หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

การประหยัดพลังงานของวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

การประหยัดพลังงานในโรงงาน หมายถึง

- การวางแผนและการค้นหาวิธีที่จะใช้พลังงานในจำนวนที่น้อยที่สุด เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กิจกรรมการผลิตต่ำลง

- การทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ในส่วนของพลังงานลดน้อยลง

- ความพยายามในการใช้พลังงานน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลดีที่สุดโดยไม่กระทบกระเทือนกิจกรรมการผลิต และไม่เป็นการลดการใช้พลังงานในสิ่งที่จำเป็น

- การใช้พลังงานตามความจำเป็น และในขณะเดียวกันก็ลดการสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่าง ๆ เพื่อให้ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงขึ้น

ขั้นตอนการปฏิบัติสำหรับการประหยัดพลังงานในโรงงาน(๑)

ขั้นตอนการปฏิบัติสำหรับการประหยัดพลังงานในโรงงานส่วนใหญ่นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ขั้นตอน ตามเนื้อหาสาระของการประหยัดพลังงาน และอัตราการบรรลุผลด้านประหยัดพลังงาน ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑

ก. การเข้มงวดเครื่องปิดวงไฟที่ไม่ใช้ ป้องกันการหมุนตัวเปล่าของมอเตอร์ หรือการเข้มงวดเรื่องอุณหภูมิปรับอากาศ เป็นต้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการประหยัดพลังงานที่สามารถบรรลุผลได้ด้วยการใช้อย่างระมัดระวัง การดัดแปลงปรับปรุงเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือความพยายามของพนักงานในโรงงาน

ข. เพื่อที่จะเพิ่มพูนผลของการประหยัดพลังงาน จะต้องตั้งองค์การสำหรับผลักดันการประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นองค์กรที่แยกออกต่างหากจากองค์กรภายในบริษัทเท่าที่มีมา (เป็นต้นว่า คณะอนุกรรมการผลักดันการประหยัดพลังงาน เป็นต้น) โดยให้องค์กรนี้ประกอบด้วยผู้รับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งที่สำคัญของขั้นตอนนี้อยู่ที่การระดมกำลังทั่วทั้งบริษัทอย่างเอา

การเอางาน และอย่างเป็นระบบ เพื่อดำเนินการประหยัดพลังงาน

นอกจากนี้ ถ้าหากสามารถนำกิจกรรมประหยัดพลังงานมาประสานเข้ากับกิจกรรมอื่น ๆ เช่น กิจกรรมปรับปรุงคุณภาพสินค้า เป็นต้น ก็จะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ ๒

ก. เป็นขั้นตอนที่สามารถบรรลุผลด้านประหยัดพลังงาน ด้วยการดัดแปลงปรับปรุงอุปกรณ์ด้านการผลิตอันได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ เครื่องอัดลม เครื่องเชื่อม เตาไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์แสงสว่าง เป็นต้น

ข. เนื้อหาสาระของการปรับปรุงดัดแปลงได้แก่

- ลดการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียไปในรูปของพลังงานอย่างอื่น เช่น ในรูปของลม ความร้อน แสงสว่าง เป็นต้น
- ใช้อุปกรณ์ให้ได้ประสิทธิภาพสูง
- ใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง

ขั้นตอนที่ ๓

ก. เป็นขั้นตอนที่สามารถบรรลุผลด้านประหยัดพลังงาน ด้วยการดัดแปลงปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงาน

ข. เนื้อหาสาระของการปรับปรุงดัดแปลงได้แก่

- การปรับปรุงการควบคุมการทำงาน
- การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการผลิต
- การปรับปรุงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์
- การปรับปรุงการควบคุมการขนถ่ายวัสดุ

วิธีปฏิบัติในการประหยัดพลังงาน[๒] มีดังนี้

๑) การเลือกใช้ชนิดพลังงานที่เหมาะสม (THE RIGHT SOURCE OF ENERGY)

โดยทั่วไปพลังงานไฟฟ้าเมื่อใช้กับงานขับเคลื่อนเครื่องจักรกล และงานให้แสงสว่าง จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานชนิดอื่น แต่ถ้าใช้กับงานในรูปของพลังงานความร้อน โดยทั่วไปการใช้ก๊าซและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงจะได้เปรียบ เพราะเป็นการแปรสภาพ จากพลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อนโดยตรง ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการแปรสภาพพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า แล้วค่อยแปรสภาพเป็นพลังงานความร้อนตามต้องการ

แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของอุปกรณ์การผลิตที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิอย่างละเอียด การใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้ความร้อนจะได้เปรียบอยู่บ้าง

นั่นคือ การเลือกใช้ชนิดของพลังงานนั้น จะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติทั้งทางด้านกายภาพ และทางด้านเศรษฐกิจและเลือกใช้พลังงานที่เหมาะกับงานที่สุด โดยพิจารณาในแง่ของประสิทธิภาพรวมที่จะได้

๒) การป้องกันการสูญเสียพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

พลังงานไฟฟ้านั้นมีที่ใช้งานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ใช้ในการให้ความร้อน ให้แสงสว่าง และใช้ในงานควบคุม เป็นต้น การศึกษาสภาพการใช้งานและหาทางลดการสูญเสียในรูปต่าง ๆ เช่น การเดินเครื่องตัวเปล่าของมอเตอร์ ความร้อนรั่ว ลมรั่ว หรือน้ำรั่วเป็นต้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

๓) การใช้ประโยชน์พลังงานที่ยังไม่ได้ใช้ให้เป็นประโยชน์ (เช่น ความร้อนปล่อยทิ้งเป็นต้น)

ในสภาพที่ปฏิบัติงานบางแห่ง มีการปล่อยความร้อนจากไฟฟ้า ไอน้ำ และก๊าซทิ้งไปโดยไม่ได้ใช้เป็นประโยชน์ ในหม้อไอน้ำหรืออุปกรณ์ให้ความร้อนจากไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใส่เข้าไปทั้งหมด เมื่อใช้ในการผลิตแล้วโดยทั่วไปก็ยังมีปริมาณความร้อนเหลืออยู่อีกมาก ดังนั้น ถ้านำพลังงานความร้อนส่วนที่เหลือมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น ในการอุ่นวัสดุ ในการทำน้ำร้อนเป็นต้น ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ความร้อนดีขึ้น

ในวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไปนั้น จะประสบความสำเร็จในการประหยัดพลังงานได้ก็ต่อเมื่อ โรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ ได้ดำเนินการดังนี้

(๑) จัดตั้งหน่วยบริหารระดับสูง เพื่อรับผิดชอบงานทางด้านการประหยัดพลังงาน

(๒) กำหนดเป้าหมายในการประหยัดพลังงาน

(๓) วิธีการประสานงานในแผนงานการประหยัดพลังงาน

<u>แนวทางในการประหยัดพลังงาน</u>[๓]

โดยทั่วไปแนวทางการประหยัดพลังงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑. ค้นหาปริมาณการใช้และปริมาณสูญเสียของพลังงานขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มแรกซึ่งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ดังนี้

๑.๑ ศึกษาปริมาณพลังงานที่ใช้ระบบต่าง ๆ ของโรงงานอย่างละเอียด และพลังงานที่เข้าไปในระบบต่าง ๆ นั้นมีการกระจายการใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือมีการสูญเสียมากน้อยเพียงใด

๑.๒ สร้างและวิเคราะห์สมดุลย์พลังงาน ในแต่ละขั้นตอนผลิตอย่างละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการอัตราการไหลพลังงานเข้า-ออก ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

๒. ดำเนินการประหยัดพลังงานโดยวิธีการต่าง ๆ

จากการศึกษาการใช้พลังงานตามข้อ ๑ เป็นผลทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งสามารถกำหนดวิธีการต่าง ๆ ในการประหยัดพลังงานได้ โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น

๓. ติดตามผลที่ได้จากการดำเนินการประหยัดพลังงาน

การติดตามผลนี้ จะทำให้รู้ถึงส่วนเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลังงานที่ใช้และสามารถวางแผนระบบการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ตลอดจนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพ (EFFICIENCY) ของเครื่องมือเครื่องจักรนั้น ๆ ว่าอยู่ในระดับ (DEGREE) ใด

<u>เป้าหมายของการประหยัดพลังงาน</u> (ENERGY CONSERVATION OBJECTIVES)

ความต้องการในการประหยัดพลังงาน จำเป็นต้องเขียนออกมาเป็นเป้าหมายที่ชัดเจน (CLEAR GOALS) ดังตัวอย่างที่แสดงให้เห็นต่อไปนี้

ตารางที่ ๒.๑

เป้าหมายการประหยัดพลังงานชนิดต่าง ๆ

(TYPICAL ENERGY CONSERVATION GOALS)

๑. เป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานทั้งหมด

(๑) ลดค่าไฟฟ้าต่อปี ประมาณ ..... %

(๒) ลดการใช้ไอน้ำ ประมาณ ..... %

(๓) ลดการใช้ก๊าซธรรมชาติ ประมาณ ..... %

(๔) ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณ ..... %

(๕) ลดการใช้อากาศอัด ประมาณ ..... %

ตารางที่ ๒.๑ (ต่อ)

เป้าหมายการประหยัดพลังงานชนิดต่าง ๆ

(TYPICAL ENERGY CONSERVATION GOALS)

๒. เป้าหมายผลตอบแทนจากการลงทุนของแต่ละโครงการ

(๑) อัตราผลตอบแทนต่ำสุดจากการลงทุนก่อนเสียภาษีคือ .....

(๒) ระยะเวลาคืนทุนต่ำสุด คือ .....

(๓) อัตราส่วนต่ำสุดของ $\frac{\text{พลังงานที่ประหยัดต่อปี}}{\text{เงินลงทุน}}$ คือ.....

(๔) อัตราผลตอบแทนต่ำสุดจากการลงทุนหลังหักภาษี คือ .....

ที่มา : DR. ING RENATO LAZZEERINI, "ENERGY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES" , INTERNATIONAL CENTRE FOR ADVANCED TECHNICAL AND VOCATIONAL TRAINING, P.5.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบฟอร์มแสดงวิธีการคำนวณหาพลังงานที่ต้องการ สำหรับขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใด ๆ นั้นมีรายละเอียดดังตารางที่ ๒.๒

ตารางที่ ๒.๒

แบบฟอร์มแสดงวิธีการคำนวณ ENERGY CONTENT ของผลิตภัณฑ์

For the period beginning.....Period ending.....

COMPANY ..... RESPONSIBLE MANAGER .....

PRODUCT (1) ..... PRODUCT I.D. NO. (2) .....

RAW MATERIAL ENERGY (LIST MAJOR RAW MATERIALS)

Raw Material	Total Unit	x kcal Unit	= Total kcal	Total Units Profuced (3)
a. ..... (4)	..... (5)	..... (6)	..... (7)	.....
b.	.....	.....	.....	.....
.				Units of Production
.				(kg, m^3, piece, etc.)
.				

TOTAL kcal ..... (8)

CONVERSION ENERGY (LIST ALL MAJOR UTILITIES)

Utility	Total Unit	x kcal Unit	= Total kcal
a. ..... (9)	..... (10)	..... (11)	..... (12)
b.	.....	.....	.....
.			
.			
.			

TOTAL kcal ..... (13)

Waste Disposal Energy Waste	Total Disponsal kcal	Total Wasted Units
a. ..... (14)	..... (15)	..... (16)
b.	.....	.....

ตารางที่ ๒.๒ (ต่อ)

แบบฟอร์มแสดงวิธีการคำนวณ ENERGY CONTENT ของผลิตภัณฑ์

TOTAL kcal ..... (16)

ENERGY CONTENT OF PRODUCT (Sum of Items 8, 13 and 16) kcal..... (18)

PRODUCT ENERGY CREDIT (List all Major By Products)

By-Product	Total Units	x kcal Unit	= Total kcal
a.	.....	.....	.....
b. ..... (19)	..... (20)	..... (21)	..... (22)
.			
.			
.			

TOTAL kcal ..... (23)

ENERGY CONTENT OF PRODUCT (Item 18 Less Item 23) ..... (24) .....kcal

ENERGY CONTENT PER UNIT OF PRODUCTION (Item 24 Divided by Item 3)..... (25) .kcal

(Targeted Energy Content for this Period)

kcal Unit..... (26) .....

Item 26 is equal to Item 25, Goal was made Made

(Check Item 27)..... (27) ..... Goal

Item 26 is not equal to Item 25, compute

Deviation from goal : .....

Item 26 less Item 25..... (28) .....

Item 28 Devided by Item 26 ..... (29) .....

Beat

Multiply Item 29 by 100 ..... (30) .....Goal

ตารางที่ ๒.๒ (ต่อ)

แบบฟอร์มแสดงวิธีการคำนวณ ENERGY CONTENT ของผลิตภัณฑ์

Item 26 is greater than Item 25, copy Item
30 here..... (31) ..... + %

Item 26 is less than Item 25, copy Item
30 here..... (32) ..... + % Missed Goal

ที่มา : DR.ING RENATO LAZZERINE, ENERGY MANAGEMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRISES, p.13-14.

แนวทางสำหรับการกรอกแบบฟอร์มในตารางที่ ๒.๒

(๑) ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมส่งออกจำหน่าย

(๒) PRODUCT I.D. NO. เป็นรหัสของผลิตภัณฑ์

(๓) จำนวนผลิตภัณฑ์ (ข้อ (๑)) ที่ทำในช่วงเวลาที่กำหนด

(๔) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

(๕) จำนวนวัตถุดิบซื้อ (๔) ทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต

(๖) วัตถุดิบทุกชนิดจะมีค่า SPECIFIC ENERGY CONTENT ซึ่งมีหน่วยเป็น KCAL/UNIT โดยค่านี้สามารถได้ข้อมูลจากผู้ขาย แต่ถ้าผู้ขายไม่สามารถหาค่านี้ให้ได้ ก็สามารถประมาณค่านี้ได้จากความร้อนจากการสันดาป

(๗) ข้อ (๕) คูณด้วยข้อ (๖)

(๘) ผลรวมทั้งหมดจากข้อ (๗)

(๙) พลังงานที่ใช้ เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติ

(๑๐) จำนวนพลังงาน (ข้อ ๙) ที่ใช้ทั้งหมด

(๑๑) ทำนองเดียวกับข้อ (๖)

(๑๒) ข้อ (๑๐) คูณด้วยข้อ (๑๑)

(๑๓) ผลรวมทั้งหมดจากข้อ (๑๒)

(๑๔) WASTE คือ วัตถุที่ไม่มีค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์และจะต้องใช้พลังงานเพื่อกำจัดทิ้ง

(๑๕) ประมาณค่าพลังงานที่ใช้เพื่อกำจัดของเสีย (WASTER) จากข้อ (๑๔) พลังงานนี้อาจใช้ในการบรรทุกไปฝัง ใช้ในการเผาหรือพลังงานที่ใช้ในเครื่องกำจัด

(๑๖) ผลรวมทั้งหมดจากข้อ (๑๕)

(๑๗) จำนวนของของเสีย (WASTE) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนดสำหรับข้อนี้ไม่มีความสำคัญต่อการคำนวณแต่อาจเก็บเป็นสถิติไว้เพื่ออ้างอิง

(๑๘) ผลรวมของข้อ (๕) ข้อ (๑๓) และข้อ (๑๖)

(๑๙) BY PRODUCT คือ สิ่งที่เป็นผลจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใด ๆ ซึ่งใช้ประโยชน์อย่างอื่นๆ

(๒๐) จำนวน BY PRODUCT ทั้งหมด

(๒๑) พลังงานใน BY PRODUCT หาค่าปริมาณได้โดยใช้อัตราส่วนมูลค่าของ BY PRODUCT นั้น ๆ ต่อ มูลค่าของผลิตภัณฑ์ใด ๆ แล้วคูณด้วย GROSS ENERGY CONTENT ของผลิตภัณฑ์ข้อ (๑๘))

(๒๒) ข้อ (๒๐) คูณด้วยข้อ (๒๑)

(๒๓) ผลรวมทั้งหมดจากข้อ (๒๒)

(๒๔) ข้อ (๑๔) ลบด้วยข้อ (๒๓)

(๒๕) ข้อ (๒๔) หารด้วยข้อ (๓)

ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป จะมีการใช้พลังงานในรูปแบบที่สำคัญ ๒ รูปแบบคือ พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ในที่นี้จะแยกกล่าวเป็นหัวข้อดังนี้

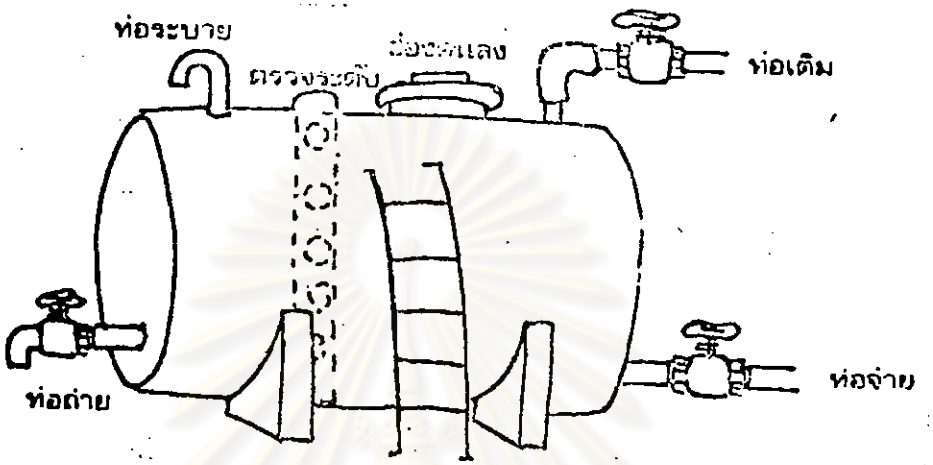
<u>เทคนิคและวิธีการประหยัดพลังงานทางด้านพลังงานความร้อน</u>

๑. <u>การเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง</u>

ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเราจำเป็นต้องมีเชื้อเพลิงเตรียมไว้ใช้อย่างพอเพียงไม่ให้ขาด แต่ในทางปฏิบัตินั้นส่วนมากเรามักจะดูแต่เพียงว่าปริมาณเชื้อเพลิง เช่น ฟืน ถ่านหิน น้ำมันที่รับเข้ามาสต๊อกมากน้อยเพียงใด เราไม่ได้สนใจว่าคุณภาพของเชื้อเพลิงนั้นเป็นอย่างไร การเก็บสต๊อกเชื้อเพลิงนั้นจะต้องให้พอเหมาะและพอเพียง ถ้ามากเกินไปเราก็ต้องเก็บเชื้อเพลิงไว้นาน อาจจะทำให้คุณภาพของเชื้อเพลิงเปลี่ยนไปด้วย นอกจากนี้อาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายอื่น เช่น ดอกเบี้ย และอื่น ๆ อีกด้วย

รูปที่ ๒.๑

รายละเอียดของถังเก็บน้ำมัน



ที่มา : เอกสารเผยแพร่กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม

น้ำมันที่ไหลไปตามท่อจะโดยวิธีใช้ปั๊ม หรือความดันต่างระดับก็ดี โดยปกติแล้วในประเทศจะไม่มีปัญหาอะไร เพราะอากาศร้อน แต่ถ้าในหน้าหนาวแล้วอาจมีปัญหาเฉพาะพวกใช้น้ำมันหนัก โดยปกติแล้วน้ำมันเตาชนิดปานกลางและชนิดหนักจะต้องมีอุณหภูมิสูงกว่า ๒๕^{o}C และ ๓๕^{o}C จึงจะปั๊มได้ ดังนั้นในกรณีดังกล่าวจำเป็นต้องทำการอุ่นน้ำมันในถังและท่อส่งน้ำมันเสียก่อน มิฉะนั้นปั๊มอาจจะไหม้หรือชำรุดเสียหายได้

จากสาเหตุผลข้างต้นจะเห็นว่าเราควรจะต้องมีถังอีกใบหนึ่งอยู่ใกล้ ๆ กับห้องหม้อไอน้ำ ซึ่งมีความจุน้ำมันมากพอสำหรับที่จะใช้ไปได้สักหนึ่งวัน เพื่อว่าในตอนเช้าเราอาจจะใช้ไฟฟ้าอุ่นน้ำมันในถังนั้น และท่อที่จะมาเข้าหัวฉีด และเดินหม้อไอน้ำไปก่อนพอตอนเที่ยง ๆ อากาศร้อนแล้วค่อยเปิดเอาน้ำมันจากถังใหญ่มาเข้าถังใบนี้ เรียกว่าถังจ่ายน้ำมัน ซึ่งอาจเรียกทับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า "เดย์แทงค์" หรือ "เซอร์วิสแท้งค์" (SERVICE TANK) ก็เป็นความสะดวกอย่างยิ่ง

๒. การเปลี่ยนเกรดน้ำมัน

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อไอน้ำและเตาเผา เตาหลอมต่าง ๆ มีหลายอย่างหลายเกรดนับตั้งแต่น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพงที่สุดจนถึงถูกที่สุด ตามลำดับต่อไปนี้

ตารางที่ ๒.๓

ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (๒๙ เม.ย. ๒๙)

เกรดน้ำมันเชื้อเพลิง	ราคาบาท/ลิตร
น้ำมันก๊าด	๖.๑๒
น้ำมันโซล่า (ดีเซลหมุนเร็ว)	๖.๕๐
น้ำมันขี้โล้ (ดีเซลหมุนช้า)	๖.๓๐
น้ำมันเตาใส ความหนืด ๖๐๐ วินาทีเร็ดวูด	๓.๖๙
น้ำมันเตาใส ความหนืด ๑๕๐๐ วินาทีเร็ดวูด	๓.๓๐
น้ำมันเตาข้นมาก ความหนืด ๒๕๐๐ วินาทีเร็ดวูด	๓.๑๐

ที่มา : บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการใช้น้ำมันเกรดต่ำลง

- การอุ่นน้ำมัน
- ขนาดของห้องเผาไหม้หรือหม้อไอน้ำ
- ลักษณะการใช้งาน
- ท่อทางน้ำมันจากถังเก็บมายังห้องเผาไหม้

นอกจากนี้ การใช้น้ำมันเกรดต่ำลง จะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ (FEASIBILITY) และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการก่อนเปลี่ยนและหลังเปลี่ยนเกรดน้ำมันด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. การสันดาป (๔) การควบคุมการสันดาป มีดังนี้

๑) การสังเกตสภาวะของการสันดาปด้วยตาเปล่า เครื่องมือวิเคราะห์ก๊าซเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการควบคุมดูแลการสันดาป แต่ในภาคปฏิบัติโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องมือดังกล่าว ดังนั้น การตรวจค้นสภาวะการสันดาปที่ผิดปกติ สามารถทำได้โดยการสังเกตเปลวไฟ ดังตารางที่ ๒.๔

ตารางที่ ๒.๔

สีของเปลวไฟจากการเผาน้ำมันกับปริมาณอากาศ

ปริมาณอากาศ	สภาวะภายในเตาเผา (สีของเปลวไฟ)	สีของควัน
ปริมาณพอดี	เปลวไฟมีสีแสดและรูปร่างอยู่ตัว มองเห็นส่วนลึกของเตาเผาได้ลาง ๆ	สีเทาอ่อนหรือไม่มีสี
มากเกินไป	เปลวไฟสีขาวสว่างจ้า และภายในเตาเผาสว่าง	สีขาวหรือไม่มีสี
ไม่พอ	ภายในเตาเผาทั้งหมดมีสีแดงคล้ำ	ควันดำ

ที่มา : โยชิฮิโกะ ทาคามูระ, เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคความร้อน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า ๗๗

๒) การบำรุงรักษา ในการสันดาปเชื้อเพลิงเหลว จะต้องฉีดเชื้อเพลิงให้เป็นละอองของเหลวเล็ก ๆ เพื่อทำการผสมกับอากาศ แต่ถ้าการบำรุงรักษาหัวเผาไม่ดีพอ ก็จะก่อให้เกิดการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ขึ้น และเกิดบริเวณที่มีอากาศไม่เพียงพอ เพราะการกระจายของละอองของของเหลวไม่สม่ำเสมอ

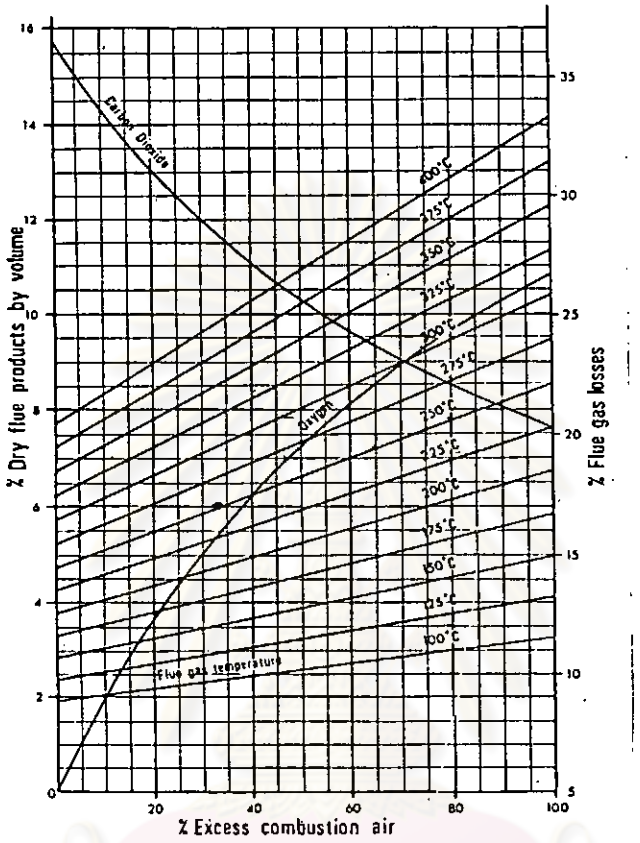
๓) การปรับอัตราส่วนอากาศ

เพื่อที่จะให้หม้อไอน้ำสามารถทำงานที่มีประสิทธิภาพดีหรือเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย เชื้อเพลิง อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะต้องมีไม่มากกว่าที่จำเป็นที่จะให้การเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ อากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้จำเป็นจะต้องมี เพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ ถ้าอากาศส่วนเกินมากเกินไป การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซร้อน (FLUE GAS) จะมาก ถ้าให้อากาศน้อยไป การเผาไหม้อาจจะไม่สมบูรณ์ เชื้อเพลิงจะผ่านออกจากปล่องไปโดยไม่มีการเผาไหม้ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงาน (ดูรูปที่ ๒.๒)

013394

รูปที่ ๒.๒

แสดงการสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซร้อน



ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, ข้อแนะนำการใช้หม้อน้ำอย่างประหยัด, หน้า ๖

๔) การปรับความดันภายในเตา

เตาให้ความร้อนมีช่องเปิดเป็นจำนวนมาก เช่น ช่องป้อนวัสดุเข้า ช่องถ่ายวัสดุออก ช่องแตกร้าวบนเพดานและผนังด้านข้างของเตา เป็นต้น ดังนั้นอาจเกิดการพ่นออกของเปลวไฟสู่ภายนอก หรือเกิดการดูดซับอากาศภายนอกเข้ามากเกินไปขึ้นอยู่กับว่าความดันภายในเตามีมากหรือน้อย ในกรณีที่มีการปล่อยไฟออกเพราะความดันภายในเตาสูงเกินไป ทำให้บริเวณของผนังที่ปล่อยเปลวไฟออกอาจได้รับความเสียหาย และสภาวะแวดล้อมภายในสถานที่ทำงานยังเลวลงอีกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องปรับค่าความดันภายในเตาให้เหมาะสมโดยการปรับปริมาณการเปิดของ DAMPER ของทางไฟ

๔. การปรับแต่งคุณภาพน้ำป้อน (๕)

ถ้าน้ำที่ใช้ป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนผิวถ่ายเทความร้อน หรือปัญหาการจับเกาะของตะกรันแข็ง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้หม้อไอน้ำระเบิดได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องปรับแต่งคุณภาพน้ำป้อนให้เหมาะสมโดยวิธีทางกล หรือทางเคมี

วิธีปรับแต่งคุณภาพน้ำป้อนหม้อไอน้ำ (BOILER FEED WATER)

๑) การไล่ก๊าซ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำผิวดินหรือแหล่งน้ำใต้ดิน มักจะมีก๊าซชนิดต่าง ๆ ละลายอยู่ในน้ำเสมอ เช่น ก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแอมโมเนีย ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถขจัดออกจากน้ำได้โดยให้น้ำสัมผัสอากาศ (AERATION)

ก๊าซที่ขจัดได้โดยวิธีสัมผัสกับอากาศ

(๑) ก๊าซที่ทำให้เกิดรส กลิ่น เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารอินทรีย์บางชนิดที่ระเหยได้

(๒) ก๊าซที่ทำให้น้ำมีคุณสมบัติกัดกร่อน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

(๓) ก๊าซอื่น ๆ เช่น ก๊าซมีเทนในน้ำบาดาล

ประสิทธิภาพของการไล่ก๊าซจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ก. อุณหภูมิ (อุณหภูมิสูงขึ้น น้ำจะละลายก๊าซต่าง ๆ ได้น้อยลง)

ข. เวลาที่น้ำสัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้น

ค. พื้นที่ผิวของการสัมผัสเพิ่มขึ้น

ง. ปริมาณของก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำก่อนการไล่ก๊าซ

จ. ปริมาณน้ำหรือก๊าซที่สัมผัสกับอากาศมีมากขึ้น

วิธีการไล่ก๊าซโดยให้น้ำสัมผัสกับอากาศนี้ ยังใช้ในการออกซิไดส์เหล็ก และแมงกานีสเพื่อขจัดเหล็ก และแมงกานีสที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยวิธีออกซิเดชั่น (OXIDATION)

๒) <u>การกำจัดความขุ่น</u>

สารแขวนลอยต่าง ๆ (SUSPENDED SOLID) ที่มีขนาดใหญ่อาจขจัดได้โดยการตกตะกอน (SEDIMENTATION) หรือโดยการกรอง (FILTRATION) สำหรับสารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กหรือมีลักษณะเป็นคอลลอยด์ (COLLOID) สามารถขจัดได้โดยการรวมตัว (FLOCCULATION)

๓) <u>การแลกเปลี่ยนอิออน</u> (ION EXCHANGE METHOD)

การแลกเปลี่ยนอิออนเป็นเทคนิคการขจัดของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำป้อน ซึ่งเป็นวิธีที่สำคัญมากสำหรับการปรับแต่งคุณภาพน้ำป้อน

วิธีแลกเปลี่ยนอิออนแยกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ ๓ วิธี คือ

(ก) การทำน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน วิธีนี้ทำน้ำดิบให้กลายเป็นน้ำอ่อนอย่างเดียว หลักการที่ใช้คือทำน้ำป้อนให้กลายเป็นน้ำอ่อนด้วยเรซินแลกเปลี่ยนอิออนที่เป็นกลุ่มกรด SURLFONIC คือ เรซินแลกเปลี่ยนอิออนชนิดกรดแก่ วิธีนี้ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้แก้สภาพ (REGENERATION) ค่อนข้างถูก โดยทั่วไปวิธีนี้จะใช้กับหม้อไอน้ำความดันต่ำซึ่งมีความดันไม่เกิน 20 kg/cm^2

(ข) การทำน้ำอ่อนและขจัดด่าง วิธีนี้ทำน้ำดิบให้กลายเป็นน้ำอ่อนและขจัดด่างออกไปด้วยในขณะเดียวกับหลักการที่ใช้คือ ทำน้ำป้อนให้กลายเป็นน้ำอ่อนด้วยเรซินแลกเปลี่ยนอิออนแบบ H_2 แล้วจึงทำน้ำอ่อนที่ได้ ซึ่งมีสภาพเป็นกรดไปทำให้เป็นกลางด้วยด่าง

(ค) การขจัดเกลือแร่ทั้งหมด วิธีนี้ไม่เพียงแต่ขจัดส่วนที่ทำให้น้ำกระด้างเท่านั้น แต่ยังขจัดเกลือแร่ทั้งหมดออก ทำให้ได้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูง หลักการคือ ขจัดอิออนบวกด้วยเรซินแบบ H_2 แล้วขจัดกรดที่เกิดขึ้นด้วยเรซินแบบ $(OH)_2$

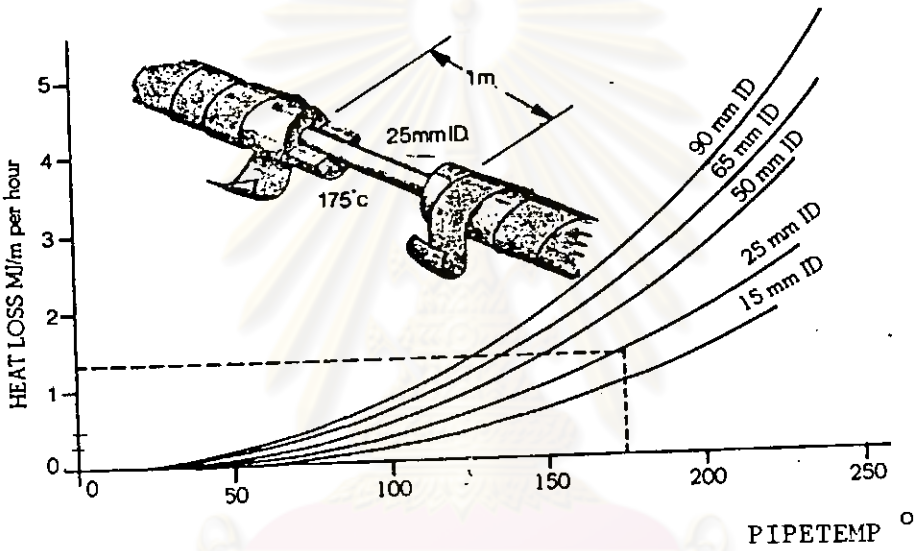
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๔. การหุ้มฉนวน

๑) ความจำเป็นของฉนวนความร้อน

ความร้อนนั้นจะถ่ายเทไปในทิศทางเพื่อลดอุณหภูมิลง ดังนั้น การหุ้มฉนวนไม่ดีมักเป็นสาเหตุของการสูญเสียความร้อน รูปที่ ๒.๓ เป็นกราฟแสดงการสูญเสียความร้อนจากท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวนขนาดและอุณหภูมิต่าง ๆ กัน

รูปที่ ๒.๓
การสูญเสียความร้อนจากท่อส่งไอน้ำที่ไม่ได้หุ้มฉนวน



ที่มา . กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน,"การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน" หน้า ๒๑

๒) คุณสมบัติของฉนวน

ฉนวนต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้คือ

- มีสภาพการนำความร้อนต่ำ
- มีความหนาแน่นน้อยและน้ำหนักเบา
- ทนต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี
- มีช่วงอุณหภูมิใช้งานกว้างขวาง
- การติดตั้งสะดวก
- ความเป็นฉนวนคงที่แม้ใช้ไปเป็นเวลานาน
- ไม่ดูดความชื้นและน้ำ

- ติดไฟได้ยาก
- ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี
- ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย

๓) <u>การหาความหนาของฉนวนที่ใช้งาน</u>[๖]

ในการหาความหนาของฉนวนนั้น สมการที่ใช้ คือ สมการเกี่ยวกับการส่งผ่านความร้อนกล่าวคือ

$$\text{ความร้อนที่ส่งผ่าน} = \frac{\text{อุณหภูมิที่แตกต่าง}}{\text{ความต้านทานของการไหลของความร้อน}}$$

หรือจะเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$Q = \frac{\Delta t}{R_I + R_S}$$

ดังนั้น จะกล่าวถึงสัญลักขณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ก่อน

t_a = อุณหภูมิอากาศ , ^{o}F

t_s = อุณหภูมิพื้นผิวของฉนวน , ^{o}F

t_h = อุณหภูมิด้านร้อน , ^{o}F

k = ค่าความนำความร้อนของฉนวน ปกติจะหาตรงที่อุณหภูมิเฉลี่ย, Btu-in/hr/ft^2. ^{o}F

$t_m = \frac{t_h + t_s}{2}$ อุณหภูมิเฉลี่ยของฉนวน , ^{o}F

tk = ความหนาของฉนวน , in

r_1 = รัศมีวงนอกของท่อ, in

$r_2 = (r_1 + t_k)$ = รัศมีถึงผิวชั้นนอกของฉนวน, in

Eq tk = r_2 In (r_2/r_1) = equivalent thicknessของฉนวน , in

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

f = สัมประสิทธิ์ฟิมล์อากาศที่พื้นผิว , $Btu/hr.ft^2.^oF$

R_s = $1/f$ ความต้านทานที่พื้นผิว , $hr.ft^2.^oF/Btu$

R_I = tk/k = ความต้านทานความร้อนของฉนวน, $hr.ft^2.^oF/Btu$

Q_F = ความร้อนที่ส่งผ่านระนาบ, $Btu/hr.ft^2$

Q_P = $Q_F(2\pi r_2/12)$ = ความร้อนที่ส่งผ่านท่อ, Btu/hr.lin.ft

A = พื้นที่ของฉนวน, lin.ft

L = ความยาวของท่อ

Q_T = $Q_F xA$ หรือ $Q_p xL$ = ความร้อนสูญเสียทั้งหมด Btu/hr

H = เวลา , hr

DP = อุณหภูมิที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

๔) <u>สมดุลย์ความร้อน</u>

ที่สภาวะคงที่ ความร้อนที่ส่งผ่านฉนวนจะมีค่าเท่ากับ ความร้อนที่ส่งผ่านส่วนอื่น ๆ ของระบบด้วย หรืออาจกล่าวได้ว่า ความร้อนที่ผ่านออกมาจากฉนวน จะมีค่าเท่ากับความร้อนจากพื้นผิววัตถุออกไปยังอากาศ

จากสมการการส่งผ่านความร้อน

$$Q = \frac{t_h - t_a}{R_I + R_S} = \frac{t_h - t_s}{R_I} = \frac{t_s - t_a}{R_S}$$

๕) <u>การหาค่า EQUIPVALENT THICKNESS</u>

ในกรณีที่มีความร้อนถ่ายเทของท่อกลม จากเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กไปยังเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่นั้น เราจะใช้ค่า EQUIVALENT THICKNESS (Eq tk) แทนความหนาของฉนวน ซึ่งหาค่าได้ดังนี้

$$Eq\ tk = r_2\ In\ (r_2/r_1)$$

ซึ่งในการคำนวณเกี่ยวกับความร้อนนั้น จะใช้ค่า Eq tk แทน tk เช่น

$$Q = \frac{t_h - t_a}{R_I + R_S}$$

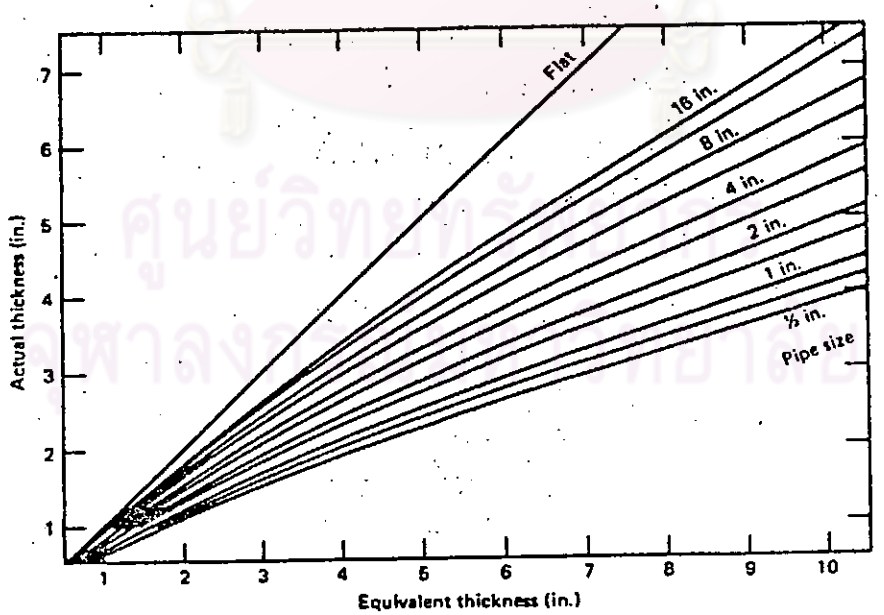
$$Q = \frac{t_h - t_a}{\frac{t_k}{k} + \frac{1}{f}}$$

$$= \frac{t_h - t_a}{\frac{Eq\ tk}{k} + \frac{1}{f}}$$

สำหรับการหาค่า EQUIVALENT THICKNESS ของท่อกลมที่ฉนวนหนาขนาดต่าง ๆ หุ้มอยู่นั้น อาจหาค่าได้จากกราฟดังรูปที่ ๒.๔

รูปที่ ๒.๔

แสดงกราฟของ EQUIVALENT THICKNESS และความหนาของฉนวน



ที่มา : สุรศักดิ์ พูลชัยนาวาสกุล, "การใช้ฉนวน" (เอกสารประกอบการสัมนา เรื่อง เทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ๒๕๒๙), หน้า ๗

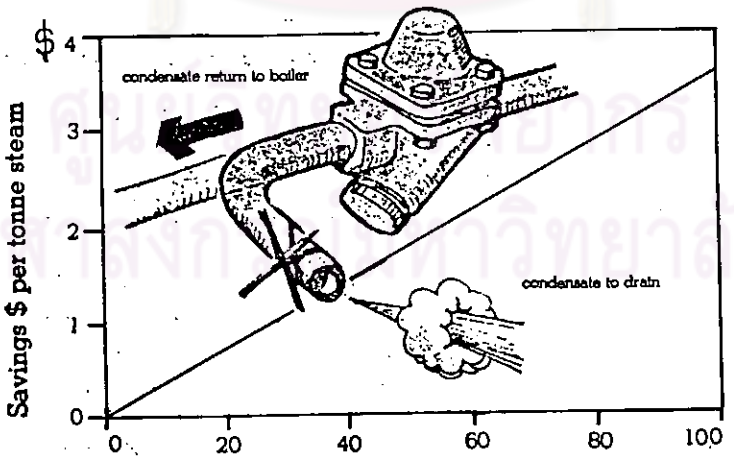
๖. <u>การนำคอนเดนเสทกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำ</u>[๗]

คอนเดนเสทควรได้มีการนำกลับมาเป็นน้ำป้อนหม้อน้ำให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าหากเกิดปัญหาอันเนื่องจากความสกปรกของคอนเดนเสทแล้ว ควรติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าสภาพนำไฟฟ้า (CONDUCTIVITY) เพื่อจะได้แยกคอนเดนเสทที่สกปรกออกไป การนำ คอนเดนเสทกลับมาใช้สามารถประหยัดพลังงานได้มาก และเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจอย่างยิ่ง นอกจากคอนเดนเสทที่อุณหภูมิ ๑๐๐°ซ จะมีพลังงานสะสมเป็น ๒๔ % ของพลังงานที่ต้องใช้ในการผลิตไอน้ำที่ความดัน ๗๐๐ kPa แล้ว คอนเดนเสทยังเป็นน้ำกลั่นที่บริสุทธิ์อีกด้วย

ระบบการนำคอนเดนเสทกลับที่ดี จะทำให้ประหยัดค่าน้ำ ค่าปรุงแต่งน้ำ ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและยืดอายุการทำงานของหม้อน้ำและระบบไอน้ำ เมื่อคิดรวมแล้วสามารถประหยัดเงินได้เป็นจำนวนมาก (ทุก ๆ ๗°ซ ที่เพิ่มขึ้นของน้ำป้อนหม้อน้ำ ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงลงได้ ๑%) ในรูปที่ ๒.๔ แสดงให้เห็นว่าค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงของหม้อน้ำ สามารถประหยัดได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำป้อนจากการนำคอนเดนเสทกลับมาได้ ผลของการประหยัดที่แสดงในรูปที่ ๒.๔ นี้ ไม่รวมถึงค่าน้ำมันและค่าปรับแต่งน้ำ การคำนวณในรูปนี้ได้กำหนดอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อมเป็น ๒๘°ซ

รูปที่ ๒.๔

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการนำคอนเดนเสทกลับ



ที่มา : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, "การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน", หน้า ๒๖

ประโยชน์ของการนำคอนเดนเสทกลับเข้าสู่หม้อไอน้ำ คือ

(๑) ลดการสูญเสียความร้อนที่ออกไปกับคอนเดนเสท (โดยการผสมลงใน FEED TANK จะทำให้น้ำที่ป้อนเข้าหม้อน้ำร้อนขึ้น ซึ่งทุก $7^{\circ}C$ หรือ $11^{\circ}F$ ที่นำเข้าหม้อน้ำร้อนขึ้น จะประหยัดเชื้อเพลิงได้ ๑ %)

(๒) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเตรียม และประหยัดน้ำที่ต้องใช้เข้าสู่หม้อน้ำ (MAKE UP WATER)

(๓) ลดปริมาณโบลว์ดาวน์ลง ทำให้ลดพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับโบล์วดาวน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทคนิคและวิธีการประหยัดพลังงานทางด้านพลังงานไฟฟ้า

จากการพิจารณาใบเก็บเงินค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าพบว่า การไฟฟ้าจะเรียกเก็บค่าไฟฟ้าจากโรงงานแยกเป็น ๓ ส่วน คือ

(๑) ค่าพลังงานไฟฟ้า

(๒) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด

(๓) ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

การประหยัดไฟฟ้า คือ หาทางลดจำนวนพลังงานที่ใช้ ลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด และเพิ่มเพาเวอร์แฟคเตอร์

พลังงานไฟฟ้า (UNIT)

พลังงานไฟฟ้า เป็นผลคูณของพลังไฟฟ้า (KW)กับเวลาที่ใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็น kwh การลดพลังงานไฟฟ้าก็คือการลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า หรือเวลาที่ใช้ไฟฟ้าลงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้ง ๒ อย่าง

การลดปริมาณพลังไฟฟ้าทำได้โดยการตัดทอนส่วนที่มากเกินความจำเป็นลดพลังไฟฟ้าสูญเสีย และเปลี่ยนไปใช้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับการลดเวลาทำได้โดยการวิเคราะห์การปฏิบัติงานแล้วจัดใหม่ให้ใช้เวลาในการใช้ไฟฟ้าให้สั้นที่สุด

โรงงานควรจัดทำกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตตามชนิดของผลิตภัณฑ์ แล้วทำการวิเคราะห์สาเหตุของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่านี้ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้เครื่องจักร และปรับปรุงขั้นตอนการผลิต เป็นต้น

