การใช้สารทำความเย็น HFC-32 ชนิดใหม่ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

โดย รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ

1. บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการใช้สารทำความเย็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สารทำความเย็น HCFC-22 และ HFC-410A ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศและฮีทปั๊มสำหรับใช้ในบ้าน เป็นก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีศักยภาพทำให้โลกร้อน การทดแทนสารทำความเย็นที่ใช้สำหรับบ้านนี้จะช่วยลดศักยภาพทำให้โลกร้อน (global warming potential, GWP) และลดการทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน (ozone depletion potential, ODP) แต่มีความกังวลเรื่องการติดไฟหรือไม่อย่างไร แม้ว่าในการทำงานตามปกติจะมีความเสี่ยงน้อยมากก็ตาม ก็อาจมีโอกาสรั่วและก่อให้เกิดไฟไหม้ได้ถ้าขณะนั้นมีแหล่งกำเนิดไฟ ในการเลือกสารทดแทนจึงต้องชั่งน้ำหนักระหว่างสารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมกับสารติดไฟด้วย

ปัจจุบันนี้ ประเทศไทยยังคงใช้สารทำความเย็น HCFC-22 ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในขณะที่ใช้สารทำความเย็นแอมโมเนียในเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม สาร HCFC-22 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีศักยภาพทำให้โลกร้อนสูงถึง 1,810 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีศักยภาพทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน อยู่ 0.055 เท่าของสาร CFC-12 กลุ่มประเทศยุโรปได้ใช้สารทำความเย็น HFC-410A ที่มีค่า GWP เท่ากับ 2,088 และค่า ODP เท่ากับ 0.0 มาหลายปีแล้ว ประเทศที่พัฒนาแล้วเช่นประเทศญี่ปุ่น ได้เริ่มหันมาใช้สารทำความเย็นที่มีศักยภาพทำให้โลกร้อนต่ำได้แก่ สารทำความเย็น HFC-32 ซึ่งมีค่า GWP เท่ากับ 675 และมีค่า ODP เท่ากับ 0.0 ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2555 บริษัทไดกิ้นเริ่มวางจำหน่ายเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 ที่ประเทศญี่ปุ่น จนถึงปัจจุบันมี 53 รุ่น และมียอดจำหน่ายสะสมสูงถึง 1,000,000 เครื่อง ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2556 บริษัทพานาโซนิค บริษัทมิตซูบิชิ บริษัทฟูจิตซึ และ

บริษัทฮิตาชิ เริ่มวางจำหน่าเครื่องปรับอากาศ มีจำนวนรุ่นที่วางตลาดรวมกันถึง 31 รุ่น ในปี 2557 บริษัทไดกิ้นก็ได้วางจำหน่ายเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้เข้าร่วมลงนามในพิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน (Montreal Protocol on Substances that deplete the ozone layer) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการควบคุม ยับยั้ง และรณรงค์ให้ลดการผลิตและการใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เพื่อรักษาชั้นบรรยากาศโอโซนที่เริ่มจะสูญสลายไปเนื่องจากสารเหล่านี้ ทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงได้ออกประกาศเรื่อง แนวทางการอนุญาตนำเข้าสาร HCFCs เพื่อใช้ในประเทศไทย เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2555 ซึ่งครอบคลุมทั้งสาร HCFC-22 ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ และสาร R-141b ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตโฟม โดยมีการจำกัดปริมาณการนำเข้าสารดังกล่าวเริ่มจากปี พ.ศ.2556 และลดปริมาณลงในปีถัดๆ ไป จนกระทั่งห้ามนำเข้าในปี พ.ศ. 2573 เพื่อเป็นการช่วยเหลือผู้ประกอบการในการเลิกใช้สาร HCFCs และปรับเปลี่ยนไปใช้สารทดแทนที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน คณะกรรมการบริหารกองทุนพหุภาคีได้อนุมัติการสนับสนุนทางการเงินแบบให้เปล่า เป็นจำนวนเงินประมาณ 725 ล้านบาท เพื่อมาใช้ดำเนินโครงการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนประเภท HCFCs โดยมีเงื่อนไขสำคัญในการอนุมัติเงินช่วยเหลือสำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบุให้ผู้ประกอบการจะต้องใช้สารทดแทนที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนและมีค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (GWP) ต่ำ เช่นสารทำความเย็น HFC-32

ตารางที่ 1 แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารทำความเย็นHCFC-22 HFC-410A และ HFC-32

ตารางที่ 1

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารทำความเย็น

สารทำความเย็น	ODP	GWP
HCFC-22	0.055	1810
HFC-410A	0	2088
HFC-32	0	675
CFC-12	1	10900
Carbon dioxide	0	1
Ammonia	0	0

2. คุณสมบัติสารทำความเย็น HFC-32 (R-32)

สารทำความเย็น HFC-32 มีคุณสมบัติ ดังนี้

ชื่อทางเคมี	Difluoro methane
สูตรทางเคมี	CH_2F_2
อุณหภูมิจุดติดไฟได้เอง	648°C
ความหนาแน่น	2.13 kg/m^3
มวลสาร	52.0 kg/kmol
หนักกว่าอากาศ	(28.8 kg/kmol)
ขีดจำกัดล่างการติดไฟ (LFL)	0.306 kg/m^3 14.4 %V/V
พลังงานจุดติดไฟต่ำสุด (MEI)	30-100 mJ
ความเร็วลามไฟสูงสุด (BV)	6.7 cm/sec
ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ (HV)	9400 kJ/kg
ขีดจำกัดบนการติดไฟ (UFL)	29.3 %V/V

3. สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

การเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศเมื่อใช้สารทำความเย็น HCFC-22, HFC-410A, และ HFC-32 ทำโดยการวิเคราะห์วัฏจักรการทำความเย็นในทางทฤษฎีโดยกำหนดสภาวะในการเปรียบเทียบ คือ อุณหภูมิอิ่มตัว (Saturated Temperature) ของ

สารทำความเย็นที่อีวาพอเรเตอร์เป็น 7°C อุณหภูมิอิ่มตัว (Saturated Temperature) ของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์เป็น 47°C อุณหภูมิร้อนยิ่งยวด (Superheat Temperature) ของสารทำความเย็นก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์เป็น 0°C อุณหภูมิเย็นเยือก (Subcool Temperature) ของสารทำความเย็นออกจากคอนเดนเซอร์เป็น 0°C และประสิทธิภาพการอัดเป็น 100%

ผลการวิเคราะห์สมรรถนะแสดงในตารางที่ 1 ในการเปรียบเทียบใช้สารทำความเย็น HCFC-22 เป็นฐาน

ซึ่งมีความสามารถทำความเย็นและอัตราส่วนของกำลังงานความเย็นที่ได้ ต่อพลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ (Coefficient of Performance, COP) เป็น 100% จะเห็นว่าสารทำความเย็น HFC-32 มีความสามารถทำความเย็นมากกว่าเป็น 1.57 เท่าของสารทำความเย็น HCFC-22 และสารทำความเย็น HFC-410A มีขนาดทำความเย็นมากกว่าเป็น 1.38 เท่าของสารทำความเย็น HCFC-22 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วน COP ของทั้งสารทำความเย็น HFC-410A และสารทำความเย็น HFC-32 มีค่าน้อยกว่าเป็น 0.95 เท่าสารทำความเย็น HCFC-22 อย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ในการเปรียบเทียบด้วย อย่างไรก็ตามสารทำความเย็น HFC-32 มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าทั้งสารทำความเย็น HFC-410A และสารทำความเย็น HCFC-22 เมื่อคิดในอีกแง่หนึ่งโดยให้ความสามารถทำความเย็นที่เท่ากัน สารทำความเย็น HFC-32 จะใช้ปริมาณสารทำความเย็นที่น้อยกว่าสารทำความเย็น HCFC-22 จึงเป็นการประหยัดทรัพยากรอีกทางหนึ่งด้วย

ตารางที่ 1

สมรรถนะเครื่องปรับอากาศเมื่อใช้สารทำความเย็น HCFC-22, HFC-410A, และ HFC-32

สารทำความเย็น	ความสามารถทำความเย็น		COP	
	kJ/m^3	%	w/w	%
HCFC-22	3957	100	5.36	100
HFC-32	6201	157	5.11	95
HFC-410A	5470	138	5.11	95

4. ความปลอดภัย

4.1 ระดับชั้นความปลอดภัย

มาตรฐาน ASHRAE 34 ได้กำหนดชั้นความปลอดภัยของสารทำความเย็นต่างๆ และได้มีการปรับปรุงมาตรฐานใหม่ในปี 2553 โดยจัดแบ่งชั้นความปลอดภัยของสารทำความเย็น ชั้น 2 เป็นชั้น 2L ที่ไวไฟต่ำ และชั้น 2 ที่ไวไฟ ดังนั้นสารทำความเย็น HFC-32 และแอมโมเนีย ซึ่งแต่เดิมได้ถูกจัดอยู่ในชั้นความปลอดภัย A2 และ B2 ตามลำดับได้แบ่งชั้นความปลอดภัยใหม่เป็นชั้น A2L และ B2L ตามลำดับ **สารทำความเย็นในชั้น A2L ให้ความร้อนในการเผาไหม้น้อยกว่า 19 MJ/kg และมีความเร็วของการลามไฟต่ำกว่า 10 cm/s** นอกจากนี้ไม่พบความเป็นพิษของสารทำความเย็นที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 400 ppm (PEL, Permissible Exposure Limit) ≥ 400 ppm) HFC-32 มีความเร็วในการลามไฟต่ำ 6.7 cm/sec และให้ความร้อนการเผาไหม้ 9.4 MJ/kg สารทำความเย็น HFC-32 มีโอกาสจุดติดไฟต่ำในการจุดติดไฟต้องมีองค์ประกอบสามประการที่สำคัญที่ต้องเกิดขึ้นพร้อมกัน คือ 1) เมื่อความเข้มข้นของสารทำความเย็นในอากาศเท่ากับหรือเกินค่า LFL 0.306 kg/m^3 หรือ 14.4 %V/V แต่ไม่เกินค่า UFL 29.3%V/V 2) ต้องมีแหล่งประกายไฟที่มีพลังงาน

เกิน 30 mJ ในการจุดติดไฟ และ 3) ความเร็วก๊าซผสมต้องต่ำกว่าความเร็วของการลามไฟ ในขณะที่สารทำความเย็น R-290 (Propane) ที่อยู่ในชั้นความปลอดภัย A3 จะไวไฟเพราะต้องการพลังงานในการจุดติดไฟเพียง 0.14 mJ และเมื่อจุดติดไฟแล้วจะมีความเร็วในการลามไฟสูงถึง 40 cm/s ทำให้ไฟไหม้ขยายตัวเป็นวงกว้าง มีอุณหภูมิและความดันสูงจึงเกิดการระเบิดขึ้นได้ง่าย

4.2 การศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยง / การประเมินความปลอดภัยในการนำสารทำความเย็น HFC-32 มาใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รายงานของ Japan Society of Refrigerating and Air Conditioning Engineers, JSRAE เรื่อง “Risk Assessment of Mildly Flammable Refrigerants” สามารถสรุปได้ดังนี้

1) จากการวิเคราะห์ด้วย CFD (Computational Fluid Dynamics) และจากการทดลองโดยใช้สารทำความเย็นไวไฟต่ำ พบว่า FCU (Fan Coil Unit) แบบติดผนัง ถ้ามีการรั่วจะไม่เกิดการจุดติดไฟเนื่องจากความเข้มข้นของสารผสมต่ำกว่า LFL (Lower Flammability Limit) ยกเว้นบริเวณที่ใกล้กับตัวเครื่องที่มีความเข้มข้นของสารผสมสูงกว่า LFL แต่ถ้าไม่มีแหล่งกำเนิดประกายไฟภายในตัวเครื่องก็จะไม่เกิดการจุดติดไฟ ส่วน FCU แบบตั้งพื้น ถ้าสารทำความเย็นรั่วอาจมีโอกาสเกิดการจุดติดไฟได้เนื่องจากความเข้มข้นของสารผสมสูงกว่า LFL

2) มีการศึกษาการจุดระเบิดและสภาวะของการจุดระเบิดด้วยตัวเอง โดยอัดส่วนผสมของสาร HFC-32 และน้ำมันหล่อลื่น PAG (Polyalkylene Glycol) ในเครื่องยนต์โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิสารผสมหลายค่าก่อนส่งเข้าเครื่องยนต์ พบว่า การเพิ่มขึ้นของความดันและควันสีขาว อาจพิจารณาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการจุดระเบิดด้วยตัวเองที่เกิดขึ้น

3) มีการประเมินอันตรายทางกายภาพของสารทำความเย็นชั้นความปลอดภัย A2L โดยให้ผู้ใช้จุดไฟแช็คแบบพกพาเพื่อที่จะสูบบุหรี่ในห้องที่สารทำความเย็นชั้นความปลอดภัย A2L ได้รั่วไหลออกมา เพื่อจะทำนายความเป็นไปได้ของการจุดติดไฟและการลุกลามของเปลวไฟ พบว่าเมื่อเกิดการรั่วขึ้นในห้องจะไม่เกิดการลามไฟขึ้นด้วยเหตุผลหลักสองประการคือ พลังงานประกายไฟจากไฟแช็คต่ำกว่าพลังงานที่จะจุดติดไฟของสารผสมระหว่าง n-butane กับสารทำความเย็น A2L และความเร็วเชื้อเพลิงเร็วกว่าความเร็วของการลามไฟของสารทำความเย็น A2L

4) แหล่งกำเนิดประกายไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ เช่น ประกายไฟที่เกิดขึ้นระหว่างจุดที่สัมผัสกันขณะเปิดใช้เครื่องปรับอากาศจากแมกเนติกคอนแทคเตอร์ หรือจากการลัดวงจรจะมีพลังงานไม่พอที่จะทำให้สาร HFC-32 ติดไฟ และจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศตามปกติแหล่งประกายไฟจากสวิทซ์ไฟที่ฝาผนังหรือจากการใช้สว่านไฟฟ้า ก็มีพลังงานไม่พอที่จะทำให้สาร HFC-32 ติดไฟ

รายงานของ Air Conditioning, Heating and Refrigeration Institute, AHRI เรื่อง “Risk Assessment of Residential Heat Pump System Using 2L Flammable Refrigerants” สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การประเมินความสามารถในการติดไฟของสารทำความเย็นที่พิจารณา โดยมีทั้งการหาค่า LFL (Lower Flammability Limit) ค่า UFL (Upper Flammablility Limit) ค่า MIE (Minimum Ignition Energy) ค่าอุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติ และค่า BV (Burning Velocity) พบว่าสาร HFC-32 มีค่า LFL

14.4% UFL 29.3% โดยปริมาตร MIE 30-100 mJ และ BV 6.7 cm/s

2) พิจารณาค่าความเป็นพิษที่ปรากฏสำหรับสารทำความเย็นแต่ละชนิดรวมไปถึงระดับความปลอดภัยของการสัมผัสอย่างเฉียบพลันหรือสัมผัสต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน โดยกำหนดเป็นค่า Occupational Exposure Limit, OEL ที่มากกว่า 400 ppm ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ถ่วงน้ำหนักด้วยเวลาที่ต่ำสุดที่ผู้ทำงานส่วนใหญ่เผชิญได้เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ซ้ำๆ กันโดยไม่มีผลร้ายต่อสุขภาพ พบว่า สาร HFC-32 มี ค่า OEL เป็น 1000 ppm จึงถือว่าไม่เป็นอันตราย

3) การประเมินของความเข้มข้นของสารทำความเย็นในอากาศที่เป็นไปได้ในเหตุการณ์ที่สารทำความเย็นรั่วไหลโดยบังเอิญในตำแหน่งต่าง ๆ ในบ้านที่มีฮีตปั๊มขนาด 3 ตันความเย็นติดตั้งอยู่ พบว่าการจำลองด้วย CFD ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำเพียงพอในการทำนายความเข้มข้นของสารทำความเย็น ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง และเป็นไปได้ที่จะทำนายว่าความเข้มข้นของสารทำความเย็นที่ตำแหน่งต่างๆ เกินค่า LFL หรือไม่ จากผลการทำนาย **สรุปได้ว่าสารทำความเย็น HFC-32 ที่ตำแหน่งส่วนใหญ่ มีค่าความเข้มข้นไม่เกินค่า LFL**

4) ทำการวิจัยถึงความเป็นไปได้และความถี่ของเหตุการณ์ที่มีส่วนทำให้เกิดการรั่วไหลของสารทำความเย็นโดยบังเอิญภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน (เช่น ระบบเปิด, ระบบปิด, ระหว่างการซ่อมบำรุง) และอัตราการรั่วไหลที่เป็นไปได้ **พบว่าความเสี่ยงโดยรวมของการติดไฟที่เกิดจากการรั่วของสารทำความเย็น HFC-32 ไม่เกิน $9x10^{-5}$ เหตุการณ์ต่อเครื่องต่อปี (เกือบทั้งหมดมาจากการรั่วที่ ชุดภายนอก CDU) ซึ่งต่ำกว่าความเสี่ยงของการเกิดไฟไหม้บ้านที่ได้รับรายงานจากทุกสาเหตุไม่เกิน $1x10^{-3}$ เหตุการณ์ ต่อบ้านต่อปี**

5. พื้นใช้งานในห้องปรับอากาศต่ำสุดที่ปลอดภัย

มาตรฐาน International standard IEC 60335-2-40 “Household for similar electrical appliances Safety — Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pumps, air conditioners and dehumidifiers” เป็นมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยที่รวมถึง ฮีตปั๊ม เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ลดความชื้น โดยกำหนดมาตรฐานในด้านการผลิต การติดตั้ง และการทดสอบ สำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็นที่ติดไฟ ได้กำหนดมาตรฐานเพิ่มเติมในเรื่อง ขีดจำกัดการบรรจุสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ พื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุด การขนส่ง การทำเครื่องหมาย วิธีตรวจหาจุดรั่ว การขจัดและการสูบสารทำความเย็นออกจากระบบ การกู้คืนสารทำความเย็น (refrigerant recovery) การบรรจุสารทำความเย็น และหลังการเดินเครื่อง (decommissioning)

ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศที่บรรจุสารทำความเย็นที่ติดไฟได้ ขนาดพื้นที่ห้องปรับอากาศที่ต่ำที่สุดที่เมื่อสารทำความเย็นรั่วออกมาผสมกับอากาศในห้องแล้วปลอดภัยจากการจุดติดไฟ ขึ้นอยู่กับชนิดสารทำความเย็น ปริมาณสารทำความเย็น และระยะความสูงของตำแหน่งการติดตั้ง FCU ดังแสดงในตารางที่ 2 เช่น เครื่องปรับอากาศที่บรรจุสารทำความเย็น HFC-32 1.836 kg ติดตั้ง FCU แบบติดผนัง จะต้องมีขนาดพื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุด 3 m^2

ตารางที่ 2 ขนาดพื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับสารทำความเย็น HFC-32 (LFL = 0.306 kg/m^3) สำหรับด้านความปลอดภัย

ระยะความสูง h_o	มวลสารทำความเย็นที่บรรจุ หน่วยเป็น kg						
	1.224	1.836	2.448	3.672	4.896	6.12	7.956
	พื้นที่ห้องต่ำสุด A_{min} หน่วยเป็น m^2						
แบบตั้งพื้น h_o =0.6 m	-	29	51	116	206	321	543
แบบติดหน้าต่าง h_o =1.0 m	-	10	19	42	74	116	196
แบบติดผนัง h_o =1.8 m	-	3	6	13	23	36	60
แบบติดเพดาน h_o =2.2 m	-	2	4	9	15	24	40

ขนาดพื้นที่ห้องต่ำสุดคำนวณได้จากสูตร $A_{min} = [M / (2.5 \times (LFL)^{(5/4)} \times ho)]^2$ สำหรับ $m_1 < M < m_2$

เมื่อ LFL คือ เป็นความเข้มข้นของสารที่ต่ำที่สุดในอากาศที่ทำให้สารผสมนี้ติดไฟได้ในสภาวะที่มีแหล่งกำเนิดไฟ หน่วยเป็น kg/m^3

h_0 คือระยะความสูงในการติดตั้งเครื่องเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็น m

A_{min} คือขนาดพื้นที่ห้องต่ำสุด หน่วยเป็น m^2

M คือปริมาณสารทำความเย็นที่บรรจุ หน่วยเป็น kg

โดยที่ มวลของสารทำความเย็น m_1, m_2 และ m_3 นิยามดังต่อไปนี้:

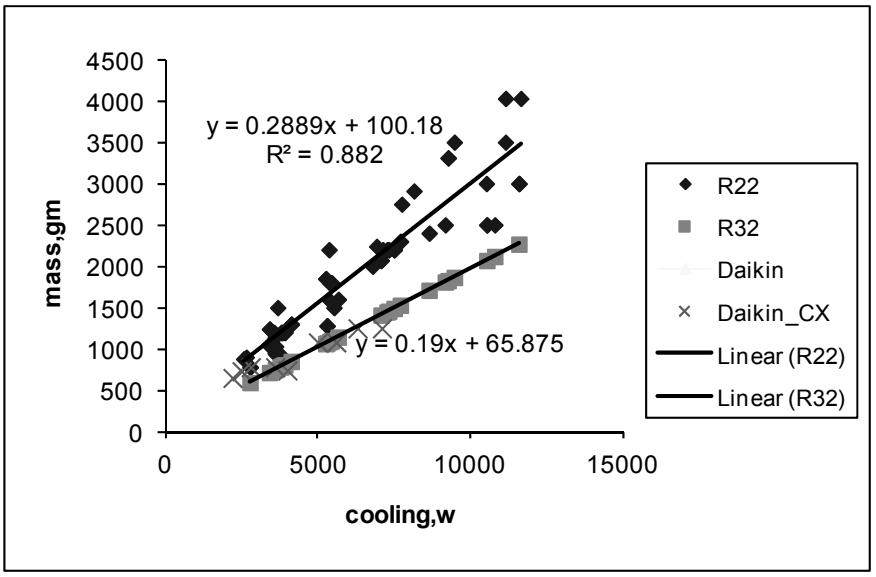
m_1 = ($4m^3$)*LFL

m_2 = ($26m^3$)*LFL

m_3 = ($130m^3$)*LFL

สำหรับสารทำความเย็น HFC-32 ที่มีค่า LFL = 0.306 kg/m^3

m_1 = 1.224 kg, m_2 = 7.956 kg และ m_3 = 39.78 kg



รูปที่ 1 มวลสารทำความเย็นที่บรรจุในเครื่องปรับอากาศ
สำหรับสาร HFC-32 และ HCFC-22

ปัจจุบันบริษัทไดกิ้นได้ผลิตเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 ออกวางจำหน่ายในท้องตลาดโดยปริมาณสารทำความเย็นที่บรรจุอยู่ในเครื่องปรับอากาศจะน้อยกว่าสารทำความเย็น HCFC-22 ที่ขนาดทำความเย็นเท่ากันประมาณ 30% ดังแสดงในรูปที่ 1

ในการคำนวณหาพื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 ขนาดพื้นที่ห้องปรับอากาศที่เกิดจากภาระทำความเย็นในห้องจะต้องมากกว่าขนาดพื้นที่ห้องต่ำสุดที่ปลอดภัยจากไฟไหม้เนื่องจากการรั่วของสารทำความเย็นในห้อง สำหรับประเทศไทยในทางปฏิบัติภาระทำความเย็นของห้องปรับอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 12-18 m^2 ต่อ 3,500 W เมื่อนำมวลสารที่บรรจุในเครื่องปรับอากาศ มาคำนวณหาพื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 จะได้พื้นที่ต่ำสุดสำหรับภาระทำความเย็นสูงดังแสดงในตารางที่ 3.8 (a) และสำหรับภาระทำความเย็นต่ำดังแสดงในตารางที่ 3.8 (b) จากตารางที่ 3.8 (a) เครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 ขนาดทำความเย็น 3,500 W สามารถใช้กับห้องปรับอากาศที่มีขนาดพื้นที่ 12 m^2 ถ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบตั้งพื้นห้องปรับอากาศจะต้องมีพื้นที่ต่ำสุดเป็น 4.58 m^2 แต่ถ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบติดฝ้าเพดานห้องปรับอากาศจะต้องมีพื้นที่ต่ำสุดเป็น 0.34 m^2 เมื่อเกิดการรั่วของสารทำความเย็นจะปลอดภัยจากการจุดติดไฟ

สำหรับการใช้งานในห้องปรับอากาศในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยทั่วไปภาระทำความเย็นจะอยู่ในช่วง 12 -18 m^2 / 3,500 W ขนาดพื้นที่ปรับอากาศต่ำสุดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พื้นที่ห้องปรับอากาศต่ำสุดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32

Cooling Load,W	3500	5250	7000	10500	14000	15750
Estimated Area,m^2	12	18	24	36	48	54
HCFC-22 mass,gm	1.11	1.62	2.12	3.13	4.14	4.65
HFC-32 mass,gm	0.73	1.06	1.40	2.06	2.73	3.06
	Min.Area for HFC-32,m^2					
Floor Installation,h_o=0.6	4.6	9.7	16.7	36.4	63.8	80.3
Window Installation,ho=1.0	1.7	3.5	6.0	13.1	23.0	28.9
Wall Installation,ho=1.8	0.5	1.1	1.9	4.0	7.1	8.9
Ceiling Installation,ho=2.2	0.3	0.7	1.2	2.7	4.7	6.0
	Max.Mass of HFC-32,kg					
Floor Installation,h_o=0.6	1.18	1.45	1.67	2.05	2.37	2.51

(a) เมื่อภาระทำความเย็นสูง (12 m^2/3,500 W)

Cooling Load,W	3500	5250	7000	10500	14000	15750
Estimated Area,m^2	18	27	36	54	72	81
HCFC-22 mass,gm	1.11	1.62	2.12	3.13	4.14	4.65
HFC-32 mass,gm	0.73	1.06	1.40	2.06	2.73	3.06
	Min.Area for HFC-32,m^2					
Floor Installation,h_o=0.6	4.6	9.7	16.7	36.4	63.8	80.3
Window Installation,ho=1.0	1.7	3.5	6.0	13.1	23.0	28.9
Wall Installation,ho=1.8	0.5	1.1	1.9	4.0	7.1	8.9
Ceiling Installation,ho=2.2	0.3	0.7	1.2	2.7	4.7	6.0
	Max.Mass of HFC-32,kg					
Floor Installation,h_o=0.6	1.45	1.77	2.05	2.51	2.90	3.07

(b) เมื่อภาระทำความเย็นต่ำ (18 m^2/3,500 W)

จากการวิเคราะห์พื้นที่ต่ำสุดของห้องปรับอากาศตามมาตรฐาน IEC 60335-2-40 พบว่า**ถ้าห้องปรับอากาศมีภาระทำความเย็นสูง (12 m^2 ต่อ 3,500 W) เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็นน้อยกว่า 10,500 W จะปลอดภัยจากการจุดติดไฟไม่ว่าจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศในลักษณะใด** ในขณะที่เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นมากกว่า 10,500 W จะปลอดภัยจากการจุดติดไฟเมื่อกำหนดลักษณะการติดตั้งเป็นแบบติดฝ้าเพดาน (Ceiling Installation) หรือแบบติดหน้าต่าง (Window Installation) หรือแบบติดผนัง (Wall Installation) ในทางปฏิบัติเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ตั้งแต่ 10,500 W ขึ้นไป นิยมติดตั้งแบบติดฝ้าเพดาน เพื่อการกระจายลมที่ดีและสามารถใช้พื้นที่ด้านล่างของเครื่องปรับอากาศได้ หรือถ้าจะให้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้ทุกรูปแบบควรมีการออกแบบให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งจะใช้ปริมาณสารทำความเย็นน้อยลงโดยควรมีปริมาณสูงสุดไม่เกิน 2.51 kg ที่ขนาดทำความเย็น 15,750 W ใน**กรณีที่ห้องปรับอากาศมีภาระทำความเย็นต่ำ (18 m^2 ต่อ 3,500 W) ก็สามารถใช้เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็น 15,750 W ได้อย่างปลอดภัยไม่ว่าจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศในลักษณะใด ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแขวนติดฝ้าเพดานเท่านั้นสำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็นสูงสุด 15,750 W ในสำนักงานหรือในบ้านอยู่อาศัย**

6. ความปลอดภัยในการใช้งานที่อุณหภูมิสุงและแรงดันไฟฟ้าสูง/ต่ำ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดอินเวอร์เตอร์ที่ใช้สารทำความเย็น HFC-32 จำนวนสองชุดได้รับการทดสอบในห้องคาลอรีมิเตอร์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องที่ถูก ติดตั้งอยู่บนผนังมีความสามารถทำความเย็น 5,200 W วิธีการทดสอบและสภาวะในห้องและนอกห้องปรับอากาศใช้ตามมาตรฐานสากล ISO 5151 หรือเทียบเท่ามาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155 การทดสอบความสามารถทำความเย็นรวมทั้งการทดสอบความปลอดภัยในการทำงานที่มีการเติมสารทำความเย็นผิดไปจากที่ผู้ผลิตกำหนด จึงได้กำหนดภาวะการทดสอบเป็น 6 ภาวะการบรรจุสารทำความเย็นคือ เครื่องปรับ อากาศชุดที่ 1 ใช้ปริมาณสารทำความเย็น 0.96, 1.06 และ 1.16 kg (91%, 101% และ 110%) ตามลำดับ ส่วนเครื่องปรับอากาศชุดที่ 2 ใช้ปริมาณสารทำความเย็นที่ 0.91, 1.05 และ 1.16 kg (86%, 100% และ 110%) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบความปลอดภัยจากการทำงานที่อุณหภูมิสูงและที่แรงดันไฟฟ้าสูง 110% และแรงดันไฟฟ้าต่ำ 90% **ผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศทำงานได้ปกติต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 hr จึงถือว่ามีความปลอดภัยในการใช้งานทุกภาวะ**

7. บทสรุป

การใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้สารทำความเย็นไวไฟต่ำ HFC-32 ขนาดไม่เกิน 10500 W มีความปลอดภัยในการใช้งานปกติ แต่ทั้งนี้เครื่องปรับอากาศต้องเป็นเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC 60335-2-40 การติดตั้งและการซ่อมบำรุงต้องดำเนินการโดยช่างที่ได้รับการอบรมและฝึกทักษะสำหรับสารทำความเย็น HFC-32 มาอย่างดี ถึงแม้ว่าความเสี่ยงจากการเกิดไฟไหม้จะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมากก็ตามเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น ผู้ใช้เครื่องปรับอาการควรเข้าใจถึงกาใช้สารทำความเย็นชนิดติดไฟได้

8. เอกสารอ้างอิง

1. ANSI/ASHRAE Standard 34-2010 “Designation and Safety Classification Refrigerants” American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers.
2. AHRI Project 8004 Final Report “Risk Assessment of Residential Heat Pump Systems Using 2L flammable refrigerants”, Air-conditioning, Heating and Refrigeration Institute August 27, 2012.
3. International standard IEC 60335-2-40 “Household for Similar Electrical Appliances Safety: Part 2-40 Particular Requirements for Electrical Heat Pumps, Air Conditioners and Dehumidifiers”, International Electrotechnical Commission.
4. International standard ISO 5051 “Non-ducted air conditioners and heat pumps-Testing and rating performance “International Organization for Standardization.
5. Daikin Industries Ltd. Report “Next generation refrigerant HFC-32 for stationary air conditioners and heat pumps” August 2013.
6. JSRAE Progress Report “Risk assessment of mildly flammable refrigerants”, Japan Society of Refrigerating and Air conditioning Engineers, April 2013.
7. ประกาศกรมโรงงาน เรื่อง แนวทางการอนุญาตนำเข้าสารเอชซีเอฟซี (HCFCs) เพื่อใช้ในประเทศ เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2555
8. มาตรฐาน มอก.1155-2536 “เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ”, สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม
9. มาตรฐาน มอก.2134-2545 ‘เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม: ประสิทธิภาพพลังงาน”, สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม
10. มาตรฐาน มอก. 2564-2555” เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง: การติดตั้ง”,สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม
11. ร่างมาตรฐาน มอก. 1529 —xxx “ความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่คล้ายกัน : ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับฮีตปั๊ม เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ลดความชื้น”สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม