



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง โปรแกรมช่วยออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟมสำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง
ภายในคลังน้ำมัน

Computer Aided Design in Foam Base-Fire Extinguish System for Tank Farm

นามผู้วิจัย นายจักรชัย เทียนสีวากุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์เสรี เสวตเสรณี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐศักดิ์ บุญมี, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สุรัชย์ รดาการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มตาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟมสำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในคลังน้ำมัน

Computer Aided Design in Foam Base-Fire Extinguish System for Tank Farm

โดย

นายฉัตรชัย เทียนสีวากุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

พ.ศ. 2553

ฉัตรชัย เทียนสิวกุล 2553: โปรแกรมช่วยออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟมสำหรับ
ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในคลังน้ำมัน วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย) สาขาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย โครงการสหวิทยาการ
ระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์
เสรี เสวตเสรณี, Ph.D. 172 หน้า

การเกิดอัคคีภัยจากน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในคลังน้ำมัน จะมีความรุนแรงและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การป้องกันโดยการออกแบบระบบโฟมดับเพลิง สำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในคลังน้ำมัน ตามมาตรฐาน NFPA 11, 11A, 16 ได้กำหนดประเภทของโฟม และ กลไกการดับเพลิงด้วยโฟมอย่างละเอียด ถึงแม้จะมีความชำนาญในการออกแบบก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษารายละเอียด ขั้นตอน วิธีการในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2003 เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยทั่วไป

ผู้ใช้งานจะต้องทำการป้อนข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นในการออกแบบ ประเภทของถัง วิธีฉีดโฟมดับเพลิง ข้อมูลของเหลวที่บรรจุภายในถัง และชนิดของโฟมดับเพลิง เพื่อให้โปรแกรมทำการประเมินผล เลือกตัวแปรที่เหมาะสมมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณหาอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย Application Rate, Discharge Time และ Minimum Number of Discharge Outlets จากนั้น โปรแกรมจึงจะคำนวณระบบท่อตามข้อมูลที่เลือกไว้ จะได้ผลลัพธ์คือ อัตราการไหลและขนาดต่างๆที่เราสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเลือกจากข้อมูลอุปกรณ์ใน Data Sheet ที่กำหนดให้

ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้ไปเลือกขนาดของปั๊มที่จะติดตั้งใช้งาน หรือคำนวณปริมาณการจับเก็บน้ำและโฟมดับเพลิงที่เหมาะสมกับระบบที่ทำการออกแบบได้

Chadchai Tiansivakul 2010: Computer Aided Design in Foam Base-Fire Extinguish
System For Tank Farm. Master of Engineering (Fire Protection Engineering),
Major Field: Fire Protection Engineering, Interdisciplinary Graduate Program.
Thesis Advisor: Associate Professor Saree Svetsaerani, Ph.D. 172 pages.

In case of fire of fuels in tank farm are violent and very fast. The designing in NFPA 11, 11A, 16 standard fire fighting foam system to protect fuel tank requires many steps and complicated specifications that make mistakes. The steps of calculation and details were studied to develop this program with Microsoft Excel 2003 for personal computer.

Designer will input designed data, type of tank, injection methods, fluid details and fire fighting foam details. Program operates to choose basic designed data for calculation that are application rate, minimum discharge time and minimum number of discharge outlets. The next step is system calculation that giving final results are required flow rate to choose equipments for Foam System.

Required flow rate and pressure are used to choose the compatible pump with designed system and calculate the amount of fire fighting foam and water.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ : รศ.ดร.เสรี เสวตเสรีนี้ ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ณัฐศักดิ์ บุญมี กรรมการร่วม และรองศาสตราจารย์สุรัชย์ ระตะนະอาพร
ประธานโครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกัน
อัคคีภัย ภาคพิเศษ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย รวมทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์
จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.เดชา พวงดาวเรือง หัวหน้าภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์โครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ภาคพิเศษ ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็น
ประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการเปิดสอนหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ภาคพิเศษ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ
และคำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดี หรือประโยชน์อันเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ที่ช่วยเหลือ
และให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

นัตรชัย เทียนสีวากุล

เมษายน 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	43
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	45
ผลการทดลอง	45
วิจารณ์ผลการทดลอง	49
สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	51
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก การคำนวณและตัวอย่างสำหรับการออกแบบระบบโหมดับเพลิง สำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ	53
ภาคผนวก ข การคำนวณและตัวอย่างสำหรับการออกแบบระบบโหมดับเพลิง สำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์	68
ภาคผนวก ค ตารางและรูปภาพที่ใช้ประกอบการคำนวณ	73
ภาคผนวก ง ชนิดของน้ำยาโหมและข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบโหมดับเพลิง	84
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานโปรแกรมการออกแบบระบบโหมดับเพลิง สำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ	145
ภาคผนวก ฉ โหมดับเพลิงกับสิ่งแวดล้อม	165
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	172

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเภทของโฟมชนิดต่างๆ	19
2	Determining Discharge Time and Application Rate (Cone Roof Tanks) ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets	31
3	Determining Number of Foam Chambers (Cone Roof Tanks) ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets	32
4	Determining Discharge Time and Application Rate ของ Sub-Surface Application	33
5	Determining Number of Discharge Outlets ของ Sub-Surface Application	34
6	Determining Spacing of Discharge Devices (Floating Roof Tanks)	39
7	Determining Supplementary Hose Lines and Discharge Times	40
8	Determining Discharge Time and Application Rate (Fixed Discharge Device for Dike Protection)	42
ตารางผนวกที่		
ค1	การจำแนกประเภทของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ	74
ค2	Determining Discharge Time and Application Rate ของ Sub-Surface Application	75
ค3	Determining Number of Discharge Outlets ของ Sub-Surface Application	76
ค4	Determining Supplementary Hose Lines and Discharge Times	76
ค5	Determining Discharge Time, Application Rate, No. of Foam Monitor and Foam Maker (Fixed Discharge Device for Dike Protection)	80
ค6	Determining Discharge Time and Application Rate (Cone Roof Tanks) ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets	81
ค7	Determining Number of Foam Chambers (Cone Roof Tanks) ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค8	Determining Discharge Time and Application Rate (Floating Roof Tanks) Top and Below of Seal ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets 82
ค9	Determining Maximum Discharge Device Spacing (Floating Roof Tanks) Top and Below of Seal ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets 83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สามเหลี่ยมจากการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิด (Fire triangle showing the pre-requisites for a fire and/or explosion)	4
2	Fire Tetrahedron	11
3	โฟมดับเพลิงช่วยตัดองค์ประกอบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง	12
4	ภาพแสดงการสร้างตัวเองเป็นแผ่นฟิล์มบางๆของ Aqueous Film แผ่นปกคลุมเชื้อเพลิงของโฟมประเภท AFFF	14
5	ภาพแสดงการสร้างตัวเองเป็นชั้นบางๆ ของ Polymeric Membrane แผ่นปกคลุมเชื้อเพลิงของโฟมประเภท ARC	15
6	ถังประเภท Outdoor Fixed-Roof (Cones) Tanks	24
7	ถังประเภท Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks	24
8	ถังประเภท Outdoor Covered (Internal) Floating Roof Tanks	25
9	ตัวอย่างการจัดวางอุปกรณ์ในระบบโฟมดับเพลิง	25
10	ลักษณะหัวฉีดโฟมดับเพลิงสำหรับการฉีดทั่วไป ติดตั้งที่ขอบถัง	30
11	Determining Inlet Pipe Size ของ Sub-Surface Application	35
12	Flow Rate vs. Inlet Pressure for Sub-Surface Application	35
13	Determining Static Head Pressure ของ Sub-Surface Application	36
14	Determining Expand Foam Friction Losses and Pipe Size	36
15	ชนิดของ Seal ของถังประเภท Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks	38
16	Annular Ring Area ของถังแบบ Floating Roof Tanks	39
17	Flow of Water through Schedule 40 Steel Pipes	40
18	การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Fixed Cone Roof Tank	45
19	การทดสอบโปรแกรม Sub-surface Application สำหรับ Fixed Cone Roof Tank	46
20	การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Outdoor Floating Roof Tank	46
21	การทดสอบโปรแกรมสำหรับ Internal Floating Roof Tank	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Internal Floating Roof Tank แบบ Full Surface Fire	47
23	การทดสอบโปรแกรม Top of Seal Application สำหรับ Internal Floating Roof Tank แบบ Seal Area Fire	48
24	การทดสอบโปรแกรมสำหรับ Dike protection	48
ภาพผนวกที่		
ข1	แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม	69
ข2	แสดงอุปกรณ์ต่างๆสำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม	70
ข3	แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม	70
ข4	แสดงอุปกรณ์ต่างๆสำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม	71
ข5	แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม	72
ข6	แสดงอุปกรณ์ต่างๆสำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม	72
ค1	Determining Inlet Pipe Size ของ Sub-Surface Application	77
ค2	Flow Rate vs. Inlet Pressure for Sub-Surface Application	78
ค3	Determining Static Head Pressure ของ Sub-Surface Application	78
ค4	Determining Expand Foam Friction Losses and Pipe Size	79
จ1	หน้าจอที่ 1 ในการใช้งานโปรแกรม	146
จ2	หน้าจอที่ 2 ในการใช้งานโปรแกรม	147
จ3	หน้าจอที่ 3 ในการใช้งานโปรแกรม	148
จ4	หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม	149
จ5	หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม	150
จ6	หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม	151
จ7	หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม	152
จ8	หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม	153

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
จ9 หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม	154
จ10 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม	155
จ11 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม	156
จ12 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม	157
จ13 หน้าจอที่ 7 ในการใช้งานโปรแกรม	158
จ14 หน้าจอที่ 8 ในการใช้งานโปรแกรม	159
จ15 หน้าจอที่ 8 ในการใช้งานโปรแกรม	160
จ16 หน้าจอที่ 9 ในการใช้งานโปรแกรม	161
จ17 หน้าจอที่ 9 ในการใช้งานโปรแกรม	162
จ18 หน้าจอที่ 10 ในการใช้งานโปรแกรม	163
จ19 หน้าจอที่ 10 ในการใช้งานโปรแกรม	164
จ20 หน้าจอสุดท้ายก่อนออกจากการใช้งานโปรแกรม	164

โปรแกรมช่วยออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟมสำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในคลังน้ำมัน

Computer Aided Design in Foam Base-Fire Extinguish System for Tank Farm

คำนำ

ในปัจจุบันเทคนิค หรือวิธีการในการดับเพลิงที่เกิดขึ้นกับเชื้อเพลิง หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ยังคงได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การระงับหรือการดับเพลิงนั้นเกิดประสิทธิภาพ รวมถึงเกิดความสูญเสียต่อชีวิต และทรัพย์สินน้อยที่สุด

การดับเพลิงที่เกิดจากของเหลวไวไฟ และของเหลวติดไฟ (Flammable and Combustible Liquid) เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ในปัจจุบันนิยมใช้โฟม เนื่องจากโฟมมีคุณสมบัติเบากว่าของเหลวไวไฟ และของเหลวติดไฟดังกล่าว โดยโฟมจะลอยตัวอยู่บนผิวหน้าของน้ำมันเชื้อเพลิง และทำหน้าที่ในการแยกเชื้อเพลิงออกจากอากาศ แยกเชื้อเพลิงออกจากไฟ ลดอุณหภูมิของเชื้อเพลิง และ ป้องกันการระเหยของเชื้อเพลิงได้

สำหรับการใช้โฟมเพื่อดับเพลิงนั้น มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ต้องการป้องกัน โดยแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้คือ Storage Tank Protection, Aircraft Hanger Protection, Truck Loading Rack Protection, Heliport Protection, Spill Protection และ High Expansion Foam System นอกจากนี้จะให้ความสำคัญกับการออกแบบ การเลือกประเภทของโฟมที่ใช้ และติดตั้งระบบดับเพลิงด้วยโฟม ให้ถูกต้องตามมาตรฐานสากลต่างๆที่กำหนดไว้แล้วนั้น (NFPA 11, 11A, 13 และ 16) ยังจะต้องมีการจัดเก็บ และสำรองที่เหมาะสม และเพียงพอในการเตรียมการดับเพลิงให้สอดคล้องกับปริมาณเชื้อเพลิง ที่แต่ละสถานประกอบการจัดเก็บไว้ด้วย

โครงการวิทยานิพนธ์นี้ จัดทำขึ้นเพื่อสร้างโปรแกรมสำหรับออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟม ประเภท Storage Tank Protection ซึ่งเป็นระบบดับเพลิงด้วยโฟมที่ใช้มากที่สุดภายในคลังน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถคำนวณหาปริมาณโฟม ขนาดของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบโฟม อาทิเช่น Foam Chamber, Proportioner, จำนวนของหัวฉีดระบบน้ำเพื่อใช้ในการหล่อเย็นลดอุณหภูมิของถังเก็บน้ำมัน โดยใช้ระบบท่อแห้ง (Deluge System) และอัตราการไหลของน้ำที่ต้องการได้

อย่างรวดเร็ว และถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งสามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ
การออกแบบระบบอย่างรวดเร็ว ทำให้การออกแบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับ
พื้นที่ที่ต้องการป้องกันอัคคีภัยโดยใช้ระบบดับเพลิงด้วยโฟม



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

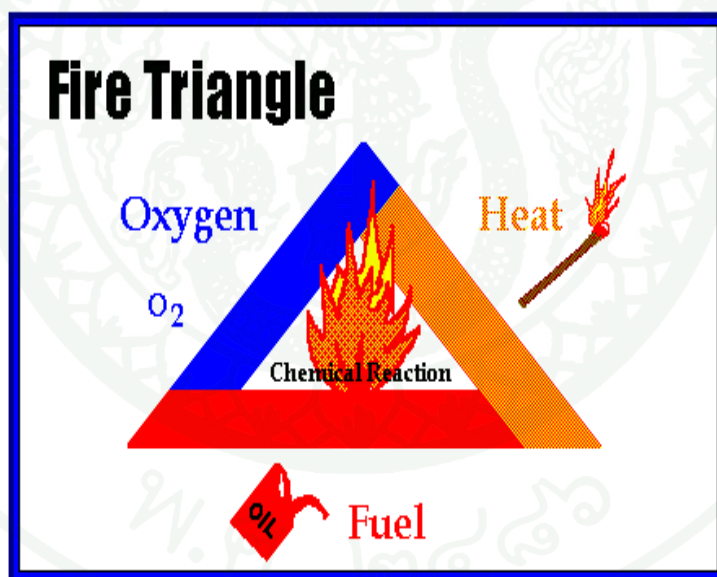
พัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยให้การออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟม สำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน สามารถเลือกประเภทของโฟม อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบดับเพลิงด้วยโฟม และอัตราการไหลของน้ำอย่างเหมาะสม สามารถปรับเปลี่ยนค่าที่ใช้ในการออกแบบได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน

ขอบเขตการวิจัย

ใช้โปรแกรม Excel ในการทำวิจัยและออกแบบพัฒนาโปรแกรมการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยโฟม สำหรับถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงในคลังน้ำมัน โดยควบคุมขนาดของถังน้ำมันให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร และประเภทของถังเก็บเชื้อเพลิงแบบต่างๆ รวมถึงขนาดของพื้นที่ Dike Protection ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร โปรแกรมสามารถทำการออกแบบหาปริมาณของโฟมที่ใช้ รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆในระบบโฟม และ จำนวนหัวฉีดน้ำสำหรับหล่อเย็นถังน้ำมัน และอัตราการไหลของน้ำที่จะใช้ในระบบดับเพลิงนี้ได้

การตรวจเอกสาร

โดยปกติการเกิดเพลิงไหม้ได้ ต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 3 อย่าง คือ 1 เชื้อเพลิง 2 ออกซิเจน (โดยปกติมีอยู่ทั่วไปในอากาศ) และ 3 ความร้อน (ทำให้เกิดการลุกติดไฟ) องค์ประกอบเหล่านี้ถูกแสดงในแผนภาพสามเหลี่ยม (Triangle) นักดับเพลิงสามารถดับเพลิงไหม้ได้ โดยใช้วิธีการนำองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งออกหนึ่งอย่าง หรือมากกว่าหนึ่งอย่าง โดยสามารถยกตัวอย่าง เช่น เพลิงไหม้เชื้อเพลิง จำพวกไฮโดรคาร์บอน สามารถดับเพลิงไหม้ประเภทนี้ ด้วยการปิดกั้นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนที่กำลังรั่วไหลอยู่ เพลิงไหม้ก็จะดับลง สำหรับเพลิงไหม้จำพวกวัสดุในบ้านสามารถดับเพลิงไหม้ประเภทนี้ ด้วยการลดความร้อนของเพลิงไหม้ด้วยน้ำ เพลิงไหม้จากไฟฟ้าสามารถดับเพลิงไหม้ประเภทนี้ โดยการกั้นออกซิเจนออกด้วยการใช้โฟมดับ ไฟกั้นออกซิเจนในอากาศไม่ให้ไปรวมกับความร้อนของเพลิงไหม้เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารเคมีบางชนิดสามารถใช้ยับยั้งกลไกทางเคมีของการเผาไหม้ทำให้เพลิงไหม้ยุติลงได้อีกด้วย



ภาพที่ 1 สามเหลี่ยมจากการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิด (Fire triangle showing the pre-requisites for a fire and/or explosion)

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ความหมายของเพลิงไหม้

เพลิงไหม้ คือการเผาไหม้หรือการสันดาป ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีของเชื้อเพลิงและตัวเติมออกซิไดซ์ในสภาพที่เป็นก๊าซ หรือเป็นปฏิกิริยาในการเติมออกซิเจนของสารหนึ่งทำให้เกิดความร้อนและการลุกไหม้ ให้แสงสว่างและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้น โดยสามารถอธิบายแบ่งเป็นองค์ประกอบของเพลิงไหม้ดังนี้

1. การเกิดการสันดาป (Combustion) หรือการเผาไหม้ โดยทั่วไปจะประกอบด้วยเชื้อเพลิงออกซิเจนและความร้อนแล้ว ยังเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ในการสันดาปด้วย กล่าวคือเชื้อเพลิงโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดที่จะเกิดอนุภาคเล็กๆ (Free Radical) หรือก๊าซที่ผิวขึ้นพอที่จะเกิดไฟได้ โดยความร้อนจะทำให้เชื้อเพลิงเกิดอนุภาคเล็กๆ ปล่อยอิเล็กตรอนเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้น

2. ออกซิเดชัน (Oxidation) คือปฏิกิริยาซึ่งธาตุอ่อน หรือธาตุในสารสูญเสียอิเล็กตรอน หรือมีเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปบริเวณโดยรอบเชื้อเพลิงจะมีออกซิเจนในอากาศอยู่โดยรอบ ซึ่งเชื้อเพลิงที่ได้รับความร้อนจนเกิดเป็นอนุภาคเล็กๆ และเติมออกซิเจนให้กับเชื้อเพลิงเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่อง

3. ปฏิกิริยาต่อเนื่องหรือปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chemical Chain Reaction) คือปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงกลุ่มอะตอมของสารหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิด ยังผลให้เกิดเป็นสารใหม่ที่มีคุณสมบัติแตกต่างออกไปอย่างสิ้นเชิง ซึ่งอาจจะรวมตัวหรือแทนที่หรือสลายตัว ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเชื้อเพลิงกับตัวออกซิไดซ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งจนมีความร้อนแรงมากขึ้นและออกซิเจนก็จะดึงมาใช้มากขึ้นจนเกิดเปลวไฟและสภาพการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

ประเภทของไฟ

1. ไฟประเภท ก (Class A) เป็นของแข็ง ลุกไหม้ถึงแกนใน เมื่อไหม้หมดแล้วจะมีเถาถ่านเหลืออยู่ เถาถ่านที่ร้อนนี้ถ้ามีออกซิเจน (O_2) เข้าไปเสริมมักจะติดไฟขึ้นไหม้ได้อีก เชื้อเพลิงของไฟประเภท ก. (Class A) เป็นเชื้อเพลิงประเภทเดียวที่มีการเผาไหม้ 2 ระดับ

ระดับที่ 1 “ระดับเปลวไฟ” (Flaming Combustion) เป็นช่วงแรกที่มีการเผาไหม้ให้เกิดเป็นไอระเหยปล่อยออกมาจากวัตถุเชื้อเพลิง เมื่อถูกความร้อนไปกระตุ้นจนเกิดเป็นไอ (ช่วง Oxidation) ปล่อยออกมาสัมผัสความร้อนลุกเป็นเปลวไฟ

ระดับที่ 2 “ระดับลุกไหม้เต็มที่” (Glowing Combustion Deep-Seat) ในระดับนี้ เปลวเพลิงจะถูกควบคุมโดยไอระเหยของวัตถุเชื้อเพลิงที่ฟุ้งกระจายเข้าไปผสมกับออกซิเจนในอากาศ ซึ่งตอนนี้ออกซิเจนจะแทรกซึมเข้าไปถึงเนื้อในของวัตถุเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการลุกไหม้เผาวัตถุเชื้อเพลิงให้คายไ้ออกมา ถ้าความร้อนลดน้อยลง (เปลวจะลดความสูงลง) หมายความว่าวัตถุเชื้อเพลิงมีอากาศเข้าไปเสริมลดลงให้เพียงพอที่จะทำให้วัตถุเชื้อเพลิงนั้นคายไ้ออกมาได้อีกต่อไป

ตัวอย่างของวัตถุเชื้อเพลิงของไฟประเภท ก (Class A) ได้แก่ ไม้หรือวัสดุที่ผลิตจากไม้ ฝ้ายหรือสารที่ผลิตจากฝ้าย ดินระเบิด กระดาษ หรือยาง และสารที่ผลิตจากยาง

2. ไฟประเภท ข (Class B) เป็นของเหลวที่มีไอระเหยสามารถติดไฟได้ (Flammable Liquids) ลุกไหม้เฉพาะผิวหน้า เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น หรือ จาระบี เมื่อลุกไหม้แล้วจะไม่มีเงาให้เห็น อันตรายจะมากขึ้นเมื่อบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดไอระเหยมากขึ้น และสามารถลุกติดไฟได้อีก ถ้าไอระเหยของเชื้อเพลิงได้รับความร้อน จนถึงอุณหภูมิติดไฟของเชื้อเพลิงนั้น (ไฟลุก)

ลักษณะการลุกไหม้ของของเหลวไวไฟ

2.1 จุดวาบไฟ (Flash Point) คืออุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้ของเหลวปล่อยไอระเหยออกมาปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดเปลวไฟ ซึ่งไอระเหยเหล่านี้จะไปรวมกับอากาศ สามารถลุกติดไฟได้เมื่อมีเปลวไฟ หรือประกายไฟ ส่วนมากจะเกิดกับเชื้อเพลิงเหลว ส่วนเชื้อเพลิงประเภทอื่นไม่ค่อยพบเห็น

2.2 จุดไวไฟ (ติดไฟ) (Fire Point) คืออุณหภูมิต่ำที่สุดที่ทำให้ไอระเหยของเชื้อเพลิงผสมกับอากาศนั้นเกิดลุกเป็นไฟต่อเนื่อง ได้ โดยอาศัยเปลวไฟเป็นตัวจุด จุดติดไฟจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดวาบไฟ

2.3 อุณหภูมิลุกไหม้ (อุณหภูมิติดไฟ) (Ignition Temperature) คืออุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้ไอระเหยของวัตถุเชื้อเพลิงผสมอากาศพร้อมที่จะติดไฟได้เลย โดยไม่ต้องอาศัยเปลวไฟ หรือประกายไฟจากภายนอกเป็นตัวจุดอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิง

2.4 ช่วงการเกิดไฟหรือระเบิด (Flammable or Explosive Range) คืออัตราส่วนที่น้อยที่สุดจนถึงอัตราส่วนที่สุดของไอระเหยของของเหลวนั้น เข้าผสมกับอากาศซึ่งสามารถลุกไหม้หรือระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนจนถึงจุดติดไฟ อัตรานี้โดยทั่วไปวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon Disulfide) มีช่วงการระเบิด 1% ถึง 50% หมายความว่า ถ้าในอากาศมีคาร์บอนไดซัลไฟด์ผสมอยู่เกิน 1% แต่น้อยกว่า 50% ณ อัตราส่วนผสมนี้ (ระหว่างอากาศกับคาร์บอนไดซัลไฟด์) สามารถจะระเบิดหรือลุกไหม้ ถ้ามีความร้อนเข้าสัมผัส

เชื้อเพลิงของไฟประเภท ข (Class B) มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (37.8 องศาเซลเซียส) โดยมีความดันไอระเหยที่จุดวาบไฟต่ำกว่า 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เบนซินที่ลุกไหม้จะให้ความร้อนสูงถึง 1,500 องศาฟาเรนไฮต์ (816 องศาเซลเซียส) การดับไฟที่เกิดจากน้ำมันต้องใช้สารดับเพลิงที่สามารถทำให้วัตถุรอบๆ ที่ไหม้เย็นตัวลงเรื่อยๆ ด้วย ไม่เช่นนั้นอุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจจะลุกไหม้ขึ้นอีกในลักษณะไฟลุ ในการใช้คาร์บอนไดออกไซด์หรือ ใช้น้ำดับไฟที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม จะทำให้ออกซิเจนในบรรยากาศลดลงจาก 20.8% เหลือ 14% ซึ่งเป็นระดับที่ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (เบนซิน) ไม่สามารถลุกไหม้ได้

สารดับเพลิงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดีที่สุด ได้แก่ โฟม (Foam) ประเภท Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) ซึ่งเป็น Foam ที่พัฒนาใหม่ล่าสุด แต่ถ้าไฟที่เกิดจากก๊าซมีเทน หรือก๊าซ LPG ซึ่งเป็นก๊าซที่มีสารอื่นเพิ่มเข้ามา ซึ่งจัดอยู่เป็นวัตถุเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจน (O_2) หรือไนโตรเจน (N_2) ตัวใดตัวหนึ่งผสมเนื้อสาร ซึ่งเป็นสารละลายในน้ำ (มีน้ำผสมอยู่) จะมีผลออกฤทธิ์สำหรับ AFFF Foam

หลักการทั่วไปหากเชื้อเพลิงมีสารละลายในน้ำผสมอยู่ 12-15% ต้องใช้โฟมประเภท ABC คลุมผิวหน้าเชื้อเพลิงเพื่อทำการดับไฟ

3. ไฟประเภท ค (Class C) คือ ไฟที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลเวียนอยู่ สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร ใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง การพันหรือต่อสายไฟไม่ถูกต้อง หรือใช้ฉนวนกันไฟไม่ได้ขนาด เป็นต้น

ตัวอย่างของไฟประเภท ค (Class C) ได้แก่ ไฟไหม้เครื่องวิทยุแผงจ่ายไฟ เครื่องใช้ไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้แยกไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้น

วิธีการดับไฟที่เกิดกับไฟประเภท ค สามารถทำการดับไฟได้โดยการกั้นออกซิเจน โดยการใช้สารดับเพลิงที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น ผงเคมีแห้ง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

4. ไฟประเภท ง หรือไฟพิเศษ (Class D) คือไฟที่เกิดขึ้นจากโลหะติดไฟ (Combustible Metal) เช่น แมกนีเซียม ไททาเนียม โซเดียม และลูมิเนียม

ในการดับไฟประเภท ง (Class D) นั้น ไม่สามารถที่จะกำหนดวิธีการเฉพาะเจาะจงได้ เหมือนกับไฟประเภทอื่น การดับไฟจะต้องใช้เทคนิคพิเศษที่สามารถเลือกใช้กับเครื่องมือ-อุปกรณ์ และวิธีการให้สอดคล้องกับประเภทของวัสดุเชื้อเพลิง การใช้สารดับเพลิงธรรมชาติที่มีไว้ใช้กับไฟ Class อื่นๆ จะเป็นอันตรายจากการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกตัวระเบิด แก๊สพิษได้ สารที่พอจะใช้ระงับไฟในเบื้องต้น ได้แก่ ผงเคมีแห้ง (Dry Chemical) ถ้าการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ ในการดับไฟอื่นๆ ไม่ได้ผลหรือเกิดอันตราย ทราบแจ้งสามารถนำมาดับไฟ Class D ได้อย่างปลอดภัย เพราะจะไม่เกิดปฏิกิริยา สามารถสกัดกั้นการระเหยคล้ายไอ และสกัดกั้นออกซิเจน (O_2) ไม่ให้เข้าไปเสริมการลุกไหม้ต่อเนื่องได้

การแบ่งประเภทของเชื้อเพลิง

สารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนและสารละลายมีขั้ว (Hydrocarbons and Polar Solvents)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารละลายมีขั้ว (ผสมน้ำได้) เป็นพื้นฐานของการแบ่งประเภทของของเหลวไวไฟ และของเหลวติดไฟ

ของเหลวประเภทสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น heptane, kerosene, diesel, gasoline, fuel oil, jet fuel และ crude oil ซึ่งไม่มีของเหลวชนิดใดเลยที่ละลายน้ำได้ ของเหลวประเภทสารละลายมีขั้ว เช่น alcohol, ketone, ether, aldehyde และ ester ซึ่งเป็นของเหลวที่สามารถละลายน้ำได้

โฟมประเภทโปรตีนโฟม ฟลูออโรโปรตีนโฟม และโฟมประเภท AFFF เหมาะสำหรับดับเพลิงของของเหลวประเภทสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ส่วนโฟมประเภท Alcohol Retistant Foam เหมาะสำหรับดับเพลิงของของเหลวประเภทสารละลายมีขั้ว หรือของเหลวที่สามารถละลายน้ำได้

ของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ (Flammable and Combustible Liquids)

ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids) ตามมาตรฐานของ NFPA11 เป็นของเหลวใดๆ ก็ตามที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) และมีความดันไอไม่เกิน 40 PSI (276 KPa) (ความดันสมบูรณ์) ที่ 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) ของเหลวไวไฟสามารถแบ่งเป็นประเภทดังนี้

1. ของเหลวไวไฟ Class I ได้แก่ ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ของเหลวไวไฟ Class IA ได้แก่ ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 73 องศาฟาเรนไฮต์ (23 องศาเซลเซียส) และ มีจุดเดือดต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส)

1.2 ของเหลวไวไฟ Class IB ได้แก่ ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 73 องศาฟาเรนไฮต์ (23 องศาเซลเซียส) และ มีจุดเดือดสูงกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส)

1.3 ของเหลวไวไฟ Class IC ได้แก่ ของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 73 องศาฟาเรนไฮต์ (23 องศาเซลเซียส) และต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส)

2. ของเหลวติดไฟ (Combustible Liquids) ตามมาตรฐาน NFPA11 เป็นของเหลวใดๆก็ตาม ที่มีจุดวาบไฟสูงกว่าหรือเท่ากับ 100 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทย่อยๆดังต่อไปนี้

2.1 ของเหลวติดไฟ Class II ได้แก่ ของเหลวติดไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) และ ต่ำกว่า 140 องศาฟาเรนไฮต์ (60 องศาเซลเซียส)

2.2 ของเหลวติดไฟ Class IIIA ได้แก่ ของเหลวติดไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 140 องศาฟาเรนไฮต์ (60 องศาเซลเซียส) และ ต่ำกว่า 200 องศาฟาเรนไฮต์ (93 องศาเซลเซียส)

2.3 ของเหลวติดไฟ Class IIIB ได้แก่ ของเหลวติดไฟที่มีจุดวาบไฟเท่ากับหรือสูงกว่า 200 องศาฟาเรนไฮต์ (93 องศาเซลเซียส)

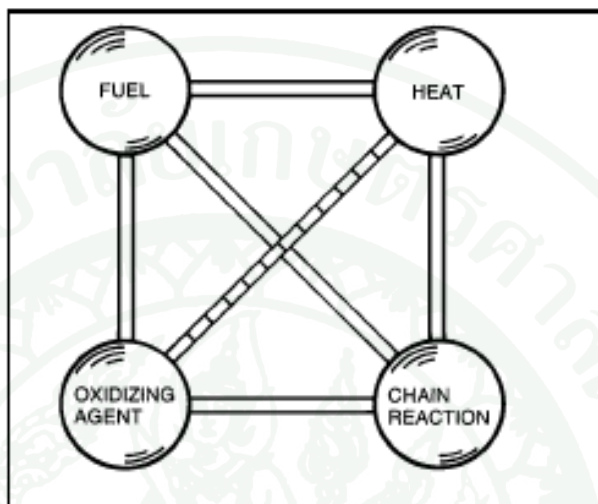
โหมดับเพลิงและการเผาไหม้

ในการที่จะเข้าใจถึงกระบวนการดับเพลิงของโหมดับเพลิงนั้น จำเป็นที่จะต้องเข้าใจกระบวนการติดไฟให้ถ่องแท้เสียก่อน กระบวนการเผาไหม้ คือกระบวนการที่เชื้อเพลิงได้รับปฏิกิริยาทางเคมีอย่างรวดเร็วด้วยการรวมตัวกับออกซิเจน โดยทั่วไปคือ อากาศ (ปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถเขียนในรูปสมการคือ

เชื้อเพลิง + สารที่เปลี่ยนธาตุให้เป็น = ผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้
 สารประกอบออกซิเจนกับธาตุอื่นๆ + พลังงานหรือไฟ
 (Oxidizer)

เชื้อเพลิงที่สามารถถูกเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบออกซิเจน (Oxidized) กับธาตุอื่นได้สามารถอยู่ในสถานะของของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สก็ได้ และโดยทั่วไปจะเป็นสารอินทรีย์ในธรรมชาติ เช่น สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน หรือออกซิเจน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงสารประกอบอินทรีย์ (สมมุติว่าเป็นการเผาไหม้แบบสมบูรณ์) จะได้คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ พลังงานที่ถูกปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปของความร้อนหรือแสงสว่าง หรือเป็นส่วนผสมกันของความร้อนและแสงสว่าง นั่นคือไฟนั่นเอง

ปฏิกิริยาทางเคมี โดยปกติไม่ใช่ปฏิกิริยาเพียงขั้นตอนเดียว แต่จะเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ซึ่งสามารถเขียนเป็นรูปสี่เหลี่ยมขององค์ประกอบสำหรับการเผาไหม้ ดังนี้



ภาพที่ 2 Fire Tetrahedron

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994: 1-1)

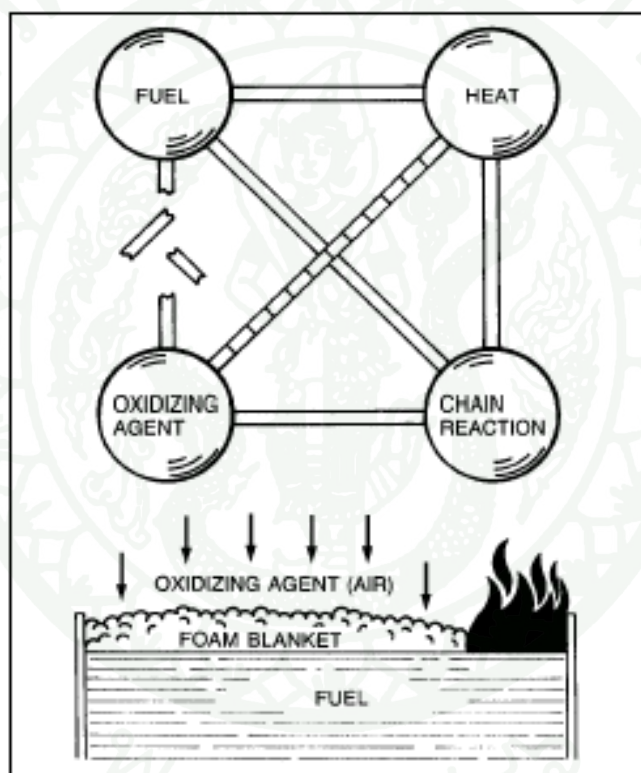
จากรูปนั้น มีหลายวิธีสำหรับการดับไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ดังกล่าวคือ

1. ระบายความร้อนออกมาด้วยอัตราเร็วที่เร็วกว่าความร้อนที่ถูกปลดปล่อยออกมา
2. แยกเชื้อเพลิงออกจากสารที่เปลี่ยนธาตุให้เป็นสารประกอบออกซิเจน ซึ่งโดยทั่วไปคืออากาศ

3. ลดความเข้มข้นของเชื้อเพลิง หรือสารที่เปลี่ยนธาตุให้เป็นสารประกอบออกซิเจนให้มีความเข้มข้นต่ำกว่าจุดที่ทำให้เกิดการเผาไหม้

4. ขุดปฏิกิริยาเคมีลูกโซ่ที่เกิดอย่างต่อเนื่อง

โฟมที่ใช้ดับเพลิงมีลักษณะทางกายภาพเป็นฟอง โดยการผสมกันของสารละลายที่มีความเข้มข้นจากสูตรพิเศษผสมกับอากาศ แต่บางกรณีใช้สารละลายผสมกับแก๊สเฉื่อย ซึ่งโฟมดังกล่าวนี้มีคุณสมบัติเบากว่าเชื้อเพลิงซึ่งอาจเป็นทั้งของเหลวติดไฟและของเหลวไวไฟ จึงทำให้โฟมลอยอยู่เหนือผิวหน้าของเชื้อเพลิงโดยมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ปกคลุมเชื้อเพลิงนั้นๆ ซึ่งลักษณะดังกล่าว โฟมจะช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงสัมผัสกับอากาศ ซึ่งอากาศนี้เป็นสารที่เปลี่ยนธาตุให้เป็นสารประกอบออกซิเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญให้เกิดการเผาไหม้ อีกทั้งโฟมซึ่งเป็นส่วนผสมของสารละลายยังช่วยเป็นสารหล่อเย็นผิวหน้าของเชื้อเพลิงอีกด้วย



ภาพที่ 3 โฟมดับเพลิงช่วยตัดองค์ประกอบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ชนิดของโฟมดับเพลิง

1. Chemical Foam ได้แก่ ฟองโฟมที่ได้จากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างอลูมิเนียมซัลเฟต ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) กับโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ซึ่งปัจจุบันโฟมประเภทนี้ได้ถูกยกเลิกแล้ว

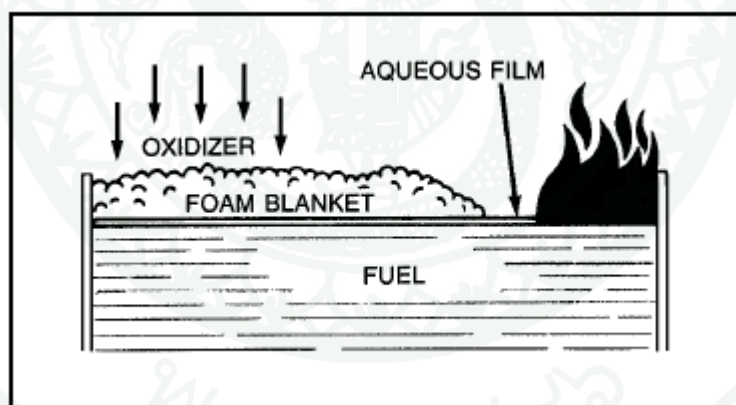
2. Mechanical Foam ได้แก่ ฟองโฟมที่ทำให้เกิดฟองโฟมโดยอาศัยอุปกรณ์ทางกล (Mechanical) คือการใช้อากาศเข้าไปผสมกับน้ำและน้ำยาโฟมให้รวมกันเกิดเป็นฟองโฟมซึ่งสามารถใช้งานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยโฟมประเภทนี้สามารถแบ่งได้หลายชนิด ดังนี้

2.1 Protein Foam คือโฟมที่ได้มาจากแหล่งโปรตีนทางธรรมชาติหรือสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ อาทิเช่น ชากสัตว์ เขา หนัง กีบเท้า เป็นต้น โฟมชนิดนี้มีการคงตัวทางความร้อนที่ดี อีกทั้งยังป้องกันการเผาไหม้ย้อนกลับ (Burnback) ได้ดี แต่ไม่สามารถเคลื่อนตัวหรือไหลบนผิวหน้าของเชื้อเพลิงได้เหมือนโฟมชนิดอื่นที่มีการขยายตัวต่ำ (Low Expansion Foams) อีกทั้งเนื่องจากโฟมชนิดนี้เป็นโฟมที่ได้จากสารประกอบทางธรรมชาติ จึงทำให้โฟมชนิดนี้เน่าเสียได้เร็วกว่าโฟมชนิดอื่นๆ หรือสามารถเก็บได้ในเวลาที่น้อยกว่าโฟมชนิดอื่น โฟมประเภทนี้ส่วนใหญ่ใช้ในรถบรรทุกน้ำมัน และใช้สำหรับไฟประเภท ข (Class B)

2.2 Fluoroprotein Foam คือโฟมที่ได้มาจากโปรตีนโฟม (Protein Foam) ผสมกับสารฟลูออโรเคมีคอล (Fluorochemical) เล็กน้อย โดยสารฟลูออโรเคมีคอลได้พัฒนาจาก Aqueous Film Forming Foam (AFFF) ที่จะกล่าวถึงต่อไป แต่ใช้ในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า Fluoroprotein Foam ใช้สำหรับไฟประเภท ข (Class B) ส่วนใหญ่ใช้ในคลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงและเหมาะสมสำหรับวิธีการฉีดโฟมเข้าไปใต้ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงให้โฟมลอยผ่านน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นไปบนผิวหน้าน้ำมันเชื้อเพลิง หรือเรียกว่า การฉีดแบบ Sub-surface Method

2.3 Film Forming Fluoroprotein Foam (FFFP) เป็น Fluoroprotein Foam อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติดีกว่า คือสามารถเคลื่อนตัวได้เร็วกว่า ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ AFFF Foam Agent อีกทั้งในเชื้อเพลิงบางชนิด โฟมชนิดนี้สามารถสร้างตัวเองเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ เหมือนโฟมชนิด AFFF ซึ่งเป็นการลดหรือต้านทานการเผาไหม้ย้อนกลับ หรือการกลับมาจุดติดไฟอีกครั้งของเชื้อเพลิง (Burnback Resistance) อีกด้วย โฟมชนิด FFFP นี้เป็นโฟมที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างโฟมชนิด Fluoroprotein Foam และโฟมชนิด AFFF นั่นเอง โฟมประเภทนี้เหมาะสำหรับดับเพลิงของไฟประเภท ข (Class B)

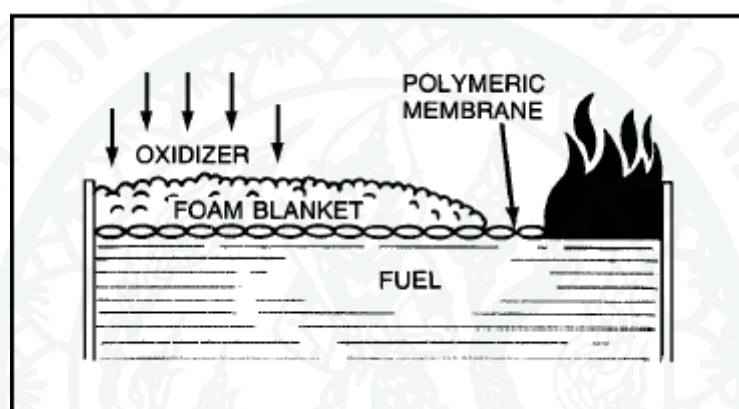
2.4 Aqueous Film Forming Foam (AFFF) เป็นโฟมที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาโดยมีองค์ประกอบระหว่างสารฟลูออโรเคมีคอล (Fluorochemical) และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) รวมกันโดยใช้สารละลายและน้ำที่จุดเดือดสูงๆ โดยโฟมชนิดนี้สามารถสร้างตัวเองเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ แปกคลุมไปทั่วเชื้อเพลิง ถึงแม้ว่าแผ่นฟิล์มนี้จะมีความหนาแน่นมากกว่าเชื้อเพลิงก็ตาม โฟมชนิดนี้เหมาะกับเชื้อเพลิงที่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น น้ำมันประเภทแก๊สโซลีน (Gasoline) และไฟประเภท ข (Class B) เป็นต้น



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการสร้างตัวเองเป็นแผ่นฟิล์มบางๆของ Aqueous Film แปกคลุมเชื้อเพลิงของโฟมประเภท AFFF

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

2.5 Alcohol Resistant Concentrate (ARC) เป็นโฟมที่ผลิตขึ้นสำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) และอะซิโตน (Acetone) โดยโฟมประเภท ARC ที่เรารู้จักมากที่สุดจะเป็นโฟมที่มีพื้นฐานมาจากโฟมประเภท AFFF ที่ถูกเพิ่มสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) เข้าไป เมื่อโฟมชนิดนี้ถูกฉีดเข้าไปที่เชื้อเพลิงที่ละลายน้ำได้ เช่น เชื้อเพลิงประเภทเมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) พอลิเมอร์ริคเมมเบรน (Polymeric Membrane) จะสร้างตัวเองขึ้นมาเป็นชั้นบางๆ ระหว่างโฟมกับผิวเชื้อเพลิงเพื่อกันไม่ให้เชื้อเพลิงสัมผัสกับอากาศได้



ภาพที่ 5 ภาพแสดงการสร้างตัวเองเป็นชั้นบางๆ ของ Polymeric Membrane แผ่นปกคลุมเชื้อเพลิงของโฟมประเภท ARC

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

2.6 Synthetic Detergent เป็นโฟมที่เป็นส่วนผสมระหว่างสาร Non-Fluorochemical และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) โดยสารละลายและน้ำ โฟมชนิดนี้จะไม่สร้างแผ่นฟิล์มบางๆ (Aqueous Film) หรือพอลิเมอร์ริคเมมเบรน (Polymeric Membrane) แต่จะสร้างฟองโฟมที่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนบนผิวหน้าของเชื้อเพลิง โฟมประเภทนี้เหมาะสำหรับการฉีดดับเพลิงแบบ Total Flooding เชื้อเพลิงประเภท Cryogenic Type เช่น แก๊ส LNG (Liquefied Natural Gas) และการฉีดดับเพลิงแบบ 3-Dimensional Application เช่น โกดังเก็บของ (Warehouse) หรือ Cargo Ship

2.7 Class A Foam เป็นโฟมสูตรพิเศษที่ถูกผสมระหว่าง Hydrocarbon Surfactant สารทำให้เสถียร สารยับยั้ง และสารละลาย ซึ่งโฟมประเภทนี้จะลดแรงตึงผิวของน้ำและสร้าง Foam Blanket ยับยั้งไอที่ไวไฟ ขณะเดียวกันโฟมประเภทนี้จะหล่อเย็นเชื้อเพลิงด้วย โฟมประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้ดับไฟป่า ไฟที่เกิดจากยาง กระดาษ และโครงสร้างที่เป็นไม้ หรือที่เก็บถ่านหิน เป็นต้น

คุณภาพของโฟมและการทดสอบ

การทดสอบคุณภาพของโฟมดับเพลิงนั้นขึ้นอยู่กับโรงงานผู้ผลิตโฟมแต่ละแห่งนั้นมีความแตกต่างกัน โดยมาตรฐานการตรวจสอบ หรือทดสอบความเข้มข้นของโฟมนั้น รวมถึงค่าความเป็นกรดหรือด่าง (ค่า pH) ค่าความหนาแน่น หรือความหนืดของโฟม

คุณภาพของโฟมนั้นวัดจากคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราการขยายตัว (Expansion Ratio) ของโฟมและระยะเวลาที่โฟม 25 เปอร์เซ็นต์ สลายตัวเป็นน้ำ (Quarter Drain Time หรือ 25% Drain Time)

การวัดคุณภาพของโฟมจากอัตราการขยายตัวของโฟม (Expansion Ratio)

อัตราการขยายตัวของโฟมเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์โฟมขั้นสุดท้าย (โฟมที่ใช้ในการดับเพลิง) และสารละลายโฟมก่อนที่ผสมกับอากาศเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{อัตราการขยายตัวของโฟม} = \frac{\text{ปริมาตรของภาชนะบรรจุ}}{\text{มวลที่บรรจุโฟมเต็มภาชนะ} - \text{มวลของภาชนะที่ว่างเปล่า}}$$

ตัวอย่างเช่น ถังขนาด 1,000 มิลลิลิตรสำหรับบรรจุโฟม น้ำหนักของถังเมื่อเติมโฟมจนเต็มถึงเท่ากับ 450 กรัม น้ำหนักของถังเปล่าเท่ากับ 250 กรัม อัตราการขยายตัวของโฟมสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการขยายตัวของโฟม} &= \frac{1,000 \text{ มิลลิลิตร}}{450 \text{ กรัม} - 250 \text{ กรัม}} \\ &= 5.0 \end{aligned}$$

NFPA ได้แบ่งประเภทความเข้มข้นของโฟม โดยวัดจากอัตราการขยายตัวของโฟมได้ดังนี้

Low Expansion	:	อัตราการขยายตัวไม่มากกว่า 20 ต่อ 1
Medium Expansion	:	อัตราการขยายตัวจาก 20 ต่อ 1 ถึง 200 ต่อ 1
High Expansion	:	อัตราการขยายตัวมากกว่า 200 ต่อ 1

โดยปกติค่าอัตราการขยายตัวของโฟมจะระบุเป็นตัวเลขได้ดังนี้

Low Expansion	:	8 ต่อ 1
Medium Expansion	:	100 ต่อ 1
High Expansion	:	500 ต่อ 1

การวัดคุณภาพของโฟมจาก Quarter Drain Time

Quarter Drain Time คือการทดสอบการวัดเวลาที่ต้องการใช้สำหรับการแปรสภาพเป็นของเหลวที่น้ำหนัก 25% ของโฟมตัวอย่าง

ตัวอย่างเช่น จากตัวอย่างก่อนหน้านี้ Quarter Drain Time ได้มาจากเวลาเมื่อเราเติมโฟมตัวอย่างลงในภาชนะ จนกระทั่งถึง 25% ของน้ำหนักของเหลว โดยคำนวณได้ดังนี้

$$25\% (450 \text{ กรัม} - 250 \text{ กรัม}) = 50 \text{ กรัม} = 50 \text{ มิลลิลิตร}$$

โดย 1 มิลลิลิตรของสารละลายโฟมเท่ากับ 1 กรัมโดยน้ำหนัก

การวัดคุณภาพของโฟมจาก Burnback Resistance

Burnback Resistance คือความสามารถในการต่อต้านรังสีความร้อนจากเพลิงไหม้ของแผ่นชั้นของโฟม (Foam Blanket) และช่วยป้องกันการกลับมาติดไฟอีกครั้งของเชื้อเพลิง ซึ่งการทดสอบนี้ขึ้นกับชนิดของเชื้อเพลิง

การผสมเข้ากันได้ของโฟม

มีคำถามมากมายว่าโฟมต่างชนิดกันหรือต่างโรงงานกันสามารถนำมาผสมเข้ากันได้หรือไม่ การผสมโฟมซึ่งมาจากต่างโรงงานกัน นำมาผสมกันในแหล่งเก็บโฟม หลังจากผสมกันแล้ว คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของโฟมที่ผสมกันแล้ว ความเข้มข้นจะไม่เท่ากับ ความเข้มข้นของโฟมแต่ละตัวที่นำมาผสมกัน ตาม NFPA 412 ห้ามไม่ให้นำโฟมมาผสมกัน โดยระบุไว้ว่า การผสมกันของโปรตีนโฟม ฟลูออโรโปรตีนโฟม หรือโฟม AFFF กันนั้นไม่ว่าจะผสมโฟมที่ต่างชนิดกัน หรือชนิดเดียวกัน แต่ผลิตต่างโรงงานกันจะลดประสิทธิภาพการดับเพลิงของโฟมประเภทนั้นๆ ลง ยกเว้นจะผสมกันโดยอาศัยการเก็บที่มีระยะเวลานานจะไม่ลดประสิทธิภาพในการดับเพลิงลง หรือไม่มีผลต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบโฟมที่ใช้โฟมผสมนั้นๆ แต่ NFPA11 ซึ่งเป็นมาตรฐานของ Low Expansion Foam ระบุไว้ว่า โฟมที่ต่างชนิดกันหรือผลิตต่างโรงงานกันห้ามนำมาผสมกัน

การเก็บโฟมและอายุการเก็บโฟมภายในภาชนะปิด

โดยปกติแล้วโฟมประเภท AFFF โฟมชนิด Alcohol Resistance จะมีอายุการเก็บภายในภาชนะที่เก็บโฟมนั้นๆ โดยยังไม่ถูกเปิดอยู่ประมาณ 20-25 ปี ส่วนโฟมที่เป็นประเภทที่มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบของโฟมนั้นๆ จะมีอายุโดยประมาณ 7-10 ปี

การพิจารณาถึงอุณหภูมิ

อุณหภูมิใช้งานของโฟมดับเพลิงต่ำสุดและสูงสุด ถ้าโฟมถูกแช่แข็งมันต้องละลายโฟมเสียก่อน โดยในกรณีของโฟมชนิด Alcohol Resistance นั้น อุณหภูมิต่ำที่สุดที่สามารถใช้งานนั้นไม่ใช่อุณหภูมิจุดเยือกแข็งของโฟม แต่อุณหภูมิต่ำสุดคือ -20 องศาฟาเรนไฮด์ หรือ -29 องศาเซลเซียส

Atmospheric Storage Tank

Atmospheric Storage Tank โดยทั่วไปใช้กับอุปกรณ์ในระบบโฟมดับเพลิงทั้งที่เป็นแบบติดตั้งตายตัวและแบบขกเคลื่อนที่ได้ ซึ่ง Atmospheric Storage Tank ควรจะทำจากโลหะ

ไฟเบอร์กลาส พลาสติกโพลิเอทิลีน (Polyethylene Plastic) หรือ พอลิโอเลฟิน (Polyolefin) ถึงประเภทนี้ควรเป็นถึงปิดกั้นส่วนที่เป็นตัวระบายอากาศในส่วนบนของถัง

ตารางที่ 1 ประเภทของโฟมชนิดต่างๆ

โฟมประเภท - Aqueous Film – Forming Foam				
	1% Freeze Protected	3%	6%	3% Freeze Protected
Approvals/Listings	UL Listed	UL / FM	UL Listed	UL Listed
อุปกรณ์ระบบโฟมที่สามารถใช้ได้	(1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7)	(1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7)	(1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7)	(1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7)
คุณสมบัติของโฟม	สามารถสร้างโฟมที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้กับระบบโฟมต่างๆ ได้มากมาย รวมถึงใช้กับหัวฉีดหรือหัวกระจายโฟมแบบไม่ต้องผสมกับอากาศ (non-aspirated) ได้ คับไฟแบบ Knockdown อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการติดไฟอีกครั้ง (burnback) ได้ดี			
ชนิดของการใช้งาน	สนามบิน โรงงานปิโตรเคมีคอล โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานที่ผลิตสารไวไฟต่างๆ			
เชื้อเพลิง Class A	สามารถใช้ได้			
เชื้อเพลิง Class B ***	(สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น Gasoline)			
การดับเชื้อเพลิงที่กระจายตัวแพร่บนพื้นฐาน (Spill)	มีการกระจายหรือแพร่ตัวของโฟมได้ดีมาก ทั้งจากหัวฉีดระบบโฟมที่เป็นแบบ air-aspirated หรือ non-aspirated			
Tank (Topside)	สามารถใช้ได้			
Tank (Subsurface)	สามารถใช้ได้			
ระบบ Sprinkler	สามารถใช้ได้ ทั้งจากอุปกรณ์ระบบโฟมที่เป็นแบบ air-aspirated หรือ non-aspirated			

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โฟมประเภท Alcohol – Resistant Concentrates					
	AMSULITE 3X3 LOW VISCOSITY 3% PROPORTIONER	AMSULITE 3X6 3% OR 6% PROPORTIONER	AMSULITE-ARC 3% OR 6% PROPORTIONER	HIGH EXPANSION CONCENTRATE JET-X	CLASS A CONCENTRATE SILV-EX
Approvals/Lists	UL / FM USCG Approved	UL Listed	UL / FM	UL / FM	U.S. Forest Service NFPA 298
อุปกรณ์ระบบ โฟมที่สามารถ ใช้ได้ **	(1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6, 7)	(1, 2, 3A, 4, 5, 6, 7)	(1, 2, 3A, 4, 5, 6, 7)	(2, 4, 8)	(1, 2, 3A, 3B, 4, 7, 8)
คุณสมบัติ ของโฟม	มีลักษณะพิเศษ สามารถใช้ได้ทั้ง 3 % สำหรับสาร ไฮโดรคาร์บอน และเชื้อเพลิงนี้เป็น สารละลายมีขั้ว (Polar Solvent)	ออกแบบสำหรับ 3% ของเชื้อเพลิง ไฮโดรคาร์บอน และ 6% ของ เชื้อเพลิงที่เป็น สารละลายมีขั้ว	ออกแบบสำหรับ 3% ของเชื้อเพลิง ไฮโดรคาร์บอน และ 6% ของ เชื้อเพลิงที่เป็น สารละลายมีขั้ว	มีประสิทธิภาพ สำหรับไฟที่มี การกระจายตัว ใช้ได้ทั้งกับ อุปกรณ์ที่เป็น high expansion foam และ medium expansion foam	ออกแบบ สำหรับไฟ Class A เช่น ไม้ กระดาษ ถ่าน หิน ยาง และ พลาสติก
ชนิดของ การใช้งาน	ทุกพื้นที่ที่เป็นเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนและเชื้อเพลิงที่เป็นสารละลายมีขั้ว			โกดัง พื้นที่ที่ การแพร่กระจาย ของแก๊ส LNG โกดังเรือสินค้า เหมืองแร่ พื้นที่ อับอากาศ	ไฟฟ้า ไฟไหม้ ยางรถยนต์
เชื้อเพลิง Class A	สามารถใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้			สามารถใช้ได้ดี	ใช้ได้ดีที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โฟมประเภท Alcohol – Resistant Concentrates (ต่อ)				
เชื้อเพลิง Class B ***	(สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น Gasoline)			
การดับเชื้อเพลิงที่กระจายตัวแพร่บนพื้นราบ (Spill)	ใช้ได้ทั้งอุปกรณ์ระบบโฟมที่เป็นแบบ air-aspirated หรือ non-aspirated		มีข้อจำกัดในการใช้สำหรับหัวฉีดแบบ medium expansion	
Tank (Topside)	สามารถใช้ได้		ไม่แนะนำให้ใช้	ไม่สามารถใช้กับเชื้อเพลิง Class B
Tank (Subsurface)	สามารถใช้ได้		ไม่แนะนำให้ใช้	ถ้าจะใช้กับระบบ
ระบบ Sprinkler	สามารถใช้ได้ดี	สามารถใช้ได้	สามารถใช้ได้	ไม่แนะนำให้ใช้
				ระบบ Sprinkler ให้ติดต่อกับทางโรงงาน
โฟมประเภท Protein Concentrates และ Fluoroprotein Concentrates				
Protein Concentrates 3% Regular Protein		Fluoroprotein Concentrates 3% Fluoroprotein		
Approvals / Lists	UL Listed DIN BWB - MIL		UL Listed DIN Mexico	
อุปกรณ์ของระบบโฟม ที่สามารถใช้ได้ **	(1, 2, 3B, 4, 5, 7)		(1, 2, 3B, 4, 5, 6, 7)	
คุณสมบัติของโฟม	สร้างฟองโฟมที่มีความเสถียรสูง มีคุณสมบัติการขยายตัวดี ป้องกันการลุกติดไฟอีกครั้งได้ดี สามารถใช้กับอุปกรณ์ระบบโฟมได้ทุกชนิด		มีความสามารถและควบคุมเชื้อเพลิงได้ดีกว่าโปรตีนโฟม ป้องกันการลุกติดไฟอีกครั้งได้ดี	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โฟมประเภท Protein Concentrates และ Fluororotein Concentrates (ต่อ)		
ชนิดของการใช้งาน	ใช้กับเชื้อเพลิงของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น โรงงาน ปิโตรเคมีคอล หรือโรงกลั่นน้ำมัน	ใช้กับเชื้อเพลิงของสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน เช่น โรงงาน ปิโตรเคมีคอล หรือโรงกลั่นน้ำมัน
เชื้อเพลิง Class A	สามารถใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้	สามารถใช้ได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้
เชื้อเพลิง Class B ***	(สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น Gasoline)	
การดับเชื้อเพลิงที่ กระจายตัวแพร่บน พื้นราบ (Spill)	ใช้ได้เฉพาะกับหัวฉีดที่เป็นแบบ air-aspirated เท่านั้น	ใช้ได้เฉพาะกับหัวฉีดที่เป็นแบบ air-aspirated เท่านั้น
Tank (Topside) Tank (Subsurface)	สามารถใช้ได้ ไม่แนะนำให้ใช้	สามารถใช้ได้ สามารถใช้ได้
ระบบ Sprinkler	สามารถใช้ได้กับ foam water sprinkler เท่านั้น	

หมายเหตุ ** ความหมายอุปกรณ์ของระบบโฟม *** เฉพาะโฟมประเภท Alcohol-Resistant

1. หมายถึง Handline Nozzle แนะนำให้ใช้สำหรับเชื้อเพลิงของสาร
2. หมายถึง Eductor ละลายมีขี้ เช่น Alcohol, Ketones,
- 3A. หมายถึง Standard Sprinkler Head Ethers, Aldehydes,
- 3B. หมายถึง Foam Water Sprinkler Head Carboxylic Acids เป็นต้น
4. หมายถึง Balanced Pressure Proportioner
5. หมายถึง Foam Chamber
6. หมายถึง High back-pressure forcing foam makers
7. หมายถึง Monitors
8. หมายถึง Medium and High Expansion Foam Generator

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

การออกแบบระบบโฟมดับเพลิงตามมาตรฐาน NFPA11 ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดเก็บของเหลวไวไฟและของเหลวต่อไปตามมาตรฐาน NFPA30 โดยอาศัยประเภทของถังเก็บและลักษณะการฉีดโฟม สามารถแยกประเภทของถังเก็บของเหลวไวไฟและลักษณะการฉีดโฟมเข้าถังเก็บได้ดังนี้

1. ถังชนิด Outdoor Fix Roof (Cone) Tank มีวิธีฉีดโฟมเข้าถัง 4 แบบ คือ

1.1 Foam Monitor and Handlines

1.2 Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

1.3 Sub-surface Application

1.4 Semisubsurface Injection Methods

2. ถังชนิด Out Open Top Floating Roof Tank มีวิธีฉีดโฟมเข้าถัง 3 แบบ คือ

2.1 Fixed Discharge Outlets

2.2 Foam Handlines

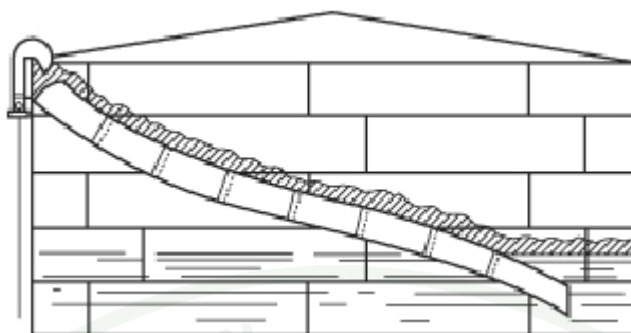
2.3 Foam Monitors

3. ถังชนิด Outdoor Covered (Internal) Floating Roof Tank มีวิธีฉีดโฟมเข้าถัง 2 แบบ คือ

3.1 Design for Full Surface Fire มีวิธีการฉีดเหมือน 1.2

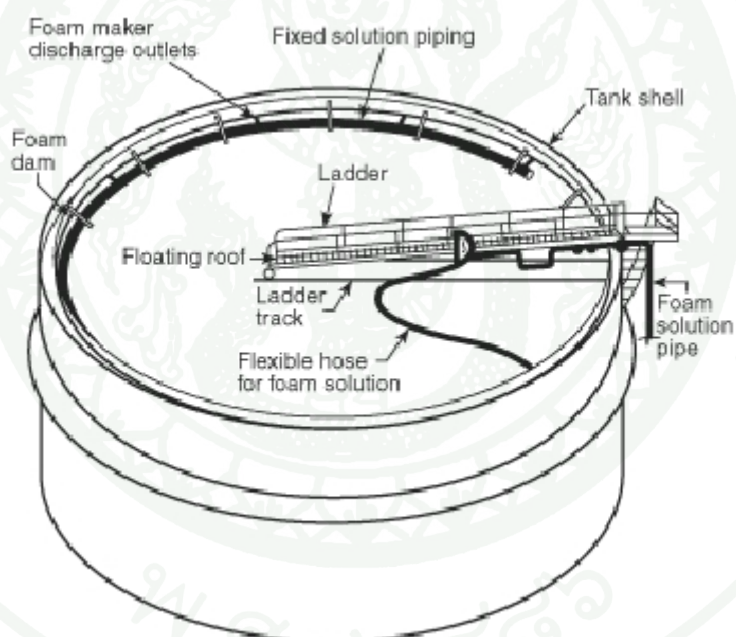
3.2 Design for Seal Area Fire มีวิธีการฉีดเหมือน 2.1

นอกจากนี้ มาตรฐาน NFPA30 กำหนดให้การจัดเก็บในถังแบบนี้ต้องมีเขื่อนกั้น (Dike) เพื่อป้องกันการไหลของสารไวไฟกระจายไปสู่พื้นที่อื่นๆ ทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นตามมาตรฐาน NFPA11 ได้กำหนดให้มีการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงในบริเวณดังกล่าวด้วย เพื่อป้องกันในกรณีที่มีการรั่ว หรือสารไวไฟล้นออกมาจากถังและมีการพิจารณาการออกแบบระบบดับเพลิงของลักษณะพื้นที่การเก็บที่ไม่มีเขื่อนกั้น (Dike) ที่ได้รับการยกเว้นเอาไว้ในมาตรฐาน NFPA30 ซึ่งเกิดเป็น Spill Fire ขึ้นมา และการพิจารณาติดตั้งระบบโฟมดับเพลิงที่เสริมจากระบบหลักด้วย (Supplement System)



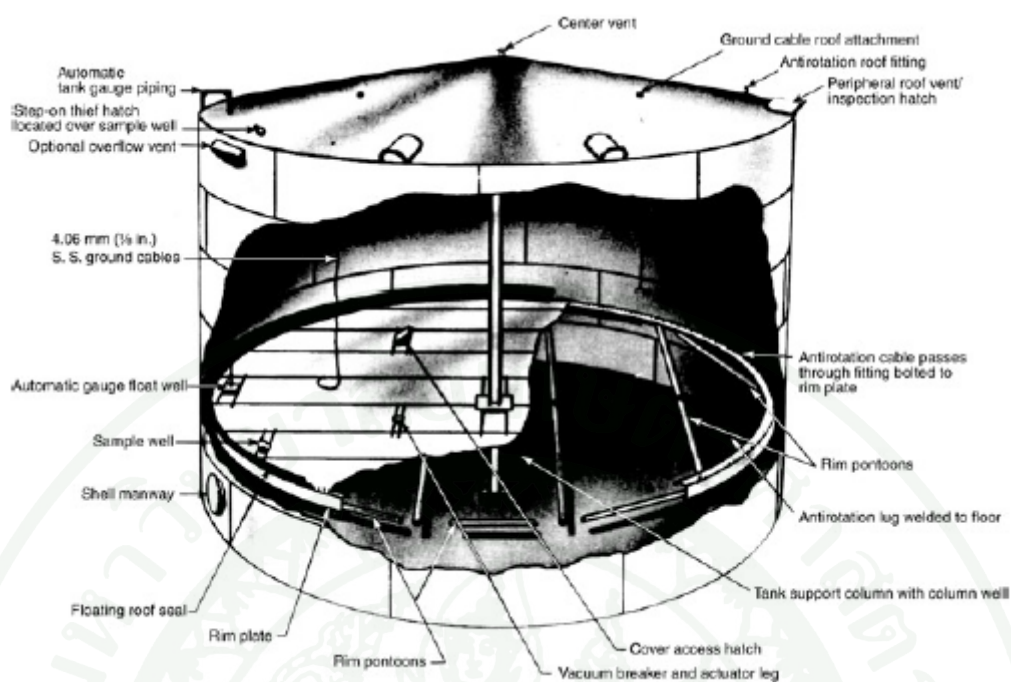
ภาพที่ 6 ถึงประเภท Outdoor Fixed-Roof (Cones) Tanks

ที่มา: NFPA11 (Standard of Low-Expansion Foam) (1999)



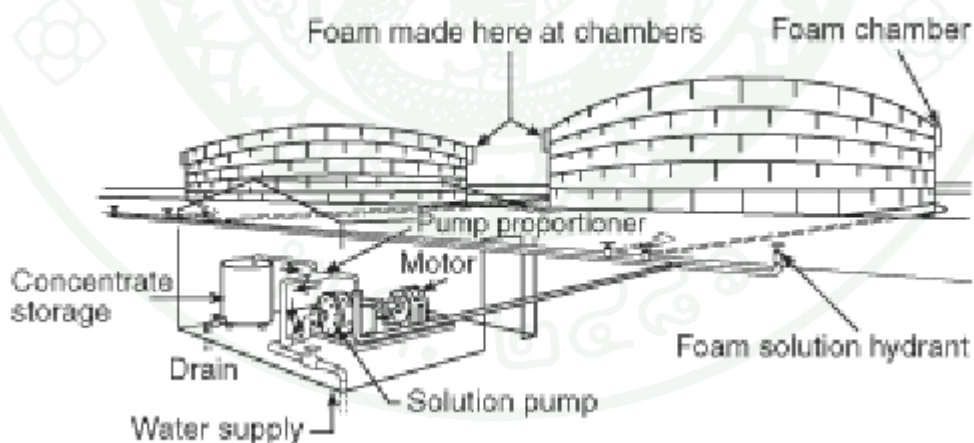
ภาพที่ 7 ถึงประเภท Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks

ที่มา: NFPA11 (Standard of Low-Expansion Foam) (1999)



ภาพที่ 8 ถังประเภท Outdoor Covered (Internal) Floating Roof Tanks

ที่มา: NFPA11 (Standard of Low-Expansion Foam) (1999)



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการจัดวางอุปกรณ์ในระบบโฟมดับเพลิง

ที่มา: NFPA11 (Standard of Low-Expansion Foam) (1999)

หลักการสำคัญของการใช้น้ำเพื่อดับไฟ คือ การที่น้ำจะเข้าไปตัดความร้อนจากการเผาไหม้ (การใช้งานในบางลักษณะสามารถตัดออกซิเจนออกได้ด้วย เช่น การชুবด้วยน้ำ) ทำให้ไฟดับ และเนื่องจากน้ำมีราคาถูก สามารถจัดหาใช้งานได้ง่าย จึงนิยมนำมาใช้ดับไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงทั่วไปได้ แต่การที่เราจะใช้น้ำมาดับไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟจะไม่สามารถทำได้ เพราะสารเหล่านี้มักจะไม่วัสดุกับน้ำและมักเบากว่าน้ำ เมื่อเราฉีดน้ำเข้าไปทำการดับ น้ำจะจมลงไปที่ด้านล่างของเชื้อเพลิงทำให้ไม่เข้าไปต่อต้านการดำเนินต่อไปของไฟ ไฟจึงไม่ดับ นอกจากนี้ หากน้ำและเชื้อเพลิงเหล่านั้นล้นออกมานอกถังเก็บ ก็อาจจะ มีไฟไหลลอบไปกับน้ำ ทำให้บริเวณข้างเคียงอื่นๆ เสียหายเพิ่มขึ้นได้ จึงได้มีการพัฒนา โฟมดับเพลิงขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับดับไฟของเชื้อเพลิงกลุ่มนี้โดยเฉพาะ

หลักการสำคัญของการใช้โฟมเพื่อใช้หรับดับเพลิงในถังเก็บของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ และบริเวณที่ตั้งของถัง คือการที่โฟมมีคุณสมบัติในการลอยตัวได้บนผิวของของเหลวไวไฟ เมื่อนิยามข้อกำหนดในมาตรฐาน NFPA11 จะสามารถไปปกคลุมตลอดผิวของของเหลวก่อนที่จะถูกทำลายด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถตัดออกซิเจนออกจากกระบวนการเผาไหม้ และทำให้ไฟดับลงได้

นอกจากการพิจารณาในขั้นตอนการออกแบบ ถึงลักษณะประเภทของถังเก็บและวิธีการฉีดโฟมแล้ว การพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารเชื้อเพลิงก็มีความสำคัญต่อการเลือกชนิดและความเข้มข้นของโฟมดับเพลิงที่มีการผลิตออกมาจำหน่าย ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบระบบทั้งประมาณของโฟมที่ใช้และการเลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้อง

ในการดับเพลิงจะต้องผสมโฟมเข้ากับน้ำก่อนด้วยอุปกรณ์ ที่เรียกว่า Proportioner ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของโฟมดับเพลิงที่นำมาใช้งาน จึงทำให้ Proportioner มีลักษณะแตกต่างออกไปตามความเข้มข้น Proportioner บางชนิดสามารถปรับเปลี่ยนไปตามความเข้มข้นที่เปลี่ยนไปได้ แต่บางชนิดไม่สามารถทำได้ ในการออกแบบจึงต้องพิจารณาถึงอุปกรณ์และความเข้มข้นของโฟมที่ใช้งานด้วย ความเข้มข้นของโฟมดับเพลิงที่มีการผลิตและใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด คือที่มีความเข้มข้น 1% , 3% และ 6% ตามลำดับ และความเข้มข้นนี้ก็มีความหมายถึงปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกัน เช่น โฟมดับเพลิงความเข้มข้น 3% ต้องการน้ำผสม 97% โดยปริมาตร เป็นต้น

หลักการออกแบบระบบโฝมดับเพลิง

การออกแบบระบบโฝมดับเพลิงสำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ มีขั้นตอนที่สำคัญแยกได้ 2 ส่วน คือการหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมตามข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบ

ขั้นตอนแรก สามารถเลือกค่า Application Rate Discharge Time และ Minimum Number of Discharge Outlets โดยพิจารณาชนิดของถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ วิธีการฉีดโฝมเข้าถึง ชนิดของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ Flash Point และการจัดวางอุปกรณ์ในการฉีดโฝมดับเพลิง ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน NFPA11 เมื่อค่าตัวแปรเปลี่ยนไปจะให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีข้อพิจารณาอื่นๆ ประกอบการเลือกค่าข้อมูลที่ถูกต้อง เช่น หน่วยที่ใช้ในการคำนวณ ชนิดของโฝมดับเพลิงที่จะใช้งาน เป็นต้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นแก้ไขข้อผิดพลาดจากการเลือกตัวแปรต่างๆ โดยการเขียนตัวแปรกำหนดเงื่อนไข เพื่อเลือกชุดข้อมูลที่ถูกต้องนำมาใช้ออกแบบ

ข้อพิจารณาก่อนการออกแบบ

ก่อนการออกแบบ ข้อมูลเริ่มต้นที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบและคำนวณ มีความสำคัญในการพิจารณาเลือกตัวแปรในการออกแบบ โดยมีข้อมูลที่ใช้ดังนี้

1. ประเภทถังเก็บของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ จะมีวิธีการออกแบบระบบและข้อกำหนดที่แตกต่างกันไปตามแต่ละประเภท

2. ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง และหลังคา (Roof) มีผลต่อขนาดและพื้นที่ที่จะทำการป้องกันโดยระบบโฝมดับเพลิง รวมถึงปริมาณของของเหลวที่จัดเก็บ พื้นที่ใหญ่ขึ้นต้องการการกระจายของจุดปล่อยโฝมดับเพลิงให้ครอบคลุมพื้นที่ ทำให้จำนวนมากขึ้น

3. ชนิดของของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟที่บรรจุภายในถัง จะมีผลให้ปริมาณการฉีด (Application Rate) และระยะเวลาในการฉีด (Discharge Time) แตกต่างกันของเหลวที่ติดไฟรวดเร็วและรุนแรง ก็ต้องการปริมาณและระยะเวลาในการฉีดมากขึ้น คุณสมบัติที่มีผล

ในการพิจารณาเลือกข้อมูลในการออกแบบ คือ ความสามารถในการระบายน้ำ ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) จุดวาบไฟ (Flash Point)

4. การเลือกลักษณะและรายละเอียดการฉีดโฟมดับเพลิงเข้าสู่ถัง โดยเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับประเภทของถังเก็บ ในถังประเภทเดียวกัน แต่วิธีการฉีดแตกต่างกัน จะให้ค่าที่ใช้ในการออกแบบแตกต่างกัน ถึงประเภท Outdoor Open Top Floating Roof Tank ยังต้องการข้อมูลของความสูงของเขื่อนกั้นโฟมดับเพลิง (Foam Dam) และประเภทของ Seal ที่กั้นระหว่างถังกับหลังคาอีกด้วย

5. ความเข้มข้นและประเภทของโฟมดับเพลิง จะมีผลโดยตรงกับปริมาณน้ำและโฟมดับเพลิงเข้มข้น (Foam Concentrate) ที่ต้องสำรองไว้ใช้งาน โฟมดับเพลิงบางชนิดไม่สามารถใช้ได้กับของเหลวบางชนิด การเลือกอุปกรณ์ของระบบจะพิจารณาจากความเข้มข้นและปริมาณการจ่ายโฟมดับเพลิง

6. ข้อมูลประกอบอื่นๆ เช่น ข้อมูลทางวิศวกรรมของอุปกรณ์ที่จะเลือกใช้งานในระบบ ข้อจำกัด หรือจุดใช้งานที่เหมาะสม เป็นต้น

ข้อกำหนดในการออกแบบ

NFPA11 มีเนื้อหาครอบคลุมการเลือกอุปกรณ์ การออกแบบ ข้อจำกัด การทดสอบและการติดตั้งใช้งานทั้งหมด งานวิจัยนี้ เน้นให้โปรแกรมทำงานได้ในขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนทางวิศวกรรม ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบ ผู้ใช้งานอาจหาความรู้เพิ่มเติมได้จาก ANSUL Foam Systems Design And Applications ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐาน NFPA11 (Standard for Low – Expansion Foam) 2005 Edition ดังนั้น ข้อจำกัดและข้อกำหนดต่างๆ ของ ANSUL Foam Systems Design And Applications จึงถือเป็นข้อกำหนด และข้อจำกัดของงานวิจัยด้วย หลักเกณฑ์ในการออกแบบสรุปได้ดังนี้

Outdoor Fixed-Roof (Cone) Tanks มีวิธีการฉีดโฟมดับเพลิงคือ

1. Foam Monitors and Handlines
2. Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets
3. Sub-surface Application
4. Semisubsurface Injection Methods

การศึกษาพบว่า วิธีการฉีดในข้อ 1 จะใช้ได้กับถังที่มีขนาดเล็ก คือเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 60 ฟุต (18 เมตร) สำหรับ Foam Monitor และ 30 ฟุต (9 เมตร) สำหรับ Foam Handlines หรือเป็นถังที่สูงไม่เกิน 20 ฟุต (6 เมตร) เท่านั้น วิธีการในข้อ 4 เป็นวิธีการที่ไม่ค่อยได้รับความนิยม งานวิจัยจึงเลือกการออกแบบสำหรับถังประเภทนี้คือ วิธีที่ 2 และ 3

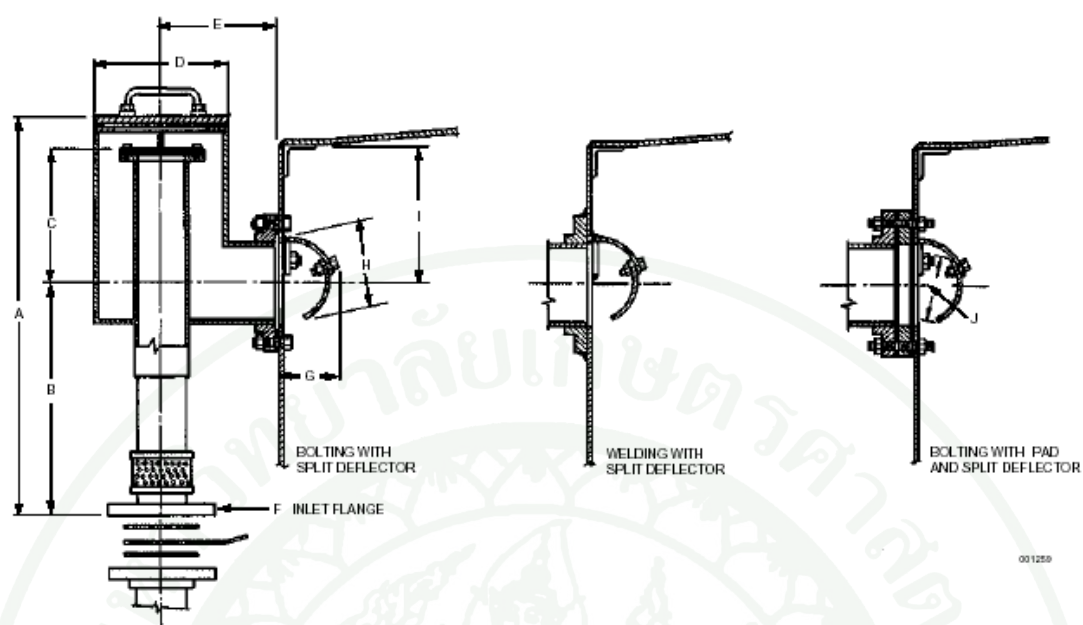
การออกแบบระบบ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

1. เมื่อมีหัวฉีดโฟมดับเพลิง (วิธีนี้จะเรียกว่า Fixed Discharge Outlets) ตั้งแต่ 2 หัวขึ้นไป จะต้องจัดวางให้มีระยะห่างระหว่างหัวเท่าๆ กันรอบขอบถัง โดยติดตั้งหัวฉีดไว้ด้านบนของถัง แต่ละหัวต้องออกแบบให้ฉีดโฟมดับเพลิงออกมาในปริมาณเท่าๆ กัน

2. Application Rate และ Discharge Time หาได้จากตารางที่ 2

3. Minimum Number of Discharge Outlets หาได้จากตารางที่ 3

4. กรณี Flash Point เกิน 200°F (93.3°C) จะได้ค่า Minimum Discharge Time สำหรับการฉีดที่การไหลสู่ผิวของเหลวที่ราบเรียบเหมือนในภาพที่ 6 15 นาที (minutes) และสำหรับการฉีดทั่วไปเหมือนในภาพที่ 10 25 นาที ส่วน Application Rate ที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากข้อมูลทางเทคนิคของการใช้งานโฟมดับเพลิงชนิดนั้นๆ



ภาพที่ 10 ลักษณะหัวฉีดไฟมดับเพลิงสำหรับการฉีดทั่วไป ติดตั้งที่ขอบล่าง

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางที่ 2 Determining Discharge Time and Application Rate (Cone Roof Tanks)

ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

Fuel Protected	Foam Concentrate	Foam Chambers As Primary Protection		Discharge Time	-OR-	Monitors/Hand Hose Lines As Primary Protection	
		Application Rate gpm/ft ²	(Lpm/m ²)			Application Rate gpm/ft ²	(Lpm/m ²)
Hydrocarbon							
Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C and 93 °C)	Protein	.10	(4.1)	30 min.		.16	(6.5)
	Fluoroprotein	.10	(4.1)	30 min.		.16	(6.5)
	AFFF	.10	(4.1)	30 min.		.16	(6.5)
Hydrocarbon							
Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	Protein	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
	AFFF	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
Crude Petroleum	Protein	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
	AFFF	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
Alcohols							
Methanol	ARC	.10		55 min.		.16	
	3X3 L.V.	.10		55 min.		.16	(6.5)
Ethanol	ARC	.10		55 min.		.16	
	3X3 L.V.	.10		55 min.		.16	(6.5)
Isopropanol	ARC	.15		55 min.		.24	
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	55 min.		.24	
Fuel Protected	Foam Concentrate	Foam Chambers As Primary Protection		Discharge Time	-OR-	Monitors/Hand Hose Lines As Primary Protection	
		Application Rate gpm/ft ²	(Lpm/m ²)			Application Rate gpm/ft ²	(Lpm/m ²)
Ketones							
Methyl Ethyl Ketone	ARC	.15		55 min.		.24	
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	55 min.		.24	
Acetone	ARC	.15		55 min.		.24	(9.8)
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	55 min.		.24	(9.8)
Carboxylic Acids	ARC	.17	(6.9)	55 min.		.27	
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
Aldehydes	ARC	.17		55 min.		.27	
	3X3 L.V.	.16	(6.5)	55 min.		.26	
Esters	ARC	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	55 min.		.16	(6.5)
Ethers	ARC	.17	(6.9)	55 min.		.24	(9.8)
	3X3 L.V.	.14		55 min.		.23	

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางที่ 3 Determining Number of Foam Chambers (Cone Roof Tanks)
ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

Tank Diameter ft.	(m)	Minimum Number of Foam Chambers
Up to 80	(24)	1
Over 80 to 120	(24 – 36)	2
Over 120 to 140	(36 – 42)	3
Over 140 to 160	(42 – 48)	4
Over 160 to 180	(48 – 54)	5
Over 180 to 200	(54 – 60)	6
Over 200	(60)	One chamber for each additional 5000 ft. ² (465 m ²)

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

การออกแบบระบบ Sub-Surface Application

1. ระบบนี้จะไม่ใช้กับการออกแบบระบบสำหรับของเหลว Class IA หรือของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟที่ละลายน้ำได้ เช่น Alcohols, Esters, Ketones, Aldehydes และ Anhydrides
2. คุณสมบัติของโฟมดับเพลิงที่จะใช้งาน ต้องผ่านการรับรองการใช้งานกับระบบนี้ โดยเฉพาะและมีอัตราส่วนการขยายตัวระหว่าง 2 ถึง 4 เท่า
3. จะต้องออกแบบท่อทางปลายออกให้ความเร็วปลายท่อไม่เกิน 10 ft/s (3 m/sec) สำหรับของเหลว Class IB. และ 20 ft/s (6.1 m/sec) สำหรับของเหลว Class อื่นๆ หาได้จากตารางที่ 6
4. ถ้ามีจำนวนปลายท่อที่ปล่อยโฟมดับเพลิงออกมามากกว่า 2 ปลายขึ้นไป จะต้องออกแบบขนาดท่อให้ปล่อยโฟมดับเพลิงออกมาในปริมาณเท่าๆ กัน
5. Application Rate และ Discharge Time หาได้จากตารางที่ 4
6. Minimum Number of Discharge Outlets หาได้จากตารางที่ 5

7. กรณี Flash Point มากกว่า 200°F จะต้องใช้ Application Rate ที่ลดลง โดยพิจารณาข้อมูลวิศวกรรมอื่นๆ ประกอบด้วย

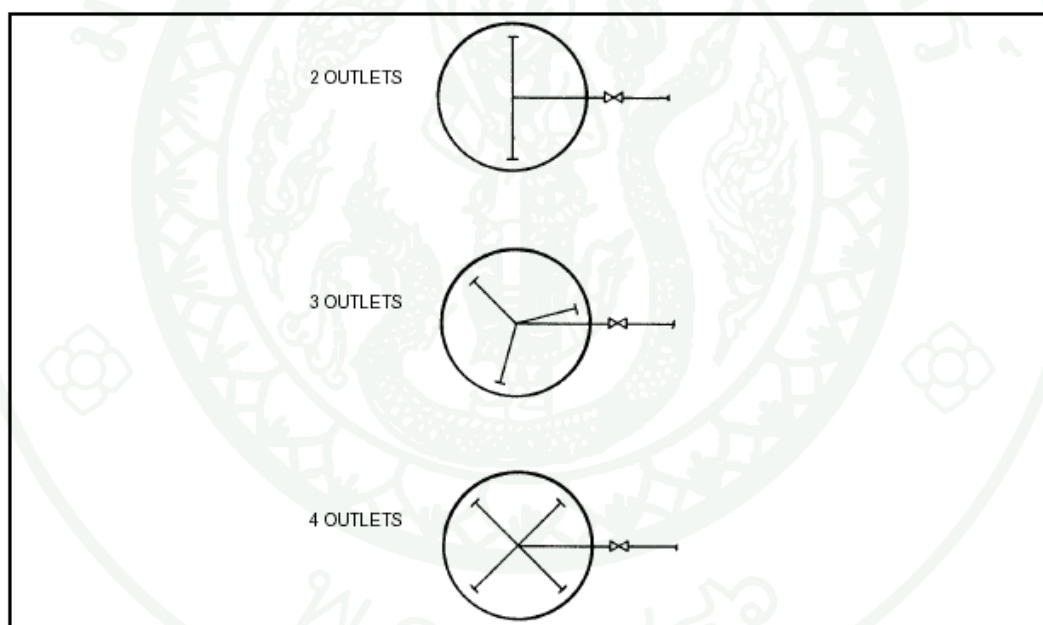
ตารางที่ 4 Determining Discharge Time and Application Rate ของ Sub-Surface Application

Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Hydrocarbon	Fluoroprotein	.10	(4.1)	30 minutes
Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C and 93 °C)	AFFF	.10	(4.1)	30 minutes
Hydrocarbon	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 minutes
Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	AFFF	.10	(4.1)	55 minutes
Crude Petroleum	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	55 minutes

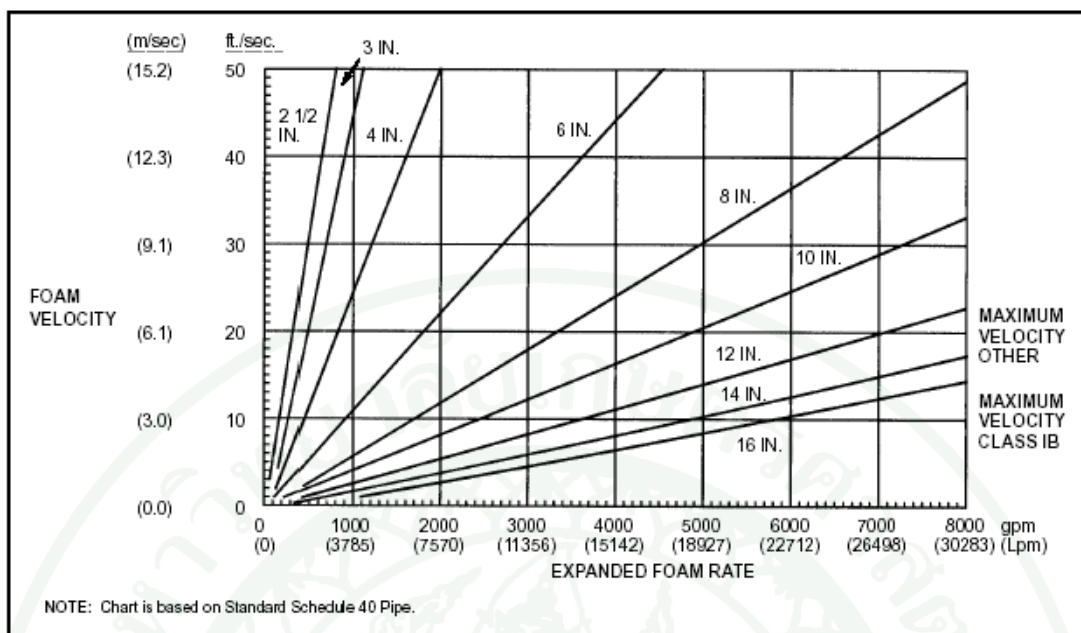
ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางที่ 5 Determining Number of Discharge Outlets ของ Sub-Surface Application

Tank Diameter ft. (m)	Number of Discharge Outlets Required	
	Flash Point Below 100 °F (38 °C)	Flash Point 100 °F (38 °C) or Higher
Up to 80 (24)	1	1
Over 80 to 120 (24 – 36)	2	1
Over 120 to 140 (36 – 42)	3	2
Over 140 to 160 (42 – 48)	4	2
Over 160 to 180 (48 – 54)	5	2
Over 180 to 200 (54 – 60)	6	3
Over 200 (60)	One outlet for each additional 5000 sq. ft. (465 m ²)	One outlet for each additional 7500 sq. ft. (697 m ²)

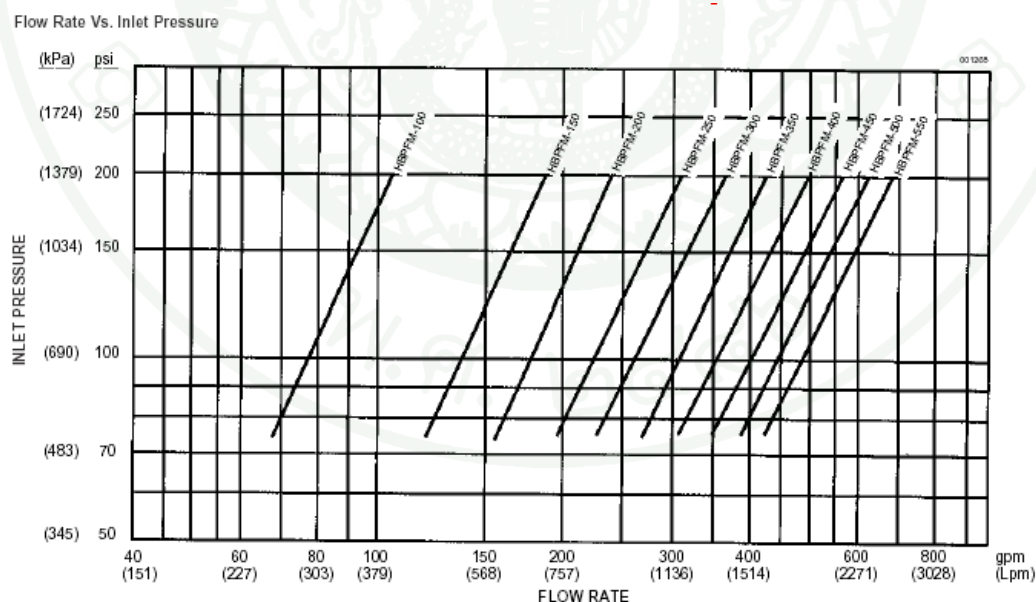


ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



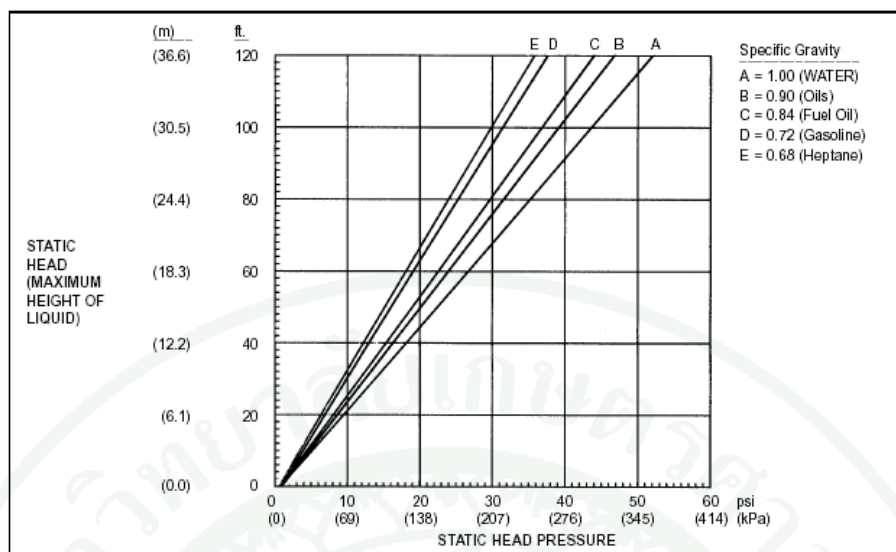
ภาพที่ 11 Determining Inlet Pipe Size ของ Sub-Surface Application

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



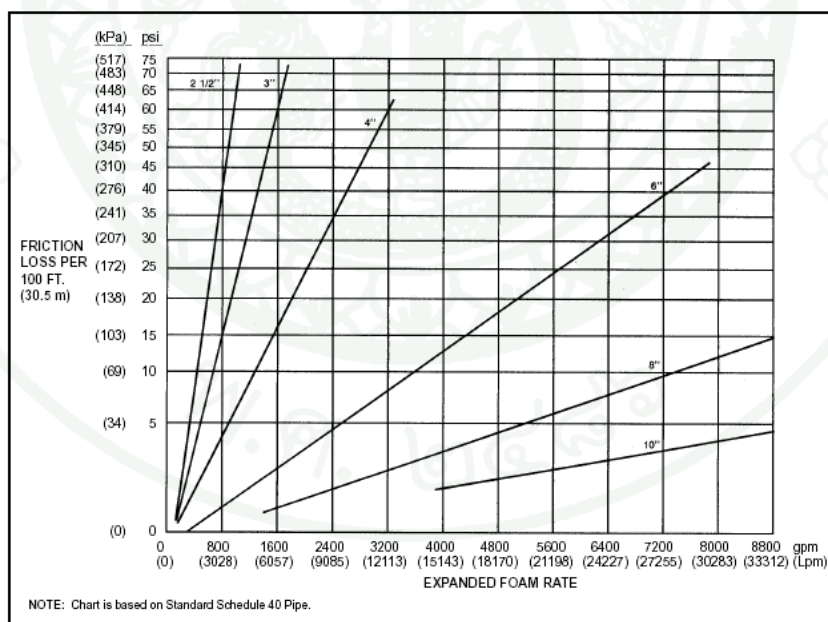
ภาพที่ 12 Flow Rate vs. Inlet Pressure for Sub-Surface Application

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



ภาพที่ 13 Determining Static Head Pressure ของ Sub-Surface Application

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



ภาพที่ 14 Determining Expand Foam Friction Losses and Pipe Size

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks มีวิธีการฉีดโฟมเข้าถังคือ

1. Fixed Discharge Outlets
2. Foam Handlines
3. Foam Monitors

ถังประเภทนี้ มีลักษณะหลังคาสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ตามระดับของของเหลวที่บรรจุภายใน จึงมีช่องว่างระหว่างหลังคากับขอบถัง เพื่อให้หลังคาสามารถเลื่อนขึ้นลงได้ ดังนั้นจึงต้องมี Seal ป้องกันการระเหยของของเหลวออกสู่บรรยากาศ และป้องกันสภาวะแวดล้อมภายนอกสัมผัสและปนเปื้อนกับของเหลว ลักษณะของไฟที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างจากถังประเภท Outdoor Fixed Roof (Cone) Tanks บริเวณที่สามารถเกิดไฟได้คือ บริเวณช่องว่างระหว่างขอบถังและหลังคาภายใต้ Seal ป้องกัน ซึ่งมีการสะสมไอของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ ได้การออกแบบระบบโฟมของถังประเภทนี้ จะออกแบบให้มีการฉีดโฟมดับเพลิงเข้าไปในช่องว่างนี้ โดยจำกัดไม่ให้ใช้วิธีการฉีดแบบ Subsurface Application หรือ Semisubsurface Injection Methods เหมือนถังประเภท Outdoor Fixed Roof (Cone) Tanks เพราะการกระจายโฟมดับเพลิงสู่บริเวณป้องกันไม่ดี

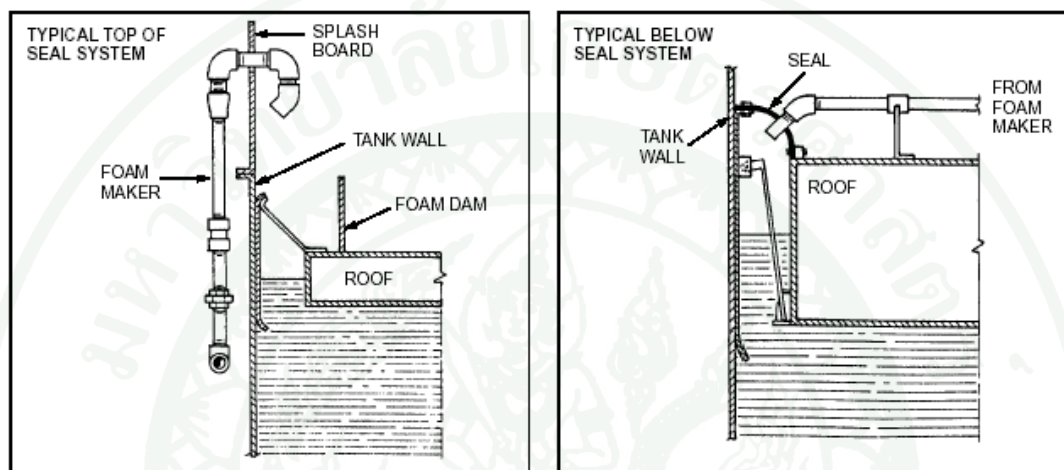
งานวิจัยนี้ใช้วิธีการฉีดแบบ Fixed Discharge Outlets ซึ่งจะสามารถนำมาใช้กับถังประเภท Outdoor Covered (Internal) Floating Roof Tanks ได้ และมีลักษณะการออกแบบใกล้เคียงกับการฉีดแบบ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets ของถังประเภท Outdoor Fixed Roof (Cone) Tanks ซึ่งจะทำให้ผู้ออกแบบศึกษาเข้าใจได้ง่าย

การออกแบบระบบ Fixed Discharge Outlets

การฉีดโฟมดับเพลิงและลักษณะของ Seal ป้องกันทำให้สามารถแบ่งการฉีดออกเป็น 2 วิธี คือ ฉีดเหนือ Seal (Mechanical Shoe Seal, A Metal Weather Shield or A Secondary Seal ภายใน เชื้อเพลิง โฟมดับเพลิงหรือ Top-of-Seal Method with Foam Dam และฉีดใต้ Seal (Below Primary Seal or Weather Shield Method)

Type of Seal	Top of Seal Protection	Below Seal Protection
Pantograph	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam not required.
Tube seal (top of seal more than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam not required.
Tube seal (top of seal less than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam required.

