หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

กรรมวิธี – การผลิตน้ำแข็งชนิดต่าง ๆ

ก. วิธีการผลิตน้ำแข็งซอง (Block - Ice Maker)

การผลิตน้ำแข็งซอง โดยทั่วไปจะนิยมทำเป็นก้อนใหญ่ขนาด ๓๐๐ ถึง ๔๐๐ ปอนด์ (กว้าง ๒๘๐ มิลลิเมตร ยาว ๕๗๐ มิลลิเมตร สูง ๑,๑๔๕ มิลลิเมตร)

กรรมวิธีการผลิตโดยย่อ มีดังนี้

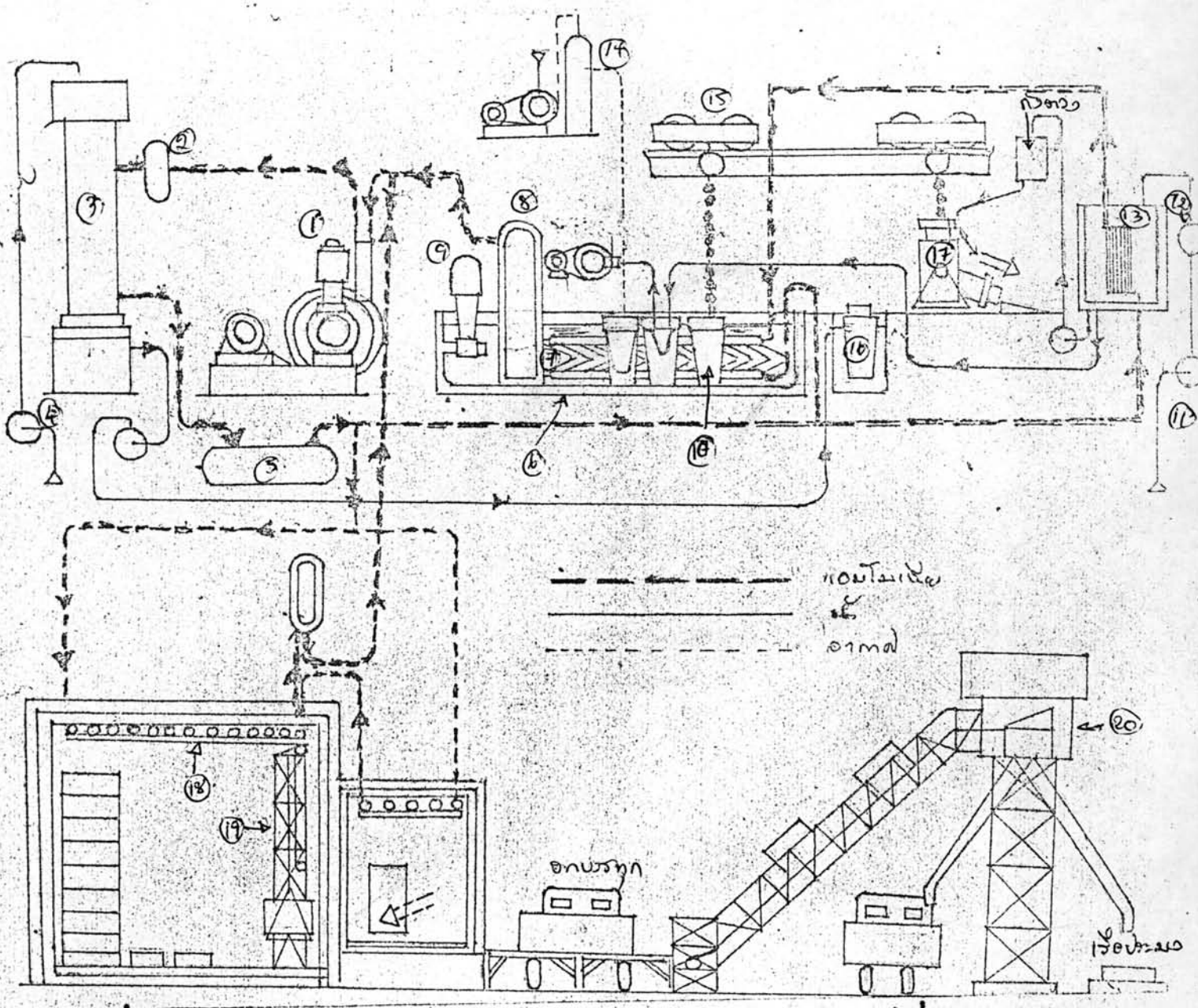
ใส่น้ำดิบลงในถังน้ำแข็ง (ซอง) แล้วนำทั้งซองนั้นลงจุ่มในบ่อน้ำเกลือ ภายในบ่อน้ำเกลือจะมีขดท่อแอมโมเนียแช่อยู่ แอมโมเนียเหลวซึ่งอยู่ในขดท่อ จะดูดความร้อนในถังน้ำแข็ง (ซอง) เมื่อแอมโมเนียเหลวได้รับความร้อนจะกลายเป็นแก๊สเคลื่อนตัวไปตามขดท่อเข้าสู่ห้องเครื่องจักรเพื่อกลายสภาพมาเป็นของเหลวใหม่ เมื่อเป็นของเหลวแล้วก็จะไหลกลับลงสู่บ่อน้ำเกลืออีก หมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำดิบในถังน้ำแข็ง (ซอง)แข็งตัว โดยจะเริ่มแข็งตัวจากรอบนอกก่อนแล้วจึงจะแข็งตัวทั้งหมดก้อน ซึ่งเมื่อถอดน้ำแข็งออกจากซองแล้ว เราจะสังเกตเห็นว่าใส้ภายในซองแท่งน้ำแข็งจะมีสีขาวขุ่นหรือบางซองน้ำแข็งด้านในไม่แข็งตัวพอยังเป็นร่องอยู่ก็มี กรรมวิธีผลิตแบบนี้ใช้เวลานานกว่ากรรมวิธีแบบอื่น กว่าน้ำดิบจะแข็งตัวทั้งลูกเต็มซอง จะต้องใช้เวลาถึง ๔๐ – ๔๘ ชั่วโมงหรือสองวันสองคืน

---

๑ Raymond C.Gunther. Refrigeration Air Conditioning and Cold Storage. 2d ed Pennslyvania : Chilton, 1975

รูปที่ ๑๐.

แผนผังกระบวนการผลิตแอมโมเนีย



๑. เครื่องดูดแอมโมเนีย
๒. เครื่องแยกน้ำมัน
๓. เครื่องควบแน่น
๔. เครื่องสูบน้ำเข้าคอนเดนเซอร์
๕. ถังรวมแอมโมเนียเหลว
๖. บอน้ำเกลือ
๗. ขดท่อแอมโมเนีย
๘. ถังกัก
๙. เครื่องกวนน้ำเกลือ
๑๐. ถังน้ำแข็ง (ของ)
๑๑. เครื่องสูบน้ำหมุน
๑๒. เครื่องกรองน้ำ
๑๓. เครื่องทำความเย็นขั้นต้น
๑๔. เครื่องเผาอากาศ
๑๕. ปั๊มชุ่น
๑๖. ถังชุม
๑๗. เครื่องเคาะถัง
๑๘. ขดท่อแอมโมเนีย
๑๙. เครื่องชุบน้ำแข็ง
๒๐. เครื่องยอยน้ำแข็ง

รูปที่ ๑ ก. แสดงแผนผังภายในโรงงานซึ่งมีกำลังผลิตน้ำแข็ง ๒๐ ตันต่อวัน (ประมาณ ๑๕๐ ซองต่อวัน) ได้แบ่งห้องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการผลิตไว้ถึง ๓ ห้อง คือ

๑. ห้องเครื่องจักร ขนาดกว้าง ๗.๕ เมตร × ๗.๕ เมตร

๒. ห้องผลิตน้ำแข็ง ขนาด ๗.๕ เมตร × ๒๐.๐ เมตร สูงวัดภายใน ๔.๘ เมตร

๓. ห้องเก็บน้ำแข็ง ขนาด ๗.๕ เมตร × ๑๕.๐ เมตร สูงวัดภายใน ๔.๘ เมตร

ในบางโรงงานที่เป็นโรงงานขนาดใหญ่ อาจจะมีห้องเก็บน้ำแข็งชั่วคราวอีกห้องหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้คุณภาพของที่เก็บเสียไปในการเปิดปิดประตูห้องใหญ่ เมื่อผลิตน้ำแข็งเสร็จแล้วก็นำเข้าเก็บในห้องเก็บชั่วคราวก่อนรอการขนส่ง

อุปกรณ์ในห้องเครื่องจักร มีดังนี้

๑. เครื่องดูดแอมโมเนีย (Ammonia Compressor)

๒. เครื่องแยกน้ำมัน (Oil Seperator)

๓. เครื่องควบแน่น (Condensor)

๔. เครื่องสูบน้ำ (Cooling water pump)

๕. ถังรวมแอมโมเนียเหลว (Liquid Ammonia Receiver)

การทำงานของส่วนต่าง ๆ ในห้องเครื่องจักร

เครื่องดูดแอมโมเนีย จะดูดแอมโมเนียออกมาจากขดท่อที่อยู่ในบ่อน้ำเกลือเข้ามาในเครื่อง เกิดการอัดตัวของแอมโมเนียทำให้มีโมเลกุลมากที่สุดแล้วก็จะผ่านไปเข้า

---

๒ ส่งเสริมเทคโนโลยี่ (ไทย – ญี่ปุ่น), สมาคม. อุตสาหกรรมโรงงานขนาดย่อม ๔ ธีรานุสรณ์การพิมพ์ ๒๕๑๔

เครื่องแยกน้ำมัน ซึ่งอาจมีปะปนอยู่ในแก๊สแอมโมเนียที่รวมตัวกันนั้น แก๊สแอมโมเนียที่บริสุทธิ์ (ภายหลังจากที่แยกน้ำมันออกแล้ว) จะถูกส่งเข้าเครื่องควบแน่น เปลี่ยนสภาพแอมโมเนียจากแก๊สมาเป็นของเหลวโดยวิธีถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ซึ่งสูบขึ้นมาโดยเครื่องสูบน้ำแอมโมเนียเหลวก็จะไหลไปรวมตัวกันในถังรวมแอมโมเนียเหลว เพื่อส่งเข้าห้องผลิตน้ำแข็งและส่งเข้าห้องเก็บน้ำแข็งต่อไป

อุปกรณ์ในห้องผลิตน้ำแข็ง มีดังนี้

๑. บ่อน้ำเกลือ (Freezing tank, Ice - Making tank)

๒. ขดท่อแอมโมเนีย (Coil)

๓. ถังกัก (Accumulator)

๔. เครื่องกวนน้ำเกลือ (Brine Agitator)

๕. ถังน้ำแข็ง (ซอง) (Ice Can)

๖. เครื่องสูบน้ำ (Raw water pump)

๗. เครื่องกรองน้ำ (Water Filter)

๘. เครื่องทำความเย็นขั้นต้น (Fore Cooler)

๙. เครื่องเป่าอากาศ (Air Blower)

๑๐. ปั้นจั่น (Crane)

๑๑. ถังจุ่ม (Bip tank)

๑๒. เครื่องเทถัง (Can clump)

การทำงานของส่วนต่าง ๆ ในห้องผลิตน้ำแข็ง

จะเริ่มด้วยการใช้เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำดิบจากแม่น้ำลำคลองหรือบ่อบาดาลขึ้นมาทิ้งไว้ในบ่อซิเมนต์เพื่อให้ตกตะกอนทำให้น้ำใส และเติมคลอรีนและสารส้มฆ่าเชื้อโรคแล้วจึงให้น้ำดิบนี้ผ่านเครื่องกรองน้ำ แล้วจึงไปผ่านเครื่องทำความเย็นขั้นต้น ภายในเครื่องนี้จะมีขดท่อแอมโมเนียซึ่งต่อมาจากห้องเครื่องอยู่ เมื่อน้ำผ่านขดท่อจะลดอุณหภูมิลงไป ประมาณ ๑๐° เซนติเกรด เหตุที่ต้องให้น้ำผ่านเครื่องทำความเย็นขั้นต้นก่อนก็เพื่อลดเวลาในการผลิต

ลงและลดต้นทุนการผลิตลงได้บ้าง น้ำที่อุณหภูมิลดลง ๑๐° เซนติเกรดแล้วนี้ก็จะถูกบรรจุในถังน้ำแข็ง (ซอง) โดยใช้ปั้นจั่นยกลงจุ่มในบ่อเกลือขนาดยาว ๑๔.๒๐ เมตร กว้าง ๖.๓๐ เมตร ลึก ๑.๒๐ เมตร บรรจุถังน้ำแข็งได้ ๓๒๐ ซอง สำหรับโรงงานที่มีกำลังผลิตวันละ ๒๐ ตัน

ในที่นี้ ใคร่จะกล่าวถึงบ่อน้ำเกลือซึ่งบรรจุถังน้ำแข็งนั้น มีอยู่ ๓ แบบ คือ บ่อน้ำเกลือในโรงงานขนาดเล็ก จะจัดช่องวางถังน้ำแข็งแบบเดี่ยว โดยระหว่างตัวถังจะมีขดท่อแอมโมเนียกั้นอยู่

ถ้าเป็นโรงงานขนาดกลาง จะเป็นระบบถังแผด คือถังน้ำแข็งวางติดกันสองถัง แล้วจึงมีขดท่อกั้น

ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่มีกำลังผลิตเกิน ๓๐ ตันต่อวัน จะใช้ระบบถังน้ำแข็งหลายถัง ซึ่งถูกยึดรวมกันเป็นชุดแล้วจึงจะมีขดท่อกั้น

ไม่ว่าจะเป็นบ่อน้ำเกลือของโรงงานขนาดใด ภายในบ่อจะมีน้ำเกลือซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ ๑.๒ บรรจุอยู่เกือบเต็ม ด้านข้างและพื้นของบ่อน้ำเกลือ มีฉนวนกันความร้อนบุอยู่โดยรอบ เมื่อเริ่มทำการผลิตน้ำเกลือจะถูกกวนโดยเครื่องกวนเพื่อให้โมเลกุลของน้ำเกลือสั่นสะเทือน และดูดความร้อนจากถังน้ำแข็งได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกันนั้นแอมโมเนียเหลวภายในขดท่อก็จะดูดความร้อนจากน้ำเกลือด้วย

ภายในบ่อน้ำเกลือ จะต้องติดตั้งถังกักเพื่อเอาไว้กรองแก๊สแอมโมเนียที่จะผ่านออกไปห้องเครื่อง เพราะขณะที่น้ำในถังน้ำแข็งเย็นลงจนถึง – ๑๐° ถึง – ๑๑° เซ็นติเกรด แอมโมเนียบางส่วนภายในขดท่ออาจจะระเหยไม่หมด ทำให้เกิดเป็นละอองเล็ก ๆ ปะปนอยู่กับแก๊สที่ระเหยแล้ว ถ้าโรงงานใดไม่ติดตั้งถังกัก โดยปล่อยให้ละอองแอมโมเนียผ่านเข้าสู่เครื่องควบแน่น ก็จะทำให้เครื่องควบแน่นแสีย ไม่สามารถเปลี่ยนแอมโมเนียจากแก๊สเป็นของเหลวได้ในเวลาที่กำหนด

น้ำในถังน้ำแข็งจะเริ่มแข็งตัวในบริเวณขอบนอกก่อน ดังนั้น ตะกอนหรือฝุ่นผงต่าง ๆ จึงมาเกาะรวมตัวกันตรงใส้กลางของก้อนน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งดูสกปรก เพื่อ

ที่จะแก้ไขให้น้ำแข็งอยู่ในสภาพที่ดีตลอดทั้งก้อน บางโรงงานใช้วิธีดูดเอาน้ำที่ขุ่นตรงกลางออกเสียแล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่ แต่บางโรงงานอาจใช้วิธีเป่า โดยติดตั้งหม้อลมและส่งลมมาตามท่อลงสู่แกนกลางของก้อนน้ำแข็ง เพื่อเป่าให้ฟุ้นละอองต่าง ๆ กระจายตัวทั่วทั้งก้อน ทำให้น้ำแข็งเหล่านั้นมีสีใสสม่ำเสมอน่าดูขึ้น

เมื่อน้ำแข็งในถัง (ซอง) แข็งตัวเต็มที่แล้ว ปั้นจั่นซึ่งติดตั้งอยู่บนเพดานในห้องผลิตน้ำแข็งจะเลื่อนมายกถังน้ำแข็งขึ้นเพื่อนำไปลงจุ่มในถังจุ่ม น้ำในถังจุ่มเป็นน้ำที่ออกมาจากเครื่องควบแน่นที่ดูดความร้อนจากแก๊สแอมโมเนียไว้ จึงมีอุณหภูมิสูง ทำให้น้ำแข็งละลายออกมาจากถังน้ำแข็ง (ซอง) ได้โดยง่าย

ในบางโรงงานจะไม่ใช้ถังจุ่ม แต่ใช้น้ำฉีดที่ปากของถังน้ำแข็ง ต่อจากนั้นปั้นจั่นจะยกถังน้ำแข็งขึ้นบนเครื่องเทถัง เครื่องเทถังจะคว่ำถังน้ำแข็งลง ทำให้ก้อนน้ำแข็งหลุดออกมาแล้วเลื่อนเข้าไปสู่ห้องเก็บน้ำแข็งต่อไป

อุปกรณ์ในห้องเก็บน้ำแข็ง มีดังนี้

๑. ขดท่อแอมโมเนีย (Coil)

๒. เครื่องซ้อนน้ำแข็ง (Ice block stocker)

๓. เครื่องย่อยน้ำแข็ง (Ice crusher)

