

ศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

STUDY THE PRODUCTION PROCESS OF NONWOVEN TEXTILE TECHNOLOGY FOR PREVENTING PM 2.5 DUST AND INFECTIOUS OF THE CORONA VIRUS-19 IN THE NEW NORMAL

สุนทร บินกาขานี*

Sunthorn Bingasanee*

E-mail: sunthorn.b@rmutp.ac.th

สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10300

Major of Industrial Product Design, Faculty of Architecture and Design Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok 10300 Thailand

*Corresponding author E-mail: sunthorn.b@rmutp.ac.th

(Received: April 5, 2021; Revised: May 3, 2021; Accepted: June 9, 2021)

ABSTRACT

At the present time, there are problems of PM 2.5 and the pandemic of Coronavirus or COVID-19 which is difficult to solve since effective remedy has not been discovered and well efficient vaccines which are not enough for population. Therefore, innovative textile technology of making masks called as "Nonwoven" has been invented to protect people from those problems. Nonwoven is a way to produce mask with less cost and less procedures. This textile innovation is considered as "Technical textile". The experiment shows that the best kind of masks which effectively protects wearers from virus and airborne particles called as "Respirator" which is as known as "N95". The number 95 in N95 shows filtration efficiencies for 0.1 to 0.3 micron particles. Consequently, N95 masks are recommended for people in medical industry, people who respond to patients with tuberculosis or respiratory diseases, and people in the area that have PM 2.5 pollution.

Keywords: Nonwoven; Textile; PM 2.5 dust; Corona virus-19; New normal

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบปัญหาของฝุ่นละออง PM 2.5 และปัญหาไวรัสโคโรนา หรือ Covid-19 ซึ่งในปัจจุบันยังไม่พบวัคซีน หรือวิธีการรักษา มนุษย์จึงได้คิดค้นวิธีป้องกัน โดยการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีนวัตกรรมสิ่งทอ ซึ่งเรียกว่า Nonwoven คือ การผลิตผ้าโดยไม่ต้องทอ เป็นนวัตกรรมที่ลดต้นทุนและลดขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต สิ่งทอเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มประเภทที่เรียกว่า สิ่งทอเทคนิค Technical textile จากการทดลองนั้น พบว่า หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่มีประสิทธิภาพในการกรองเชื้อโรค และสิ่งปนเปื้อนอนุภาคเล็กได้ดีที่สุด เรียกว่า Respirators หรือ เป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 ใน N95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคนาโนขนาดเล็กที่ 0.1-0.3 ไมครอน หน้ากาก N95 จึงเหมาะสำหรับหน้ากากบุคลากรแพทย์ หรือผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง และป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 จึงสรุปได้ว่า หน้ากาก N95 นั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุด

คำสำคัญ: นอนวูฟเวน; สิ่งทอ; ฝุ่น PM 2.5; ไวรัสโคโรนา-19; วิถีชีวิตใหม่

1. บทนำ

การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทย ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็ง และหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่ และสีดำจางมองเห็นเป็นเขม่า และควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่งนานาชาติ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้นสำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย United State Environmental Protection Agency (US.EPA) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของ ฝุ่นรวม (Total suspended particulate) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter-PM) กว่า 10 ไมครอน (PM 10) แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่า ฝุ่นขนาดเล็กนั้น จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวม และกำหนดค่าฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM 2.5) [1]

การรับรู้ของประชาชนทั่วโลกเรื่องโรคติดต่อ หลังจากทางการประเทศจีนยืนยันเมื่อ วันที่ 31 ธ.ค. 2562 พบว่า เกิดการระบาดของเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่ ในเมืองอู่ฮั่น หลังจากเก็บตัวอย่างไวรัสจากคนไข้นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ในเวลาต่อมาประเทศจีน และองค์การอนามัยโลก ระบุว่าไวรัสชนิดนี้ คือ “เชื้อไวรัสโคโรนา” ซึ่งก่อนหน้านี้พบไวรัสโคโรนามาแล้ว 6 สายพันธุ์ที่เคยเกิดการระบาดในมนุษย์ สำหรับไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ที่กำลังระบาดเป็นสายพันธุ์ที่ 7 ขณะที่คณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยอนุกรมวิธานวิทยาของไวรัส (International committee on taxonomy of viruses) ได้กำหนดให้ชื่อไวรัสที่ทำให้เกิดโรค COVID-19 ว่า SARS-CoV-2 หรือ ไวรัสโคโรนา โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงชนิดที่สอง (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมอย่างใกล้ชิดกับเชื้อไวรัสโรคซาร์ส 5 ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของเชื้อไวรัส โคโรนา-19 ในสิ่งแวดล้อมภายนอก ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่า ไวรัสโคโรนา-19 อยู่บนพื้นผิวได้นานเพียงใด ไวรัส อาจอยู่ได้ไม่กี่ชั่วโมง โดยน้ำลายเชื้อสามารถฆ่าเชื้อไวรัสไม่ทำให้สามารถแพร่เชื้อได้ สำหรับอาการทั่วไปของโรคได้แก่ อาการระบบทางเดินหายใจ มีไข้ ไอ หายใจถี่ หายใจลำบาก ในกรณีที่อาการรุนแรงมาก อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดบวม ปอดอักเสบ ไตวาย หรืออาจเสียชีวิต [2]

จากปัญหาที่พบนั้นจะเป็นการแพร่เชื้อทางอากาศ เช่น การไอ จาม น้ำลาย เสมหะ และสารคัดหลั่ง เมื่อละอองฝอยเหล่านี้เข้าสู่ทางปาก จมูก ตา หรือโดยการสัมผัสทางผิวหนังทำให้ติดเชืโรคได้ง่าย ดังนั้นทางการแพทย์ จึงณรงค์ให้สวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันการติดเชื้อ โดยให้มีการใช้หน้ากากอนามัย เมื่อต้องออกไปทำธุระภายนอกบ้าน หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และใช้เจลแอลกอฮอล์ล้างมือทุกครั้งเมื่อเกิดการสัมผัสวัตถุ หรือสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งทำให้ประชาชนมีความต้องการหน้ากากอนามัย และเจลแอลกอฮอล์เป็นอย่างมาก ทำให้เกิดหน้ากากอนามัยและเจลแอลกอฮอล์ไม่เพียงพอสำหรับการผลิตและจำหน่าย ซึ่งส่งผลกระทบต่อบุคลากรทางการแพทย์ ทำให้ไม่มีหน้ากากอนามัยใช้อย่างเพียงพอ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา



รูปที่ 1 กระบวนการและขั้นตอนทางความคิด

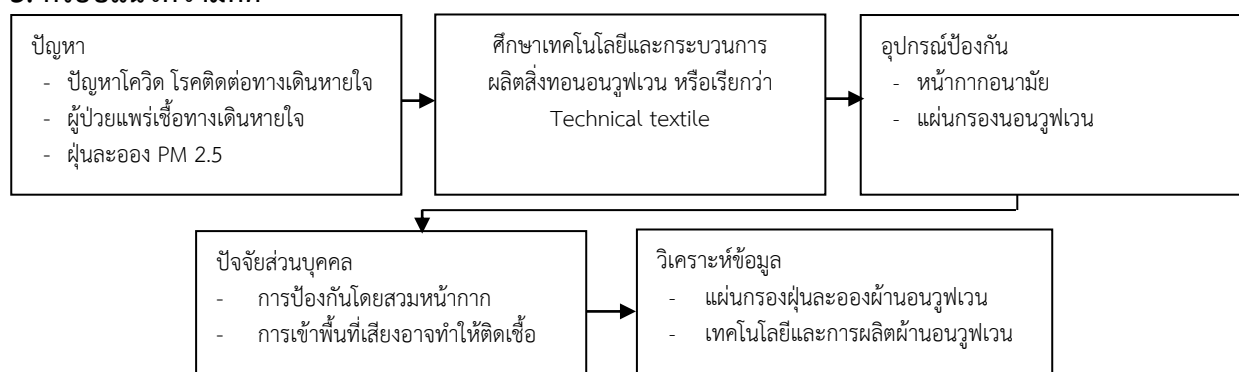
สิ่งทอทางเลือก หรือ Technical textiles ถือเป็นนวัตกรรมใหม่ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่เป็นเสมือนความหวังของอนาคตอุตสาหกรรมไทยที่น่าจับตามอง เพราะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้มีคุณสมบัติพิเศษ สร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ได้ โดยมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างจากสิ่งทอแบบทั่วไป เพื่อผลิตผลทางสิ่งทอ (Conventional textiles) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานเฉพาะทางมากกว่าผลิตขึ้นเพื่อความสวยงาม หรือเพื่อตกแต่ง ปัจจุบันพบว่าผ่านอนูฟเว่น มีแนวโน้มที่จะเป็นวัตถุดิบทดแทนมากขึ้นในอนาคตอันใกล้ เช่น ในอุตสาหกรรมเครื่องนอน อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องเรือน อุตสาหกรรมเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมโยธา อุตสาหกรรมฟิลเตอร์ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีลักษณะเด่นและข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ เช่น ราคาถูก

ป้องกันเชื้อแบคทีเรีย ปลอดภัยต่อการเผาไหม้ เนื่องจากสามารถดับได้ด้วยตนเอง และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ถูกลมนิรภัย เข็มขัดนิรภัย ผ้าอ้อมสำเร็จรูป เสื้อเกราะกันกระสุน ซึ่งมักเป็นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยตรงจากเส้นใย เรียกว่า “ผ้าไม่ถักไม่ทอ” หรือ “นอนวูฟเวน” (Nonwoven) ตลาดสิ่งทอพบว่า นอนวูฟเวน มีอัตราที่โตขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยปีละ 4% สูงกว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอทั่วไป ที่เติบโตเพียงปีละ 1% ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอของทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือได้พัฒนา และผลิตสิ่งทอประเภทนี้มากขึ้น วัสดุโพลีเอสเตอร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของเอทเทอร์ลีนไกลคอล และกรดเทอเลฟทาลิก ซึ่งได้จากกระบวนการปิโตรเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตผ่านนอนวูฟเวน ดังนั้นเส้นใยชนิดนี้ จึงมีราคาสูงตามสถานะของน้ำมันดิบโลกที่มีการปรับตัวขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้วัตถุดิบที่สามารถผลิตในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการ และมีการขาดแคลน จึงมีการนำเข้าวัตถุดิบมาจากต่างประเทศ ทำให้เกิดการเสียดุลทางการค้า โดยประเทศไทยนำเข้าวัตถุดิบเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากแหล่งต่างๆ ดังต่อไปนี้ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น จีน ไต้หวัน เกาหลี อินโดนีเซีย [3]

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาเทคโนโลยีนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่
- 2.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์นอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่
- 2.3 ศึกษาวิธีการผลิตนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

3. กรอบแนวความคิด

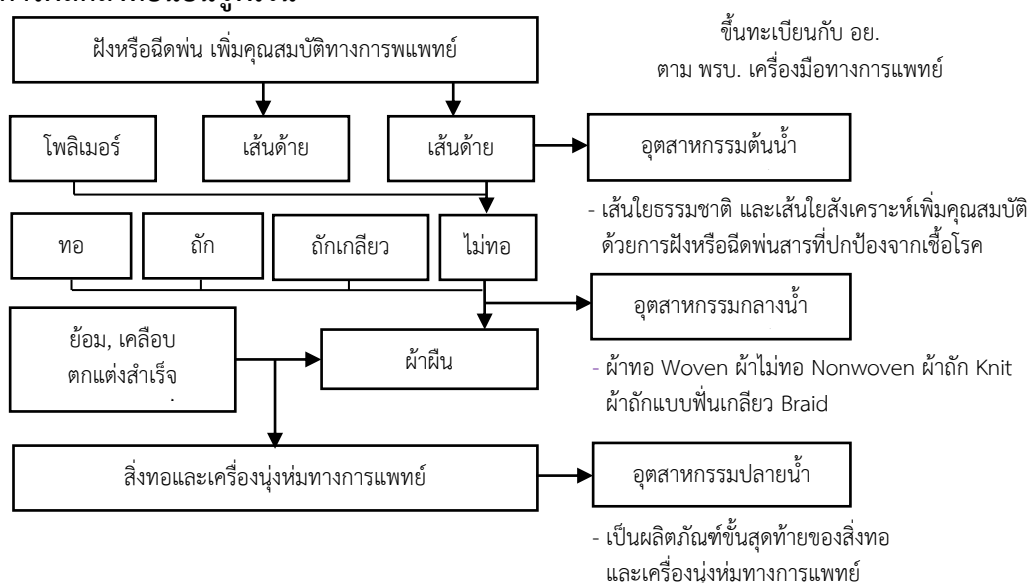


รูปที่ 2 กรอบแนวความคิดศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวนสำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

3.1 กรอบแนวความคิดได้นำเสนอข้อมูลและแสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 2 ดังนี้

ปัญหาโควิดและฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นปัญหาโรคติดต่อทางเดินหายใจ จึงทำการศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน เพื่อเป็นอุปกรณ์ หน้ากากอนามัย แผ่นกรองนอนวูฟเวน สำหรับปัจจัยส่วนบุคคลในการป้องกัน โดยสวมหน้ากาก วิเคราะห์ข้อมูลแผ่นกรองฝุ่นละอองผ่านนอนวูฟเวน เทคโนโลยีและการผลิตผ่านนอนวูฟเวน

4. กระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน



รูปที่ 3 กระบวนการผลิตผ้าทอและผ้าไม่ทอ สำหรับสิ่งทอทางการแพทย์ [4]

4.1 กระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวนได้อธิบายประกอบกับการแสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 3 ดังนี้

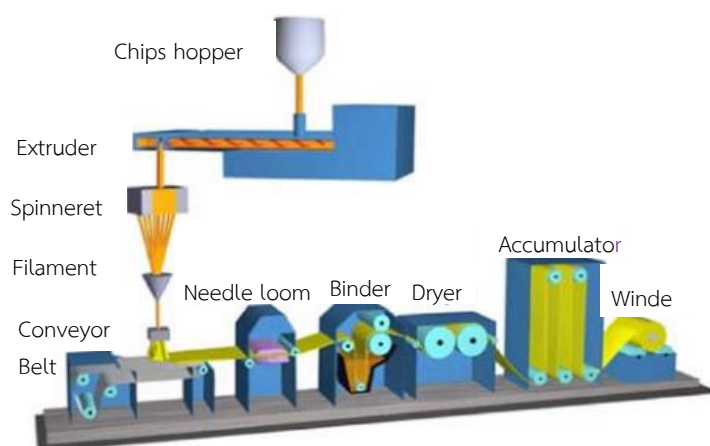
กระบวนการผลิตสิ่งทอทางการแพทย์

4.1.1 อุตสาหกรรมต้นน้ำ – เส้นใยที่นำมาใช้ผลิตสินค้าสิ่งทอเทคนิคทางการแพทย์ประกอบด้วยกลุ่มเส้นใยหลัก 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ไหม ไยจากไม้ เป็นต้น และกลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ เช่น พอลิเอสเตอร์ พอลิโพรพิลีน ซิลิโคน เป็นต้น โดยในกระบวนการนี้อาจมีการเพิ่มคุณสมบัติทางการแพทย์ต่างๆ โดยฝักรหรือฉีดพ่นลงไป

4.1.2 อุตสาหกรรมกลางน้ำ เราสามารถแบ่งกระบวนการผลิตผ้าสำหรับสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยประเภทต่างๆ ได้เป็น 4 ประเภทหลัก คือ ผ้าทอ (Woven) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ผ้าถัก (Knit) และผ้าถักแบบพันเกลียว (Braid)

4.1.3 อุตสาหกรรมปลายน้ำ จากเส้นใยที่ผ่านกระบวนการผลิตเป็นสิ่งทอประเภทต่างๆจนได้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆกัน คือ สิ่งทอทางการแพทย์ที่ไม่สามารถปลูกถ่ายได้ (Nonimplantable), สิ่งทอทางการแพทย์ที่สามารถปลูกถ่ายได้ (Implantable) อุปกรณ์ที่ใช้เสริมการทำงานของอวัยวะ (Extracorporeal) และ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการดูแลสุขภาพและสุขอนามัย (Healthcare/hygiene products)

5. ขั้นตอนการผลิตวัสดุสิ่งทอนอนวูฟเวน



รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน

5.1 ขั้นตอนการผลิตวัสดุสิ่งทอนอนวูฟเวนแสดงไว้ในรูปที่ 4 และอธิบายได้ ดังนี้

5.1.1 การขึ้นรูปแผ่น (Web formation) เป็นการกระจายและโรยเส้นใยลงบนวัสดุรองรับเพื่อทำให้เป็นแผ่น โดยเส้นใยที่ใช้อาจอยู่ในรูปเส้นใยโดยตรง (เทคนิค Dry-laid และ Wet-laid) หรือทำการขึ้นรูปเส้นใยจากเม็ดพลาสติกหลอมแล้ว จึงโรยเส้นใยเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น (เทคนิคการปั่นหลอม Melt spinning) เส้นใยที่ใช้สำหรับเทคนิค Dry-laid และ Wet-laid ส่วนใหญ่จะเป็นเส้นใยสั้นโดยใช้ลมและน้ำ เป็นตัวกลางในการกระจายเส้นใยลงบนวัสดุเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น ส่วนเทคนิคการปั่นหลอมคือ ใช้เส้นใยยาวที่ขึ้นรูปจากเม็ดพลาสติกที่ถูกหลอมเหลว และอัดผ่านหัวฉีดจะถูกโรยอย่างต่อเนื่องลงบนสายพานที่เคลื่อนที่เพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นนอนวูฟเวน

5.1.2 การยึดติดเส้นใยในแผ่น (Bonding process) เป็นขั้นตอนการยึดตรึงเส้นใยในแผ่นไว้ด้วยกันเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของแผ่น สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งจะส่งผลให้ลักษณะและความแข็งแรงของแผ่นนอนวูฟเวนแตกต่างกัน

5.1.2.1 วิธีการเชื่อมยึดติดด้วยความร้อน (Thermal bonding) เช่น ใช้ลูกกลิ้งร้อน (Hot calendars) และลมร้อน (Hot air) เพื่อให้บางส่วนของเส้นใยหลอม และยึดติดกันภายหลังทำให้เย็นตัวลง การใช้ลูกกลิ้งร้อนจะทำให้แผ่นที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นแบนที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของลูกกลิ้งร้อนบนแผ่นนอนวูฟเวน หากลูกกลิ้งที่ใช้เป็นลูกกลิ้งเรียบจะทำให้ได้แผ่นแบนเรียบ มีความแข็งแรงสูง แต่หากใช้ลูกกลิ้งที่มีพื้นที่สัมผัสน้อยลง ผ้าที่ได้ก็จะมีผิวฟูมากขึ้นมีสัมผัสและการโค้งงอที่ดีขึ้น แต่ความแข็งแรงน้อยลงเช่นเดียวกับในกรณีที่ใช้ลมร้อนแทนการใช้ลูกกลิ้ง

5.1.2.2 วิธีการเชื่อมยึดติดทางเคมี (Chemical bonding) คือ การใช้กาวเพื่อยึดติดเส้นใย ทั้งในรูปของสารละลายกาวหรือโฟมกาว หรือสเปรย์กาว กรณีที่ใช้สารละลายกาวจะได้เป็นแผ่นเรียบแบนและแข็ง ในขณะที่ใช้โฟมกาวหรือสเปรย์กาวแผ่นที่ได้จะมีความหนาฟูมีความนุ่มและคืนตัวได้ดี

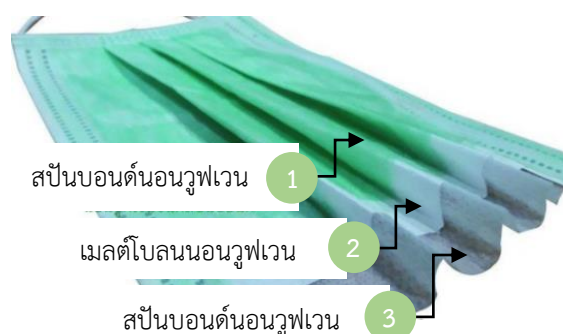
5.1.2.3 วิธีการเชื่อมยึดติดด้วยกระบวนการทางกล (Mechanical bonding) เช่น การปักด้วยเข็มปัก (Needle punching) และการปักด้วยเข็มน้ำ (Hydro entanglement) เป็นต้น ผ้าที่ใช้เทคนิคปักด้วยเข็มปักส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นหนาและแข็ง มีความแข็งแรงสูง ในขณะที่ผ้าที่ใช้เข็มน้ำในการยึดเส้นใยจะมีความนิ่มคล้ายผ้า

5.1.3 การตกแต่ง (Finishing process) เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อเพิ่มลักษณะและสมบัติพิเศษอื่น ๆ ให้เป็นแผ่นนอนวูฟเวน เช่น การย้อมสีเพิ่มความนุ่ม กลิ่นหอม สัมผัสความนุ่ม สมบัติกันน้ำ ไฟ ป้องกันไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีทางกายภาพและทางเคมี

6. วัสดุนอนวูฟเวนสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์

6.1 สปันบอนด์นอนวูฟเวน (Spunbond nonwoven) สามารถยึดตัวได้ หดตัวได้ดี ไม่สร้างมลภาวะเป็นพิษ ไม่มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ย่อยสลายได้ง่ายพอสมควรในระยะเวลาอันสั้น น้ำหนักเบามาก แต่สามารถรับน้ำหนักได้ดีพอสมควร คุณสมบัติไม่ดูดซับน้ำ และไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ รวมทั้งปลอดภัยแก่คนที่เรียก เชื้อรา ไม่สามารถเติบโตได้ในสปันบอนด์เป็นฉนวนไฟฟ้า ผ้าสปันบอนด์ เป็นวัสดุที่ใช้ในวงการแพทย์ เนื่องจากปลอดภัยจากเชื้อรา และแบคทีเรีย

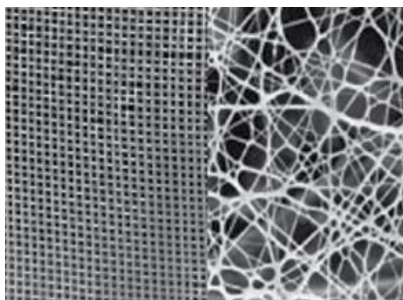
6.2 เมลต์โบลนนอนวูฟเวน (Meltblown nonwoven) การขึ้นรูปเส้นใยจากเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการยึดเส้นใยในแผ่นส่วนใหญ่เป็นเทคนิคการเชื่อมยึดด้วยความร้อน การเชื่อมยึดด้วยเคมี และการปักด้วยเข็มน้ำ แผ่นนอนวูฟเวนแบบเมลต์โบลนนี้มีความแข็งแรงน้อย จึงต้องใช้งานร่วมกับวัสดุ หรือนอนวูฟเวนชนิดอื่น ๆ จากคุณสมบัติเส้นใยที่มีขนาดเล็กละเอียดมาก จึงมักใช้ในงานกรอง เช่น ไส้กรอง แผ่นกรองในหน้ากากอนามัย ผลิตภัณฑ์ด้านการแพทย์และฉนวน เป็นต้น



รูปที่ 5 วัสดุหน้ากากอนามัยทางการแพทย์นอนวูฟเวน

หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) และอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respirator mask) จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ ใช้สำหรับการป้องกันสิ่งปนเปื้อนทั้งอนุภาคขนาดใหญ่และขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายของแพทย์ และคนไข้ผ่านทางระบบทางเดินหายใจ หน้ากากอนามัยได้ถูกใช้ในโรงพยาบาล และศูนย์การผ่าตัดเป็นหลักใช้ในศัลยกรรม ทันตแพทย์ และสัตวแพทย์เป็นส่วนใหญ่ การเพิ่มสูงขึ้นของปัจจัยของโรค หรืออุบัติเหตุที่ต้องได้รับการผ่าตัด รวมถึงการส่งเสริมผลักดันนวัตกรรมทางการแพทย์ ได้ส่งผลต่อการเติบโตอย่างรวดเร็วของตลาดหน้ากากอนามัยโลก [5]

7. ผ้าทอนอนวูฟเวน (Nonwoven)



รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของผ้าทอ และผ้าทอนอนวูฟเวน โดยผ้าทอนอนวูฟเวนเกิดจากการขึ้นรูปจากเส้นใยโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากผ้าทอและผ้าถักโดยทั่วไป

จากรูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของผ้าทอ และผ้าทอนอนวูฟเวน โดยผ้าทอนอนวูฟเวนเกิดจากการขึ้นรูปจากเส้นใยโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากผ้าทอและผ้าถักโดยทั่วไป มีการขึ้นรูปเส้นใยให้เป็นเส้นด้ายก่อนแล้วจึงนำไปขึ้นรูปเป็นผ้า ดังนั้นถ้าเรานำเอาแผ่นนอนวูฟเวนมาส่องกล้องขยายดูโครงสร้าง จะเห็นเป็นเส้นใยพาดในทุกทิศทาง นอนวูฟเวน มีข้อเด่น คือ สามารถออกแบบให้มีลักษณะและคุณสมบัติที่หลากหลาย เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันไป ซึ่งลักษณะและคุณสมบัติที่หลากหลายของนอนวูฟเวน เกิดจากการเลือกใช้เส้นใยที่มีอยู่หลากหลายชนิด ทั้งเส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยประดิษฐ์ผสมผสานกับกระบวนการขึ้นรูปนอนวูฟเวน สามารถทำได้หลายเทคนิค นอนวูฟเวนมีกระบวนการผลิตรวดเร็ว และผลิตได้ในปริมาณมาก ต้นทุนการผลิตต่ำ จึงสามารถใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้ง (Disposable) ได้

8. การกรองสารเคมี ฝุ่น PM 2.5 และเชื้อแบคทีเรีย

สิ่งทอสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานทางด้านอุตสาหกรรมได้หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมนั้นๆ นอกจากนี้แล้วยังพบว่า มีการนำเอาวัสดุสิ่งทอมาใช้งานในลักษณะเป็นตัวกรองสารต่าง ๆ เช่น ของเหลว ก๊าซ ฝุ่นละออง เป็นต้น การใช้งานของตัวกรอง และอุปกรณ์การแยกสารจะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ตัวกรองจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับแยกสารส่วนที่ต้องการ และไม่ต้องการให้ออกจากกัน ยกตัวอย่างเช่น การกรองกากกาแฟ การกรองอากาศภายในรถยนต์เพื่อให้ได้อากาศที่ดี หรือการใช้หน้ากากที่มีตัวกรองสำหรับป้องกันกลิ่นของสารเคมี หรือก๊าซพิษ เป็นต้น โดยทั่วไปตัวกรองต่าง ๆ เหล่านี้ มักจะผลิตมาจากผ้าไม่ทอ (Nonwoven) และผ้าที่ทอ (Woven) ซึ่งมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป

8.1 การกรอง (Filtration) หมายถึง การจับ (Capture) หรือการกักเก็บอนุภาคขนาดเล็ก (Retention of small particles) จากกระแสการเคลื่อนที่ของก๊าซ การกรองสารมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวิธีการอุปกรณ์ สำหรับกรองสาร และชนิดของตัวกรอง (Filter) ที่ใช้ชนิดของการกรอง (Filtration types)

8.1.1 การกรองแบบเปียก (Wet filtration) เป็นการใช้ผ้ากรอง (Filter fabric) สำหรับแยกอนุภาคที่เป็นของแข็งออกจากของเหลวในลักษณะของก้อนเล็ก ลักษณะการไหลของของเหลวสำหรับการกรองแบบเปียกนั้น มีการไหลแบบอิสระผ่านตัวกลาง โดยที่อนุภาคของของแข็งจะหยุดนิ่งกับที่ และไม่ไหลผ่านตัวกลางที่เป็นตัวกรอง ซึ่งทำมาจากวัสดุสิ่งทอ การกรองลักษณะนี้จะสังเกตได้จากเครื่องกรองน้ำ ซึ่งภายในมีไส้กรองที่ทำมาจากผ้าไม่ทอ (Nonwoven)

8.1.2 การกรองแบบแห้ง (Dry filtration) เป็นลักษณะการกรองฝุ่นละอองต่าง ๆ โดยใช้ถุงกรอง หรือถุงเก็บฝุ่น (Bag filter) การกรองลักษณะนี้จะสังเกตได้จากเครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ทั่วไปตามบ้านเรือน หรือตามโรงงานอุตสาหกรรม ไส้กรองอากาศที่ใช้ในรถยนต์ หรือตัวกรองอากาศที่อยู่ในเครื่องปรับอากาศ วัสดุสิ่งทอที่นำมาใช้งานกรองลักษณะนี้จะใช้ผ้าไม่ทอ (Nonwoven)

8.2 การแบ่งประเภทของการกรอง (Classification of filtration) นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการแยกสารและการกรอง ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ชนิดของตัวกรองหรือไส้กรองที่ผลิตมาจากวัสดุสิ่งทอ และสมบัติการกักเก็บอนุภาค

ชนิดตัวกรอง หรือไส้กรอง	ขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ถูกกักเก็บ (ไมโครเมตร)
ผ้าทอ (Woven fabric)	5
ผ้าที่เป็นตาข่ายเชื่อมโยง (Link fabric)	200
ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets	0.5
ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และ Media felts	10
ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass	5
เส้นใยซึ่งมีลักษณะเรียงตัวกันอย่างดี (Loose fiber)	<1
เส้นใยที่นำไปทำเป็นผง (Loose powder)	<0.1

8.2.1 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets การกรองระดับไมโคร (Microfiltration) การกรองลักษณะนี้เป็นการกรองสารปนเปื้อนให้ออกจากเฟสของของเหลวหรือก๊าซ โดยใช้เมมเบรนที่เป็นรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous membrane) โดยรูพรุนจะมีขนาดระหว่าง 0.1–10 ไมโครเมตร การกรองประเภทนี้ มีลักษณะพื้นฐานที่แตกต่างจากการกรองแบบ Reverse Osmosis (RO) และแบบ Nano Filtration (NF) ทั้งนี้เนื่องจากการกรองทั้ง 2 แบบ (RO และ NF) จะต้องมีการใช้แรงดันต่ำไปสู่แรงดันที่สูงขณะทำการกรองสาร แต่ระบบ Microfiltration นั้นจะใช้ระบบแรงดันหรือไมใช้ก็ได้

8.2.2 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และ Media felts การกรองอนุภาค (Particle filtration) การกรองประเภทนี้ เป็นการแยกอนุภาคสารที่มีขนาดมากกว่า 10 ไมโครเมตร การกรองประเภทนี้สามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้เมมเบรนที่เป็นรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous membrane)

8.2.3 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass สามารถกักเก็บขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ถูกกักเก็บ คือ 5 (ไมโครเมตร)

8.3 สรุปการกรองสารชนิดของตัวกรอง หรือไส้กรองที่ผลิตมาจากวัสดุสิ่งทอ และสมบัติการกักเก็บอนุภาคทั้ง 4 ประเภท

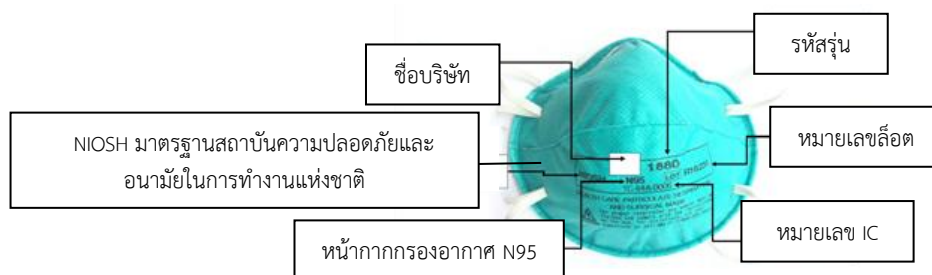
8.3.1 การกรองสารที่เป็นเส้นใย ลักษณะของเส้นใยเส้นใยซึ่งมีลักษณะเรียงตัวกันอย่างดี (Loose fiber) มีขนาดอนุภาค <1 (ไมโครเมตร) เส้นใยที่นำไปทำเป็นผง (Loose powder) <0.1 (ไมโครเมตร) 2. การกรองสารผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets 0.5 (ไมโครเมตร) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass 5 (ไมโครเมตร) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และ Media felts 10 (ไมโครเมตร) 3. การกรองสารที่เป็นผ้าทอ (Woven fabric) 5 (ไมโครเมตร) 4. การกรองสารที่เป็นผ้าที่เป็นตาข่ายเชื่อมโยง (Link fabric) 200 (ไมโครเมตร)

ตารางที่ 2 ผลของโครงสร้างลายทอต่อสมบัติของตัวกรองสารที่ผลิตจากผ้า

คุณสมบัติ	โครงสร้างการทอ		
	ลายขัด	ลายทะแยง	ลายตัววน
ความคงรูป (Rigidity)	ดีที่สุด	พอใช้	ต่ำ
การบีบอัด (Bulk)	ต่ำ	ดีที่สุด	ดีที่สุด
การไหลเวียนภายใน (Initial flow rate)	ต่ำ	ดี	ดีที่สุด
ประสิทธิภาพการกักเก็บ (Retention efficiency)	ดีที่สุด	พอใช้	ต่ำ
การปล่อยตะกอน (Cake release)	ดี	ต่ำ	ดีที่สุด

โครงสร้างลายผ้าทอตามคุณสมบัติ ได้แก่ ความคงรูป การบีบอัด การไหลเวียนภายใน ประสิทธิภาพการกักเก็บ การปล่อยตะกอน จากตารางแสดงเรียงตามลำดับตามคุณภาพ โครงสร้างลายผ้าทอ 1. ลายตัววน 2. ลายขัด 3. ลายทะแยง [6]

9. ข้อมูลผลิตภัณฑ์สิ่งทอทางการแพทย์

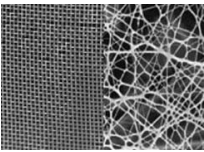
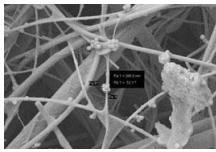


รูปที่ 7 หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ 95 ป้องกันระบบทางเดินหายใจ

หน้ากากอนามัยชนิด Respirator หรือเป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ 0.3-0.1 ไมครอน ของหน้ากากมีทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ 95% (N95), 99% (N99), และ 99.97% (N100 หรือ ตัวกรองชนิด HEPA filter) หน้ากาก N95 เหมาะสำหรับบุคลากรแพทย์ผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง SARS เป็นต้น วัสดุที่ใช้ทำแผ่นกรอง ได้แก่ PTFE ที่ผ่านกระบวนการ Electrospinning Process การแพร่กระจายของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เกิดขึ้นผ่านการสัมผัส และละอองฝอยขนาดใหญ่ (Droplet) เป็นหลัก ที่เกิดจากการพ่นสารคัดหลั่งออกมาจากปาก หรือผ่านการไอ ซึ่งจะตกตามแรงโน้มถ่วงของโลก สามารถเดินทางในอากาศได้ไกลประมาณ 1 เมตร แม้ว่าการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่วนใหญ่เป็นทางฝอยละอองขนาดใหญ่ แต่การทำหัตถการที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจในผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เช่น การใส่และถอดท่อหายใจ การดูดเสมหะในหลอดลม การพ่นยา การส่องกล้องหลอดลม การให้ออกซิเจนอัตราไหลสูง การกระตุ้นให้เกิดการขับเสมหะ การกั๊กชีวิต ล้วนทำให้เกิดการแพร่กระจายทางอากาศ (Airborne transmission) ได้โดยผ่านทางละอองฝอยขนาดเล็ก (Aerosol) ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอนเมตร ซึ่งสามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นระยะเวลานาน และในระยะทางที่ไกลเกิน 2 เมตร จึงสามารถติดต่อได้ทางการสูดละอองฝอยขนาดเล็กเหล่านั้นที่มีไวรัสอยู่ และก่อให้เกิดโรคขึ้นการทำหัตถการเหล่านี้จึงเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อให้แก่ บุคลากรทางการแพทย์ รวมถึงวิสัญญีแพทย์ ที่มีโอกาสเสี่ยงได้รับละอองฝอยจากการทำหัตถการเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ดังนั้น จึงควรทำในห้องแรงดันลบที่มีการหมุนเวียนอากาศอย่างดี และปิดประตูมิดชิด หรือห้องใด ๆ ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลอากาศอย่างรวดเร็ว และจำกัดจำนวนบุคลากรให้น้อยที่สุด และมีอุปกรณ์ป้องกันตนเองที่เหมาะสมในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อทางอากาศ ซึ่งรวมถึงหน้ากากกรองอากาศชนิด N95 ด้วย

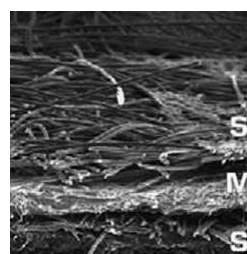
หน้ากากกรองอากาศคุณภาพสูง ที่ตัวกรองฝุ่นละอองนั้นผลิตจากเส้นใย Polypropylene ขนาดเล็ก และมีประจุไฟฟ้าสถิต ทำให้การกรองมีประสิทธิภาพ โดยหน้ากากกรองอากาศนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดการสัมผัสของผู้สวมใส่ต่อละอองฝอยขนาดใหญ่ และละอองฝอยขนาดเล็กที่จะเกิดขึ้นผ่านการสูดหายใจ โดยจะต้องได้รับการประเมิน ทดสอบ และอนุมัติโดยกรมอาชีวอนามัยของสหรัฐอเมริกา (The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)) ว่าสามารถกรองอนุภาคที่ไม่ใช่สารที่ประกอบด้วยน้ำมัน (N=Not resistance to oil) ขนาด 0.3 ไมครอนเมตร ได้อย่างน้อย 95% โดยการทดสอบจะทำโดยทดสอบกับสภาวะวิกฤตที่สุดที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งาน โดยการใช้ละอองฝอย NaCl ที่ขนาด 0.3 ไมครอนเมตร ที่อัตราการไหลของอากาศ 85 ลิตรต่อนาที ซึ่งจำลองถึงการใช้งานระดับปานกลางถึงมาก และในสภาวะที่มี Aerosol loading อย่างน้อย 200 มิลลิกรัม โดยถือว่าเป็นสภาวะที่มีฝอยละอองเจือปนในระดับที่มาก นอกจากคุณสมบัติการกรองที่เหมาะสมของหน้ากากกรองอากาศแล้ว หน้ากากนั้นควรมีความพอดีกับรูปทรงใบหน้าผู้สวมใส่ เพื่อลดการปนเปื้อนของละอองฝอยผ่านช่องว่างระหว่างผิวหนังและหน้ากากกรองอากาศให้มากที่สุด และยังต้องมีการสวมใส่และถอดออกอย่างถูกต้องด้วย [7]

ตารางที่ 3 รายละเอียดจากไวรัส ผ่านสิ่งทอนอนวูฟเวน เข้าสู่ตัวกรองและหน้ากากอนามัย N95

ฝุ่น PM 2.5 และไวรัสโคโรนา-19	Nonwoven	ตัวกรองชนิด HEPA	หน้ากาก N95
 ไวรัสโคโรนา-19 เกิดจากการผสมสารพันธุกรรมระหว่างไวรัสโคโรนา ของค้างคาวกับงูเห่า กลายพันธุ์เป็นไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ SARS-CoV-2 แพร่เข้ามาสู่คนได้	 สิ่งทอทางด้านเทคนิค สามารถทำได้หลายเทคนิค สิ่งทอนอนวูฟเวนมีการบวนการผลิตรวดเร็วผลิตได้ในปริมาณมากและต้นทุนการผลิตต่ำ	 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นกรองอากาศ ที่จะได้ว่าชื่อเป็นแผ่นกรองอากาศ HEPA นี้ จะต้องสามารถกรองฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 0.3 ไมครอน [7]	 ป้องกันเชื้อโรคที่มีขนาดเล็กสูงกว่าหน้ากากอนามัยแบบทั่วไป มีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคขนาดเล็ก PM 2.5 และ PM 10 ไม่น้อยกว่า 95%

ประโยชน์หลักของหน้ากากอนามัยในทางการแพทย์ ใช้สำหรับป้องกันการติดต่อของเชื้อโรคระหว่างแพทย์ หรือศัลยแพทย์ และผู้ป่วยศัลยแพทย์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดจะทำการสวมหน้ากากอนามัยระหว่างผ่าตัด หรือเมื่อจำเป็นต้องรักษาผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันการติดต่อของเชื้อแบคทีเรียทั้งในรูปแบบของเหลว เช่น น้ำลาย น้ำเหลืองและเลือด หรือละอองปนเปื้อนเชื้อ ซึ่งสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปาก และจมูก

วัสดุที่นิยมใช้ในการผลิตหน้ากากอนามัยได้แก่ ผ้าชนิดไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven fabric) มีทั้งแบบประกอบ 2 ชั้น และ 3 ชั้น และในการเชื่อมแต่ละชั้น จะนิยมทำการเชื่อมแบบอัลตราโซนิค เพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการกรองแบคทีเรีย ค่าประสิทธิภาพการกรองและดักจับแบคทีเรีย (Bacterial Filtration Efficiency : BFE) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของหน้ากากอนามัยในการกรองอนุภาคของแบคทีเรีย และเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ รวมถึงไวรัสได้ในระดับใด และการวัดประสิทธิภาพของการกรองฝุ่นละออง หรือเชื้อโรคขนาดเล็กของหน้ากากอนามัย สามารถทำการวิเคราะห์ โดยค่าประสิทธิภาพการกรองสิ่งปนเปื้อนอนุภาคขนาดเล็ก (Particle Filtration Efficiency : PFE) โดย การทดสอบทั้งสองจะแสดงผลเป็นค่าร้อยละของมวลสาร หรือจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถแพร่ผ่านหน้ากากได้ [8]



รูปที่ 8 ชุดผ่าตัดแพทย์และหน้ากากอนามัย นอนวูฟเวนแบบสปันบอนด์-เมลต์โบลน-สปันบอนด์

ชุดผ่าตัดแพทย์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable surgical gown) ผลิตจากนอนวูฟเวนแบบหลายชั้น (Multi-layered nonwoven) ซึ่งประกอบด้วย ชั้นของนอนวูฟเวนแบบสปันบอนด์ โดยมีชั้นของนอนวูฟเวนแบบเมลต์โบลนอยู่ระหว่างกลาง และยึดติดเป็นแผ่นเดียวกันด้วยความร้อนและแรงกล เพื่อให้มีสมบัติด้านความแข็งแรง และการป้องกันเชื้อโรค กระบวนการผลิตนอนวูฟเวนแบบหลายชั้นนี้ จึงประกอบด้วยระบบของสปันบอนด์ที่ผลิตแผ่นสปันบอนด์ ชั้นแรกจะถูกส่งผ่านตามสายพานไปยังระบบของเมลต์โบลน ซึ่งจะทำให้การขึ้นรูปแผ่นเมลต์โบลนลงบนแผ่นสปันบอนด์ จากนั้นแผ่นคอมโพสิตที่ได้จะถูกส่งต่อตามสายพานไปยังระบบสปันบอนด์ที่สอง เพื่อทำการขึ้นรูปแผ่นลงบนชั้นของแผ่น สปันบอนด์-เมลต์โบลน ก่อนที่แผ่นคอมโพสิตสปันบอนด์-เมลต์โบลน-สปันบอนด์ (Spunbond Meltblown Spunbond : SMS) ทำให้ยึดติดกันมากขึ้นโดยการรีดผ่านลูกกลิ้งร้อน [9]

10. สรุปและอภิปรายผล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกรองเชื้อแบคทีเรียของเทคโนโลยี Nonwoven นั้น สามารถผลิตหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ได้ จะแบ่งออกได้หลายประเภทด้วยกัน ซึ่งในแบบทั่วไปนั้น มีประสิทธิภาพในการกรองเชื้อโรค และสิ่งปนเปื้อนอนุภาคเล็กได้น้อยกว่า หน้ากากอนามัยชนิด Respirator หรือ เป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 ใน N95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพ การกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ 0.3-0.1 ไมครอน หน้ากาก N95 จึงเหมาะสำหรับบุคลากรแพทย์ ผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง SARS เป็นต้น วัสดุที่นิยมใช้ทำแผ่นกรอง ได้แก่ HEPA filter เป็น ชื่อย่อที่มาจาก High Efficiency Particulate Air (HEPA) คือ ชนิดของตัวกรองอากาศ ที่ประกอบไปด้วยเส้นใยที่ทักทอไปมาแบบสุ่มของไฟเบอร์กลาส จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.5-2.0 ไมครอน ตัวกรอง HEPA filter มีการใช้งานที่หลากหลายทั้งในทางป้องกันทางมลภาวะฝุ่นละออง PM 2.5 และป้องกันโรคติดต่อทางเดินหายใจเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ได้อีกด้วย

11. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ จึงทำให้ทราบถึงแนวทางการป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และเชื้อไวรัสโคโรนา-19 เมื่อเข้าไปสู่ร่างกายแล้วนั้น ทำให้ร่างกายติดเชื้อ โคโรนา-19 ได้ โดยการป้องกันเบื้องต้นนั้น มีการนำเอาเทคโนโลยีสิ่งทอที่เรียกว่า สิ่งทอเทคนิค หรือ Technical textile นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ สำหรับทางการแพทย์ในยุควิถีชีวิตใหม่ (New normal) ซึ่งเทคโนโลยีที่ว่านี้คือ เทคโนโลยีสิ่งทอ Nonwoven สิ่งทอนอนวูฟเวนนั้น สามารถผลิตเป็นหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ และชุดผ่าตัดสำหรับทางการแพทย์ได้ และยังคงตอบสนองในช่วงวิกฤต ณ ปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นกรองฝุ่นละออง สำหรับกรองฝุ่นที่มีขนาดเล็ก PM 2.5 และยังช่วยในเรื่องของวิกฤตโรคติดต่อทางเดินหายใจ และลดจำนวนผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพเทคโนโลยีอนวูฟเวนนั้น สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการเข้าสู่ยุคสังคมผู้สูงอายุในอนาคตได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สำหรับการสนับสนุน การทำบทความวิชาการ รวมถึงขอขอบคุณ คณาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้ซึ่งให้คำแนะนำ ในการเขียนบทความวิชาการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chaichalothorn, M., Kiattkasemsan, B., & Saeyup, P. (2020). "N95 respirator during COVID-19 pandemic." *Thai Journal of Anesthesiology*. 46(3), 95-102. (in Thai)
- [2] Nimmanorraluk, P., Vongyuttakrai, P., & Tavattana, T. (2013). A study on waste reduction through machine adjustment and ratio formulation in nonwoven fabric material production. *Journal of Industrial Education*. 7(2), 33-41. (in Thai)
- [3] Prasarn, P. (2009). "Nonwoven." *MTEC Journal*. (57), 21-27. [online]. Available: https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/246_21-27.pdf Retrieved April 1, 2021. (in Thai)
- [4] Thailand Textile Institute. (2019). *Thailand textile & garment industrial profile*. [online]. Available: <https://www.thaitextile.org/th/insign/downloadcmsrc.preview.87.html> Retrieved April 1, 2021.
- [5] Plastics Institute of Thailand. (2020). *Mask product: Database of industrial structure products, materials, medical devices*. [online]. Available: <http://medicaldevices.oie.go.th/box/Article/8482> Retrieved April 1, 2021. (in Thai)
- [6] Borirak, T. (2019). "The crisis lessons from PM 2.5 air pollution." *Eau Heritage Journal: Science and Technology*. 13(3), 44-58. (in Thai)
- [7] Sathirattanakun, T. (2008). "Things to know about air filters." In P. Surawattanawan, (Ed.). *Air Conditioning Engineering Association of Thailand* (Set no. 17), Bangkok: Air Conditioning Engineering Association of Thailand. 39-55. (in Thai)

-
- [8] Chaleoykitt, S., Artsanthia J., & Daodee, M. S. (2020). "The effect of COVID-19 disease: Teaching and learning in nursing research." **Journal of Health and Nursing Research**. 36(2), 255-262. (in Thai)
- [9] Mongkolrattanasit, R., Rungruangkitkrai, N., & Pangsai, M. (2015). **Textile materials for filtration**. [online]. Available: <https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.448.1.0.html> Retrieved April 1, 2021.