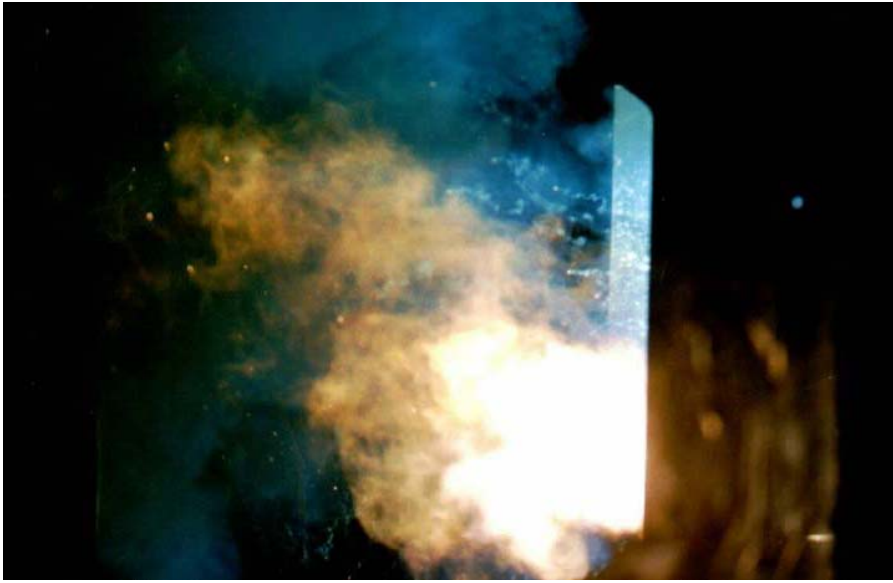


ARC FLASH HAZARD

อันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจรแรงสูง



คำว่า “Arc Flash” ยังไม่มีคำจำกัดความภาษาไทยบัญญัติไว้อย่างเป็นทางการ บางคนเรียก “ประกายไฟวาบ” แปลตามศัพท์ภาษาอังกฤษ แต่ฟังแล้วไม่ค่อยเข้าใจเพราะ Arc Flash ไม่ใช่เป็นแค่ประกายไฟหรือแสงวาบ แต่เป็นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรชนิดรุนแรงมาก กระแสไฟฟ้าลัดวงจรชนิดความดัน 480 โวลต์ ขึ้นไป วิ่งผ่านตัวนำที่บกพร่องผ่านอากาศไปยังตัวนำอีกด้านหนึ่งหรือวิ่งทะลุตัวกลางซึ่งก็คือตัวคนที่อยู่ขวางทางลงสู่พื้นดิน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่สะดวกจะเกิดการสปาร์กแล้วจบตรงนั้น เรียกว่า “ไฟฟ้าช็อต” (Electric Shock) หากกระแสไฟฟ้าไหลสะดวกจะผ่านตัวคนแล้วลงดิน นั่นคือ “ไฟฟ้าดูด” (Electrocution) แต่ปรากฏการณ์ Arc Flash อันตรายกว่าหลายร้อยเท่า เป็นการช็อตรุนแรงกว่าที่เกิดตามบ้านเรือนทั่วไปเพราะเกิดจากกระแสไฟฟ้าแรงสูง ส่วนใหญ่เป็นการสปาร์กในลักษณะ “การระเบิด” เกิดความร้อนระดับสูงกว่า 540° C (1,000° F) แล้วแผ่รังสีออกไปในรัศมีห่างจากจุดกำเนิดหลายฟุต คนถูกช็อตหรือที่อยู่ประชิดติดกันจะถูกไฟไหม้ เริ่มที่เสื้อผ้าลามเข้ามาถึงผิวหนังชั้นนอกและลึกลงไปได้รับบาดเจ็บเป็นบริเวณกว้าง รวมทั้งอวัยวะสำคัญภายใน เช่น ปอด หัวใจ ฯลฯ อาจจะได้



รับการกระทบกระเทือนจากแรงระเบิด อากาศโดยรวมแล้วจะสาหัสหรือถึงขั้นเสียชีวิต

Arc Flash มักเกิดในสถานประกอบการ โรงงาน ห้างสรรพสินค้าและอื่นๆ ที่ใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณมากหรือใช้หม้อแปลงเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า จุดที่เกิดเหตุคือ ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า แผงควบคุมหรือตู้ตัวจอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้า เครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ใช้กระแสไฟฟ้าปริมาณมาก ฯลฯ

สาเหตุที่คนงานได้รับอันตรายจาก Arc Flash ส่วนใหญ่จะเป็นการเข้าไปสัมผัสหรืออยู่ในระยะประชิดแผงวงจรหรือตัวนำที่บกพร่องเกิดขึ้นขณะติดตั้ง ตรวจสอบ ทดสอบ ซ่อมแซม ซ่อมบำรุง ฯลฯ ตามรายงานของสถาบันความ

ปลอดภัยและสุขภาพในการทำงานแห่งชาติ สหรัฐฯ (NIOSH) มีผู้เสียชีวิตจาก Arc Flash ในประเทศเฉลี่ยแล้ววันละ 2 ราย หรือปีละกว่า 700 ราย ส่วนผู้บาดเจ็บมีประมาณ 4,000 ราย ต่อปี ในจำนวนนี้มีกลายเป็นบุคคลทุพพลภาพเกือบ 1,000 ราย

ตัวเลขดังกล่าวคงที่มากกว่าสิบปีโดยไม่มีวิวัฒนาการที่จะลดลง และมีผู้เชี่ยวชาญรายหนึ่งนำไปเปรียบเทียบกับถูกลดลามกั๊ด ระบุว่า คนอเมริกันมีโอกาสจะบาดเจ็บจาก Arc Flash มากกว่าถูกลดลามกั๊ดถึง 1,000 เท่า แต่เป็นเรื่องแปลก เมื่อใครก็ตามถูกลดลามกั๊ดจะเป็นข่าวหน้าหนึ่งทันที แต่คนเจ็บคนตายจากเหตุไฟช็อตรุนแรงไม่เคยเป็นข่าวใหญ่แม้แต่รายเดียว

การช็อตรุนแรงของ Arc Flash เป็นผลมาจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าอย่างฉับพลันทันทีในลักษณะปะทะแล้วกระโดดข้ามตัวนำบกพร่อง (ตัวนำใดๆ ก็ตามที่ขาดหรือเสื่อมคุณสมบัติ) ทำให้เกิดการสปาร์กหรือการระเบิดของกระแสไฟฟ้า มีเสียงดัง ไฟวาบแสงจ้า และความร้อนสูงมาก กรณีที่ผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องมือที่ใช้เป็นตัวนำ (บกพร่อง) กระแสไฟฟ้าแรงดันสูงและมี



ปริมาณมหาศาลจะวิ่งออกมาปะทะแล้วกระโดดข้ามผ่านอากาศ ช่วงจังหวะที่กระแสไฟฟ้าปะทะแล้วกระโดดนี้เองที่ทำให้เกิดการสปาร์กรุนแรงจนกลายเป็นการระเบิด เรียกว่า Arc Flash มีอันตรายหลักคือ ความร้อนตั้งแต่ 500° C ขึ้นไป ตัวผู้ปฏิบัติงานจะถูกเผาทั้งเป็น เกิดแผลไฟไหม้ระดับ 2 หรือ 3 อาการสาหัสหรือเสียชีวิต และในบางกรณี อวัยวะสำคัญภายในอาจถูกทำลายจากแรงดันไฟฟ้าและแรงระเบิด ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นขณะซ่อมบำรุงตู้หรือแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงของสถานประกอบการ โดยมีเงื่อนไขสำคัญคือ

- ผู้ปฏิบัติงานพกพาวีลด์คัทที่เป็นตัวนำเข้าใกล้แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าแรงสูงมากเกินไป

บางกรณีตัวคนงานเป็นตัวนำเสียเอง เช่น ตัวเปียกเหงื่อ ไม่สวมถุงมือป้องกัน ฯลฯ

- ทำเครื่องมือหรืออุปกรณ์หล่นทำให้เกิดประกายไฟซึ่งกระตุ้นให้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงที่อยู่ติดกันเกิดการเหนี่ยวนำอย่างรุนแรง ทั้งนี้ ตู้/แผงควบคุมที่ชำรุดหรือบกพร่องพร้อมจะเกิดการเหนี่ยวนำที่ผิดปกติอยู่แล้ว เพียงแค่การสัมผัสด้วยตัวนำหรือมีประกายไฟแวบเข้ามาก็สามารถเกิดการสปาร์กได้ทันที

- อุปกรณ์ในตู้/แผงควบคุมมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือเสื่อมคุณสมบัติ เมื่อคนงานเข้าไปเปิดฝาครอบเพื่อตรวจสอบ/ซ่อมบำรุงจะเกิดการช็อตรุนแรงโดยไม่คาดคิดไว้ก่อน

- ฉนวนครอบตัวนำแตกหักหรือเกิดช่องว่าง
- ฝุ่น สนิม หรือสิ่งไม่บริสุทธิ์อื่นๆ เกาะผิวนอกของตัวนำทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่สะดวก ผลตามมาก็คือ มีการลัดวงจรอย่างรุนแรง กระแสไฟฟ้ากระโดดข้ามสิ่งกีดขวางเหล่านั้นผ่านช่องว่างอากาศหรือพุ่งเข้าหาตัวผู้ปฏิบัติงาน

คนงานถูกเผา อวัยวะภายในถูกทำลาย

ลักษณะการบาดเจ็บจาก Arc Flash ส่วนใหญ่ คนงานจะถูกไหม้อย่างรุนแรง แม้กระแส

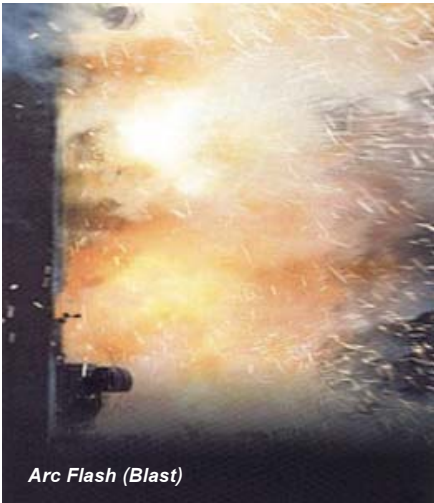
ไฟฟ้าจะไม่ได้ไหลผ่านตัวโดยตรงเพื่อลงสู่พื้นหรือวิ่งไปหาตัวนำอื่น แต่การอยู่ในระยะประชิดลำกระแสไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งมีความร้อนมากกว่า 500° C ก็หนีไม่พ้นที่จะต้องโดนเผา หากเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายไม่มีคุณสมบัติป้องกันเปลวไฟ (ความร้อน) จะไหม้ถึงผิวหนังและอวัยวะสำคัญยิ่งไปกว่านั้น ความร้อนระดับดังกล่าวสามารถหลอมโลหะที่อยู่ในบริเวณนั้นได้ คนงานอาจได้รับบาดเจ็บเพิ่มมากขึ้นจากโลหะหลอมเหลวดังกล่าว ที่สำคัญ ขณะไฟช็อตรุนแรงจะมีแสงจ้าเกิดขึ้น แม้จะเป็นช่วงสั้นมาก แต่หากไม่ได้หลบตา ลำแสงจะทะลุเข้าไปทำลายเยื่อม่านตาและประสาทตาทำให้ตาบอดได้ นอกจากนี้ การลัดวงจรอย่างฉับพลันทำให้เกิดการระเบิดรุนแรงซึ่งจะมีก๊าซพิษและอนุภาคปนเปื้อนกระจายออกมาด้วยแรงดัน บางส่วนทะลักเข้าไปในระบบหายใจส่งผลให้เนื้อเยื่อปอดถูกทำลาย

ลักษณะการทำงานที่มีแนวโน้มจะเกิด Arc Flash ได้ง่าย อาทิเช่น การซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในแผงควบคุมเมื่อเกิดไฟตกหรือดับโดยไม่ทราบสาเหตุ การเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า

สำรอง และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าแรงสูง

ในกรณีเป็นการซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในแผงควบคุมระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟตก/ไฟดับ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนฟิวส์ Arc Flash อาจเกิดขึ้นปัจจุบันทันด่วนจากความบกพร่องในตัวของมันเอง หรือเกิดสะพานเชื่อมวงจรไฟฟ้าระหว่างสองขั้วโดยไม่ตั้งใจ เช่น ไขควงหรือประแจที่ช่างกำลังใช้งานอยู่ ทำให้เกิดการช็อตอย่างรุนแรงและรวดเร็ว ช่างได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิตจากเหตุถูกไหม้ทั้งตัว ระบบในร่างกายถูกทำลาย เนื้อเยื่อปอดฉีกขาด หัวใจล้มเหลว ฯลฯ

ปกติตัวนำที่ดีต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ทั้งแรงดัน (โวลต์) และปริมาณ (แอมแปร์) ซึ่งจะทำให้สามารถนำกระแสไฟฟ้าไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย อธิบายง่ายๆ ตัวนำไฟฟ้าที่จะทำให้ระบบอยู่ในความควบคุมต้องมีแรงต้านทานที่สัมพันธ์กับขนาดของกระแสไฟฟ้า แต่หากเป็นตัวนำที่ชำรุด บกพร่อง หรือเกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจแน่นอนว่า ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงไปไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ ถ้าตัวนำที่บกพร่องหรือ



Arc Flash (Blast)



Good Practices



Engineering Control

เกิดขึ้นใหม่ก็มีความต้านทานสูงก็จะขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดติดขัดหรือที่เรียกว่า “ไฟช็อต” ยิ่งกระแสไฟฟ้ามีขนาดใหญ่ (โวลต์สูงและแอมแปร์มาก) และตัวนำมีความต้านทานสูงมากเท่าใด การช็อตจะรุนแรงมากขึ้นเท่านั้น อย่างที่กล่าวไปแล้ว กระแสไฟฟ้าแรงดันเกิน 480 โวลต์ในปริมาณตั้งแต่ 1,000 แอมแปร์ขึ้นไป เมื่อเกิดการช็อตมีลักษณะเป็น Arc Flash ภายในเวลาชั่วเสี้ยววินาที สิ่งก็ตามมาคือ “ปริมาณความร้อนมหาศาล” คนงานที่อยู่

ในระยะประชิดหรือภายในรัศมีอันตราย หนีไม่พ้นจะต้องถูกเผา ไฟไหม้เสื้อผ้าที่สวมใส่อยู่ก่อนแล้วลามลงไปยังผิวหนังชั้นนอกและชั้นในตามลำดับ ขึ้นอยู่ปริมาณความร้อนและระยะเวลาที่เกิดเปลวไฟ อย่างไรก็ตาม หากเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย รวมไปถึงหมวกแข็งเป็นชนิดป้องกันความร้อนและเปลวไฟก็จะบาดเจ็บน้อยลง

Arc Flash ชนิดที่เป็นการระเบิดรุนแรงผิดปกติ เรียกว่า Arc Blast ซึ่งจะทำให้เกิดคลื่นกระแทกแรงมาก หากกระทบหน้าอก ปอดอาจฉีกขาดหรือหัวใจล้มเหลว แรงกระแทกเกิดจาก Arc Blast สามารถทำให้เนื้อเตหลิขขนาด 3/8 นิ้ว พับงอหรือผ่นห้องทะลุได้ น้หนักยิ่งกว่านั้นมันจะทำให้เศษเหล็กบินได้ในระดับความเร็ว 700 ไมล์/ชั่วโมง ใครโดนเข้าไปไม่น่าจะรอดจากข้อมูลของ NIOSH ระบุอาการบาดเจ็บเมื่อคนงานได้รับผลกระทบ Arc Blast นอกเหนือจากการถูกไฟไหม้ มีดังนี้

- สูญเสียความทรงจำ เนื้อเยื่อสมองถูกทำลายด้วยการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง
 - สูญเสียการได้ยิน ประสาทหูถูกทำลายด้วยเสียงระเบิดที่มีความดังเกินค่ากำหนด
 - เกิดบาดเจ็บผลกระทบจากสะเก็ดโลหะปลิวในอากาศ
 - ได้รับบาดเจ็บทางร่างกายจากเหตุต่อเนื่อง เช่น ตกบันได ตัวปลิวกระแทกผนัง ฯลฯ
- หน่วยงานประกันชีวิตแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกาเปิดเผยตัวเลขมูลค่าความเสียหายจากการเกิด Arc Flash บางกรณีจะสูงถึง 15 ล้านดอลลาร์ นอกจากอุปกรณ์และเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าจะเสียหายทั้งหมดแล้ว หากมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บก็จะต้องจ่ายเงินทดแทนเพื่อชดเชยแก่ครอบครัวผู้สูญเสีย ต้องมีการฟื้นฟูสภาพจิตใจผู้ใกล้ชิดและเพื่อนร่วมงาน รวมไปถึงการปรับปรุงระบบความปลอดภัยของอุปกรณ์ควบคุมกระแสไฟฟ้าใหม่ทั้งหมด

ใครจะเป็นผู้รับผิดชอบ

Arc Flash เป็นอุบัติเหตุในการทำงานรูปแบบหนึ่งซึ่งไม่มีใครต้องการให้เกิดขึ้นไม่ว่าในกรณีใดๆ แต่ตามหลักการแล้ว นายจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งในส่วนของการป้องกันไม่ให้เกิดเหตุ และการชดใช้ค่าเสียหายเมื่อเกิดเหตุขึ้นมา ส่วนใหญ่เลือกส่วนแรกคือ หามาตรการป้องกันไม่ให้เกิด Arc Flash อุบัติเหตุขึ้นมา โดยใช้ทั้งวิธีควบคุมด้านวิศวกรรม (Engineering Control) เช่น หาอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ และวิธีกำหนด

แนวปฏิบัติงานที่ดีเพื่อความปลอดภัย (Good Practices) เช่น มีการฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงาน สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเมื่อเข้าไปใกล้แหล่งกำเนิดหรือแหล่งควบคุมกระแสไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น

แต่สำคัญที่สุดคือ ตัวลูกจ้างผู้ปฏิบัติงานเองจะต้องตระหนักไว้ตลอดเวลาว่า การทำงานกับกระแสไฟฟ้าแรงสูงมีอันตรายในทุกขณะจิต พลัดนิดเดียวถึงตายได้ทันที ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการทำงานที่ปลอดภัยให้เข้าใจและปฏิบัติตามนั้นอย่างเคร่งครัดเมื่อเข้าไปใกล้แหล่งกำเนิดหรือจุดควบคุม อย่าประมาทเป็นอันขาด และอย่าลืมสวมใส่เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายรวมถึงถุงมือที่มีคุณสมบัติป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าโดยเฉพาะอย่างครบถ้วน

มาตรฐานควบคุมความปลอดภัยในการทำงาน

ดังได้กล่าวไปแล้วว่า Arc Flash เป็นปรากฏการณ์เกิดขึ้นมาโดยไม่คาดคิดจากความบกพร่องภายในของอุปกรณ์จ่ายหรือควบคุมกระแสไฟฟ้า แม้ว่าก่อนทำงานจะได้ปิดสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วก็ตาม แต่เมื่อลงมือซ่อมบำรุงจู่ๆ กระแสไฟฟ้าเกิดสปาร์กขึ้นมาอย่างรุนแรง นั่นคืออุบัติเหตุไฟฟ้าซึ่งบางครั้งก็สุดวิสัยจะป้องกันได้ ส่วนใหญ่เกิดกับแผงหรือตู้ควบคุมที่ไม่ค่อยได้รับการดูแลเอาใจใส่หรือปล่อยให้ทำงานไปเป็นปี ไม่มีใครมาสอดส่อง มีอะไรบกพร่องหรือไม่ เมื่อไฟดับช่างมักจะเข้าไปเปลี่ยนฟิวส์หรือซ่อมสะพานไฟ ทหารูไม่ว่า ระบบการทำงานช่างในซาร์ดหรือเสื่อมสภาพไปแล้ว บางกรณีเมื่อเปิดฝาดูหรือประตูดูควบคุมกระแสไฟฟ้าปริมาณมหาศาลจะวิ่งสวนออกมาทันที หรือยังไม่ทันเปลี่ยนฟิวส์อันใหม่ระบบก็ทำงานขึ้นมาเองแบบฉับพลันทันที แน่แน่นอนว่าช่างต้องได้รับอันตรายไม่มากก็น้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้า ถ้ามีโวลต์และแอมแปร์สูงแนวโน้มจะเสียชีวิตจะสูงตามไปด้วย

ด้วยเหตุนี้เอง แทบทุกประเทศจะกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าเพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งนายจ้าง ลูกจ้าง เจ้าหน้าที่ควบคุมภาครัฐ ฯลฯ นำไปใช้อ้างอิงในการดำเนินมาตรการป้องกันอันตรายในสหรัฐ มีมาตรฐานลักษณะดังกล่าวมากมายหลายฉบับจากหลากหลายองค์กร แต่ที่นิยมใช้อ้างอิงอย่างกว้างขวาง ได้แก่

- มาตรฐาน NFPA 70E : Standard for Electrical Safety in the Workplace, 2009 Edition.



สิ่งที่พอจะทำให้เราคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าอาจจะเกิด Arc Flash ได้แก่ ขนาดและปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับงาน รวมไปถึงลักษณะของอุปกรณ์ที่จะเข้าไปเชื่อมแซมกระแสไฟฟ้าแรงดัน (โวลต์) ต่ำๆ ในปริมาณ (แอมแปร์) ที่ไม่สูงนักมักจะไม่ได้เกิด Arc Flash กระแสไฟฟ้าเฟสเดียวแรงดันน้อย ระดับ 208 โวลต์ที่ปล่อยจากหม้อแปลงขนาดต่ำกว่า 125 kVA (กิโลโวลต์แอมป์) หากเกิดการลัดวงจรจะให้ความร้อนมากพอจะไหม้เสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติงานได้ แต่ไม่มากพอจะทำให้เกิดการระเบิดเป็น Arc Flash ซึ่งอาจพูดได้ว่า ไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไปที่มีแรงดันระดับ 220 โวลต์ มีความเสี่ยงจะเกิด Arc Flash น้อยมาก

กระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิด Arc Flash มักจะมีแรงดันในระดับ 480 โวลต์ นี่ถือว่าเป็นขั้นต่ำซึ่งเกิดบ่อยที่สุด หากมีแรงดันตั้งแต่ 600 โวลต์ขึ้นไป Arc Flash จะมีความรุนแรงมากถึงขั้น Arc Blast แต่ไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก ทั้งนี้ ขึ้นอยู่ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำในขณะนั้นด้วย

กระแสไฟฟ้าเฟสเดียวแรงดัน 480 โวลต์ ปริมาณ 20,000 แอมป์ หากมีความบกพร่องในการไหลผ่านตัวนำจะทำให้เกิด Arc Flash ที่ให้พลังงานประมาณ 9.6 เมกะวัตต์ (MW) หากเกิด 10 รอบที่มีความถี่ 60 เฮิร์ตซ์ พลังงานจะเพิ่มเป็น 1.6 เมกะจูล เทียบเท่าแรงระเบิดที่เกิดจาก TNT ขนาด 0.8 ปอนด์ แต่การระเบิดของไฟฟ้าที่มาพร้อมกันกับ Arc Flash จะแตกต่างการระเบิดของสารเคมีหรือวัตถุระเบิด นั่นคือ ระเบิดของกระแสไฟฟ้าให้ความร้อนและแสงสว่างมากกว่า แต่แรงสั่นสะเทือนมีน้อยกว่า ทว่าสีอนุภาคการทำลายล้างพอๆ กัน อันตรายของ Arc Flash ที่นอกเหนือจากความร้อนสูงคือแสงจ้าที่มีทั้งรังสียูวี อินฟราเรด ลำแสงมองเห็นได้ ฯลฯ สว่างวาบในระดับความเข้มข้นสูงมาก สามารถทำให้ผู้ประสบเหตุตาบอดได้

ทั้งนี้ Arc Flash ส่วนใหญ่จะเกิดบนพื้นที่อากาศเปิด (Open Air Arc Flash) เมื่อช่างเปิดฝา



บาดแผลไฟไหม้รุนแรงจากผลของ Arc Flash

ครอบตู้หรือแผงควบคุมออกมาเพื่อทำการซ่อม หากเกิดการบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าจะช็อตผ่านช่องว่างของอากาศอย่างรุนแรงขึ้นทันที แต่ก็ยังมี Arc Flash อีกอย่างน้อย 3 ลักษณะที่เกิดขึ้นบ่อยๆ เช่นกัน นั่นคือ

- กระแสไฟฟ้าพุ่งออกจากแหล่งกำเนิด (Ejected Arc Flash)
- การช็อตรุนแรงภายในตู้หรือแผงควบคุม (Arc-in-a-box) และ
- การช็อตรุนแรงตามร่องหรือรอยแตกของอุปกรณ์ (Tracking Arc Flash)

ทั้งนี้ รายละเอียดจะนำเสนอในโอกาสต่อไป

ความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้า (Electric Faults)

ความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้า หมายถึง สภาวะที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านตัวนำได้ตามปกติ เนื่องจากมีเงื่อนไขหรือปัจจัยทำให้การไหลของกระแสไฟฟ้าถูกขัดขวางหรือมีตัวนำใหม่ที่ไม่น่าเชื่อถือเกิดขึ้นอย่างไม่ตั้งใจนำมาซึ่งการแยกตัวออกจากวงจร (ลัดวงจร) หรือที่เราเรียกกันว่า “ไฟช็อต” แทนที่กระแสไฟฟ้าจะไหลไปตามตัวนำที่จัดไว้ เมื่อถูกขัดขวาง กระแสไฟฟ้าจะวิ่งออกนอกวงจรไปสัมผัสอากาศหรือผ่านตัวนำอื่นที่อยู่ใกล้เคียง เช่น เครื่องมือช่างหรือตัวช่างเอง หากกระแสไฟฟ้าที่เกิดเหตุมีแรงดันสูงและไหลในปริมาณมาก ปฏิกริยาที่เกิดจากการถูกขัดขวางทางเดินจะรุนแรง มีการสปาร์กในลักษณะการระเบิดเกิดความร้อนสูง มีสะเก็ดไฟและแสงสว่างวาบที่จัดจ้า

กระแสไฟฟ้าที่แยกออกจากวงจรไปสัมผัสอากาศเกิดการสปาร์ก (ระเบิด) แล้วจบตรงนั้นเรียกว่า Bolt Fault มีลักษณะเหมือนสายฟ้าฟาด แต่ถ้าเป็นการพุ่งชนตัวนำใหม่ที่อยู่บริเวณนั้นแล้วสปาร์ก เรียกว่า Arc Fault (Arc Flash) ซึ่งไม่เพียงแต่ตัวช่างที่เป็นตัวนำหรือสัมผัสตัวนำ (เครื่องมือหรืออุปกรณ์) โดยตรงเท่านั้นที่จะได้รับอันตราย ผู้มาเยือนคนงานอยู่ประชิดด้านหลังหรือยืนในบริเวณใกล้เคียงก็อาจจะถูกไหม้จากเปลวไฟได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตไปด้วย รัศมีอันตรายของ Arc Flash เป็นเรื่องที่จะต้องมีการประเมินตามขนาดแรงดันและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานเพื่อนำข้อมูลมากำหนดระยะปลอดภัยในการทำงานต่อไป

จากการคำนวณตามสูตรของ IEEE เมื่อความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าที่แรงดัน 480 โวลต์จนเกิดการลัดวงจรในลักษณะของ Bolt Fault จะมีปริมาณกระแสไฟฟ้าแยกออกมาจากตัวนำระหว่าง 10 kA (10,000 แอมป์)–40 kA (40,000 แอมป์) หากเป็น Arc Fault ปริมาณจะลดลงจาก Bolt Fault ประมาณครึ่งหนึ่งในทุก



ระดับ เช่น จาก 10 kA จะเหลือ 6.56 kA และ 40 kA จะเหลือ 21.43 kA เป็นต้น

ไม่ว่าจะเป็น Bolt Fault หรือ Arc Fault (Arc Flash) ผลที่เกิดขึ้นจะเหมือนกันคือ เกิดความร้อนสูงมาก ที่จุดศูนย์กลางการเผาไหม้อาจมีอุณหภูมิสูงที่สุดถึง 2,700° C (5,000° F) และจะมีการถ่ายเทความร้อนสู่สิ่งที่อยู่ใกล้เคียง โดยการแผ่รังสี ทำให้เกิดการหลอมละลายของโลหะต่างๆ แบบฉับพลัน กรณีเป็นตัวคน รังสีความร้อนจะทำให้เสื้อผ้าเครื่องกายถูกเป็นไฟขึ้นพร้อมกัน ทำให้ผิวหนังชั้นนอกและอาจถึงชั้นในถูกเผาเป็นบริเวณกว้างและมีความลึก นอกจากนี้ ยังมีแรงดัน แรงกระแทก แสงจ้า เสียงดังและอื่นๆ ตามมา ล้วนเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ดังนั้นจึงขอกล่าวย้ำ “กระแสไฟฟ้า หากไหลผ่านตัวนำที่เหมาะสมจะไม่มีพิษภัยใดๆ กลับจะให้แต่ประโยชน์ในการป้อนพลังงานแก่เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ แต่หากตัวนำเกิดความบกพร่องจนมีความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือจุดเริ่มของอันตรายที่อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานพิการหรือเสียชีวิตได้”

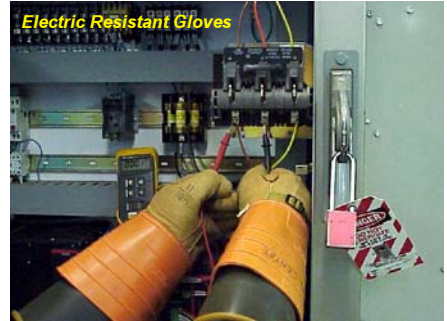
สำหรับสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นความผิดพลาดในการติดตั้ง ซ่อมแซม หรือซ่อมบำรุง มีการใช้อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน ไม่เหมาะสม ขันน็อตไม่แน่น มีวัสดุอื่นกลายเป็นตัวนำโดยไม่ตั้งใจ ฯลฯ ประเด็นนี้มีความสำคัญที่สุด ดังนั้น ต้องมั่นใจว่าช่างที่มาปฏิบัติงานเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีความชำนาญ พูดง่าย ๆ ว่าเป็นผู้มีคุณสมบัติครบถ้วนในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าแรงดันสูง

ใครคือ “ผู้มีคุณสมบัติ” (Qualified Person)

มาตรฐาน NFPA 70E และ NEC กำหนดไว้ว่า **“ต้องเป็นผู้มีความรู้และความชำนาญด้านโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและการติดตั้ง รวมทั้ง ได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตรายจากการทำงานมาแล้ว”**

ประเด็นการฝึกอบรมเกี่ยวกับอันตรายจาก Arc Flash ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน OSHA 29-CFR 1910.333 ซึ่งมีสาระสำคัญพื้นฐานคือ **“การตัดกระแสไฟฟ้า” (De-energize)** ที่ป้อนเข้าอุปกรณ์ก่อนมีการปฏิบัติงาน ดังนี้ **“ส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าเดินอยู่ซึ่งลูกจ้างอาจสัมผัส ต้องทำการตัดกระแสไฟฟ้าก่อนลูกจ้างจะเข้าไปทำงาน หรือเข้าไปใกล้ ยกเว้น นายจ้างจะแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การตัดกระแสไฟฟ้างกล่าวจะทำให้อันตรายที่มีอยู่แล้วเพิ่มขึ้น หรือเกิดอันตรายใหม่เพิ่มเติม หรือไม่สามารถทำได้”**

นอกจากผู้มีคุณสมบัติและการตัดกระแสไฟฟ้าก่อนซ่อมแซม/ซ่อมบำรุงอุปกรณ์แล้ว ยังต้องมี **“กระบวนการทำงานที่เป็นมาตรฐาน” (SOP : Standard Operating Procedure)** เพื่อความมีประสิทธิภาพและปลอดภัย รวมถึง **“มาตรการป้องกันความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าระดับพื้นฐาน”** เช่น การใช้ฟิวส์ (Fuse) ที่เหมาะสมหรือตัวตัดวงจร (Circuit Breaker) คุณภาพสูง และการตรวจตราตรวจตราสิ่งผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ควบคุมกระแสไฟฟ้าเป็นประจำ อย่างไรก็ตาม ความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิด Arc Flash เกือบทั้งหมดจะเกิดที่ตัวอุปกรณ์ หากหมั่นดูแลเพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามปกติก็สามารถป้องกันเหตุไม่คาดฝันได้อีก



ทางหนึ่ง ทั้งนี้ให้ระวังสิ่งคาดไม่ถึง ไม่ว่าจะเป็นฝุ่น ผง ชยะ สัตว์ต่างๆ บุคคลภายนอก ฯลฯ อาจทำให้เกิดการสปาร์กได้ บริเวณที่ตั้งของระบบจ่ายหรือควบคุมกระแสไฟฟ้า ต้องเป็นระเบียบ สะอาด ไม่รกรุงรัง รวมทั้ง มีมาตรการป้องกันบุคคลภายนอกไม่ให้มายุ่งเกี่ยวกับ

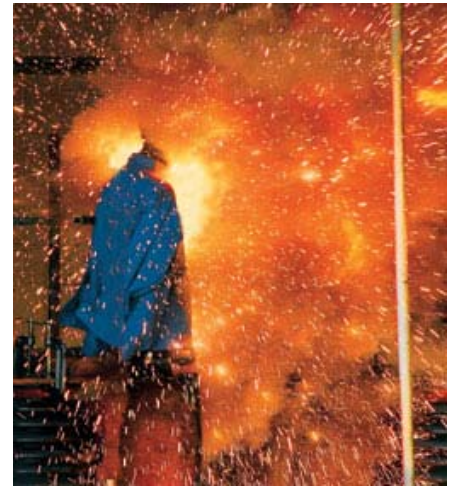
อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับใช้ในงานที่มีแนวโน้มจะเกิด Arc Flash ดูเหมือนจะกลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งยวดไปแล้ว สถานประกอบการหลายแห่งบังคับให้สวมใส่ครบชุด (เสื้อ กางเกง ที่คลุมศีรษะ ถุงมือ รองเท้า แวนดานิรภัย หมวกแข็งพร้อมกระบังหน้า) ทุกครั้งก่อนทำงานกับกระแสไฟฟ้าแรงสูงโดยไม่มีข้อยกเว้น เหตุผลหนึ่งคือ แม้ว่าจะมีอุปกรณ์พื้นฐานหรืออุปกรณ์เสริมสำหรับป้องกันความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้า แต่ Arc Flash ก็มีโอกาสจะเกิดขึ้นได้ด้วยเหตุและปัจจัยที่มีอยู่ในขณะนั้นหรืออย่างปัจจุบันทันด่วน ที่สำคัญ ยังไม่มีอุปกรณ์เสริมทางวิศวกรรมใดๆ รับประกัน **“สามารถป้องกัน Arc Flash ได้ 100%”**

