อภินันทนาการ

คู่มือปฏิบัติการ

มลพิษทางอากาศและทางเสียงและการควบคุม: ส่วนมลพิษอากาศ

Laboratory Manual (Air Pollution Practices) for Air and Noise Pollution and Controls (Course No. 617322)

โดย นเรศ เชื้อสุวรรณ

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

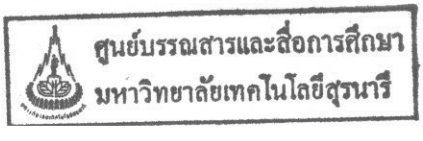
แก้ไขครั้งที่ 3 (พฤศจิกายน 2548)

School of Environmental Health, Institute of Medicine

Suranaree University of Technology (SUT)

Nakorn Rachasrima, Thailand

3nd Edition (November 2005)



สารบัญ

บทนำ หน้า 3

เนื้อหา

ข้อแนะนำเบื้องต้น: รูปแบบของรายงานปฏิบัติการ หน้า 4

ปฏิบัติการตรวจวัดควันดำ (ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล) หน้า 6

ปฏิบัติการตรวจวัดไอเสีย (ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน) หน้า 18

ปฏิบัติการเก็บตัวอย่างสารมลพิษที่อยู่ในรูปก๊าซ (เน้น NO_2) หน้า 28

พื้นฐานการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ หน้า 30

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. เอกสารประกอบของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา หน้า 13

ภาคผนวก ข. เอกสารประกอบของกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ หน้า 24

บทนำ

เนื้อหาของคู่มือฉบับนี้เป็นฉบับที่มีการแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 3 (พฤศจิกายน 2548) ในส่วนของปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศ เสียงและการควบคุม (รายวิชา 617322) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2 สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์หลักของคู่มือฉบับนี้ คือ การใช้เป็นแนวทางสำหรับเตรียมความพร้อมในการเสริมสร้างความรู้ก่อนและหลังลงมือปฏิบัติ การใช้เป็นคู่มือเขียนรายงาน รวมทั้งสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนให้มีมากขึ้นในเรื่องของการใช้เครื่องมือตรวจวัดด้านมลพิษอากาศ เนื้อหาของแต่ละปฏิบัติการในส่วนนี้ครอบคลุมทั้งสิ้น 7 ปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

- ปฏิบัติการตรวจวัดควันดำ (ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล)
- ปฏิบัติการตรวจวัดไอเสีย (ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน)
- ปฏิบัติการเก็บตัวอย่างสารมลพิษที่อยู่ในรูปก๊าซ (เน้น NO_2)
- ปฏิบัติการพื้นฐานการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ
- ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศ
- ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศ
- ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นละอองในสถานประกอบการ

รายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละปฏิบัติการสามารถนำมาประกอบกับความรู้ที่ได้จากการบรรยายในชั้นเรียนจะช่วยเสริมทักษะด้านการใช้เครื่องมือและการตรวจวัดมลพิษอากาศให้กับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

นเรศ เชื้อสุวรรณ

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม
สำนักวิชาแพทยศาสตร์

พฤศจิกายน 2548

ข้อแนะนำเบื้องต้น: รูปแบบของรายงานปฏิบัติการ

1. รายงานฯ จะใช้การเขียนหรือพิมพ์ก็ได้ หากเขียนให้ใช้ "ตัวบรรจง" และให้ผู้อื่นสามารถอ่านและเข้าใจได้ ข้อแนะนำของรูปแบบของรายงานฯ อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

   ก. ปกรายงานฯ ให้มีรายละเอียดของรายวิชา ชื่อปฏิบัติการ ชื่อ-สกุลของผู้จัดทำ ชั้นปี หมายเลขประจำตัว วันที่ทำปฏิบัติการ ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.

รูปที่ 1. รูปแบบของปกรายงาน

รายงานปฏิบัติการ

วิชา มลพิษทางอากาศ เสียงและการควบคุม

(617322)

เรื่อง

(ใส่หัวข้อของปฏิบัติการ)

วันที่...(ปฏิบัติการ).....

โดย

ชื่อ-สกุล (นักศึกษา) หมายเลขประจำตัว.....

ชั้นปีที่ .....

สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข. วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ ให้ระบุว่าปฏิบัติการที่ได้ทำไปแล้วมีวัตถุประสงค์เป็นอย่างไร

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ให้ระบุว่ามีการใช้เครื่องและอุปกรณ์ชนิดใดบ้างในการฝึกปฏิบัติการ

ง. วิธีทดลอง ให้ระบุถึงวิธีทดลองเป็นขั้นเป็นตอนตั้งแต่การเตรียมอุปกรณ์ การสอบเทียบเครื่องมือ (แนะนำให้เขียนเป็นแผนภูมิประกอบด้วย)

จ. ผลการทดลอง ให้แสดงรายละเอียดของผลการทดลอง เช่น การตรวจวัดมลพิษต่าง ๆ ให้ผลเป็นอย่างไร มลพิษมีระดับความเข้มข้นเท่าไร เป็นต้น

ฉ. สรุปผลการทดลองและข้อสังเกต ให้สรุปผลที่ได้จากการทดลองและแสดงข้อสังเกตที่ได้ เช่น ค่าการตรวจวัดเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน เป็นต้น

ช. การตอบคำถาม ให้ตอบคำถามที่มีอยู่ในด้านท้ายของคู่มือปฏิบัติการในแต่ละเรื่อง

2. ข้อบังคับในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ก. นักศึกษาต้องปฏิบัติตามข้อบังคับของการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด หากไม่ปฏิบัติตามจะมีการตักเตือนและจดชื่อในความผิดครั้งแรก และจะทำการตัดคะแนนหากทำผิดข้อบังคับในครั้งต่อไป

ข. นักศึกษาต้องใช้ความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ หากทำเสียหายต้องถูกปรับชดเชยให้กับมหาวิทยาลัย

ค. ห้ามนักศึกษาเล่นในห้องปฏิบัติการอย่างเด็ดขาด เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายและการบาดเจ็บ รวมทั้งอุปกรณ์เสียหายได้

ง. นักศึกษาควรสวมแว่นป้องกันเศษสิ่งของกระเด็นเข้าตาขณะใช้ห้องปฏิบัติการ

3. ข้อแนะนำทั่วไป

- หน่วยที่ใช้กันทั่วไปในการรายงานปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศ คือ ส่วนในล้านส่วน (part per million – ppm) หรือ มคก.ต่อลบ.ม. การแปลงระหว่างหน่วยทั้งสองมีสูตรง่าย ๆ ดังนี้

มคก.ต่อลบ.ม. = [ppm x Molecular Weight]/0.02445 (ที่ 25°C, 1 atm)

ปฏิบัติการตรวจวัดควันดำ (ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล)

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศจากไอเสียของยานพาหนะเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ที่มีสภาพการจราจรติดขัด ปฏิบัติการนี้เน้นเฉพาะควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล รถยนต์ดีเซลเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศเนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลบ่อยครั้งปล่อยเขม่าออกจากท่อไอเสียทำให้เกิดควันดำออกสู่บรรยากาศ ซึ่งควันดำมีองค์ประกอบของสารเคมีบางชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) เป็นต้น รวมทั้งก๊าซบางชนิดที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสียยังเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดสภาพฝนกรดขึ้นอีกด้วย เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดอ๊อกไซด์ (SO_2) เป็นต้น กรณีเหล่านี้ยังไม่รวมถึงความไม่น่าดู (non aesthetic) การควบคุมควันดำจากรถยนต์ดีเซลจึงเป็นส่วนหนึ่งของข้อบังคับทางกฎหมายที่นำมาบังคับใช้ อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดควันดำเป็นเพียงส่วนหนึ่งของมาตรการทางกฎหมายที่ใช้ควบคุมป้องกันปัญหามลพิษเท่านั้น การทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้นจำเป็นต้องใช้มาตรการอื่นเข้ามาช่วยด้วย เช่น การให้ความรู้แก่ประชาชน การใช้อุปกรณ์ควบคุมมลพิษ เป็นต้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการตรวจวัดควันดำจากเครื่องยนต์ดีเซล
3. เพื่อให้นักศึกษารู้จักวิธีการใช้เครื่องมือตรวจวัดควันดำจากยานพาหนะ

หลักการเบื้องต้น

วิธีการตรวจวัดตามกฎหมายของการตรวจวัดควันดำของยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสามารถดำเนินการได้ 2 วิธี คือ

กรณีที่ 1 เครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบ (Dynamometer)

กรณีที่ 2 เครื่องยนต์ไม่มีภาระ (หรือจอดอยู่กับที่)

นอกจากนี้ วิธีการตรวจวัดที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมาย คือ ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2540) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ลงวันที่ 17 มิถุนายน 2540 แบ่งชนิดของเครื่องมือไว้ดังนี้ เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (filter) เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด (Full Flow Opacity) เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน (Partial Flow Opacity) โดยเครื่องมือตรวจวัดใช้ค่า

ของความทึบแสงที่วัดได้จากเครื่องมือตรวจวัดแสดงออกมาในรูปของปริมาณควันดำที่ปล่อยจากยานพาหนะเครื่องยนต์ดีเซล

อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม
2. เครื่องตรวจวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด (Full flow opacity)ของ Wager รุ่น 6500 (รูปที่ 1.) พร้อมอุปกรณ์

รูปที่ 1. ตัวเครื่องตรวจวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านของ Wager รุ่น 6500

3. เครื่องยนต์ดีเซลหรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ในปฏิบัติการนี้จะใช้รถแทรคเตอร์ 4 ล้อ ณ อาคารปฏิบัติการ 5 (หรือ รถกะบะบรรทุก หรือ รถตู้โดยสารในบางกรณี)
4. เครื่องคิดเลขและเทปวัดระยะ
5. สมุดจดบันทึก ปากกา/ดินสอ
6. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น แว่นตา safety, ถุงมือ เป็นต้น

ข้อพึงระวัง

ปฏิบัติการนี้เกี่ยวข้องกับเครื่องมือและรถยนต์ที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอันตรายขึ้นได้ โดยเฉพาะ ดังนั้น การปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่และการมีจิตสำนึกถึงความปลอดภัยของนักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งจำเป็นและพึงปฏิบัติ!

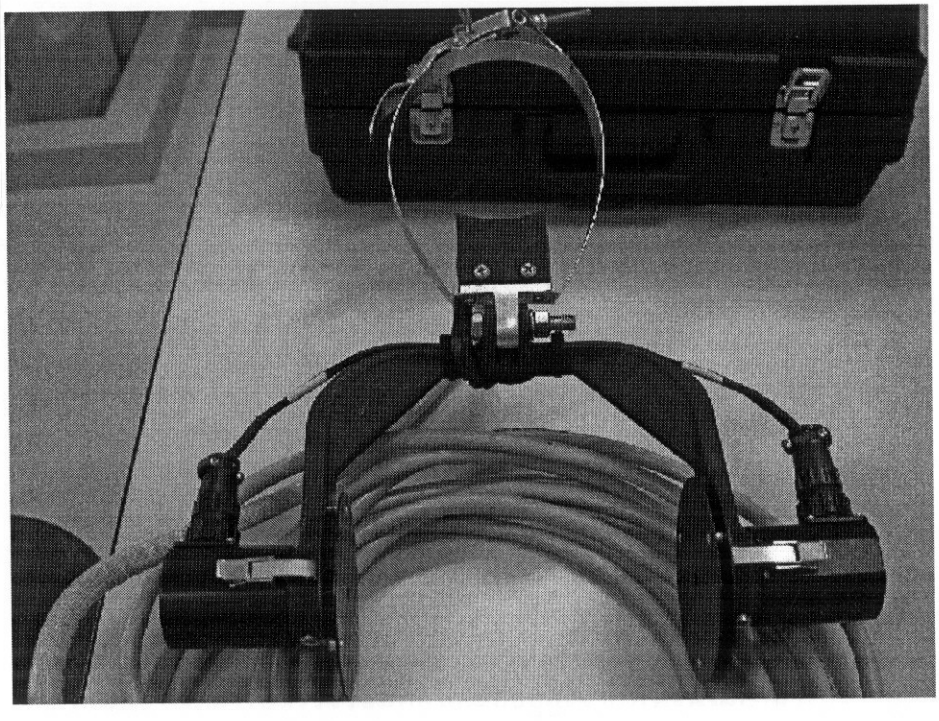
ปฏิบัติการ

ส่วนที่ 1 การเตรียมอุปกรณ์ตรวจวัดควันดำของ Wager รุ่น 6500

1. เตรียมเครื่องมือตรวจวัดควันดำ Wager รุ่น 6500 พร้อมอุปกรณ์ ที่มีอยู่ในกล่องใส่เครื่องมือออกมาประกอบ ดังนี้

    - นำตัวเครื่องตรวจวัดควันดำ (เครื่องสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน ดังแสดงในรูปที่ 1) ออกมาตั้งบนโต๊ะ ระวังมิให้ตกหรือกระแทก
    - นำส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดหรือ Optical sensor พร้อมสายต่อสัญญาณ (ลักษณะคล้ายหูฟังสีดำ รูปที่ 2.) ออกมาตั้งบนโต๊ะ ระวังมิให้ตกหรือกระแทก

    รูปที่ 2. ส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดหรือ Optical sensor พร้อมสายต่อสัญญาณ



2. นำสวิตช์เชื่อมต่อที่มีลักษณะเป็นปลั๊กทรงกลมสีดำที่อยู่ปลายสุดของสายต่อสัญญาณสายเสียบเข้ากับเบ้ารับด้านหน้าของตัวเครื่องวัดควันดำ รูปที่ 3. ใช้ความระวังในการต่อสวิตช์เพราะจะทำให้เข็มบิดหรือสวิตช์ชำรุด หากไม่แน่ใจให้ถาม

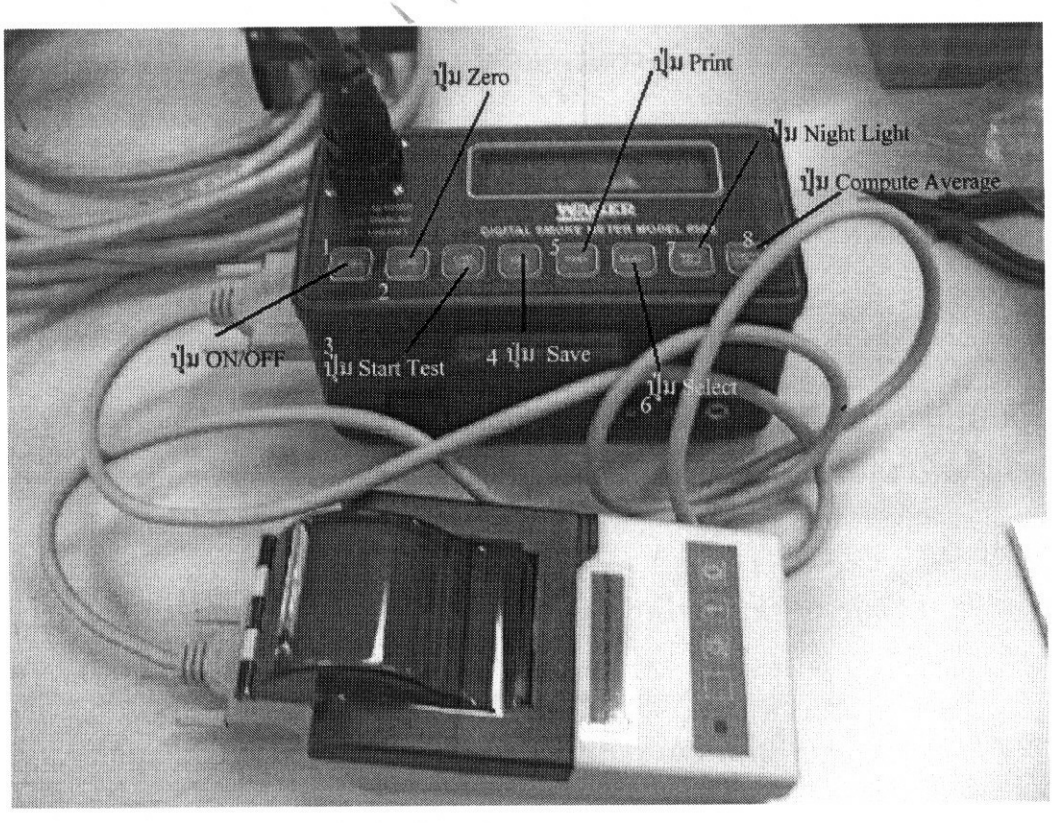
เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเครื่องมือ ถ้าตัวสวิตซ์เชื่อมต่อกันดีแล้วให้บิดไปทางขวาประมาณ ¼ รอบ จะทำให้การต่อเชื่อมสัญญาณสนิทมากขึ้น

3. กรณีที่เครื่องผ่านการตรวจวัดมาแล้วให้ทำความสะอาดเลนส์รับแสง และปรับเทียบเครื่องมือตามคำแนะนำของคู่มือ (ปรึกษาผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ)

4. เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดทุกชิ้นเชื่อมต่อกันหมดแล้ว ให้กดแป้น ON/OFF (รูปที่ 3. หมายเลข 1) บริเวณด้านหน้าของเครื่อง Wager รุ่น 6500 เพื่อทดสอบเครื่องมือ

5. หากผ่านการปรับเทียบภายในแล้ว (self calibration) แสดงว่าเครื่องมือพร้อมใช้งานตรวจวัดควันดำ

รูปที่ 3. ลักษณะของสวิตซ์เชื่อมต่อที่ต่อเข้ากับเครื่องตรวจวัดควันดำ Wager รุ่น 6500



6. หากรถยนต์ที่จะนำไปตรวจวัดมีท่อไอเสียอยู่สูงจากพื้นจนไม่สามารถวางอุปกรณ์ตรวจวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมได้ ให้นำเอาด้ามจับ (extension pole) ของอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณต่อเข้าด้วยกัน เพื่อยื่นให้อยู่ที่ปลายท่อไอเสีย เช่น กรณีของรถแทรกเตอร์ ณ อาคารเครื่องมือ 5 เป็นต้น

7. ติดตั้งหัววัดกับท่อไอเสียให้ระยะทางของแสงที่ตรวจวัดเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย (ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ลงวันที่ 17 มิถุนายน 2540 และฉบับที่ 4 พ.ศ.2541 ลงวันที่ 9 กันยายน 2541) ซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขป คือ ให้ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดหรือ Optical sensor อยู่ห่างจากปลายท่อไอเสียไม่เกิน 5 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของท่อไอเสีย 4 ประเภท ดังนี้

   (ก) ท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อตรง ให้อุปกรณ์ตรวจวัดห่างจากปลายท่อไอเสียไม่เกิน 5 ซม.

