

เทคโนโลยี การบำบัดและปรับปรุงสภาพน้ำ ด้วยโอโซน

โครงการสาธิตเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



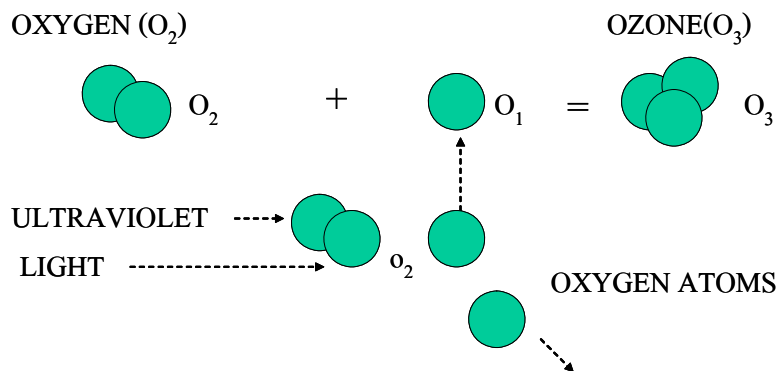
กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

การบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซน (Ozone Water Treatment)

1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

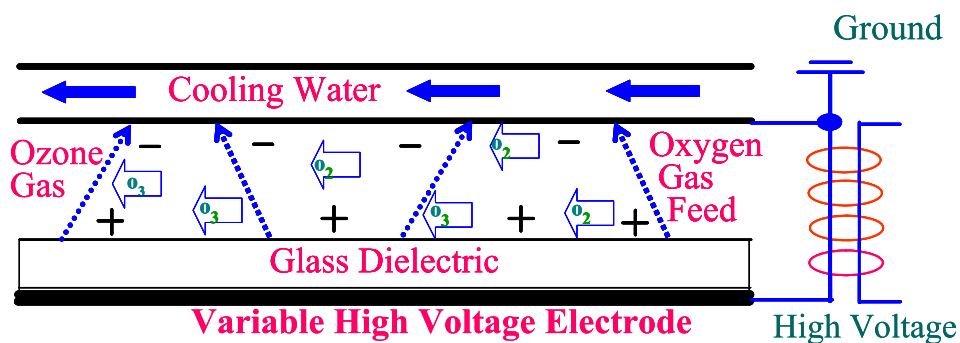
โอโซน คือ อะไร

โอโซนเป็นโมเลกุลที่ประกอบไปด้วยออกซิเจนสามอะตอม มีสัญลักษณ์ทางเคมีเป็น O_3 โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่เสถียรและสลายได้ด้วยตัวเอง โดยปกติโอโซนจะเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติจากการที่รังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงอาทิตย์ทำให้โมเลกุลของออกซิเจนในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ที่ระดับความสูง 15-50 กิโลเมตรเหนือระดับน้ำทะเลแตกตัวออกเป็นอะตอมของออกซิเจนและไปทำปฏิกิริยารวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นโอโซน ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1: การเกิดโอโซนตามธรรมชาติ

นอกจากการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว โอโซนยังสามารถเกิดขึ้นได้จากการผ่านอากาศแห้งและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเข้าไปยังสนามไฟฟ้าแบบ Corona Discharge ทำให้ออกซิเจนในอากาศบางส่วนแตกตัวเกิดอะตอมออกซิเจน ซึ่งจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นโอโซนได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2: แสดงรูปแสดงการเกิดโอโซนจากสนามไฟฟ้าแบบ Corona Discharge

● กรณีการใช้ไอโซนในระบบซักผ้า

จากข้อมูลการติดตั้งระบบไอโซนในระบบเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่ในต่างประเทศ และกรณีศึกษาในประเทศไทย การใช้อิโซนสามารถให้ผลที่ชัดเจนในการลดขั้นตอนการซัก ปริมาณการใช้น้ำร้อน ปริมาณการใช้สารเคมีและผงซักฟอก ทำให้ลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตน้ำร้อนในการกระบวนการซักได้ประมาณ 80% ลดปริมาณการใช้น้ำได้ประมาณ 5%-20% และลดปริมาณสารเคมีสำหรับซักล้างได้ประมาณ 5%-30% นอกจากนี้การซักผ้าที่ใช้น้ำอุณหภูมิต่ำลงยังส่งผลต่อคุณภาพของผ้าที่ซักด้วย

จากข้อมูลการวิจัยการใช้ระบบไอโซนกับระบบเครื่องซักผ้าขนาดใหญ่กับโรงแรมแห่งหนึ่งในประเทศไทย ได้แสดงผลประหยัดไว้ดังนี้

ขั้นตอน	ก่อนติดตั้งระบบไอโซน	หลังติดตั้งระบบไอโซน
1	ซักล้างน้ำเปล่า (3 นาที)	-
2	ซักโดยใช้ผงซักฟอกและน้ำร้อน (20 นาที)	ซักโดยใช้ผงซักฟอกและน้ำไอโซน (15 นาที)
3	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	ซักล้างน้ำไอโซน (3 นาที)
4	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	ซักล้างน้ำไอโซน (3 นาที)
5	ซักล้างน้ำเปล่า (5 นาที)	-

ตารางที่ 3.1: แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบขั้นตอนการซักผ้าก่อนและหลังติดตั้งระบบไอโซน

พลังงานที่ประหยัดได้	ค่าใช้จ่ายก่อนติดตั้ง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายหลังติดตั้ง (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท/ปี)	ผลการประหยัด (%)
เคมีภัณฑ์	698,979	412,807	286,172	40.94
ค่าไฟฟ้า	471,061	229,948	241,113	51.18
ค่าก๊าซ LPG สำหรับทำน้ำร้อน	166,688	-	116,688	100
ค่าน้ำ	76,851	63,718	13,133	17.09
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	1,413,579	706,474	707,105	50.03

ตารางที่ 3.2: แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลประหยัดในการติดตั้งระบบไอโซน

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง

รายละเอียด	**เชื้อเพลิง LPG (ลิตร/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ปี)	พลังงาน ขั้นต้นรวม (เมกะจูล/ปี)	ค่าใช้จ่าย รวม (บาท/ปี)
*การใช้พลังงานก่อนการ ปรับปรุง	<u>40,748.50</u>	<u>23,182.26</u>	<u>1,270,183</u>	<u>477,760.57</u>

**หมายเหตุ : เนื่องจากระบบซักผ้าเดิมของโรงแรม มีการใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าร่วมกันในระบบ ดังนั้น ในการคำนวณการใช้พลังงานรวมก่อนการปรับปรุง จะแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานขั้นต้น โดยใช้ค่าประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.45 ดังนั้น การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้า แปลงเป็นพลังงานขั้นต้น = $23,182.26 \times 3.6/0.45 = 185,458$ เมกะจูลต่อปี

2.3 วิธีการปรับปรุงและรายละเอียดเครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่

• วิธีการปรับปรุง

อาคารโรงแรม แกรนด์ จอมเทียน พาเลซ ได้ดำเนินการติดตั้งระบบโอโซนสำหรับเครื่องซักผ้า (Ozone for Laundry System) อยู่ภายในบริเวณโรงแรมฯ โดยยกเลิกการใช้น้ำธรรมดาและน้ำร้อนในการซักเปลี่ยนมาใช้น้ำซึ่งผลิตจากระบบโอโซนแทน พร้อมทั้งปรับลดเวลาในโปรแกรมการซักของแต่ละชั้นตอลง โดยมีรายละเอียดและรูปของระบบโอโซนที่ทำการติดตั้งแสดงได้ดังรูป

• รายละเอียดเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่

ระบบผลิตโอโซนสำหรับเครื่องซักผ้า

- ยี่ห้อ/รุ่น

- พิกัดการผลิตโอโซน
- พิกัดระบบไฟฟ้า
- วงจรขับ
- พิกัดปั๊มหมุนเวียนน้ำเติมโอโซน
- จำนวน

Active Air Ozonizer

(Model WA-040)

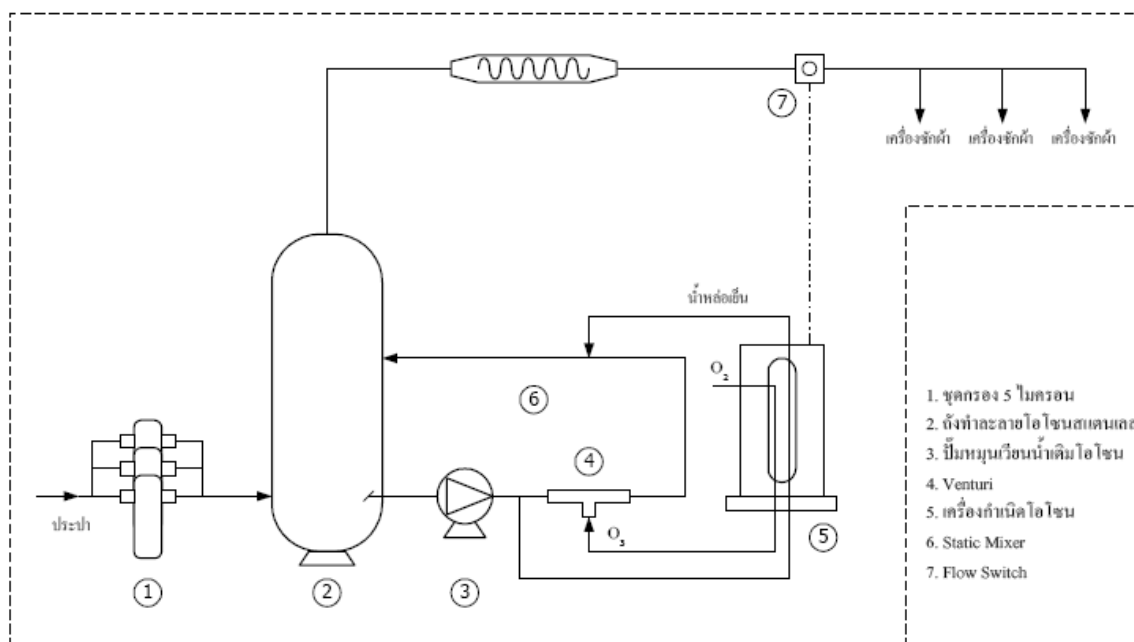
- 40 กรัมต่อชั่วโมง
- 700 วัตต์
- 300-1000 Hz
- 1.1 กิโลวัตต์
- 1 ชุด

- **หลักการทํางานและรายละเอียดของระบบโอโซนสำหรับเครื่องซักผ้า**

ชุดอุปกรณ์ผลิตโอโซน (เครื่องกำเนิดโอโซน) จะประกอบไปด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หม้อแปลงแรงดันสูงเพื่อสร้างกระบวนการ Corona Discharge ทำให้เกิดการแตกตัวของออกซิเจน (O_2) อะตอมและรวมตัวกับออกซิเจนใหม่เป็นก๊าซโอโซน (O_3) จากนั้น ด้วยกระบวนการสร้างความดันโดยปั้มน้ำทำละลาย (ปั้มนวนเวียนน้ำเติมโอโซน) จะทำให้ก๊าซโอโซนถูกดูดเข้ามาผสมและทำละลายกับน้ำที่บริเวณท่อเวนจูรี่ และไหลเวียนเข้าสู่ถังทำละลายสแตนเลสเพื่อรอการส่งจ่ายน้ำโอโซนให้แก่เครื่องซักผ้าต่อไป

ระบบโอโซนนี้จะทํางานจ่ายน้ำโอโซนโดยอัตโนมัติเมื่อมีความต้องการใช้น้ำจากเครื่องซักผ้า โดยอาศัย Flow Switch และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทํางาน

- **ไดอะแกรมของเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่**





รูปที่ 3 อุปกรณ์ผลิตไอโซนและจ่ายน้ำไอโซนให้แก่เครื่องซักผ้า



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ภายในของระบบผลิตไอโซน



รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งของเครื่องผลิตโอโซนและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ

- การดำเนินการและติดตั้ง

อาคารบริษัท แกรนด์ จอมเทียน พาเลซ จำกัด เริ่มดำเนินการโครงการติดตั้งเทคโนโลยีการบำบัดและปรับสภาพน้ำด้วยโอโซน ในเดือน เมษายน 2551 และดำเนินการติดตั้งแล้วเสร็จในเดือนพฤศจิกายน 2551 รวมระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 7 เดือน

2.4 ดัชนีการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง (Post Energy Index) และผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยี

ภายหลังการติดตั้งระบบโอโซนแล้วเสร็จ ระบบซักผ้าของโรงแรมจะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสองส่วนคือ เครื่องซักผ้าและระบบโอโซน ดังนั้นในการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง จึงพิจารณาจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องซักผ้ารวมกับปริมาณการใช้พลังงานในการผลิตโอโซนเฉลี่ยสำหรับเครื่องซักผ้าแต่ละเครื่อง เทียบกับจำนวนรอบการซักผ้า จำนวนเท่ากับก่อนการปรับปรุง เพื่อเทียบผลประหยัดกับดัชนีการใช้พลังงานฐานก่อนการปรับปรุงต่อไป

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับเครื่องซักผ้า} = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน}}{\text{จำนวนรอบการซักผ้า}}$$

*ดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยหลังการปรับปรุง = 1.025 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อรอบ

(ดูรายละเอียดการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุงใน ภาคผนวก ข.)

2.5 การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง (Post Energy Consumption) และผลประหยัด ค่าใช้จ่ายพลังงานของสถานประกอบการ

ภายหลังการปรับปรุง ระบบซักผ้าของโรงแรม มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในสองส่วน คือ เครื่องซักผ้าและระบบไอโซน โดยมีปริมาณการใช้พลังงานหลังการปรับปรุง แสดงได้ดังนี้

การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้า :

ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (แผนกซักกรีด)	3.84	บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่า LPG เฉลี่ยต่อหน่วย	9.54	บาท/ลิตร

รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้าหลังปรับปรุง

$$= \text{การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องซักผ้าทั้ง 5 เครื่อง} \\ (L3+L4+L5+L14+L15)$$

$$= 18,959.20 \quad \text{กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี}$$

รวมค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้าหลังการปรับปรุง

$$= 72,803.33 \quad \text{บาทต่อปี}$$

การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไอโซน :

รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไอโซนหลังปรับปรุง

$$= \text{การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไอโซนของเครื่อง} \\ \text{ซักผ้า ทั้ง 5 เครื่อง (L3+L4+L5+ L14 + L15)}$$

= 1,588.29 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี

รวมค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไอโซนหลังการปรับปรุง

= 6,099.03 บาทต่อปี

รวมค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้าและระบบไอโซนหลังการปรับปรุง

= 78,902.36 บาทต่อปี

ตารางที่ 2 การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	*เชื้อเพลิง LPG (ลิตร/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ปี)	พลังงาน ขั้นต้นรวม (เมกะจูล/ปี)	ค่าใช้จ่าย รวม (บาท/ปี)
การใช้พลังงานหลังการปรับปรุง (พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องซักผ้าและระบบไอโซน)	-	<u>20,547.49</u>	<u>164,380</u>	<u>78,902.36</u>

ทั้งนี้ ภายหลังจากเปลี่ยนมาใช้ผ้าไอโซนทดแทนการใช้น้ำร้อนร่วมกับเครื่องซักผ้า ได้มีการตรวจสอบคุณภาพของผ้าที่ผ่านการซัก พบว่า ได้คุณภาพเช่นเดียวกับการใช้น้ำร้อนในการซัก



ก่อนซัก



หลังซักด้วยน้ำไอโซน

รูปที่ 6 แสดงผ้าก่อนซัก และหลังซักโดยเครื่องซักผ้าที่ใช้ผ้าไอโซน

ตารางที่ 3 ผลประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายพลังงาน

รายละเอียด	*เชื้อเพลิง LPG (ลิตร/ปี)	ไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ปี)	พลังงาน ขั้นต้นรวม (เมกะจูล/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)	ดัชนีการใช้ พลังงาน (กิโลวัตต์- ชั่วโมง/รอบ)
การใช้พลังงานก่อน ปรับปรุง	<u>40,748.50</u>	<u>23,182.26</u>	<u>1,270,183</u>	<u>477,760.57</u>	<u>2.245</u>
การใช้พลังงานหลัง ปรับปรุง	-	<u>20,547.49</u>	<u>164,380</u>	<u>78,902.36</u>	<u>1.025</u>
ผลประหยัด	40,749	2,634.77	1,105,803	398,858	1.220

ผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยี

ดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง = 2.245 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อรอบ

ดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยหลังการปรับปรุง = 1.025 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อรอบ

คิดเป็นร้อยละผลประหยัดพลังงานของเทคโนโลยีเท่ากับ

$$= (\text{ดัชนีการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง} - \text{ดัชนีการใช้พลังงานหลังปรับปรุง}) / \text{ดัชนีการใช้พลังงานก่อนปรับปรุง} \times 100$$

$$= (2.245 - 1.025) / 2.245 \times 100$$

$$= \mathbf{54.34 \%}$$

ผลการคำนวณระยะเวลาคืนทุน และผลตอบแทนการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งสิ้น	800,000	บาท
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี	398,858	บาท/ปี
คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน	2.01	ปี