



โฟมดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริศักดิ์ สุนทรไชย D.Sc.
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช



โฟมดับเพลิง (Fire Fighting Foam) เป็นโฟมที่ใช้สำหรับดับเพลิง ทำให้ไฟเย็นลงและปกคลุมเชื้อเพลิงไว้ป้องกันไฟลามลุ่กับออกซิเจน ทำให้ลดการเผาไหม้วิศวกรและนักเคมีชาวรัสเซียชื่ออะเล็กซานเดอร์ โลแรน (Aleksander Loran) ได้คิดค้นโฟมดับเพลิงในปี 2445

โฟมดับเพลิงประกอบด้วย สารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 1% ส่วนประกอบอื่นๆ ของโฟมทนไฟเป็นสารทำลายอินทรีย์ เช่น ไตรเมทิลไตรเมทิลีน (Trimethyltrimethylene) ไกลคอล (Glycol) เฮกซิลีนไกลคอล (Hexylene Glycol) เป็นต้น มีสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟม (Foam Stabilizer) เช่น ลอริลแอลกอฮอล์ (Lauryl Alcohol) เป็นต้น และมีสารยับยั้งการกัดกร่อน

โฟมที่มีการขยายตัวต่ำ (Low-Expansion Foams) มีอัตราการขยายตัวน้อยกว่า 20 เท่า เช่น โฟมที่ทำให้เกิดฟิล์มชนิดน้ำมีความหนืดต่ำ เคลื่อนที่ได้เร็ว และสามารถครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น โฟมที่มีอัตราการขยายตัวระหว่าง 20 และ 200 เท่าเรียกว่า โฟมที่มี

การขยายตัวปานกลาง (Medium-Expansion Foams) และโฟมที่มีการขยายตัวสูง (High-Expansion Foams) มีอัตราการขยายตัวมากกว่า 200 เท่า เหมาะสำหรับพื้นที่ปิด

โฟมที่ทนแอลกอฮอล์ (Alcohol-Resistant Foams) ประกอบด้วยโพลีเมอร์ที่สร้างขึ้นป้องกันระหว่างบริเวณที่มีการเผาไหม้และโฟมมีการป้องกันการสลายโฟมด้วยแอลกอฮอล์ในเชื้อเพลิงที่กำลังเผาไหม้ โฟมที่ทนแอลกอฮอล์มักใช้ในการดับเพลิงของเชื้อเพลิงที่ประกอบด้วยสารให้ออกซิเจน (Oxygenates) เช่น เมทิลเทอเทียรีบิวทิลอีเทอร์ (Methyl tertiary butyl ether; MTBE) เป็นต้น หรือไฟจากของเหลวที่ประกอบด้วยสารตัวทำละลายที่ละลายน้ำ (Polar Solvents)

โฟมชนิดเอ (Class A Foams) โฟมชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงกลางทศวรรษที่ 1980 เพื่อดับไฟฟ้า โฟมชนิดนี้แรงตึงผิวของน้ำช่วยดับเพลิงและสามารถป้องกันการจุดติดไฟซ้ำ (Reignition)

โฟมชนิดบี (Class B Foams) ถูกพัฒนามาใช้กับของเหลวไวไฟ ซึ่งไม่สามารถใช้โฟมชนิดเอได้ โฟมชนิดบี

ประกอบด้วย 2 ชนิดย่อยที่สำคัญคือ

1) โฟมสังเคราะห์ (Synthetic Foams) โฟมสังเคราะห์นี้ประกอบด้วยแรงตึงผิวสังเคราะห์ (Synthetic Surfactants) โฟมชนิดนี้มีการเคลื่อนที่ไปดับเพลิงได้เร็วกว่า แต่มีความปลอดภัยค่อนข้างจำกัดหลังการเกิดเพลิงไหม้

2) โฟมที่ทำให้เกิดฟิล์มชนิดน้ำ (Aqueous Film Forming Foams; AFFF) เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนและน้ำ (Water-Based and Hydrocarbon-Based Surfactant) เช่น โซเดียมอัลคิลซัลเฟต (Sodium Alkyl Sulfate) เป็นต้น และสารลดแรงตึงผิวที่มีฟลูออรีนเป็นองค์ประกอบ (Fluorosurfactants) เช่น ฟลูออโรเทโลเมอร์ (Fluorotelomers) กรดเปอร์ฟลูออโรออกทาโนอิก (Perfluorooctanoic Acid; PFOA) กรดเปอร์ฟลูออโรออกเทนซัลโฟนิก (Perfluorooctanesulfonic Acid; PFOS) เป็นต้น สารนี้สามารถแพร่กระจายไปทั่วพื้นผิวของของเหลวไฮโดรคาร์บอน และโฟมที่ทำให้เกิดฟิล์มชนิดน้ำที่ทนแอลกอฮอล์ (Alcohol-Resistant Aqueous Film-Forming Foams; AR-AFFF) โฟมนี้ทนต่อแอลกอฮอล์ สามารถที่จะสร้างฟิล์มป้องกันได้