ตารางที่ ๒.๕

ตัวอย่างตารางคำพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต

ชื่อผลิตภัณฑ์หลัก	ปี	ปริมาณการผลิต A (หน่วย)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ B (kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยผลผลิต (B/A)	อัตราส่วนของค่าไฟฟ้าในค่าใช้จ่ายในผลิตทั้งหมด
▼	ปีนี้ ปีที่แล้ว ปีก่อนปีที่แล้ว				

ที่มา : คณะกรรมการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าภาคพื้น CHUGOKU, "จุดสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน" , หน้า ๖

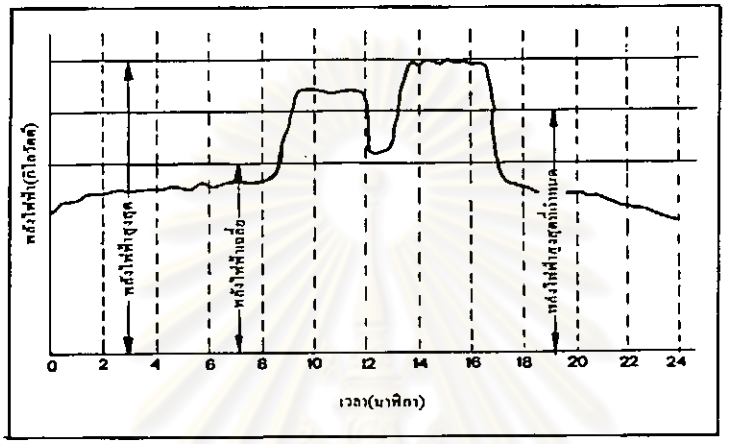
ความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด (PEAK DEMAND)

ก่อนจะศึกษาหาทางลดและควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับแฟคเตอร์แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าตัวหนึ่ง ที่เรียกว่า โหลดแฟคเตอร์ (LOAD FACTOR) โดยปกติช่วงเวลาในการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทแตกต่างกันบางชนิดก็ใช้ไฟฟ้าคงที่ตลอดระยะเวลาทำงาน บางชนิดก็ใช้ไฟฟ้าไม่คงที่ประเดี๋ยวมากประเดี๋ยวน้อย บางชนิดก็ใช้งานต่อเนื่องตลอด ๒๔ ชั่วโมง หรือตลอดเวลาที่เปิดทำงาน บางชนิดก็ใช้งานและหยุดใช้เป็นระยะ ๆ เมื่อนำมาใช้ร่วมกันจึงปรากฏว่าการใช้ไฟฟ้าของโรงงานแต่ละเวลามีปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไม่เท่ากัน

โหลดแฟคเตอร์ คือ อัตราส่วนของค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในช่วงเวลาที่แน่นอนช่วงหนึ่งต่อค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลานั้น ซึ่งจะเป็นค่าที่แสดงสภาพการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องจักร

รูปที่ ๒.๖

ตัวอย่างความต้องการพลังไฟฟ้าในแต่ละเวลาตลอดวัน



ที่มา : สมมาตร สุพานิชย์วิทย์, "การประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมโดยการลด PEAK DEMAND", วารสารเทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ, มีนาคม ๒๕๒๙, หน้า ๕๕

$$\text{โหลดแฟคเตอร์ (LOAD FACTOR)} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าเฉลี่ย}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุด}}$$

ค่าโหลดแฟคเตอร์จะสูงสุดคือเท่ากับ ๑ เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าคงที่เท่ากันตลอดเวลา ค่าโหลดแฟคเตอร์ใช้เป็นตัวชี้ประสิทธิภาพของการใช้ไฟฟ้าได้ การใช้ไฟฟ้าที่มีค่าโหลดแฟคเตอร์สูงจะมีประสิทธิภาพสูงด้วย การทำให้ปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงจะทำให้โหลดแฟคเตอร์สูงขึ้น ซึ่งทำได้โดยลดปริมาณพลังไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาสูงสุดลงโดยตรง หรือเปลี่ยนไปใช้งานในเวลาอื่นแทน

<u>ประโยชน์จากการปรับปรุงให้การใช้ไฟฟ้ามีโหลดแฟคเตอร์สูงขึ้น</u>

๑. การปรับปรุงให้โรงงานมีโหลดแฟคเตอร์สูงขึ้นเป็นผลจากการปรับปรุงให้ปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำลง ผลที่เห็นได้ทันทีคือโรงงานจะเสียค่าไฟฟ้าส่วนที่เป็นค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดน้อยลง

๒. การที่พลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงทำให้หม้อแปลง สายเมน และสายป้อน รับกระแสไฟฟ้าน้อยลงทำให้มีความจุเหลือให้ติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้อีก ถ้าเป็นการออกแบบติดตั้งใหม่ก็สามารถเดินสายติดตั้งหม้อแปลงที่เกี่ยวข้องมีขนาดเล็กลงได้

๓. ทำให้พลังงานไฟฟ้าในสายและหม้อแปลงลดลง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การลดปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุด</u>

ขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อลดปริมาณพลังไฟฟ้าสูงสุดมีดังนี้

๑. สำรวจการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงาน แยกเป็นระบบต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ฯลฯ เป็นต้น ว่าแต่ละเครื่องมีค่าทางไฟฟ้า คือ กระแส แรงดัน พลังไฟฟ้า แรงม้า จำนวน ยก สาย เพาเวอร์แฟคเตอร์ ฯลฯ เท่าใด บันทึกทั้งค่าที่ระบุที่แผ่นป้ายประจำเครื่อง (NAME PLATE) และค่าที่วัดได้จริงขณะทำงาน ค่าเหล่านี้ขณะใช้งานมีค่าคงที่หรือไม่คงที่ ถ้าไม่คงที่มีช่วงเปลี่ยนแปลงอย่างไร และมีช่วงเวลาใช้งานอย่างไร ในการนี้ควรทำเป็นแบบฟอร์มสำหรับใช้ในการสำรวจ

๒. สำรวจปริมาณภาระไฟฟ้ารวมของโรงงานทั้งในวันที่ทำงานตามปกติ และวันที่ทำงานเป็นพิเศษโดยวัด กระแส แรงดัน พลังไฟฟ้า และเพาเวอร์แฟคเตอร์ทุกชั่วโมง เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์อาจสำรวจภาระไฟฟ้าของสายอ่อนแต่ละชุดไว้ด้วย

๓. พิจารณาการใช้ไฟฟ้าและช่วงเวลาทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่อง หาทางลดปริมาณพลังไฟฟ้า และจัดเวลาปฏิบัติงานเสียใหม่ ดังนี้

๓.๑ พิจารณาว่าถ้าไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า ใช้พลังงานอย่างอื่นที่มีราคาต่ำกว่าจะได้หรือไม่ เช่น ใช้แสงอาทิตย์ พลังลม ฯลฯ

๓.๒ พิจารณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่ใช้มีขนาดใหญ่ไปหรือใช้เต็มกำลังหรือไม่ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าทางไฟฟ้าที่แผ่นป้ายประจำเครื่องกับที่สำรวจวัดได้จริง ถ้าค่าที่วัดได้จริงต่ำกว่าที่ระบุไว้ที่แผ่นป้ายประจำเครื่องแสดงว่าเครื่องใช้งานไม่เต็มกำลังประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าสูงสุดเมื่อใช้งานเต็มกำลัง เช่น มอเตอร์ขนาด ๕ แรงม้า จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อออกแรง ๕ แรงม้า เป็นต้น เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทที่เครื่องควบคุมให้หยุดทำงานโดยอัตโนมัติ เช่นใช้เทอร์โมสตัท หรือสวิชความดัน เป็นต้น สังเกตว่าช่วงเวลาทำงานสั้นไปหรือไม่

ถ้าเดิน-ดัด บ่อย ๆ เกินสมควร แสดงว่าเครื่องอาจมีขนาดใหญ่เกินไป ถ้าพบเช่นนี้ให้พิจารณาลดขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าลง

๓.๓ พิจาาณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนขนาดให้ใช้พลังไฟฟ้าน้อยลงโดยยอมให้เดินเครื่องนานขึ้นได้หรือไม่ การลดขนาดเครื่องให้เล็กลงโดยยอมให้ทำงานนานขึ้นนี้ นอกจากจะช่วยลดค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้ในกรณีที่ใช้งานในช่วงเวลาโหลดสูงสุดแล้ว ยังช่วยลดพลังงานสูญเสียในระบบลงได้ด้วย

๓.๔ จากการสำรวจจะทราบว่าโรงงานใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเวลาใด และขณะนั้นมีเครื่องใช้ไฟฟ้าอะไรบ้างที่ใช้งานอยู่ พิจารณาว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องใดสามารถเปลี่ยนเวลาใช้งานไปเป็นเวลาอื่นได้บ้าง

๓.๕ พิจารณาว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือระบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมมาใช้แทนได้หรือไม่ เช่น ใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้

๓.๖ พิจารณาลดพลังงานการสูญเสียของระบบที่ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง เช่น การทำให้เครื่องจักรที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีความฝืดลดลงช่วยให้มอเตอร์ออกแรงน้อยลง หรือใช้ไฟฟ้าไปทำความร้อนหรือความเย็น การปรับปรุง การฉนวนให้ความร้อนหรือความเย็นรั่วไหลน้อยลง จะช่วยให้ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง

๔. การทำเอกสารเพื่อเสนอฝ่ายบริหาร ในการปรับปรุงให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ บางเรื่องก็ไม่มีค่าใช้จ่าย บางเรื่องก็มีค่าใช้จ่ายหรือต้องลงทุนเพิ่มเติม บางกรณีอาจมีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของคนงาน เพื่อความสะดวกของฝ่ายบริหารที่จะตัดสินใจว่าควรดำเนินการหรือไม่ผู้ที่ได้รับมอบหมายจากฝ่ายบริหารให้มาพิจารณาปรับปรุงจะต้องเสนอการปรับปรุงเป็นลายลักษณ์อักษรระบุสภาพเดิม และสภาพที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ปรับปรุงแล้ว วิธีดำเนินการ ประมาณการเงินลงทุนค่าใช้จ่ายและผลตอบแทน เพื่อให้เห็นว่าการลงทุนได้ผลคุ้มค่าเพียงใด รวมทั้งผลดีผลเสียที่ไม่สามารถตีค่าเป็นเงินได้ ระยะเวลาที่จะใช้ดำเนินการ ผลกระทบต่อกิจการของโรงงานขณะดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ ๒.๖

ตารางเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่ตัวประกอบโหลดต่าง ๆ

ค่าตัวประกอบโหลด (%)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (บาท/หน่วย)	
	ประเภทที่ ๔ อุตสาหกรรมขนาดเล็ก	ประเภทที่ ๕ อุตสาหกรรมขนาดใหญ่
๑๐	๒.๘๒	๒.๖๙
๒๐	๒.๑๓	๒.๐๗
๓๐	๑.๙๑	๑.๘๖
๔๐	๑.๗๙	๑.๗๕
๕๐	๑.๗๒	๑.๖๙
๖๐	๑.๖๗	๑.๖๕
๗๐	๑.๖๔	๑.๖๑
๘๐	๑.๖๑	๑.๕๙
๙๐	๑.๕๙	๑.๕๗

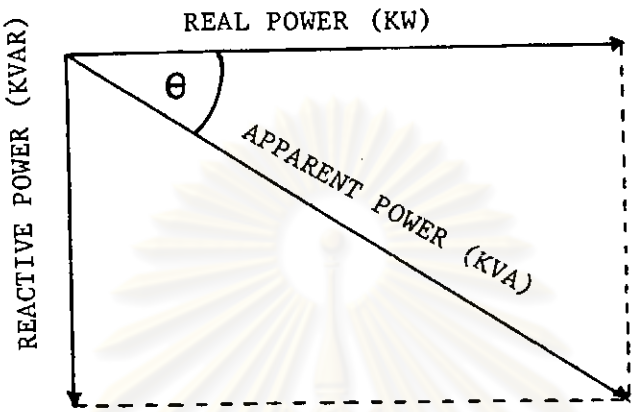
ที่มา : สมมาตร สุพานิชย์วิทย์, "การประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมโดยการลด PEAK DEMAND" ,วารสารเทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ, มีนาคม ๒๕๒๙, หน้า ๕๖

เพาเวอร์แฟคเตอร์

เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น หม้อแปลงฯ มอเตอร์ ไฟฟลูออเรสเซนต์ เป็นอุปกรณ์ประเภทอินดัสตีฟโหลต (INDUCTIVE LOAD) มีความต้องการพลังงาน แยกได้เป็น ๒ ส่วน คือ พลังไฟฟ้าจริง (REAL POWER OR ACTUAL POWER) มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (KW) และพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟ (REACTIVE POWER) มีหน่วยเป็นกิโลวาร์ (KVAR) พลังไฟฟ้าทั้ง ๒ ส่วน รวมกันเรียกว่าพลังไฟฟ้าปรากฏ (APPARENT POWER) มีหน่วยเป็นกิโลโวลต์แอมแปร์ (KVA) พลังไฟฟ้าทั้ง ๓ มีความสัมพันธ์ดังแสดงในรูป ๒.๗

รูปที่ ๒.๗

VECTOR DIAGRAM



$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์ (P.F.)} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าจริง}}{\text{พลังไฟฟ้าปรากฏ}}$$

$$= \frac{KW}{KVA}$$

เพาเวอร์แฟคเตอร์ใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าได้อย่างหนึ่ง การใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟคเตอร์สูงจะมีประสิทธิภาพสูง ในทางตรงข้ามถ้ามีเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำแสดงว่าการใช้ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพต่ำ

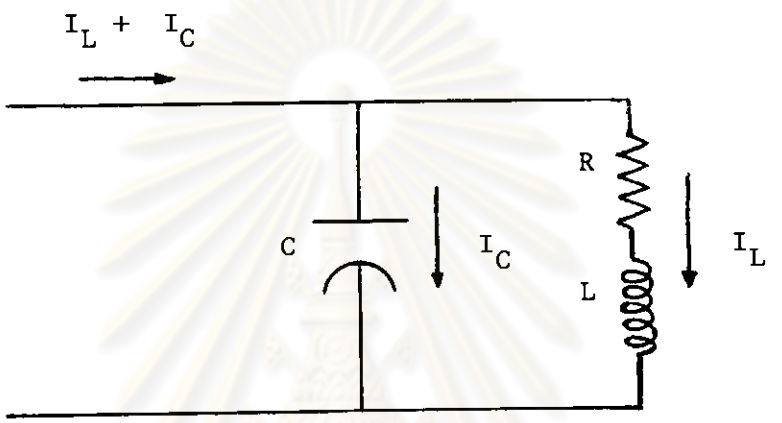
<u>การปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์</u>

การปรับปรุงให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูงขึ้น ทำได้โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ (CAPACITOR) เข้าไปที่เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นต้นเหตุให้เกิดรีแอคทีฟเพาเวอร์เพื่อไปหักล้างให้มุมθ แคบลง แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่มีใช้ในโรงงานแต่ละแห่งมีเป็นจำนวนมากและเครื่องจักรแต่ละตัวก็มักจะทำงานไม่พร้อมกันตลอดเวลา ดังนั้น การที่จะไปติดตั้งคาปาซิเตอร์กับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ถึงแม้จะสามารถปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้แน่นอน แต่ก็นับว่าเป็นการลงทุนที่สูงมาก แนวทางที่ปฏิบัติกันก็คือ การติดตั้งคาปาซิเตอร์รวมที่จุดเดียว เป็นการใช้ร่วมกันระหว่าง

เครื่องจักรทุกเครื่องในโรงงาน ซึ่งทำให้ขนาดของคาปาซิเตอร์ที่ติดตั้งลดลง เป็นการใช้ประโยชน์ในกลุ่มของเครื่องจักรที่ทำงานในแต่ละขณะ

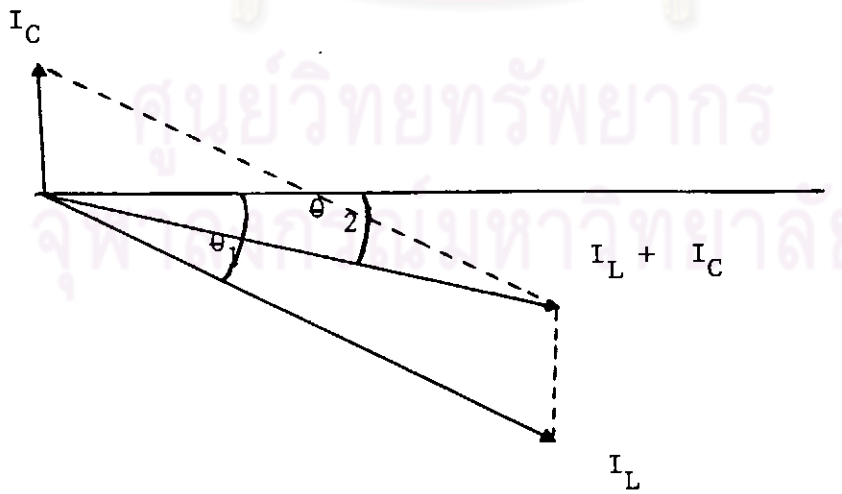
รูปที่ ๒.๘

CIRCUIT DIAGRAM



รูปที่ ๒.๙

VECTOR DIAGRAM



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาม CIRCUIT DIAGRAM และ VECTOR DIAGRAM R + L เป็นโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท INDUCTIVE LOAD เช่น มอเตอร์ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น เพาเวอร์แฟคเตอร์ของโหลด = θ_1 เมื่อติดตั้งคาปาซิเตอร์ C ผลรวมของกระแส = $I_L + I_C$ และมีเพาเวอร์แฟคเตอร์ = θ_2 แปลความได้ดังนี้

๑. กระแสในวงจรก่อนถึงจุดต่อคาปาซิเตอร์ หรือ $I_L + I_C$ จะมีค่าแอมแปร์น้อยกว่ากระแสของโหลด I_L แสดงว่าการต่อคาปาซิเตอร์เข้าในวงจรขนานกับโหลด ทำให้กระแสก่อนถึงจุดต่อคาปาซิเตอร์ลดลง และจะน้อยที่สุด เมื่อ $I_L + I_C$ ทับกัน V

๒. มุมของ θ กว้างกว่ามุม θ_2 Cos θ_1 คือ POWERFACTOR ของโหลดมีค่าต่ำกว่า Cos θ_2 คือ เพาเวอร์แฟคเตอร์ของวงจรเมื่อติดตั้งคาปาซิเตอร์แล้ว แสดงว่าการติดตั้งคาปาซิเตอร์ ทำให้เพาเวอร์แฟคเตอร์ของวงจรสูงขึ้น

๓. Cos θ_2 จะมีค่าสูงสุด คือ เท่ากับ ๑ เมื่อมุม $\theta_2 = 0$ หรือกระแส $I_L + I_C$ ทับกับแรงดัน V ถ้าใส่คาปาซซิเตอร์เพิ่มเข้าไปอีกอาจทำให้เพาเวอร์แฟคเตอร์กลับต่ำไปได้อีก โดยเพาเวอร์แฟคเตอร์เป็น LOAD

<u>การคำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ที่เหมาะสม</u>

โดยทางทฤษฎีจำนวนคาปาซิเตอร์ที่เหมาะสมคือ จำนวนที่ทำให้เพาเวอร์แฟคเตอร์เป็น ๑ แต่ในทางปฏิบัติไม่ได้ใส่มากจนกระทั่งเพาเวอร์แฟคเตอร์เป็น ๑ เพราะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเนื่องจากอัตราการใช้จำนวน เควาร์ ของคาปาซิเตอร์ เมื่อเพาเวอร์แฟคเตอร์ใกล้ ๆ ๑ จะมีค่าสูงกว่า เมื่อค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ห่างจาก ๑ การจะแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ให้เป็นเท่าใดนั้น พิจารณาจากเงินลงทุน และผลตอบแทนเป็นเกณฑ์

ในการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์จะต้องรู้ค่าเพาเวอร์ปัจจุบันเสียก่อน ซึ่งจะได้จากการวัดเพาเวอร์ของวงจรโดยตรง หรือวัดกิโลวัตต์ , โวลต์, แอมแปร์แล้วมาคำนวณค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ก็ได้ โรงงานอาจหาเพาเวอร์แฟคเตอร์ของโรงงานได้จากจำนวนความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด และความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยสูงสุด ที่อยู่ในใบเก็บเงินประจำเดือน

$$\text{เพาเวอร์แฟคเตอร์} = \frac{KW}{KW^2 + KVAR^2}$$

สูตรในการหาจำนวน KVAR ของคาปาซิเตอร์ที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟคเตอร์จาก PF_1 เป็นPF_2

$$KVAR_R = KW (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

เมื่อ $KVAR_R$ = จำนวนเควาร์ของคาปาซิเตอร์ที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟคเตอร์จาก PF_1 เป็น PF_2

θ = มุมระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้า หรือมุมระหว่าง REAL POWER และ APPARRENT POWER เมื่อแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์แล้ว

PF_1 = เพาเวอร์แฟคเตอร์เดิม

PF_2 = เพาเวอร์แฟคเตอร์เมื่อแก้ไขแล้ว

$KVAR_1$ = กิโลโวลต์ แอมแปร์ รีแอกตีฟ เมื่อเพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ PF_1

$KVAR_2$ = กิโลโวลต์แอมแปร์ รีแอคตีฟ เมื่อเพาฟวเร์แฟคเตอร์เท่ากับ PF_2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ (๑)

๑. อุปกรณ์รับและจ่ายไฟ

(๑) ห้องอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ (SWITCH GEAR)

ห้องอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้ารวมกันอยู่อย่างหนาแน่น (LOAD CENTER) ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสาย ในตารางที่ ๒.๗ แสดงถึงการเปรียบเทียบกำลังงานสูญเปล่า เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟในตำแหน่งต่าง ๆ

จุดสำคัญในการประหยัด มีดังนี้

ก. ในห้องอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ ต้องมีบันทึกสภาพการใช้ไฟประจำวันบันทึกของเส้นกราฟของโหลด และผังการเดินสาย (WIRING DIAGRAM) เพื่อใช้ในการควบคุมการใช้ไฟฟ้า

ข. ไฟแสงสว่างในห้องอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ทำการอ่านค่ามิเตอร์ได้สะดวก

ค. พื้นที่ห้องมีกว้างเพียงพอ เพื่อให้การตรวจตราประจำวันทำได้สะดวก

ง. ต้องติดแผ่นป้าย "ไฟฟ้าแรงสูง" หรือ "ผู้ไม่มีกิจ ห้ามเข้า" ไว้ใกล้ ๆ บริเวณห้องอุปกรณ์รับและจ่ายไฟ เพื่อความปลอดภัย

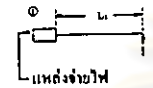
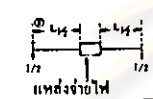
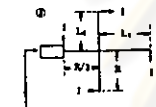
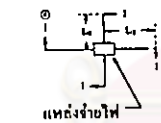
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15581068

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๒.๗

การเปรียบเทียบกำลังงานสูญเปล่าเนื่องจากตำแหน่งของแหล่งจ่ายไฟ

รูปทรงของห้องแผงรับจ่ายไฟ	ตำแหน่งของแหล่งจ่ายไฟ	เงื่อนไขเปรียบเทียบ	วิธีคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเปล่า	การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเปล่า	หมายเหตุ
ห้องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	 แหล่งจ่ายไฟ	(1) ความต้านทานสายไฟ 1 เส้น : R ( ) (2) กระแสไฟฟ้าไหลถึง : I (A) (3) กำลังไฟฟ้าสูญเปล่าในสายไฟ 1 เส้น : W_1 (W)	$W_1 = I^2R$	$W_2 = \frac{1}{4}W_1$	ถ้าหากลดขนาดของสายไฟในกรณีที่ 2 ลงเหลือ 1/2 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเปล่าจะเป็น $W_2 = (\frac{1}{2})^2 \times \frac{R}{2} \times 2 \times 2 = \frac{1}{2}I^2R = \frac{W_1}{2}$
	 แหล่งจ่ายไฟ	(1) ความต้านทานสายไฟ 1 เส้น R ( ) (2) กระแสไฟฟ้าไหลถึง : I (A) (3) กำลังไฟฟ้าสูญเปล่าในสายไฟ 1 เส้น : W_2 (W)	$W_2 = (\frac{1}{2})^2 \times \frac{R}{2} \times 2 = \frac{1}{4}I^2R$		
ห้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	 แหล่งจ่ายไฟ	(1) ความต้านทานสายไฟ 1 เส้น : R ( ) แต่ว่าขนาดของสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าจนถึงจุดแยกนั้นจะมีขนาดเป็น 3 เท่าของส่วนอื่น (2) กระแสไฟฟ้าไหลถึง : I (A) (3) กำลังไฟฟ้าสูญเปล่าในสายไฟ 1 เส้น : W_3 (W)	$W_3 = (3I)^2 \times \frac{R}{3} + 3I^2R = 6I^2R$	$W_4 = \frac{2}{3}W_3$	
	 แหล่งจ่ายไฟ	(1) ความต้านทานสายไฟ 1 เส้น : R ( ) และใช้สายไฟขนาดเดียวกันทั้งหมด (2) กระแสไฟฟ้าไหลถึง : I (A) (3) กำลังไฟฟ้าสูญเปล่าในสายไฟ 1 เส้น : W_4 (W)	$W_4 = 4I^2R$		

ที่มา : โมะโตะกิ มัทซีโอะ, เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้า, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า ๓๔

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(๒) หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)

หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยสังเขป มีดังนี้

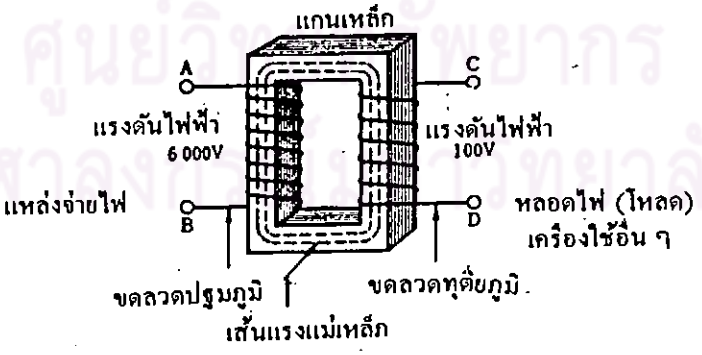
หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงระดับของแรงดันไฟฟ้า รูปที่ ๒.๑๐ เป็นรูปแสดงหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยขดลวด ๒ ขด (ขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ) พันอยู่รอบแกนเหล็ก (เป็นแผ่นเหล็กจำนวนมากที่วางซ้อนทับกัน) ขดลวดทั้ง ๒ ขดนี้ไม่ได้ต่อกันโดยตรงทางไฟฟ้า หากแต่ถูกกั้นห่างกันด้วยฉนวน

หลักการที่กำลังไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิ (แหล่งจ่ายไฟ) ถูกผ่านไปยังขดลวดทุติยภูมิ (โหลด-หลอดไฟ-เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ) เกิดจากผลของการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเมื่อเราให้แรงดันไฟฟ้าแก่ขดลวดปฐมภูมิ (ขั้ว A และ B) ที่ขดลวดนี้จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะถูกส่งไปยังขดลวดทุติยภูมิโดยผ่านแกนเหล็ก ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิระหว่างจุด C และ D

หม้อแปลงไฟฟ้ายังแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ แบบเฟสเดียวและแบบ ๓ เฟส นอกจากนั้นยังใช้ KVA แสดงขนาดใช้งานทางไฟฟ้าด้วย

รูปที่ ๒.๑๐

หลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า



ที่มา : โมะโตะกิ มัทซึโอะ, เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคความร้อน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า ๓๖

โดยทั่วไป หม้อแปลงไฟฟ้าจะทำงานมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่โหลด ๖๐-๘๐ % ของพิกัด (RATING) ของหม้อแปลงไฟฟ้า เพราะฉะนั้นจึงควรจัดโหลดของเครื่องจักรและพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าให้สมดุลย์กัน

<u>วิธีใช้หม้อแปลงอย่างประหยัดพลังงาน</u>

ในการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดการประหยัดพลังงานนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ

ก. การใช้หม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การใช้หม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ การใช้หม้อแปลงในสภาพที่กำลังไฟฟ้าสูญเสียมีค่าน้อยที่สุด

ในกรณีของโรงงาน ซึ่งมีโหลดเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การใช้หม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น อาจจะทำโดยการจัดหม้อแปลงไฟฟ้าให้เห็น BANK หลาย ๆ ชุด แล้วใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของโหลด

ข. การลดค่ากำลังงานสูญเสียในขณะไม่มีโหลด

ในขณะที่โหลดมีค่าน้อย ค่ากำลังงานสูญเสียในขณะไม่มีโหลดนี้จะมีอัตราส่วนสูง เพราะฉะนั้นการลดค่าการสูญเสียในส่วนนี้จึงเป็นจุดสำคัญของการประหยัดพลังงาน ดังตัวอย่างมาตรการคือ

- การหยุดการทำงานของหม้อแปลงในเวลากลางคืน และในวันหยุด วิธีนี้จะทำได้โดยจัดตารางการใช้งานของหม้อแปลงว่า จ่ายโหลดชนิดไหนในงานอะไร และใช้ในเวลาอะไรบ้าง แล้วหยุดการทำงานของหม้อแปลง ลูกที่ไม่ได้ใช้งาน(ยกเว้นลูกที่ใช้ทางด้านความปลอดภัย)

- การควบคุมจำนวนหม้อแปลงที่ใช้ วิธีการนี้เป็นการใช้หม้อแปลงขนาดเล็กหลาย ๆ เครื่อง เพราะฉะนั้นค่ากำลังงานสูญเสียรวมกันจะสูงกว่าหม้อแปลงตัวใหญ่ที่มีขนาดเท่ากับผลรวมของหม้อแปลงเครื่องเล็กนั้น ดังนั้นจะต้องทำการศึกษาให้แน่ใจเสียก่อนว่าการใช้วิธีนี้จะให้ผลดีมากกว่าผลเสียหรือไม่ โดยศึกษาจากลักษณะของโหลดนั้น ๆ

ค. การใช้หม้อแปลงในสภาพโหลดแฟคเตอร์ที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด

การใช้หม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นคือ ค่าใช้จ่ายโหลดที่ให้ค่ากำลังงานสูญในแกน (CORE LOSS) และกำลังสูญในความต้านทาน (COPPER LOSS) มีค่าเท่ากัน สำหรับหม้อแปลง โดยทั่วไปจะใช้สภาพที่มีโหลดแฟคเตอร์ หรืออัตราส่วนของโหลดและขนาดของหม้อแปลงมีค่าประมาณ ๕๐-๕๖ %

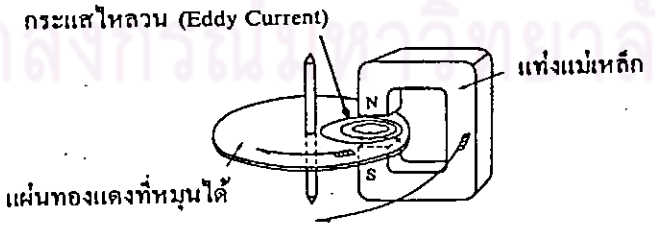
๒. มอเตอร์ไฟฟ้า (ELECTRICAL MOTOR)

หลักการทำงานของมอเตอร์

มอเตอร์อาศัยหลักการการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (ELECTRICAL ENERGY) ให้เป็นพลังงานกล (MECHANICAL ENERGY) ตามรูปที่ ๒.๑๑ ถ้าให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนไปตามทิศทางของลูกศรรอบแกนของแผ่นทองแดงกลมที่หมุนได้อย่างอิสระ แผ่นทองแดงกลมนี้จะตัดเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งจะมีการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันและกระแสขึ้นในแผ่นกลมนี้เรียกว่า กระแสไหนวน (EDDY CURRENT) กระแสนี้กับสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงทางแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC FORCE) ขึ้น ทำให้แผ่นกลมเริ่มหมุนได

รูปที่ ๒.๑๑

หลักการของมอเตอร์



ที่มา : โมะโตะกิ มัทซึโอะ, เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคความร้อน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า ๔๑

มอเตอร์ที่ใช้งานส่วนใหญ่ ในอุตสาหกรรมจะพบว่าเป็นชนิด SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR (ดูรูปที่ ๒.๑๒) ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์ชนิดนี้มีข้อดีหลายประการ คือ

๑) ราคาถูก สามารถเปรียบเทียบได้จากราคาบาทต่อกำลังม้าโดยประมาณจะถูกกว่าชนิด SYNCHRONOUS MOTOR ประมาณครึ่งหนึ่ง

๒) ความทนทาน มีส่วนประกอบน้อยชิ้นกว่าชนิดอื่น และยังสามารถทำงานที่ความเร็วรอบเกินกำหนด (OVERSPEED) ได้ถึง ๑๐๐ % โดยไม่เกิดความเสียหาย

๓) ขอบเขตการใช้งาน สามารถใช้ได้เกือบทุกสภาพของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมันสามารถติดตั้งในกล่อง (ENCLOSURE) ซึ่งปิดสนิทได้โดยที่มอเตอร์ชนิดอื่นทำไม่ได้ หรือหากทำได้ราคาก็จะสูงมาก การใช้งานเช่นที่กล่าวคือ ในเขตอันตราย (HAZADOUS LOCATION) ต่าง ๆ เป็นต้น

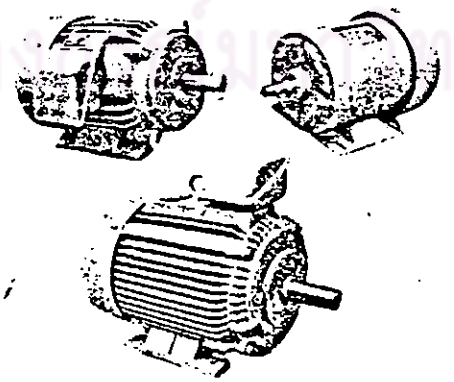
๔) การซ่อมบำรุง น้อยมาก เนื่องจากมีอุปกรณ์น้อยชิ้น ไม่มีแปรงถ่าน (BRUSH) หรือ SLIP RING หรือตัว COMMUTATOR มีแต่ชุด BEARING เท่านั้นที่ต้องการการซ่อมบำรุง

๕) สะดวก ในการซื้อหาและการจัดอะไหล่

๖) ขนาดเล็กกว่าน้ำหนักเบากว่า

รูปที่ ๒.๑๒

มอเตอร์ชนิด SQUIRREL CAGE INDUCTION



ที่มา : อนันต์ ตาราไต, "มอเตอร์และการควบคุมความเร็ว", วารสารเทคนิคเครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ, พฤศจิกายน ๒๕๒๘, หน้า ๘๓

วิธีการใช้มอเตอร์อย่างประหยัด

มอเตอร์เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่มีที่ใช้กว้างขวางมาก เพราะฉะนั้นจึงมีมากแบบมากชนิดและกำลังงานต่าง ๆ กัน

ในการเลือกใช้มอเตอร์ จะต้องพิจารณาลักษณะสมบัติ (CHARACTERISTIC) ของมอเตอร์ร่วมกับลักษณะสมบัติของเครื่องจักรที่ใช้มอเตอร์นั้นอย่างรอบคอบ แล้วเลือกใช้มอเตอร์ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

(๑) ต้องเป็นมอเตอร์ที่เหมาะกับ ลักษณะสมบัติการสตาร์ตของโหลดและลักษณะสมบัติของการใช้โหลดตามปกติ

(๒) จะต้องเป็นมอเตอร์ที่มีระบบป้องกัน และระบบระบายความร้อนที่เหมาะกับสถานที่ที่ติดตั้ง

(๓) จะต้องมีความเชื่อถือได้สูง (RELIABILITY) และการซ่อมบำรุงทำได้สะดวก

การเลือกใช้มอเตอร์โดยพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพ

ในกรณีของมอเตอร์ที่ใช้งานอย่างต่อเนื่อง หลักการสำคัญในการประหยัดพลังงานก็คือ การเลือกใช้มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพของมอเตอร์เขียนได้ดังนี้ คือ

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังงานขาออก}}{\text{กำลังงานขาเข้า}} \times ๑๐๐ \ \%$$

$$= \frac{\text{กำลังงานขาออก}}{\text{กำลังงานขาออก} + \text{ค่าสูญเสีย}} \times ๑๐๐ \ \%$$

กำลังงานสูญเสียนั้นเป็นการสูญเสียทางไฟฟ้าหรือทางกลที่เกิดในตัวมอเตอร์ ซึ่งจะต้องพยายามลดให้เหลือน้อยที่สุด ในปัจจุบันนี้ได้มีความพยายามที่จะออกแบบและสร้างมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงที่มีการสูญเสียน้อยโดยใช้วัสดุทำแกนเหล็กที่มีค่าการสูญเสียต่ำ และเพิ่มขนาดของขดลวดและแกนเหล็ก เป็นต้น

นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงขนาดที่เหมาะสมของมอเตอร์สำหรับโหลดที่จะใช้ โดยทั่วไปถ้าโหลดแฟคเตอร์ของมอเตอร์ (โหลดจริงหารด้วยกำลังพิกัดของมอเตอร์) เป็น ๘๐-๑๐๐ % จะให้ประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าโหลดแฟคเตอร์ต่ำกว่า ๕๐ % ลงมาค่าประสิทธิภาพจะตกลงอย่างเห็นได้ชัด

เพราะฉะนั้นการที่มักจะเผื่อกำลังของมอเตอร์ไว้มาก ๆ เพื่อความปลอดภัยนั้น ถ้าพิจารณาจากด้านการประหยัดพลังงานแล้ว ก็เป็นเรื่องที่ไม่เหมาะสม

๓. แสงสว่าง

หลักการที่สำคัญในการประหยัดพลังงานไฟแสงสว่างคือ การใช้ไฟแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นั่นคือแทนที่จะใช้วิธีปิดเปิดไฟเป็นบางดวงนั้น ควรจะอยู่ในลักษณะที่ว่า "ไฟแสงสว่างที่จำเป็นนั้นให้ใช้อย่างเต็มที่ และขจัดไฟส่วนที่ไม่จำเป็นออกไป" หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการหาวิธีที่จะให้มีไฟแสงสว่างที่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพสำหรับการผลิต

แนวทางและวิธีการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์แสงสว่าง มีดังต่อไปนี้

(๑) เลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูง

(๒) เลือกใช้โคมไฟที่สะท้อนแสงได้ดี

(๓) จัดความสว่างให้เหมาะกับงาน

(๔) จัดวิธีส่องสว่างให้เหมาะสม

(๕) สีภายในโรงงานควรใช้สีสว่าง

(๖) จัดแบ่งวงจรสวิทส์ไฟให้ย่อยลงไป

(๗) ทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอยู่เสมอ

(๘) การใช้แสงธรรมชาติ (NATURAL LIGHT) ในเวลากลางวันให้เป็นประโยชน์

(๙) เลือกใช้หลอดไฟชนิดประหยัดพลังงาน

(๑๐) ติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้น

(๑๑) เพดานหรือสภาพรอบ ๆ ควรทำให้มีลักษณะสีสะท้อนแสงได้มาก

(๑๒) เลือกใช้เครื่องใช้และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผลิตได้มาตรฐานที่กำหนด

(๑๓) ติดตั้งเครื่องควบคุมเวลาทำงาน (TIMER)

(๑๔) ติดตั้งสวิทช์แสงแดด (PHOTO CELL SWITCH)

๔. เครื่องปรับอากาศ

การปรับอากาศ หมายถึง การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาดของอากาศ และกระแสลมในห้องให้อยู่ในภาวะที่ต้องการ

การปรับอากาศในโรงงานจะแบ่งออกเป็นการปรับอากาศ เพื่อให้สภาพแวดล้อมในการทำงานดี และการปรับอากาศเพื่อความควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการผลิต การบรรจุหีบห่อ การขนย้ายและการเก็บรักษา

๕. เครื่องอัดลม (AIR COMPRESSOR)

เครื่องอัดลมนั้นมีใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมทุกชนิด โดยใช้เป็นแรงขับเคลื่อนในการอัดส่งหรือใช้ในการทำงานต่าง ๆ

การประหยัดพลังงานในเครื่องอัดลมมีวิธีการดังนี้

(๑) การป้องกันการรั่วของลม

การทำการตรวจตราภายในของเครื่องอัดลม ท่อลมและวาล์ว เพื่อหารอยรั่วของลมและทำการซ่อมแซมทันทีนับว่าสำคัญมาก

(๒) ทำการพิจารณาความดันของลมที่เหมาะสมใหม่

การทำการพิจารณาความดันของลมที่ใช้อยู่ว่าจำเป็นต้องใช้เท่านั้น หรือว่าเป็นเพราะเคยใช้มันมาอย่างนั้นนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นเพราะว่าถ้าสามารถลดความดันลมลงได้ 1 kg/cm^2 จะประหยัดพลังงานได้ประมาณ ๖ %และในบางกรณีอาจจะสามารถเปลี่ยนไปใช้เครื่องมือที่ต้องการลมที่มีความดันต่ำลงได้

สำหรับการปรับปรุงการรั่วของลมนั้น ให้ตั้งเป้าไว้ ๑๐ % การตรวจการรั่วของลมจะทำให้ได้โดยใช้เครื่องตรวจแบบง่าย ๆ ซึ่งทำให้สามารถรู้อัตราการรั่วของลมได้

(๓) วางตำแหน่งเครื่องให้สามารถใช้เครื่องอย่างมีประสิทธิภาพ

การวางตำแหน่งเครื่องอัดลม ต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างขนาดของเครื่องอัดลมและปริมาณการใช้ลม

นอกจากนั้น ในช่วงทำงานล่วงเวลาหรือทำงานในวันหยุด ซึ่งมีการใช้เครื่องจักรน้อย หรือมีการทำงานเพียงบางส่วน ควรใช้เครื่องอัดลมขนาดเล็กติดตั้งในบริเวณนั้นแล้วใช้ลมจากเครื่องขนาดเล็กนี้ จะทำให้ประหยัดพลังงาน

๖. <u>เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ</u> (PUMP)

วิธีการใช้เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำอย่างประหยัด

(๑) เลือกใช้เครื่องที่มีถังพักน้ำขนาดใหญ่พอควร ถ้าถังเล็กเกินไปสวิทช์อัตโนมัติต้องทำงานถี่มากขึ้น

(๒) สร้างถังเก็บน้ำไว้ระดับพื้นดินปล่อยน้ำประปาลง เพื่อให้ถูกต้องตามกฎหมายและจะช่วยประหยัดน้ำ เพราะปั๊มจะทำงานเมื่อใช้น้ำเท่านั้น

(๓) ควรสูบน้ำขึ้นถังเก็บให้เต็มแต่อย่าให้ล้น เมื่อใช้น้ำจนเกือบหมดถังจึงเปิดสูบน้ำให้เต็มใหม่ จะได้ไม่ต้องปิดเปิดเครื่องบ่อยโดยไม่จำเป็นเพราะการสูบน้ำย่อมกินไฟมากตอนเริ่มสตาร์ท

(๔) ไม่ควรปล่อยให้ท่อประปารั่ว เพราะการประปาก็ใช้ไฟฟ้าสูบน้ำเหมือนกัน

(๕) เครื่องสูบน้ำเมื่อใช้ไปนาน ๆ แผ่นปะเก็น ซีล หรือลูกยางจะสึกทำให้เครื่องหลวมสูบน้ำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เสียเวลาและเปลืองไฟโดยใช่เหตุควรแก้ไข

(๖) ควรทำความสะอาดตะกอนในถังพักเป็นครั้งคราว เพราะถ้ามีมากอาจเข้าไปอุดตันในเครื่องทำให้เครื่องทำงานหนัก ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งเครื่องกรองน้ำด้วย

๗. <u>เตาอบแห้งไฟฟ้า</u>

การอบแห้ง คือ กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ไปยังวัสดุที่มีความชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยอาศัยความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย หัวข้อที่สำคัญที่สุดในการอบแห้ง คือ การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุอบแห้ง อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

<u>การประหยัดพลังงานของเตาอบไฟฟ้า</u> มีวิธีการดังนี้

(๑) ลดความร้อนสูญเสียส่วนใหญ่ เกิดจากการแผ่ความร้อนออกไปตามผนังเตาการเปิดปิดฝาหรือประตูเตาหรือความร้อนที่ติดออกไปกับภาชนะ หรือรถเข็นที่ใช้นำขึ้นงานเข้าเตา

มาตรการปรับปรุง

- ติดฉนวนความร้อนผนังเตา
- พยายามเปิดปิดฝาเตาให้น้อยครั้งที่สุด
- ทำให้ส่วนที่เป็นช่องเปิดน้อยลง
- ภาชนะและรถเข็นที่ใช้ในการเติมชิ้นงานเข้าเตา ควรใช้วัสดุที่มีความจุความร้อนน้อย
- ภาชนะที่ใช้ไม่ควรให้ใหญ่กว่าชิ้นงานที่ใส่จนเกินความจำเป็น

(๒) ทำการใช้เตาอย่างต่อเนื่อง

การใช้เตาแบบเดิน ๆ หยุด ๆ นั้น เท่ากับเป็นการทิ้งความร้อนที่ใช้ไปในการอุ่นเตาก่อนการใช้งาน เพราะฉะนั้นจึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมาก เพราะฉะนั้นควรจัดขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อให้สามารถใช้เตาได้อย่างต่อเนื่อง

(๓) ใช้ความร้อนที่เหลือให้เป็นประโยชน์

ในกรณีที่ใช้เตาเผาอย่างขาดตอน ถ้าช่วงที่ขาดตอนเป็นช่วงสั้น ก็ให้ปิดฝาเตาไว้ และถ้าไม่เป็นอุปสรรคในการทำงาน ก็ให้ใส่ภาชนะและรถเข็นไว้ในเตา เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อุณหภูมิลดต่ำลง

(๔) จัดวางชิ้นงานในเตาให้เหมาะสม

ชิ้นงานที่นำเข้าเตานั้น การจัดวางตำแหน่งเพื่อให้การให้ความร้อนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ นับว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก

(๕) ทำการควบคุมอุณหภูมิเตา

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ความร้อน และเพิ่มคุณภาพของชิ้นงาน ควรติดรีเลย์ความร้อน (THERMAL RELAY) ไว้เพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิของเตา

(๖) เลือกใช้วัสดุเตาที่มีการเก็บความร้อนได้

ถ้าใช้วัสดุเตาจำพวกเซรามิคไฟเบอร์ ซึ่งมีความจุ ความร้อนน้อยและเป็นฉนวนความร้อนที่ดี จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ ๓๐-๕๐ %