   (ข) ท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อบากทำมุม ให้อุปกรณ์ตรวจวัดอยู่ที่ปลายสุดของท่อไอเสียในส่วนที่เป็นท่อบากเมื่อวัดจากกึ่งกลางท่อไอเสียแต่ไม่เกิน 5 ซม.

   (ค) ท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อโค้ง ให้อุปกรณ์ตรวจวัดห่างจากปลายท่อไอเสียไม่เกิน 5 ซม.

   (ง) ท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อตรง ให้อุปกรณ์ตรวจวัดห่างจากปลายท่อไอเสียไม่เกิน 5 ซม.

ส่วนที่ 2 การเตรียมรถยนต์ดีเซลสำหรับตรวจวัดควันดำ

1. นำรถยนต์ไปจอดในบริเวณที่ทำการตรวจวัดควันดำ ซึ่งควรเป็นบริเวณที่ไม่ได้รับการรบกวนจากปัจจัยภายนอก เช่น กระแสลม แสงรบกวน ฝุ่นละออง เป็นต้น และให้ระบบส่งกำลังอยู่ในตำแหน่งว่าง (Neutral) หรือเกียร์ว่าง

2. หากมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และระบบเบรคไอเสียให้ทำการปิดระบบดังกล่าวให้หมด

3. ก่อนทำการทดสอบให้ใส่ห้ามล้อและค้ำยันที่ล้อรถยนต์ไม่ให้เคลื่อนที่ขณะทำการทดสอบ

4. ทำการติดเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานตามปกติ (กรณีรถที่เครื่องยนต์ยังเย็นอยู่ให้ทำการเดินเครื่องอยู่กับที่ไม่น้อยกว่า 5 นาที)

5. สังเกตและตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ ด้วยการเร่งเครื่องช้า ๆ จนความเร็วรอบสูงสุด ให้ฟังเสียงหรือสังเกตความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้น หากพบให้ระงับการตรวจวัดไว้ก่อนจนกว่าเครื่องยนต์อยู่ในสภาพปกติ

ส่วนที่ 3 การตรวจวัดควันดำจากยานพาหนะดีเซลด้วยเครื่อง Wager รุ่น 6500

1. เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดทุกชิ้นเชื่อมต่อกันหมดแล้ว ให้กดแป้น ON/OFF (รูปที่ 3. หมายเลข 1) บริเวณด้านหน้าของเครื่อง Wager รุ่น 6500 เมื่อเครื่องผ่านการปรับเทียบภายในแล้วเครื่องมือจะอยู่ในสถานะพร้อมใช้งานสำหรับตรวจวัดควันดำ

2. **นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการนี้ห้ามอยู่บริเวณที่อาจเกิดอันตรายอย่างเด็ดขาด หากรถมีการไหลหรือเคลื่อนออกจากที่ เช่น ด้านหน้าและหลังของรถยนต์ เป็นต้น เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ ผู้ที่ฝ่าฝืนจะต้องถูกลงโทษตามระเบียบของมหาวิทยาลัย**

3. พยายามให้สายต่อสัญญาณอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสีย และหลีกเลี่ยงมิให้สายต่อสัญญาณสัมผัสกับส่วนที่ร้อนอันอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้

4. กดแป้น Select (รูปที่ 3. หมายเลข 6) บริเวณด้านหน้าของเครื่อง Wager รุ่น 6500 เพื่อเลือกขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อไอเสีย เมื่อได้ขนาดที่ต้องการแล้วให้กดแป้น Save (รูปที่ 3. หมายเลข 4)

5. กดแป้น Select หากแรงม้า (HP) เพื่อเลือกตัวเลขที่ตรงกับชนิดของเครื่องยนต์ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อไอเสีย เมื่อได้แรงม้าที่ต้องการแล้วให้กดแป้น Save

6. ผ่านมือไปบริเวณอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อบังแสงไม่ให้ผ่านไปยังตัวรับ (Light detector) อ่านค่าที่ได้จากจอว่าเป็น 100% ก่อนเลื่อนมือออกแล้วอ่านค่าอีกครั้งจากจอแสดงผล ค่าที่ได้ควรเป็น 0% หากไม่ได้ให้กดแป้น Zero (รูปที่ 3. หมายเลข 2)

7. ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ตรวจวัดยังคงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามข้อ 6 ของส่วนที่ 1 หรือไม่ ปรับระยะได้หากจำเป็น

8. กดแป้น Start Test (รูปที่ 3. หมายเลข 2) เพื่อเริ่มทำการวัด สังเกตจอแสดงผลจะขึ้นตัว T1 แสดงถึงการวัดค่าควันดำครั้งที่ 1

9. เร่งเครื่องยนต์จนสุดคันเร่งอย่างเร็วพร้อมตรวจวัด

10. บันทึกค่าความทึบแสงที่ได้ และทำซ้ำข้อ 8 และ 9 อีก 1 ครั้งพร้อมบันทึกผล

11. หากค่าความทึบแสงที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองครั้งต่างกันเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ให้เริ่มทำการวัดใหม่ พร้อมบันทึกผลและรายละเอียดของรถยนต์ที่ใช้ทดสอบ (ยี่ห้อ รุ่น ปีปริมาตรความจุกระบอกสูบ)

12. เมื่อตรวจวัดเสร็จให้ปิดเครื่อง Wager และเก็บอุปกรณ์ทั้งหมดให้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน

คำถาม

1. ตามกฎหมายของไทยค่าความทึบแสงจากเครื่องยนต์ดีเซลที่ตรวจวัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานเป็นอย่างไร? อภิปราย
2. วิธีการตรวจวัดควันดำแบบที่ได้ปฏิบัติไปแล้วมีความแตกต่างจากวิธีอื่นตามกฎหมายของไทยอย่างไร? อภิปราย

แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าควันดำ

<u>ปฏิบัติการตรวจวัดค่าควันดำจากยานพาหนะเครื่องยนต์ดีเซล</u>

ชื่อ-สกุล.....เลขประจำตัว.....กลุ่มที่.....

สถานที่ทดสอบ.....

ลักษณะของยานพาหนะ (รายละเอียด)

.....

.....

ลักษณะของสภาพอากาศ.....

การตรวจวัดครั้งที่ 1				
หมายเลขรถ (VIN)	วันที่ทดสอบ	ค่าความทึบแสง 1 (T1)%	ค่าความทึบแสง 2(T2) %	ค่าความทึบแสง 3(T3) %
ค่าความทึบแสงเฉลี่ย (%)				
ค่าความแตกต่าง (Spread) %				
การตรวจวัดครั้งที่ 2 (กรณีตรวจวัดซ้ำ)				
หมายเลขรถ (VIN)	วันที่ทดสอบ	ค่าความทึบแสง 1 (T1)%	ค่าความทึบแสง 2(T2) %	ค่าความทึบแสง 3(T3) %

ค่าความทึบแสงเฉลี่ย (%)				
ค่าความแตกต่าง (Spread) %				

ภาคผนวก ก.

เอกสารประกอบของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา

วิธีการตรวจวัดค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2540 และมีการแก้ไขเพิ่มเติมด้วยประกาศกระทรวงวิทย์ฯ ฉบับที่ 4 พ.ศ.2541 เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีรายละเอียดจากเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา (หรืออาจใช้สำเนาจากราชกิจจานุเบกษา) ดังรายละเอียดในเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Naras Chuenuswan © 2004 สำนักวิชาการและมาตรฐานการโอนสัญญาต่างประเทศ

ท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

ข้อ ๑ ความหมายของคำ

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

"ความเร็วรอบสูงสุด" หมายความว่า ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะเร่งเครื่องยนต์สูงสุดโดยไม่มีภาระ และระบบถ่ายกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังล้อรถยนต์ อยู่ในสภาพไม่ทำงาน

"สภาพภาระสูงสุด" หมายความว่า สภาพของเครื่องยนต์ขณะที่ให้กำลังสูงสุดโดยมีภาระ และอยู่บนเครื่องทดสอบ

"เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำโดยใช้กระดาษกรอง และวัดค่าของแสงที่สะท้อนจากกระดาษกรอง ซึ่งวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละ

"ระยะความยาวของทางเดินแสง (Optical Path Length)" หมายความว่า ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ถูกปิดกั้นด้วยควันดำในขณะตรวจวัด

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านทั้งหมด (Full Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำทั้งหมดไหลผ่านช่องวัดแสง และวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๗๖ มิลลิเมตร หรือเทียบเท่า

"เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง แบบไหลผ่านบางส่วน (Partial Flow Opacity)" หมายความว่า เครื่องมือตรวจวัดควันดำ ที่ให้ควันดำไหลผ่านช่องวัดแสงบางส่วนและวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านควันดำ โดยวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละที่ระยะความยาวของทางเดินแสงที่ ๔๓๐ มิลลิเมตร หรือเทียบเท่า

ข้อ ๒ การเตรียมรถยนต์ก่อนการทดสอบให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) จอดรถยนต์อยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

(๒) ปิดระบบเครื่องปรับอากาศของรถยนต์ และระบบเบรคไอเสีย (ถ้ามี)

(๓) เดินเครื่องยนต์ ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ

(๔) ตรวจสอบความผิดปกติ ของอุปกรณ์เครื่องยนต์ เช่น ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (Governor) โดยการทดลองเหยียบคันเร่งอย่างช้าๆ ให้ความเร็วของเครื่องยนต์ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นทีละน้อย จนกระทั่งถึงความเร็วรอบสูงสุด ขณะเร่งเครื่องยนต์ให้สังเกต หรือฟังเสียงสิ่งผิดปกติของเครื่องยนต์ ถ้าพบอาการผิดปกติที่อาจทำให้เครื่องยนต์เสียหาย หรือไม่ปลอดภัย ให้ระงับการทดสอบยานพาหนะจนกว่าจะซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์

(๕) กรณีที่มีท่อไอเสียมากกว่าหนึ่งท่อ ให้ตรวจวัดค่าควันดำจากท่อไอเสียที่มีปริมาณควันดำมากที่สุด

ข้อ ๓ การเตรียมเครื่องมือตรวจควันดำให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(๑) กรณีใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด (Probe) เลนส์กระจกรับแสง และการปรับแต่งเครื่องมือ (Calibrate) ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันเครื่องมือจากการรบกวนภายนอก เช่น ลม ฝุ่นละออง หรือแสงรบกวน ที่จะมีผลให้การตรวจวัดผิดพลาด

(ค) การติดตั้งหัววัดกับท่อไอเสียของรถยนต์ และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ให้เป็นไปตามรูปที่ ๑-๔

(๒) กรณีใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านบางส่วน

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด เลนส์กระจกรับแสง และการปรับแต่งเครื่องมือ ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันเครื่องมือจากการรบกวนภายนอก เช่น ลม ฝุ่นละออง หรือแสงรบกวน ที่จะมีผลให้การตรวจวัดผิดพลาด

(ค) สอดหัววัดเข้าไปในท่อไอเสียของรถยนต์ โดยให้ปลายของหัววัดอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า ๐.๕ เซนติเมตร

(ง) ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ให้เป็นไปตามกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ ของระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) และตัวรับแสง (Light Detector) ของเครื่องมือ

(๓) การแปลงค่าควันดำที่ตรวจวัดได้ เป็นค่าควันดำที่ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐานให้เป็นไปตามสมการที่ ๑

$$ค_{๗๖} = ๑๐๐\left[๑ - \left(๑ - \frac{ค_{๑}}{๑๐๐} \right)^{(ย_{๗๖}/ย_{๑})} \right] \qquad \text{สมการที่ ๑}$$

Nares Chueruswan © 2004 สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

$k_{๗๖}$ = [illegible]

$k_{ว}$ = ค่าควันดำที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือ (%)

$y_{๗๖}$ = ระยะความยาวของทางเดินแสงมาตรฐาน (๗๖ มิลลิเมตร)

$y_{ว}$ = ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง (มิลลิเมตร)

(๔) กรณีใช้เครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง

(ก) การทำความสะอาดเครื่องมือ เช่น หัววัด (Probe) และการปรับแต่งเครื่องมือ (Calibrate) ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือ

(ข) สอดหัววัดเข้าไปในท่อไอเสียของรถยนต์ โดยให้ปลายของหัววัดอยู่ห่างจากผนังท่อไอเสียไม่น้อยกว่า ๐.๕ เซนติเมตร

ข้อ ๔ วิธีการตรวจวัดควันดำของรถยนต์ สามารถดำเนินการได้ ๒ วิธี ดังต่อไปนี้

(๑) ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำให้เป็นไปตามข้อ (ข) และ (ค)

(ข) จอดยานพาหนะอยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

(ค) เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่งพร้อมตรวจควันดำดังนี้

(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด หรือแบบไหลผ่านบางส่วน ให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter) ให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

(ง) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน

(จ) ถ้าค่าควันดำที่วัดได้ทั้งสองครั้งแตกต่างกันเกินกว่าร้อยละห้า ให้วัดค่าควันดำใหม่

(๒) ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำ ให้เป็นไปตามข้อ (ข) และ (ค)

(ข) จัดให้ล้อส่งกำลังของรถยนต์ที่จะตรวจวัดควันดำอยู่บนลูกกลิ้ง (Roller Unit) ของเครื่องทดสอบ

(ค) ให้เร่งเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อนล้อไปตามปกติ พร้อมใส่ภาระให้กับเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์อยู่ในสภาพภาระสูงสุด

(ง) หลังจากนั้นให้ลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลงมาเหลือร้อยละหกสิบ พร้อมดำเนินการตรวจวัดควันดำ หลังจากที่คงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในระดับนั้นไว้แล้ว ไม่น้อยกว่าห้าวินาที ดังนี้

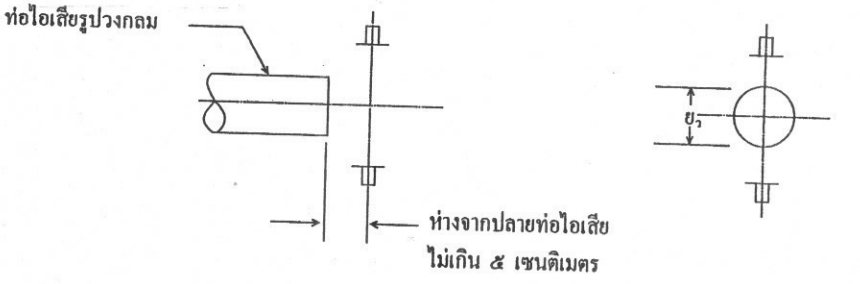
(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วนให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรองให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

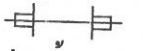
(จ) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง และให้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ตัดสิน

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับท่อไอเสียของรถยนต์และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่องการกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๑ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อตรง



หมายเหตุ

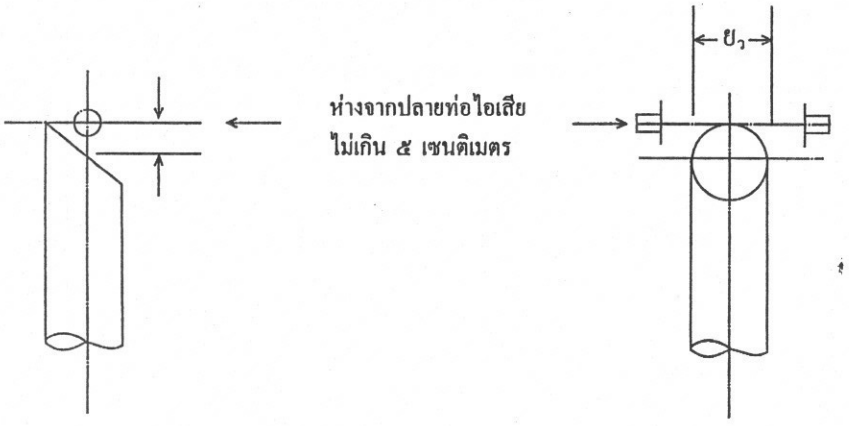
๑)  หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) $y_{ว}$ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ราชกิจจานุเบกษา สำนักนิติการ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม Nares Chueruswan © 2004

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับท่อไอเสียของรถยนต์และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่องการกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๒ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดท่อบากทำมุม



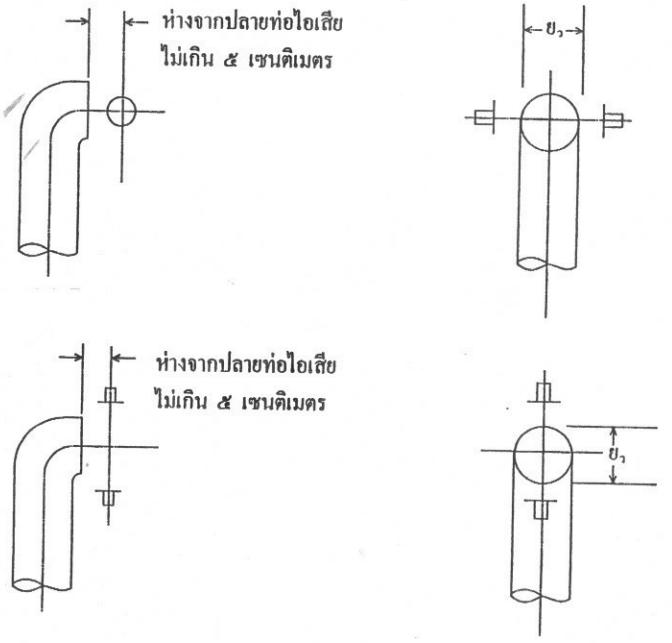
หมายเหตุ

๑) ⊣—⊢ หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) ย๑ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับท่อไอเสียของรถยนต์และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่องการกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ตามข้อ ๓ (๑) (ค)

ภาพที่ ๓ สำหรับท่อไอเสียวงกลมชนิดโค้ง



หมายเหตุ

๑) ⊣—⊢ หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) ย๑ หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา [17] Nares Chueaswan © 2004

(ง) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง โดยใช้ค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นเกณฑ์ตัดสิน

(จ) ถ้าค่าควันดำที่วัดได้ทั้งสองครั้งแตกต่างกันเกินกว่าร้อยละห้าให้วัดค่าควันดำใหม่

(๒) ขณะเครื่องยนต์มีภาระและอยู่บนเครื่องทดสอบให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำ ให้เป็นไปตามข้อ ๒ และ ๓

(ข) จัดให้ล้อส่งกำลังของรถยนต์ที่จะตรวจวัดควันดำอยู่บนลูกกลิ้ง (Roller Unit) ของเครื่องทดสอบ

(ค) ให้เร่งเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อนล้อไปตามปกติ พร้อมใส่ภาระให้กับเครื่องยนต์จนกระทั่งเครื่องยนต์อยู่ในสภาพภาระสูงสุด