เมื่อน้ำแข็งเลื่อนเข้าสู่ห้องเก็บน้ำแข็งแล้ว เครื่องซ้อนน้ำแข็งจะยกน้ำแข็งขึ้นซ้อนกัน ปกติจะรักษาอุณหภูมิภายในห้องเก็บน้ำแข็งไว้ประมาณ – ๕° เซนติเกรด น้ำแข็งที่ซ้อนกันอยู่จึงจะไม่ติดกันและไม่รวมตัวเป็นก้อนเดียวกันหมด ดังนั้น การมีห้องเก็บน้ำแข็งขั้วคราว จึงทำให้สามารถรักษาอุณหภูมิของห้องเก็บน้ำแข็งใหญ่ได้เพราะไม่ต้องเปิดปิดประตูห้องใหญ่บ่อย ๆ

บางโรงงานที่อยู่ตามจังหวัดชายทะเลที่มีการประมงมาก น้ำแข็งที่จะจำหน่ายจึงบดเป็นก้อนเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการแช่ปลา โรงงานเหล่านี้มักจะมีเครื่องย่อยน้ำแข็ง ซึ่งติดตั้งอยู่บนหอยอยน้ำแข็งได้ในอัตรา ๓๐ ตันต่อชั่วโมง แล้วส่งมาตามสายพานลำเลียงลงสู่เรือประมงที่เทียบท่าโรงน้ำแข็งหรือรถบรรทุกขนส่งไปลงเรือต่อไป จึงเป็นการประหยัดแรง

งานได้ แต่ถ้าเป็นโรงงานน้ำแข็งของในกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่จะไม่มีหอย่อยน้ำแข็งดังกล่าว จะส่งออกจำหน่ายเป็นก้อนใหญ่เพื่อสะดวกในการขนส่งเพราะไม่ละลายเร็ว ผู้ขายส่งจะรับไปแล้วทำการย่อยน้ำแข็งเอง เพื่อส่งจำหน่ายต่อไปยังพ่อค้าขายปลีกหรือร้านน้ำชากาแฟ ร้านอาหารตามที่สั่งซื้อต่อไป

ข. วิธีการผลิตน้ำแข็งก้อนหรือถ้วย (Ice - Cube Maker)

การผลิตน้ำแข็งก้อนหรือถ้วยนี้ เป็นการผลิตเพื่อใช้ในการบริโภคเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากใช้น้ำที่บริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในการผลิต ดังนั้น น้ำแข็งที่ผลิตออกมาจะมีลักษณะใส สะอาด บริสุทธิ์ ลักษณะของน้ำแข็งชนิดนี้ เมื่อผลิตเสร็จจะมีรูปร่างต่าง ๆ กันตามแบบของภาชนะที่ใส่น้ำในการผลิต ปัจจุบันที่นิยมกันทำเป็นรูปร่าง ก้อน สี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด ขนาดกว้าง ๑ ๑/๘ นิ้ว หรือเป็นถ้วยเล็กคล้ายขนมถ้วยฟู ขนาดประมาณ ๑ ลูกบาศก์นิ้ว ในบางโรงงานจะมีรูปลักษณะเป็นถ้วย แต่มีช่องกลวงตรงกลางไม่ทะลุถึงก้นถ้วย

กรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งก้อนหรือถ้วย เครื่องจักรที่ผลิตมีลักษณะเป็นตู้น้ำแข็ง(ดูรูปที่ ๑ ข.)

น้ำซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิต นำเข้าใส่ตามช่องหรือชั้นของตู้ทำความเย็น (ดูรูปที่ ๒ ข.) โดยมีขดท่อบรรจุแก๊ส ฟรีออน (Freon) ซึ่งเป็นตัวดูดความร้อนจากน้ำในถาดติดอยู่รอบ ๆ ตู้ วิธีการผลิตคล้ายคลึงกับการทำน้ำแข็งจากตู้เย็นทั่วไปนั่นเอง

---

๑ อุตสาหกรรมไทยอินดัสตรีแอสโซซิเอทเต็ทพับลิเคชั่น, สมาคม "วิวัฒนาการของน้ำแข็ง" อินดัสตรี ๘ (มีนาคม – เมษายน ๒๕๒๑) : ๒๕ – ๒๖

๒ Raymond C.Gunther. Refrigeration Air Conditioning and Cold Storage. 2d ed. Pennslyvania : Chilton, 1975

Ice-Cube Maker

รูปที่ ๑ ข.

๔ ตู้พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ประมาณ 100 กิโลกรัมน้ำแข็ง 250 ปอนด์

ประมาณ 20 – 25 นาทีเท่านั้น

น้ำและน้ำแข็งที่ใสสะอาด

ศิริสกธิ์ เย็นเจียบ

000809

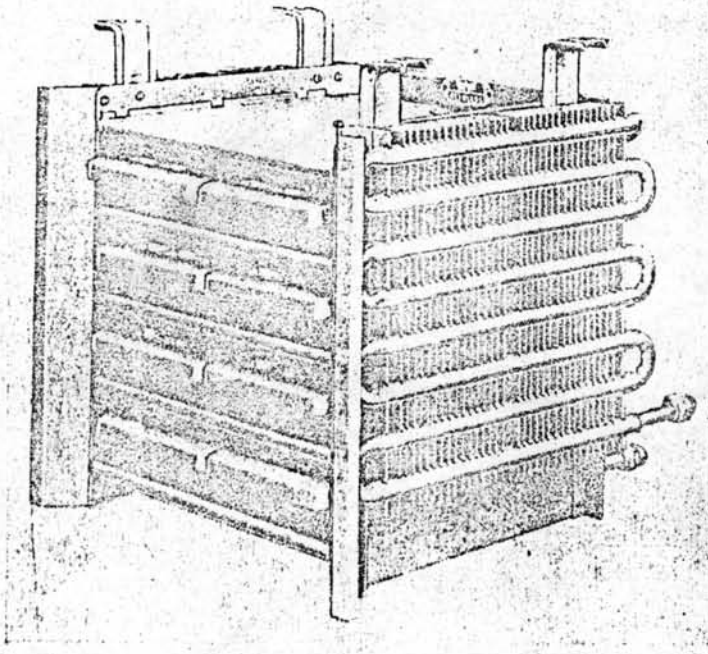


Fig. 485. Ice-cube maker. (Courtesy, Peerless of America, Inc.)

ตู้ผลิตน้ำแข็งก้อนหรือถ้วย จะมีขนาดกำลังผลิต ตั้งแต่ ๑๐๐ ปอนด์ต่อวัน ไปจนถึงขนาด ๑,๑๐๐ ปอนด์ต่อวัน

ปัจจุบันนี้ได้มีบางโรงงานที่ลงทุนทำห้องผลิตน้ำแข็งหรือตู้ผลิตน้ำแข็งก้อนหรือถ้วยเป็นตู้ขนาดใหญ่เท่าห้องเพื่อให้มีปริมาณการผลิตมากกว่าวันละ ๑,๑๐๐ ปอนด์ แต่ส่วนมากที่นิยมกัน เมื่อต้องการกำลังผลิตมาก ๆ ก็จะใช้วิธีการซื้อตู้ผลิตน้ำแข็งซึ่งมีขายอยู่แล้วในท้องตลาดมาหลาย ๆ ตู้ เพราะเป็นการสะดวกที่ไม่ต้องก่อสร้าง เป็นการประหยัดเนื้อที่ ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ในเมื่อจะผลิตน้อยลงไม่เต็มกำลังผลิตก็ใช้ตู้ผลิตน้อยตู้ลง

ขนาดของตู้ผลิตน้ำแข็งก้อนหรือแบบถ้วยนี้ ที่มีกำลังผลิตวันละ ๑,๑๐๐ ปอนด์ จะมีความสูง (พร้อมขาตั้งสูง ๖ นิ้ว) วัดได้ ๘๖ ๑๕/๑๖ นิ้ว ความลึก ๒๔ ๙/๓๒ นิ้ว ความกว้าง ๔๘ ๓/๘ นิ้ว มีถังเก็บน้ำแข็งจุ ๖๐๐ ปอนด์ วัสดุที่ใช้ทำ ทำด้วยเหล็กกล้าที่ไม่เป็นสนิม (Stainless Steel) ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ตู้ผลิตน้ำแข็งก้อนนี้ยังไม่มีอุปกรณ์เพียงพอที่จะประกอบได้ภายในประเทศ ต้องสั่งซื้อจากสหรัฐอเมริกาหรืออิตาลีเป็นส่วนใหญ่ อัตราการผลิตน้ำแข็งต่อ ๒๔ ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำแข็ง และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของห้องที่ตู้ผลิตตั้งอยู่ เพราะใช้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ดังนั้น จึงมีผู้คิดตารางแสดงปริมาณน้ำแข็งที่ผลิตได้ในระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ดังนี้

	อุณหภูมิห้อง		
อุณหภูมิน้ำเข้า	๗๐ ฟาเรนไฮต์	๘๐ ฟาเรนไฮต์	๙๐ ฟาเรนไฮต์
๕๐ ฟาเรนไฮต์	๔๙๐ ปอนด์	๔๖๕ ปอนด์	๔๔๐ ปอนด์
๗๐ ฟาเรนไฮต์	๔๕๐ ปอนด์	๔๒๕ ปอนด์	๔๐๐ ปอนด์
๙๐ ฟาเรนไฮต์	๔๑๐ ปอนด์	๓๘๕ ปอนด์	๓๖๐ ปอนด์

ผลผลิตของ ๒ เครื่องพร้อมกัน ก็ย่อมจะได้จำนวนเป็น ๒ เท่าของรายการข้างต้น ในระยะเวลาประมาณ ๒๐ – ๒๕ นาที จะมีน้ำแข็งอยู่ในถังเก็บน้ำแข็งประมาณ ๖ ปอนด์ หรือ ๒ – ๓ กิโลกรัม

ค. วิธีการผลิตน้ำแข็งเกล็ดหรือหลอด (Shell - Ice Maker)

การผลิตน้ำแข็งเกล็ดหรือหลอด ส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมที่มุ่งผลิตเพื่อใช้ในการประมง ดังนั้น ที่ตั้งของโรงงานมักจะอยู่ติดกับทะเลหรือแม่น้ำลำคลอง น้ำแข็งเกล็ดหรือหลอดจะมีประสิทธิภาพดีในการเก็บรักษาอาหารสด โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงคุณภาพของน้ำแข็งในการที่จะใช้บริโภค ดังนั้น น้ำที่เป็นวัตถุดิบจึงไม่ได้เจาะจงที่จะต้องทำให้สะอาดบริสุทธิ์เพียงแต่ไม่เป็นน้ำที่ขุ่นเกินไปเท่านั้น และรัฐบาลก็มิได้ควบคุมความสะอาดของน้ำแข็งชนิดนี้อย่างกวดขันเหมือนเช่นการผลิตน้ำแข็งซอง

วิธีการผลิตน้ำแข็งเกล็ดหรือหลอด มีหลักการทำง่าย ๆ คือ น้ำดิบซึ่งส่วนมากมักจะนำมาจากบ่อน้ำบาดาล มาเข้าเครื่องกรองฝุ่นตะกอนออก ปกติน้ำเหล่านี้จะมีอุณหภูมิประมาณ ๘๘° ฟาเรนไฮต์ น้ำที่กรองแล้วจะผ่านเข้าไปในเครื่องทำความเย็นขั้นต้นซึ่งมีขดท่อแอมโมเนียอยู่ เช่นเดียวกับการผลิตน้ำแข็งแบบซอง เมื่อน้ำผ่านขดท่อแอมโมเนียแล้ว อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ ๔๐° ฟาเรนไฮต์ ขั้นต่อไปใช้เครื่องปั๊มน้ำฉีดน้ำที่มีอุณหภูมิ ๔๐° ฟาเรนไฮต์ นี้ เข้าไปในตู้ทำน้ำแข็ง (ดูรูปที่ ๑ ก.)

ตู้ทำน้ำแข็งจะมีขดท่อสเตนเลสบรรจุแอมโมเนียเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิ ๐° ฟาเรนไฮต์ เมื่อฉีดน้ำเข้าไปรอบ ๆ ขดท่อแอมโมเนียประมาณ ๑๑ นาที น้ำแข็งจะเกาะรอบ ๆ ท่อหนาประมาณ ๑ เซ็นติเมตร โค้งตามผิวท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔ นิ้ว เมื่อน้ำแข็งเกาะรอบท่อดีแล้ว เครื่องจักรก็จะปล่อยความร้อนเข้าไปภายในขดท่อสเตนเลสไล่แอมโมเนียเย็นออกไป กลายเป็นแก๊สแอมโมเนียร้อนอุณหภูมิ ๑๐๐° ฟาเรนไฮต์ น้ำแข็งจะละลายแตกตัวและตกลงไปยังเครื่องบดน้ำแข็งซึ่งรองรับอยู่เบื้องล่าง เครื่องบดน้ำแข็งจะบดน้ำแข็งออกมาเป็นก้อนเล็ก ๆ ขนาด ๔ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร น้ำแข็งที่ผลิตได้จะมีลักษณะใสโปร่งแสง นำไปเก็บไว้ในห้องเย็นซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ ๒๕° ฟาเรนไฮต์ (หรือ – ๑๐°

---

๑ Raymond C.Gunther. Refrigiration Air Conditioning and Cold Storage. 2d ed. Pennslyvania : Chilton, 1975.

เซ็นติเกรด) เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

ปกติห้องผลิตน้ำแข็งชนิดนี้ จะไม่อยู่ติดกับพื้นดินเหมือนกับการผลิตน้ำแข็งซอง ส่วนมากจะออกแบบให้อยู่สูงกว่าระดับพื้นดิน เพื่อสะดวกในการผลิตและการจำหน่าย เพราะเมื่อผลิตน้ำแข็งเสร็จนำออกจากเครื่องบด ก็จะเลื่อนลงสู่สายพานลำเลียงลงห้องเก็บน้ำแข็งภายในเรือประมงที่มาจอดเทียบท่าโรงน้ำแข็งได้เลย ไม่ต้องเสียค่าขนส่ง

เครื่องจักรที่ใช้ผลิตน้ำแข็งเกล็ดที่มีอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ มีอยู่ ๒ แบบ คือ

๑. เครื่องจักร ที่ออกแบบให้น้ำแข็งไปเกาะที่ท่อแอมโมเนีย (ดูรูปที่ ๑ค) เมื่อน้ำแข็งเกาะหนาแล้ว ท่อแอมโมเนียจะถูกทำให้ร้อนจนน้ำแข็งร่วงลงสู่เครื่องบดเบื้องล่าง

๒. เครื่องจักร ที่ออกแบบให้น้ำแข็งไปเกาะที่แผ่นสเตนเลสซึ่งมีขดท่อแอมโมเนียอยู่ภายใน (Freeze Plate) (ดูรูปที่ ๒ ค.) เมื่อน้ำแข็งเกาะที่แผ่นสเตนเลสหนาแล้วท่อแอมโมเนียจะถูกทำให้ร้อนจนน้ำแข็งร่วงลงจากแผ่นสเตนเลสลงสู่เครื่องบดเบื้องล่าง

สำหรับรูปที่ ๓ ค. เป็นรูปแสดงการไหลของน้ำภายในเครื่องจักรผลิต

สำหรับรูปที่ ๔ ค. เป็นการแสดงการไหลของน้ำ เมื่อน้ำแข็งเกาะเต็มแผ่นดีแล้ว ก็จะปล่อยให้น้ำไหลผ่านท่อแอมโมเนียซึ่งร้อน ลงสู่แผ่นสเตนเลส (Freeze Plate) ด้านหลังแผ่นสเตนเลสก็จะร้อน ทำให้น้ำแข็งเลื่อนหลุดออกมาและตกลงไปยังเครื่องบดเบื้องล่าง

ภายในโรงงานผลิตน้ำแข็งเกล็ด จะมีห้องอยู่ ๔ ห้อง แต่ละห้องมีขนาดเท่า ๆ กัน ขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องจักรที่จะใช้ผลิต

เครื่องจักรที่ใช้ผลิต ตามรูปที่ ๒ ค. นั้น มีขนาดกำลังผลิต ๒๐ ตันต่อวัน มีขนาดกว้าง ๒.๐๐ เมตร สูง ๑.๗๐ เมตร หนา ๑.๕๐ เมตร

ภายในโรงงานแบ่งเป็น ๔ ห้องดังนี้ (ชั้นล่าง ๒ ห้อง ชั้นบน ๒ ห้อง)

๑. ห้องเครื่องจักร มีมอเตอร์ที่ใช้ในการผลิต อยู่ชั้นล่าง

๒. ห้องเก็บน้ำแข็ง อยู่ชั้นล่างใต้ห้องผลิตน้ำแข็ง

๓. ห้องผลิตน้ำแข็ง อยู่ชั้นบน ติดตั้งเครื่องผลิตน้ำแข็ง (ตามรูปที่ ๑ ค. และ รูปที่ ๒ ค.)

