



یونیت هیتر

azarnasim 
AIR CONDITIONING COMPANY

یونیت هیترها به عنوان وسایل تبادل حرارت تک فصلی با وزش اجباری بیشتر برای سالن‌های بزرگ کارگاهی و برخی اوقات به نادرست برای سالن‌های ورزش مورد استفاده قرار می‌گیرند و توانایی تامین نیازهای گرمایی زیاد را دارند.

با در اختیار داشتن ظرفیت گرمایی مورد نیاز، دمای هوای ورودی به یونیت هیتر، دمای ورودی آب گرم و اختلاف دمای ورودی و خروجی آب گرم می‌توان با مراجعه به کاتالوگ شرکت‌های سازنده، یونیت هیتر مناسب را انتخاب کرد. چنانچه سیال گرم‌کننده، بخار باشد، قطع نظر از ظرفیت گرمایی و دمای هوای ورودی باید فشار بخار نیز مشخص باشد. به طور کلی در تمام کاتالوگ‌های شرکت‌های سازنده، ظرفیت تجهیزات گرمایش و سرمایش به صورت نامی ذکر می‌شوند. به این معنا که ظرفیت مندرج در جداول بر اساس یک شرایط کاملاً مشخص است. به عنوان مثال ظرفیت‌های یونیت هیتر مندرج در جدول ۱ بر اساس دمای هوای ورودی ۶۰ درجه فارنهایت و دمای آب ورودی ۱۶۰ درجه فارنهایت است. در حالی که در پروژه‌ای مشخص ممکن است شرایط به گونه دیگری باشد. بنابراین برای استفاده از هر کاتالوگی باید ظرفیت نامی با ضرایب تصحیحی که در کاتالوگ آمده تبدیل به ظرفیت واقعی شود و این موضوع نه تنها برای یونیت هیتر که عنوان این مبحث است، بلکه برای سایر تجهیزات نیز صادق است. برخی گمان می‌کنند که ظرفیت نامی همواره نسبت به ظرفیت واقعی کمتر است و با افزودن ۱۰ یا ۱۵ درصد به ظرفیت نامی می‌توان به ظرفیت واقعی رسید. اصولاً تصور این که ظرفیت نامی لزوماً غیرواقعی است غلط است. ظرفیت نامی یعنی ظرفیت واقعی برای یک شرایط مشخص. بنابراین چنانچه شرایط خاص یک پروژه دقیقاً مطابق با شرایط ذکر شده برای دستگاهی در کاتالوگی باشد؛ معنای آن برابری ظرفیت نامی با ظرفیت واقعی است. در هر حال، ظرفیت واقعی نشانگر نیاز به ظرفیتی مشخص در شرایطی خاص است.

مثال: انتخاب یونیت هیتر آب گرم

ظرفیت گرمایی مورد نیاز: 15000 Btu/h

دمای هوای ورودی: 50 °F

دمای آب ورودی به یونیت هیتر: 210 °F

اختلاف دمای آب رفت و برگشت: 20 °F

ظرفیت‌های مندرج در جدول ۱ برای دمای آب ورودی ۱۶۰ درجه فارنهایت و دمای هوای ورودی ۶۰ درجه فارنهایت در نظر گرفته شده‌اند. در این مثال دمای آب ورودی بسیار بیشتر است. برای تعیین ظرفیت نامی نزدیک به شرایط مورد مثال، ابتدا باید از طریق جدول ۳ مقدار ظرفیت گرمایی متناسب با دمای هوا و آب

ورودی تصحیح شود. مقدار تصحیح کننده برای آب ورودی ۲۱۰ درجه فارنهایت و دمای هوای ورودی ۵۰ درجه فارنهایت، ۱/۳۴۵ است. بنابراین:

$$\frac{155000}{1.345} = 115241 \frac{Btu}{h} = 115.241 MBH$$

مقدار به دست آمده ظرفیت نامی است. بنابراین اینک می توان از طریق مراجعه به جدول ۱ نزدیک ترین ظرفیت را انتخاب کرد که در اینجا 120 MBH است. اکنون می توان ضریب تصحیح را اعمال و ظرفیت واقعی را تعیین کرد:

$$120 \times 1.345 = 161.4 MBH$$

همان گونه که مشاهده می شود دستگاهی با ظرفیت 120 MBH بر اساس شرایط خاص این پروژه می تواند نیازی بالغ بر 161.4 MBH را برآورده سازد. حال اگر با تصور این که ظرفیت نامی همواره کمتر از ظرفیت واقعی است با اعمال ضریبی، مقداری را تعیین کرده و از طریق مراجعه به کاتالوگ یا جدول ۱ گزینش صورت می گرفت. دستگاهی با ظرفیتی به مراتب بزرگ تر انتخاب می شد که به طور قطع انتخابی غلط و غیراقتصادی بود.

مطابق جدول ۱ و انتخاب یونیت هیتری با ظرفیت 120 MBH دبی هوای آن نیز به دست می آید که در اینجا مقدار آن 2250 cfm است. این دبی نیز می باید با توجه به مقدار دمای هوای ورودی اصلاح شود. زیرا دبی های مندرج در جدول ۱ بر اساس دمای ورودی ۶۰ درجه فارنهایت است و حال این که دمای هوای ورودی در این مثال ۵۰ درجه فارنهایت است. بنابراین با کمک جدول ۲ ضریب تصحیح را پیدا و در دبی نامی اعمال می کنیم:

$$2250 cfm \times 1.02 = 2295 cfm$$

اکنون برای تعیین دبی نهایی که همان دبی هوای گرم پس از گذر از کویل است، باید دمای هوای گرم خروجی از یونیت هیتر را محاسبه کنیم. به این منظور رابطه زیر به کار گرفته می شود:

$$t_f = \frac{Q_f}{Q_c \times 1.085} + t_i$$

t_f : دمای نهایی هوا پس از عبور از کویل یونیت هیتر بر حسب °F

Q_f : ظرفیت گرمایی اصلاح شده نهایی بر حسب Btu/h

Q_c : دبی هوای اصلاح شده بر حسب cfm

t_i : دمای هوای ورودی بر حسب °F

بنابراین دمای نهایی هوای خروجی عبارت است از:

$$t_f = \frac{161400}{2295 \times 1.085} + 50 = 114.8^\circ F$$

حال می توان از طریق رابطه ی زیر دبی نهایی هوا را در دمای نهایی محاسبه کرد:

$$Q_f = Q_n \times \frac{460+t_f}{460+t_i}$$

Q_f : دبی نهایی هوا در دمای نهایی بر حسب cfm

Q_n : دبی نامی هوا (اصلاح نشده) بر حسب cfm

بنابراین:

$$Q_f = 2250 \times \frac{460+114.8}{460+50} = 2536 \text{ cfm}$$

دبی آب گرم نیز مانند سایر تجهیزات تبادل حرارت گرمایی از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$Q_W = \frac{Q}{8.33 \times 60 \times \Delta t}$$

$$Q_W = \frac{161400}{8.33 \times 60 \times 20} = 16.14 \text{ gpm}$$

افت فشار یونیت هیتر نیز باید با توجه به دبی واقعی آب گرم تصحیح شود. برای این کار باید ابتدا نسبت دبی واقعی به دبی نامی به دست آید. دبی نامی مطابق جدول ۱ برای ظرفیت 120 MBH برابر با 12 gpm است.

بنابراین:

$$\frac{16.14}{12} = 1.345$$

در واقع این همان ضریب تصحیح ظرفیت است. اینک کافی است از طریق جدول ۴ ضریب تصحیح افت فشار را به دست آوریم. مطابق این جدول، با میانمایی بین ۱/۳ و ۱/۴ ضریب تصحیح افت فشار تقریباً برابر با ۱/۷ خواهد بود. با اعمال ضریب در افت فشار نامی، افت فشار واقعی به دست خواهد آمد. مطابق جدول ۱، افت فشار نامی برابر با ۲/۵ فوت آب است. بنابراین:

$$2.5 \times 1.7 = 4.25 \text{ ft.w.g}$$

جدول ۱- نمونه‌ای از مشخصات یونیت هیتر آب گرم

ظرفیت گرمایی	دبی آب	دمای هوای خروجی	هوادهی فن	توان الکتروموتور (وات)	افت فشار آب
MBH	gpm	°F	cfm	900 rpm	1400 rpm
Ft.w.g					
12	1.2	99	280	75	110
14	1.5	106	280	75	110
16	1.6	112	280	75	110
22	2.2	100	500	75	110
25	2.5	106	500	75	110
30	3	115	500	75	110
35	3.5	100	800	90	140
40	4	106	800	90	140
45	4.5	115	800	90	140
50	5	100	1050	90	140
55	5.5	106	1050	90	140
60	6	112	1050	90	140
65	6.5	106	1350	100	140
70	7	108	1350	100	140
75	7.5	112	1350	100	140
85	8.5	108	1650	100	230
95	9.5	111	1650	100	230
100	10	102	2250	130	230
120	12	107	2250	130	230
130	13	113	2250	130	230
140	14	113	2250	130	230
145	14.5	100	3200	155	300
165	16.5	107	3200	155	300
175	17.5	110	3200	155	300
180	18	98	4400	460	460
200	20	102	4400	460	460

دمای هوای ورودی: ۶۰ درجه فارنهایت

دمای آب گرم ورودی: ۱۶۰ درجه فارنهایت

اختلاف دمای ورودی و خروجی: ۲۰ درجه فارنهایت

جدول ۲- ضریب تصحیح دبی هوا

دمای هوای ورودی °F									
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1.11	1.08	1.06	1.06	1.02	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93

جدول ۳- ضریب تصحیح ظرفیت بر اساس دمای هوای ورودی و دمای آب ورودی

دمای هوا ورودی										
دمای آب ورودی °F										
250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150 °F
1.895	1.810	1.720	1.640	1.545	1.465	1.380	1.295	1.210	1.15	1.035 30
1.785	1.700	1.620	1.535	1.440	1.360	1.275	1.195	1.105	1.025	0.940 40
1.690	1.600	1.510	1.430	1.345	1.265	1.175	1.090	1.050	0.390	0.840 50
1.580	1.500	1.405	1.325	1.240	1.165	1.080	1.000	0.920	0.835	0.743 60
1.480	1.395	1.315	1.235	1.150	0.070	0.980	0.905	0.825	0.745	0.650 70
1.380	1.300	1.220	1.140	1.060	0.980	0.895	0.815	0.735	0.650	0.570 80
1.280	1.210	1.130	1.050	0.965	0.885	0.805	0.720	0.640	0.560	0.475 90
1.185	1.165	1.115	1.035	0.955	0.870	0.790	0.710	0.560	0.475	0.395 100

جدول ۴- تعیین ضریب تصحیح افت فشار

نسبت دبی واقعی به دبی نامی													
1.80	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	1.29	1.00	0.90	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
2.8	2.6	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3

یونیت هیتر با مصرف بخار

به دو دلیل استفاده از یونیت هیترهای بخاری رایج است. دلیل اول این که معمولاً یونیت هیترها برای تامین نیازهای حرارتی زیاد و برای سالن‌های نسبتاً بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند و از این رو استفاده از سیال پرانرژی‌تری مانند بخار، ضمن کاستن از قطر شبکه‌ی لوله‌کشی، شرایط بهتری را برای تامین نیازهای گرمایی فراهم می‌آورد. دلیل دوم مربوط به دسترس بودن شبکه‌ی بخار در برخی از کارگاه‌های صنعتی است.

برای تعیین ظرفیت یونیت هیتر بخاری نیز کم و بیش همان راه مربوط به یونیت هیترهای آب گرم طی می‌شود. به این ترتیب با در اختیار داشتن نیاز گرمایی یا ظرفیت واقعی و همچنین دانستن دمای هوای ورودی و فشار بخار می‌توان از طریق مراجعه به کاتالوگ شرکت‌های سازنده مبادرت به تعیین ظرفیت و انتخاب یونیت هیتر با مصرف بخار کرد.

مثال: انتخاب یونیت هیتر با مصرف بخار

نیاز گرمایشی: 420 MBH

دمای هوای ورودی به یونیت هیتر: 50 °F

فشار بخار: 5 psig

ابتدا باید از طریق جدول ۵، ضریب تصحیح ظرفیت بر اساس دمای هوای ورودی و فشار بخار تعیین شود. در این مثال مطابق این جدول، ضریب تصحیح ۰/۸۲۷ است. بنابراین:

$$\frac{420 MBH}{0.827} = 508 MBH$$

برای تامین نیاز گرمایی می‌توان بر اساس جدول ۶ دو دستگاه یونیت هیتر با ظرفیت نامی 260 MBH انتخاب کرد و پس از اعمال ضریب تصحیح، ظرفیت واقعی این دو دستگاه یونیت هیتر را تعیین کرد:

$$2 \times 260 \times 0.827 = 430 MBH$$

برای تصحیح دبی هوا نیز باید ضریب تصحیح را بر اساس دمای ورودی هوا از جدول ۲ به دست آورد و در دبی نامی ضرب کرد. در اینجا چون ناگزیر باید از دو یونیت هیتر برای تامین نیاز گرمایی استفاده کرد، دبی تصحیح شده برای هر دو دستگاه باید محاسبه شود:

$$3200 \times 1.02 \times 2 = 6528 MBH$$

دمای هوای عبور کرده از روی یونیت هیترها نیز مانند یونیت هیتر آب گرم چنین محاسبه می‌شود:

$$T_f = \frac{Q_f}{Q_c \times 1.085} + T_i$$

$$T_f = \frac{430000}{6528 \times 1.085} + 50 = 110.7^\circ F$$

دبی چگالیده حاصل از تقطیر بخار نیز به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_{cond.} = \frac{Q}{H_L}$$

Q_{cond} : دبی چگالیده حاصل از تقطیر بخار بر حسب lb/h

Q : ظرفیت گرمایی بر حسب Btu/h

H_L : گرمای نهان بخار در فشار مشخص بر حسب Btu/lb (در اینجا فشار 5 psig و گرمای نهان بخار در این فشار 960.54 Btu/lb است.)

$$Q_{cond.} = \frac{430000 Btu/h}{960.54 Btu/lb} = 447.6 lb/h$$

جدول ۵- تعیین ضریب تصحیح ظرفیت یونیت هیتر بخاری بر اساس دمای هوای ورودی و فشار بخار

فشار بخار psig										دمای هوای ورودی
60	50	40	30	20	15	10	5	2	0	° F
1.585	1.532	1.482	1.420	1.348	1.308	1.258	1.200	1.163	1.133	-30
1.605	1.528	1.483	1.431	1.373	1.301	1.211	1.153	1.113	1.082	-20
1.481	1.436	1.348	1.325	1.254	1.212	1.164	1.107	1.066	1.036	-10
1.434	1.389	1.338	1.275	1.207	1.166	1.117	1.060	1.020	0.989	0
1.388	1.342	1.292	1.233	1.161	1.118	1.071	1.013	0.973	0.942	10
1.341	1.296	1.244	1.186	1.114	1.073	1.024	0.967	0.926	0.896	20
1.294	1.250	1.198	1.139	1.067	1.026	0.977	0.920	0.880	0.849	30
1.248	1.202	1.151	1.092	1.021	0.978	0.930	0.873	0.883	0.802	40
1.224	1.180	1.128	1.069	0.997	0.955	0.907	0.850	0.810	0.779	45
1.201	1.156	1.104	1.045	0.974	0.932	0.884	0.827	0.786	0.756	50
1.178	1.133	1.081	1.023	0.951	0.908	0.861	0.803	0.763	0.732	55
1.154	1.109	1.058	1.000	0.927	0.885	0.837	0.780	0.740	0.709	60
1.131	1.086	1.034	0.976	0.904	0.862	0.814	0.757	0.716	0.686	65
1.108	1.063	1.011	0.935	0.881	0.838	0.791	0.733	0.693	0.662	70
1.084	1.040	0.988	0.930	0.857	0.815	0.767	0.710	0.670	0.639	75
1.061	1.016	0.965	0.906	0.834	0.792	0.744	0.687	0.646	0.616	80

جدول ۶- نمونه‌ای از مشخصات یونیت هیتر بخاری

توان الکتروموتور (w)		چگالیده		هوادهی فن		ظرفیت گرمایی	فشار بخار
1400 rpm	900 rpm	lb/h	cfm	Btu/h	psig		
110	75	23	280	22.5	5		
110	75	28	280	26.5	15		
110	75	33	280	30	30		
110	75	42	500	40	5		
110	75	51	500	47	15		
110	75	59	500	54	30		
140	90	67	800	65	5		
140	90	79	800	75	15		
140	90	91	800	85	30		
140	90	88	1050	85	5		
140	90	103	1050	98	15		
140	90	120	1050	112	30		
140	100	104	1350	100	5		
140	100	132	1350	125	15		
140	100	156	1350	145	30		
230	100	137	1650	132	5		
230	100	163	1650	154	15		
230	100	191	1650	177	30		

توان الکتروموتور (w)		چگالیده	هوادهی فن	ظرفیت گرمایی	فشار بخار
1400 rpm	900 rpm	lb/h	cfm	Btu/h	psig
230	130	187	2250	180	5
230	130	222	2250	210	15
230	130	258	2250	240	30
230	250	214	2250	205	5
230	250	243	2250	230	15
230	250	291	2250	270	30
300	155	271	3200	260	5
300	155	317	3200	300	15
300	155	366	3200	340	30
460	460	369	4400	355	5
460	460	434	4400	410	15
460	460	507	4400	410	30

دمای هوای ورودی: ۶۰ درجه فارنهایت



WWW.AZARNASIM.COM

Tel:021-48402