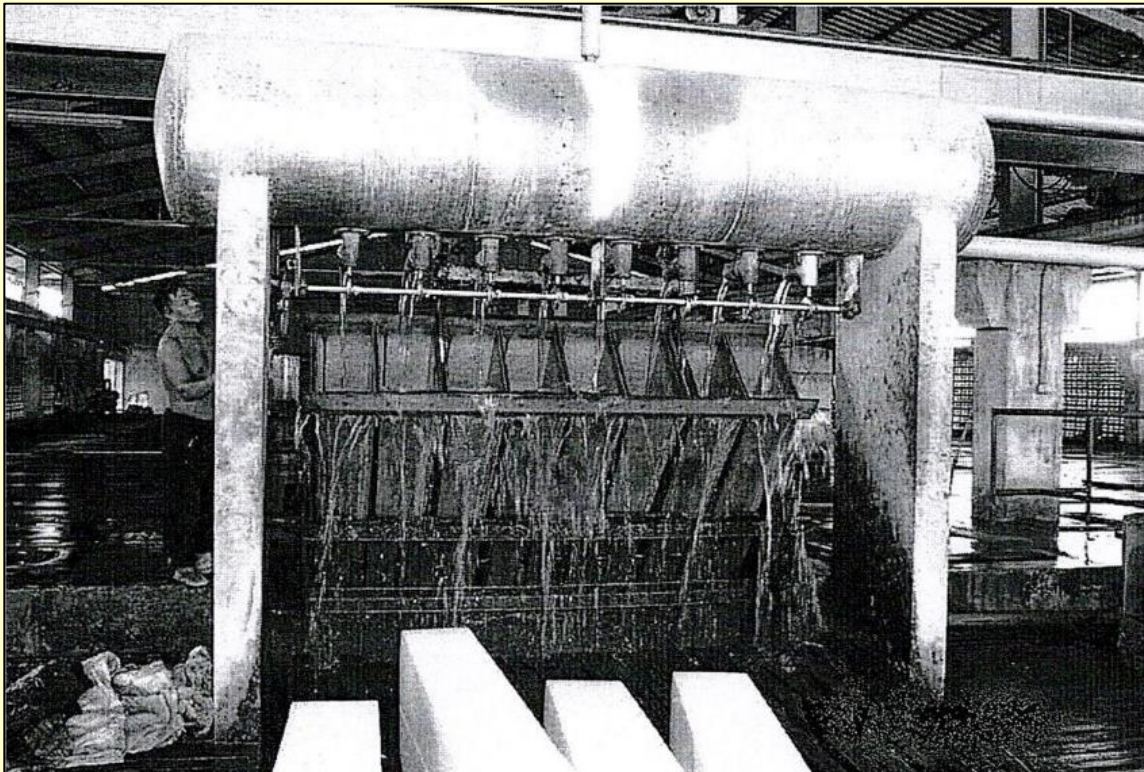


อาจารย์กฤษณะ อาสน์สุวรรณ

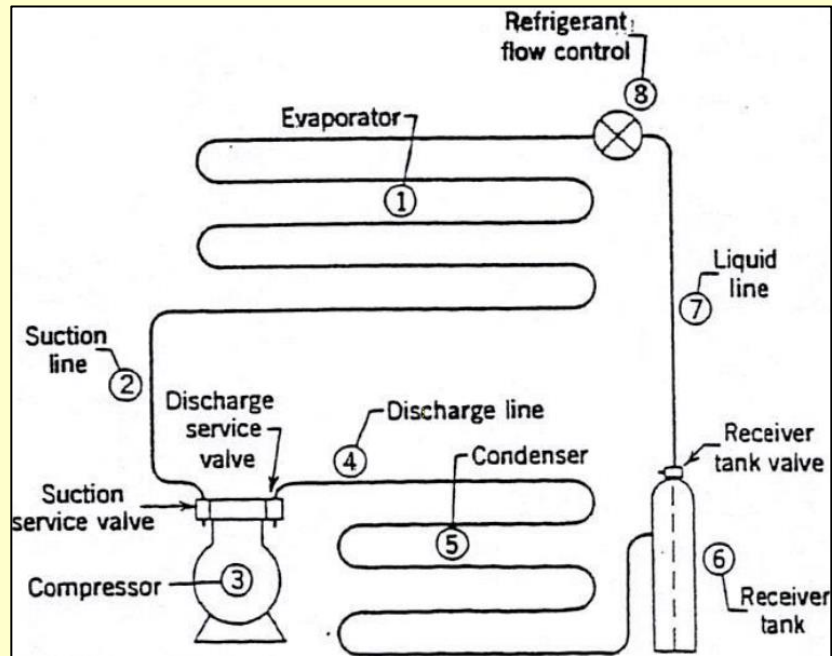
บริษัท เอ็นเนอร์ยี คอนเซอร์เวชั่น เทคโนโลยี จำกัด

แนวทางการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมน้ำแข็ง



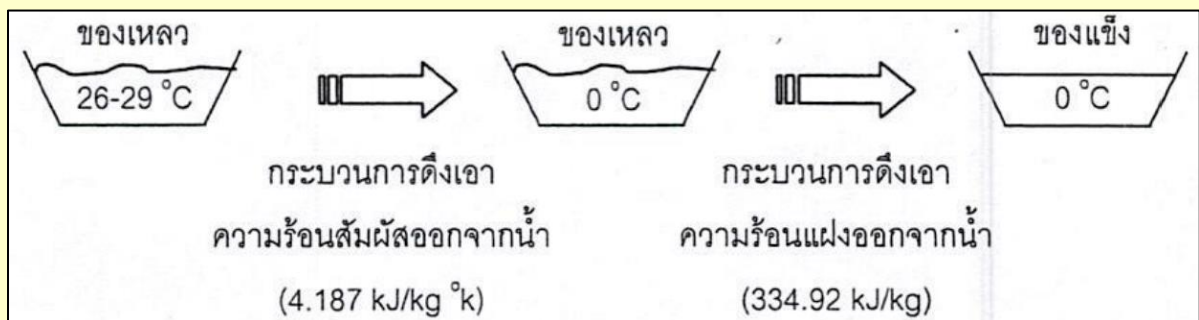
น้ำแข็งมีความสำคัญอย่างมากในการถนอมอาหารเพื่อให้สามารถคงความสด ช่วยให้เราสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น ในกิจการหลายประเภทมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้น้ำแข็งถนอมรักษาอาหารในระหว่างการขนส่งไปยังผู้บริโภค ตั้งแต่กิจการอาหารสดต่างๆ เช่น อาหารทะเล ไก่สด เนื้อ เป็นต้น จนถึงระดับผู้ค้ารายย่อยซึ่งได้แก่ร้านอาหาร ร้านค้าปลีกทั่วไป เหล่านี้มีความจำเป็นต้องใช้น้ำแข็งทั้งบริโภคและแช่อาหารต่างๆ





รูปที่ 1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่ใช้กันในอุตสาหกรรมโรงน้ำแข็ง

ในการผลิตน้ำแข็งต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก โดยใช้หลักการของระบบทำความเย็น (เหมือนตู้เย็นแต่ขนาดใหญ่กว่ามาก) ในการลดอุณหภูมิ (ถึงความร้อนออก) และเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ (ประมาณ 26-29 องศาเซลเซียส) เพื่อให้แข็งตัวเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีกระบวนการดังรูป

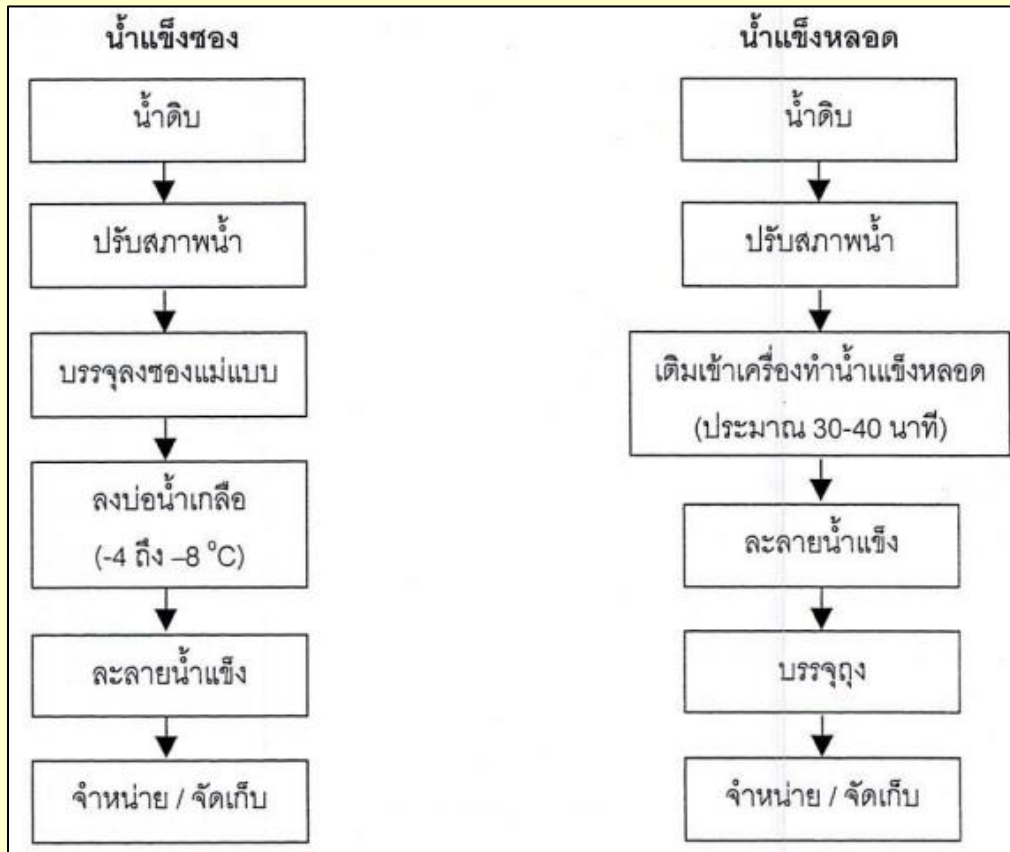


รูปที่ 2 กระบวนการดึงความร้อนออกในการผลิตน้ำแข็ง

อุตสาหกรรมน้ำแข็ง เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 170-300 MJ / ตันผลผลิต (MJ = เมกกะจูล) ขึ้นอยู่กับการจัดการและเครื่องจักรต่างๆ ในโรงงาน ซึ่งการ



ผลิตน้ำแข็งโดยทั่วไปแบ่งตามประเภทของน้ำแข็งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ น้ำแข็งซอง และน้ำแข็งหลอด โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้



รูปที่ 3 แผนผังขั้นตอนการผลิตน้ำแข็ง

การผลิตน้ำแข็งซอง

1) นำน้ำดิบมาผ่านการปรับสภาพน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของน้ำดิบนั้นๆ บางโรงงานใช้แหล่งน้ำดิบ คือน้ำแม่น้ำ ดังนั้นขั้นตอนการปรับสภาพจะดำเนินการดังนี้

