บทที่ 1
บทนำ

1 ความเป็นมา

การจัดหาพัสดุ ของส่วนราชการเป็นการดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งพัสดุ เพื่อใช้สนับสนุนการปฏิบัติงาน การจัดหาพัสดุของส่วนราชการหากเปรียบกับค่าใช้จ่ายด้านบริหารงานอื่นแล้วเป็นวงเงินงบประมาณที่ค่อนข้างสูง การดำเนินการที่เกี่ยวกับการจัดหาพัสดุ ที่มีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลถึงความสัมฤทธิ์ผลของแผนงานโครงการต่างๆ นอกจากนี้ยังช่วยให้องค์กรประหยัดงบประมาณ และใช้จ่ายงบประมาณอย่างคุ้มค่า

เป้าหมายของการบริหารการจัดซื้อจัดจ้าง เพื่อให้ได้ของที่ต้องการใช้ โดยได้ของที่มีคุณภาพ, ตามจำนวนที่ต้องการ, มีราคาที่เหมาะสม และได้ของภายในระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นการที่จะให้การดำเนินการเป็นไปตามเป้าหมายการจัดซื้อจัดจ้าง สิ่งหนึ่งที่มีสำคัญในการจัดซื้อจัดจ้าง คือข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ และในกรณีที่ยังไม่มีข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ หน่วยงานก็จะต้องดำเนินการจัดทำข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะดังกล่าว

กองวิศวกรรมการแพทย์ เป็นหน่วยงานที่มีกิจกรรมหนึ่งในความรับผิดชอบคือ การสนับสนุนในการจัดหา การมี การใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือทางการแพทย์ และสาธารณสุข ให้แก่สถานบริการสุขภาพ ซึ่งมีบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับเครื่องมือทางการแพทย์ เพื่อให้สถานบริการสุขภาพ มีเครื่องมือทางการแพทย์ และสาธารณสุข ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานคุ้มกับงบประมาณ

การจัดหาเครื่องมือทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ ให้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำไปใช้งานกับผู้ป่วย จำเป็นต้องได้รับการทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับประเภทของอุปกรณ์ และมีการปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อให้การทำลายเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องมือทางการแพทย์และสาธารณสุข ได้รับการยอมรับและได้รับความเชื่อมั่น เป็นไปตามเป้าหมายการจัดซื้อจัดจ้าง จึงได้นำข้อมูลทางวิชาการ ข้อมูลทางด้านเทคนิค ของเครื่อง มาเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มือฯ กำหนดคุณลักษณะเฉพาะ เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ/เครื่องอบฆ่าเชื้อ ให้หน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องในการจัดซื้อเครื่องมือทำลายเชื้อและปราศจากเชื้อ และข้อมูลในแต่ละด้านที่ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดคุณลักษณะเฉพาะ(Specification) ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ, โครงสร้าง, ส่วนประกอบและอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย, มาตรฐานผลิตภัณฑ์, อุปกรณ์ประกอบเครื่อง, การติดตั้งเครื่อง และการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่อง

1.1 จุดประสงค์

1) เพื่อให้หน่วยมีการพัฒนาคุณภาพ ด้านงานพัสดุ สู่มาตรฐาน
2) เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องมีข้อมูลในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ/เครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง
3) เพื่อให้หน่วยงานมีการจัดซื้อจัดจ้างให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ, ตามจำนวนที่ต้องการ, ราคาที่เหมาะสม, ภายในระยะเวลาที่กำหนด
4) เพื่อให้ได้รับการยอมรับและเชื่อถือจากทุกหน่วยงาน

1.2 ขอบข่าย

หนังสือเล่มนี้กล่าวถึง วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ และคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ เครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

1.3 นิยามศัพท์

Biological Indicator (BI)	ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพซึ่งเตรียมจากสปอร์ของเชื้อ Bacillus ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของการทำให้ปราศจากเชื้อ ตัวบงชี้ทางชีวภาพสำหรับเครื่องนึ่งไอน้ำใช้สปอร์ของเชื้อ B.stearothermophilus สำหรับครื่องอบไอร้อนและเครื่องอบแก๊ส Ethylene oxide ใช้สปอร์ของเชื้อ B.subtilis
Bowie-Dick Test	ตรวจสอบการกระจายความร้อนภายในหม้อนึ่งความดันไอน้ำว่าสม่ำเสมอทั่วกันหรือไม่ (ไม่ได้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโดยตรง)
Spore Test	นำหลอด spore suspension ไปเข้า Autoclave หรือในระบบที่ทำลายเชื้อ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อตรวจหาการเจริญเติบโตของเชื้อ
Autoclave tape	การตรวจสอบความร้อน เมื่อมีสีดำแสดงว่าถูกความร้อนแล้ว แต่ไม่จำเป็นต้องปราศจากเชื้อ

Chemical sterilant	สารทำลายเชื้อ สามารถทำลายเชื้อจุลชีพทุกชนิดรวมทั้งสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา(ส่วนใหญ่ใช้กับอุปกรณ์ที่ไม่ทนความร้อน)
Sterilization	การทำให้ปราศจากเชื้อ เป็นการกำจัดหรือทำรายเชื้อจุลชีพทุกชนิดรวมทั้งสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย การทำให้ปราศจากเชื้อทำได้โดยวิธีการทางกายภาพและวิธีการทางเคมี ในสถานบริการทางการแพทย์วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ ได้แก่ การอบไอน้ำภายใต้ความดัน (Autoclave) การอบความร้อน การอบด้วยแก๊ส Ethylene oxide การใช้น้ำยาทำลายเชื้อ น้ำยาทำลายเชื้อที่สามารถทำให้อุปกรณ์ทางการแพทย์ปราศจากเชื้อได้แก่ 2% glutaraldehyde ซึ่งการแช่ต้องใช้เวลานาน 6-10 ชั่วโมง
Ethylene oxide	สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล C_2H_4O , สถานะ ก๊าซไม่มีสี กลิ่นหอมหวาน, น้ำหนักโมเลกุล 44.05 จุดเดือด 10.7 องศาเซลเซียส
Formaldehyde	สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล CH_2O , สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน, น้ำหนักโมเลกุล 30,จุดเดือด 96องศาเซลเซียส
Hydrogen peroxide	สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล H_2O_2 สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน,น้ำหนักโมเลกุล 34.0,จุดเดือด 100 องศาเซลเซียส
Peracetic acid	สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล$C_2H_4O_3$, สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน, นำหนักโมเลกุล 76.06,จุดเดือด 105 องศาเซลเซียส
Glutaraldehyde	สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล $C_5H_8O_2$ สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน,น้ำหนักโมเลกุล 100.01,จุดเดือด 187-189 องศาเซลเซียส
โคบอลท์ 60	โคบอลท์-60 (Co-60) เป็นสารกัมมันตภาพรังสี ทำขึ้นโดยการอาบรังสีนิวตรอน ให้แก่ โคบอลท์-59 ภายในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (nuclear reactor) กลายเป็น โคบอลท์-60 ซึ่งจะปลดปล่อยหรือให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 1.33 และ 1.17 เมกกะอิเล็กตรอนโวลท์ (สูงมากเมื่อเทียบกับรังสีเอ็กซ)โคบอลท์-60 ถูก นำไปประยุกต์ใช้ในการ

	วัดความหนาของโลหะ วัดความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ที่สำคัญๆ คือการฆ่าเชื้อโรค (sterilization)เครื่องมือแพทย์ และรังสีบำบัด เมื่อจะนำ ไปใช้งานก็ต้องบรรจุโคบอลท์-60 ลงในภาชนะโลหะหนาและหนักทั้งนี้เพราะรังสี แกมมาที่โคบอลท์-60 ปลดปล่อยออกมาจะถูกดูดกลืนโดยโลหะมวลหนัก (high Z-number) อย่างเหล็กหรือตะกั่ว
รังสีอินฟราเรด	อินฟราเรดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีช่วงความยาวคลื่น ประมาณ 700 nm-1 mm ในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีอินฟราเรดอยู่ระหว่างไมโครเวฟกับแสงที่ตามองเห็น
ไมโครเวฟ	คลื่นไมโครเวฟ ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงคลื่นวิทยุ ที่มีความถี่ราว 2450 เมกะเฮิรตซ์ (หรือความยาวคลื่น 12.24 เซนติเมตร)
ม.อ.ก.	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ASME	American Society of Mechanical Engineers (สหรัฐอเมริกา)
JIS	Japanese Industrial Standads (ญี่ปุ่น)
DIN	Deutsches Institut fur Normung (เยอรมัน)
ISO	International Organization Standardization
UL	Underwriters Laboratories Inc
CE	Conformite Europeene
GMP	Good Manufacturing Practice

บทที่ 2
ความรู้เกี่ยวกับการทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ

การทำให้ปราศจากเชื้อทำได้อย่างไร

ก่อน พ.ศ.2405 การผ่าตัดเกือบทุกรายจะต้องมีโรคติดเชื้อ หรือที่รู้กันในสมัยนั้นว่า การอักเสบเป็นหนองแล้วก็ตาย

อิกนาซ ฟิลิปป์ เซมเมลไวสส์(Ignaz Philipp Semmelweiss,ค.ศ. 1818-1865) แพทย์ชาวฮังการีเป็นผู้นำการทำให้ปราศจากเชื้อมาใช้เป็นครั้งแรก เมื่อราว พ.ศ. 2390 ในครั้งนั้นยังไม่มีใครรู้จักว่าจุลินทรีย์เป็นตัวทำให้เกิดโรค เซมเมลไวสส์แนะนำให้ล้างมือและเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนเสื้อผ้าทั้งของแพทย์และของผู้ป่วยเองให้สะอาด และแช่มือในน้ำยาคลอรีน การค้นพบของเขาได้ช่วยชีวิตของหญิงที่คลอดบุตรในโรงพยาบาลกลางของกรุงเวียนนาไว้มากมาย

ต่อมาอีกประมาณ 20 ปี(ราว พ.ศ. 2409) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ หลุยส์ ปาสเตอร์(Louis Pasteur,ค.ศ. 1822-1895) พบเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวทำให้เกิดหนองและการอักเสบ และแพทย์ชาวอังกฤษชื่อ โจเซฟ ลิสเตอร์(Joseph Lister,First Baron,ค.ศ. 1827-1912)ได้นำกรดคาร์บอลิค หรือที่รู้จักกันในนามของ ฟีนอล(phenol) มาเป็นยาฆ่าเชื้อโรคในบาดแผล จากนั้นมาโรคติดเชื้อในทางศัลยกรรมลดลงไปมากมาย

การทำลายเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อเป็นองค์ประกอบสำคัญในการป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล มีความสำคัญต่อการรักษาพยาบาลผู้ป่วย ผู้ป่วยมีความปลอดภัยจากการติดเชื้อหากอุปกรณ์ได้รับการทำให้ปราศเชื้อด้วยวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และการปฏิบัติในการทำลายเชื้อหรือทำให้ปราศเชื้อจะต้องดำเนินการอย่างถูกต้องเพื่อให้ผู้ป่วยและบุคลากรผู้ปฏิบัติงานปลอดภัย

อุปกรณ์ทางการแพทย์เมื่อนำไปใช้งานกับผู้ป่วยแล้ว จำเป็นต้องได้รับการทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับประเภทของอุปกรณ์ และมีการปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อให้การทำลายเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อมีประสิทธิภาพ หน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องในการจัดซื้อเครื่องมือทำลายเชื้อและปราศจากเชื้อ จำเป็นต้องมีข้อมูลในแต่ละด้านของเครื่องฯ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดคุณลักษณะเฉพาะ(Specification)

เนื่องจากการทำให้ปราศจากเชื้อมีอยู่หลายวิธี แต่ในหนังสือฉบับนี้จะขอกล่าวเฉพาะการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพ (Physical method) ด้วยการใช้ความร้อนชื้น (Moist heat หรือ Steam under pressure) และการใช้ความร้อนแห้ง (Hot air หรือ dry heat)

ความหมายของการทำให้ปราศจากเชื้อ

การทำให้ปราศจากเชื้อเป็นกระบวนการในการทำลายหรือขจัดเชื้อจุลชีพทุกชนิด รวมทั้งสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียจากอุปกรณ์การแพทย์ อุปกรณ์ที่จะต้องผ่านเข้าสู่ส่วนของร่างการที่ปราศจากเชื้อ ได้แก่ เครื่องมือผ่าตัด เข็มฉีดยา รวมทั้งสารน้ำที่ใช้ฉีดเข้ากระแสโลหิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยโรค

วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ

การทำให้อุปกรณ์การแพทย์ปราศจากเชื้อจะมีประสิทธิภาพต่อเมื่อทุกพื้นที่ผิวของอุปกรณ์การแพทย์ ที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อสัมผัสกับสารที่ทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilizing agent) การเลือกวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของอุปกรณ์ที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อและระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย

วิธีการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ แบ่งออกได้เป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

1. การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางเคมี (Chemical method)
   - 1.1 การใช้แก๊ส ได้แก่ Ethylene oxide gas,Formaldehyde gas, Hydrogen peroxide plasma
   - 1.2 การใช้ Chemical sterilant คือ high-level disinfectant เป็น 2% glutaraldehyde หรือ 6% Hydrogen peroxide และอื่น ๆ
2. การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพ (Physical method)
   - 2.1 การใช้รังสี (Ionizing radiation)
   - 2.2 การใช้ความร้อน (Thermal or Heat sterilization)
     - การเผา (Incineration)
     - การใช้ความร้อนแห้ง (Hot air หรือ dry heat)
     - การใช้ความร้อนชื้น (Moist heat หรือ Steam under pressure)

การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางเคมี

1. **การใช้แก๊สเอทธิลีนออกไซด์(Ethylene Oxide:EO)**

เครื่องอบแก๊สเอทธิลีนออกไซด์ (Ethylene Oxide:EO)

ที่มา : 3M Thailand limited

ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อในอุปกรณ์ที่ไม่สามารถทนความร้อนและความชื้นได้ EO เป็นสารเคมีทีทำลายเชื้อจุลชีพรวมทั้งสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียได้ EO ที่บริสุทธิ์ติดไฟได้ง่าย และอาจเกิดการระเบิดได้ จึงทำให้เฉื่อยลงโดยผสมกับ fluorinated hydrocarbon หรือ carbon dioxide ประสิทธิภาพของการทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ EO ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ EO อุณหภูมิ ความชื้นและระยะเวลาที่แก๊สสัมผัสอุปกรณ์ การทำให้ปราศจากเชื้อโดย EO ใช้อุณหภูมิ 49-60 องศาเซลเซียส (120-140 องศาฟาเรนไฮท์) หากเพิ่มอุณหภูมิขึ้นระยะเวลาที่ใช้สามารถลดลงได้ แต่ไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงเกิน 60 องศาเซลเซียสเพราะอาจทำให้อุปกรณ์ที่ทำด้วยพลาสติกเสียหายได้ โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดย EO จะต้องได้รับการทำความสะอาดและทำให้แห้ง หากมีอินทรีย์สารสิ่งสกปรกหลงเหลืออยู่บนอุปกรณ์จะทำให้การทำให้ปราศจากเชื้อไม่มีประสิทธิภาพ หากมีความชื้นจะทำให้เกิดสารพิษตกค้าง EO ไม่สามารถแทรกซึมผ่านแก้วหรือสารน้ำที่บรรจุขวดแก้วได้ ข้อเสียของการใช้ EO คือ ใช้เวลานาน เสียค่าใช้จ่ายสูง อาจทำให้เกิดสารพิษตกค้าง เช่น ethylene chlorhydrin, ethylene glycol หากใช้บ่อยๆ อาจทำให้ปริมาณ EO ตกค้างบนอุปกรณ์ที่มีเนื้อวัสดุเป็นรูพรุนได้

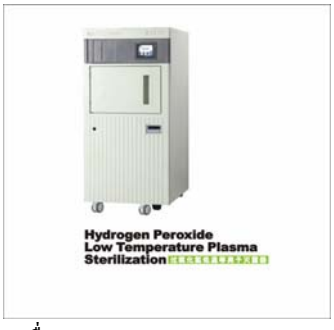
2. **การใช้แก๊ส Formaldehyde**

เครื่องอบแก๊ส Formaldehyde

ที่มา : SHANDONG XINHUA MEDICAL INSTRUMENT CO.,LTD

Formaldehyde มีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อจุลชีพได้อย่างกว้างขวาง ฤทธิ์ในการทำลายสปอร์เกิดขึ้นได้อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิห้อง Formaldehyde มีพิษ มีกลิ่นเหม็นและทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และหากสัมผัสสารละลายที่มี Formaldehyde ผสมอยู่จะทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังและเกิดอาการแพ้ได้ การทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ Formaldehyde ใช้ส่วนผสมของไอน้ำกับ Formaldehyde ที่อุณหภูมิระหว่าง 70-75 องศาเซลเซียสในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ

3. **การใช้ระบบ Hydrogen peroxide plasma**



เครื่องอบ Hydrogen peroxide plasma

ที่มา : CHENGDU LAOKEN TECHNOLOGY CO., LTD

เป็นการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยใช้ hydrogen peroxide plasma ชนิดความเข้ม 59% ที่อุณหภูมิระหว่าง 45-50 องศาเซลเซียส

4. **Hydrogen peroxide**

Hydrogen peroxide

ที่มา : www.pburch.net.

เป็นสารเคมีซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส เชื้อราและสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้เนื่องจากทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคืองและน้ำยานี้ไม่คงตัวเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน แม้ที่ความเข้มข้นต่ำมากไอระเหยของน้ำยานี้สามารถทำลายสปอร์ได้ในเวลาอันรวดเร็ว

5. **Peracetic acid**

peracetic acid

ที่มา : WWW. VANSVANODINE.CO.UK

เป็นสารเคมีซึ่งเกิดจากการผสมรวมกันของกรด acetic,hydrogen peroxide และน้ำ ออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และสปอร์ได้เร็ว Peracetic acid มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ การใช้ buffer 35% peracetic acid เจือจางให้มีความเข้มข้น 0.2%

ใส่น้ำยาในภาชนะที่มีลักษณะเป็นระบบปิด ทำให้น้ำยามีอุณหภูมิประมาณ 51-56 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที จะสามารถทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ

6. **Glutaraldehyde**

Glutaraldehyde

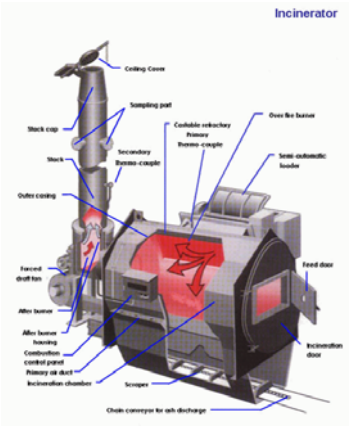
ที่มา : AMAX MEDICAL DENTAL SUPPLY LIMITED

ใช้ในรูปสารละลายที่มีความเข้มข้น 2%มีฤทธิ์เป็นกรด (pH 4) เมื่อจะใช้ในการทำลายเชื้อจะต้องผสมด้วย activator ซึ่งอาจเป็นของเหลวหรือเป็นผง เพื่อทำให้น้ำยาอยู่ในภาวะด่าง (pH7.5-8.5)หลังจากผสม activator แล้วจะเก็บไว้ใช้ได้นานประมาณ 14 หรือ 28 วัน โดยพิจารณาจากข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต 2% glutaraldehyde สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา,เชื้อไวรัส ได้ภายใน 30 นาที การแช่อุปกรณ์ในน้ำยานี้นาน 6-10 ชั่วโมง สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียได้ การใช้ 2% glutaraldehyde จะต้องระมัดระวังในการใช้ และควรสังเกตลักษณะของน้ำยาที่จะแสดงว่าประสิทธิภาพของน้ำยาก่อนใช้งาน

การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพ

การใช้ความร้อน (Thermal or Heat sterilization) วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ความร้อนเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่าย และมีประสิทธิภาพสูง วิธีการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยใช้ความร้อนสามารถทำได้โดยการเผา การใช้ความร้อนแห้ง การใช้ความร้อนชื้น หรือ การนึ่งด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน ซึ่งเป็นวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่ได้รับนิยมมากในทางการแพทย์ปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้ความร้อนชื้น และความร้อนแห้ง ส่วนการเผานั้นจะใช้ในการทำลายอุปกรณ์ที่จะไม่นำมาใช้อีกต่อไป ส่วนการใช้รังสีก็จะใช้ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ ที่นิยมใช้ในทางอุตสาหกรรม ดังนั้นก็จะขอกล่าวเฉพาะวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่ได้รับนิยม และมีใช้อยู่มากในโรงพยาบาลทั่วประเทศ

1. **การเผา (Incineration)**



เตาเผา

ที่มา : PT GRAND KARTECH

ใช้ในการทำลายอุปกรณ์ที่จะไม่นำมาใช้อีกต่อไปหรืออุปกรณ์มีการปนเปื้อนมากจนไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ แม้ว่าวิธีการเผาจะเป็นวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่เชื่อถือได้ดีที่สุด แต่ก็จะใช้ได้เฉพาะในกรณีทำลายทิ้ง

2. **การใช้ความร้อนแห้ง (Dry heat)**

เครื่องอบความร้อน

ที่มา : Spaulding & Rogers Mfg.,Inc

การทำให้ปราศจากเชื้อวิธีนี้จะบรรจุอุปกรณ์เข้าในห้องอบโดยใช้อุณหภูมิสูง 160-180 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 1-2 ชั่วโมง วิธีการใช้ความร้อนแห้ง เหมาะสำหรับการทำให้อุปกรณ์ประเภทแก้ว และขี้ผึ้งปราศจากเชื้อ

3. **การใช้ความร้อนชื้น (Moist heat or Steam under pressure)**

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

ที่มา : Princeton University

การนึ่งไอน้ำภายใต้ความดันเป็นวิธีการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยใช้ความร้อนชื้น เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุด การใช้เครื่องนึ่งไอน้ำในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ ระยะเวลาที่นึ่งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น หากอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันสูงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อจะสั้นลง

ข้อควรระวัง การต้มไม่ใช้วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ แต่เป็นเพียงการทำลายเชื้อเท่านั้น แม้ว่าจะต้มอุปกรณ์ในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีก็ตาม

การใช้รังสี (Ionizing radiation)

การทำให้ปราศจากเชื้อในอาหาร (cobalt-60 irradiation)

ที่มา : Irradiated Foods, American Council on Science and Health

การใช้รังสีคลื่นสั้นในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ในทางอุตสาหกรรม มักใช้รังสีแกมมา ซึ่งได้จากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี เช่น โคบอลท์ 60 ซึ่งการทำให้ปราศจากเชื้อ

สำหรับการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยรังสีนั้น ไม่เป็นที่นิยมใช้ในโรงพยาบาล เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงมาก แต่จะพบเห็นได้ในภาคอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 3
การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพ

การทำให้อุปกรณ์การแพทย์ที่ใช้กับผู้ป่วยปราศจากเชื้อ แบ่งออกเป็น วิธีการทางกายภาพ และวิธีการทางเคมี การทำให้ปราศจากเชื้อจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสม จึงจะมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันตามสถานบริการสุขภาพ นิยมใช้การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีการทางกายภาพด้วยการใช้ความร้อนแห้ง(Hot air หรือ Dry heat) และการใช้ความร้อนชื้น(Moist heat หรือ Steam under pressure) เพื่อให้การทำให้ปราศจากเชื้อมีประสิทธิภาพ บุคลากรของโรงพยาบาลผู้มีหน้าที่รับผิดชอบจะต้องมีความรู้เบื้องต้น ในด้านต่างๆ ของเครื่องมือทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการใช้ความร้อนแห้ง และการใช้ความร้อนชื้น

การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

(Sterilization by dry heat or Hot air)

การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนแห้ง เป็นวิธีการที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการทำลาย เชื้อจุลชีพทุกชนิด ทุกรูปแบบรวมทั้งสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียในอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ที่ไม่สามารถทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบไอน้ำ หรือการอบแก๊ส ความร้อนแห้งไม่ทำให้อุปกรณ์บางประเภท เช่น เครื่องแก้ว และเครื่องมือมีคมเสื่อมสภาพ ความร้อนแห้งสามารถแทรกซึมผ่านสารบางชนิดซึ่งไอน้ำ และแก๊สไม่สามารถแทรกซึมผ่านได้ วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนแห้ง ได้แก่ การอบความร้อน (Hot air) การใช้รังสีอินฟราเรด (infrared radiation) การใช้ไมโครเวฟ (microwave radiation) และการเผา (incineration) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบความร้อนเท่านั้น

การอบความร้อน (Hot air หรือ Dry Heat)

การอบความร้อนเป็นวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อที่ใช้อุณหภูมิและใช้ระยะเวลา ควรใช้เมื่ออุปกรณ์หรือสิ่งที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อไม่สามารถทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบไอน้ำได้ ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อด้วยวิธีนี้ ความร้อนจะค่อยๆ แทรกซึมสู่อุปกรณ์อย่างช้าๆ ทำให้ต้องใช้เวลานาน การอบความร้อนเหมาะสำหรับกระบอกฉีดยาชนิดแก้ว วุ้น แป้ง และอุปกรณ์ที่มีลักษณะแหลม มีคม เช่น เข็ม ความร้อนแห้งไม่ทำให้อุปกรณ์เป็นสนิม ไม่มีผลเสียต่ออุปกรณ์ที่มีคม

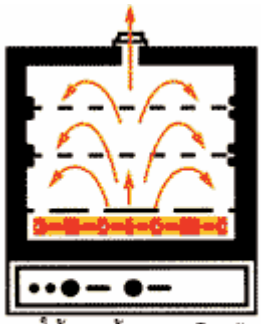
เครื่องอบความร้อนที่ใช้ในโรงพยาบาล เรียกว่า Hot air oven เครื่องอบความร้อนทำงานโดยใช้หลักการนำความร้อน โดยความร้อนจากเครื่องจะสัมผัสพื้นผิวด้านนอกของอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อน

แล้วความร้อนจะค่อยๆ ถูกนำผ่านเข้าสู่เนื้อวัสดุ ดังนั้นขณะที่ความร้อนค่อยๆ ผ่านเข้าสู่เครื่องมือหรือวัสดุ เชื้อจุลชีพที่มีอยู่ที่เครื่องมือหรือวัสดุที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อจะถูกทำราย สิ่งสำคัญที่สุดคือการที่ความร้อนผ่านเข้าสู่อุปกรณ์อย่างทั่วถึงไม่ใช่เพียงความร้อนสัมผัสกับพื้นผิวนอกของอุปกรณ์เท่านั้น

ชนิดของเครื่องอบความร้อน(Type of hot air sterilizer)

ในการทำงานปกติของเครื่องอบความร้อน อุณหภูมิที่ตั้งไว้จะอยู่ระหว่าง 160 ถึง 163 องศาเซลเซียส(320 ถึง 325 องศาฟาเรนไฮท์) หากต้องการให้อุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลงสามารถปรับได้ เครื่องอบความร้อนแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. Gravity convection hot air sterilizer

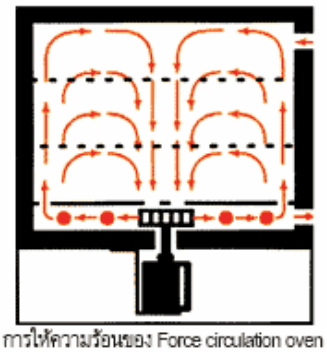


การให้ความร้อนของ Gravity convection oven

ที่มา: สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

การทำงานของเครื่องอบความร้อนชนิดนี้ คือเมื่ออากาศซึ่งอยู่ภายในห้องอบบริเวณใกล้แหล่งกำเนิดความร้อนถูกทำให้ร้อน จะเกิดการขยายตัวทำให้ความหนาแน่นของอากาศลดลง อากาศเย็นกว่าซึ่งอยู่ในห้องอบจะไหลเวียนลงสู่เบื้องล่าง อากาศที่ถูกทำให้ร้อนจะไหลขึ้นไปแทนที่ อากาศที่ร้อนนี้จะถ่ายเทความร้อนให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องอบ ทำให้ปริมาตรอากาศลดลง ในขณะเดียวกันอากาศเย็นที่ตกลงสู่เบื้องล่างจะถูกทำให้ร้อนเมื่อผ่านแหล่งกำเนิดความร้อน กระบวนการจะเกิดขึ้นตลอดเวลา เกิดการพาความร้อนไหลเวียนภายในห้องอบ การไหลเวียนภายในห้องอบจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการระบายอากาศผ่านช่องระบายอากาศ

2. Mechanical convection hot air sterilizer



การให้ความร้อนของ Force circulation oven

ที่มา: สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

เป็นเครื่องอบความร้อนที่มีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้มากที่สุด เครื่องอบความร้อนชนิดนี้ทำงานโดยใช้เครื่องเป่าอากาศที่ทำงานโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวผลักดัน ทำให้อากาศที่ได้รับความร้อนที่มีปริมาตรมากเกิดการเคลื่อนที่ และเกิดการถ่ายเทความร้อนสู่อุปกรณ์โดยตรงทั่วทุกทิศทาง ทำให้อุณหภูมิภายในห้องอบสม่ำเสมอ อุณหภูมิที่กำหนดไว้อยู่ระหว่าง 160 ถึง 170 องศาเซลเซียส (320 ถึง 340 องศาฟาเรนไฮท์) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง

เทคโนโลยีของตู้อบความร้อนในปัจจุบัน

ระบบ Dual blower system

เครื่องอบความร้อนที่มีระบบป้องกันความร้อนให้กับมอเตอร์และช่วยลดเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ โดยระบบนี้จะมีตัวเป่าอากาศ(Blower) 2 ตัว โดยตัวที่ 1 ใช้เพื่อลดความร้อนให้กับมอเตอร์และBearing ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 2 จะทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศร้อนภายในห้องอบ เครื่องทีใช้ระบบ Blower สองชุดนี้ การทำงานของเครื่องจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นการยืดอายุการทำงานของมอเตอร์

ระบบ 2 Layers insulation

เครื่องอบความร้อนที่ใช้ฉนวนกันความร้อน 2 ชั้น ที่มีความหนาติดตั้งภายในผนังตู้อบทั้ง 5 ด้าน (บน,ล่าง,ซ้าย,ขวา และด้านหลัง)เพื่อให้ความร้อนภายในตู้อบไม่สูญเสียออกสู่ภายนอก และยังช่วยให้เวลาที่ใช้ในการเตรียมตู้อบให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดลดลง จึงช่วยให้มั่นใจได้ว่าสภาวะภายในห้องอบจะอยู่ในสภาวะเดียวกันตลอดช่วงเวลาทำงาน

ระบบ Power Coat Paint Finish

เครื่องอบความร้อนที่ใช้เทคโนโลยีการนำผงเคลือบในการเคลือบผิวภายในห้องอบ โดยในขั้นตอนการผลิตนั้น ผู้ผลิตจะทำการเคลือบผิวของผนังด้านในห้องอบด้วยสารเคลือบแล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานเพื่อให้ผิวเคลือบนั้นแข็งและไม่มีรอยแตกทำให้ผนังห้องอบที่เคลือบด้วยวิธีนี้สามารถทำงานในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานๆได้ โดยไม่เกิดความเสียหาย เช่น การแตกหรือการโก่งงอ นอกจากนี้สารเคลือบยังช่วยป้องกันการเกิดสนิมและการกัดกร่อน ทำให้ดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่ายอีกด้วย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบความร้อน

การอบความร้อนจะมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. อุณหภูมิหรือความร้อนที่สัมผัสอุปกรณ์ อุณหภูมิที่กำหนดไว้สำหรับการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบความร้อนคือ 160 องศาเซลเซียส (320 องศาฟาเรนไฮท์)

2. ระยะเวลาที่ความร้อนสัมผัสอุปกรณ์ ระยะเวลาที่ใช้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนด หากใช้เวลาสั้นเกินไปการทำให้ปราศจากเชื้อจะไม่มีประสิทธิภาพ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อโดยการอบความร้อนแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ

2.1 Penetration time เป็นระยะเวลาที่ต้องการใช้ในการทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงเท่าที่ต้องการ

2.2 Holding time หรือ Exposure period เป็นระยะเวลาที่วัสดุอุปกรณ์ต้องสัมผัสความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงตามกำหนด

ตารางระยะเวลาที่อุปกรณ์ต้องสัมผัสความร้อนที่อุณหภูมิที่กำหนด (Holding time) ในการทำให้ปราศจากเชื้อ

อุณหภูมิ ^{o}**C**	**เวลา (นาที)**
160	120
171	60
180	30

ที่มา Gardner,J.F.,& Peel,M.M.(1991). Introduction to sterilization, Disinfection and Infection Control. (2nd ed.)Melbourne:Churchill livingstone.p.64.

โครงสร้าง ส่วนประกอบ และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

รายละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของเครื่องอบความร้อนแห้ง ที่ควรทำความเข้าใจให้มากมีดังต่อไปนี้

1. โครงสร้าง

โครงสร้างของเครื่องอบความร้อนแห้ง ทุกผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันจะมีรูปทรงภายนอกเป็นทรงสี่เหลี่ยม พร้อมประตูห้องอบ

โครงสร้างหลักของเครื่องอบความร้อนแห้ง

1.1 ห้องอบฆ่าเชื้อ (Chamber)

ที่มา: สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

เป็นพื้นที่บรรจุวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องการอบฆ่าเชื้อ มีห้องอบทรงเหลี่ยม ซึ่งบางผลิตภัณฑ์ได้นำเทคโนโลยีเคลือบผิวภายในของห้องอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานห้องอบในสภาวะที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ผนังด้านนอกห้องอบฆ่าเชื้อมีฉนวนกันความร้อนทั้ง 5 ด้าน เพื่อให้ความร้อนภายในห้องอบไม่สูญเสีย และป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอกตัวเครื่องอบฆ่าเชื้อ

1.2 ประตูห้องอบ

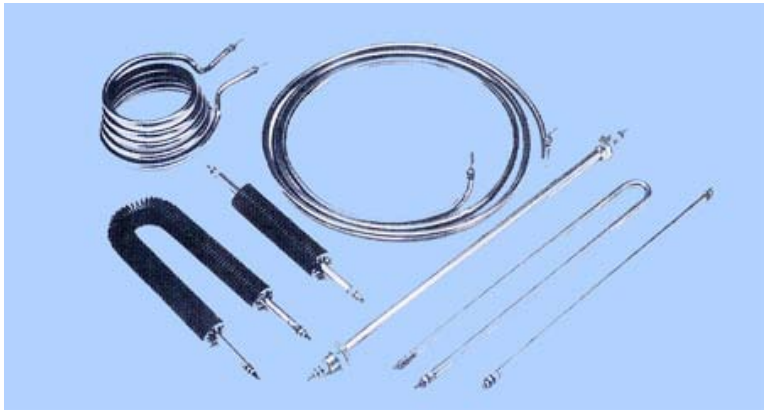
ที่มา: สมาคมเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย

เป็นแบบบานสวิง ประตูออกแบบมาให้สามารถปิดประตูห้องอบได้อย่างแน่นหนา เพื่อรักษาสภาวะอุณหภูมิภายในห้องอบฆ่าเชื้อตลอดช่วงเวลาทำงาน

2. ส่วนประกอบ

เครื่องอบความร้อนแบ่งประเภทได้ตามลักษณะการหมุนเวียนของอากาศภายในห้องอบฆ่าเชื้อได้เป็น 2 ชนิด ส่วนประกอบจะแตกต่างกันบางส่วน

2.1 ชุดกำเนิดความร้อน



ใช้ขดลวดความร้อนในการกำเนิดความร้อนในการอบฆ่าเชื้อ โดยใช้แหล่งพลังงานจากกระแสไฟฟ้า 220 Volt 50 Hz 1 Phase

2.2 ชุดพัดลมเป่าอากาศ

blower

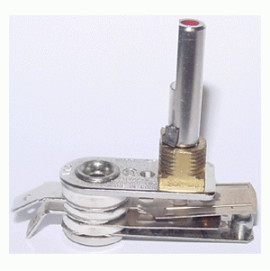
ที่มา Zhejiang Zhuojin Electric Company Ltd

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป่าอากาศให้หมุนเวียน โดยจะมีติดตั้งในเครื่องอบความร้อนแห้งชนิด Mechanical convection hot air sterilizer และในรุ่นที่เป็นแบบ Dual blower system

จะมีพัดลม 2 ตัว โดยตัวหนึ่งใช้หมุนเวียนอากาศในห้องอบ และอีกตัวหนึ่งให้ระบายอากาศให้กับอุปกรณ์ของเครื่อง

2.3 ชุดควบคุมอุณหภูมิ ในปัจจุบันเครื่องอบความร้อนแห้งที่มีจำหน่ายอยู่สามารถแบ่งชุดควบคุมเป็น 3 แบบ ได้แก่

2.3.1 แบบ Mechanical system



Mechanical Thermostat

ใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบ Mechanical system ที่ใช้หลักการโลหะต่างชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวไม่เท่ากันทำให้เกิดการโก่ง งอบริเวณหน้าสัมผัส เพื่อใช้ในการตัดและต่อวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดความร้อน เรียกว่า Thermostat

2.3.2 แบบ Electrical system

Electrical Thermostat

ใช้อุปกรณ์ตรวจรับอุณหภูมิที่เป็นของเหลว ในการตรวจวัดอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการควบคุมการตัด ต่อวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดความร้อน ซึ่งอุณหภูมิภายในห้องอบของเครื่องอบระบบนี้จะมีความเที่ยงตรงกว่าระบบแรก

2.3.3 แบบ Electronic system

Electronic system

ใช้อุปกรณ์ตรวจรับอุณหภูมิที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ในการตรวจวัดอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการควบคุมการตัด ต่อวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดความร้อน ชุดควบคุม แบบ Electronic system นี้จะมีวงจร Electronic ที่มีสามารถความคุมอุณหภูมิได้อย่างเที่ยงตรง จึงส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องอบมีความเที่ยงตรงมาก

2.4 ชุดแสดงค่าอุณหภูมิ ทำหน้าที่แสดงค่าอุณหภูมิภายในห้องอบ เราสามารถแบ่งการแสดงผลค่าอุณหภูมิเป็น 2 แบบ ได้แก่

2.4.1 แบบ Analog โดยมีหน้าปัทม์แสดงค่าเป็นเข็มวัด หรือเป็น Termometer โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบในเครื่องอบระบบ Thermostat

แบบ Analog Temperature

2.4.2 แบบ Digital มีการแสดงผลค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลข ทำให้อ่านค่าได้ง่าย มีความชัดเจน

แบบ Digital Temperature

2.5 ชุดควบคุมเวลา ทำหน้าที่ควบคุมเวลาในการอบฆ่าเชื้อ โดยสามารถปรับตั้งค่าได้ตามการใช้งาน สามารถแบ่งได้ 2 แบบ ดังนี้

2.5.1 แบบ Analog เป็นชุดควบคุมเวลานี้จะใช้การหมุนตั้งความตึงของลานสปริง ให้ตรงกับค่าที่แสดงค่าไว้ที่หน้าปัทม์

Analog Timer

2.5.2 แบบ Digital เป็นชุดควบคุมเวลาที่สามารถตั้งค่าเวลา โดยแสดงค่าที่ตั้งเป็นตัวเลขที่จอแสดงค่า

Digital Timer

Digital Timer And Digital Temperature

ที่มา : Test equity

3. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

อุปกรณ์ความปลอดภัยของเครื่องอบความร้อน เนื่องจากเครื่องอบความร้อนใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นอุปกรณ์ความปลอดภัยก็จะเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ซึ่งใกล้เคียงกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป อุปกรณ์ความปลอดภัยของเครื่องมีดังนี้

3.1 อุปกรณ์ตัดตอน (Circuit breaker)

Circuit breaker

อุปกรณ์ที่ทำงาน ตัดและต่อจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถตัดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับเครื่องอบความร้อน

3.2 อุปกรณ์ป้องกันอุณหภูมิเกิน (Over heat หรือ Over temperature)

Thermostat

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิภายในห้องอบสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องอบความร้อนได้รับความเสียหาย

3.3 อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว (Earth leakage circuit breaker : ELCB)

Earth leakage circuit breaker : ELCB

เป็นอุปกรณ์ตัดตอนชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับกระแสรั่วออกจากวงจรเกินกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้าเกินค่าที่ตั้งไว้ ก็จะสั่งตัดวงจรไฟฟ้า โดยกระแสรั่วไหลจะกำหนดตายตัว ไม่สามารถปรับตั้งค่าได้ เช่น 10 mA, 15 mA, 30 mA

3.4 ระบบสายดิน (Earth หรือ Ground)

ขนาดและอุปกรณ์ระบบสายดิน เป็นไปตามกฎมาตรฐานการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ของการไฟฟ้านครหลวง

ข้อดีและข้อจำกัดของการอบความร้อน

ข้อดีของการอบความร้อน

1. ไม่กัดกร่อนโลหะและอุปกรณ์ที่มีลักษณะแหลมและมีคม
2. ไม่ทำให้ผิวของวัสดุที่ทำด้วยแก้วเสื่อมสภาพ ดังนั้นการทำให้เครื่องแก้วปราศจากเชื้อสามารถใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยใช้เวลาสั้นลง
3. ความร้อนสามารถแทรกซึมเข้าสู่อุปกรณ์หรือวัสดุที่เป็นของแข็ง (solids) ช่องหรือท่อที่ปิด (closed cavities) และ nonaqueous liquids