(ง) หลังจากนั้นให้ลดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลงมาเหลือร้อยละหกสิบพร้อมดำเนินการตรวจวัดควันดำ หลังจากที่คงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ในระดับนั้นไว้แล้ว ไม่น้อยกว่าห้าวินาที ดังนี้

(๒.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วนให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๒.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรองให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรอง

(จ) ให้วัดค่าควันดำสองครั้ง และให้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ตัดสิน"

ประกาศ ณ วันที่ ๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๑
ยิ่งพันธ์ มนะสิการ
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๕ ตอนพิเศษ ๑๐๐ ง วันที่ ๒๗ ตุลาคม ๒๕๔๑)

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ ๔ (พ.ศ. ๒๕๔๑)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษและโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกความในข้อ ๔ ของภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"ข้อ ๔ วิธีการตรวจวัดควันดำของรถยนต์ สามารถดำเนินการได้ ๒ วิธี ดังต่อไปนี้

(๑) ขณะเครื่องยนต์ไม่มีภาระ

(ก) การจัดเตรียมรถยนต์และเครื่องมือวัดควันดำให้เป็นไปตามข้อ ๒ และ ๓

(ข) จอดยานพาหนะอยู่กับที่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง,

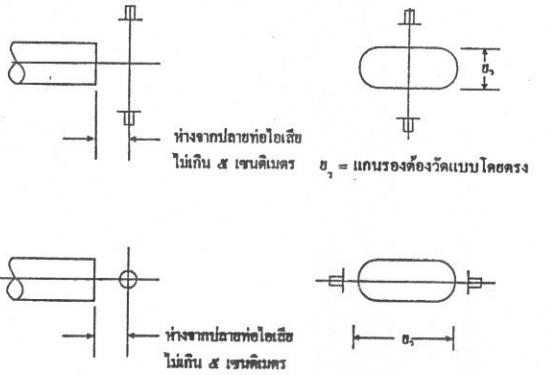
(ค) เร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่งพร้อมตรวจควันดำดังนี้

(๑.๑) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดหรือแบบไหลผ่านบางส่วนให้บันทึกค่าสูงสุดของควันดำที่ตรวจวัดได้

(๑.๒) กรณีตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาษกรอง (Filter) ให้เก็บตัวอย่างควันดำลงกระดาษกรองขณะเริ่มกดคันเร่ง

ภาพแสดงการติดตั้งหัววัดเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมดกับท่อไอเสียของรถยนต์และระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง ตามภาคผนวกท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๔๐) เรื่องการกำหนดมาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ตามข้อ ๓ (๑) (ก)

ภาพที่ ๔ สำหรับท่อไอเสียที่ไม่เป็นวงกลมชนิดท่อตรง



หมายเหตุ

๑) ⊣——⊢ หมายความถึง หัววัดของเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสงแบบไหลผ่านทั้งหมด

๒) a_2 หมายความถึง ระยะความยาวของทางเดินแสงขณะตรวจวัดจริง

ปฏิบัติการตรวจวัดไอเสีย (ยานพาหนะใช้เครื่องยนต์เบนซิน)

บทนำ

รถยนต์เป็นยานพาหนะที่ให้ความสะดวกและรวดเร็วต่อการเดินทางของมนุษย์ การใช้รถยนต์ทวีความสำคัญมากขึ้นทุกขณะและกลายเป็นสิ่งจำเป็นต่อผู้คนจำนวนมาก จำนวนรถยนต์ที่มากขึ้นประกอบกับสภาพการจราจรที่ติดขัดก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ไอเสียของยานพาหนะเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของมนุษย์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นสารมลพิษสำคัญที่ถูกปล่อยออกจากท่อไอเสียของรถยนต์เบนซิน ก๊าซดังกล่าวส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ที่ได้รับ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มนุษย์หายใจจะทำให้เกิดคาร์บอกซีฮีโมโกลบิลขึ้นในเลือดและไปแย่งการจับอ๊อกซิเจนกับฮีโมโกลบิลทำให้มีอ๊อกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่เพียงพอและทำให้เสียชีวิตได้ เป็นต้น ปฏิบัติการนี้เน้นวิธีการตรวจวัดเฉพาะไอเสียจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินด้วยเครื่องมือตรวจวัดที่เป็นมาตรฐานสำหรับก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดไอเสียจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการตรวจวัดไอเสียจากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน
3. เพื่อให้นักศึกษารู้จักวิธีการใช้เครื่องมือตรวจวัดไอเสียจากยานพาหนะ

หลักการเบื้องต้น

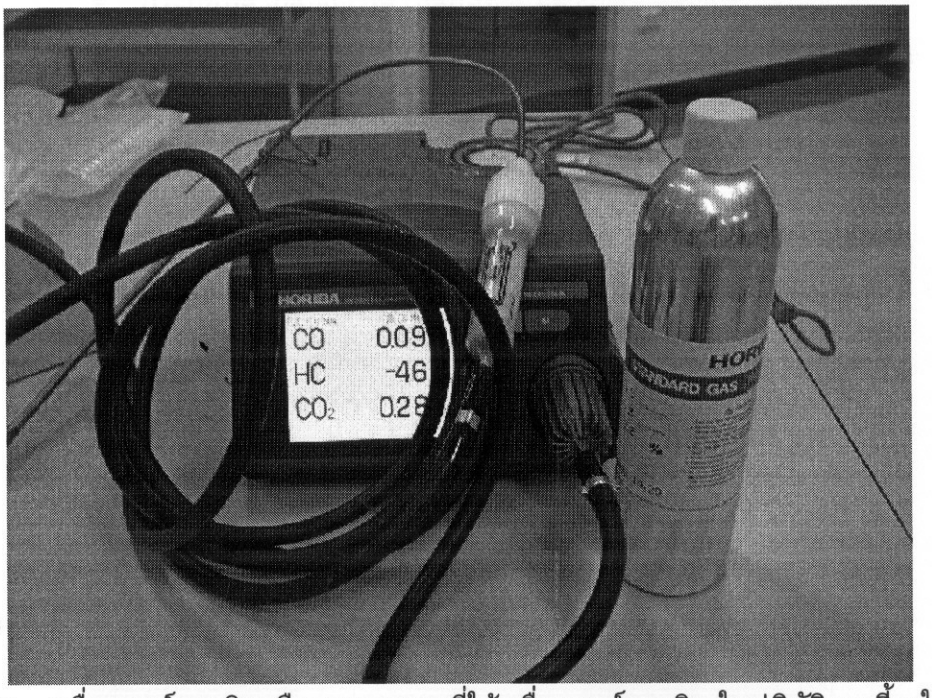
วิธีการตรวจวัดตามกฎหมายของการตรวจวัดไอเสียของยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินหรือแก๊สโซลีนกำหนดว่าต้องเป็นเครื่องระบบนันดีสเปอร์ซีฟ อินฟราเรด (non dispersive infrared หรือ NDIR) ที่ใช้การส่องผ่านแสงในย่านความถี่อินฟราเรดออกมาในห้องดูดไอเสียมาเก็บไว้ก่อนแปลงค่าความเข้มแสงออกเป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรคาร์บอน

อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม

2. เครื่องตรวจวัดก๊าซไอเสียของ Horiba รุ่น MX554J (รูปที่ 4.) พร้อมอุปกรณ์

รูปที่ 4. ตัวเครื่องตรวจวัดไอเสียของ Horiba รุ่น MX 554J พร้อมอุปกรณ์



3. เครื่องยนต์เบนซินหรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน ในปฏิบัติการนี้จะใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 4 ล้อ ณ อาคารปฏิบัติการ 8 (หรือรถยนต์เบนซินชนิดอื่น ๆ ในบางกรณี)
4. รถจักรยานยนต์ 2 และ 4 จังหวะ
5. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น แว่นตา safety, ถุงมือ เป็นต้น
6. เครื่องคิดเลขและเทปวัดระยะ
7. สมุดจดบันทึก ปากกา/ดินสอ

ข้อพึงระวัง

ปฏิบัติการนี้เกี่ยวข้องกับเครื่องมือและรถยนต์ที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอันตรายขึ้นได้ โดยเฉพาะ ดังนั้น การปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่และการมีจิตสำนึกถึงความปลอดภัยของนักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งจำเป็นและพึงปฏิบัติ!

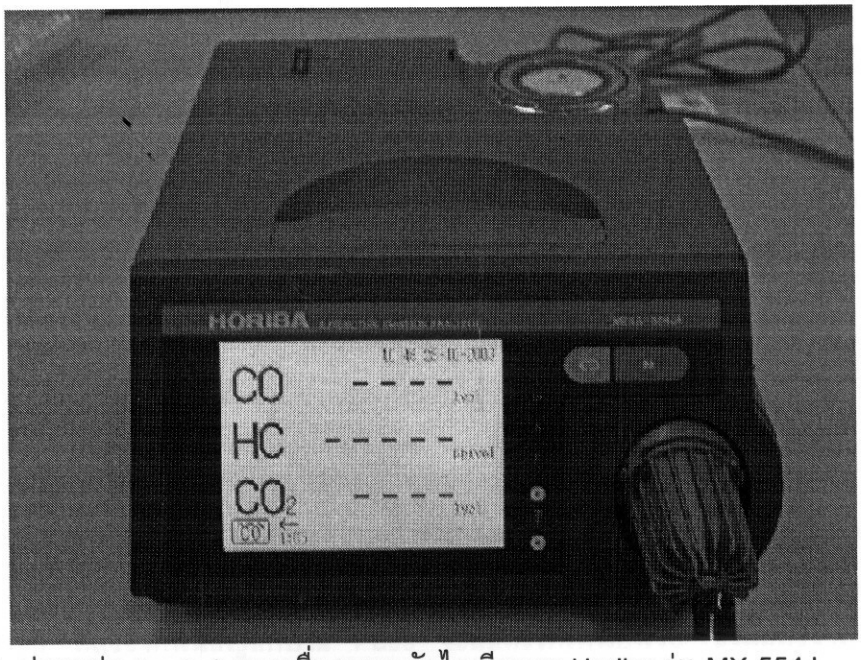
ปฏิบัติการ

ส่วนที่ 1 การเตรียมอุปกรณ์ตรวจวัดไอเสียของ Horiba รุ่น MX554J

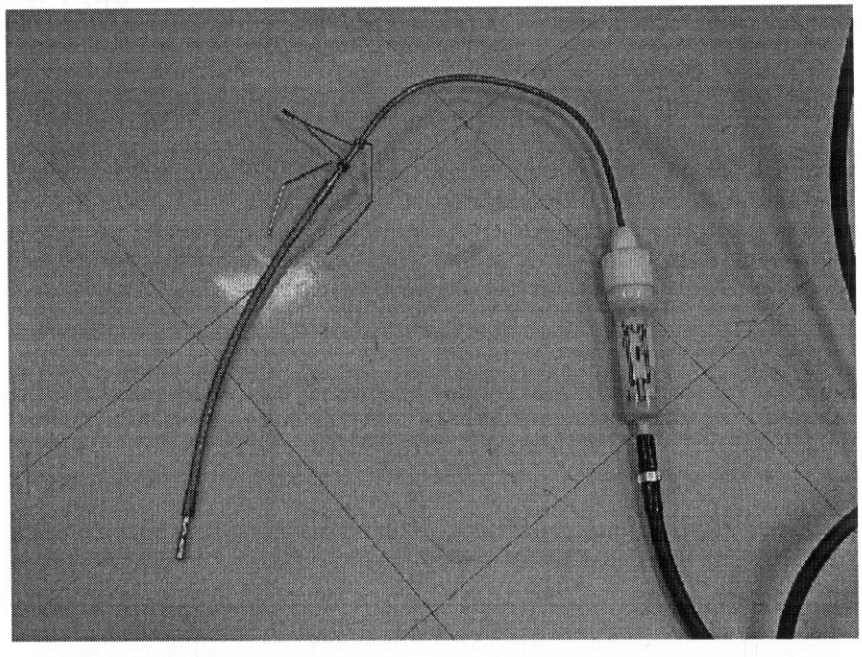
1. เตรียมเครื่องมือตรวจวัดไอเสียของ Horiba รุ่น MX554J พร้อมอุปกรณ์ ที่มีอยู่ในกล่องใส่เครื่องมือออกมาประกอบ ดังนี้

- นำตัวเครื่องตรวจวัดไอเสีย (เครื่องสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน ดังแสดงในรูปที่ 4.) สายนำตัวอย่าง ตัวกรอง ออกมาตั้ง/วางบนโต๊ะ ระวังมิให้ตกหรือกระแทก
- ประกอบสายสัญญาณ (ปลักสีดำมุมล่างขวา ดังแสดงในรูปที่ 5.)
- ประกอบตัวดัก/กรองน้ำเข้ากับสายสัญญาณ (ปลักสีดำมุมล่างขวา ดังแสดงในรูปที่ 6.) และต่อร่วมเข้ากับท่อเก็บตัวอย่าง (ท่อทองแดง)

รูปที่ 5. ตัวเครื่องตรวจวัดไอเสียของ Horiba รุ่น MX 554J และการต่อปลั๊กสัญญาณ



รูปที่ 6. ปลายท่อ (probe) ของครื่องตรวจวัดไอเสียของ Horiba รุ่น MX 554J



ส่วนที่ 2 การเตรียมรถยนต์เบนซินสำหรับตรวจวัดไอเสีย

1. นำรถยนต์ไปจอดในบริเวณที่ทำการตรวจวัดไอเสีย ซึ่งควรเป็นบริเวณที่ไม่ได้รับการรบกวนจากปัจจัยภายนอก เช่น กระแสลม แสงรบกวน ฝุ่นละออง เป็นต้น และให้ระบบส่งกำลังอยู่ในตำแหน่งว่าง (Neutral) หรือเกียร์ว่าง

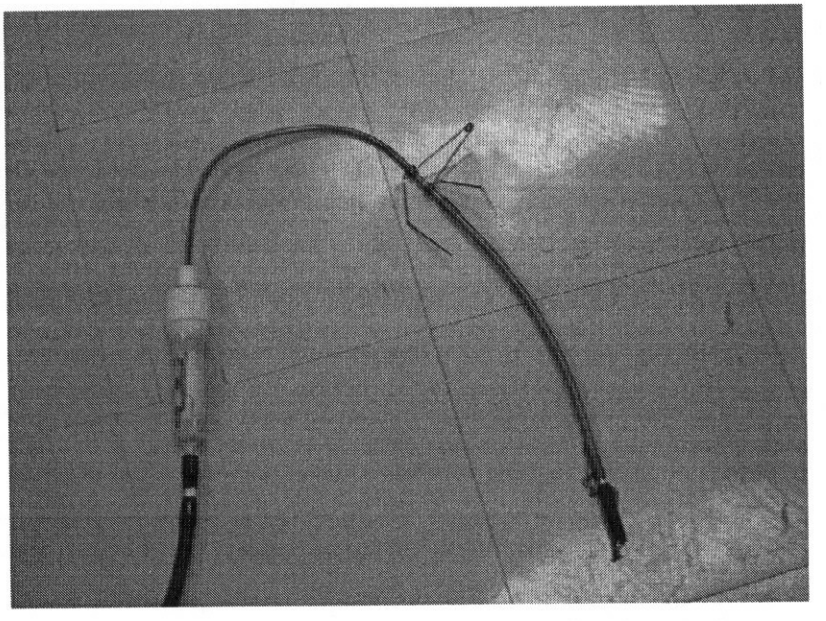
2. ก่อนทำการทดสอบให้ใส่ห้ามล้อและค้ำยันที่ล้อรถยนต์ไม่ให้เคลื่อนที่ขณะทำการทดสอบ

3. ทำการติดเครื่องยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานตามปกติ (กรณีรถที่เครื่องยนต์ยังเย็นอยู่ให้ทำการเดินเครื่องอยู่กับที่ไม่น้อยกว่า 5 นาที)

4. สังเกตและตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ ด้วยการเร่งเครื่องช้า ๆ จนความเร็วรอบสูงสุด ให้ฟังเสียงหรือสังเกตความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้น หากพบให้ระงับการตรวจวัดไว้ก่อนจนกว่าเครื่องยนต์อยู่ในสภาพปกติ

ส่วนที่ 3 การตรวจวัดไอเสียจากยานพาหนะเบนซินด้วยเครื่อง Horiba รุ่น 554J

1. เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดทุกชิ้นเชื่อมต่อกันหมดแล้ว ให้ทดสอบการรั่วไหลของอุปกรณ์ (leak test) ก่อนทำการทดสอบจริงทุกครั้ง ด้วยการสวมจุกยางที่ด้านปลายของหัววัด(probe) ให้สุด (รูปที่ 7.) แล้วกดแป้น M เครื่องจะนับถอยหลังเป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นสัญลักษณ์ Pass จะแสดงให้เห็นบนจอ ซึ่งแสดงว่าเครื่องมือพร้อม หากมีการรั่วไหลให้ทำการตรวจสอบสายต่อทั้งหมดโดยเริ่มต้นขั้นตอนในส่วนที่ 1 ใหม่



รูปที่ 7. ปลายท่อ (probe) และจุกยางสำหรับทดสอบการรั่วไหล (leak test)

2. เมื่อพร้อมทำการตรวจวัดให้สอดหัววัดให้ลึกที่สุดในท่อไอเสียขณะเครื่องยนต์เดิน เบาอ่านค่า CO และ HC ที่จดเมื่อได้ค่าค่อนข้างคงที่ หากค่าไม่คงที่ให้จดบันทึกค่าสูงสุดและต่ำสุดไว้เพื่อทำการเฉลี่ย

3. ให้ทำการวัดซ้ำตามข้อ 1 และ 2 แล้วใช้ค่าเฉลี่ยจากการทำซ้ำสองครั้งเป็นค่าที่ใช้ในรายงานฯ

4. ตรวจดูตัวกรองของเครื่องมือ หากสกปรกให้ทำการเปลี่ยนและทำความสะอาดเครื่องมือโดยเฉพาะปลายหัววัด (probe) ก่อนตรวจวัดยานพาหนะคันต่อไป หากเสร็จสิ้นการตรวจวัดให้ทำความสะอาดเครื่องมือก่อนเก็บให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

ส่วนที่ 4 การตรวจวัดไอเสียในส่วนของก๊าซไฮโดรคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากจักรยานยนต์ด้วยเครื่อง Horiba รุ่น 554J

1. เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดทุกชิ้นเชื่อมต่อกันหมดแล้ว ให้ทดสอบการรั่วไหลของอุปกรณ์ (leak test) ก่อนทำการทดสอบจริงทุกครั้ง ด้วยการสวมจุกยางที่ด้านปลายของหัววัด(probe) ให้สุด (รูปที่ 7.) แล้วกดแป้น M เครื่องจะนับถอยหลังเป็นเวลา 5 วินาที หลังจากนั้นสัญลักษณ์ Pass จะแสดงให้เห็นบนจอ ซึ่งแสดงว่าเครื่องมือพร้อมใช้งาน หากมีปัญหาการรั่วไหลให้ทำการตรวจสอบสายต่อทั้งหมดโดยเริ่มต้นขั้นตอนในส่วนที่ 1 ใหม่

2. เมื่อพร้อมทำการตรวจวัดให้สอดหัววัดให้ลึกที่สุดในท่อไอเสียขณะเครื่องยนต์เดิน เบาอ่านค่า CO และ HC ที่บันทึกค่าเมื่อได้ค่าค่อนข้างคงที่ หากค่าไม่คงที่ให้จดบันทึกค่าสูงสุดและต่ำสุดไว้เพื่อทำการเฉลี่ย

3. ให้ทำการวัดซ้ำตามข้อ 1 และ 2 แล้วใช้ค่าเฉลี่ยจากการทำซ้ำสองครั้งเป็นค่าที่ใช้ในรายงานฯ

4. ตรวจดูตัวกรองของเครื่องมือ หากสกปรกให้ทำการเปลี่ยนและทำความสะอาดเครื่องมือโดยเฉพาะปลายหัววัด (probe) ก่อนตรวจวัดยานพาหนะคันต่อไป หากเสร็จสิ้นการตรวจวัดให้ทำความสะอาดเครื่องมือก่อนเก็บให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

5. เมื่อเสร็จสิ้นการตรวจวัดให้ดับเครื่องยนต์ทันทีเพื่อหยุดการปล่อยมลพิษออกสู่อากาศและป้องกันปัญหาของตัวรบกวน

คำถาม

1. ตามกฎหมายของไทยค่าไอเสียที่ตรวจวัดได้จากยานพาหนะที่ทำการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานเป็นอย่างไร? อภิปราย
2. ทำไมจึงต้องให้ความสำคัญกับมลพิษอากาศที่ปล่อยจากยานพาหนะ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไฮโดรคาร์บอน? อภิปราย
3. หากยานพาหนะที่ทำการตรวจวัดมีค่าไอเสียเกินมาตรฐาน อะไรคือหนทางแก้ไข? อภิปราย

แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าไอเสีย

ปฏิบัติการตรวจวัดค่าควันดำจากยานพาหนะเครื่องยนต์เบนซิน

ชื่อ-สกุล.....เลขประจำตัว.....กลุ่มที่.....

