อำนาจ ยิ่งกว่า

การควบคุมคุณภาพอากาศภายในห้องควบคุม

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่มีขบวนการผลิตประเภทงาน Mill (เช่น Process การรีดเหล็กและการม้วนกระดาษ) โดยทั่วไปจะมีโปรแกรมการป้องกันการซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance Programs) เพื่อป้องกันการเกิดวิกฤตการณ์โดยกระทันหันกับขบวนการผลิตอันนำมาซึ่งการสูญเสียค่าใช้จ่าย และแรงงานคน โดยการใช้ "การควบคุมสภาพแวดล้อม" จากผลสำรวจพบว่า 30 - 40% ของ Computer Board เสียหาย เนื่องจากสาเหตุอันเกิดจากการกัดกร่อน (Corrosion), การกัดกร่อน สามารถป้องกันได้โดยการควบคุมคุณภาพของอากาศภายในห้องที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกติดตั้งอยู่

ในเอกสารชุดนี้ คุณสมบัติของสภาวะแวดล้อมที่พิจารณากัน จะพูดถึงสภาวะภายในห้องที่ติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก, ซึ่งสามารถตรวจวัด และอ้างอิงได้กับมาตรฐานของสถาบัน ISA

จากการศึกษาการสถานการณ์, สถานการณ์หนึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า การควบคุม (Instrumentation Society of America) สภาพแวดล้อมสามารถลดปริมาณความไม่จำเป็นในการซ่อม และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกที่เกิดเสียหายได้อย่างเห็นได้ชัดเจน

การเกิดการกัดกร่อนของวงจรอิเล็กทรอนิกสามารถป้องกันได้ โดยการควบคุมคุณภาพอากาศ ในห้องที่มีระบบ Distributed Control System (DCS) และ Motor Controllers ติดตั้งอยู่

"การควบคุมสภาพแวดล้อม" ภายในศูนย์ควบคุมขบวนการผลิต และศูนย์กลางการควบคุมมอเตอร์กลายเป็นสิ่งสำคัญใน Preventive Maintenance Programs และมีผลต่อเนื่องมาถึง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และผลกำไรที่จะได้รับของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นด้วย ในหลายๆ โรงงานอุตสาหกรรมวิศวกรควบคุมเครื่องมือกล่าวว่าการที่เรามีขบวนการควบคุมการผลิตที่สมบูรณ์ 100% ตลอดเวลาจะทำให้เราสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตามขบวนการผลิตได้ . และคุณภาพสินค้าก็จะออกมาดีซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับเราและสินค้าที่จะมีคุณภาพความพึงพอใจกับสินค้าของเราได้สูงสุดการที่จะปฏิบัติตามความต้องการนี้ให้ได้ตลอดเวลา, วิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ได้ คือการติดตั้งระบบควบคุมขบวนการผลิตให้มากเกิดความต้องการไว้ก่อน คือจะมีระบบควบคุมหนึ่งที่จะถูกติดตั้งเพื่อใช้ Stand by

ในกรณีที่ระบบควบคุมที่ใช้อยู่จริง ณ เวลานั้นเกิดขัดข้องขึ้น ซึ่งกลยุทธที่จะทำให้ระบบควบคุมขบวนการผลิตถูกใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ถูกปรับปรุงเพิ่มมากขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาแบบเดิมกับระบบควบคุมที่เป็น Stand by

แต่มีปัญหาจำนวนมากที่จะทำให้ระบบ Distributed Control System (DCS) สูญเสียความเที่ยงตรง, หนึ่งของปัญหานั้น คือการที่ระบบ DCS ของโรงงานอยู่ภายใต้สภาวะที่มีสิ่งจำเป็น Corrosion และ Gas ซึ่งทำปฏิกิริยากับวัตถุประเภท ทองแดง, เงิน และ นิเกล ซึ่งเป็นโลหะที่ใช้ในส่วนของแผ่นวงจรใน Computer และส่วนประกอบอื่นๆ ของ Computer ปัญหาดังกล่าวจะทำให้เกิดการลดประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และทำให้ต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายมากมายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่เสียหาย ซึ่งแนวทางในการป้องกันไม่ให้เกิดค่าใช้จ่ายดังกล่าว และป้องกันการเสียหายของผลผลิต เราควรป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา Corrosion เกิดขึ้น โดยการกำจัด Corrosion Gas ที่จะสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะพื้นฐานที่ใช้ทำวัสดุในแผ่นวงจร และส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอิเล็กทรอนิก และยังต้องรวมถึงการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้เร่งหรือช่วยการเกิดปฏิกิริยา Corrosion ได้ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ, ความชื้น และฝุ่น

ในเอกสารชุดนี้ได้รวบรวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่จะนำไปปฏิบัติเพื่อปรับปรุง และควบคุมทำให้ระบบ DCS ให้มีความเที่ยงตรง และมีประสิทธิภาพได้ ประการแรกเราควรได้รับการแนะนำถึงการออกแบบห้อง Control Room (ห้องควบคุม) และวิธีการที่จะติดตั้ง อุปกรณ์กรอง Gas ที่เหมาะสมกับระบบ Air Conditioning ที่จะใช้กับระบบ DCS ในห้อง Control Room จากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ ประการที่สอง จะต้องรู้จักวิธีดำเนินการ และปฏิบัติ Preventive Maintenance Program ที่จำเป็นเพื่อบำรุงรักษาอุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์กรอง Gas และ Air Condition, ดังนั้นเมื่อเราปฏิบัติตามปัจจัยดังกล่าว สภาวะของอากาศที่จะเข้าไปใน Control Room ย่อมจะไม่ทำให้เกิดปัญหามลพิษและ Corrosion ได้

1. มาตรฐานของสภาวะสิ่งแวดล้อม

ในส่วนของวิธีการออกแบบ, Preventive Maintenance Program และวิธีการตรวจวัดผลคุณภาพของสิ่งแวดล้อมใน Electronic Control Room เป็นสิ่งจำเป็นมากในการบอกถึงคุณภาพของระบบอิเล็กทรอนิก และสภาวะอากาศในห้องที่เราต้องการควบคุม ไม่ให้เกิด Corrosion เพื่อทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ซึ่งจากตรงนี้จะเห็นได้ว่าจะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม และเปลี่ยนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก และเป็นสิ่งที่ทางผู้ใช้งานในการควบคุมขบวนการผลิตต้องการอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดการควบคุมขบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และสินค้าที่มีคุณภาพ

The Instrumentation Society of America (ISA) ได้ทำการพัฒนามาตรฐาน ISA - S71.04 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กล่าวถึง การตรวจสอบค่าของผลกระทบต่างๆ ที่จะเกิดอากาศที่ปนเปื้อน (Airborne Contaminants) ใน Electronic Control Room, และได้ทำมาตรฐานโดยตั้งชื่อว่า "Environmental Conditions for Process Managements and Control System Airborne Contaminants" ซึ่งถูกตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1985 และในหนังสือได้เขียนครอบคลุมถึงลักษณะของอากาศปนเปื้อนในรูปของสภาวะต่างๆ 3 เฟส คือ ในรูปของของเหลว, ของแข็ง, และแก๊ซ

โดย ISA ออกแบบให้มีการกำหนดกลุ่มขั้นของคุณภาพอากาศไว้ และได้กำหนดให้มาตรฐานในการออกแบบของห้องอิเล็กทรอนิกว่าต้องมีสภาวะคุณภาพอากาศอยู่ที่ Class G1 หรือ ความรุนแรงระดับ 1 เสมอ ส่วนถ้าเป็นกลุ่มขั้นของคุณภาพอากาศที่มีความปนเปื้อนสูงขึ้นก็จะเป็น Class G2, G3, และ GX โดยเรียงจากความรุนแรงน้อยไปมาก

การแบ่งกลุ่มขั้นของอากาศปนเปื้อนประเภทของเหลวจะถูกโชว์ในตารางที่ 1 โดยจากตารางจะบอกว่าปริมาณของเหลว ปริมาณเท่าไรที่จะมีผลต่อ Corrosion ซึ่งแต่ละระดับความรุนแรงจะแบ่งความเข้มข้น และระดับที่ยอมรับได้ของปริมาณไอ (Vapor Allowance Level) และค่าน้ำมันปนเปื้อน (Contaminants Oil) ซึ่งค่าที่ยอมรับได้จะต้องอยู่ในช่วง Severity Level 1 การที่นำค่าไอ (Vapor) มาพิจารณาแบ่งระดับขั้นความรุ่นแรงของ Corrosion ของ

อากาศปนเปื้อนในประเภทของเหลว เพราะสภาวะไอสามารถที่จะเกิดการควบแน่นเปลี่ยนสภาวะมาเป็นของเหลวได้

Table I Classification of Chemically Active Contaminants: Liquid Aerosols (Measured in μg/kg Except As Specified)

Contaminant	Class	Severity level 1 Value	Severity level 2 Value	Severity level 3 Value	Severity level X (special) Value
Vapors*	LA	<1.0	<5.0	<20.0	≥20.0
Oils	LB	<5.0	<50.0	<100.0	≥100.0
Sea salt mist	LC	More than 0.5 km Inland	Within 0.5 km inland	Offshore installation	T.B.S.
Special TBS	LX	T.B.S.	T.B.S.	T.B.S.	T.B.S.

* For example, Inchlorethylene ($CHClCCl_2$)

Notes: 10 μg/kg = 1.0 parts per billion (p/10*)

T.B.S. = To be specified

< is defined as "less than"

> is defined as "greather than"

≥ is defined as "greather than or epual to"

การแบ่งกลุ่มขั้นของอากาศปนเปื้อนประเภทของแข็งซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของฝุ่นจะโชว์ในตารางที่ 2

Table II Classification of Airborne Particles

Particle size	Class	Severity level			
		1	2	3	X
>1 mm	SA	<1,000	<5,000	<10,000	≥10,000
100 μm to 1,000 μm	SB	<500	<3,000	<5,000	≥5,000
1 μm to 100 μm	SC	<70	<200	<350	≥350
<1 μm	SD	<70	<200	<350	≥350

Notes: μm = micrometer = 0.001 millimeter

G/m^3 = micrograms per cubic meter

การแบ่งกลุ่มขั้นของผลกระทบที่มีต่อมลภาวะในสภาวะ gas จะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยจะบอกถึงความแรงในการเกิด Corrosion ของ Gas ที่อยู่ในอากาศ ที่ระดับไหนจะทำให้เกิดความเสียต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกมากแค่ไหน โดยแต่ละระดับความรุนแรงจะดูจากอัตราความสามารถในการเกิด Corrosion บนแผ่นทองแดง และที่สำคัญจากบทความของมาตรฐาน ISA ก็ใช้อัตราความสามารถในการเกิด Corrosion บนแผ่นทองแดง ให้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลกระทบที่จะเกิดกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกและความสัมพันธ์นี้โชว์ในตารางที่ 4

Table III Classification of Reactive Environments

Severity level	G1	G2	G3	G4
Environmental description	Mild	Moderate	Harsh	Severe
Copper reactivity level	<300	<1,000	<2,000	≥2,000
(In Å per 30 days)				

Table IV Copper Corrosion Rate Effect on Equipment Reliability

Severity level	Copper reactivity level	Equipment reliability
G1	<300Å	Corrosion not a factor
G2	<1,000Å	Corrosion may be a factor Environmental controls probably warranted
G3	<2,000Å	High probability of corrosion attack Evaluate environmental controls of specially designed and packaged equipment
GX	≥2,000Å	Only specially designed and packaged equipment would be expected to survive without environmental controls

สำหรับในบางส่วนของรายละเอียดที่จะแจกแจงว่ามีสารใดบ้างที่ใช้เป็นมาตรฐานของสารที่ทำให้ Corrosion และแต่ละสารมีความเข้มข้นเท่าใด ในแต่ละระดับความรุนแรงจะถูกแสดงในตารางที่ 5

Table V Severity Levels for Various Gases

Contaminant	Gas concentration (ppb average)			
	G1 mild	G2 moderate	G3 harsh	G4 severe
H_2S	<3	<10	<50	≥50
SO_2 SO_3	<10	<100	<300	≥300
Cl_2	<1	<2	<10	≥10
NO_2	<50	<125	<1,250	≥1,250
HF	<1	<2	<10	≥10
NH_3	<500	<10,000	<25,000	≥25,000
O_3	<2	<25	<100	≥100

รวมถึงในส่วนสุดท้ายของมาตรฐานนี้จะบอกถึงข้อจำกัดความเหมาะสมของค่าความชื้น และค่าอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการเกิด Corrosion โดยคุณสมบัติในมาตรฐานจะกำหนดให้มีค่าความชื้นสัมพันธ์น้อยกว่า 50%, จากความเข้มข้นของ Gas ที่อยู่ในค่าที่กำหนด, และจากการทดสอบพบว่า Class ความรุนแรงจะเพิ่มขึ้น 1 Class ถ้าความชื้นสัมพันธ์สูงขึ้นทุก 10% จากค่าความชื่นสัมพันธ์ที่ 50%และถ้าการเพิ่มขึ้นลงค่าความชื้นสัมพันธ์มีค่ามากกว่า + 6% ต่อชั่วโมง ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ Class ความรุนแรงเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน และจากข้อแนะนำของมาตรฐาน Class ความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ จากการเพิ่มขึ้นของของอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง ประมาณ 10 °F

มาตรฐาน ISA - S71.04 - 1985 ถูกพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเป็นครั้งแรก โดยได้ทำการทดสอบ และรวบรวมข้อมูลใหม่ โดยได้รวบรวมข้อมูลผลกระทบของ Gas ชนิดต่าง ๆ ที่ทำให้เกิด Corrosion ของแผ่นทองแดง และแผ่นเงินที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความต้องการข้อมูลทางด้าน Corrosion ที่เกิดขึ้นบนแผ่นเงิน เพื่อให้เข้าใจ และทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อใช้โลหะเงินเป็นหน้าสัมผัสในส่วนของชุดอิเล็กทรอนิก ในห้อง Control Room ตัวอย่างเช่นที่พบกันโดยทั่วไป ซึ่งจะพบเสมออยู่ในชุด Connect ของอุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์ และ Pin Connector ของ Computer ส่วนบุคคล ขณะที่มาตรฐานได้ให้ข้อมูลสำหรับหน้าสัมผัสที่เป็นทองแดงไว้แล้วแต่ในบางสถานการณ์การเกิด Corrosion ไม่เกิดขึ้นกับ หน้าสัมผัสทองแดงเราไม่สามารถวัดได้ ตรวจสอบได้ แต่เกิด Corrosion บนหน้าสัมผัสเงิน หรือ บนหน้าสัมผัสทอง/นิเกล/ และหน้าสัมผัสที่มีส่วนผสมของทองแดง

2. การวัดอัตราการเกิด Corrosion

สิ่งที่สลับซับซ้อนของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับความเที่ยงตรงของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก และอัตราการเกิด Corrosion ที่ทำการตรวจวัด เป็นระดับความรุนแรงของสภาพมลภาวะ ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะสภาวะของเหลว, สภาวะฝุ่นละอองของแข็ง และสภาวะ Gas สามารถผสมผสานกันอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย การผสมผสานกันของทั้ง 3 สถานะทำให้เกิดสภาวะที่ไม่แน่นอนก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นมากขึ้นไปด้วย ดังนั้นการวัดค่า Corrosion ที่เกิดของแผ่นทองแดงโดยตรง เป็นวิธีการวัดค่าความรุนแรงของการกัดกร่อนที่ช่วยให้เกิดความตรงไปตรงมามากที่สุด ซึ่งวิธีการวัดที่มาตรฐานแนะนำคือ การใช้การวัดตามมาตรฐาน ISA - S71.04 -1985 ซึ่งเป็นวิธีการวัดที่ทันสมัย และยังวิเคราะห์ไปถึงอัตราการเกิด Corrosion ของแผ่นเงิน/ทอง/นิเกล และโลหะที่มีส่วนผสมของทองแดงวิธีการทำการวัดอัตราการเกิด Corrosion ที่ถูกต้อง จะต้องวัดก่อน และหลังการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้กรองอากาศ

การจัดกลุ่มระดับการเกิด Corrosion บน Coupons (แผ่นโลหะใช้ทดสอบค่า Corrosion อาจจะประกอบไปด้วยแผ่นทองแดง,เงินหรือโลหะอื่นๆ) ถูกนำมาใช้มากในบริษัทชั้นนำ และเชี่ยวชาญที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับตลาดการกรองมลภาวะ และ Gas ข้อมูลจากความสัมพันธ์ของอัตราการเกิด Corrosion ที่เกิดขึ้นบนแผ่น Coupons ไม่ใช่แค่ให้ข้อมูลว่า ณ ที่นั้นมีสภาพอากาศอยู่ในระดับความรุนแรงใด แต่มันยังช่วยแสดงให้เห็นปัญหา เช่นความชื้นที่เปลี่ยนแปลง

อยู่เสมอ และการชี้ให้พบว่าอาจจะมีสารที่คล้ายคลึงกับ Chlorine และOxides ของ Nitrogen อยู่ภายในห้องที่ควบคุมมลภาวะได้

ข้อจำกัดการใช้วิธีการวิเคราะห์ระดับ Corrosion โดยใช้ Coupon คือการทดสอบจะแสดงผลโดยดูจากการกัดกร่อนบนผิว Coupon ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย (ทดสอบแล้วทิ้งเลย) ในการทดสอบ Coupon จะถูกติดตั้งทิ้งไว้ในสภาพแวดล้อมที่ต้องการทดสอบเป็นเวลา 90 วัน หรืออาจจะมากหรือน้อยกว่านั้น จากนั้นจะนำมาวิเคราะห์วัดค่าปริมาณสะสมของ Corrosion ที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ และคาดคะเนได้ว่า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นจะเกิดผลกระทบ หรือเกิดการเสียหายได้เมื่อใด

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่อง Monitor ที่สามารถวัดค่า Corrosion ได้ใน ณ ขณะเวลานั้น หรือ "Real - time" ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกที่สามารถวัดค่าสะสมของ Corrosion และสามารถบอกถึงระดับความรุนแรงของ Corrosion ได้ เช่นเดียวกับการใช้ Coupon ทำให้ผู้ใช้งานสามารถรู้ถึงสถานการณ์การเกิด Corrosion ณ ขณะนั้นได้เลย โดยที่ไม่ต้องรอเวลาเหมือนการใช้ Coupon test ดังนั้นการใช้ Real - time Corrosion Monitor จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงสถานการณ์ และแก้ปัญหา Corrosion ที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกได้อย่างต่อเนื่องและทันที

3. ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศภายในห้อง Control Room จะต้องเป็นระบบที่มีความพิเศษสูง เพราะโดยทั่วไปห้อง Control Room จะเป็นห้องที่มี Sensible heat loads สูง ซึ่งแพร่ความร้อนออกมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบ Heating, ระบบ Ventilation, และ Air - Condition (HVAC) ที่เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ออกแบบเพื่อใช้สำหรับห้อง Control Room.มาตรฐานของทางด้านพาณิชย์และด้านอุตสาหกรรมจะถูกออกแบบเพื่อรับสำหรับ ปริมาณ Latent heat loads สูง ซึ่งจะสัมพันธ์กับจำนวนคนที่ทำงาน ณ สถานที่นั้น ซึ่งไม่เหมาะสมกับการใช้สำหรับห้อง Control Room

ข้อพิจารณาอื่นๆรวมทั้งการเลือกระบบ Condensor ระหว่างระบบ Air-Cool และ Water-Cool ของ Air-Condition และรวมถึงการติดตั้งแบบภายในหรือภายนอก Clean Air Spaceทุกปัจจัยต่างเป็นสิ่งที่สำคัญและมีผลต่อการพิจารณาและการออกแบบห้อง Control Room

4. ระบบกรองอากาศ

ระบบกรองอากาศที่การออกแบบมาจะต้องมีประสิทธิภาพที่จะป้องกันฝุ่นละอองขนาดต่างๆ และ Gas ปนเปื้อนที่จะทำให้เกิด Corrosion ได้ แต่ถ้าไม่สามารถกรองได้ทั้งหมด ควรทำการเลือกอุปกรณ์ชุดกรอง และเนื้อสารที่ใช้กรอง (Chemical Media) ใหม่ เพื่อให้เหมาะกับสภาวะนั้น และสามารถกรอง Gas ปนเปื้อน ณ สภาวะนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอุปกรณ์กรองอากาศชุดนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังโชว์ในรูปที่ 1

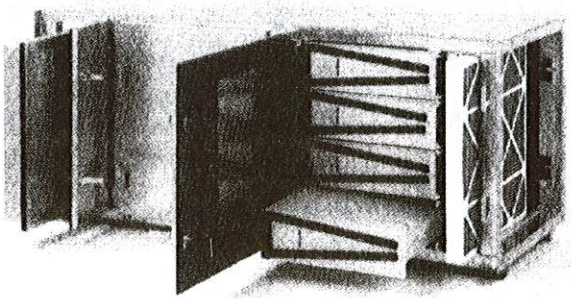

Fig. 1. Air filtration device.

