

เครื่องล้างท่อช่วยหายใจโดยใช้กฎข้อที่สามของนิวตันและแรงโน้มถ่วง Corrugated Tube Washer Using the Third Newton's Law and Gravity Force

พัชรนันท์ ศรีธนาอุทัยกร*

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

E-mail: patcharanan.s@rmutsb.ac.th

Patcharanan Sritanauthaikorn*

Electrical engineering department, Faculty of engineering and architecture,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi campus.

E-mail: patcharanan.s@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

ท่อช่วยหายใจสำหรับการใช้งานทางการแพทย์เมื่อใช้ไประยะเวลาหนึ่งจะปนเปื้อนสารคัดหลั่งของผู้ป่วยเข้ามาในท่อ โดยปกติจะใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และลดการซื้อมาทดแทน สถานพยาบาลส่วนใหญ่จึงนำไปทำความสะอาด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ท่อช่วยหายใจที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ผู้วิจัยจึงคิดเครื่องล้างท่อช่วยหายใจโดยใช้กฎข้อที่สามของนิวตันและแรงโน้มถ่วงขึ้น หลักการทำงานของเครื่องคือจะใช้น้ำที่มีแรงดันและอุณหภูมิพอเหมาะฉีดเข้าไปภายในของท่อช่วยหายใจโดยน้ำพุ่งชนผนังด้านหนึ่งและสะท้อนกลับด้วยมุมที่มีขนาดเท่ากัน มวลน้ำจะตกลงตามแรงโน้มถ่วง แบบสลับทิศทางไปมา ทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกและตกลงมาด้านล่าง เมื่อล้างเสร็จแล้วจึงเป่าให้แห้งด้วยอากาศจนความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเหลือ 15 % ซึ่งใช้เวลารวมทั้งหมด 150 นาที ผลการทดสอบประสิทธิภาพการล้างโดยใส่แป้งเปียกผสมสีเข้าไปในท่อพบว่าสามารถขจัดสิ่งสกปรกได้ 100 % โดยไม่พบสิ่งสกปรกเหลืออยู่ เมื่อตรวจสอบทางกายภาพไม่พบหยดน้ำค้างและท่อยังคงสภาพดี ไม่มีการรื้อซึม หรือรอยแตก ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

คำสำคัญ: เครื่องล้างท่อช่วยหายใจ การทำความสะอาด ท่อช่วยหายใจ อุปกรณ์ทางการแพทย์ แรงปฏิกิริยา

Abstract

Medical corrugated tube will collect body-fluid after used. It needs to clean this tube for reusing and reducing the volume of purchase. Many hospitals need to clean this tube. This research objective is to clean the corrugated tube for reusing. Therefore, the corrugated tube washer using the third Newton's law and gravity force is created. Operating principle is using water with suitable pressure and temperature to inject into inside of corrugated tube. Water mass collides with a wall and is reflex to another wall with the same angle. This water falls by gravity force in zigzag path. The body-fluid comes off and drops to bottom. After washing process, it will be blew with air until the relative humidity is less than or equal to 15%. Total time usage is 150 minutes. The experimental results with adding the color paste into the tube show that the tubes are completely clean. The color is not found in the tube. In the visual inspection, there is no spray inside. Physical tube is still normal, no leakage and no crack. Thus, it is reliable that the cleaned tube from this machine can be reused.

Keywords: Corrugated tube washer, Cleaning process, Corrugated tube, Medical equipment, Reaction force.

1. บทนำ

เครื่องช่วยหายใจเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่สำคัญและมีความจำเป็นสำหรับช่วยชีวิตผู้ป่วยที่ไม่สามารถหายใจได้ด้วยตัวเอง การใช้งานเครื่องช่วยหายใจจะมีอุปกรณ์ต่อพ่วงที่สำคัญ คือ ท่อช่วยหายใจ (หรือเรียกว่า ท่อวงช้าง หรือ Corrugated tube) เมื่อใช้เป็นเวลานาน ท่อจะปนเปื้อนสารคัดหลั่งจากร่างกายของผู้ป่วยเพิ่มขึ้น ทำให้การไหลของอากาศมีปริมาณลดลงและอาจอุดตันในที่สุด จึงต้องเปลี่ยนท่อใหม่

ท่อที่เปลี่ยนออกมาแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากถูกทำความสะอาด 3 ขั้นตอนต่อไปนี้ (1) การทำความสะอาด (2) ทำลายเชื้อและ (3) ทำให้ปราศจากเชื้อ โรงพยาบาลหลายแห่งจะทำความสะอาดท่อด้วยตนเอง[1-4] ในกระบวนการทำความสะอาดท่อช่วยหายใจนั้น ท่อจะถูกแช่ในน้ำผสมสารขัดล้างเพื่อให้สารคัดหลั่งที่แห้งหลุดออกได้ง่ายขึ้น แล้วจึงใช้แปรงขัดถูที่ละชิ้นและล้างทั้งภายในและภายนอก หลังจากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด ต่อจากนั้นจะนำไปทำให้แห้ง [5] ซึ่งยังคงเป็นวิธีการล้างด้วยมือ ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับสิ่งสกปรกโดยตรงทำให้มีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อเข้าสู่ร่างกายได้ ในโรงพยาบาลบางแห่งมีการคิดนวัตกรรมสำหรับการล้างท่อ [1-3] โดยนำท่อมาต่อเข้ากับก๊อกรู้บน้ำให้น้ำไหลผ่านเพื่อทำความสะอาดภายในท่อ สิ่งสกปรกที่ติดค้างอาจหลุดออกไม่หมด ซึ่งเป็นเหตุให้ต้องล้างท่อใหม่[2] แต่ก็ยังครอบคลุมเพียงขั้นตอนการล้างเท่านั้น และใช้น้ำในปริมาณมากอีกด้วย

สำหรับการทำให้ท่อช่วยหายใจแห้งนั้น หน่วยงานที่มีงบประมาณสนับสนุนก็จะมีเครื่องอบแห้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ แต่บางหน่วยงานยังคงใช้วิธีการผึ่งแดดแบบดั้งเดิม ท่อช่วยหายใจแบบวงช้างมีความยาวเส้นละประมาณ 2 เมตร ซึ่งการผึ่งแดดให้ท่อแห้งจะยังใช้เวลาานมากขึ้น ถ้าหากความชื้นในอากาศมีค่าสูง จะใช้

เวลานานถึง 7 วัน นอกจากนี้ในการฝั่งแคว้นนั้น จำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก โดยจะใช้พื้นที่ประมาณ 5 ตารางเมตรต่อท่อจำนวน 80 เส้น และต้องทำในพื้นที่โล่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก ข้อเสียคือ หากเป็นพื้นที่ที่มีฝุ่นละอองมาก จะไม่สามารถนำท่อกลับมาใช้ได้ เมื่อเสร็จขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ท่อจะถูกนำไปทำให้ปราศจากเชื้อต่อไป จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการตากนั้นใช้เวลานาน ควรหาวิธีการลดเวลาลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการล้างต่อไป นอกจากนี้จะทำให้สามารถจัดการบริการผู้ป่วยได้ดีขึ้นอีกด้วย ผู้วิจัยได้เคยนำเสนอเครื่องล้างท่อวงช้างสำหรับเครื่องช่วยหายใจแบบแนวนอนโดยใช้เทคนิคแรงหนีศูนย์กลาง[6] ซึ่งส่งน้ำเข้าท่อแล้วหมุนเหวี่ยงไปด้วย สามารถทำความสะอาดได้ดีและรวมขั้นตอนการล้างและทำให้แห้งไว้ในเครื่องเดียวกัน แต่การล้างแต่ละครั้งสามารถล้างท่อได้เพียง 3 เส้นเท่านั้น