สถานที่ทดสอบ.....

ลักษณะของยานพาหนะ (รายละเอียด)

.....

.....

ลักษณะของสภาพอากาศ.....

การตรวจวัดครั้งที่ 1					
หมายเลขรถ(VIN)	วันที่ทดสอบ	HC 1	HC 2	CO 1	CO 2
ค่าเฉลี่ยการตรวจวัดครั้งที่ 1					
การตรวจวัดครั้งที่ 2					
หมายเลขรถ(VIN)	วันที่ทดสอบ	HC 1	HC 2	CO 1	CO 2
ค่าเฉลี่ยการตรวจวัดครั้งที่ 2					

ค่าเฉลี่ยของยานพาหนะ		

ภาคผนวก ข.

เอกสารประกอบของกระทรวงวิทย์ฯ

วิธีการตรวจวัดค่าไอเสียจากท่อไอเสียของยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินหรือก๊าซโซลีนได้กำหนดไว้ในวิธีการตรวจวัดค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2537 เรื่องกำหนดมาตรฐานก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ ลงวันที่ 14 กันยายน 2537 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานก๊าซไฮโดรคาร์- บอนจากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ ลงวันที่ 17 มีนาคม 2536 โดยมีรายละเอียดจากเอกสารของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม(หรืออาจใช้สำเนาจากราชกิจจานุเบกษา)

Nares Chueruswan © 2004 สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๗)
เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"เครื่องมือ" หมายความว่า เครื่องที่ทำงานด้วยระบบนัน-ดีสเปอร์ซีพ อินฟราเรด (NON-DISPERSIVE INFRARED) หรือ NDIR สำหรับใช้วัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสีย ที่มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๔.๕ โดยปริมาตร หรือเครื่องวัดระบบอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับแก่รถจักรยานยนต์ที่ใช้ในทางตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

ข้อ ๓ ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ ต้องไม่เกินร้อยละ ๔.๕ โดยปริมาตรที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

ข้อ ๔ การตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ให้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

(๑) ปรับเทียบ (CALIBRATE) เครื่องมือด้วยก๊าซมาตรฐาน (STANDARD GAS) ตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตเครื่องมือ เพื่อให้เครื่องมืออ่านค่าได้ถูกต้อง

(๒) เดินเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์ ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ

(๓) ขณะเครื่องยนต์เดินเบา ให้สอดหัววัด (PROBE) ของเครื่องมือเข้าไปในท่อไอเสียให้ลึกมากที่สุดอย่างน้อยตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือ

ในกรณีที่สอดหัววัดของเครื่องมือเข้าไปในท่อไอเสียไม่ได้ เนื่องจากติดอุปกรณ์ระงับเสียง ให้ใช้ท่อพิเศษเสริมต่อปลายท่อไอเสียแล้ว จึงสอดหัววัดของเครื่องมือเข้าไปในท่อพิเศษที่เสริมต่อปลายท่อไอเสีย เพื่อเป็นการป้องกันอากาศภายนอกเข้าไปเจือจางไอเสียอันจะทำให้ผลการวัดผิดพลาด

(๔) ให้อ่านค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อเครื่องมือแสดงผลคงที่แล้ว ในกรณีที่เครื่องมือแสดงผลไม่คงที่ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดในการวัดครั้งนั้น

(๕) ให้ปฏิบัติตาม (๓) และ (๔) ซ้ำอีกหนึ่งครั้ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัด ๒ ครั้ง เป็นเกณฑ์ตัดสิน

ข้อ ๕ การทำความสะอาดและเปลี่ยนไส้กรองของเครื่องมือต้องทำตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตเครื่องมือ

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ กันยายน ๒๕๓๗
พิศาล มูลศาสตรสาทร
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๑ ตอนพิเศษ ๔๔ ง วันที่ ๗ ตุลาคม ๒๕๓๗)

Nares Chueruswan © 2004 สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ฉบับที่ ๓ (พ.ศ. ๒๕๔๐)
เรื่อง การกำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน จากท่อไอเสียรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียรถยนต์ ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน แต่ไม่รวมถึงรถยนต์สามล้อส่วนบุคคล รถยนต์รับจ้างสามล้อ รถจักรยานยนต์ รถแทรกเตอร์ รถบดถนน รถใช้งานเกษตรกรรม และรถพ่วง

"เครื่องมือ" หมายความว่า เครื่องวัดระบบนันดีสเปอร์ซีฟ อินฟราเรด (Nondispersive Infrared, NDIR) สำหรับใช้วัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียที่มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๔.๕ โดยปริมาตร และเครื่องวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียที่มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่า ๖๐๐ ส่วนในล้านส่วน (ppm) ของค่าเทียบเท่านอร์มัล เฮ็กเซน (N-Hexane) หรือเครื่องวัดระบบอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า

"ทาง" หมายความว่า ทางตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับกับรถยนต์ที่ใช้ในทางตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

ข้อ ๓ ให้กำหนดมาตรฐานไอเสียจากท่อไอเสียรถยนต์นั่งลักษณะเก๋งไม่เกิน ๗ คน ที่จดทะเบียนก่อนวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๓๖ ไม่ว่ารถยนต์ดังกล่าวจะจดทะเบียนเป็นรถยนต์ประเภทใด ไว้ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกินร้อยละ ๔.๕ ที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

(๒) ค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน ไม่เกิน ๖๐๐ ส่วนในล้านส่วนที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

ข้อ ๔ ให้กำหนดมาตรฐานไอเสียจากท่อไอเสียรถยนต์นั่งลักษณะเก๋งไม่เกิน ๗ คน ที่จดทะเบียนตั้งแต่วันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๓๖ ไม่ว่ารถยนต์ดังกล่าวจะจดทะเบียนเป็นรถยนต์ประเภทใด ไว้ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกินร้อยละ ๑.๕ ที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

(๒) ค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน ไม่เกิน ๒๐๐ ส่วนในล้านส่วนที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

ข้อ ๕ ให้กำหนดมาตรฐานไอเสียจากท่อไอเสียรถยนต์ประเภทอื่นนอกจากรถยนต์ตามข้อ ๓ และข้อ ๔ ไม่ว่ารถยนต์นั้นจะจดทะเบียนก่อนหรือหลังวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๓๖ ไว้ดังต่อไปนี้

(๑) ค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกินร้อยละ ๔.๕ ที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

(๒) ค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอน ไม่เกิน ๖๐๐ ส่วนในล้านส่วนที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๐
อดิศร เพียงเกษ
รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวง รักษาราชการแทน
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๔ ตอนที่ ๗๖ ง วันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๔๐)

Nares Chueruswan © 2004 สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ท้ายประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ฉบับที่ ๓ (พ.ศ. ๒๕๔๐)

เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอน จากท่อไอเสียรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน

ข้อ ๑ ความหมายของคำ

"รถยนต์" หมายความว่า รถยนต์ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน แต่ไม่รวมถึงรถยนต์สามล้อส่วนบุคคล รถยนต์รับจ้างสามล้อ รถจักรยานยนต์ รถแทรกเตอร์ รถบดถนน รถใช้งานเกษตรกรรม และรถพ่วง

"เครื่องมือ" หมายความว่า เครื่องวัดระบบนันดีสเปอร์ซีฟ อินฟราเรด (Nondispersive Infrared, NDIR) สำหรับใช้วัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากท่อไอเสียที่มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๔.๕ โดยปริมาตร และเครื่องวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียที่มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่า ๖๐๐ ส่วนในล้านส่วน (ppm) ของค่าเทียบเท่านอร์มัล เฮ็กเซน (N-Hexane) หรือเครื่องวัดระบบอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่า

"ทาง" หมายความว่า ทางตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก

ข้อ ๒ การตรวจวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียรถยนต์ ให้ทำตามขั้นตอน ดังนี้

(๑) ปรับเทียบ (Calibrate) เครื่อมือด้วยก๊าซมาตรฐาน (Standard Gas) ตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตเครื่องมือเพื่อให้เครื่องมืออ่านค่าได้ถูกต้อง

(๒) เดินเครื่องยนต์ของรถยนต์ให้อยู่ในอุณหภูมิใช้งานปกติ

(๓) ขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา ให้สอดหัววัด (Probe) ของเครื่องมือเข้าไปในท่อไอเสียให้ลึกที่สุดอย่างน้อยตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือ

ในกรณีที่ไม่สามารถสอดหัววัดของเครื่องมือเข้าไปในท่อไอเสียเนื่องจากติดอุปกรณ์ระงับเสียง ให้ใช่ท่อพิเศษต่อปลายท่อไอเสียแล้วจึงสอดหัววัดของเครื่องมือเข้าไปในท่อพิเศษที่ต่อเสริมปลายท่อไอเสีย เพื่อเป็นการป้องกันอากาศภายนอกเข้าไปเจือจางไอเสียอันจะทำให้ผลจากการวัดผิดพลาด

(๔) ให้อ่านค่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนเมื่อเครื่องมือแสดงผลคงที่แล้ว ในกรณีที่เครื่องมือแสดงผลไม่คงที่ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของการวัดครั้งนั้น

(๕) ให้ปฏิบัติตาม (๓) และ (๔) ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งเป็นเกณฑ์ตัดสิน

ข้อ ๓ การทำความสะอาดและเปลี่ยนไส้กรองของเครื่องมือให้กระทำตามคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตเครื่องมือ

ปฏิบัติการพื้นฐานการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของมลพิษอากาศ

บทนำ

มลพิษอากาศที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดมีการกระจายตัวไปในบรรยากาศตามทิศทางการเคลื่อนที่ของลมและสภาพบรรยากาศมีผลให้ปริมาณของสารมลพิษเจือจางลงตามระยะทาง อย่างไรก็ตาม ปริมาณของสารมลพิษอาจอยู่ในระดับที่อาจก่อให้เกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิตรวมทั้งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศเมื่อมีการกระจายตัวออกไป ส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านมลพิษอากาศจึงเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจกับลักษณะการกระจายตัวของสารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด ในส่วนนี้มีการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์มาใช้คำนวณประเมินความเข้มข้นของมลพิษอากาศในแต่ละสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์ว่าแหล่งกำเนิดมลพิษนั้น ๆ จะทำให้คุณภาพอากาศในบริเวณใกล้เคียงอยู่ในระดับที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชนหรือระบบนิเวศอย่างไร นอกจากนี้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ยังเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพื้นฐานการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ Screen3 สำหรับทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ
3. เพื่อให้นักศึกษาได้รู้จักหลักการของ Gaussian dispersion equation

หลักการเบื้องต้น

เมื่อมลพิษอากาศถูกระบายออกสู่บรรยากาศจะมีการนำพาสารมลพิษให้กระจายออกไปตามปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา การอธิบายและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการแพร่กระจายของสารมลพิษได้มีการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์มาใช้อธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจและเห็นภาพการกระจายตัวของสารมลพิษ วิธีการที่แพร่หลายคือการนำ Gaussian dispersion equation มาใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยมีหลักการว่ากลุ่มควัน (plume) ที่ถูกปล่อยจากปล่องออกสู่บรรยากาศจะมีการกระจายตัวที่อธิบายด้วย Gaussian dispersion equation ดังสมการ

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\mu}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H_e}{\sigma_z}\right)^2\right]+\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H_e}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\}$$

where H_e = the effective height, m

y, z = coordinate in cartesian axis, m

σ_y, σ_z = dispersion coefficients, m

Q = source strength, gs^{-1}

C = concentration, gm^{-3}

ค่าของ σ_y และ σ_z เปิดหาได้จากกราฟ Pasquill-Gifford หรือการคำนวณ ซึ่งการใช้สมการนี้จะช่วยทำให้การประเมินระดับของสารมลพิษตามระยะทางท้ายลมสามารถทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้นร่วมกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมที่มีการซับซ้อนและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

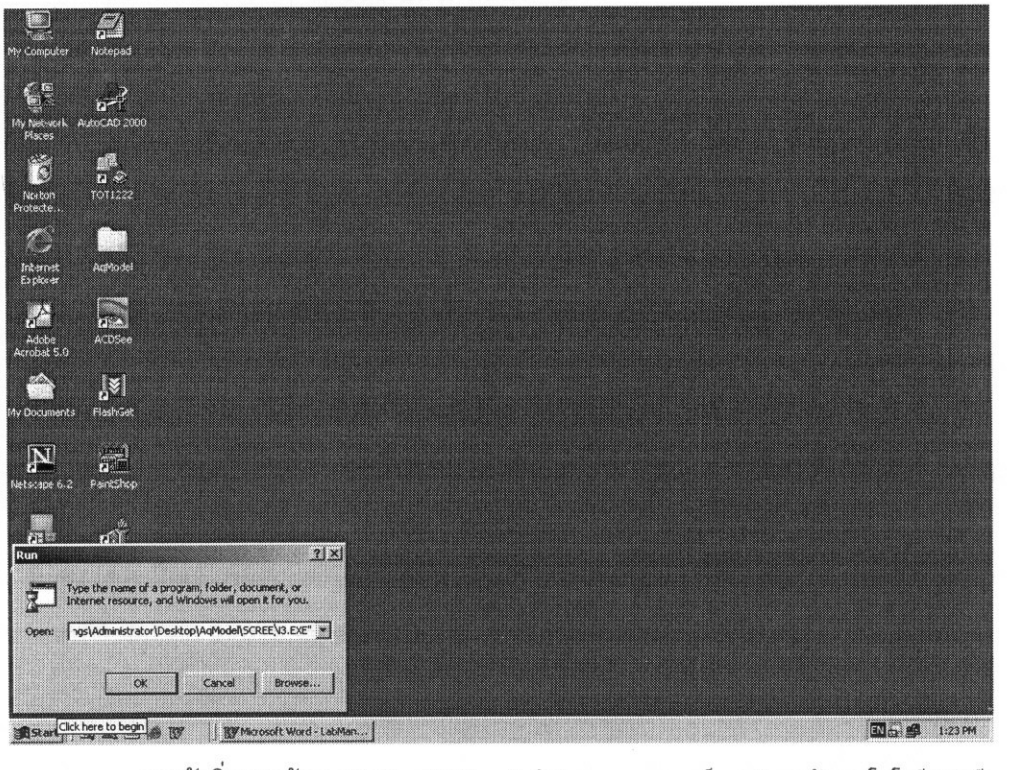
อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศ เสียงและการควบคุม
2. คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Screen3
3. เครื่องคิดเลข
4. สมุดบันทึก ปากกา/ดินสอ

ปฏิบัติการ

ส่วนที่ 1 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ Screen3

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์ รอจนหน้าจอแสดงให้เห็น Desktop (คล้ายรูปที่ 1 ยกเว้นในส่วนของ dialog “Run”



2. เลื่อน Mouse ไปที่มุมซ้ายและคลิ๊ก “Start” ก่อนเลือก “Run”
3. คลิ๊ก “Browse” เลือก “Desktop” ก่อนเลือก folder ชื่อ “Aqmodel” และเลือกไฟล์ชื่อ ”screen3.exe” คลิ๊กปุ่ม “OK” เพื่อกลับไปที่ Run แล้ว คลิ๊ก “OK” อีกครั้ง
4. เครื่องจะเข้าสู่โปรแกรมในรูปของคำสั่งในรูปแบบของ MS-DOS เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์ รอจนหน้าจอแสดงให้เห็น Desktop”
5. เริ่มเข้าโปรแกรม หน้าจอจะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการโดยเริ่มจากการใส่ชื่อของผลลัพธ์ที่จะได้จากการประมวลผล คือ “Enter title for this run (up to 79 characters):” ให้ใส่ภาษาอังกฤษว่า “Exercise Group No.” ต่อด้วยหมายเลขกลุ่ม ที่ทำปฏิบัติการแล้วกดแป้น “Enter”
6. จะปรากฏหน้าจอ “Enter source type and any o the above options:” ให้กดแป้น “P” เพื่อเลือกชนิดของแหล่งกำเนิดประเภท “ปล่อง” (หรือจาก Stack ที่ใช้สัญลักษณ์ P แทน) ดังแสดงในรูปที่ 3 แล้วกดแป้น “Enter”
7. จะได้หน้าจอให้ใส่ปริมาณการปล่อยมลพิษในหน่วย กรัมต่อนาที (Enter emission rate (g/s): ให้ใส่ 1000 แล้วกดแป้น “Enter”จะได้หน้าจอให้ใส่ความสูงของปล่องในหน่วยเมตร (Enter stack height (m): ให้ใส่ระดับ 69 แล้วกดแป้น “Enter”
8. จะได้หน้าจอให้ใส่เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง (Enter stack inside diameter (m): ให้ใส่ 0.5 แล้วกดแป้น “Enter”
9. จะได้หน้าจอให้ใส่ความเร็วของอากาศที่ปล่อยจากปลายปล่อง (Enter stack gas exit velocity or flow rate: ให้ใส่ 1 แล้วกดแป้น “Enter”
10. จะได้หน้าจอให้ใส่อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากปลายปล่อง (Enter stack gas exit temperature (K): ให้ใส่ 573 แล้วกดแป้น “Enter”
11. จะได้หน้าจอให้ใส่อุณหภูมิของอากาศภายนอก (Enter ambient air temperature (K): ให้ใส่ 303 แล้วกดแป้น “Enter”
12. จะได้หน้าจอให้ใส่ระดับความสูงของที่อยู่ของผู้คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากระดับพื้นดิน (Enter receptor height above ground (for flagpole receptor) (m): ให้ใส่ 10 แล้วกดแป้น “Enter”
13. จะได้หน้าจอให้ใส่ชนิดของพื้นที่ (Enter urban/rural option) ให้ใส่ r แล้ว “Enter”
14. จะได้หน้าจอให้ใส่การคำนวณความผันผวนของลมจากอาคาร (Consider building downwash in calcs?) ให้ใส่ n แล้วกดแป้น “Enter”
15. จะได้หน้าจอให้ใส่ชนิดของพื้นที่ที่ราบหรือสูง ๆ ต่ำ ๆ (Use complex terrain screen for terrain above stack height?) ให้ใส่ n แล้วกดแป้น “Enter”
16. จะได้หน้าจอให้ใส่ชนิดของพื้นที่ที่ราบในการคำนวณ (Use simple terrain screen with terrain above stack height?) ให้ใส่ n แล้วกดแป้น “Enter”

17. จะได้หน้าจอให้ใส่ชนิดของสภาพทางอุตุนิยมวิทยาของบรรยากาศ (Enter choice of meteorology;) ให้ใส่ 1 แล้วกดแป้น “Enter”
18. จะได้หน้าจอให้ใส่ชุดของการคำนวณระยะทางแบบอัตโนมัติ (Use automated distance array?) ให้ใส่ y แล้วกดแป้น “Enter”
19. จะได้หน้าจอให้ใส่ช่วงของระยะทางที่ต้องการคำนวณ (Enter min and max distance to use) ให้ใส่ 20 แล้วกดแป้น “Enter” แล้วใส่ 2000 แล้วกดแป้น “Enter”
20. โปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณออกมาได้เป็นผลลัพธ์คล้ายตารางมีสดมส์ 9 สดมส์ สำหรับค่าที่ได้จากการคำนวณในระดับความสูงที่พื้นดิน ดังนี้ ระยะทาง (ม) ความเข้มข้น (มคก/ลบม) ชนิดของความแปรปรวน ความเร็วลมที่ระดับ 10 ม (ม/ว) ความเร็วลมที่ระดับปล่อง (ม/ว) ระยะความสูงของขอบเขตการกระจายตัว (ม) ระยะความสูงที่อากาศลอยตัวสูงขึ้น (ม) ค่าสปส.แนวระนาบ (ม) ค่าสปส.แนวดิ่ง (ม) การคำนวณความแปรปรวนของอาคาร
21. ให้บันทึกค่าที่ป้อนไปทั้งหมดและค่าที่ได้จากการคำนวณทั้งหมด และโปรแกรมยังมีการคำนวณหาค่าความเข้มข้นสูงสุดที่พบ ณ ระดับพื้นดินให้ด้วย (บันทึก)
22. หน้าจอถามการคำนวณเพิ่มเติมโดยใช้ระยะทางที่กำหนด ให้ใส่ n แล้วกด “Enter”
23. หน้าจอจะถามการคำนวณเพิ่มเติมสำหรับ Fumigation ให้ใส่ n แล้วกด “Enter”
24. หน้าจอจะสิ้นสุดการทำงานและถามว่าจะให้พิมพ์ผลออกมาทางเครื่องพิมพ์หรือไม่ ให้ใส่ n เพราะไม่มีเครื่องพิมพ์ต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 2 การลงเส้นชั้นแสดงระดับความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศที่คำนวณได้

1. การคำนวณหาระดับความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศภายใต้สภาพบรรยากาศแบบที่มีความเร็วลมน้อย 2 ม./นาที และแดดจัด (Stability class A) และภายใต้สภาพบรรยากาศตอนกลางคืนมีเมฆ ความเร็วลมประมาณ 5 ม./นาที (Stability class D) แสดงได้ดังรายละเอียดในแบบฟอร์ม 1 ถึง 4
2. ผลการคำนวณโดยใช้ Gaussian Equation ทำให้ได้ระดับความเข้มข้นทั้งในแนวระนาบ(แกน Y) และแนวดิ่ง (แกน Z) ทุก ๆ ระยะ 200 ตามแนวแกน X จากแหล่งกำเนิด (สังเกตตัวเลขในแต่ละเซลที่อยู่ในแบบฟอร์ม)
3. ให้ใช้ดินสอลากเส้นชั้นแสดงระดับความเข้มข้นที่ 50 หน่วย และ 100 หน่วยลงในแบบ ฟอร์มทั้ง 4 ใบ (ส่งพร้อมรายงานปฏิบัติการ)

คำถาม 1. ค่าสูงสุดในปล่อยมลพิษอากาศที่ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงอยู่ในระดับเท่าไหร่และพบได้ที่ระยะทางเท่าไหร่จากแหล่งกำเนิด

2. ชนิดของความคงตัวของบรรยากาศ (Stability class) ประเภทไหนที่ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นสูงสุด?
3. ท่านคิดว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางมลพิษอากาศมีประโยชน์อย่างไรต่อการประเมินระดับความเข้มข้นของสารมลพิษ?

แบบฟอร์มปฏิบัติการพื้นฐานการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินความเข้มข้นของมลพิษอากาศ

Distant m	Conc. $\mu g/m^3$	Stability	u 10 m m/s	u stack m/s	Mix Ht m	Plume Ht m	σ_y m	σ_z m
20								
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								
1400								
1500								
1600								

ปฏิบัติการเก็บตัวอย่างสารมลพิษที่อยู่ในรูปของก๊าซ (เน้น NO_2)

บทนำ

มลพิษอากาศที่อยู่ในสถานะก๊าซเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ก๊าซมลพิษตัวหลักในบรรยากาศทั่วไป (ambient) ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) โอโซน (O_3) เป็นต้น ซึ่งการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสามารถทำได้โดยเครื่องมือที่เป็นเครื่องวิเคราะห์ก๊าซอัตโนมัติ (gas analyzer) หรือใช้วิธีทางเคมีที่ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (wet chemistry) ในส่วนนี้การเก็บตัวอย่างก๊าซและการวิเคราะห์จะเน้นวิธีทางเคมีที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อนและมีราคาแพง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซในอากาศภายนอกด้วยการเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการตรวจวัดก๊าซในบรรยากาศ
3. เพื่อให้นักศึกษารู้จักวิธีการใช้เครื่องมือเก็บก๊าซ RAC 5Gas Sampler

หลักการเบื้องต้น

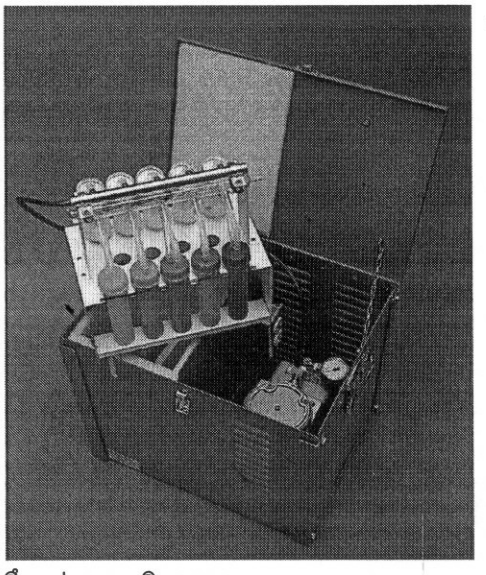
การเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการดูดซับก๊าซที่ต้องการเก็บตัวอย่างด้วยตัวดูดซับ เช่น การใช้สารละลายเป็นตัวดูดซับ ก่อนนำไปวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นต่อไป การวิเคราะห์หา NO_2 ในปฏิบัติการส่วนนี้ใช้สารละลายดูดกลืน TGS (TGS Absorbing Solution) ในการทำปฏิกิริยากับก๊าซ NO_2 ในบรรยากาศที่เก็บตัวอย่างได้ โดยก๊าซ NO_2 จะละลายในสารดูดซับในรูปของ NO_2^- ซึ่งเมื่อนำไปวัดการดูดกลืนแสงจากสี (Azo dye) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยากับสารละลาย sulfanilamide ณ ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตรเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน NO_2^- จะทำให้ทราบปริมาณความเข้มข้นของก๊าซ NO_2 ในบรรยากาศได้

หมายเหตุ: วิธีการวิเคราะห์หาก๊าซ NO_2 ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยขณะนี้กำหนดให้ใช้ gas analyzer

อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม
2. เครื่องเก็บตัวอย่าง RAC 5Gas Sampler (รูปที่ 8.) พร้อมอุปกรณ์
3. เครื่อง Spectrophotometer ที่สามารถวัดความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร

4. สารเคมีระดับ Analytical Grade: H_2O_2, ANSA Solution, Sulfanilamide solution
5. Volumetric flask 50 mL, pipette 5, 10, 25, 50 mL



6. สมุดบันทึก ปากกา/ดินสอ

ปฏิบัติการ

ส่วนที่ 1 การเตรียมสารเคมี

- ตรวจสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง RAC 5Gas Sampler ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย เตรียมใช้งานด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากชิ้นส่วนบางชนิดเป็นแก้วที่อาจแตกหักง่าย ตรวจสอบข้อต่อของเครื่องมือ เพื่อป้องกันการรั่วของอุปกรณ์โดยเฉพาะข้อต่อต่าง ๆ
- หากหลอดพลาสติกทั้ง 5 หลอดที่อยู่ใน rack ด้านที่ไม่มีตลับกระดาษกรองต่ออยู่ยังไม่มีการเขียนหมายเลข (A1 – A5 และ B1 – B5) ให้แจ้งผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการบันทึกหมายเลขหลอดพลาสติกของแต่ละกลุ่มลงในสมุด
- นำเครื่องเก็บตัวอย่าง RAC 5Gas Sampler ไปวางในจุดที่กำหนดให้ทำการเก็บตัวอย่าง พร้อมเสียบปลั๊กไฟฟ้า บันทึกเวลาและระดับ vacuum (ปกติการเก็บตัวอย่างใช้เวลา 24 ชั่วโมง)
- ภายหลังการเก็บตัวอย่างให้แต่ละกลุ่มนำหลอดพลาสติกที่ตนเองรับผิดชอบส่งให้ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ ระหว่างนั้นให้รอประมาณ 5-10 นาที เพื่อรับมอบคืนสำหรับเตรียมการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- ปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ 50 mL ด้วยการปิเปตสารตัวอย่างลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mLพร้อมทำ blank ด้วย absorbing solution

- เติม H_2O_2 จำนวน 1 mL พร้อมเขย่าให้สารละลายผสมกันประมาณ 15 วินาที
- เติม Sulfanilamide solution จำนวน 5.4 mL พร้อมเขย่าให้สารละลายผสมกันประมาณ 30 วินาที แล้วเติม ANS solution จำนวน 6 mL พร้อมเขย่าให้สารละลายผสมกันอีกประมาณ 30 วินาที
- นำสารละลายที่ได้ไปวัดด้วย Spectrophotometer ทันที เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง
- เปรียบเทียบค่าการดูดแสงที่ 550 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้เพื่อไปคำนวณหาความเข้มข้นของ NO_2 เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน
- การทำกราฟมาตรฐาน (แกน x เป็นความเข้มข้น แกน y เป็นค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้ข้อมูลจากตาราง

$[NO_2]$ µg/mL	Absorbent
0.1	0.360
0.2	0.422
0.3	0.478
0.4	0.510
0.5	0.556

$[NO_2]$ µg/mL	Absorbent
0.6	0.573
0.7	0.635
0.8	0.667
0.9	0.706
1.0	0.756

คำถาม

1. ค่าความเข้มข้นของ NO_2 ที่ได้จากกราฟมาตรฐานมีลักษณะเป็นอย่างไร? และจงเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม
2. ระดับความเข้มข้นของ NO_2 ในบรรยากาศที่เก็บตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร? จงอภิปราย

ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศด้วย High Volume Air Sampler (Hi-Vol)

บทนำ

มลพิษอากาศที่อยู่ในสถานะอนุภาคแขวนลอยก่อให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น ลดความสามารถในการมองเห็น เกิดความสกปรก สร้างความเดือดร้อนรำคาญ ผลการศึกษาในหลายประเทศทั่วโลกพบว่า ฝุ่นละอองมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร การเกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ โรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด นอกจากความเสียหายในด้านผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตแล้วผลกระทบจากฝุ่นละอองสามารถประเมินในรูปความเสียหายต่อเศรษฐกิจด้วย การศึกษาถึงผลกระทบที่กล่าวมาข้างต้นจะทราบนั้น ต้องมีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาด้วยเครื่องมือ ปฏิบัติการในส่วนนี้นักศึกษาจะได้เรียนรู้การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศด้วยเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง (High volume air sampler หรือ Hi-Vol)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกปฏิบัติการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศภายนอกด้วยเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง (High volume air sampler หรือ Hi-Vol)
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง
3. เพื่อให้นักศึกษารู้จักวิธีการใช้เครื่องมือฝุ่นละอองในบรรยากาศ การสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศและการวิเคราะห์ผล

หลักการเบื้องต้น

การใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิดอัตราการดูดอากาศสูงหรือ Hi-Vol เป็นวิธีเก็บตัวอย่างฝุ่นตามที่ระบุในกฎหมาย ฝุ่นในบรรยากาศจะถูกดูดเข้าสู่เครื่องเก็บตัวอย่างด้วยอัตราการดูดตามที่ออกแบบไว้ อากาศจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ผ่านทางเข้า (inlet) เข้าสู่เครื่องและถูกดักด้วยกระดาษกรองที่อยู่ภายใน ก่อนการเก็บตัวอย่าง กระดาษกรองจะต้องผ่านการชั่งน้ำหนักล่วงหน้าและนำไปชั่งอีกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งในห้องปฏิบัติการ ปกติระยะเวลาเก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศกำหนดไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้ ข้อกำหนดของเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศต้องพิจารณาเอกสารหรือคู่มือการใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตาม วิธีทั่วไปในการใช้เครื่องมือถูกกำหนดเป็นมาตรฐานจาก

หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ข้อแนะนำทั่วไปของการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองด้วยเครื่อง Hi-vol มีดังนี้

- ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ถูกดูดเข้าเครื่องหากมีมากจะสะสมบนกระดาษกรอง มีผลต่ออัตราการดูดอากาศ (กำหนดให้ต่ำสุดประมาณ 1.1 ลบ.ม.ต่อนาที) ในขณะที่อัตราการดูดอากาศสูงสุดก่อนเก็บตัวอย่างไม่ควรเกิน 1.7 ลบ.ม.ต่อนาที
- การระบายอากาศจากเครื่องเก็บตัวอย่างควรถูกปล่อยออกห่างจากทางเข้าของอากาศอย่างน้อย 40 ซม. และควรระวังการเป่าฝุ่นบนพื้นเข้าสู่เครื่องเก็บตัวอย่าง
- อุปกรณ์ควบคุมเวลาครอบคลุม 24±1 ชม. และมีความแม่นยำในการตั้งเวลาในช่วง ±30 นาที
- การชั่งกระดาษกรองควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 15 – 30°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่ควรเกิน ±30°C ระหว่างการปรับสภาพกระดาษกรอง ร้อยละของความชื้นสัมพัทธ์ควรน้อยกว่า 50 และเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ ±5
- เครื่องชั่งน้ำหนักมีความสามารถวัดได้ละเอียด 0.1 มก. พื้นที่วางกระดาษกรองของเครื่องชั่งควรมีขนาดรองรับกระดาษกรอง 8 นิ้ว × 10 นิ้ว

อุปกรณ์

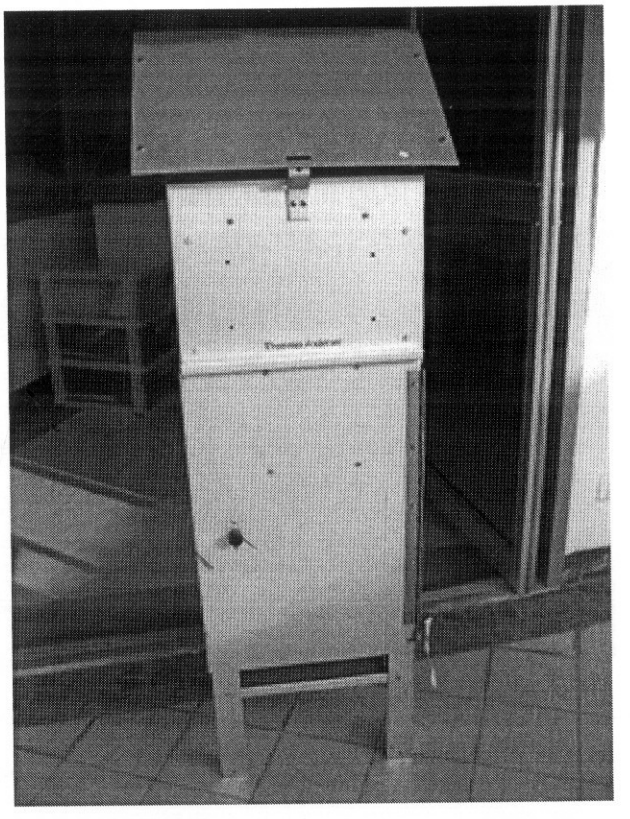
1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม
2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศชนิดอัตราการดูดอากาศสูงหรือ Hi-Vol
3. เครื่องมือสอบเทียบอัตรการไหลของอากาศ
4. กระดาษกรองชนิดใยแก้ว ขนาด 8 นิ้ว×10 นิ้ว
5. เครื่องชั่ง
6. สายไฟ
7. ถุงมือ
8. ที่คีบกระดาษกรอง
9. ตู้ควบคุมความชื้น
10. เทอร์โมมิเตอร์และมาโนมิเตอร์
11. แผ่นกราฟบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

วิธีทดลอง

(ก) ส่วนที่ 1 การทดสอบอัตราการไหลของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ

การใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิดอัตราการดูดอากาศสูงหรือ Hi-Vol (รูปที่ 1) จำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการดูดอากาศที่กำหนดให้เครื่องทำงาน นอกจากนี้ เครื่องมือเก็บตัวอย่างบางชนิดอาจไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหลของอากาศอย่างต่อเนื่อง ทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายในการทำงาน ปกติอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่ใช้กับเครื่อง Hi-Vol คือ electronic

mass flowmeter หรือ orifice รวมทั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความดันของอากาศ เช่น มาโนมิเตอร์เกจความดัน เป็นต้น



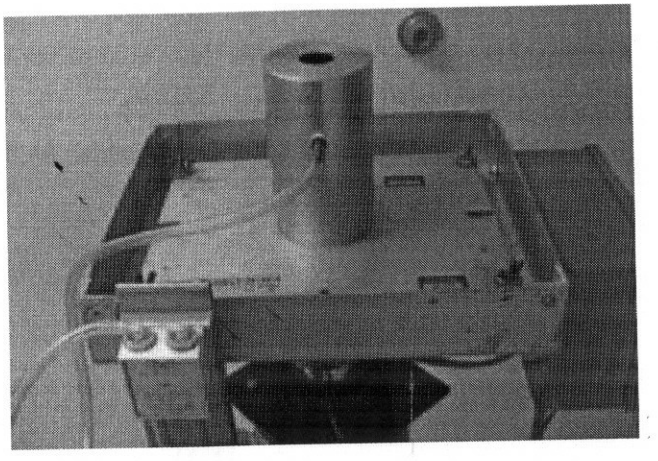
รูปที่ 1 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ Hi-vol ของห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม (F8)

การสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์สอบเทียบ เช่น Rootsmeter แต่ในทางปฏิบัติเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศจะนำไปใช้นอกสถานที่ ทำให้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ทดสอบที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ได้ สำหรับเครื่อง Hi-Vol มีอุปกรณ์ทดสอบที่เรียกว่า Reference Flow Device (ReF) ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยประกอบด้วยแผ่น orifice ที่มีจำนวนช่องต่างกัน เพื่อบังคับให้อากาศไหลผ่านได้มากหรือน้อยตามจำนวนช่องที่มีอยู่ การสอบเทียบมีขั้นตอนดังนี้

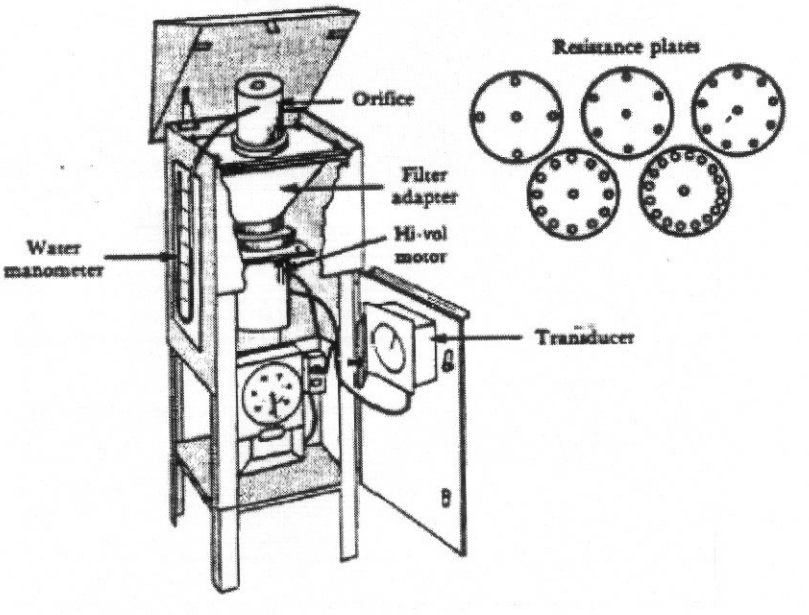
1. ตรวจสอบเครื่องมือเก็บตัวอย่างและอุปกรณ์สอบเทียบ Ref โดยนำแผ่น orifice ที่มีจำนวนช่องต่างกันมาเตรียมใช้งาน บันทึกอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ (T_2, P_2)
2. เปิดฝาเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ นำอุปกรณ์ทดสอบติดตั้งเข้ากับแผ่นรองรับกระดาษกรองในเครื่องเก็บตัวอย่าง เลือกแผ่น orifice ที่มีจำนวนช่องเปิดมากที่สุดวางขวางด้านบนของปั๊มดูดอากาศ ขันเกลียวให้แน่น ต่อสายยางเข้ากับอุปกรณ์ปรับเทียบและมาโนมิเตอร์น้ำ และต่อสายยางระหว่างเครื่องวัดอัตราการไหลและมาโนมิเตอร์น้ำ ลักษณะของเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3 ก่อนทำการทดสอบอัตราการไหลควรตรวจรอยรั่วที่อาจเกิดขึ้นก่อนด้วยการปิดสายยางทั้งสองข้างและกันไม่ให้อากาศไหลผ่าน orifice เปิดปั๊มดูดอากาศและสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่มิเตอร์วัดอัตราการไหลของอากาศ ซึ่งไม่ควร

เกิดการเปลี่ยนแปลงหากไม่มีการรั่วในระบบ (ตรวจสอบสายยางและข้อต่อหากพบว่ามีรอยรั่ว)

3. ปรับศูนย์ของที่วัดระดับน้ำของมาโนมิเตอร์ (รูปที่ 4) เปิดปั๊มดูดอากาศให้เครื่องทำงานประมาณ 5 นาทีก่อนบันทึกระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง (รวมความสูงของระดับน้ำทั้งสองด้าน, ΔH) และค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ที่ใช้อ่านค่าอัตราการไหล (I) หรือ Transducer (รูปที่ 5) การอ่านค่าต้องใช้แผ่นกราฟบันทึก (รูปที่ 6)



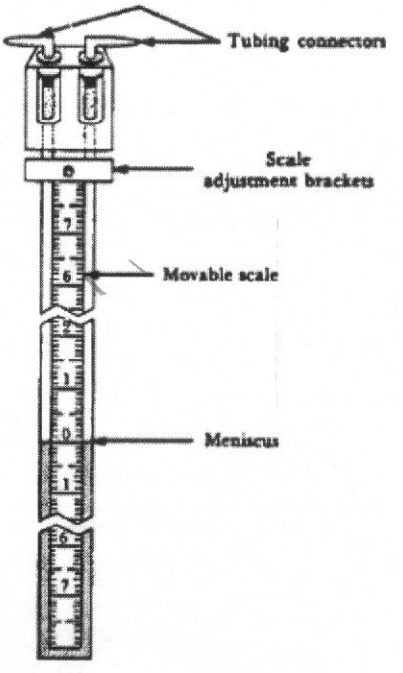
รูปที่ 2 อุปกรณ์ทดสอบ Reference Flow Device (ReF) ขณะติดตั้งที่ด้านบนของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ Hi-Vol และต่อกับมาโนมิเตอร์น้ำ



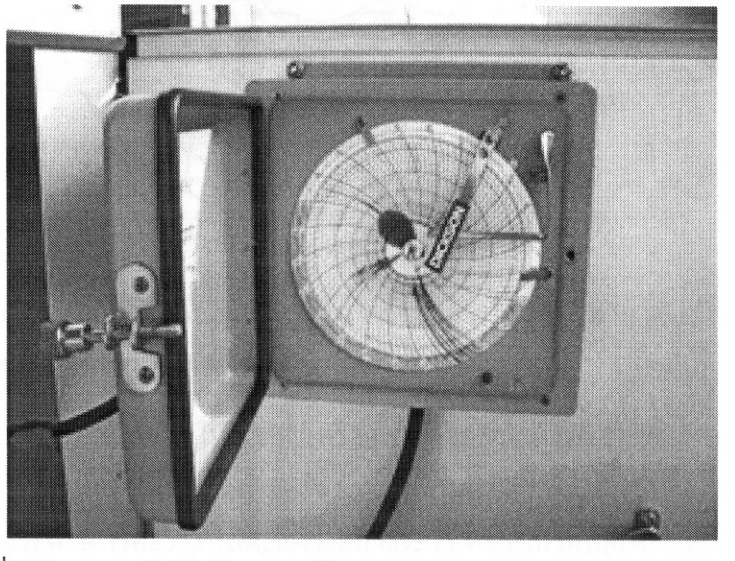
รูปที่ 3 ลักษณะของการประกอบอุปกรณ์ทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่าง Hi-Vol

4. ปิดเครื่องก่อนทำซ้ำข้อ 2 และ 3 โดยเปลี่ยนแผ่น orifice ให้มีช่องเปิดลดลง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำเมื่ออัตราการไหลของอากาศถูกจำกัด พยายามให้อัตราการไหลของอากาศที่สอบเทียบอยู่ในช่วง 1.1 – 1.7 ลบ.ม.ต่อนาที
5. นำค่าที่ได้ไปทำกราฟระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหลของอากาศที่ได้

6. คำนวณ $[\Delta H(P_2/P_{std})(298/T_2)]^{½}$ และบันทึกค่าที่คำนวณได้สำหรับแต่ละค่าของ ΔH
7. คำนวณอัตราการดูดอากาศมาตรฐาน (Q_{std}) สำหรับทุกค่าของ$[\Delta H(P_2/P_{std})(298/T_2)]^{½}$ โดยใช้ค่าที่ได้จากกราฟของเครื่องมือสำหรับแผ่น orifice แต่ละแผ่น บันทึกค่าอัตราการไหลของอากาศที่คำนวณได้
8. คำนวณ $I[(P_2/P_{std})\ (298/T_2)]^{½}$ สำหรับแต่ละค่า I ที่อ่านได้จาก Transducer
9. สร้างกราฟระหว่าง $I[(P_2/P_{std})\ (298/T_2)]^{½}$ (แกน Y) และอัตราการไหลมาตรฐาน (Q_{std}) เป็นแกน X บนกระดาษกราฟ



รูปที่ 4 มาโนมิเตอร์น้ำพร้อมกับอุปกรณ์แสดงระดับที่เคลื่อนที่ได้ (หน่วยเป็นนิ้ว)

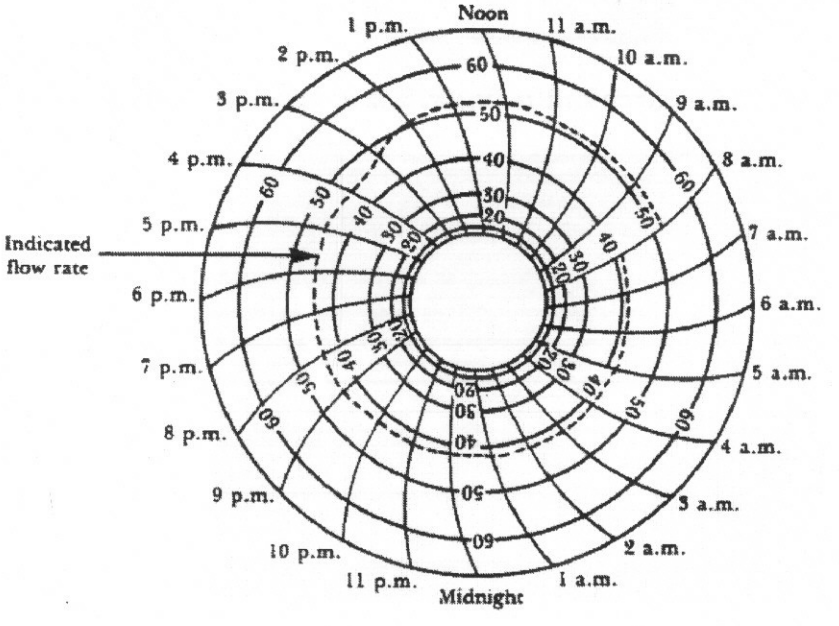


รูปที่ 5 อุปกรณ์ที่ใช้อ่านและบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Transducer) ของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ Hi-Vol

(ข) ส่วนที่ 2 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ

เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองมีรูปร่างของอุปกรณ์และใช้อัตราการดูดอากาศที่ดูดฝุ่นในบรรยากาศขนาดประมาณ 25 – 50 ไมครอน (ขนาดของฝุ่นที่ถูกดูดเข้ามาขึ้นกับความเร็วลมในพื้นที่ด้วย) กระดาษกรองที่ใช้มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมฝุ่นของ 0.3 ไมครอนได้อย่างน้อยร้อยละ 99 ซึ่งนิยมใช้กระดาษกรองชนิดใยแก้วขนาด 8 นิ้ว×10 นิ้ว การเก็บตัวอย่างควรดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

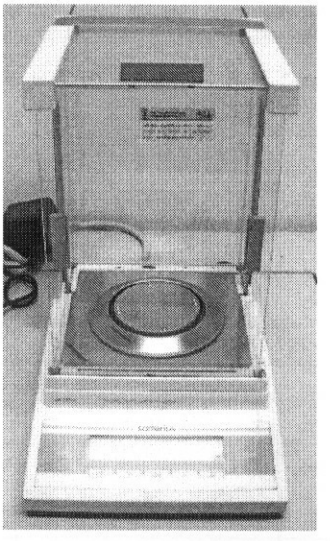
1. ตรวจสอบกระดาษกรองก่อนนำมาใช้ ห้ามนำมาใช้หากชำรุด และทำเครื่องหมายบนกระดาษกรองด้วยตรายาง (เช่น วันที่ หรือ เลขหมาย) นำกระดาษกรองไปใส่ในตู้ควบคุมความชื้นภายในห้องชั่ง ควรรอไม่น้อยกว่า 24 ชม. ก่อนทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง (รูปที่ 7) การชั่งน้ำหนักให้ทำซ้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ซึ่งไม่ควรเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งเกินกว่า 0.5 มก. ใช้ค่าเฉลี่ยของกระดาษกรองที่ชั่งได้บันทึกน้ำหนักของกระดาษกรองเปล่า



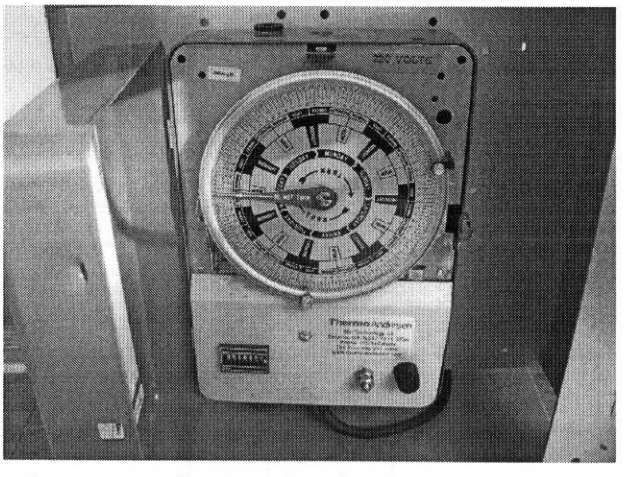
รูปที่ 6 ลักษณะของแผ่นกราฟที่ใช้อ่านและบันทึกอัตราการไหลของอากาศ เส้นประแสดงอัตราการไหลของอากาศที่บันทึกได้ขณะเก็บตัวอย่าง

2. เมื่อต้องการเก็บตัวอย่าง ให้เปิดฝาเครื่องเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 2) สังเกตแผ่นตะแกรงสี่เหลี่ยมพร้อมเหล็กสีดำเป็นกรอบโดยรอบ หมุนเกลียวที่มุมทั้งสี่เพื่อยกกรอบสี่เหลี่ยมออก นำกระดาษกรองวางบนตะแกรงอย่างระวัง ครอบกรอบสี่เหลี่ยมบนกระดาษกรองและขันเกลียวทั้งสี่มุมให้แน่น ปิดฝาเครื่องเก็บตัวอย่าง

3. เปิดเครื่องอย่างน้อย 5 นาทีให้เครื่องทำงานได้ตามอุณหภูมิของปั๊มดูดอากาศ บันทึกอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ หากอัตราการไหลของอากาศไม่อยู่ในช่วง 1.1 ถึง 1.7 ลบ.ม.ต่อนาที ให้แก้ไขเครื่องเก็บตัวอย่าง (อาจปรับอัตราการไหล ดูคู่มือ)
4. ตั้งเวลาเก็บตัวอย่าง (ปกติ 24 ชั่วโมงระหว่างเที่ยงคืน – เที่ยงคืน) ตามกำหนดที่ต้องการ (รูปที่ 8)



รูปที่ 7 เครื่องชั่งน้ำหนักที่ใช้ในห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม (F8)



รูปที่ 8 อุปกรณ์ตั้งเวลาของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

5. เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างให้สังเกตว่าเครื่องเก็บตัวอย่างทำงานครบตามเวลาหรือไม่ หรือมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ ก่อนเปิดฝาเครื่องและคลายเกลียวเพื่อเก็บกระดาษกรองที่ผ่านการใช้งานแล้วอย่างระมัดระวัง โดยให้จับที่ขอบเท่านั้น ต้องระวังลมพัดกระดาษกรอง เมื่อได้กระดาษกรองให้พับตามแนวยาวและใส่ในซองกระดาษมะลิลาที่เตรียมไว้ บันทึกเวลาของการเก็บตัวอย่าง และอัตราการดูดอากาศ
6. นำกระดาษกรองไปปรับสภาพในตู้ควบคุมความชื้นอย่างน้อย 24 ชม. ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้

7. คำนวณน้ำหนักของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่เก็บตัวอย่างได้ และนำค่าของอัตราการไหลของอากาศที่เก็บได้ในช่วงเวลาทั้งหมดมาหารเพื่อให้ได้เป็นหน่วย มก.ต่อลบ.ม. และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบอัตราการไหลของอากาศของ Transducer

T_2..... °C ..... K T_1..... K Name .....

P_2..... mmHg P_1 = 760 mmHg Group No. .....

Remark .....

Orifice	ΔH ("H_2O)	I	$[\Delta H(P_2/P_{std})(298/T_2)]^{½}$	Q_{std} Std m^3/min	$I[(P_2/P_{std})(298/T_2)]^{½}$
5 holes					
7 holes					
10 holes					
15 holes					
18 holes					

แบบบันทึกข้อมูลการทดลอง

Plate No.	5		7		10		13		18	
	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I
Trial 1										
Trial 2										
Trial 3										
Trial 4										
Trial 5										
Avg.										

ΔH = pressure drop of ReF device

I = flow rate of transducer

Plate No.	Avg. I	I[(P/Pstd)(298/T)]^{½}	Q^{std} (std m^3/min)	Avg. ΔH ("H_2O)	Q_{Ref} (std m^3/min)	%Error
5						
7						
10						
13						
15						

$Q_{Ref} = k[((\Delta H)(T))/P]^{½}$

%Error = $[(Q_{std}-Q_{ReF})/Q_{Ref}]100$

ข้อมูลการเก็บตัวอย่างฝุ่น

T_2..... °C ..... K T_1..... K Name .....

P_2..... mmHg P_1 = 760 mmHg Group No. .....