๔. ห้องคอนเดนเซอร์ อยู่ชั้นบน ตัวคอนเดนเซอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพแอมโมเนียจากร้อนให้กลายเป็นเย็น

เมื่อน้ำแข็งเกล็ดตกลงสู่ห้องเก็บเบื้องล่างแล้ว จะมีเครื่องดูดน้ำแข็งเกล็ดออกจากห้องส่งขึ้นสายพานลำเลียง (Conveyor) ไปผ่านเครื่องชั่งน้ำหนัก (เป็นต้น)เสียก่อน แล้วจึงเข้าสู่สายพานไปลงเรือที่เทียบท่าโรงน้ำแข็ง

Shell-Ice Maker

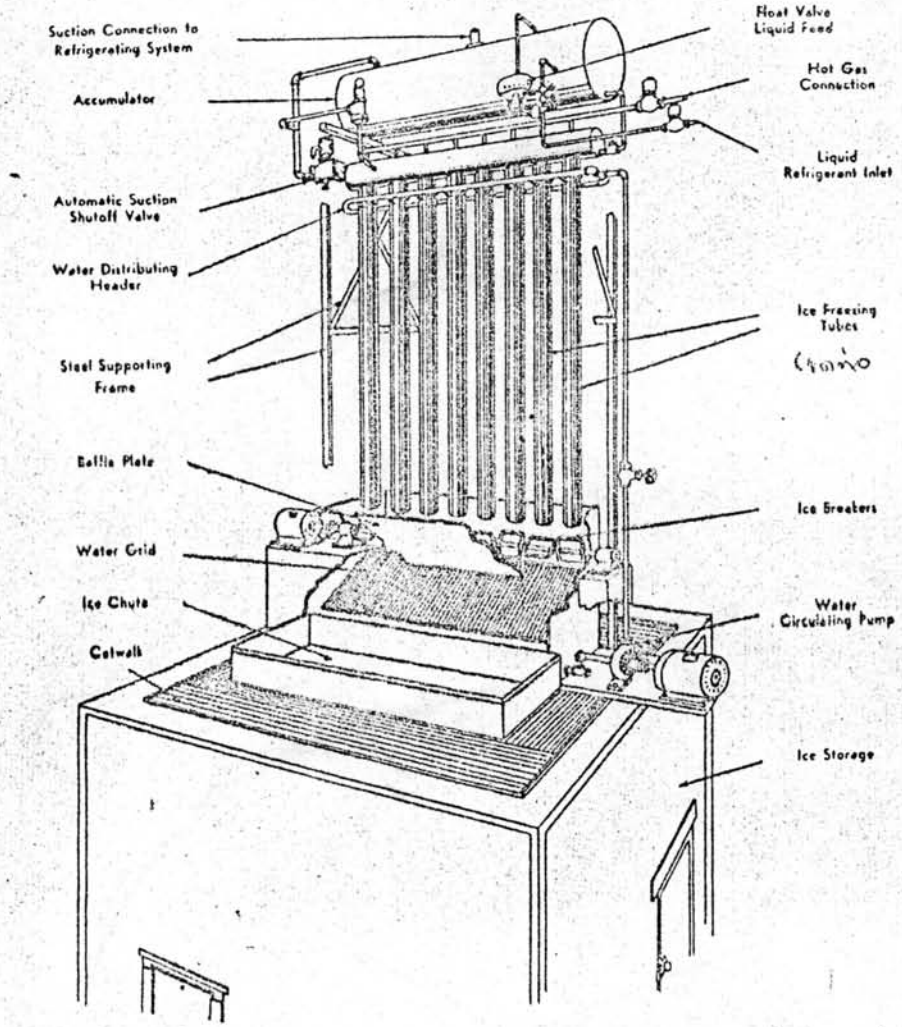
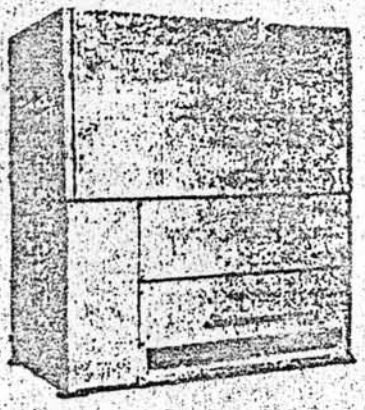


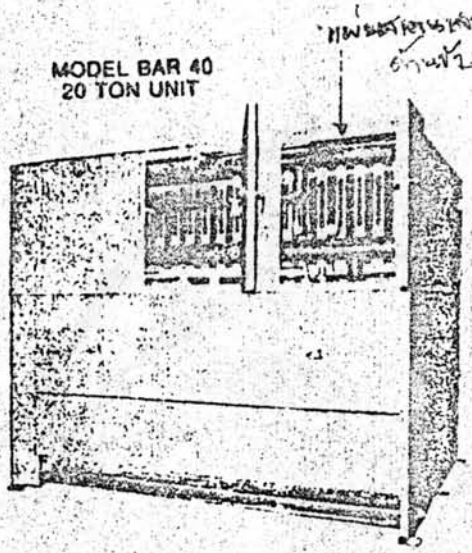
Fig. 486. Shell-Ice machine, showing names of principal parts. (Courtesy, Frick Company.)

รูปที่ 2.ก

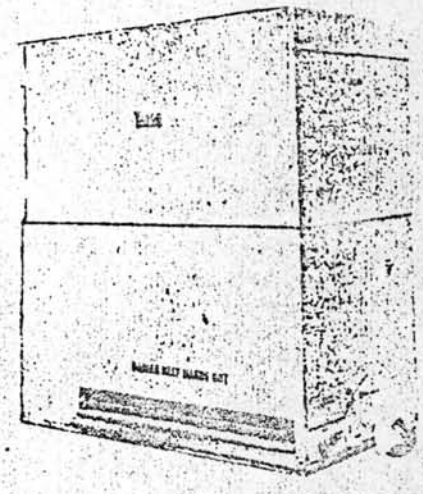
MODEL BAR 8
5 TON UNIT



MODEL BAR 40
20 TON UNIT



MODEL BAR 16
10 TON UNIT



TURBO also manufactures Ice Makers available for refrigerants R12, R22 and R502 in remote and self-contained models, in 1 to 50 tons daily ice capacity. For detailed information on any of these models, contact TURBO REFRIGERATING CO. for illustrated brochures.

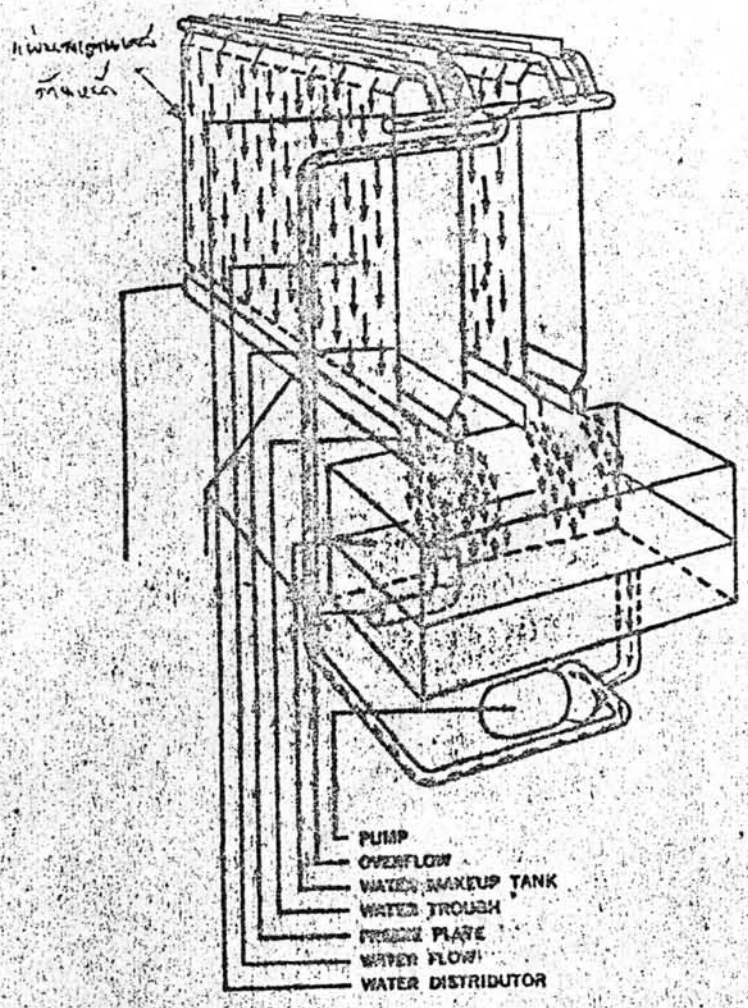
TURBO
REFRIGERATING
COMPANY

817/387-4301
P. O. BOX 396 / DENTON, TEXAS 76201

FORM NO 1751

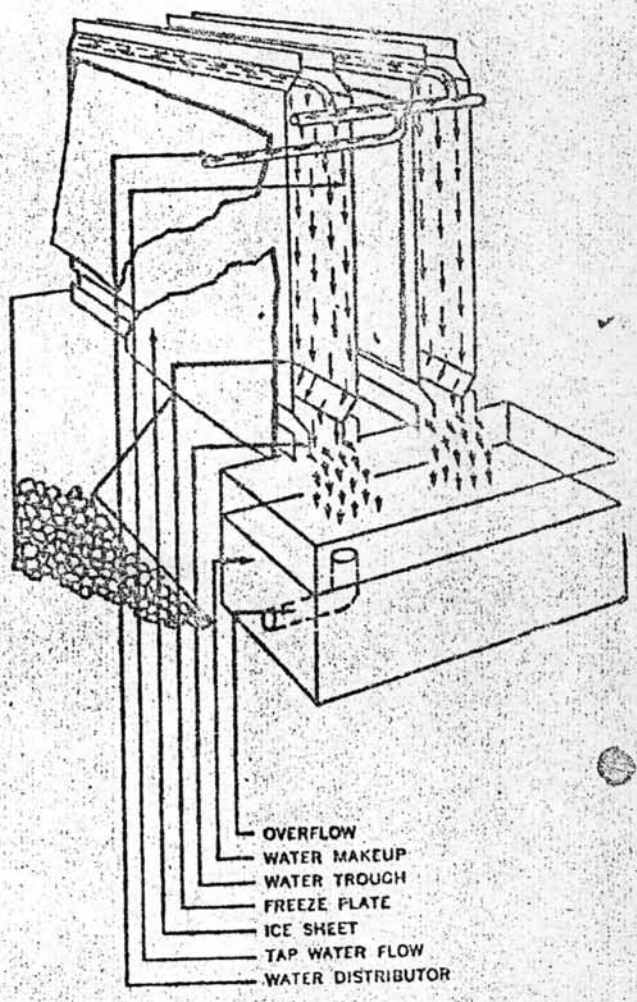
รูปที่ 3.ก

ICE FREEZING CYCLE



รูปที่ 4.ก

ICE HARVESTING CYCLE



Water is pumped above freezing plates and flows by gravity over plates in freezing cycle (lefthand drawing). For harvesting, gravity-fed tap water flows on back of plates, releasing ice which falls by gravity into crusher. Exclusive ice drying cycle is built in.