TABLE 5B-5



ภาพที่ 15 ชนิดของ Seal ของถังประเภท Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

การคำนวณ Annular Ring Area ของถังแบบ Floating Roof Tanks

สำหรับถังที่มีเขื่อนกันโฟม (Foam Dam) นั้น Annular Ring คือพื้นที่ระหว่าง Foam Dam และผนังของถัง แต่สำหรับถังที่ไม่มี Foam Dam Annular Ring คือพื้นที่ระหว่างผนังของถังและ Secondary Seal Annular Ring Area สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Annular Ring Area} = \text{Total Surface Area} - \text{Unprotected Roof Area}$$

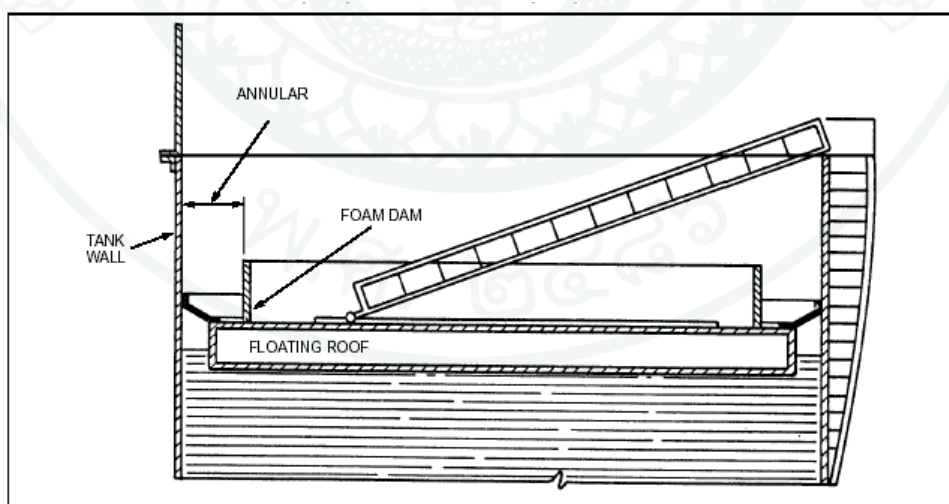
การกำหนดระหว่างอุปกรณ์ฉีดระบบโฟมดับเพลิงของถังแบบ Floating Roof Tanks

ระยะห่างระหว่าง Foam Maker หรือ Foam Chamber ในถังประเภท Floating Roof Tanks สำหรับ Top of seal protection มีพื้นฐานขึ้นกับความสูงของ Foam Dam สำหรับ Below seal protection มีพื้นฐานขึ้นกับชนิดของ Seal

ตารางที่ 6 Determining Spacing of Discharge Devices (Floating Roof Tanks)

Type of Seal	Height of Foam Dam in. (cm)	Maximum Discharge Device Spacing			
		Top of Seal		Below Seal	
		ft.	(m)	ft.	(m)
Pantograph	No Dam	—	—	130	(39.6)
	12 (30)	40	(12.2)	—	—
	24 (60)	80	(24.4)	—	—
Tube Seal (top of seal more than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	No Dam	—	—	60	(18.3)
	12 (30)	40	(12.2)	—	—
	24 (60)	80	(24.4)	—	—
Tube Seal (top of seal less than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	12 (30)	40	(12.2)	60	(18.3)
	24 (60)	80	(24.4)	60	(18.3)

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



ภาพที่ 16 Annular Ring Area ของถังแบบ Floating Roof Tanks

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

Outdoor Covered (Internal) Floating Roof Tanks

ถึงประเภทนี้คือ การนำถังแบบ Outdoor Fixed-Roof (Cone) Tanks และ Outdoor Open Top-Floating Roof Tanks มารวมกัน โดยมีหลังคาถาวรที่ปิดมิดชิดอยู่ภายนอกและมีหลังคาที่สามารถลอยขึ้นลงตามระดับของเหลวอยู่ภายใน ลักษณะไฟที่เกิดขึ้นมี 2 แบบคือ

1. ไฟเต็มพื้นที่ของถัง (Full Surface Fire) จะเกิดในกรณีที่หลังคาจมลงและเกิดไฟลุกไหม้เต็มพื้นที่ภายในถัง แม้ในถังแบบ Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks จะเกิดขึ้นได้เช่นกันก็ตาม แต่สามารถใช้ระดับเพลิง หรือ Monitors ช่วยยิงโฟมเข้าไปเสริมระบบหลักได้ แม้จะไม่เกิดบ่อยครั้งก็ตาม แต่ถึงประเภทนี้หลังคาปิด การฉีดช่วยจากภายนอกเป็นไปได้ยาก จึงมีระบบสำหรับไฟลักษณะนี้โดยเฉพาะ มาตรฐาน NFPA11 กำหนดให้ใช้วิธีออกแบบและข้อกำหนดเหมือนกับการออกแบบระบบ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets ของถังแบบ Outdoor Fixed Roof (Cone) Tanks

2. ไฟบริเวณ Seal (Seal Area Fire) สามารถเกิดขึ้นได้เหมือนถังแบบ Outdoor Open-Top Floating Roof Tanks ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีการฉีดแบบ Foam Monitors และ Foam Handlines ได้ เพราะเป็นถังหลังคาปิด จึงสามารถใช้ได้เฉพาะวิธี Fixed Discharge Outlets แบบ Top of Seal Method with Foam Dam โดยใช้ Fixed Foam Discharge Outlets ติดตั้งด้านบนรอบของถัง เพื่อเหตุผลด้านการบำรุงรักษา จึงสามารถใช้วิธีการออกแบบและข้อกำหนดมาใช้งานได้

Dike Area Protection

บริเวณรอบนอกถังเก็บของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ มีอุปกรณ์เสริมช่วยดับเพลิงคือ

1. ระบบหลักบริเวณ Dike Area
2. ระบบเสริมบริเวณ Dike Area (Supplement System)

งานวิจัยนี้ ได้เขียนโปรแกรมเพื่อดึงข้อมูลพื้นฐานของ 2 ระบบนี้มาแสดงด้วย แต่ไม่ได้คำนวณระบบท่อและการจัดวางตำแหน่งติดตั้งไว้ แต่จะต้องอาศัยข้อมูลและการจัดวางตามความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่นั้นๆ เพื่อทำการออกแบบ ทำให้เกิดประโยชน์เหมาะสมกับการใช้งานจริง มากกว่าจากการกำหนดตำแหน่งตามรูปแบบมาตรฐาน

ตารางที่ 8 Determining Discharge Time and Application Rate (Fixed Discharge Device for Dike Protection)

Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Hydrocarbon Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C & 93 °C)	Protein	.10	(4.1)	20 minutes
	Fluoroprotein	.10	(4.1)	20 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	20 minutes
Hydrocarbon Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	Protein	.10	(4.1)	30 minutes
	Fluoroprotein	.10	(4.1)	30 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	30 minutes
Alcohols Methanol	ARC	.10		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Ethanol	ARC	.10		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Isopropanol	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	30 minutes
Ketones Methyl Ethyl Ketone	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Acetone	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	30 minutes
Carboxylic Acids	ARC	.17	(6.9)	30 minutes
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	30 minutes
Aldehydes	ARC	.13	(5.3)	30 minutes
	3X3 L.V.	.16	(6.5)	30 minutes
Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Esters	ARC	.10	(4.1)	30 minutes
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	30 minutes
Ethers	ARC	.17	(6.9)	30 minutes
	3X3 L.V.	.14		30 minutes

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. เครื่องพิมพ์ HP Laser Jet 4250 PCL6
3. โปรแกรม Microsoft Excel 2003

วิธีการ

การตรวจสอบการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ทำมาแล้ว

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานการเกิดไฟ การแบ่งแยกชนิดและกลุ่มของเชื้อเพลิง การจำแนกชนิดของไฟ คุณสมบัติที่สำคัญใช้ในการแยกประเภทของของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ การแยกประเภทของของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ การดับไฟที่เกิดจากไฟประเภทต่างๆ หลักการดับไฟและประเภทของโฟมดับเพลิง

2. รวบรวมข้อมูลมาตรฐานระบบโฟมดับเพลิงสำหรับเก็บของเหลวไวไฟ และของเหลวติดไฟ ประเภทของถัง และ วิธีการฉีดโฟมเข้าถึง วิธีและขั้นตอนการออกแบบ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และตัวอย่างผลสรุปที่ได้ เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลวิเคราะห์ปัญหา

ศึกษาและทำการเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมโดยการเขียนแบบกำหนดเงื่อนไขให้โปรแกรมคำนวณค่าต่างๆ ที่ต้องการสำหรับการออกแบบระบบโฟม การสร้างหน้าจอเพื่อตอบและรับข้อมูล การใช้ข้อความอธิบาย บอกข้อห้ามและข้อกำหนดที่อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด การสร้างฐานข้อมูลของของเหลวและถอดข้อมูลจากกราฟตามภาคผนวก ค การสร้างสูตรเพื่อใช้ในการคำนวณ การเขียนโปรแกรมป้อนข้อมูล

ทดสอบโปรแกรม แสดงผลการทดสอบ สรุปผล และ เปรียบเทียบความผิดพลาดจากตัวอย่างการคำนวณ ANSUL Foam Systems Design and Applications และตัวอย่างอ้างอิง

การทดสอบโปรแกรมจะอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ใน ANSUL Foam Systems Design and Applications และทำการคำนวณเพิ่มเติม เพื่อทดสอบความถูกต้องของแต่ละหมวดการคำนวณ ทำการตรวจแก้ไขและตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เมื่อครบและถูกต้องทุกหมวดจึงทำการปรับแต่งหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย

จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

คู่มือการใช้งานโปรแกรมจะแสดงโดยใช้น้ำจอและจะอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ในการใช้งานไว้ในภาคผนวก จ

สรุปผลการดำเนินการวิจัยและจัดทำรายงาน

ในการสรุปผลจะเน้นในการตรวจสอบและใช้งานได้ของโปรแกรม ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ข้อดีและข้อจำกัดของโปรแกรม และ ข้อเสนอแนะในการพัฒนา ปรับปรุงโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

วิธีการ

สถานที่ทำการวิจัย

โครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม ป้องกัน อัคริภย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาในการวิจัย

วันที่ 1 มีนาคม 2549 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2550 รวม 11 เดือน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบโปรแกรมกับข้อมูลใน ANSUL Foam Systems Design and Applications สามารถแบ่งการทดสอบได้เป็น 7 การทดลองจากข้อมูลพื้นฐานที่กำหนดให้ ซึ่งแสดงผลได้ดังนี้

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY		DESCRIPTION
1.00	tank	1,500 Gallon Vertical
1.00	sets	3" Flange proportioner (Primary)
1.00	sets	2" Thread Proportioner (Supplemental)
2.00	sets	AFC-330
2.00	sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00	sets	Hoseline
5,501.27	Litres	AFC-3A 3% AFFF
135.00	sets	TYCO D3
4.00	sets	BERMAD 400E-2M-8"

[Back](#)

► Surface Application / ◀

ภาพที่ 18 การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Fixed Cone Roof Tank

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	1500 Gallon Vertical
1.00 sets	3" Flange Proportioner (Primary)
1.00 sets	2" Thread proportioner (Supplementaly)
2.00 sets	HBPFM-400
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00 sets	Hoseline
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF
135.00 sets	TYCO D3
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"

[Back](#)

► \ Sub-Surface Application / ◀

ภาพที่ 19 การทดสอบโปรแกรม Sub-surface Application สำหรับ Fixed Cone Roof Tank

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	400 Gallon Vertical
1.00 sets	2" Thread proportioner (Primary)
1.00 sets	2" Thread proportioner (Supplementaly)
8.00 sets	FLR-30 (If use Foam Maker)
2.00 sets	AFC-90 (If use Foam Chamber)
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00 sets	Hoseline
1,127.62 Litres	AFC-3A 3% AFFF
135.00 sets	TYCO D3
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"

[Back](#)

► \ Outdoor Floating Roof / ◀

ภาพที่ 20 การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Outdoor Floating Roof Tank

Internal Floating Roof Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = 30 m

Diameter = 30 m

Contents = Gasoline (92 Octane) (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = -36 °F

Boiling Point = 100-400 °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following condition: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge T [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. Review Type of Fire

Full Surface Fire: Use Surface Application with Fixed Foam Discharge Out [Next](#)

Seal Area Fire: Use Top of Seal Method with Foam Dam [Next](#)

[Back](#)

Internal Floating Roof /

ภาพที่ 21 การทดสอบโปรแกรมสำหรับ Internal Floating Roof Tank

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal	
1.00 sets	3" Flange Proportioner	(Primary)
1.00 sets	2.5" Thread proportioner	(Supplemental)
2.00 sets	AFC-330	
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
282.60 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

[Back](#)

Internal Floating Surface /

ภาพที่ 22 การทดสอบโปรแกรม Surface Application สำหรับ Internal Floating Roof Tank แบบ Full Surface Fire

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	400 Gallon Horizontal
1.00 sets	2" Thread proportioner (Primary)
1.00 sets	2" Thread proportioner (Supplemental)
8.00 sets	FLR-30 (If use Foam Maker)
2.00 sets	AFC-90 (If use Foam Chamber)
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00 sets	Hoseline
1,127.62 Litres	AFC-3A 3% AFFF
282.60 sets	TYCO Model D3
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"

[Back](#)

Internal Floating Top Seal /

ภาพที่ 23 การทดสอบโปรแกรม Top of Seal Application สำหรับ Internal Floating Roof Tank
แบบ Seal Area Fire

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	2,600 Gallon Horizontal
1.00 sets	6" Flange Proportioner
24.00 sets	FLR-90
9,225.00 Litres	AFC-3A 3% AFFF

[Back](#)

Dike Protection /

ภาพที่ 24 การทดสอบโปรแกรมสำหรับ Dike protection

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลที่ได้จากการคำนวณระบบ Sub-surface Application สำหรับการคำนวณหา Inlet Pipe Size และ Static Head Pressure เนื่องจากในการคำนวณจะต้องอ่านค่าจากกราฟในภาคผนวก ค ซึ่งมีความหยาบมาก ค่าที่ได้จะมีลักษณะการประมาณค่า ถึงแม้จะใช้วิธีการออกแบบจริงโดยทั่วไป ก็ยังเกิดความแตกต่างได้

2. ผลที่ได้จากการคำนวณระบบ Water Spray Nozzle สำหรับการคำนวณหา Cooling Ring เนื่องจากในการคำนวณจะต้องคำนวณโดยอ้างอิงจาก NFPA 15 ว่าระยะห่างระหว่างหัวฉีด ไม่เกิน 3 เมตรซึ่งเมื่อคำนวณมาแล้ว ปรากฏว่าแรงดันของหัวฉีดน้อยกว่าที่ควร กรณีนี้ต้องวาง หัวฉีดโดยพิจารณาจากกราฟการกระจายน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่จริง ซึ่งจะมีความถูกต้องมากกว่า

สรุปผลการทดลอง

การออกแบบระบบ โฟมดับเพลิงสำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ มีขั้นตอนและข้อกำหนดมากมาย การใช้โปรแกรมในการออกแบบจะป้องกันความผิดพลาดในทุกขั้นตอนการออกแบบ มีความละเอียดถูกต้องของข้อมูล โปรแกรมจะรับข้อมูลจากผู้ออกแบบ และเลือกข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการคำนวณระบบท่อ อัตราการไหล และความดัน ณ จุดอ้างอิงต่างๆ ให้ความถูกต้องและใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานตามมาตรฐาน NFPA 11 และ NFPA 15 ทำให้โปรแกรมนี้น่าเชื่อถือ ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ในการออกแบบจริงได้

การออกแบบระบบ Sub-surface Application เกิดความผิดพลาดได้จากความหยาบของกราฟที่ใช้ในการออกแบบแต่สามารถแก้ไขได้โดยการกำหนดค่าเพื่อความปลอดภัย (Safety Factor) ให้กับอัตราการไหลและความดันสุดท้ายที่ได้จากการคำนวณ

ข้อดีของโปรแกรมที่นอกจากความถูกต้องรวดเร็วแล้ว โปรแกรมยังสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบได้ง่าย เช่น การออกแบบระบบใช้งานกับของเหลวต่างชนิดกัน การเปลี่ยนชนิดโฟมดับเพลิง การเปลี่ยนชนิดของ Seal นอกจากนี้โปรแกรมมีความละเอียดของตัวเลขสูง ใช้วิธีแจ้งข้อความแนะนำในแต่ละขั้นตอน เพื่อช่วยผู้ออกแบบที่ไม่มีความชำนาญสามารถออกแบบ และลดความผิดพลาดในการออกแบบที่เกิดขึ้นได้

ข้อจำกัดของโปรแกรมคือ การหาขนาดของท่อสำหรับ Deluge Valve จะต้องคำนวณอัตราการไหลของน้ำในท่อ แล้วนำไปหาขนาดของท่อที่ทำให้ความเร็วของน้ำในท่อนั้น ไม่เกิน 3 เมตรต่อวินาที ซึ่งโปรแกรมไม่สามารถคำนวณหาขนาดของท่อได้เอง หากจะพัฒนาโปรแกรมต่อไป ควรปรับปรุงให้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ได้ เพื่อให้สามารถคำนวณหาขนาดของท่อ และจำนวน Deluge Valve ที่เหมาะสมได้

การคำนวณหา Inlet Pipe Size และ Static Head Pressure การคำนวณจะต้องอ่านค่าจากกราฟซึ่งเกิดความผิดพลาดได้จากอ่านค่าแบบหยาบจากกราฟ หากจะพัฒนาโปรแกรมต่อไป ควรปรับปรุงให้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เพื่อให้สามารถคำนวณหา Inlet Pipe Size และ Static Head Pressure ที่ถูกต้องหรือการคิดสูตรที่เหมาะสมที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งทำให้โปรแกรมมีความถูกต้องและใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ยุทธนา โนนศรีชัย. 2545. โปรแกรมการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงสำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟและของเหลวติดไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ansul Fire Protection. 1994. **Foam System Design and Application.** Ansul Incorporated, Wormald U.S. Inc.

National Fire Protection Association. 2003. **NFPA 16 Standard Installations of Foam Water Sprinkler and Foam-Water Spray System 2003 Edition.** National Fire Protection Association.

_____. 2005. **NFPA 11 Standard for Low, Medium, and High-Expansion Foam 2005 Edition.** National Fire Protection Association.

_____. 2007. **NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed System for Fire Protection 2007 Edition.** National Fire Protection Association.





ภาคผนวก ก

การคำนวณและตัวอย่างสำหรับการออกแบบระบบโคมดับเพลิง
สำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ

ตัวอย่างที่การคำนวณจาก ANSUL Foam Systems Design and Applications

ตัวอย่างที่ 1

ถังประเภท Outdoor Cone Roof Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาดของ Dike กว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ติดตั้งระบบ โฟมดับเพลิงชนิด Subsurface Injection

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งแยกประเภทของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงคือ Gasoline (92 Octane) จัดเป็นเชื้อเพลิงประเภท Class IB ซึ่งมีจุดวาบไฟ -36 องศาฟาเรนไฮต์ (-38 องศาเซลเซียส) มีจุดเดือด 100-400 องศาฟาเรนไฮต์ (38-204 องศาเซลเซียส) เป็นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำ โฟมที่เลือกนำมาใช้ดับเพลิง เชื้อเพลิงคือ โฟมประเภท 3% AFFF Foam

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณ Surface Area

$$\begin{aligned}\text{Surface Area} &= \pi r^2 \text{ โดย } \pi \text{ คือค่าคงที่} = 3.14 \text{ และ } r \text{ คือรัศมีของถัง} \\ \text{Surface Area} &= 3.14 \times (15 \text{ m})^2 \\ \text{Surface Area} &= 706.5 \text{ ตารางเมตร หรือ } 7,604.8 \text{ ตารางฟุต}\end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนด Discharge Time และ Application Rate จากตารางผนวกที่ 2

เนื่องจากเชื้อเพลิงมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) จากตารางผนวกที่ 2 กำหนดไว้ว่า ค่า Application Rate ที่ใช้คือ 4.1 Lpm/m² หรือ 0.10 gpm/ft² และค่า Discharge Time ที่จะใช้ในการคำนวณ คือ 55 นาที

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาปริมาณโฟมที่ต้องการจะใช้ในการออกแบบของอุปกรณ์ระบบ โฟมหลักหา Foam Solution Discharge Rate จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Foam Solution Discharge Rate} &= \text{Surface Area} \times \text{Application Rate} \\
 &= (706.5 \text{ m}^2) \times (4.1 \text{ Lpm/m}^2) \\
 &= 2,896.65 \text{ ลิตรต่อนาที หรือ } 765.29 \\
 &\quad \text{แกลลอนต่อนาที}
 \end{aligned}$$

ห1 Foam Concentrate Quality จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Foam concentrate Quantity} &= \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Discharge} \\
 &\quad \text{Time} \times \% \text{ Concentrate} \\
 &= 2,896.56 \text{ Lpm} \times 55 \text{ minutes} \times 0.03 \text{ (3\%} \\
 &\quad \text{AFFF Foam)} \\
 &= 4,779.47 \text{ ลิตร หรือ } 1,263 \text{ แกลลอน}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดอุปกรณ์เสริมระบบโฟม และจำนวนหัวฉีดโฟม (Discharge Outlet)

ตามภาพผนวกที่ ข3 ถึงเก็บเชื้อเพลิงเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร และเชื้อเพลิงมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) สามารถกำหนดจำนวนของ Discharge Outlets เป็นจำนวน 2 Discharge Outlets

จำนวนสายดับเพลิงสำหรับอุปกรณ์เสริมระบบโฟม เท่ากับ 2 สายดับเพลิง (Hose Lines) ซึ่งอัตราการไหลต่ำสุด เท่ากับ 401 ลิตรต่อนาที หรือ 106 แกลลอนต่อนาที และ Discharge Time 30 นาที ตามภาพผนวกที่ ข4

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาปริมาณโฟมที่ต้องการจะใช้ในการออกแบบของอุปกรณ์เสริมของระบบโฟมหลัก

$$\begin{aligned}
 \text{Supplementary Quality} &= \text{No. Hose Lines} \times 401 \text{ Lpm (106 gpm)} \times \text{Discharge} \\
 &\quad \text{Time} \times \% \text{ Concentrate} \\
 &= 2 \text{ hose lines} \times 401 \text{ Lpm} \times 30 \text{ minutes} \times 0.03 \\
 &\quad \text{(3\% AFFF Foam)}
 \end{aligned}$$

$$= 721.80 \text{ ลิตร หรือ } 190 \text{ แกลลอน}$$

ขั้นตอนที่ 7 กำหนดขนาดของท่อ Inlet Pipe Size

คุณสมบัติของโฟมประเภท 3% AFFF ซึ่งค่า Expansion Ratio สำหรับการออกแบบระบบ โฟมแบบ Subsurface Injection คือ 4:1 ซึ่งเป็นค่าอัตราการขยายตัวของโฟมที่มากที่สุด เพื่อการ คำนวณหา Expanded Foam Rate จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{Expanded Foam Rate} &= \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Expansion (4:1)} \\ &= 2,896.65 \text{ Lpm} \times 4 \\ &= 11,586.6 \text{ ลิตรต่อวินาที หรือ } 3,061 \text{ แกลลอนต่อวินาที} \end{aligned}$$

ตามรูปผนวกที่ 1 Foam Velocity Chart กำหนดได้ว่า เชื้อเพลิงเป็นประเภท Class IB ซึ่งมี จุกวามไฟน้อยกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) จะมี Foam Velocity ไม่เกิน 3 เมตรต่อ วินาที หรือ 10 ฟุตต่อวินาที และ Expanded Foam Rate คือ 11,586.6 ลิตรต่อวินาที หรือ 3,061 แกลลอนต่อวินาที จะได้ Minimum Inlet Pipe Size คือ 12 นิ้ว (ถ้าเป็นเชื้อเพลิงประเภทอื่นจะมี Foam Velocity ไม่เกิน 6.1 เมตรต่อวินาที หรือ 20 ฟุตต่อวินาที)

ขั้นตอนที่ 8 Special Hydraulic Considerations

เลือกค่า High Back-Pressure Foam Maker ซึ่ง Flow Rate ของ Foam ที่คำนวณได้เท่ากับ 2,896.65 ลิตรต่อวินาที หรือ 765.29 แกลลอนต่อวินาที เมื่อนำค่า Flow Rate ที่คำนวณได้มาเทียบกับ กราฟ Flow Rate Vs. Inlet Pressure (ภาพผนวกที่ ค2) ในข้อมูลของ High Back - Pressure Foam Maker พบว่า Flow Rate ที่คำนวณได้นั้นไม่มี High Back - Pressure Foam Maker ขนาดใดสามารถ รองรับ Flow Rate ดังกล่าวได้ ทำให้เราต้องแบ่ง Flow Rate ที่คำนวณได้มาใช้ High Back - Pressure Foam Maker 2 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นใช้รองรับ Flow Rate เท่ากับ 1,448.3 ลิตรต่อวินาที หรือ 382.65 แกลลอนต่อวินาที นำ Flow Rate ดังกล่าวมาเลือก High Back - Pressure Foam Maker จาก กราฟ Flow Rate Vs. Inlet Pressure โดยเลือกชนิด HBPFM-450 ANSUL High Back - Pressure Foam Maker จะได้

Minimum Inlet = 90 PSI หรือ 620 kPa

คำนวณ Maximum Allowable Back Pressure ของ High Back - Pressure ที่เลือกโดย
Maximum Allowable Back - Pressure จะมีค่า 40% ของ Operating Inlet Pressure จะได้

$$\begin{aligned}\text{Maximum Allowable Back Pressure} &= \text{Minimum Inlet Pressure} \times 0.4 (40\%) \\ &= 90 \text{ PSI} \times 0.4 \\ &= 36 \text{ PSI หรือ } 249 \text{ kPa}\end{aligned}$$

หา Static Head Pressure ภาพผนวกที่ ค3 ใช้เส้นกราฟ D (เนื่องจากเป็น Gasoline) ของ
กราฟ Static Head Pressure ที่ตัดกับความสูงของถังเก็บเชื้อเพลิง จะได้

$$\text{Static Head Pressure} = 32 \text{ PSI หรือ } 221 \text{ kPa}$$

หา Maximum Allowable Friction Loss ในระบบท่อระหว่าง Foam Maker และถังน้ำมัน
จะได้

$$\begin{aligned}\text{Maximum Allowable Friction Loss} &= \text{Maximum Allowable Back Pressure} - \text{Static Head Pressure} \\ &= 36 \text{ PSI} - 32 \text{ PSI} \\ \text{Maximum Allowable Friction Loss} &= 4 \text{ PSI หรือ } 28 \text{ kPa}\end{aligned}$$

จากภาพผนวกที่ ค4 กราฟระหว่าง Expanded Foam Friction Loss Vs. Pipe Size สมมุติว่า
ความยาวของท่อระหว่าง High Back – Pressure Foam Maker และท่อทางเข้าถังน้ำมันขนาด 12 นิ้ว
เท่ากับ 30 เมตร โดย Expanded Foam Rate ที่คำนวณได้เท่ากับ 11,586.6 ลิตรต่อนาที หรือ 3,061
แกลลอนต่อนาที และ Maximum Allowable Friction Loss เท่ากับ 4 PSI หรือ 28 kPa จะได้
Minimum Pipe Size เท่ากับ ท่อขนาด 8 นิ้ว ซึ่งเป็นท่อขนาดที่ต้องการใช้

ขั้นตอนที่ 9 หาจำนวน Cooling Ring สำหรับหัวฉีดน้ำ เพื่อทำการหล่อเย็นถึงน้ำมัน ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Exposed Area} &= \text{Surface Area (Tank)} \times H \text{ (Height of Tank)} \\
 &= 3.14 \times \text{Diameter Tank} \times \text{Height of Tank} \\
 &= 3.14 \times 30 \times 30 \text{ เมตร} \\
 \text{Exposed Area} &= 2,826 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

จากข้อกำหนดตามมาตรฐาน NFPA 15 Standard Water Spray Supply Fixed System for Fire Protection 2007 Edition Chapter 7 ข้อ 7.4 Exposure Protection ข้อ 7.4.2.1 กำหนด Application Rate ของน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็น Expose Area เท่ากับ 10.2 Lpm/m^2 หรือ 0.25 gpm/m^2 และข้อ 7.4.2.2 กำหนดระยะระหว่างชั้นของหัวฉีดในแนวนอนต้องไม่เกิน 3.7 เมตร หรือ 12 ฟุต จากข้อกำหนดดังกล่าว สามารถหาจำนวน Cooling Ring ของหัวฉีดสำหรับหล่อเย็นถึงน้ำมัน และ อัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นถึงน้ำมันได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการไหลของน้ำสำหรับ Expose Area} &= \text{Expose Area} \times \text{Application Rate} \\
 &= 2,826 \text{ m}^2 \times 10.2 \text{ Lpm/m}^2 \\
 \text{อัตราการไหลของน้ำสำหรับ Expose Area} &= 28,825 \text{ ลิตรต่อนาที} \\
 &\text{หรือ } 7,615 \text{ แกลลอนต่อนาที}
 \end{aligned}$$

หาจำนวนของ Cooling Ring ของหัวฉีดสำหรับหล่อเย็นถึงน้ำมันได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนของ Cooling Ring} &= \frac{\text{ความสูงของถังน้ำมัน}}{3.7 \text{ เมตร}} \\
 &\quad (\text{ข้อกำหนดมาตรฐาน NFPA 15}) \\
 &= \frac{30 \text{ เมตร}}{3.7 \text{ เมตร}} \\
 \text{จำนวนของ Cooling Ring} &= 8.1 = 9 \text{ วงแหวน}
 \end{aligned}$$

หาจำนวนหัวฉีดสำหรับหล่อเย็นถึงน้ำมันได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนของหัวฉีด} &= \text{เส้นรอบวงของถัง} \div 3 \text{ (ไม่เกิน 3 เมตรตาม NFPA 15)} \\
 &= 2\pi r \div 3 \\
 &= (3.14 \times 2 \times 15) \div 3 \\
 \text{จำนวนของหัวฉีด} &= 31.4 \\
 \text{จำนวนของหัวฉีดต่อหนึ่งวงแหวน} &= 32 \text{ หัว}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 10 คำนวณระบบโฟมดับเพลิงสำหรับ Dike Protection

จากตัวอย่างกำหนดขนาดของ Dike Area กว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร เชื้อเพลิงคือ Gasoline (92 Octane) ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น เราเลือกใช้โฟมประเภท 3% AFFF สำหรับระบบโฟมดับเพลิงสำหรับ Dike Area

หาพื้นที่ของ Dike โดย เส้นผ่านศูนย์กลางของถังน้ำมันไม่ต้องนำมาหักล้างในพื้นที่ของ Dike

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ของ Dike} &= \text{ความกว้างของ Dike} \times \text{ความยาวของ Dike} \\
 &= 50 \times 50 \\
 \text{พื้นที่ของ Dike} &= 2,500 \text{ ตารางเมตร หรือ } 26,900 \text{ ตารางฟุต}
 \end{aligned}$$

กำหนดค่า Application Rate และ Discharge Time สำหรับ Dike Protection เชื้อเพลิงคือ Gasoline (92 Octane) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงประเภท Class IB ซึ่งมีจุดวาบไฟ -36 องศาฟาเรนไฮต์ (-38 องศาเซลเซียส) มีจุดเดือด 100-400 องศาฟาเรนไฮต์ (38-204 องศาเซลเซียส) โฟมที่เลือกใช้เป็นประเภท 3% AFFF ตามตารางผนวกที่ 5 กำหนดไว้ว่า ค่า Application Rate ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 4.1 Lpm/m² หรือ 0.10 gpm/m² และ Discharge Time ที่ใช้คือ 30 นาที

คำนวณปริมาณ โฟมดับเพลิงที่จะใช้สำหรับ Dike Protection ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Foam Solution Discharge Rate} &= \text{Dike Area} \times \text{Application Rate} \\ &= 2,500 \text{ m}^2 \times 4.1 \text{ lpm/m}^2 \\ \text{Foam Solution Discharge Rate} &= 10,250 \text{ ลิตรต่อนาที หรือ} \\ &2,700 \text{ แกลลอนต่อนาที}\end{aligned}$$

คำนวณปริมาณ Foam Concentrate สำหรับ Dike Protection ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{Foam Concentrate Quantity} &= \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Discharge Time} \times \\ &\quad \% \text{ Concentrate} \\ &= 10,250 \text{ Lpm} \times 30 \text{ minutes} \times 0.03 \text{ (3\%)} \\ &= 9,225 \text{ ลิตร หรือ } 2,437 \text{ แกลลอน}\end{aligned}$$

การกำหนดจำนวนของ Fixed Discharge Devices ถ้าเราใช้ Foam Monitors สำหรับระบบ โฟมดับเพลิง Dike Protection ทางโรงงานผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ Foam Monitors อย่างน้อย 2 ชั้น โดยต้องวางตำแหน่งของ Foam Monitors ไม่ให้แนวการฉีดโฟมทับซ้อนกัน เพื่อให้โฟมครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้ดีที่สุด ถ้าจำนวน Foam Monitors ไม่สามารถฉีดโฟมได้ครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้เพียงพอหรือมีสิ่งกีดขวางการฉีดโฟมของ Foam Monitors สามารถเพิ่มจำนวน Foam Monitors ให้มากขึ้นได้ และเมื่อเราใช้ Fixed Discharge Devices เป็นประเภท Floating Roof Makers ทางผู้ผลิตแนะนำให้ระยะห่างระหว่าง Discharge Outlets มากที่สุด คือ 9.1 เมตร หรือ 30 ฟุต

จากข้อกำหนดดังกล่าว Dike มีขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร เราสามารถหาจำนวนของ Floating Roof Makers ได้เท่ากับ 24 ชั้น สำหรับ Fixed Discharge Devices ใน Dike Protection โดย Flow Rate ของ Floating Roof Maker = $10,250 \text{ gpm}/24 = 427.08 \text{ Lpm}$

จากการคำนวณดังกล่าวข้างต้นนั้น เราสามารถใช้ข้อมูลทั้งหมดมาเลือกอุปกรณ์ของระบบ โฟมดับเพลิงจาก Data Sheet ในภาคผนวก ง และสามารถนำมาเขียน Bill of Materials ได้ดังนี้

โดยระบบโฟมจะแยกปริมาณของโฟมที่ใช้ระหว่างระบบโฟมหลัก และอุปกรณ์เสริม ระบบโฟมหลักจะใช้ Bladder Tank เดียวกัน ส่วนระบบ Dike Protection System เราจะใช้ Bladder Tank แยกออกจากระบบโฟมหลัก และอุปกรณ์เสริมระบบโฟมหลักด้วย

Bill of Materials (Tank)

<u>Quantity</u>	<u>Description</u>
1 set	: 1,500 Gallon (5,675 Liters) Bladder Tank
1,353 gallon	: 3% AFFF Foam Concentrates
1 set	: Proportioner size 3" (70-800 gpm) for Primary System
1 set	: Proportioner size 2.5" (35-400 gpm) for Hose Lines
2 sets	: High Back-Pressure Foam Maker, HBPFM-450
2 sets	: Hand Lines Nozzle 105 gpm (401 Lpm)
288 sets	: TYCO Water Spray Nozzle, K-factor 103.7, Model D3
4 sets	: BERMAD Deluge Valve size 8"
1 set	: 2,600 gallon (9,842 Liters) Bladder Tank for Dike Protection
24 sets	: Floating Roof Room Maker, FLR-90
1 set	: Proportioner size 6" (300-3,400 gpm) for Dike protection

ตัวอย่างที่ 2

ถังประเภท Outdoor Cone Roof Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาด Dike กว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ติดตั้งระบบโฟมดับเพลิง ชนิด Surface Application

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งแยกประเภทของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิง คือ Gasoline (92 Octane) จัดเป็นเชื้อเพลิงประเภท Class IB ซึ่งมีจุดวาบไฟ -36 องศาฟาเรนไฮต์ (-38 องศาเซลเซียส) มีจุดเดือด 100 – 400 องศาฟาเรนไฮต์ (38 - 204 องศาเซลเซียส) เป็นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำ โฟมที่เลือกนำมาใช้ดับเพลิงคือโฟมประเภท 3% AFFF

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณ Surface Area

Surface Area = πr^2 โดย π คือค่าคงที่ = 3.14 และ r คือ รัศมีของถัง

$$\text{Surface Area} = 3.14 \times (15 \text{ m})^2$$

Surface Area = 706.5 ตารางเมตร หรือ 7,604.8 ตารางฟุต

ขั้นตอนที่ 3 กำหนด Discharge Time และ Application Rate ตามตารางผนวกที่ 6

เนื่องจากเชื้อเพลิงมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) จากตารางที่ 2 กำหนดได้ว่า Application Rate ที่ใช้คือ 4.1 Lpm/m² หรือ 0.1 gpm/ft² และค่า Discharge Time ที่ใช้ในการคำนวณ คือ 55 นาที

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาปริมาณโฟมที่ต้องการจะใช้ในการออกแบบของอุปกรณ์ระบบโฟมหลัก

หา Foam Solution Discharge Rate จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{Foam Solution Discharge Rate} &= \text{Surface Area} \times \text{Application Rate} \\ &= (706.5 \text{ m}^2) \times (4.1 \text{ Lpm/m}^2) \\ \text{Foam Solution Discharge Rate} &= 2,896.65 \text{ Lpm หรือ } 765.29 \text{ gpm} \\ &= 2,896.65 \text{ ลิตรต่อนาที หรือ } 765.29 \text{ แกลลอนต่อนาที} \end{aligned}$$

หา Foam Concentrate Quality จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{Foam Concentrate Quality} &= \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Discharge Time} \times \\ &\quad \% \text{ Concentrate} \\ &= 2,896.65 \text{ Lpm} \times 55 \text{ minutes} \times 0.03 \text{ (3\% AFFF Foam)} \\ &= 4,779 \text{ ลิตร หรือ } 1,263 \text{ แกลลอน} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดจำนวนของ Foam Chamber

ตามตารางผนวกที่ ค1 ขนาดของถังเก็บเชื้อเพลิงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สามารถกำหนดจำนวนของ Foam Chamber ได้จำนวนน้อยที่สุด 2 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะมีอัตราการไหล 1,435 ลิตรต่อนาที หรือ 383 แกลลอนต่อนาที

ขั้นตอนที่ 6 กำหนดอุปกรณ์เสริมระบบโฟม

ตามภาพผนวกที่ ข4 ขนาดของถังเก็บเชื้อเพลิงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร และเชื้อเพลิงมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์ (38 องศาเซลเซียส) สามารถกำหนดจำนวนของ Discharge Outlets เป็นจำนวน 2 Outlets อัตราไหล 189 ลิตรต่อนาที หรือ 50 แกลลอนต่อนาทีนี้ ด้วย Discharge Time 20 นาที สำหรับ Hose Lines (ตามตารางที่ 11 และ 12 เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร กำหนด Hose Lines 2 ชุด อัตราการไหล 401 ลิตรต่อนาที หรือ 106 แกลลอนต่อนาที และ Discharge Time 30 นาที)

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณหาปริมาณโฟมที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์เสริมของระบบโฟมหลัก

$$\begin{aligned}
 \text{Supplementary Quantity} &= \text{No. of Hose Lines} \times 189 \text{ Lpm (50 gpm)} \times \\
 &\quad \text{Discharge Time} \times \% \text{ Concentrate (3\% AFFF Foam)} \\
 &= 2 \text{ Hose Lines} \times 401 \text{ Lpm (106 gpm)} \times 30 \text{ min.} \times 0.03 \\
 &\quad \text{(3\% AFFF Foam)} \\
 &= 721.8 \text{ ลิตร หรือ 190 แกลลอน}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 8 หาจำนวน Cooling Ring สำหรับหัวฉีดน้ำ และจำนวนหัวฉีดน้ำสำหรับหล่อเย็นถึงน้ำมันเหมือนตัวอย่างที่ 1

ขั้นตอนที่ 9 คำนวณระบบโฟมดับเพลิงสำหรับ Dike Protection เหมือนตัวอย่างที่ 1

Bill of Materials (Tank)

<u>Quantity</u>	<u>Description</u>
1 set	: 1,500 Gallon (5,300 Liters) Bladder Tank
1,353 gallon	: 3% AFFF Foam Concentrates
1 set	: Proportioner size 3" (70-800 gpm) for Primary System
1 set	: Proportioner size 2.5" (35-400 gpm) for Hose Lines
2 sets	: Hand Lines Nozzle 106 gpm (401 Lpm)
288 sets	: TYCO Water Spray Nozzle, K-factor 103.7, Model D3
4 sets	: BERMAD Deluge Valve size 8"
1 set	: 2,600 gallon (9,842 Liters) Bladder Tank for Dike Protection
2 set	: Foam Chamber Model AFC-330 (183-610 gpm)
24 sets	: Floating Roof Room Maker, FLR-90
1 set	: Proportioner size 6" (300-3,400 gpm) for Dike protection

ตัวอย่างที่ 3

ถึงประเภท Floating Roof Tank ชนิด Tube Seal โดย Top of Seal น้อยกว่า 6 นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาด Dike กว้าง 50 เมตร Foam Dam สูง 0.3 เมตร และห่างจากขอบถึง 0.6 เมตร ติดตั้งระบบโฟมดับเพลิงชนิด Surface Application

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งแยกประเภทของเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงคือ Gasoline (92 Octane) จัดเป็นเชื้อเพลิงประเภท Class IB ซึ่งมีจุดวาบไฟ -36 องศาฟาเรนไฮต์ (-38 องศาเซลเซียส) มีจุดเดือด 100-400 องศาฟาเรนไฮต์ (38-204 องศาเซลเซียส) เป็นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำ โฟมที่เลือกนำมาใช้ดับเพลิงคือ โฟมประเภท 3% AFFF

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณ Annular Ring Area

$$\begin{aligned}
 \text{Annular Ring Area} &= \text{Total Surface Area - Unprotected Roof} \\
 &= 706.5 \text{ ตารางเมตร} - 651.7 \text{ ตารางเมตร} \\
 &= 55.44 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

ตามตารางผนวกที่ ค2 เนื่องจากเป็น Top of Seal กำหนดได้ว่า Application Rate ที่ใช้คือ 12.2 lpm/m² หรือ 03.0 gpm/ft² และค่า Discharge Time ที่จะใช้ในการคำนวณ คือ 20 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ค่าคำนวณหาปริมาณโฟมที่ต้องการจะใช้ในการออกแบบของอุปกรณ์ระบบโฟมหลัก

หา Foam Solution Discharge Rate จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Foam Solution Discharge Rate} &= \text{Annual Ring Area} \times \text{Application Rate} \\
 &= 55.44 \text{ m}^2 \times 12.2 \text{ lpm/m}^2 \\
 &= 676.37 \text{ Lpm หรือ } 179 \text{ gpm} \\
 &= 676.37 \text{ ลิตรต่อนาที หรือ } 179 \text{ แกลลอนต่อนาที}
 \end{aligned}$$

หา Foam Concentrate Quantity จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 \text{Foam Concentrate Quantity} &= \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Discharge Time} \times \\
 &\quad \% \text{ Concentrate} \\
 &= 676.37 \text{ Lpm} \times 20 \text{ minutes} \times 0.03 \text{ (3\% AFFF Foam)} \\
 &= 405.82 \text{ ลิตร หรือ } 108 \text{ แกลลอน}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาจำนวนของ Discharge Devices

ตามตารางผนวกที่ ค3 Foam Dam สูง 0.3 เมตร และ Top of Seal น้อยกว่า 6 นิ้ว กำหนด Maximum Discharge Device คือ 12.2 เมตร

$$\begin{aligned}
 \text{Number of Discharge Device} &= \frac{\text{Circumference of Tank } (\pi d)}{\text{Maximum Spacing between Devices}} \\
 &= \frac{94.29 \text{ เมตร}}{12.2 \text{ เมตร}} \\
 \text{Number of Discharge Device} &= 7.7 \text{ หรือ } 8 \text{ sets}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Foam Solution Discharge Rate} &= 676.37 \text{ Lpm} \div 8 \\
 &= 84.55 \text{ Lpm หรือ } 23 \text{ gpm}
 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาปริมาณโฟมที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์เสริมของระบบโฟมหลัก

เหมือนตัวอย่างที่ 1

ขั้นตอนที่ 6 หาจำนวน Cooling Ring สำหรับหัวฉีดน้ำ และจำนวนหัวฉีดน้ำสำหรับหล่อเย็นถึงน้ำมัน

เหมือนตัวอย่างที่ 1

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณระบบโฟมดับเพลิงสำหรับ Dike Protection เหมือนตัวอย่างที่ 1

Bill of Materials (Tank)

<u>Quantity</u>		<u>Description</u>
1 set	:	400 Gallon (1,514 Liters) Bladder Tank
1 set	:	Proportioner size 2" (30-300 gpm) for Primary System
1 set	:	Proportioner size 2.5" (35-400 gpm) for Hose Lines
2 sets	:	Hand Lines Nozzle 106 gpm (401 Lpm)
8 sets	:	Floating Roof Foam Maker Model FLR-30 (7-59 gpm)
288 sets	:	TYCO Water Spray Nozzle, K-factor 103.7, Model D3
4 sets	:	BERMAD Deluge Valve size 8"
1 set	:	2,600 gallon (9,842 Liters) Bladder Tank for Dike Protection
24 sets	:	Floating Roof Room Maker, FLR-90
1 set	:	Proportioner size 6" (300-3,400 gpm) for Dike protection

ภาคผนวก ข

การคำนวณและตัวอย่างสำหรับการออกแบบระบบโคมดับเพลิงสำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือ
ของเหลวติดไฟโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่ 1

ข้อมูลป้อนเข้าคือ : ถังประเภท Outdoor Cone Roof Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาดของ Dike กว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ติดตั้งระบบโฟมดับเพลิงชนิด Subsurface Injection

$$\text{Application Rate} = 4.1 \text{ Lpm/m}^2$$

$$\text{Discharge Time} = 55 \text{ minutes}$$

$$\text{Foam Solution Discharge Rate} = \text{Surface Area} \times \text{Application Rate} = 2,896.65 \text{ Lpm}$$

$$\text{Expanded Foam Rate} = \text{Foam Solution Discharge Rate} \times \text{Expansion} = 11,586.6 \text{ Lpm}$$

$$\text{Minimum Inlet} = 90 \text{ PSI}$$

$$\text{Static Head Pressure} = 32 \text{ PSI}$$

$$\text{Maximum Allowable Friction Loss} = 4 \text{ PSI}$$

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal	(Primary)
1.00 sets	3" Flange proportioner	
1.00 sets	2.5" Thread proportioner	(Supplementary)
2.00 sets	HBPFM-450	
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
288.00 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

ภาพผนวกที่ ข1 แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	2,600 Gallon Horizontal
1.00 sets	6" Flange Proportioner
24.00 sets	FLR-90
9,225.00 Litres	AFC-3A 3% AFFF

ภาพผนวกที่ ข2 แสดงอุปกรณ์ต่างๆสำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่ 2

ข้อมูลป้อนเข้าคือ : ถึงประเภท Outdoor Cone Roof Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาดของ Dike กว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ติดตั้งระบบโฟมดับเพลิงชนิด Surface Application

$$\text{Application Rate} = 4.1 \text{ Lpm/m}^2$$

$$\text{Discharge Time} = 55 \text{ minutes}$$

$$\text{Foam Solution Discharge Rate} = \text{Surface Area} \times \text{Application Rate} = 2,896.65 \text{ Lpm}$$

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal
1.00 sets	3" Flange Proportioner (Primary)
1.00 sets	2.5" Thread proportioner (Supplementaly)
2.00 sets	AFC-330
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00 sets	Hoseline
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF
288.00 sets	TYCO Model D3
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"

ภาพผนวกที่ ข3 แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	2,600 Gallon Horizontal
1.00 sets	6" Flange Proportioner
24.00 sets	FLR-90
9,225.00 Litres	AFC-3A 3% AFFF

ภาพผนวกที่ ข4 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่ 3

ข้อมูลป้อนเข้าคือ : ถังประเภท Floating Roof Tank ชนิด Tube Seal โดย Top of Seal น้อยกว่า 6 นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เมตร สูง 30 เมตร ใช้เก็บ Gasoline (92 Octane) มีขนาด Dike กว้าง 50 เมตร Foam Dam สูง 0.3 เมตร และห่างจากขอบถัง 0.6 เมตร ติดตั้งระบบโฟมดับเพลิง ชนิด Surface Application

$$\text{Annular Ring Area} = \text{Total Surface Area} - \text{Unprotected Roof} = 55.44 \text{ m}^2$$

$$\text{Application Rate} = 12.2 \text{ Lpm/m}^2$$

$$\text{Discharge Time} = 20 \text{ minutes}$$

$$\text{Number of Discharge Device} = 8 \text{ sets}$$

<i>BILL OF MATERIALS</i>		
<i>QUANTITY</i>		<i>DESCRIPTION</i>
1.00	tank	400 Gallon Horizontal
1.00	sets	2" Thread proportioner (Primary)
1.00	sets	2.5" Thread Proportioner (Supplemental)
8.00	sets	FLR-30 (If use Foam Maker)
2.00	sets	AFC-90 (If use Foam Chamber)
2.00	sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00	sets	Hoseline
1,127.62	Litres	AFC-3A 3% AFFF
288.00	sets	TYCO Model D3
4.00	sets	BERMAD 400E-2M-8"

ภาพผนวกที่ ข5 แสดงอุปกรณ์ต่างๆในการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงจากโปรแกรม

<i>BILL OF MATERIALS</i>		
<i>QUANTITY</i>		<i>DESCRIPTION</i>
1.00	tank	2,600 Gallon Horizontal
1.00	sets	6" Flange Proportioner
24.00	sets	FLR-90
9,225.00	Litres	AFC-3A 3% AFFF

ภาพผนวกที่ ข6 แสดงอุปกรณ์ต่างๆสำหรับ Dike Protection จากโปรแกรม



ตารางผนวกที่ ค1 การจำแนกประเภทของของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ

FLAMMABLE AND COMBUSTIBLE LIQUIDS

Flammable liquids are defined by NFPA-11 as any liquid having a flash point below 100 °F (38 °C) and having a vapor pressure not exceeding 40 psi (276 kPa) (absolute) at 100 °F (38 °C). Flammable liquids shall be subdivided as follows:

Class I Liquids shall include those having flash points below 100 °F (38 °C) and may be subdivided as follows:

Class IA shall include those having flash points below 73 °F (23 °C) and having boiling points below 100 °F (38 °C).

Example Class IA	Flash Point		Boiling Point		Water Soluble
	°F	(°C)	°F	(°C)	
Acetic Aldehyde	-38	(-39)	70	(21)	Yes
Dimethyl Sulfide	0	(-18)	99	(37)	Slight
Furan	32	(0)	88	(31)	No

Class IB shall include those having flash points below 73 °F (23 °C) and having boiling points above 100 °F (38 °C).

Example Class IB	Flash Point		Boiling Point		Water Soluble
	°F	(°C)	°F	(°C)	
Ethyl Alcohol	55	(13)	173	(78)	Yes
Gasoline-92 Octane	-36	(-38)	100-400	(38-204)	No
Cyclohexane	-4	(-20)	179	(82)	No

Class IC shall include those having flash points at or above 73 °F (23 °C) and below 100 °F (38 °C).

Combustible liquids are defined by NFPA 11 as any liquid having a flash point at or above 100 °F (38 °C) and may be subdivided as follows:

Class II Liquids shall include those having flash points at or above 100 °F (38 °C) and below 140 °F (60 °C).

Example Class II	Flash Point		Water Soluble
	°F	(°C)	
Diesel Fuel Oil (No. 1-D/2-D/4-D)	100-130	(38-54)	No
Glacial Acetic Acid	103	(39)	Yes
Jet Fuel (A & A-1)	110	(43)	No

Class IIIA Liquids shall include those having flash points at or above 140 °F (60 °C) and below 200 °F (93 °C).

Example Class IIIA	Flash Point		Water Soluble
	°F	(°C)	
Creosote Oil	165	(74)	No
Butyl Carbitol	172	(78)	Yes
Fuel Oil No. 4	142-240	(61-116)	No

Class IIIB Liquids shall include those having flash points at or above 200 °F (93 °C).

