



## MÔI CHẤT LẠNH R32, TÍNH CHẤT NHIỆT ĐỘNG, BẢNG, ĐỒ THỊ VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG

Phạm Hữu Hưng<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Lợi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

<sup>2</sup> Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Ngày nhận: 03/06/2016

Ngày sửa chữa: 10/08/2016

Ngày xét duyệt: 08/09/2016

### Tóm tắt:

*Trong khi chưa tìm được môi chất lạnh lý tưởng, vừa an toàn, không độc hại, vừa thân thiện với môi trường không phá hủy tầng ozone, không làm nóng địa cầu, từ 2013, môi chất R32 đã được ứng dụng trong trong điều hòa không khí phòng RAC ở Nhật, Trung Quốc, Indonesia, Thái lan và một số nước châu Á khác. Máy điều hòa R32 cũng đã xuất hiện trên thị trường Việt Nam. Bài báo cung cấp các số liệu nhiệt động, bảng hơi bão hòa, đồ thị lgp-h cùng các thông liên quan... để đáp ứng nhu cầu nghiên cứu, đào tạo, lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa các loại máy này cho những cán bộ, giảng viên, kỹ sư kỹ thuật viên... có liên quan và những người quan tâm.*

**Từ khóa:** Môi chất lạnh R32

### 1. Mở đầu

Kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí (ĐHKK) đã trải qua giai đoạn phát triển gần 200 năm kể từ ngày Perkins đăng ký bằng phát minh máy lạnh nén hơi năm 1934. Song hành với sự phát triển đó là sự phát triển của môi chất lạnh (MCL). Căn cứ vào đặc điểm tính chất mà người ta chia MCL thành 4 thế hệ:

- Thế hệ 1: kéo dài khoảng 100 năm từ 1834 đến 1930. Các MCL chủ yếu là các chất lỏng tự nhiên dễ bay hơi như cồn, rượu, ê te, propan, butan, ammoniac, SO<sub>2</sub>... Chúng có đặc điểm là độc hại và dễ cháy nổ.

- Thế hệ thứ 2: (1931 đến 1990), khi các Freon khác nhau như R11, 12, 13, 22, 500, 502... được sử dụng. Đó là các chất có tính chất nhiệt động tuyệt vời, không cháy nổ và không độc hại. Để quảng bá cho tính không độc, có nhà khoa học đã hít đầy ngực R12 trên diễn đàn. Chúng được gọi là môi chất lạnh lý tưởng. Tuy nhiên năm 1974, hai nhà bác học Roland và Molina phát hiện ra MCL “lý tưởng” đó phá hủy tầng Ozone. Nghị định thư Montreal 1987 ra đời để cấm các MCL này. Đó chính là các nhóm chất CFC (ChloroFluoroCarbon) có ODP Ozone Depletion Potential) rất cao.

- Thế hệ thứ 3: (1990 - 2010), là các chất như R134a và các hỗn hợp của chúng như R404A, 407C, 410A, 507... không chứa Clo thuộc nhóm HFC (HydroFluoroCarbon) có ODP = 0. Chúng lập tức được đưa vào sử dụng và được coi là cứu tinh của nhân loại. Trớ trêu thay, HFC lại làm trái đất nóng lên, gây ra biến đổi khí hậu, nước biển dâng, thiên tai, bão lụt, do GWP (Global Warming Potential) quá cao. Từ vị “cứu tinh”, chúng biến

thành “tội đồ”. Nghị định thư Kyoto 1997 ra đời đưa ra lộ trình hạn chế sản xuất và sử dụng HFC.

- Thế hệ thứ 4: (2010 - nay), do sự khan hiếm của các lựa chọn khả thi, MCL thế hệ 4 cần được xem xét đồng thời tất cả các yêu cầu đặc biệt là yêu cầu về môi trường, và cần phải được đánh giá tổng thể và lồng ghép để đi đến quyết định lựa chọn chính xác MCL của tương lai. Các HFO (HydroFluoroOlefin) như R1234yf và R1234ze được quan tâm đặc biệt đến vì GWP = 4 ÷ 8. Ngoài ra, các môi chất của thế hệ 1 và 3 còn được sàng lọc lại với tiêu chí là GWP đủ nhỏ, ODP bằng không hoặc đủ nhỏ, chấp nhận tính dễ cháy và độc hại có mức độ. Ở Mỹ, HFO được khuyến khích sử dụng trong điều hòa ô tô và trong các chiller sản xuất nước lạnh. Ở Trung Quốc Propan được sử dụng rộng rãi. Ở Nhật thì ngược lại, HFC R32 được khuyến cáo sử dụng trong các loại máy điều hòa không khí RAC kể cả PAC, VRF tạm thời thay thế cho các HFC bị cấm. Cuộc tìm kiếm môi chất lạnh thế hệ 4 vẫn đang tiếp diễn với rất nhiều khó khăn và tranh cãi chung quanh 4 mục tiêu là tính thân thiện với môi trường, an toàn, hiệu suất năng lượng cao và giá thành hạ. Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu về MCL R32.

### 2. Các tính chất nhiệt động

R32 có công thức hóa học CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, nhiệt độ sôi thường -51,7°C, có đặc tính nhiệt động rất tốt tương tự như R22 và 502 [1,2]. R32 không độc TLV = 1000 ppm, AEL = 1000 ppm. Do có đến 2 nguyên tử Hydrô trong phân tử nên R32 thuộc loại dễ cháy hơn so với R22, an toàn cháy nổ kém hơn so với R22. Ưu điểm chủ yếu của R32 chỉ là thân thiện hơn với môi trường. R32 là HFC nên công nghệ ga,

dầu, bôi trơn, bảo dưỡng, sửa chữa tương tự như HFC 410A.

R32 bền vững về nhiệt và hóa, không ăn mòn và tác dụng với vật liệu chế tạo máy như thép, đồng, nhôm và đồng thau. Tuy nhiên cần tránh sử dụng kẽm, ma nhê, chì vì chúng bị R32 ăn mòn. R32 được sử dụng là đơn chất cho máy điều hòa, trước hết là điều hòa phòng chủ yếu do GWP = 675 tương đối thấp so với các HFC khác. Tuy có GWP thấp, nhưng vẫn cao hơn nhiều so với yêu cầu của EU là  $\leq 150$ .

Tuy nhiên R32 có nhược điểm là áp suất rất cao và nhiệt độ cuối tầm nén quá cao. Trước đây nó chỉ được sử dụng là thành phần trong hỗn hợp (R32 chiếm 23% trong R407C và 50% trong R410A). Theo [4,5] do nhiệt độ cuối tầm nén cao nên khó có thể sử dụng trong tủ lạnh và máy lạnh thương nghiệp mà chỉ có thể sử dụng trong kỹ thuật ĐHKK, đặc biệt RAC. Bảng 1 giới thiệu thông số của R32 so sánh với một số MCL thông dụng cho máy ĐHKK.

Bảng 1. Thông số của R32 so sánh với một số môi chất thông dụng

Hạng mục	R134a	R22	R410A	R32
Công thức hóa học	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CHClF <sub>2</sub>	R32/125	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Phân tử lượng	102.03	86.47	72.58	52.02
Điểm sôi tiêu chuẩn, °C	-26.1	-40.8	-51.6	-51.7
Nhiệt độ tới hạn, °C	101.1	96.2	72.5	78.2
Áp suất tới hạn, MPa	4.06	4.99	4.95	5.78
Mật độ tới hạn, kg/m <sup>3</sup>	515	513		329
Giới hạn bắt lửa dưới LFL, %	non	non	non	13.3
Nhiệt trị HOC, MJ/kg	4,2	2,2	- 4.4	9.4
Nhóm an toàn	A1	A1	A1	A2L
Tuổi thọ trong khí quyển, năm	13,6	11,8	5 - 15	5.6
ODP	0.000	0.034	0.000	0.000
GWP (100 năm)	1600	1900	2340	675

Các ứng dụng chính	Thay thế tạm thời cho R22	ĐHKK và nhiều ứng dụng khác	ĐHKK	Thay thế cho R22, R410A
--------------------	---------------------------	-----------------------------	------	-------------------------

Bảng 2 giới thiệu so sánh thông số chu trình tiêu chuẩn cho ĐHKK phòng với nhiệt độ bay hơi 5°C, độ quá nhiệt hơi hút  $\Delta t_{qn} = 5$  K (nhiệt độ phòng 27°C), nhiệt độ ngưng tụ 50°C, độ quá lỏng lỏng  $\Delta t_{ql} = 5$  K (nhiệt độ môi trường 35°C) đối với 4 loại MCL đã nêu. Qua Bảng 2 ta thấy: Nhược điểm là R32 có áp suất ngưng tụ cao nhất, nhiệt độ cuối tầm nén cao nhất, gây khó khăn cho việc ứng dụng. Nhược điểm khác là hệ số lạnh thuộc loại thấp nên tiêu tốn năng lượng hơn so với R410A và R22. Ưu điểm là năng suất lạnh khối lượng và thể tích cũng cao nên máy nén rất gọn nhẹ. Ưu điểm khác là giá R32 khá rẻ do công nghệ sản xuất đã có sẵn, và lượng nạp R32 vào máy chỉ còn khoảng 70% so với R410A [3], làm cho tổng phát thải khí nhà kính giảm, tổng chi phí về thương mại dịch vụ giảm đi nhiều.

Bảng 2. So sánh thông số chu trình ĐHKK tiêu chuẩn  $t_o = 5^\circ\text{C}$ ,  $t_k = 50^\circ\text{C}$

Hạng mục	Đơn vị	R134a	R22	R410A	R32
Áp suất ngưng tụ	bar	13,2	19,3	30,6	31,3
Áp suất bay hơi	bar	3,5	5,8	9,34	9,5
Tỉ số nén	-	3,77	3,33	3,28	3,29
Nhiệt độ đầu đẩy	°C	62	76	77	89
Năng suất lạnh khối lượng	kJ/kg	142	156	192	246
Thể tích riêng hơi hút	m <sup>3</sup> /kg	0,064	0,0430	0,029	0,0396
Năng suất lạnh thể tích	kJ/m <sup>3</sup>	2230	3630	5276	6210
Công nén riêng	kJ/kg	30	29	39	52
Hệ số lạnh lý thuyết COP	-	4,73	5,38	4,92	4,73
% hiệu suất so với 410A		96,1	113	100	96,1

Bảng 3 giới thiệu sự tương thích của các dụng cụ lắp đặt. Như vậy, bộ van nạp, dây nạp, bộ

loe ống, chìa khóa lực, đầu rắc co chuyển đổi, và bình chứa thu hồi ga của R32 là tương thích với R410A nhưng không tương thích với R134a và R22. Dầu bôi trơn của R32 cũng tương tự như của R410A do cùng nhóm HFC.

Bảng 3. Sự tương thích của các dụng cụ lắp đặt

Hạng mục	R134a	R22	R410A	R32
Bộ van nạp MCL	không	không	có	có
Dây nạp MCL	không	không	có	có
Bộ loe ống	không	không	có	có
Chìa khóa lực	không	không	có	có

Đầu rắc co chuyển đổi	không	không	có	có
Bình chứa sau thu hồi	không	không	có	có
Cân định lượng; Dụng cụ uốn ống; Bơm chân không; Máy dò ga điện tử	có	có	có	có

### 3. Bảng hơi bão hòa

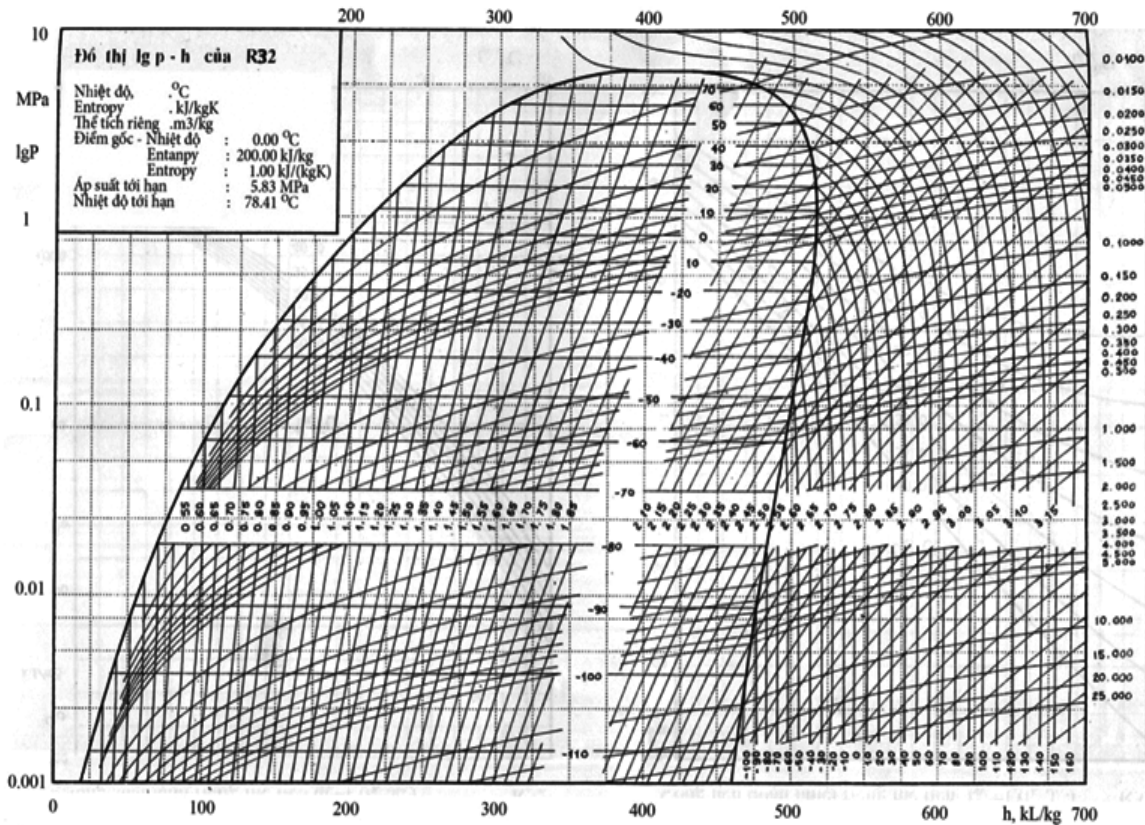
Bảng 4 giới thiệu bảng hơi bão hòa của R32 (rút gọn từ [2], chi tiết hơn xem trong [2]).

Bảng 4. Bảng hơi bão hòa của R32

t °C	p MPa	v' dm <sup>3</sup> /kg	v'' dm <sup>3</sup> /kg	ρ' kg/m <sup>3</sup>	ρ'' kg/m <sup>3</sup>	h' kJ/kg	r kJ/kg	h'' kJ/kg	s' kJ/kgK	s'' kJ/kgK
-120	0,00049	0,73148	50413,4	1367,10	0,01984	11,393	443,37	454,77	0,1030	2,9981
-115	0,00086	0,73727	29397,2	1356,35	0,03402	18,312	439,78	458,09	0,1474	2,9281
-110	0,00146	0,74324	17804,4	1345,47	0,05617	25,275	736,11	461,39	0,1907	2,8638
-105	0,00240	0,74938	11159,2	1334,44	0,08961	32,304	432,36	464,67	0,2332	2,8045
-100	0,00382	0,75570	7214,89	1323,27	0,13860	39,415	428,50	467,92	0,2749	2,7497
-95	0,00590	0,76223	4798,19	1311,94	0,20841	46,633	424,52	471,15	0,3160	2,6989
-90	0,00887	0,76896	3273,93	1300,45	0,30544	53,966	420,38	474,35	0,3565	2,6518
-85	0,01302	0,77592	2286,73	1288,80	0,43731	61,409	416,08	477,49	0,3966	2,6081
-80	0,01867	0,78311	1631,64	1276,96	0,61288	68,974	411,59	480,56	0,4363	2,5672
-75	0,02622	0,79055	1187,13	1264,94	0,84237	76,668	406,90	483,57	0,4756	2,5291
-70	0,03614	0,79826	879,254	1252,73	1,13733	84,482	401,99	486,47	0,5145	2,4933
-65	0,04893	0,80625	661,941	1240,31	1,51071	92,416	396,87	489,28	0,5530	2,4597
-60	0,06518	0,81455	505,853	1227,67	1,97686	100,46	391,51	491,97	0,5911	2,4279
-55	0,08552	0,82318	391,916	1214,81	2,55157	108,60	385,93	494,54	0,6288	2,3979
-50	0,11066	0,83215	307,473	1201,70	3,25232	116,86	380,10	496,96	0,6661	2,3695
-45	0,14133	0,84151	244,044	1118,33	4,09763	125,16	374,06	499,23	0,7028	2,3424
-40	0,17835	0,85129	195,772	1174,69	5,10799	133,52	367,81	501,33	0,7389	2,3165
-35	0,22256	0,86150	158,593	1160,76	6,30546	141,90	361,36	503,27	0,7744	2,2917
-30	0,27485	0,87221	129,625	1146,51	7,71456	150,32	354,69	505,02	0,8092	2,2679
-25	0,33617	0,88344	106,833	1131,93	9,36042	158,72	347,86	506,58	0,8431	2,2449
-20	0,40750	0,89526	88,7191	1116,99	11,2715	167,08	340,86	507,95	0,8762	2,2227
-15	0,48984	0,90773	74,1838	1101,65	13,4800	175,42	333,68	509,10	0,9086	2,2012
-10	0,58426	0,92090	62,4296	1085,90	16,0181	183,68	326,38	510,06	0,9399	2,1802
-5	0,69185	0,93487	52,8382	1069,67	18,9257	191,88	318,90	510,79	0,9704	2,1597
0	0,81378	0,94972	44,9553	1052,94	22,2443	200,00	311,29	511,29	1,0000	2,1396
5	0,95124	0,96557	38,4310	1035,65	26,0206	208,02	303,55	511,57	1,0286	2,1199
10	1,10550	0,98257	32,9886	1017,74	30,3135	215,97	295,62	511,60	1,0564	2,1005
15	1,27791	1,00086	28,4202	999,137	35,1862	223,86	287,51	511,37	1,0834	2,0812
20	1,46989	1,02067	24,5602	979,749	40,7163	231,69	279,17	510,86	1,1097	2,0620
25	1,68300	1,04224	21,2758	959,469	47,018	239,54	270,53	510,06	1,1355	2,0429
30	1,91891	1,06591	18,4661	938,161	54,1532	247,40	261,54	508,93	1,1608	2,0236
35	2,17946	1,09212	16,0440	915,651	62,3285	255,38	252,05	507,43	1,1860	2,0040

40	2,46666	1,12144	13,9416	891,709	71,7278	263,59	241,89	505,48	1,2114	1,9839
45	2,78278	1,15470	12,1031	866,027	82,6233	272,14	230,86	503,00	1,2374	1,9630
50	3,13033	1,19308	10,4827	838,167	95,3953	281,22	218,65	499,87	1,2644	1,9411
55	3,51216	1,23842	9,03708	807,479	110,655	291,13	204,73	495,86	1,2934	1,9173
60	3,93148	1,29380	7,72915	772,916	129,380	302,28	188,35	490,63	1,3256	1,8909
65	4,39198	1,36501	6,51894	732,598	153,399	315,38	168,16	483,54	1,3628	1,8601
70	4,89784	1,46529	5,34937	682,461	186,938	331,84	141,31	473,14	1,4090	1,8208
75	5,45391	1,64093	4,06234	609,410	246,164	355,82	98,288	454,11	1,4758	1,7582
78,41	5,83000	2,32558	2,32558	430,000	430,000	401,99	0,0000	401,99	1,6058	1,6058

4. Đồ thị lgp-h [1,2]



5. Kết luận

Từ năm 2013, nhiều công ty Nhật đã sử dụng R32 trong máy điều hòa phòng RAC [3]. Trung Quốc và một số nước Đông Nam Á như Indonesia [7], Thái Lan [8]... cũng sản xuất RAC với R32. Ở Thái Lan có tới 12 xí nghiệp sản xuất RAC với R32, chiếm 20 % thị phần, trị giá khoảng 1,27 tỷ USD [8]. Máy điều hòa phòng R32 cũng đang được bán rộng rãi trên thị trường Việt Nam. Việc tìm hiểu các số liệu nhiệt động cơ bản của R32 là hết sức cần thiết. Bài báo này cung cấp số liệu về tính chất nhiệt động, bảng và đồ thị phục vụ cho công tác đào tạo, nghiên cứu, đánh giá so sánh các chu trình... cũng như phục vụ cho công tác lắp đặt, vận hành, kiểm tra, bảo trì, bảo dưỡng, sửa chữa máy và thiết bị.

Tuy nhiên, chúng ta chưa nên sử dụng rộng rãi R32 ngoài máy điều hòa phòng. Vì Việt Nam là nước nghèo, mới có ân huệ được Liên Hợp Quốc cho sử dụng R22 đến năm 2040. R22 là công nghệ đã ổn định trên 80 năm, quen thuộc và hiệu quả, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng, có thể ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của nền kinh tế với hiệu quả năng lượng cao. Chúng ta không nên bỏ phí ân huệ đó. Rút kinh nghiệm từ R134a, R407C, R410A, khi mới ra đời cách đây 20 năm, đã được quảng cáo như môi chất lạnh vĩnh viễn của tương lai, nhưng đến nay lại phải vứt bỏ. Các môi chất này đâu có rẻ, đắt hơn R22 từ 8-10 lần, có khi còn cao hơn. Chúng ta hãy chờ đợi khoảng mười năm cho đến khi các MCL mới được sử dụng ổn định cũng chưa muộn.



**Tài liệu tham khảo**

- [1]. Nguyễn Đức Lợi, *Ga, Dầu và Chất tải lạnh*, NXB Giáo dục 2008.
- [2]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuyền, *Môi chất lạnh*, NXB giáo dục 1998.
- [3]. Daikin, *Môi chất lạnh thế hệ mới R32*, Hội thảo loại trừ CFC và tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu suất năng lượng trong lĩnh vực làm lạnh và điều hòa không khí, Hà nội ngày 10.12.2013.
- [4]. Nguyễn Đức Lợi, *Nghiên cứu khả năng thay thế R134a bằng R1234ze(E) và R32 trong tủ lạnh gia dụng và thương nghiệp*, Tạp chí năng lượng Nhiệt số 117 tháng 5.2014, tr.6-10.
- [5]. Nguyễn Đức Lợi, *Môi chất lạnh mới R1234yf và R32, so sánh lý thuyết với R134a trong tủ và máy lạnh thương nghiệp*, Tạp chí KHCN các trường Đại học Kỹ thuật số 102, tr. 117-121.
- [6]. Dragon Wu TCL, *Study on Heat Pump Water Chiller with R290 and R32*, Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop on Environmentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr.to 3 March 2016 Schenzhen China.
- [7]. Ari D. Pasek, Iwan Chandra, *Indonesia Experience in Implementing HPMP in Manufacturing Sector*, Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop on Environmentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr.to 3 March 2016 Schenzhen China.
- [8]. *Thailand Department of Industry Works. Update on HPMP Stage I of Thailand AC Sector*, Agenda for the Asia and the Pacific Regional Workshop on Environmentally Friendly Refrigerants in Room Air Conditioner (RAC) and Compressor Manufacturing Plants, 29 Febr. To 3 March 2016 Schenzhen China.
- [9]. Nguyễn Đức Lợi, *Các thế hệ môi chất lạnh và bảo vệ môi trường sống*, Tạp chí năng lượng Nhiệt số 122 (01/2015) tr. 9-13.

**REFRIGERANT R32, THERMODYNAMIC PROPERTIES, TABLE, DIAGRAM  
AND APPLICATION ABILITIES**

**Abstract:**

*While not yet found the ideal refrigerant, safe, non-toxic, environmentally friendly, no ozone depletion, low greenhouse effect, from 2013, the R32 refrigerant has been applied in the RAC (room air conditioners) in Japan, China, Indonesia, Thailand and some other Asian countries. R32 Air Conditioners have also appeared on the Vietnam market. This paper provides thermodynamic properties, saturated steam tables, lgp-h diagram with relevant information... to meet the needs of research, training, installation, operation, maintenance and repair of this kind of RACs for the lecturers, students, engineers, technician ... and interested persons.*

**Keywords:** Refrigerant R32