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ในการทำงานที่เสี่ยงจะได้รับอันตรายจาก



Arc Flash Full PPE



Second Burn

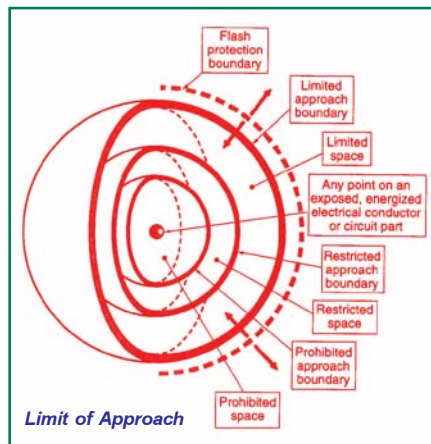


Arc Flash เป็นไปตามข้อบังคับ OSHA 29-CFR 1910.333 แต่รายละเอียดของอุปกรณ์และการใช้งานจะอ้างอิงตามข้อกำหนดใน NFPA 70E ทั้งนี้ อุปกรณ์และเครื่องแต่งกายต่างๆ ซึ่งจะนำมาใช้งานดังกล่าว ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำตรงตามมาตรฐาน ASTM F1506 โดยเน้นไปที่การต้านทานความร้อนสูงเพื่อป้องกันการไหม้ที่ผิวหนังของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก

ตามข้อกำหนดของ NFPA 70E ก่อนจะตัดสินใจเลือกเครื่องกายและอุปกรณ์ป้องกัน Arc Flash ต้องพิจารณาเรื่องสำคัญใน 2 ประเด็น ด้วยกัน ได้แก่

1. การจำกัดระยะเวลาการเข้าถึง (Limit of Approach)

2. พลังงานในที่เกิดเหตุ (Incident Energy) การจำกัดระยะเวลาการเข้าถึง (Limit of Approach) หมายถึง การห้ามผู้ปฏิบัติงานเข้าไปใกล้จุดเกิด Arc Flash ในระยะที่ความร้อนสูงจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บจากการไหม้ระดับ 2 (Second Degree Burn) อธิบายง่ายๆ ขณะปฏิบัติงานกับกระแสไฟฟ้าแรงสูง ต้องตั้งสมมุติฐานไว้ก่อนว่า มีความเป็นไปได้ที่จะเกิด Arc Flash ซึ่งจุดที่คนงานยืนอยู่สามารถใช้คาดคะเนการได้รับบาดเจ็บได้ หากยืนห่างออกมาจะได้รับบาดเจ็บหรือไม่ได้รับเลย แต่หากอยู่ใกล้เข้าไปก็เสี่ยงจะได้รับอันตรายร้ายแรง ดังนั้นนายจ้างจะต้องให้ผู้เชี่ยวชาญคำนวณตามสูตรที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน NFPA 70E เพื่อให้ได้



คำตอบ ระยะห่างจากจุดที่อาจจะเกิด Arc Flash จนถึงจุดที่คนงานจะได้รับบาดเจ็บจากการไหม้ระดับ 2 เป็นเท่าไร (ค่าที่ได้จะใช้ได้สำหรับการทำงานเฉพาะที่เฉพาะงานตามตัวแปรของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่เท่านั้น จะอ้างอิงไปใช้กับงานอื่นไม่ได้) ซึ่งในทางทฤษฎี คนงานต้องไม่เข้าไปใกล้เกินระยะคำนวณออกมาได้นี้ แต่ในทางปฏิบัติจะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากการซ่อมแซมหรือซ่อมบำรุงต้องเข้าไปใกล้อุปกรณ์ในระยะประชิด ดังนั้น การจำกัดระยะเข้าถึงจึงเป็นตัวบังคับที่รับรู้ว่า เมื่อคนงานอยู่ในตำแหน่งเกินระยะจำกัดดังกล่าวต้องสวมเครื่องแต่งกายและใช้อุปกรณ์ป้องกันที่สามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นซึ่งระบุไว้แล้วว่าเป็นการไหม้ระดับ 2

การไหม้ระดับ 2 เป็นการไหม้ที่ผิวหนังชั้นนอก (Epidermis) และลึกถึงชั้นใน (Dermis) อาการมองเห็นได้คือ ผิวจะแดง บวมซ้ำ ลอกเป็น

แผ่น เจ็บปวด ริมฝีปาก/เล็บมีสีม่วงคล้ำ ฯลฯ จากการคำนวณพลังงานความร้อนที่ทำให้เกิดการไหม้ระดับ 2 จะอยู่ที่ 1.2 แคลอรี/ตารางเซนติเมตร (cal/cm²) ดังนั้นเสื้อผ้าหรืออุปกรณ์ป้องกันที่คนงานจะต้องใช้สวมใส่เมื่อเข้าไปใกล้เกินระยะ Limit of Approach ต้องมีคุณสมบัติต้านทานพลังงานความร้อนได้มากกว่า 1.2 แคลอรี/ตารางเซนติเมตร (cal/cm²)

พลังงานในที่เกิดเหตุ (Incident Energy)

พลังงานที่เกิดจาก Arc Flash กระทำต่อพื้นผิวของวัสดุหรือตัวคน ณ จุดใดจุดหนึ่ง ในที่นี้ จะหมายถึงระดับพลังงานความร้อนที่เผาไหม้วัตถุที่อยู่ห่างจากจุดกำเนิดในระยะต่างๆ ค่าจะตามสูตรที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน NFPA 70E หรือมาตรฐาน IEEE 1584 ของสถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา มีหน่วยเป็นแคลอรี/ตารางเซนติเมตร (cal/cm²) หรือ จูลส์/ตารางเซนติเมตร (Joules/cm²) ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณจะนำไปใช้ในการเลือกเสื้อผ้าและอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

ค่าของ Incident Energy จะใช้เป็นตัวกำหนดว่า ในการทำงานที่เสี่ยงจะเกิด Arc Flash แห่งใดแห่งหนึ่ง ต้องใช้เสื้อผ้าและอุปกรณ์ที่สามารถต้านทานพลังงานความร้อนในระดับใด จึงจะป้องกันอันตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เช่นเดียวกับค่า Limit of Approach ค่าที่ได้จากการคำนวณจะเป็นค่าเฉพาะจุดซึ่งแตกต่างกันไปตามขนาดแรงดันและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน จะนำไปอ้างอิงเพื่อใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในการทำงานที่จุดอื่นไม่ได้

การวิเคราะห์อันตรายจาก Arc Flash

มาตรฐาน NFPA 70E 130.3 ระบุต่อนึ่งว่า “**ต้องมีการวิเคราะห์อันตรายของการเกิด Arc Flash เพื่อประเมินแนวโน้มนอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้ที่ปฏิบัติงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหนึ่ง ๆ โดยผลที่ได้จะต้องนำไปเป็นข้อมูลในการจัดทำแนวเขตป้องกัน (Flash Protection Boundary) และในการเลือกอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล**”

โดยทั่วไป การวิเคราะห์อันตรายมีจุดประสงค์หลักเพื่อ

- ระบุแนวเขตป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้า (Flash Protection Boundary) โดยใช้การจำกัดระยะเวลาเข้าถึง (Limit of Approach) เป็นพื้นฐาน
- ระบุค่าพลังงานที่ปล่อยออกมา ณ จุดเกิดเหตุ (Incident Energy)
- จัดประเภทอันตรายหรือความเสี่ยง (Hazard/Risk Category) เพื่อเลือกใช้ PPE ที่เหมาะสม

ตาราง Determine PPE Hazard Risk Category อ้างอิงจาก NFPA 70E 130.7 table (C)(11) เป็นการระบุจัดระดับอันตราย/ความเสี่ยงต่างๆ (Category) ตามค่า Incident Energy ที่คำนวณได้ (cal/cm²) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกชนิดของเสื้อผ้า (Clothing) สำหรับป้องกันการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงาน



NFPA 70E 130.7 table (C)(11) Determine PPE Hazard Risk Category

Category	Cal/cm ²	Clothing
0	N/A	Untreated cotton
1	4	FR shirt & FR pants
2	8	Cotton underwear plus FR shirt & FR pants
3	25	Cotton underwear plus FR shirt & FR pants plus FR coverall
4	40	Cotton underwear plus FR shirt & FR pants plus double layer switching coat and pants

หมายเหตุ ใยสังเคราะห์ที่หลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน (Meltable Fabrics) หรือที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง ไม่นอนุญาตให้นำมาใช้ในกรณีนี้ และค่าพลังงาน ณ จุดเกิดเหตุ (Incident Energy) ที่ส่งมาถึงตำแหน่งการปฏิบัติงานมีค่าเกินกว่า 40 cal/cm² ต้องมีการตัดกระแสไฟฟ้า (De-energize) ก่อนลูกจ้างจะเข้าไปทำงานหรือเข้าไปใกล้ตัวนำหรือวงจรไฟฟ้าที่จะซ่อมแซมหรือซ่อมบำรุงนั้น

สำหรับ Cotton underwear ที่ระบุไว้ในตาราง หมายถึง ชุดทำงานผ้าฝ้ายที่ใช้กันทั่วไปซึ่งสวมไว้ข้างในโดยมีเสื้อและกางเกงกันเปลวไฟ (FR shirt & FR pants) และชุดหมวกกันไฟ (FR coverall) สวมไว้ด้านบน

ข้อกำหนดสำคัญในมาตรฐาน NFPA 70E

NFPA 70E กำหนดให้ลูกจ้างที่ทำงานในบริเวณซึ่งมีความเสี่ยงจะได้รับอันตรายจาก Arc Flash สวมเสื้อผ้าที่มีคุณสมบัติต้านทานเปลวไฟ (FR : Flame Retardant) ตรงตามมาตรฐาน ASTM F1506 ของสมาคมเพื่อการทดสอบวัสดุ



แห่งอเมริกา (American Society for Testing and Materials) โดยกำหนดค่าคุณสมบัติเป็นค่าประสิทธิภาพด้านทานความร้อนจากการอาร์ก (ATPV : Arc Thermal Performance Value) มีหน่วยเป็น cal/cm² ซึ่งจะต้องมีค่าสัมพันธ์กับ Category อย่างน้อยที่สุดเป็นไปตามที่แสดงไว้ในตาราง NFPA 70E 130.7 table (C)(11)

ภาคผนวก : ภาพอุบัติเหตุ Arc Flash ในสถานประกอบการ



ผู้จัดการชายผู้บาดเจ็บถูกไหม้ระดับ 2 ที่มือทั้งสองข้าง

สำหรับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจาก Arc Flash ชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากเสื้อกางเกงหรือชุดหมี ไม่ว่าจะเป็นถุงมือ (Gloves) ที่คลุมศีรษะ (Hood) กระบังหน้า (Face shield) หากจำเป็นจะต้องนำใช้ร่วมกับเสื้อและกางเกง ให้พิจารณาเลือกชนิดที่มีค่า ATPV ที่เท่าเทียมกัน แต่ในบางกรณี ถุงมือที่ต้องใช้ทำงานในระยะประชิดควรมีค่า ATPV สูงกว่าเสื้อและกางเกง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับผลของการวิเคราะห์อันตรายที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน NFPA 70E 130.3

บทสรุป Arc Flash

การทำงานที่เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงและมีปริมาณมากกว่า 1,000 แอมป์ขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้ง ตรวจสอบ ทดสอบ ซ่อมบำรุง ฯลฯ ล้วนมีแนวโน้มที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับอันตรายจากการลัดวงจรชนิดรุนแรงและฉับพลันที่เรียกว่า Arc Flash ซึ่งเป็นความบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่ตัวอุปกรณ์เองและปัจจัยภายนอก รวมทั้งตัวผู้ปฏิบัติงาน ผลที่จะเกิดตามมาก็คือ การได้รับบาดเจ็บจากรังสีความร้อนสูงกว่า 500° C และแรงระเบิดที่สามารถทำให้เหล็กงอได้ ผู้ปฏิบัติงานจะถูกไหม้ระดับ 2 หรือระดับ 3 อวัยวะภายในถูกกระทบกระเทือน ได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือเสียชีวิต

ดังนั้น ก่อนจะมีการปฏิบัติงานที่อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงทั้งที่เป็นตัวผลิต ตัวจ่าย หรือตัวควบคุมกระแสไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นระบบป้องกัน



จุดเกิดเหตุ Arc Flash บริเวณตู้ควบคุมมอเตอร์

ทางวิศวกรรมหรือไม่ก็ตาม นายจ้างจำเป็นต้องปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัยที่กำหนดไว้ใน OSHA 29-CFR 1910.333, NFPA 70E หรือมาตรฐานชั้นนำอื่น ๆ โดยจะต้องมีการประเมินอันตรายที่อุปกรณ์แต่ละตัวเพื่อนำมาข้อมูลมาใช้ในการออกกฎการทำงานที่ถูกต้องและเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสมซึ่งเป็นแนวทางลดความเสี่ยงที่จะเกิดความสูญเสียจาก Arc Flash ที่นิยมปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายตามสถานประกอบการต่างๆ ในปัจจุบัน

ทั้งนี้ เครื่องแต่งกายและอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับงานซึ่งเสี่ยงจะเกิด Arc Flash



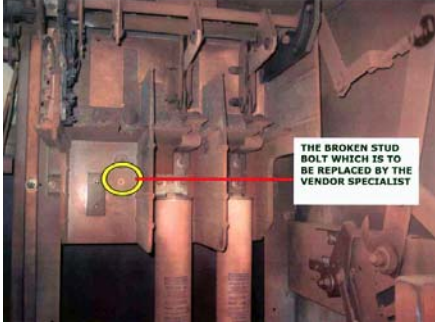
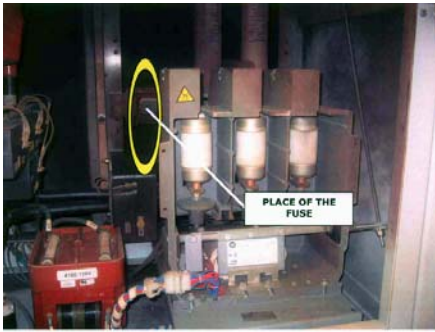
ช่างชาวอินเดียนถูกไหม้ระดับ 2 ถึง 3 อาการสาหัส

เน้นที่คุณสมบัติต้านทานความร้อนเพื่อไม่ให้ผู้สวมใส่ได้รับบาดเจ็บจากการไหม้ระดับ 2 ขึ้นไป ซึ่งเป็นการบาดเจ็บจาก Arc Flash ในอัตราที่สูงกว่าการบาดเจ็บในลักษณะอื่น

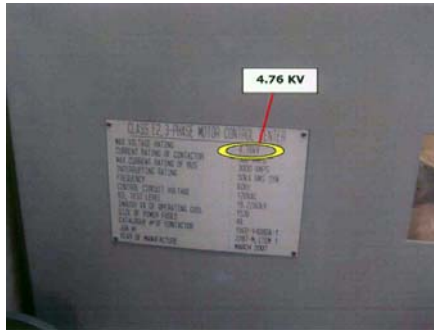
มาตรฐาน NFPA 70E มีข้อกำหนดเฉพาะชุดเสื้อผ้าใช้ป้องกันความร้อนเกิดจาก Arc Flash ตามตาราง NFPA 70E 130.7 table (C)(11) แต่สถานประกอบการส่วนใหญ่ในสหรัฐฯ บังคับลูกจ้างให้สวมถุงมือ (ชนิดป้องกันกระแสไฟฟ้าและ/หรือ ชนิดต้านทานความร้อนสูงจาก Arc Flash) หมวกแข็งพร้อมกระบังหน้า ที่คลุมศีรษะรวมเป็นชุดใหญ่เพื่อยกระดับความปลอดภัยให้สูงขึ้น โดยใช้ค่า ATPV จากตารางดังกล่าวไปเป็นตัวเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ต้องการ

ภาคผนวก : ภาพอุบัติเหตุ Arc Flash ในสถานประกอบการ

คุณประวิทย์ รอบกิจ ได้ส่งอีเมลรายงานการเกิดอุบัติเหตุกระแสไฟฟ้า Arc Flash มาให้กองบรรณาธิการนำเสนอ เป็นเหตุไม่คาดฝันในห้องควบคุมมอเตอร์ผลิตกระแสไฟฟ้าของบริษัทแห่งหนึ่งในตะวันออกกลาง ช่างชาวอินเดียนจาก



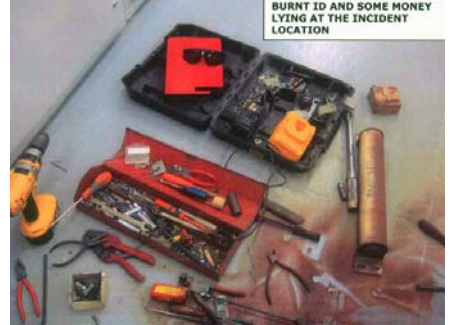
บริษัทผู้ขายถูกเรียกตัวมาซ่อมสวิทช์เกียร์ของมอเตอร์ปั่นไฟชนิดแรงดันปานกลาง (Medium Voltage Motor) เนื่องจากขายึดพิวส์หักเสียหายและตัวพิวส์เกิดการชำรุดใช้การไม่ได้ ระหว่างทำการซ่อมแซมและเปลี่ยนชิ้นส่วนอยู่นั้นได้เกิดการลัดวงจรในลักษณะ Arc Flash อย่างรุนแรงช่างชาวอินเดียซึ่งสวมชุดทำงานธรรมดาไม่มีคุณสมบัติป้องกันเปลวไฟ (FR) ถูกไหม้ระดับ 3 ที่แขนซ้ายตั้งแต่ปลายนิ้วมือจนถึงหัวไหล่ บริเวณใบหน้าด้านซ้ายตั้งแต่ปลายคางจนถึงขมับ ถูกไหม้ระดับ 2 อาการสาหัสต้องรีบส่งตัวเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ขณะเดียวกัน ผู้จัดการแผนกไฟฟ้าชาวญี่ปุ่นของบริษัทแห่งนั้นซึ่งยืนดูช่างปฏิบัติงานในระยะประชิดก็ได้รับบาดเจ็บเป็นแผลไหม้ระดับ 2 ที่มือทั้งสองข้าง ใบหน้าเต็มไปด้วยเขม่าจากการเผาไหม้แต่ไม่มีบาดแผล โดยได้ถูกนำตัวไปยังโรงพยาบาลเช่นเดียวกัน



สำหรับชุดควบคุมมอเตอร์ปั่นกระแสไฟฟ้าที่เกิดเหตุดังกล่าวเป็นชนิด 3 เฟส ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 4.76 kV (4,750 โวลต์) ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดภายในวงจร 3,000 แอมป์ ปริมาณกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังตัวรับ 300 แอมป์ ความถี่กระแสไฟฟ้า 60 เฮิร์ตซ์ (Hz) จากการสอบสวนอุบัติเหตุเบื้องต้นทราบว่า ไม่มีการตัดกระแสไฟฟ้าก่อนทำการซ่อมและเปลี่ยนพิวส์ ขณะถอดพิวส์อันเก่าออกมาได้เกิดการระเบิดของไฟอาร์คอย่างฉับพลันทันที ช่างและผู้จัดการตัวล้มหงายไปข้างหลัง เสื้อผ้าที่สวมใส่อยู่ไหม้ไฟเกือบหมด ส่วนสาเหตุคาดว่าน่าจะเป็นการ

สปาร์กที่ไขควงที่ช่างถืออยู่ กระแสไฟฟ้าจากปลายขั้วบรรจพิวส์ที่ถูกถอดออกกระโดดผ่านอากาศมายังเครื่องมือช่าง (ไขควง) ทำให้เกิดการช็อตอย่างรุนแรงจนเกิดไฟไหม้ในช่วงสั้นๆ แต่มีปริมาณความร้อนสูงมาก

นอกจากตัวช่างและผู้จัดการที่ยืนมาคุมงานจะถูกไหม้จนบาดเจ็บสาหัสแล้ว ไฟยังเผาตู้ควบคุมมอเตอร์ได้รับความเสียหายจนใช้การไม่ได้ หมวกแข็งที่ช่างสวมอยู่กระเด็นหลุดออกไปไกลหลายเมตรและมีรอยไหม้ บัตรประจำตัวช่างและเงินสดพกในกระเป๋ากางเกงถูกเผาไหม้ไปด้วย บริเวณพื้นด้านหน้าตู้ควบคุมมอเตอร์ซึ่งเป็นจุดเกิดเหตุ Arc Flash เต็มไปด้วยรอยไหม้



และคราบเขม่า แสดงให้เห็นถึงอันตรายการเผาไหม้ด้วยความร้อนปริมาณมหาศาลภายในช่วงเวลาแค่เสี้ยววินาที

ขอขอบคุณ : คุณประวิทย์ ropicj pravittfiretech@hotmail.com ไว้ ณ ที่นี้