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

ส่วนที่ต่อจาก Prefilter จะเป็นส่วนของ Media Containment (อุปกรณ์ที่ใช้บรรจุสารเคมีที่ใช้สำหรับกรอง Gas ปนเปื้อน) ซึ่งจะมีลักษณะ Media ที่เป็นส่วนประกอบ

ของ Carbon - Based Media หรือ Alumina - Based Media อย่างใดอย่างหนึ่ง ขึ้นอยู่กับชนิดของ Gas ปนเปื้อน และความเข้มข้น, Carbon - Based Media สามารถใช้กรองโดยที่ไม่มีสารเคมีที่ทำปฏิกิริยาเคมีมาจับยึดอยู่บนผิว Carbon - Based ได้ ถ้าการ Adsorption (การดูดซับ) ของ Activated Carbons สามารถกำจัดสาร Corrosion เหล่านั้นในสิ่งแวดล้อมได้หมด และมีการใช้สาร Impregnated (สารเคมีที่ใช้ทำปฏิกริยากับ Gas ปนเปื้อนโดยจะถูกจับยึดไว้บน Media Base) บน Carbon จะเป็นเนื้อ Media ที่จะใช้กำจัดสารเคมีประเภทที่จะไม่ทำการดูดซับทันทีบน Activated - Carbon เมื่อสัมผัส Media เช่น สาร Hydrogen Sulfide ส่วน Alumina - base Media โดยทั่วไปจะใช้ Potassium Permanganate เป็น Impregnated

จากการเปรียบเทียบระหว่าง Media และ Media ที่ Impregnated บน Carbon มีแนวโน้มที่จะถูกใช้กำจัดชนิดของสารปนเปื้อนได้จำกัดชนิดของสารปนเปื้อนมากกว่าสารที่มี Potassium Permanganate เป็น Impregnated เพราะ Spectrum ที่กว้างของ Potassium Permanganate มีความเหมาะสม และสามารถที่จะใช้กรองสารปนเปื้อนได้หลากหลายชนิดมากกว่าสาร Impregnated บน Carbon แต่ Media ที่ Potassium Permanganate เป็น Impregnated ก็มีแนวโน้มที่จะมี Capacity ในการกรองสารปนเปื้อนน้อยกว่าสาร ทีไม่มี Impregnated Carbon ดังนั้น การผสมผสานกันของ สาร Impregnated บน Carbon ที่มีสาร Impregnated แตกต่างกันอย่างแน่นอนจะถูกนำมาใช้เพื่อให้ครอบคุมการ กำจัดสารปนเปื้อนใน Spectrum ต่าง ๆ ได้มากกว่าการใช้ Potassium Permanganate Media เพียงอย่างเดียวสามารถกำจัด

ต่อจากส่วนของ Media Containment ก็จะเป็นส่วนของ แผ่นกรองชั้นสุดท้าย (Final Filter) เพื่อป้องกัน และทำให้แน่ใจได้ว่าฝุ่นที่อาจผ่านจาก Prefilter และฝุ่นที่อาจจะเกิดจาก Media จะถูกจับเก็บไว้ด้วย Final Filter ที่มีประสิทธิภาพกรองฝุ่นสูง ก่อนอากาศจะเข้าสู่ห้องที่ควบคุม

ชุดกรองอากาศสามารถติดตั้งได้กับระบบของ Blower เพื่อพัดพาอากาศ ผ่านชุดกรองฝุ่น และชุดกรองเคมี การออกแบบชุดกรองอากาศโดยทั่วไปจะออกแบบให้มีจำนวน Blower มากกว่าความต้องการใช้จริง เพื่อใช้เป็น Back Up ในกรณีที่เกิดการเสียหายของ Blower เช่น อาจเกิดปัญหากับ Motor หรือสายพาน เพื่อให้แน่ใจได้ว่าอากาศที่เข้ามาจะไม่มี Gas ปนเปื้อน

โดยหลักสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบชุดกรองอากาศ เพื่อกำจัดก๊าซปนเปื้อน คือประสิทธิภาพในการกำจัด (Removal Efficiency) และ สมรรถนะของ Capacity ในการเก็บปริมาณ Corrosion Gas ของ Chemical Media ปริมาณ Capacity ของ Chemical Media จะต้องมีปริมาณมากเกินพอที่จะกำจัดปริมาณ Corrosion Gas ที่ประมาณไว้ได้ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

การเลือก Media ที่เหมาะสม หรือการรวมเข้าด้วยกันของ Media มากกว่า 1 ชนิด เพื่อกำจัด Corrosion Gas เพราะโดยทั่วไปในแต่ละโรงงานจะค่อนข้างมีชนิดของ Corrosion Gas แตกต่างกัน การพิจารณาอีกอย่างหนึ่งคือ คุณภาพ และปริมาณของ Media ที่ใส่ในระบบ เพราะความต้องการของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง คือ ต้องการที่จะให้มีช่วงเวลาในการเปลี่ยน Media แต่ละครั้งให้มีระยะห่างเป็นเวลานาน ๆ ซึ่งโดยทั่วไปจะทำการวาง Media เป็นแบบ "deep beds" เพื่อทำให้ปริมาณ Media มีมากเพียงพอที่จะสามารถใช้กับอุปกรณ์กรองอากาศได้นาน ทำให้ช่วงระยะเวลาการเปลี่ยน Media แต่ละครั้งมีความถี่ในการเปลี่ยน Media ครั้งหนึ่งสามารถใช้ได้ถึง 12 เดือน หรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตามการใช้ระบบกรองอากาศที่เป็น "thin bed" จะใช้กับ Corrosion Gas ที่มีปริมาณความเข้มข้นต่ำ ๆ ขนาดของ Module กับ Media ที่จะถูกบรรจุใน Module ควรจะสามารถที่จะถูกใช้ที่จะทำให้เกิดช่วงการเปลี่ยนของเนื้อ Media ในแต่ละครั้งอยู่ในช่วงเวลาที่ต้องการ แต่ในบางครั้ง "thin bed" อาจจะถูกนำมาใช้กับโรงงานที่มีพื้นที่ติดตั้งน้อย หรืองบประมาณที่ถูกจำกัด ขนาดของ Module ที่ถูกเลือกโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับความบ่อยในการซ่อมบำรุง การดูแลประสิทธิภาพของ Media อยู่เสมอ จะทำให้เราแน่ใจได้ว่าระดับของ Corrosion Gas ที่เราต้องการป้องกันได้ถูกจำกัด

