

อันตรายและการป้องกันสารไวไฟกับไฟฟ้าสถิต

อันตรายที่เกิดจากการปฏิบัติงานกับของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่สำคัญคือ การเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิด สาเหตุเนื่องมาจากความร้อน ประกายไฟหรือเปลวไฟจาก แหล่งต่างๆเช่น

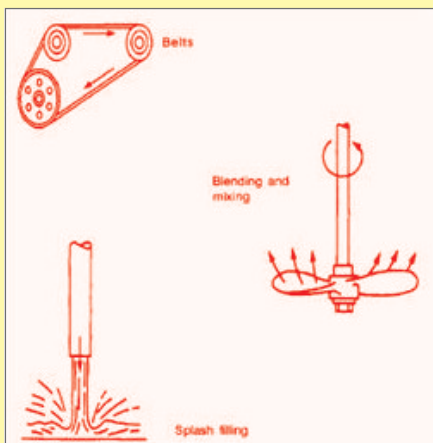
1. เปลวไฟ (Nake Flame)
2. การทำงานที่มีความร้อน (Hot Work)
3. การตัด การเชื่อม
4. การอบ การขีด
5. ประกายไฟจากอุปกรณ์ไฟฟ้า
6. การเสียดสี การกระทบ การกระแทกของโลหะ หรือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ชำรุด
7. ไฟฟ้าสถิต (Satic Electricity)

ไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่มักถูกมองข้าม แต่จากการสอบสวน การพิสูจน์ และการทดลอง ก็ได้พบว่าไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดระหว่างการเคลื่อนย้าย การถ่ายเท และในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ

ประจุไฟฟ้าสถิตสามารถเกิดขึ้นได้กับวัตถุหรือของเหลว เมื่อของเหลว (เช่น ตัวทำละลายปิโตรเลียม เชื้อเพลิง) เคลื่อนที่สัมผัสกับวัตถุอื่น เช่น ถัง หรือท่อจากการเท การสูบล้าง การกรอง การกวน การเขย่า การไหลผ่านท่อ ลักษณะการสัมผัสเหล่านี้จะมีผลทำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่เรียกว่าไฟฟ้าสถิต (Satic Electricity) แม้ว่าของเหลวที่ถูกขนส่ง ถ่ายเท ใช้หรือเก็บในภาชนะบรรจุที่ไม่นำไฟฟ้า หากมีวัตถุอื่นเสียดสีกับผิวภายนอกของภาชนะบรรจุก็สามารถก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าในของเหลวขึ้นได้ ปริมาณของประจุที่เกิดขึ้นกับปริมาณของเหลวและความเร็วในการไหลหรือความเร็วในกวนหรือเขย่า



ภาพแสดงการเสียดสีระหว่างวัตถุ 2 ชนิดที่ต่างกันทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต



การเสียดสี การกวน การกระเซ็นทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต

ประจุไฟฟ้าสถิตถ้ามีจำนวนมากและพลังงานสูงพอก็สามารถก่อให้เกิดการลุกไหม้หรือการระเบิดได้ การพิจารณาว่าไฟฟ้าสถิตจะมีโอกาสในการเกิดอันตรายหรือไม่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือเงื่อนไขต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นสามารถเกิดขึ้นได้ใน สภาวะ การทำงานตามปกติหรือไม่
2. ประจุไฟฟ้าสถิตนั้นสามารถสะสมได้หรือไม่
3. ถ้ามีการถ่ายเทประจุสามารถเกิดประกายไฟได้หรือไม่
4. มีส่วนผสมของไอสารไวไฟกับอากาศ (vapor/air mixture) ที่สามารถลุกติดไฟได้ในบริเวณที่เกิดประจุไฟฟ้าหรือไม่
5. ประจุไฟฟ้าที่เกิดมีพลังงานมากพอที่จะจุดติดส่วนผสมของไอสารไวไฟกับอากาศดังกล่าวหรือไม่

ถ้าคำถามทั้ง 5 ข้อข้างต้นตอบว่าใช่ใน

บริเวณที่มีการใช้ตัวทำละลายหรือเชื้อเพลิงแล้ว ไฟฟ้าสถิตก็สามารถก่อให้เกิดการลุกติดไฟหรือระเบิดได้ หรืออีกนัยหนึ่งถ้าความเข้มข้นของสารไวไฟในอากาศอยู่ในช่วงของการติดไฟ (Flammable Range) คืออยู่ระหว่าง LFL (Lower Flammable Limit) และ UFL (Upper Flammable Limit) ประกายไฟที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตสามารถก่อให้เกิดการลุกไหม้หรือการระเบิดได้

ตัวทำละลาย (Solvent) ที่มีอันตรายจากไฟฟ้าสถิต

ของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ จะมีอันตรายในการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดจากไฟฟ้าสถิตมากขึ้นเพียงใดขึ้นกับความสามารถในการเกิดไฟฟ้าสถิต ความสามารถในการนำไฟฟ้าและจุดวาบไฟของสารนั้น

ตัวทำละลายและเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียม (เช่น benzene, toluene, mineral spirit, gasoline, jet fuel) สามารถก่อให้เกิดประกายไฟฟ้าได้เมื่อเทหรือไหลในท่อ (hose) โดยมีแนวโน้มที่จะเก็บหรือสะสมประจุไฟฟ้า เพราะไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ดีพอที่จะถ่ายเทประจุเมื่อสัมผัสกับสารที่เป็นตัวนำ เช่น ท่อโลหะหรือภาชนะที่มีการต่อลงดิน (grounding) เมื่อประจุเกิดขึ้นมากพอ ก็จะเกิดประกายไฟฟ้า (spark) ถ้าความเข้มข้นของสารไวไฟในอากาศอยู่ในช่วงการติดไฟและประกายไฟมีพลังงานมากพอก็จะทำให้เกิดการติดไฟหรือการ ระเบิดขึ้นมา

จุดวาบไฟ (flash point) ความดันไอของของเหลว และอุณหภูมิ ก็เป็นปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณา

ถ้าทำงานกลางแจ้งในวันที่มีอากาศร้อน ปริมาณไอในอากาศรอบๆภาชนะบรรจุจะสูงกว่าในวันที่มีอากาศเย็น

ระดับของพื้นที่ที่สูงกว่า เช่น บนภูเขา ความกดอากาศจะต่ำกว่าที่ระดับน้ำทะเล จุดเดือดของตัวทำละลายจะต่ำลง ภายใต้สภาวะเช่นนั้น จุดวาบไฟจะต่ำลงและของเหลวติดไฟบางชนิดจะกลายเป็นของเหลวไวไฟ

ของเหลว เช่น Hexane มีจุดวาบไฟต่ำ และไวไฟ เมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง -33 ถึง -3 องศาเซลเซียสที่ระดับน้ำทะเล และที่อุณหภูมิห้องปกติ ความเข้มข้นของ Hexane ในอากาศที่บริเวณผิวนอกจะสูงกว่าค่า UFL ซึ่งมากเกินไปที่จะติดไฟ

อย่างไรก็ตามที่ระเหยออกไปจากผิวออกดังกล่าว ความเข้มข้นของ Hexane ก็อาจจะอยู่ในช่วงของการติดไฟได้

เชื้อเพลิง เช่น Kerosene เป็นสารติดไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส (100 องศาฟาเรนไฮต์) สารที่มีจุดวาบไฟสูง ถ้าถูกต้มหรือให้ความร้อนจนอุณหภูมิเท่ากับหรือสูงกว่าจุดวาบไฟก็สามารถเกิดส่วนผสมของไอสารกับอากาศที่ไวไฟได้

โดยทั่วไปแล้ว เงื่อนไขหรือสภาวะในการติดไฟที่เหมาะสมคือ เมื่อของเหลวไวไฟนั้นมีความเข้มข้นของไอสารในอากาศ (ที่ผิวของของเหลว) อยู่ที่ครึ่งทางระหว่าง UFL และ LEL ซึ่งสภาวะนี้เรียกว่าสภาวะเหมาะสม (Optimal) ในการเกิดเพลิงไหม้ เราจะต้องระวังไวไฟไม่ให้เกิดขึ้นมา มิฉะนั้นจะมีความเสี่ยงสูงมากในการเกิดอัคคีภัยหรือการระเบิด

การควบคุมอันตรายที่เกิดไฟฟ้าสถิตกับของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ

การควบคุมอันตรายที่เกิดไฟฟ้าสถิตนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน ตัวอย่างเช่น

1. การเพิ่มการนำไฟฟ้า (Increasing conductivity)

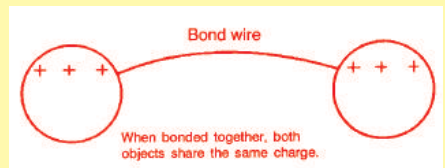
อันตรายจากไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากของเหลวที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น toluene, xylene, heptane, hexane, non-polar solvent สามารถลดลงได้โดยการเพิ่มความสามารถในการนำไฟฟ้าด้วยการเติม antistatic additive หรือของเหลวที่มีการนำไฟฟ้าสูงกว่าลงไป additive เหล่านี้จะไม่ส่งผลต่ออัตราการเกิดประจุ แต่จะเพิ่มการนำไฟฟ้าให้ประจุเพื่อให้อาจกระจายตัวจากของเหลวได้มากขึ้น

antistatic additive หรือ conductivity improvers มีข้อดีคือ ใช้เติมในปริมาณน้อยเพียง 2-3 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ก็สามารถเพิ่มการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้หลายเท่า แต่ก็มีข้อเสียคือ เกิดโอพิลิเมอร์และส่วนผสมอื่น ๆ ที่เป็นส่วนประกอบใน antistatic additive อาจไม่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ยาและอาหาร ในกรณีนี้สามารถพิจารณาใช้ของเหลวที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำ (conductive liquid) เช่น แอลกอฮอล์ หรือ คีโตนทดแทนได้ แต่ต้องคำนึงความเสี่ยงที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องใช้ในปริมาณมาก (10-20% โดยปริมาตร) ทำให้กระบวนการทางเคมีถูกรบกวนและถ้าสารทดแทนนั้นเป็นสารไวไฟด้วยแล้วก็จะไปเพิ่มความไวไฟของของเหลวไวไฟที่ไม่นำไฟฟ้า (insulating liquid) เช่น ทำให้อุณหภูมิติดต่อดำลงได้

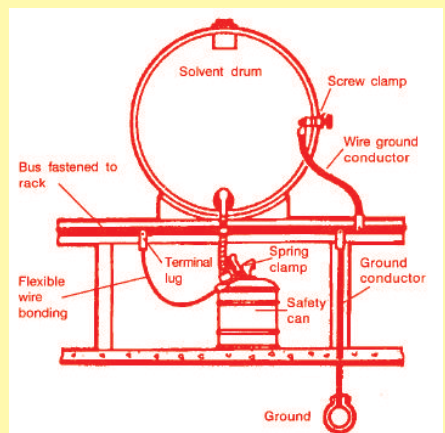
2. การต่อสายดิน (Grounding Plant Equipment)

อุปกรณ์ทุกชิ้นที่นำไฟฟ้าและเกี่ยวข้องกับสารไวไฟจะต้องต่อสายดิน (Grounding) เพื่อป้องกันการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Charge) และลดความเป็นไปได้ในการเกิดการจุดติดไฟ (ignition) จากการเกิดประกายไฟของประจุไฟฟ้าสถิต เครื่องมือเครื่องใช้ที่นำไฟฟ้าได้ รวมถึงท่อ ภาชนะบรรจุ เครื่องกวน เครื่องสูบลาย (pump) วาล์ว ข้อต่อ หนาแปลนและอุปกรณ์เชื่อมต่อของอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องต่อลงดิน

การถ่ายเทความร้อนจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งจะเป็นผลให้เกิดไฟฟ้าสถิตและการเกิดประกายไฟซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ ดังนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการต่อเชื่อม (bonding) ถึงส่งและถึงรับที่เป็นโลหะก่อนที่จะทำการถ่ายเท

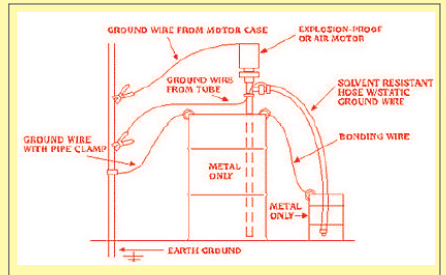


การต่อเชื่อม (bonding) ทำได้โดยการต่อเชื่อมทางไฟฟ้าจากภาชนะโลหะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะโลหะอีกใบหนึ่งเพื่อให้ภาชนะทั้งสองมีศักย์ทางไฟฟ้าเท่ากันซึ่งจะไม่เกิดการ spark วิธีที่ดีที่สุดในการเชื่อมภาชนะคือใช้แถบโลหะหรือลวดโลหะพิเศษเชื่อมต่อภาชนะทั้งสองให้แน่นหนา



การต่อสายดินและการเชื่อมต่อสายเชื่อมในการถ่ายเทของเหลวไวไฟ

การต่อเชื่อม (bonding) สามารถทำได้อีกวิธีหนึ่ง โดยการให้ส่วนที่เป็นโลหะของภาชนะบรรจุทั้งสองสัมผัสกันหรือสัมผัสกันระหว่างภาชนะโลหะกับหัวจ่ายที่นำไฟฟ้า (conducting



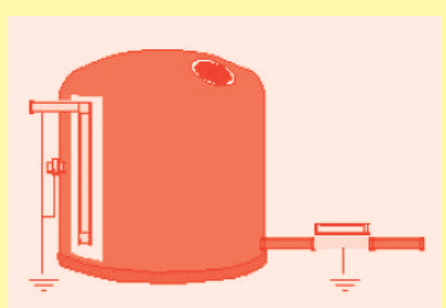
การต่อสายดินและการเชื่อมต่อสายเชื่อมในการถ่ายเทของเหลวไวไฟโดยใช้ปั๊ม

nozzle) แต่ทั้งสองวิธีนี้ไม่สามารถวางใจได้เพราะเป็นการยากที่จะรักษาการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดีระหว่างการถ่ายเทได้

ในบริเวณเก็บและจ่ายของเหลวไวไฟ ถึงจ่ายต้องต่อลงดิน การต่อลงดินทำได้โดยเชื่อมต่อภาชนะบรรจุกับวัสดุนำไฟฟ้าที่ฝังลงใต้ดิน เช่น แผ่นเหล็ก ท่อน้ำใต้ดิน ท่อก๊าซใต้ดิน หรือโครงสร้างโลหะที่อยู่ใต้ดิน

การเชื่อมต่อภาชนะทั้งสองและต่อลงดินจะทำให้การถ่ายประจุสมบูรณ์และป้องกันการเกิดประกายไฟ จุดเชื่อมต่อในการ bonding และ grounding จะต้องเป็นโลหะเปลือยกับโลหะเปลือยโดยจะต้องทำความสะอาดจุดสัมผัสให้สิ่งสกปรก สนิม สี ฯลฯ หลุดออกไปให้หมด

ภาชนะที่ทำด้วยโลหะหรือพลาสติกชนิดที่นำไฟฟ้าต้อง bonding ถ้าภาชนะบรรจุจากวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า เช่น พลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนหรือแก้วไม่จำเป็นต้องต่อสายดิน ถึงจะทำงานไม่มีผลใดๆ



Grounding for Non-conductive Vessels

ข้อควรระวังเป็นพิเศษเมื่อมีการเติมบรรจุของเหลวไวไฟลงในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นตัวนำ

ถ้าของเหลวที่นำไฟฟ้าการบรรจุ การเติมหรือการกระทำใดๆกับภาชนะพลาสติกหรือภาชนะอื่น ๆ ที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้าก็ก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน การกระชอกหรือการปั่นป่วนของของเหลวภายในภาชนะบรรจุสามารถก่อให้เกิดประกายไฟฟ้าสถิตในของเหลว หรือส่วนที่นำไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อ



ลงดินซึ่งประกายไฟที่มีพลังงานเพียงพอจะจุดติดไอสารไวไฟในอากาศที่อยู่ในช่วงติดไฟทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นมาได้โดยไม่คาดคิด

สำหรับภาชนะขนาดกลาง (19-227 ลิตร) แนะนำให้ต่อส่วนที่เป็นโลหะทุกส่วนบนภาชนะลงดิน (รวมทั้งพื้นผิวใกล้เคียงที่นำไฟฟ้าซึ่งภาชนะจะไปสัมผัสได้) และบรรจุของเหลวลงภาชนะจากด้านล่างด้วยท่อโลหะ (Dipp pipe) ที่ต่อลงดินแล้ววิธีนี้จะช่วยลดปริมาณของไฟฟ้าสถิตที่จะเกิดขึ้นและจะทำให้ประกายกระจายตัวไปตลอดท่อโลหะเป็นการลดการสะสมประจุไปในตัวด้วย

เมื่อบรรจุของเหลวไวไฟในภาชนะที่ไม่นำไฟฟ้าชนิดที่ยกหัวได้ NFPA แนะนำให้ต่อท่อโลหะ (Dipp pipe) ลงดินหรือใช้ลวดโลหะที่ต่อลงดินจุ่มลงในของเหลวในภาชนะที่บรรจุ

การต่อเชื่อมหรือต่อลงดิน (bonding and grounding) มีความจำเป็นเมื่อมีการจ่ายของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟที่ร้อนจากถังเก็บไปยังภาชนะนำไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กกว่า เมื่อใดที่มีการถ่ายเทของเหลวเหล่านี้ระหว่างภาชนะที่นำไฟฟ้าในพื้นที่ทำงาน เช่น การบรรจุ การผสมของเหลว ฯลฯ ให้ทำการเชื่อมต่อภาชนะทั้งสองเข้าด้วยกันและต่อสายดินที่ภาชนะใดภาชนะหนึ่งพร้อมกับตรวจจุดเชื่อมต่อและจุดลงดินให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์และใช้งานได้ตลอดเวลาที่มีการปฏิบัติงาน

3. การควบคุมความเร็วและอัตราไหล

ในการบรรจุและการกวนผสม การไหลการเคลื่อนที่ อย่างอิสระของของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟในระหว่างการบรรจุ การเติมลงในภาชนะบรรจุหรือ vassel จะเกิดการกระชอก การกระเซ็นซึ่งจะทำให้เกิดประกายไฟฟ้าสถิตบนของเหลว และเพื่อลดศักยภาพในการเกิดอันตรายการบรรจุ การเติมจะต้องใช้วิธีเติมจากด้านล่าง (Bottom Filling) โดยเติมเข้าทางช่องเติมด้านล่างของภาชนะ หรือเติมผ่านท่อที่ต่อสายดินแล้ว (grounded conductive dip pipe) โดยที่ท่อนี้เป็นท่อที่ต่อจากช่องเติมด้านบนลงไปจนถึงเกือบถึงก้นถังเพื่อให้ปลายท่อจมอยู่ในของเหลวทันทีที่เติมของเหลวลงไปเป็นการลดความปั่นป่วนหรือการกระจายตัวของของเหลวให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

สำหรับ dip pipe ชนิดเคลื่อนย้ายได้ที่ใช้กับภาชนะขนาดเล็ก ปลายท่อต้องออกแบบให้มีปลายทู่เพื่อลดโอกาสที่จะทำความเสียหายให้กับภาชนะบรรจุ

การจำกัดความเร็วในระหว่างการเติมลงใน vassel หรือภาชนะบรรจุจะช่วยลดการกระชอกและการกระจายตัวมีผลในการลดการเกิดประกายไฟฟ้าสถิต ทั้งนี้สามารถทำได้โดยการลดอัตราการสูบลำของบีม ลดความดันที่ใช้ในการถ่ายเทหรือการควบคุมด้วยวาล์ว เมื่อบรรจุของเหลวที่มีการนำไฟฟ้าต่ำ (น้อยกว่า 50 picoSiemens, pS) ต้องให้ grounded conductive dip pipe เชื่อมอยู่ในของเหลวต่อไปอย่างน้อย 30 วินาทีหลังจากการถ่ายเทสิ้นสุด สำหรับการลดการเกิดประกายไฟฟ้าสถิตจากการกวนหรือเขย่าในการผสม สามารถทำได้โดยการลดอัตราความเร็วในการกวนหรือลดความเร็วในการเขย่า

4. การเติมสารเฉื่อย (Inerting)

เป็นการใช้ก๊าซเฉื่อย อาทิเช่น ไนโตรเจน ออาร์กอน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ใส่ลงใน vassel หรือภาชนะบรรจุเพื่อลดปริมาณออกซิเจนให้อยู่ในระดับที่การลุกไหม้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ หรือที่เรียกว่าการลด Oxidant concentration

Reference : How Do I Work With Flammable and Combustible Liquids? (Static Electricity) Canadian Center for Occupational Health and Safety.

