

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

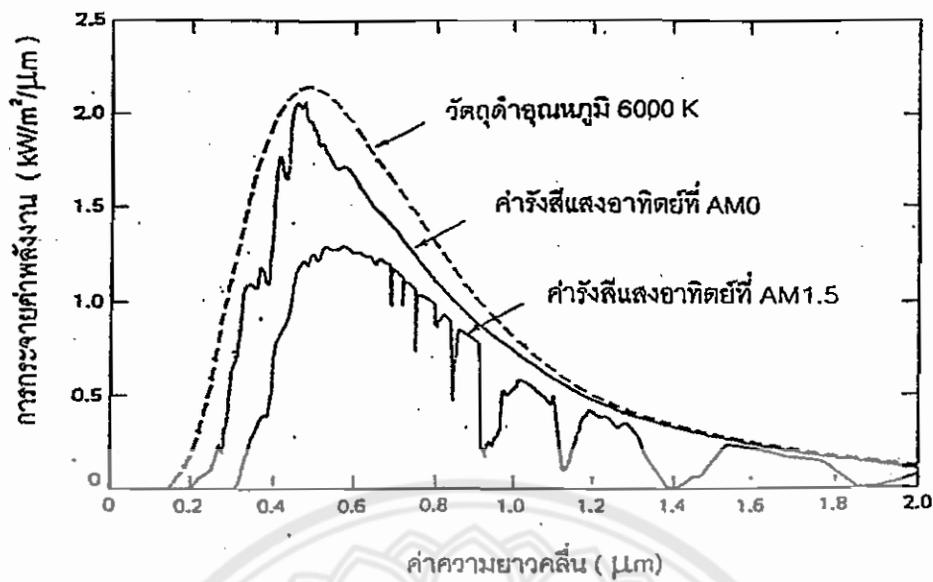
1. รังสีแสงอาทิตย์

สมชาย สุวราหิวรรณ [2] กล่าวว่าดวงอาทิตย์เป็นดาวดวงหนึ่งที่มีการลุกไหม้เกิดขึ้นมากกว่าสี่พันล้านปี ภายในดวงอาทิตย์ประกอบด้วยแก๊สร้อนที่เป็นปฏิกิริยาฟิวชัน (Fusion Reaction) มีอุณหภูมิภายในแกนกลางประมาณ 20 ล้านองศาเซลเซียสแสดงดังภาพ 1 รังสีที่แผ่ออกมาสู่ภายนอกจะถูกดูดซับโดยชั้นไฮโดรเจนที่ปิดล้อมผิวดวงอาทิตย์อยู่ ซึ่งสเปกตรัมของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์จะมีค่าใกล้เคียงกับการแผ่รังสีของวัตถุดำที่มีอุณหภูมิประมาณ 6000 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพ 2

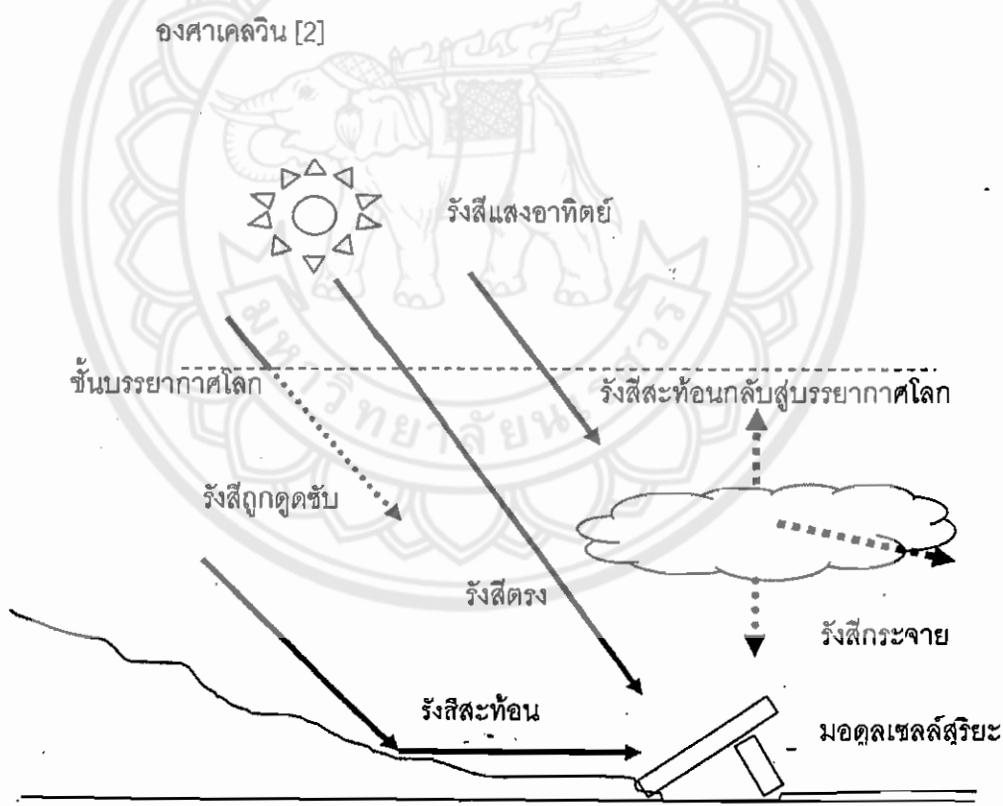


ภาพ 1 แบบจำลองลักษณะภายในของดวงอาทิตย์ [2]

แสงอาทิตย์ที่ส่องมายังผิวโลกจะเกิดการสะท้อนเนื่องจากเมฆและผิวโลก การกระเจิงเนื่องจากโมเลกุลของบรรยากาศและฝุ่นละอองในอากาศ และการดูดซับ(โดยชั้นบรรยากาศของโลก) แสดงดังภาพ 3 ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือสเปกตรัม (Spectrum) ของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลก และมีการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ตลอดเวลาตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า

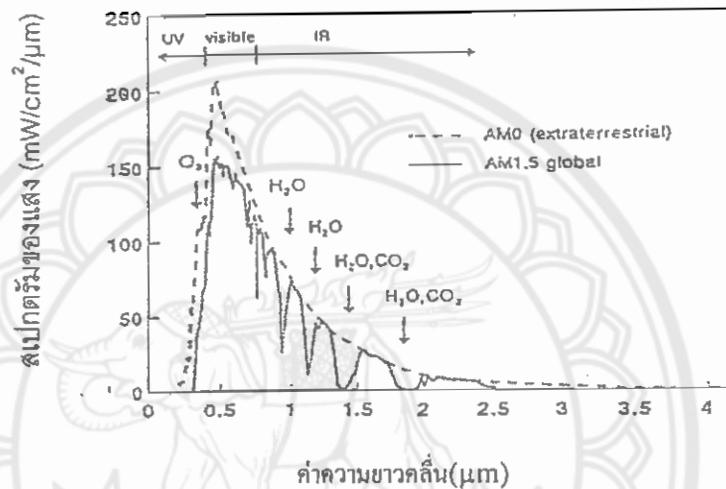


ภาพ 2 การเปรียบเทียบสเปกตรัมของรังสีดวงอาทิตย์เทียบกับวัตถุดำอุณหภูมิ 6,000 องศาเคลวิน [2]



ภาพ 3 การเปลี่ยนแปลงของรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลก [2]

ชั้นบรรยากาศของโลกจะมีค่าการดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ที่ค่าความยาวคลื่นค่าต่างๆ ดังนี้คือรังสีแสงอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.3 ไมโครเมตรจะถูกดูดซับโดยโอโซน (Ozone, O₃) ความยาวคลื่นประมาณ 1 ไมโครเมตรจะถูกดูดซับโดยไอน้ำ และความยาวคลื่นมากกว่า 1 ไมโครเมตรจะถูกดูดซับโดยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 การกระจายของสเปกตรัมของรังสีแสงอาทิตย์เมื่อผ่านบรรยากาศโลก [2]

พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังผิวโลกมีค่าเฉลี่ยของกำลังสูงถึงประมาณ 1.2×10^{17} วัตต์ ซึ่งน้อยกว่าพลังงานที่จะจ่ายให้กับประชากรโลกใช้เพียงหนึ่งชั่วโมงเท่านั้น โดยปกติพลังงานของแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกจะถูกสะสมในรูปองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตนับเป็นเวลาหลายล้านปีและมนุษย์สามารถนำพลังงานหมุนเวียนได้แก่ พลังงานจากน้ำ ลม และพลังงานคลื่นที่มีจุดเริ่มต้นมาจากพลังงานของดวงอาทิตย์เหมือนกัน สมดุลพลังงานแสงอาทิตย์บนโลก

ค่ารังสีแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลกเรียกว่า ค่าคงตัวการฉายรังสีแสงอาทิตย์ (Solar Constant, S) มีค่าประมาณ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่ากำลังรวมของรังสีแสงอาทิตย์ต่อหน่วยพื้นที่เรียกว่า ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (Irradiance) รังสีแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังผิวโลกมีอยู่ 3 ชนิดคือ รังสีตรง (Beam หรือ Direct Radiation) คือรังสีที่อยู่ในแนวของโลกกับดวงอาทิตย์ รังสี

กระจาย (Diffuse Radiation) คือรังสีแสงอาทิตย์ที่มาจากทุกทิศทางยกเว้นแนวเดียวกับรังสีตรง ส่วนรังสีรวม (Global Radiation) คือรังสีตรงรวมกับค่ารังสีกระจาย

รังสีแสงอาทิตย์ที่นอกชั้นบรรยากาศโลกจะมีค่าคงที่ แต่เมื่อรังสีแสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ และสเปกตรัมของรังสีแสงอาทิตย์ ในวันที่ท้องฟ้าโปร่งจะนิยามระยะทางที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศอยู่ในรูปตัวแปรที่สำคัญคือมวลอากาศ แสงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลกจะมีอยู่ 3 แบบคือ รังสีรวม รังสีกระจาย รังสีตรง เนื่องจากโลกมีการหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกที่เวลาต่างๆ ของหนึ่งวัน และการเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในแนวทิศเหนือกับทิศใต้ที่วันต่างๆ ของปี ทำให้การติดตั้งมอดูลเซลล์สุริยะควรหันหน้ามอดูลไปทางทิศใต้ (กรณีพื้นที่อยู่ในซีกโลกเหนือ) และเอียงทำมุมกับพื้นที่ระนาบเท่ากับมุมเส้นรุ้ง (เส้นละติจูด) และควรพิจารณาไม่ให้มีวัตถุใดๆ ที่ทำให้เกิดการบังเงาด้านหน้าของมอดูล

2 มวลอากาศ (Air Mass)

สมชาย สุวรรณวรรณ [2] เนื่องจากรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสเปกตรัมเนื่องจากการดูดซับและการกระเจิงในชั้นบรรยากาศของโลก และขึ้นอยู่กับระยะทางที่รังสีแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศหรือเรียกว่า มวลอากาศ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้แสดงถึงอัตราส่วนของระยะทางที่แสงอาทิตย์ส่องมายังโลกในแนวรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ขณะใด ๆ ต่อระยะทางที่แนวรังสีแสงอาทิตย์ส่องมายังโลกในแนวเส้นปกติ (Normal Line) ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับพื้นที่ที่พิจารณา คำนวณได้จากสมการ

$$\text{มวลอากาศ} = \frac{1}{\cos \theta} = \sec \theta \quad (2.1)$$

เมื่อ θ คือมุมระหว่างแนวรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ทำกับเส้นปกติของตำแหน่งที่พิจารณา มวลอากาศจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อไม่มีอากาศเลยหรืออยู่นอกชั้นบรรยากาศของโลก และมวลอากาศจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่แนวเส้นปกติหรืออยู่ตรงศีรษะ (มาตรฐานการทดสอบมอดูลเซลล์สุริยะจะกำหนดให้มีการทดสอบมอดูลเซลล์สุริยะที่ค่ามวลอากาศเท่ากับ 1.5 หรือ AM 1.5)

สมชาย กฤตพลวิวัฒน์ [3] กล่าวว่าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีความสำคัญของโลกได้รับพลังงานแสงอาทิตย์จากดวงอาทิตย์ในแต่ละปีประมาณ 1×10^{18} กิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งเทียบได้กับน้ำมันประมาณ 500,000 พันล้านบาเรลหรือประมาณ 1000 เท่าของน้ำมันสำรองของโลกหรือมากกว่า 20000 เท่าของการใช้พลังงานของโลกในแต่ละปี

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกจะถูกดูดกลืนพลังงานด้วยส่วนต่าง ๆ ของโลก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ถูกดูดกลืนด้วยพืชใบเขียวทำให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนด้วยชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลกจะเปลี่ยนรูปกลายเป็นพลังงานลม ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก พลังงานจากแสงอาทิตย์ส่วนอื่นอาจถูกใช้ระเหยน้ำให้ลอยตัวกลับขึ้นไปบนท้องฟ้ากลายเป็นฝนแล้วตกลงมายังพื้นโลก และถูกเก็บกักอยู่ในเขื่อนเพื่อใช้สำหรับเป็นพลังงานน้ำ ส่วนของแสงอาทิตย์ที่เหลือจะทำให้เกิดความอบอุ่นแก่พื้นดินและน้ำต่าง ๆ เป็นต้น

การเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดได้จะต้องใช้วิธีการและกระบวนการที่ซับซ้อนเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์จะสลายตัวอย่างรวดเร็วและปริมาณของพลังงานที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและสภาพอากาศของพื้นที่ต่าง ๆ บนพื้นโลก

พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานหลายประเภทคือ

1. ระบบทำน้ำร้อนสำหรับบ้านพักอาศัย ใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม
2. ผลิตอากาศร้อนสำหรับกระบวนการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม
3. ระบบอุ่นอากาศและระบบทำความเย็นแก่อาคารและที่พักอาศัย
4. เครื่องทำความเย็นสำหรับแช่แข็งอาหาร
5. เครื่องกลั่นน้ำ
6. เครื่องปรุงอาหารพลังงานแสงอาทิตย์
7. ต้นกำเนิดผลิตพลังงานกล
8. ต้นกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์กับกระบวนการทางด้านความร้อนมักเกิดอุปสรรคทางด้านเทคนิคที่สำคัญคือ การเปลี่ยนแปลงของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งมีความไม่ต่อเนื่องของแสงอาทิตย์ทำให้ต้องเก็บพลังงานสำหรับในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์ อุปกรณ์กักเก็บพลังงานมักมีราคาค่อนข้างสูงและมีความซับซ้อนมาก (ส่วนใหญ่พลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถกักเก็บในรูปแบบ

พลังงานปรุณภูมิได้) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ต้องการสภาพอากาศแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงานบริเวณพื้นที่ติดตั้งระบบและสภาพภูมิประเทศอาจทำให้เกิดความแตกต่างของสมรรถนะการทำงานและปริมาณพลังงานที่ระบบสามารถผลิตได้ นอกจากนี้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ควรมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย เพื่อสามารถนำระบบไปใช้ได้อย่างกว้างขวางกับทุกท้องถิ่น

3. ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน

ระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนคือการรวมมอดูลเซลล์สุริยะกับแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปรังสีแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเป็นการทำงานของเซลล์สุริยะและผลิตพลังงานความร้อนโดยการระบายความร้อนด้านหลังมอดูลเซลล์สุริยะเป็นการทำงานของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ มีช่องไหลสำหรับระบายความร้อนได้แก่ อากาศหรือน้ำเพื่อทำให้ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบเพิ่มขึ้น

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ระบบเซลล์สุริยะ และระบบแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ระบบเซลล์สุริยะ

สมชาย กฤตพลวิวัฒน์ [3] ได้อธิบายว่าเซลล์สุริยะคือไดโอดขนาดใหญ่ที่อยู่ในสภาวะถูกแสง เมื่อแสงตกกระทบลงบนรอยต่อพีเอ็นของไดโอดจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสพาหะผ่านบริเวณรอยต่อ ถ้ามีตัวนำไฟฟ้าสัมผัสอยู่ทางด้านนอกของสารพีและสารเอ็นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลออกสู่ภายนอก รังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนเซลล์สุริยะ จะสูญเสียพลังงานบางส่วนก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยสมมุติให้แสงเป็นฟลักซ์ของอนุภาคโฟตอนซึ่งทำให้เกิดพลังงานคำนวณได้จากสมการ

$$E_{Ph}(\lambda) = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1.24}{\lambda} \quad (2.2)$$

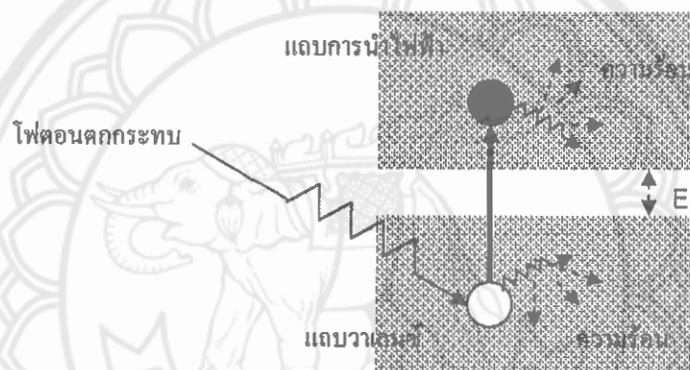
เมื่อ h คือค่าคงตัวของพลังค์

c คือค่าความเร็วของแสง

λ คือความยาวคลื่นของแสง

f คือความถี่ของคลื่นแสง

ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะมีค่าประมาณ 4.4×10^{17} โฟตอนต่อหน่วยตารางเซนติเมตรของผิวโลก ทุกวินาทีโฟตอนของแสงเหล่านี้บางตัวที่มีพลังงานสูงกว่าช่องว่างแถบพลังงาน (Band gap) จะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ เมื่อโฟตอนเคลื่อนที่เข้าสู่สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าอาจถูกดูดกลืนและกระตุ้นให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากแถบวาเลนซ์ไปสู่สารกึ่งตัวนำไฟฟ้า แสดงดังภาพ 5 ขณะที่โฮลที่เคลื่อนที่อยู่ทางด้านบนของแถบวาเลนซ์ไปสู่แถบการนำไฟฟ้า และที่โฮลที่เคลื่อนที่อยู่ทางด้านบนของแถบวาเลนซ์กระบวนการดูดกลืนแสงจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน - โฮล (Electron-Hole Pair)

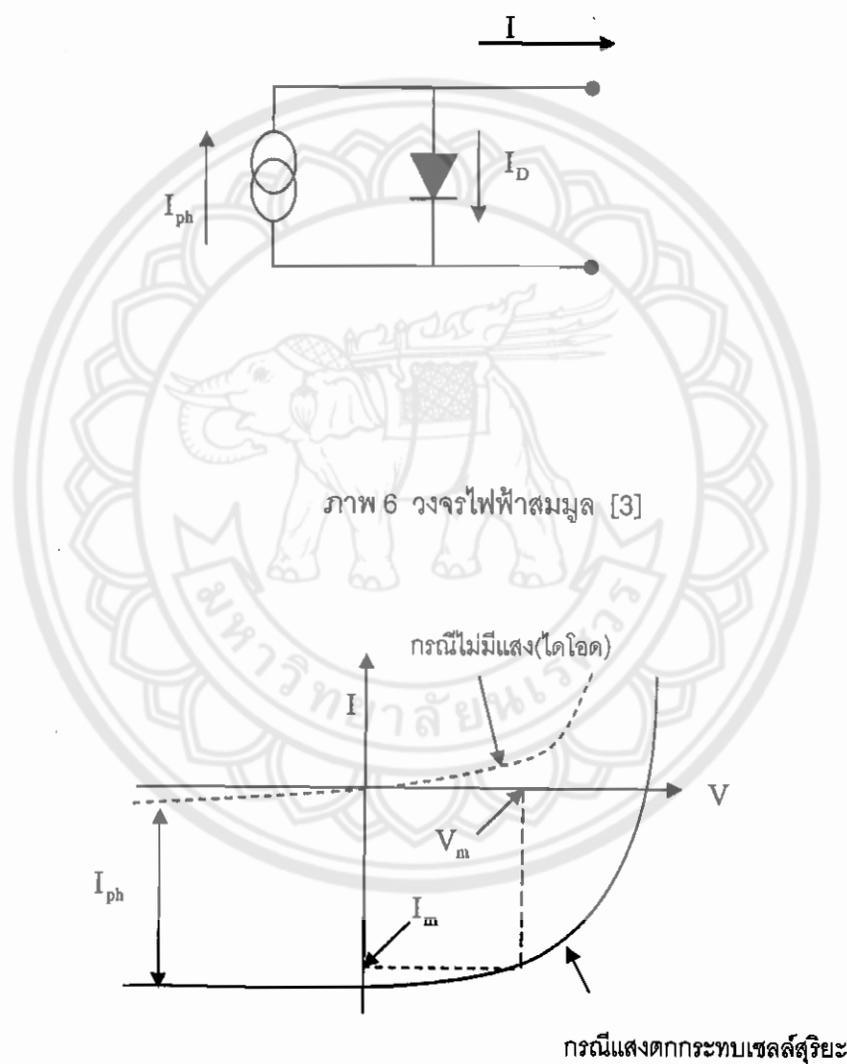


ภาพ 5 การเกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮลด้วยแสงที่ตกกระทบ [3]

วงจรไฟฟ้าสมมูลของเซลล์สุริยะแสดงดังภาพ 6 กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ (I_L) เกิดจากตัวกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่และต่อขนานอยู่กับรอยต่อพีเอ็น จะได้ว่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุท (I) ของเซลล์สุริยะจะมีค่าเท่ากับผลต่างทางกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ (I_{ph}) กับกระแสไฟฟ้าไดโอด (I_D) คำนวณได้จากสมการ

$$I = I_D - I_0 \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right] \quad (2.3)$$

เมื่อ I_0 คือกระแสไฟฟ้าอิมิตวย้อนกลับ สำหรับภายใต้สภาวะเปิดวงจรไฟฟ้า (มีค่า $I=0$) กระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดจะไหลผ่านไดโอด ส่วนภายใต้สภาวะลัดวงจรไฟฟ้า (มีค่า $V=0$) กระแสไฟฟ้าทั้งหมดจะไหลผ่านโหลดไฟฟ้าภายนอก กราฟแสดงคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะเทียบกับไดโอดจะมีลักษณะดังภาพ 7

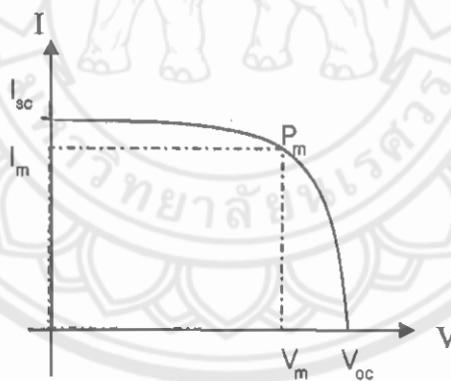


ภาพ 7 คุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ [3]

กราฟคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะจะมีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc}) จะมีค่าใกล้เคียงกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ (I_{ph}) และค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc}) คือจุดที่มีกระแสไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดที่ได้จากสมการ

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_L}{I_0} + 1 \right) \quad (2.4)$$

ค่า I_{ph} และค่า I_0 (กระแสไฟฟ้าอิมิตวย้อนกลับ) ขึ้นอยู่กับรูปทรงเรขาคณิตของอุปกรณ์ในส่วนของการผลิตและโครงสร้างของวัสดุเป็นตัวกำหนดค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดจุดที่ก่าลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเซลล์สุริยะจะได้จากการคิดค่าก่าลังไฟฟ้าที่จุดต่างๆ บนเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า และเป็นจุดที่ผลคูณของกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟมีค่าสูงสุด (ที่อุณหภูมิของมอดูลและค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์คงที่) แสดงดังภาพ 8 จุดก่าลังไฟฟ้าสูงสุดจะเป็นจุดที่มีพื้นที่ใต้กราฟมากที่สุด เมื่อเทียบกับจุดอื่นๆ ภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน



ภาพ 8 ลักษณะกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ [3]

ผลของอุณหภูมิและรังสีแสงอาทิตย์ต่อการทำงานของเซลล์สุริยะขณะใช้งานเซลล์สุริยะในทางปฏิบัติจะได้ว่าเซลล์สุริยะไม่ได้ทำงานภายใต้สภาวะมาตรฐานทำให้มีเส้นกราฟ

ดังกล่าวเกิดขึ้นจำนวนมาก ฟิลแฟกเตอร์ (fill factor) คือค่าที่แสดงว่าพื้นที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเป็นกี่เท่าของกำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้จากผลคูณของ V_{oc} กับ I_{sc}

ปกติมอดูลเซลล์สุริยะจะมีค่าฟิลแฟกเตอร์อยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.85 ของมอดูลเซลล์สุริยะคำนวณได้จากสมการ

$$FF = \frac{P_m}{I_{sc} V_{oc}} = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}} \quad (2.5)$$

เมื่อ I_m คือกระแสไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด

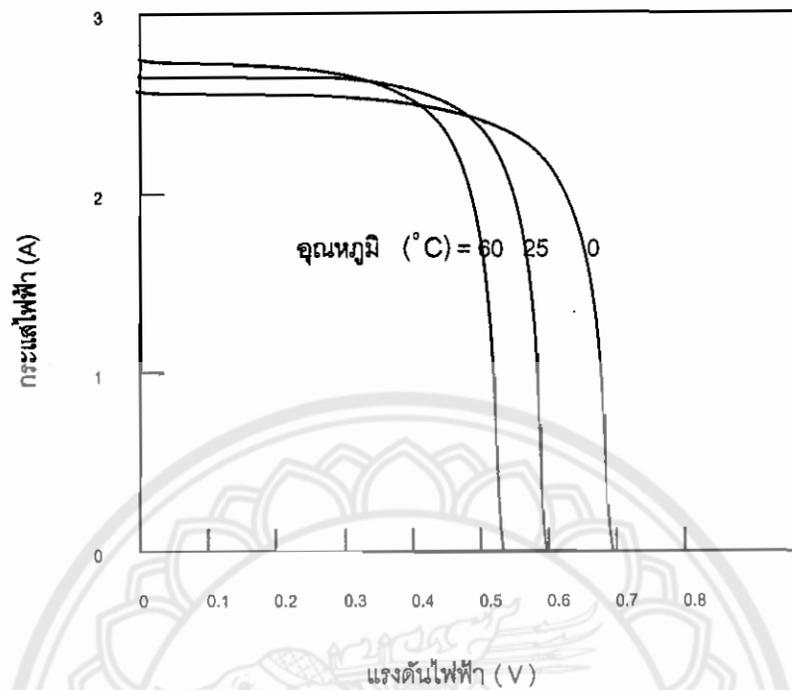
V_m คือแรงดันไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ประสิทธิภาพของมอดูลเซลล์สุริยะ (η_{pv}) ที่ทดสอบในสภาวะมาตรฐานมีเงื่อนไขในการทดสอบคือค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เท่ากับ 100 mW/cm^2 มีสเปกตรัมของรังสีแสงอาทิตย์เหมือนกับกรณีที่มวลอากาศเท่ากับ 1.5 และอุณหภูมิของมอดูลเซลล์สุริยะเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส สำหรับกรณีซิลิคอนจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุดประมาณ 700 mV มีค่าฟิลแฟกเตอร์เท่ากับ 0.84 ค่าประสิทธิภาพของมอดูลคำนวณได้จากสมการ

$$\eta_{pv} = \frac{V_m I_m}{P_m} = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{P_{in}} \quad (2.6)$$

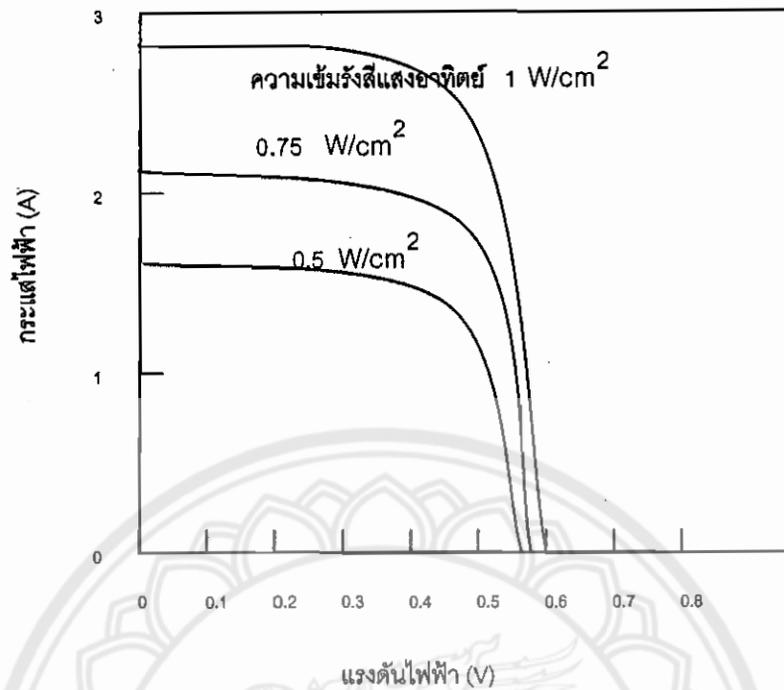
เมื่อ P_{in} คือกำลังรวมของค่าพลังงานรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนมอดูลเซลล์สุริยะ มอดูลเซลล์สุริยะที่มีอยู่ทั่วไปในท้องตลาดมีค่าประสิทธิภาพอยู่ระหว่างร้อยละ 12 ถึง 14 การใช้งานเซลล์สุริยะในทางปฏิบัติจะได้ว่าเซลล์สุริยะจะไม่ได้ดำเนินการภายใต้สภาวะมาตรฐาน สิ่งสำคัญที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเซลล์สุริยะมีอยู่ 2 ประการ ได้แก่อุณหภูมิของเซลล์สุริยะและความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีรายละเอียดดังนี้

ผลของอุณหภูมิต่อค่ากำลังไฟฟ้าเอาต์พุตของเซลล์สุริยะดังภาพ 9 แรงดันไฟฟ้าของเซลล์สุริยะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น (ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเซลล์สุริยะมีค่าติดลบ) ค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์สุริยะแบบซิลิคอนมีค่าลดลง 2.3 มิลลิโวลต์ต่อองศาเซลเซียส และอุณหภูมิมิผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสไฟฟ้าและค่าฟิลแฟกเตอร์น้อยมาก



ภาพ 9 ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ [3]

ผลของค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ต่อลักษณะเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะที่มีระดับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์แตกต่างกันจะแสดงดังภาพ 10 จะได้ว่าถ้าฟลักซ์โฟตอนของแสงมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้มีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าของว่างแถบพลังงาน การเพิ่มของค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์จะทำให้ฟลักซ์ของโฟตอนที่มีค่าเพิ่มขึ้น และส่งผลให้มีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่า จะได้ว่าค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรมีค่าแปรผันตรงกับค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันกับค่าลอการิทึมของค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์) และในทางปฏิบัติจะไม่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าสำหรับกรณีนี้



ภาพ 10 ผลของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ต่อลักษณะเชิงไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ [3]

สมชาย สุวราห์วรรณ [2] กล่าวว่า การทดสอบมอดูลเซลล์สุริยะเพื่อหาคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะ ดำเนินการทดสอบโดยทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. กระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_m) และแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_m) ที่ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (P_m) ของมอดูลเซลล์สุริยะ
2. ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนมอดูลเซลล์สุริยะ (G_T)
3. อุณหภูมิของมอดูลเซลล์สุริยะ (T_{cell}) ในการทดสอบนี้จะวัดอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของมอดูลเซลล์สุริยะ
4. กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc}) และแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc}) ที่ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ค่าต่าง ๆ

ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเซลล์สุริยะคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P_m = I_m V_m \quad (2.7)$$

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอดูลเซลล์สุริยะเพื่อทำนายคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าของมอดูลเซลล์สุริยะ ได้กล่าวว่ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคำนวณค่าคงตัวของสมการความสัมพันธ์ได้แก่ β_1 β_V β_{Vg} I_{sc0} V_{oc0} และ P_{STC} โดยใช้ค่า G_T V_{oc} I_{sc} T_{cell} ลงในสมการ

$$I_{sc} = I_{sc0} (G_T/1000)[1 + \beta_1(T_{cell} - 25)] \quad (2.8)$$

$$V_{oc} = V_{oc0} - \beta_V(T_{cell} - 25) - \beta_{Vg} \log(1000/G_T) \quad (2.9)$$

หาค่า I_{sc0} และค่า V_{oc0} จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น ส่วน β_1 β_V β_{Vg} และ P_{STC} จากการ Sampling โดยวิธี Trail and Error

2. คำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเซลล์สุริยะจากสมการ

$$P_m = P_{STC} \left(\frac{I_{sc} V_{oc}}{I_{sc0} V_{oc0}} \right) \quad (2.10)$$

ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าสูงสุดของมอดูลเซลล์สุริยะขณะเวลาใด ๆ คำนวณได้จากสมการ

$$\eta_{PV} = \frac{P_m}{A_{PV} G_T} \times 100\% \quad (2.11)$$

เมื่อ P_m คือกำลังไฟฟ้าสูงสุด

A_{PV} คือพื้นที่การรับแสงอาทิตย์ของมอดูลเซลล์สุริยะ

G_T คือความเข้มแสงที่ตกกระทบมอดูลเซลล์สุริยะ

3.2 ระบบแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์

สมชาย กฤตพลวิวัฒน์ [3] ได้อธิบายว่าค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์คำนวณได้จากผลต่างของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับพลังงานที่สูญเสียของมอดูลเซลล์สุริยะที่ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงมีรูปสมการคือ

$$G_T(\tau\alpha)_e = q_{PV/T} + q_L + \frac{di_c}{dt} = q_a \quad (2.12)$$

เมื่อ G_T คือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวด้านหน้าแผ่นดูดกลืนแสง

$(\tau\alpha)_e$ คือค่าการส่องผ่านและการดูดกลืนรังสีของมอดูลเซลล์สุริยะ

$q_{PV/T}$ คือความร้อนที่ได้จากแผ่นดูดกลืนแสง

q_L คือความร้อนที่สูญเสียจากแผ่นดูดกลืนแสงไปสู่อากาศแวดล้อม

q_a คือพลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งหน่วยเวลา และหนึ่งหน่วยพื้นที่ของแผ่น

ดูดกลืนแสง

$\frac{di_c}{dt}$ คืออัตราการเก็บสะสมพลังงานของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์

ภายใต้สภาวะคงตัว สมการสมดุลความร้อนของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ จะหาได้จากค่าความร้อนที่ได้มีค่าเท่ากับผลต่างของความร้อนที่เกิดจากแผ่นดูดกลืนแสงกับพลังงานความร้อนที่สูญเสียมีรูปสมการคือ

$$q_{PV/T} = A_{PV}G_T(\tau\alpha)_e - A_{PV}U_L(T_f - T_a) \quad (2.13)$$

เมื่อ $q_{PV/T}$ คือพลังงานความร้อนเอาท์พุทที่ได้มีหน่วยเป็นวัตต์

A_{PV} คือพื้นที่แผ่นดูดซับรังสีของมอดูลเซลล์สุริยะมีหน่วยเป็นตารางเมตร

U_L คือค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนจากแผ่นดูดกลืนแสงของมอดูลเซลล์สุริยะ ไปยังอากาศแวดล้อม

T_f คือค่าอุณหภูมิของของไหลด้านไหลเข้าสู่ระบบ

T_a คืออากาศแวดล้อม

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนในเวลาใด ๆ ของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อน (η_{th}) กำหนดจากอัตราส่วนของค่าพลังงานความร้อนที่ได้ต่อพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบบนแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ มีค่าตามสมการ

$$\eta_{th} = \frac{q_{PV/T}}{A_{PV}G_T} \times 100\% \quad (2.14)$$

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในช่วงเวลาเท่ากับ t มีค่าตามสมการ

$$\eta_{th} = \frac{\int_0^t q_{PV/T} dt}{\int_0^t A_{PV} G_T dt} \quad (2.15)$$

เมื่อ t คือช่วงเวลาสำหรับคำนวณค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย

แต่เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีเกิดขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นทำให้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์มีขั้นตอนที่ซับซ้อนแต่สำหรับแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ของระบบที่มีอุณหภูมิต่ำและปานกลางอาจทำการวิเคราะห์ในรูปแบบการเชิงเส้น J.K. Tonui & Y. Tripanagnostopoulos [4] อธิบายว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนโดยใช้หลักการเหมือนกับแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์หาได้จากสมการ

$$\eta_{th} = F_R (\tau\alpha)_e - U_L F_R (T_1 - T_a) / G_T \quad (2.16)$$

เมื่อ η_{th} คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อน

F_R คือตัวประกอบประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อน

เรียกสมการ (2.16) ว่าสมการ ฮอทเทล - วิลเลอร์ - บลิสส์ (hottel - whillier - bliss) ตัวประกอบสำหรับการออกแบบมีอยู่ 3 ตัวคือ F_R , $(\tau\alpha)_e$ และ U_L ใช้สำหรับกำหนดคุณสมบัติเชิงความร้อนและหาค่าประสิทธิภาพแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์แบบมอดูลเซลล์สุริยะอาจทำการปรับปฎิค่าตัวประกอบทั้ง 3 เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนให้มีค่าสูงขึ้นแต่อาจต้องใช้เงินลงทุนสูงขึ้นด้วย

การทดสอบชั่วคราวทำการวัดค่าอุณหภูมิและความเข้มรังสีแสงอาทิตย์พร้อมกันโดยควบคุมให้อัตราการไหลของของเหลวที่มีค่าคงตัวตลอดเวลา ผลต่างอุณหภูมิของของไหลทางด้านเข้าและออกระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ สามารถคำนวณประสิทธิภาพชั่วขณะเวลาหนึ่ง (instantaneous efficiency) ของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ได้จากสมการ

$$\eta_{th} = \frac{\dot{m}C_p(T_2 - T_1)}{G_T A_{PV}} \times 100\% \quad (2.17)$$

เมื่อ η_{th}	คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์
G_T	คือความเข้มแสงอาทิตย์รวมบนแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์
\dot{m}	คืออัตราการไหลเชิงมวลของของไหลที่ใช้ถ่ายเทความร้อน
C_p	คือค่าความจุความร้อนจำเพาะของของไหล
T_2	คืออุณหภูมิของของเหลวด้านออกจากแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์
T_1	คืออุณหภูมิของของเหลวด้านเข้าสู่แผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์
A_{PV}	คือพื้นที่ของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์

นำค่า η_{th} ที่คำนวณได้มาเขียนกราฟเปรียบเทียบกับเทอม $(T_1 - T_a)/G_T$ ที่ได้จากการทดลองซึ่งจะได้รูปกราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงโดยกำหนดให้เทอม $(T_1 - T_a)/G_T$ เป็นค่าบนแกนนอนและกำหนดให้ η_{th} เป็นค่าบนแกนตั้ง จากกราฟจะได้อ่านความชันมีค่าเท่ากับ $U_L F_R$ และจุดตัดแกนตั้งมีค่าเท่ากับ $F_R (\tau\alpha)_e$

4. การทดสอบประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน

B.J. HUANG [7] แสดงว่าค่าประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อนคำนวณได้จากสมการ

$$\eta_{PV/T} = \eta_{PV} + \eta_{th} \quad (2.18)$$

เมื่อ $\eta_{PV/T}$ คือ ประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน

η_{th} คือประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน

η_{pv} คือประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้าของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน

5. การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานร่วมเซลล์สุริยะ/ความร้อน ทำให้สามารถเปรียบเทียบความเหมาะสมของระบบที่สร้างขึ้นกับระบบเซลล์สุริยะอย่างเดียว สมชาย สุวราห์วรรณ [2] กล่าวว่าประโยชน์ของการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ทำให้สามารถวางแผนลดค่าใช้จ่ายได้ เพื่อให้ระบบคุ้มทุนเร็วขึ้นและสามารถวางแผนเพื่อลดการดำเนินการเกี่ยวกับระบบได้อย่างราบรื่น นอกจากนี้ประโยชน์ของเศรษฐศาสตร์ยังบอกผลทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาเลือกระบบที่เหมาะสม

5.1 ตัวแปรของการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์

ตัวแปรที่สำคัญสำหรับใช้ประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

5.1.1 ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (life-cycle cost) เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดช่วงอายุการใช้งานระบบ ซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปของเงินต้นทุนเทียบเท่าในปีปัจจุบัน

5.1.2 ระยะเวลาถอนทุน (payback period) คือช่วงเวลาที่เกิดผลรวมของรายจ่ายทั้งหมดมีค่าเท่ากับผลกำไร และรายได้ทั้งหมดของระบบ

5.1.3 อัตราการคืนทุน (rate of return) คือกำไรและผลตอบแทนซึ่งแสดงในรูปค่าร้อยละของการคืนทุนรายปีของเงินทุนเริ่มต้น (initial investment)

ระยะเวลาถอนทุนและอัตราการคืนทุนมีข้อเสียอยู่ 2 ประการคือ ไม่สะดวกที่จะแสดงผลกำไรที่ได้ในรูปของตัวเงินจริงและไม่สามารถทำบัญชีแสดงให้เห็นว่าระบบจะสิ้นสุดเมื่อไร และราคาในอนาคตของระบบเมื่อเวลาผ่านไป

การคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานเป็นการวิเคราะห์ที่มีความสมบูรณ์ที่สุด และสิ่งที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการประยุกต์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานจะแสดงรายละเอียดของเงินลงทุนเริ่มต้นของระบบและราคาทั้งหมดในอนาคตตลอดอายุการใช้งานของระบบเซลล์สุริยะ ช่วงเวลาของการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบที่แตกต่างกันจะใช้ค่าอายุการใช้งานของระบบที่มีค่ามากที่สุดสำหรับกำหนดช่วงระยะเวลาของการคำนวณ

การเปรียบเทียบทางเศรษฐศาสตร์เป็นการคำนวณค่าใช้จ่ายและผลกำไรทั้งหมดในอนาคตมาเป็นมูลค่าสมมูลในปัจจุบันเรียกว่า เงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบัน (Present Worth) ซึ่งคำนวณได้จากค่าใช้จ่ายทั้งหมดในอนาคตคูณด้วยตัวประกอบส่วนลด (discount factor) ตัวอย่างเช่น ถ้าค่าอัตราส่วนลดมีค่าเท่ากับร้อยละ 10 ต่อปีหมายถึงถ้าเรามีเงินอยู่ 100 บาทในปัจจุบันเงินนั้นจะมีค่าเท่ากับ 110 บาทเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปีหรือถ้าเรามีเงิน 110 บาทที่หนึ่งปีในอนาคตจะมีมูลค่าของเงินเทียบเท่าในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 100 บาท

5.2 ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน

ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน การคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.2.1 ระยะเวลาที่ใช้วิเคราะห์ อายุการใช้งานของส่วนประกอบที่มีค่ามากที่สุดจะใช้เป็นตัวกำหนดระยะเวลาของการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

5.2.2 อัตราเงินเฟ้อ (excess Inflation, i) คืออัตราการเพิ่มราคาของอุปกรณ์ว่ามีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลง ซึ่งโดยทั่วไปจะสมมติให้มีค่าเท่ากับศูนย์

5.2.3 อัตราส่วนลด (discount Rate, d) คืออัตราส่วนของเงินที่มีการเพิ่มค่าเมื่อเกิดการลงทุนทั่วไปมีค่าประมาณร้อยละ 8 – 12 ของเงินลงทุน

5.2.4 เงินลงทุนเริ่มต้น (capital cost) คือค่าใช้จ่ายเริ่มต้นทั้งหมดของการซื้อและการติดตั้งระบบ

5.2.5 ค่าใช้จ่ายของการดำเนินการและซ่อมบำรุง (operating and maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายรายปีหรือช่วงระยะเวลาที่พิจารณา เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้

5.2.6 ต้นทุนทดแทน (replacement cost) คือ มูลค่าปัจจุบันของอุปกรณ์แต่ละส่วนเมื่อถูกใช้งานแล้วระยะเวลาหนึ่ง

5.3 การคำนวณเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบัน (present worth)

การคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน เป็นการหาค่าใช้จ่ายในอนาคต (future cost) และผลกำไร ให้อยู่ในรูปของเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบัน มีรูปแบบการคำนวณ 2 แบบคือ

5.3.1 การคำนวณเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินครั้งเดียว
 การคำนวณเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินครั้งเดียว
 (single payment) คำนวณค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินครั้งเดียว
 ได้จากสมการ

$$P_r = \left(\frac{1+i}{1+d} \right)^{N_e} \quad (2.19)$$

เมื่อ i คือ อัตราเงินเฟ้อ
 d คือ อัตราส่วนลด

เงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินครั้งเดียวในอนาคตปีที่ N_e
 มีค่าเท่ากับ

$$PW = C_r \times P_r \quad (2.20)$$

เมื่อ C_r คือ จำนวนเงินที่จ่ายครั้งเดียวในปีที่ N_e บาท

5.3.2 การคำนวณเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันสุทธิรวม
 เงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันสุทธิรวมคำนวณสำหรับกรณีที่ทำกา
 รจ่ายเงินเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ตลอดอายุการใช้งานของระบบ เช่น ค่าเชื้อเพลิงรายปี หรือค่าซ่อม
 บำรุงรายปี เป็นต้น

ค่าตัวประกอบเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันของการจ่ายเงินในช่วงเวลา
 จำนวน N_e ปีหรือ N_e ช่วง สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$P_a = \frac{\left(\frac{1+i}{1+d} \right) \left(\left| \frac{1+i}{1-d} \right|^{N_e} - 1 \right)}{\left(\frac{1+i}{1+d} \right)} \quad (2.21)$$

รายจ่ายต่อปี (Annual Payment) มีค่าเท่ากับ C_u สามารถใช้คำนวณหา มีค่าเงินลงทุนเทียบเท่าในปัจจุบันสุทธิรวมสำหรับเงินที่จ่ายตามช่วงเวลาโดยคำนวณได้จากสมการ

$$PW = C_u \times P_u \quad (2.22)$$

เมื่อ C_u คือเงินที่จ่ายต่อปี หรือช่วงเวลาที่กำหนด

5.4 การคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน

สำหรับค่าใช้จ่ายแต่ละส่วนที่เกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งานของระบบ (LCC) สามารถคำนวณในรูปของเงินลงทุนในปัจจุบันด้วยค่าตัวประกอบส่วนลด คือ P_t และ P_u ซึ่งค่าที่คำนวณได้จะเป็นผลรวมของเงินต้นทุนเทียบเท่าในปัจจุบันทั้งหมด หรือค่าใช้จ่ายรวมตลอดอายุการใช้งานของระบบนั่นเอง การแสดงค่าใช้จ่ายมี 2 แบบคือ

5.4.1 ค่าใช้จ่ายต่อปีตลอดอายุการใช้งาน (ALCC)

ค่าใช้จ่ายต่อปีตลอดอายุการใช้งาน (ALCC) คือ ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (LCC)รวม ที่แสดงในรูปของจำนวนเงินต่อปี การคำนวณสามารถหาได้จากการนำค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (LCC) หารด้วยตัวประกอบ P_t โดยกำหนดค่าอัตราส่วนลดตามค่าที่กำหนดทั่วไป ค่าอัตราเงินเฟ้อมีค่าเท่ากับศูนย์ และจำนวนปีเท่ากับอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่มีค่ามากที่สุด ผลที่ได้จากการคำนวณจะแสดงในหน่วยบาทต่อปี

5.4.2 ราคาต่อหน่วยพลังงาน

การเปรียบเทียบระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสองระบบ จะพิจารณาจากราคาสุทธิรวมของค่าพลังงาน คือกิโลวัตต์ชั่วโมง เราสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{จำนวนหน่วยพลังงานต่อปี} = G_t \times A_{PV} \times \eta_{PV/T} \times 356 \quad (2.23)$$

คำนวณราคาต่อหน่วยพลังงานเพิ่มขึ้น ได้จากสมการ

$$\text{ราคาต่อหน่วยพลังงาน} = \text{ALCC} / \text{จำนวนหน่วยพลังงานต่อปี} \quad (2.24)$$



20 พ.ย. 2550

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

i. 878258X c.2 สำนักหอสมุด

B.J. HUANG [5] ศึกษาาระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่ใช้เซลล์สุริยะแบบผลึกกรม (Polycrystalline silicon) ของบริษัท Solarex รุ่น MSX-60 ขนาดความกว้าง 467 มิลลิเมตร ยาว 1105 มิลลิเมตร ค่าประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้ามีค่าเท่ากับร้อยละ 9 สำหรับสร้างเป็นแผ่นดูดกลืนรังสี แสงอาทิตย์ของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนโดยไม่ปิดด้านหน้าด้วยกระจก แผ่นเพลตของระบบ สร้างจากโพลีคาบอเนตมีโครงสร้างเป็นลูกฟูกให้น้ำไหลผ่านเพื่อระบายความร้อนออกจากระบบ เซลล์สุริยะ/ความร้อน มีปั้มน้ำกระแสตรงขนาด 3 วัตต์เป็นอุปกรณ์หมุนเวียนน้ำระหว่างถังเก็บน้ำ กับแผ่นรับรังสีของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อน อัตราส่วนมวลของน้ำในถังเก็บน้ำต่อพื้นที่แผ่น เพลตมีค่าเท่ากับ 82 ลิตรต่อตารางเมตร จากผลการทดลองพบว่าเมื่อนำเซลล์สุริยะมาสร้างเป็น แผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์ของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนทำให้ประสิทธิภาพรวมของระบบเซลล์ สุริยะ/ความร้อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าเท่ากับร้อยละ 38 หลังจากปิด ด้านรับรังสีแสงอาทิตย์ของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนด้วยกระจกพบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 50

j.k. Tonui, Y Tripanagnostopoulos [6] ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อน ของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์เซลล์สุริยะ/ความร้อน โดยติดตั้งแผ่นโลหะบางตรงกลางช่องด้านใน ของระบบแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์แบบเซลล์สุริยะ/ความร้อน และติดตั้งโลหะบางบริเวณด้านหลัง ของระบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่ใช้อากาศเป็นของไหลสำหรับระบายความร้อน นำระบบทั้งสองนี้ เปรียบเทียบกับระบบเดิม การทดสอบระบบควบคุมให้อัตราการไหลของอากาศแบบบังคับเท่ากับ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และแบบอิสระมีอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศประมาณ 12.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จากการทดลองพบว่าแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์เซลล์สุริยะ/ความร้อน(แบบ ไม่ได้ปรับปรุง)มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับร้อยละ 25 เมื่อการไหลของอากาศแบบอิสระมี ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับร้อยละ 16 สำหรับแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์เซลล์สุริยะ/ความร้อน ที่ติดตั้งแผ่นโลหะบางตรงกลางช่องระบายความร้อนระบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับร้อย ละ 28 เมื่อกำหนดอัตราการไหลของอากาศแบบบังคับ และร้อยละ 18 เมื่อกำหนดอัตราการไหล ของอากาศของอากาศแบบอิสระ ส่วนแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์แบบเซลล์สุริยะ/ความร้อนที่ติดตั้ง โลหะบางบริเวณด้านหลังของระบบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเท่ากับร้อยละ 30 เมื่อกำหนดให้ การไหลของอากาศเป็นแบบบังคับ และร้อยละ 20 เมื่อกำหนดอัตราการไหลของอากาศของ อากาศเป็นแบบอิสระ จากการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของแผ่นรับรังสีแสงอาทิตย์เซลล์

สุริยะ/ความร้อนพบว่าการเพิ่มพื้นที่ผิวของการถ่ายเทความร้อนไปยังของไหลจะทำให้ประสิทธิภาพ
เชิงความร้อนของระบบมีค่าเพิ่มขึ้น

