

การเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume hood) ระบบบำบัด (Exhausting System) และชุดบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber) ที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการมาตรฐาน

ตู้ดูดควัน (Fume Hood) ในห้องปฏิบัติการเคมีถือเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยทางวิศวกรรมเบื้องต้นที่ใช้ในการควบคุมและป้องกันอันตรายให้กับบุคลากรในห้องปฏิบัติการที่ทำงานกับสารเคมีและสารอันตราย ดังนั้นการเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume hood) ในห้องปฏิบัติการเฉพาะทาง ผู้ใช้งานต้องให้ข้อมูลในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้ เพื่อให้สามารถออกแบบและเลือกตู้ดูดควัน (Fume hood) ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการทำงานอย่างปลอดภัยตามมาตรฐานได้ ข้อมูลและประเด็นที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงก่อนเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume hood) ประกอบด้วย

- สารเคมีที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการ (chemical attack)
- ความเป็นพิษและอันตรายของสารเคมีที่ใช้ (chemical toxicity)
- สารรังสีที่ใช้ในการทำงาน (radioactive contamination)
- ตัวทำละลายที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการ (solvent attack)
- อุณหภูมิที่ใช้ในการทำงาน (thermal stress)
- การดูดซับหรือดูดซับของสารอันตรายที่ใช้ในการทำงาน (adsorption and absorption of hazardous substances)
- สารระเบิดหรือปฏิกิริยาที่อาจก่อให้เกิดการระเบิดได้ในขณะปฏิบัติงาน (explosions)
- สารไวไฟหรือปฏิกิริยาหรือการทำงานที่อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้ในขณะปฏิบัติงาน (fire)
- สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการหรือลักษณะงานที่เป็น mechanical stress เช่นมีการสั่นสะเทือนสูง (vibration)

ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้สามารถเลือกใช้ชนิดของตู้ดูดควัน (Fume hood) ที่เน้นส่วนประกอบสำคัญ เช่น วัสดุที่ใช้ต้องเป็นวัสดุที่ทนการติดไฟ ทนการกัดกร่อน และในการปฏิบัติการบางชนิดต้องทนต่อการระเบิด ฯลฯ รวมถึงการเลือก Exhaust System ตลอดจนชุดบำบัดไอสารเคมี (fume scrubber) ให้เป็นไปตามมาตรฐานของตู้ดูดควัน (Fume hood) และมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีและสารอันตรายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

มาตรฐานในการออกแบบตู้ดูดควัน (Fume hood) ที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล นั้นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ วัตถุประสงค์ของการใช้งานและสภาวะในการปฏิบัติงานเช่น air flow requirements, environmental regulations, and maintenance issues เพราะวัตถุประสงค์หลักของตู้ดูดควัน (Fume Hood) ที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้นเน้นให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความมั่นใจในความปลอดภัยในการทำงานกับ

สารเคมีและสารอันตรายอื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume Hood) ที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับการปฏิบัติงานและมีคุณสมบัติที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล

การเลือกใช้ชุดบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber)

ชุดบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบของการป้องกันอันตรายจากสารเคมีและสารอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานและเป็นระบบที่สำคัญในการที่จะช่วยป้องกันอันตรายจากสารเคมีและสารอันตรายที่จะถูกปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมผ่านระบบ Exhaust System ของตู้ดูดควัน (Fume Hood) โดยชุดบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber) ถือเป็นส่วนสำคัญในระบบ Fume Hood Exhaust Treatment เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปลดปล่อยมลพิษจากห้องปฏิบัติการลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งถือเป็นมาตรการที่สำคัญในการป้องกันมลพิษหรือ Pollution Prevention หรือ P2 ของห้องปฏิบัติการ มาตรฐาน

Fume Hood Exhaust Treatment

การจัดการสารเคมีและสารอันตรายที่ผ่านระบบ Exhaust System ของตู้ดูดควัน (Fume Hood) ถือเป็นข้อกำหนดที่สำคัญในการเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume Hood) เนื่องจากปริมาณของความเข้มข้นของสารเคมีและสารอันตรายที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมผ่านระบบ Exhaust System ของตู้ดูดควัน (Fume Hood) หากไม่มีการบำบัดหรือกำจัดในเบื้องต้นโดยผ่านระบบบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber System) แล้ว สิ่งที่ปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเหล่านั้นอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมได้ต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ข้อกำหนดตามมาตรฐานของการทำงานตู้ดูดควัน (Fume Hood) ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนในการห้ามปลดปล่อยสารที่ผ่านระบบ Exhaust System ของตู้ดูดควัน (Fume Hood) ออกสู่อากาศหรือสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยตรง ดังนั้นการเลือกชนิดของชุดบำบัดไอสารเคมี (Fume Scrubber) ที่ถูกต้องและเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเลือกใช้ตู้ดูดควัน (Fume Hood) ในห้องปฏิบัติการเฉพาะทางของ Standard Laboratory Testing

