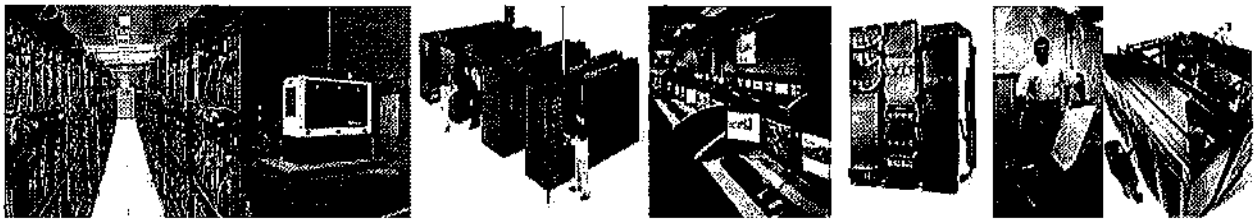
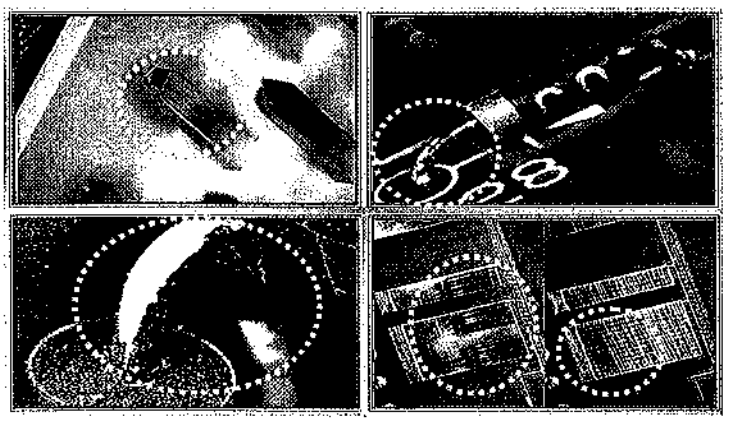
การกำจัดกลิ่นและแก๊สปนเปื้อน ในระบบปรับอากาศของห้อง Control Room

คุณอำนาจ สาลีนุกูล
บริษัท ชัยมิตร เอ็นจิเนียริ่ง อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
โทร. 0-2757-4510
E-mail: sales@chaimitr.com, amnad_y@chaimitr.com



โดยทั่วไปในหลายๆ โรงกลั่นน้ำมัน และโรงงานปิโตรเคมีจะมีการทำการป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น Fire, Shock, Vibration, Power, Humidity, Temperature และ Particulate Contamination แต่สำหรับความเสียหายที่จะเกิดจาก Corrosion (การกัดกร่อน) พวกเขายังให้ความสำคัญเชิงป้องกันอยู่น้อย

ซึ่งอันที่จริงแล้วในกระบวนการผลิตของโรงกลั่นน้ำมันและโรงงานปิโตรเคมี ก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะก่อให้เกิดแก๊สที่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด Corrosion ขึ้นมาหลายตัว เช่น Hydrogen Sulfide, Sulfur dioxide, Nitrogen Oxide, Chlorine, Hydrogen fluoride, Ammonia และOzone โดยแก๊สเหล่านี้จะเข้าไปในห้อง Control Room โดยผ่านระบบ Air Intake ของระบบปรับอากาศ และจากการติดมากับเสื้อผ้าของพนักงานฝ่าย Operation ที่ออกไปปฏิบัติภายในขบวนการผลิตและเดินเข้ามาในห้อง Control Room โดยแก๊ส Corrosion เหล่านี้จะค่อยๆ ก่อตัวบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และค่อยๆ ทำลายอุปกรณ์ดังกล่าว



รูปที่ 1

โดย Corrosion จะจับตัวอยู่บริเวณ Pin Connectors, Edge Connectors, IC, Plug-in sockets, Wire-wrap connections และชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ดังรูปที่ 1)

ซึ่งการจับตัวของคราบ Corrosion บริเวณต่างๆ จะทำให้เกิดความเสียหายกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การรวนของกระแสไฟ, การเกิด Overheated ในระบบไฟฟ้า, การแสดงหรืออ่านค่าผิดเพี้ยนของ

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และในที่สุดปัญหาจาก Corrosion จะส่งผลกระทบต่อขบวนการผลิต เช่น การ Shutdown การผลิตโดยกระทันหัน, การผลิตที่ล่าช้า, การที่ต้องเสียค่าซ่อมแซมจำนวนมากกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการสูญเสียกำไร ฯลฯ

ซึ่งในปัจจุบันก็มีโรงกลั่นน้ำมันและโรงงานปิโตรเคมีหลายแห่งที่หาวิธีควบคุมความเสียหายของระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจาก Corrosion เช่น การใช้ระบบ Gas-Phase Air Filtration ซึ่งเป็นระบบกรองแก๊สปนเปื้อนก่อนเข้าสู่ห้อง Control Room และหลังจากผ่านระบบกรองแก๊สแล้วก็จะทำการตรวจวัดค่า Corrosion ที่เข้าสู่ระบบโดยใช้ Real Time Monitors นอกจากนั้น ก็ยังมีการแก้ปัญหาโดยการลดระดับหรือจำกัดการปล่อยแก๊ส Corrosion ที่เกิดจากการผลิตออกมาโดยใช้กรรมวิธีการผลิตใหม่ๆ เช่น Catalytic cracking, desulfurisation เป็นต้น

Corrosion คืออะไร

Corrosion คือ การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแก๊สปนเปื้อน ซึ่งเมื่อปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะหนึ่งก็จะสามารถทำให้ชิ้นส่วนโลหะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการเสื่อมสภาพได้ โดยทั่วไปเมื่อ Corrosion Gas วิ่งผ่านชิ้นส่วนโลหะที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงก็จะเกิดการทำปฏิกิริยาการกัดกร่อนที่รวดเร็วขึ้น และถ้าปฏิกิริยาของ Corrosion ยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องคาบของ Corrosion ก็จะมีขนาดใหญ่และหนาขึ้นจนทำให้เกิดการ Short Circuits หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ภายในไม่กี่เดือนหรือภายในไม่กี่ปี ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของสารปนเปื้อนและสภาพแวดล้อมของห้อง Control Room

Corrosion สามารถทำลายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้หลายชนิด รวมทั้งชิ้นส่วนของ Integrated circuit chips, circuit boards, relay switches, transformers, motor control และ instrumentation systems ซึ่งการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดจะแสดงอาการไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชิ้นนั้นๆ ตัวอย่างอาการที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์สามารถดูได้จาก (ตารางที่ 1)

การแบ่งกลุ่ม และการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ความเข้มข้นของแก๊สโดยทั่วไปจะจัดเป็น ppb (Parts Per Billion) หนึ่งในพันล้านส่วนเพื่อแสดงให้เห็นภาพมากขึ้น 1 ppb เท่ากับ 1 หยดใน 122,410 Gallon ของน้ำ

Hydrogen Sulfide ซึ่งเป็นแก๊สกัดกร่อนที่แรงมาก โดยทั่วไปมันสามารถทำลายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรมได้โดยง่าย เช่น ที่ 3 ppb มันสามารถทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีส่วนประกอบของ Copper พุพังได้ภายใน 5 ปี และที่ 50 ppb มันสามารถทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดเพี้ยนได้ภายในระยะเวลาเพียง 6 เดือน

ตารางที่ 1

Table 1. Effects of corrosion on sensitive equipment components

Component	Corrosive effects
Edge connectors Pin connectors IC plug-in sockets	Contact arm rests on high-resistance coating instead of gold plating.
Wire-wrap connections	Metallic alloys exposed to the atmosphere especially susceptible and sensitive to corrosive attack.
Electrical systems	Ghost signals, misinformation, improper process controls and production downtime.

จากปัญหาของ Corrosion ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จึงได้มีการพัฒนาขบวนการวัดผลเพื่อที่ใช้ควบคุมค่า Corrosion ที่จะบอกว่าค่า Corrosion ระดับใดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และระดับใดอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ โดย The Instrumentation Systems and Automation Society (ชื่อทั่วไป The Instrument Society of America)ได้กำหนดมาตรฐาน S71.04-1985 เพื่อแบ่งกลุ่มระดับอากาศปนเปื้อนในห้องอิเล็กทรอนิกส์ ดังตารางที่ 2

ในห้อง Control Room เพื่อจะใช้ในการวางแผนแก้ไขปัญหาที่จะเกิดจาก Corrosion ก่อนที่จะเกิดความเสียหายกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยความรุนแรงของ Class ที่แสดงถึงความแรงของการกัดกร่อนตามมาตรฐาน ISA จะขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊สปนเปื้อนและความเข้มข้นของสารนั้นๆ รวมถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง Control Room ด้วย

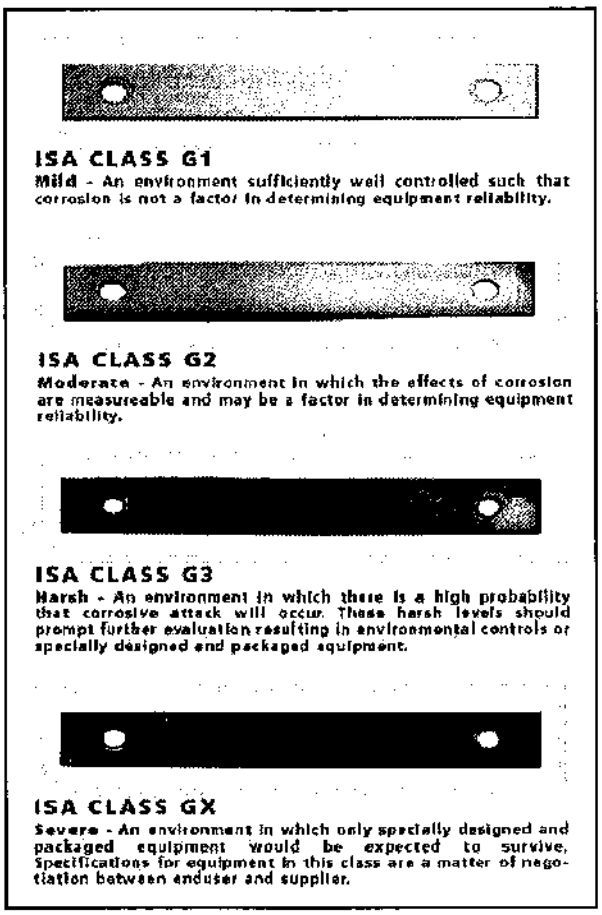
ตารางที่ 2

Table 2. ISA standard S71.04-1985 environmental classification scheme

Class	Severity level	Copper reactivity measured in angstroms (Å)	Environmental conditions
G1	Mild	<300Å	The environment is sufficiently well-controlled; corrosion is not a factor in determining equipment reliability.
G2	Moderate	<1000Å	Effects of corrosion in the environment are measurable; corrosion might be a factor in determining equipment reliability.
G3	Harsh	<2000Å	Corrosive attack is very likely to occur in the environment; harsh levels should prompt further evaluation resulting in environmental controls or specially designed and packaged equipment.
GX	Severe	>2000Å	Only specially designed and packaged equipment would be expected to survive in the environment; specifications for equipment in this class are a matter of negotiation between the user and supplier.

มาตรฐาน ISA ดังกล่าวได้รับการยอมรับในวงกว้างจากผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพราะมาตรฐานนี้สามารถอธิบายได้ถึงระดับคุณภาพอากาศในหลายๆ ระดับที่สะท้อนถึงสภาพแวดล้อมของห้อง และความเข้มข้นของแก๊สปนเปื้อนภายในห้อง Control Room ดังนั้น มาตรฐานนี้จึงถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

โดยหลักการวัดตามมาตรฐาน ISA จะใช้แผ่น Copper และ Silver วางไว้ในห้องที่ต้องการตรวจวัดเป็นระยะเวลา 30 วัน หลังจากนั้น จะนำแผ่น Copper และ Silver ชุดดังกล่าวไปทดสอบยังห้องทดสอบเพื่อหาค่าปริมาณค่า Corrosion ที่เกิดบนแผ่น Copper และ Silver (ดังรูปที่ 2)

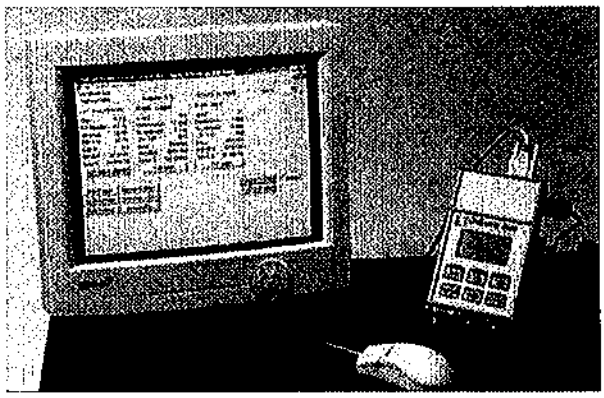


รูปที่ 2

เป็นภาพที่แสดงให้เห็นถึงสภาพแผ่น Copper ที่สะอาดไม่มีคาบ Corrosion และแผ่น Copper ที่มีคาบ Corrosion ในระดับความรุนแรงที่เกิดจากการเกิด Corrosion ในระดับต่างๆ

ปัจจุบันหลายโรงงานอุตสาหกรรม เริ่มใช้อุปกรณ์วัดค่า Corrosion แบบ Real Time ซึ่งเป็นเครื่องวัดที่ใช้หลักการวัดค่าการสั่นสะเทือนที่เปลี่ยนแปลงไปบนแผ่น Copper และแผ่น Silver บางๆ ที่เคลือบอยู่บนแร่ Quartz โดยอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถวัดค่า Corrosion ณ เวลานั้นๆ ได้เลยแบบนาทีต่อนาที ซึ่งอุปกรณ์วัด Corrosion เป็น Real-Time นั้นมีประโยชน์มาก เพราะจะทำให้เราทราบถึงระดับค่า Corrosion ณ เวลานั้นๆ ได้เลย ทำให้สามารถวางแผนและทำการแก้ไขปัญหาที่จะเกิดจาก Corrosion ได้อย่างทันท่วงที ซึ่งโดยมาก อุปกรณ์วัดค่า Corrosion แบบ Real-Time จะใช้ควบคู่ไปกับระบบตรวจวัดแบบ Real-Time ของค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้น และค่าความดันภายในห้อง เพื่อสามารถควบคุมและแก้ไขปัญหาการเกิด Corrosion ในห้อง Control Room ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งอุปกรณ์วัด Real-Time เหล่านี้สามารถที่จะต่อสัญญาณเข้ากับระบบ Computer ส่วนกลาง เพื่อใช้สังเกตุการณ์และสามารถจัดเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูลย้อนหลังได้ รวมทั้งแสดงข้อมูลที่อยู่ในรูปของกราฟเพื่อแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของระบบ Corrosion ได้ชัดเจนมากขึ้น

ตัวอย่างหนึ่งของอุปกรณ์ชุดวัด Corrosion แบบ Real-Time ที่สามารถใช้วัดได้ทั้งค่า Corrosion, อุณหภูมิ, ความชื้น, และความดันภายในห้อง Control Room คือ On Guard 2000 Atmospheric Corrosion, Real Time Monitor (ดังรูปที่ 3)



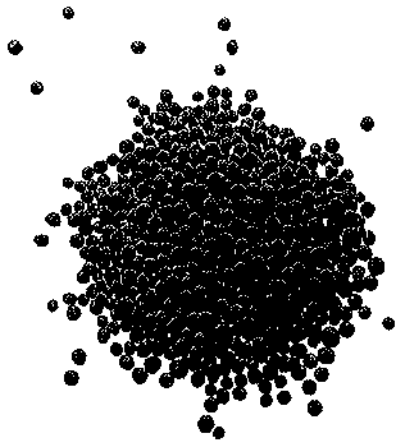
รูปที่ 3 อุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Real Time

เป็นรูปการใช้ Real Time Monitors เพื่อควบคุมค่า Corrosion ที่จะเกิดกับห้อง Control Room สาเหตุที่ต้องทำการควบคุม Corrosion เพราะในอดีตพวกเขาเคยประสบปัญหาที่เกิดจาก Corrosion ที่จะทำให้พวกเขาต้องทำการ Shutdown ขบวนการผลิตอย่างกระทันหัน เพื่อเปลี่ยน Computer Main Boards จำนวน 40 ชิ้น อย่างเร่งด่วน เนื่องจาก Main Boards เหล่านี้เกิดการเสื่อมสภาพ ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้พวกเขาต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายที่เสียหายจากการผลิตถึงวันละ $200,000 ต่อวัน ดังนั้น เพื่อป้องกันการล้มเหลวของระบบ Computer ในการผลิตไม่ให้เกิดขึ้นอีกทาง จึง

ได้ทำการติดตั้งระบบ Gas-Phase Air Filtration เพื่อกรองหรือกำจัดแก๊สปนเปื้อนที่จะเข้าในห้อง Control Room และทำการควบคุมโดยการตรวจวัดค่า Corrosion แบบ Real-Time โดยได้ทำการติดตั้งเครื่อง Real Time Monitors จำนวน 4 เครื่องไว้ในห้อง Control Room ทั้งหมด

การกำจัด Corrosion Gases

การกรองพวกแก๊สปนเปื้อนออกมาจากอากาศที่ถูกดูดเข้ามาในระบบ Air Condition เพื่อให้แน่ใจได้ว่าอากาศที่ไหลเข้ามาให้ห้อง Control Room เป็นอากาศที่มีความสะอาดปราศจากแก๊สปนเปื้อน ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ระบบกรองแก๊สแบบที่เรียกว่า Dry-Scrubbing ซึ่งจะมีเม็ด Media ที่ใช้เป็นตัวกรอง โดยทั่วไป Media จะมีลักษณะเป็นทรงกลมกับทรงกระบอก (ดังรูปที่ 4)

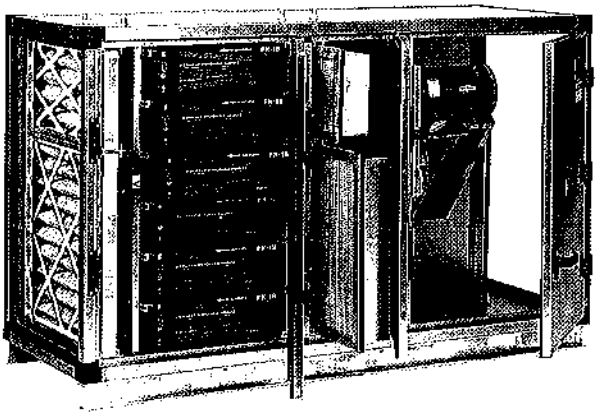


รูปที่ 4

ซึ่งเม็ด Media แต่ละชนิดจะถูกขึ้นรูปโดยมี Base ที่ใช้เป็น Activated Carbon และ Activated Alumina โดย Activated Carbon เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในฐานะตัวดูดซับแก๊สเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับและ Chemisorption โดยการเติมสารเคมีลงไป สารเคมีที่เติมต้องไม่ทำปฏิกิริยากับ Activated Carbon เช่น

- Caustic-Impregnated Carbon ใช้ดูดซับแก๊สที่เป็นกรด เช่น Sulfur Dioxide (SO_2), Hydrogen Sulfide (H_2S), Chlorine (Cl_2) และ Hydrochloric Acid (HCl)
- Phosphoric Acid หรือ Copper Salt-Impergnated Carbon ใช้ดูดซับ ammonia (NH_3)
- Iodine-Impregnated Carbon ใช้ดูดซับไอปรอท

นอกเหนือจากการเติมสารเคมีใน Activated Carbon แล้ว ยังมีการเติมสารเคมีพวก broad-spectrum chemical impregnated ซึ่งไม่สามารถเติมใน Activated Carbon เพราะมันทำปฏิกิริยากับ carbon และทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับลดลง สารเคมีดังกล่าว เช่น Potassium Permanganate ($KMNO_4$) ต้องผสมลงใน Activated Alumina เพื่อใช้ดูดซับแก๊ส SO_2, NO, NO_2 และ Formaldehyde (HCHO) ซึ่งอุปกรณ์กรองแก๊ส หรือ Chemical Filtration โดยทั่วไปจะประกอบ 3 ส่วน (ดังรูปที่ 5)



รูปที่ 5

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของ Pre Filter (กรองชั้นต้น) ซึ่งทั่วไปใช้ Filter ที่มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 20-30% (ASHRAE Efficiency) ในกรณีที่สภาวะโดยรวมมีฝุ่นละอองสูง เช่น โรงเลื่อยหรือฝุ่นผงกระดาษ บริเวณรอบโรงกระดาษ โดยทั่วไปจะใช้ Bag Filter ที่มีความสามารถในการกักเก็บฝุ่นสูง (High Dust Capacity) เพื่อลดความถี่ในการเปลี่ยน Filter และยืดอายุการใช้งานของ Chemical Filter

ส่วนที่ต่อจาก Pre Filter จะเป็นส่วนของ Media Containment (อุปกรณ์ที่ใช้บรรจุเม็ด Media ที่ใช้สำหรับกรองแก๊สปนเปื้อน)

ต่อจากส่วนของ Media Containment ก็จะเป็นส่วนของแผ่นกรองชั้นสุดท้าย Final Filter เพื่อป้องกันและทำให้แน่ใจได้ว่าฝุ่นที่อาจผ่านจาก Pre Filter และฝุ่นที่อาจจะเกิดจาก Media จะถูกจับเก็บไว้ด้วย Final Filter ที่มีประสิทธิภาพกรองฝุ่นสูง ก่อนที่อากาศจะเข้าสู่ห้องที่ควบคุม

โดยหลักสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชุดกรองอากาศ เพื่อกำจัดแก๊สปนเปื้อน คือประสิทธิภาพในการกำจัด (Removal Efficiency) และสมรรถนะของ Capacity ในการเก็บปริมาณ Corrosion Gas ของ Chemical Media ปริมาณ Capacity ของ Chemical Media จะต้องมีปริมาณมากเกินพอที่จะกำจัดปริมาณ Corrosion Gas ที่ประมาณไว้ได้เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

การเลือก Media ที่เหมาะสมและการรวมเข้าด้วยกันของ Media มากกว่า 1 ชนิด เพื่อกำจัด Corrosion Gas เพราะโดยทั่วไปในแต่ละโรงงานจะค่อนข้างมีชนิดของ Corrosion Gas แตกต่างกัน การพิจารณาอีกอย่างหนึ่งคือ คุณภาพ และปริมาณของ Media ที่ใส่ในระบบ เพราะความต้องการของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง คือ ต้องการที่จะให้มีช่วงเวลาในการเปลี่ยน Media แต่ละครั้งให้มีระยะห่างเป็นเวลานานๆ ซึ่งโดยทั่วไปจะทำการวาง Media เป็นแบบ "deep beds" เพื่อทำให้ปริมาณ Media มีมากเพียงพอที่จะสามารถใช้กับอุปกรณ์กรองอากาศได้นานทำให้ช่วงระยะเวลาการเปลี่ยน Media แต่ละครั้งมีความถี่ในการเปลี่ยน Media ครั้งหนึ่งสามารถใช้ได้ถึง 12 เดือน หรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรองอากาศที่เป็น "thin bed" จะใช้กับ Corrosion Gas ที่มีปริมาณความเข้มข้นต่ำๆ โดย Media ที่จะถูกบรรจุใน Module และในบางครั้ง "thin bed" อาจจะถูกนำมาใช้กับโรงงานที่มีพื้นที่ติดตั้งน้อย โดยชนิดของ Module ที่ถูกเลือกโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับความง่ายในการซ่อมบำรุง ซึ่งการดูแลประสิทธิภาพของ Media อยู่เสมอ จะทำให้เราแน่ใจได้ว่า Corrosion Gas ที่เราต้องการป้องกันได้ถูกควบคุมตามค่าที่เราต้องการ.

เอกสารอ้างอิง

1. Technical Paper, Christopher O.Muller www.purafil.com
2. Case Study Exxon/Mobil Oil Refinery
3. ISA Standard S71.04-1985