เกร็ดความรู้จากระบบปรับอากาศและโอโซนในระบบ Cooling Tower

น.อ.สนสุข ลีละบุตร
รองผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และเคมี

ระบบปรับอากาศ (Air - Condition System) หรือบางคนเรียกว่า ระบบปรับภาวะอากาศ หมายถึง การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ และการฟอกอากาศในบริเวณที่ต้องการให้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ คือ การใช้คุณสมบัติในการระเหยของของเหลวและความร้อนแฝงจากการระเหย เช่น น้ำเมื่อระเหยกลายเป็นไอ มวลของน้ำจะเย็นลงเนื่องจากคายความร้อนแฝงไปในการระเหยแล้ว ความเย็นลักษณะดังกล่าว เราสามารถนำมาใช้ในการปรับอากาศได้ น้ำจัดเป็นสารทำความเย็นในเครื่องทำความเย็นที่เรียกว่า Absorption แต่ต้องเพิ่มส่วนผสมของสารเคมี เช่น ลิเธียมโบรไมด์ (LiBr) จึงคิดค้นหาสารทำความเย็นตัวใหม่ที่ระเหยได้เร็ว และมีค่าความร้อนแฝงมาก เพื่อให้ได้ความเย็นต่ำมากในเวลาที่สั้นลง ในที่สุดก็ค้นพบสารประกอบคาร์บอน ฟลูออรีน คลอรีน และไฮโดรเจน หรือที่เรียกกันว่าสาร CFC (Chlorofluoro Carbon) ที่ชาวบ้านเรียกว่า น้ำยาแอร์หรือสารทำความเย็น (Refrigerant) หรือบางคนเรียกว่า ฟรีออน (Freeon เป็นชื่อเรียกทางการค้าของผู้ผลิต คือ ดูปองท์) โดยมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น สารที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ (R-11, R-12) เครื่องปรับอากาศรถยนต์ (R-12) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (R-22) และในเครื่องเย็น (R-502)

ปัจจุบันพบว่าสาร CFC ก่อให้เกิดปัญหากับชั้นบรรยากาศก๊าซโอโซน ซึ่งห่อหุ้มโลกนี้ไว้ให้พ้นจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) จากดวงอาทิตย์ เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตที่กล่าวนี้ จะไม่สามารถลงมายัง พื้นผิวโลกได้ ทุกระดับชั้นของบรรยากาศจะทำหน้าที่กั้นรังสีอัลตราไวโอเลตไว้ ในบรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์และชั้นบนของเมโซสเฟียร์จะทำหน้าที่ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอื่น ๆ ในช่วงคลื่นสั้น ต่อจากนั้นบรรยากาศในชั้นสตราโทสเฟียร์จะดูดซึมรังสีอัตราไวโอเลตที่หลงเหลือบางส่วนเอาไว้

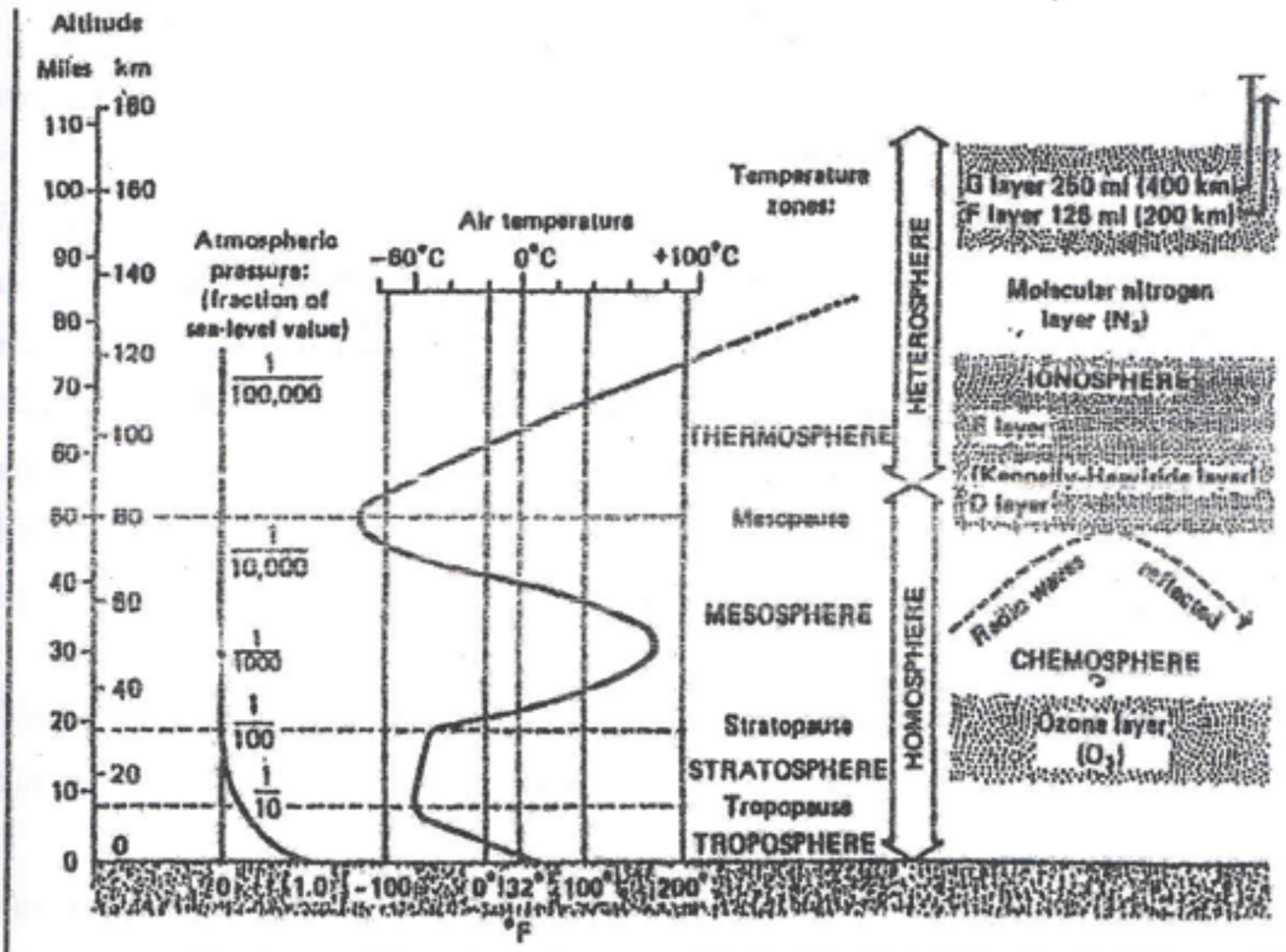
รังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้ก๊าซออกซิเจนในชั้นบนของสตราโทสเฟียร์แตกตัว ออกเป็น ๒ อะตอม ก๊าซโอโซนจะเกิดขึ้นเมื่ออะตอมนี้รวมตัวกับออกซิเจน หรือกับโมเลกุลอื่น ดังสมการ

$$O_2 \xrightarrow{UV} O + O \quad (< 2400\ A)$$

$$O + O_2 \longrightarrow O_3$$

$$O_3 \xrightarrow{UV} O + O_2 \quad (2{,}200 - 3{,}300\ A)$$

ก๊าซโอโซนสามารถดูดซึมรังสีอัลตราไวโอเลตซึ่งอาจทำให้มันแตกตัวกลับเป็นอะตอมและโมเลกุลของออกซิเจนเหมือนดังเดิม การเกิดและทำลายของชั้นโอโซนนี้ จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในชั้นสูงสุดของก๊าซโอโซน คือระดับประมาณ ๕๐ กิโลเมตรจากพื้นดิน การดูดซึมรังสีอัลตราไวโอเลต จึงทำให้เกิดความร้อนจัดที่ระดับสูงสุด ในชั้นบรรยากาศสตราโทสเฟียร์ เรียกว่าเขตอุ่น (Warm Region) ดังภาพที่ ๑



Structure of the atmosphere (A. N. Strahler, "The Earth Sciences," 2nd ed., pp. 18–62. Copyright 1971. Reprinted by permission of Harper and Row, New York, New York.)

ที่มา : การใช้โอโซนทางการแพทย์และสิ่งแวดล้อม ๒๕๔๐

การกำหนดค่าความสามารถในการทำลายโอโซน เรียกว่า ODP (Ozone Depletion Potential) และความสามารถในการทำให้โลกร้อนขึ้น เรียกว่า GWP (Global Warming Potential)

ตารางแสดงค่าดัชนี ODP และ GWP ของสารทำความเย็น

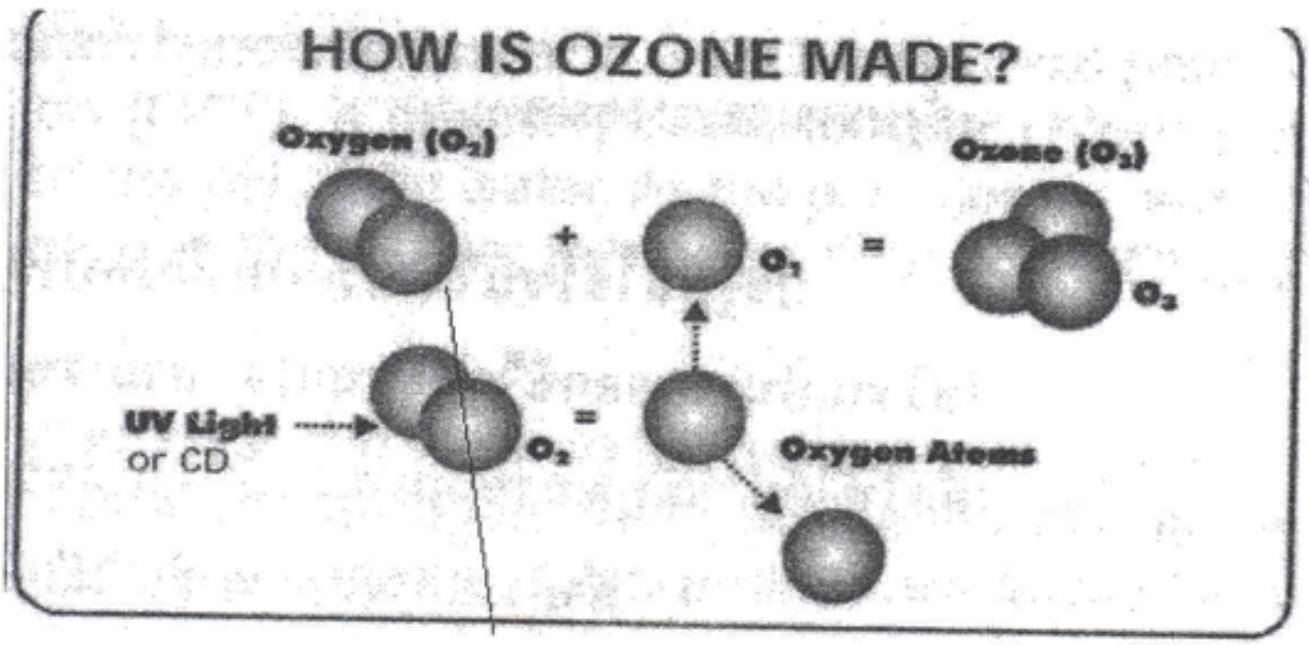
	R-11 (CFC-11)	R-12 (CFC-12)	R-22 (HCFC-22)	R-502 (CFC-12)	R-123 (HCFC-123)	R-134a (CFC-134a)
ODP	1.0	1.0	0.05	0.23	0.02	0.0
GWP	1.0	2.8	0.34	3.75	0.02	0.26

ดังนั้นได้มีข้อตกลงระหว่างประเทศที่เรียกว่า พิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) เพื่อควบคุมสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และฮาลอน (Halons) ซึ่งนอกจากจะทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศแล้ว ยังมีส่วนทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นด้วย สาร CFC ที่จะต้องกำจัดให้หมดไปได้แก่ R-11, R-12 และ R-502 เป็นต้น ส่วน R-22 เป็นพวกที่มีองค์ประกอบของไฮโดรเจน (H) เป็นหลักด้วย อยู่ในพวกที่เรียกว่า HCFC (Hydrochlorofluoro Carbon) ซึ่งมีค่า ODP และ GWP ต่ำกว่า และเนื่องจากใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีจำนวนมากจึงยังสามารถใช้ไปได้ถึง ค.ศ. ๒๐๓๐ และมีแนวโน้มว่าจะถูกยกเลิกการใช้ไปในที่สุด เนื่องจากปัญหา CFC นี้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวงการเครื่องปรับอากาศขนานใหญ่ กล่าวคือได้มีการวิจัยและการออกแบบเครื่องปรับอากาศใหม่ เพื่อความเหมาะสมกับสารทำความเย็นที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด สารทำความเย็นที่กล่าวถึงในปัจจุบันคือ R-123 และ R-134a สารนี้ไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องปรับอากาศระบบเดิมได้โดยตรง เนื่องจากปัญหาน้ำมันหล่อลื่น การกัดกร่อน และประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง

ผู้ผลิตสารทำความเย็นรายใหญ่ของโลก คือ ดูปองท์ ซึ่งผลิตสารทำความเย็นหลายชนิดเข้าสู่ตลาด ส่วนใหญ่เป็นสารทำความเย็นผสม (Blended Refrigerant) มีชื่อทางการค้าว่า SUVA เพื่อทดแทน R-11, R-12, R-22, R-502

นอกจากนี้ การพิจารณาเลือกใช้สารทำความเย็นยังมีมาตรฐานกำหนดเกี่ยวกับอันตรายเมื่อหายใจเอาสารเหล่านี้เข้าไป หากเกิดการรั่วของสารดังกล่าว

การทำความเย็นของระบบปรับอากาศ จะอาศัยหลักการระเหยของสารทำความเย็น และเมื่อทำความเย็นแล้ว จะนำไปควบแน่นเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งหลักการควบแน่นอาศัยการเพิ่มความดันให้กับไอระเหย โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า คอมเพรสเซอร์ (Compressor) จนไอระเหยนั้นกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง ในขณะที่อัดไอนี้ ไอระเหยจะคายความร้อนออกมา จึงจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนนี้ออกจากระบบ โดยทั่วไปอาจจะใช้อากาศ (Air-cooled) หรือ น้ำ (Water-cooled) ในการระบายความร้อน เมื่อสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลวแล้ว จะถูกทำให้กลายเป็นไอโดยผ่านอุปกรณ์ลดความดัน ซึ่งสามารถแสดงด้วยวงจรทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ดังภาพที่ ๒



ที่มา : WWW.delozone.com

คุณสมบัติของโอโซน

โอโซนมาจากภาษากรีก คือคำว่า โอเซอิน (Ozein) แปลว่า กลิ่นตุๆ กลิ่นคาว ค้นพบในปี ค.ศ. ๑๘๔๐ โดยนักวิทยาศาสตร์เยอรมัน ชื่อ คริสเตียน เชินเบิน (Christian Schonbein)

โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่คงตัวจะแตกสลายตัวให้ก๊าซออกซิเจน (O_2) และออกซิเจนอะตอม (O) ภายใน ๑๕–๒๐ นาที จะมีโอโซนเหลืออยู่เพียงครึ่งเดียว และส่วนที่เหลือจะสลายไปเรื่อย ๆ

โอโซนมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีคุณสมบัติในการออกซิไดซ์อย่างแรง สามารถฆ่าเชื้อโรคได้เหนือกว่าสารเคมีจำพวกคลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งหลายประเทศในยุโรปได้เลือกใช้โอโซนแทนสารเคมีดังกล่าว

โอโซนสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส ในอากาศและสิ่งมีชีวิตที่แขวนลอยอยู่ในน้ำได้ดี สามารถบำบัดน้ำเสียได้เร็วกว่าคลอรีนถึง ๕,๐๐๐ เท่า ในเวลาเพียงไม่กี่วินาที โอโซนเมื่อทำปฏิกิริยาแล้วปราศจากสารตกค้าง พวกสารฮาโลเจน ที่มีผลต่อการปนเปื้อนในน้ำสะอาด นอกจากนี้โอโซนสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นต่อโลหะ เช่น เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น เกิดเป็นโลหะออกไซด์ เกิดการตกตะกอนและสามารถกรองออกได้ง่าย สามารถขจัดสารแขวนลอยที่มีอนุภาคเล็ก ๆ และมีพื้นที่ผิวมาก ตะกอนเหล่านี้จะมีประจุไฟฟ้าจำนวนมาก ซึ่งโอโซนสามารถลดจำนวนประจุไฟฟ้าที่พื้นผิวได้ และช่วยให้สารแขวนลอยตกตะกอนรวมตัวได้ดีขึ้น และสามารถกรองทิ้งได้ง่าย

โอโซนสามารถทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ได้ดี และสามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น เมื่อสลายตัวจะกลายเป็นออกซิเจนจึงไม่ทิ้งสารตกค้าง มีความปลอดภัยสูงเมื่อเทียบกับสารเคมีอื่น ๆ เช่น คลอรีน เป็นต้น

เทคโนโลยีการผลิตโอโซน

โอโซนสามารถผลิตได้ โดย ใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับ ผ่านหลอดรังสียูวี ช่วงคลื่นน้อยกว่า ๒๐๐ นาโนเมตร ซึ่งช่วงคลื่นที่เหมาะสมอยู่ที่ ๑๘๕ นาโนเมตร ถ้าความยาวคลื่นสูงกว่านี้ จะทำให้ได้ก๊าซโอโซนน้อยลงและอาจเกิดก๊าซพิษ (NO_x) มากขึ้น

การผลิตโดยใช้วิธีการเร่งประจุไฟฟ้าที่เรียกว่า โคโรน่า ดิสชาร์จ (Corona discharge) จากไฟฟ้ากระแสสลับ โดยการส่งก๊าซที่เตรียมไว้ผ่านแผ่นอิเล็กโตรด ที่มีไฟฟ้าแรงสูง ๔,๐๐๐ - ๑๕,๐๐๐ โวลท์ จะได้โอโซนที่มีปริมาณและความเข้มข้นมากกว่า สามารถปรับความเข้มข้นได้ง่ายกว่า

ถ้าเปรียบเทียบการผลิตจากหลอดรังสียูวี ทำให้ได้ก๊าซโอโซนร้อยละ ๐.๐๑ - ๐.๑ โดยน้ำหนัก ในสภาวะเดียวกันถ้าเปลี่ยนเป็นระบบเร่งประจุไฟฟ้า ทำให้ได้ก๊าซโอโซนมีความเข้มข้นมากขึ้นเป็นร้อยละ ๐.๕ - ๒.๐ ประสิทธิภาพในการละลายน้ำก็เพิ่มขึ้นจาก ๐.๓๕ มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น ๕.๒๙ มิลลิกรัมต่อลิตร

โอโซนทำหน้าที่อย่างไรในหอผึ่งเย็น

เนื่องจากโอโซนมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไซด์ที่มีความรุนแรงสูง สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ดังนี้

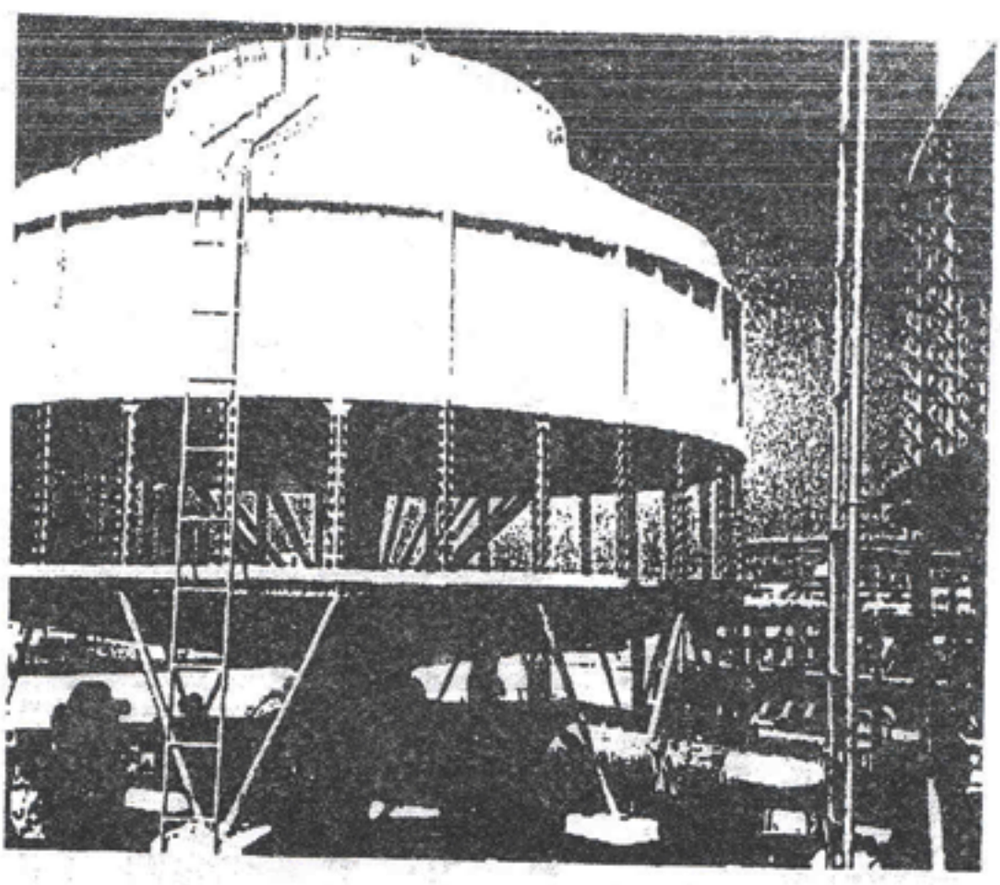


Fig. 1 COOLING TOWER

๑. โอโซนสามารถฆ่าเชื้อ โดยการทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย และทำลายห่วงโซ่อาหารของกลุ่มที่สร้างสปอร์ ทำให้ตะไคร่น้ำไม่สามารถเกิดขึ้นใน Basin Cooling Tower ได้ และทำปฏิกิริยากับสารในกลุ่มเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียม ทำให้ไม่สามารถตกผลึก เป็นตะกรันในหอผึ่งเย็น

๒.โอโซนสามารถเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของสารบางชนิด แล้วเกิดเป็นสารไบโอไซด์ (Biocide) ที่เป็นประโยชน์ในระบบ Cooling Tower เช่น ถ้าในน้ำมีสารโบไมด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับโอโซนจะได้สารแอ็กทีพโบรมีน หรือทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดเป็นสารกลุ่มไฮดรอกซิล (OH, Hydroxyl free radical) ซึ่งทำปฏิกิริยากันรุนแรงกับสารอินทรีย์เกือบทุกชนิดในน้ำ

๓. โอโซนช่วยลดการกัดกร่อนในระบบคูลลิ่ง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้โอโซนในคูลลิ่งทาวเวอร์

๑. ด้วยคุณสมบัติของโอโซนจะทำให้น้ำใสได้ แล้วยังสามารถลดความเข้มข้นของน้ำได้ จึงทำให้ประหยัดน้ำสามารถลดการโบรดาวน์ลงได้ถึง ๕๐ %

๒. ประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการเติมสารเคมีและการจัดหา

๓. ทำให้เครื่องจักรไม่ต้องสูญเสียพลังงานจากการสูญเสียประสิทธิภาพเมื่อเกิดมีตะกรัน เพราะโอโซนสามารถควบคุมและกำจัดไม่ให้มีตะกรัน ตะไคร่น้ำได้

๔. ประหยัดค่าซ่อมบำรุงและเวลาในการหยุดระบบเพื่อล้างตะกรัน

๕. โอโซนช่วยในการรักษาสิ่งแวดล้อม เพราะน้ำที่โบรดาวน์จะไม่มีสารเคมี หรือมีน้อยมาก และสามารถกำจัดเชื้อลิจิโอเนลลาที่เกิดในคูลลิ่งทาวเวอร์ได้

เอกสารอ้างอิง

เกชา ธีระโกเมน. **ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ.** สำนักพิมพ์เอ็มแอนด์อี, มปท.

ชมภูศักดิ์ พูลเกษ และ เทพนม เมืองแมน. **การใช้โอโซนทางการแพทย์และสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ บริษัท โรงพิมพ์เดือนตุลา จำกัด ๒๕๔๐.

www.ozoneservices.com