- 1.1 บำบัดน้ำจากแม่น้ำเข้าสู่บ่อตกตะกอน
- 1.2 เติมสารส้มเพื่อตกตะกอน และ คลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค ซึ่งปัจจุบันโรงงานบางแห่งมีการใช้เครื่องช่วยเร่งการตกตะกอนเข้ามา ช่วยให้การผลิตน้ำได้ปริมาณมากโดยใช้เวลาการตกตะกอนที่สั้นลง โดยที่บางแห่งยังใช้การตกตะกอนโดยธรรมชาติซึ่งใช้เวลานาน (ประมาณ 2-3 วันบ่อ จึงจะสามารถใช้น้ำได้)



1.3 นำน้ำที่ได้จากขั้นตอนการตกตะกอนเข้าเครื่องกรองและปรับสภาพน้ำ โดยขั้นตอนการกรองทั่วไปจะประกอบไปด้วย การกรองทราย กรองคาร์บอน กรองเรซิน

1.4 นำน้ำปรับสภาพแล้วเข้าเก็บไว้ในถังเก็บ เพื่อรอส่งเข้ากระบวนการผลิตต่อไป

2) นำน้ำที่ผ่านการปรับสภาพจากถังเก็บเติมลงช่องแม่แบบ

3) นำช่องแม่แบบที่เติมน้ำเรียบร้อยแล้วลงในบ่อน้ำเกลือ ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 4 ถึง 29 °c ซึ่งจะใช้เวลาทำน้ำให้แข็งทั่วทั้งก้อนประมาณ 48 ชั่วโมง (2 วัน)

4) ระหว่างขั้นตอนการทำให้น้ำแข็งตัวนั้น จะใช้อากาศที่มีความดันประมาณ 0.3 kg/cm (barg) ซึ่งสูงกว่าบรรยากาศเพียงเล็กน้อย เป่าลงในน้ำที่บรรจุอยู่ภายในช่องจนกระทั่งน้ำในช่องเป็นน้ำแข็งเกือบทั้งหมดจึงหยุดเป่าลม (เป่าประมาณ 40-42 ชั่วโมง) เพื่อให้ น้ำแข็งที่ได้มีความใสสะอาดและบริโภคมากขึ้น

5) เมื่อครบกำหนดเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง น้ำในช่องเป็นน้ำแข็งทั่วทั้งช่อง น้ำออกจากบ่อน้ำเกลือเพื่อทำการละลายน้ำแข็งออกจากช่อง โดยการนำช่องไปจุ่มน้ำ ทำให้น้ำแข็งส่วนบริเวณรอบๆ ที่ติดกับผิวช่องละลายเล็กน้อย น้ำแข็งก็จะหลุดออกจากตัวช่องโดยการนำไปเทออก จะได้น้ำแข็งก้อนเพื่อนำไปแปรรูปส่งจำหน่ายให้ลูกค้า หรือจัดเก็บไว้ในห้องเย็นจำหน่ายในภายหลังต่อไป

การผลิตน้ำแข็งหลอด

1) นำน้ำดิบมาผ่านการปรับสภาพน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของน้ำดิบนั้นๆ โดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการผลิตน้ำแข็งซอง

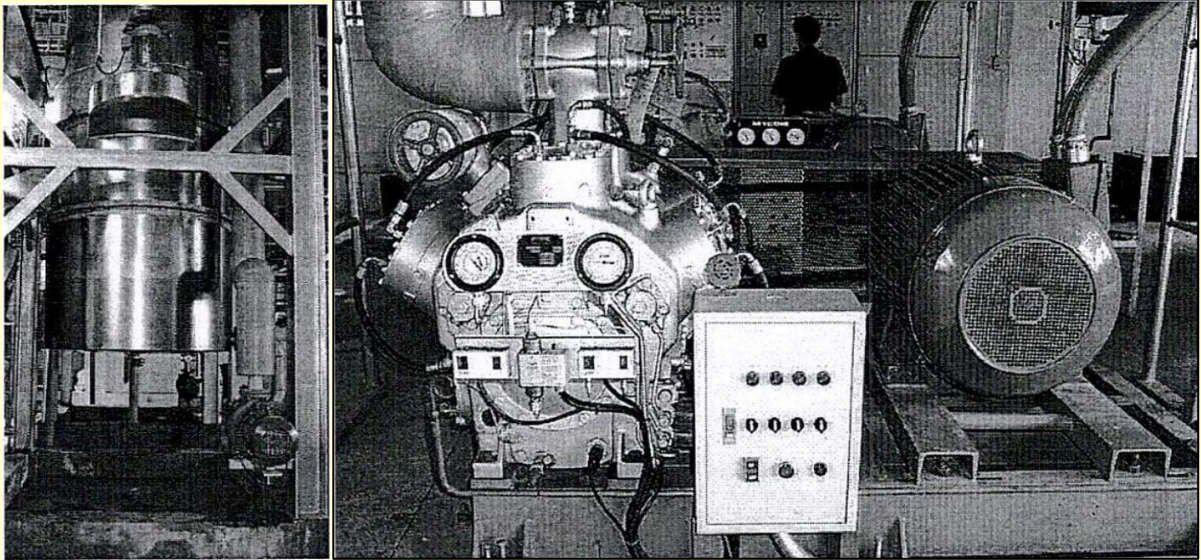
2) น้ำที่ผ่านการปรับสภาพที่ได้จะถูกส่งเข้าไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำด้านล่างของเครื่องทำน้ำแข็งหลอด

3) เริ่มขั้นตอนการทำน้ำแข็ง บีมน์น้ำของเครื่องจะทำการบีมน้ำจากถังเก็บน้ำด้านล่างขึ้นสู่ถังเก็บน้ำด้านบน และถูกปล่อยให้ไหลหมุนเวียนผ่านลงมาในหลอดแม่แบบภายในตัวเครื่องตลอดเวลา โดยบริเวณรอบๆ แม่แบบภายในตัวเครื่องจะได้รับความเย็นจากสารทำความเย็นที่ไหลเวียนบริเวณรอบๆ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาที (สำหรับน้ำแข็งหลอดใหญ่มาตรฐานที่มีขายตามร้านค้าทั่วไป) และประมาณ 20 นาที (สำหรับน้ำแข็งหลอดเล็ก) ในการผลิตน้ำแข็ง 1 ชุด

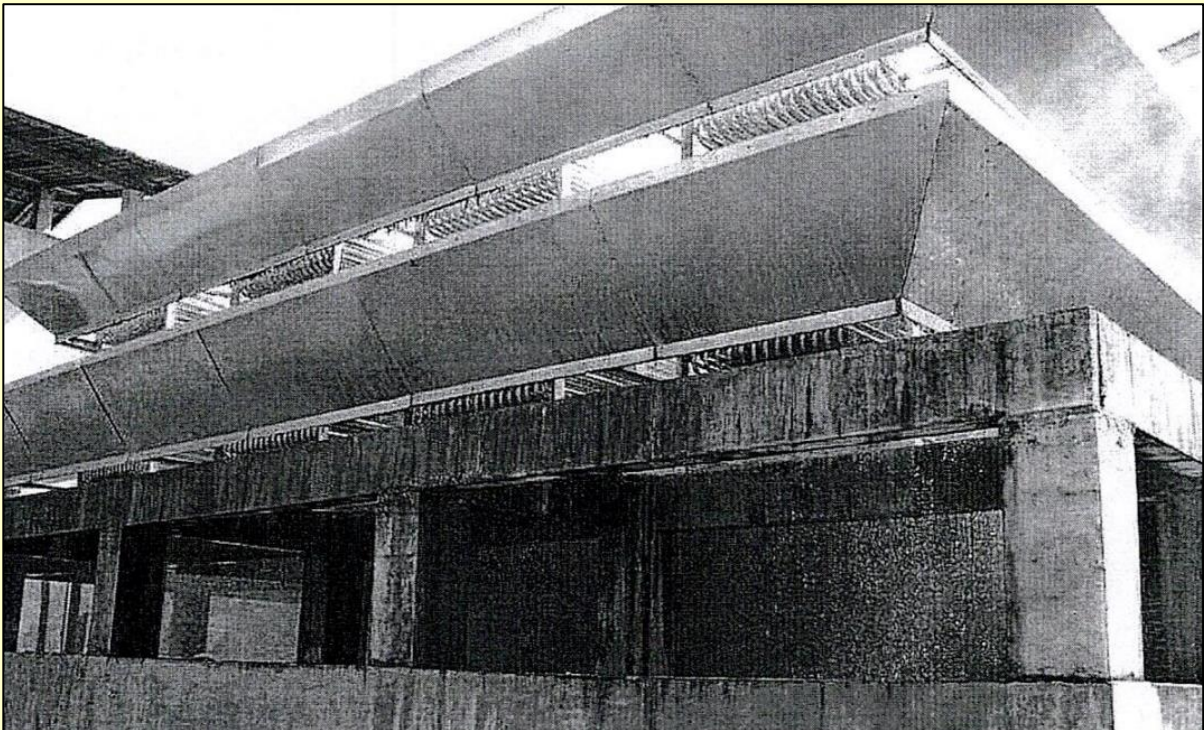
4) หลังจากนั้นเครื่องจะทำการละลายน้ำแข็ง (Defrost) ให้หลุดออกจากแม่แบบ โดยการปล่อยสารทำความเย็นด้านร้อน (ก๊าซร้อนด้าน High Pressure) ผ่านเข้าไปแทนที่สารทำความเย็นเดิมที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อน้ำแข็งละลายจะไหลลงสู่ตะแกรงด้านล่างโดยผ่านใบมีดหมุนตัดเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

5) บรรจุสำหรับจำหน่ายหรือจัดเก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อจำหน่ายต่อไป





รูปที่ 4 เครื่องทำน้ำแข็งหลอด รูปที่ 5 เครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor) ของเครื่องทำน้ำแข็ง



รูปที่ 6 หอระบายความร้อน (Evaporative Condenser) แบบใช้ลมธรรมชาติ ที่นิยมใช้ในโรงงานน้ำแข็ง



จะเห็นว่าในขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งต้องใช้พลังงานจำนวนมากเพื่อผลิตน้ำแข็งดังกล่าว ดังนั้นถ้าโรงงานสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้จะสามารถช่วยให้โรงงานมีผลกำไรมากขึ้นสามารถช่วยประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายต่างๆ ของประเทศชาติได้อีกด้วย ซึ่งต้นทุนในกระบวนการผลิตน้ำแข็งที่สำคัญมีดังนี้

1. ต้นทุนทางด้านน้ำ

1.1 น้ำดิบ (Water) หมายถึงน้ำที่นำเข้ามาเพื่อใช้ผลิตน้ำแข็ง ซึ่งแหล่งน้ำดิบของโรงงานแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไป เช่น น้ำประปา น้ำแม่น้ำ น้ำจากสระที่ขุดขึ้นเอง น้ำบาดาล ซึ่งต้นทุนของน้ำดิบแต่ละแหล่งนั้นก็แตกต่างกันออกไปตามปัจจัยเรื่องของความสะอาด และการส่งจ่ายน้ำ เป็นต้น

1.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ (Water Treatment) ซึ่งต้องมีกระบวนการกรอง การปรับสภาพน้ำ การเติมสารเคมีต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำดิบที่นำเข้ามาและคุณภาพ น้ำ แข็ง ที่ ลู ก ค้า ต้องการ บางโรงงานผลิตน้ำแข็งเพื่อใช้ในการแช่อาหารต้นทุนในการปรับปรุงคุณภาพน้ำก็จะต่ำกว่าการผลิตน้ำแข็งเพื่อใช้บริโภค

1.3 การสูญเสียน้ำในระหว่างกรรมวิธีในการผลิต ซึ่งบางโรงงานมีการสูญเสียในส่วนน้ำสูงถึง 20 % ของน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งทั้งหมด เช่น การรั่วไหลของวาล์วที่ชำรุดต่างๆ ท่อรั่วเนื่องจากมีอายุการใช้งานมานาน และการสิ้นของน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำได้เครื่องทำน้ำแข็งตลอดในขั้นตอนการละลายน้ำแข็ง เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำบางส่วนที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำมาเรียบร้อยแล้วทิ้งไป ต้นทุนทางด้านน้ำของโรงงานเหล่านั้นๆ ก็จะสูงขึ้นทันที

2. ต้นทุนทางด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้ต้นทุนทางด้านไฟฟ้าของแต่ละโรงงานแตกต่างกันส่วนใหญ่นั้นเกิดจากส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

2.1 ประเภทของอัตราค่าไฟฟ้าที่ทางการไฟฟ้าเรียกเก็บจากโรงงาน

2.2 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร / อุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต บางโรงงานใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพดี เลือกใช้อย่างถูกต้อง จะช่วยให้ต้นทุนน้ำแข็งต่ำลง

2.3 การจัดการเดินเครื่องจักร / อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ผ่านมามีพบว่า ต้นทุนของโรงงานส่วนใหญ่มีค่าสูงมาก สาเหตุเกิดจากเรื่องของการขาดการจัดการที่ดีของโรงงานเอง เช่น การเดินเครื่องจักรไม่เหมาะสมกับภาระใน



ระบบ (Load หรือ ปริมาณการจำหน่ายออกของน้ำแข็ง) และการเดินที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ อยู่ในปัจจุบัน ไม่สอดคล้องและไม่เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเรียกเก็บ

ดังนั้นก่อนที่จะเข้าไปถึงเนื้อหาการจัดการและแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิต เราจึงควรที่จะต้องทราบก่อนว่าพื้นฐานการไฟฟ้าเรียกเก็บค่าไฟฟ้ากับผู้ใช้อย่างไร? เพื่อเป็นแนวทางในการทำความเข้าใจในการจัดการกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของเราต่อไป

อัตราค่าไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่โรงงานน้ำแข็งจะถูกจัดเข้าไปอยู่ในประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าและอัตราค่าไฟฟ้า ดังนี้
อัตราปกติ (ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 3 กิจการขนาดกลาง)

อัตรา TOD (ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 3 กิจการขนาดกลาง และประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่)

อัตรา TOU (ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 3 กิจการขนาดกลาง และประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่)

อัตราปกติ

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า
	บาท/กิโลวัตต์		บาท/หน่วย
1. แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	175.70		1.6660
2. แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	196.26		1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	221.50		1.7314

อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD)

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า			ค่าพลังงานไฟฟ้า
	บาท/กิโลวัตต์			บาท/หน่วย
	1*	2*	3*	
1. แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.6660
2. แรงดัน 12-24 กิโลโวลต์	285.05	58.88	0	1.7034
3. แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	332.71	68.22	0	1.7314
1* On Peak	: เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน			
2* Partial Peak	: เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak			
3* Off Peak	: เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า			



อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD)

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า			ค่าพลังงานไฟฟ้า
	บาท/กิโลวัตต์			บาท/หน่วย
	1*	2*	3*	
1. แร่งดัน 69 กิโลวัตต์ขึ้นไป	224.30	29.91	0	1.6660
2. แร่งดัน 12-24 กิโลวัตต์	285.05	58.88	0	1.7034
3. แร่งดันต่ำกว่า 12 กิโลวัตต์	332.71	68.22	0	1.7314
1* On Peak	: เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน			
2* Partial Peak	: เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak			
3* Off Peak	: เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า			

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU)

	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า	
	บาท/กิโลวัตต์		บาท/หน่วย	
	1*		1*	2*
1. แร่งดัน 69 กิโลวัตต์ขึ้นไป	74.14		2.6136	1.1726
2. แร่งดัน 12-24 กิโลวัตต์	132.93		2.6950	1.1914
3. แร่งดันต่ำกว่า 12 กิโลวัตต์	210.00		2.8408	1.2246
ค่าบริการ 228.17 บาท/เดือน				
1* On Peak	: เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์			
2* Off Peak	: เวลา 22.00-09.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์			
	: เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์-วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)			

ที่แสดงไว้ข้างต้นเป็นหลักเกณฑ์การเรียกเก็บค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง กรณีเป็นการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการเปลี่ยนแปลงเพียงระดับแรงดันในการส่งจ่ายเท่านั้น ส่วนค่าไฟฟ้าและหลักเกณฑ์ในการเรียกเก็บนั้นเหมือนกันทุกประการ โดยเทียบเท่ากันดังแสดงไว้ด้านล่าง



ระดับแรงดันในการส่งจ่าย	การไฟฟ้านครหลวง	เทียบเท่า	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
	69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	————>	69 กิโลโวลต์ขึ้นไป
	12-24 กิโลโวลต์	————>	22-33 กิโลโวลต์
	ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	————>	ต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์

จะเห็นว่า แต่ละอัตราจะมีการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการเดินเครื่องจักรจึงต้องพิจารณาถึงวิธีการเรียกเก็บค่าไฟฟ้างกล่าวด้วย เพื่อให้ต้นทุนทางด้านไฟฟ้าในการผลิตน้ำแข็งมีค่าต่ำที่สุด

แนวทางการจัดการทางด้านไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. การลดและควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand Control)

1.1 การจัดการเดินเครื่องจักร / อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับภาระ (ปริมาณการทำน้ำแข็ง) และเหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวัน จะเห็นว่า อัตรา TOD มีการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน โดยอัตรา TOD จะมีการเรียกเก็บ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดตามช่วงเวลาของวัน ในช่วงเวลา 18.30-21.30 น. ค่าพลังไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท / กิโลวัตต์) มีราคาสูงที่สุด ส่วนค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy หรือเรียกว่า ค่าหน่วย : kWh) อัตราเดียวตลอดเวลา ดังนั้นเราควรพิจารณาลดจำนวนการเดินหรือหยุดเครื่องจักรที่ใช้พลังงานมากในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งถ้ามองในกรณีของโรงงานน้ำแข็งก็น่าจะเป็น เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) ซึ่งใช้ไฟฟ้าประมาณ 80%-90% ของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 1 โรงงานแห่งหนึ่งในเวลาปกติเดินเครื่องทำความเย็น 2 เครื่อง ใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องละ 200 kW. ในช่วงเวลา 18.30-21.20 น. ควรหยุดเดินเครื่องอัดลง 1 เครื่อง จะช่วยให้สามารถลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของโรงงานลงได้ดังนี้ (โรงงานใช้ไฟฟ้าอัตรา TOD ระดับแรงดัน 12-24 กิโลโวลต์)

$$= 200 \text{ KW} \times 285.05 \quad \text{บาท / กิโลวัตต์}$$

$$= 57,010 \quad \text{บาท / เดือน}$$

ถ้าสามารถดำเนินการได้ทุกเดือนอย่างสม่ำเสมอจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ทั้งสิ้น

$$= 57,010 \times 12$$

$$= 684,120 \quad \text{บาท / ปี}$$

จากประสบการณ์ของผู้เขียนเห็นว่าทุกโรงงานที่เสียค่าไฟฟ้าในอัตรา TOD สามารถใช้หลักวิธีการดังกล่าวข้างต้นได้ทั้งสิ้น ซึ่งบางโรงงานสามารถหยุดการเดินเครื่องทำความเย็นทั้งหมดได้ตลอดช่วงเวลา 3 ชั่วโมง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตแต่อย่างใด เพราะอุณหภูมิของน้ำเกลือภายในบ่อทำน้ำแข็งนั้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียสต่อ 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการนำน้ำแข็งออกจำหน่าย ณ เวลานั้นๆ ด้วย ซึ่งปกติ



ในช่วงเวลาดังกล่าว โรงงานส่วนใหญ่จะไม่ค่อยมีการจำหน่ายน้ำแข็งมากนัก จึงสามารถดำเนินการได้โดยไม่เกิดปัญหา ซึ่งถ้าสามารถดำเนินการได้ผลประหยัดค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นอีกมหาศาล

ข้อควรระวัง - ต้องรักษาพฤติกรรมการทำงานดังที่แนะนำเป็นประจำทุกวันในเดือนนั้นๆ หากผิดพลาดเนื่องจากลืม หรือ ปิดเครื่องหลังเวลา 18.30 น. ไป จะทำให้ต้องเสียผลประหยัดดังกล่าวไปอย่างน่าเสียดาย ซึ่งแม้เพียง 1 วันในรอบหนึ่งเดือนนั้นๆ ก็ไม่ได้ เนื่องจากการไฟฟ้าจะเฝ้ามองพฤติกรรมการใช้พลังงานและพลังงานไฟฟ้า (โดยมิเตอร์การไฟฟ้า) ในทุกช่วงเวลาของเดือน

- อุณหภูมิน้ำเกลือภายในบ่อควรเพียงพอต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ (1 องศาเซลเซียส/ชั่วโมง) ซึ่งอุณหภูมิวิกฤติของน้ำเกลือภายในบ่อจะต้องไม่สูงเกินกว่า 4 องศาเซลเซียส เพราะจะส่งผลทำให้น้ำแข็งภายในช่องที่แช่อยู่ในบ่อละลายและลอยตัวขึ้น ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้ ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อก่อนดับเครื่องจักรจึงควรมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า -7 องศาเซลเซียส ซึ่งส่วนใหญ่อุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า -7 องศาเซลเซียส อยู่แล้ว

1.2 การติดตั้งใช้งานเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงและการบำรุงรักษา ในอุตสาหกรรมโรงงานน้ำแข็งส่วนใหญ่ยังขาดการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่างๆ ที่ดี ส่งผลให้การทำงานของเครื่องมีประสิทธิภาพต่ำลง นั่นหมายถึงการใช้พลังงานจะเพิ่มสูงขึ้นเพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาเท่าเดิม ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่ง คือ การเลือกใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพต่ำในการติดตั้งใช้งาน สาเหตุอาจมาจากต้นทุนทางด้านราคาของเครื่องจักร (First Cost) ซึ่งมีราคาค่าต่ำกว่าเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง (High Efficiency) แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนในการทำงานของเครื่องจักรแล้ว (Operating Cost) จะมีค่าสูงกว่า เช่น การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยโรงงานน้ำแข็งจะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องจักรต่างๆ คือ เครื่องอัดน้ำยา (Compressor) บั๊มลม (Air Blower) บั๊มน้ำ (Water Pump) ใบบดน้ำเกลือ , รอกเครน (Crane) เป็นต้น การเลือกมอเตอร์ใช้งานในกรณีติดตั้งใหม่หรือทดแทนของเดิมที่ชำรุดควรพิจารณาเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Motor) ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายแล้วทุกขนาด และมีให้เลือกหลายยี่ห้อ ดังตาราง อีกทั้งมีผลตอบแทนการลงทุนที่คุ้มค่ามาก เนื่องจากพฤติกรรมการทำงานของโรงงานน้ำแข็งนั้นเครื่องจักรที่มีมอเตอร์เป็นต้นกำลังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นส่วนใหญ่จะทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และทำงานทุกวันตลอดปี ทำให้ผลประหยัดที่ได้กลับมานั้นมีมูลค่ามากขึ้นตามเวลาในการทำงาน ดังนั้นผลตอบแทนจึงมีความคุ้มค่าและคืนทุนได้เร็ว ซึ่งโดยทั่วไประยะเวลาคืนทุนจะไม่เกิน 5 ปี

ตัวอย่างที่ 2 โรงงานแห่งหนึ่งมีการติดตั้งใช้งานมอเตอร์เพื่อขับบั๊มลม (Air Blower) ใช้เป่าลมในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยให้น้ำแข็งมีความใส โดยมีขนาดของมอเตอร์ 11 kW (15 HP) ประสิทธิภาพ 86.5% หากพิจารณาเปลี่ยนใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากของเดิมชำรุดไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ซึ่งมีประสิทธิภาพ 91.0% มอเตอร์ทำงานที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load = 100%) จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ คือ



จากสมการ ประสิทธิภาพมอเตอร์ (η) = กำลังงานเพลลา (kW) / พลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้า (kW)

$$\text{- พลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์เดิม (ธรรมดา)} = \text{กำลังงานเพลลา}_{\text{เดิม}} / \eta_{\text{เดิม}}$$

$$= 11 / (86.5/100)$$

$$= 12.72 \text{ kW}$$

$$\text{- พลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์ใหม่}$$

$$= \text{กำลังงานเพลลา}_{\text{ใหม่}} / \eta_{\text{เดิม}}$$

$$\text{(ประสิทธิภาพสูง)} = 11 / (91.0/100)$$

$$= 12.09 \text{ kW}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = [(12.72-12.09) / 12.72] \times 100\%$$

$$= 4.95\%$$

ดังนั้นถ้ามีการใช้งานตลอดเวลา 24 ชั่วโมง 365 วัน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เดิมจะได้

$$= 12.72 \times 24 \times 365$$

$$= 111,427.20 \text{ kWh/ปี}$$

และเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะมีการใช้พลังงานลดลงเหลือ

$$= 12.09 \times 24 \times 365$$

$$= 105,908.40 \text{ kWh/ปี}$$

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ทั้งสิ้น

$$= 111,427.20 - 105,908.40$$

$$= 5,518.80 \text{ kWh/ปี}$$

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยประมาณ 2.50 บาท / kWh

คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ทั้งสิ้น

$$= 5,518.80 \times 2.50$$

$$= 13,797 \text{ บาท/ปี}$$

นี้เป็นเพียงมอเตอร์เพียงชุดเดียวเท่านั้น ซึ่งราคาของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขนาด 11 KW มีราคาประมาณตัวละ 35,000-38,000 บาท/ตัว จะเห็นว่าการลงทุนดังกล่าวจะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3 ปีเท่านั้น

2. การลดและควบคุมพลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการผลิตและเหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้า

การคิดค่าไฟฟ้าอัตราปกติ (ประเภท 3 ซึ่งปัจจุบันการไฟฟ้ากำลังรณรงค์ให้เปลี่ยนไปใช้อัตรา TOU) นั้นจะเห็นว่า ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand) เราไม่สามารถจัดการอะไรได้มากเหมือนดังเช่นอัตรา TOD แต่เมื่อพิจารณาค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy) หรือที่เราเรียกกันทั่วไปว่า หน่วยไฟฟ้า แล้วเราสามารถลดลงได้โดยลดใน



ส่วนที่เกินความจำเป็น ในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่ผู้ควบคุมดูแลการเดินเครื่องจักร (ช่าง) จะเดินเครื่องอัดน้ำยา หรือที่เรียกว่า คอมเพรสเซอร์ (Compressor) และอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเกินความจำเป็นอยู่มาก ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ่อน้ำเกลือมีอุณหภูมิตำมากจนเกินความจำเป็นเท่าที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการเข้าไปดำเนินการสำรวจพบว่าบางช่วงเวลาอุณหภูมิลดต่ำลงถึง -12 ซึ่งจะเห็นว่ามีการทำงานของเครื่องจักรที่เกินความจำเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าตามมาอย่างมหาศาล จึงควรควบคุมให้อยู่ในช่วงที่กำหนดเมื่อเห็นว่ามีอุณหภูมิภายในบ่อน้ำเกลือมีค่าลดต่ำลงมากกว่าที่กำหนดไว้ควรจะหยุดหรือลดจำนวนเครื่องจักรทันทีเพื่อประหยัดพลังงาน

ถ้าเป็นอัตรา TOU จะเห็นว่าการคิดค่าไฟฟ้าจะแตกต่างจากอัตราปกติและ TOD โดยสิ้นเชิงเนื่องจากอัตรา TOU จะคิดค่าพลังงานไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้ ช่วงที่ผู้ใช้จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 9.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์ (2.6950 บาท/kWh) และจะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าถูกช่วงเวลา 22.00-9.00 น. ของวันจันทร์-วันศุกร์ และวันเสาร์ วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตลอดทั้งวัน (1.1914 บาท/kWh) จะเห็นว่าค่าพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน (1.5036 บาท/kWh) จึงควรให้ความสำคัญในการเดิน-หยุดเครื่องจักรในช่วงเวลา 9.00-22.00 น. เป็นอย่างมาก ส่วนใดที่สามารถหยุดการเดินในช่วงเวลาดังกล่าวได้ควรหยุด และไปเริ่มเดินในช่วงเวลา 22.00-9.00 น. แทน ซึ่งสามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้โดยดำเนินการดังเช่นตัวอย่างที่ 1 โดยถ้าปกติเดินเครื่องทำความเย็น 2 เครื่อง ควรหยุดเดินลง 1 เครื่อง ให้เหลือการทำงานเพียงเครื่องเดียวเพื่อเลี้ยงอุณหภูมิภายในบ่อน้ำเกลือไว้ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ครึ่งหนึ่งของการเดินปกติเลยทีเดียว หรือเราลองมาดูตัวอย่างด้านล่างซึ่งเป็นกรณีที่โรงงานมีการผลิตทั้งน้ำแข็งซอง (น้ำแข็งก้อน) และน้ำแข็งหลอด ในโรงงานเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 3 โรงงานแห่งนี้มีการผลิตน้ำแข็งซอง และน้ำแข็งหลอด โรงงานเสียค่าไฟฟ้าประเภท 3 กิจการขนาดกลาง อัตรา TOB ระดับแรงดัน 22-33 กิโลโวลต์ น้ำแข็งซองจะดำเนินการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนน้ำแข็งหลอดจะดำเนินการผลิตวันละประมาณ 4 ชั่วโมง แนวทางที่สามารถดำเนินการเพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้ามีดังนี้

แนวทางดำเนินการ โรงงานควรผลิตน้ำแข็งหลอดในช่วงเวลา 22.00-9.00 น. เนื่องจากค่าพลังงานไฟฟ้ามีราคาถูก อีกทั้งไม่มีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาดังกล่าวอีกด้วย มาลองเปรียบเทียบตัวเลขดูซักนิด

การใช้พลังไฟฟ้าของระบบทำน้ำแข็งหลอด = 200 kW (รวมอุปกรณ์ประกอบการทำงาน)

ระยะเวลาในการทำน้ำแข็งหลอดต่อน้ำแข็ง 1 ชุด (Batch) = 40 นาที (รวมระยะเวลาละลาย : Defrost)



กรณีที่ 1 ผลิตน้ำแข็งตลอดช่วงเวลา 9.00-22.00 น.

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= \text{พลังไฟฟ้าที่ใช้จริง} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน} / \text{วัน} \times \text{วันทำงาน} / \text{ปี} \\ &= 200 \times 4 \times 365 \\ &= 292,000 \text{ kWh} / \text{ปี} \text{ ค่า} \\ \text{พลังงานไฟฟ้า} &= 292,000 \times 2.6950 \\ &= 786,940 \text{ บาท} / \text{ปี} \\ \text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด} &= \text{พลังไฟฟ้าที่ใช้จริง} \times \text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด} / \text{กิโลวัตต์} \times 12 \text{ เดือน} \\ &= 200 \times 132.93 \times 12 \\ &= 319,032 \text{ บาท} / \text{ปี} \\ \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น} &= 786,940 + 319,032 \\ &= 1,105,972 \text{ บาท} / \text{ปี} \end{aligned}$$

กรณีที่ 2 ผลิตน้ำแข็งตลอดช่วงเวลา 22.00-9.00 น.

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= 292,000 \text{ kWh} / \text{ปี} \\ \text{ค่าพลังงานไฟฟ้า} &= 292,000 \times 1.1914 \\ &= 347,888.80 \text{ บาท/ปี} \\ \text{ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด} &= \text{ไม่เสียค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด} \\ \text{คิดเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น} &= 347,888.80 \text{ บาท} / \text{ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัดที่ลดลงทั้งสิ้น} &= \text{ค่าใช้จ่ายรวม กรณีที่ 1} - \text{ค่าใช้จ่ายรวม กรณีที่ 2} \\ &= 758,083.20 \text{ บาท} / \text{ปี} \end{aligned}$$

จะเห็นว่าเพียงแค่การจัดการผลิตให้เหมาะสมโดยการเลื่อนเวลาในการทำงาน เราก็สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าได้เป็นเงินจำนวนมาก ช่วยให้ต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งของโรงงานลดลงนั้นก็หมายถึงผลกำไรที่เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งที่ได้นำเสนอมาทั้งหมดในข้างต้นนั้นเป็นเพียงแนวทางส่วนหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าเท่านั้น ยังมีส่วนอื่นๆ อีกมากมายในการดำเนินการเพื่อประหยัดและลดค่าใช้จ่าย เช่น การลดการสูญเสียใน กระบวนการผลิต การนำความเย็นจากน้ำเย็นสำหรับล้างน้ำแข็งกลับมาใช้ประโยชน์ การดูแลและบำรุงรักษาระบบ เป็นต้น ซึ่งจะได้นำเสนอและมาทำความเข้าใจกันฉบับต่อไป