Example Class IIIB	Flash Point		Water Soluble
	°F	(°C)	
Fuel Oil No. 4	142-240	(61-116)	No
Mineral Oil	380	(193)	No
Olive Oil	437	(225)	No

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

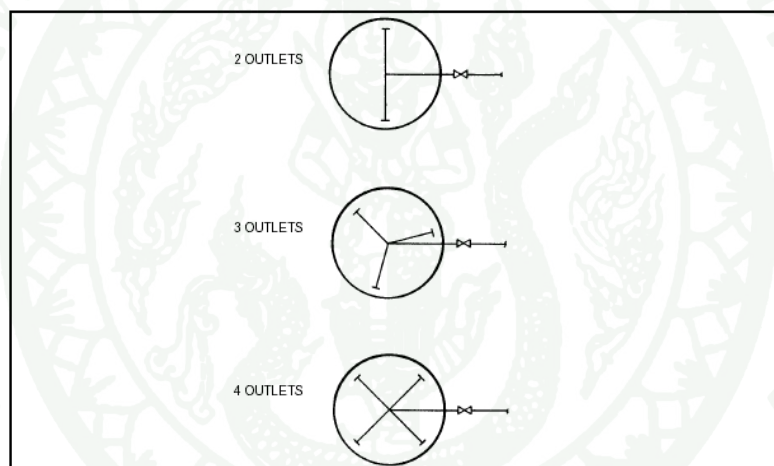
ตารางผนวกที่ ค2 Determining Discharge Time and Application Rate ของ Sub-Surface Application

Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Hydrocarbon	Fluoroprotein	.10	(4.1)	30 minutes
Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C and 93 °C)	AFFF	.10	(4.1)	30 minutes
Hydrocarbon	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 minutes
Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	AFFF	.10	(4.1)	55 minutes
Crude Petroleum	Fluoroprotein	.10	(4.1)	55 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	55 minutes

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ค3 Determining Number of Discharge Outlets ของ Sub-Surface Application

Tank Diameter ft. (m)	Number of Discharge Outlets Required	
	Flash Point Below 100 °F (38 °C)	Flash Point 100 °F (38 °C) or Higher
Up to 80 (24)	1	1
Over 80 to 120 (24 – 36)	2	1
Over 120 to 140 (36 – 42)	3	2
Over 140 to 160 (42 – 48)	4	2
Over 160 to 180 (48 – 54)	5	2
Over 180 to 200 (54 – 60)	6	3
Over 200 (60)	One outlet for each additional 5000 sq. ft. (465 m ²)	One outlet for each additional 7500 sq. ft. (697 m ²)



ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ค4 Determining Supplementary Hose Lines and Discharge Times

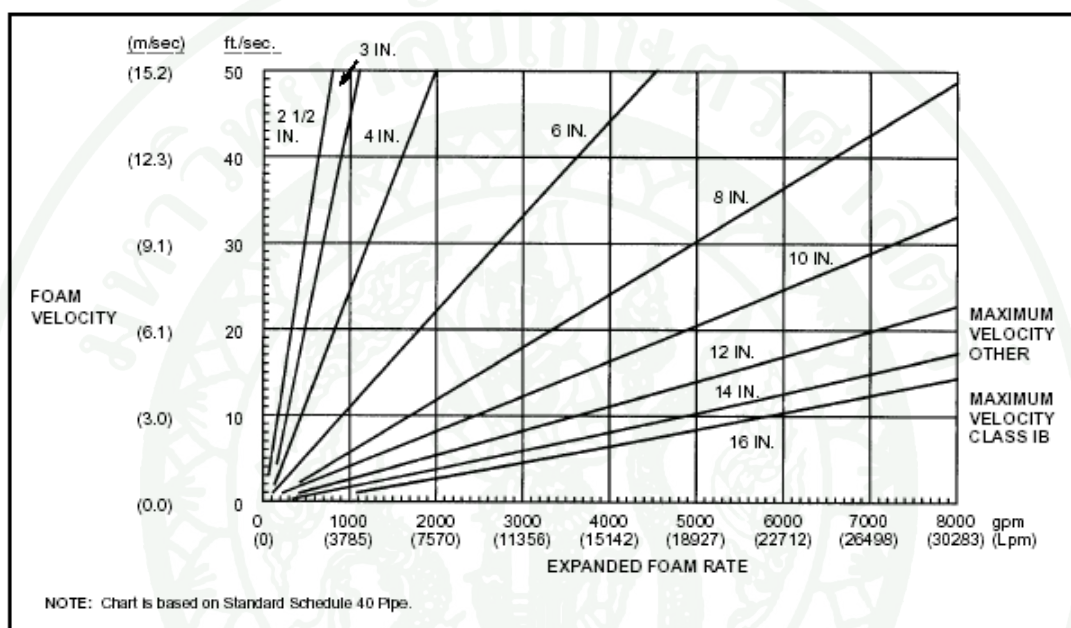
Tank Diameter ft. (m)	Minimum Number of Hose Lines	Minimum Discharge Time
Up to 35 (Up to 11)	1	10 min.
35-65 (11-20)	1	20 min.
65-95 (20-29)	2	20 min.
95-120 (29-37)	2	30 min.
Over 120 (Over 37)	3	30 min.

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

NFPA 11 states that the foam velocity at the point of discharge into the tank shall not exceed 10 ft. per second (3 m/sec) for Class IB liquids or 20 ft. per second (6.1 m/sec) for other liquids, unless actual tests prove higher velocities are satisfactory.

The inlet pipe for subsurface injection must be of adequate size that the expanded foam flow does not exceed the inlet velocity recommendation. Adequate inlet size can be found by multiplying the flow rate needed for the tank by 4 (maximum expansion expected) to get the expanded foam rate, and then comparing this with Figure 5B-3 for the appropriate pipe size.

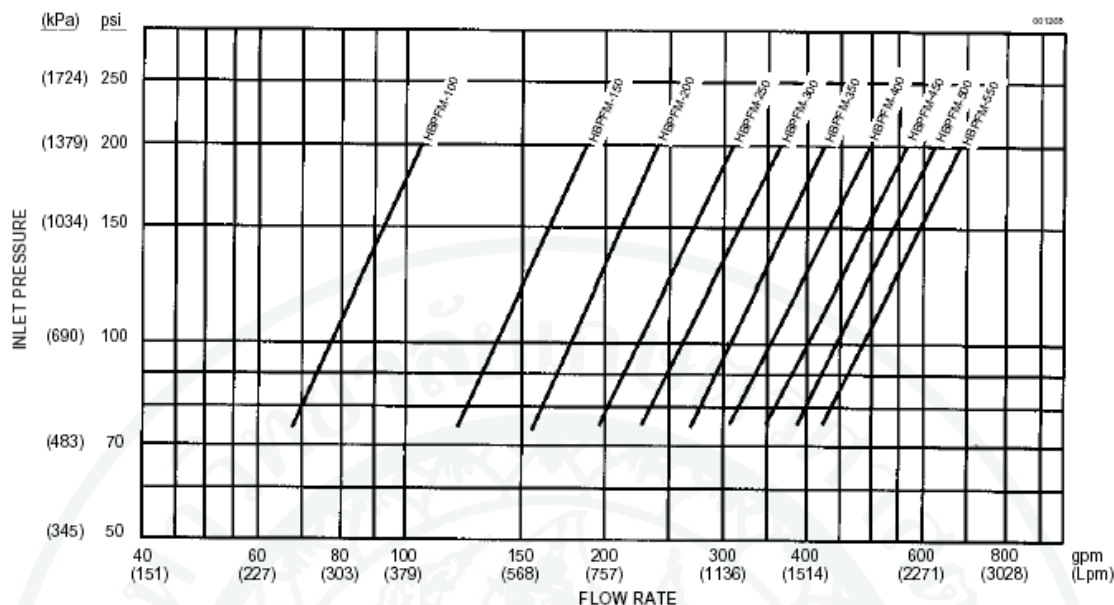
To use the chart below, find Foam Velocity at left side of chart. Read across the chart to intersection with Expanded Foam Rate. Choose the Inlet Pipe Size from the curve either at or below the intersection.



ภาพผนวกที่ ค1 Determining Inlet Pipe Size ของ Sub-Surface Application

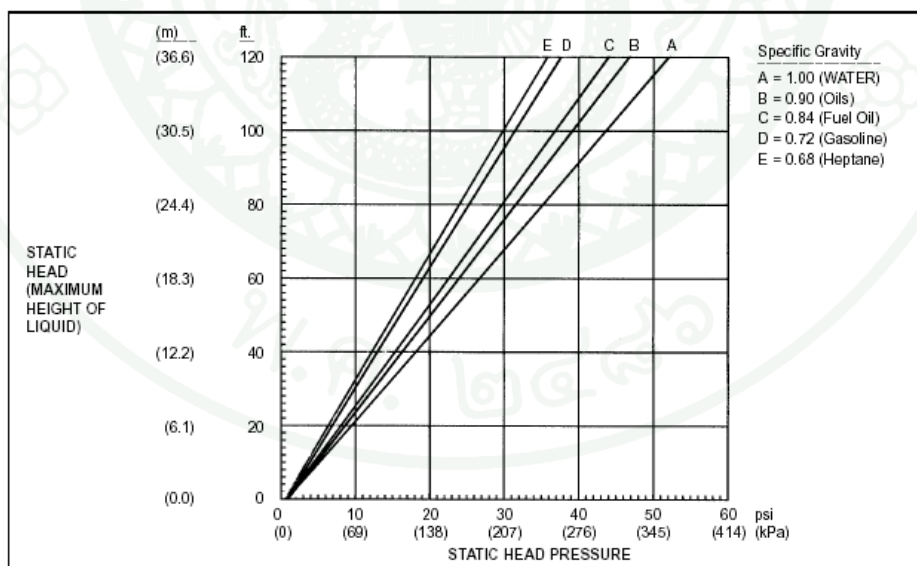
ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

Flow Rate Vs. Inlet Pressure



ภาพผนวกที่ ค2 Flow Rate vs. Inlet Pressure for Sub-Surface Application

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



ภาพผนวกที่ ค3 Determining Static Head Pressure ของ Sub-Surface Application

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

SECTION 5B – STORAGE TANK PROTECTION
Page 5B-9

SUBSURFACE INJECTION (Continued)

Determining Expanded Foam Friction Losses Vs. Pipe Size

To use the chart below, first determine Maximum Allowable Friction Loss and Expanded Foam Rate using the following formulas:

$$\text{MAXIMUM ALLOWABLE FRICTION LOSS} = \text{MAXIMUM ALLOWABLE BACK-PRESSURE} - \text{STATIC HEAD PRESSURE}$$

$$\text{EXPANDED FOAM RATE} = \text{FOAM SOLUTION DISCHARGE RATE} \times \text{EXPANSION (4) RATIO}$$

Next, find the Expanded Foam Rate at the bottom of the chart. Read up the chart until intersecting with minimum pipe size that is under Maximum Allowable Friction Loss.

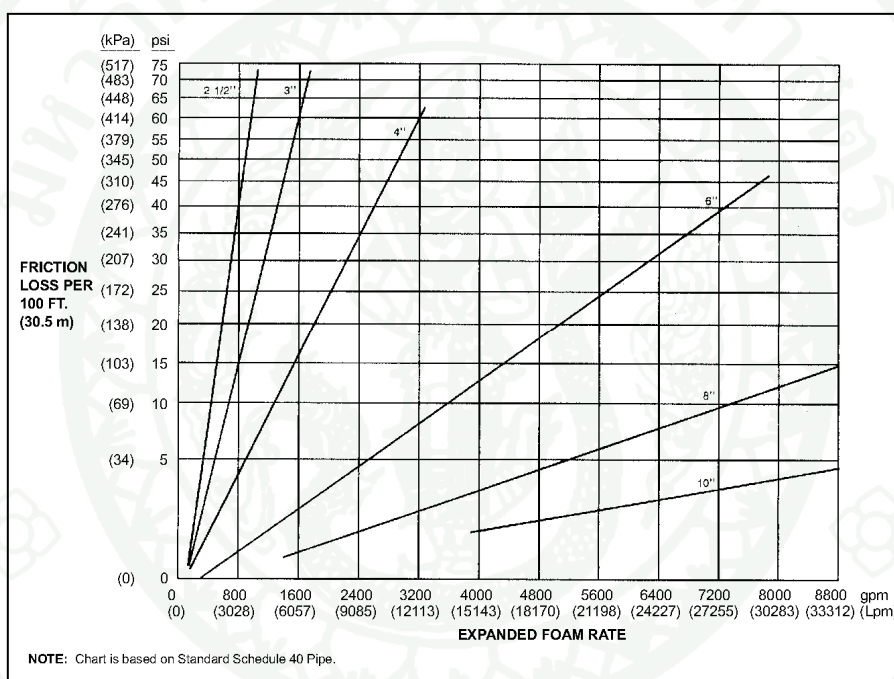


FIGURE 5B-5
061290

ภาพผนวกที่ ค4 Determining Expand Foam Friction Losses and Pipe Size

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ค5 Determining Discharge Time, Application Rate, No. of Foam Monitor and Foam Maker (Fixed Discharge Device for Dike Protection)

Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Hydrocarbon	Protein	.10	(4.1)	20 minutes
Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C & 93 °C)	Fluoroprotein	.10	(4.1)	20 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	20 minutes
Hydrocarbon	Protein	.10	(4.1)	30 minutes
Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	Fluoroprotein	.10	(4.1)	30 minutes
	AFFF	.10	(4.1)	30 minutes
Alcohols				
Methanol	ARC	.10		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Ethanol	ARC	.10		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Isopropanol	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	30 minutes
Ketones				
Methyl Ethyl Ketone	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.10		30 minutes
Acetone	ARC	.15		30 minutes
	3X3 L.V.	.15	(6.1)	30 minutes
Carboxylic Acids	ARC	.17	(6.9)	30 minutes
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	30 minutes
Aldehydes	ARC	.13	(5.3)	30 minutes
	3X3 L.V.	.16	(6.5)	30 minutes
Fuel Protected	Foam Concentrate	Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)		Discharge Time
Esters	ARC	.10	(4.1)	30 minutes
	3X3 L.V.	.10	(4.1)	30 minutes
Ethers	ARC	.17	(6.9)	30 minutes
	3X3 L.V.	.14		30 minutes

Determining Number of Fixed Discharge Devices

If monitors are used, a minimum of **two** is recommended. This will allow for overlapping spray patterns which helps to ensure complete coverage of the area protected. Additional monitors may be required to accommodate normal wind direction or obstructions that may affect stream pattern and coverage.

When floating roof foam makers are used, the maximum recommended spacing between discharge outlets is 30 ft. (9.1 m).

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ๑๖ Determining Discharge Time and Application Rate (Cone Roof Tanks)
ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

Fuel Protected	Foam Concentrate	Foam Chambers As Primary Protection		Discharge Time	-OR-	Monitors/Hand Hose Lines As Primary Protection	
		Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)				Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)	Discharge Time
Hydrocarbon							
Flash point between 100 °F and 200 °F (38 °C and 93 °C)	Protein	.10 (4.1)		30 min.		.16 (6.5)	50 min.
	Fluoroprotein	.10 (4.1)		30 min.		.16 (6.5)	50 min.
	AFFF	.10 (4.1)		30 min.		.16 (6.5)	50 min.
Hydrocarbon							
Flash point below 100 °F (38 °C) or liquid heated above flash point	Protein	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
	Fluoroprotein	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
	AFFF	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Crude Petroleum	Protein	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
	Fluoroprotein	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
	AFFF	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Alcohols							
Methanol	ARC	.10		55 min.		.16	65 min.
	3X3 L.V.	.10		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Ethanol	ARC	.10		55 min.		.16	65 min.
	3X3 L.V.	.10		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Isopropanol	ARC	.15		55 min.		.24	65 min.
	3X3 L.V.	.15 (6.1)		55 min.		.24	65 min.
Fuel Protected	Foam Concentrate	Foam Chambers As Primary Protection		Discharge Time	-OR-	Monitors/Hand Hose Lines As Primary Protection	
		Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)				Application Rate gpm/ft ² (Lpm/m ²)	Discharge Time
Ketones							
Methyl Ethyl Ketone	ARC	.15		55 min.		.24	65 min.
	3X3 L.V.	.15 (6.1)		55 min.		.24	65 min.
Acetone	ARC	.15		55 min.		.24 (9.8)	65 min.
	3X3 L.V.	.15 (6.1)		55 min.		.24 (9.8)	65 min.
Carboxylic Acids	ARC	.17 (6.9)		55 min.		.27	65 min.
	3X3 L.V.	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Aldehydes	ARC	.17		55 min.		.27	65 min.
	3X3 L.V.	.16 (6.5)		55 min.		.26	65 min.
Esters	ARC	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
	3X3 L.V.	.10 (4.1)		55 min.		.16 (6.5)	65 min.
Ethers	ARC	.17 (6.9)		55 min.		.24 (9.8)	65 min.
	3X3 L.V.	.14		55 min.		.23	65 min.

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ค7 Determining Number of Foam Chambers (Cone Roof Tanks)
ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

Tank Diameter ft.	(m)	Minimum Number of Foam Chambers
Up to 80	(24)	1
Over 80 to 120	(24 – 36)	2
Over 120 to 140	(36 – 42)	3
Over 140 to 160	(42 – 48)	4
Over 160 to 180	(48 – 54)	5
Over 180 to 200	(54 – 60)	6
Over 200	(60)	One chamber for each additional 5000 ft. ² (465 m ²)

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ค8 Determining Discharge Time and Application Rate (Floating Roof Tanks)
Top and Below of Seal ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge
Outlets

Type of Seal	Top of Seal Protection	Below Seal Protection
Pantograph	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam not required.
Tube seal (top of seal more than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam not required.
Tube seal (top of seal less than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	Floating roof foam makers or foam chambers. Foam dam required.	Floating roof foam makers. Foam dam required.

Top of seal protection requires a discharge time of 20 minutes and an application rate of .30 gpm/ft.² (12.2 Lpm/m²). Below seal protection requires a discharge time of 10 minutes and an application rate of .50 gpm/ft.² (20.1 Lpm/m²). Using these requirements, the primary foam quantity is calculated.

First, use the following formula to determine Foam Solution Discharge Rate which is required to determine proportioner size:

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)

ตารางผนวกที่ ๙ Determining Maximum Discharge Device Spacing (Floating Roof Tanks)

Top and Below of Seal ของ Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlets

Type of Seal	Height of Foam Dam in. (cm)	Maximum Discharge Device Spacing	
		Top of Seal ft. (m)	Below Seal ft. (m)
Pantograph	No Dam	—	130 (39.6)
	12 (30)	40 (12.2)	—
	24 (60)	80 (24.4)	—
Tube Seal (top of seal more than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	No Dam	—	60 (18.3)
	12 (30)	40 (12.2)	—
	24 (60)	80 (24.4)	—
Tube Seal (top of seal less than 6 in. (15 cm) from top of roof deck)	12 (30)	40 (12.2)	60 (18.3)
	24 (60)	80 (24.4)	60 (18.3)

ที่มา: Ansul Fire Protection (1994)



ภาคผนวก ง

ชนิดของน้ำยาโฟมและข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบโฟมดับเพลิง

น้ำยาโฟมชนิดต่างๆ

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

DESCRIPTION

Ansul 3% Protein Foam Concentrate is formulated from hydrolyzed protein, fluorochemical surfactants, foam stabilizers (metal salts), bactericide, corrosion inhibitors, freezing point depressants and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and space.

It is intended for use as a 3% proportioned solution either in fresh, salt or hard water. The correct proportioning ratio is 3 parts of concentrate to 97 parts of water.

Two fire extinguishing mechanisms are in effect when using Ansul 3% Protein Foam. First, a foam blanket is formed which works to prevent the release of fuel vapor. Second, the water content of the foam provides a cooling effect.

APPLICATION

Ansul 3% Protein Foam Concentrate is intended for use on Class B hydrocarbon fuels having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc. It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone and methyl ethyl ketone. This concentrate can be used only with air aspirating type discharge devices.

Its wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can also be used with foam compatible dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application, to provide even greater fire protection capability.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of Ansul 3% Protein Foam Concentrate is measured against specifications and standards such as Underwriters Laboratories Standard UL 162, latest edition.

Foaming Properties – When used with fresh or salt water or water of any hardness at the correct dilution and with most conventional foam making equipment, the expansion ratio will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Air aspirating discharge devices produce expansion ratios from 8 to 1 to 12 to 1 depending primarily on type and flow rate. In general, the higher the flow rate the higher the expansion ratio. Thus, monitors and foam chambers normally produce higher expansion ratios than foam water sprinkler heads and hand held type nozzles.

ANSUL FIRE PROTECTION
MARINETTE, WI 54143-2542
715-735-7411

EXTINGUISHING AGENT DATA SHEET

Typical expansion ratios for foam chambers are in the range of 5 to 1 to 7 to 1, and for foam water sprinkler heads in the range of 3 to 1 to 6 to 1.

Typical Physiochemical Properties at 68 °F (20 °C)

Type	3%
Specific Gravity	1.15
pH	7.0
Viscosity	12
Freezing Point	5 °F (–15 °C)

Proportioning – 3% Protein Foam Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioners
3. Around the pump type proportioners
4. Fixed or portable in-line venturi type proportioners
5. Hand line nozzles with fixed induction/pick up tubes

The minimum and maximum usable temperatures for Ansul 3% Protein Foam Concentrate with this equipment is: 20 °F (–6.7 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) within the temperature limits specified, or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system, the shelf life of Ansul 3% Protein Foam Concentrate is generally in excess of 10 years. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable.

Compatibility – There are no specifications or standards which address the subject of compatibility of different manufacturer brands of protein foam concentrates. In an emergency or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates, they may be mixed together in the same storage vessel.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF and protein base should not be mixed under any circumstances.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, Ansul 3% Protein Foam Concentrate should be inspected periodically.

Form No. F-93203

3% REGULAR PROTEIN FOAM CONCENTRATE

Please refer to the Field Inspection Manual for detailed procedures how to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur. In the latter case, Ansul recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

Ansul 3% Protein Foam Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

Federal Republic of Germany Approval No. PL-6/58 (KE 3)

Underwriters Laboratories, Inc. – U.L. Standard 162 EX 3245, EX 3125 (latest edition)

1. Foam Quality Test
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Test of shipping containers
5. Class B Hydrocarbon fuel fire tests using foam water sprinkler (both upright and pendent approvals)

It is impractical for Ansul to list its 3% Protein Foam Concentrate with every piece of U.L. listed hardware. Moreover there are numerous foam hardware components without U.L. listings that cannot be listed for use with any protein foam agent.

Many unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where Ansul 3% foam concentrate may be used with hardware components of significantly different types than those tested, contact Ansul for recommendations.

ORDERING INFORMATION

Part No. Description

73971	3% Protein Foam – 5 gallon
73970	3% Protein Foam – 55 gallon (208 L)

Shipping Weight:
5 gal. (19 L) pail – 51 lbs. (23.1 kg)
55 gal. (208 L) drum – 579 lbs. (262.6 kg)

Cube:
5 gal. (19 L) pail – 1.08 cu. ft. (.0305 m³)
55 gal. (208 L) drum – 11.33 cu. ft. (.3208 m³)

ANSUL is a registered trademark.

©1993 Wormald U.S., Inc. Litho in U.S.A.

ANSUL®

DESCRIPTION

Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate is formulated from hydrolyzed protein, fluorochemical surfactants, foam stabilizers (metal salts), bactericide, corrosion inhibitors, freezing point depressants and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and space.

It is intended for use as a 3% proportioned solution either in fresh, salt or hard water. The correct proportioning ratio is 3 parts of concentrate to 97 parts of water.

Two fire extinguishing mechanisms are in effect when using Ansul 3% Fluoroprotein Foam. First, a foam blanket is formed which works to prevent the release of fuel vapor. Second, the water content of the foam provides a cooling effect.

APPLICATION

Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate is intended for use on Class B hydrocarbon fuels having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc. It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone and methyl ethyl ketone. This concentrate can be used only with air aspirating type discharge devices.

Its wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can also be used with foam compatible dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application, to provide even greater fire protection capability.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate is measured against specifications and standards such as Underwriters Laboratories Standard UL 162, latest edition.

Foaming Properties – When used with fresh or salt water or water of any hardness at the correct dilution and with most conventional foam making equipment, the expansion ratio will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Air aspirating discharge devices produce expansion ratios from 6 to 1 to 12 to 1 depending primarily on type and flow rate. In general, the higher the flow rate the higher the expansion ratio. Thus, monitors and foam chambers normally produce higher expansion ratios than foam water sprinkler heads and hand held type nozzles.

ANSUL FIRE PROTECTION
MADISON, WI 53713-2542
715-735-7411

EXTINGUISHING AGENT DATA SHEET

Typical expansion ratios for foam chambers are in the range of 5 to 1 to 7 to 1, and for foam water sprinkler heads in the range of 3 to 1 to 6 to 1. Subsurface injection is a special case where generally speaking, expansion ratios of 2 to 1 to 3 to 1 are preferred but up to 4 to 1 is also effective.

Typical Physiochemical Properties at 68 °F (20 °C)

Type	3%
Specific Gravity	1.15
pH	7.0
Viscosity	21
Freezing Point	5 °F (-15 °C)

Proportioning – 3% Fluoroprotein Foam Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioners
3. Around the pump type proportioners
4. Fixed or portable in-line venturi type proportioners
5. Hand line nozzles with fixed induction/pick up tubes

The minimum and maximum usable temperatures for Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate with this equipment is: 20 °F (-6.7 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) within the temperature limits specified, or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system, the shelf life of Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate is generally in excess of 10 years. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable.

Compatibility – There are no specifications or standards which address the subject of compatibility of different manufacturer's brands of fluoroprotein foam concentrates. In an emergency or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates, they may be mixed together in the same storage vessel.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF and fluoroprotein base should not be mixed under any circumstances.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, Ansul 3% Fluoroprotein Foam

Form No. F-93202

3% FLUOROPROTEIN FOAM CONCENTRATE

Concentrate should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual for detailed procedures how to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur. In the latter case, Ansul's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

Ansul 3% Fluoroprotein Foam Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

Federal Republic of Germany Approval No. PL-1/82 (KEF 3)

Underwriters Laboratories, Inc. – U.L. Standard 162 EX 3245, EX 3125 (latest edition)

1. Foam Quality Test
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Test of shipping containers
5. Class B Hydrocarbon fuel fire tests using foam water sprinkler (both upright and pendent approvals)
6. Subsurface Injection

It is impractical for Ansul to list its 3% Fluoroprotein Foam Concentrate with every piece of U.L. listed hardware. Moreover there are numerous foam hardware components without U.L. listings that cannot be listed for use with any fluoroprotein foam agent.

Many unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where Ansul 3% foam concentrate may be used with hardware components of significantly different types than those tested, contact Ansul for recommendations.

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description
73973	3% Fluoroprotein Foam – 5 gallon
73972	3% Fluoroprotein Foam – 55 gallon (208 L)

Shipping Weight:
5 gal. (19 L) pail – 51 lbs. (23.1 kg)
55 gal. (208 L) drum – 555 lbs. (262.6 kg)

Cube:
5 gal. (19 L) pail – 1.08 cu. ft. (.0305 m³)
55 gal. (208 L) drum – 11.33 cu. ft. (.3208 m³)

ANSUL is a registered trademark.

©1993 Wormald U.S., Inc. Litho in U.S.A.

ANSULITE® 1% AQUEOUS FILM-FORMING FOAM (AFFF) CONCENTRATE

Data/Specifications

ANSUL

DESCRIPTION

ANSULITE® 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is formulated from specially fluorocarbon and hydrocarbon surfactants along with solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume. It is intended for use as a 1% proportioned solution in fresh, salt or hard water. It may also be used and stored as a 1% premixed solution in fresh or potable water only. The correct proportioning or mixture ratio is 1 part concentrate to 99 parts of water. Three fire extinguishment mechanisms are in effect when using ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate. First, an aqueous film is formed which works to help prevent the release of fuel vapor. Second, the foam blanket from which the film-forming liquid drains effectively excludes oxygen from the fuel surface. Third, the water content of the foam provides a cooling effect.

TYPICAL PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AT 77 °F (25 °C)

Appearance	Clear Pale Yellow Liquid
Density	1.03 ± 0.01 g/ml
pH	7.5 ± 0.5
Refractive Index	1.3880 ± 0.0015
Spreading Coefficient	3.0 – 6.0

APPLICATION

ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) concentrate is intended for use on Class B hydrocarbon fuel fires having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc. **It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone, and methyl ethyl ketone.** It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices because of the low energy required to make it foam.

Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability.

FIRE PERFORMANCE

The fire performance of ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is measured against specifications and standards such as U.S. Military Specification MIL-F-24385B and Underwriters Laboratories Standard UL 162 – 5th Edition. Reports covering this fire performance are available on request since standards and specifications such as those cited are continuously being upgraded and changed.

FOAMING PROPERTIES

When used with fresh or salt water or water of any hardness, at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 6:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating device and flow rate. Subsurface injection generally produces expansion ratios of 2:1 to 3:1. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

PROPORTIONING

ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate can be proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank proportioner
3. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
4. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

STORAGE/SHELF LIFE

When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system and within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE AFFF 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable.

COMPATIBILITY

ANSUL has conducted testing with admixtures of different manufacturers' AFFF products in varying proportions and is satisfied that the ANSULITE 1% AFFF is compatible with these products. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 48 for a more detailed discussion of compatibility.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF, protein base, etc., should not be mixed under any circumstances.

MATERIALS OF CONSTRUCTION COMPATIBILITY

Tests have been performed with ANSULITE 1% AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please first consult ANSUL for specific guidelines concerning materials of constructions.

INSPECTION

As with any fire extinguishing agent, ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, Ansul Part No. 31274, for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur such as are described in Ansul Technical Bulletin No. 54. In such cases, ANSUL's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

Underwriters Laboratories Inc. –

U.L. Standard 162 EX 3933 (7th Ed.)

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Tests of Shipping Containers
5. Class B Hydrocarbon Fuel Sprinkler Tests (Foam water and standard type both upright and pendent approvals)
6. Subsurface Injection at 1% Proportioning

It is impractical for ANSUL to list its ANSULITE 1% agents with every piece of U.L. listed hardware. Moreover, there are numerous foam hardware components without U.L. listings that cannot be listed for use with any AFFF agent.

Many unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where ANSULITE 1% may be used with hardware components of significantly different types than those tested, contact ANSUL for recommendations.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE 1% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is available in pails, drums, or bulk shipment.

Part No. 55804	5 gallon pail
Part No. 55811	55 gallon drum
► Part No. 432160	265 gallon tote
Part No. 56083	Bulk

Shipping Weight:

- 5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)
- 55 gal. (208.1 L) drum – 495 lbs. (224.5 kg)
- 265 gal. (1000 L) tote – 2465 lb. (1118 kg)

Cu. ft.:

- 5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0353 m³)
- 55 gal. (208.1 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)
- 265 gal. (1000 L) tote – 31.50 cu. ft. (.8920 m³)

ANSUL and ANSULITE are trademarks of Ansul Incorporated or its affiliates.



Tyco Safety Products
Marinette, WI 54143-2542

715-735-7411
www.ansul.com

©2005 Ansul Incorporated
Form No. F-81207-4

ANSULITE® 3% (AFC-3A) AFFF CONCENTRATE

Data/Specifications



DESCRIPTION

ANSULITE® 3% (AFC-3A) AFFF (Aqueous Film-Forming Foam) Concentrate is formulated from specialty fluorochemical and hydrocarbon type surfactants along with solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume.

It is intended for use as a 3% proportioned solution in fresh, salt or hard water. It may also be used and stored as a 3% premixed solution in fresh or potable water only. The correct proportioning or mixture ratio is 3 parts of concentrate to 97 parts of water.

Three fire extinguishment mechanisms are in effect when using ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate. First, an aqueous film is formed which works to help prevent the release of fuel vapor. Second, the foam blanket from which the film-forming liquid drains effectively excludes oxygen from the fuel surface. Third, the water content of the foam provides a cooling effect.

Typical Physicochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Colorless to Pale Yellow Liquid
Density	1.026 g/ml ± 0.020
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3490 ± 0.0025
Surface Tension (3% Solution)	18 ± 1 dynes/cm
Viscosity	2.9 ± 1 centistokes

APPLICATION

ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate is intended for use on Class B hydrocarbon fuel fires having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc. **It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone, and methyl ethyl ketone.** It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices because of the low energy required to make it foam.

Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate is measured against specifications and standards such as U.S. Military Specification MIL-F-24385 **but is not on the Qualified Product List (QPL).** ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate has also been tested to Underwriters Laboratories Standard 162. Reports covering this fire performance are available on request since standards and specifications such as those cited are continuously being upgraded and changed.

Foaming Properties – When used with fresh or salt water or water of any hardness, at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 6:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating nozzle and flow rate. Subsurface injection is a special case where generally expansion ratios of 2:1 to 3:1 are preferred but up to 4:1 is allowed. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioners
3. Around the pump type proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperatures for ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Concentrates are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable. Mixing after freeze thaw cycling is recommended.

Compatibility – Certain specifications such as U.S. Military Specification MIL-F-24385 require that products placed on the Qualified Products List (QPL) for that specification demonstrate performance compatibility in all mixture proportions.

With regard to non-qualified (QPL) AFFF type concentrates, they should only be mixed in an emergency, or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 48 for a more detailed discussion of compatibility.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF, protein base, etc., should not be mixed under any circumstances.

Materials of Construction Compatibility – Tests have been performed with ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with ANSUL foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please **first** consult ANSUL Fire Protection for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form should be inspected periodically. NFPA 11 "Standard for Low Expansion Foam and Combined Agent Systems" requires that foam concentrate samples be submitted to the manufacturer or other qualified laboratory for quality condition testing at least annually. Contact ANSUL for further information on annual inspection.

APPROVALS AND LISTING

ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

- Underwriters Laboratories Inc. – UL Standard 162
 1. Foam Quality Tests
 2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
 3. Foam Identification Tests
 4. Tests of Shipping Containers
 5. Class B Hydrocarbon Fuel Sprinkler Tests (Foam water and standard type both upright and pendent approvals)

Factory Mutual Research Corporation – Approval Guide

It is impractical for ANSUL to list its ANSULITE 3% AFFF Concentrate with every piece of UL listed hardware. Moreover, there are numerous foam hardware components without UL listings that cannot be listed for use with any AFFF concentrate.

Many unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where ANSULITE 3% AFFF Concentrate may be used with hardware components of significantly different types than those tested, contact ANSUL for recommendations.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE 3% (AFC-3A) AFFF Concentrate is available in pails, drums, totes, or bulk shipment.

- | | |
|-------------------|--|
| Part No. 55800 | 5 gallon pail |
| Part No. 55809 | 55 gallon drum |
| ► Part No. 431499 | 265 gallon tote |
| ► Part No. 26700 | Bulk (contact ANSUL about domestic truckload delivery) |

Shipping Weight:

- 5 gal (19 L) pail – 45 lb (20.4 kg)
- 55 gal (208.1 L) drum – 495 lb (224.5 kg)
- 265 gal (1000 L) tote – 2465 lb (1118 kg)

Cube:

- 5 gal (19 L) pail – 1.25 ft³ (0.0353 m³)
- 55 gal (208.1 L) drum – 11.83 ft³ (0.3350 m³)
- 265 gal (1000 L) tote – 50.05 ft³ (1.42 m³)

ANSUL and ANSULITE are trademarks of Ansul Incorporated or its affiliates.



tyco

Ansul Incorporated
Marinette, WI 54143-2542

715-735-7411
www.ansul.com

Copyright ©2007 Ansul Incorporated
Form No. F-83124-6

ANSUL®

DESCRIPTION

ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is formulated from specialty fluorocarbon and hydrocarbon surfactants along with solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and space.

It is intended for use as a 6% proportioned solution in fresh, salt or hard water. (Water hardness should not exceed 500 ppm expressed as calcium and magnesium.) It may also be used and stored as a 6% pre-mixed solution in fresh or potable water only. The correct proportioning or mixture ratio is 6 parts of concentrate to 94 parts of water.

Three fire extinguishment mechanisms are in effect when using ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate. First, an aqueous film is formed which works to help prevent the release of fuel vapor. Second, the foam blanket from which the film-forming liquid drains effectively excludes oxygen from the fuel surface. Third, the water content of the foam provides a cooling effect.

Physicochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Clear Colorless Liquid
Density	1.018 gm/ml $\pm$.01
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3530 $\pm$.0070

APPLICATION

ANSULITE 6% Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) concentrate is intended for use on Class B hydrocarbon fuel fires having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc.

It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone, and methyl ethyl ketone. It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices because of the low energy required to make it foam.

Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability.

EXTINGUISHING AGENT DATA SHEET

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is measured against specifications and standards such as U.S. Military Specification

MIL-F-24385B but is not on the Qualified Product List (QPL). ANSULITE 6% (AFC-3) AFFF Concentrate has been tested to Underwriters Laboratories Standard 162 (Latest Edition). Reports covering this fire performance are available on request since standards and specifications such as those cited are continuously being upgraded and changed.

Foaming Properties – When used with fresh, salt, or hard water at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 6:1 to 10:1 depending primarily on type and flow rate. Subsurface injection generally produces expansion ratios of 2:1 to 3:1. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate can be proportioned easily at the correct dilution using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioner
3. Around-the-pump type proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperatures for ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system and within the temperature limits specified the shelf life of ANSULITE AFFF 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is about 20-25 years.

ANSULITE® 6% (AFC-3) AQUEOUS FILM-FORMING FOAM (AFFF) CONCENTRATE

The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable.

Compatibility – Ansul has conducted testing with admixtures of different manufacturers 6% AFFF products in varying proportions and is satisfied that the ANSULITE 6% AFFF is compatible with these products. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 48 for a more detailed discussion of compatibility.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF, protein base, etc., should not be mixed under any circumstances.

Materials of Construction Compatibility – Tests have been performed with ANSULITE 6% (AFC-3) AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel black pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please first consult Ansul Fire Protection for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, Ansul Part No. 31274, for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur, such as are described in Ansul Technical Bulletin No. 54. In such cases, Ansul's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

ANSULITE 6% (AFC-3) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

Underwriters Laboratories Inc. – U.L.
Standard 162 – EX 3125 (Latest Edition)

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Tests of Shipping Containers
5. Class B Hydrocarbon Fuel Sprinkler Test (Foam water type both upright and pendant approvals only)

ORDERING INFORMATION

ANSULITE AFFF 3% Freeze Protected Concentrate is available in 5 gallon containers – Part No. 54783 and 55 gallon drums – Part No. 54892.

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)

55 gal. (208.1 L) drum – 495 lbs. (224.5 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0353 m³)

55 gal. (208.1 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)

ANSUL and ANSULITE are registered trademarks.

ANSULITE® PREMIUM 3% (AFC-5-A) AQUEOUS FILM-FORMING FOAM (AFFF) CONCENTRATE

Data/Specifications



DESCRIPTION

ANSULITE® 3% (AFC-5-A) Premium AFFF Concentrate is formulated from specialty fluorochemical and hydrocarbon type surfactants along with solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and space.

It is intended for use as a 3% proportioned solution in fresh, salt or hard water. (Water hardness should not exceed 500 ppm expressed as calcium and magnesium.) It may also be used and stored as a 3% premixed solution in fresh or potable water only. The correct proportioning or mixture ratio is 3 parts of concentrate to 97 parts of water.

Three fire extinguishment mechanisms are in effect when using ANSULITE 3% AFFF (AFC-5-A). First, an aqueous film is formed which works to help prevent the release of fuel vapor. Second, the foam blanket from which the film-forming liquid drains effectively excludes oxygen from the fuel surface. Third, the water content of the foam provides a cooling effect.

Typical Physicochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Clear Pale Yellow Liquid
Density	1.019 gm/ml ± .005
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3640 ± .0010
Spreading Coefficient	5.6 ± 1.2

APPLICATION

ANSULITE 3% Premium AFFF (AFC-5-A) is intended for use on Class B hydrocarbon fuel fires having low water solubility such as various crude oils, gasoline, diesel fuels, aviation fuels, etc. It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone, and methyl ethyl ketone. It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices because of the low energy required to make it foam.

Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE 3% Premium AFFF is measured against specifications and standards such as U.S. Military Specification MIL-F-24385F (latest amendment) and Underwriters Laboratories Standard UL 162 – 5th Edition. Reports covering this fire performance are available on request since standards and specifications such as those cited are continuously being upgraded and changed.

Foaming Properties – When used with fresh, salt or hard water at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 6:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating nozzle and flow rate. In general the higher the flow rate the higher the expansion ratio. Thus monitors and foam chambers normally produce higher expansion ratios than foam water sprinkler heads and hand held type nozzles. Subsurface injection is a special case where generally expansion ratios of 2:1 to 3:1 are preferred but up to 4:1 is allowed. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – ANSULITE 3% AFFF (AFC-5-A) concentrate can be proportioned easily at the correct dilution using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioners
3. Around-the-pump type proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperatures for ANSULITE 3% AFFF AFC-5-A in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system and within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE 3% AFFF AFC-5-A is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable. Upon thawing, gentle mixing to ensure a homogeneous solution is recommended.

Compatibility – Certain specifications such as U.S. Military Specification MIL-F-24385F (latest amendment) require that products placed on the Qualified Products List (QPL) for that specification demonstrate performance compatibility in all mixture proportions. ANSULITE 3% AFFF (AFC-5-A) which is on the QPL for this specification is therefore compatible with any other product qualified under that specification or preceding versions of this specification.

With regard to other non-qualified (QPL) AFFF type concentrates, they should only be mixed in an emergency, or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 48 for a more detailed discussion of compatibility.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF, protein base, etc., should not be mixed under any circumstances.

Materials of Construction Compatibility – Tests have been performed with ANSULITE 3% (AFC-5-A) AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with ANSUL foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please first consult Ansul Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE 3% AFFF, whether in the concentrate or pre-mixed form should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, Ansul Part No. 31274, for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur, such as are described in Ansul Technical Bulletin No. 54. In such cases, ANSUL's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTING

ANSULITE 3% AFFF concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

U.S. Military Specification – MIL-F-24385F with latest amendments and listed on QPL 24385 issued by U.S. Navy (NAVSEA).

Underwriters Laboratories Inc. – U.L. Standard 162 – EX 3125 (5th Ed.)

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Tests of Shipping Containers
5. Class B Hydrocarbon Fuel Sprinkler Tests (Standard type both upright and pendant approvals only).
6. Subsurface Injection

It is impractical for ANSUL to list its ANSULITE 3% agents with every piece of U.L. listed hardware. Moreover, there are numerous foam hardware components without U.L. listings that can not be listed for use with any AFFF agent.

Unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where ANSULITE 3% may be used with hardware components of significantly different types than those tested, contact ANSUL for recommendations.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE 3% (AFC-5-A) is available in pails, drums or bulk shipment.

Part No. 68122 – 5 gallon pail

Part No. 68123 – 55 gallon drum

Part No. 68119 – Bulk shipment

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)

55 gal. (208.1 L) drum – 495 lbs. (224.5 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0353 m³)

55 gal. (208.1 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)

ANSUL and ANSULITE are registered trademarks of Ansul Incorporated or its affiliates.



Tyco Safety Products
Marinette, WI 54143-2542

715-735-7411
www.ansul.com

©2005 Ansul Incorporated
Form No. F-83125-G

ANSULITE® PREMIUM 6% (AFC-5) AQUEOUS FILM-FORMING FOAM (AFFF) CONCENTRATE

Data/Specifications



DESCRIPTION

ANSULITE® 6% (AFC-5) Premium AFFF Concentrate is formulated from specially fluorochemical and hydrocarbon surfactants along with solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and space.

It is intended for use as a 6% proportioned solution in fresh, salt or hard water. (Water hardness should not exceed 500 ppm expressed as calcium and magnesium.) It may also be used and stored as a 6% premixed solution in fresh or potable water only. The correct proportioning or mixture ratio is 6 parts of concentrate to 94 parts of water.

Three fire extinguishment mechanisms are in effect when using ANSULITE 6% AFFF (AFC-5) Concentrate. First, an aqueous film is formed which works to help prevent the release of fuel vapor. Second, the foam blanket from which the film-forming liquid drains effectively excludes oxygen from the fuel surface. Third, the water content of the foam provides a cooling effect.

Physiochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Clear Pale Yellow Liquid
Density	1.009 gm/ml $\pm$.005
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3600 $\pm$.0020
Spreading Coefficient	5.5 $\pm$ 1.2

APPLICATION

ANSULITE 6% Premium AFFF (AFC-5) is intended for use on Class B hydrocarbon fuel fires having low water solubility such as various crude oils, gasolines, diesel fuels, aviation fuels, etc. **It is not suitable for use on fuels having appreciable water solubility (polar solvents), i.e., methyl and ethyl alcohol, acetone, methyl ethyl ketone.** It can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices because of the low energy required to make it foam.

Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well. It can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE 6% Premium AFFF Concentrate is measured against specifications and standards such as U.S. Military Specification MIL-F-24385 (latest amendment) and Underwriters Laboratories Standard UL 162 – 5th Edition. Reports covering this fire performance are available on request since standards and specifications such as those cited are continuously being upgraded and changed.

Foaming Properties – When used with fresh, salt or hard water, at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 6:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating device and flow rate. Subsurface injection generally produces expansion ratios of 2:1 to 3:1. Non-aspirating devices such as handline water fog nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – ANSULITE 6% Premium AFFF Concentrate can be proportioned easily at the correct dilution using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioner
3. Around-the-pump type proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for ANSULITE 6% Premium AFFF (AFC-5) Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system and within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE Premium 6% AFFF (AFC-5) Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable. Mixing after freeze thaw cycling is recommended.

Compatibility – Certain specifications such as U.S. Military Specification MIL-F-24385 (latest amendment) require that products placed on the Qualified Products List (QPL) for that specification demonstrate performance compatibility in all mixture proportions. ANSULITE 6% AFFF (AFC-5) Concentrate which is on the QPL for this specification is therefore compatible with any other product qualified under that specification or preceding versions of this specification.

With regard to other non-qualified (QPL) AFFF type concentrates, they should only be mixed in an emergency, or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 48 for a more detailed discussion of compatibility.

Different types of foam concentrates, i.e., AFFF, protein base, etc., should not be mixed under any circumstances.

Materials of Construction Compatibility – Tests have been performed with ANSULITE 6% (AFC-5) AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. 90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansul foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please **first** consult Ansul Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE Premium 6% (AFC-5) AFFF Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, Ansul Part No. 31274, for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur such as are described in Ansul Technical Bulletin No. 54. In such cases, ANSUL's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTING

ANSULITE Premium 6% (AFC-5) AFFF Concentrate is approved, qualified under, listed or meets the requirements of the following specifications and standards:

U.S. Military Specification – MIL-F-24385 with latest amendments and listed on QPL 24385 issued by U.S. Navy (NAVSEA).

Underwriters Laboratories, Inc. – UL Standard 162 – EX 3125 (5th Ed.).

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Foam Identification Tests
4. Tests of Shipping Containers

It is impractical for ANSUL to list its ANSULITE 6% agents with every piece of U.L. listed hardware. Moreover, there are numerous foam hardware components without U.L. listings that cannot be listed for use with any foam agent.

Many unlisted pieces of foam hardware should be similar to those listed. However, on installations where ANSULITE 6% Foam Concentrate may be used with hardware components of significantly different design than those tested, contact ANSUL for recommendations.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE 6% (AFC-5) Aqueous Film-Forming Foam (AFFF) Concentrate is available in pails, drums, or bulk shipment.

Part No. 68120 5 gallon pail
Part No. 68121 55 gallon drum
Part No. 68118 Bulk

Shipping Weight:
5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)
55 gal. (208.1 L) drum – 495 lbs. (224.5 kg)

Cube:
5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0353 m³)
55 gal. (208.1 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)

ANSUL and ANSULITE are trademarks of Ansul Incorporated or its affiliates.



tyco Fire & Security

Tyco Safety Products
Marinette, WI 54143-2542

715-735-7411
www.ansul.com

©2005 Ansul Incorporated
Form No. F-83127-4

ANSUL®

DESCRIPTION

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant AFFF Concentrate is formulated using a newly patented and proprietary technology. The foam concentrate has a dramatically reduced viscosity as compared to other listed polar-solvent type AFFF concentrates on the market. This reduced viscosity enhances performance in all types of foam proportioning equipment including in-line eductors, balanced pressure systems, and built-in systems aboard CFR vehicles.

Additionally, the fire fighting performance of ANSULITE 3x3 Low Viscosity Foam is superior to other 3% foam concentrates. This includes the blended gasoline additive Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) which is being used worldwide as an oxygenate to make gasoline cleaner burning.

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Concentrate offers many distinct advantages for ease of use and represents a continued commitment to quality by improving the first agent listed by Underwriters Laboratories for use as a 3% concentrate on both polar solvent and hydrocarbon fuels.

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is formulated from special fluorochemical and hydrocarbon surfactants, a high molecular weight polymer, and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume.

It is intended for use as a 3% proportioned solution on both polar solvent and hydrocarbon fuels in fresh, salt or hard water. It may also be stored and used as a premixed solution in fresh water only.

There are three fire extinguishing mechanisms in effect when using ANSULITE 3x3 Low Viscosity solution on either a conventional Class B hydrocarbon fuel such as gasoline, diesel fuel, etc., or a Class B polar solvent (water miscible fuel) such as methyl alcohol, acetone, etc. First, an aqueous film is formed in the case of a conventional hydrocarbon fuel, or a polymeric membrane in the case of a polar solvent fuel. This film or membrane forms a barrier to help prevent the release of fuel vapor. Second, regardless of the fuel type, a foam blanket is formed which excludes oxygen and from which drains the liquids that form the film or the polymeric membrane. Third, the water content of the foam produces a cooling effect.

EXTINGUISHING AGENT DATA SHEET

Typical Physiochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Off White Gelled Liquid
Density	1.02 ± 0.01 g/ml
pH	7.0 – 8.0
Refractive Index	1.3565 ± 0.0015
Viscosity	1500 ± 500 cps*
Spreading Coefficient	3.5 – 5.5

*Brookfield Viscometer Spindle #4, Speed 30

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is a non-Newtonian fluid that is both pseudoplastic and thixotropic. Because of these properties, dynamic viscosity will decrease as shear increases.

APPLICATION

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is unique among the ANSULITE AFFF agents in that it can be used on either conventional Class B fuel or the polar solvent type Class B fuels. Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well.

APPLICATION RATES

Application Rates using U.L. 162 Standard 50 ft.² Fire Test on representative hydrocarbon and polar solvent fuels are listed below.

U.L. Type II Application⁽¹⁾ – Polar Solvents

Fuel Group	Concentration	Minimum Recommended Application Rate	
		gpm/ft. ²	(Lpm /m ²)
Alcohols			
Methanol (MeOH)	3%	.10	(4.1)
Ethanol (EtOH)	3%	.10	(4.1)
Isopropanol (IPA)	3%	.15	(6.1)
Tertiary Butyl Alcohol (TBA)	3%	.19	(7.7)
Ketones			
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	3%	.10	(4.1)
Acetone	3%	.15	(6.1)
Methyl Isobutyl Ketone (MIBK)	3%	.15	(6.1)
Amines			
Ethylene Diamine	3%	.10	(4.1)
Ethers			
Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)	3%	.13	(5.3)
MTBE Blended Gasoline ⁽²⁾	3%	.10	(4.1)
Ethyl Tertiary Butyl Ether	3%	.14	(5.7)
Tetrahydrofuran (THF)	3%	.20	(8.2)
U.L. Type III Application⁽³⁾ – Hydrocarbons			
Heptane	3%	.10	(4.1)

(1) TYPE II DISCHARGE OUTLET – A device that delivers foam onto the burning liquid and partially submerges the foam or procedures restricted agitation of the surface as described in U.L. 162.

(2) MTBE (17.8%)/Regular Unleaded Gasoline (82.2%) Blend

(3) TYPE III DISCHARGE OUTLET – A device that delivers the foam directly onto the burning liquid as described in U.L. 162.

ANSULITE® 3x3 LOW VISCOSITY ALCOHOL RESISTANT CONCENTRATE

Because of the low energy required to make foam, it can be used with both aspirating and nonaspirating discharge devices.

To provide even greater fire protection capability, it may be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application. Due to the velocity of the dry chemical discharge, care must be taken not to submerge the polymeric membrane below the fuel surface.

A unique application for ANSULITE 3x3 Low Viscosity foam is vapor mitigation for hazardous burning compounds including burning acids. Recent tests on oleum and chlorosulfonic acids conducted in conjunction with Du Pont at a DOE testing facility in Nevada found the foam to be very effective when applied through medium expansion nozzles such as the Ansul Model KR-M2 and KR-M4. In addition, the concentrate is ideally suited for situations involving flammable liquid spills where prolonged vapor suppression is desirable in advance of the spill clean up.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is measured primarily against Underwriters Laboratories Standard 162 (Latest Revision).

Foaming Properties – When used with fresh, salt or hard water at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of 5:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating device and flow rate. Nonaspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1. Medium expansion discharge devices produce typical expansion ratios between 20:1 to 60:1 depending primarily upon type of device and operating conditions.

Proportioning – ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank proportioner
3. Around-the-pump proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for ANSULITE 3x3 Low Viscosity Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer and within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF agents are discussed in detail in Ansol Technical Bulletin No. 54. Freezing of the product should be avoided. If, however, the product is frozen during transport or storage, it must be thawed and inspected for signs of separation. If separation has occurred, the product must be mechanically mixed until homogeneous.

When the concentrate is to be stored in an atmospheric storage tank, a 1/8 to 1/4 in. (3 – 6 mm) layer of mineral oil should be added to seal the concentrate and minimize the effects of evaporation.

Compatibility – Since ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is a unique blend of surfactants, high molecular weight polymers, and solvents; it is recommended that ANSULITE 3x3 Low Viscosity Concentrate should not be mixed with any other foam concentrates. Consult Ansol Incorporated with any questions of compatibility.

Materials of Construction Compatibility –

Tests have been performed with ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel “black” pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansol Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansol foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please **first** consult Ansol Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. NFPA 11 “Standard for Low Expansion Foam and Combined Agent Systems” requires that foam concentrate samples be submitted to the manufacturer or other qualified laboratory for quality condition testing at least annually. Contact Ansol for further information on annual inspection.

APPROVALS AND LISTINGS

Underwriters Laboratories successfully tested ANSULITE 3x3 Low Viscosity Concentrate to the requirements contained in U.L. Standard 162, “Standard for Air-Foam Equipment and Liquid Concentrates.” To receive the U.L. listing, the following tests had to be performed successfully:

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Class B Polar Solvent Fuel Fire Tests
4. Foam Identification Tests
5. Tests of Shipping Containers
6. Class B Hydrocarbon and Polar Solvent Fuel Sprinkler Tests (Standard type both upright and pendent)

Besides determining agent characteristics, Underwriters Laboratories lists ANSULITE 3x3 Concentrate for use with specific hardware components that also carry the U.L. listing. To obtain these listings, Ansol selected various hardware components from the major U.S. manufacturers of foam hardware.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE 3x3 Low Viscosity Alcohol Resistant Concentrate is available in pails, drums or bulk shipment.

Part No. 416493	5 gallon pail
Part No. 416495	55 gallon drum
Part No. 429741	275 gallon tote container
Part No. 416607	Bulk

Shipping Weight:
5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)
55 gal. (208.2 L) drum – 495 lbs. (224.5 kg)
275 gal. (1041 L) tote – 2463 lbs. (1117 kg)

Cube:
5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0354 m³)
55 gal. (208.2 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)
275 gal. (1041 L) tote – 31.50 cu. ft. (.8920 m³)

ANSUL and ANSULITE are registered trademarks.

ANSUL®**EXTINGUISHING
AGENT
DATA SHEET****ANSULITE®
ALCOHOL
RESISTANT
CONCENTRATE
(ARC) 3% AND
6% AFFF
CONCENTRATE****DESCRIPTION**

ANSULITE ARC 3%/6% Alcohol Resistant Concentrate is formulated from special fluorochemical and hydrocarbon surfactants, a high molecular weight polymer, and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume.

It is intended for use as a 3% or 6% proportioned solution (depending on the type of fuel) in fresh, salt or hard water. (Water hardness should not exceed 500 ppm expressed as calcium and magnesium.) It may also be used and stored as a premixed solution in fresh or potable water for use with the Ansul Model AR-33-D wheeled fire extinguisher.

There are three fire extinguishing mechanisms in effect when using ANSULITE ARC concentrate on either a conventional Class B hydrocarbon fuel such as gasoline, diesel fuel, etc., or a Class B polar solvent (water miscible fuel) such as methyl alcohol, acetone, etc. First, an aqueous film is formed in the case of a conventional hydrocarbon fuel, or a polymeric membrane in the case of a polar solvent fuel. This film or membrane forms a barrier to help prevent the release of fuel vapor. Second, regardless of the fuel type, a foam blanket is formed which excludes oxygen and from which drains the liquids that form the film or the polymeric membrane. Third, the water content of the foam produces a cooling effect.

**Physiochemical Properties at 77 °F
(25 °C)**

Appearance	Light Amber Gel-Like Liquid
Density	0.985 ± 0.050 gm/ml
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3600 ± .0020
Viscosity	2200 ± 300 centipoise*
Spreading Coefficient	5.7 ± 1.5

*Brookfield Viscometer Spindle #4, Speed 30

ANSULITE ARC Alcohol Resistant Concentrate is a non-Newtonian fluid that is both pseudoplastic and thixotropic. Because of these properties, dynamic viscosity will decrease as shear increases.

APPLICATION

ANSULITE ARC 3%/6% AFFF is unique among the ANSULITE AFFF agents in that it can be used on either conventional Class B fuels or the polar solvent type Class B fuels. Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A Fires as well. Because of the low energy to make foam, it can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices.

To provide even greater fire protection capability, it can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability. Due to the velocity of the dry chemical discharge, care must be taken **not** to submerge the polymeric membrane below the fuel surface.

APPLICATION RATES

Application Rates using U.L. 162 Standard 50 ft.² Fire Test on representative hydrocarbon and polar solvent fuels are listed below.

U.L. Type II Application⁽¹⁾ – Polar Solvents

Fuel Group	Concentration	U.L. Test Application Rate		U.L. (2) Recommended Application Rate	
		gpm/ft. ²	(Lpm/m ²)	gpm/ft. ²	(Lpm/m ²)
Alcohol					
Methanol (MeOH)	6%	.06	(2.5)	.10	(4.1)
Ethanol (EtOH)	6%	.06	(2.5)	.10	(4.1)
Isopropanol (IPA)	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Ketone					
Acetone	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Carboxylic Acid					
Acetic Acid	6%	.10	(4.1)	.17	(6.9)
Aldehyde					
Propionaldehyde	6%	.10	(4.1)	.17	(6.9)
Ester					
Ethyl Acetate	6%	.06	(2.4)	.10	(4.1)
Butyl Acetate	6%	.06	(2.4)	.10	(4.1)

U.L. Type III Application⁽³⁾ – Hydrocarbons

Heptane	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
Toluene	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
Gasoline	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
10% Gasohol (EtOH)	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)

(1) TYPE II DISCHARGE OUTLET – A device that delivers foam onto the burning liquid and partially submerges the foam or produces restricted agitation of the surface as described in U.L. 162.

(2) U.L. builds in a 5/3 safety factor from its test rate to its recommended rate of application.

(3) TYPE III DISCHARGE OUTLET – A device that delivers the foam directly onto the burning liquid as described in U.L. 162.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of ANSULITE ARC 3%/6% AFFF is measured primarily against Underwriters Laboratories Standard 162, 5th Edition. There are no U.S. or foreign government specifications on this type of product.

Foaming Properties – When used with fresh, salt or hard water, at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 5:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating device and flow rate. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – ANSULITE Alcohol Resistant Concentrate (ARC) 3% and 6% AFFF Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioner
3. Around-the-pump proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for ANSULITE ARC 3%/6% Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer and within the temperature limits specified, the shelf life of ANSULITE ARC 3%/6% AFFF is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for ANSULITE AFFF Agents are discussed in detail in Ansol Technical Bulletin No. 54. Freezing of the product should be avoided. If, however, the product is frozen during transport or storage, it must be thawed and inspected for signs of separation. If separation has occurred, the product must be mechanically mixed until homogeneous.

When the concentrate is to be stored in an atmospheric storage tank, a 1/8 to 1/4 in. (3 – 6 mm) layer of mineral oil should be added to seal the concentrate and minimize the effects of evaporation.

Compatibility – Since ANSULITE Alcohol Resistant Concentrate (ARC) is a unique blend of surfactants, high molecular weight polymers, and solvents; it is recommended that Ansol Fire Protection be consulted before ANSULITE ARC concentrate is mixed with any other concentrates.

Materials of Construction Compatibility –

Tests have been performed with ANSULITE ARC Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansol Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansol foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please **first** consult Ansol Fire Protection for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, ANSULITE ARC Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, (Part No. 31274-01), for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur such as are described in Ansol Technical Bulletin No. 54. In such cases, Ansol's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

There are no military or federal specifications covering products such as ANSULITE ARC 3%/6% polar solvent AFFF type concentrates. However, ANSULITE ARC is approved by Det Norske Veritas (DNV) under Certificate Number F-4862.

Underwriters Laboratories successfully tested ANSULITE ARC 3%/6% AFFF to the requirements contained in the U.L. Standard 162, "Standard for Air Foam Equipment and Liquid Concentrates." To receive the U.L. listing, the following tests had to be performed successfully:

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Class B Polar Solvent Fuel Fire Tests
4. Foam Identification Tests
5. Tests of Shipping Containers
6. Class B Hydrocarbon and Polar Solvent Fuel Sprinkler Tests (Standard type both upright and pendent)
7. Subsurface Injection

Besides determining agent characteristics, Underwriters Laboratories lists ANSULITE ARC foam concentrate for use with specific hardware components that also carry the U.L. listing. To obtain these listings, Ansol selected various hardware components from the major U.S. manufacturers of foam hardware.

ORDERING INFORMATION

ANSULITE ARC 3%/6% Alcohol Resistant Concentrate is available in pails, drums, or bulk shipment.

Part No. 55797	5 Gallon Pail
Part No. 55808	55 Gallon Drum
Part No. 56084	Bulk

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail – 45 lbs. (20.4 kg)
55 gal. (208.1 L) drum – 495 lbs.
(224.5 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft.
(.0353 m³)
55 gal. (208.1 L) drum – 11.83 cu. ft.
(.3350 m³)

ANSUL and ANSULITE are registered trademarks.

ANSUL®

DESCRIPTION

Rockwood Jet-X foam concentrate is a synthetic based formulation comprised of hydrocarbon surfactants, solvents, and stabilizers for use with medium and high expansion foam generators. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume.

Jet-X foam concentrate can be used to produce foam with expansion ratios ranging from 50:1 to 1000:1 depending upon the type of generator and its operating pressure. It can be proportioned with fresh, salt or hard water. When used with Rockwood High Expansion Generators, recommended proportioning is at 2.75% (2.75 gallons Jet-X concentrate with 97.25 gallons water). When used with medium expansion foam nozzles, it is typically proportioned at a 2% concentration.

Typical Physicochemical Properties at 77 ° F (25 ° C)

Appearance	Clear Green Liquid
Density	1.023 g/ml
pH	6.9
Refractive Index	1.3646
Viscosity	8 cps

APPLICATION

Rockwood Jet-X foam concentrate is a tremendously flexible firefighting agent, used in fighting Class A, Class B, and LNG fires both indoors and outdoors. It is used only with air aspirating foam discharge devices except when used as a wetting agent on Class A fuels.

Jet-X foam concentrate, when used with high expansion generators, is capable of totally flooding large rooms and enclosures allowing it to effectively extinguish horizontal and vertical (three-dimensional) fires. High expansion foam is also effective in reducing vapor concentrations down wind from unignited LNG and other hazardous low boiling point gaseous products such as ammonia spills.

When used with medium expansion foam equipment, Jet-X foam forms a foam blanket which prevents the release of fuel vapor and also provides additional cooling due to the higher water content. Medium expansion foam has benefits in outdoor applications because the foam is less affected by wind conditions.

ANSUL INCORPORATED
MARINETTE, WI 54143-2542
715-735-7411

EXTINGUISHING AGENT DATA SHEET

It can be used with foam compatible dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application. However, rapid destruction of a medium or high expansion foam mass can be affected with certain dry chemical extinguishing agents such as those with monoammonium phosphate base.

PERFORMANCE

Foaming Properties – The performance of Jet-X foam concentrate will vary depending upon the performance characteristics of the equipment. Expansion ratios through high expansion generators typically are between 200:1 and 1000:1. For this reason, it is important for the proper design of a high expansion system that the Jet-X foam concentrate be specifically listed with the foam generators. Refer to the performance table listing expansion ratios of Jet-X high expansion generators used in conjunction with Jet-X foam concentrate (See Rockwood Jet-X Generator Data Sheet, Form F-93137). Medium expansion foam generators typically deliver expansion ratios between 50:1 and 200:1.

Proportioning – Rockwood Jet-X foam concentrate can be proportioned easily at the correct dilution using most conventional proportioning equipment such as:

- Balanced pressure bladder tank type proportioners
- Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment
- Fixed or portable in-line venturi (eductor) type proportioners
- Around the pump type proportioners

The minimum and maximum usable temperatures for Rockwood Jet-X foam concentrate in this equipment is 35 °F to 120 °F (1.7 °C to 49.0 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) and within the temperature limits specified, or in equipment recommended by the manufacturer as part of the foam system, the shelf life of Rockwood Jet-X Foam Concentrate is about 20 – 25 years. If the product is frozen during storage or transportation, thawing will render the product completely usable. Mixing after freeze thaw cycling is recommended.

Form No. F-93130-1

ROCKWOOD JET-X® FOAM CONCENTRATE

Compatibility – There are no specifications or standards which address the subject of compatibility of different manufacturers brands of multiple expansion foam concentrates. In an emergency or if the manufacturer has supporting test data to substantiate that the mixture meets the same requirements as the individual component concentrates, they may be mixed together in the same storage vessel.

Different types of foam concentrates, i.e., multiple expansion and protein base, should not be mixed under any circumstances.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, Rockwood Jet-X Foam Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. NFPA 11A "Standard for Medium and High Expansion Foam Systems" requires that foam concentrate samples be submitted to the manufacturer or other qualified laboratory for quality condition testing at least annually. Contact Ansul for further information on annual inspection.

APPROVALS AND LISTINGS

Rockwood Jet-X foam concentrate is Underwriters Laboratories (UL) Listed and Factory Mutual (FM) Approved with various foam hardware devices.

ORDERING INFORMATION

Rockwood Jet-X Foam Concentrate is available in pails, drums, or bulk shipment.

Part No. 420006	5 gallon pail
Part No. 420009	55 gallon drum
Part No. 431175	265 gallon tote container
Part No. 420206	Bulk

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail – 51 lbs. (23.1 kg)
55 gal. (208.2 L) drum – 577 lbs. (261.7 kg)
265 gal. (1041 L) tote – 2463 lbs. (1117 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail – 1.08 cu. ft. (.0305 cu. m)
55 gal. (208.1 L) drum – 11.33 cu. ft. (.3206 cu. m)
265 gal. (1003 L) tote – 31.50 cu. ft. (.8920 m ³)

ANSUL is a trademark of Ansul Incorporated or its affiliates.
JET-X is a registered trademark of Rockwood Systems Corporation.

©2002 Ansul Incorporated Litho in U.S.A.

THUNDERSTORM™ ATC 1x3, F-601A ALCOHOL-RESISTANT AFFF CONCENTRATE EXTINGUISHING AGENT



DATA/SPECIFICATIONS

DESCRIPTION

THUNDERSTORM™ ATC 1X3 Alcohol-Resistant AFFF Concentrate is formulated using a new and proprietary technology. The foam concentrate has a dramatically reduced viscosity as compared to other 1X3 listed polar-solvent type AFFF concentrates on the market. This reduced viscosity enhances performance in all types of foam proportioning equipment including in-line eductors, balanced pressure systems, and built-in systems aboard CFR vehicles.

Additionally, the firefighting performance of THUNDERSTORM ATC is superior to other AR/AFFF foam concentrates. This includes the blended gasoline additive Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) which is being used as an oxygenate to make gasoline cleaner burning. THUNDERSTORM ATC 1X3 Concentrate offers many distinct advantages for ease of use and represents a continued commitment to quality by improving the fire performance of this type of agent on gasoline products while still maintaining high performance levels on other hydrocarbons and polar fuels.

THUNDERSTORM ATC 1X3 Concentrate is formulated from special fluorochemical and hydrocarbon surfactants, high molecular weight polymers and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume. It contains no PFOS or PFOA. It is intended for use as a 1% proportioned solution on hydrocarbon fuels and as a 3% proportioned solution on polar solvent fuels in fresh, salt or hard water. It may also be stored and used as a premixed solution in fresh potable water only.

There are three fire extinguishing mechanisms in effect when using THUNDERSTORM ATC 1x3 solution on either a conventional Class B hydrocarbon fuel such as gasoline, diesel fuel, etc., or a Class B polar solvent (water miscible fuel) such as methyl alcohol, acetone, etc. First, an aqueous film is formed in the case of a conventional hydrocarbon fuel, or a polymeric membrane in the case of a polar solvent fuel. This film or membrane forms a barrier to help prevent the release of fuel vapor. Second, regardless of the fuel type, a foam blanket is formed which excludes oxygen and from which drains the liquids that form the film or the polymeric membrane. Third, the water content of the foam produces a cooling effect.

Typical Physiochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Purple Gelled Liquid
Density	1.02 ± 0.01 g/ml
pH	7.5 – 8.5
Refractive Index	1.3600 ± 0.0015
Viscosity	2700 ± 500 cps*
Spreading Coefficient	4.0 – 6.0

*Brookfield Viscometer Spindle #4, Speed 30 rpm

THUNDERSTORM ATC 1x3 Alcohol-Resistant Concentrate is a non-Newtonian fluid that is both pseudoplastic and thixotropic. Because of these properties, dynamic viscosity will decrease as shear increases.

APPLICATION

THUNDERSTORM ATC 1X3 can be used on either conventional Class B fuel or the polar solvent type Class B fuels. Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well.

Because of the low energy required to make foam, it can be used with both aspirating and nonaspirating discharge devices.

To provide even greater fire protection capability, it may be used with "PKW" dry chemical extinguishing agent without regard to the order of application. HYDRO-CHEM™ Technology is a recommended application for dual agent use on three-dimensional fires. Due to the velocity of the dry chemical discharge, care must be taken not to submerge the polymeric membrane below the fuel surface when using the twin agent method on polar solvent fuels.



FIRE PERFORMANCE

The fire performance of THUNDERSTORM ATC 1X3 Alcohol-Resistant Concentrate is measured primarily against Underwriters Laboratories Standard 162 (Latest Revision) and Williams Fire and Hazard Control fire tests. The UL testing focuses on fuels such as heptane and isopropyl alcohol while the Williams Fire and Hazard Control test focuses on premium unleaded gasoline. THUNDERSTORM ATC 1X3 was formulated to provide superior performance on all fire tests; especially on high octane gasoline.

FOAMING PROPERTIES

When used with fresh, salt or hard water at the correct dilution with most conventional foam making equipment; the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of 5:1 to 10:1 depending primarily on the type of aspirating device and flow rate. Nonaspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1. Medium expansion discharge devices produce typical expansion ratios between 20:1 and 60:1 depending primarily on the type of device and operating conditions.

Proportioning – THUNDERSTORM ATC 1X3 Alcohol-Resistant Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. HYDRO-FOAM™ Nozzles
2. Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment.
3. Balanced pressure bladder tank proportioners
4. Around-the-pump and through-the-pump proportioners
5. Fixed or portable (in-line) venturi proportioners
6. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for THUNDERSTORM ATC Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene totes, drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer and within the temperature limits specified, the shelf life of THUNDERSTORM ATC 1X3 Alcohol-Resistant Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for AFFF agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. Freezing of the product should be avoided. If, however, the product is frozen during transport or storage, it must be thawed and inspected for signs of separation. If separation has occurred, the product must be mechanically mixed until homogeneous.

When the concentrate is to be stored in an atmospheric storage tank, a 1/8 to 1/4 in. (3–6 mm) layer of mineral oil should be added to seal the concentrate and minimize the effects of evaporation.

Compatibility – Since it is a unique blend of surfactants, high molecular weight polymers, and solvents; it is recommended that THUNDERSTORM ATC 1X3 Concentrate not be mixed with any other foam concentrates. Consult Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated with any questions of compatibility.

Materials of Construction Compatibility – Tests have been performed with THUNDERSTORM ATC 1X3 Alcohol-Resistant Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansul foam concentrates.

To help prevent corrosion, galvanized pipe and fittings must not be used in areas where they will contact the undiluted concentrate.

Please first consult Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, THUNDERSTORM ATC 1X3 Alcohol-Resistant Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. NFPA 11 "Standard for Low Expansion Foam and Combined Agent Systems" requires that foam concentrate samples be submitted to the manufacturer or other qualified laboratory for quality condition testing at least annually. Contact Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated for further information on annual inspection.

APPROVALS AND LISTINGS

Underwriters Laboratories successfully tested THUNDERSTORM ATC 1X3 Concentrate to the requirements contained in UL 162: *Standard for Air-Foam Equipment and Liquid Concentrates*. To receive a UL listing, the following tests must be performed successfully:

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Class B Polar Solvent Fuel Fire Tests
4. Foam Identification Tests
5. Tests of Shipping Containers

In addition to determining agent characteristics, Underwriters Laboratories lists THUNDERSTORM ATC 1X3 Concentrate for use with specific hardware components that also carry the UL listing.

ORDERING INFORMATION

THUNDERSTORM ATC Concentrate is available in pails, drums, totes or bulk shipment.

Part No. 429965	5 gallon pail
Part No. 429964	55 gallon drum
Part No. 429963	265 gallon tote
Part No. 429962	Bulk

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail	– 45 lb. (20.4 kg)
55 gal. (208.2 L) drum	– 495 lb. (224.5 kg)
265 gal. (1000 L) tote	– 2463 lb. (1117 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail	– 1.25 cu. ft. (.0354 m ³)
55 gal. (208.2 L) drum	– 11.83 cu. ft. (.3350 m ³)
265 gal. (1000 L) tote	– 31.50 cu. ft. (.8920 m ³)

ANSUL is a trademark of Ansul Incorporated or its affiliates. THUNDERSTORM, HYDRO-FOAM and HYDRO-CHEM are trademarks of Williams Fire & Hazard Control, Inc.

ANSUL INCORPORATED, ONE STANTON STREET, MARINETTE, WI 54143-2542 715-735-7411 Form No. F-2001218-1 ©2004 Ansul Incorporated Litho in U.S.A.

THUNDERSTORM™ F-603A 3% AR-AFFF ALCOHOL-RESISTANT CONCENTRATE

Data/Specifications



DESCRIPTION

- THUNDERSTORM™ 3% AR-AFFF Concentrate is formulated from special fluorochemical and hydrocarbon surfactants, high molecular weight polymers and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume. It contains no PFOS or PFOA. It is intended for use as a 3% proportioned solution on hydrocarbon and polar solvent fuels in fresh, salt or hard water. It may also be stored and used as a premixed solution in fresh potable water only.

- There are three fire extinguishing mechanisms in effect when using THUNDERSTORM 3% AR-AFFF solution on either a conventional Class B hydrocarbon fuel such as gasoline, diesel fuel, etc., or a Class B polar solvent (water miscible fuel) such as methyl alcohol, acetone, etc. First, an aqueous film is formed in the case of a conventional hydrocarbon fuel, or a polymeric membrane in the case of a polar solvent fuel. This film or membrane forms a barrier to help prevent the release of fuel vapor. Second, regardless of the fuel type, a foam blanket is formed which excludes oxygen and from which drains the liquids that form the film or the polymeric membrane. Third, the water content of the foam produces a cooling effect.

TYPICAL PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES AT 77 °F (25 °C)

Appearance	Green Gelled Liquid
Density	1.02 ± 0.01 g/ml
pH	7.2 ± 8.2
Refractive Index	1.3520 ± 1.3595
Viscosity	2100 ± 3600 cps*
Spreading Coefficient	4.0 – 7.0

*Brookfield Viscometer Spindle #4, Speed 30 rpm

- THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate is a non-Newtonian fluid that is both pseudoplastic and thixotropic. Because of these properties, dynamic viscosity will decrease as shear increases.

APPLICATION

- THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate can be used on either conventional Class B fuel or the polar solvent type Class B fuels. Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A fires as well.

Because of the low energy required to make foam, it can be used with both aspirating and nonaspirating discharge devices.

To provide even greater fire protection capability, it may be used with "PKW" dry chemical extinguishing agent without regard to the order of application. HYDRO-CHEM™ Technology is a recommended application for dual agent use on three-dimensional fires. Due to the velocity of the dry chemical discharge, care must be taken not to submerge the polymeric membrane below the fuel surface when using the twin agent method on polar solvent fuels.

FIRE PERFORMANCE

- The fire performance of THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate is measured primarily against Underwriters Laboratories Standard 162 (Latest Revision) and Williams Fire and Hazard Control fire tests. The UL testing focuses on fuels such as heptane and isopropyl alcohol while the Williams Fire and Hazard Control test focuses on premium unleaded gasoline. THUNDERSTORM 3% AR-AFFF was formulated to provide superior performance on all fire tests, especially on high octane gasoline.

FOAMING PROPERTIES

When used with fresh, salt or hard water at the correct dilution with most conventional foam making equipment; the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of 5:1 to 10:1 depending primarily on the type of aspirating device and flow rate. Nonaspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1. Medium expansion discharge devices produce typical expansion ratios between 20:1 and 60:1 depending primarily on the type of device and operating conditions.

PROPORTIONING

- THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. HYDRO-FOAM™ Nozzles
2. Balanced pressure and in-line balanced pressure pump proportioning equipment
3. Balanced pressure bladder tank proportioners
4. Around-the-pump and through-the-pump proportioners
5. Fixed or portable (in-line) venturi proportioners
6. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

- The minimum and maximum usable temperature for THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate in this equipment is 35 °F (1.7 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

STORAGE/SHELF LIFE

- When stored in the packaging supplied (polyethylene totes, drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer and within the temperature limits specified, the shelf life of THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for AFFF agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. Freezing of the product should be avoided. If, however, the product is frozen during transport or storage, it must be thawed and inspected for signs of separation. If separation has occurred, the product must be mechanically mixed until homogeneous.

When the concentrate is to be stored in an atmospheric storage tank, a 1/8 to 1/4 in. (3-6 mm) layer of mineral oil should be added to seal the concentrate and minimize the effects of evaporation.

COMPATIBILITY

- Since it is a unique blend of surfactants, high molecular weight polymers, and solvents; it is recommended that THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate not be mixed with any other foam concentrates. Consult Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated with any questions of compatibility.

MATERIALS OF CONSTRUCTION COMPATIBILITY

- ▶ Tests have been performed with THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansul foam concentrates.

To help prevent corrosion, galvanized pipe and fittings must not be used in areas where they will contact the undiluted concentrate.

Please first consult Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

INSPECTION

- ▶ As with any fire extinguishing agent, THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. NFPA 11 "Standard for Low Expansion Foam and Combined Agent Systems" requires that foam concentrate samples be submitted to the manufacturer or other qualified laboratory for quality condition testing at least annually. Contact Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated for further information on annual inspection.

ORDERING INFORMATION

- ▶ THUNDERSTORM 3% AR-AFFF Concentrate is available in pails, drums, totes or bulk shipment.

▶ Part No. 430919	5 gallon pail
▶ Part No. 430921	55 gallon drum
▶ Part No. 430922	265 gallon tote
▶ Part No. 430918	Bulk

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail – 48 lb. (21.8 kg)
 55 gal. (208.2 L) drum – 504 lb. (228.6 kg)
 265 gal. (1000 L) tote – 2750 lb. (1247 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail – 1.25 cu. ft. (.0354 m³)
 55 gal. (208.2 L) drum – 11.83 cu. ft. (.3350 m³)
 265 gal. (1000 L) tote – 31.50 cu. ft. (.8920 m³)

ANSUL and THUNDERSTORM are trademarks of Ansul Incorporated or its affiliates.



Tyco Safety Products
 Marinette, WI 54143-2542

715-735-7411
www.ansul.com

©2005 Ansul Incorporated
 Form No. F-2003151-1

THUNDERSTORM™ F-600A 3x6 ALCOHOL-RESISTANT AFFF CONCENTRATE EXTINGUISHING AGENT



DATA/SPECIFICATIONS

DESCRIPTION

Ansul THUNDERSTORM™ F-600A 3% or 6% Alcohol Resistant Concentrate is formulated from special fluorochemical and hydrocarbon surfactants, a high molecular weight polymer, and solvents. It is transported and stored as a concentrate to provide ease of use and considerable savings in weight and volume.

It is intended for use as a 3% or 6% proportioned solution (depending on the type of fuel) in fresh, salt or hard water. (Water hardness should not exceed 500 ppm expressed as calcium and magnesium.) It may also be used and stored as a premixed solution in fresh or potable water for use with the Ansul Model AR-33-D wheeled fire extinguisher.

There are three fire extinguishing mechanisms in effect when using Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% concentrate on either a conventional Class B hydrocarbon fuel such as gasoline, diesel fuel, etc., or a Class B polar solvent (water miscible fuel) such as methyl alcohol, acetone, etc. First, an aqueous film is formed in the case of a conventional hydrocarbon fuel, or a polymeric membrane in the case of a polar solvent fuel. This film or membrane forms a barrier to help prevent the release of fuel vapor. Second, regardless of the fuel type, a foam blanket is formed which excludes oxygen and from which drains the liquids that form the film or the polymeric membrane. Third, the water content of the foam produces a cooling effect.

Typical Physiochemical Properties at 77 °F (25 °C)

Appearance	Light Amber Gel-Like Liquid
Density	0.985 ± 0.050 gm/ml
pH	7.0 – 8.5
Refractive Index	1.3475 ± 0.025
Viscosity	2500 ± 500 centipoise*
Spreading Coefficient	5.7 ± 1.5

*Brookfield Viscometer Spindle #4, Speed 30

Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Alcohol Resistant Concentrate is a non-Newtonian fluid that is both pseudoplastic and thixotropic. Because of these properties, dynamic viscosity will decrease as shear increases.

APPLICATION RATES

Application Rates using U.L. 162 Standard 50 ft.² Fire Test on representative hydrocarbon and polar solvent fuels are listed below.

U.L. Type II Application⁽¹⁾ – Polar Solvents

Fuel Group	Concentration	U.L. Test Application Rate gpm/ft ²	(Lpm/m ²)	U.L. ⁽²⁾ Recommended Application Rate gpm/ft. ²	(Lpm/m ²)
Alcohol					
Methanol (MeOH)	6%	.06	(2.5)	.10	(4.1)
Ethanol (EtOH)	6%	.06	(2.5)	.10	(4.1)
Isopropanol (IPA)	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Ketone					
Acetone	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	6%	.09	(3.7)	.15	(6.1)
Carboxylic Acid					
Acetic Acid	6%	.10	(4.1)	.17	(6.9)
Aldehyde					
Propionaldehyde	6%	.10	(4.1)	.17	(6.9)
Ester					
Ethyl Acetate	6%	.06	(2.4)	.10	(4.1)
Butyl Acetate	6%	.06	(2.4)	.10	(4.1)

U.L. Type III Application⁽³⁾ – Hydrocarbons

Heptane	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
Toluene	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
Gasoline	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)
10% Gasohol (EtOH)	3%	.04	(1.6)	.10	(4.1)

(1) TYPE II DISCHARGE OUTLET – A device that delivers foam onto the burning liquid and partially submerges the foam or produces restricted agitation of the surface as described in U.L. 162.

(2) U.L. builds in a 5/3 safety factor from its test rate to its recommended rate of application.

(3) TYPE III DISCHARGE OUTLET – A device that delivers the foam directly onto the burning liquid as described in U.L. 162.

APPLICATION

Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% AFFF is unique among the AFFF agents in that it can be used on either conventional Class B fuels or the polar solvent type Class B fuels. Its excellent wetting characteristics make it useful in combating Class A Fires as well. Because of the low energy to make foam, it can be used with both aspirating and non-aspirating discharge devices.

To provide even greater fire protection capability, it can be used with dry chemical extinguishing agents without regard to the order of application to provide even greater fire protection capability. Due to the velocity of the dry chemical discharge, care must be taken **not** to submerge the polymeric membrane below the fuel surface.

PERFORMANCE

Fire Performance – The fire performance of Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% AFFF is measured primarily against Underwriters Laboratories Standard 162, 5th Edition. There are no U.S. or foreign government specifications on this type of product.

Foaming Properties – When used with fresh, salt or hard water, at the correct dilution with most conventional foam making equipment, the expansion will vary depending on the performance characteristics of the equipment. Aspirating discharge devices produce expansion ratios of from 5:1 to 10:1 depending primarily on type of aspirating device and flow rate. Non-aspirating devices such as handline water fog/stream nozzles or standard sprinkler heads give expansion ratios of 2:1 to 4:1.

Proportioning – Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Alcohol Resistant Concentrate (ARC) AFFF Concentrate can be easily proportioned (at the correct dilution) using most conventional proportioning equipment such as:

1. Balanced pressure and in-line balanced pressure pumped proportioning equipment
2. Balanced pressure bladder tank type proportioner
3. Around-the-pump proportioners
4. Fixed or portable (in-line) venturi type proportioners
5. Handline nozzles with fixed induction/pickup tubes

The minimum and maximum usable temperature for Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Concentrate in this equipment is 35 °F (2 °C) to 120 °F (49 °C) respectively.

Storage/Shelf Life – When stored in the packaging supplied (polyethylene drums or pails) or in equipment recommended by the manufacturer and within the temperature limits specified, the shelf life of Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% AFFF is about 20-25 years. The factors affecting shelf life and stability for AFFF Agents are discussed in detail in Ansul Technical Bulletin No. 54. Freezing of the product should be avoided. If, however, the product is frozen during transport or storage, it must be thawed and inspected for signs of separation. If separation has occurred, the product must be mechanically mixed until homogeneous.

When the concentrate is to be stored in an atmospheric storage tank, a 1/8 to 1/4 in. (3 – 6 mm) layer of mineral oil should be added to seal the concentrate and minimize the effects of evaporation.

Compatibility – Since Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Alcohol Resistant Concentrate (ARC) is a unique blend of surfactants, high molecular weight polymers, and solvents; it is recommended that Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated be consulted before concentrate is mixed with any other concentrates.

Materials of Construction Compatibility

– Tests have been performed with Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Concentrate verifying its compatibility with standard carbon steel "black" pipe and pipe manufactured from various stainless steel or brass compounds. Alternative pipe, plastic fittings, and valves may be used in some cases if acceptable to the customer and/or the authority having jurisdiction. Refer to Ansul Technical Bulletin No. 59, Form No. F-90109, addressing acceptable materials of construction for use with Ansul foam concentrates.

Galvanized pipe and fittings must not be used in areas where undiluted concentrate will contact them since corrosion will result.

Please **first** consult Williams Fire and Hazard Control or Ansul Incorporated for specific guidelines concerning materials of construction.

Inspection – As with any fire extinguishing agent, Ansul THUNDERSTORM F-600A Concentrate, whether in the concentrate or pre-mixed form, should be inspected periodically. Please refer to the Field Inspection Manual, (Part No. 31274-01), for the detailed procedures to perform this inspection. An annual inspection is recommended unless unusual conditions of exposure occur such as are described in Ansul Technical Bulletin No. 54. In such cases, Ansul's recommendation should be sought.

APPROVALS AND LISTINGS

Underwriters Laboratories successfully tested Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% AFFF to the requirements contained in the U.L. Standard 162, "Standard for Air-Foam Equipment and Liquid Concentrates." To receive the U.L. listing, the following tests had to be performed successfully:

1. Foam Quality Tests
2. Class B Hydrocarbon Fuel Fire Tests
3. Class B Polar Solvent Fuel Fire Tests
4. Foam Identification Tests
5. Tests of Shipping Containers
6. Class B Hydrocarbon and Polar Solvent Fuel Sprinkler Tests (Standard type both upright and pendent)
7. Subsurface Injection

Besides determining agent characteristics, Underwriters Laboratories lists Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% foam concentrate for use with specific hardware components that also carry the U.L. listing.

ORDERING INFORMATION

Ansul THUNDERSTORM F-600A 3% or 6% Alcohol Resistant AFFF Concentrate is available in pails, drums, totes, or bulk shipment.

Part No. 431983	5 Gallon Pail
Part No. 431984	55 Gallon Drum
Part No. 431985	256 Gallon Tote
Part No. 431986	Bulk

Shipping Weight:

5 gal. (19 L) pail	– 45 lbs. (20.4 kg)
55 gal. (208.1 L) drum	– 495 lbs. (224.5 kg)
265 gal. (1000 L) tote	– 2463 lbs. (1117 kg)

Cube:

5 gal. (19 L) pail	– 1.25 cu. ft. (.0353 m ³)
55 gal. (208.1 L) drum	– 11.83 cu. ft. (.3350 m ³)
265 gal. (1000 L) tote	– 31.50 cu. ft. (.892 m ³)

ANSUL is a trademark of Ansul Incorporated or its affiliates. THUNDERSTORM is a trademark of Williams Fire & Hazard Control Inc.

TYCO SAFETY PRODUCTS, ONE STANTON STREET, MARINETTE, WI 54143-2542 715-735-7411 Form No. F-2003152 ©2004 Ansul Incorporated Litho in U.S.A.

ถังบรรจุน้ำยาโฟม (Bladder Tank) ชนิดแบบประกอบอุปกรณ์

ผสมโฟม (Proportioner) ขนาดต่างๆ

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

APPLICATION

The Ansul Pre-piped Bladder Tank is a complete balanced pressure proportioning system. A Pre-piped Bladder Tank offers the foam system designer fixed dimensions inclusive of the proportioner/ratio controller. This takes away some of the uncertainty when sizing the foam equipment room and piping layout. Plus, the installer has the advantage of a pre-fabricated foam system, eliminating loose components and simplifying the installation. Its operation requires no external power other than a pressurized water system. The bladder tank may be used with any Ansul foam agent and with any suitable discharge device.

Ansul bladder tanks have numerous applications including truck loading racks, aircraft hangers, dip tanks, pump rooms, helipads, etc.

DESCRIPTION

The Ansul pre-piped bladder tank is a steel pressure vessel which stores a foam concentrate contained within an elastomeric bladder. The concentrate is discharged from the tank by incoming water applying pressure to the bladder. This applied energy is transferred to the concentrate, supplying pressurized concentrate to the proportioner.

Ansul bladder tanks are available in a variety of nominal capacities as listed in the tank information tables. All tank models feature perforated center tubes which allow improved agent discharge.

Features incorporated into the Ansul pre-piped bladder tanks include the following:

- Water pressurized bladder construction, alleviating the requirement for foam pumps or other energy sources
- Valves that are pinned in the normal operating positions and are supplied with nameplates identifying their functions and operating instructions
- Proportioner and piping attached to side of tank
- Complete bill of materials with fixed dimensions
- Corrosion-resistant piping
- Exterior tank surfaces finished with an epoxy finish for use in marine or corrosive environments
- Tanks with an epoxy coated interior for use with both fresh and salt water

APPROVALS

Ansul bladder tanks and proportioners are both Underwriters Laboratories listed and Factory Mutual approved with various Ansul

FOAM SYSTEMS DATA SHEET

foam concentrates and bear the (UL) label along with an American Society of Mechanical Engineers (ASME) code stamp.

SPECIFICATIONS

The Ansul vertical and horizontal bladder tanks shall be designed and constructed in accordance with the latest revisions to ASME code, Section VIII for unfired pressure vessels with a working pressure of 175 psi (12.1 bar) and tested to at least 255 psi (17.6 bar). The tank shall be of (specify) gallon nominal capacity and overall dimensions as indicated in the appropriate diagram and corresponding information table. The tank shall be constructed of steel complying to ASME specifications possessing a tensile strength of not less than 70,000 psi (4827 bar). The circumferential, as well as the longitudinal body seam, shall be machine welded and radiographed to ensure 85% efficiency when applicable by ASME code.

The tank heads shall be 2 to 1 ellipsoid to ensure strength while reducing overall tank weight.

All tank openings larger than 1 inch (2.5 cm) diameter shall be divided to prevent bladder blow-out. There shall be a water channel, permanent and nonmovable, between the water inlet opening and water drain opening to establish a water path between the tank shell interior and the bladder.

The tank interior shall have all welds and edges ground smooth. It shall be cleaned, sand blasted to a near white surface, and immediately coated with an epoxy coating. The tank data plate shall be of a material compatible with the tank shell and must be seal welded with appropriate procedure and material to the tank. (This ensures that the data plate will reflect the overall condition of the tank and that no corrosion occurs undetected behind the data plate.) The data plate shall contain as a minimum ASME code stamp: year of manufacture, working pressure, board number, material thickness, temperature, and type of head. The tank shall also have a label specifying the type of foam concentrate the system was designed to use, the quantity of concentrate, and any other pertinent warnings.

The vertical tank assembly shall be supported by a continuous skirt of a diameter equal to the tank, with four brackets (feet) drilled for anchoring.

The horizontal tank assembly shall be supported by two saddles permanently welded to the tank and drilled for anchoring. These supports provide maximum stability and a maximum amount of bearing area which protects against horizontal and vertical forces such as vibration and shifting.

PRE-PIPED BLADDER TANKS WITH PROPORTIONER

Lifting lugs shall be substantial welded tank attachments with a clear hole not less than 2 in. (5 cm) in diameter.

The tank shall contain a flexible bladder of BUNA-N with nylon reinforcement, or other material tested by Underwriters Laboratories for compatibility with the agent to be used. The bladder material shall have a Mullen burst pressure in excess of 800 psi (55.2 bar). The bladder material shall be no less than 0.05 in. (1.27 mm) thick and shall be constructed to conform with the inside tank dimensions.

Both vertical and horizontal tank assemblies shall contain porous center tubes of P.V.C or other material compatible with the agent, with holes of no more than 3/4 in. (19 mm) diameter. The horizontal tank assembly shall contain both vertical and horizontal perforated center tubes connected with a cross fitting of compatible material.

The following 1 in. valves shall be assembled to each tank: a bladder drain/fill valve, bladder vent/fill valve, tank shell drain valve, and tank shell vent valve. An appropriately sized concentrate isolation valve and water inlet valve shall be assembled with the proportioner piping. All six valves shall be 1/4-turn ball valves with bronze bodies, hard chromium-plated bronze ball, bronze stem, stainless steel locking nut and handle, and high performance teflon seats and stuffing box ring. Each valve shall have a nameplate secured to it depicting the valve name and operating position. Also, the valve shall have a ring pin and chain attached for securing the valve in the operating position. The valve names shall coincide exactly with those in the tank instruction manual. Bottom valves shall be piped out from under the tank for easy access. All pipe shall be Schedule 40 ASTM-B-43 and all fittings shall be ASTM B-62 or B-584 bronze. The bladder drain/fill piping shall include a tee with 1/2 in. plug for future sight gauge connection.

The tank exterior shall be prepared and finished in accordance with the Ansul epoxy specification or equivalent.

An Ansul proportioner shall be mounted on the bladder tank with appropriate inlet and outlet piping and water and foam concentrate piping and valving. Reference Ansul Proportioner data sheets for proportioner specifications and flow data.

A printed filling and maintenance manual shall be supplied with each tank. The manual shall contain a system schematic, installation instructions, initial fill procedures, major and minor refill procedures, inspection and maintenance procedures, sight gauge use instructions, service and repair procedures, field inspection manual, and the manufacturer's warranty.

ORDERING INFORMATION

The Ansul bladder tank shipping assembly part numbers and approximate shipping weights are identified in the following tables. Part numbers vary according to tank requirements. Note: For tanks with special engineered options, such as special pressure ratings, seismic ratings, or trim and finish options, contact the Ansul Technical Services Department.

Specify type and percent of foam concentrate to be used in the bladder tank and proportioner. The proportioner metering orifice is sized according to type and percentage of concentrate used.

Note: Dimensions rounded to nearest inch – see Page 4 for drawing.

HORIZONTAL PRE-PIPED BLADDER TANKS

Tank Size Gal. (L)	Proportioner Size in.	Part No.	Shipping Diameter in. (cm)	Dimension A in. (cm)	Dimension B in. (cm)	Dimension C in. (cm)	Dimension D in. (cm)	Weight lb. (kg)
100 (379)	2	419800	24 (61)	54 (136)	11 (28)	74 (188)	34 (86)	760 (345)
100 (379)	2 1/2	419801	24 (61)	53 (135)	11 (28)	74 (188)	34 (86)	765 (347)
100 (379)	3	419802	24 (61)	53 (135)	11 (28)	74 (188)	34 (86)	770 (349)
150 (568)	3	419803	30 (76)	53 (134)	13 (33)	73 (186)	38 (96)	1100 (499)
200 (757)	3	419804	30 (76)	67 (170)	15 (38)	91 (232)	42 (106)	1370 (621)
300 (1136)	3	419805	36 (91)	69 (175)	16 (41)	95 (242)	42 (106)	1650 (748)
150 (568)	4	419806	30 (76)	58 (147)	13 (33)	73 (186)	38 (96)	1120 (508)
200 (757)	4	419807	30 (76)	67 (170)	15 (38)	91 (232)	42 (106)	1400 (635)
300 (1136)	4	419808	36 (91)	69 (175)	16 (41)	95 (242)	42 (106)	1685 (764)
200 (757)	6	419809	30 (76)	77 (196)	15 (38)	91 (232)	42 (106)	1430 (649)
300 (1136)	6	419810	36 (91)	79 (201)	16 (41)	95 (242)	42 (106)	1700 (771)
400 (1514)	4	419811	48 (122)	60 (152)	11 (28)	77 (195)	34 (87)	2425 (1100)
500 (1893)	4	419812	48 (122)	66 (168)	15 (37)	90 (228)	41 (105)	2675 (1213)
600 (2271)	4	419813	48 (122)	73 (185)	18 (44)	103 (261)	47 (120)	2725 (1236)
700 (2650)	4	419814	48 (122)	80 (203)	21 (53)	117 (297)	54 (137)	3075 (1395)
800 (3028)	4	419815	48 (122)	87 (221)	25 (62)	131 (333)	61 (156)	3275 (1486)
900 (3407)	4	419816	48 (122)	94 (238)	28 (71)	145 (368)	68 (173)	3545 (1608)
1000 (3785)	4	419817	48 (122)	101 (256)	32 (80)	159 (404)	75 (191)	3725 (1690)
400 (1514)	6	419818	48 (122)	70 (178)	11 (28)	77 (195)	34 (87)	2475 (1123)
500 (1893)	6	419819	48 (122)	77 (195)	15 (37)	90 (228)	41 (105)	2725 (1236)
600 (2271)	6	419820	48 (122)	83 (211)	18 (44)	103 (261)	47 (120)	2775 (1259)
700 (2650)	6	419821	48 (122)	90 (229)	21 (53)	117 (297)	54 (137)	3125 (1418)
800 (3028)	6	419822	48 (122)	97 (247)	25 (62)	131 (333)	61 (156)	3325 (1508)
900 (3407)	6	419823	48 (122)	104 (265)	28 (71)	145 (368)	68 (173)	3595 (1631)
1000 (3785)	6	419824	48 (122)	111 (282)	32 (80)	159 (404)	75 (191)	3775 (1712)
400 (1514)	8	419825	48 (122)	80 (204)	11 (28)	77 (195)	34 (87)	2525 (1145)
500 (1893)	8	419826	48 (122)	87 (221)	15 (37)	90 (228)	41 (105)	2775 (1259)
600 (2271)	8	419827	48 (122)	93 (237)	18 (44)	103 (261)	47 (120)	2825 (1281)
700 (2650)	8	419828	48 (122)	100 (255)	21 (53)	117 (297)	54 (137)	3175 (1440)
800 (3028)	8	419829	48 (122)	107 (273)	25 (62)	131 (333)	61 (156)	3375 (1531)
900 (3407)	8	419830	48 (122)	114 (290)	28 (71)	145 (368)	68 (173)	3645 (1653)
1000 (3785)	8	419831	48 (122)	121 (308)	32 (80)	159 (404)	75 (191)	3825 (1735)
1100 (4164)	4	419832	60 (153)	106 (270)	22 (56)	124 (315)	58 (148)	4300 (1950)
1200 (4542)	4	419833	60 (153)	110 (279)	25 (62)	131 (333)	63 (161)	4520 (2050)
1300 (4921)	4	419834	60 (153)	114 (290)	27 (67)	140 (356)	67 (171)	4700 (2132)
1400 (5300)	4	419835	60 (153)	119 (302)	29 (74)	149 (378)	72 (184)	4910 (2227)
1500 (5678)	4	419836	60 (153)	123 (313)	31 (79)	158 (401)	76 (194)	5090 (2309)
1600 (6057)	4	419837	60 (153)	128 (325)	34 (85)	167 (424)	81 (206)	5280 (2395)
1700 (6435)	4	419838	60 (153)	132 (336)	36 (91)	176 (447)	86 (219)	5480 (2486)
1800 (6814)	4	419839	60 (153)	137 (348)	38 (97)	185 (470)	90 (229)	5660 (2567)
1900 (7192)	4	419840	60 (153)	141 (359)	41 (103)	194 (493)	95 (242)	5840 (2649)
1100 (4164)	6	419841	60 (153)	107 (271)	22 (56)	124 (315)	58 (148)	4375 (1985)
1200 (4542)	6	419842	60 (153)	110 (280)	25 (62)	131 (333)	63 (161)	4595 (2084)
1300 (4921)	6	419843	60 (153)	115 (291)	27 (67)	140 (356)	67 (171)	4775 (2166)
1400 (5300)	6	419844	60 (153)	119 (303)	29 (74)	149 (378)	72 (184)	4985 (2261)
1500 (5678)	6	419845	60 (153)	124 (314)	31 (79)	158 (401)	76 (194)	5185 (2343)
1600 (6057)	6	419846	60 (153)	128 (326)	34 (85)	167 (424)	81 (206)	5355 (2429)
1700 (6435)	6	419847	60 (153)	133 (337)	36 (91)	176 (447)	86 (219)	5555 (2520)
1800 (6814)	6	419848	60 (153)	137 (348)	38 (97)	185 (470)	90 (229)	5735 (2601)
1900 (7192)	6	419849	60 (153)	142 (360)	41 (103)	194 (493)	95 (242)	5915 (2683)
1100 (4164)	8	419850	60 (153)	108 (274)	22 (56)	124 (315)	58 (148)	4420 (2005)
1200 (4542)	8	419851	60 (153)	112 (285)	25 (62)	133 (338)	63 (161)	4640 (2105)
1300 (4921)	8	419852	60 (153)	117 (297)	27 (67)	142 (361)	67 (171)	4820 (2186)
1400 (5300)	8	419853	60 (153)	121 (308)	29 (74)	151 (383)	72 (184)	5030 (2282)
1500 (5678)	8	419854	60 (153)	126 (320)	31 (79)	160 (406)	76 (194)	5210 (2363)
1600 (6057)	8	419855	60 (153)	131 (332)	34 (85)	170 (432)	81 (206)	5300 (2404)
1700 (6435)	8	419856	60 (153)	136 (345)	36 (91)	179 (455)	86 (219)	5600 (2540)
1800 (6814)	8	419857	60 (153)	140 (355)	38 (97)	188 (477)	90 (229)	5780 (2622)
1900 (7192)	8	419858	60 (153)	144 (367)	41 (103)	197 (500)	95 (242)	5960 (2703)
2000 (7571)	8	419859	72 (183)	129 (328)	30 (76)	154 (392)	74 (189)	6330 (2871)
2200 (8328)	8	419860	72 (183)	136 (344)	33 (84)	167 (425)	80 (204)	6690 (3035)
2400 (9085)	8	419861	72 (183)	142 (361)	37 (93)	180 (458)	87 (222)	7070 (3207)
2600 (9842)	8	419862	72 (183)	149 (377)	40 (100)	193 (491)	93 (237)	7490 (3397)
2800 (10599)	8	419863	72 (183)	155 (394)	43 (108)	206 (524)	99 (252)	7780 (3529)
3000 (11356)	8	419864	72 (183)	162 (410)	46 (117)	219 (557)	106 (269)	8170 (3706)

Proportioner Size – (in.)	Proportioner Pipe Connection
2	2 in. NPT Thread (male)
2 1/2	2 1/2 in. NPT Thread (male)
3	3 in. x 150 lb. raised face flange
4	4 in. x 150 lb. raised face flange
6	6 in. x 150 lb. raised face flange
8	8 in. x 150 lb. raised face flange

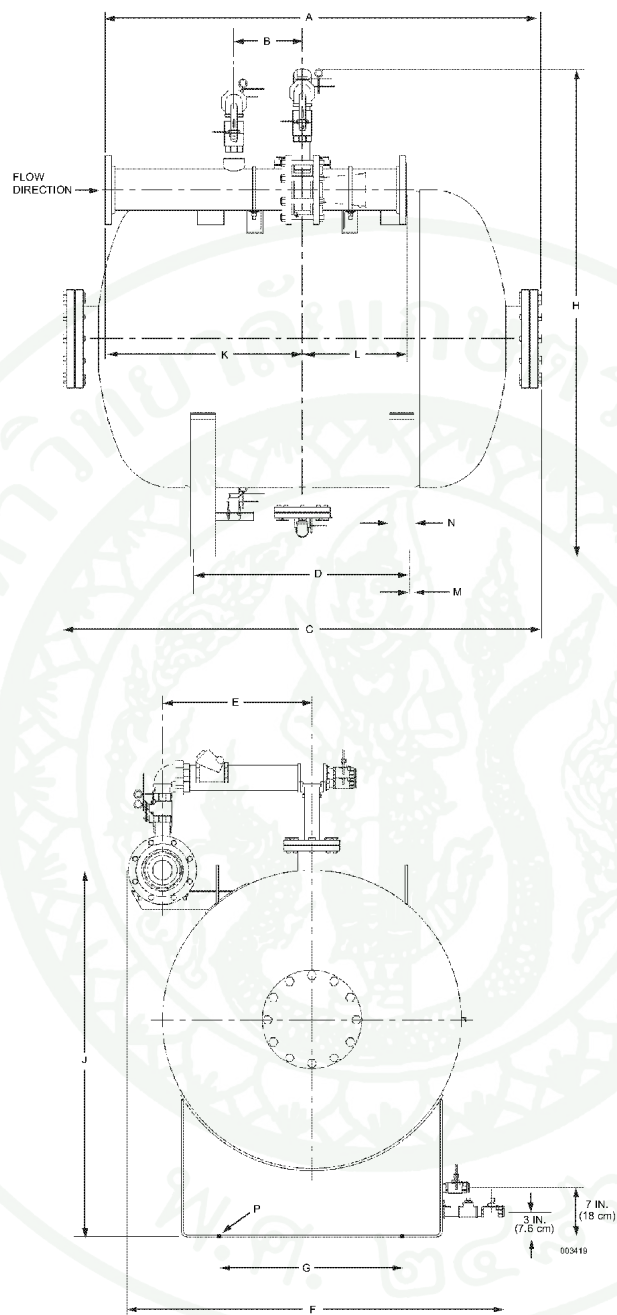
► **Note:** Dimensions rounded to nearest inch – see Page 4 for drawing.

► **HORIZONTAL PRE-PIPED BLADDER TANKS**

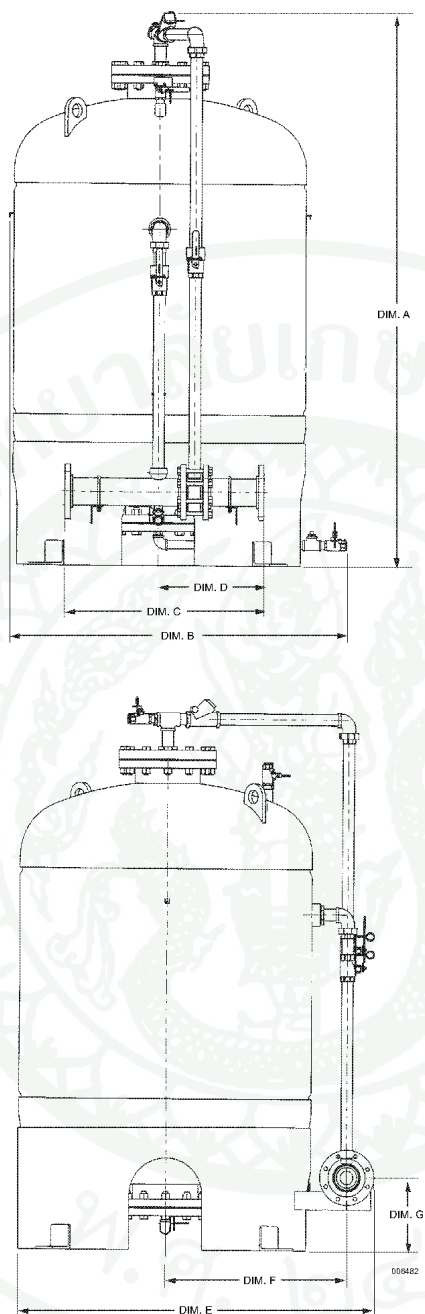
Tank Size Gal. (L)	Dimension E in. (cm)	Dimension F in. (cm)	Dimension G in. (cm)	Dimension H in. (cm)	Dimension J in. (cm)	Dimension K in. (cm)	Dimension L in. (cm)
100 (379)	12 (30)	34 (87)	10 (25)	47 (120)	35 (89)	17 (42)	20 (52)
100 (379)	12 (30)	34 (87)	10 (25)	47 (120)	35 (89)	16 (42)	18 (46)
100 (379)	14 (36)	36 (92)	10 (25)	49 (126)	35 (89)	16 (41)	11 (29)
150 (568)	17 (43)	42 (108)	16 (41)	55 (141)	41 (104)	16 (41)	11 (29)
200 (757)	17 (43)	42 (108)	16 (41)	55 (141)	41 (104)	16 (41)	11 (29)
300 (1136)	20 (51)	48 (123)	22 (56)	61 (156)	47 (119)	16 (41)	11 (29)
150 (568)	17 (43)	43 (109)	16 (41)	50 (127)	41 (104)	21 (54)	11 (29)
200 (757)	17 (43)	43 (109)	16 (41)	58 (147)	41 (104)	21 (54)	11 (29)
300 (1136)	20 (51)	49 (125)	22 (56)	64 (163)	47 (119)	21 (54)	11 (29)
200 (757)	17 (43)	44 (112)	16 (41)	60 (153)	41 (104)	32 (80)	17 (42)
300 (1136)	20 (51)	50 (127)	22 (56)	69 (176)	47 (119)	32 (80)	17 (42)
400 (1514)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
500 (1893)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
600 (2271)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
700 (2650)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
800 (3028)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
900 (3407)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
1000 (3785)	24 (61)	59 (150)	34 (86)	76 (193)	59 (150)	21 (54)	11 (29)
400 (1514)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
500 (1893)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
600 (2271)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
700 (2650)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
800 (3028)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
900 (3407)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
1000 (3785)	24 (61)	60 (153)	34 (86)	78 (199)	59 (150)	32 (80)	17 (42)
400 (1514)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
500 (1893)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
600 (2271)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
700 (2650)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
800 (3028)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
900 (3407)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
1000 (3785)	24 (61)	61 (156)	34 (86)	83 (211)	59 (150)	42 (106)	22 (56)
1100 (4164)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1200 (4542)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1300 (4921)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1400 (5300)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1500 (5678)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1600 (6057)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1700 (6435)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1800 (6814)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1900 (7192)	30 (76)	71 (181)	46 (117)	88 (223)	71 (180)	44 (113)	11 (29)
1100 (4164)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1200 (4542)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1300 (4921)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1400 (5300)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1500 (5678)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1600 (6057)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1700 (6435)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1800 (6814)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1900 (7192)	30 (76)	72 (183)	46 (117)	90 (230)	71 (180)	45 (114)	17 (42)
1100 (4164)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1200 (4542)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1300 (4921)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1400 (5300)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1500 (5678)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1600 (6057)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1700 (6435)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1800 (6814)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
1900 (7192)	30 (76)	73 (186)	46 (117)	96 (245)	71 (180)	46 (116)	22 (55)
2000 (7571)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)
2200 (8328)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)
2400 (9085)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)
2600 (9842)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)
2800 (10599)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)
3000 (11356)	37 (93)	86 (219)	58 (147)	109 (277)	84 (212)	52 (132)	22 (55)

Tank Size Range	Dimension M	Dimension N	Dimension P
Gal. (L)	in. (cm)	in. (cm)	in. (cm)
100 - 300 (379 - 1136)	0.75 (1.9)	3 (7.6)	0.63 (1.6)
400 - 500 (1514 - 1893)	0.75 (1.9)	4 (10.2)	0.75 (1.9)
600 - 700 (2271 - 2650)	0.88 (2.2)	4 (10.2)	0.88 (2.2)
800 - 3000 (3028 - 11356)	0.88 (2.2)	4 (10.2)	1.00 (2.5)

HORIZONTAL PRE-PIPED BLADDER TANKS



VERTICAL PRE-PIPED BLADDER TANKS



ORDERING INFORMATION

The Ansul bladder tank shipping assembly part numbers and approximate shipping weights are identified in the following tables. Part numbers vary according to tank requirements. Note: For tanks with special engineered options, such as special pressure ratings, seismic ratings, or trim and finish options, contact the Ansul Technical Services Department.

Specify type and percent of foam concentrate to be used in the bladder tank and proportioner. The proportioner metering orifice is sized according to type and percentage of concentrate used.

Note: Dimensions rounded to nearest inch – see Page 5 for drawing.

VERTICAL PRE-PIPED BLADDER TANKS

Tank Size Gal. (L)	Proportioner Size in.	Part No.	Tank Diameter in. (cm)	Dimension A in. (cm)	Dimension B in. (cm)	Dimension C in. (cm)	Dimension D in. (cm)	Dimension E in. (cm)	Dimension F in. (cm)	Dimension G in. (cm)	Weight lb. (kg)
50 (189)	2	419865	24 (61)	57 (145)	31 (79)	24 (61)	18 (46)	34 (86)	18 (46)	11 (28)	510 (231)
100 (379)	2	419866	24 (61)	84 (213)	31 (79)	24 (61)	18 (46)	34 (86)	18 (46)	11 (28)	740 (336)
50 (189)	2 1/2	419867	24 (61)	57 (145)	31 (79)	23 (58)	16 (41)	34 (86)	18 (46)	10 (25)	515 (234)
100 (379)	2 1/2	419868	24 (61)	84 (213)	31 (79)	23 (58)	16 (41)	34 (86)	18 (46)	10 (25)	745 (338)
100 (379)	3	419869	24 (61)	85 (216)	31 (79)	28 (71)	16 (41)	34 (86)	18 (46)	12 (30)	750 (340)
150 (568)	3	419870	30 (76)	85 (216)	37 (94)	28 (71)	16 (41)	40 (102)	21 (53)	12 (30)	1030 (467)
200 (757)	3	419871	30 (76)	103 (262)	37 (94)	28 (71)	16 (41)	40 (102)	21 (53)	12 (30)	1340 (608)
150 (568)	4	419872	30 (76)	87 (221)	37 (94)	33 (84)	17 (43)	42 (107)	22 (56)	12 (30)	1050 (476)
200 (757)	4	419873	30 (76)	105 (267)	37 (94)	33 (84)	17 (43)	42 (107)	22 (56)	12 (30)	1340 (608)
200 (757)	6	419874	30 (76)	104 (264)	37 (94)	48 (122)	24 (61)	45 (114)	24 (61)	15 (38)	1360 (617)
300 (1136)	3	419875	36 (91)	106 (269)	43 (109)	28 (71)	16 (41)	46 (117)	24 (61)	12 (30)	1600 (726)
300 (1136)	4	419876	36 (91)	109 (277)	43 (109)	33 (84)	17 (43)	47 (119)	24 (61)	12 (30)	1620 (735)
300 (1136)	6	419877	36 (91)	107 (272)	49 (124)	48 (122)	24 (61)	48 (122)	24 (61)	15 (38)	1660 (753)
400 (1514)	4	419878	48 (122)	90 (229)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	1870 (848)
500 (1893)	4	419879	48 (122)	103 (262)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	2220 (1007)
600 (2271)	4	419880	48 (122)	116 (295)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	2640 (1198)
700 (2650)	4	419881	48 (122)	130 (330)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	2905 (1318)
800 (3028)	4	419882	48 (122)	144 (366)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	3170 (1438)
900 (3407)	4	419883	48 (122)	158 (401)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	3470 (1574)
1000 (3785)	4	419884	48 (122)	172 (437)	55 (140)	33 (84)	17 (43)	59 (150)	30 (76)	12 (30)	3670 (1665)
400 (1514)	6	419885	48 (122)	89 (226)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	1910 (866)
500 (1893)	6	419886	48 (122)	102 (259)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	2260 (1025)
600 (2271)	6	419887	48 (122)	115 (292)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	2680 (1210)
700 (2650)	6	419888	48 (122)	129 (328)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	2945 (1336)
800 (3028)	6	419889	48 (122)	143 (363)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	3210 (1456)
900 (3407)	6	419890	48 (122)	157 (399)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	3510 (1592)
1000 (3785)	6	419891	48 (122)	171 (434)	55 (140)	48 (122)	24 (61)	62 (157)	32 (81)	12 (30)	3710 (1683)
400 (1514)	8	419892	48 (122)	89 (226)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	1925 (873)
500 (1893)	8	419893	48 (122)	102 (259)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	2275 (1032)
600 (2271)	8	419894	48 (122)	115 (292)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	2695 (1223)
700 (2650)	8	419895	48 (122)	129 (328)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	2960 (1343)
800 (3028)	8	419896	48 (122)	143 (363)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	3225 (1463)
900 (3407)	8	419897	48 (122)	157 (399)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	3525 (1599)
1000 (3785)	8	419898	48 (122)	171 (434)	55 (140)	64 (163)	31 (79)	63 (160)	32 (81)	15 (38)	3725 (1690)
1100 (4164)	4	419899	60 (152)	141 (358)	67 (170)	33 (84)	17 (43)	71 (180)	36 (91)	18 (46)	3820 (1733)
1200 (4542)	4	419900	60 (152)	150 (381)	67 (170)	33 (84)	17 (43)	71 (180)	36 (91)	18 (46)	4020 (1824)
1300 (4921)	4	419901	60 (152)	159 (404)	67 (170)	33 (84)	17 (43)	71 (180)	36 (91)	18 (46)	4210 (1910)
1400 (5300)	4	419902	60 (152)	168 (427)	67 (170)	33 (84)	17 (43)	71 (180)	36 (91)	18 (46)	4420 (2005)
1500 (5678)	4	419903	60 (152)	176 (447)	67 (170)	33 (84)	17 (43)	71 (180)	36 (91)	18 (46)	4600 (2087)
1100 (4164)	6	419904	60 (152)	140 (356)	67 (170)	48 (122)	24 (61)	74 (188)	38 (97)	18 (46)	3860 (1751)
1200 (4542)	6	419905	60 (152)	149 (378)	67 (170)	48 (122)	24 (61)	74 (188)	38 (97)	18 (46)	4080 (1842)
1300 (4921)	6	419906	60 (152)	158 (401)	67 (170)	48 (122)	24 (61)	74 (188)	38 (97)	18 (46)	4250 (1928)
1400 (5300)	6	419907	60 (152)	167 (424)	67 (170)	48 (122)	24 (61)	74 (188)	38 (97)	18 (46)	4460 (2023)
1500 (5678)	6	419908	60 (152)	175 (445)	67 (170)	48 (122)	24 (61)	74 (188)	38 (97)	18 (46)	4640 (2105)
1100 (4164)	8	419909	60 (152)	141 (358)	67 (170)	64 (163)	31 (79)	77 (196)	40 (102)	18 (46)	3875 (1758)
1200 (4542)	8	419910	60 (152)	150 (381)	67 (170)	64 (163)	31 (79)	77 (196)	40 (102)	18 (46)	4075 (1848)
1300 (4921)	8	419911	60 (152)	159 (404)	67 (170)	64 (163)	31 (79)	77 (196)	40 (102)	18 (46)	4265 (1935)
1400 (5300)	8	419912	60 (152)	168 (427)	67 (170)	64 (163)	31 (79)	77 (196)	40 (102)	18 (46)	4475 (2030)
1500 (5678)	8	419913	60 (152)	176 (447)	67 (170)	64 (163)	31 (79)	77 (196)	40 (102)	18 (46)	4655 (2112)

ANSUL is a trademark of Ansul Incorporated or its affiliates.

ANSUL INCORPORATED, MARINETTE, WI 54143-2542

715-735-7411

Form No. F-09236-1

©2002 Ansul Incorporated

Listed in U.S.A.

Bladder Tank Sight Gauge

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

Application

The sight gauge, for Ansul bladder tanks, is a device designed as a convenient visual method of estimating the level of foam concentrate in the tank.

Bladder tank construction does not allow pressurized, continuous, or direct gauge readings. The Ansul sight gauge is a non-pressure-rated device. It normally shows empty avoiding a false "full reading" and an erroneous sense of security.

Because Ansul bladder tanks are pressurized when operated, the pressure must be relieved before a sight gauge reading can be taken. After the water is drained, and the pressure is vented, the full port ball valve can be opened to the "READ" position. This allows the concentrate in the tank to seek its own level in the sight gauge tube enabling a visual estimation of the bladder tank concentrate level.

As an integral part, the gauge has easy-to-follow instructions with a ring pin to secure the valve handle in the proper position.

Specifications

The sight gauge shall be a device for estimating the quantity of foam concentrate in a bladder tank, and shall be self-draining.

The gauge tube shall be 1/2 in. polycarbonate and tested for compatibility with the agent used. It shall be fastened to the tank near the tube top and the tube bottom shall terminate in a 1/2 in. full port bronze body ball valve.

The valve shall have a chromium-plated bronze ball, bronze stem, stainless steel handle and locking nut, and high performance reinforced teflon seats and stuffing box ring with a 600 psi (4136 kPa) W.O.G. rating. The valve shall have a clearly legible nameplate including the necessary steps to safely use the sight gauge.

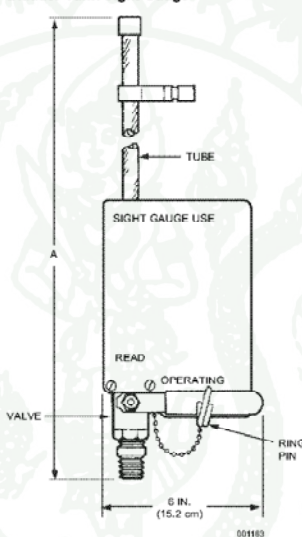
The valve handle shall be drilled so that it may be pinned in the position that allows operation of the bladder tank. The pin shall be attached to the valve by a chain to avoid loss.

The gauge assembly shall be designed for connection to a 1/2 in. F.N.P.T.

ANSUL FIRE PROTECTION
MARINETTE, WI 54143-2542

FOAM SYSTEMS DATA SHEET

Bladder Tank Sight Gauge



Nominal Capacity Gallons	Dimension A* (Vertical Tank) in. (cm)	Dimension A* (Horizontal Tank) in. (cm)
50	52 (132)	—
100	78 (198)	40 (102)
150	78 (198)	46 (117)
200	96 (244)	46 (117)
300	100 (254)	52 (132)
400	96 (244)	58 (147)
500	114 (290)	58 (147)
600	102 (259)	64 (163)
700	120 (305)	64 (163)
800	112 (284)	70 (178)
900	124 (315)	70 (178)
1000	134 (340)	70 (178)
1100	127 (323)	76 (193)
1200	136 (345)	76 (193)
1300	145 (368)	76 (193)
1400	154 (391)	76 (193)
1500	163 (414)	76 (193)
1600 – 1900	—	76 (193)
2000 – 3000	—	88 (224)

* Dimensions are approximate.

BLADDER TANK SIGHT GAUGE

Ordering Information

The Ansul sight gauge shipping assembly is an option shipped as a separate component. Part No. 68427. The approximate shipping weight is 3 lbs. (1.4 kg).

Form No. F-03170-1

©1995 Wormald U.S., Inc. Litho in U.S.A.

อุปกรณ์ผสมโฟม (Proportioner) แบบเกลียวขนาด 2-2.5 นิ้ว

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

APPLICATION

Ansul proportioners are specifically designed to accurately proportion and control the mixing of pressurized Ansul foam concentrates into a water stream with minimum pressure loss. Ansul proportioners are UL listed and FM approved with certain Ansul foam concentrates and are used in conjunction with bladder tanks and pumped proportioning skids. Typical applications include flammable liquid storage tanks, loading racks, aircraft hangars, heliports, and anywhere flammable liquids are used, stored, processed, or transported.

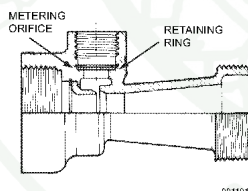
DESCRIPTION

Each Ansul proportioner consists of a body, inlet nozzle, and metering orifice, all of which are corrosion-resistant brass.

The proportioner body is designed with a female NPT threaded inlet and a male NPT threaded outlet in sizes of 2 or 2 1/2 inches. Clearly marked on the proportioner body are the flow direction arrow, as well as the type and percentage of concentrate for which the proportioner was designed.

The inlet nozzle is secured by a stainless steel retaining ring.

The metering orifice is sized according to the type and percentage of concentrate used and is also secured with a stainless steel retaining ring.



SPECIFICATIONS

The proportioner body, inlet nozzle, and foam orifice shall be of low zinc (less than 15%) brass. The nozzle and foam orifice retaining rings shall be of stainless steel.

The proportioner body shall be designed with a female NPT inlet and a male NPT outlet. The body shall be clearly marked with a flow direction arrow, and the type and percent of foam concentrate that it was designed to proportion.

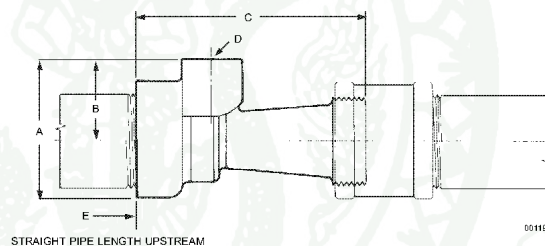
The convergent inlet nozzle shall have a rounded inlet and a smooth machined finish to ensure minimum stream constriction and maximum velocity. It shall be retained by a stainless steel retaining ring. The inlet

FOAM SYSTEMS DATA SHEET

nozzle shall terminate in the foam concentrate annulus chamber and be concentric with and set back from the proportioner recovery section.

Proportioner Dimension Table

Proportioner Size	A		B		C		D		E	
	in.	(cm)	in.	(cm)	in.	(cm)	in.		in.	(cm)
2 in.	3.94	(10.0)	2.44	(6.2)	9.1	(23.1)	1 NPT		10	(25)
2 1/2 in.	4.25	(10.8)	2.47	(6.3)	6.9	(17.5)	1 NPT		12	(30)



ORDERING INFORMATION

Concentrate Used

1% AFFF	71877*
3% AFFF	71878**
3% AFFF @ 2%	71879*
3% AFFF (Freeze Protected)	71880**
3% Alcohol Resistant Concentrate AFFF	71881*
6% AFFF	71883**
6% Alcohol Resistant Concentrate AFFF	71884
3% Protein Foam	71885
3% Protein Foam (Low Temperature)	71886
6% Protein Foam	71887
6% Protein Foam (Low Temperature)	71888*
3% Fluoroprotein Foam	71889
3% Fluoroprotein Foam (Low Temperature)	71890
6% Fluoroprotein Foam	71891
6% Fluoroprotein Foam (Low Temperature)	71894*
2 3/4% High Expansion Foam	

Shipping Weight

8 lb. (3.6 kg)	8 lb. (3.6 kg)
----------------	----------------

* UL Listed with Bladder Tanks

** UL Listed and FM Approved with Bladder Tanks

THREADED PROPORTIONERS (2 AND 2 1/2 IN.)

The foam concentrate metering orifice shall be machined to the proper diameter for the agent. It shall rest on a machined surface to prevent leakage and shall be secured by a removable stainless steel retaining ring.

Nominal Flow Ranges

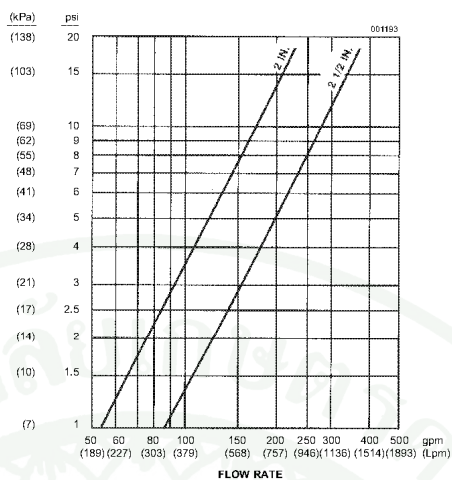
The following table lists the nominal flow range for each proportioner size. For flow ranges using specific concentrations, consult Ansul Incorporated, Foam Products Group, Marinette, WI 54143-2542.

Proportioner Size	Nominal Flow Range gal./min. (L/min.)
2 in.	30 – 300 (114 – 1136)
2 1/2 in.	35 – 400 (132 – 1514)

NOTICE

Listed nominal flow ranges do not apply for Alcohol Resistant Concentrates.

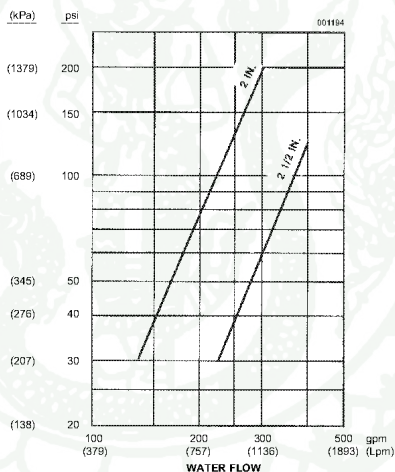
Friction Loss Curves



NOTICE

Consult Ansul Incorporated to determine proportioner size and maximum pipe run between foam tank and proportioner when using Alcohol Resistant Concentrate AFFF.

Minimum Inlet Pressure Versus Water Flow



อุปกรณ์ผสมโฟม (Proportioner) แบบหน้าแปลนขนาด 3, 4, 6 และ 8 นิ้ว

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

APPLICATION

Ansul proportioners are specifically designed to accurately proportion and control the mixing of pressurized Ansul foam concentrates into a water stream with minimum pressure loss. Ansul proportioners are UL Listed and FM approved with certain Ansul foam concentrates and are used in conjunction with bladder tanks and pumped proportioning skids. Typical applications include flammable liquid storage tanks, loading racks, aircraft hangars, heliports, and anywhere flammable liquids are used, stored, processed, or transported.

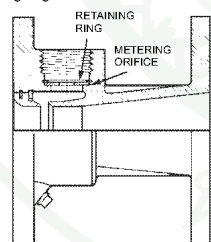
DESCRIPTION

Each Ansul proportioner consists of a body, inlet nozzle, and metering orifice, all of which are corrosion-resistant brass.

The proportioner body is designed with flat-faced flanges to match ANSI 150 lb. flanges of the same nominal size. Clearly marked on the proportioner body are the flow direction arrow, as well as the type and percentage of concentrate for which the proportioner was designed.

The inlet nozzle is secured by a stainless steel retaining ring that is internally concealed to prevent removal after installation.

The metering orifice is sized according to the type and percentage of concentrate used and is also secured with a stainless steel retaining ring.



SPECIFICATIONS

The proportioner body, inlet nozzle, and foam orifice shall be of low zinc (less than 15%) brass. The nozzle and foam orifice retaining rings shall be of stainless steel.

The proportioner body shall be designed to connect to ANSI 150 lb. flat-faced flanges; removal shall be possible without disassembly of additional pipe sections. The two proportioner flange mating faces shall be machined with 64 grooves per inch (2.5 cm) to capture and seal against the flange gaskets. The body shall be clearly marked with a

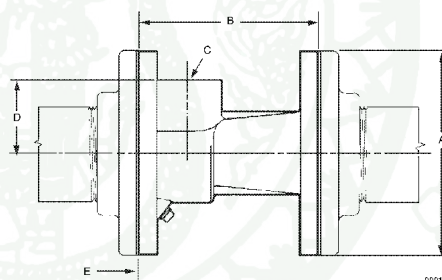
FOAM SYSTEMS DATA SHEET

flow direction arrow, and the type and percent of foam concentrate that it was designed to proportion.

The convergent inlet nozzle shall have a rounded inlet and a smooth machined finish to ensure minimum stream constriction and maximum velocity. It shall be retained by an internally concealed retaining ring that prevents removal after installation. The inlet

PROPORTIONER DIMENSION TABLE

Proportioner Size	A in. (cm)	B in. (cm)	C in. (cm)	D in. (cm)	E in. (cm)
3 in.	7.5 (19.1)	6.50 (16.5)	1 1/4 NPT	2.66 (6.8)	15 (38.1)
4 in.	9.0 (22.9)	10.00 (25.4)	1 1/2 NPT	4.00 (10.2)	20 (50.8)
6 in.	11.0 (27.9)	12.75 (32.4)	2 NPT	4.63 (11.8)	30 (76.2)
8 in.	13.5 (34.3)	13.50 (34.3)	2 1/2 NPT	6.38 (16.2)	40 (101.6)



ORDERING INFORMATION

Foam Concentrate Used	3 in.	4 in.	6 in.	8 in.
1% AFFF	74544*	74889*	74909*	74929*
3% AFFF	74545**	74890**	74910**	74930**
3% AFFF (Freeze-Protected)	74546*	74891*	74911*	74931*
3% Alcohol Resistant Concentrate AFFF	74547**	74892**	74912**	74932**
3% AFFF @ 2%	74561*	74906*	—	—
6% AFFF	74548*	74893*	74913*	74933*
6% Alcohol Resistant Concentrate AFFF	74550*	74895*	74915**	74935**
3% Protein	74551*	74896*	74916*	74936*
3% Protein (Low Temperature)	74552	74897	74917	74937
6% Protein	74553	74898	74918	74938
6% Protein (Low Temperature)	74554	74899	74919	74939
3% Fluoroprotein	74555*	74900*	74920*	74940
3% Fluoroprotein (Low Temperature)	74556	74901	74921	74941
6% Fluoroprotein	74557	74902	74922	74942
6% Fluoroprotein (Low Temperature)	74558	74903	74923	74943
2.75% High Expansion Foam	74560	74905*	74925	74945
Shipping Weight	22 lb. (54 kg)	50 lb. (10 kg)	75 lb. (23 kg)	120 lb. (34 kg)

* UL Listed with Bladder Tanks

** UL Listed and FM Approved with Bladder Tanks

FLANGED PROPORTIONERS (3, 4, 6, AND 8 IN.)

nozzle shall terminate in the foam concentrate annulus chamber and be concentric with and set back from the proportioner recovery section.

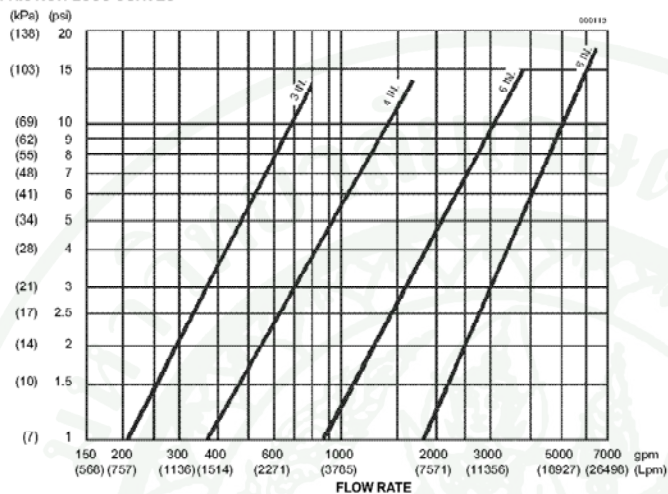
The foam concentrate metering orifice shall be machined to the proper diameter for the agent. It shall rest on a machined surface to prevent leakage and shall be secured by a removable stainless steel retaining ring.

NOMINAL FLOW RANGES

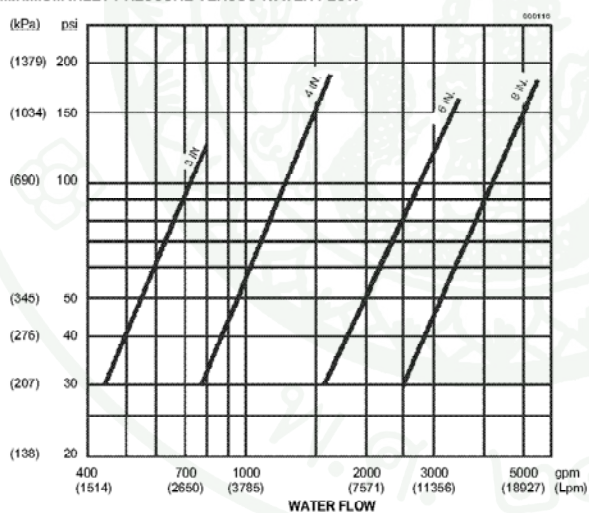
The following table lists the nominal flow range for each proportioner size. For flow ranges using specific concentrates, consult Ansul Incorporated, Technical Services, Marinette, WI 54143-2542.

Proportioner Size	Nominal Flow Range gpm (Lpm)
3 in.	70 – 800 (265 – 3028)
4 in.	200 – 1600 (757 – 6057)
6 in.	300 – 3400 (1136 – 12870)
8 in.	500 – 5500 (1892 – 20819)

NOTICE: Listed nominal flow ranges do not apply for Alcohol Resistant Concentrate.

FRICITION LOSS CURVES

NOTICE: Consult Ansul Incorporated to determine proportioner size and maximum pipe run between foam tank and proportioner when using Alcohol Resistant Concentrate AFFF.

MINIMUM INLET PRESSURE VERSUS WATER FLOW

อุปกรณ์ฉีดโฟมชนิด Foam Chamber

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

FEATURES

- Choice of four foam chamber sizes for various foam solution flow rate requirements
- Hinged inspection hatch with captive bolt securement for ease of inspection and maintenance
- Choice of primed or enamel finish; or polyamide epoxy for marine and other corrosive environments
- Teflon vapor seal allows unrestricted flow of expanded foam
- Convenient vapor seal replacement without removal of retaining bolts
- UL Listed

APPLICATION

Ansul foam chambers are air-aspirating foam discharge devices that are used to protect various types of flammable liquid storage tanks including open top floating roof tanks and cone roof tanks with or without internal floaters. Additional applications include most types of open tanks where flammable liquid products are involved.

Foam chambers are defined by NFPA 11 as Type II discharge outlets for delivering foam to the surface of a flammable liquid. They are commonly used with bladder tanks, balanced pressure pump proportioning systems, line proportioners, or foam trucks. These foam chambers can be used with Ansul low expansion foam agents as determined suitable for the flammable liquid being protected.

DESCRIPTION

The Ansul foam chambers consist of a foam expansion chamber and an integral foam maker with a stainless steel screened air inlet. A removable orifice plate located at the flanged inlet to the foam maker is sized to deliver the required flow rate of foam solution at a specified inlet pressure. A frangible teflon vapor seal is burst upon entry of foam solution allowing an unrestricted flow of expanded foam into the chamber body. From the chamber body, the foam flows through the foam deflector which disperses the foam into the storage tank.

The chamber vapor seal is accessible for inspection and service through a hinged inspection hatch that is secured with captive bolts. The hatch also contains a lifting handle that is designed to support the weight of the foam chamber.

The foam deflector directs the foam stream down the tank sidewall to lessen the submergence of the foam and agitation of

FOAM SYSTEMS DATA SHEET

the fuel surface (Type II application). The foam deflector is a split (two-piece) style. The split deflector allows for either bolting or welding to storage tanks when installation may be performed from both sides of the tank wall as with newly constructed tanks. The split deflector also allows for insertion of the deflector through the flange opening from the outside wall as is often required with tanks already in service.

The foam chamber and deflector can be bolted to the storage tank using a mounting pad. The pad contains mounting studs to fit standard flange holes.

SPECIFICATIONS

The foam chamber assembly shall consist of a chamber body with integral foam maker and orifice plate. A foam deflector and foam chamber mounting pad shall be included with the assembly as required.

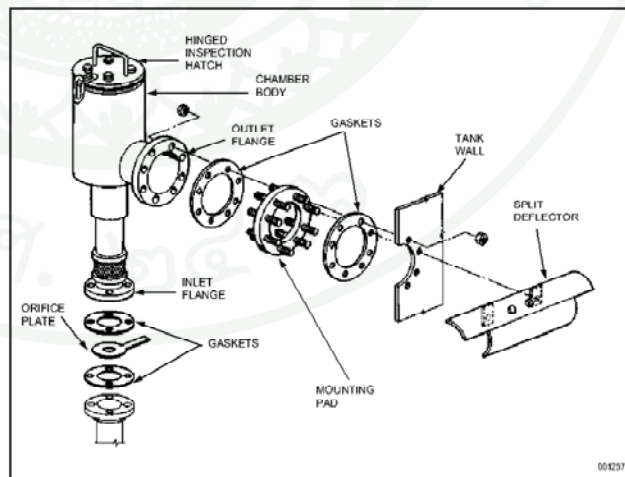
The foam chamber body shall be of steel construction with a choice of primed, enamel, or epoxy finish. The discharge outlet shall be of the flat-faced flange design that may be welded or bolted to the storage tank. For ease of access to the vapor seal, the chamber body shall contain a hinged inspection hatch secured with stainless steel captive bolts. The hatch shall also contain a lifting handle designed to support the weight of the chamber for hoisting.

FOAM CHAMBERS

The foam maker shall contain a stainless steel screen that is cylindrically shaped to conform to the air inlet surface to help prevent damage. The vapor seal shall be of teflon construction to allow an unrestricted flow. The teflon vapor seal shall be designed of a thickness to meet the UL required burst pressure range of 10 to 25 psi (69 to 172 kPa). The vapor seal retainer shall be designed with slotted keyholes to eliminate bolt removal during replacement. The inlet to the foam maker shall be a raised-faced flange with an orifice sized to allow the required flow rate of foam solution at the available pressure.

A split foam deflector shall be provided for either bolting or welding to the mounting surface, or for installation from the outside wall of the storage tank. For bolting applications, a mounting pad shall be available with a stud pattern compatible with the flat-faced flange of the foam chamber body and the foam deflector.

A stainless steel data nameplate shall be attached to the foam chamber hatch. The plate shall specify manufacturer, model number, and part number.



001237

FLOW RANGE

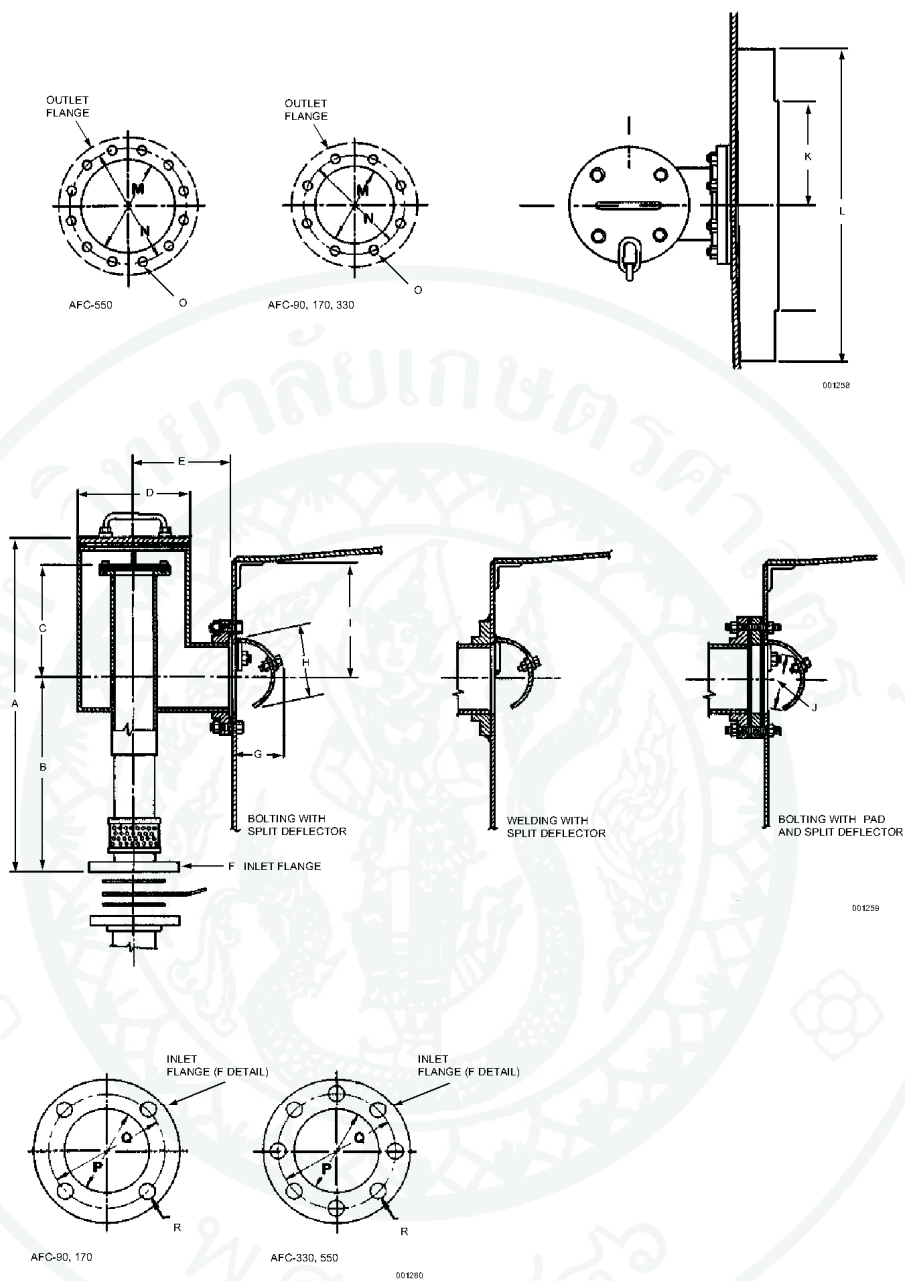
The flow rate of the foam chamber is determined by the orifice size and the inlet pressure. The flow ranges listed in the following table are based on 40 psi (276 kPa) using the smallest orifice for the minimum flow and 100 psi (696 kPa) using the largest orifice for the maximum flow.

Model	Flow Range	K-Factor Range
AFC-90	49 to 151 GPM (185 to 572 LPM)	7.8 to 15.1
AFC-170	94 to 279 GPM (356 to 1033 LPM)	14.9 to 27.9
AFC-330	183 to 610 GPM (693 to 2309 LPM)	28.9 to 61.0
AFC-550	350 to 980 GPM (1325 to 3709 LPM)	55.3 to 98.0

To determine flow rates for specific applications and proper orifice sizing, consult Ansul Incorporated, Technical Services, Marinette, WI 54143-2542.

DIMENSION TABLE

Dimension	AFC-90	AFC-170	AFC-330	AFC-550
A	26 1/16 in. (66.2 cm)	31 7/8 in. (81.0 cm)	35 3/8 in. (89.9 cm)	42 in. (106.7 cm)
B	15 5/16 in. (38.9 cm)	19 5/8 in. (49.8 cm)	20 5/8 in. (52.4 cm)	24 3/4 in. (62.9 cm)
C	8 1/2 in. (21.6 cm)	10 in. (25.4 cm)	11 1/8 in. (28.3 cm)	12 3/8 in. (31.4 cm)
D	8 3/8 in. (21.2 cm)	10 3/8 in. (26.4 cm)	12 3/8 in. (31.4 cm)	15 in. (38.1 cm)
E	7 in. (17.8 cm)	9 in. (22.9 cm)	10 in. (25.4 cm)	12 in. (30.5 cm)
F	2 1/2 in. (6.4 cm)	3 in. (7.6 cm)	4 in. (10.2 cm)	6 in. (15.2 cm)
G	3 1/4 in. (8.3 cm)	4 1/16 in. (10.3 cm)	5 in. (12.7 cm)	6 7/8 in. (17.5 cm)
H	5 5/16 in. (13.5 cm)	7 3/8 in. (18.7 cm)	9 1/8 in. (23.1 cm)	9 3/4 in. (24.8 cm)
I	8 in. (20.3 cm)	9 1/2 in. (24.1 cm)	11 in. (27.9 cm)	12 in. (30.5 cm)
J	4 5/8 in. (11.7 cm)	6 1/8 in. (15.6 cm)	7 3/4 in. (19.7 cm)	8 1/4 in. (20.9 cm)
K	8 in. (20.3 cm)	12 in. (30.5 cm)	16 in. (40.6 cm)	20 in. (50.8 cm)
L	12 in. (30.5 cm)	18 in. (45.7 cm)	24 in. (61.0 cm)	30 in. (76.2 cm)
M	4 1/2 in. (11.4 cm)	6 5/8 in. (16.8 cm)	8 5/8 in. (21.9 cm)	10 3/4 in. (27.3 cm)
N	7 1/2 in. (19.1 cm)	9 1/2 in. (24.1 cm)	11 3/4 in. (29.8 cm)	14 1/4 in. (36.2 cm)
O	3/4 in. (1.9 cm)	7/8 in. (2.2 cm)	7/8 in. (2.2 cm)	1 in. (2.5 cm)
P	2 7/8 in. (7.3 cm)	3 1/2 in. (8.9 cm)	4 1/2 in. (11.4 cm)	6 5/8 in. (16.8 cm)
Q	5 1/2 in. (13.9 cm)	6 in. (15.2 cm)	7 1/2 in. (19.1 cm)	9 1/2 in. (24.1 cm)
R	3/4 in. (1.9 cm)	3/4 in. (1.9 cm)	3/4 in. (1.9 cm)	7/8 in. (2.2 cm)



ORDERING INFORMATION

Part No.	Description	Finish	Approximate Shipping Weight	
			lb.	(kg)
75887	AFC-90 Foam Chamber	Primed	60	(27.2)
75883	AFC-90 Foam Chamber	Enamel	60	(27.2)
75879	AFC-90 Foam Chamber	Epoxy	60	(27.2)
74392	AFC-90 Mounting Pad	Primed	15	(6.8)
74391	AFC-90 Mounting Pad	Enamel	15	(6.8)
74390	AFC-90 Mounting Pad	Epoxy	15	(6.8)
74376	AFC-90 Split Deflector	Primed	5	(2.3)
75888	AFC-170 Foam Chamber	Primed	100	(45.4)
75884	AFC-170 Foam Chamber	Enamel	100	(45.4)
75880	AFC-170 Foam Chamber	Epoxy	100	(45.4)
74396	AFC-170 Mounting Pad	Primed	20	(9.1)
74395	AFC-170 Mounting Pad	Enamel	20	(9.1)
74394	AFC-170 Mounting Pad	Epoxy	20	(9.1)
74380	AFC-170 Split Deflector	Primed	10	(4.5)
75889	AFC-330 Foam Chamber	Primed	145	(65.8)
75885	AFC-330 Foam Chamber	Enamel	145	(65.8)
75881	AFC-330 Foam Chamber	Epoxy	145	(65.8)
74400	AFC-330 Mounting Pad	Primed	35	(15.9)
74399	AFC-330 Mounting Pad	Enamel	35	(15.9)
74398	AFC-330 Mounting Pad	Epoxy	35	(15.9)
74384	AFC-330 Split Deflector	Primed	20	(9.1)
75890	AFC-550 Foam Chamber	Primed	270	(122.5)
75886	AFC-550 Foam Chamber	Enamel	270	(122.5)
75882	AFC-550 Foam Chamber	Epoxy	270	(122.5)
74404	AFC-550 Mounting Pad	Primed	50	(22.7)
74403	AFC-550 Mounting Pad	Enamel	50	(22.7)
74402	AFC-550 Mounting Pad	Epoxy	50	(22.7)
74388	AFC-550 Split Deflector	Primed	30	(13.6)
74408	AFC-90 Foam Diverter Test Tube		15	(6.8)
74412	AFC-170 Foam Diverter Test Tube		20	(9.1)
74416	AFC-330 Foam Diverter Test Tube		40	(18.1)
74420	AFC-550 Foam Diverter Test Tube		65	(29.5)
Replacement Parts				
418581	AFC-90 Vapor Seal Assembly		1/2	(.23)
418582	AFC-170 Vapor Seal Assembly		1/2	(.23)
418583	AFC-330 Vapor Seal Assembly		1/2	(.23)
418584	AFC-550 Vapor Seal Assembly		1/2	(.23)
75985	AFC-90 Cover Gasket		1/4	(.11)
75986	AFC-170 Cover Gasket		1/4	(.11)
75987	AFC-330 Cover Gasket		1/4	(.11)
75988	AFC-550 Cover Gasket		1/4	(.11)
75968	Cover Screw, All Models		1/4	(.11)

ANSUL is a registered trademark.

อุปกรณ์ฉีดโฟมชนิด High Back-Pressure Foam Makers

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

Features

- Ten standard sizes to handle a wide range of flow requirements
- Compatible with Ansul fluoroprotein and AFFF concentrates for subsurface injection
- Designed to operate with total back pressure as high as 40% of inlet pressure
- Cylindrically-shaped air inlet screen to help prevent accidental damage or blockage

Applications

Ansul High Back-Pressure Foam Makers (HBPFM) are designed to generate expanded foam for the purpose of subsurface injection into a cone-roof liquid hydrocarbon storage tank.* The foam maker is typically located outside the diked area surrounding the storage tank. Expanded foam is injected through a dedicated foam line or into a product line to the storage tank (refer to Typical Schematics).

The high back-pressure foam maker is capable of generating expanded foam within the optimum expansion ratio range of 2:1 to 4:1 for subsurface injection. The foam maker can discharge against a back pressure as high as 40% of the operating inlet pressure. A minimum foam maker inlet pressure of 100 psi (690 kPa) is typically required for satisfactory operation.

High back-pressure foam makers can be used with various types of proportioning equipment including bladder tanks, balanced pressure pump proportioning systems, in-line balanced pressure proportioning systems, and foam trucks. (Line proportioning systems are usually unacceptable due to the relatively high pressure loss across the line proportioner – except in instances where back pressure to the foam maker is low and available water pressure to the line proportioner is relatively high.)

Description

The Ansul high back-pressure foam maker consists of a preassembled body, discharge tube, turbulator, and metering orifice.

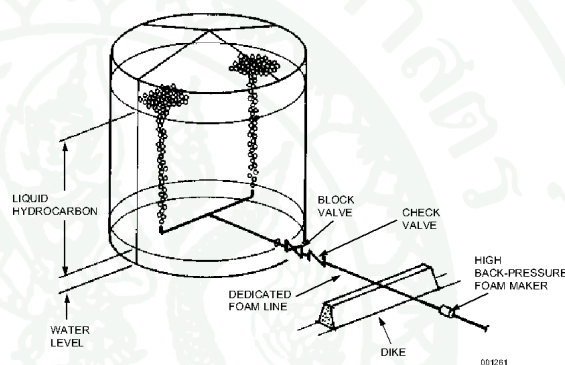
* The flammable liquid being protected must be a hydrocarbon product. Polar solvent flammable liquids or hydrocarbons containing more than 10% alcohol are destructive to subsurface injected foams. See NFPA 11.

The storage tank protected should be of cone-roof construction without any type of internal floater. NFPA 11 does not recommend subsurface injection systems for open top or covered floating roof tanks because of the possibility of improper distribution of foam to the fuel surface.

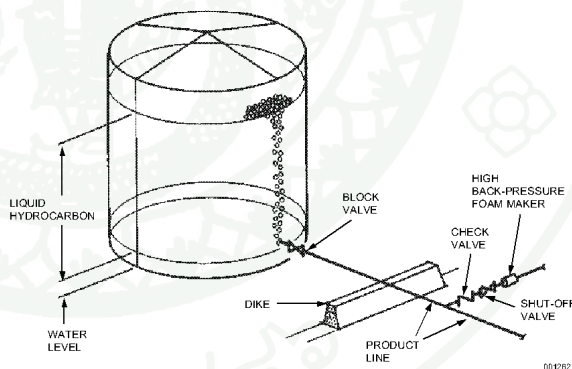
FOAM SYSTEMS DATA SHEET

HIGH BACK-PRESSURE FOAM MAKERS

Typical Schematic – Dedicated Foam Line



Typical Schematic – Injection Into Product Line



Fixed style foam makers are available in ten models (HBPFM) with nominal flow rates ranging from 100 to 550 gpm (379 to 2082 Lpm). Each of models HBPFM-100 through HBPFM-300 has a 2 1/2 in. NPT female inlet and 2 1/2 in. NPT male outlet. Each of models HBPFM-350 through HBPFM-550 has a standard ANSI 4 in. pipe flange inlet and 6 in. pipe flange outlet.

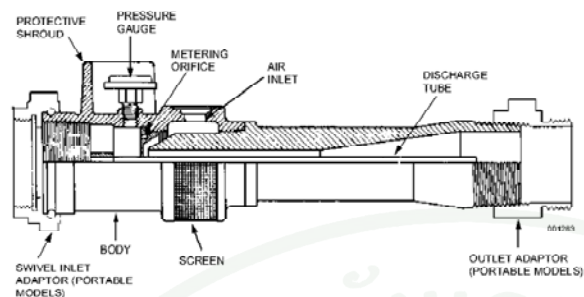
Portable foam makers are available in five models (HBPFM-P) with nominal flow rates ranging from 100 to 300 gpm (379 to 1136 Lpm). The portable foam maker is equipped with a standard 2 1/2 in. NHT female swivel

inlet adaptor and 2 1/2 in. NHT male outlet adaptor.

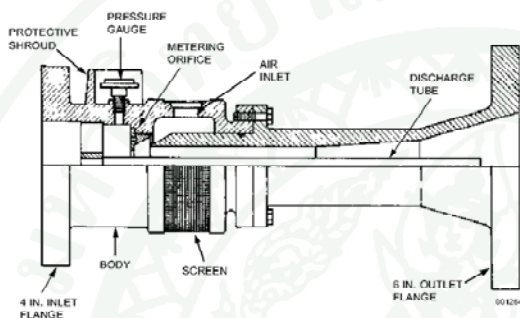
A screened air inlet allows uniform air distribution into the foam solution stream resulting in the generation of expanded foam. The screened, cylindrical design helps to prevent accidental damage and inhibits the entrance of foreign material.

A pressure gauge, 0 to 300 psi (0 to 2069 kPa), is provided in the foam maker body to allow monitoring of the water inlet pressure. A pressure gauge shroud is integral to the cast metal body to help prevent gauge damage.

**Models HBPFM-100 Through 300 (Fixed)
and HBPFM-P-100 Through 300 (Portable)**



Models HBPFM-350 Through 550 (Fixed)



Ordering Information

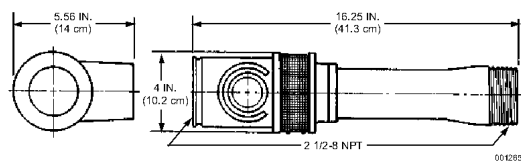
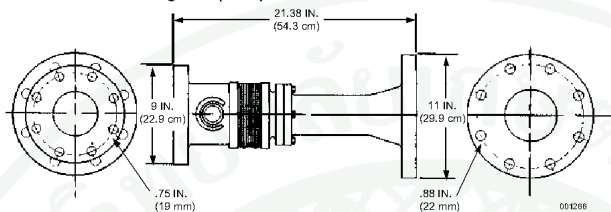
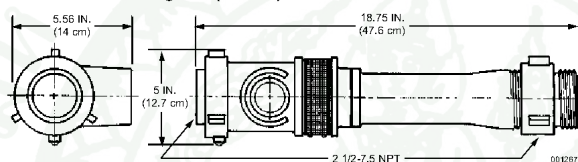
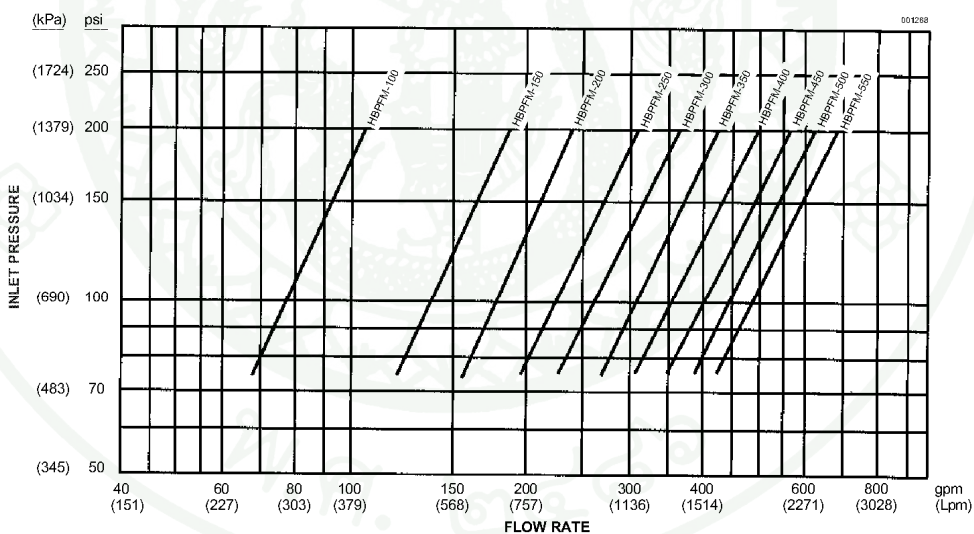
Part No.	Model	Application	Nominal Flow Rate		Approximate Shipping Weight	
			gpm	(Lpm)	lb.	(kg)
71240	HBPFM-100	Fixed	100	(379)	10	(4.5)
71241	HBPFM-150	Fixed	150	(568)	10	(4.5)
71242	HBPFM-200	Fixed	200	(757)	10	(4.5)
71243	HBPFM-250	Fixed	250	(946)	10	(4.5)
71244	HBPFM-300	Fixed	300	(1136)	10	(4.5)
71286	HBPFM-350	Fixed	350	(1324)	38	(17.2)
71287	HBPFM-400	Fixed	400	(1514)	38	(17.2)
71288	HBPFM-450	Fixed	450	(1703)	38	(17.2)
71289	HBPFM-500	Fixed	500	(1893)	38	(17.2)
71290	HBPFM-550	Fixed	550	(2082)	38	(17.2)
71245	HBPFM-P-100	Portable	100	(379)	12	(5.4)
71246	HBPFM-P-150	Portable	150	(568)	12	(5.4)
71247	HBPFM-P-200	Portable	200	(757)	12	(5.4)
71248	HBPFM-P-250	Portable	250	(946)	12	(5.4)
71249	HBPFM-P-300	Portable	300	(1136)	12	(5.4)

Specifications

The high back-pressure foam maker assembly shall consist of an anodized aluminum body and discharge tube. The internal foam turbulator and metering orifice shall be machined from stainless steel and sized to match the designated flow rate and corresponding model designation.

Each of the nominal 100 to 300 gpm (379 to 1136 Lpm) assemblies shall be provided with a 2 1/2 in. NPT female inlet and 2 1/2 in. NPT male outlet. Each of the nominal 350 to 550 gpm (1324 to 2082 Lpm) assemblies shall be provided with a standard ANSI 4 in. pipe flange inlet and 6 in. pipe flange outlet. Portable foam makers shall be equipped with female swivel inlet and male outlet adaptors to mate the 2 1/2 in. NPT thread to the specified fire hose thread.

The high back-pressure foam maker shall have a stainless steel air inlet screen that is cylindrically shaped to the air inlet surface to help ensure optimum performance and avoid damage. A pressure gauge, 0 to 300 psi (0 to 2069 kPa), shall be provided in the foam maker body to monitor operating pressure. A pressure gauge shroud shall be integral to the cast metal body to help prevent gauge damage.

DIMENSIONS**Models HBPFM-100 Through 300 (Fixed)****Models HBPFM-350 Through 550 (Fixed)****Models HBPFM-P-100 Through 300 (Portable)****Flow Rate Vs. Inlet Pressure**

อุปกรณ์ฉีดโฟมชนิด Floating Roof Foam Makers

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

Features

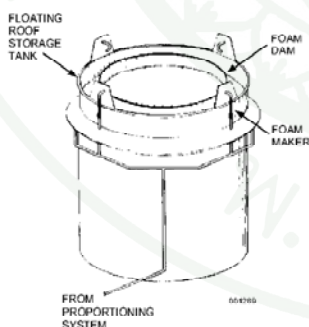
- Stainless steel construction for corrosive environments
- Cylindrically-shaped air inlet screen helps prevent accidental damage or blockage
- Choice of two models with orifice plates sized for specific flow rate requirements
- Removable foam solution inlet screen for ease of inspection and cleaning

Application

Ansul Floating Roof Foam Makers (FLR) are air-aspirating foam discharge devices that are designed to protect floating roof, flammable liquid, storage tanks. Specifically, the protected storage tanks must be of open-top construction with either double-deck or pontoon-type floating roofs. This type of construction eliminates the need for a vapor seal allowing the use of foam makers rather than foam chambers. Additional applications include protection of diked flammable liquid storage and spill areas.

Floating roof foam makers are used with various types of proportioning systems such as bladder tanks, balanced pressure pump proportioning systems, or line proportioners. The foam makers can be used with appropriate Ansul low-expansion foam agents for the flammable liquid being protected.

Typical Storage Tank Protection



FOAM PRODUCTS DATA SHEET

Description

The Ansul floating roof foam maker is constructed of stainless steel components for corrosion resistance.

A screened air inlet, conforming to the cylindrical body, allows uniform air distribution into the foam solution stream to generate expanded foam. This design also helps prevent damage and inhibits the entrance of foreign materials.

A removable orifice plate at the threaded inlet is sized to deliver foam solution over a range of flow rates depending on the inlet pressure (see Flow Range section). The acceptable operating pressure range is 30 psi (207 kPa) to 100 psi (690 kPa).

A stainless steel foam solution strainer is provided at the foam maker inlet. The strainer is secured by a snap retaining ring to allow removal for inspection and cleaning.

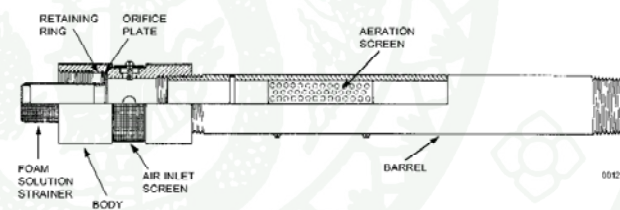
FLOATING ROOF FOAM MAKERS

Specifications

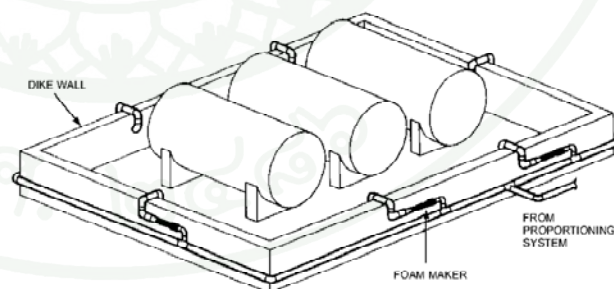
The floating roof foam maker body, barrel, and sub-component parts shall be constructed of corrosion-resistant stainless steel. The foam maker shall be designed with a female NPT inlet and a male NPT outlet.

A machined brass metering orifice plate shall be provided at the inlet and sized to deliver the required flow rate of foam solution at a specified inlet pressure. The metering orifice and stainless steel foam solution inlet strainer shall be secured with a snap retaining ring to enable removal for inspection and cleaning. The foam maker body shall be stamped with the corresponding orifice diameter.

The floating roof foam maker shall have a stainless steel air inlet screen that is cylindrically shaped to the air inlet surface to ensure optimum performance and help prevent damage.



Typical Dike Protection



Flow Range

The flow rate of the floating roof foam maker is determined by the orifice size and inlet pressure. The flow ranges listed in the following table are based on 30 psi (207 kPa) using the smallest orifice for the minimum flow, and 100 psi (690 kPa) using the largest orifice for the maximum flow.

Model	Flow Range	K-Factor Range
FLR-30	7 to 69 gpm (26 to 223 Lpm)	1.2 to 5.6
FLR-90	31 to 150 gpm (117 to 568 Lpm)	5.6 to 15

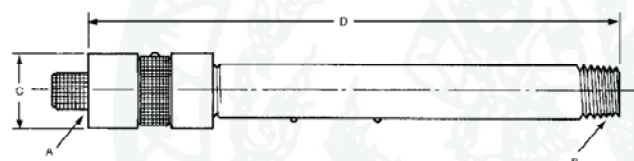
To determine flow rates for specific applications and proper orifice sizing, consult Ansul Fire Protection, Technical Services, Marinette, WI 54143-2542.

Ordering Information

Part No.	Description	Approximate Shipping Weight lb. (kg)
75615	FLR-30 Foam Maker	4.5 (2.0)
75633	FLR-90 Foam Maker	13.0 (5.9)

Dimensions

Model	Dimension A – in.	Dimension B – in.	Dimension C in. (cm)	Dimension D in. (cm)
FLR-30	1 1/2 – 11 1/2 NPT	1 1/4 – 11 1/2 NPT	2.25 (5.7)	16 (41)
FLR-90	2 1/2 – 8 NPT	2 1/2 – 8 NPT	3.25 (8.3)	25 (64)

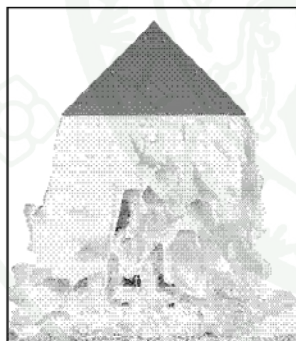


ANSUL is a registered trademark.

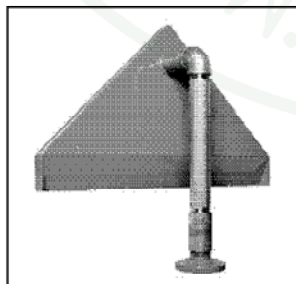
อุปกรณ์ฉีดโฟมชนิด Air Aspirated Foam Makers (ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®
FEATURES

- Air aspirated foam maker
- Continuous K factors from 1.2 – 15.0
- Operating pressures from 30 to 150 psi (2.1 to 10.3 bar)
- Assembly includes UL Listed FLR foam maker
- Provides wind protection allowing all foam to be applied in the sealing area
- Gentle foam application
- Shipped complete and ready for field installations
- Carbon steel body coated with a corrosion resistant epoxy paint system and stainless steel piping
- Inlet and outlet screened to prevent bird entry
- No welding required for mounting



004613



004615

**FOAM PRODUCTS
DATA SHEET**
APPLICATION

Ansul FLR-30 and FLR-90 Rim Seal Foam Pourers are air-aspirating foam discharge devices that are designed to protect floating roof, flammable liquid, storage tanks. Specifically, the protected storage tanks must be open-top construction with either double-deck or pontoon-type floating roofs.

Rim Seal Foam Pourers are used with various types of proportioning systems such as bladder tanks, balanced pressure pump proportioning systems, or line proportioners. The Foam Pourers can be used with appropriate Ansul low-expansion foam agents for the flammable liquid being protected.

DESCRIPTION

The Pourer is designed to discharge fully aspirated foam directly to the annular seal area of open top floating roof storage tanks for fire extinguishment or vapor suppression. Fully aspirated foam provides the most effective performance for all types of foam concentrates.

It is designed utilizing the UL Listed FLR-30 and FLR-90 floating roof foam makers. The pourer design provides protection from the wind thus allowing the aspirated foam to gently discharge onto the protected area of the floating roof tank. Gentle application minimizes submergence and agitation, thus increasing the effectiveness of the foam blanket. The design of the unit allows for uniform/cohesive foam flow.

The FLR-30 and FLR-90 Foam Pourers are classified as Type II discharge devices in accordance with NFPA 11, "Standard for Low-Expansion Foam."

The cover of the unit, opposite of the foam inlet, is designed for removal to allow for internal inspection. The unit can be mounted on the top flange of the fuel storage tank utilizing the mounting holes located in the base of the foam pourer or by the use of clamps.

A screened air inlet, conforming to the cylindrical body, allows uniform air distribution into the foam solution stream to generate expanded foam. This design also helps prevent damage and inhibits the entrance of foreign materials.

A removable orifice plate at the threaded inlet is sized to deliver foam solution over a range of flow rates depending on the inlet pressure. The acceptable operating pressure range is 30 psi to 150 psi (2.1 to 10.3 bar).

A stainless steel foam solution strainer (on FLR-30-FP only) is provided at the foam maker inlet. The strainer is secured by a snap retaining ring to allow removal for inspection and cleaning.

**FLR-30-FP/
FLR-90-FP
RIM SEAL
FOAM POURER**
SPECIFICATIONS

- Flat face 2.5 in. steel flange on inlet
- Field replaceable machined brass orifice plate
- Corrosion resistant construction with stainless steel piping and epoxy paint with zinc rich primer over abrasive blasted steel
- Stainless steel inlet screen
- Stainless steel outlet screen to prevent birds from entering the foam pourer
- Stainless steel fasteners
- Operating pressures from 30 to 150 psi (2.1 to 10.3 bar)
- Continuous K factors from 1.2 – 15.0

FLOW RANGE

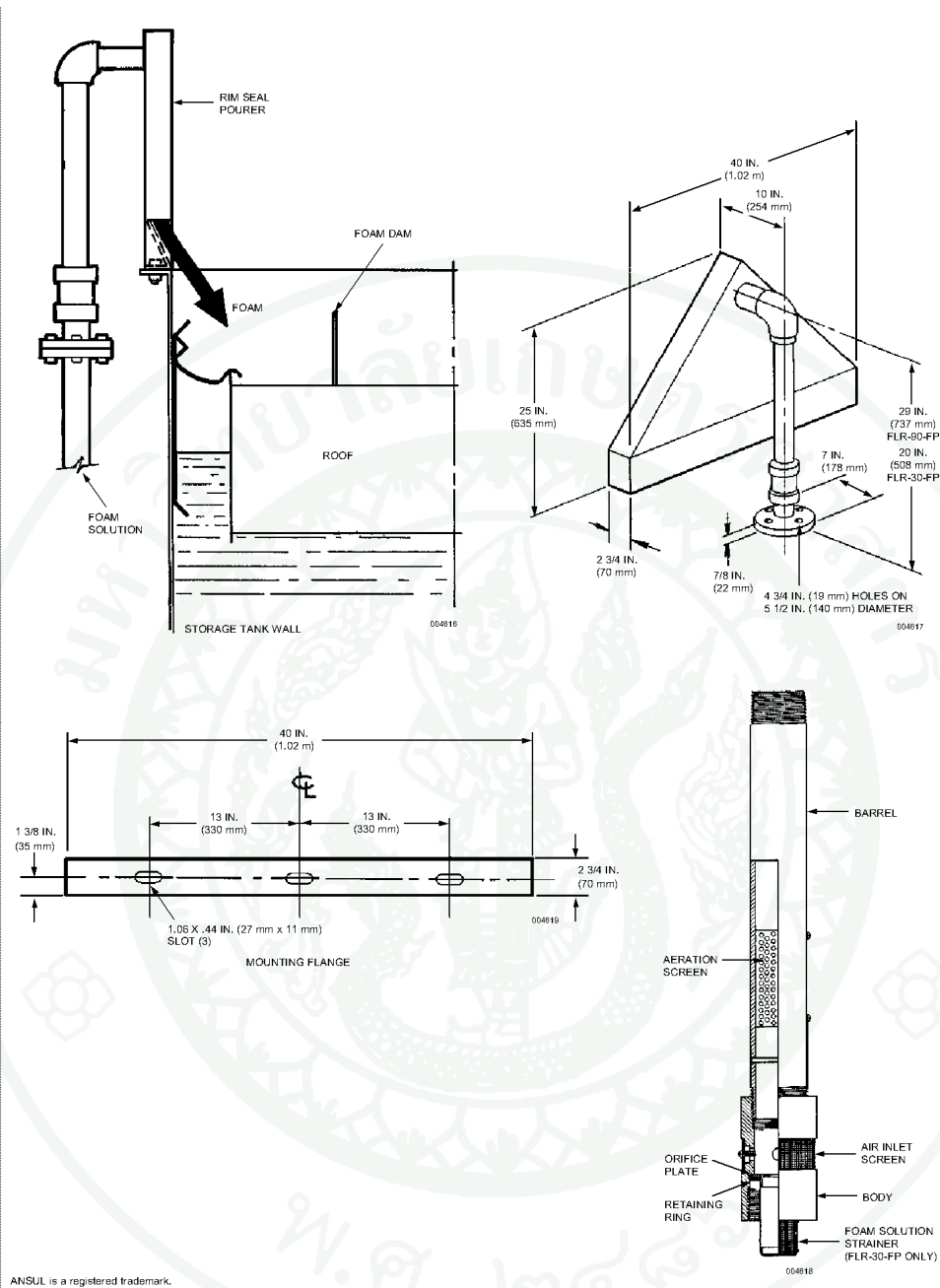
The orifice size and inlet pressure determines the flow rate of the foam pourer. The flow ranges listed in the following table are based on 30 psi (2.1 bar) using the smallest orifice for the minimum flow, and 150 psi (10.3 bar) using the largest orifice for the maximum flow.

Model	Flow Range	K Factor Range
FLR-30-FP	7 to 71 gpm (26 to 269 Lpm)	1.2 to 5.8
FLR-90-FP	31 to 164 gpm (117 to 696 Lpm)	5.6 to 15.0

To determine flow rates for specific applications and proper orifice sizing, consult Ansul Incorporated, Technical Services, Marinette, WI 54143-2542 (800-862-6785)

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description	Approximate Shipping Weight lb. (kg)
428170	FLR-30-FP	110 (49.9)
428171	FLR-90-FP	120 (54.4)



ANSUL is a registered trademark.

หัวฉีดโฟมสำหรับสายดับเพลิง (Handline Nozzle) และ อุปกรณ์ผสมโฟม (Eductors) (ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

LOW-EXPANSION FOAM HANDLINE NOZZLES

FEATURES

- Noncorrosive materials
- Easy-to-operate ball shut off valve
- Light weight for ease of handling
- Good foam quality with pressure of 45 psi (310 kPa) and greater

APPLICATION

The Ansul KR-S low-expansion foam handline nozzles can be used with all low expansion foam agents such as fluoroprotein, AFFF, alcohol resistant AFFF, and Class A foam concentrates. These portable, air aspirating nozzles can be used in a variety of flammable liquid hazard areas using ANSULITE, Class B foam concentrates. Typical applications include municipal fire departments and crash-fire-rescue (CFR) vehicles, or for handline applications around tank farms, loading racks, aircraft hangars, and chemical plants.

Using SILV-EX® Class A foam concentrate, an effective blanketing foam is produced for use for structural fire attack and other deep-seated fires involving tires, rolled paper, baled cotton and coal bunkers.

The advantage of low expansion compared to medium expansion foam is the greater throw range and superior cooling effect achieved by the higher water content.

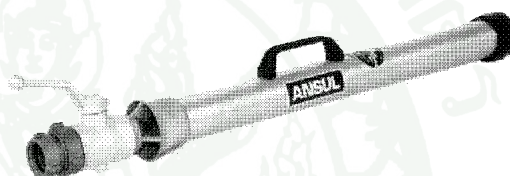
DESCRIPTION

Two sizes are available for nominal flow rates of 60 gpm (227 Lpm) and 120 gpm (454 Lpm) @ 100 psi (689 kPa). Foam solution is sprayed through the nozzle and foam is produced in the tube as air is drawn in. Each nozzle has a ball shut-off valve.

The nozzle tube is constructed of stainless steel with a tough polyurethane handle providing optimum protection against corrosion. Although the normal operating pressure is 75 – 100 psi (517 – 689 kPa), a minimum operating pressure of 45 psi (310 kPa) is recommended. Foam concentrate is usually proportioned to the nozzle using the matching Ansul Model Z eductor.

FOAM SYSTEMS DATA SHEET

HANDLINE NOZZLES AND EDUCTORS



001227

TECHNICAL DATA TABLE

Model Number	KR-S2	KR-S4
Flow rate @ 100 psi (689 kPa)	60 gpm (227 Lpm)	120 gpm (454 Lpm)
Normal Operating Pressure	75-100 psi (517-689 kPa)	75-100 psi (517-689 kPa)
Expansion Ratio	8:1 – 15:1	8:1 – 15:1
Stream Range	75 ft. (23 m)	85 ft. (25.9 m)
Overall Length	30 in. (76 cm)	39 in. (99 cm)
Maximum Width	8 in. (20 cm)	8 in. (20 cm)
Recommended Eductor	Ansul Z-2	Ansul Z-4

ORDERING INFORMATION

The models listed below are provided with 1 1/2 in. NHT female inlet threads. Other thread types are available upon request. The flow rates listed are nominal; see Technical Data Table above for performance characteristics.

Part No.	Description	Approximate Shipping Weight lb. (kg)
415981	KR-S2 Low Expansion Nozzle 60 gpm (227 Lpm)	9 (4.1)
415982	KR-S4 Low Expansion Nozzle 120 gpm (454 Lpm)	11 (5.0)

FOAM EDUCTORS

FEATURES

- Tough proven design
- Metering valve adjustable up to 6%
- Efficient, low cost proportioning

APPLICATION

Ansul Z model eductors are designed to introduce a variable percentage of foam concentrate into a pressurized water stream. They provide an inexpensive foam proportioning means where available water supply pressures are adequate. Typical applications include use by municipal fire departments, industrial fire brigades and CFR type vehicle personnel. These eductors can be used with all Ansul foam concentrates. It is important that a matched foam nozzle be used with the eductor to ensure proper performance.

DESCRIPTION

Both the Model Z-2 and Z-4 eductor bodies are constructed of brass. The standard inlet and outlet couplings are anodized aluminum with NHT threads. The eductors have a metering valve variably adjustable from 0% to 6% concentration and have a flexible pick-up hose by which foam concentrate is drawn up from a container. A check valve is incorporated to prevent water from flowing back into the pick-up hose and thus into the foam container when a foam handline nozzle is shut off.

The outlet pressure recovery of the Ansul Z model eductors is 70% of operating inlet pressure. This correlates to an approximate 30% drop in water pressure when matched together with the nozzles covered in this data sheet. Typical operating pressure at the inlet to the eductor should be approximately 125 – 175 psi (862 – 1207 kPa).



001230

TECHNICAL DATA TABLE

Model Number	Z-2	Z-4
Flow/Pressure	60 gpm @ 175 psi (227 Lpm @ 1206 kPa)	120 gpm @ 175 psi (454 Lpm @ 1206 kPa)
Normal Operating Pressure	125-175 psi (862 – 1206 kPa)	125-175 psi (862 – 1206 kPa)
Maximum Allowed Back-Pressure	70%	70%
Maximum Hose Lay (1 1/2 in.) (Eductor to Nozzle)	300 ft. (91 m)	100 ft. (30.5 m)
Overall Length	14 in. (36 cm)	14 in. (36 cm)
Maximum Width	6 in. (15 cm)	6 in. (15 cm)
Maximum Height	6 in. (15 cm)	6 in. (15 cm)

ORDERING INFORMATION

The models listed below are provided with a 1 1/2 in. NHT female inlet thread and 1 1/2 in. NHT male outlet thread. Other thread types are available upon request. The flow rates listed are nominal; see Technical Data Table above for performance characteristics.

Part No.	Description	Approximate Shipping Weight	
		lb.	(kg)
415979	Z-2 Foam Eductor 60 gpm (227 Lpm)	15	(6.8)
415980	Z-4 Foam Eductor 120 gpm (454 Lpm)	17	(7.7)

ANSUL, ANSULITE and SILV-EX are registered trademarks.

อุปกรณ์ฉีดโฟมแบบ Manual Monitor

(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

General Description

The MM-1000 is designed to deliver approximately 1,000 GPM (3785 LPM), however, actual flow rate is dependant on nozzle choice. This monitor is constructed of continuous tubing which produces less friction loss and better stream reach. The balanced design reduces unwanted torque and swing, while the range of movement is easily operated with the single tiller bar.

Features

- Waterway: 3" nominal continuous tubing.
- Nozzle: Use of Spittfire, D5 or AFN-1 Series nozzle recommended.
- Sweep (rotation): Full 360°.
- Elevation: 140° total vertical movement. (+90° elevation, -50° depression.)
- Nozzle Threads: Male 2 1/2" - 7 1/2 TPI NHT, stainless steel.
- Mounting: 3", 150 lb. ANSI flange standard. Optional 4", 150 lb. ANSI flange.
- Finish: Red polyurethane paint.
- Material: Durable carbon steel. Optional stainless steel model available (unpainted).
- Stability: Lock knobs for sweep (rotational) and elevation (vertical) movements.
- Weight: 38 lb. (17.2 kg) with 3" flange; 40 lb. (18.1 kg) with 4" flange, not including nozzle. Shipping weight: 45 lb. (20.4 kg).

Ordering Information

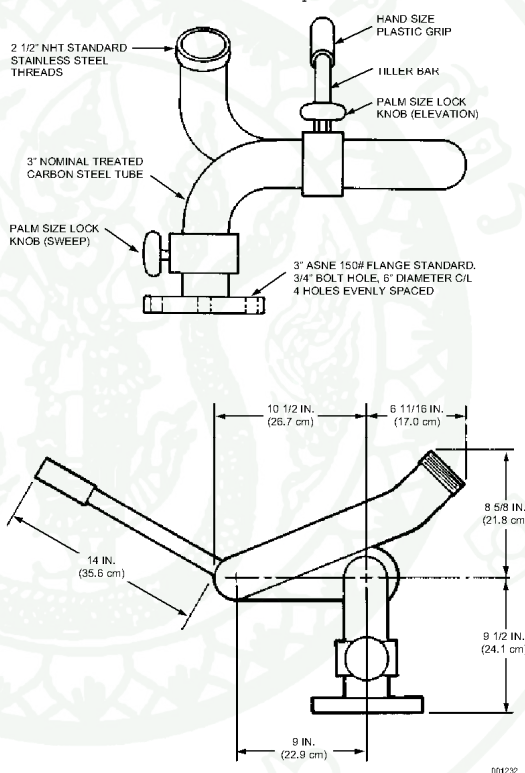
Part No.	Description
400276	MM-1000-3 Monitor with 3" flange.
400286	MM-1000-4 Monitor with 4" flange.
402825	SS-MM-1000-3 Stainless Steel Monitor with 3" flange.
402826	SS-MM-1000-4 Stainless Steel Monitor with 4" flange.

Flange Description

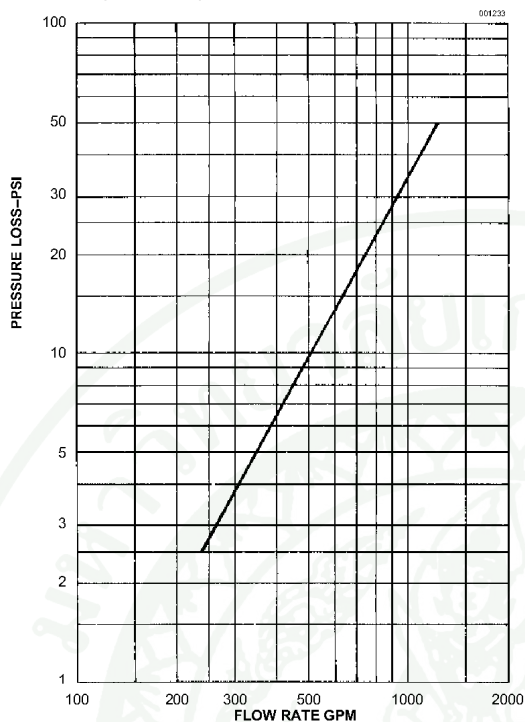
Flange Size	Hole Size	No. of Holes	Center Line Diameter
3 inch (standard)	3/4 inch	4	6 inch evenly spaced
4 inch (optional)	3/4 inch	8	7 1/2 inch evenly spaced

FOAM PRODUCTS DATA SHEET

MANUAL MONITOR MM-1000 SERIES



MM-1000 Monitor Friction Loss vs Flow Rate
(3 Inch Waterway, 4 Inch Flange, 2 1/2 Inch NH Outlet)



ANSUL INCORPORATED, MARINETTE, WI 54143-2542 715-735-7411

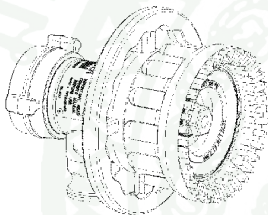
Form No. F-85105-2 ©1999 Ansul Incorporated Litho in U.S.A.

หัวฉีดโฟมแบบ Self-Educting สำหรับ Manual Monitor
(ANSUL Foam Systems Design and Applications)

ANSUL®

FEATURES

- Superior Range
- Excellent/Accurate Foam Proportioning
- Performance Proven
- Brass Construction
- Includes Fittings and Hoses
- Optional Two Drum Application



004284

DESCRIPTION

The Ansul Master Foam nozzle is an accurate and durable self-educing foam nozzle with superior stream quality and reach. This monitor nozzle is available in your choice of 350, 500, or 750 gpm at 100 psi (7 Bar). Fog angle is user adjustable between 120° wide fog and straight stream. The nozzle's baffle is easily removed for flushing debris.

The standard swivel coupling is 2.5 in. NH female threads. The simple flow geometry (patent pending) can educt foam concentrate at .5%, 1%, 3%, or 6% with no small passages to clog. Percentage is easily set with an interchangeable orifice plate. A set of calibrated foam orifice plates is included. The UL listed nozzles are supplied with one orifice plate corresponding to the ANSULITE® foam concentrate for which it is listed.

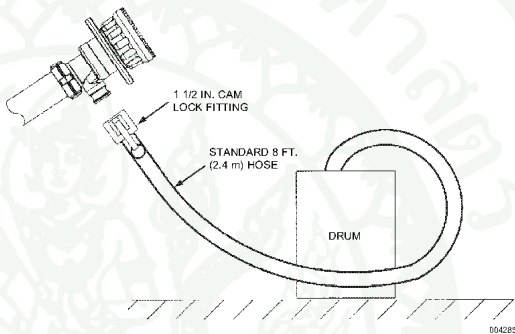
Nozzle comes with an industrial grade UV resistant, 8 feet long, 1.5 in. diameter concentrate hose with a cam lock fitting for quick and secure attachment to the nozzle. The simple and basic design requires no grease or other maintenance. The halo ring/stream shaper is made from non-corroding high temperature polymer. The rubber bumper is UV resistant. The Master Foam self-educing nozzle is supplied in UNS C83600 brass.

The Ansul Master Foam nozzles are recommended for use with Ansul's Protector Station Monitor, MM-1000 monitors, or SS-MM-1000 monitors.

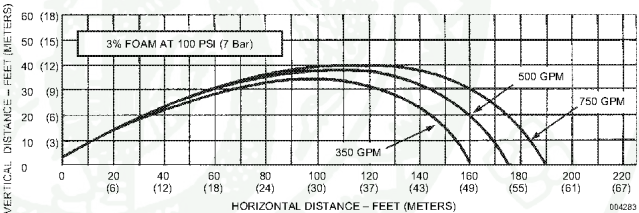
Refer to reverse side for accessories.

FOAM SYSTEMS
DATA SHEET

SELF-EDUCTING
MASTER FOAM
NOZZLES



004285



004285

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description	ANSULITE Concentrate	Length in. (mm)	Weight lb. (kg)
427460	Self-Educting Nozzle, 350 gpm, 2 1/2 in. NH	.5, 1, 3, 6%	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)
427461	Self-Educting Nozzle, 500 gpm, 2 1/2 in. NH	.5, 1, 3, 6%	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)
427462	Self-Educting Nozzle, 750 gpm, 2 1/2 in. NH	.5, 1, 3, 6%	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)
427463	Self-Educting Nozzle, 350 gpm, 2 1/2 in. NH	3x3 LV*	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)
427464	Self-Educting Nozzle, 500 gpm, 2 1/2 in. NH	3x3 LV*	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)
427465	Self-Educting Nozzle, 750 gpm, 2 1/2 in. NH	3x3 LV*	10 1/2 (267)	17.5 (7.9)

*UL Listed (Pending)

ACCESSORIES

Single and Dual Drum Kits

Provides a connection between an ANSUL Master Foam nozzle and a 55-gallon foam drum, allowing the nozzle to be used instantly. Each corrosion resistant kit includes a PVC pick-up tube and fittings, brass valve, glass filled polypropylene quick connect fittings and a vacuum relief valve.

The drum kit installs in the 2 in. NPT opening in the drum. The quick connect attached to the end of the hose allows easy changing of drums. The drum kit can be screwed out of an empty drum and screwed into a full drum without tools to remove the hose.

The single drum kit utilizes the hose provided with the nozzle. Cut off about 2 in. of hose, insert the barbed end of the female quick connect and tighten the provided hose clamp and the kit is ready for use.

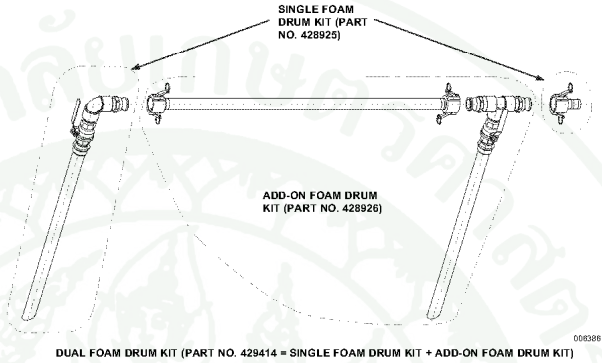
A dual drum kit is available when additional foam supply is required. The dual drum kit includes the single drum kit plus a pick up tube, valve, tee, quick connects and a 4 ft. length of hose with quick connects to provide the same convenience of use as the single drum kit.

The vacuum relief valve installs into the 3/4 in. NPT thread in the 2 in. buttress threaded drum cap. A hole must be cut into the cap at the base of the 3/4 in. threads. The cap/vacuum valve assembly is reusable when replacing drums.

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description	Length in. (cm)	Weight lb. (kg)
428925	Single Foam Drum Kit	45 (114)	9 (4)
428926	Add-on Foam Drum Kit	45 (114)	12 (5)
429414*	Dual Foam Drum Kit	45 (114)	21 (10)

* Dual Drum Kit contains the single drum kit (Part No. 428925) and the add-on drum kit (Part No. 428926).



หัวฉีดน้ำแบบฝอย (Water Spray Nozzle)

(TYCO Fire Protection Catalog)

tyco / Fire & Building
Products

Type D3 Protectospray® Directional Spray Nozzles, Open, Medium Velocity

General Description

The Type D3 Protectospray Nozzles are open (non-automatic) directional spray nozzles and they are designed for use in water spray fixed systems for fire protection applications. They are external deflector type nozzles that discharge a uniformly filled cone of medium velocity water droplets.

The D3 Nozzles are effective in covering exposed vertical, horizontal, curved, and irregular shaped surfaces in a cooling spray to prevent excessive absorption of heat from an external fire and possible structural damage or spread of fire to the protected equipment. In some applications, depending on water design density requirements, the Type D3 Nozzles may also be used for fire control or extinguishment.

The Type D3 Nozzles are available in a wide variety of orifice sizes and spray angles (included angle of discharge) to provide versatility in system design. Refer to Technical Data Sheet TFP890 for information on Blow-Off Plugs that can be used for applications where protection is required against insect infestation or accumulation of debris within the nozzle orifice.

It is recommended that the end user be consulted with respect to the suitability of the materials of construction and

finish for any given corrosive environment. The effects of ambient temperature, concentration of chemicals, and gas/chemical velocity, should be considered, at a minimum, along with the corrosive nature to which the sprinklers may be exposed.

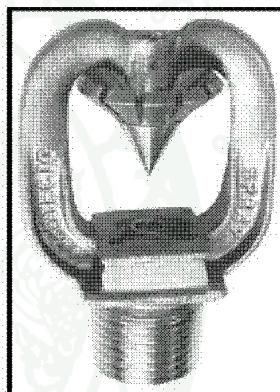
The Type D3 Protectospray Nozzle is a redesignation for the Gem Type D3.

WARNINGS

The Type D3 Protectospray Nozzles described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. Failure to do so may impair the performance of these devices.

The design of individual water spray fixed systems can vary considerably, depending on the characteristics and nature of the hazard, the basic purpose of the spraying system, the configuration of the hazard, and wind/draft conditions. Because of these variations as well as the wide range of available nozzle spray characteristics, the design of water spray fixed systems for fire protection must only be performed by experienced designers who thoroughly understand the limitations as well as capabilities of such systems.

The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted with any questions.



IMPORTANT

Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the nozzle to fail to operate in a fire situation.

Technical Data

Approvals

The natural finish, chrome plated, and lead coated bronze, as well as stainless steel Type D3 Protectospray Nozzles are UL and C-UL Listed, as well as FM Approved.

Maximum Working Pressure

175 psi (12,1 bar).
Also refer to Figure 2, Note 2.

Discharge Coefficient

Refer to Table A.

Spray Angles

Refer to Table B.

Finish and Material

Refer to Table E.

Thread Connection

1/2 inch NPT.

Physical Characteristics

(Bronze)

Frame Bronze
Deflector Bronze
Splitter Bronze
Pin Bronze

Physical Characteristics

(Stainless Steel)

Frame ASTM A-296,
Grade CF-8M (equiv. Type 316 S.S.)
Deflector Type 316 S.S.
Splitter Type 316 S.S.
Pin Type 316 S.S.

Design Criteria

Nozzle Placement. Where direct impingement of water spray onto all of the protected surface is required by the Authority having Jurisdiction, the nozzles are to be spaced and directed so that their spray patterns will completely cover the plane-of-protection with the minimum required average density; however, it is recommended that indoor nozzle spacing be 12 feet (3,7 m) or less and that outdoor nozzle spacing be 10 feet (3,0 m) or less. Where rundown or slippage is planned, e.g., exposure protection of vessels per NFPA 15, the above recommended indoor and outdoor spacings also apply.

When used for protecting the surfaces of a vessel, for example, the nozzles are positioned normal to and approximately 2 feet (0,6 m) from the surface. This approach, in conjunction with a properly selected spray angle, will tend to make more effective use of the spray as well as help minimize the

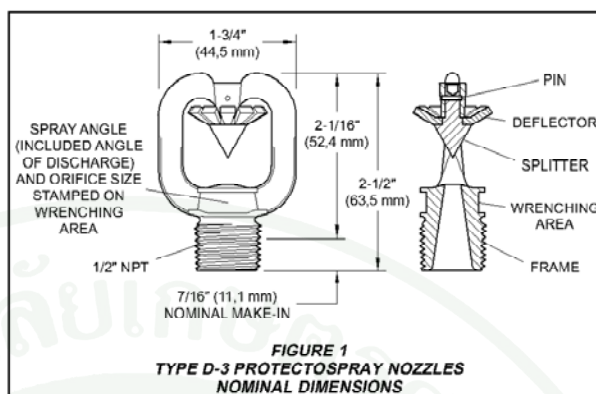


FIGURE 1
TYPE D-3 PROTECTOSPRAY NOZZLES
NOMINAL DIMENSIONS

ORIFICE SIZE	MINIMUM DIAMETER	K-FACTOR	
		NFPA (GPM ÷ √psi)	ISO/SI (LPM ÷ √bar)
NO. 16	0.203" (5,16 mm)	1.2	17,3
NO. 18	0.250" (6,35 mm)	1.8	25,9
NO. 21	0.281" (7,14 mm)	2.3	33,1
NO. 24	0.328" (8,33 mm)	3.0	43,2
NO. 28	0.375" (9,53 mm)	4.1	59,0
NO. 32	0.438" (11,13 mm)	5.6	80,6
NO. 34	0.500" (12,70 mm)	7.2	103,7

TABLE A
SELECTION OF ORIFICE SIZES

65°	125°
80°	140°
95°	160°
110°	180°

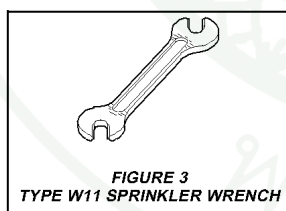
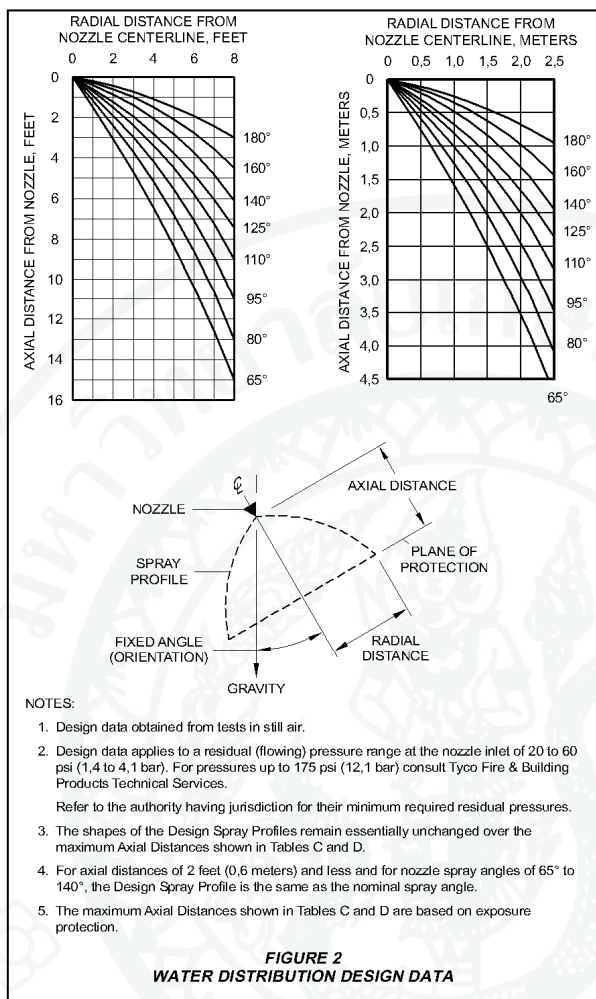
TABLE B
SELECTION OF SPRAY ANGLES

disturbance effects of wind/draft conditions on the water spray patterns.

Spray Patterns. The Design Spray Profiles for the nozzle spray angles of 65 to 180 degrees are shown in Figure 2 and apply to discharge pressures of 20 to 60 psi (1,4 to 4,1 bar). Discharge pressures in excess of 60 psi (4,1 bar) will result in a decrease in coverage area since the spray patterns tend to draw inwards at higher pressures. Refer inquiries on higher discharge pressures to the Technical Services Department. The maximum axial distances between the nozzle tip and

plane-of-protection, for exposure protection, are given in Table C and D. When the axial distance from the nozzle tip to the plane-of-protection is 3 feet (0,6 m) or less, the Design Spray Profile is the same as the nominal spray angles of 65 thru 140 degrees.

Main Pipeline Strainers. Main pipeline strainers per NFPA 15 are required for systems utilizing nozzles with a flow path less than 3/8 inch (9,5 mm) diameter, i.e., No. 16 thru No. 24 (Ref. Table A), and for any system where the water is likely to contain obstructive material.



Installation

Type D3 Protectospray Nozzles must be installed in accordance with the following instructions:

NOTE

A leak tight 1/2 inch NPT nozzle joint should be obtained with a torque of 7 to 14 ft.lbs. (9.5 to 19.0 Nm). A maximum of 21 ft. lbs. (28.5 Nm) of torque

may be used to install nozzles with 1/2 NPT connections. Higher levels of torque may distort the nozzle inlet and cause leakage or impairment of the nozzle.

Step 1. With pipe thread sealant applied to the pipe threads, hand tighten the nozzle into the nozzle fitting.

Step 2. Tighten the nozzle into the nozzle fitting using only the W-Type 11 Sprinkler Wrench (Ref. Figure 3). With reference to Figure 1 the W-Type 11 Sprinkler Wrench is to be applied to the wrenching area.

Care and Maintenance

The Type D3 Protectospray Nozzles must be maintained and serviced in accordance with the following instructions:

NOTE

Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system that it controls, permission to shut down the affected fire protection system must be obtained from the proper authorities and all personnel who may be affected by this action must be notified.

Type D3 Protectospray Nozzles must never be painted, plated, coated or altered in any way after leaving the factory; otherwise, the spray performance may be impaired.

Care must be exercised to avoid damage to the nozzles - before, during, and after installation. Nozzles damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced.

Frequent visual inspections are recommended to be initially performed for nozzles installed in potentially corrosive atmospheres to verify the integrity of the materials of construction and finish as they may be affected by the corrosive conditions present for a given installation. Thereafter, annual inspections per NFPA 25 are required.

Water spray fixed systems for fire protection service require regularly scheduled care and maintenance by trained personnel. In addition to inspecting nozzles for proper spray performance during water flow trip tests of the system, it is recommended that nozzles be periodically inspected for broken or missing parts (including blow-off plugs where applicable), loading/obstructions, or other evidence of impaired protection. The inspections should be scheduled weekly or as frequently as

(Continued on Page 6)

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 65° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	3,2	3,8	4,0	4,0	4,4	4,6	4,7	
30°	2,5	3,3	3,3	3,6	3,8	4,1	4,2	
45°	2,2	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,9	
60°	2,0	2,8	2,9	3,3	3,4	3,6	3,8	
90°	1,8	2,6	2,7	3,1	3,2	3,3	3,5	
120°	1,8	2,3	2,3	2,3	2,5	2,7	2,9	
135°	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,4	2,6	
150°	1,6	1,7	1,7	1,9	1,9	2,2	2,3	
180°	1,5	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 80° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	2,7	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3	4,3	
30°	2,2	2,5	2,7	3,2	3,5	3,7	3,7	
45°	1,9	2,3	2,4	3,1	3,2	3,4	3,4	
60°	1,7	2,1	2,3	3,0	3,1	3,3	3,3	
90°	1,5	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0	
120°	1,4	1,4	1,8	2,0	2,2	2,1	2,4	
135°	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	
150°	1,2	1,2	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	
180°	1,1	1,1	1,2	1,4	1,4	1,6	1,7	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 95° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	2,1	2,4	2,9	3,2	3,4	3,7	3,8	
30°	1,8	2,0	2,4	3,0	3,2	3,3	3,4	
45°	1,6	1,9	2,1	2,9	3,0	3,1	3,1	
60°	1,4	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0	
90°	1,2	1,5	2,0	2,5	2,6	2,7	2,7	
120°	1,1	1,1	1,6	1,6	1,9	1,8	2,0	
135°	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	
150°	0,9	0,9	1,1	1,2	1,4	1,4	1,4	
180°	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 110° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,8	2,1	2,7	2,9	3,4	3,4	3,5	
30°	1,6	1,9	2,2	2,7	2,9	3,0	3,0	
45°	1,4	1,8	2,0	2,6	2,7	2,7	2,8	
60°	1,3	1,7	1,9	2,5	2,6	2,6	2,7	
90°	1,1	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	2,4	
120°	0,8	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	
135°	0,8	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	
150°	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	
180°	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 125° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,4	1,5	2,0	2,4	3,0	3,1	3,2	
30°	1,1	1,1	1,9	2,1	2,6	2,6	2,7	
45°	0,9	1,1	1,8	1,8	2,4	2,3	2,5	
60°	0,8	0,9	1,7	1,8	2,2	2,2	2,4	
90°	0,6	0,8	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	
120°	0,5	0,7	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	
135°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	
150°	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,1	
180°	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 140° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,2	1,4	1,8	2,0	2,4	2,4	2,4	
30°	1,0	1,1	1,7	1,7	1,9	2,1	2,1	
45°	0,8	0,8	1,5	1,5	1,7	2,0	2,0	
60°	0,7	0,8	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	
90°	0,5	0,7	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	
120°	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	
135°	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	
150°	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	
180°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 160° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,1	1,1	1,4	1,5	1,8	2,1	2,1	
30°	0,8	0,9	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9	
45°	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	
60°	0,5	0,7	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	
90°	0,4	0,5	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	
120°	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	
135°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	
150°	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	

MAXIMUM AXIAL DISTANCE FOR 180° SPRAY ANGLE IN METERS								
FIXED ANGLE	ORIFICE SIZE							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	1,8	1,8	
30°	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	
45°	0,6	0,6	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3	
60°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	
90°	0,3	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	
120°	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	
135°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	
150°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

TABLE D
MAXIMUM AXIAL DISTANCE BETWEEN
NOZZLE TIP AND PLANE-OF-PROTECTION FOR EXPOSURE PROTECTION
— METERS —

P/N 49 — 3XX — X — XXX		
ORIFICE SIZE		FINISH & MATERIAL
16	No. 16	1 NATURAL FINISH BRONZE
18	No. 18	4 TEFLON COATED BRONZE
21	No. 21	7 LEAD COATED BRONZE
24	No. 24	9 CHROME PLATED BRONZE
26	No. 26	0 NATURAL FINISH STAINLESS STEEL
32	No. 32	
34	No. 34	
		SPRAY ANGLE
		065 65°
		080 80°
		095 95°
		110 110°
		125 125°
		140 140°
		160 160°
		180 180°

TABLE F
PART NUMBER SELECTION

may be necessary, and corrective action must be taken to ensure that the nozzles will perform as intended in the event of a fire.

For installations subject to freezing and where blow-off plugs have been installed, a periodic inspection must be performed for evidence of ice build-up from trapped condensate which could affect the proper release of the blow-off plugs.

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the standards of any other authorities having jurisdiction. The installing contractor or sprinkler manufacturer should be contacted relative to any questions.

It is recommended that water spray fixed systems be inspected, tested, and maintained by a qualified Inspection Service in accordance with local requirements and/or national codes.

Limited Warranty

Products manufactured by Tyco Fire & Building Products (TFBP) are warranted solely to the original Buyer for ten (10) years against defects in material and workmanship when paid for and properly installed and maintained under normal use and service. This warranty will expire ten (10) years

from date of shipment by TFBP. No warranty is given for products or components manufactured by companies not affiliated by ownership with TFBP or for products and components which have been subject to misuse, improper installation, corrosion, or which have not been installed, maintained, modified or repaired in accordance with applicable Standards of the National Fire Protection Association, and/or the standards of any other Authorities Having Jurisdiction. Materials found by TFBP to be defective shall be either repaired or replaced, at TFBP's sole option. TFBP neither assumes, nor authorizes any person to assume for it, any other obligation in connection with the sale of products or parts of products. TFBP shall not be responsible for sprinkler system design errors or inaccurate or incomplete information supplied by Buyer or Buyer's representatives.

In no event shall TFBP be liable, in contract, tort, strict liability or under any other legal theory, for incidental, indirect, special or consequential damages, including but not limited to labor charges, regardless of whether TFBP was informed about the possibility of such damages, and in no event shall TFBP's liability exceed an amount equal to the sales price.

The foregoing warranty is made in lieu of any and all other warranties express or implied, including warranties of merchantability and fitness for a particular purpose.

This limited warranty sets forth the exclusive remedy for claims based on failure of or defect in products, materi-

als or components, whether the claim is made in contract, tort, strict liability or any other legal theory.

This warranty will apply to the full extent permitted by law. The invalidity, in whole or part, of any portion of this warranty will not affect the remainder.

Ordering Procedure

When placing an order, indicate the full product name and P/N.

Contact your local distributor for availability.

D3 Protectospray Nozzles:

Specify: No. (specify) orifice, Type D3 Protectospray Nozzle with (specify finish/coating and material) with (specify number) degree spray angle, P/N (specify from table E).

Sprinkler Wrench:

Specify: Type W11 Sprinkler Wrench, P/N 56-452-1-001.

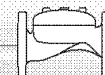
Optional Blow-Off Plugs:

Specify: Blow-Off Plug Style (specify letter), P/N (specify from Figure 1).

(No. 16) Style A P/N 56-320-1-001
(No. 18) Style K P/N 56-320-1-009
(No. 21) Style J P/N 56-320-1-008
(No. 24) Style I P/N 56-320-1-007
(No. 28) Style H P/N 56-320-1-006
(No. 32) Style E P/N 56-320-1-005
(No. 34) Style D P/N 56-320-1-004

วาล์วระบบดับเพลิงแบบท่อแห้งชนิด Deluge Valve
(BERMAD Fire Protection Catalog)

BERMAD Fire Protection



400 Series

Electrically Controlled Deluge Valve with EasyLock™ Manual Reset

Model: FP 400E-2M



LISTED

Typical Applications



Automatic spray or foam systems



Petrochemical facilities



Tunnels



Power plants & transformers



Flammable materials storage



Aviation & airports

Features and Benefits

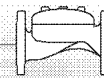
- Latch open – Closes upon local reset only
- One-piece molded diaphragm-Only moving part – No maintenance required
- Simple design – Cost effective
- Obstacle-free full bore – Uncompromising reliability
- Factory pre-assembled trim – Out of-box quality
- In-line serviceable – Minimal down time

Optional Features

- Water motor alarm
- Alarm pressure-switch (code: P or P7)
- Explosion-proof for hazardous locations (code: 7/8/9)
- Seawater service (add FS as prefix to model)
- Hydraulic release



BERMAD Fire Protection



Model: FP 400E-2M

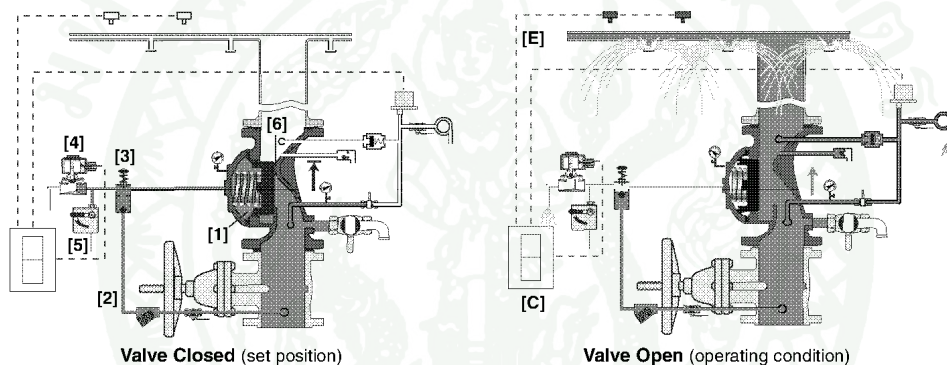
400 Series

Operation

The BERMAD Model FP 400E-2M is suitable for systems that include electric fire detection and a piping system with a wide variety of open nozzles.

In the SET position, the line-pressure supplied to the main valve's control chamber [1] via the priming line [2] and through an EasyLock Manual Reset [3], is trapped by the EasyLock internal check valve, by a closed 2-Way Solenoid Valve [4], and by a closed Manual Emergency Release [5]. The trapped pressure holds the main valve's diaphragm and plug against the valve seat [6], sealing it drip-tight and keeping the system piping dry.

Under FIRE or TEST conditions, an electric detection system [E], through a control panel [C], triggers the Solenoid Valve to open. Pressure is released from the control chamber by the opened Solenoid Valve, or the Manual Emergency Release. The EasyLock prevents line-pressure from entering the control chamber, allowing the main valve to latch open and water to flow into the system piping and to the alarm device.



Engineer Specifications

- The deluge valve shall be a UL-Listed, electrically controlled elastomeric type globe valve with a **rolling-diaphragm**.
- The valve shall have an **unobstructed flow path** with no stem guide or **supporting ribs**.
- Valve actuation shall be accomplished by a fully peripherally supported, one-piece balanced rolling-diaphragm, vulcanized with a rugged radial seal disk. The diaphragm assembly shall be the only moving part.
- The valve shall have a removable cover for quick in-line service, enabling all necessary inspection and servicing.
- The control trim materials shall consist of S.S.316 tubing and fittings, and plated brass accessories including local **EasyLock** Manual Reset, 2-way Solenoid Pilot Valve, Y strainer and Manual Emergency Release.
- The control trim shall be supplied as an assembly, pre-assembled and hydraulically tested at an ISO 9000 and 9001 certified factory.
- The Electrically Controlled Deluge Valve shall latch open in response to an electric signal. The valve shall reset to the closed position only upon local manual activation of the reset device.



BERMAD Fire Protection

Model: FP 400E-2M

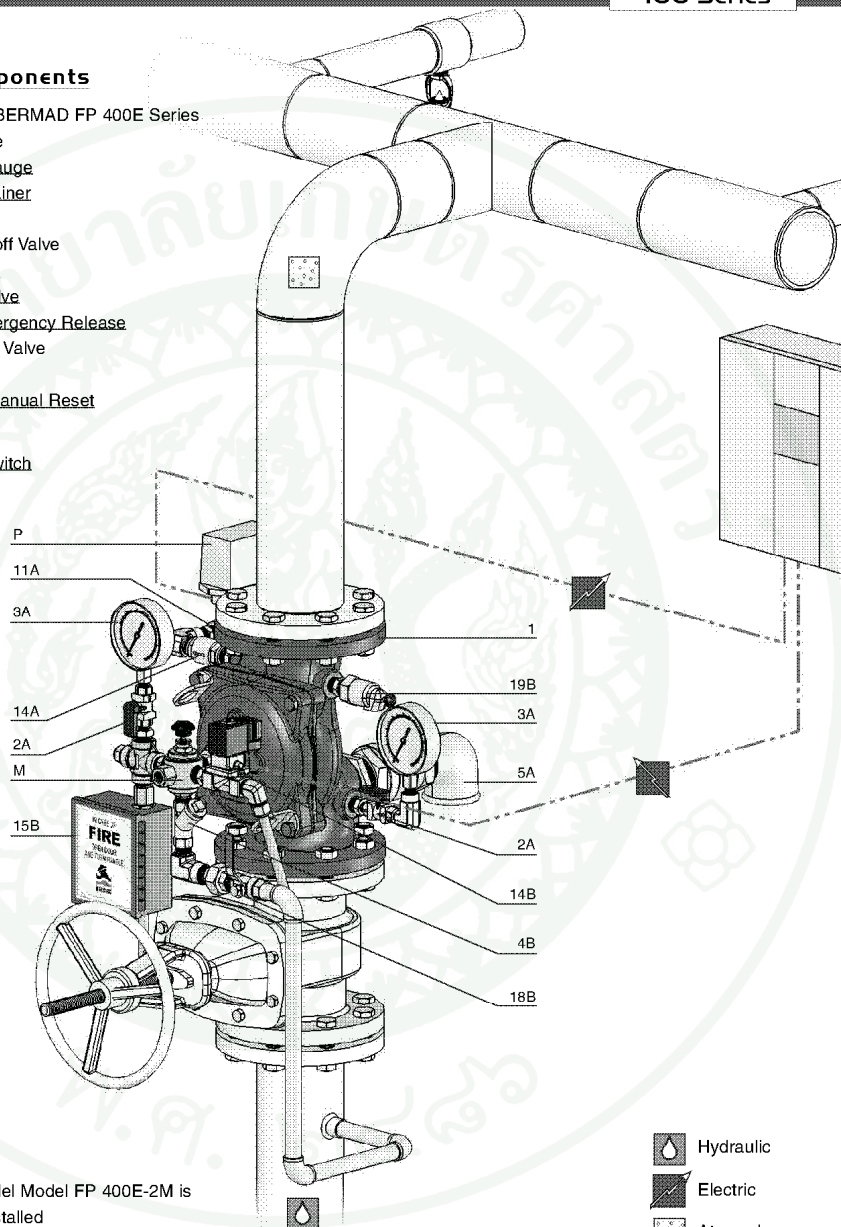
400 Series

System Components

- 1 - Main Valve, BERMAD FP 400E Series
- 2A - Gauge Valve
- 3A - Pressure Gauge
- 4B - Priming Strainer
- 5A - Drain Valve
- 11A - Alarm Shutoff Valve
- 14A - Check Valve
- 14B - Solenoid Valve
- 15B - Manual Emergency Release
- 18B - Priming Ball Valve
- 19B - Drip Check
- M - EasyLock Manual Reset

Optional

- P - Pressure Switch



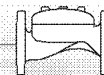
UL Listed

The BERMAD Model Model FP 400E-2M is UL-Listed when installed with specific components and accessories.

-  Hydraulic
-  Electric
-  Atmosphere



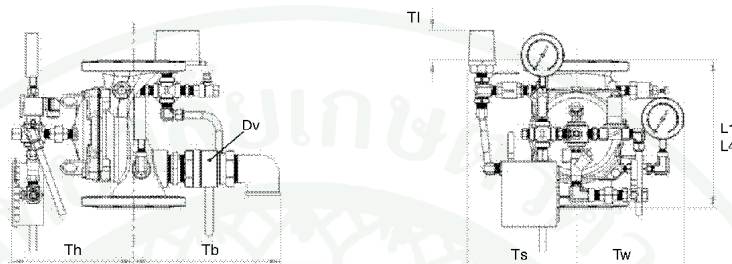
BERMAD Fire Protection



Model: FP 400E-2M

400 Series

Technical Data



Valve Size	1½, 2"		2½"		3"		4"		6"		8"		10"		12"	
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
(1) L1	205	8 1/16	205	8 1/16	250	9 13/16	320	12 5/8	415	16 5/16	500	19 11/16	605	23 13/16	725	28 9/16
(2) L4	205	8 1/16	N/A	N/A	250	9 13/16	320	12 5/8	415	16 5/16	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TI	142	5 5/8	142	5 5/8	119	4 11/16	84	3 5/16	57	2 1/4	—	—	—	—	—	—
Tw	228	9	220	8 11/16	243	9 9/16	253	10	312	12 3/16	326	12 13/16	346	13 5/8	391	15 5/8
Ts	228	9	220	8 11/16	243	9 9/16	253	10	318	12 1/2	326	12 13/16	326	12 13/16	391	15 5/8
Th	226	8 7/8	242	9 1/2	262	10 5/16	261	10 3/16	356	14	407	16	407	16	546	21 1/2
Tb	278	10 11/16	289	11 3/8	300	11 13/16	337	13 1/4	378	14 7/8	405	15 15/16	413	16 1/4	473	18 5/8
Dv Ø	3/4"		1 1/2"		1 1/2"		2"		2"		2"		2"		2"	

Notes:

1. L1 is for flanged ANSI #150 and ISO PN16.
2. L4 is for grooved end connections.

3. Provide adequate space around valve for maintenance.

4. Data is for envelope dimensions, specific component positioning may vary.

Connection Standard

- Flanged: ANSI B16.42 (Ductile Iron), B16.5 (Steel & Stainless Steel), B16.24 (Bronze)
- ISO PN16
- Grooved: ANSI/AWWA C606 for 2, 3, 4 & 6"

Water Temperature

- 0.5 – 50°C (33 – 122°F)

Available Sizes

- 1½, 2, 2½, 3, 4, 6, 8, 10 & 12"
- UL-Listed for sizes 1½, 2, 2½, 3, 4, 6, & 8"

Pressure Rating*

- Max. working pressure: 250 psi (17 bar)

- * Pressure rating might be limited due to solenoid valve rating

Wet Pilot Line Elevation

When used, refer to "Wet Pilot Line Maximum Elevation Above Valve" chart, Model FP 400E-1M

Manufacturers Standard Materials

Main valve body and cover

- Ductile Iron ASTM A-536

Main valve internals

- Stainless Steel & Elastomer

Control Trim System

- Brass control components/accessories
- Stainless Steel 316 tubing & fittings

Elastomers

- Nylon fabric reinforced polyisoprene NR

Coating

- Electrostatic Powder Coating Polyester, Red (RAL 3002)

Optional Materials

Main valve body

- Carbon Steel ASTM A-216 WCB
- Stainless Steel 316
- Ni-Al-Bronze ASTM B-148

Control Trim

- Stainless Steel 316
- Monel® and Ni-Al-Bronze
- Hastalloy C-276

Elastomers

- NBR
- EPDM

Coating

- High Built Epoxy Fusion-Bonded with UV Protection, Anti-Corrosion

Solenoid Pilot Valve

Standard

- 2-way Pilot Operated type
- Brass body
- Main valve closed when de-energized
- Enclosure: General purpose watertight, NEMA 4 and 4X / IP65, Class F
- Power: 24VDC, 8 watts
- UL - Listed

Options (see also ordering guide)

- Hazardous locations:
 - Class I Division 1, Gr. A, B, C, D, T4 (code 7)
 - ATEX, EEx em IIC T4 (code 8)
 - ATEX, EEx d IIC T4/5 (code 9)
- Voltage: see ordering guide (voltage option table)
- Stainless steel 316 body material (code K)



bermadfire@bermad.com • www.bermad.com

The information herein is subject to change without notice. BERMAD shall not be held liable for any errors. All rights reserved. © Copyright by BERMAD. PE4PE-2M 04



ภาคผนวก จ

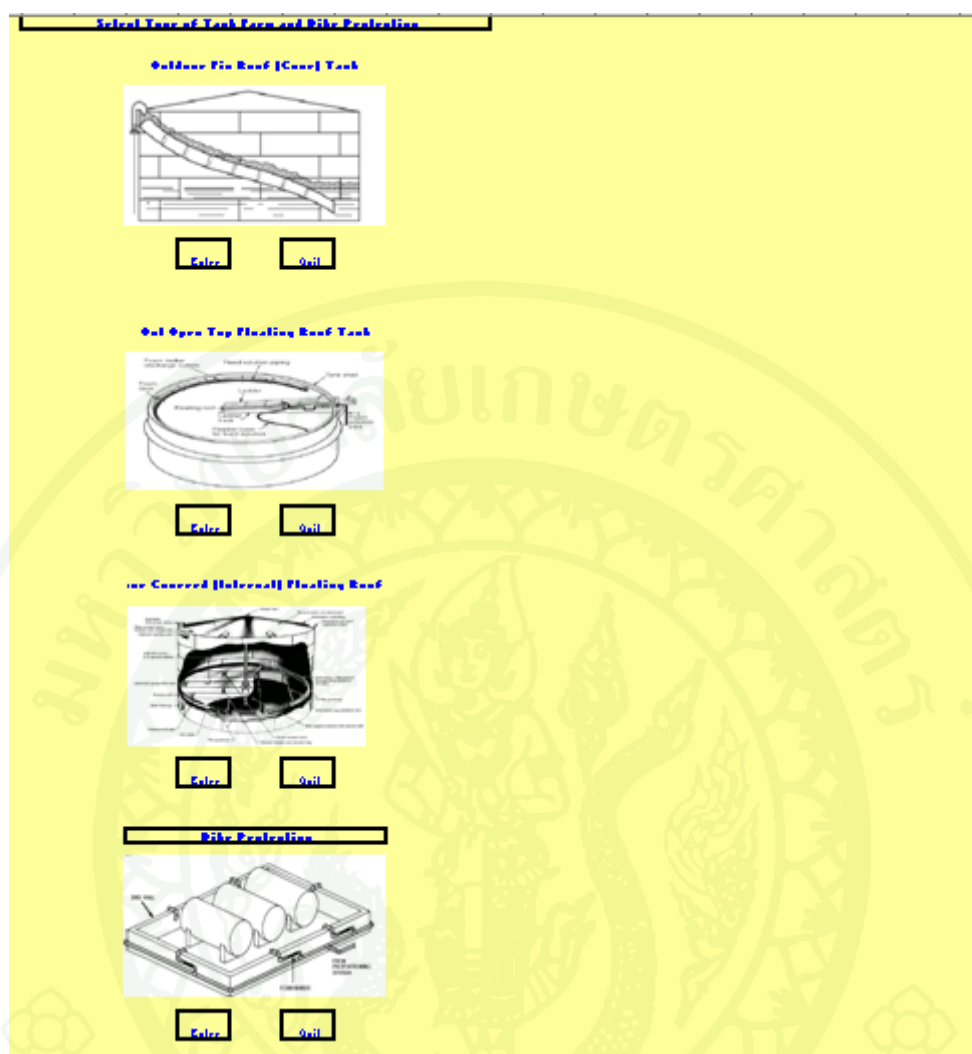
คู่มือการใช้งานโปรแกรมการออกแบบระบบโคมดับเพลิง
สำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ

คู่มือการใช้งานโปรแกรมการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงสำหรับถังเก็บของเหลวไวไฟ หรือของเหลวติดไฟ



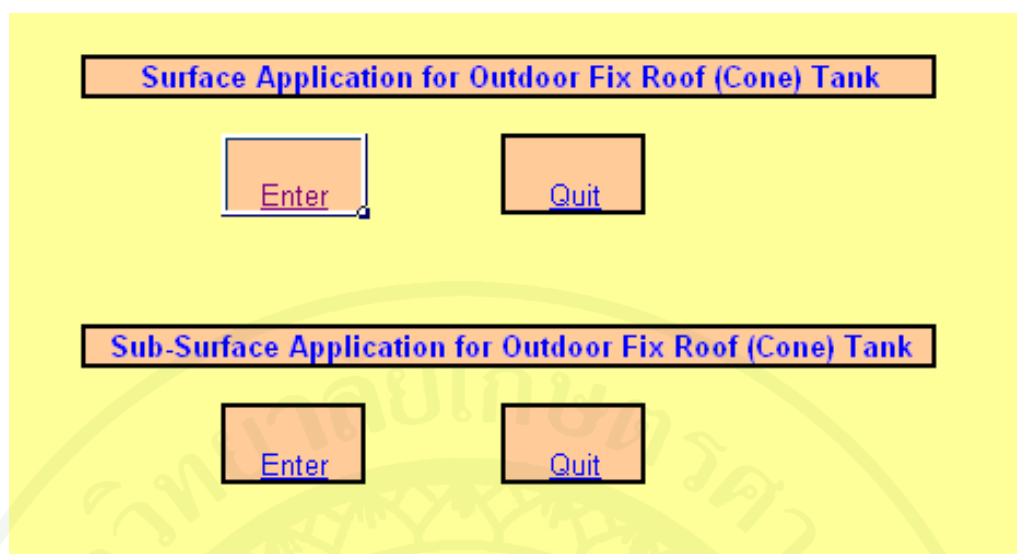
ภาพผนวกที่ จ1 หน้าจอที่ 1 ในการใช้งานโปรแกรม

1. เมื่อเลือก File ชื่อ Welcome หน้าจอแรกเป็นหน้าจอเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม
เมื่อกดที่ปุ่ม“Enter” จะเข้าสู่หน้าจอถัดไป ถ้ากด “Quit” จะยกเลิกการใช้งานโปรแกรม



ภาพผนวกที่ จ2 หน้าจอที่ 2 ในการใช้งานโปรแกรม

2. หน้าจอที่ 2 เป็นหน้าจอแสดงรูปแบบต่างๆของถังเก็บเชื้อเพลิง หรือ Dike Protection ให้เราเลือกแล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอถัดไป ถ้ากด “Quit” จะยกเลิกการใช้งาน โปรแกรม



ภาพผนวกที่ จ3 หน้าจอที่ 3 ในการใช้งานโปรแกรม

3. หน้าจอที่ 3 เป็นหน้าจอ เมื่อเราเลือกแบบ Outdoor Fix Roof (Cone) Tank แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอถัดไป ถ้ากด “Quit” จะยกเลิกการใช้งานโปรแกรมกลับไปหน้าจอที่ 2

Surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Pint = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge Tin [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. System Design

Classify Fuel = [Next](#)

Agent Chosen = [Next](#)

% Concentrate = % [Next](#)

=

ภาพผนวกที่ จ4 หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม

4. หน้าจอที่ 4 เป็นหน้าจอ เมื่อเราเลือกแบบ Surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอนี้ หน้าจอที่ 4 จะเป็นการกดยเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆ ตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล ต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกช่องและเหมือนตัวอย่างที่มี มิฉะนั้น โปรแกรมจะไม่ทำงานต่อหรืออาจเกิดความผิดพลาดในการออกแบบได้ ทั้งนี้ ก่อนการกดยเลือกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไป ควรตรวจสอบให้แน่ใจทุกครั้งว่าข้อมูลที่กรอกนั้นถูกต้อง

Application Rate (Lpm/m2) = Lpm/m2 <-----

Discharge Times (minutes) = minutes <-----

3. Calculate Surface Area

Surface Area = m2

4. Determine Foam Solution Discharge Rate

Foam Solution Discharge Rate = Lpm

Choose Type of Foam Proportioner from ANSUL Data Sheet = <-----

= Set

5. Determine Foam Concentrate Quantity

Primary Foam Concentrate Quantity = Litre

6. Determine Supplementary Hose Lines and Discharge Time

No. of Hose Line (sets) = <-----

Discharge Times (minutes) = <-----

Flow Rate of Hose Line = Lpm <-----

Total Flow Rate of Hose Line = Lpm

ภาพผนวกที่ จ5 หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม

5. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการกดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ Application Rate, Discharge Time, จำนวนสายดับเพลิงสำหรับ Primary และ Supplementary ของระบบโฟมดับเพลิง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล โปรแกรมจะคำนวณค่าต่างๆออกมาได้

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal	
1.00 sets	3" Flange Proportioner	(Primary)
1.00 sets	2.5" Thread proportioner	(Supplemental)
2.00 sets	AFC-330	
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
288.00 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

[Back](#)

Surface Application /

ภาพผนวกที่ ๖ หน้าจอที่ 4 ในการใช้งานโปรแกรม

6. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆ ในการออกแบบระบบโฟมและระบบ Water Spray System สำหรับถังแบบ Surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 3 ได้

Sub-Surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Point = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge T [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. System Design

Classify Fuel = [Next](#)

Agent Chosen = [Next](#)

% Concentrate = % [Next](#)

ภาพผนวกที่ จ7 หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม

7. จากหน้าจอเมื่อเราเลือกแบบ Sub-surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอที่ 5 จะเป็นการกดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล ต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกช่องและเหมือนตัวอย่างที่มี มิฉะนั้น โปรแกรมจะไม่ทำงานต่อหรืออาจเกิดความผิดพลาดในการออกแบบได้ ทั้งนี้ ก่อนการกดเลือกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไป ควรตรวจสอบให้แน่ใจทุกครั้งว่าข้อมูลที่กรอกนั้นถูกต้อง โดยจะต้องใส่ Application Rate, Discharge Time, จำนวนสายดับเพลิงสำหรับ Primary และ Supplementary ของระบบโฟมดับเพลิงด้วย

9. Determine Number of Discharge Outlets (High Back-Pressure Foam Maker)

No. of Discharge Outlets = <-----

10. Determine Inlet Pipe Size

Foam velocity at the point of discharge into the tank = m/sec <-----

Maximum Expansion Expected = 4 (4:1)

Expanded Foam Rate = Lpm

Determine Inlet Pipe Size = inch <-----

11. Special Hydraulic Considerations

Referring to the minimum flow rate of ANSUL High Back-Pressure Foam Mak: = 2,650 Lpm

Our Flow Rate = Lpm

Our Flow Rate < 2,650 Lpm ----->

Our Flow Rate > 2,650 Lpm ----->

Minimum Inlet Pressure = psi <-----

Choose Model of High Back-Pressure Foam Maker from ANSUL Data Sheet = <-----

= sets

11. Calculate Maximum Allowable Back-Pressure to High Back-Pressure Foam Maker

Maximum Allowable Back-Pressure ----- 40% of Operating Inlet Pressure = 0.4

Maximum Allowable Back-Pressure = psi

12. Determine Static Head Pressure of product in tank

Maximum Height of Liquid = m

Static Head Pressure of product in ta = psi <-----

Sub-Surface Application

ภาพผนวกที่ จ8 หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม

8. ในหน้าจอเดียวกันนี้ การออกแบบระบบโฟมดับเพลิงแบบ Sub-surface Application แตกต่างจากการออกแบบระบบโฟมดับเพลิงแบบ Surface Application โดยต้องกรอกข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อกำหนดหาจำนวนและปริมาณต่างๆในการออกแบบระบบโฟม เช่น Minimum Inlet Pressure, Maximum Allowable Back-Pressure, Static Head Pressure of product in tank และ Minimum Pipe Size ต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกช่องและเหมือนตัวอย่างที่มี มิฉะนั้น โปรแกรมจะไม่ทำงานต่อหรืออาจเกิดความผิดพลาดในการออกแบบได้

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal	
1.00 sets	3" Flange proportioner	(Primary)
1.00 sets	2.5" Thread proportioner	(Supplemental)
2.00 sets	HBPFM-450	
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
288.00 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

[Back](#)

Sub-Surface Application /

ภาพผนวกที่ ๑๑ หน้าจอที่ 5 ในการใช้งานโปรแกรม

9. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆ ในการออกแบบระบบโฟมและระบบ Water Spray System สำหรับถังแบบ Sub-surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 3 ได้

Surface Application for Outdoor Open Top Floating Roof Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Pint = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge Time [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. System Design

Classify Fuel = [Next](#)

Agent Chosen = [Next](#)

% Concentrate = % [Next](#)

=

Choose Type of Foam Agent from ANSUL Data Sheet = [Next](#)

3. Determining Type of Syst. Application Rate, Discharge Time and Length of Foam Dam from edge of Roof

Outdoor Floating Roof

ภาพผนวกที่ จ10 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม

3. Determine Type of Seal, Application Rate, Discharge Time and Length of Foam Dam from edge of Roof

Type of Seal = <----- (Pantograph or Tube Seal)

If Pantograph Seal <-----

If Tube Seal <-----

Determine Application Rate, Discharge Time and Length of Foam Dam from edge of Roof:

Application Rate = Lpm/m²

Discharge Time = minutes

Length of Foam Dam from edge of Roof = m

Unprotected Length = m

4. Calculate Annular Ring Area

This is the area between the foam dam and the tank wall <-----

Total Surface Area = m²

Unprotected Roof Area = m²

Annular Ring Area = m²

5. Calculate Primary Foam Quantity

Foam Solution Discharge Rate = Lpm

ภาพผนวกที่ จ11 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม

10. จากหน้าจอเมื่อเราเลือกแบบ Surface Application for Outdoor Open Top Floating Roof Tank แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอนี้ หน้าจอที่ 6 จะเป็นการกดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล โดยจะต้องเลือกชนิดของ Seal รวมถึง Type of Seal Protection หลังจากนั้นจะต้องใส่ Application Rate, Discharge Time, จำนวนสายดับเพลิงสำหรับ Primary และ Supplementary ของระบบโฟมดับเพลิงด้วย

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY		DESCRIPTION
1.00	tank	400 Gallon Horizontal
1.00	sets	2" Thread proportioner (Primary)
1.00	sets	2.5" Thread Proportioner (Supplemental)
8.00	sets	FLR-30 (If use Foam Maker)
2.00	sets	AFC-90 (If use Foam Chamber)
2.00	sets	Handline Nozzle, 401 Lpm
2.00	sets	Hoseline
1,127.62	Litres	AFC-3A 3% AFFF
288.00	sets	TYCO Model D3
4.00	sets	BERMAD 400E-2M-8"

Back

Outdoor Floating Roof /

ภาพผนวกที่ จ12 หน้าจอที่ 6 ในการใช้งานโปรแกรม

11. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆ ในการออกแบบระบบโฟมและระบบ Water Spray System สำหรับถังแบบ Sub-surface Application for Outdoor Fix Roof (Cone) Tank เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 3 ได้

Internal Floating Roof Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Point = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge Time [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. Review Type of Fire

Full Surface Fire: Use Surface Application with Fixed Foam Discharge Outlet [Next](#)

Seal Area Fire: Use Top of Seal Method with Foam Dam [Next](#)

[Back](#)

ภาพผนวกที่ จ13 หน้าจอที่ 7 ในการใช้งานโปรแกรม

12. จากหน้าจอเมื่อเราเลือกแบบ Internal Top Floating Roof Tank แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอนี้ หน้าจอที่ 7 จะเป็นการคัดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆ ตามภาพผนวก ก เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล โดยจะต้องเลือกลักษณะของไฟที่จะเกิดขึ้นเป็น Full Surface Fire หรือ Fire Seal Area Fire แล้วกดที่ปุ่ม “Enter”

Surface Application for Internal Floating Roof Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Point = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge T [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. System Design

Classify Fuel = [Next](#)

Agent Chosen = [Next](#)

% Concentrate = % [Next](#)

=

Choose Type of Foam Agent from AFFF Data Sheet: [Next](#)

Internal Floating Surface

ภาพผนวกที่ จ14 หน้าจอที่ 8 ในการใช้งานโปรแกรม

13. จากหน้าจอเมื่อเราเลือกแบบ Full Surface Fire แล้วกดที่ปุ่ม “Next” จะเข้าสู่หน้าจอที่ 8 จะเป็นการออกแบบโดยใช้ Surface Application กดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูลต่างๆหลังจากนั้นจะต้องใส่ Application Rate, Discharge Time, จำนวนสายดับเพลิงสำหรับ Primary และ Supplementary ของระบบโฟมดับเพลิงด้วย

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	1,500 Gallon Horizontal	
1.00 sets	3" Flange Proportioner	(Primary)
1.00 sets	2.5" Thread proportioner	(Supplemental)
2.00 sets	AFC-330	
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
5,501.27 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
282.60 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

Back

Internal Floating Surface

ภาพผนวกที่ จ15 หน้าจอที่ 8 ในการใช้งานโปรแกรม

14. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆในการออกแบบระบบโฟมและระบบ Water Spray System สำหรับถังแบบ Surface Application for Internal Top Floating Roof Tank เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 7 ได้

Surface Application Top of Seal for Internal Floating Roof Tank

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Height = m

Diameter = m

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Point = °F

The use hand hose lines or monitors as primary foam protection is subject to following conditions: [Reference](#)

Calculate Foam Quantity by use Application Rate and Discharge Time [Next](#)

Hand hose lines *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 9 meter
Height > 6 meter

Monitors *shall not* be considered for cone roof tanks: Diameter > 18 meter

If we could not use hand hose lines or monitors as primary foam protection, we could use fixed foam protection as below:

2. System Design

Classify Fuel = [Next](#)

Agent Chosen = [Next](#)

% Concentrate = % [Next](#)

=

ภาพผนวกที่ จ16 หน้าจอที่ 9 ในการใช้งานโปรแกรม

15. จากหน้าจอเมื่อเราเลือกแบบ Seal Area Fire แล้วกดที่ปุ่ม “Next” จะเข้าสู่หน้าจอที่ 9 จะเป็นการออกแบบโดยใช้ Surface Application แบบ Top of Seal กดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง รวมถึง ชนิดของ Seal จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆตามภาคผนวก ค เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูลต่างๆหลังจากนั้นจะต้องใส่ Application Rate, Discharge Time, จำนวนสายดับเพลิงสำหรับ Primary และ Supplementary ของระบบโฟมดับเพลิงด้วย

BILL OF MATERIALS		
QUANTITY	DESCRIPTION	
1.00 tank	400 Gallon Horizontal	
1.00 sets	2" Thread proportioner	(Primary)
1.00 sets	2" Thread proportioner	(Supplemental)
8.00 sets	FLR-30	(If use Foam Maker)
2.00 sets	AFC-30	(If use Foam Chamber)
2.00 sets	Handline Nozzle, 401 Lpm	
2.00 sets	Hoseline	
1,127.62 Litres	AFC-3A 3% AFFF	
282.60 sets	TYCO Model D3	
4.00 sets	BERMAD 400E-2M-8"	

[Back](#)

Internal Floating Top Seal /

ภาพผนวกที่ จ17 หน้าจอที่ 9 ในการใช้งานโปรแกรม

16. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆ ในการออกแบบระบบโฟมและระบบ Water Spray System สำหรับถังแบบ Surface Application for Internal Top Floating Roof Tank เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 7 ได้

Dike Protection

Please fill in:

1. Hazard Specifications

Contents = (Type of Liquids in Tank Farm)

Flash Point = °F

Boiling Pint = °F

Dike Width = m

Dike Length = m

2. System Design

Classify Fuel =

Agent Chosen =

% Concentrate = %

=

Choose Type of Foam Agent from ANSUL Data Sheet =

Application Rate (Lpm/m2) = Lpm/m2

Discharge Times (minutes) = minutes

3. Calculate Surface Area

Surface Area = m2

4. Determine Foam Solution Discharge Rate

Dike Protection

ภาพผนวกที่ จ18 หน้าจอที่ 10 ในการใช้งานโปรแกรม

17. จากหน้าจอที่ 2 เมื่อเราเลือกแบบ Dike Protection แล้วกดที่ปุ่ม “Enter” จะเข้าสู่หน้าจอที่ 10 จะเป็นการกดเลือกใส่ข้อมูลพื้นฐานของระบบ ที่จะใช้ออกแบบ โดยจะต้องใส่ขนาดของ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของถัง ประเภทของเชื้อเพลิง Flashing Point และ Boiling Point ของเชื้อเพลิง ที่เก็บในถัง จะมีหน้าจอแสดงค่ามาตรฐาน NFPA 11 และตารางข้อมูลต่างๆ ตามภาคผนวก ก เพื่อช่วยในการกรอกข้อมูล ต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกช่องและเหมือนตัวอย่างที่มี มิฉะนั้น โปรแกรมจะไม่ทำงานต่อหรืออาจเกิดความผิดพลาดในการออกแบบได้ ทั้งนี้ ก่อนการกดเลือกเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนถัดไป ควรตรวจสอบให้แน่ใจทุกครั้งว่าข้อมูลที่กรอกนั้นถูกต้อง

BILL OF MATERIALS	
QUANTITY	DESCRIPTION
1.00 tank	2,600 Gallon Horizontal
1.00 sets	6" Flange Proportioner
24.00 sets	FLR-90
9,225.00 Litres	AFC-3A 3% AFFF

[Back](#)

Dike Protection /

ภาพผนวกที่ จ19 หน้าจอที่ 10 ในการใช้งานโปรแกรม

18. ในหน้าจอเดียวกันนี้ จะเป็นการแสดงผลจากการคำนวณจำนวนและปริมาณต่างๆในการออกแบบระบบโฟม สำหรับถังแบบ Dike Protection เมื่อเสร็จแล้ว จึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 2 ได้ ถ้าไม่ต้องการใช้งานโปรแกรมใดๆอีก ให้กดปุ่ม “Back” เพื่อกลับไปหน้าจอที่ 1



ภาพผนวกที่ จ20 หน้าจอสุดท้ายก่อนออกจากการใช้งานโปรแกรม



ภาคผนวก ฉ
โฟมดับเพลิงกับสิ่งแวดล้อม

โฟมดับเพลิงกับสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบของโฟมดับเพลิงต่อสิ่งแวดล้อมมีทั้งกลุ่มสารสังเคราะห์ที่ย่อยสลายยากกลุ่มโปรตีนอาจเกิดการปนเปื้อนไปกับสารอาหารต่าง ๆ ได้ แต่ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้งาน จึงต้องเตรียม การจัดการเมื่อมีการใช้โฟมดับเพลิง เพื่อให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด

การเตรียมการก่อนหรือขณะฉีดโฟมดับเพลิง

สารละลายโฟมดับเพลิงสามารถกระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ 4 วิธี การเตรียมการและจัดการในขั้นตอนนี้ ทำได้ดังนี้

1. การทำงานของพนักงานดับเพลิง

การเกิดไฟในสถานที่และสภาวะการณ์ต่าง ๆ สามารถทำการเก็บโฟมดับเพลิงภายหลังการใช้งานได้ บางครั้งก็ทำได้ยากหรือไม่สามารถทำได้ หลังการใช้งานสารละลายโฟมดับเพลิงจะมีการปนเปื้อนกับของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟ ทางเลือกในการจัดการสามารถทำได้คือ

- 1.1 อุดหรือปิดช่องทางที่โฟมดับเพลิงสามารถไหลลงสู่ที่ระบายน้ำได้
- 1.2 สร้างเขื่อนกั้นชั่วคราวเพื่อเก็บสารละลายโฟมดับเพลิงไว้ในพื้นที่จำกัด
- 1.3 พื้นที่ที่มีแหล่งน้ำอยู่ใกล้เคียง จะต้องสร้าง หรือใช้ลูกกอลอยกั้นเป็นวงจำกัดการไหลออกสู่บริเวณอื่น ๆ เช่น พื้นที่การดับเพลิงในทะเล เป็นต้น

2. การฝึกซ้อมดับเพลิง

โดยทั่วไปการฝึกซ้อมดับเพลิงจะทำในพื้นที่ หรืออาคารที่สามารถควบคุมการใช้งาน และสามารถจัดเก็บโฟมดับเพลิงหลังการใช้งานได้ พื้นที่นี้จะทำการจัดเก็บเพื่อนำโฟมดับเพลิงไปบำบัดต่อ หรือมีระบบบำบัดโฟมดับเพลิงก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

3. การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบโหมดับเพลิงเพื่อส่งมอบงาน หรือการทดสอบประจำปี สามารถทำได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ โดยการใช้น้ำหรือของเหลวไม่มีอันตรายอื่น ๆ นิดแทนโหมดับเพลิง ภายใต้การยอมรับจากองค์กรที่เชื่อถือได้ การฉีดโดยการผสมโหมดับเพลิงเพียงเล็กน้อยเพื่อทดสอบปริมาณความเข้มข้นและความถูกต้องของระบบก็สามารถทำได้ การทดสอบอื่น ๆ นอกจากนี้ควรใช้น้ำทดสอบแทน

4. การทำงานของระบบโหมดับเพลิง

โดยทั่วไป การปล่อยโหมดับเพลิงโดยวิธีนี้จะควบคุมได้ยาก เนื่องจากจะเกิดเพราะความผิดพลาดต่าง ๆ การพิจารณาดำเนินการใด ๆ ก่อนทำการฉีดโหมดับเพลิงจะต้องประเมินจากสถานการณ์ในขณะนั้น ๆ หรืออาจต้องใช้การจัดเก็บทางวิศวกรรมช่วย ทางเลือกในการจัดการอาจรวมวิธีการในข้อ 1 ด้วย การจัดเก็บทางวิศวกรรมจะพิจารณาจากสถานที่ ลักษณะอาคาร และมีภาพขณะจัดเก็บเพื่อนำไปบำบัดต่อไปได้

การเตรียมการด้านอาคารสถานที่

อาคารหรือสถานที่ที่มีการปล่อยโหมดับเพลิงออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นได้ทั้งอาคารสถานที่เก่าที่ไม่มีระบบการจัดเก็บทางวิศวกรรม อาคารสถานที่เก่าที่มีระบบการจัดเก็บทางวิศวกรรม อาคารใหม่ ทางเลือกในการดำเนินการมีดังนี้

1. อาคาร สถานที่เก่า ที่ไม่มีระบบการจัดเก็บทางวิศวกรรม

อาคาร สถานที่เหล่านี้ มักจะปล่อยให้โหมดับเพลิงไหลซึมลงสู่พื้นดินหรือปล่อยให้ระเหยไปในอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทางเลือกในการดำเนินการมี 2 วิธี คือ การดำเนินการเหมือนการฉีดของพนักงานดับเพลิง หรือติดตั้งระบบการจัดเก็บทางวิศวกรรมขึ้นมา โดยพิจารณาจากสถานที่ ความเสี่ยงต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โอกาสในการฉีดใช้งานโหมดับเพลิงและกฎหมายข้อบังคับต่าง ๆ

2. อาคารสถานที่สร้างใหม่

การพิจารณาเพื่อออกแบบ และติดตั้งระบบ เพื่อทำการจัดเก็บโฟมดับเพลิง ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของอาคาร สถานที่ การออกแบบทางวิศวกรรมของระบบ ความสามารถในการจัดเก็บของ พนักงานดับเพลิงและกฎหมาย ข้อบังคับต่าง ๆ

ทางเลือกในการบำบัดโฟมดับเพลิง

ทางเลือกในการบำบัดโฟมดับเพลิงขึ้นอยู่กับ การเตรียมการ การวางแผน ที่ใช้เป็นทางเลือก ดำเนินการ ซึ่งมี 4 ทางเลือก ดังนี้

1. ระบายเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีการบำบัดเบื้องต้นหรือไม่ก็ได้
2. ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม หลังจากบำบัดเบื้องต้น
3. ปล่อยให้ระเหยในอากาศ
4. จัดเก็บและส่งไประบบบำบัดน้ำเสียหรือโรงงานกำจัดของเสีย

การจัดเก็บและบำบัดเบื้องต้น

1. การจัดเก็บ

การจัดเก็บเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการบำบัดโฟมดับเพลิง ทางเลือกในการจัดเก็บ สามารถทำได้ตามคำแนะนำในหัวข้อต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

2. การแยกน้ำมันออกจากโฟมดับเพลิง

เมื่อมีการฉีดโฟมดับเพลิงเพื่อดับไฟจะพบว่า โฟมดับเพลิงหลังการใช้งานจะนำเอา ของเหลวไวไฟหรือของเหลวติดไฟออกมาด้วย ของเหลวเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและ การบำบัดโฟมดับเพลิง จึงต้องแยกออกจากโฟมดับเพลิงให้มากที่สุด เช่น วิธีการทิ้งให้ตกตะกอน และเขื่อนเอาน้ำมันออกจากผิวหน้าซึ่งอาจต้องใช้เวลาานาน และจะต้องระวังไม่ให้มีการกวนผสมกัน ใหม่

3. การบำบัดเบื้องต้น

3.1 การเจือจาง

ข้อมูลในการเจือจางโพลีเมอร์เคลือบผิวจะแตกต่างกันบ้างตามผู้ผลิต โดยทั่วไป ปริมาณโพลีเมอร์เคลือบผิวที่ผสมก่อนส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสียไม่ควรเกิน 1,700 ppm หรือ 1 แกลลอน (gallon) โพลีเมอร์เคลือบผิว 588 แกลลอน (gallon) ปริมาณที่จำกัดนี้ เพื่อป้องกันการ รับภาระที่มากเกินไปของระบบบำบัดน้ำเสีย และการเกิดฟองโพลีเมอร์ปริมาณมาก ๆ ในระบบบำบัด น้ำเสีย เราอาจพิจารณาปล่อยทิ้งโพลีเมอร์เคลือบผิวที่เจือจางมาก ๆ ออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยมีผลกระทบ น้อยที่สุด

3.2 การลดการเกิดฟอง

สารหรือวิธีการ ในการลดการเกิดฟองสามารถขอคำแนะนำ การดำเนินการต่าง ๆ จากผู้ผลิตได้ เพื่อลดปริมาณฟองหรือลดความสามารถในการเกิดฟอง ก่อนส่งเข้าระบบบำบัดน้ำ เสีย

3.3 การบำบัดอื่นๆ

ผู้ผลิตโพลีเมอร์เคลือบผิวแต่ละชนิดอาจจะมีวิธีการบำบัดโพลีเมอร์เคลือบผิววิธีอื่น ๆ ที่เหมาะสม เพิ่มเติม เพื่อช่วยให้ผลกระทบของโพลีเมอร์เคลือบผิวต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อยที่สุดได้ เช่น วิธีการบำบัดสี, กลิ่น, การกรอง, การตกตะกอน เป็นต้น

ผลกระทบของโพลีเมอร์เคลือบผิวต่อระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยทั่วไป ระบบบำบัดน้ำเสียจะใช้กระบวนการทางชีวภาพในการบำบัด โพลีเมอร์เคลือบผิว อาจก่อให้เกิดผลกระทบและความเสียหายต่อกระบวนการดังกล่าวได้ถ้ามีการจัดการไม่ดีพอ สาเหตุ และผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. การปนเปื้อนของน้ำมัน

น้ำมันที่ปนเปื้อนมากับโฟมดับเพลิง อาจะปนเปื้อนได้กับน้ำที่ทำการบำบัด ของเหลวเหล่านี้มักจะเป็นพิษต่อแบคทีเรียในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

2. การเกิดโฟม

ส่วนผสมของโฟมดับเพลิง ทำให้เกิดฟองจำนวนมากได้ในบ่อบำบัดน้ำเสีย ฟองเหล่านี้จะพา กาก ตะกอน ของแข็ง ที่อยู่ในน้ำนั้นออกมาด้วย ทำให้หลุดออกไปกับน้ำที่บำบัดแล้ว ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำ สารที่ปนเปื้อนมาบางชนิดจะย่อยสลายการไหลเวียนของน้ำ และทำให้เกิดฟองในแหล่งน้ำธรรมชาติได้

3. BOD (Biological Oxygen Demand)

สารละลายโฟมดับเพลิงมีค่า BOD₅ สูงมากเมื่อเทียบกับน้ำที่ถูกส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย อื่น ๆ การปล่อยให้ปริมาณโฟมดับเพลิงไหลเข้าระบบบำบัดน้ำเสียปริมาณมาก ๆ จะทำให้ระบบเกิดความผิดพลาดเสียหายได้

คุณสมบัติด้านสิ่งแวดล้อมของสาร Hydrocarbon Surfactants และ Fluor chemical Surfactants

โฟมดับเพลิงจำพวก AFFF, FFFP, FP จะมีส่วนผสมของสาร Surfactant จะต่างจาก Hydrocarbon Surfactant ตรงอนุภาคของสารไฮโดรคาร์บอนจะถูกแทนด้วยอะตอมของฟลูออรีน

ถึงแม้ว่าสารกลุ่มนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อบรรยากาศเหมือนสาร CFCs แต่การใช้งานควรคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้น คือ

1. สาร Surfactant จะมีความเป็นพิษที่ระดับหนึ่ง
2. สาร Surfactant มักจะย่อยสลายยาก
3. สาร Surfactant จะทำให้เกิดฟอง
4. สาร Surfactant อาจเกิดการกระจายปนเปื้อนไปในสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งในน้ำ และในดิน

ความเป็นพิษ

แม้จะใช้ถูกต้องตามข้อกำหนดการใช้งาน สารเหล่านี้จะทำให้เกิดความเป็นพิษได้เล็กน้อย ต่อมนุษย์ พิษบางชนิดอาจจะคงอยู่ตลอดไป ผลของความเป็นพิษจึงต้องการการการบำบัดตามขั้นตอน วิธีการที่ผู้ผลิตแต่ละชนิดได้แนะนำไว้ น้ำที่ใช้ในระบบโฟมดับเพลิงควรจะแยกออกจากน้ำที่ใช้ในการบริโภคเพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้น

การเกิดฟองโฟมจากสาร Surfactant

สาร Surfactant จะทำให้เกิดฟองแม้จะมีความเข้มข้นเพียงเล็กน้อย ฟองเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของแม่น้ำลำคลอง และกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่จะทำการควบคุมจำกัดปริมาณของโฟมดับเพลิงที่จะเข้าสู่ระบบที่ระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เราสามารถใส่สารเพื่อลดฟองที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณการบำบัดมากขึ้นหรือเร็วขึ้นได้

การย่อยสลายยาก

เนื่องจากสาร Surfactant เป็นสารที่ย่อยสลายยาก ทำได้ช้าหรือทำได้เพียงบางส่วน ทำให้น้ำที่บำบัดเรียบร้อยแล้วยังคงมีปริมาณฟองอากาศเมื่อเกิดการกวนหรือเขย่า และจะส่งผลสิ่งแวดล้อมได้ ถ้าไม่ทำการเจือจางจนถึงปริมาณที่เหมาะสม ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

การเกิดการกระจายและปนเปื้อนไปในสิ่งแวดล้อม

จากการทดสอบสาร Surfactant สามารถซึมผ่านชั้นดินบางชนิดได้ และอาจทำให้เกิดการกระจายผ่านชั้นดินไปสู่สิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้น การจะปล่อยให้ไหลซึมลงไปในดินต้องแน่ใจว่า ดินชนิดนั้น สาร Surfactant ไม่สามารถไหลผ่านไปได้หรือไหลผ่านชั้นดินไปถึงระดับน้ำใต้ดินได้

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อสกุล	นายฉัตรชัย เทียนสีกุล
เกิดวันที่	23 กุมภาพันธ์ 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายขายภายในประเทศ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท การ์ดไฟร์ จำกัด