โฟมโปรตีน (Protein Foams) ประกอบด้วยโปรตีนสะเทิน (Neutral Proteins) เป็นสารที่ทำให้เกิดฟอง (Foaming Agents) สามารถย่อยสลายได้ง่ายไม่เหมือนโฟมโปรตีน โฟมนี้จะไหลและกระจายไปได้อย่างรวดเร็ว แต่ให้มันโฟมปกคลุมไฟที่ทนต่อความร้อนและคงทนมากกว่า โฟมโปรตีนประกอบด้วย โฟมโปรตีนธรรมดา (Regular Protein Foam; P) โฟมฟลูออโรโปรตีน (Fluoroprotein Foam; FP) ฟลูออโรโปรตีนที่ทำให้เกิดฟิล์ม (Film-Forming Fluoroprotein; FFFP) โฟมฟลูออโรโปรตีนที่ทนแอลกอฮอล์ (Alcohol-Resistant Fluoroprotein Foam; AR-FP) และฟลูออโรโปรตีนที่ทำให้เกิดฟิล์มที่ทนแอลกอฮอล์ (Alcohol-Resistant Film-Forming Fluoroprotein; AR-FFFP) โฟมโปรตีนจากแหล่งที่ไม่ใช่สัตว์ (Non-Animal Sources) ดีกว่าโฟมชนิดอื่น เพราะสามารถทำลายสารปนเปื้อนทางชีวภาพที่เป็นพรีออน (Prions) ได้ ซึ่งพรีออนเป็นโปรตีนขนาดเล็ก ไม่ละลายน้ำ ทนความร้อน ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทั้งร้อนและเย็น ทนต่อความแห้ง ทนต่อแสงยูวี ทนต่อการย่อยสลายโดยเอนไซม์ สามารถติดต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตและก่อโรคได้

โฟมแต่ละประเภทมีการใช้แตกต่างกัน โฟมที่มีการขยายตัวสูงจะใช้ในพื้นที่ปิด เช่น ชั้นใต้ดิน หรือโรงเก็บเครื่องบิน เป็นต้น โฟมชนิดนี้จะกระจายตัวเต็มพื้นที่อย่างรวดเร็ว โฟมที่มีการขยายตัวต่ำใช้ในการเผาไหม้สารเคมีที่หกรั่วไหล AFFF ดีที่สุดสำหรับการรั่วไหลของเชื้อเพลิงไอพ่น FFFP ใช้ได้ดีกว่าในกรณีที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่สามารถทำให้เกิดลักษณะคล้ายสระน้ำที่มีความลึกกว่า และ AR-AFFF เหมาะสำหรับการเผาไหม้แอลกอฮอล์ AR-AFFF หรือ AR-FFFP มักใช้ในพื้นที่ที่มีน้ำมันเบนซินผสมกับสารที่ให้ออกซิเจน (Oxygenates) เพราะแอลกอฮอล์ป้องกันการเกิดฟิล์มระหว่างโฟม FFFP และเบนซิน มีการทำลายโฟมซึ่งหากใช้โฟม FFFP จะไม่สามารถดับเพลิงได้

โฟมที่ทำให้เกิดฟิล์มชนิดน้ำ (Aqueous Film-Forming Foams; AFFFs) เป็นโฟมดับเพลิงที่นิยมดับเพลิงจากเชื้อเพลิงและน้ำมัน เนื่องจากประสิทธิภาพของโฟมและง่ายต่อการใช้งาน แต่จากการศึกษาเมื่อเร็วๆ นี้พบว่า ส่วนประกอบที่สำคัญคือ ฟลูออโรเซอร์แฟกแตนต์เปอร์ฟลูออโรออกทิลซัลโฟเนต (Fluorosurfactant Perfluorooctyl Sulfonate; PFOS) เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นสารเคมีที่คงอยู่และสะสมอยู่ในเลือดของคนและสัตว์ ดังนั้น จึงมีการเลิกผลิต PFOS ในเดือนพฤษภาคม 2543 ทำให้โฟมดับเพลิงจำนวน 44 ผลิตภัณฑ์และส่วนประกอบของโฟมหายไปจากท้องตลาด ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตโฟมมีวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโฟมดังกล่าวค้างอยู่ในสต็อก ซึ่งจะต้องมีการกำจัดไป สารลดแรงตึงผิวที่มีฟลูออรีนเป็นองค์ประกอบ (Fluorosurfactants) ใหม่ได้รับการพัฒนาเข้าสู่ตลาดตั้งแต่ปี 2543 และเป็นสูตรที่ใช้สารเข้มข้นที่ใช้ดับเพลิงชนิดน้ำ (Aqueous Fire-Fighting Foam Concentrates)

ต่อมา บริษัททีดีเอรีเสิร์ช (TDA Research, Inc.; TDA) ได้พัฒนาสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟมที่ปราศจากฟลูออรีน (Fluorine-Free Foam Stabilizers) เพื่อใช้กับสารเข้มข้นที่เป็นโฟมในการดับเพลิง TDA แสดงว่าสารนี้เหมาะกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับเพลิงในปัจจุบันและสามารถใช้เพื่อยับยั้งไฟจากเชื้อเพลิงได้ TDA ยังได้ค้นพบว่า สารลดแรงตึงผิวใหม่นี้ใช้ร่วมกับสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟมทำให้เกิดสาร AFFFs ที่ปราศจากฟลูออรีนนี้



มีประสิทธิภาพ (Effective Fluorine-Free AFFFs)

TDA ได้พัฒนาวิธีการที่จะสร้างโฟมในห้องปฏิบัติการและเตรียมสารละลายชนิดน้ำซึ่งประกอบด้วยสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟม สูตรนี้ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวที่ปราศจากฟลูออรีน หรือสารลดแรงตึงผิวต่ำที่ปราศจากฟลูออรีนที่ใช้ในบ้านเรือน (In-House Prepared Fluorine-Free Low Surface Tension Surfactant) อย่างใดอย่างหนึ่ง จึงมีการประเมินแนวโน้มการใช้สารละลายชนิดน้ำนี้เพื่อใช้เป็นโฟมและทำให้โฟมคงทน โดยแรกสุดได้มีการเตรียมสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟมและทดสอบผลของสารนี้ในการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟมร่วมกับสารลดแรงตึงผิวโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (Sodium Dodecyl Sulfate) และสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟมนี้ได้เติมเข้าไปในสูตรของสารเข้มข้นที่เป็นโฟมในการดับเพลิงร่วมกับสารลดแรงตึงผิวอื่นๆ

ทั้งสารที่ทำให้เกิดความเสถียรของโฟมและสารเข้มข้นที่ทำให้เกิดโฟมได้รับการเปรียบเทียบกับ AFFFs ที่มีอยู่ในท้องตลาดพบว่า สูตรของ TDA มีอัตราความคงทนในการเกิดโฟมสูงกว่า AFFFs ในท้องตลาดถึง 60 เท่า ทำให้สามารถดับไฟที่มีบริเวณกว้างขวางเพราะไม่ต้องทำให้เกิดโฟมบ่อยๆ

ปกติสารเข้มข้นที่ทำให้เกิดโฟมมีความหนืดสูงมากซึ่งทำให้ยากที่จะปั๊มด้วยอุปกรณ์ดับเพลิงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจากการค้นคว้าของ TDA ยังพบวิธีการที่จะลดความหนืดของสารผสมที่ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวและสารที่

ทำให้เกิดความเสถียรของโฟม (Surfactant/Stabilizer Mixtures) ลงสู่ระดับที่ยอมรับได้เพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าว ดังนั้น สารเข้มข้นที่ทำให้เกิดโฟม 5 แกลลอนของ TDA ให้ประสิทธิภาพที่ดีในการดับเพลิงที่เกิดจากสารไฮโดรคาร์บอน แต่ต้องปรับปรุงคุณสมบัติในการทำให้เกิดแผ่นฟิล์ม (Film-Forming Properties)

TDA จึงได้เริ่มสังเคราะห์สารลดแรงตึงผิวต่ำที่ปราศจากฟลูออรีน (Fluorine-Free Low-Surface Tension Surfactants) พบว่า สารละลายที่เป็นน้ำนี้มีแรงตึงผิวต่ำกว่าและทำให้เกิดโฟมได้ดีและคงอยู่ได้นาน เพราะโฟมมีการแพร่กระจายทันทีที่ครอบคลุมไฟ ทำให้เกิดเป็นแผ่นฟิล์มบางที่ทำให้ผิวหน้าของโฟมสัมผัสกับไฟและป้องกันการเกิดไฟเพิ่มขึ้น ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

Fire-Fighting Foams ค้นคืนจาก en.wikipedia.org/wiki/Fire_fighting_foam เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2556

Fluorine-Free Hybrid Surfactants for Fire-Fighting Foams ค้นคืนจาก cfpub.epa.gov/.../ResearchProject เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2556

Next Generation Fluorine-Free Fighting Foams-NFPA ค้นคืนจาก www.nfpa.org/.../22-Melkote-Robinet_presentation.pdf เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2556