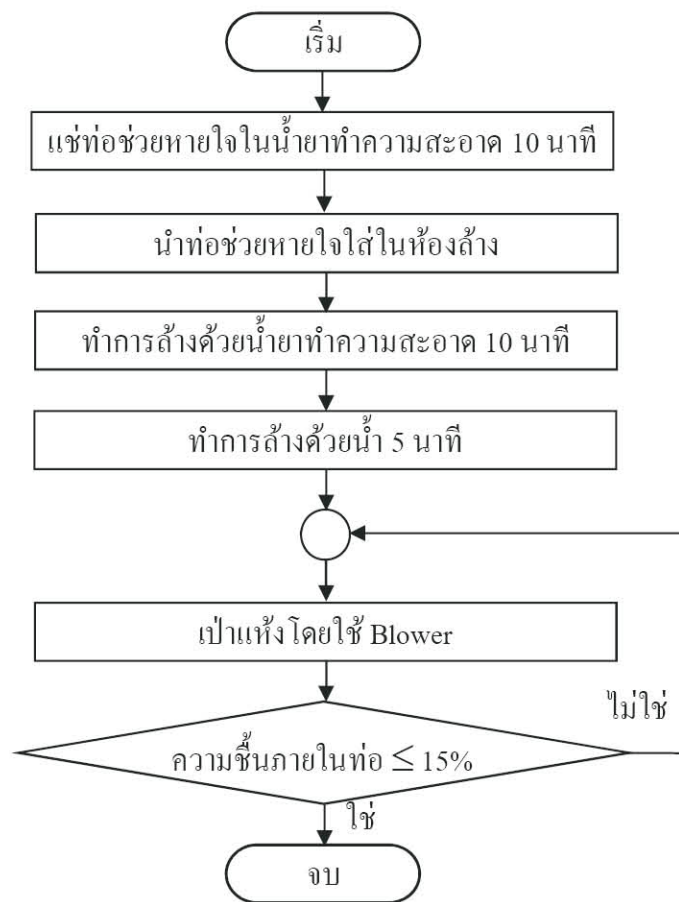
ดังนั้นเครื่องล้างท่อช่วยหายใจโดยใช้กฎข้อที่สามของนิวตันและแรงโน้มถ่วงนี้จึงรวมขั้นตอนการล้างท่อและทำให้แห้งอยู่ในเครื่องเดียวกัน และเพิ่มจำนวนท่อช่วยหายใจในการล้างแต่ละครั้งเป็น 8 ท่อ นอกจากนี้เครื่องนี้จะเป็นประโยชน์ในการลดการแพร่กระจายเชื้อโรค ป้องกันเจ้าหน้าที่ติดเชื้อจากการล้างอุปกรณ์ ลดเวลาในการขนย้ายระหว่างขั้นตอน และลดเวลาในการทำให้แห้งลง เพื่อเข้าสู่ขบวนการทำให้ปราศจากเชื้อได้เร็วขึ้น

2. การทำงานของเครื่องล้างท่อช่วยหายใจ

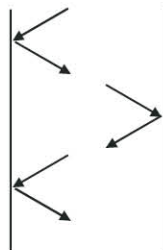
เครื่องล้างท่อช่วยหายใจแบบอัตโนมัติจะอ้างอิงวิธีการล้างตามมาตรฐานของโรงพยาบาล มาทำให้เป็นระบบมากขึ้น(Integrated System) และทำงานแบบอัตโนมัติ(Automatic) ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยขั้นตอนการทำความสะอาดของโรงพยาบาลนั้นจะเป็นแบบแยกส่วนกัน และทำให้ขั้นตอนทำให้เสียเวลามาก สิ้นเปลืองทรัพยากร และคุณภาพของการทำความสะอาดไม่สม่ำเสมอเนื่องจากใช้แรงงานคนในการทำงาน ดังนั้นจึงสามารถอธิบายขั้นตอนการล้างของเครื่องล้างท่ออัตโนมัติได้ตามลำดับดังนี้คือ แช่ท่อในน้ำยาทำความสะอาดประมาณ 10 นาที จากนั้นนำไปสวมลงในแกนจ่ายแรงดันของเครื่องล้างฯ โดยจะเริ่มทำการล้างด้วยน้ำยาล้างเครื่องมือแพทย์(Enzymatic Detergent) ประมาณ 10 นาที ต่อด้วยน้ำสะอาดประมาณ 5 นาที หลังจากล้างสะอาดแล้วจึงผ่านกระบวนการเป่าให้แห้งด้วยอากาศ โดยจะทำการวัดค่าความชื้นภายในไปจนกระทั่งค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15% จึงเป็นอันเสร็จสิ้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 1

แนวคิดในการออกแบบเชิงทฤษฎีทางฟิสิกส์ของกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน และใช้ประโยชน์จาก หลักการของมวล(mass) แรง/แรงกระทบ(force/impact) แรงดัน(pressure) และแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity force) นั้นอาศัยแรงดันและมวลของน้ำมากระทบกับสิ่งสกปรกภายในท่อในองศาที่เหมาะสม จะทำให้ประสิทธิภาพการทำความสะอาดได้ดีมาก ในบทความนี้จึงประยุกต์ใช้กฎข้อที่ 3 ของนิวตันที่กล่าวว่า “เมื่อวัตถุที่หนึ่งออกแรงกระทำต่อวัตถุที่สอง วัตถุที่สองจะออกแรงกระทำต่อวัตถุที่หนึ่งในขนาดที่เท่ากัน แต่มีทิศตรงข้าม”[7] มาใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบระบบการล้าง โดยการสอดแกนจ่ายแรงดันที่เจาะรู เข้าไปในท่อช่วยหายใจ เพื่อให้ น้ำพุ่งชนกับผนังภายในท่อช่วยหายใจและชำระสิ่งสกปรกออกได้ เมื่อน้ำพุ่งชนกับผนังท่อด้านหนึ่งแล้วจะสะท้อน

กลับไปด้วยมุมเอียงขนาดเท่ากัน มวลน้ำจะกระทบกับผนังท่อด้านถัดไปเรื่อยๆ จนน้ำภายในท่อเกิดการหมุนวนด้วยความเร็วสูง และบิดตัวเป็นเกลียวน้ำภายในท่อ และไหลจากด้านบนลงด้านล่างออกไปภายนอกท่ออย่างรวดเร็ว อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวช่วยกระทำให้มวลน้ำและสิ่งสกปรกตกลงอีกแรงหนึ่ง ด้วยหลักการดังนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาดภายในท่อได้ดียิ่งขึ้นอย่างมาก ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ผังงานขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างท่อช่วยหายใจ



รูปที่ 2 แรงปฏิกิริยาภายในท่อที่ล้าง

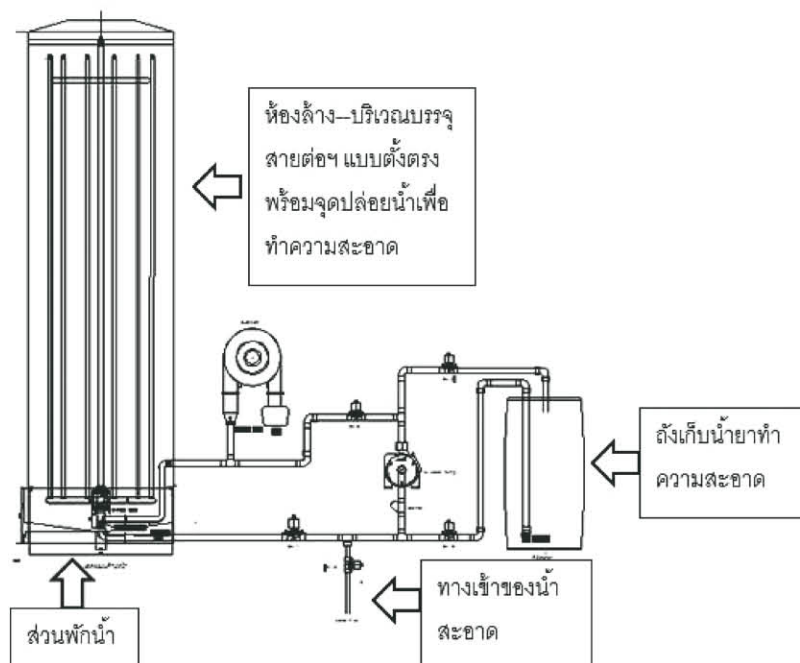
แรงของน้ำที่กระทำกับผิวท่อ, F , สามารถพิจารณาจากการอนุรักษ์มวลและกำลังของของไหล โดย

$$F = \rho Q \Delta V \quad (1)$$

เมื่อ ρ คือ ค่าความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3), Q คือ อัตราการไหล (m^3/s) และ ΔV คือ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง (m/s) [8]

3. โครงสร้างของเครื่องล้างท่อช่วยหายใจ

โครงร่างโดยรวมของเครื่องล้างท่อช่วยหายใจ แสดงในรูปที่ 3 ประกอบด้วยส่วนหลักๆของเครื่องล้าง 2 ส่วนดังต่อไปนี้ (1) ห้องล้าง ที่ประกอบด้วยแกนจ่ายแรงดัน ท่อส่งน้ำแนวดิ่ง และ (2) ส่วนพักน้ำ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเพื่อสร้างห้องล้าง จะต้องพิจารณาเรื่องความยาวของท่อช่วยหายใจที่จะนำมาล้างเป็นหลัก ความยาวของแกนจ่ายแรงดันที่สามารถบรรจุได้นั้น จะต้องมีความยาวมากกว่าความยาวของท่อช่วยหายใจ ซึ่งในการทดลองเป็นท่อแบบลูกฟูกมีความยาว 205 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 โครงร่างเครื่องล้างท่อช่วยหายใจ

ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการสร้างและประกอบชิ้นส่วน จึงแบ่งส่วนห้องล้างออกเป็น 2 ส่วนคือ ห้องล้าง และ ส่วนพักน้ำ โดยกำหนดให้ห้องล้างมีความสูง 2.3 เมตร และถังพักน้ำสูง 0.2 เมตร

1. แกนจ่ายแรงดันมีหน้าที่จ่ายน้ำที่มีแรงดันสูงเพื่อใช้ทำความสะอาดและจ่ายลมในขั้นตอนการทำให้แห้ง เนื่องจากท่อช่วยหายใจมีความยาวไม่เกิน 2.5 เมตร จึงเลือกใช้ท่อโลหะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ยาว 2.50 เมตร เพื่อความสะดวกต่อการสอดเข้าไปในท่อช่วยหายใจและครอบคลุมความยาวของท่อช่วยหายใจ และเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ในแนวรัศมี ซึ่งตำแหน่งของรูถัดไปจะเจาะห่างกันเป็นระยะ 10 เซนติเมตร วนเป็นวงกลม และหมุนทำมุม 120° กับตำแหน่งของรูก่อนหน้า ลักษณะการเจาะรูดังกล่าวจะทำให้เกิดแรงปะทะสูงเพื่อกัดเซาะสิ่งสกปรก และทำให้มวลน้ำภายในท่อหมุนวนเป็นเกลียวและไหลอย่างรวดเร็วทำให้สามารถชำระสิ่งสกปรกออกได้ดีขึ้นและยังช่วยประหยัดน้ำอีกด้วย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการล้าง (Capability) ได้มากขึ้น จึงออกแบบให้มีแกนจ่ายแรงดันทั้งหมด 8 แกน เรียงเป็นวงกลม ประกอบกันเหมือนกรงกระรอก โดยที่ปลายของแกนจ่ายแรงดันด้านล่างจะเชื่อมกับท่อส่งน้ำหลักซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำและน้ำยาทำความสะอาด รวมถึง จ่ายลมในขั้นตอนการเป่าให้แห้งอีกด้วย

2. ท่อส่งน้ำแนวดิ่ง เป็นท่อส่งน้ำหลัก จะถูกติดตั้งไว้ตรงกลาง ใช้สำหรับส่งน้ำให้แกนจ่ายแรงดันทั้ง 8 แกนที่อยู่รอบๆ และเป็นจุดยึดโยงสำหรับยึดแกนจ่ายแรงดันเข้าไว้ด้วยกัน ท่อส่งน้ำแนวดิ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 260 เซนติเมตร

3 ส่วนพักน้ำทำหน้าที่เก็บน้ำก่อนที่จะถูกสูบเข้าไปในแกนจ่ายแรงดัน มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกโดยที่ด้านล่างเป็นกรวยเพื่อระบายน้ำออกทางด้านล่าง ขนาดส่วนพักน้ำมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 เซนติเมตร สูง 15.5 เซนติเมตร และก้นกรวยสูง 4.5 เซนติเมตร

เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่สร้างแรงดันเพื่อสูบน้ำยาและน้ำ อัดเข้าไปในแกนจ่ายแรงดัน เครื่องสูบน้ำที่ใช้มีแรงดันหัวน้ำ(Pressure Head) สูงสุด 22 เมตร และสร้างอัตราการไหลของของเหลวประมาณ 37 ลิตรต่อนาที เพื่อให้ น้ำในแกนจ่ายแรงดันไหลด้วยความเร็ว 1.5 เมตร/วินาที ซึ่งสามารถใช้กับแกนจ่ายแรงดันไม่เกิน 8 แกน การออกแบบระบบควบคุมการไหลของน้ำและลมสำหรับการทำความสะอาดและทำให้ท่อช่วยหายใจแห้งนั้น จะใช้ท่อน้ำแบบพีวีซีเป็นทางเดินของของไหล และใช้โซลินอยด์วาล์วเป็นตัวควบคุมการ เปิด-ปิด ทางเดินของน้ำและลม แบบอัตโนมัติ ควบคุมด้วย PLC (Programmable Logic Controller) เครื่องที่ประกอบเสร็จแล้วแสดงในรูปที่ 4



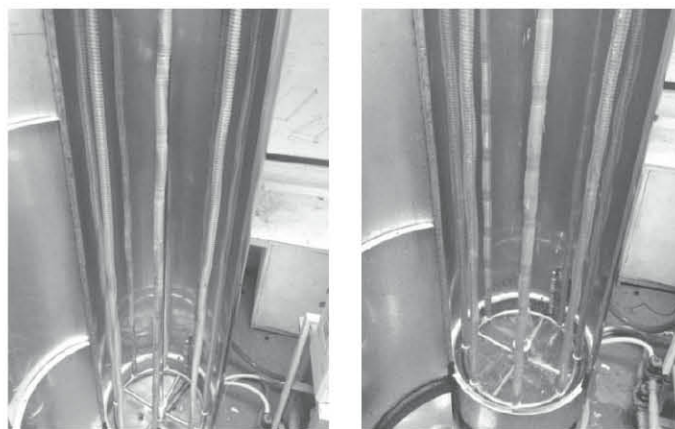
รูปที่ 4 เครื่องล้างท่อช่วยหายใจและห้องล้าง

4. ผลการทดลอง

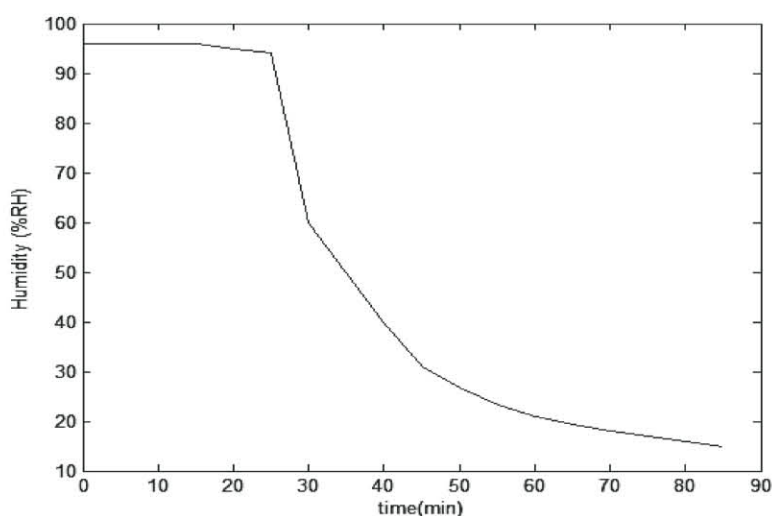
การทดสอบการทำงานของเครื่อง โดยใส่แป้งเปียกผสมสีแทนสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ป่วย นำมาทดสอบ แล้วพบว่าประสิทธิภาพการล้างได้ผลดี 100% จากกลุ่มตัวอย่าง 104 ท่อ ไม่มีสีตกค้างและแห้งสนิท ไม่มีหยดน้ำเหลืออยู่ และท่อช่วยหายใจอยู่ในสภาพปกติไม่เกิดการละลาย บิดเบี้ยว หรือเสียรูปจากความร้อนภายในห้องล้าง ดังรูปที่ 5

รายละเอียดการตรวจและประเมินผลในทางเทคนิค จะเห็นได้ว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์เริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 96%RH ซึ่งค่าที่นำมาแสดงนั้น วัดหลังจากกระบวนการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาและน้ำสะอาดแล้ว จากนั้น ค่าความชื้นภายในห้องล้างลดลงเมื่อเข้าสู่กระบวนการทำให้แห้ง จนถึง 15%RH ดังรูปที่ 6 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ส่วนด้านอุณหภูมิภายในห้องล้างแสดงดังรูปที่ 7 ค่าอุณหภูมิภายในของห้องล้างเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 28 °C และ อุณหภูมิภายในห้องล้างจะสูงขึ้นประมาณ 1 – 2 °C ในทุกๆ 5 นาที และที่เวลาประมาณ 85 นาที อุณหภูมิภายในห้องล้างจะอยู่ที่ประมาณ 58 °C อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในห้องล้างนั้น เกิดเนื่องจากความร้อนจากเครื่องอัดอากาศไหลเข้าไปไ้ค่าความชื้นภายในห้องล้าง จึงทำให้ความชื้นจะลดลงได้รวดเร็วขึ้นจนถึงค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนดไว้ การใช้เครื่องนี้เพื่อทำความสะอาดท่อช่วยหายใจในแต่ละครั้งจะใช้พลังงานไฟฟ้า 3.49 หน่วย หรือต้องเสียค่าไฟฟ้าโดยประมาณ 10.47 บาท ซึ่งสามารถทำความสะอาดท่อได้ครั้งละ 8 ท่อ

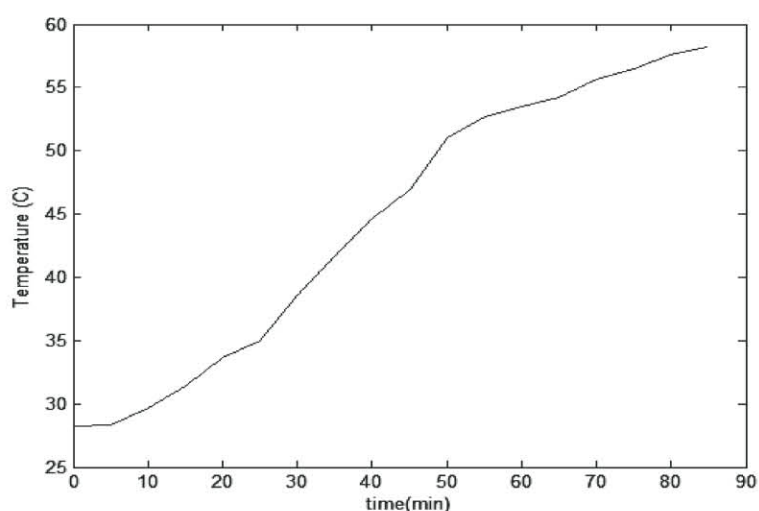
เมื่อเปรียบเทียบการล้างและทำให้แห้งด้วยการผึ่งแห้งตามธรรมชาติซึ่งใช้เวลาถึง 7 วันนั้น การใช้เครื่องนี้สามารถลดเวลาลงได้เหลือเพียง 2.5 ชั่วโมง แต่หากเปรียบเทียบกับเครื่องล้างแบบแนวนอนโดยใช้เทคนิคแรงหนีศูนย์กลาง [6] ถ้าต้องการล้างท่อ 8ท่อจะใช้เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเครื่องที่นำเสนอจะใช้เวลาทำงานน้อยกว่าถึง 5.5 ชั่วโมง



รูปที่ 5 ท่อช่วยหายใจที่เป็่อนก่อนเข้ากระบวนการ และท่อที่ผ่านการล้าง



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของค่าความชื้นเทียบกับเวลาในช่วงทำให้แห้ง



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเทียบกับเวลาในช่วงทำให้แห้ง

5. สรุป

เครื่องล้างท่อช่วยหายใจโดยใช้กฎข้อที่สามของนิวตันและแรงโน้มถ่วงนี้สามารถล้างท่อช่วยหายใจได้พร้อมกัน 8 ท่อ โดยกระบวนการล้างไปจนถึงการทำให้แห้งจะใช้เวลาทั้งหมดไม่เกิน 2 ชั่วโมง 30 นาที ท่อช่วยหายใจจะพร้อมเข้าสู่กระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ ท่อช่วยหายใจดังกล่าวจะมีความชื้นไม่เกิน 15%RH และคุณสมบัติทางกายภาพของท่อยังคงเหมือนเดิม ไม่เกิดรอยร้าวซึม แตก ร้าว เสียหายและไม่มีหยดน้ำค้างภายในท่อ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องล้างท่อช่วยหายใจนี้มีประสิทธิภาพดี มีความเหมาะสมในการใช้งาน จะช่วยลดเวลาการล้างทำความสะอาดได้อย่างมากเมื่อเทียบกับวิธีการล้างแบบเดิม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง จะช่วยเพิ่มผลผลิตได้อย่างชัดเจน เครื่องล้างนี้จึงเหมาะกับโรงพยาบาลที่มีความจำเป็นต้องทำความสะอาดท่อช่วยหายใจเอง เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากจะช่วยลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการทำความสะอาด อีกทั้งยังช่วยควบคุมและ

จำกัดการแพร่กระจายเชื้อโรคที่ติดมากับท่อช่วยหายใจได้อีกทาง นอกจากนี้เครื่องนี้ใช้พลังงานต่ำมาก โดยในการล้างหนึ่งครั้งจะใช้พลังงานไฟฟ้า 3.49 หน่วย หรือคิดเป็นเงิน 10.47 บาท ใช้น้ำยาและน้ำสะอาดอย่างละ 56 ลิตร

เครื่องล้างท่อช่วยหายใจนี้สามารถขยายขีดความสามารถเพิ่มขึ้นได้ หากต้องการเพิ่มจำนวนสายต่อที่ต้องการล้างต่อครั้งให้มากขึ้น โดยขยายขนาดห้องล้างให้สอดคล้องกับปริมาณที่ต้องการได้และปรับเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำที่มีแรงดันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องด้วยการเพิ่มเครื่องมือวัดเข้ามาเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการล้างและการทำให้แห้งได้อีก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์กระจาง พิทักษ์วงศ์วิทยา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ช่วยให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางให้งานนี้ออกมาสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนให้งานนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] งานจ่ายกลาง โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติฯ, จัดทำสิ่งประดิษฐ์, “หัวก๊อกล้างสายยาง”, [Online], Available: http://www.hospital.tu.ac.th/PlanTUHosWeb/data/Project%20CQI/CQI_2555/55_155.pdf [1 พฤษภาคม 2560].
- [2] พัสกร นนท์สะเกต, งานจ่ายกลาง โรงพยาบาลโคกศรีสุพรรณ, “เครื่องล้างสายยางอัตโนมัติแบบยั่งยืน”, [Online], Available: http://www.skko.moph.go.th/dward/document_file/perdev/research_file_name/20141008100042_1633064300.pptx [2 ธันวาคม 2560].
- [3] ศูนย์จ่ายกลาง โรงพยาบาลห้วยพลู, “พัฒนาระบบการล้างสายยาง”, [Online], Available: http://www.huayplooohospital.com/km/data_km/2011070238.doc [2 พฤษภาคม 2560].
- [4] ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์, “การล้างอุปกรณ์เครื่องมือด้วยมือ”, [Online], Available: <http://www.chulalongkornhospital.go.th/nurse/index.php/2016-03-22-07-42-30> [1 พฤษภาคม 2560].
- [5] อะเคื่อ อุณหเลขกะ, ความรู้ในการทำลายเชื้อและการทำให้ปราศจากเชื้อ, พิมพ์ครั้งที่ 5, มิ่งเมือง, เชียงใหม่, 2549.
- [6] พชรนันท์ ศิริธนาอุทัยกร, “เครื่องล้างท่อวงช้างสำหรับเครื่องช่วยหายใจแบบแนวนอนโดยใช้เทคนิคแรงหนีศูนย์กลาง,” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 2. อยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2560.
- [7] อัจฉรา พันธุ์อำไพ และคณะ, ฟิสิกส์พื้นฐานชั้นมหาวิทยาลัย 1, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2543.
- [8] มนตรี พิรุณเกษตร, กลศาสตร์ของไหล, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์, 2553.