ระบบ Chemical Air Filtration ที่ถูกออกแบบเพื่อมาใช้งานอาจจะถูกออกแบบให้มีทั้งระบบที่กรองภายนอก และกรองภายในรวมไว้ด้วยกันเพื่อใช้กับห้องที่ต้องการป้องกันหรือใช้ระบบใดระบบหนึ่งก็เป็นไปได้ และการออกแบบระบบที่มีความหลากหลายเช่นนี้จึงทำให้ ตัววัตถุดิบที่นำมาทำอุปกรณ์มีหลากหลายชนิด เช่น Galvanized Steel, Aluminum, Stainless steelและ Fiberglass.

5. ห้อง Control Room

สภาวะของห้องที่จะถูกใช้เป็นห้อง Control Room เป็นสิ่งสำคัญมากที่ต้องคำนึงถึงหลักสำคัญในการควบคุม Corrosion gas คือ ดูแล และควบคุมคุณภาพของอากาศที่เข้ามาให้เป็นอากาศที่สะอาด "Clean Air" และต้องควบคุมให้ความดันภายในเป็นบวก (Positive Pressure) และต้องมีระบบ Seal บริเวณกำแพง และทุกส่วนของบริเวณห้องที่ดี หรือถ้าไม่สามารถทำได้ดีทุกที่ ก็ควรให้มีรอยรั่ว (leakage) ให้น้อยที่สุด แต่ถ้าห้องนั้นไม่ได้ติดตั้ง ระบบประตูที่กั้นอากาศภายนอกที่ดี และไม่ Seal บริเวณภายในห้องที่เกิดรอย หรือแตกร้าว กำแพง และเพดาน ถ้าเป็นเช่นนี้เราก็ไม่ควรที่จะสูญเสียงบประมาณที่จะติดตั้งอุปกรณ์ Air Filtration

ห้องที่มีระบบภายในที่ Seal อย่างดี จะต้องการปริมาณ Air Flow rate ของอากาศน้อยเพื่อที่จะรักษาความดันให้เป็นบวก หรือหมายถึง ขนาดของระบบ Air Filtration ก็ลดลงด้วย และจะทำให้มีค่า Operating Cost ในระบบ Air - Condition ลดน้อยลงด้วย และยังส่งผลถึงอายุการใช้งานของ Chemical Media ก็จะสูงขึ้น เพราะปริมาณสารปนเปื้อนที่เข้ามาลดลงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยน Media ลดลงได้ จากข้อความด้านต้นจะเห็นว่าถ้าเรามีระบบ Seal ห้องที่ดีจะทำให้เรา ลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้เป็นจำนวนมาก

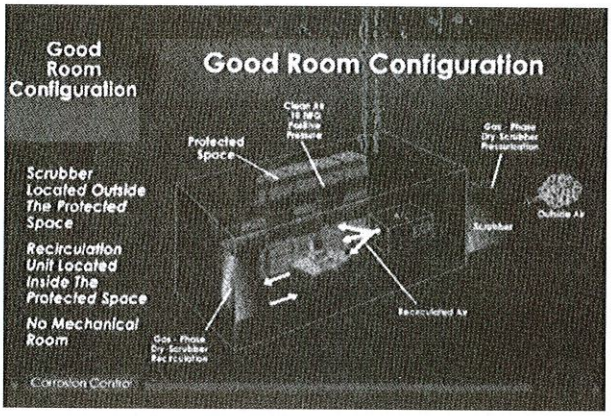

Fig. 2. Control room layout, using pressurization only, with air-handling equipment inside clean air space.

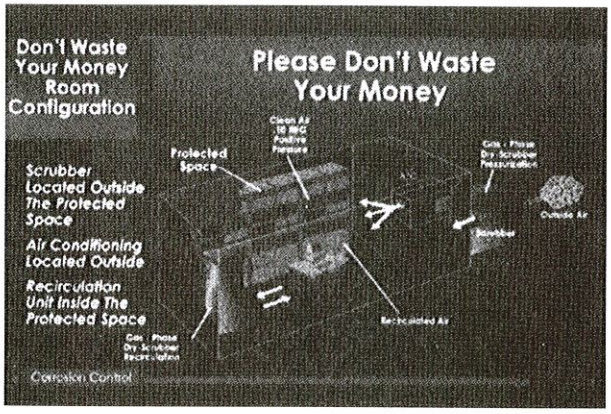

Fig. 3. Control room layout, using pressurization and recirculation, with air-handling equipment located in an outside contaminated area.

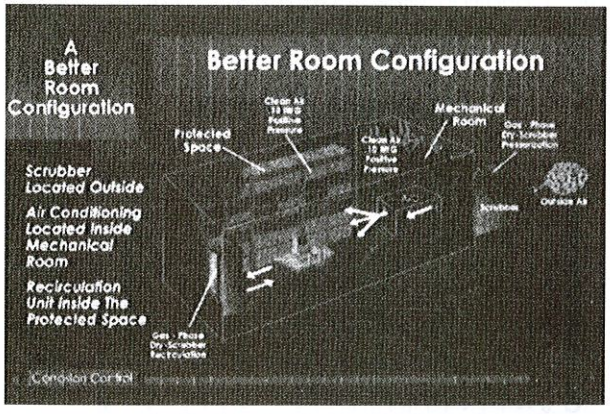

Fig. 4. Control room layout, using pressurization only, with air-handling equipment inside adjoining pressurized epuipment area.

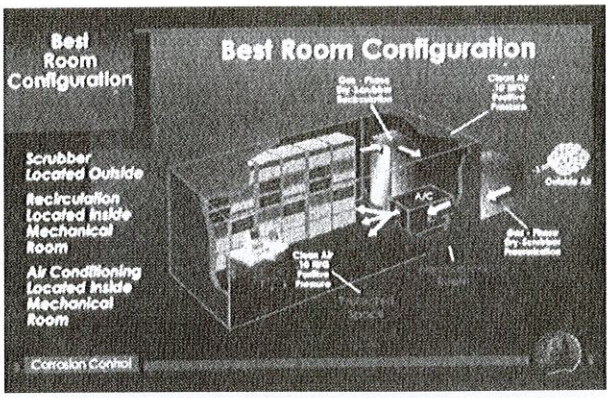

Fig. 5. Control room layout, using pressurization and circulation, with air-handling equipment located in outside contaminated air.

แบบลักษณะของห้อง Control หรือ Motor Control Center ดังแสดงในรูป 2 - 5 เป็นหลักพิจารณาในการออกแบบ และจะมีรายละเอียดของแต่ละรูปไว้ด้านล่าง เพื่อจะอธิบายถึงข้อดี และข้อเสียของแต่ละระบบในการออกแบบแต่ละชนิด

การทำ Room Pressurization ที่แสดงในรูปที่ 3 เป็นการแสดงเพื่อให้เข้าใจแบบง่ายๆ โดยห้องนี้จะมีความดันในห้องอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.10 นิ้วน้ำ ขึ้นอยู่กับว่าห้องและกำแพงห้อง Seal ดีแค่ไหน ความต้องการ Air Flow Rate จะอยู่ปริมาณ 2 - 12 % ของปริมาณห้องต่อนาที Air Flow Rate 1.7% ของปริมาณห้องต่อนาทีเท่ากับ 1 Air Change ต่อชั่วโมง ดังนั้นปริมาณที่ใช้อากาศภายนอกจะต้องมากกว่า 2 Air Change ต่อชั่วโมง หรือ 3.5% ของปริมาณห้องต่อนาที ซึ่งการควบคุมความชื้นเป็นเรื่องที่ยากมาก ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุด คือการต่อระบบกรองอากาศภายนอก เข้ากับ ระบบ Air - Condition โดยตรง เพื่อให้อากาศไหลผ่าน Coil เพื่อป้องกันความชื้นจากอากาศภายนอก

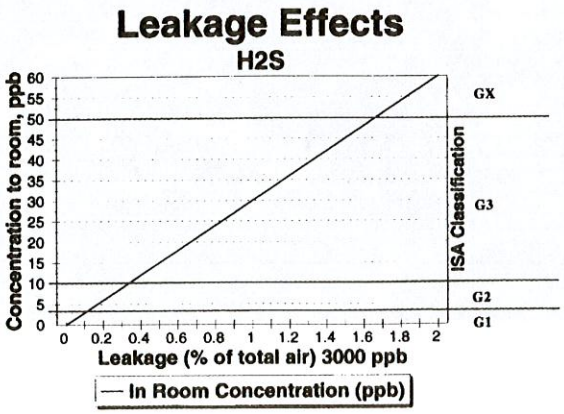

Fig. 6. Leakage effects.

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเปอร์เซ็นต์ของการ leak กับ ปริมาณความเข้มข้นของ Gas ในห้องควบคุม คุณภาพจะถูกแสดงดังรูปที่ 6 โดยจะขึ้นอยู่กับอัตราการ leak และ ความเข้มข้นของ Gas นอกห้อง ตัวอย่างเช่น ถ้าอัตราการ leak เท่ากับ 1% และความเข้มข้นของ Gas นอกห้องเท่ากับ 500 ppb จะทำให้ความเข้มข้นของ Gas ภายในห้องมีถึง 60 ppb ซึ่งถ้า Gas นั้นเป็น H2S และห้องนั้นเกิดมีอัตราการ leak 1% จะทำให้ Class ของห้องเพิ่มจาก G1 ไปเป็น GX ได้

Leak เกิดขึ้นที่ไหน? Gas ที่มีความดันพอจะสามารถแทรกซึมผ่านบริเวณที่มีรอยร้าว และรูเข้ามาภายในห้อง เพราะความดันของกระแสลมที่วิ่งอยู่บริเวณภายนอกกำแพงบางครั้ง สามารถที่จะมีความดันมากกว่าความดันภายในห้องได้ จึงทำให้ Gas สามารถรั่วเข้าไปยังบริเวณที่มีรอยรั่วได้ leak อาจจะเกิดที่บริเวณพัดลมความดันต่ำหรือท่อดักของระบบ Air - Condition ที่ด้านนอกบริเวณห้อง Control Room ได้

นอกจากการ leak แล้ว อากาศปนเปื้อนสามารถเข้าไปยัง บริเวณ Clean Air Space ได้โดย Gas อาจติดกับเสื้อผ้า และรองเท้าของพนักงาน หรืออาจจะเกิดจากสารละลายที่ใช้ทำความสะอาด ปัญหาจากการ leak และปัญหาการที่อากาศปนเปื้อนเข้าไปใน Clean Air Space ไม่ว่าวิธีใดเราสามารถที่จะลดปริมาณอากาศปนเปื้อนเหล่านั้นได้โดยใช้การกรองอากาศแบบ Recirculation ของอากาศภายในห้อง และผลจากการใช้ระบบ Recirculation ยังเป็นเครื่องรับประกันได้ว่าอากาศปนเปื้อนภายใน Clean Air Space ได้ถูกกำจัด ระบบ Recirculation สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา อัตราการ Recirculation โดยทั่วไปจะใช้อยู่ที่ 10% ถึง 25% ของปริมาณอากาศในห้องต่อนาที

6. ระบบกรองอากาศทำให้ลด Service Call

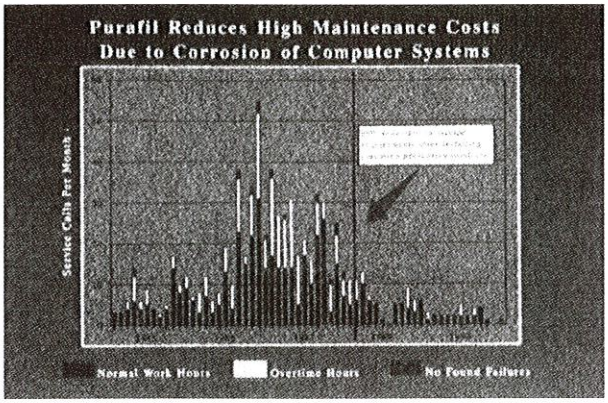

Fig. 7. Monthly service calls, Finnish pulp mill, cross-connection room.

กราฟในรูปที่ 7 จะเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งระบบกรองอากาศ สามารถลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของการ Preventive Maintenance ในรูปจะเป็นการแสดงถึงความถี่ของการ Service Call ในแต่ละเดือน ในห้อง Cross - Connection Room ในส่วนของ Plant Finish paper mill โดยที่เริ่มต้นห้องนี้ไม่ได้มีการติดตั้งระบบกรองอากาศ หลังจากเริ่มต้นเดินเครื่องได้ไม่กี่ปีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกก็เริ่มทำงานด้อยคุณภาพลง จึงต้องทำการเปลี่ยน และซ่อมแซมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกบ่อยครั้งขึ้น (Service Call สูง) อันนำมาถึงการที่จะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการบำรุงรักษา

หลังจากนั้นระบบอุปกรณ์กรองอากาศได้ถูกติดตั้งภายในห้องเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 1987 หลังจากการติดตั้งสิ่งที่แสดงจาก Graph เส้นในแนวตั้ง ได้ลดลงมากอย่างเห็นได้ชัดแสดงให้เห็นถึงว่าปริมาณ Service Call เพื่อทำการซ่อมบำรุงในห้องนี้ลดลงมาก แต่ ณ ห้องนั้นก็ยังมีปัญหาอยู่บ้าง อาจเป็นเพราะผลมาจาก Corrosion ที่เกี่ยวเนื่องมาตั้งแต่ช่วงเวลาที่ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์กรองอากาศในห้องนั้น

7. สรุป

การกรองอากาศถูกใช้เพื่อป้องกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิก โดยถ้าเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มี Process ประเภทงาน Mill โดยทั่วไป จะใช้อุปกรณ์กรองอากาศเป็นส่วนหนึ่งของแผนงาน Preventive Maintenance Program ความเสียหายที่เกิดกับระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกไม่แค่ทำให้ระบบควบคุมการผลิตของระบบ Mill อยู่ในอันตราย แต่ความเสียหายจะเริ่มแพร่กระจายทำให้ต้องทำการซ่อมบำรุงมากขึ้น และจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ตามมาขยายตัวมากขึ้น

จากมาตรฐานของ ISA ซึ่งเป็นตัวชี้บอกว่า สภาวะทำการห้องนั้นอยู่ในระดับใด หรือบงบอกว่าห้องนั้นมีระดับ Corrosion ระดับไหน การเลือกระบบกรองอากาศที่มีชนิดของ Media และ ขนาดของระบบกรองอากาศที่เหมาะสมกับ Corrosion Gas Program แล้วยังต้องมีการติดตั้งที่เหมาะสมและยังต้องประกอบด้วยกับภายในห้องต้องมีระบบ Seal ที่ดีด้วย

การใช้ Coupon ที่ประกอบด้วยแผ่น Copper / Silver / Gold / Nickel และส่วนประกอบของ Copper ซึ่งเป็นโลหะที่ใช้เช่นเดียวกับโลหะในชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกเป็นตัวบอกถึงระดับของ Corrosion ภายในห้องแล้วโดยทั่วไปยังใช้เป็นส่วนหนึ่งของตัว Monitoning Program ด้วย ในการติดตั้งระบบกรองอากาศ ในห้องอิเล็กทรอนิกยังสามารถแสดงให้เห็นผลที่ตามมาได้อย่างชัดเจน คือการลดลงของคำนวณ Service Call ในห้องนั้นได้

REFERENCES

1. *Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems: Airborne Contaminants, Standard ISA-S71.04-1985, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, 1985.*
2. *C.O. Muller, Pulp & Paper, vol. 64, no. 2, p. 165, 1990.*
3. *S.L. Zeis, 1985 Eng. Conf. Proc., Tappi Press, Atlanta.*
4. *M.W. Osdborn, 1988 Texas A & M Instrumentation Symp. Notes. Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC, p. 65*
5. *Design Standards, for Controller Environments and Selection of Gas-Phase Filtration Systems for Removing Corrosive Gases from Contaminated Industrial Environments. Technical Brochure 300, Purafil, Inc., Norcross, GA, 1990.*
6. *S.L. Zeis, "Monitoring corrosion of electronics: How to avoid an electronic tower of Babel." PIMA, Setp. 1984.*