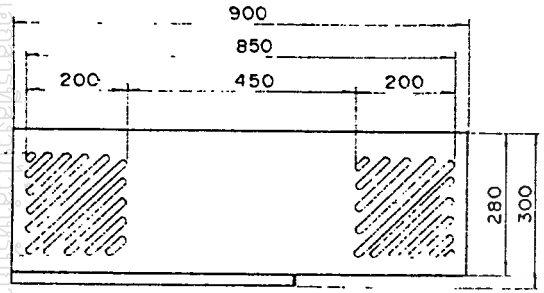
มาตราส่วน 1 : 2

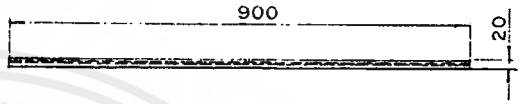
ISOMETRIC

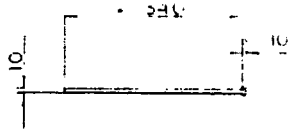
200

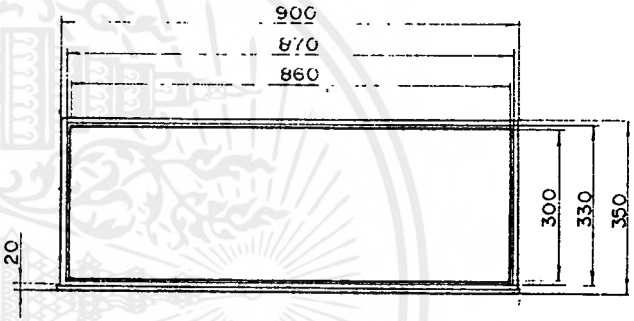


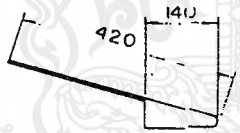


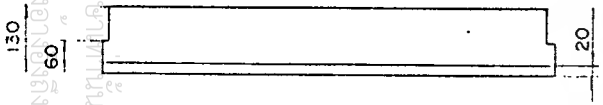


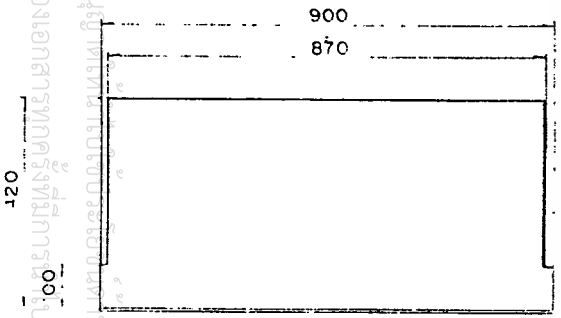












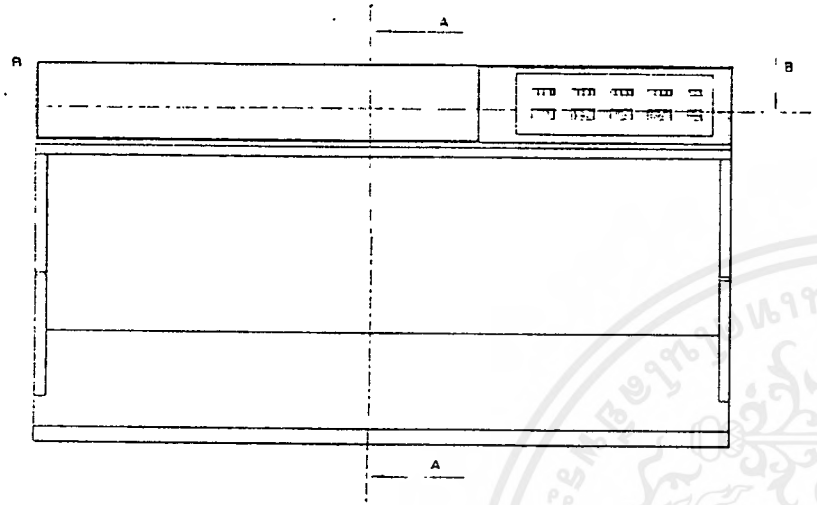
โครงการออกแบบปรับปรุงเหรียงหรวงเอิคมีผ้า หลังกระบวนการ
ย้อมสำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

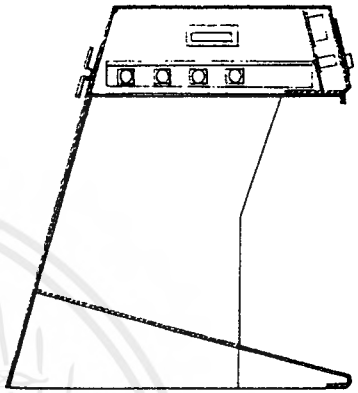
201

โดย นายเฉลาภิญญู จิมพระเนาว์ รหัส

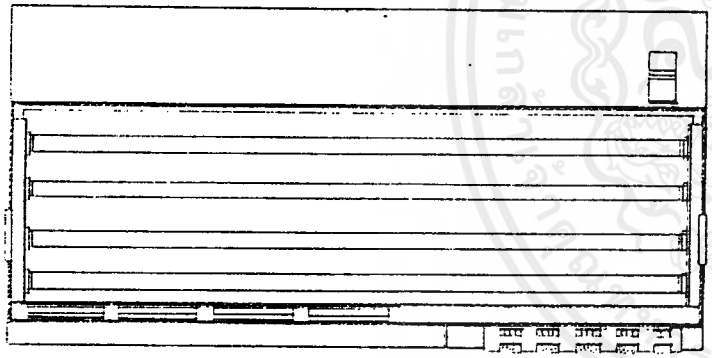
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผ ผิดุทย์ ศิริพันธุ์ เมตร

มาตราส่วน 1 : 5 เรียงราย PART





SECTION A - A



SECTION B - B

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องเชื่อมสลิ่ง หลังกระบวนการขัดมัน
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นสูง

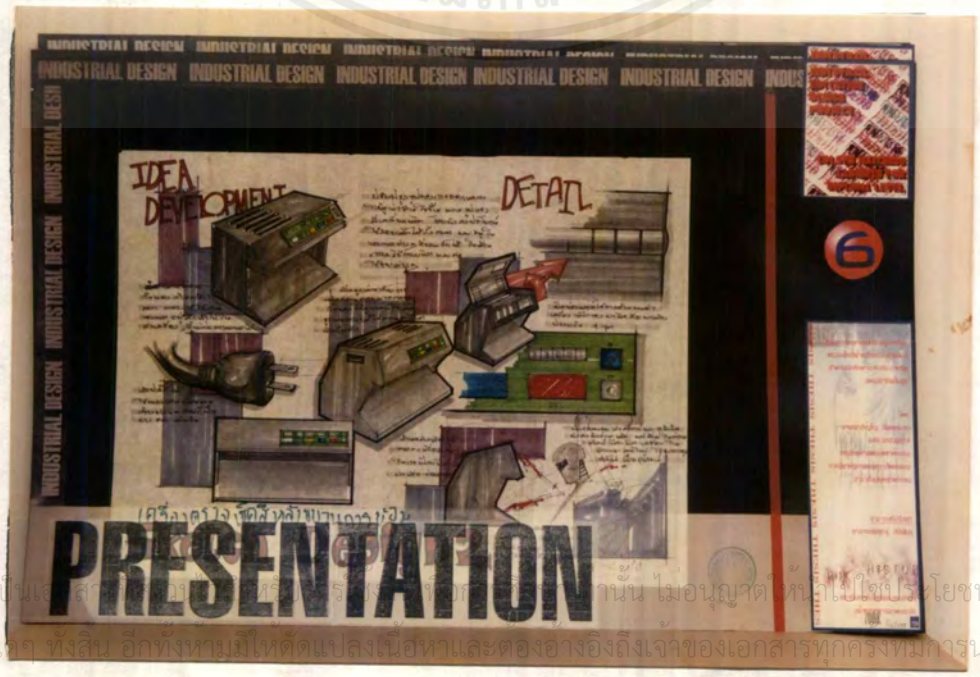
โดย นายเผ่าภัญโญ งามพร์เขาว์	รหัส 5803506
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อ พิสุทธิ์ ลิขิพันธ์	แผ่นที่ 202
มาตราส่วน 1 : 5	ชื่องาน SECTION

ภาพที่ 44

แสดงภาพแบบร่าง

ภาพที่ 45

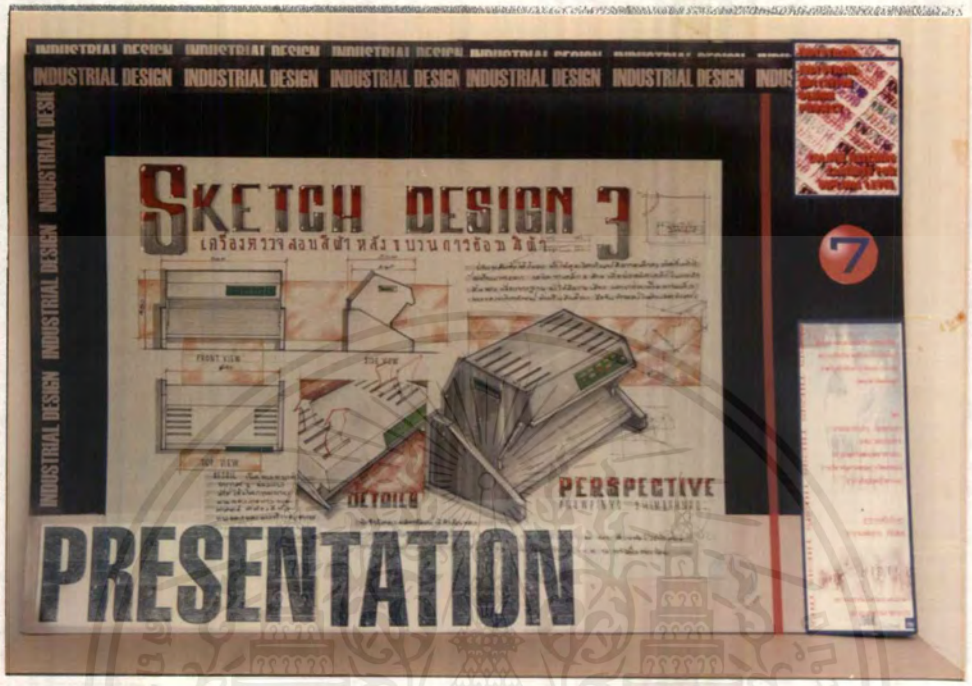
แสดงภาพแบบร่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 46

แสดงภาพแบบร่าง



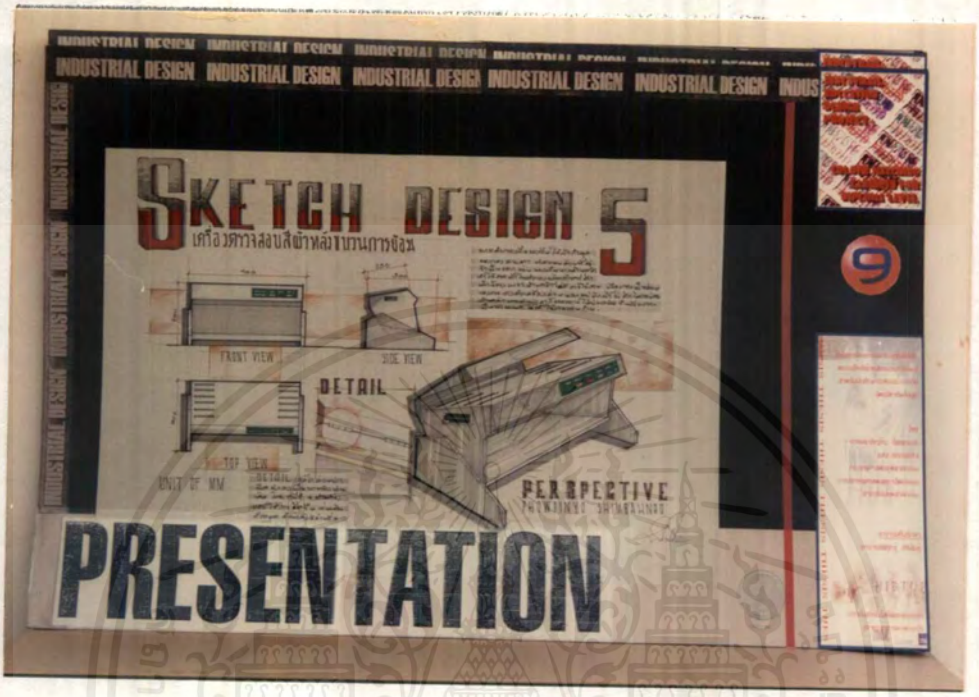
ภาพที่ 47

แสดงภาพแบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

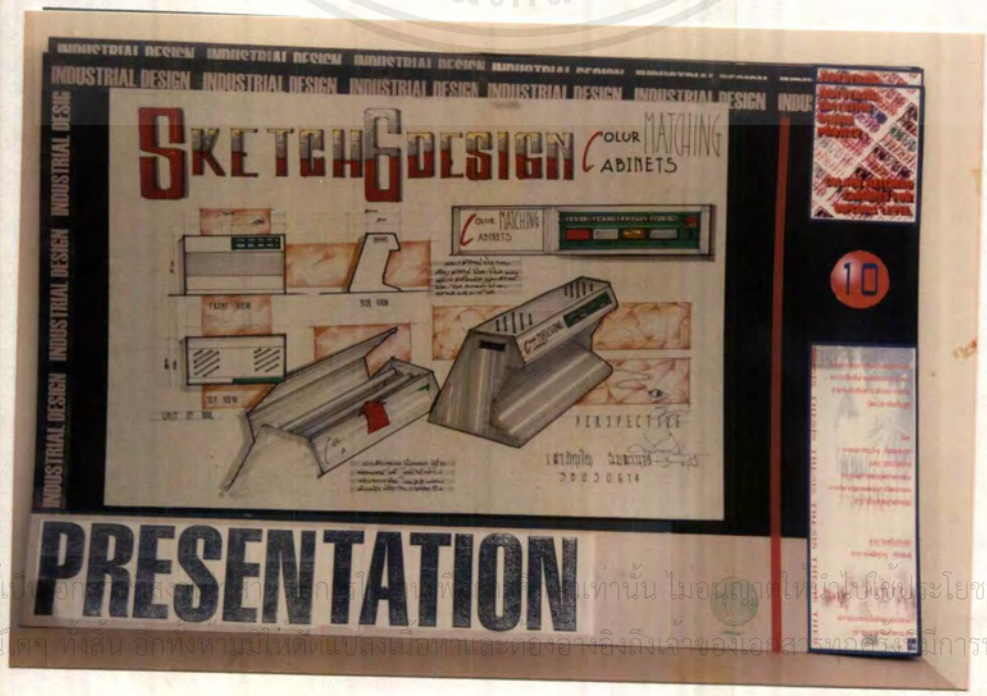
ภาพที่ 48

แสดงภาพแบบร่าง



ภาพที่ 49

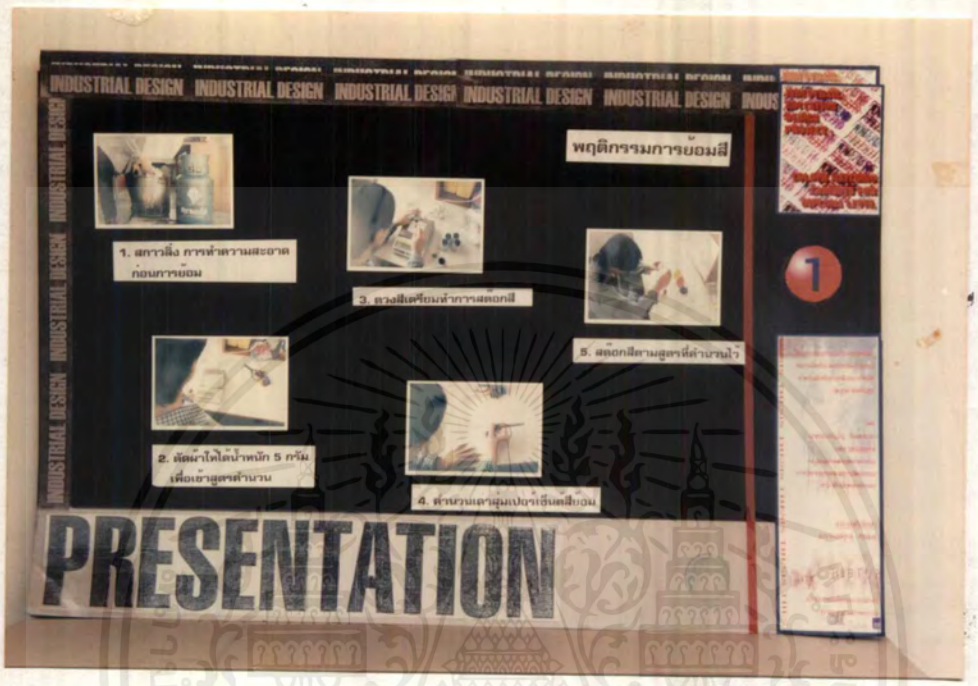
แสดงภาพแบบร่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

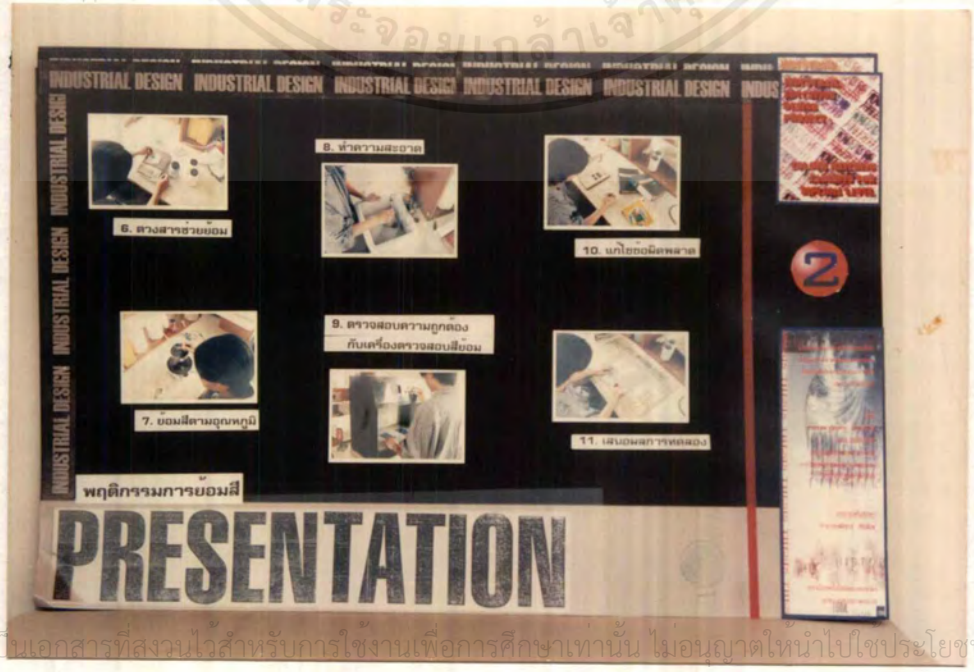
ภาพที่ 50

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 51

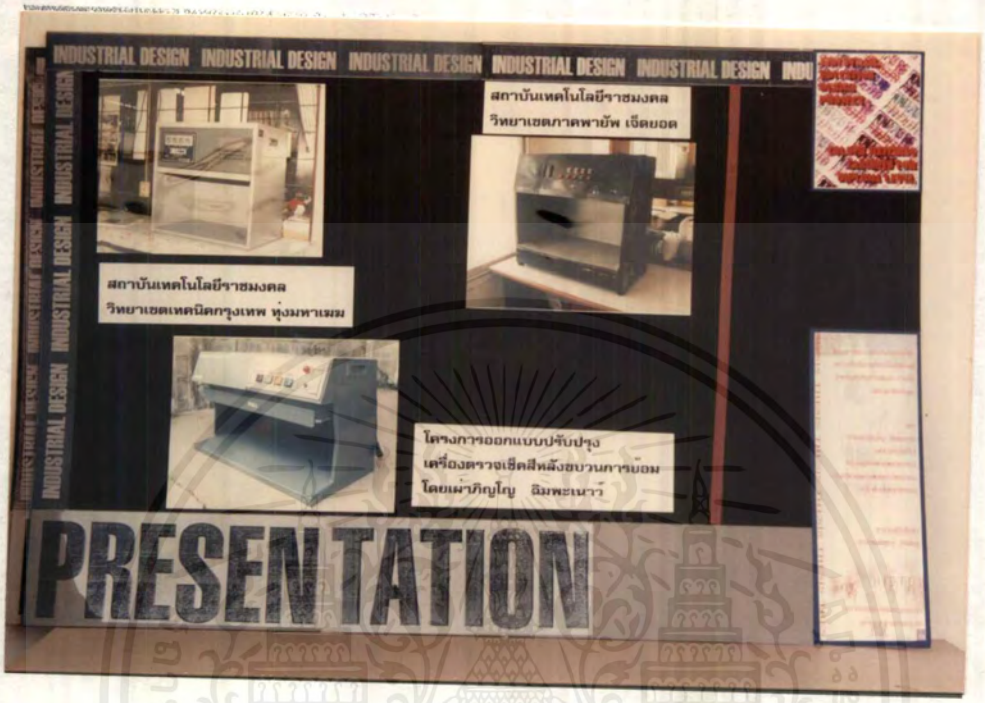
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

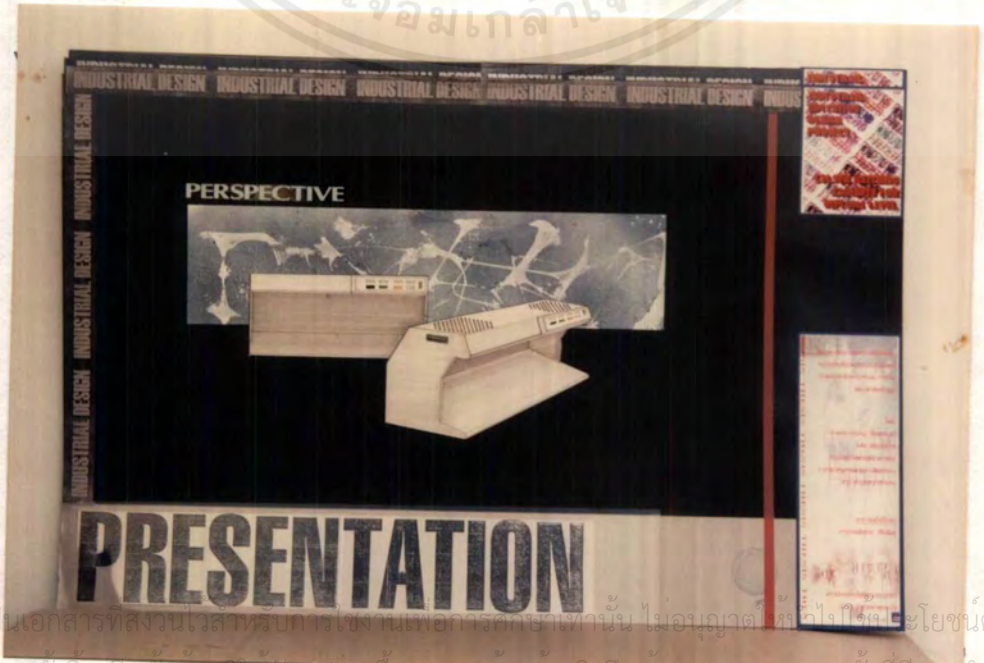
ภาพที่ 52

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 53

แสดงการนำเสนอผลงาน



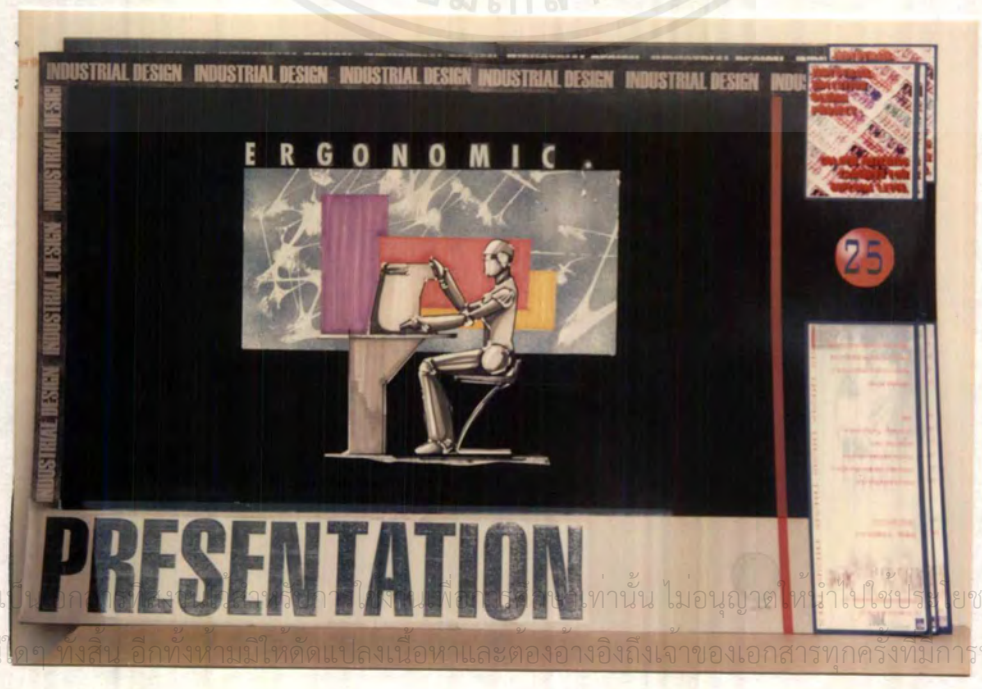
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54

แสดงการนำเสนอผลงาน

ภาพที่ 55

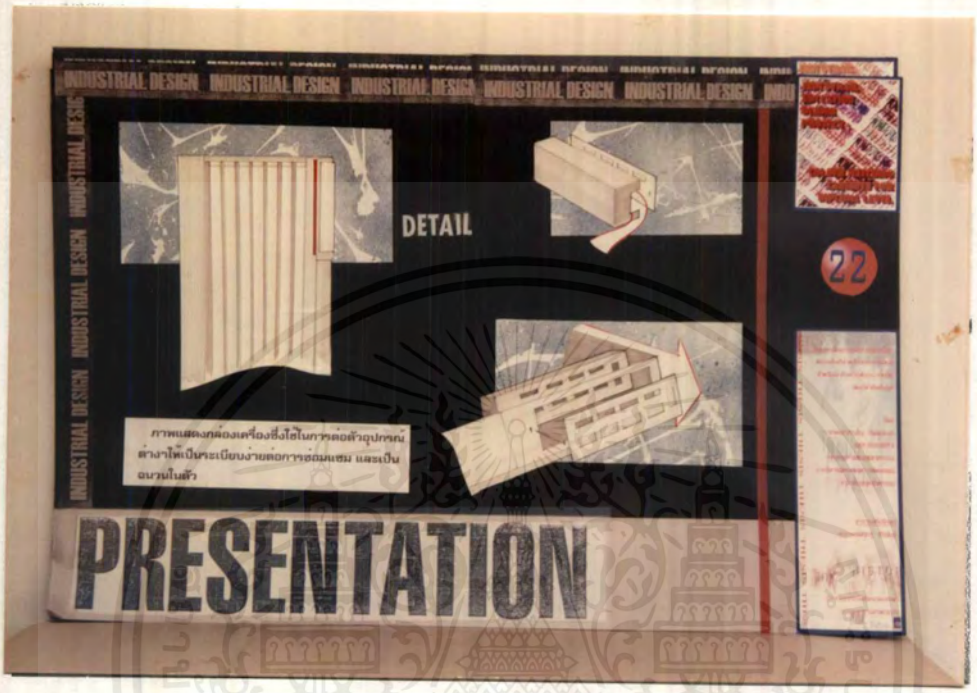
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

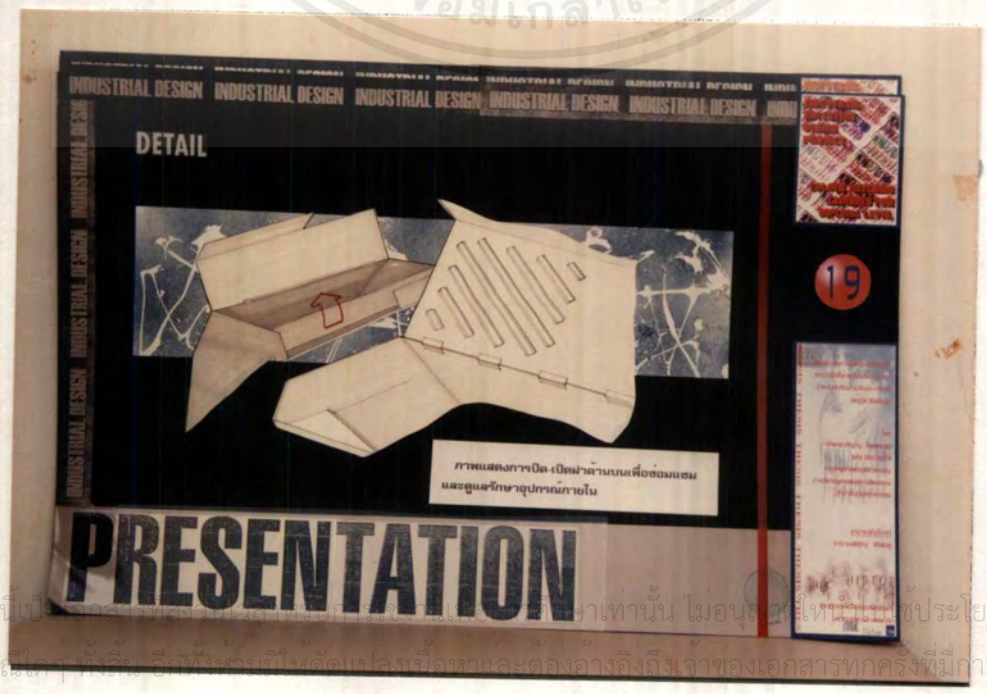
ภาพที่ 56

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 57

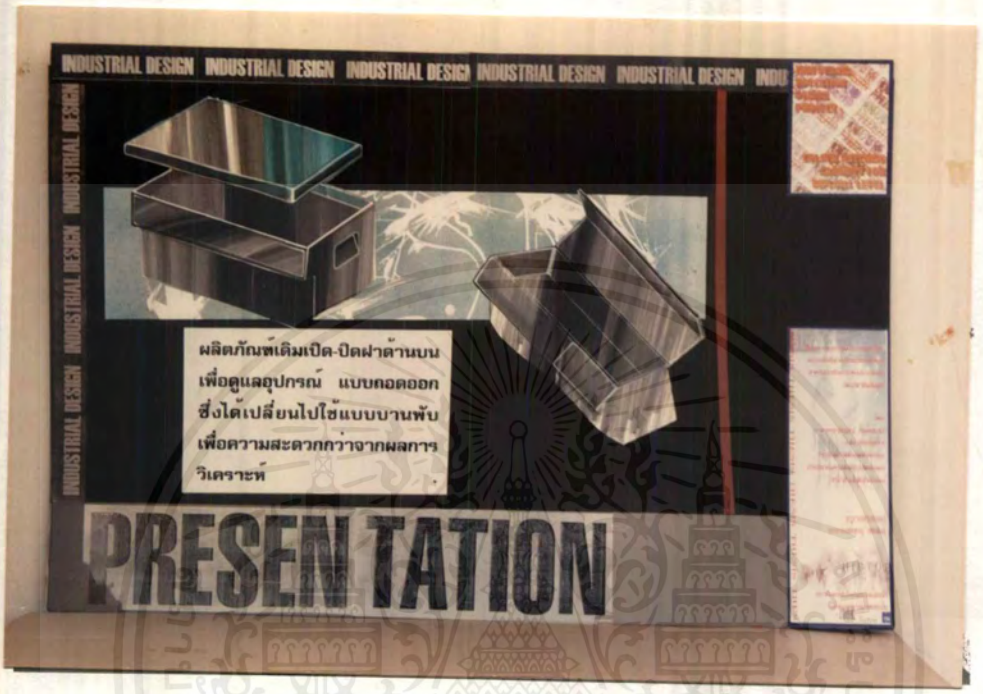
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 58

แสดงการนำเสนอผลงาน



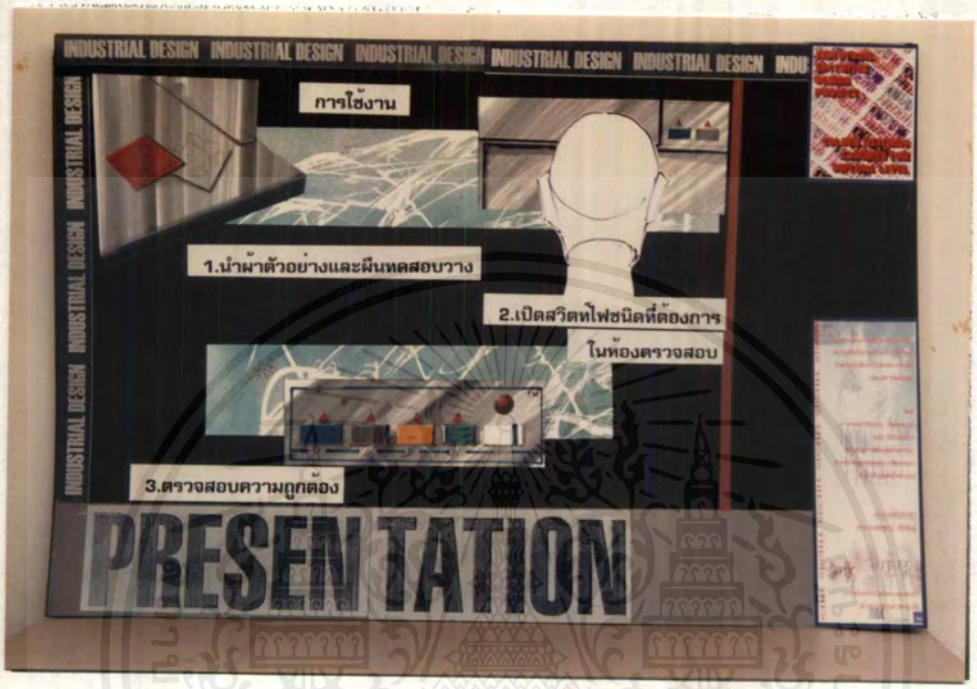
ภาพที่ 59

แสดงการนำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

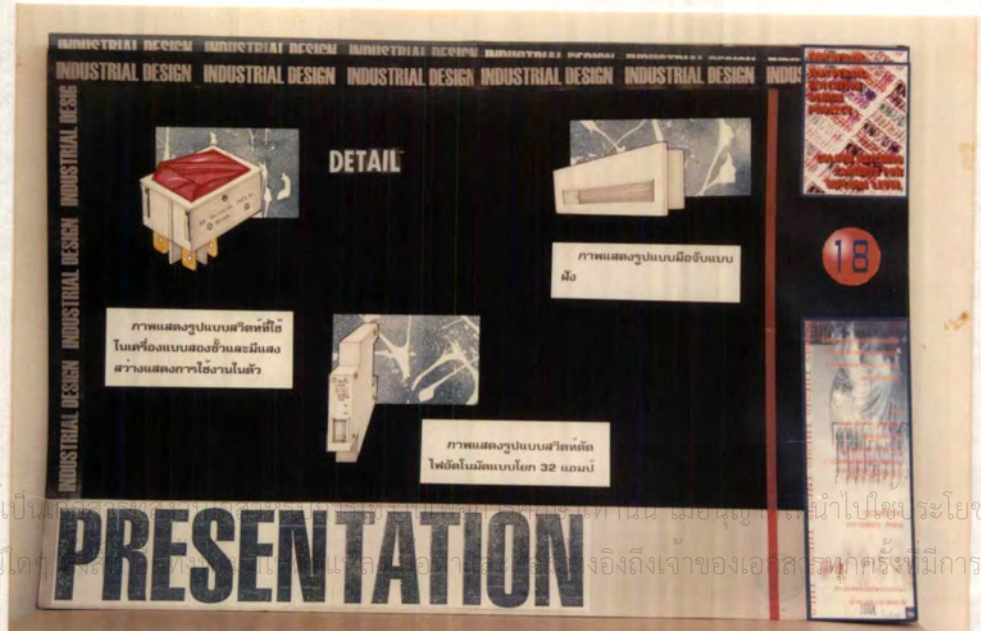
ภาพที่ 60

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 61

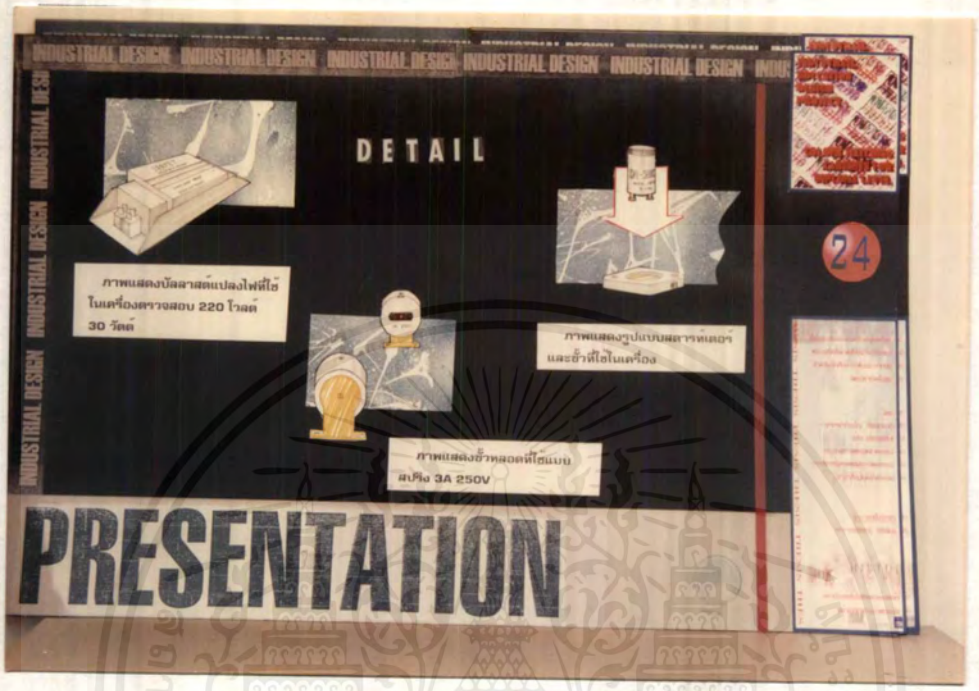
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

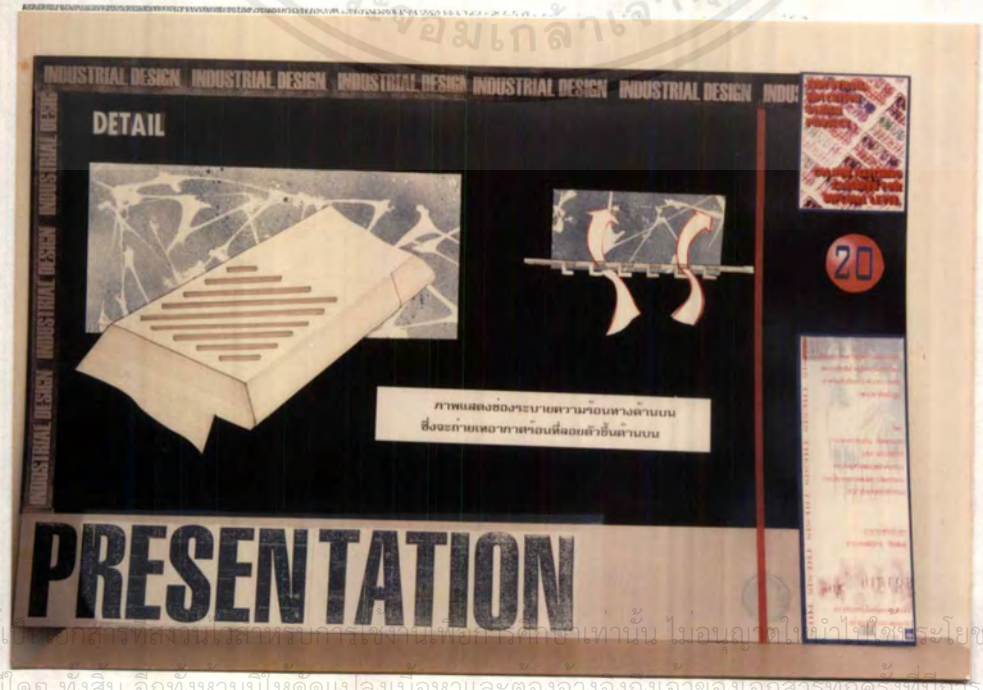
ภาพที่ 62

แสดงการนำเสนอผลงาน



ภาพที่ 63

แสดงการนำเสนอผลงาน



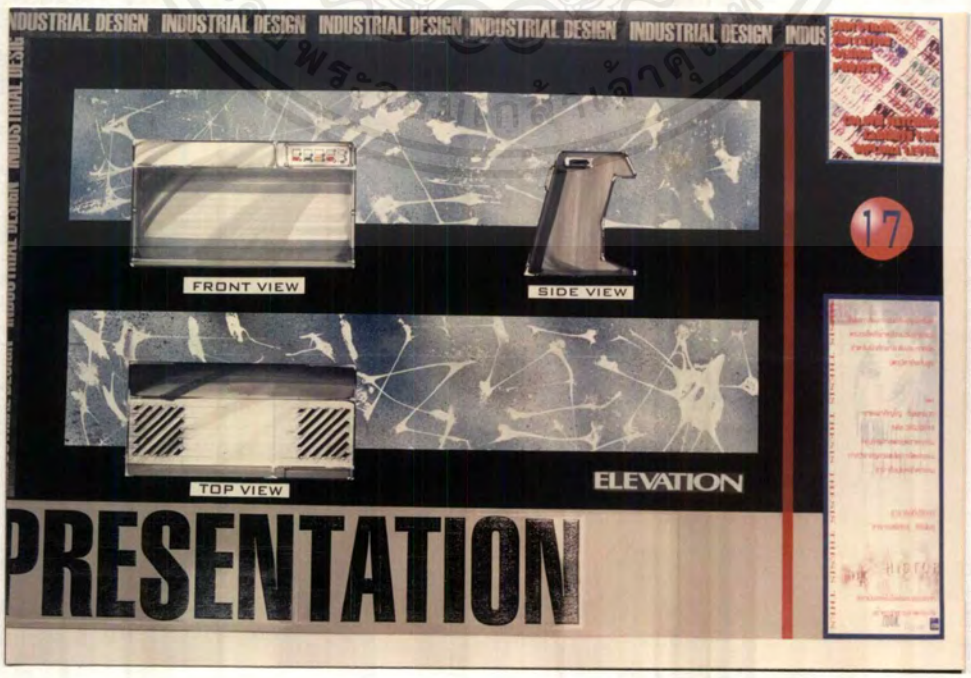
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 64

แสดงการนำเสนอผลงาน

ภาพที่ 65

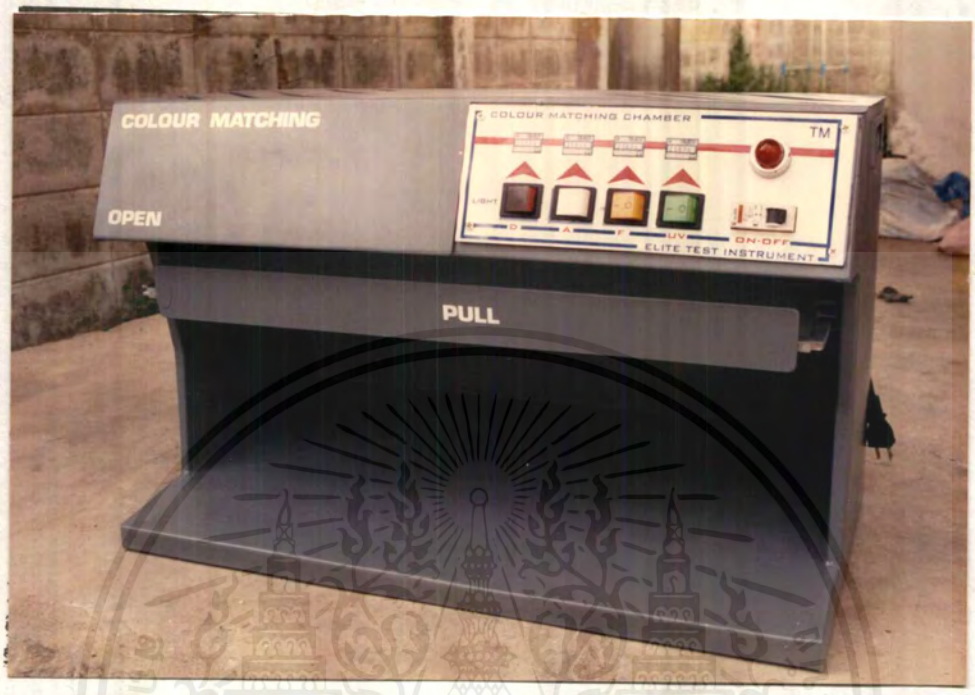
แสดงการนำเสนอผลงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 66

แสดงหุ่นจำลอง



ภาพที่ 67

แสดงหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยและออกแบบโครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องตรวจสอบสีผ้าหลังขบวนการย้อม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จะเห็นได้ว่าโครงการนี้ เป็นโครงการออกแบบปรับปรุงซึ่งจะพัฒนารูปแบบ เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานเป็นอย่างดี และมีการพัฒนารูปทรงให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น โดยการศึกษาข้อมูลต่างๆ ทางภาคเอกสารและภาคสนามที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบ เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการทางด้านพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นอย่างดี

อนึ่งโครงการนี้อาจมีผู้สนใจในการดำเนินงานในลักษณะใกล้เคียงกันนี้ ทางผู้วิจัยจึงหวังว่าโครงการนี้อาจใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการค้นคว้าได้ซึ่งอาจจะให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ โดยการเรียบเรียงข้อมูลที่หลากหลาย โดยการเลือกเอาข้อมูลในส่วนที่มีความสำคัญต่อโครงการในการออกแบบมากที่สุด ในส่วนของการออกแบบนั้นควรศึกษาถึงรูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิม รูปแบบผลิตภัณฑ์ข้างเคียงวัสดุในการผลิต กรรมวิธีการผลิต ขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการใช้งานให้มีความเข้าใจมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

เพื่อการดำเนินโครงการได้ผลที่คาดหวังไว้ และมีประสิทธิภาพผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่าการออกแบบ หรือการดำเนินการวิจัยควรมีการวางแผนดำเนินการอย่างเหมาะสมรอบคอบเพื่อที่จะให้งานนี้สำเร็จลุล่วงไปโดยดีและมีคุณภาพน่าพอใจ

ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการผู้ตรวจวิทยานิพนธ์

1. การหาค่าระยะความเอียงของระนาบแท่นวางตรวจสอบให้มีความสัมพันธ์กับการมองระดับสายตา โดยอ้างอิงจากหลักการมองของมนุษย์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องและเหมาะสม
2. การออกแบบให้มีรูปทรงที่แปลกตาควรคำนึงถึงกรรมวิธี การผลิตและวัสดุที่ใช้ผลิต
3. การจัดวางช่องระบายความร้อนทางด้านบน อาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เช่น น้ำหก
4. การจัดวางตำแหน่งสวิตท์แนวนอนทำให้ไม่สะดวกในการ เปิด-ปิด นัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทวีศักดิ์ เทศเจริญ. กรรมวิธีการผลิต. เอกสารประกอบการสอน คณะวิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2534

นิพนธ์ ศุขปรีดี. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา. 2528

ประมวล ใจสะอาด. วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : อักษรษิณฑิตการพิมพ์, 2525

ประสิทธิ์ นาคประทุมสวัสดิ์. บริหารงานธุรการอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ : มนัส, 2527

ฝ่ายวิชาการ สูตรไพศาล. ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ. กรุงเทพฯ : สูตรไพศาล, 2526

พรวิจิตร ประทุมทองและสมานพ ตันตะบัณฑิตย์. กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. ไฟเบอร์กล๊าส. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์, 2527

พิบูลย์ ดิษฐอุดม. การออกแบบระบบแสงสว่าง. กรุงเทพฯ : เอชเอนการพิมพ์, 2534

ไพโรจน์ ชมบุญ. การจัดการโรงฝึกงานช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. 2529

มงคล การรักษา. โครงการออกแบบปรับปรุงโต๊ะปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยานิพนธ์สาขาศิลปอุตสาหรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2534

มงคล ชมบุญ. การเดินสายไฟฟ้าภายในอาคารและการเดินสายไฟฟ้าภายในโรงงาน. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยเทคนิคอำเภอบางเขน, 2527

สมเกียรติ ตั้งนโม. ทฤษฎีสี. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, 2536

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น. อุปกรณ์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สีทองกิจพิศาล, 2523

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาออกแบบสิ่งทอ. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., ม.ป.ป.

สาคร คันธโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2529

สาคร คันธโชติ, วิศิษฐ ศิริสัมพันธ์. การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ. กรุงเทพฯ : มปส., 2529

โสภาพรรณ นามวงศ์และคณะ. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2531

อัจฉราพร ไศละสูต. คู่มือการย้อมสี. กรุงเทพฯ : เทคนิคการพิมพ์. 2527

อัจฉราพร ไศละสูต. ความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ : เทคนิคการพิมพ์. 2532

Julius, Martin. Human Dimension & Interior Spaec. n.p. : Whitney Library Of Design London, 1954

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายเผ่าภิญโญ ฉิมพะเนาว์
เกิด	24 เมษายน 2518
ที่อยู่	35 หมู่ 12 ต.ยุหว่า อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ
	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาศิลป์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้