

عنوان: طراحی و محاسبات موتورخانه

نام طراح: امیرعلی ایمانی

• یادآوری: فرمول های محاسبات بار حرارتی عبارتند از:

$$Q=170 \cdot A$$

* فرمول سرانگشتی بار حرارتی:

$$R=\frac{L}{K}$$

* فرمول محاسبه مقاومت حرارتی:

$$U=\frac{1}{h_i+\Sigma R+h_o}$$

* فرمول محاسبه ضریب هدایت حرارتی:

$$Q=U \cdot A(T_{in}-T_{out})$$

* فرمول محاسبه اتلاف حرارتی:

$$T_f=0.5T_{out}+21.67$$

* فرمول محاسبه دمای زمین:

* فرمول محاسبه میزان انتقال گرما از کف متصل به زمین: $Q_f=(-0.57T_{out}+12)A$

*فرمول محاسبه میزان انتقال گرما از کف متصل به زمین: $Q_w = (-1.14T_f + 24)A_w$

* فرمول محاسبه میزان انتقال گرما از طریق نفوذ هوای سرد: $Q = 0.33 * ACH * V(T_i - T)$

*فرمول محاسبه بار حرارتی نهایی: $Q = (Q^*Q)1.1$

*مقدار واقعی مصرف آبگرم برحسب لیتر:

مقدار واقعی مصرف آبگرم = حداکثر مصرف آبگرم + ۰٫۳۵

*نکته: برای بدست آوردن حداکثر مصرف آبگرم به جدول مراجعه شود

*فرمول حجم منبع ذخیره آبگرم مصرفی:

ظرفیت منبع: مقدار واقعی مصرف آبگرم * ۱٫۲۵

*فرمول محاسبه بار حرارتی ناشی از آبگرم مصرفی (مخزنی): $Q=(101.04)V$

*فرمول محاسبه بار حرارتی ناشی از آبگرم مصرفی (لحظه ای): $Q=(50.52)V$

فرمول محاسبه ظرفیت دیگ گرمایی:

$$Q=(Q+Q)a.b$$

مثال: بار گرمایی یک ساختمان 150KW و توان گرمایی مورد نیاز برای گرم کردن آبگرم 50KW است ظرفیت دیگ را بدست آورید:

$$a=1.05 \text{ or } 1.15$$

$$b=1.1 \text{ or } 1.2$$

$$Q=(150+50)(1.1)(1.2)$$

$$Q=264KW$$

نکته: پس از مراجعه به کاتالوگ ها می توان دیگ چدنی موردنظر را انتخاب کرد

نکته: برای انتخاب دیگ فولادی ابتدا بارحرارتی را حساب کرده سپس به کاتالوگ مراجعه می کنیم

بویلرهای چدنی شوفاژکار

دیگ های چدنی شرکت صنعتی شوفاز کار جهت گرمایش مرکزی و آبگرم مصرفی ساختمان ها و مجتمع های مسکونی، تجاری، صنعتی، بیمارستانی و هتل ها طراحی و ساخته شده است. این دیگ ها به دلیل براه ای بودن قابلیت حمل و مونتاژ در هر موتورخانه ای را به راحتی دارند. دیگ های چدنی شرکت صنعتی شوفاز کار با مشعل های گاز سوز و گازیول سوز قابلیت استفاده داشته و در صورت نصب صحیح به مدت ۱۰ سال کاررانی می شود. این محصولات به جز دیگ های سوز ۳۰۰ و ۴۰۰ دارای مونتاژ رایگان می باشند. دیگ های چدنی شوفاز کار دارای پروانه استاندارد اجباری به شماره ۷۶۷۵۱۲۰۹۷۵ می باشد.

بویلرهای سولاز ۳۰۰	
۵ الی ۱۰	تعداد پره عدد
۵ الی ۱۰۴	ظرفیت حرارتی kw
عرض ۴۶	طول ۱۷۰ الی ۱۲۰
ارتفاع ۸۲	ابعاد cm
۲۵۰ الی ۴۵۰	وزن kg
۴	دکتر فشار کاری bar



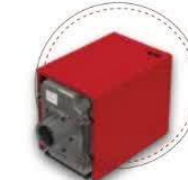
بویلرهای سوپر ۳۰۰			
۵ الی ۹		عدد	تعداد پره
۵۱ الی ۹۷		kw	ظرفیت حرارتی
ارتفاع ۷۶	عرض ۴۴	طول ۱۰۱ الی ۱۷۰	ابعاد
۲۰۵ الی ۳۲۱		kg	وزن
۴		bar	دکتر فشار کاری



بویلرهای سولار ۴۰۰			
۷ الی ۱۳		عدد	تعداد پره
۱۵۶ الی ۲۵۷		kw	ظرفیت حرارتی
ارتفاع	عرض	طول	ابعاد
۱.۵	۵۶	۱۷۳ الی ۱۰۱	cm
۵۱۵ الی ۸۹۳		kg	وزن
۴		bar	داکتر فشار کاری



بویلرهای سوپر ۴۰۰			
۱۲ الی ۱۲		عدد	تعداد پره
۳۶۵ الی ۱۴۸		kw	ظرفیت حرارتی
ارتفاع ۷۹	عرض ۶۲	طول ۱۷۴ الی ۹۱	ابعاد cm
۳۷۰ الی ۷۶۵		kg	وزن
۴		bar	مکانک فشار کاری



پویلرهای توربو			
۸ الی ۱۵		عدد	تعداد پره
۶۵۱ الی ۲۸۳		kw	ظرفیت حرارتی
ارتفاع ۱۱۲	عرض ۷۳	طول ۱۵۶ الی ۲۶۳	ابعاد cm
۱۶۳۳ الی ۹۲۰		kg	وزن
۴		bar	حداکثر فشار کاری



پویلرهای ۱۳۰۰ استار و سوپر هیت			
۷ الی ۲۰	عدد	تعداد پره	
۱۵۱۱ الی ۱۵۴۴	kw	ظرفیت حرارتی	
ارتفاع ۱۲۰	طول ۹۰	۱۶۳ الی ۳۶۷	ابعاد cm
۱۴۹۵ الی ۳۹۹۵			kg
سوپر هیت ۶۰ / استار ۱۰۰			bar
			حداکثر فشار کاری



پویلرهای سوپر ۵۰۰ و ۵۰۰+			
۵ الی ۹		عدد	تعداد پره
۳۰۰ الی ۱۴۴		kw	ظرفیت حرارتی
ارتفاع	عرض	طول	ابعاد
۸۴	۷۴	۹۴ الی ۱۴۶	cm
۸۶۰ الی ۵۴۰		kg	وزن
۴		bar	حداکثر فشار کاری



■ مشعل های گازسوز شوفاژکار

در سالیان گذشته، مسواره بویلر های چدنی ششواز به تنهایی عرضه می شدند که خریداران این محصول را به تهیه مشغلی برای تجهیز کردن بویلر به منظور بهره برداری از موتورخانه ملزم می کرد. عرضه مستقل دو تجهیز وابسته به هم بعضاً به سبب غیر کارشناسی صورت می گرفت و باعث آسیب دیدن بویلر مشعل و یا هر دو می گردید و در نهایت نایزندی های گریزانی بهره برداران ساختمان بار آورده نمی شد. در جهت رفع این مشکل، شرکت صنعتی ششوازکار در صدد آن برآمد تا نسبت به انتخاب استاندارد بویلر به همراه مشعل و عرضه همزمان دو محصول اقدام نماید. انتخاب، نصب و راه اندازی بویلر و مشعل ششوازکار علاوه بر کاهش آلوده های ناشی از احتراق، اطمینان به افزایش راندمان حرارتی و صرف انرژی را تضمین می نماید. این محصول دارای ۱۲ اماگراتی می باشد. مشعل های ششوازکار دارای پروانه استاندارد اجباری به شماره ۱۳۹۵۸۷۴۷۲۱ می باشد.



CKI G 1000/25	CKI G 600	CKI G 500/25	CKI G500	CKI G 380/25	CKI G380	CKI G350/C25	CKI G350/C	CKI G260	CKI G180	CKI G120	CKI G85	CKI G65	واحد	شعل گاز سوز
۴۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۲۰	۱۰۰	۷۵	۴۷	۳۰	۴۰	kg	حدقل ظرفیت
۱۰۰۰	۶۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۳۸۰	۳۸۰	۳۵۰	۳۵۰	۲۶۰	۱۸۰	۱۲۴	۸۵	۶۵	kw	حداکثر ظرفیت
۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	rpm	دور موتور
۱۵۰۰	۷۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۳۷۰	۳۷۰	۳۵۰	۴۵۰	۲۴۰	۱۷۵	۱۰۰	۵۰	۵۰	W	نوان الکتر وموتور
۱۵-۱۰۰	۱۵-۵۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	۱۵-۴۰	mbar	فشار متناسب
دو مرحله ای	تک مرحله ای	دو مرحله ای	تک مرحله ای	دو مرحله ای	تک مرحله ای	دو مرحله ای	دو مرحله ای	تک مرحله ای						نحوه عملکرد

محاسبه مخزن آبگرم:

*فرمول حجم منبع ذخیره آبگرم مصرفی:
ظرفیت منبع: مقدار واقعی مصرف آبگرم* ۱/۲۵

مثال: برای یک ساختمان که دارای سه عدد شیر سینک یک شیر دوشویی یک شیر حمام و یک شیر ماشین لباسشویی است منبع موردنیاز را محاسبه کنید:

نوع شیر	میزان مصرف	تعداد	مصرف کل شیر
سینک	۵۷٫۵	۳	۱۷۲٫۵
دوشویی	۱۱٫۵	۱	۱۱٫۵
حمام	۳۸۲	۱	۳۸۲
لباسشویی	۷۶٫۵	۱	۷۶٫۵

مصرف کل lit: $۳۸۳+۱۱/۵+۷۶/۵+۱۷۲/۵= ۶۴۲/۵$

مخزن آبگرم: $\text{lit} ۸۰.۳/۳ = (۶۴۲/۵)(۱/۲۵)$

حال با مراجعه با به کاتالوگ ها می توان یک مخزن کویلی یا مخزن دوجداره با این حجم را انتخاب کرد

منبع کویلی

Model	Capacity (lit)	Dimensions			Weight (Kg)
		D(cm)	H(cm)	t(mm)	
IMTV.1	500	65	150	4	135
IMTV.2	500	65	150	5	175
IMTV.3	600	72	150	4	160
IMTV.4	600	72	150	5	200
IMTV.5	800	82	150	4	180
IMTV.6	800	82	150	5	230
IMTV.7	1000	92	150	4	220
IMTV.8	1000	92	150	5	280
IMTV.9	1200	98	150	4	240
IMTV.10	1200	98	150	5	300
IMTV.11	1500	110	150	4	285
IMTV.12	1500	110	150	5	350
IMTV.13	1500	110	150	6	420
IMTV.14	2000	115	200	5	430
IMTV.15	2000	115	200	6	516
IMTV.16	2000	115	200	8	690
IMTV.17	2500	126	200	5	485
IMTV.18	2500	126	200	6	570
IMTV.19	2500	126	200	8	760
IMTV.20	3000	140	200	5	560
IMTV.21	3000	140	200	6	680
IMTV.22	3000	140	200	8	900
IMTV.23	4000	145	250	5	665
IMTV.24	4000	145	250	6	780
IMTV.25	4000	145	250	8	1040
IMTV.26	5000	145	300	5	770
IMTV.27	5000	145	300	6	930
IMTV.28	5000	145	300	8	1200
IMTV.29	6000	160	300	5	840
IMTV.30	6000	160	300	6	1000
IMTV.31	6000	160	300	8	1390

منبع دوجداره

Model	Capacity (lit)	Dimensions				Weight (Kg)
		D(cm)	D1(cm)	L(cm)	t(mm)	
IM2L.1	300	52	58	140	4-2	113
IM2L.2	300	52	58	140	4-2.5	125
IM2L.3	300	52	58	140	4-3	140
IM2L.4	300	52	58	140	5-3	160
IM2L.5	400	59	65	150	4-2	150
IM2L.6	400	59	65	150	4-2.5	158
IM2L.7	400	59	65	150	4-3	165
IM2L.8	400	59	65	150	5-3	190
IM2L.9	500	63	69	155	4-2.5	168
IM2L.10	500	63	69	155	4-3	180
IM2L.11	500	63	69	155	5-3	210
IM2L.12	600	66	72	170	4-2.5	200
IM2L.13	600	66	72	170	4-3	210
IM2L.14	600	66	72	170	5-3	240
IM2L.15	800	72	78	200	4-2.5	260
IM2L.16	800	72	78	200	4-3	275
IM2L.17	800	72	78	200	5-3	320
IM2L.18	1000	80	86	200	4-2.5	285
IM2L.19	1000	80	86	200	4-3	306
IM2L.20	1000	80	86	200	5-3	360
IM2L.21	1500	98	104	200	4-3	420
IM2L.22	1500	98	104	200	5-3	470
IM2L.23	2000	100	110	250	5-3	580

محاسبات پمپ سیرکولاسیون:

$$V = \frac{Q}{12200}$$

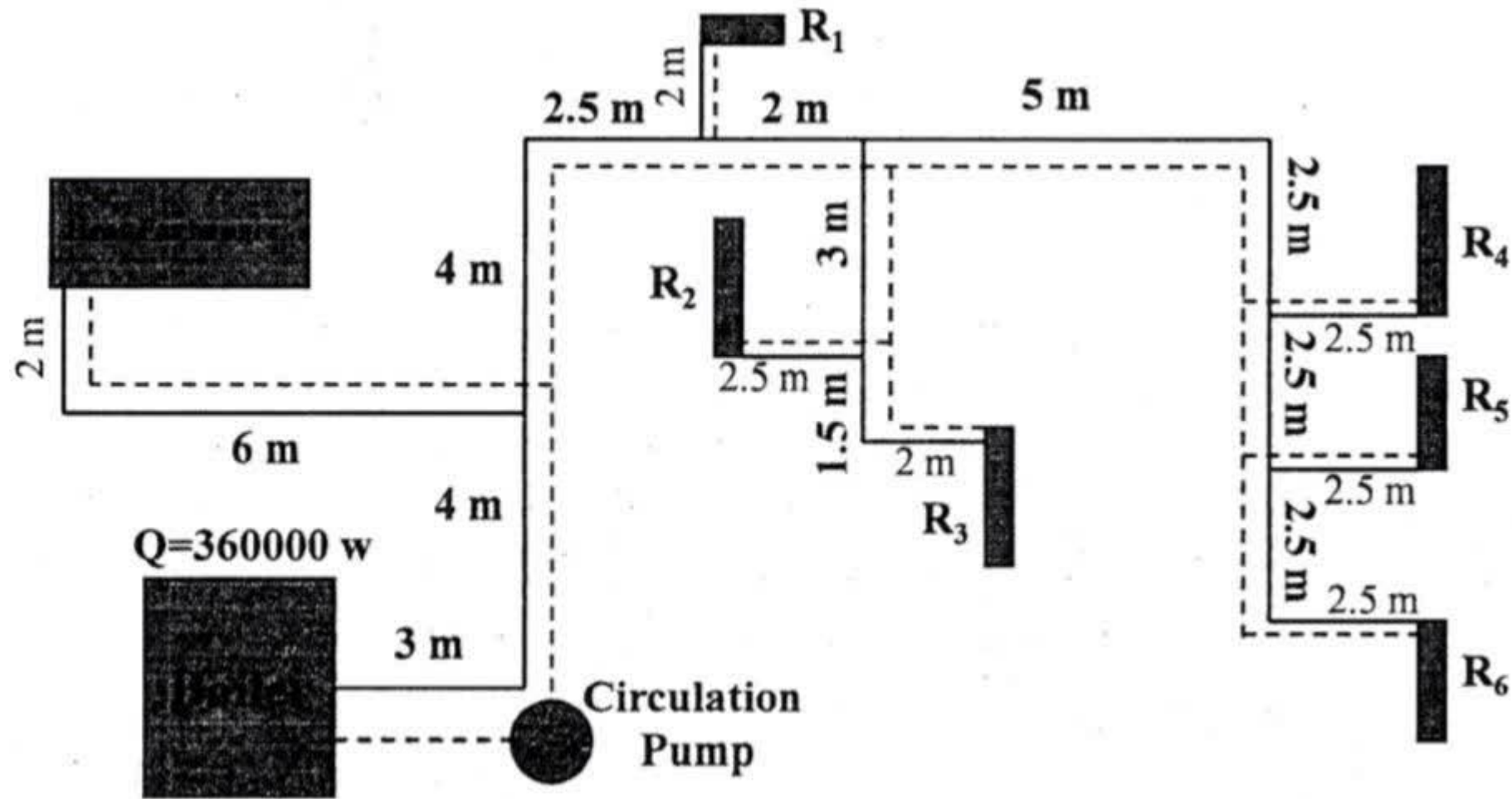
فرمول محاسبه دبی:

$$\Delta P = \left(\frac{\Delta P}{L} \right) L_{\text{logest}} * 2 * 1.5$$

فرمول محاسبه هد:

نکته: فشار بحرانی ما همیشه بر حسب ۲۵ میلی متر ستون آب هست

مثال: برای دیاگرام زیر پمپ موردنیاز را انتخاب کنید:



$$V = \frac{360000}{12200} = 29.51 \text{ M}^3 / \text{HR}$$

محاسبه دبی:

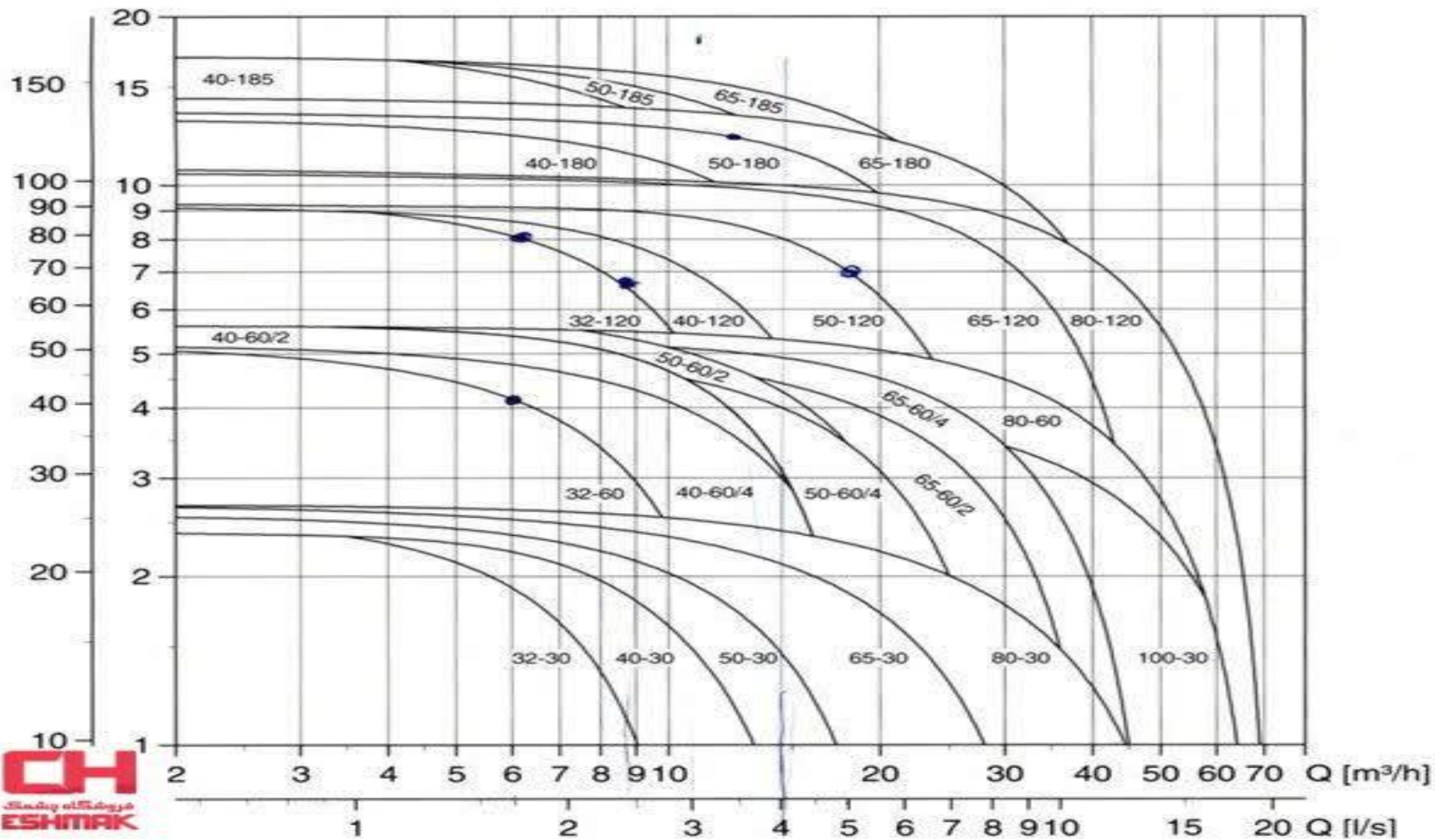
$$L_{\text{LONGEST}} = 3 + 4 + 4 + 2.5 + 2 + 5 + 2.5 + 2.5 + 2.5 + 2.5 = 30.5 \text{ محاسبه هد:}$$

$$\Delta P = (250)(30.5)(2)(1.5) = 22875 \text{ Pa} = 2.2875 \text{ m/H}_2\text{O}$$

حال با داشتن هد و دبی می توان به کاتالوگ موردنظر مراجعه کرده و پمپ موردنظر را انتخاب کرد

با توجه به کاتالوگ در صفحه بعد پمپ ما پمپ LEO مدل 65-60/2 است

p [kPa] H [m]



محاسبه ظرفیت منبع انبساط باز:

فرمول محاسبه منبع انبساط باز بر حسب کیلو وات: $V=2H$

فرمول محاسبه منبع انبساط باز بر حسب کیلوکالری: $V=\frac{Q_B}{430}$

فرمول محاسبه قطر لوله رفت بر حسب کیلووات: $ds=15+1.5\sqrt{H}$

فرمول محاسبه قطر لوله برگشت بر حسب کیلو وات: $dr=15+\sqrt{H}$

فرمول محاسبه قطر لوله رفت بر حسب کیلوکالری: $ds:15+1.5\sqrt{\frac{Q_B}{1000}}$

فرمول محاسبه قطر لوله برگشت بر حسب کیلوکالری: $dr:15+\sqrt{\frac{Q_B}{1000}}$

مثال: ظرفیت حرارتی یک دیگ آبگرم ۲۰۰۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت می باشد حجم مخزن انبساط باز را بر حسب لیتر و قطر لوله رفت و برگشت مخزن بر حسب میلی متر حساب کنید:

$$V = \frac{200000}{430} = 465.11 \text{ Lit}$$

$$D_s = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{200000}{1000}} = 36.213$$

$$D_r: 15 + \sqrt{\frac{200000}{1000}} = 29.15$$

نکته: قطر لوله ها همیشه برابر با میلی متر است

مثال: ظرفیت حرارتی یک دیگ آبگرم برابره با ۲۳۱ کیلووات است ظرفیت مخزن انبساط بسته و قطر لوله هایش را حساب کنید:

$$V=2(231) \quad V=462\text{Lit}$$

$$Ds:15+1.5(\sqrt{231}) \quad ds=37.7\text{mm}$$

$$Dr:15+ (\sqrt{231}) \quad dr=30.2\text{mm}$$

نکته: قطر لوله همیشه میلی متر است

جدول ابعاد منبع انبساط:

قطر بوشن ها - اینچ			ضخامت ورق میلی متر	ابعاد مخزن - سانتی متر			ظرفیت لیتر
G	E	F		H	B	L	
۱	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۵۰	۵۰	۸۰	۲۰۰
۱	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۶۰	۶۰	۸۵	۳۰۰
۱	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۶۵	۷۰	۹۰	۴۰۰
۱	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۸۰	۶۵	۱۰۰	۵۰۰
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	۲	۳	۸۰	۷۵	۱۰۰	۶۰۰
—	$\frac{1}{4}$	۲	۳	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۸۰۰
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	۲	۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰۰
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	۲	۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۱۵۰۰
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	۲	۳	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۰۰۰
۲	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۱۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۲۵۰۰
۲	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۳	۱۲۰	۱۲۵	۲۰۰	۳۰۰۰
۲	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۴	۱۲۰	۱۲۵	۲۵۰	۴۰۰۰
۲	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	۴	۱۲۵	۱۵۰	۲۷۰	۵۰۰۰

محاسبات شیر اطمینان:

BOILER CAPACITY (kcal/hr)	SAFETY VALVE
Up to 45.000	1/2 "
45.000-90.000	3/4 "
90.000-175.000	1 "
175.000-300.000	1 1/4 "
300.000-500.000	1 1/2 "
More then 750.000	2 "

محاسبات منبع انبساط بسته:

فرمول محاسبه ظرفیت منبع انبساط بسته:

$$V = \frac{V_{water} * e}{1 - \frac{P_{min} + 1}{P_{max} + 1}}$$

نکته: $e=0.0355$

برای محاسبه حجم آب درون سیستم از جدول زیر استفاده می کنیم:

Heating Element	Water Volume (lt) required for each 1000 kcal/hr	Water Volume (lt) required for each 1 kW
Convactor	6	5.2
Panel Radiator	9.7	8.33
Cast Radiator	14	12
Steel Radiator	14	12
Floor Heating	21.5	18.5

نکته: حجم بدست آمده از جدول باید ضربدر ۱۰ درصد ضریب اطمینان شود

مثال: حجم منبع انبساط را برای یک ساختمان هشت طبقه دارای یک زیر زمین که از ظرفیت 450000kcal و رادیاتور های پانلی استفاده می کند شیر اطمینان در 4bar عمل می کند:

$$V_{\text{water}} = 9.7 * 450 * 1.1 = 4801.5 \text{ Lit}$$

$$P_{\text{min}} = (8+1)(3)(0.1) = 2.7 \text{ bar}$$

$$V = \frac{4801.5 * 0.0355}{1 - \frac{2.7+1}{4+1}} = 655.5895 \text{ Lit}$$

محاسبات رادیاتورها:

فرمول:
$$N = \frac{Q_{LOAD}}{Q_R}$$

مثال: برای یک اتاق به متراژ $12m^2$ که ظرفیت حرارتی آن $2000w$ مقدار رادیاتورهای لازم را بدست آورید:

پره 15.5
$$N = \frac{2000}{129}$$

نکته: ظرفیت حرارتی هر پره برابر $129w$

طول رادیاتور mm L	کنوکتور ارتفاع mm H	کنوکتور طول mm	کنوکتور عمق mm	ظرفیت حرارتی $\Delta t = 60^{\circ}C$ Kcal/h	حجم آبگیری Lit	وزن رادیاتور Kg
600	420	580	32	1046	3.6	16.50
800	420	780	32	1394	4.7	21.77
1000	420	980	32	1742	5.6	27.30
1200	420	1180	32	2091	6.9	33.40
1400	420	1380	32	2439	8	37.42
1600	420	1580	32	2788	9.2	42.19
1800	420	1780	32	3136	10.3	47.90
2000	420	1980	32	3484	11.1	52.60

رادیاتور حوله خشک کن فولادی شوفاژ کار						
C	B	A	وزن kg	حجم آبگیری lit	ظرفیت حرارتی kcal/hr $\Delta T = 60^{\circ}C$	مدل کامفورت فولادی
600	550	500	4.4	2.7	320	60*50-10
800	550	500	5.4	3.4	456	80*50-14
رادیاتور حوله خشک کن آلومینیومی شوفاژ کار						
C	B	A	وزن kg	حجم آبگیری lit	ظرفیت حرارتی kcal/hr $\Delta T = 60^{\circ}C$	مدل کامفورت آلومینیومی
600	540	500	2.4	2.7	320	60*50-10
800	540	500	3.3	3.4	456	80*50-14

محاسبات مشعل:

$$W = \frac{Q_B}{n} \text{ : فرمول محاسبه ظرفیت مشعل}$$

n = برای مشعل گازویی ۷۵ تا ۸۰ درصد برای مشعل های گازی ۹۰ تا ۹۵ درصد

مثال: برای یک دیگ به ظرفیت گرمایی 220kw ظرفیت مشعل را محاسبه کنید:

$$Q = 220 * 860 = 189200 \text{ Kcal}$$

$$W = \frac{189200}{0.90} = 210222.23 \text{ kcal/h}$$

محاسبات قطر کلکتور:

$$D = (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2)^{1/2}$$

فرمول:

مثال:

