



برج خنک کننده

azarnasim
AIR CONDITIONING COMPANY

تعیین ظرفیت و انتخاب برج خنک کننده

تعیین ظرفیت و انتخاب برج خنک کننده وابسته به چهار عامل زیر است:

الف- دبی آب خنک کننده کندانسور

ب- دمای آب ورودی به برج خنک کننده از سوی کندانسور

ج- دمای آب خروجی به برج خنک کننده از سوی کندانسور

د- دمای مرطوب هوای محیط که وارد برج خنک کننده می شود.

ارتباط چهار عامل بالا در روابط زیر شکل می گیرد:

$$T_E - T_0 = T_{Range}$$

$$T_0 - T_{WB} = T_{Approach}$$

T_E : دمای آب ورودی به برج خنک کننده از سوی کندانسور

T_0 : دمای آب خروجی به برج خنک کننده به سوی کندانسور

T_{WB} : دمای مرطوب هوای محیط که وارد برج خنک کننده می شود.

T_{Range} : دمای دامنه

$T_{Approach}$: دمای نزدیکی

در حالت کلی تن تبرید برج خنک کننده معادل 15000Btu/h در نظر گرفته می شود و این شامل 12000Btu/h

(یک تن تبرید) ظرفیت اصلی چیلر و 3000Btu/h گرمای اضافی ناشی از چرخه ی فعال دستگاه سرمایش از

جمله گرمای حاصل از کار کمپرسور و گرمای الکتروموتور است. در واقع 15000Btu/h مقدار گرمایی است که

باید توسط برج دفع شود. این تنها بر اساس شرایط زیر قابل قبول است:

• دبی: 3GPM

• دمای آب ورودی: 95°F

• دمای آب خروجی: 85°F

• دمای مرطوب هوا: 75°F

$$gpm = Btu / h \div 5000 = 3 \times 5000 = 15000 Btu / h$$

بر همین اساس برای چیلرهای تراکمی دبی ۳ گالن در دقیقه قابل قبول است.

برای تعیین ظرفیت واقعی برج خنک کننده باید با در نظر داشتن دمای دامنه و دمای نزدیکی، ضریب ظرفیت

را از منحنی ها یا جداول ویژه ای که اغلب کارخانه های سازنده در کاتالوگ خود درج می کنند، استخراج و در

ظرفیت نامی برج اعمال کرد. نمونه ای از این جداول در ادامه آمده است:

جدول ۱- تعیین ضریب ظرفیت برج خنک کننده

دمای آب ورودی (فارنهایت)	دمای آب خروجی (فارنهایت)	دمای مرطوب هوا (فارنهایت)	ضریب ظرفیت
90	80	70	0.85
92	82	70	1.00
95	85	70	1.24
90	80	72	0.74
92	82	72	0.88
95	85	72	1.12
95	85	74	1.00
95	85	76	0.88
95	85	78	0.75
95	85	80	0.62

Source: ASHRAE Pocket Handbook

بازده برج خنک کننده را نیز می توان از طریق رابطه ی زیر محاسبه کرد:

$$\% = \frac{T_E - T_O}{T_E - T_{WB}}$$



AIR CONDITIONING COMPANY

T_E : دمای آب ورودی به برج خنک کننده از سوی کندانسور

T_O : دمای آب خروجی به برج خنک کننده به سوی کندانسور

T_{WB} : دمای مرطوب هوای محیط که وارد برج خنک کننده می شود.

هوای مورد نیاز برای برج خنک کننده تقریباً به ازای هر gpm بین 90-100cfm در نظر گرفته می شود و چنانچه هر تن تبرید ظرفیت چیلر ۳ گالن بر دقیقه آب منظور شود، این مقدار هوا به ازای هر تن تبرید ۳۰۰ فوت مکعب در دقیقه خواهد بود.

بنابراین برای چیلرهای جذبی که دبی آب برج خنک کننده برای آنها بین ۳.۶ تا ۴.۵ گالن بر دقیقه به ازای هر تن تبرید است، هوای مورد نیاز تغذیه برج را می توان به ازای هر تن تبرید ظرفیت چیلر در حدود ۳۶۰ تا ۴۰۰cfm در نظر گرفت.

تعیین مقدار آب جبرانی

بخش قابل توجهی از آب برج تبخیر و بخش کمتری به صورت قطرات کوچک به همراه هوا از برج خارج می‌شود. بخشی نیز در اثر زیر آب کشی و ممانعت از افزایش مواد جامد محلول توسط راهبران تخلیه می‌شود. هر یک از تلفات آب از طریق روابط زیر قابل محاسبه است:

برای تعیین مقدار تبخیر آب می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد:

$$Q_E = 0.00085 \times Q_C \times (t_1 - t_2)$$

Q_E : آب تبخیر شده بر حسب گالن در دقیقه

Q_C : آب در گردش بین برج و چیلر بر حسب گالن در دقیقه

t_1 : دمای آب ورودی به برج بر حسب فارنهایت

t_2 : دمای آب خروجی به برج بر حسب فارنهایت

آب کاهش یافته از طریق همراهی قطرات آب با هوای خروجی از برج از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$Q_D = 0.002 \times Q_C$$

Q_D : آب خارج شده به صورت قطرات به همراه هوای خروجی بر حسب گالن در دقیقه

Q_C : آب در گردش بین برج و چیلر بر حسب گالن در دقیقه

آب کاهش یافته از طریق زیر آبکشی (Q_B) در صورتی که دمای دامنه ۱۰ درجه فارنهایت باشد؛ ۰.۲ درصد و چنانچه دمای دامنه ۱۵ درجه فارنهایت باشد، ۰.۳ درصد آب در گردش در نظر گرفته می‌شود. این مقدار در شرایطی که آب دامنه (اختلاف دمای آب رفت و برگشت برج) ۲۰ درجه فارنهایت باشد، ۰.۴۰ درصد آب در گردش خواهد بود.

مقدار آب جبرانی (Q_m) برابر با مجموعه تلفات آب Q_D , Q_E , Q_B است:

$$Q_m = Q_E + Q_D + Q_B$$

مثال: مقدار آب جبرانی برای برجی که تحت شرایط زیر کار می‌کند چه مقدار است:

دبی آب در گردش: $2270 \text{ m}^3/\text{h}$ (10000 gpm)

دمای آب ورودی به برج: 37.77°C (100°F)

دمای آب خروجی از برج: 29.44°C (85°F)

تلفات ناشی از تبخیر

$$Q_E = 0.00085 \times Q_C \times (t_1 - t_2)$$

$$Q_E = 0.00085 \times 10000 \times (100 - 85) = 127.5 \text{ gpm} = 28.9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

تلفات آب ناشی از خروج قطرات به همراه جریان هوا

$$Q_D = 0.002 \times Q_C$$

$$Q_D = 0.002 \times 10000 = 2 \text{ gpm} = 0.45 \text{ m}^3 / \text{h}$$

تلفات آب ناشی از زیر آب کشی

اختلاف دما ۱۵ درجه فارنهایت است، بنابراین این مقدار برابر با ۰.۳۰ درصد آب در گردش خواهد بود:

$$Q_B = 10000 \times 0.3\% = 30 \text{ gpm} = 6.8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

مقدار آب جبرانی

$$Q_m = Q_E + Q_D + Q_B$$

$$Q_m = 127.5 + 2 + 30 = 159.5 \text{ gpm} = 36.2 \text{ m}^3 / \text{h}$$

جدول ۲- نمونه‌ای از مشخصات نوعی برج خنک کننده مکعب فلزی با فن گریز از مرکز

ظرفیت نامی	دبی آب	تعداد الکتروموتور و توان	دبی هوا	طول	عرض	ارتفاع	وزن با آب
TBR	gpm	hp×n	cfm	hp	cm	cm	kg
10	30	1 × 1	2800	550	930	1900	380
15	45	1.5 × 1	4200	720	930	1900	480
20	60	2 × 1	5600	930	930	1960	580
25	75	3 × 1	7000	930	1250	2000	720
30	90	3 × 1	8500	930	1420	2000	860
35	105	4 × 1	9900	930	1750	2000	990
40	120	5.5 × 1	11300	930	1930	2000	1080
50	150	7.5 × 1	14100	1200	1930	2000	1300
60	180	10 × 1	16900	1450	1930	2750	1750
75	225	10 × 1	21200	1750	1930	2750	2500
90	270	10 × 1	25400	1930	1930	2750	2600
105	315	15 × 1	29600	2400	1930	2750	3000
120	360	5.5 × 1 + 10 × 1	33800	2900	1930	2750	3800
140	420	10 × 2	39500	3350	1930	2750	4200
160	480	10 × 2	45000	3900	1930	2750	5100
180	540	10 × 2	50800	4200	1930	2750	5400
220	660	5.5 × 1 + 10 × 2	62000	4900	1930	2750	6300
260	780	10 × 3	73300	5800	1930	2750	7400
300	900	5.5 × 1 + 10 × 3	84600	6800	1930	2750	8700
340	1020	10 × 4	96000	7800	1930	2750	9900
400	1200	5.5 × 2 + 10 × 4	113000	4900	3800	2750	11800
450	1350	10 × 6	127000	5700	3800	2750	14100
500	1500	10 × 6	141000	5800	3800	2750	14400

جدول ۳- نمونه‌ای از مشخصات نوعی برج خنک کننده مکعب فلزی با فن گریز از مرکز

ظرفیت نامی	طول	عرض	ارتفاع	وزن با آب	تعداد و قطر فن	تعداد و توان الکتروموتور
TBR	mm	mm	mm	kg	n×mm	n×hp
15	1300	1000	1720	800	1×850	1×1/2
20	1300	1000	1820	900	1×850	1×3/4
25	1300	1000	1920	1050	1×850	1×3/4
30	1300	1000	2020	1300	1×850	1×1
40	2350	1450	1970	1500	1×1200	1×1
50	2350	1450	2070	2300	1×1200	1×1.5
65	2350	1450	2170	2550	1×1200	1×1.5
75	2350	1450	2270	2700	1×1200	1×2
90	2500	1700	2170	3000	1×1350	1×2
110	2500	1700	2270	3300	1×1350	1×3
130	2500	1700	2370	3800	1×1350	1×4
150	2500	1700	2470	4000	1×1350	1×5.5
180	2600	3380	2170	5800	1×1350	2×2
220	2500	3380	2270	6500	1×1350	2×3
260	2500	3380	2370	7500	1×1350	2×4
300	2600	3380	2470	9000	1×1400	2×5.5

- اتصال لوله ورودی و خروجی تا ۳۰ تن تبرید ۲.۵ اینچ، از ۴۰ تا ۷۵ تن تبرید، ۳ اینچ و از ۹۰ تا ۱۵۰ تن تبرید، ۴ اینچ است.

- اتصال لوله ورودی از ۱۸۰ تا ۳۰۰ تن تبرید ۴ از ۱۸۰ تا ۳۰۰ تن تبرید ۲×۴ اینچ و اتصال خروجی ۶ اینچ است.

- اتصال لوله آب جبرانی تا ۷۵ تن تبرید، ۱/۲ اینچ و از ۹۰ تا ۳۰۰ تن تبرید، ۳/۴ اینچ است.

جدول ۴- نمونه‌ای از مشخصات نوعی برج خنک کننده فایبرگلاس

دبی نامی	توان موتور	هوادهی فن	ارتفاع	قطر برج	وزن بدون آب	وزن با آب
gpm	hp	cfm	m	m	kg	kg
28	¼	3000	1.4	0.93	52	120
35	¼	3180	1.63	0.93	56	138
53	½	6360	1.68	1.17	83	218
71	½	7000	1.78	1.38	110	264
88	½	7770	2.02	1.38	115	329
105	1	8480	1.89	1.68	160	363
141	1	9410	2.00	1.78	171	410
176	1½	11300	2.34	1.87	215	515
212	2	14500	2.37	1.99	399	708
282	2	17100	2.48	2.10	431	792
318	2	21800	2.35	2.59	459	854
352	2	24100	2.57	2.59	519	943
442	3	27500	2.38	2.59	629	1053
528	5	29700	2.62	2.59	789	1468
618	5	32900	2.62	3.33	874	1553
705	5	47100	2.92	3.71	1342	3043
795	7½	57100	3.15	4.39	1462	3162
880	7½	66500	3.66	4.39	1657	3357
1050	7½	76900	3.28	4.85	1766	3473
1230	10	83500	3.45	4.85	1861	3861
1410	15	90700	3.68	4.85	2305	4305
1580	15	106500	4.04	5.51	2535	5818
1770	15	119500	4.27	5.51	2590	7155
2120	15	139500	4.60	6.53	3493	10588
2460	20	171000	4.83	6.53	3652	10747
2830	25	197100	5.00	7.59	5229	12808
3520	30	217700	5.23	7.59	5449	13247
4400	30	270700	5.56	8.79	6476	15458



WWW.AZARNASIM.COM

Tel:021-48402