Remark .....

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนชั่งน้ำหนัก ..... กรัม

น้ำหนักกระดาษกรองหลังชั่งน้ำหนัก ..... กรัม

ปริมาตรอากาศทั้งหมด ..... ลบ.ม.

ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง ..... นาที

$$TSP = \frac{(W_f - W_i)10^6}{V}$$

ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศด้วย High Volume Air Sampler PM10

บทนำ

อนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศมีหลายขนาด อนุภาคขนาดเล็กมีโอกาสผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ง่ายกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของหลายประเทศกำหนดให้มีฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเป็นสารมลพิษอากาศที่สำคัญ ปฏิบัติการในส่วนนี้นักศึกษาจะได้เรียนรู้การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศด้วยเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง (High volume air sampler PM10)

วัตถุประสงค์

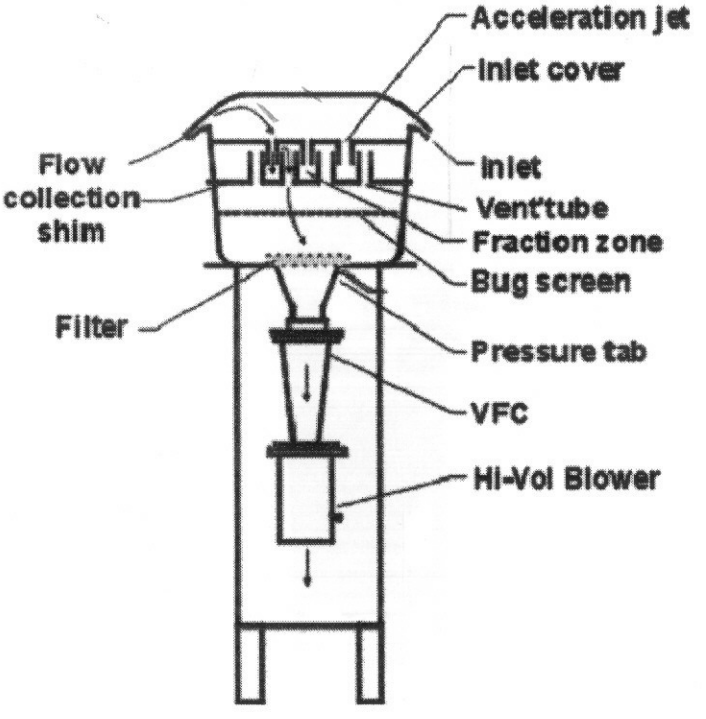
1. เพื่อฝึกปฏิบัติการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในอากาศภายนอกด้วยเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศเครื่องมือที่ใช้อัตราการดูดอากาศสูง
3. เพื่อให้นักศึกษารู้จักวิธีการใช้เครื่องมือฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและการวิเคราะห์ผล

หลักการเบื้องต้น

การใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิดอัตราการดูดอากาศสูงหรือ Hi-Vol เป็นวิธีเก็บตัวอย่างฝุ่นตามที่ระบุในกฎหมาย ฝุ่นในบรรยากาศจะถูกดูดเข้าสู่เครื่องเก็บตัวอย่างด้วยอัตราการดูดตามที่ออกแบบไว้ อากาศจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ผ่านทางเข้า (inlet) เข้าสู่เครื่องและถูกดักด้วยกระดาษกรองที่อยู่ภายใน อากาศจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ผ่านทางเข้า (inlet) ที่ออกแบบให้วกวนเพื่อให้ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนถูกคัดแยกออกไปในขณะที่ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจะผ่านเข้าสู่เครื่องและถูกดักด้วยกระดาษกรองที่อยู่ภายใน กระดาษกรองจะผ่านการชั่งน้ำหนักก่อนนำมาใช้และนำไปชั่งอีกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งในห้องปฏิบัติการ ก่อนการเก็บตัวอย่าง กระดาษกรองจะต้องผ่านการชั่งน้ำหนักล่วงหน้าและนำไปชั่งอีกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งในห้องปฏิบัติการ ปกติระยะเวลาเก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศกำหนดไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานได้

อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม
2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศชนิดอัตราการดูดอากาศสูง (รูปที่ 1)
3. กระดาษกรองชนิดใยแก้ว ขนาด 8 นิ้ว×10 นิ้ว
4. เครื่องชั่ง
5. สายไฟ
6. ถุงมือ
7. ที่คีบกระดาษกรอง
8. ตู้ควบคุมความชื้น
9. เทอร์โมมิเตอร์และมาโนมิเตอร์



รูปที่ 1 ลักษณะของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

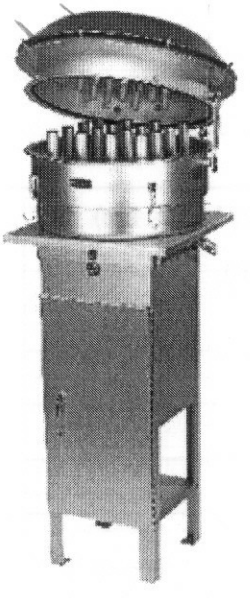
วิธีทดลอง

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศด้วยเครื่อง Hi-Vol จำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม (อ่านคู่มือของเครื่องเก็บตัวอย่างตามกำหนดของบริษัทผู้ผลิต) และการเก็บตัวอย่างต้องชั่งกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ จึงต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 15 – 30°C และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่ควรเกิน ±30°C การปรับสภาพกระดาษกรองควรควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำกว่าร้อยละ 50 และเปลี่ยนแปลงไม่เกินร้อยละ ±5 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีหัวตัวอย่างค่อนข้างใหญ่และหนัก เพื่อเป็นส่วนแยกขนาดฝุ่นที่ใหญ่กว่า 10 ไมครอนไม่เข้าไปในส่วนที่ติดตั้งกระดาษกรอง

แต่ต้องระวังอย่างมากในการยกหัวเก็บตัวอย่าง เพราะค่อนข้างหนักและระวังเครื่องเก็บตัวอย่างล้มลง

การทดสอบอัตราการไหลอากาศสามารถทำได้ด้วยวิธีคล้ายกับการใช้เครื่อง Hi-Vol (ปฏิบัติตามรายละเอียดในปฏิบัติการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง) สำหรับการเก็บตัวอย่างมีขั้นตอน ดังนี้

1. ตรวจสอบกระดาษกรองก่อนนำมาใช้ ห้ามนำมาใช้หากชำรุด และทำเครื่องหมายบนกระดาษกรองด้วยตรายาง (เช่น วันที่ หรือ เลขหมาย) นำกระดาษกรองไปใส่ในตู้ควบคุมความชื้นภายในห้องชั่ง ควรรอไม่น้อยกว่า 24 ชม. ก่อนทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง
2. เมื่อต้องการเก็บตัวอย่าง ให้เปิดฝาเครื่องเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 2) สังเกตแผ่นตะแกรงสี่เหลี่ยมพร้อมเหล็กเป็นกรอบโดยรอบ หมุนเกลียวที่มุมทั้งสี่เพื่อยกกรอบสี่เหลี่ยมออก นำกระดาษกรองวางบนตะแกรงอย่างระวัง ครอบกรอบสี่เหลี่ยมบนกระดาษกรองและขันเกลียวให้แน่น ปิดฝาเครื่องเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 2

3. เปิดเครื่องอย่างน้อย 5 นาทีให้เครื่องทำงานได้ตามอุณหภูมิของปั๊มดูดอากาศ บันทึกอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ตัวเลขบันทึกเวลา ปริมาตรอากาศ
4. ตั้งเวลาเก็บตัวอย่างใหม่ เครื่องเก็บตัวอย่างควรทำงานด้วยอัตราการดูดอากาศประมาณ 1.13 ±10 ลบ.ม.ต่อนาทีตลอดช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง (ปกติ 24 ชั่งโมง) ไม่ควรให้เครื่องมือทำงานในช่วง 30 ถึง 90 ลบ.ม.ต่อนาที
5. เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างให้สังเกตว่าเครื่องเก็บตัวอย่างทำงานครบตามเวลาหรือไม่ หรือมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ บันทึกเวลาที่เครื่องทำงาน ก่อนเปิดฝาเครื่องและคลายเกลียวเพื่อเก็บกระดาษกรองที่ผ่านการใช้งานแล้วอย่างระมัดระวัง โดยให้จับที่ขอบ

เท่านั้น ต้องระวังลมพัดกระดาษกรอง เมื่อได้กระดาษกรองให้พับตามแนวยาวและใส่ในซองกระดาษมะลิลาที่เตรียมไว้ บันทึกเวลาของการเก็บตัวอย่าง และอัตราการดูดอากาศ

6. นำกระดาษกรองไปปรับสภาพในตู้ควบคุมความชื้นอย่างน้อย 24 ชม. ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักที่ได้
7. คำนวณหาน้ำหนักฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศ

Plate No.	5		7		10		13		18	
	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I	ΔH ("H_2O)	I
Trial 1										
Trial 2										
Trial 3										
Trial 4										
Trial 5										
Avg.										

Plate No.	Avg. I	$I[(P/Pstd)(298/T)]^{½}$	Q^{std} (std m^3/min)	Avg. ΔH ("H_2O)	Q_{Ref} (std m^3/min)	%Error
5						
7						
10						
13						
15						

$Q_{Ref} = k[((\Delta H)(T))/P]^{½}$

$\%Error = [(Q_{std}-Q_{ReF})/Q_{Ref}]100$

ข้อมูลการเก็บตัวอย่างฝุ่น

T_2..... °C ..... K T_1..... K Name .....

P_2..... mmHg P_1 = 760 mmHg Group No. .....

น้ำหนักกระดาษกรองก่อนชั่งน้ำหนัก ..... กรัม

น้ำหนักกระดาษกรองหลังชั่งน้ำหนัก ..... กรัม

ปริมาตรอากาศทั้งหมด ..... ลบ.ม.

ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง ..... นาที $PM-10 = \frac{(W_f - W_i)10^6}{V}$

ตัวอย่าง

โจทย์ การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศด้วยเครื่อง Hi-Vol เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ณ พื้นที่ด้านทิศใต้ของโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งได้ข้อมูลแสดงดังนี้

- น้ำหนักกระดาษกรองก่อนใช้ (W_f) 4.5288 กรัม
- น้ำหนักกระดาษกรองหลังใช้เก็บตัวอย่าง (W_i) 4.6437 กรัม
- อัตราการดูดอากาศเมื่อเริ่มต้นเก็บตัวอย่าง 55.0
- อัตราการดูดอากาศเมื่อสิ้นสุดเก็บตัวอย่าง 53.0
- ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิบรรยากาศ 20.0 °C
- ค่าเฉลี่ยความดันบรรยากาศ 750 มม.ปรอท

กำหนดให้อุปกรณ์ทดสอบอัตราการไหล (ReF) สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างมีข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน (Rootsmeter) ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ครั้งทดสอบ	ปริมาตรอากาศที่วัดได้ (V_m) ลบ.ม.	เวลาที่อากาศใช้เคลื่อนที่ผ่าน (t) นาที	ความดันที่ลดลง ณ ทางเข้า (ΔP) มม.ปรอท	ความดันที่ลดลงหลังผ่าน orifice (ΔH) มม.น้ำ
1	5.66	5.553	93	2.95
2	5.66	4.463	80	4.70
3	8.50	5.515	66	7.20
4	8.50	4.925	55	9.50
5	8.50	4.488	46	11.70

การนำอุปกรณ์ทดสอบอัตราการไหล (ReF) ไปทดสอบกับเครื่องเก็บตัวอย่าง Hi-Vol ก่อนเก็บตัวอย่าง ณ อุณหภูมิบรรยากาศ 10.0 °C ความดันบรรยากาศ 770 มม.ปรอท และได้ข้อมูลอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol ดังนี้

ครั้งทดสอบ	ความดันที่ลดลง หลังผ่าน orifice (ΔH) มม.น้ำ	อัตราการไหลของเครื่อง Hi-Vol (l)
1	2.85	34.0
2	4.40	42.0
3	6.25	51.0
4	7.70	57.0
5	9.40	62.0

จงคำนวณความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นรวมที่เก็บได้ในหน่วยของ มคก.ต่อลบ.ม.

วิธีการคำนวณ

1. สร้างกราฟมาตรฐานของอุปกรณ์ทดสอบอัตราการไหล (ReF) ที่ได้จากการสอบเทียบ เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std}) กับระดับความดันที่เปลี่ยนแปลงไป

   a. ปรับปริมาตรอากาศที่วัดได้จากการสอบเทียบให้อยู่ในสภาวะของปริมาตรอากาศ ณ อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (V_m) ด้วยสูตร

$$V_{std} = V_m\left(\frac{P_1 - \Delta P}{P_{std}}\right)\left(\frac{T_{std}}{T_1}\right)$$

   ตัวอย่างการคำนวณของปริมาตรอากาศที่วัดได้จากการสอบเทียบครั้งที่ 1 คือ

$$V_{std1} = 5.66m^3\left(\frac{762 - 93mmHg}{760mmHg}\right)\left(\frac{298K}{297K}\right) = 5.00 \text{ std } m^3$$

   V_{std2} = 5.10 std m^3

   V_{std3} = 7.81 std m^3

   V_{std4} = 7.93 std m^3

   V_{std5} = 8.03 std m^3

   b. คำนวณอัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std}) ของแต่ละปริมาตรอากาศมาตรฐานจากสูตร $Q_{std} = V_{std}/t$

   Q_{std1} = (5.00 std m^3/5.553 min) = 0.90 std m^3/min

   Q_{std2} = 1.14 std m^3/min

   Q_{std3} = 1.42 std m^3/min

   Q_{std4} = 1.61 std m^3/min

   Q_{std5} = 1.79 std m^3/min

   c. คำนวณ $\sqrt{\Delta H(P_1 / P_{std})(T_{std} / T_1)}$ สำหรับแต่ละ ΔH ที่สัมพันธ์กับอัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std})

   ตัวอย่างการคำนวณ

$$\Delta H_1 = 2.95 \rightarrow \sqrt{2.95\left(\frac{762mmHg}{760mmHg}\right)\left(\frac{298K}{297K}\right)} \rightarrow 1.72$$

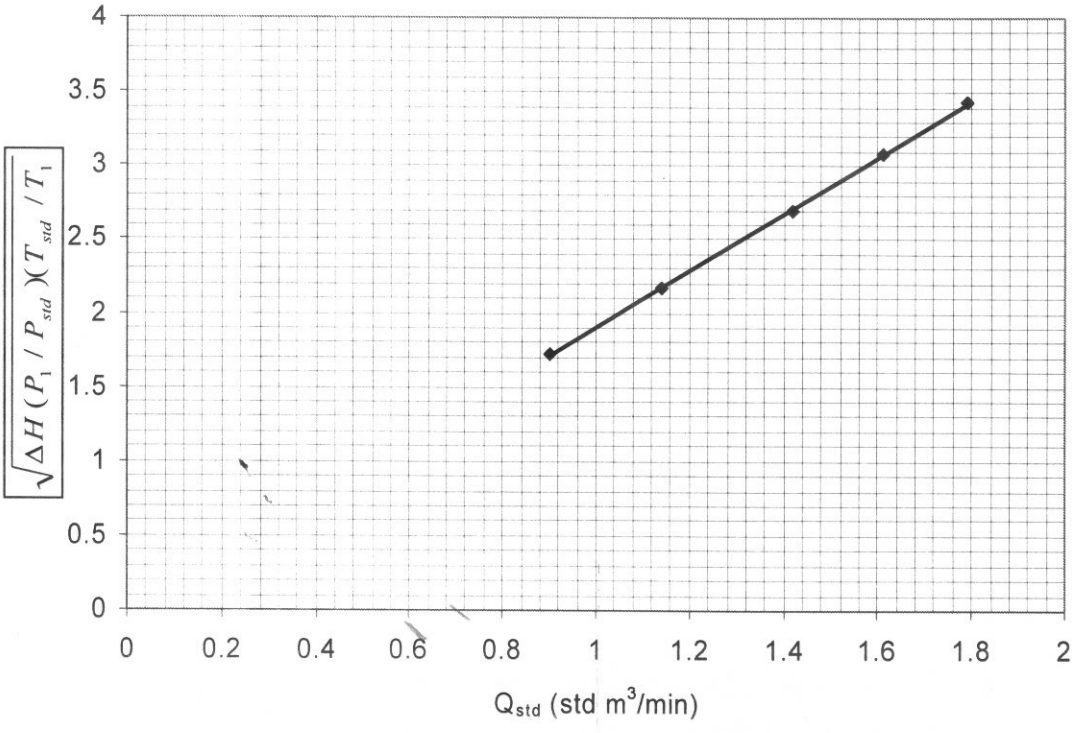
   ΔH_2 = 4.70 → 2.17

   ΔH_3 = 7.20 → 2.69

   ΔH_4 = 9.50 → 3.09

   ΔH_5 = 11.70 → 3.43

   d. สร้างกราฟมาตรฐานและหาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std}) ในแกน X และ $\sqrt{\Delta H(P_1 / P_{std})(T_{std} / T_1)}$ ในแกน Y



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานระหว่าง Q_{std} และ $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$

ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่คำนวณได้ คือ y = mx + b

y = 1.94x + (-0.04)

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol กับค่าของ $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$

   a. คำนวณค่าของ $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ สำหรับทุกค่าของ ΔH ที่วัดได้ระหว่างการทดสอบอัตราการไหลของเครื่อง Hi-Vol

   ตัวอย่างการคำนวณค่า ΔH ที่สัมพันธ์กับค่า $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$

   ΔH_1 = 2.85 → $\sqrt{2.85\frac{(770mmHg)}{760mmHg}\left(\frac{298K}{283K}\right)}$ → 1.74

   ΔH_2 = 4.40 → $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ → 2.17

   ΔH_3 = 6.25 → $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ → 2.58

   ΔH_4 = 7.70 → $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ → 2.87

   ΔH_5 = 9.40 → $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ → 3.17

   b. ค่า $\sqrt{\Delta H(P_1/P_{std})(T_{std}/T_1)}$ ที่คำนวณจากข้อ 2a. เป็นค่าที่สามารถนำมาใช้หาค่าอัตราการไหลของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std}) ที่ได้จากอุปกรณ์ทดสอบ

อัตราการไหล (ReF) และค่าที่วัดได้จริง โดยสามารถใช้กับสมการความสัมพันธ์เชิงเส้น (ถดถอยกับสร้างกราฟมาตรฐานและหาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้น [(y = 1.94x + (-0.04)] หรือใช้อ่านค่าจากกราฟ (รูปที่ 1) ตัวอย่างการคำนวณด้วยสมการเมื่อต้องการหาค่า Q_{std} (แกน x) จากค่า $\sqrt{\Delta H(P_1 / P_{std})(T_{std} / T_1)}$ ที่ได้จาก 2a.

1.74 = 1.94x -0.04

x_1 = 0.92 std m^3/min

ดังนั้น x_2 = 1.14 std m^3/min

x_3 = 1.35 std m^3/min

x_4 = 1.50 std m^3/min

x_5 = 1.65 std m^3/min

c. หาค่าอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol หรือ I ที่ได้ระหว่างทดสอบการทำงาน ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลระหว่าง orifice + pressure indicator หรือ orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root ส่วนกรณีที่ใช้ mass flowmeter ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรปรับค่า แต่ใช้ค่า I ได้โดยตรง สูตรมีดังนี้

ชนิดของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ	สูตรใช้ปรับแก้สำหรับอุณหภูมิและความชื้นปกติ
orifice + pressure indicator	ก. $\sqrt{I\left(\frac{P_2}{P_{std}}\right)\left(\frac{298}{T_2}\right)}$
orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root	ข. $I\sqrt{\left(\frac{P_2}{P_{std}}\right)\left(\frac{298}{T_2}\right)}$

ปกติอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลเป็น orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root จึงต้องใช้สูตร ข. เพื่อปรับแก้ให้ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างมีความถูกต้อง ดังนั้น ค่าอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol หรือ I คำนวนได้ดังนี้

I_1 = 34.0; → $34.0\sqrt{(770mmHg / 760mmHg)(298K / 283K}$ → 35.1

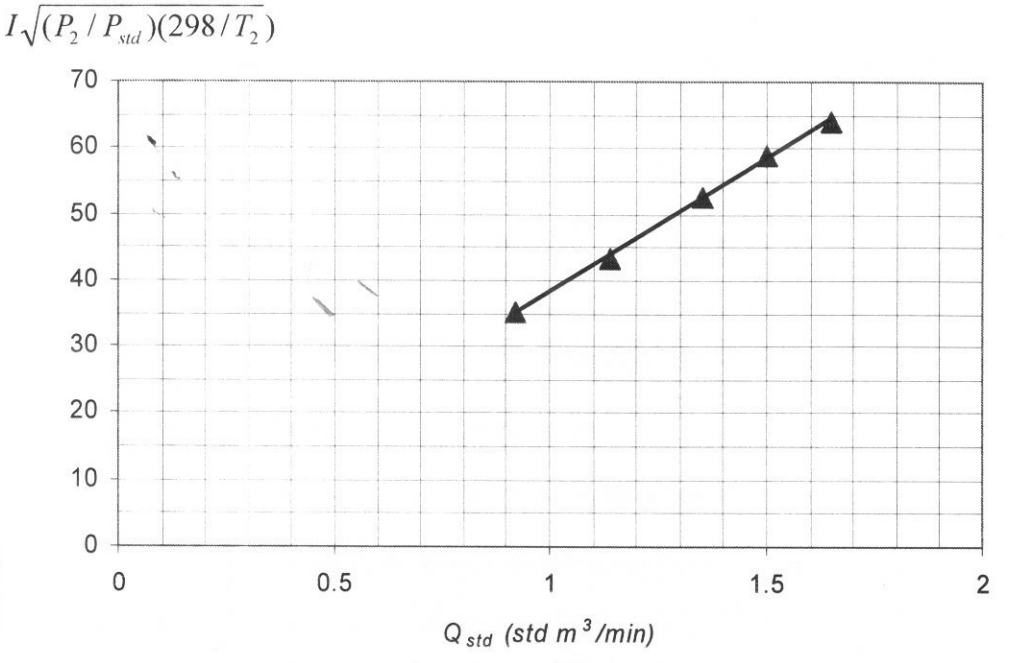
I_2 = 42.0; → $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298 / T_2}$ → 43.4

I_3 = 51.0; → $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298 / T_2}$ → 52.7

I_4 = 57.0; → $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298 / T_2}$ → 58.9

I_5 = 62.0; → $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298/T_2}$ → 64.0

d. ดังนั้น กราฟมาตรฐานสามารถสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ปรับแก้อัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol หรือ $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298/T_2)}$ (แกน Y) กับปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (Q_{std}) ในแกน X เพื่อนำไปใช้ต่อไป (สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างกราฟและหาสมการเชิงเส้น)



รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานระหว่าง Q_{std} และ $I\sqrt{(P_2 / P_{std})(298/T_2)}$

ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่คำนวณได้ คือ y = mx + b

y = 40.9x + (-2.46)

3. การหาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

a. หาค่าเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างระหว่างทดสอบการทำงาน ซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลระหว่าง orifice + pressure indicator หรือ orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root ส่วนกรณีที่ใช้ mass flowmeter ไม่จำเป็นต้องใช้สูตรปรับค่า แต่ใช้ค่า I ได้โดยตรง ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย (T_3) และความดันเฉลี่ย (P_3) ระหว่างเก็บตัวอย่างให้ทำการบันทึกไว้ด้วย สูตรมีดังนี้

ชนิดของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศ	สูตรใช้ปรับแก้สำหรับอุณหภูมิและความชื้นปกติ
orifice + pressure indicator	ก. $\sqrt{I\left(\frac{P_3}{P_{std}}\right)\left(\frac{298}{T_3}\right)}$
orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root	ข. $I\sqrt{\left(\frac{P_3}{P_{std}}\right)\left(\frac{298}{T_3}\right)}$

ปกติอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลเป็น orifice + pressure indicator ที่ใช้สเกลแบบมี square root จึงต้องใช้สูตร ข. เพื่อปรับแก้ให้ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างมีความถูกต้อง ดังนั้น ค่าอัตราการไหลของอากาศของเครื่อง Hi-Vol หรือ I คำนวนได้ดังนี้

อัตราการดูดอากาศเมื่อเริ่มต้นเก็บตัวอย่าง 55.0

$= 55.0\sqrt{(750mmHg/760mmHg)(298K/293K)} = 55.1$

อัตราการดูดอากาศเมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง 53..0

$= 53.0\sqrt{(750mmHg/760mmHg)(298K/293K)} = 53.1$

ขณะนี้ ค่าอัตราการดูดอากาศเมื่อเริ่มต้นเก็บตัวอย่างและอัตราการดูดอากาศเมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างสามารถนำมาใช้ได้กับสมการจากข้อ 2d ด้วยการใช้ค่าอัตราการดูดอากาศเมื่อเริ่มต้นเก็บตัวอย่างเป็นค่า y เข้าไปในสมการ เพื่อหาอัตราการเก็บตัวอย่างที่สภาวะมาตรฐานเริ่มต้น และทำเช่นเดียวกับอัตราการดูดอากาศเมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง เพื่อหาอัตราการเก็บตัวอย่างที่สภาวะมาตรฐานสุดท้าย ก่อนนำมาหาค่าเฉลี่ยของการดูดอากาศ คือ

55.1 = 40.9x + (-2.76) = 1.41 std m^3/min

53.1 = 40.9x + (-2.76) = 1.36 std m^3/min

ค่าเฉลี่ย คือ (1.41 + 1.36)/2 = 1.385 std m^3/min

b. คำนวณค่าปริมาตรของอากาศทั้งหมดจากการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง

= (1.385 std m^3/min)(24 hr x 60 min) = 1994.4 std m^3/min

c. ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศคำนวณได้จากสูตร

$$TSP = \frac{(W_f - W_i)10^6}{V} = \frac{(4.6437\ g - 4.5288\ g)10^6}{1994.4\ std\ m^3} = 57.6\ \mu g/std\ m^3$$

ปฏิบัติการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศของสถานประกอบการด้วย Personal Air Sampler

บทนำ

การทำงานในสถานประกอบการมีโอกาสได้ฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศ และอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ เช่น โรคปอด เป็นต้น การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในสถานประกอบการจะช่วยติดตามตรวจสอบให้มีสภาพแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศที่ปลอดภัยกับการทำงาน และทราบถึงความผิดปกติหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นภายในสถานประกอบการ มาตรฐานคุณภาพอากาศในสถานประกอบการเกี่ยวดับฝุ่นละอองมีสองประเภท คือ ฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองที่ผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจ (respirable dust) วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองใช้หลักการและเครื่องมือที่คล้ายกัน แต่ฝุ่นละอองที่ผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจเก็บตัวอย่างโดยมีอุปกรณ์แยกขนาดฝุ่นติดที่ทางเข้าของอากาศเพื่อแยกฝุ่นขนาดที่ไม่ต้องการออกก่อน และอัตราการดูดอากาศขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้งาน ปฏิบัติการในส่วนนี้นักศึกษาจะได้เรียนรู้การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมด้วยเครื่องมือที่ใช้เครื่องเก็บอากาศแบบพกพาหรือส่วนบุคคล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อฝึกปฏิบัติการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมในอากาศภายในอาคารด้วยเครื่องมือเก็บอากาศแบบพกพา
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีเตรียมการและการดำเนินงานตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในอาคาร

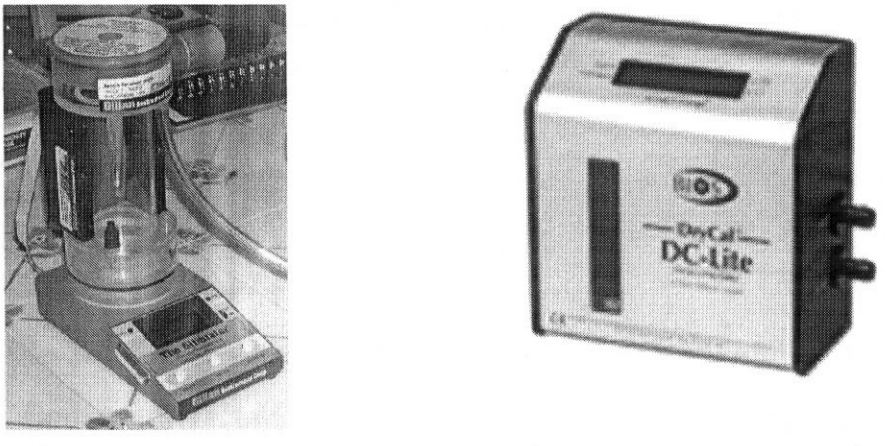
หลักการเบื้องต้น

ส่วนใหญ่การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในสถานประกอบการใช้หลักการคล้ายกับการเก็บตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศ ด้วยกลไกการดูดและกรองฝุ่นละอองแขวนลอยด้วยอุปกรณ์ (ปั๊ม) ดูดอากาศและแผ่นกรองที่เหมาะสม แต่อัตราการเก็บตัวอย่างต้องใกล้เคียงกับอัตราการหายใจของมนุษย์มากกว่าการเก็บตัวอย่างในบรรยากาศภายนอกด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างแบบอัตราการดูดอากาศสูง (Hi-Vol) เครื่องเก็บตัวอย่างส่วนบุคคลเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ทั่วไปในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในสถานประกอบการ วิธีเก็บตัวอย่างที่ใช้ในปฏิบัติการนี้มีพื้นฐานจากการศึกษาของ National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) อัตราการดูดอากาศที่กำหนดไว้ คือ 1 -2 ลิตรต่อนาที (ปกติการเก็บตัวอย่างใช้ 2 ลิตรต่อนาทีเพื่อจำลองอัตราการหายใจของผู้ใหญ่วัยทำงานเพศชาย) ไม่ควรใช้กับปริมาณฝุ่นที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2 มก. (อาจเปลี่ยนกระดาษกรอง)

อุปกรณ์

1. คู่มือปฏิบัติการวิชามลพิษอากาศและเสียงและการควบคุม
2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองชนิดพกพา (รูปที่ 1)
3. เครื่องมือสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ (รูปที่ 2)
4. กระดาษกรองชนิดพีวีซีหรือใยแก้ว ขนาด 37 มม.
5. เครื่องชั่ง
6. สายไฟ
7. ถุงมือ
8. ที่คีบกระดาษกรอง (forceps)

รูปที่ 1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างแบบพกพา (personal air sampler) ของห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม (F8)



รูปที่ 2 เครื่องมือสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ของห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม (F8)

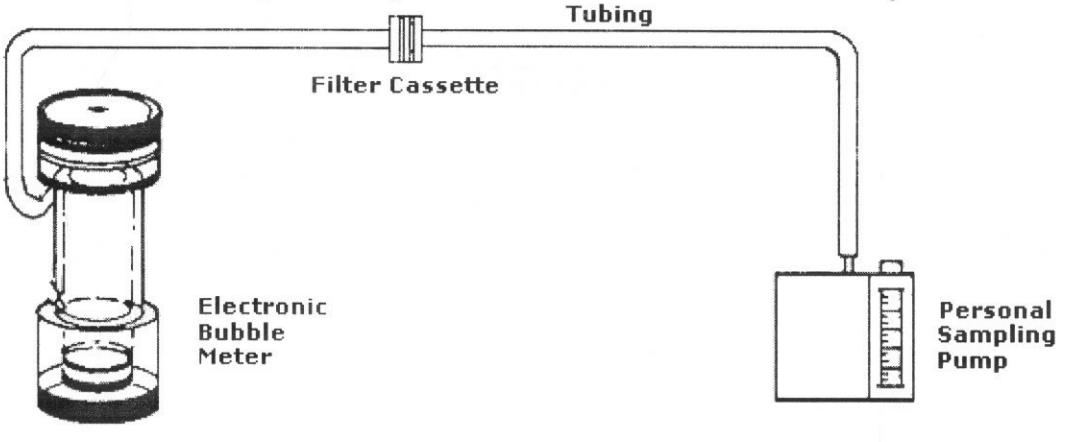
วิธีทดลอง

การเตรียมความพร้อม

1. แบตเตอร์รี่ของเครื่องเก็บตัวอย่าง ต้องเตรียมให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาทำงาน เช่น 8 ชั่วโมง เป็นต้น อาจต้องเตรียมอัดไฟให้เต็มแบตเตอร์รี่ หรือมีสำรองไว้อย่างน้อย 1 ชุด
2. เลือกแผ่นกรองฝุ่นกลุ่มละ 1 แผ่น และมีแผ่นกรองสำรองที่เตรียมไว้ในห้องชั่งและจุดเก็บตัวอย่างอีก 1 แผ่น (lab and field blank) เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมคุณภาพการทำงาน ปรับสภาพแผ่นกรองในสภาวะควบคุมไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง (อุณหภูมิ 20 ±1°C และ RH ≈50±5%) ห้ามใช้มือจับแผ่นกรองแต่ให้ใช้ที่คีบกระดาษกรองเท่านั้น เมื่อครบกำหนดให้ชั่งแผ่นกรองในห้องชั่งอย่างน้อย 3 ครั้ง บันทึกอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ น้ำหนักของกระดาษกรอง
3. นำแผ่นกรองที่ชั่งน้ำหนักแล้วบรรจุในตลับพลาสติก โดยวางบนแผ่นรองที่มีอยู่เพื่อป้องกันกระดาษกรองเสียหายระหว่างเก็บตัวอย่าง
4. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ

การสอบเทียบอัตราการดูดอากาศ

1. ตรวจสอบแบตเตอร์รี่ของเครื่องสอบเทียบอัตราการดูดอากาศ เช่น ยี่ห้อ DryCal® หรือ Gilibrator® ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานแบบปฐมภูมิ เครื่อง Gilibrator® จำเป็นต้องใช้ฟองสบู่ในการตรวจจับอัตราการไหลของอากาศที่ปั๊มดูดอากาศ ก่อนใช้งานต้องหล่อผนังของกระบอกด้วยฟองสบู่ก่อนใช้งาน ต่อสายยางเข้ากับช่องเปิดด้านบนและท่อดูดตัวอย่างของปั๊มดูดอากาศ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ลักษณะการต่อสอบเทียบอัตราการดูดอากาศกับปั๊มดูดอากาศ

2. เปิดปั๊มดูดอากาศไปที่ตำแหน่งเปิด (ON) สังเกตลูกลอยที่มาตรวัด (Rotameter) ปรับให้อัตราการดูดอากาศให้ใกล้เคียง 2 ลิตรต่อนาที (หรืออัตราการดูดอากาศที่ต้องการ) ทดสอบอัตราการดูดอากาศด้วยเครื่องสอบเทียบ และพยายามปรับอัตราการดูดอากาศให้ได้ใกล้เคียง 2 ลิตรต่อนาที บันทึกอัตราการดูดอากาศที่ได้ และระดับของลูกลอย

หากไม่สามารถทำให้อัตราการดูดอากาศได้ตามที่ต้องการ ควรพิจารณาเปลี่ยนปั๊มดูดอากาศใหม่

การเก็บตัวอย่าง

1. ฝุ่นละอองทั่วไปใช้แผ่นกรองพีวีซี (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มม. ใช้อัตราการดูดอากาศ 2 ลิตรต่อนาที ระวังการเก็บตัวอย่างในพื้นที่มีฝุ่นมากซึ่งอาจทำให้เกิดการอุดตัน และการเก็บตัวอย่างได้น้อยกว่าความเป็นจริง กรณีที่ต้องเก็บตัวอย่างละอองไอโลหะ (Metal fumes) ให้ใช้แผ่นกรองชนิดเซลลูโลสเอสเตอร์ผสม (Mixed cellulose ester) ที่มีขนาดช่องพื้นผิวแผ่นกรองประมาณ 0.8 ไมครอน ใช้อัตราการดูดอากาศประมาณ 1.5 ลิตรต่อนาที (ไม่ควรเกิน 2.0 ลิตรต่อนาที) ของโลหะ
2. ตรวจสอบเครื่องเก็บตัวอย่างเป็นระยะ (2 ชั่วโมง) ประเด็นตรวจสอบควรประกอบด้วย การทำงานของปั๊ม อัตราการดูดตัวอย่างไม่ควรเปลี่ยน การสะสมของฝุ่นบนกระดาษกรอง สายต่อระหว่างตลับตัวอย่างและปั๊มดูดอากาศ สังเกตความผิดปกติอื่น ๆ บันทึกสิ่งที่ตรวจพบ
3. เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างตามที่ได้ตั้งเวลาให้เครื่องปิดไว้ล่วงหน้า เปิดเครื่องเก็บตัวอย่างใหม่เพื่อบันทึกระดับของอัตราการไหลของอากาศ บันทึกเวลาและอัตราการไหลของอากาศ
4. ปรับสภาพแผ่นกรองที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในสภาวะควบคุมไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง (อุณหภูมิ 20 ±1°C และ %RH ≈50±5%) ให้ใช้ที่คีบจับแผ่นกรองเท่านั้น เมื่อครบกำหนดให้ชั่งแผ่นกรองในห้องชั่งอย่างน้อย 3 ครั้ง บันทึกอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ น้ำหนักของกระดาษกรอง
5. คำนวณของฝุ่นละอองที่เก็บตัวอย่างได้ในหน่วยของ **มก.ต่อลบ.ม.**

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี