

ΠΙΝΑΚΑΣ Π7: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ R-134a (ΠΙΝΑΚΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ)
ΚΟΡΕΣΜΕΝΟ ΨΥΚΤΙΚΟ R-134a- ΠΙΝΑΚΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Θερμοκρασία T σε °C	Θερμοκρασία T σε °K	Πίεση κορ. P _{sat} σε kPa	Πίεση κορ. P _{sat} σε atm	Ειδικός όγκος ν σε m ³ /kg		Εσωτερική ενέργεια υ σε kJ/kg			Ενθαλπία h σε kJ/kg			Εντροπία s σε kJ/kg.K		
				Κορ. υγρό ν _f	Κορ. ατμός ν _g	Κορ. υγρό υ _f	Εξάτμ. υ _{fg}	Κορ. ατμός υ _g	Κορ. υγρό h _f	Εξάτμ. h _{fg}	Κορ. ατμός h _g	Κορ. υγρό s _f	Εξάτμ. s _{fg}	Κορ. ατμός s _g
-40		51,25		0,0007054	0,36081	0,036	207,40	207,37	0,000	225,86	225,86	0,00000	0,96866	0,96866
-38		56,86		0,0007083	0,32732	2,475	206,04	208,51	2,515	224,61	227,12	0,01072	0,95511	0,96584
-36		62,95		0,0007112	0,29751	4,992	204,67	209,66	5,037	223,35	228,39	0,02138	0,94176	0,96315
-34		69,56		0,0007142	0,27090	7,517	203,29	210,81	7,566	222,09	229,65	0,03199	0,92859	0,96058
-32		76,71		0,0007172	0,24711	10,05	201,91	211,96	10,10	220,81	230,91	0,04253	0,91560	0,95813
-30		84,43		0,0007203	0,22580	12,59	200,52	213,11	12,65	219,52	232,17	0,05301	0,90278	0,95579
-28		92,76		0,0007234	0,20666	15,13	199,12	214,25	15,20	218,22	233,43	0,06344	0,89012	0,95356
-26		101,73		0,0007265	0,18946	17,69	197,72	215,40	17,76	216,92	234,68	0,07382	0,87762	0,95144
-24		111,37		0,0007297	0,17395	20,25	196,30	216,55	20,33	215,59	235,92	0,08414	0,86527	0,94941
-22		121,72		0,0007329	0,15995	22,82	194,88	217,70	22,91	214,26	237,17	0,09441	0,85307	0,94748
-20		132,82		0,0007362	0,14729	25,39	193,45	218,84	25,49	212,91	238,41	0,10463	0,84101	0,94564
-18		144,69		0,0007396	0,13583	27,98	192,01	219,98	28,09	211,55	239,64	0,11481	0,82908	0,94389
-16		157,38		0,0007430	0,12542	30,57	190,56	221,13	30,69	210,18	240,87	0,12493	0,81729	0,94222
-14		170,93		0,0007464	0,11597	33,17	189,09	222,27	33,30	208,79	242,09	0,13501	0,80561	0,94063
-12		185,37		0,0007499	0,10736	35,78	187,62	223,40	35,92	207,38	243,30	0,14504	0,79406	0,93911
-10		200,74		0,0007535	0,099516	38,40	186,14	224,54	38,55	205,96	244,51	0,15504	0,78263	0,93766
-8		217,08		0,0007571	0,092352	41,03	184,64	225,67	41,19	204,52	245,72	0,16498	0,77130	0,93629
-6		234,44		0,0007608	0,085802	43,66	183,13	226,80	43,84	203,07	246,91	0,17489	0,76008	0,93497
-4		252,85		0,0007646	0,079804	46,31	181,61	227,92	46,50	201,60	248,10	0,18476	0,74896	0,93372
-2		272,36		0,0007684	0,074304	48,96	180,08	229,04	49,17	200,11	249,28	0,19459	0,73794	0,93253
0		293,01		0,0007723	0,069255	51,63	178,53	230,16	51,86	198,60	250,45	0,20439	0,72701	0,93139
2		314,84		0,0007763	0,064612	54,30	176,97	231,27	54,55	197,07	251,61	0,21415	0,71616	0,93031
4		337,90		0,0007804	0,060338	56,99	175,39	232,38	57,25	195,51	252,77	0,22387	0,70540	0,92927
6		362,23		0,0007845	0,056398	59,68	173,80	233,48	59,97	193,94	253,91	0,23356	0,69471	0,92828
8		387,88		0,0007887	0,052762	62,39	172,19	234,58	62,69	192,35	255,04	0,24323	0,68410	0,92733
10		414,89		0,0007930	0,049403	65,10	170,56	235,67	65,43	190,73	256,16	0,25286	0,67356	0,92641

12		414,89		0,0007930	0,049403	65,10	170,56	235,67	65,43	190,73	256,16	0,25286	0,67356	0,92641
14		473,19		0,0008020	0,043417	70,57	167,26	237,83	70,95	187,42	258,37	0,27204	0,65266	0,92470
16		504,58		0,0008066	0,040748	73,32	165,58	238,90	73,73	185,73	259,46	0,28159	0,64230	0,92389
18		537,52		0,0008113	0,038271	76,08	163,88	239,96	76,52	184,01	260,53	0,29112	0,63198	0,92310
20		572,07		0,0008161	0,035969	78,86	162,16	241,02	79,32	182,27	261,59	0,30063	0,62172	0,92234
22		608,27		0,0008210	0,033828	81,64	160,42	242,06	82,14	180,49	262,64	0,31011	0,61149	0,92160
24		646,18		0,0008261	0,031834	84,44	158,65	243,10	84,98	178,69	263,67	0,31958	0,60130	0,92088
26		685,84		0,0008313	0,029976	87,26	156,87	244,12	87,83	176,85	264,68	0,32903	0,59115	0,92018
28		727,31		0,0008366	0,028242	90,09	155,05	245,14	90,69	174,99	265,68	0,33846	0,58102	0,91948
30		770,64		0,0008421	0,026622	92,93	153,22	246,14	93,58	173,08	266,66	0,34789	0,57091	0,91879
32		815,89		0,0008478	0,025108	95,79	151,35	247,14	96,48	171,14	267,62	0,35730	0,56082	0,91811
34		863,11		0,0008536	0,023691	98,66	149,46	248,12	99,40	169,17	268,57	0,36670	0,55074	0,91743
36		912,35		0,0008595	0,022364	101,55	147,54	249,08	102,33	167,16	269,49	0,37609	0,54066	0,91675
38		963,68		0,0008657	0,021119	104,45	145,58	250,04	105,29	165,10	270,39	0,38548	0,53058	0,91606
40		1017,1		0,0008720	0,019952	107,38	143,60	250,97	108,26	163,00	271,27	0,39486	0,52049	0,91536
42		1072,8		0,0008786	0,018855	110,32	141,58	251,89	111,26	160,86	272,12	0,40425	0,51039	0,91464
44		1130,7		0,0008854	0,017824	113,28	139,52	252,80	114,28	158,67	272,95	0,41363	0,50027	0,91391
46		1191,0		0,0008924	0,016853	116,26	137,42	253,68	117,32	156,43	273,75	0,42302	0,49012	0,91315
48		1253,6		0,0008996	0,015939	119,26	135,29	254,55	120,39	154,14	274,53	0,43242	0,47993	0,91236
52		1386,2		0,0009150	0,014265	125,33	130,88	256,21	126,59	149,39	275,98	0,45126	0,45941	0,91067
56		1529,1		0,0009317	0,012771	131,49	126,28	257,77	132,91	144,38	277,30	0,47018	0,43863	0,90880
60		1682,8		0,0009498	0,011434	137,76	121,46	259,22	139,36	139,10	278,46	0,48920	0,41749	0,90669
65		1891,0		0,0009750	0,009950	145,77	115,05	260,82	147,62	132,02	279,64	0,51320	0,39039	0,90359
70		2118,2		0,0010037	0,008642	154,01	108,14	262,15	156,13	124,32	280,46	0,53755	0,3627	0,89982
75		2365,8		0,0010372	0,007480	162,53	100,60	263,13	164,98	115,85	280,82	0,56241	0,33272	0,89512
80		2635,3		0,0010772	0,006436	171,40	92,23	263,63	174,24	106,35	280,59	0,58800	0,30111	0,88912
85		2928,2		0,0011270	0,005486	180,77	82,67	263,44	184,07	95,44	279,51	0,61473	0,26644	0,88117
90		3246,9		0,0011932	0,004599	190,89	71,29	262,18	194,76	82,35	277,11	0,64336	0,22674	0,87010
95		3594,1		0,0012933	0,003726	202,40	56,47	258,87	207,05	65,21	272,26	0,67578	0,17711	0,85289
100		3975,1		0,0015269	0,002630	218,72	29,19	247,91	224,79	33,58	258,37	0,72217	0,08999	0,81215

Πηγή: Οι τιμές του πίνακα υπολογίστηκαν με τη χρήση του λογισμικού Engineering Equation Solver (EES) που ανέπτυξαν οι S. A. Klein και F. L. Alvarado. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους υπολογισμούς είναι η R134a, η οποία βασίζεται στην θεμελιώδη καταστατική εξίσωση που ανέπτυξαν οι R. Tillner-Roth και H. D. Baehr, "An International Standard Formulation for the Thermodynamic Properties of 1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a) for

temperatures from 170 K to 455 K and Pressures up to 70 MPa, "J. Phys. Chem, Ref. Data, Vol. 23, No. 5, 1994. Οι τιμές της ενθαλπίας και της εντροπίας κορεσμένου υγρού τίθενται ίσες με το μηδέν για θερμοκρασία -40°C .

Σημείωση: Για τον υπολογισμό κάποιας άγνωστης ποσότητας M (που είναι συνάρτηση μίας και μόνο ανεξάρτητης μεταβλητής X) όταν η τιμή των συνθηκών βρίσκεται μεταξύ των τιμών του πίνακα, είναι απαραίτητη η παρεμβολή. Ο υπολογισμός γίνεται όταν ενδείκνυται η γραμμική παρεμβολή. Ο υπολογισμός γίνεται από τη σχέση:

$$M = \left(\frac{X_2 - X}{X_2 - X_1} \right) M_1 + \left(\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) M_2 \quad (1.11)$$

Όπου, M η άγνωστη ποσότητα, M_1 και M_2 οι τιμές ανάμεσα στις οποίες βρίσκεται η άγνωστη ποσότητα M , X η τιμή γνωστού μεγέθους που αντιστοιχεί στην άγνωστη ποσότητα M , X_1 η τιμή του γνωστού μεγέθους που αντιστοιχεί στην τιμή M_1 και X_2 η τιμή του γνωστού μεγέθους που αντιστοιχεί στην τιμή M_2 .

Εφαρμογή 1

Να υπολογιστεί η εσωτερική ενέργεια u , η ενθαλπία h και η εντροπία s σε θερμοκρασία $T = -15^{\circ}\text{C}$ του κορεσμένου ατμού για το κορεσμένο ψυκτικό R-134a.

Απάντηση

Με βάση τις τιμές του παραπάνω πίνακα η θερμοκρασία $T = -15^{\circ}\text{C}$ βρίσκεται ανάμεσα στις τιμές $T_1 = -16^{\circ}\text{C}$ και $T_2 = -14^{\circ}\text{C}$ στις οποίες αντιστοιχούν οι τιμές της εσωτερικής ενέργειας, της ενθαλπίας και της εντροπίας όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Θερμοκρασία T σε $^{\circ}\text{C}$	Εσωτερική ενέργεια u σε kJ/kg (Κορ. ατμός u_g)	Ενθαλπία h σε kJ/kg (Κορ. ατμός h_g)	Εντροπία s σε kJ/kg.K (Κορ. ατμός s_g)
$T_1 = -16$	$u_{g1} = 221,13$	$h_{g1} = 240,87$	$s_{g1} = 0,94222$
$T_x = -15$	$u_{gx} =$	$h_{gx} =$	$s_{gx} =$
$T_2 = -14$	$u_{g2} = 222,27$	$h_{g2} = 242,09$	$s_{g2} = 0,94063$

Για την εσωτερική ενέργεια θα έχουμε:

$$u_{gx} = \left(\frac{T_2 - T_x}{T_2 - T_1} \right) u_{g1} + \left(\frac{T_x - T_1}{T_2 - T_1} \right) u_{g2} = \left(\frac{-14 - (-15)}{-14 - (-16)} \right) 221,13 + \left(\frac{-15 - (-16)}{-14 - (-16)} \right) 222,27 = 110,565 + 111,135 = 221,70 \text{ kJ / kg}$$

Για την ενθαλπία θα έχουμε:

$$h_{gx} = \left(\frac{T_2 - T_x}{T_2 - T_1} \right) h_{g1} + \left(\frac{T_x - T_1}{T_2 - T_1} \right) h_{g2} = \left(\frac{-14 - (-15)}{-14 - (-16)} \right) 240,87 + \left(\frac{-15 - (-16)}{-14 - (-16)} \right) 242,09 = 120,435 + 121,045 = 241,48 \text{ kJ / kg}$$

Για την εντροπία θα έχουμε:

$$s_{gx} = \left(\frac{T_2 - T_x}{T_2 - T_1} \right) s_{g1} + \left(\frac{T_x - T_1}{T_2 - T_1} \right) s_{g2} = \left(\frac{-14 - (-15)}{-14 - (-16)} \right) 0,94222 + \left(\frac{-15 - (-16)}{-14 - (-16)} \right) 0,94063 = 0,47111 + 0,470315 = 0,941425 \text{ kJ / kg.K}$$