ข้อจำกัดของการอบความร้อน

1. การนำความร้อนเป็นไปได้อย่างช้า ๆ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานในการทำให้ปราศจากเชื้อ
2. ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก ซึ่งอาจมีผลทำให้อุปกรณ์เสียหาย เสื่อมสภาพ
3. อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้สำหรับวัสดุอุปกรณ์แต่ละประเภทแตกต่างกัน ผู้ปฏิบัติจะต้องศึกษารายละเอียด และปฏิบัติให้ถูกต้อง

วัสดุอุปกรณ์ที่ควรทำให้ปราศจากเชื้อ ด้วยการอบความร้อน ได้แก่

- เครื่องแก้ว
- เครื่องมีคม
- กระบอกฉีดยา (Syringe) ชนิดแก้ว
- เข็ม (hollow needles)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเป็ต (Pipette)
- heat-stable powers เช่น therapeutic drugs
- ขี้ผึ้ง (ointment)
- nonaqueous liquids ได้แก่ vaseline(petrolatum),paraffin,vaseline or paraffim ขี้ผึ้งป้ายตา, Silicone lubricant, pure glycerol ซึ่งจุดเดือดของสารเหล่านี้จะต้องสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อ

กระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยการอบความร้อน

การทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อด้วยการอบความร้อน ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1. การเตรียมอุปกรณ์
2. การนำอุปกรณ์เข้าเครื่อง
3. การทำให้อุณหภูมิภายมรห้องอบสูงตามที่กำหนด
4. การประเมินประสิทธิภาพของการทำให้ปราศจากเชื้อ

การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนชื้น

(Sterilization by Moist heat or Steam under pressure)

หลักในการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำ คือการที่อุปกรณ์แต่ละชิ้นสัมผัสกับไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันตามที่กำหนด และในระยะเวลาที่จำเพาะ ดังนั้นการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำจึงมีองค์ประกอบสำคัญที่ต้องคำนึงถึง 4 ประการ คือ

1. อุณหภูมิ (Temperature)
2. ความดัน (Pressure)
3. เวลา (Time)
4. ความชื้น (Moisture)

อุณหภูมิ (Temperature)

เชื้อจุชีพส่วนใหญ่ถูกทำลายได้โดยความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 60 องสาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮท์) ในเวลา 30 นาที แต่เชื้อแบคทีเรียบางชนิด เช่น Staphylococcus aureus และเชื้อ Streptococcus faecalis ต้องใช้เวลานานกว่า คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจะให้เวลา 60 นาที เชื้อจึงจะถูกทำลาย, ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮท์) เชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ เชื้อรา ยีสต์ จะถูกทำลายได้ภายในเวลา 10 ถึง 15 นาที สปอร์ของเชื้อ Clostridium botulinum ซึ่งมีความคงทนสูงมากจะต้องสัมผัสไอน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นานมากกว่า 5 ชั่วโมงครึ่ง สปอร์จึงจะถูกทำลาย แต่หากสปอร์ของเชื้อนี้สัมผัสไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮท์) สปอร์จะถูกทำรายภายใน 4 นาที เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการทำลายเชื้อจุลชีพจะสั้นลง อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ คือ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และ 132 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมินี้จะต้องรักษาไว้ให้คงที่ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อจนกว่าจะครบเวลาต่ำสุดที่กำหนดในการทำให้ปราศจากเชื้อ ไม่มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้เมื่อสัมผัสกับไอน้ำอิ่มตัวที่มีอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส (250 องศาฟาเรนไฮท์) เป็นเวลานานอย่างน้อย 15 นาที

ตาราง ระยะเวลาที่ใช้เพื่อทำรายสปอร์ของเชื้อ B.stearothermophilus ที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ		เวลา
^{o}F	^{o}C	(นาที)
240	115.6	42.
247	119.4	17.7
250	121.1	12.0
253	122.8	8.1
270	132.2	0.9
275	135.0	0.5
285	140.6	0.13

ที่มา : Reichert, M.& Young (1997). Sterilization Technology for the Healthcare Facility.(2nd ed) Gaithersburg: An Aspen Publication. P.127

ความดัน (Pressure)

ที่ระดับความดันปกติบนพื้นผิวโลก (atmospheric pressure) น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมินี้ไม่สูงพอที่จะทำลายสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียได้ เมื่อความดันเพิ่มสูงขึ้น น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงขึ้นด้วย เช่น ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส(250 องศาฟาเรนไฮท์) และที่ความดัน 32 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 132 องศาเซลเซียส (270 องศาฟาเรนไฮท์) ไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และ 132 องศาเซลเซียส จะทำลายสปอร์ได้ภายในเวลา 15 นาที และ 3 นาที ตามลำดับ ความดันจะช่วยให้อุปกรณ์ที่น้ำเดือดสูงขึ้น แต่ความดันไม่มีผลโดยตรงต่อเชื้อจุลชีพหรือต่อการแทรกซึมของไอน้ำสู่ห่ออุปกรณ์ เมื่ออุณหภูมิและความดันถึงจุดที่กำหนดไว้แล้วจึงเริ่มจับเวลา ระยะเวลาที่ต้องการใช้ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อหลังจากที่อุณหภูมิและความดันถึงตามที่กำหนด เรียกว่า holding time

เวลา (Time)

ระยะเวลาที่อุปกรณ์จะต้องสัมผัสไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันตามที่กำหนดจะนานเท่าไรขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องนึ่งไอน้ำที่ใช้ ขนาดของห่ออุปกรณ์ และลักษณะการห่ออุปกรณ์ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้อุปกรณ์ที่ห่อและบรรจุในเครื่องนึ่งไอน้ำชนิด gravity displacement ปราศจากเชื้อ ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในเครื่องนึ่งไอน้ำชนิด pre-vacuum ที่อุณหภูมิ 132 องศาเซลเซียส ความดัน 27 ปอนต่อตารางนิ้ว จะใช้เวลาเพียง 4 นาที

ความชื้น (Moisture)

การทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำจะมีประสิทธิภาพเมื่อไอน้ำสัมผัสกับทุกพื้นผิวของอุปกรณ์ที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อ เมื่อไอน้ำถูกส่งเข้าภายในห้องอบ ไอน้ำจะสัมผัสกับอุปกรณ์ซึ่งความเย็น ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ขณะที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจะปล่อยความร้อนแฝงออกมา

กลไกการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำ

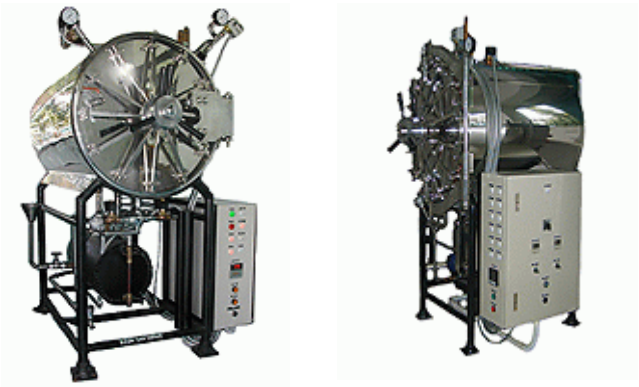
การทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำ เป็นกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อที่ใช้ไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นตัวทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilant) การทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่า 100 องศาเซลเซียส ทำได้โดยการเพิ่มความดันให้สูงขึ้นกว่าความดันบรรยากาศ โดยปกติในขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ไอน้ำ จะทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิระหว่าง 121 ถึง 134 องศาเซลเซียส โดยไอน้ำที่มีอุณหภูมิตามที่กำหนดจะต้องสัมผัสห่ออุปกรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ (Holding time) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาที และที่อุณหภูมิ 132 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอย่างน้อย 3 นาที ไอน้ำที่อิ่มตัวจะแทรกซึมผ่านเข้าไปในห่ออุปกรณ์ เมื่อไอน้ำสัมผัส

กับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเล็กๆ และเมื่อไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำหายในห่ออุปกรณ์ปริมาตรของไอน้ำจะลดลง ไอน้ำก็จะแทรกซึมเข้ามาบริเวณนี้เพิ่มขึ้นอีก ขณะที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ไอน้ำจะปล่อยความร้อนแฝงออกมาเป็นจำนวนมาก ทำให้อุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อปราศจากเชื้อ จากกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ห่ออุปกรณ์เปียกขึ้น ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำจึงต้องมีขบวนการทำให้แห้ง ซึ่งอากาศจากภายนอกจะถูกปล่อยเข้าสูงห้องอบโดยผ่านตัวกรองอากาศ ขณะเดียวกันเครื่องจะปล่อยความร้องแห้งเพื่ออบห่ออุปกรณ์ให้ร้อนและแห้ง

ชนิดของเครื่องนึ่งไอน้ำ

เครื่องนึ่ง แบ่งตามลักษณะการกำจัดอากาศออกจากเครื่องนึ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ (Gravity displacement Steam Sterilizer)



เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ

ที่มา : บริษัทในเครือ เพอร์ฟอร์แม็ก กรุ๊ป

การทำงานของเครื่องนึ่งชนิดนี้ ไอน้ำจะถูกปล่อยเข้าภายในช่องนึ่งทางตอนบนของเครื่องนึ่ง ไอน้ำจะมาแทนที่อากาศซึ่งมีอยู่ภายในห้องนึ่ง เมื่อความดันภายในห้องนึ่งเพิ่มสูงขึ้น ไอน้ำจะผลักดันอากาศที่อยู่ภายในห้องนึ่งออกสู่ภายนอก หากมีอากาศค้างอยู่ภายในห้องนึ่ง อากาศจะเป็นตัวกันมิให้ไอน้ำสัมผัสห่ออุปกรณ์ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งจะมีผลต่อการทำให้ปราศจากเชื้อ ดังนั้น จะต้องขจัดอากาศออกจากช่องนึ่งให้หมด โดยให้อากาศถูกแทนที่โดยไอน้ำและถูกนำออกจากเครื่องทางด้านล่างของเครื่องนึ่ง ตามแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อปริมาณไอน้ำในห้องนึ่งเพิ่มมากขึ้น อุณหภูมิภายในห้องนึ่งจะสูงขึ้นจนถึงระดับที่กำหนดไว้ ดังนั้นการนำห่ออุปกรณ์บรรจุเข้าเครื่องนึ่งชนิดนี้ จะต้องระมัดระวังและปฏิบัติอย่างถูกต้อง หากนำห่ออุปกรณ์บรรจุในห้องนึ่งมากเกินไป หรือจัดเรียงห่ออุปกรณ์ไม่เหมาะสม อากาศ

ไม่สามารถออกจากห้องนึ่งได้หมด ห่ออุปกรณ์ที่จัดวางอยู่ในบริเวณนี้จะไม่ปราศจากเชื้อ เนื่องจากไอน้ำไม่สามารถแทนที่อากาศ และสัมผัสห่ออุปกรณ์ได้อย่างทั่วถึง

การทำให้ปราศจากเชื้อโดยเครื่องนึ่งไอน้ำ ชนิดแทนที่อากาศ หากใช้อุณหภูมิ 121 ถึง 123 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ถึง 17 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะต้องใช้เวลา 15 ถึง 30 นาที แต่ถ้าใช้อุณหภูมิ 132 ถึง 135 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 27 ถึง 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะต้องใช้เวลา 10 ถึง 25 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์

ขั้นตอนการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ มีดังนี้

ระยะที่ 1 Come-up ไอน้ำผ่านเข้ามาในห้องนึ่งทางช่องที่อยู่ทางตอนบนของเครื่อง ไอน้ำจะผลักดันให้อากาศออกมานอกเครื่อง อุณหภูมิและความดันภายในช่องนึ่งจะสูงขึ้น จนถึงระดับที่ตั้งไว้จึงเริ่มจับเวลา

ระยะที่ 2 Exposure เครื่องนึ่งคงรักษาระดับอุณหภูมิไว้ได้เนื่องจากไอน้ำที่เย็นลงออกไป และไอน้ำใหม่จะเข้ามาจากตอนบนของเครื่อง ขั้นตอนนี้ดำเนินต่อไปจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ

ระยะที่ 3 Come-down เมื่อถึงเวลาที่กำหนด ไอน้ำที่ผ่านเข้ามาในห้องนึ่งทางช่องที่อยู่ทางตอนบนของเครื่องหยุดการจ่าย ท่อระบายไอน้ำเปิดเพื่อระบายไอน้ำในห้องนึ่งออกจากห้องนึ่ง

ระยะที่ 4 Drying เมื่อความดันภายในห้องนึ่งเท่ากับความดันภายนอก กระบวนการทำให้แห้งเกิดขึ้น ภายในห้องนึ่งยังมีความร้อนอยู่ และความร้อนของเครื่องจะทำให้ความชื้นที่มีอยู่ในห่ออุปกรณ์ค่อยๆ กลายเป็นไอออกมา ทำให้ห่ออุปกรณ์แห้ง

2. เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ (Pre-vacuum Steam Sterilizer)

เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ

กระบวนการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยใช้ Pre-vacuum Steam Sterilizer ระบบสุญญากาศจะดึงอากาศภายในห้องนึ่งและภายในห่ออุปกรณ์ออกไปจากห้องนึ่ง ภายในห้องนึ่งจะมีไอน้ำเข้ามาจนกระทั้งความดันและอุณหภูมิสูงตามที่กำหนดไว้ ไอน้ำจะแทรกซึมไปได้ทั่วในเวลาสั้นกว่าเครื่องนึ่งแทนที่อากาศ เมื่อเครื่องนึ่งทำงานจนอุณหภูมิ ความดันและเวลาถึงที่ตั้งไว้ ไอน้ำร้อนจะถูกกำจัดออกไป อุณหภูมิและความดันภายในเครื่องจะลดลงจนปลอดภัยที่จะนำอุปกรณ์ที่ปราศจากเชื้อออกมาจากเครื่อง อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 132 ถึง 135 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 27 ถึง 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เวลา 3 ถึง 4 นาที

ขั้นตอนการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ มีดังนี้

ระยะที่ 1 Come-up/first pre-vacuum ระบบสุญญากาศจะดูดอากาศภายในห้องนึ่งออกไปประมาณ 90 %

ระยะที่ 2 Come-up/conditioning ไอน้ำจะเข้ามาในห้องนึ่ง ทำให้ห่ออุปกรณ์มีอุณหภูมิสูงขึ้นและช่วยไล่อากาศบริเวณที่เป็นมุมอับออก

ระยะที่ 3 Com-up/second pre-vacuum ระบบสุญญากาศทำงานอีกครั้ง อากาศที่เหลืออยู่จะถูกดูดออกไปอีก 90 %

ระยะที่ 4 Exposure เปิดไอน้ำเข้าห้องนึ่ง อุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงระดับที่กำหนดและคงรักษาระดับอยู่จนถึงเวลาที่กำหนด

ระยะที่ 5 Come-down หลังจากระยะทำให้ปราศจากเชื้อ ท่อระบายไอน้ำเปิดเพื่อระบายไอน้ำในห้องนึ่งออกจากห้องนึ่ง

ระยะที่ 6 Drying หลังจากไอน้ำออกจากห้องนึ่ง ระบบสุญญากาศจะทำงานอีกครั้งและดูดอากาศออกประมาณ 90 % เครื่องตั้งเวลาจะเริ่มทำงานเข้าสู่กระบวนการทำให้แห้ง เมื่อเสร็จกระบวนการทำให้แห้ง อากาศที่ผ่านการกรองจะเข้าไปในห้องนึ่ง

การใช้เครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องนึ่งโดยใช้ Bowie-Dick test เพื่อให้มั่นใจว่าระบบการทำงานของเครื่องมีประสิทธิภาพ โดนนำ Bowie-Dick test pack วางในแนวนอนที่ชั้นล่างใกล้ๆ ประตูเครื่อง เหนือท่อระบาย โดยไม่บรรจุห่ออุปกรณ์ใดๆ ในห้องนึ่ง เริ่มขบวนการนึ่ง โดยใช้เวลา 3 นาทีครึ่ง แต่ไม่เกิน 4 นาที อุณหภูมิไม่เกิน 134 องศาเซลเซียส และไม่ต้องตั้งเวลาทำให้แห้ง เมื่อเสร็จสิ้นขบวนการ นำ Bowie-Dick test pack มาตรวจ หากแถบสีที่ปรากฏชัดเจน สม่ำเสมอแสดงว่าประสิทธิภาพเครื่องดี แต่ถ้าแผ่นทดสอบปรากฏให้เห็นเป็นจุดแสดงว่ายังมีอากาศอยู่ภายในห้องนึ่ง ทำให้ไอน้ำไม่สามารถสัมผัสแผ่นทดสอบ จะต้องรีบแก้ไข

พึงระลึกเสมอว่า Bowie-Dick test ไม่ใช้สิ่งที่ใช้ทดสอบการทำให้ปราศจากเชื้อ ไม่สามารถใช้แทนตัวบ่งชี้ทางเคมีและทางชีวภาพได้ แต่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบสุญญากาศของเครื่องนึ่งไอน้ำ และไม่ใช้กับเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศ

เครื่องนึ่ง Flash sterilizer หรือ High-speed Pressure Sterilizer

ที่มา : วารสาร LAB_TODAY เล่มที่ 24

มีเครื่องนึ่งฆ่าเชื้ออีกเครื่องหนึ่งที่มีหลักการเดียวกับชนิดแรก เราเรียกว่า **Flash sterilizer** มักใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อในอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนขณะผ่าตัดและอุปกรณ์ต้องทนความร้อนที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เช่นเครื่องมือผ่าตัดที่มีเพียงชิ้นเดียวและจำเป็นต้องใช้ในการผ่าตัดตกลงพื้น อุปกรณ์ที่ทำให้ปราศจากเชื้อโดยเครื่องนึ่งชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องห่อ การทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ Flash sterilizer อาจเรียกอีกอย่างนึ่งว่า High-speed Pressure Sterilizer ซึ่งการทำงานให้หลักการเดียวกับ Gravity displacement Sterilizer แต่จะใช้อุณหภูมิสูงกว่า ทำให้ระยะเวลาในการทำให้ปราศจากเชื้อสั้นลง ในกรณี Flash sterilizer นี้ สามารถปรับเครื่องนึ่งเพื่อให้มีความดัน 27 ถึง 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 132 ถึง 135 องศาเซลเซียส โดยจะใช้เวลาสั้นลงเพียง 3 ถึง 4 นาที ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ แต่ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดตั้งแต่เปิดเครื่อง และระหว่างอยู่ในขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อจนเปิดเครื่องจะใช้เวลานานประมาณ 6 – 7 นาที

อนึ่งระยะเวลาที่กำหนดในตารางต่อไปนี้ เป็นเฉพาะช่วงเวลาที่ต้องการให้อุปกรณ์สัมผัสกับไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิและความดันที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อเท่านั้น ไม่รวมระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่อง จนกระทั้งเครื่องทำงานถึงอุณหภูมิและความดันตามสรุปไว้ในตาราง

ตาราง อุณหภูมิ ความดัน และระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้อุปกรณ์ปราศจากเชื้อโดยเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเครื่องนึ่งไอน้ำ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ระยะเวลา (นาที)
Gravity displacement	121 – 123 1321 – 135	15 – 17 27 – 30	15 – 30 10 – 25
Pre-vacuum	132 – 135	27 – 30	3 – 4
Flash	132 – 135	27 – 30	3 – 4

เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละประเภทใช้เวลาในการทำให้ปราศจากเชื้อแตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่ควรนำอุปกรณ์ที่ใช้เวลาในการทำให้ปราศจากเชื้อแตกต่างกันเข้านึ่งพร้อมกัน เพราะระยะเวลาที่พอเหมาะสำหรับอุปกรณ์ประเภทหนึ่งอาจนานเกินไปสำหรับอุปกรณ์ประเภทอื่น ทำให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหายได้

อุปกรณ์ทุกชนิดที่ต้องใช้ระยะเวลาในการสัมผัสไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันสามารถนำไปทำให้ปราศจากเชื้อในเครื่องนึ่งไอน้ำพร้อมๆ กันได้เพื่อความประหยัด แต่ทั้งนี้ไม่รวมถุงมือและสารน้ำ

เมื่อเปิดประตูเครื่องนึ่งไอน้ำหลังเสร็จสิ้นขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ ควรปล่อยห่ออุปกรณ์ทิ้งไว้ในห้องนึ่งเพื่อให้ห่ออุปกรณ์แห้ง เป็นเวลา 15 ถึง 60 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องนึ่งไอน้ำและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อ ไม่ควรสัมผัสห่ออุปกรณ์ทันที ห่ออุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ต้องใช้เวลานานกว่าห่อที่มีขนาดเล็ก หลังจากนั้นนำห่ออุปกรณ์ออกจากเครื่องนึ่งโดยวางไว้บนโต๊ะหรือรถเข็นที่มีตะแกรงและปูด้วยผ้าหรือวัสดุอื่นที่มีลักษณะซึมซับได้ดี ห่ออุปกรณ์ที่อุ่นอยู่เมื่อวางลงพื้นผิวที่เย็น จะทำให้ห่ออุปกรณ์เปียกชื้น เนื่องจากไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอาจทำให้ห่ออุปกรณ์เกิดการปนเปื้อนได้เพราะความชื้นจะเป็นหนทางให้เชื้อจุลชีพเข้าสู่ห่ออุปกรณ์ได้

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ ควรนำรถที่บรรจุห่ออุปกรณ์ไปไว้ในบริเวณที่ไม่มีคนพลุกพล่าน รอจนกระทั่งห่ออุปกรณ์เย็นลง ไม่ควรนำรถอุปกรณ์ไว้ในบริเวณที่มีลมพัดผ่านหรือไว้ใกล้พัดลม ไม่ควรจับต้องห่ออุปกรณ์เนื่องจากขณะที่ห่ออุปกรณ์ยังร้อนจะดูดซึมความชื้นได้เร็ว และเชื่อแบคทีเรียที่มีอยู่บนมืออาจจะเข้าไปในห่ออุปกรณ์ได้ ไม่วางห่ออุปกรณ์ที่ยังร้อนบนโลหะหรือพื้นที่เย็นจนกว่าจะแน่ใจว่าอุปกรณ์เย็นลงแล้ว เนื่องจากพื้นผิวที่ร้อนและเย็นเมื่อสัมผัสกัน ความชื้อจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเกิดขึ้นภายในและภายนอกห่ออุปกรณ์ ทำให้ห่ออุปกรณ์ชื้นมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้

โครงสร้าง ส่วนประกอบ และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

รายละเอียดโครงสร้าง ส่วนประกอบ และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่ควรทำความเข้าใจมีดังต่อไปนี้

1. โครงสร้าง

โครงสร้างหลักของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้แรงดัน ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อใดหรือรุ่นใด จะมีโครงสร้างหลักเหมือนกัน ในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้แรงดัน นี้มีทั้งแบบตั้งและแบบนอน

แบบตั้ง ห้องนึ่งฆ่าเชื้อจะเป็นทรงกลม ชุดกำเนิดไอน้ำจะรวมอยู่ในห้องนึ่งฆ่าเชื้อ และมีผนังห้องนึ่งฆ่าเชื้อชั้นเดียว

แบบนอน ชุดกำเนิดไอน้ำจะมีทั้งแบบรวมและแยกส่วนจากห้องนึ่งฆ่าเชื้อ ในแบบที่รวมชุดกำเนินไอน้ำอยู่กับห้องนึ่งจะมีผนังห้องนึ่งฆ่าเชื้อชั้นเดียว มีขดลวดความร้อนติดตั้งอยู่ภายในห้องนึ่งฆ่าเชื้อในตำแหน่งล่างของห้องนึ่งฆ่าเชื้อ พบได้ในเครื่อง Flash sterilizer (ประเภทเครื่องนึ่งแบบตั้งโต๊ะ) ผนังห้องนึ่งสองชั้นจะพบในแบบที่แยกส่วนห้องนึ่งฆ่าเชื้อกับชุดกำเนิดไอน้ำ

เครื่องนึ่งแบบตั้ง

เครื่องนึ่งแบบนอน

เครื่องนึ่งแบบนอน

โครงสร้างหลักของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อประกอบด้วย

1.1 ห้องนึ่งฆ่าเชื้อ (Chamber)

เป็นพื้นที่สำหรับบรรจุวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องการนึ่งฆ่าเชื้อ มีทั้งผนังสองชั้น และผนังขั้นเดียว ผลิตจาก Stainless Steel เบอร์ที่นิยมนำมาผลิตได้แก่ เบอร์ 316, เบอร์ 316 L, เบอร์ 304 และ 304 TL ขึ้นอยู่กับการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต ห้องนึ่งฆ่าเชื้อยังมีรูปทรงภายในให้เลือกใช้ทั้งแบบห้องนึ่งทรงเหลี่ยม และห้องนึ่งทรงกลม

1.1.1 ห้องนึ่งทรงสี่เหลี่ยม มีจุดเด่นที่มีความสะดวกให้การบรรจุวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องการนึ่งฆ่าเชื้อ เนื่องจากพื้นที่ภายในห้องนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเหลี่ยม

ด้านข้างของห้องนึ่งเป็นแนวตั้ง จึงสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ห้องนึ่งได้เต็มพื้นที่ แต่เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่มีห้องนึ่งทรงเหลี่ยมจะมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับห้องนึ่งทรงกลม และมีผลิตเฉพาะในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อขนาดใหญ่

ห้องนึ่งทรงเหลี่ยม

1.1.2 ห้องนึ่งทรงกลม เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่มีห้องนึ่งเป็นทรงกลม จะพบเห็นได้มาก อาจเนื่องมาจากราคาเครื่องที่ไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับเครื่องที่มีห้องนึ่งทรงเหลี่ยม และเครื่องที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่ก็นิยมผลิตเป็นห้องนึ่งทรงกลม ข้อจำกัดของเครื่องนึ่งที่มีห้องนึ่งทรงกลม คือมีพื้นที่ภายในห้องนึ่งเป็นทรงกระบอก ด้านข้างของห้องนึ่งโค้งลงตามรัศมีทรงกลม ทำให้ไม่สามารถบรรจุวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีขนาดใหญ่ในด้านข้างได้

ห้องนึ่งทรงกลม

1.2 ประตูห้องนึ่ง เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ มีทั้งแบบประตูด้านเดียวและประตูสองด้าน ผลิตจาก Stainless Steel ตามการออกแบบของบริษัทผู้ผลิต ในปัจจุบันเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดแทนที่อากาศที่จำหน่ายอยู่จะเป็นประตูด้านเดียวแบบสไลด์ และแบบบานสวิง มีรูปแบบกลไกลการทำงานของระบบล็อคเป็นสอง 2 ลักษณะดังนี้

1.2.1 แบบบานสไลด์

1.2.2 แบบบานสวิง

1.2.2.1 แบบบานสวิง หมุนปิด-เปิดต่อเนื่องตลอด (Radial Lock Arms)

แบบบานสวิง Radial Lock Arms

ที่มา : SHANDONG XINHUA MEDICAL INSTRUMENT CO.,LTD

1.2.2.2 แบบบานสวิง หมุนปิด-เปิดสองจังหวะ(Double Lock Action)

บานสวิง Double Lock Action

สำหรับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ ที่จำหน่ายในปัจจุบันจะมีทั้งประตูด้านเดียว และประตูสองด้าน ทั้งแบบบานสวิงและแบบประตูสไลด์

1.3 แหล่งกำเนิดไอน้ำ ไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อของเครื่องนึ่งที่จำหน่าย มีแหล่งกำเนิดไอน้ำอยู่ 2 แบบ ได้แก่ ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ และไอน้ำที่ติดมากับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

1.3.1 ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำ เป็นไอน้ำที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไอน้ำหลักของโรงพยาบาลส่งผ่านระบบท่อส่งไอน้ำมาจ่ายให้กับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ โดยผ่านอุปกรณ์ลดแรงดัน (Reducing Valve) ก่อนจ่ายเข้าเครื่อง

1.3.2 ไอน้ำที่ติดมากับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ เป็นไอน้ำที่ผลิตขึ้นจากในเครื่อง โดยมีระบบท่อไอน้ำเชื่อมต่อกับชุดกำเนิดไอน้ำ หม้อไอน้ำที่ใช้ผลิตจากทองแดง หรือ Stainless Steel แหล่งพลังงานความร้อนที่ใช้ในการต้มน้ำให้กลายเป็นไอมี 2 ชนิด ได้แก่ แก๊สหุงต้ม(LPG) และ ขดลวดความร้อน(Heater) ในปัจจุบันจะพบ แต่ชนิดที่ใช้ขดลวดความร้อน(Heater)เป็นส่วนใหญ่

- ใช้แก๊สหุงต้ม(LPG) หม้อกำเนิดไอน้ำประเภทนี้จะใช้เตาแก๊สส่งผ่านความร้อนให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำจากด้านนอก ส่งผลให้น้ำภายในเดือดกลายเป็นไอส่งเข้าระบบท่อไอน้ำของเครื่อง
- ใช้ขดลวดความร้อน(Heater) หม้อกำเนิดไอน้ำประเภทนี้จะมีขดลวดความร้อนฝังอยู่ในหม้อกำเนิดไอน้ำ เมื่อขดลวดความร้อนได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนส่งผลให้น้ำในหม้อกำเนิดไอน้ำเดือด

กลายเป็นไอ ส่งผ่านเข้าระบบท่อไอน้ำของเครื่อง สำหรับเครื่อง **Flash sterilizer** (ประเภทเครื่องนึ่งแบบตั้งโต๊ะ) ห้องนึ่งฆ่าเชื้อและหม้อกำเนิดไอน้ำจะรวมอยู่ด้วยกัน ระบบไฟฟ้าที่จ่ายพลังงานให้ขดลวดความร้อนนั้น ในเครื่องขนาดเล็กจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volt 50 Hz 1 Phase และเครื่องที่มีขนาดใหญ่จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 380 Volt 50 Hz 3 Phase

2. ส่วนประกอบเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อแม้นจะมีหลายแบบ หลายชนิด แต่ส่วนประกอบสำคัญจะมีเหมือนกัน ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียดของส่วนประกอบว่ามีอะไรบ้าง มีหน้าที่อย่างไร ดังนี้

3.1 *มาตรวัดระดับน้ำ (Water level gauge)*

Water level gauge

ที่มา : Teleflo Engineeing Compang

ทำหน้าที่แจ้งระดับน้ำที่แท้จริงในหม้อกำเนิดไอน้ำ ให้ผู้ควบคุมทราบ สำหรับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่ใช้ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำส่วนกลางจะไม่มีมาตรวัดระดับน้ำแสดง

3.2 *มาตรวัดความดัน (Pressure gauge)*

Pressure gauge

ในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อแบบผนังสองชั้นจะมีมาตรวัดความดันชั้นนอก และมาตรวัดความดันชั้นใน(ห้องบรรจุวัสดุ อุปกรณ์การแพทย์ ที่นึ่งฆ่าเชื้อ)แต่ในเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อแบบผนังชั้นเดียวจะมีมาตรวัดเพียงตัวเดียว และควรเลือกใช้มาตรวัดความดันที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว สเกลตัวเลขบนหน้าปัด อ่านค่าได้สองเท่าของความดันใช้งานสูงสุดและมีเครื่องหมายแสดงระดับความดันอันตราย

3.3 มาตรวัดอุณหภูมิ

Temperature gauge

ที่มา : www. Karya-mitra .com

มาตรวัดอุณหภูมินั้น ทำหน้าที่แสดงอุณหภูมิในห้องนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อให้ผู้ควบคุมทราบและบันทึกค่าอุณหภูมิ ในขบวนการนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ

3.4 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

เครื่องบันทึกแบบแผ่นกราฟ

เครื่องบันข้อมูล ส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

ที่มา : ผลิตภัณฑ์ omron

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่ติดกับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อจะมีทั้งแบบแผ่นกราฟบันทึก และแบบเครื่องบันทึกข้อมูลที่สามารถพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ที่ตัวเครื่องนึ่ง หรือส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์และพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อรายงานข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนใดที่เกิดความผิดปกติ อุณหภูมิ ความดัน หรือระยะเวลา เป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ หากพบว่ามีขั้นตอนใดผิดปกติ หรือสงสัยว่าผิดปกติ ไม่เป็นไปตามที่กำหนด จะถือว่าห่ออุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องนึ่งไม่ปราศจากเชื้อ ยังไม่สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยได้

3.5 *ลิ้นหรือวาล์ว (Valve)*

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อมีหลายจุดที่ต้องติดตั้งวาล์ว และวาล์วที่ติดตั้งก็แตกต่างกัน เครื่องนึ่งที่ให้ระบบไฟฟ้าควบคุม วาล์วก็จะใช้ไฟฟ้าควบคุมเรียกว่า Solenoid valve ต่างจากวาล์วมือหมุน วาล์วที่ใช้จะต้องเป็นวาล์วที่ออกแบบมาให้ใช้กับความดัน และอุณหภูมิของไอน้ำ จึงจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

- โกล์วาล์ว(Globe valve) เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นวาล์วจ่ายไอ การเปิดหรือปิดเป็นไปอย่างช้าๆ

Globe valve

- บอลวาล์ว(Ball valve) เหมาะที่วาล์วถ่ายน้ำ การเปิดหรือปิดเป็นไปอย่างรวดเร็ว และไม่มีสิ่งสกปรกตกค้างภายใน

Ball valve

- Plug valve เป็นวาล์วที่เปิดหรือปิดได้รวดเร็วและไม่มีสิ่งสกปรกตกค้างภายใน

Plug valve

- Solenoid valve เป็นวาล์วที่ใช้กับเครื่องที่ใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน

Solenoid valve

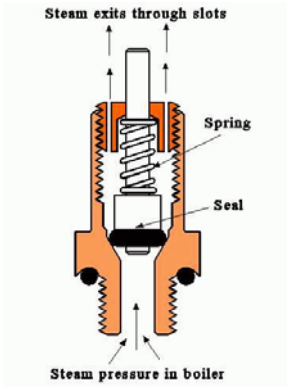
ข้อแนะนำการเลือกใช้วาล์วให้เหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อมีดังนี้ วาล์วจ่ายไอควรเป็นวาล์วที่เปิด หรือปิดได้อย่างช้าๆ คือ โกล์วาล์ว(Globe valve) วาล์วหลอดแก้วและวาล์วถ่ายน้ำควรใช้วาล์วที่เปิดหรือปิดได้รวดเร็วและไม่มีสิ่งสกปรกตกค้างภายใน เลือกใช้ปลั๊กวาล์ว (Plug valve) หรือบอลวาล์ว(Ball valve) ท่อน้ำเข้าหม้อกำเนิดไอน้ำควรเลือกใช้วาล์วที่เปิดหรือปิดไม่รวดเร็วเกินไป และน้ำสามารถผ่านได้สะดวกเลือกใช้วาล์วกันกลับ (Check valve) สำหรับป้องกันไม่ให้น้ำในหม้อกำเนิดไอน้ำไหลย้อน

3. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

อุปกรณ์ความปลอดภัยของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ เนื่องจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อจัดเป็นภาชนะรับความดัน เหมือนกับภาชนะบรรจุก๊าซ อุปกรณ์ความปลอดภัยของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชนิดต่างมีหน้าที่แตกต่างกัน อุปกรณ์บางชนิดก็เหมาะที่จะใช้งานกับเครื่องแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ ไม่ควรจะใช้ทดแทนกันหรือสลับกัน อุปกรณ์ความปลอดภัยของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อมีดังนี้

3.1 ลิ้นนิรภัย (Safety valve)

ลิ้นนิรภัย Safety valve



ส่วนประกอบภายในลิ้นนิรภัย

เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยที่สำคัญที่สุดของภาชนะรับแรงดัน ที่จะป้องกันมิให้ภาชนะรับแรงดันระเบิด โดยจะทำหน้าที่ระบายความดันไอน้ำออกจากภาชนะรับความดันเมื่อความดันสูงเกินกว่าที่ปรับตั้งไว้ การปรับตั้งลิ้นนิรภัยควรปรับให้สูงกว่าความดันใช้งาน ดังนั้นจึงต้องติดตั้งลิ้นนิรภัยไว้จะได้มีความปลอดภัยแก่การใช้งาน ลิ้นนิรภัยมี 3 แบบ คือ แบบสปริง(ต้องมีคานงัด), แบบน้ำหนักถ่วงโดยตรง และแบบคานน้ำหนัก ลิ้นนิรภัยชนิดสปริงที่มีคานงัดจะสามารถทดสอบการทำงานของวาล์วนิรภัยได้สะดวก

หลักเกณฑ์การเลือกและใช้ลิ้นนิรภัย มี 7 ประการคือ

1) สามารถทดสอบการทำงานขณะใช้งานได้
2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบ่าไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว
3) สามารถระบายไอน้ำได้มากกว่าอัตราการผลิตไอน้ำ
4) กรณีที่หม้อไอน้ำมีพื้นที่รับความร้อนมากกว่า 500 ตารางฟุต ควรมีลิ้นนิรภัย 2 ชุด
5) ติดตั้งลิ้นนิรภัยไว้ใกล้ภาชนะรับความดันมากที่สุดและไม่มีวาล์วคั่น
6) ท่อระบายไอน้ำออกต้องไม่เล็กกว่าท่อทางเข้าและโค้งงอไม่เกิน 2 แห่ง

7) ปรับตั้งให้ระบายไอน้ำไม่เกินร้อยละ 10 ของความดันใช้งาน ทดสอบสภาพการใช้งานทุกสัปดาห์

3.2 มาตรวัดความดัน

ทำหน้าที่วัดความดันไอน้ำที่ภาชนะรับความดันได้รับ เพื่อให้ผู้ควบคุมจะได้ทราบความดันภายในภาชนะรับความดัน ควรมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน

3.3 วาล์วรับไอน้ำ

Globe valve

มักใช้โกล์บวาล์วทำหน้าที่รับไอน้ำแล้วป้อนไอน้ำที่ถูกส่งมาจากหม้อไอน้ำเข้าสู่ภายในภาชนะรับความดัน ก่อนเปิดวาล์วรับไอน้ำต้องแน่ใจว่าฝาภาชนะรับความดันว่าปิดสนิทแล้ว

3.4 วาล์วลดความดัน (Pressure reduc ing valve)

Reducing valve

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดความดันไอน้ำที่หม้อกำเนิดไอน้ำส่งมาให้เหมาะสมกับความดันใช้งานของภาชนะรับความดันกรณีที่หม้อไอน้ำผลิตไอน้ำความดันเท่ากับความดันใช้งานของภาชนะรับความดันก็ไม่จำเป็นต้องมีวาล์วลดความดัน เราสามารถปรับวาล์วลดความดันเราสามารถปรับวาล์วลดความดันให้มีความดันออกมาตามความเหมาะสมกับงานที่ใช้ ปกติแล้วที่ด้านข้างของวาล์วลดความดันจะระบุช่วงความดันที่สามารถปรับแต่งได้

3.5 วาล์วระบายไอ

Ball valve

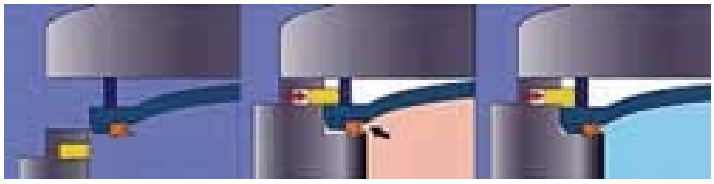
โดยทั่วไปใช้บอลวาล์วหรือปลั๊กวาล์วทำหน้าที่วาล์วระบายไอ หน้าที่หลักของวาล์วระบายไอก็คือปล่อยไอน้ำออกจากภาชนะรับความดันหลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ถ้าไม่ระบายไอน้ำออกหมดจะไม่ปลอดภัยในการเปิดฝาภาชนะรับความดัน

3.6 วาล์วถ่ายน้ำ (Drain or dlowdown valve)

ทำหน้าที่ระบายน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำแล้วสะสมอยู่ด้านล่างของภาชนะรับความดันออกไปภายนอก ถ้ามีน้ำสะสมอยู่ในภาชนะรับความดันมากจะทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของภาชนะรับความดันลดลง และยังเป็นสาเหตุให้เกิดการกัด

กร่อนได้ ภาชนะรับความดันบางชนิดจะติดตั้งเครื่องดักไอน้ำหรือสตีมแทรปช่วยระบายน้ำออกตลอดเวลาที่ใช้งาน

3.7 ที่ล็อคฝา(Interlocks)



ภาชนะรับความดันชนิดที่ฝาปิด-เปิด เมื่อบรรจุวัสดุ อุปกรณ์การแพทย์เข้านึ่งฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้วปิดฝาให้แน่นใส่ที่ล็อคฝาให้แน่นอีกชั้นเพื่อความปลอดภัยขณะให้งาน ฝาปิดเป็นจุดอ่อนของภาชนะรับความดันมักเกิดขึ้นจากการชำรุดของที่ล็อคฝา

3.8 ระบบล็อคภายใน (Pressure Lock)

Pressure Lock ของเครื่องนึ่งแบบ **Flash sterilizer**

หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ถ้าไม่ระบายไอน้ำออกหมดจะไม่ปลอดภัยในการเปิดฝาภาชนะรับความดัน ระบบล็อคภายในจะเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยอีกขั้นหนึ่ง ในกรณีที่ภายในภาชนะรับแรงดันยังมีแรงดันไอน้ำอยู่ภายใน จะไม่สามารถเปิดฝาภาชนะรับแรงดันออกได้ เมื่อแรงดันไอน้ำในห้องนึ่งลดลงต่ำกว่า 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 0.1 บาร์ ระบบล็อคภายในถูกปลด จึงสามารถเปิดฝาภาชนะรับแรงดันได้

อุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบการใช้งานซึ่งเป็นส่วนที่นอกเหนือจากตัวเครื่องฯ เราจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบให้สอดคล้องกับประเภทของเครื่องนึ่งนั้นๆ หรือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละหน่วยงาน โดยทั่วไปอุปกรณ์ประกอบที่มีใช้กับเครื่องนึ่งเช่น

1. ตะกร้าแบบรถเข็น

สำหรับบรรจุสิ่งของเข้าห้องนึ่ง พร้อมชั้นวางแบบปรับสูงต่ำได้ ทำด้วย Stainless Steel เพื่อใช้ เคลื่อนย้ายวัสดุ และอุปกรณ์การแพทย์เข้าบรรจุในห้องนึ่ง และเคลื่อนย้ายวัสดุ และอุปกรณ์การแพทย์ ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อออกจากห้องนึ่ง (ในหน่วยงานที่ปฏิบัติตามมาตรฐานแล้วจะต้องแยกอุปกรณ์ประกอบ ก่อนนึ่งฆ่าเชื้อ/หลังนึ่งฆ่าเชื้อ)

2. ชั้นวางของนึ่งทำด้วย Stainless Steel

เพื่อใช้ในการจัดวางของในห้องนึ่งมีรูปแบบชั้นวางตามความเหมาะสมกับประเภทของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ทำการนึ่งฆ่าเชื้อ

3. วาล์วลดความดัน (Pressure reducing valve)

วาล์วลดความดัน

สำหรับใช้ไอน้ำจากท่อไอน้ำของโรงพยาบาล เพื่อใช้งานกับเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่ใช้ไอน้ำจากเครื่องกำเนิดหลักของโรงพยาบาล

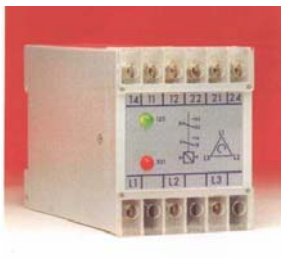
4. ชุดสวิทช์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ (Circuit Breaker) ติดตั้งชุดสวิทช์ตัดตอนตามประเภทและขนาดที่เหมาะสม เพื่อใช้งานกับเครื่องนึ่งที่ใช้ขดลวดความร้อน(Heater) ในการต้มน้ำ หรือเครื่องนึ่งที่ใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน

Circuit breaker single phase

Circuit breaker three phase

5. ชุดป้องกันแรงดันไฟฟ้าตก, แรงดันไฟฟ้าเกิน และแรงดันไฟฟ้าไม่ครบเฟส (Under Over Voltage and Phase Protection) เพื่อใช้งานกับเครื่องนึ่งที่ใช้ระบบไฟฟ้า

Under Over Voltage



Phase Protection

6. เครื่องกรองน้ำเพื่อแปรสภาพน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน ใช้ในการผลิตไอน้ำได้อย่างเพียงพอ เพื่อใช้งานกับเครื่องนึ่งที่มีหม้อกำเนิดไอน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีติดตั้งใช้งานกับเครื่องนึ่งขนาดใหญ่ เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไอน้ำมีปริมาณมาก

7. ถังพักน้ำอ่อนแบบใช้ความดัน ทำด้วย Stainless Steel พร้อมมาตรวัดความดัน เพื่อใช้งานกับเครื่องนึ่งที่มีหม้อกำเนิดไอน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีติดตั้งใช้งานกับเครื่องนึ่งขนาดใหญ่ เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไอน้ำมีปริมาณมาก จึงต้องกักเก็บน้ำที่ปรับสภาพแล้วไว้เติมหม้อกำเนิดไอน้ำ ด้วยการอัดด้วยแรงดันในการเติมเข้าหม้อกำเนิดไอน้ำโดยอัตโนมัติ (จะมีติดตั้งใช้งานในเครื่องนึ่งไอน้ำชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ)
8. ถังเก็บน้ำเกลือ ทำด้วยพลาสติก ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 100 ลิตร เพื่อใช้ในการล้างระบบเครื่องกรองน้ำ
9. ปั๊มสำหรับดูดน้ำเกลือ เพื่อใช้ในการปั๊มน้ำเกลือจากถังเก็บเข้าเครื่องกรองน้ำ

มาตรฐานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

ขณะที่ประเทศของเรายังไม่มีมาตรฐานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ดังนั้นเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำที่ใช้ในประเทศจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานต่างประเทศ ซึ่งเป็นมาตรฐานการสร้างหม้อไอน้ำ เช่น สหรัฐอเมริกา (ASME), ญี่ปุ่น (JIS), เยอรมัน (DIN) ซึ่งเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศโดยตรง หรือผลิตในประเทศตามมาตรฐานหม้อไอน้ำที่ได้ลิขสิทธิ์จากบริษัทต่างประเทศ

มาตรฐานหม้อไอน้ำของแต่ละประเทศ ต่างก็กำหนดขึ้นมาบนพื้นฐานของความปลอดภัยในการใช้งานเป็นหลัก จะมีความแตกต่างในรายละเอียดบ้างแล้วแต่ว่าประเทศใดจะเห็นเหมาะสม ในที่นี้จะยกตัวอย่างมาตรฐานหม้อไอน้ำของ ASME และ JIS ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วไปว่ามีความปลอดภัยสูง

การตรวจสอบห่ออุปกรณ์ที่ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

เมื่อห่ออุปกรณ์ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องตรวจดูว่าห่ออุปกรณ์อยู่ในสภาพเรียบร้อยหรือไม่ มีลักษณะที่ผิดปกติหรือไม่ การหยิบจับห่ออุปกรณ์จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้เกิดการปนเปื้อนภายนอกห่ออุปกรณ์

เมื่อห่ออุปกรณ์เย็นลงแล้ว ตรวจสอบห่ออุปกรณ์ดูว่ามีการฉีกขาดหลุดลุ่ย เปียกชื้นหรือไม่ ถ้ามีต้องนำห่ออุปกรณ์นั้นไปทำให้ปราศจากเชื้อใหม่ เมื่อจะนำห่ออุปกรณ์บรรจุลงในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันฝุ่นละอองจะต้องมั่นใจว่าห่ออุปกรณ์แห้งสนิทดีแล้ว

ความชื้นที่พบบนห่ออุปกรณ์(wet pack) หลังผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว อาจพบได้ใน 2 ลักษณะ คือ

1. ความชื้นภายนอกห่ออุปกรณ์ อาจพบว่ามีเพียงบางส่วนของห่ออุปกรณ์ที่เปียกชื้น หรือห่ออุปกรณ์ที่วางไว้ในตำแหน่งภายในห้องนึ่งเท่านั้นที่เปียกชื้น ห่อที่วางไว้ชั้นบนด้านหลังของเครื่องนึ่ง

เกิดความเปียกชื้นอาจเกิดจากหม้อต้มน้ำผลิตไอน้ำมากเกินไป ห่อที่วางไว้ชั้นล่างด้านหน้าเครื่องนึ่งเปียกชื้น อาจเกิดจากขั้นตอนการระบายไอน้ำออกจากห้องนึ่งขัดข้อง ทำให้บริเวณชั้นในของห้องนึ่งไม่สามารถระบายไอน้ำออกได้ หรือมีตะกรันอุดท่อระบายในระบบ การที่เทปกาวที่ติดห่ออุปกรณ์เปียกชื้นเป็นทางยาวเกิดเนื่องจากหยดน้ำที่ติดอยู่ที่ผนังของเครื่องนึ่งห่ออุปกรณ์บางห่อเท่านั้นที่มีความชื้น ซึ่งอาจเกิดจากขนาดของห่ออุปกรณ์ใหญ่เกินไปหรือการบรรจุห่ออุปกรณ์ในห้องนึ่งมากเกินไป หากพบว่าห่ออุปกรณ์ที่ผ่านขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งไอน้ำทุกห่อหรือเกือบทุกห่อเปียกชื้น อาจเกิดได้หลายสาเหตุ ได้แก่ ระยะเวลาการทำให้แห้ง(Drying) น้อยเกินไป ขนาดของห่ออุปกรณ์ใหญ่เกินไป บรรจุอุปกรณ์ในห่อมากเกินไปทำให้ภายในห่อหนาแน่นมาก ห่ออุปกรณ์มีน้ำหนักมากเกินไป หรือจำนวนห่ออุปกรณ์ที่บรรจุเข้าเครื่องนึ่งมากเกินไป

2. ความชื้นภายในห่ออุปกรณ์ อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ ระบบสุญญากาศเครื่องทำงานผิดปกติ ท่อระบายไอน้ำอุดตัน ระยะเวลาที่นำให้แห้งน้อยเกินไป เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่นำมาทำให้ปราศจากเชื้อมีความชื้นหรือมีขนาดใหญ่มากเกินไปหรือการจัดเตรียมห่ออุปกรณ์ไม่เหมาะสม

วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อ

วิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อที่จำเป็นต้องดำเนินการมี 3 วิธี คือ การตรวจสอบทางกลไก(Mechanical or Physical monitoring)การตรวจสอบทางเคมี(Chemical monitoring) และการตรวจสอบทางชีวภาพ(Biological monitoring)ซึ่งวิธีการตรวจสอบทั้ง 3 วิธีมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการที่แตกต่างกัน กล่าวคือ Mechanical monitoring แสดงให้เห็นถึงการทำงานของ Sterilizer ว่าสมบูรณ์หรือไม่ Chemical monitoring แสดงให้เห็นว่าห่ออุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วและ Biological monitoring ชี้ให้เห็นว่า เชื้อจุลชีพและสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียถูกทำลายแล้ว อุปกรณ์ปราศจากเชื้อ โรงพยาบาลจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบทั้ง 3 วิธี เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์การแพทย์ที่ใช้กับผู้ป่วยมีความปลอดภัย รายละเอียดของการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อแต่ละวิธี มีดังนี้

1. การตรวจสอบทางกลไก (Mechanical or Physical monitoring) เป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง Sterilizer โดยดูจากตัวบ่งชี้ทางกลไกของเครื่อง(Mechanical indicators)ซึ่งได้แก่ มาตรวัดอุณหภูมิ มาตรวัดความดัน สัญญาณไฟต่างๆ แผ่นกราฟที่บันทึกการทำงานของเครื่องในแต่ละขั้นตอนสิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นสิ่งแรกที่บอกให้ทราบว่าเครื่อง Sterilizer ทำงานปกติหรือไม่ แต่ถึงแม้ว่าการตรวจสอบจะพบว่า เครื่อง Sterilizer ทำงานเป็นปกติ ก็ไม่สามารถยืนยันได้อย่างมั่นใจว่า ห่ออุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องนึ่งที่ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วจะมีสภาพปราศจากเชื้อจริง ยังคง

มีความจำเป็นที่จะต้องดูผลจากตังบ่งชี้ทางเคมีและทางชีวภาพประกอบการพิจารณาด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมาตรวัดอุณหภูมิและความดันของเครื่องไม่สามารถบ่งบอกถึงภาวะที่มีอากาศหลงเหลืออยู่ในห้องนึ่งหรือการที่มีอากาศเข้าไปในห้องนึ่งขณะเครื่องทำงานเมื่อเปิดเครื่องให้ทำงาน ควรตรวจสอบการทำงานของเครื่องตั้งแต่เริ่มแรก ขณะทำงาน และภายหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ ก่อนที่นำห่ออุปกรณ์ที่ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อออกจากเครื่อง Sterilizer

2. การตรวจสอบเคมี(Chemical monitoring)เป็นการตรวจสอบว่าสารที่เป็นตัวทำให้ปราศจากเชื้อ ได้แก่ ไอน้ำ, แก๊ส ethylene oxide หรือสารเคมีที่ทำให้ปราศจากเชื้อตัวอื่นๆ ได้สัมผัสและแทรกซึมเข้าไปในห่ออุปกรณ์หรือไม่ ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยดูจากการเปลี่ยนสีของตัวบ่งชี้ทางเคมี(Chemical indicators) ซึ่งติดอยู่ภายนอกและใส่ไว้ภายในห่ออุปกรณ์ ตัวบ่งชี้ทางเคมีนอกจากจะช่วยให้ทราบว่าอุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว ยังใช้ในการทดสอบการทำให้เกิดภาวะสุญญากาศภายในห้องนึ่งของเครื่องนึ่งชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ(Prevacuum steam sterilizer) ซึ่งตังบ่งชี้นี้เรียกว่า Bowie-Dick test

อย่างไรก็ตามตัวบ่งชี้ทางเคมีไม่สามารถประกันได้ว่าอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อปราศจากเชื้อเพียงแต่ชี้ให้เห็นว่าห่ออุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว ซึ่งหมายถึงได้ผ่านความร้อน ความดัน และความชื้น แต่ไม่สามารถบ่งชี้ว่าห่ออุปกรณ์นั้นสัมผัสกับไอน้ำหรือแก๊สตามระยะเวลาที่กำหนดจนทำให้สปอร์ของเชื้อแบคทีเรียตายได้ ตัวบ่งชี้ทางเคมีจะใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่มีผลจากการห่ออุปกรณ์ที่ไม่ถูกวิธีการจัดเรียงห่ออุปกรณ์เข้าห้องนึ่งไม่ถูกวิธี และความผิดปกติจากการที่มีอากาศอยู่ภายในห้องนึ่ง

ตัวบ่งชี้ทางเคมี แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ดังนี้

1) ตัวบ่งนี้ทางเคมีภายนอก(External chemical indicator) มีลักษณะเป็นแถบกระดาษกราวที่มีสีหรือสารเคมีเคลือบไว้เป็นแนวเส้นบนกระดาษ เรียกว่า เทปทดสอบเคมี มักให้กับการติดห่ออุปกรณ์เพื่อมิให้หลุดลุ่ย และบ่งชี้ให้ทราบว่า ห่ออุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนกรทำให้ปราศจากเชื้อแล้วเท่านั้น เนื่องจากเทปทดสอบทางเคมีที่ติดภายนอกห่ออุปกรณ์จะเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดเป็นแถบสีดำปรากฏหรือแถบที่อยู่บนเทปทดสอบทางเคมีเปลี่ยนสีไป แต่ตัวชี้ทางเคมีภายนอกไม่สามารถบอกได้ว่า ไอน้ำหรือแก๊สจากเครื่อง sterilizer สามารถผ่านเข้าไปในห่ออุปกรณ์ได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นตัวบ่งชี้ทางเคมีภายนอกจึงไม่สามารถใช้เป็นสิ่งยืนยันได้ว่าอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อจะปราศจากเชื้อ

2) ตัวบ่งชี้ทางเคมี (Internal chemical indicator) ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายในที่นิยมใช้จะมีลักษณะเป็นชิ้น(strip)หรือเป็นแผ่นกระดาษแข็ง(card)จะใส่ไว้ภายในห่ออุปกรณ์ เพื่อให้ทราบว่าไอน้ำหรือแก๊สสามารถเข้าไปภายในห่อและสัมผัสกับอุปกรณ์ภายในห่อหรือไม่ ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายในมีหลายชนิดบางชนิดสามารถบ่งชี้ว่า อุปกรณ์สัมผัสอุณหภูมิต่ำสุดที่ต้องการและในระยะเวลาสั้นที่สุดที่กำหนด บางชนิดมีความไวต่อการสัมผัสไอน้ำ คือ เมื่อไอน้ำสัมผัสตัวบ่งชี้ภายใน สามารถทำให้ตัวบ่งชี้ภายในเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ และอีกหลายชนิดที่บ่งชี้ถึงอุณหภูมิ ระยะเวลา การขจัดอากาศออกจากห้องอบ และการแทรกซึมของไอน้ำเข้าสู่ห่ออุปกรณ์ ควรใส่ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายในตรงกลางห่ออุปกรณ์ หรือในส่วนของห่ออุปกรณ์ที่คาดว่าไอน้ำหรือแก๊สผ่านเข้าได้ยากที่สุด

3) ตัวบ่งชี้ทางเคมีแบบเฉพาะ(Specific chemical indicator)ได้แก่ Bowie-Dick test ซึ่งเป็นผลงานของ J.H. Bowie และ J. Dick จาก Department of Microbiology, Royal Infirmary,Edinburgh ประเทศสก๊อตแลนด์ โดยเป็นตัวบ่งชี้ทางเคมีชนิดหนึ่งที่บ่งชี้ว่าการไล่อากาศออกจากห้องนึ่งของเครื่องนึ่งไอน้ำชนิด Prevacuum ที่อุณหภูมิ 132-134 องศาเซลเซียส เป็นไปอย่างสมบูรณ์หรือไม่ ก่อนที่จะนำห่ออุปกรณ์ไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้เครื่อง Prevacuum steam sterilizer จะต้องทดสอบการไล่อากาศออกจากเครื่อง โดยใช้ Bowie-Dick test ก่อนทุกครั้งและทดสอบกับทุกเครื่องที่มีใช้อยู่

3. การตรวจสอบทางชีวภาพ(Biological Monitoring) เป็นวิธีการตรวจสอบการทำให้ปราศจากเชื้อที่เชื่อถือได้มากสุด และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง วิธีการตรวจสอบใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ(Biological indicator)ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่า spore test (ใช้สปอร์ของเชื้อ Bacillus ที่ยังมีชีวิต ซึ่งเชื้อนี้มีความคงทนกว่าเชื้อจุลชีพอื่นๆ และไม่ก่อโรค)เป็นตัวชี้วัด หากสปอร์ของเชื้อนี้ถูกทำลายย่อมชี้ให้เห็นว่าเชื้อจุลชีพอื่นๆ จะถูกทำลายระหว่างอยู่ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อด้วย ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ใช้สำหรับเครื่องนึ่งไอน้ำ และ Low Temperature steam Formaldehyde คือใช้สปอร์ของเชื้อ Bacillus stearothermophilus สำหรับเครื่องอบแก๊ส ethylene oxide และเครื่องอบความร้อนใช้สปอร์ของเชื้อ Bacillus subtilis

การทดสอบด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ ทำได้โดยการบรรจุตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในห่ออุปกรณ์ที่จะนำไปทำให้ปราศจากเชื้อ นำห่ออุปกรณ์ที่จะทดสอบเข้าเครื่อง โดยจัดวางห่อ

ทดสอบไว้บริเวณที่คาดว่าการทำให้ปราศจากเชื้อจะยากที่สุด สำหรับเครื่องนึ่งไอน้ำจุดที่ควรวางห่อทดสอบ คือ ชั้นล่างของห้องนึ่งบริเวณที่อยู่เหนือท่อระบายน้ำ

บทที่ 4
แนวทางกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งในการจัดหาครุภัณฑ์ เพื่อได้มาซึ่งพัสดุครุภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน คุ้มค่ากับงบประมาณ และถูกต้องตามระเบียบพัสดุ การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องมือทางการแพทย์และสาธารณสุขจึงต้องกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องมือที่ต้องการจัดซื้อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การใช้งาน รายละเอียดในคุณลักษณะเฉพาะจึงมีความสำคัญมาก เพราะนั้นหมายถึงรายละเอียดของเครื่องมือนั้นๆ ดังนั้นผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นคณะกรรมการในการกำหนดคุณลักษณะจะต้องทราบเกี่ยวกับรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำคุณลักษณะเฉพาะ รวมทั้งแนวทางในการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

แนวทางการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

เพื่อให้รายละเอียดในข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะครบทุกส่วน จึงต้องกำหนดหัวข้อต่างๆในข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามมาตรฐานการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องมือทางการแพทย์และสาธารณสุข ดังนี้

1. ความต้องการ
2. วัตถุประสงค์
3. คุณลักษณะทั่วไป
4. คุณลักษณะทางเทคนิค
5. อุปกรณ์ประกอบ
6. เงื่อนไขเฉพาะ

การจัดทำข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อใช้ประกอบการจัดซื้อ โดยยึดแนวทางตามมาตรฐานการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเครื่องมือทางการแพทย์และสาธารณสุข มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชื่อพัสดุ/ครุภัณฑ์

1.1 การกำหนดชื่อพัสดุ/ครุภัณฑ์ตามบัญชีรายชื่อครุภัณฑ์

1.2 การกำหนดให้ตรงตามคำของบประมาณ

2. ความต้องการ

2.1 การกำหนดในทางการแพทย์และสาธารณสุข

2.2 การกำหนดขนาด จำนวน ปริมาตร หรือความจุ

3. วัตถุประสงค์ การระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งาน

4. คุณลักษณะทั่วไป

4.1 การกำหนดรูปแบบ ,ลักษณะเครื่อง ให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งาน

4.2 การกำหนดแหล่งพลังงานที่เครื่องใช้

4.3 การกำหนดความสามารถการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ

4.4 การกำหนดองค์ประกอบหลักของเครื่อง

4.5 การกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5. คุณลักษณะทางเทคนิค