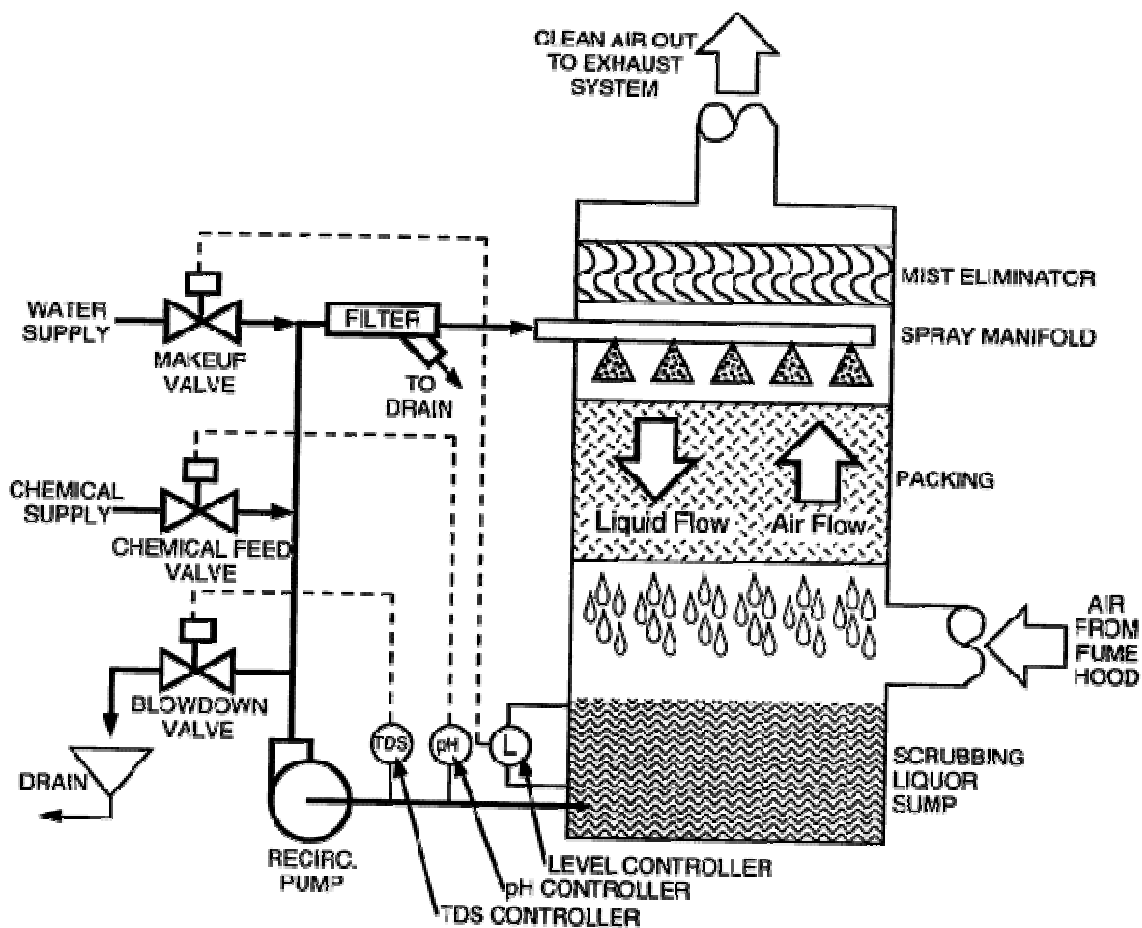
Fume Scrubbers and Contaminant Removal Systems

การบำบัดสารเคมีและสารอันตรายผ่านระบบ Fume hood exhaust ที่เป็นไปตามมาตรฐานในปัจจุบันจะดำเนินการในเทคโนโลยีสองรูปแบบ คือการใช้ Fume Scrubbers และการใช้ containment removal systems.

รูปแบบการ การบำบัดสารเคมีและสารอันตรายผ่านระบบ Fume Scrubber ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 1 สารเคมีและสารอันตรายจะถูกจับไว้โดย scrubbers หรืออาจใช้ HEPA filters ในกรณีของสารที่มีความเป็นพิษหรืออันตรายสูง ในขณะที่ Liquid scrubbers จะถูกใช้ในการบำบัดสารเคมีและสารอันตรายที่มีลักษณะเป็น particulates, ไอระเหย, และก๊าซที่ผ่านออกจากระบบ exhaust system. แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มียุติวิธีใดที่ให้การรับรองว่าสามารถที่จะดูดซับสารเคมีและสารอันตรายที่ผ่านออกจากระบบ Exhaust ได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ หากไม่มีการให้ข้อมูลของสารเคมีและสารอันตรายทั้งในส่วนของชนิดและปริมาณของการใช้ต่อครั้งหรือต่อวันได้อย่างถูกต้อง

ซึ่งปัจจัยความสำเร็จของการใช้ Fume Scrubbers ในการจัดการเพื่อป้องกันสารเคมีและสารอันตรายที่ถูกปลดปล่อยจากสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลและการใช้งานของผู้ใช้หรือผู้ปฏิบัติงานเป็นสำคัญ

1. Liquid Scrubbers or Wet Scrubber



รูปที่ 1 Typical fume scrubber schematic.

1. Liquid Fume Scrubber or Wet Scrubber เหมาะสำหรับ water soluble gases. เป็น scrubber ชนิด packed-bed liquid scrubber ใช้ในการควบคุมมลพิษทางอากาศที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานและการปลดปล่อยสารเคมีอันตรายผ่านระบบ Exhaust System ของ Fume Hood ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ อากาศที่ปนเปื้อนสารเคมีอันตรายจาก Fume Hood จะผ่านมายัง the packed bed, liquid spray section, and mist eliminator และต่อจากนั้นจะเข้าสู่ exhaust system เพื่อส่งผ่านอากาศที่บริสุทธิ์แล้วสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งการใช้ Liquid Fume scrubber เหมาะสำหรับการทำงานกับ Water-soluble gases, vapors, and aerosols ที่สามารถละลายได้ใน scrubbing liquor. Particulates ก็สามารถถูกดักจับได้โดย Scrubber ชนิดนี้ โดยประสิทธิภาพของการบำบัด สารเคมีและสารพิษที่เป็น water-soluble acid- and base-laden air stream อยู่ในช่วง 95 and 98%.

Typical Applications:

โดยทั่วไป scrubbers จะใช้ในระบบ extraction systems เมื่อสารที่เป็น soluble substances ระเหยเป็นไอในอัตราเร่งที่ evaporated at accelerated rates. ตัวอย่างของการปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับการใช้ Scrubber ชนิดนี้

- Trace Metal Analysis
- Hot Acid Etching
- Acid Digestions for Metal Analysis
- Precious Metal Purification
- Fat Testing in Food Industry

Scrubber ชนิดนี้ สามารถใช้ในการทำงาน/ปฏิบัติงานกับสารเคมีที่เป็น water-soluble acid/alkali.

Partial list of chemicals that scrubbers are appropriate for:			
HCl	Hydrochloric Acid (Hydrogen chloride)	NaOCl	Sodium Hypochlorite
H ₂ SO ₄	Sulfuric Acid	H ₂ O ₂	Hydrogen Peroxide
HF	Hydrofluoric Acid (Hydrogen fluoride)	C ₂ H ₄ O ₂	Acetic Acid

		NH ₃	Ammonia
NaOH	Sodium Hydroxide	H ₃ O ₄ P	Ortho-phosphoric Acid
KCl	Potassium Chloride	H ₃ BO ₃	Ortho-boric Acid
NaCl	Sodium Chloride	HNO ₃	Nitric Acid