ง. วิธีการผลิตน้ำแข็งในทะเล

กรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งในทะเล คือการนำน้ำทะเลมาผลิตเป็นน้ำแข็งโดยติดตั้งเครื่องผลิตน้ำแข็งไปกับเรือประมง ได้มีผู้สนใจทดลองดำเนินการ โดยเฉพาะชาวประมง เนื่องจากสาเหตุดังนี้

๑. เรือประมงเมื่อก่อนที่จะออกไปหาปลา จะต้องมาจอดเทียบท่าโรงน้ำแข็งเพื่อซื้อน้ำแข็งไปในปริมาณที่คาดว่าจะหาปลาได้ในแต่ละวัน ซึ่งในบางวันจะหาปลาได้มากกว่าที่คาดไว้ ทำให้น้ำแข็งไม่พอที่จะแช่ปลา เมื่อเข้าฝั่งจะขายปลาไม่ได้ราคาเท่าที่ควร เพราะปลาไม่สด ในทางตรงข้ามเมื่อคาดว่าจะหาปลาได้มาก จึงเตรียมบรรทุกน้ำแข็งไปจำนวนมาก กรั้นได้ปลาน้อยน้ำแข็งที่บรรทุกไปก็จะเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ บางทีหาปลาได้มา แต่ระวางบรรทุกน้ำแข็งไปมากเกินไป ก็จะไม่มีระวางบรรทุกปลาที่หามามากนั้นได้ ไม่เกิดความคล่องตัว จึงทำให้มีผู้สนใจในการผลิตน้ำแข็งในทะเล เพื่อให้พอเหมาะสมกับปลาที่จับมาได้ เพื่อประโยชน์ของชาวประมงจะได้รอนแรมหาปลากันได้เต็มที่ โดยไม่ต้องกลับเข้าฝั่งกันบ่อย ๆ

๒. โดยปกติ น้ำทะเลจะมีจุดเยือกเย็นต่ำกว่าน้ำธรรมดาประมาณ ๑° เซ็นติเกรด เนื่องจากในทะเลมีเกลือแร่และธาตุต่าง ๆ มากกว่าน้ำธรรมดา ดังนั้น จึงมีผู้สนใจที่จะลองแช่ปลาโดยใช้น้ำทะเลมาทำเป็นน้ำแข็ง เพราะคาดว่าจะได้ปลาสดที่มีคุณภาพกว่า เนื่องจากผิวหนังของปลาเคยชินอยู่กับน้ำทะเล เมื่อนำขึ้นมาแช่น้ำแข็งที่ทำจากน้ำทะเลก็อาจจะทำให้อุณหภูมิของปลาลดลงเร็วกว่าน้ำแข็งธรรมดา

จากสาเหตุและแนวความคิดดังกล่าว จึงได้มีบริษัทมิตรกิจ (๑๙๖๒) จำกัด ได้ลองสั่งซื้อเครื่องจักรจากต่างประเทศมาลองผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเลโดยมีส่วนสำคัญ ๓ ส่วน คือ ๑. เครื่องผลิต ๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๓. เครื่องสูบน้ำทะเล

เครื่องผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเล มีอุปกรณ์ดังนี้

๑. เครื่องอัดแก๊ส (Compressor) ขนาด ๑ ๑/๒ แรงม้า จำนวน ๔ เครื่อง

๒. ตัวทำความเย็น (Refrigerant) ใช้แก๊สฟรีออน (Freon)

๓. เครื่องมอเตอร์สูบน้ำไหลวนเวียน ๑/๔ แรงม้า ๒ เครื่อง

๔. เครื่องทำน้ำแข็งเป็นแบบท่อโลหะทรงกลม จำนวน ๔ ท่อ ภายในมีแก๊สฟรีออนไหลผ่าน

๕. เครื่องมอเตอร์บดน้ำแข็ง ขนาด ๑/๒ แรงม้า จำนวน ๒ เครื่อง

เครื่องผลิตดังกล่าวนี้ ทำการติดตั้งบนพื้นดาดฟ้าเรือเหนือห้องเก็บปลา โดยมีท่อสำหรับให้น้ำแข็งที่บดแล้วลงสู่ห้องเก็บปลาใต้พื้นเรือ ๒ ท่อ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด ๑๐ กิโลวัตต์ ๒๒๐ โวลท์ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลลีสเตอร์ ๑๘ แรงม้า แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

เครื่องสูบน้ำทะเล เป็นปั๊มแบบหอยโข่ง ๑ นิ้ว เมื่อดูดน้ำทะเลขึ้นมาแล้วจะผ่านเข้าเครื่องกรองน้ำ แล้วส่งขึ้นห้องผลิตน้ำแข็งบนดาดฟ้าเรือ

กรรมวิธีการผลิต[๑]

กรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งจากทะเลนี้ เป็นกรรมวิธีเช่นเดียวกับการผลิตน้ำแข็งแบบก้อนหรือถ้วย กล่าวคือใช้แก๊สฟรีออน เป็นตัวดูดความร้อนออกจากห้องผลิตน้ำแข็ง ภายในห้องผลิตน้ำแข็งจะมีท่อโลหะ ๔ ท่อ วางตั้งในแนวนอนกับห้อง บรรจุน้ำทะเลอยู่เต็ม เมื่อได้รับความเย็นจัด น้ำซึ่งอยู่ในท่อจะแข็งตัว เมื่อแข็งตัวเต็มที่แล้วท่อโลหะจะได้รับความร้อน ทำให้น้ำซึ่งแข็งตัวอยู่ในท่อเลื่อนลงสู่ใบมีดอัตโนมัติ เพื่อตัดออกเป็นก้อนเล็ก ๆ ไหลลงสู่ห้องเก็บของส่วนล่างของเรือ ในทุก ๆ ๑๐ นาที เครื่องผลิตจะผลิตน้ำแข็งได้ครั้งละ ๑๓ กิโลกรัม แต่ปริมาณการผลิตจะลดลงถึง ๑๑ กิโลกรัม เมื่อเครื่องผลิต

---

[๑] สำราญ ฤทธิรักษา "รายงานการทดลองการใช้เครื่องผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเล" วารสารการการประมง ๔ (ตุลาคม ๒๕๑๖) : ๔๔๕ – ๕๐๓

ทำงานมากชั่วโมงขึ้น ดังนั้น น้ำแข็งที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยจะเท่ากับ ๗๕ กิโลกรัม ต่อ ๑ ชั่วโมง หรือวันละ ๑,๘๐๐ กิโลกรัม

ผลของการผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเลซึ่งบริษัทมิตรกิจ (๑๙๖๒) จากัด ได้ทำการทดลอง มีค่าใช้จ่ายดังนี้

- ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์รวมทั้งเครื่องทำไฟ ๒๕๐,๐๐๐.–บาท
- ค่าติดตั้ง ๒๕,๐๐๐.–บาท
- ค่าน้ำมันโซล่า (ชั่วโมงละ ๓.๗๕ ลิตร ๆ ละ ๔๐ สตางค์) วันละ ๘๑.– บาท
- ค่าแรงงานคุมเครื่อง ๑ คน (ต่อการออกทะเล ๑ เที่ยว) ๒,๐๐๐.– บาท

ผลการทดลอง ปรากฏดังนี้

๑. น้ำแข็งที่คิดคำนวณว่าเครื่องผลิตจะผลิตได้ ๗๕ กิโลกรัมต่อ ๑ ชั่วโมง หรือวันละ ๑,๘๐๐ กิโลกรัม นั้น เมื่อทดลองปฏิบัติเข้าจริง ๆ เครื่องจักรสามารถทำงานได้เพียงวันละ ๑๔ ชั่วโมงเท่านั้น ไม่สามารถทำงานติดต่อตลอด ๒๔ ชั่วโมงได้ ดังนี้จะได้น้ำแข็งจริง ๆ เพียงวันละ ๑,๐๕๐ กิโลกรัม

ตารางผลงานการจับปลาประจำวันโดยเฉลี่ยจะจับปลาได้วันละ ๑,๑๐๐ กิโลกรัม ถึง ๑,๒๐๐ กิโลกรัม การใช้น้ำแข็งแช่ปลาที่สามารถรักษาคุณภาพปลาไว้ได้นั้นจะต้องใช้น้ำแข็ง ๑ กิโลกรัมต่อปลา ๑ กิโลกรัม ดังนั้น เมื่อผลิตน้ำแข็งจากทะเลได้จริงเพียงวันละ ๑.๐๕๐ กิโลกรัม จึงไม่พอเพียง การทดลองครั้งนี้จึงไม่ได้ผล

๒. คุณภาพของน้ำแข็งที่ผลิตจากน้ำทะเล จากผลการทดลองของกรมประมง กระทรวงเกษตร เมื่อเดือนสิงหาคม ๒๕๑๗ ได้ทดลองแช่ปลาทรายแดงขนาดใหญ่ ในอัตราส่วนปลาต่อน้ำแข็งเท่ากันโดยน้ำหนัก เมื่อเริ่มแช่ปลา มีอุณหภูมิ ๒๒.๕° เซ็นติเกรด เมื่อแช่ในน้ำแข็งที่ทำจากทะเล จะได้อุณหภูมิ ๐° เซ็นติเกรด ในเวลา ๒ ชั่วโมง ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำแข็งธรรมดา จะได้อุณหภูมิ ๐° เซ็นติเกรด ภายใน ๒

ชั่วโมง ๑๕ นาที ซึ่งจะเห็นว่าเวลาแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับในด้านคุณภาพของปลาจะไม่แตกต่างกันเลย

จากผลการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า การผลิตน้ำแข็งโดยเครื่องผลิตขนาดเล็กที่ติดตั้งในเรือเช่นนี้ จะต้องใช้ต้นทุนสูง แต่ผลที่ได้รับตอบแทนไม่คุ้มค่าและเสี่ยงมากเกินไป ในกรณีที่เครื่องผลิตน้ำแข็งที่ติดตั้งในเรือเกิดชัดของต้องหยุดทำงาน ปลาที่จับมาได้ก็จะเสียคุณภาพหมด

อนึ่ง คุณภาพของน้ำแข็งที่ผลิตจากน้ำทะเลก็ใกล้เคียงกับน้ำแข็งธรรมดามาก เมื่อต้องใช้ต้นทุนการผลิตสูงเช่นนี้ น้ำแข็งที่ผลิตจากน้ำทะเลก็ไม่เกิดผลในทางเศรษฐกิจแต่อย่างใด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำแข็งธรรมดาจากโรงงานขนาดใหญ่บนบกที่ราคาถูกและแน่นอนดีกว่า

จึงสรุปได้ว่าผลการทดลองการผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเล จึงเป็นวิธีการที่สมเหลวและปฏิบัติจริงยังไม่ได้ ในขณะนี้จึงยังไม่มีผู้ใดสนใจเริ่มทำการทดลองอีก ในที่นี้ได้ยกเรื่องการทดลองการผลิตน้ำแข็งจากน้ำทะเลมากล่าวไว้ เพื่อเป็นแนวทางของผู้ลงทุนที่อาจจะปรับปรุงแก้ไขในด้านเทคโนโลยี่ ซึ่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตทำได้ผลดีก็เป็นได้

จ. วิธีการผลิตน้ำแข็งแห้ง (Dry - Ice Maker)

น้ำแข็งแห้ง คือการ์บอนไดออกไซด์ (สูตรเคมีคือ CO_2) ซึ่งอยู่ในสภาวะของแข็งมีอุณหภูมิ – ๗๙° เซ็นติเกรด ในสภาวะปกติการ์บอนไดออกไซด์จะเป็นแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนาแน่นเท่ากับ ๑.๕ เท่าของอากาศ การ์บอนไดออกไซด์ จะสามารถอยู่ในสภาวะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ มีคุณ

---

๑ Raymond C.Gunther. Refrigeration Air Conditioning and Cold Storage. 2d ed. Pennslyvania : Chilton, 1975.

สมบัติระเหิดได้ คือเปลี่ยนสภาวะจากของแข็งกลายเป็นแก๊สได้โดยตรงโดยมิต้องผ่านการเป็นของเหลวก่อน ซึ่งผิดกับน้ำแข็งธรรมดา เมื่อถูกความร้อนจะกลายเป็นของเหลวก่อนแล้วจึงจะกลายเป็นแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์ ที่รู้จักกันในปัจจุบันนี้ จะอยู่ในรูปของแก๊สซึ่งอัดลงไปในน้ำอัดลม น้ำโซดา เพื่อใช้ในการบริโภค เพราะมีคุณสมบัติรักษาอาหารและเครื่องดื่มให้มีรสชาติคงเดิม และป้องกันมิให้มีสีหรือกลิ่นแปลกปลอมต่าง ๆ เข้าสู่เครื่องดื่มได้ ดังนั้น จึงมีผู้นำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปเข้ากรรมวิธีผลิตให้เป็นของแข็ง เรียกว่า น้ำแข็งแห้งและนำไปแช่อาหารสดและเครื่องดื่ม หรือไอสครีม ทำให้ได้คุณภาพของอาหารที่ดีกว่าใช้น้ำแข็งธรรมดา อาหารไม่เสียง่าย เพราะน้ำแข็งแห้งเย็นจัดและระเหิดเมื่อถูกความร้อนกลายเป็นแก๊สปกคลุมอาหารได้ ป้องกันมิให้เชื้อโรคหรือเชื้อแบคทเรียต่าง ๆ เข้าทำอันตรายต่ออาหารได้

เพราะน้ำแข็งแห้ง มีอุณหภูมิต่ำมาก คือประมาณ – ๗๕° เซ็นติเกรด จึงมีอันตรายต่อมนุษย์ ถ้าใช้มือจับหรือแตะต้อง ความเย็นจัดเช่นนี้จะทำให้กล้ามเนื้อและเซลของผิวหนังที่ถูกน้ำแข็งแห้งนั้นตายด้านลงอาจก่อให้เกิดโรคร้ายขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้น ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับน้ำแข็งแห้งอยู่เป็นประจำ จะต้องระมัดระวังถึงส่วนเสียของน้ำแข็งแห้งในข้อนี้

๒ <u>กรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งแห้ง</u>

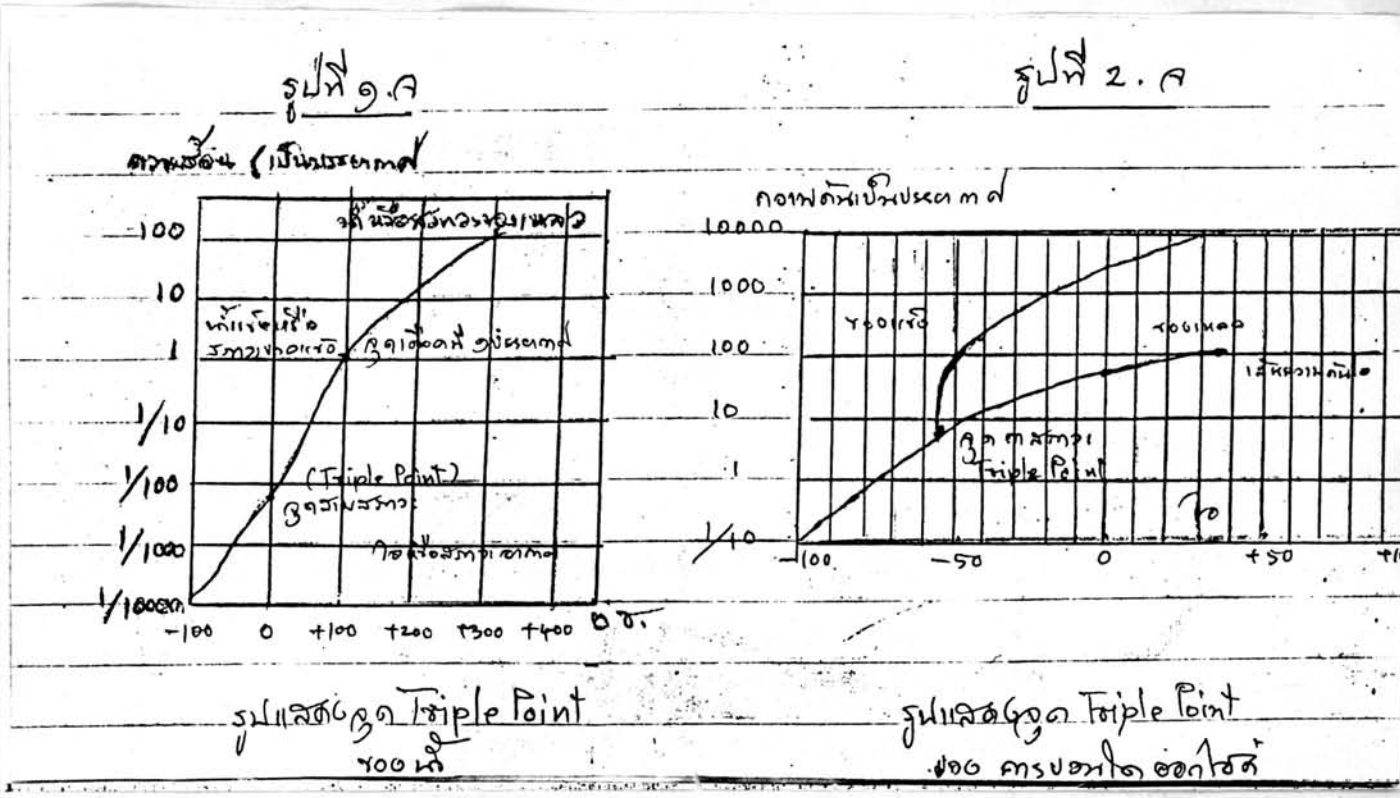
โดยปกติแล้ว น้ำหรือคาร์บอนไดออกไซด์ จะอยู่ในสภาวะใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความกดดันของอากาศ แต่จะมีจุดหนึ่งเรียกว่าจุด Triple Point เป็นจุดที่ น้ำหรือคาร์บอนไดออกไซด์ จะสามารถอยู่ได้ทั้ง ๓ สภาวะ

---

๒ สมศักดิ์ ชำนาญทองไพรวัลย์ "รู้กันวันละหน่อยน้ำแข็งแห้ง" <u>วารสารแมคคานิค</u> ฉบับที่ ๑๒ (กันยายน ๒๕๒๐) : ๖๗ – ๖๘

จากรูปที่ ๑ จ. แสดงจุด Triple Point ของน้ำ

จากรูปที่ ๒ จ. แสดงจุด Triple Point ของคาร์บอนไดออกไซด์



การผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นั้น อาจทำได้หลายวิธี เช่น

- การเผาน้ำมันทุกชนิด
- การเผาไม้
- การเผาถ่าน
- การเผาหินปูน หรือเปลือกหอยในการทำปูนขาว
- การหมักข้าวและน้ำตาล เพื่อทำสุราหรือเบียร์

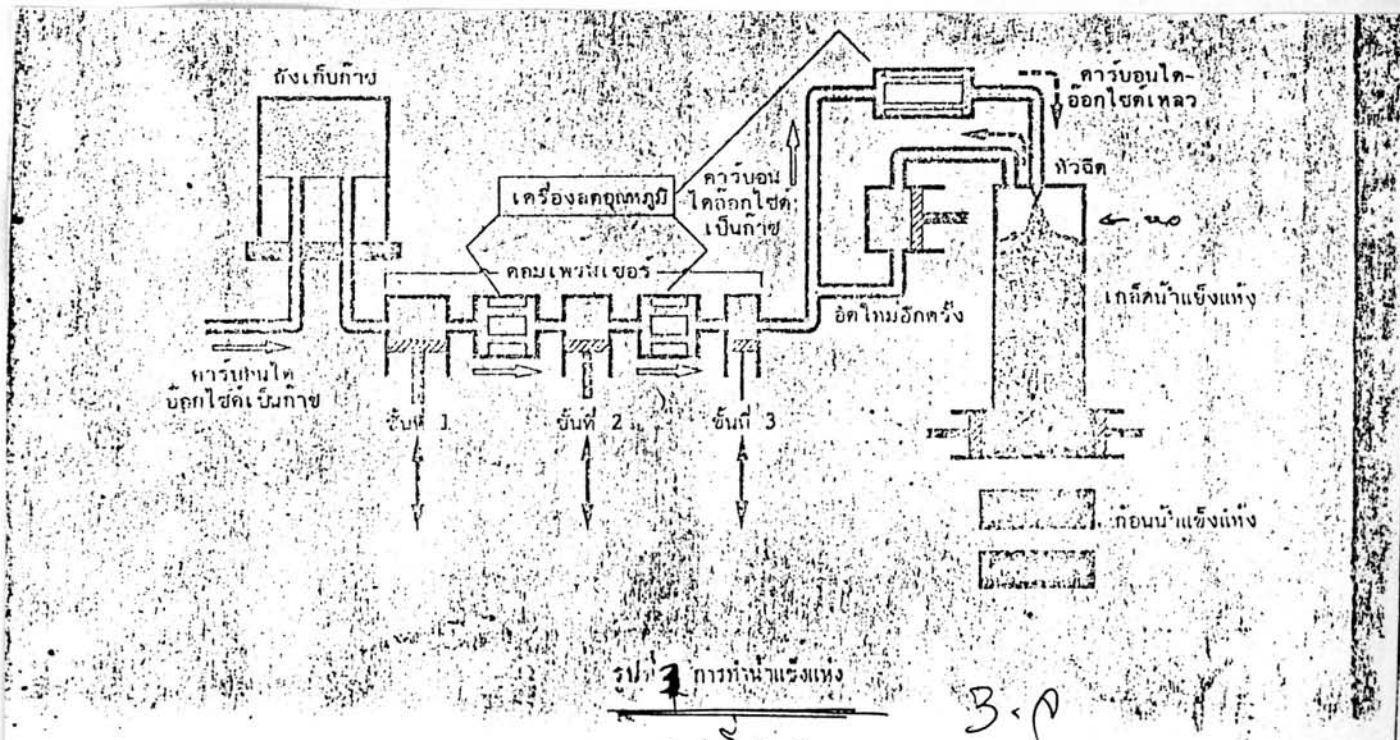
ในการดักจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ อาจทำได้ โดยผ่านแก๊สที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ลงในสารละลายบางชนิดที่มีประสิทธิภาพในการดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แล้วนำสารละลายที่ถูกแก๊สนี้ไว้ไปทำให้สลายตัวอีกครั้งหนึ่ง ก็จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่บริสุทธิ์ สารละลายที่เหลือก็จะนำกลับไปใช้ได้อีก สารละลายที่ใช้สำหรับดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์นั้น ได้แก่ โซเดียม หรือ โปแตสเซียมคาร์บอเนต (Sodium, Potassium Carbonate) หรือพวกเอททนอลลามีน (Ethanolamine)

เมื่อได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาแล้ว ก็นำไปผ่านสารละลายเกมีต่าง ๆ เพื่อกำจัดความไม่บริสุทธิ์ที่หลงเหลืออยู่ให้หมดไป เพื่อให้น้ำอัดลมและโซดา และเบียร์มีคุณภาพดี

<u>ส่วนการทำน้ำแข็งแห้งนั้น</u> เมื่อได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่บริสุทธิ์แล้ว ก็จะผ่านเข้าเครื่องดูดความชื้น เพื่อทำให้แก๊สแห้งแล้วจึงเข้าเครื่องอัด (Compressor)โดยมีความกดดันสูงพร้อมกับทำให้เย็นลง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะกลายเป็นของเหลวพร้อมที่จะทำเป็นน้ำแข็งแห้งต่อไป

การผลิตน้ำแข็งแห้งนั้น เมื่อได้คาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะของเหลวแล้ว ก็จะต้องทำให้เย็นลงอีกจนถึงจุด Triple Point ณ จุดนี้ คาร์บอนไดออกไซด์จะขยายตัวออกและถูกฉีดเป็นละอองออกมา ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ส่วนหนึ่งเปลี่ยนรูปเป็นเกล็ดหิมะ อีกส่วนหนึ่งจะกลายเป็นไอ พาความร้อนไปด้วย ทำให้ของเหลวที่เหลืออยู่แข็งตัว



รูปที่ ๓ การทำน้ำแข็งแห้ง

B.P

รูปที่ ๓ ก.

(ดูจากรูปที่ ๓ จ.) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องผ่าน Compressor ถึง ๓ ขั้นตอน เพื่ออัดให้มีโมเลกุลหนาแน่น แล้วเพิ่มความเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ ประมาณ – ๔๐° เซ็นติเกรด ความกดดันประมาณ ๗๐ บรรยากาศ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะกลายเป็นของเหลว

เมื่อกลายเป็นของเหลวแล้ว จะต้องเพิ่มความเย็นอีกจนกระทั่งถึงจุด ๓ สภาวะ (Triple Point) แล้วจึงส่งคาร์บอนไดออกไซด์เหลวมาขยายตัวที่หอ คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ ๑ ใน ๓ จะกลายเป็นเกล็ด ส่วนที่เหลืออีก ๒ ใน ๓ จะกลายเป็นแก๊ส ซึ่งจะถูกดูดกลับออกมาทำให้เป็นของเหลวอีกแล้วจึงส่งกลับเข้ามาในหอ ในกระบวนนี้อีก เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์กลายเป็นเกล็ดก็จะเลื่อนลงสู่เครื่องอัด อัดเป็นก้อนขนาดใหญ่ ก้อนหนึ่งหนักราว ๕๐ ถึง ๒๕๐ ปอนด์ ในการผลิตจะใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ ๑๐ นาที ถ้าต้องการก้อนขนาดเล็กหนักประมาณก้อนละ ๗ – ๘ กิโลกรัม จะใช้เวลาในการผลิตเพียงประมาณ ๓ นาที