1.1 กำหนดหน้าที่การทำงานให้ครอบคลุมกับการใช้งาน

1.2 การกำหนดความสามารถของแต่ละส่วนการทำงาน

6. อุปกรณ์ประกอบ

6.1 การกำหนดอุปกรณ์ส่วนประกอบ

6.2 การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่อง

7 เงื่อนไขเฉพาะ

1.1 การกำหนดให้แสดงเอกสารรับรอง

1.2 การกำหนดให้นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างมาแสดงจะต้องระบุวัน เวลา โดยกำหนดให้สอดคล้องกับเอกสารประกวดราคาซื้อ

1.3 กำหนดรายละเอียดการติดตั้งเครื่อง

1.4 การกำหนดให้มีคู่มือการใช้และการบำรุงรักษา

1.5 การกำหนดให้มีคู่มือการซ่อมและวงจรเครื่อง

1.6 การกำหนดให้จัดให้มีการอบรมการใช้งานเครื่อง และการบำรุงรักษาเครื่อง

ยกร่าง

คุณลักษณะเฉพาะ

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

1. ความต้องการ เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ชนิดแทนที่อากาศ (Gravity displacement Steam Sterilizer) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า *(ระบุขนาดความจุห้องนึ่งฆ่าเชื้อ)*

2. วัตถุประสงค์ เพื่อทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ ให้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำไปใช้งานกับผู้ป่วย หรือนึ่งฆ่าเชื้อขวดบรรจุน้ำเกลือ *(ระบุวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน)*

4. คุณลักษณะทั่วไป

4.1 เป็นเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ภายใต้ความดันไอน้ำและอุณหภูมิ

4.2 มีหม้อน้ำสำหรับกำเนิดไอน้ำ *(ระบุแหล่งพลังงานความร้อนที่ใช้ในการต้มน้ำให้กลายเป็นไอชนิด เป็นแก๊สหุงต้ม หรือใช้ไฟฟ้าจ่ายพลังงานให้ขดลวดความร้อน โดยตรวจสอบข้อมูลแรงดันไฟฟ้าจากข้อมูลของเครื่องแต่ละผลิตภัณฑ์)*

4.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 series *(มาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่นอกเหนือจาก ISO 9000 series ได้แก่ มาตรฐาน ISO 13485 , มาตรฐาน GMP, มาตรฐาน UL, มาตรฐาน CE เป็นต้น โดยตรวจสอบจากเอกสารรับรองแต่ละผลิตภัณฑ์)*

5. คุณลักษณะทางเทคนิค

5.1 ห้องนึ่งฆ่าเชื้อ มีผนัง 2 ชั้น ด้วย Stainless Steel ผลิตด้วย Stainless Steel ชนิดทนกรด,ด่าง มีรูปทรงภายในห้องนึ่ง *(ระบุขนาดความจุห้องนึ่งฆ่าเชื้อและรูปทรงภายในห้องนึ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมหรือทรงกลม)*

5.2 ประตูห้องนึ่ง ผลิตด้วย Stainless Steel ชนิดทนกรด,ด่าง *(ระบุประตูเดี่ยวหรือสองประตู ลักษณะการเปิด/ปิด แบบบานประตูสไลด์หรือบานประตูสวิง)* พร้อมระบบล๊อคภายในด้วยความดัน (Pressure Lock) หรือระบบป้องกันอื่นที่สามารถป้องกันการเปิดประตูห้องนึ่งขณะมีแรงดัน

5.3 แหล่งกำเนิดไอน้ำ มีหม้อต้มน้ำสำหรับผลิตไอน้ำ มีฉนวนกันความร้อนป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอก สามารถผลิตไอน้ำได้เพียงพอสำหรับใช้งาน พร้อมอุปกรณ์ประกอบได้แก่ มาตรวัดระดับน้ำ (Water level gauge) ,วาล์วถ่ายน้ำ (Drain or dlowdown valve)

5.4 การทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

5.4.1 สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ไม่น้อยกว่า การนึ่งฆ่าเชื้อผ้า การนึ่งฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เป็นโลหะ และการนึ่งฆ่าเชื้อของเหลวบรรจุภาชนะแก้ว

5.5 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

5.5.1 มาตรวัดความดันไอน้ำในห้องนึ่ง แสดงค่าได้ทั้งสุญญากาศและความดัน*(ควรจะมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน)*

5.5.2 มาตรวัดความดันผนังนั้นนอก*(ควรจะมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน)*

5.5.3 วาล์วนิรภัย(Safety Valve) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

5.5.4 Steam Trap จำนวนเหมาะสมกับขนาดเครื่อง เพื่อไล่น้ำ

5.6 อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน / วัสดุ,อุปกรณ์สำรอง

5.6.1 ตะกร้า และรถเข็น ผลิตด้วย Stainless Steel *(ระบุจำนวน,รูปแบบตามลักษณะการใช้งาน)*

5.6.2 หัวเตาแก๊ส พร้อมถังแก๊สหุงต้มขนาด 48 กิโลกรัม บรรจุแก๊สเต็มตามปริมาตร 1ถัง *(ระบุรายละเอียดนี้ในเครื่องนึ่งที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงต้มหม้อกำเนิดไอน้ำ)*

5.6.3 ยางขอบประตูห้องนึ่ง

5.7 การติดตั้ง

5.7.1 ติดตั้งสวิทช์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ(Circuit Breaker) ขนาดเหมาะสมกับเครื่องนึ่ง *(ระบุรายละเอียดนี้ในเครื่องนึ่งที่ใช้ระบบไฟฟ้าจ่ายให้ขดลวดความร้อนต้มน้ำเพื่อกำเนิดไอน้ำ)*

5.7.2 ติดตั้งตัวเครื่องพร้อมเดินสายไฟ, ระบบสายดิน(ตามมาตรฐานการไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย), ระบบท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ตามมาตรฐานของผู้ผลิต *(ระบุรายละเอียดนี้ในเครื่องนึ่งที่ใช้ระบบไฟฟ้าจ่ายให้ขดลวดความร้อนต้มน้ำเพื่อกำเนิดไอน้ำ)*

5.7.3 ติดตั้งหัวเตาแก๊ส พร้อมท่อแก๊สไปยังอุปกรณ์ควบคุมแรงดันที่ถังแก๊ส*(ระบุรายละเอียดนี้ในเครื่องนึ่งที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำเพื่อกำเนิดไอน้ำ)*

5.8 การทดสอบ การฝึกอบรม

5.8.1 ให้ทำการทดสอบการทำงานพร้อมทดสอบประสิทธิภาพทางเคมี(Chemical Monitoring)ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร

5.8.2 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานผู้ว่าจ้างให้รู้จักวิธีใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง

5.8.3 ให้ผู้จ้างจัดทำคู่มือการใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ

5.9 เงื่อนไขเฉพาะ

5.9.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคทตาล็อกตัวจริงที่ระบุรายละเอียด เพื่อประกอบการพิจารณาและต้องทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อ ตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ

5.9.2 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหลักฐานหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย

5.9.3 มีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตว่าจะสนับสนุนอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี

5.9.4 เป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานหรือสาธิตมาก่อน

5.9.5 ผู้ขายจะต้องตรวจเช็ค บำรุงรักษาเครื่องทุก 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน

5.9.6 ในระยะประกัน ถ้าเครื่องมีปัญหา ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน 7 วัน นับตั้งแต่ได้รับแจ้ง หากแก้ไขแล้วถึง 2 ครั้ง ยังไม่สามารถใช้งานได้ปกติ ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ยกร่าง

คุณลักษณะเฉพาะ

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

1. ความต้องการ เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ มีระบบดูดสุญญากาศ (Pre-vacuum Steam Sterilizer) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า *(ระบุขนาดความจุห้องนึ่งฆ่าเชื้อ)*
2. วัตถุประสงค์ เพื่อทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ ให้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำไปใช้งานกับผู้ป่วย หรือนึ่งฆ่าเชื้อขวดบรรจุน้ำเกลือ *(ระบุวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน)*
3. คุณลักษณะทั่วไป
   3.1. เป็นเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ภายใต้ความดันไอน้ำและอุณหภูมิ
   3.2. มีระบบการทำให้ภายในห้องนึ่งเป็นสุญญากาศ
   3.3. ระบบความคุมเป็นแบบอัตโนมัติ
   3.4. ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 380 Volts 50 Hz 3 Phase หรือ 220 Volts 50 Hz single phase *(ตรวจสอบข้อมูลระบบไฟฟ้าจากข้อมูลของเครื่องแต่ละผลิตภัณฑ์)*
   3.5. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 series *(มาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่นอกเหนือจาก ISO 9000 series ได้แก่ มาตรฐาน ISO 13485 , มาตรฐาน GMP, มาตรฐาน UL, มาตรฐาน CE เป็นต้น โดยตรวจสอบจากเอกสารรับรองแต่ละผลิตภัณฑ์)*
4. คุณลักษณะทางเทคนิค
   4.1. โครงสร้างภายนอกรูปทรงสี่เหลี่ยม ผนังผลิตด้วย Stainless Steel ชนิดทนกรด,ด่าง และมีฉนวนกันความร้อนป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอก
   4.2. ประตูห้องนึ่ง ผลิตด้วย Stainless Steel ชนิดทนกรด,ด่าง *(ระบุประตูเดี่ยวหรือสองประตู ลักษณะการเปิด/ปิด แบบบานประตูสไลด์หรือบานประตูสวิง)* พร้อมระบบล๊อคภายในด้วยความดัน (Pressure Lock) หรือระบบป้องกันอื่นที่สามารถป้องกันการเปิดประตูห้องนึ่งขณะมีแรงดัน
   4.3. ห้องนึ่งฆ่าเชื้อ มีผนัง 2 ชั้น ผลิตด้วย Stainless Steel ชนิดทนกรด,ด่าง มีรูปทรงภายในห้องนึ่ง *(ระบุขนาดความจุห้องนึ่งฆ่าเชื้อและรูปทรงภายในห้องนึ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมหรือทรงกลม)*
   4.4. แหล่งกำเนิดความร้อน มีหม้อต้มน้ำสำหรับผลิตไอน้ำด้วยไฟฟ้า มีฉนวนกันความร้อนป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอก สามารถผลิตไอน้ำได้เพียงพอสำหรับใช้งาน พร้อมอุปกรณ์

ประกอบได้แก่ มาตรวัดระดับน้ำ (Water level gauge) ,วาล์วถ่ายน้ำ (Drain or dlowdown valve)

4.5. การทำงานของเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ

4.5.1. สามารถให้งานได้ทั้งระบบ Auto และระบบ Manual

4.5.2. สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ไม่น้อยกว่า การนึ่งฆ่าเชื้อผ้า การนึ่งฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เป็นโลหะ และการนึ่งฆ่าเชื้อของเหลวบรรจุภาชนะแก้ว

4.6. อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

4.6.1. มาตรวัดความดันไอน้ำในห้องนึ่ง แสดงค่าได้ทั้งสุญญากาศและความดัน*(ควรจะมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน)*

4.6.2. มาตรวัดความดันผนังนั้นนอก*(ควรจะมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน)*

4.6.3. วาล์วนิรภัย(Safety Valve) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

4.6.4. Steam Trap จำนวนเหมาะสมกับขนาดเครื่อง เพื่อไล่น้ำ

4.6.5. กรองอากาศ(Bacteria Filter) ก่อนปล่อยอากาศเข้าห้องนึ่ง

4.6.6. เครื่องกรองน้ำเพื่อปรับสภาพน้ำ พร้อมถังสำรองน้ำ

4.6.7. ปั๊มน้ำสำหรับเติมน้ำเข้าหม้อต้มน้ำ

4.7. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน / วัสดุ,อุปกรณ์สำรอง

4.7.1. ตะกร้า และรถเข็น ผลิตด้วย Stainless Steel *(ระบุจำนวน,รูปแบบตามลักษณะการใช้งาน)*

4.7.2. ยางขอบประตูห้องนึ่ง

4.8. การติดตั้ง

4.8.1. ติดตั้งสวิทช์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ(Circuit Breaker) ขนาดเหมาะสมกับเครื่องนึ่ง

4.8.2. ติดตั้งตัวเครื่องพร้อมเดินสายไฟ, ระบบสายดิน(ตามมาตรฐานการไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย), ระบบท่อน้ำทิ้ง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

4.9. การทดสอบ การฝึกอบรม

4.9.1 ให้ทำการทดสอบการทำงานพร้อมทดสอบประสิทธิภาพทางเคมี(Chemical Monitoring)ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร

4.9.2 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานผู้ว่าจ้างให้รู้จักวิธีใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง

4.9.3 ให้ผู้จ้างจัดทำคู่มือการใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ

4.10 เงื่อนไขเฉพาะ

4.10.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคทตาล็อกตัวจริงที่ระบุรายละเอียด เพื่อประกอบการพิจารณา และต้องทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อ ตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ

4.10.2 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหลักฐานหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย

4.10.3 มีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตว่าจะสนับสนุนอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี

4.10.4 เป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานหรือสาธิตมาก่อน

4.10.5 ผู้ขายจะต้องตรวจเช็ค บำรุงรักษาเครื่องทุก 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน

4.10.6 ในระยะประกัน ถ้าเครื่องมีปัญหา ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน 7 วัน นับตั้งแต่ได้รับแจ้ง หากแก้ไขแล้วถึง 2 ครั้ง ยังไม่สามารถใช้งานได้ปกติ ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

- ยกร่าง -

คุณลักษณะเฉพาะ
เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อกึ่งอัตโนมัติ

1. ความต้องการ เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อกึ่งอัตโนมัติ ความจุภายในห้องนึ่งไม่น้อยกว่า*(ระบุขนาดความจุห้องนึ่งฆ่าเชื้อ)*

2. วัตถุประสงค์ เพื่อทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ ให้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำไปใช้งานกับผู้ป่วย

3. คุณลักษณะทั่วไป

3.1 เป็นเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใต้ความดัน

3.2 ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volts 50 Hz

3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 series *(มาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่นอกเหนือจาก ISO 9000 series ได้แก่ มาตรฐาน ISO 13485 , มาตรฐาน GMP, มาตรฐาน UL, มาตรฐาน CE เป็นต้น โดยตรวจสอบจากเอกสารรับรองแต่ละผลิตภัณฑ์)*

4 คุณลักษณะทางเทคนิค

4.1 โครงสร้างภายนอกรูปทรงสี่เหลี่ยม มีฉนวนกันความร้อนป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอก

4.2 สามารถปรับความดันของไอน้ำ และเวลาในการนึ่งได้ โดยมีขบวนการนึ่งฆ่าเชื้อได้ไม่น้อยกว่า 2 แบบ ประกอบด้วย

4.2.1 แบบการนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 1 Bar อุณหภูมิภายในห้องนึ่งในช่วง 121 องศาเซลเซียส

4.2.2 แบบการนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 2 Bar อุณหภูมิภายในห้องนึ่งในช่วง 132 องศาเซลเซียส

4.3 ห้องนึ่ง และฝาปิดเครื่องผลิตด้วย Stainless Steel และระบบล๊อคภายในด้วยความดัน (Pressure Lock) หรือระบบป้องกันอื่นที่สามารถป้องกันการเปิดประตูห้องนึ่งขณะมีแรงดัน

4.4 มีระบบปล่อยแรงดันไอน้ำอบแห้ง และหยุดเครื่องโดยอัตโนมัติ เมื่อขบวนการฆ่าเชื้อเสร็จสิ้น

4.5 มีระบบทำให้แห้งสนิท แบบระบายอากาศด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

4.6 มีระบบลดแรงดันภายในห้องนึ่งฉุกเฉิน ได้ทันทีเมื่อต้องการ

4.7 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

4.7.1 มาตรวัดความดันไอน้ำในห้องนึ่ง แสดงค่าได้ทั้งสุญญากาศและความดัน*(ควรจะมีสเกลสูงสุดไม่เกิน 2 เท่าของความดันใช้งาน ขนาดหน้าปัดใหญ่พอที่ผู้ควบคุมมองเห็นชัดเจน)*

4.7.2 วาล์วนิรภัย(Safety Valve)

4.7.3 Steam Trap จำนวนเหมาะสมกับขนาดเครื่อง เพื่อไล่น้ำ

4.7.4 ไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่อง

5 อุปกรณ์ประกอบ

5.1 ตะกร้า และชั้นวางผลิตด้วย Stainless Steel *(ระบุจำนวน,รูปแบบตามลักษณะการใช้งาน)*

5.2 ยางขอบประตูห้องนึ่ง

6 การติดตั้ง

6.1 ติดตั้งสวิทช์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ(Circuit Breaker) ขนาดเหมาะสมกับเครื่องนึ่ง

6.2 ติดตั้งตัวเครื่อง, ระบบสายดิน(ตามมาตรฐานการไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย)และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นตามมาตรฐานของผู้ผลิต

7 การทดสอบ การฝึกอบรม

7.1 ให้ทำการทดสอบการทำงานพร้อมทดสอบประสิทธิภาพทางเคมี(Chemical Monitoring) ตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร

7.2 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานผู้ว่าจ้างให้รู้จักวิธีใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง

7.3 ให้ผู้จ้างจัดทำคู่มือการใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ

8 เงื่อนไขเฉพาะ

8.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคทตาล็อกตัวจริงที่ระบุรายละเอียด เพื่อประกอบการพิจารณาและต้องทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อ ตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ

8.2 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหลักฐานหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย

8.3 มีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตว่าจะสนับสนุนอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี

8.4 เป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานหรือสาธิตมาก่อน

8.5 ผู้ขายจะต้องตรวจเช็ค บำรุงรักษาเครื่องทุก 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน

8.6 ในระยะประกัน ถ้าเครื่องมีปัญหา ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน 7 วัน นับตั้งแต่ได้รับแจ้ง หากแก้ไขแล้วถึง 2 ครั้ง ยังไม่สามารถใช้งานได้ปกติ ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

……..

ยกร่าง

คุณลักษณะเฉพาะ

เครื่องอบความร้อน (Hot air sterilizer)

1. ความต้องการ เครื่องอบความร้อน(Hot air sterilizer) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า *(ระบุขนาดความจุ ห้องนึ่งฆ่าเชื้อ)*
2. วัตถุประสงค์ เพื่อทำลายเชื้อและทำให้ปราศจากเชื้อ ให้กับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นำไปใช้งานกับผู้ป่วย *(ระบุวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะในการอบความร้อนได้แก่ กระบอกฉีดยาชนิดแก้ว วุ้น แป้ง และอุปกรณ์ที่มีลักษณะแหลม มีคม เช่น เข็ม)*
3. คุณลักษณะทั่วไป
   3.1 เป็นเครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง
   3.2 ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volts 50 Hz single phase *(ตรวจสอบข้อมูลระบบไฟฟ้าจากข้อมูลของเครื่องแต่ละผลิตภัณฑ์)*
   3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9000 series *(มาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่นอกเหนือจาก ISO 9000 series ได้แก่ มาตรฐาน ISO 13485 , มาตรฐาน GMP, มาตรฐาน UL, มาตรฐาน CE เป็นต้น โดยตรวจสอบจากเอกสารรับรองแต่ละผลิตภัณฑ์)*
4. คุณลักษณะทางเทคนิค
   4.1 โครงสร้างภายนอกรูปทรงสี่เหลี่ยม มีผนัง 2 ชั้น ผนังด้านนอกห้องอบฆ่าเชื้อมีฉนวนกันความร้อนทั้ง 5 ด้าน ป้องกันความร้อนส่งผ่านสู่ด้านนอก
   4.2 ประตูห้องนึ่ง เป็นแบบบานสวิง ออกแบบให้สามารถปิดประตูห้องอบได้อย่างแน่นหนา
   4.3 การหมุนเวียนอากาศภายในห้องนึ่งชนิด *(ระบุเป็นชนิด Gravity convection หรือ ชนิด Mechanical convection)*
   4.4 ระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ ปรับตั้งค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 5 องศาเซลเซียส (เหนืออุณหภูมิห้อง) ถึง 210 องศาเซลเซียส
   4.5 แสดงค่าอุณหภูมิภายในห้องอบ*(ระบุการแสดงค่าแบบ Analog หรือ แบบ Digital)*
   4.6 ชุดควบคุมเวลาในการอบฆ่าเชื้อ สามารถปรับตั้งค่าได้ตามการใช้งาน *(ระบุชุดควบคุมแบบ Analog หรือ แบบ Digital)*
5. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน / วัสดุ,อุปกรณ์สำรอง
   5.1 ชั้นวางของอบ*(ระบุจำนวน,รูปแบบตามลักษณะการใช้งาน)*

6. การติดตั้ง
   6.1 ติดตั้งสวิทช์ตัดตอนกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ(Circuit Breaker) ขนาดเหมาะสมกับเครื่องนึ่ง
   6.2 ติดตั้งตัวเครื่องพร้อมเดินสายไฟ, ระบบสายดิน*(ตามมาตรฐานการไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย),* และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ตามมาตรฐานของผู้ผลิต
7. การทดสอบ การฝึกอบรม
   7.1 ให้ทำการทดสอบการทำงานพร้อมทดสอบประสิทธิภาพทางชีวภาพที่ใช้สำหรับเครื่องอบความร้อน
   7.2 ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานผู้ว่าจ้างให้รู้จักวิธีใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง
   7.3 ให้ผู้จ้างจัดทำคู่มือการใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ
8. เงื่อนไขเฉพาะ
   8.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคทตาล็อกตัวจริงที่ระบุรายละเอียด เพื่อประกอบการพิจารณาและต้องทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อ ตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ
   8.2 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหลักฐานหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย
   8.3 มีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตว่าจะสนับสนุนอะไหล่สำรองไม่น้อยกว่า 5 ปี
   8.4 เป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานหรือสาธิตมาก่อน
   8.5 ผู้ขายจะต้องตรวจเช็ค บำรุงรักษาเครื่องทุก 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน
   8.6 ในระยะประกัน ถ้าเครื่องมีปัญหา ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน 7 วัน นับตั้งแต่ได้รับแจ้ง หากแก้ไขแล้วถึง 2 ครั้ง ยังไม่สามารถใช้งานได้ปกติ ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่หรือเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

ภาคผนวก

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (THAI INDUSTRIAL STANDARD) มอก.1378-2539 เหล็กกล้าไร้สนิมรีดเย็นแผ่นม้วน แผ่นแถบแผ่น
2. การผลิตเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อนั้น ผู้ผลิตนำวัสดุต่างชนิดมาผลิตเครื่อง จึงได้รวบรวมตาราง มาตรฐานที่เกี่ยวของกับคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวเพื่อใช้เป็นข้อมูลต่อไป
3. ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สารน่ารู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ

Ethylene oxide

สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล C_2H_4O , สถานะ ก๊าซ ไม่มีสี กลิ่นหอมหวาน, น้ำหนักโมเลกุล 44.05 จุดเดือด 10.7 องศาเซลเซียส

<u>อันตรายต่อสุขภาพ</u>

- การหายใจเข้าไป จะก่อให้เกิดการระคายเคือง คลื่นไส้ มึนงง ไอ อาเจียน ถุงลมโป่งพอง ปอดบวม
- การสัมผัสถูกผิวหนัง จะก่อให้เกิดการระคายเคือง ปวดแสบปวดร้อน แผลไหม้
- การกลืนหรือกินเข้าไป ไม่มีข้อมูล เนื่องจาก สารนี้เป็นก๊าซ การกลืนหรือกินเข้าไปจึงเป็นไปได้ยาก
- การสัมผัสถูกตา จะทำให้เกิดการระคายเคืองตา ตาแดง ปวดแสบปวดร้อน แผลไหม้
- สารนี้เป็นสารที่คาดว่าจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (IARC และ OSHA) มีผลต่อการเจริญพันธุ์ การเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

<u>ข้อแนะนำในการเลือกประเภทหน้ากากป้องกันระบบหายใจ</u>

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 5 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า (gas mask) ซึ่งมี canister ประเภทที่เหมาะสม โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50 หรือ ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเข้าไปสัมผัสกับสารที่ไม่ทราบช่วงความเข้มข้น หรือการเข้าไปในบริเวณที่มีสภาวะอากาศที่เป็น IDLH : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) หรือแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว และแบบความดันภายในเป็นบวก (combination with an auxiliary self-contained positive-pressure breathing apparatus) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000

- ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน : ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying

respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า อุปกรณ์กรองอนุภาพประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) หรือให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉินพร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน
- เป็นพิษอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ

Formaldehyde

สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล CH_2O , สถานะ ของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน, น้ำหนักโมเลกุล 30,จุดเดือด 96องศาเซลเซียส

อันตรายต่อสุขภาพ

- การหายใจเข้าไป สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดอาการไอ เจ็บคอ และหายใจติดขัด
- การสัมผัสถูกผิวหนัง สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เป็นผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน และผิวหนังไหม้
- การกลืนหรือกินเข้าไป สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เจ็บคอ ปวดท้อง และท้องร่วง
- การสัมผัสถูกตา สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้ตาแดง เจ็บตาและทำให้การมองเห็นไม่ชัดเจน
- สารนี้ทำให้การก่อให้เกิดมะเร็ง สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนต่อตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ การหายใจเข้าไปทำให้ปอดอักเสบ การกลืนหรือกินเข้าไปทำลายตับและไต การสัมผัสสารเป็นเวลานาน ทำให้ผิวหนังผิดปกติ ก่อให้เกิดเนื้องอก มีผลทำลายตับ ไต หัวใจ อาจเป็นสารเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม

ข้อแนะนำในการเลือกประเภทหน้ากากป้องกันระบบหายใจ

ที่ช่วงความเข้มข้นที่เกิดกว่าค่ามาตรฐานที่ NIOSH แนะนำหรือที่ทุกช่วงความเข้มข้นที่สามารถวัดได้ : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) หรือแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว และแบบความดันภายในเป็นบวก (combination with an auxiliary self-contained positive-pressure

breathing apparatus) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000

ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน : ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า และอุปกรณ์กรองอนุภาคประสิทธิภาพ (HEPA filter) หรือ ให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน พร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ห้ามทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

Hydrogen peroxide

สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล H_2O_2 สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน,น้ำหนักโมเลกุล 34.0,จุดเดือด 100 องศาเซลเซียส

อันตรายต่อสุขภาพ

- การหายใจเข้าไป เนื่องจากสารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนจะก่อให้เกิดอาการเจ็บคอ ไอ หายใจติดขัด
- การสัมผัสถูกผิวหนัง ทำให้ไวต่อการสัมผัส เกิดผื่นแดง และปวดแสบปวดร้อน
- การกลืนหรือกินเข้าไป เนื่องจากสารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อน จะก่อให้เกิดอาการเจ็บคอ ปวดท้องและอาเจียนได้
- การสัมผัสถูกตา จะก่อให้เกิดการระคายเคืองตา ตาแดง และปวดตา สายตาพร่ามัว
- สารนี้ทำลายตา ผิวหนัง ระบบหายใจ

ข้อแนะนำในการเลือกประเภทหน้ากากป้องกันระบบหายใจ

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 10 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 25 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจประเภทที่ใช้การส่งอากาศสำหรับการหายใจ ซึ่งมีอัตราการไหลของอากาศแบบต่อเนื่อง แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่าAPF. = 25

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 50 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้าโดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้าโดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 75 ppm : ให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied -

air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 2000

ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน หรือการเข้าไปสัมผัสกับสารที่ไม่ทราบช่วงความเข้มข้น หรือการเข้าไปในบริเวณที่มีสภาวะอากาศที่เป็น IDLH : ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดที่มีถังอากาศในตัว (SCBA) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000 หรือให้ใช้อุปกรณ์ส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Supplied - air respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (pressure-demand / positive pressure mode) หรือแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว และแบบความดันภายในเป็นบวก (combination with an auxiliary self-contained positive-pressure breathing apparatus) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 10,000

ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน : ให้ใช้อุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์ (Air - purifying respirator) พร้อมหน้ากากแบบเต็มหน้า (gas mask) ซึ่งมี Canister ที่สามารถป้องกันไอระเหยของสารอินทรีย์ ฝุ่น ละอองไอ และฟูม ให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉินพร้อมอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA) โดยแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีค่า APF. = 50

Peracetic acid

สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล$C_2H_4O_3$, สถานะ ของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน, นำหนักโมเลกุล 76.06,จุดเดือด 105 องศาเซลเซียส

อันตรายต่อสุขภาพ

- การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก ลำคอและปอด การหายใจเอาไอระเหยของกรดเปอร์ราซีติกเข้าไป จะทำให้น้ำตาไหล และระคายเคืองต่อเยื่อบุในตา และในจมูกได้
- การสัมผัสถูกผิวหนังจะก่อให้เกิดการกัดกร่อนต่อผิวหนัง และหากสารถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง จะทำให้เกิดพิษในระดับปานกลาง
- การกลืนหรือกินเข้าไป จะก่อให้เกิดพิษในระดับปานกลาง
- การสัมผัสถูกตา จะทำให้เกิดการกัดกร่อนต่อตา อาจทำให้การมองเห็นไม่ชัดเจน และอาจทำให้ตาบอดได้ อาจทำให้เกิดการทำลายตาอย่างถาวรได้

ข้อแนะนำการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPD/PPE)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

Glutaraldehyde

สารเคมีที่ใช้ทำให้ปราศจากเชื้อ สูตรโมเลกุล $C_5H_8O_2$,สถานะของเหลว ไม่มีสี กลิ่นฉุน, น้ำหนักโมเลกุล 100.01,จุดเดือด 187-189 องศาเซลเซียส

อันตรายต่อสุขภาพ

- การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ ก่อให้เกิดอาการไอ หอบหืด อาเจียน ปวดศีรษะ และหายใจติดขัด
- การสัมผัสถูกผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ เกิดภาวะภูมิไวต่อการสัมผัสผิวหนัง และเกิดผื่นแดง
- การกลืนหรือกินเข้าไป จะทำให้ปวดท้อง คลื่นไส้ และอาเจียนได้
- การสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ทำให้เกิดอาการตาแดง และปวดตาได้

อวัยวะเป้าหมาย คือ ตา ผิวหนัง ระบบหายใจ การสัมผัสเป็นระยะเวลานาน ๆ หรือการสัมผัสซ้ำ ๆ จะก่อให้เกิดอาการผิวหนังอักเสบ ทำให้เกิดภูมิไวต่อการสัมผัสทางผิวหนัง และอาจทำให้เกิดอาการหอบหืดได้

ข้อแนะนำการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPD/PPE)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน
- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ หากมีการใช้และจัดการกับผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม

ที่มา : ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษ

มาตรฐานหม้อไอน้ำ

มาตรฐานหม้อไอน้ำของ ASME

มาตรฐานหม้อไอน้ำของ ASME เป็นมาตรฐานที่ใช้อย่างแพร่หลายทั้งในสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆ ทั่วโลก ส่วนที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำอยู่ใน Section I Rules for construction of power boiler ซึ่งพอสรุปได้ว่า มาตรฐานนี้ให้ใช้กับหม้อไอน้ำที่มีความดันสูงกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Psi) หรือหม้อไอน้ำที่ผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 250 องศาฟาเรนไฮท์ แต่ไม่ครอบคลุมถึงหม้อไอน้ำชนิดที่บรรจุน้ำไม่เกิน 6 แกลลอน หรือมีอุณหภูมิไม่เกิน 350 องศาฟาเรนไฮท์ หรือไม่เกิดไอน้ำในขด นอกจากนั้นกล่าวถึง การออกแบบโครงสร้างต่างๆ ของหม้อไอน้ำ โดยเฉพาะบริเวณที่ต้องรับความดันสูง การติดตั้งสเตย์(Stay) ยึดเพื่อเพิ่มความแข็งแรง การต่อแผ่นเหล็กด้วยวิธีการเชื่อมและใช้หมุดย้ำ การตรวจและทดสอบความแข็งแรงของรอยต่อต่างๆ โดยเฉพาะบริเวณที่ใช้การเชื่อมกำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาสร้างหม้อไอน้ำแต่ละจุดซึ่งจะมีความแตกต่างกัน ข้อแนะนำการเลือกใช้ลิ้นนิรภัยเครื่องดูระดับน้ำ เกจวัดความดันและปั๊มน้ำ วิธีการติดตั้งวาล์วจ่ายไอ ท่อน้ำ ท่อจ่ายไอ และท่อถ่ายน้ำ วิธีการตรวจสอบความปลอดภัยหม้อไอน้ำด้วยการอัดน้ำ (Hydrostatic test) เพื่อหาการรั่วหรือการแตกร้าวของโครงสร้างหม้อไอน้ำ

มาตรฐานหม้อไอน้ำของ JIS

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำ ได้แก่ JIS B8201-1967 Construction of steel boilers for land use โดยมีเนื้อหาของมาตรฐานที่สำคัญๆ เช่น การออกแบบ การสร้างการติดตั้ง การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์เหมือนกับของ ASME แต่จะมีความแตกต่างกันในรายละเอียด กล่าวคือ มาตรฐานหม้อไอน้ำของ JIS กับ ASME มีส่วนที่แตกต่างกัน 4 ประการสำคัญ คือ

1. มาตรฐานหม้อไอน้ำของ JIS จะไม่ครอบคลุมถึงหม้อไอน้ำที่เคลื่อนที่ได้ หม้อไอน้ำไฟฟ้า หม้อไอน้ำที่มีพื้นที่รับความร้อนน้อยกว่า 3.5 ตารางเมตร และมีรูระบายไอน้ำไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร หม้อไอน้ำที่ผลิตน้ำร้อนที่มีความดันไม่เกิน 10 เมตร-น้ำ และมีพื้นที่รับความร้อนไม่เกิน 8 ตารางเมตร
2. ลิ้นนิรภัย JIS กำหนดว่าหม้อไอน้ำที่มีพื้นที่รับความร้อนเกิน 50 ตารางเมตร จะต้องมีลิ้นนิรภัย 2 ชุด ส่วน ASME ระบุว่าต้องมีลิ้นนิรภัย 2 ชุด เมื่อหม้อไอน้ำมีพื้นที่รับความร้อน 500 ตารางฟุต (47 ตารางเมตร) หรืออัตราการผลิตไอ 4,000 ปอนด์ต่อชั่วโมง หรือหม้อไอน้ำไฟฟ้าที่ใช้กำลังเกิน 1,100 กิโลวัตต์
3. ปั๊มน้ำ JIS กำหนดว่าควรมีปั๊มน้ำ 2 ชุดหรือมากกว่า ส่วน ASME กำหนดให้มีปั๊มน้ำไม่น้อยกว่า 2 ชุดเมื่อหม้อไอน้ำมีพื้นที่รับความร้อนเกิน 500 ตารางฟุต

4. การตรวจทดสอบอัดน้ำ JIS กำหนดไว้อย่างละเอียดคือ หม้อไอน้ำที่มีความดันใช้งานสูงสุดไม่เกิน 4.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร(kg/cm^2) ให้อัดน้ำที่ความดัน 2 เท่า ถ้าความดันใช้งานสูงสุดอยู่ระหว่าง 4.3 – 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ให้อัดน้ำที่ความดัน 1.3 เท่าแล้วบวกด้วย 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับหม้อไอน้ำที่ความดันสูงกว่า 15 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ให้อัดน้ำที่ความดัน 1.5 เท่า ส่วน ASME กำหนดไว้ให้อัดน้ำที่ความดัน 1.5 เท่าของความดันใช้งานสูงสุดที่ออกแบบไว้

ปัจจุบัน (พ.ศ. 2533) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ออกมาตรฐานหม้อไอน้ำ(มอก.855-2532) เป็นมาตรฐานไม่บังคับ

การคำนวณหาปริมาตร

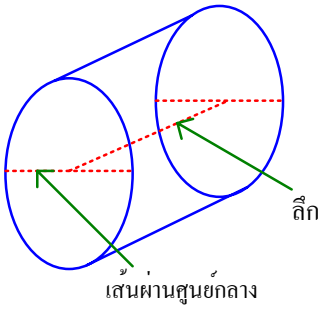
การคำนวณปริมาตรความจุของห้องนึ่งฆ่าเชื้อ ทรงกลม (ทรงกระบอก)

สูตรหา ปริมาตรทรงกระบอก = **พื้นที่ฐาน X สูง**

= $\pi r^2 h$

เมื่อ r แทน รัศมีของวงกลมที่ฐาน

h แทน ความสูงของทรงกระบอก



ตัวอย่าง 1 หาปริมาตรของห้องนึ่งฆ่าเชื้อทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ลึก 90 เซนติเมตร

วิธีการคำนวณ r = 30 , h = 90

สูตรปริมาตรทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

แทนค่า = 3.142 x 30 ซม. x 30 ซม. x 90 ซม.

= 254571.41 ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 254571.41/1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 254.57 ลิตร

หรือแปลงหน่วยก่อนคำนวณ

แทนค่า = 3.142 x .3 ม. x .3 ม. x .9 ม.

= 0.254502 ลูกบาศก์เมตร

= 0.254502 x1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 254.5 ลิตร

ตัวอย่าง 2 หาปริมาตรของห้องนึ่งฆ่าเชื้อทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 73 เซนติเมตร ลึก 122 เซนติเมตร

วิธีการคำนวณ $r = 36.5$, $h = 122$

สูตรหาปริมาตรทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

แทนค่า = 3.142 x 36.5 x 36.5 x 122

= 510683.39 ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 510683.39/1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 510.68 ลิตร

หรือแปลงหน่วยจากเซนติเมตรเป็นเมตรก่อนคำนวณ

แทนค่า = 3.142 x .365 ม. x .365 ม. x 1.22 ม.

= 0.51068 ลูกบาศก์เมตร

= 0.51068 x1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 510.68 ลิตร

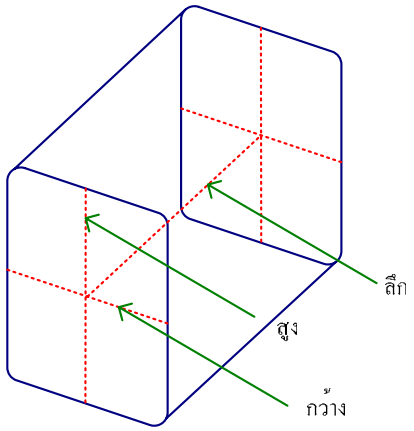
หมายเหตุ 1 ลิตร = 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1 ลิตร = 0.001 ลูกบาศก์เมตร

การคำนวณปริมาตรความจุของห้องนึ่งฆ่าเชื้อ ปริซึม (ทรงสี่เหลี่ยม)

สูตรหาปริมาตรปริซึม = พื้นที่ฐาน X สูง

= (ด้านกว้าง X ด้านยาว) X สูง



ตัวอย่างที่ 1 หาปริมาตรของห้องนึ่งฆ่าเชื้อทรงสี่เหลี่ยม มีความกว้าง 61 เซนติเมตร สูง 61 เซนติเมตร ลึก 92 เซนติเมตร

สูตรหาปริมาตรปริซึม = พื้นที่ฐาน x สูง

= (ด้านกว้าง x ลึก) x สูง

= (61 ซม. x 90 ซม.) x 61 ซม.

= 334890 ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 334890/1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 334.89 ลิตร

หรือแปลงหน่วยจากเซนติเมตรเป็นเมตรก่อนคำนวณ

สูตรหาปริมาตรปริซึม = พื้นที่ฐาน x สูง

= (ด้านกว้าง x ลึก) x สูง

= (.61 ม. x .9 ม.) x .61 ม.

= 0.33489 ลูกบาศก์เมตร

= 0.33489 x 1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 334.89 ลิตร

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> หาปริมาตรของห้องนึ่งฆ่าเชื้อทรงสี่เหลี่ยม มีความกว้าง 61 เซนติเมตร สูง 92 เซนติเมตร ลึก 152 เซนติเมตร

สูตรหาปริมาตรปริซึม = พื้นที่ฐาน x สูง

= (ด้านกว้าง x ลึก) x สูง

= (61 ซม. x 92 ซม.) x 152 ซม.

= 853024 ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 853024/1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 853.02 ลิตร

หรือแปลงหน่วยจากเซนติเมตรเป็นเมตรก่อนคำนวณ

สูตรหาปริมาตรปริซึม = พื้นที่ฐาน x สูง

= (ด้านกว้าง x ลึก) x สูง

= (.61 ม. x .92 ม.) x 1.52 ม.

= 0.853 ลูกบาศก์เมตร

= 0.853 x 1000 (แปลงหน่วยเป็นลิตร)

= 853 ลิตร

<u>หมายเหตุ</u> 1 ลิตร = 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1 ลิตร = 0.001 ลูกบาศก์เมตร

1 ลูกบาศก์ฟุต = 28.316 ลิตร

สายดินคืออะไร

สายดินคือสายไฟเส้นที่มีไว้เพื่อความปลอดภัยต่อการใช้ไฟฟ้าโดยจะต่อเข้ากับวัตถุ หรือส่วนโครงภายนอกของเครื่องไฟฟ้าเพื่อให้มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เท่ากับพื้นดิน

1.การต่อลงดินคืออะไร

คือการใช้สายดินเป็นตัวนำ ทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า
ระหว่างวัตถุกับพื้นดินและมีผลทำให้วัตถุนั้นมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับพื้นดิน

2.ทำไมต้องมีการต่อลงดินและมีสายดิน

ป้องกันไม่ให้มีผู้ถูกไฟฟ้าดูดกรณีมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้า
ป้องกันเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภท เช่น คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ไม่ให้ชำรุดเสียหายง่าย

3.สายดินป้องกันไฟฟ้าดูดได้อย่างไร

กระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดินโดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าช็อตและ /หรือไฟฟ้ารั่วจะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันที เครื่องใช้ไฟฟ้าอะไรบ้างที่ต้องมีสายดิน เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด รวมทั้งอุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้าที่มีโครง หรือเปลือกหุ้มโลหะซึ่งบุคคลมีโอกาสสัมผัสได้

4.สัญลักษณ์ของการต่อสายดิน

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเครื่องหมาย แสดงว่าต้องมีสายดิน โดยมักจะแสดงไว้ในตำแหน่งหรือจุดที่จะต้องต่อสายดิน สีของสายไฟฟ้าเส้นที่แสดงว่าเป็นสายดิน คือสีเขียว หรือสีเขียวสลับเหลือง

5เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ต้องมีสายดิน

เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท 2 ซึ่งมีสัญลักษณ์ หรือ มีเครื่องหมาย เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 50 โวลต์ โดยต่อจากหม้อแปลงชนิดพิเศษที่ได้ออกแบบไว้เพื่อความปลอดภัย

6.เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว กับสายดิน อย่างไหนดีกว่ากัน

เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว ในระบบไฟที่ไม่มีสายดิน กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินไม่สะดวกทำให้เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วจะไม่ทำงาน นอกเสียจากไฟที่รั่วนั้นไหลผ่านร่างกายผู้ใช้ไฟฟ้าลงดินในปริมาณที่มากพอเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วที่ดีต้องมีความไวเพียงพอและสามารถตัดไฟฟ้าได้ภายในไม่เกิน 0.04 วินาที ขณะเดียวกันจะต้องไม่ไวมากเกินไปด้วย หากทำงานผิดพลาด ผู้ใช้ไฟฟ้าจะไม่ได้รับประโยชน์จากเครื่องดังกล่าว สายดิน สายดินจะช่วยให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลลงดินโดยไม่ผ่านร่างกายผู้ใช้ไฟฟ้า และวงจรป้องกันจะตัดไฟฟ้าออกเช่นเดียวกันในกรณีที่วงจรไฟฟ้านั้นมีเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วและมีระบบสายดินอยู่ด้วยจะช่วยให้ระบบป้องกันไฟฟ้าดูดสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น โดยจะทำงานเสริมซึ่งกันและกันเราจะต่อสายดินให้ลงดินได้อย่างไร การต่อสายดินที่ถูกต้องจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด โดยมีการต่อลงดินเพียงตำแหน่งเดียวที่ตู้เมนสวิตช์ เช่น ใช้สายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร ต่อจากขั้วสายดินที่ตู้เมนสวิตช์แล้วต่อเชื่อมด้วยวิธีหลอมละลายกับแท่งทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง16 มม. ยาว 2.40 เมตร ที่ฝังลึกจมลงไปในดิน เป็นต้น

7.การติดตั้งระบบสายดิน มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเท่าใด

กรณีที่มีการติดตั้งระบบสายดิน ค่าใช้จ่ายจะสูงกว่าระบบไม่มีสายดินประมาณ 10% อย่างไรก็ตามหากไม่มีระบบสายดินแล้วต้องการแก้ไขให้มีสายดินภายหลัง ค่าใช้จ่ายในส่วนอื่น ๆ จะเพิ่มสูงมากและไม่อาจกระทำได้ง่าย ๆ ยกเว้นจะมีการติดตั้งเพียงบางจุดที่เห็นว่าสำคัญเท่านั้น

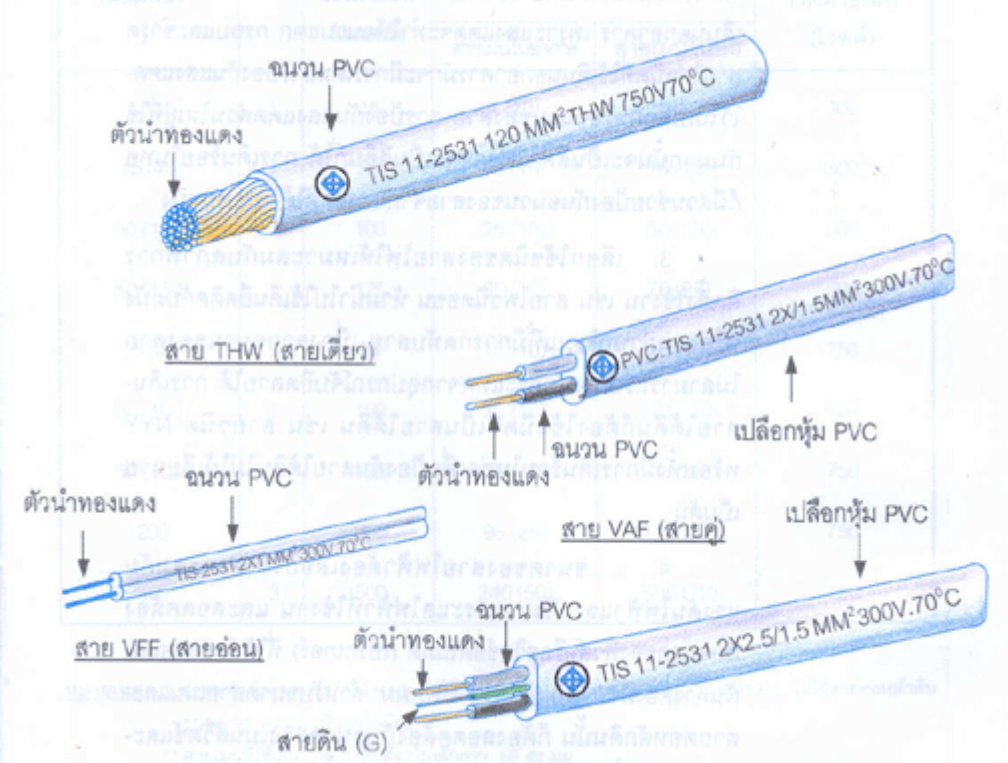
8.การติดตั้งระบบสายดิน

1. จุดต่อลงดินของระบบต้องอยู่ด้านไฟเข้าของเครื่องตัดวงจรตัวแรกของตู้เมนสวิตช์
2. ภายในอาคารหลังเดียวกัน ไม่ควรมีจุดต่อลงดินมากกว่า 1 จุด
3. สายดินและสายศูนย์สามารถต่อร่วมกันได้เพียงแห่งเดียวที่จุดต่อลงดินภายในตู้เมนสวิตช์ ห้ามต่อร่วมกันในที่ อื่น ๆ อีก เช่น ในแผงสวิตช์ย่อยจะต้องมีขั้วสายดินแยกจากขั้วต่อสายศูนย์และห้ามต่อถึงกัน โดยมีฉนวนคั่นระหว่างขั้วต่อสายศูนย์กับตัวตู้ ซึ่งต่อกับขั้วต่อสายดิน
4. ตู้เมนสวิตช์สำหรับห้องชุดของอาคารชุดและตู้แผงสวิตช์ประจำชั้นของอาคารสูงให้ถือว่าเป็นแผงสวิตช์ย่อย จึงห้ามต่อสายศูนย์และสายดินร่วมกัน

5. ไม่ควรต่อโครงโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินโดยตรง แต่ถ้าได้ดำเนินการไปแล้วให้แก้ไขโดยมีการต่อลงดินที่เมนสวิตช์อย่างถูกต้องแล้วเดินสายดินจากเมนสวิตช์มาต่อร่วมกับสายดินที่ใช้อยู่เดิม
6. ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 120/240 V.
7. การมีเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วด้วย จะเสริมการป้องกันไฟฟ้าดูดให้สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น เช่น กรณีที่มักจะมีน้ำท่วมขัง หรือกรณีสายดินขาด เป็นต้น
8. ตู้เมนสวิตช์ไม่มีบัสบาร์ดินและบัสบาร์ศูนย์แยกออกจากกัน เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วจะต่อใช้ได้เฉพาะวงจรย่อยเท่านั้น จะใช้ตัวเดียวป้องกันทั้งระบบไม่ได้
9. ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ระบบสายดิน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

ที่มา : แผนกไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ตัวอย่างสายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดต่าง ๆ



การเลือกใช้สายไฟฟ้า

1.ใช้เฉพาะสายไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มีเครื่องหมาย มอก.) เท่านั้น

2.สายไฟฟ้าชนิดที่ใช้เดินภายในอาคารห้ามนำไปใช้เดินนอกอาคาร เพราะแสงแดดจะทำให้ฉนวนแตกกรอบชำรุด สายไฟชนิดที่ใช้เดินนอกอาคารมักจะมีการเติมสารป้องกันแสงแดดไว้ในเปลือกหรือฉนวนของสาย สารป้องกันแสงแดดส่วนใหญ่ที่ใช้กันมากนั้นจะเป็นสีดำ แต่อาจจะเป็นสีอื่นก็ได้ การเดินร้อยในท่อก็มีส่วนช่วยป้องกันฉนวนของสายจากแสงแดดได้ในระดับหนึ่ง

3.เลือกใช้ชนิดของสายไฟให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้งใช้งาน เช่น สายไฟชนิดอ่อน ห้ามนำไปใช้เดินยึดติดกับผนังหรือลากผ่านบริเวณที่มี การกดทับสาย เนื่องจากฉนวนของสายไม่สามารถรับแรงกดกระแทกจากอุปกรณ์จับยึดสายได้ การเดินสายใต้ดินก็ต้องใช้ชนิดที่เป็นสายใต้ดิน เช่น สายชนิด NYY พร้อมทั้งมีการเดินร้อยในท่อเพื่อป้องกันสายใต้ดินไม่ให้เสียหาย เป็นต้น

4.ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน และสอดคล้องกับขนาดของฟิวส์หรือสวิตช์อัตโนมัติ (เบรกเกอร์) ที่ใช้ สำหรับขนาดสายเมนและสายต่อหลักดินนั้นก็ต้องสอดคล้องกับขนาดของเมนสวิตช์และขนาดของเครื่องวัดฯ ด้วย ตามตารางต่อไปนี้

ขนาดสายไฟฟ้าตามขนาดของเมนสวิตช์

ขนาดเครื่องวัดฯ	เฟส	ขนาดสูงสุดของ	ขนาดต่ำสุดของสายเมนและ	แรงดันไฟฟ้าของสายเมน(โวลต์)

(แอมแปร์)		เมนสวิตช์ (แอมแปร์)	(สายต่อหลักดิน)** ตร.มม.		
			สายเมนในอากาศ	สายเมนในท่อ	
5 (15)	1	16	4 (10)	4,10**(10)	300
15 (45)	1	50	10 (10)	16 (10)	300
30 (100)	1	100	25 (10)	50 (16)	300
50 (150)	1	125	35 (10)	70 (25)	300
15 (45)	3	50	10 (10)	16 (10)	750
30 (100)	3	100	25 (10)	50 (16)	750
50 (150)	3	125	35 (10)	70 (25)	750
200	3	250	95 (25)	150 (35)	750
400	3	500	240 (50)	500 (70)	750

หมายเหตุ

* สายต่อหลักดินขนาด 10 ตร.มม. ให้เดินในท่อ ส่วนสายเมนที่ใหญ่กว่า 500 ตร.มม. ให้ใช้สายต่อหลักดิน ขนาด 95 ตร.มม. เป็นอย่างน้อย

** สายเมนที่ใช้เดินในท่อฝังดินต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

5.ขนาดต่ำสุดของสายดินที่เดินไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเต้ารับให้มีขนาดเป็นไปตามขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางต่อไปนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินตัวนำทองแดง (ตร.มม.)
6 - 16	1.5
20 - 25	4
30 - 63	6
80 - 100	10
125 - 200	16
225 - 400	25
500	35
600 - 800	50
1,000	70
1,200 - 1,250	95
1,600 - 2,000	120
2,500	185
3,000 - 4,000	240
5,000 - 6,000	420

หมายเหตุ เครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจจะเป็นฟิวส์หรือเบรกเกอร์ (สวิตช์อัตโนมัติ) ก็ได้

ตัวอย่างขนาดสายไฟฟ้าชนิดที่มีสายดินตาม มอก. 11-2531

ขนาดสายไฟพร้อมสายดิน (ตร.มม.)		สายดินใช้สายเดี่ยว (THW) ฉนวนสีเขียว (ตร.มม.)
สายไฟ	สายดิน	ขนาดสายดิน
2.5	1.5	2.5
4.0	2.5	2.5
6.0	4.0	4.0
10.0	4.0	4.0
16.0	6.0	6.0
25.0	6.0	6.0
35.0	10.0	10.0

หมายเหตุ ในกรณีที่สายดินเดินด้วยสายเดี่ยว สำหรับสายเส้นไฟตั้งแต่ขนาด 2.5 ตร.มม.ลงไป

ขอแนะนำให้ใช้ขนาดสายดินเท่ากับขนาดสายเส้นไฟ เช่น

ขนาดสายไฟ (ตร.มม.)	ขนาดสายดิน (ตร.มม.)
2.5	2.5
1.5	1.5
1.0	1.0

6.การเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานต่างๆ ให้เป็นไปตามตารางแสดงพิกัดกระแสไฟฟ้าดังนี้

ตารางแสดงขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (ดูหมายเหตุ)						
	ก	ข	ค		ง		จ
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150

50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

หมายเหตุ 1. วิธีการเดินสาย

แบบ ก หมายถึง สายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ

แบบ ข หมายถึง สายแบบหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง

แบบ ค หมายถึง สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน (ไม่ต้องนับสายดิน) เดินในท่อในอากาศ ในท่อฝัง ในผนังปูนฉาบหรือในท่อในฝ้าเพดาน

แบบ ง หมายถึง สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน (ไม่ต้องนับสายดิน) เดินในท่อฝังดิน

แบบ จ หมายถึง สายแกนเดียวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน (ไม่ต้องนับสายดิน) ฝังดินโดยตรง

2. **วิธีนับจำนวนสายในท่อ** (แบบ ค ถึงแบบ จ)

2.1 ไม่ต้องนับสายเส้นศูนย์ของระบบ 3 เฟส ที่ออกแบบให้ใช้ไฟสมดุลย์ทั้ง 3 เฟส ยกเว้นหมายเหตุ ข้อ 2.2

2.2 ถ้าการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 50% มาจากอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์โมนิกในสายเส้นศูนย์ เช่น หลอดฟลูออรสเซนต์ เครื่องคอมพิวเตอร์ ให้นับรวมสายเส้นศูนย์ด้วย

2.3 การนับจำนวนสายไฟฟ้าในท่อที่มีมากกว่า 3 เส้น ให้ใช้ตัวคูณเพื่อลดขนาดของกระแสในสายไฟฟ้า ดังนี้

จำนวนสาย (เส้น)	ตัวคูณ
4 - 6	0.82
7 - 9	0.72
10 -20	0.56
21 - 30	0.48
31 - 40	0.44
เกิน 40	0.38

2.4 การเดินสายในท่อหรือรางเคเบิ้ลควรเว้นที่ว่างไว้โดยพื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟทุกเส้นรวมทั้งฉนวนและเปลือกไม่ควรเกิน 40 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อหรือรางเคเบิ้ลนั้น

การเดินสายไฟฟ้า

1.เลือกว่าจ้างช่างเดินสายไฟฟ้าที่มีประสบการณ์สูงหรือช่างที่เคยผ่านการอบรมจากการไฟฟ้านครหลวงแล้ว (ขอทราบรายชื่อได้ที่แผนกบริการของการไฟฟ้านครหลวงทุกเขต)

2.หลีกเลี่ยงการมีจุดต่อสายไฟฟ้าเกินความจำเป็น หากมีการต่อสายก็ต้องเลือกใช้อุปกรณ์การต่อสายที่ถูกต้องมั่นคงแข็งแรง (ห้ามใช้ตะกั่วบัดกรีในการต่อสายโดยลำพังแต่อย่างเดียว เนื่องจากตะกั่วจะทนอุณหภูมิได้ต่ำและหลอมละลายทำให้จุดต่อหลวม ยกเว้นจะต่อสายไฟให้มั่งคงแข็งแรงทางกลก่อนแล้วจึงใช้ตะกั่วบัดกรีทับเป็นการ เสริมก็ได้)

3.สายไฟฟ้าที่ทะลุผ่านผนังหรือออกมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีฉนวนรองรับเพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าถูกบาดจนชำรุด

4.สายไฟฉนวนสีดำ ใช้สำหรับสายเส้นที่มีไฟ ส่วนสีเทาอ่อนหรือสีขาว ใช้สำหรับสายเส้นที่ไม่มีไฟ (สายศูนย์) สำหรับสีเขียวหรือเขียวสลับเหลืองใช้สำหรับสายดิน (รายละเอียดวิธีการเดินสายที่ถูกต้องให้ดูในเรื่องสายดิน)

5.อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน เช่น ฟิวส์ หรือเบรกเกอร์ รวมทั้งสวิตซ์ปิด-เปิด ให้ต่อเฉพาะกับสายไฟที่มีฉนวนสีดำ (เส้นที่มีไฟ) เท่านั้น และห้ามต่อฟิวส์ในสายเส้นที่ไม่มีไฟ (เส้นศูนย์) ในกรณีที่ใช้เบรกเกอร์ หรือสวิตซ์ในเส้นศูนย์ด้วย ต้องเป็นชนิดที่ตัดไฟหรือปลดสายไฟทุกเส้นออกพร้อมกัน (2 ขั้วพร้อมกัน)

6.กรณีที่จะมีการต่อเติมเดินสายไฟบางส่วนแล้วพบว่า การเดินสายไฟเดิมทั้งบ้านใช้สีของสายไฟสลับกันกับมาตรฐานเหมือนกันทั้งหมด (เส้นที่มีไฟใช้สีขาว เส้นศูนย์ใช้สีดำ) หากไม่สามารถแก้ไขใหม่ได้ขอแนะนำให้ใช้สีของสายไฟระบบเดียวกันทั้งบ้าน แต่ต้องมีเครื่องหมายหรือเอกสารกำกับไว้ที่แผงสวิตซ์หรือ ตู้เมนสวิตซ์สำหรับช่างไฟฟ้าและเจ้าของบ้านทราบทุกครั้งที่มีการตรวจสอบด้วย

7.กรณีของสายดิน ถ้าใช้สายดินเป็นเส้นเดียวต้องมีฉนวนเป็นสีเขียวและถ้าสายวงจรเดินในท่อโลหะต้องเดินสายดินในท่อเดียวกับสายวงจรด้วยห้ามเดินนอกท่อ โลหะ

8. สายไฟสายเดี่ยวที่เป็นฉนวนชั้นเดียวเช่นสาย THW. ไม่อนุญาตให้เดินสายโดยใช้เข็มขัดรัดสาย

9. สายเมนที่มีขนาดต่ำกว่า 50 ตร.มม. ไม่ควรนำมาควบสาย

การตรวจสอบสายไฟฟ้า

1.ตรวจสอบการเดินสายไฟว่าใช้สีถูกต้องตามมาตรฐานหรือไม่ (ใช้ไขควงลองไฟ) หากไม่ถูกต้องเพียงบางจุดให้แก้ไขสลับสายใหม่ หากไม่ถูกต้องตลอดทั้งอาคารเหมือนกันหมดให้มีเครื่องหมายหรือเอกสารกำกับไว้ที่แผงสวิตซ์หรือตู้เมนสวิตซ์ด้วย เพื่อป้องกันการเข้าใจผิดภายหลัง

2.ตรวจสอบจุดต่อสาย การเข้าสายต้องขันให้แน่นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

3.สังเกตอุณหภูมิของสายโดยใช้การสัมผัสที่ผิวฉนวนของสาย ถ้ารู้สึกอุ่นหรือร้อนแสดงว่ามีสิ่งผิดปกติ อาจเนื่องจากใช้ไฟเกินขนาดของสาย หรือมีจุดต่อสายต่าง ๆ ไม่แน่น เช่น บริเวณปลั๊กไฟเต้ารับ สวิตซ์ เป็นต้น

ที่มา : การไฟฟ้านครหลวง

4.สังเกตสีของเปลือกสาย ถ้าสายไฟบางเส้นมีสีเปลี่ยนไป เช่น สีขาว เปลี่ยนเป็นสีคล้ำหรือมีฝุ่นจับมาก แสดงว่ามีอุณหภูมิสูงกว่าปกติอาจมีการใช้ไฟเกินขนาดสายหรือมีการต่อสายไม่แน่น เป็นต้น

5.ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่มีการแตกกรอบ ไม่มีรอยไหม้ ชำรุด ถ้าพบควรหาสาเหตุแล้วแก้ไขสาเหตุ พร้อมเปลี่ยนสายใหม่

6.หมั่นตรวจสอบสภาพของสายไฟฟ้าปีละ 1 ครั้ง เป็นอย่างน้อย โดยให้มีการบันทึกข้อมูลการตรวจสภาพไว้ทุกครั้งด้วย

7.กรณีที่มีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น ควรตรวจสอบขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าขนาดสายไม่เพียงพอต้องเปลี่ยนใหม่

8.ตรวจสอบสายไฟบริเวณที่ทะลุผ่านฝ้าเพดานหรือผนัง อาจมีรอยหนูแทะเปลือกของสาย ทำให้เกิดลัดวงจร และเกิดไฟไหม้ได้