2. Other Gas-Phase Filters

นอกเหนือจากการใช้ liquid scrubbers แล้ว เรายังสามารถใช้ gas-phase filtration ที่เป็น "inert" adsorbents and chemically active adsorbents โดยใช้ตัวดูดซับสารเคมีและสารพิษเป็น activated carbon, activated alumina, and Molecular Sieves ซึ่งจะอยู่ใน bulk form เพื่อใช้เป็น deep bed หรือ อยู่ในรูปของ cartridge ที่คล้ายเครื่องกรองน้ำหรือ particulate filter housings และปัจจุบันมีจำหน่ายใน รูปของเม็ดแก้วหรือ beads ซึ่งมีรูพรุนและมีพื้นที่ในการดูดซับได้สูงกว่าในรูปแบบอื่นโดยสามารถจับ โมเลกุลของแก๊สและไอระเหยไว้ในรูพรุนเหล่านั้นได้ ส่วนสารเคมีที่ใช้เป็น chemically active adsorbents ส่วนใหญ่จะใช้สาร strong oxidizer ซึ่งที่นิยมใช้มากที่สุดคือ potassium permanganate (purple media), ซึ่งจะทำปฏิกิริยาและทำลายสาร organic vapors ได้เป็นอย่างดี Adsorbents ชนิดนี้สามารถดูดซับ สารได้มากมายกว่าหนึ่งร้อยชนิดรวมถึง volatile organic components (VOCs) และยังสามารถดูดซับ สารที่ไม่มีอันตรายเช่น ไอน้ำหรือ water vapor ได้อีกด้วย

แต่การใช้ scrubbers ชนิดนี้ก็มีข้อด้อยในกรณีของการใช้งานที่มีความเข้มข้นของสาร organics or hydrocarbons ในปริมาณสูง อาจเกิดการรั่วไหลของสารเหล่านี้ลงมาใน hood ได้ซึ่งจะก่อให้เกิด exotherm ในส่วนของ reaction zone ในส่วนดูดซับ ซึ่ง exotherm อาจก่อให้เกิดไฟไหม้ขึ้นได้ใน scrubber. ดังนั้นการออกแบบระบบการดูดซับของ Scrubber ชนิดนี้ต้องให้มีความเสี่ยงต่อการติดไฟน้อย ที่สุด. ดังนั้นการเลือกใช้ Scrubber ชนิดนี้ต้องให้ความรู้ในการใช้งานวิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา อย่างถูกวิธีให้กับผู้ใช้งาน

3. Particulate Filters

อากาศที่ผ่านจาก Fume hoods ที่ใช้งานด้าน radioactive หรือ biologically active materials จะมีการใช้ แผ่นกรองที่เหมาะสมเพื่อกำจัดสารอันตรายเหล่านี้ก่อนปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก. การบำบัดหรือ กำจัดอากาศที่ปนเปื้อนกับสารที่มีลักษณะเป็น hazardous particulates อื่นๆ ก็ต้องการใช้แผ่นกรอง เพื่อ

บำบัดอากาศให้บริสุทธิ์ก่อนปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน แผ่นกรองที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ HEPA filter bank ซึ่ง HEPA filters นี้มีความสามารถในการจับดูดซับสารที่เป็น particulates ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 3 microns ได้ถึง 99.97% การใช้ HEPA filter bank ในการเป็น Scrubber นั้น จะใช้ในลักษณะงานที่เฉพาะด้านและมีกำหนดของการเปลี่ยน Filter ที่มีกำหนดระยะเวลาแน่นอนเช่นสามเดือน หกเดือนหรือสิบสองเดือนแล้วแต่ชนิดของ HEPA filter ที่เลือกใช้ตามลักษณะงานและต้องมีระบบป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับ filter นั้นโดยตรง ซึ่งปัจจุบันมีวิธีการที่เปลี่ยน HEPA Filter ที่เรียก "bag-in, bag-out" เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับสารอันตรายที่อยู่ใน Filter วิธีนี้จะแยก contaminated filter and housing จากผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ special plastic barrier "bag" และกำหนดขั้นตอนวิธีการพิเศษเพื่อป้องกันการสัมผัสหรือการปลดปล่อยสารอันตรายลงสู่สิ่งแวดล้อม

REFERENCES:

1. Board of Regents of the University System of Georgia :Design Criteria for Laboratories:Fume Hood(2007)
2. Chamberlin, R. I., and J. E. Leahy. 1978. Laboratory Fume Hood Standards. Contract No. 68-01-4661. Facilities Engineering and Real Properties Branch. Washington, D.C.: Environmental Protection Agency.
3. Clansky, K. B., Ed. 1987. Chemical Guide to the OSHA Hazard Communication Standard. Burlingame, Calif.: Roytech.
4. DiBerardinis, I. J., et al. 1993. Guidelines for Laboratory Design: Health and Safety Considerations, 2nd ed. New York: Wiley-Interscience
5. Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories(1995)The National Academics press