خزان التمدد

(Expansion Tank)

محمد فكيه الرماح

خزان التمدد (Expansion Tank)

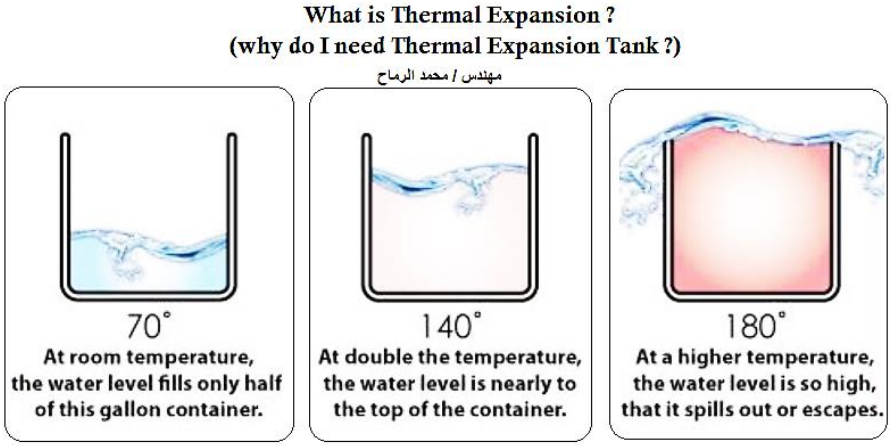
مقدمة

كما نعلم أن كثافة أي مادة تتحدد بالكتلة لتلك المادة في وحدة الحجوم أي أنه وبتمدد المادة بفعل الحرارة كما تفعل جميع المواد فإن حجمها يزداد ، مع بقاء كتلتها ثابتة ، مما يؤدي إلى نقصان كثافتها ، وبتبريد المادة فإن حجمها ينقص ، مع بقاء كتلتها ثابتة ، فتزداد كثافتها.

فالماء يسلك مثل هذا السلوك كبقية العناصرفي الطبيعة ، أي أنه يتمدد مثلها ، ويتقلص كذلك ، إلى أن تصل درجة الحرارة إلى ما دون (4Cº) ، حيث يشذ الماء ويبدأ بالتمدد بدلاً من التقلص ، مما يقلل من كثافته.

أما الحكمة من ذلك – ولله في خلقه شؤون ، فهو أن الماء في البحار والمحيطات في المناطق الباردة ، القطبية مثلاً ، حين تنخفض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي بكثير، يتجمد على سطح البحرأوالمحيط ، ويبقى على حاله في الأسفل ، لأن الماء البارد أقل كثافةً من الماء الأكثر حرارة ، مما يجعل ذلك الماء البارد يطفو على السطح تاركاً الماء السائل دونه في الأسفل ، ليؤمن للكائنات البحرية المختلفة ملاذاً آمناً ومناسباً للعيش وإكمال دورة الحياة في تلك الأجواء القاسية .

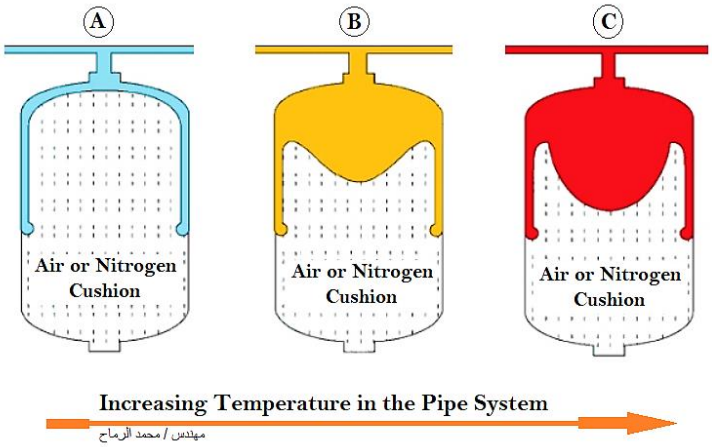
- حيث تطرأ على المياة تغيرات حجمية (كالتمدد والتقلص) وذلك نتيجة التغيرفي درجات الحرارة ، فخزانات التمدد تستخدم لأمتصاص هذا التمدد وتعويض هذا التقلص ، حيث تزود الخزانات بنقطة أتصال بين سائل النظام (الماء) وغاز قابل للأنضغاط (هواء أو نيتروجين).



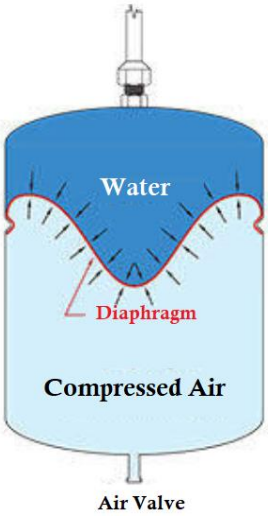
- وتحدد نسبة الزيادة في حجم الماء عند درجات الحرارة التي يعمل عليها النظام من الجدول التالي ، حيث أن سعة خزان التمدد تساوي نسبة الزيادة في الماء مضروباً في حجم الماء الكلي للنظام .

درجة الحرارة $(^{\circ}C)$	نسبة الزيادة في (%) الحجم
35	0.6
50	1.2
65	1.8
80	2.8
95	3.5
105	4.5
120	5.6
135	6.8
150	8.3
165	9.8
180	11.5
195	13
205	15

الجدول يوضح تمدد المياة مع زيادة درجات الحرارة



تعريفة

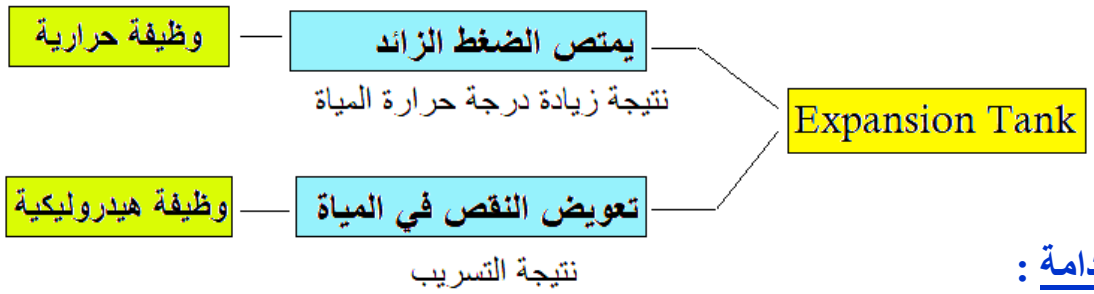


- هو عبارة عن خزان معدني يتم تركيبة قبل المضخات (على هيدر السحب للمضخات) في نظام (Chilled water) .
- اختصار اسمة علي المخطط هو(ET= Expansion Tank)
- يوجد داخل الـ (Expansion Tank) بالونة بها نيتروجين أو هواء فعند زيادة درجة الحرارة للمياة داخل المواسير يحدث تمدد بالشبكة ويزيد حجم المياة وعند ذلك يقوم الخزان بأمتصاص الزيادة في الماء وبالتالي تقوم بالضغط علي بالونة الـ N2 مولدة ضغطاً داخل الخزان فأذا حدث تسريب وليس كسر يقل حجم المياة في الشبكة فيقوم الـ (Expansion Tank) بتعويض هذة المياة .

وظيفتة :

1- في حالة حدوث تسريب (Leakage) يقوم خزان التمدد بتعويض النقص في الشبكة .

2- عند ارتفاع درجة حرارة المياة داخل المواسير (ترتفع الحرارة نتيجة فصل اللشيلر) فتتمدد المياة داخل خزان التمدد (Expansion Tank) لمنع حدوث شروخ (Cracks) في المواسير ناتج عن زيادة الضغط .



مكان استخدامة :

1- دورة المياة الساخنة مع الغلايات (Boilers).

2- دورة المياة المثلجة مع الشيلر(Chiller).

3- مع السخانات المنزلية .

4- في الأنظمة التي تعمل بالطاقة الشمسية .

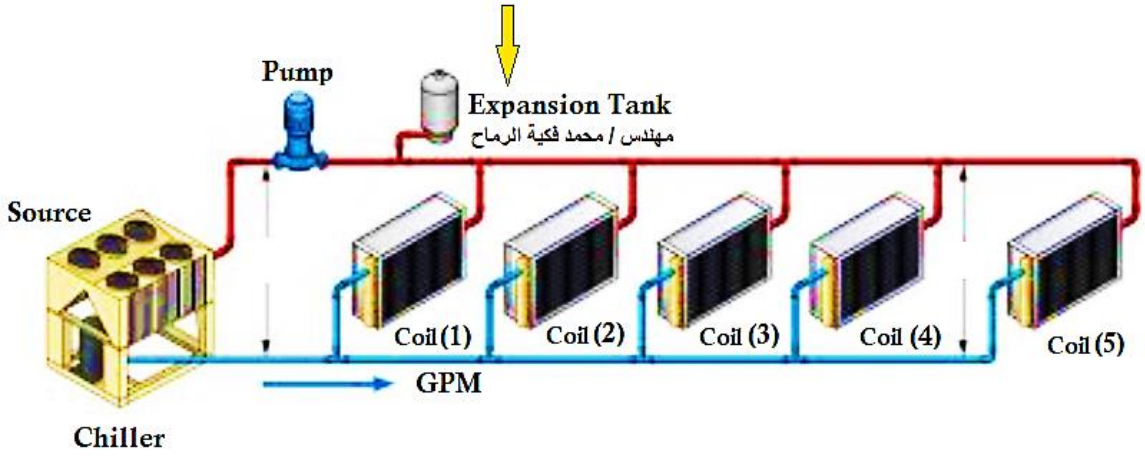
أشهر المصنعين لة :

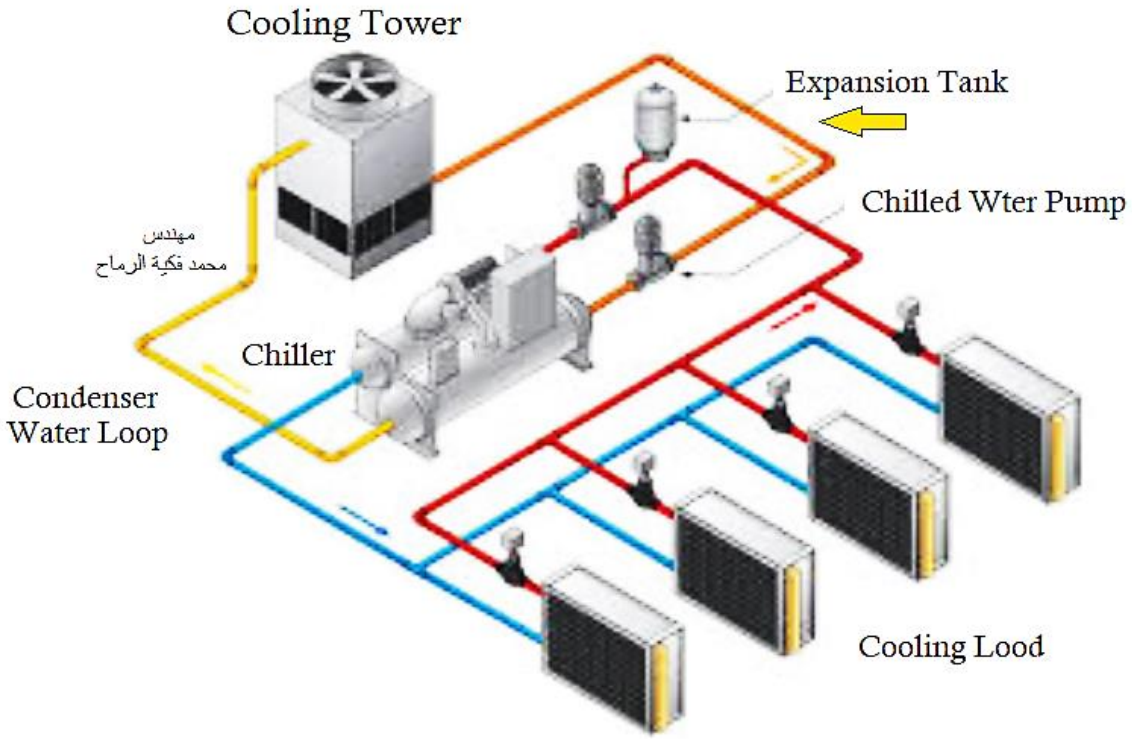
(Taco - damfos)

ملاحظة (علل) :

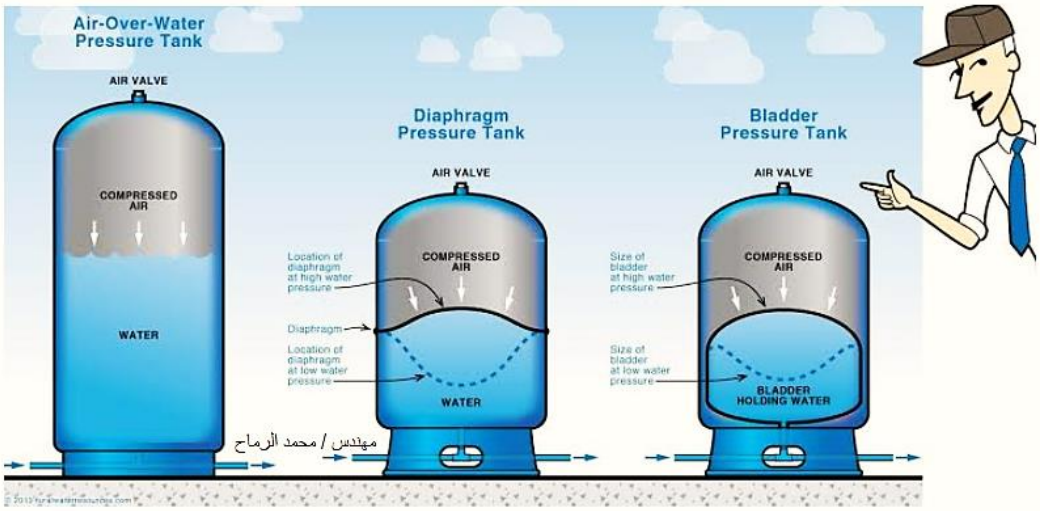
- **عند تصميم نظام يعمل كنظام مغلق فأنة لايمكن إن يحتوي على أكثر من خزان واحد ؟**

لأن وجود أكثر من خزان تمدد في النظام المغلق يمكن أن يؤدي بالنظام المغلق إلي أن يتصرف بطريقة غير مفهومة مسبباً دمار شامل من الموجات الأهتزازية والمطرقة المائية ، فعند وجود خزان تمدد واحد ، بأفتراض تساوي الحرارة للهواء فأن ضغط الهواء يمكن أن يتغير فقط كنتيجة للأزاحة في الماء .





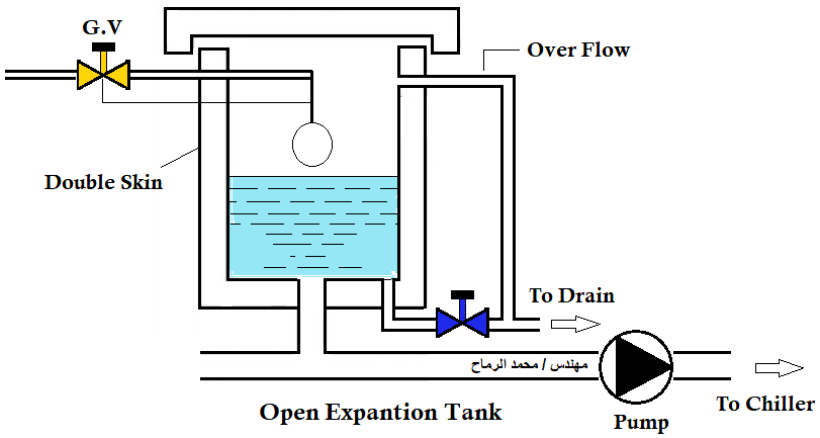
أنواعة



Different Types Of Pressure Tanks

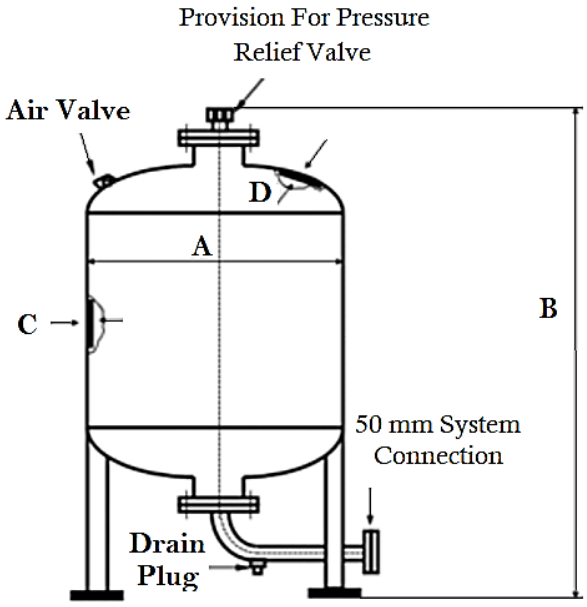
1- Open expansion tank

- يكون مفتوح علي الوسط الخارجي .
- يتم تركيب خزان التمدد المفتوح (Open expansion tank) علي خط السحب (Suction line) الخاص بالمضخة (Pump) .
- يتم تركيب خزان التمدد المفتوح (Open expansion tank) عندما يكون اللشيلر (Chiller) والمضخات (Pumps) فوق (اعلي المبني) .
- يتميز خزان التمدد المفتوح (Open expansion tank) بأن سعرة رخيص .
- يتم أستخدام (Double Skin) وذلك لأنة يوضع على السطح وبالتالي تقليل الحمل الحراري .
- يوجد بة (Over Flow) وذلك لزيادة الأمان في حالة حدوث عطل في (Flot Valve).
- من شروط هذا النظام : أن يكون هذا الخزان أعلي مستوي في المشروع ، ولا يستخدم في الـ (Water Cool).

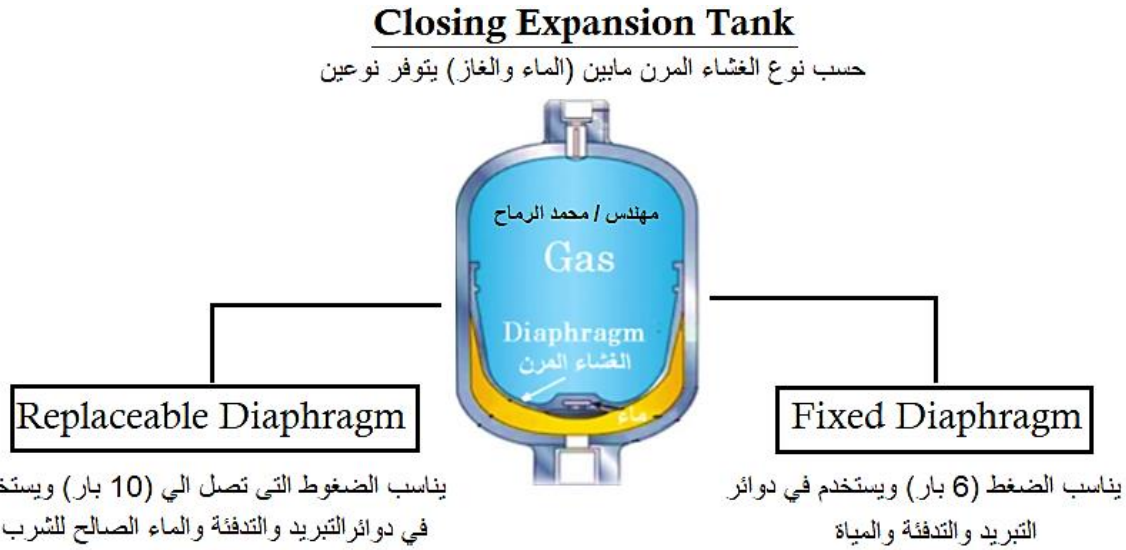


2- Closed expansion tank

- يحتوي هذا النوع عادة على غاز مضغوط بداخلة (هواء أو نيتروجين) .
- يتم تركيبة على سحب المضخات .
- هوالأكثر شيوعاً وأستخداماً من الأنواع الاخري ، حيث أن الخزانات المغلقة تساعد في التحكم في ضغط النظام بصورة أفضل ، لذلك فقد تم إستبدال الأنواع المفتوحة بالأنواع المغلقة في العديد من أنظمة المياة .

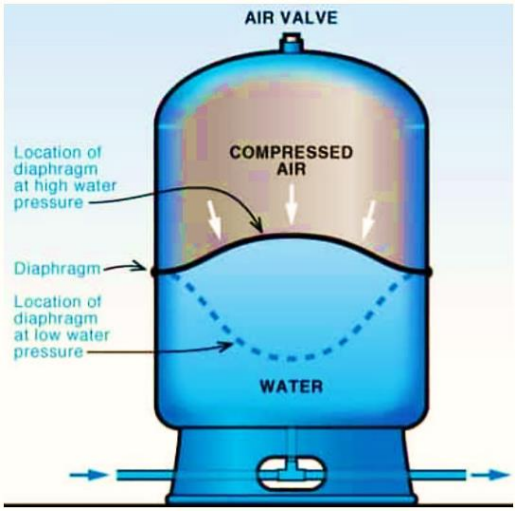


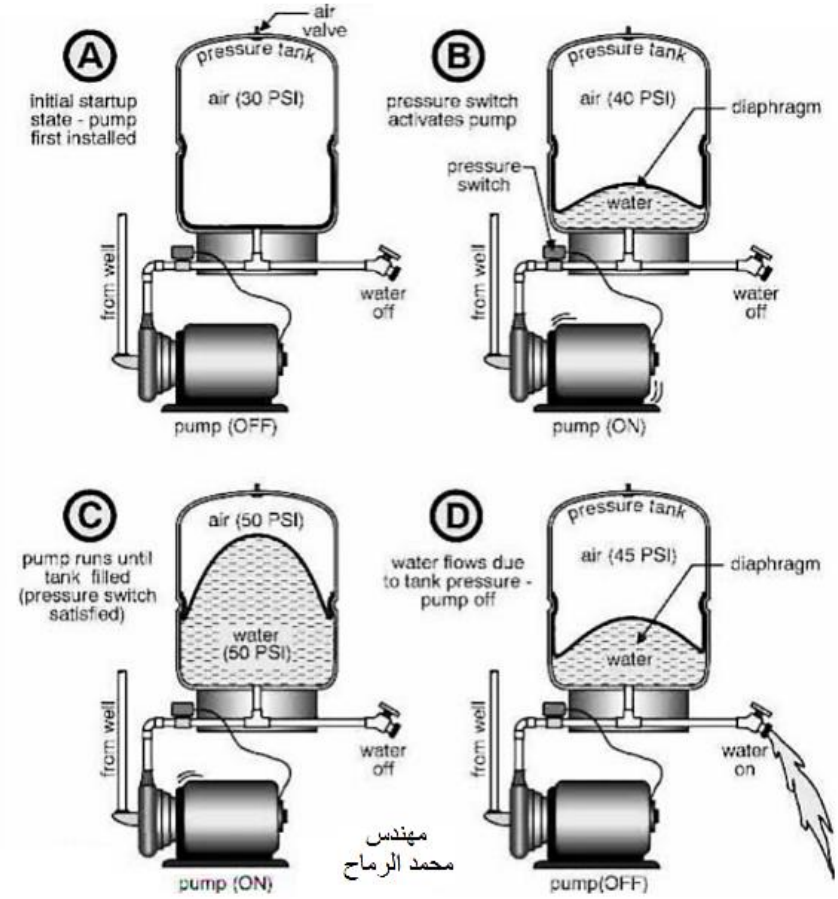
Closed Pressurized Expansion Tank



3- Diaphragm expansion tank

- يحتوي على غشاء مرن يفصل مابين الهواء المضغوط والمياة .
- يسمي أيضاً (Bladder expansion tank) .
- الأغلي من حيث السعر .





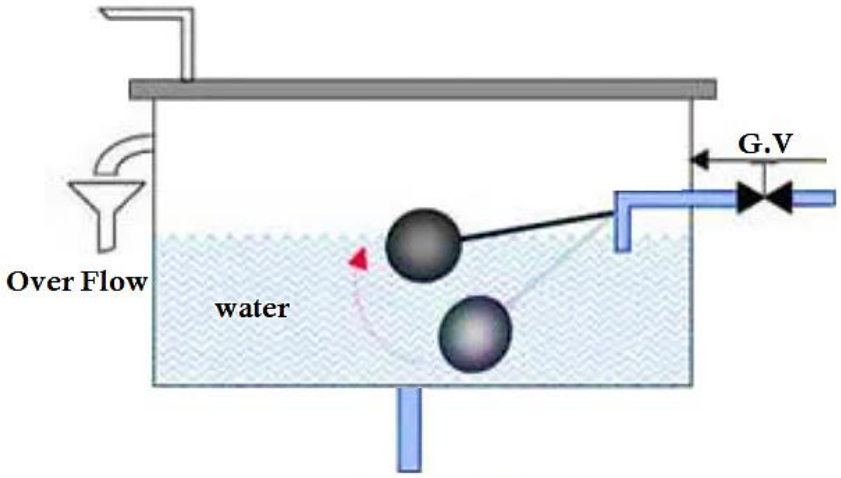
Biadder - Type Pressur Tank

سؤال :

- **لماذا يفضل إستخدام خزان التمدد المغلق (Closed expansion tank) عن خزان التمدد المفتوح (Open expansion tank) ؟**

في البداية إن إستعمال خزان التمدد المفتوح في دائرتي (التبريد والتدفئة) يتطلب إن يركب خزان التمدد المفتوح في مكان أعلى من أعلي نقطة في الدائرة وهذا يتطلب زيادة في التكلفة والبحث عن مكان لتثبيتة ، ويرافق ذلك تبخر جزء من ماء الدائرة ، ومع ذلك لانستطيع العمل بدرجات حرارة عالية إضافة الى إن وجود الهواء في الدائرة يؤدي الى تأكل الشبكة فكل هذا دفع إلي تصميم وإستخدام خزان التمدد المغلق .

وبما أن كمية المياة الموجودة في دائرة التبريد (تتمدد وتتقلص) مع التغيير في درجات الحرارة عند كل توقف وتشغيل لدائرة التكييف وهذا قد يؤدي إلي إرتفاع الضغط في الدائرة إلي مستوي أعلي من مستوي الضغط التصميمي للدائرة ، وبالتالي نستخدم خزان التمدد المغلق لتفادي هذة المشاكل ، حيث نحافظ على ضغط منخفض في الدائرة إضافة الي حماية المضخة .



Open Expansion Tank

تحليل نظرية عمل الخزان

أولاً : هو وسيلة للحماية من أرتفاع الضغط حيث يقوم بأحتواء الماء الناتج عن أختلاف درجات الحرارة .

- **توضيح**

عندما يعمل (Chiller) تصبح درجات الحرارة للماء الخارج من اللتشلر (45F° = 7.22C°) وعند توقف اللتشلر عن العمل ترتفع درجات الحرارة للماء وتصبح مساوية لدرجة حرارة الجو (115F° = 46.11C°) وينتج عن هذا الأختلاف في درجات الحرارة أرتفاع في الضغط نظراً لثبات حجم الماء في الدائرة ، وهذا ماتراة واضحاً من العلاقة الأتية :

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

فأذا فرضنا إن ضغط التشغيل (10 bar) مع ثبات درجات الحرارة السابقة ، وبتطبيق المعادلة ينتج أن :

$P_1 = 10\ bar$

$T_1 = 45\ F^o$

$P_2 = ?$

$T_2 = 115F^o$

$$\frac{10}{45} = \frac{X}{115} \qquad \boxed{X = 25.5\ bar}$$

وبالتالي يكون الأرتفاع في الضغط مقدارة (**P2 = 25.5 bar**) ، وهذا الأرتفاع في الضغط قد يؤدي الي أجهادات على الأجزاء الضعيفة في الدائرة .

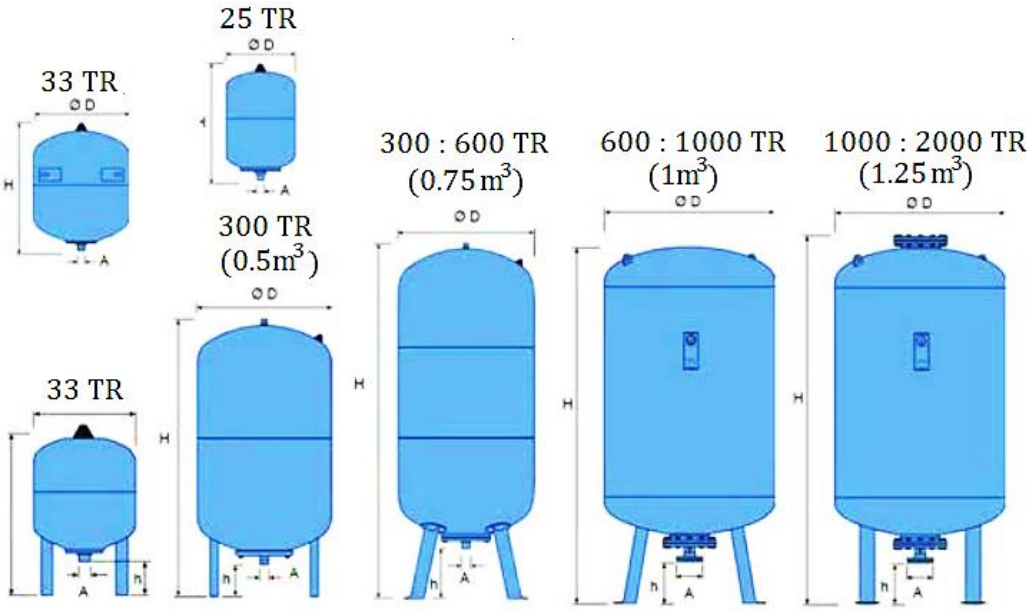
ثانياً : تعويض النقص في الماء أثناء تشغيل اللتشلر .

- **توضيح**

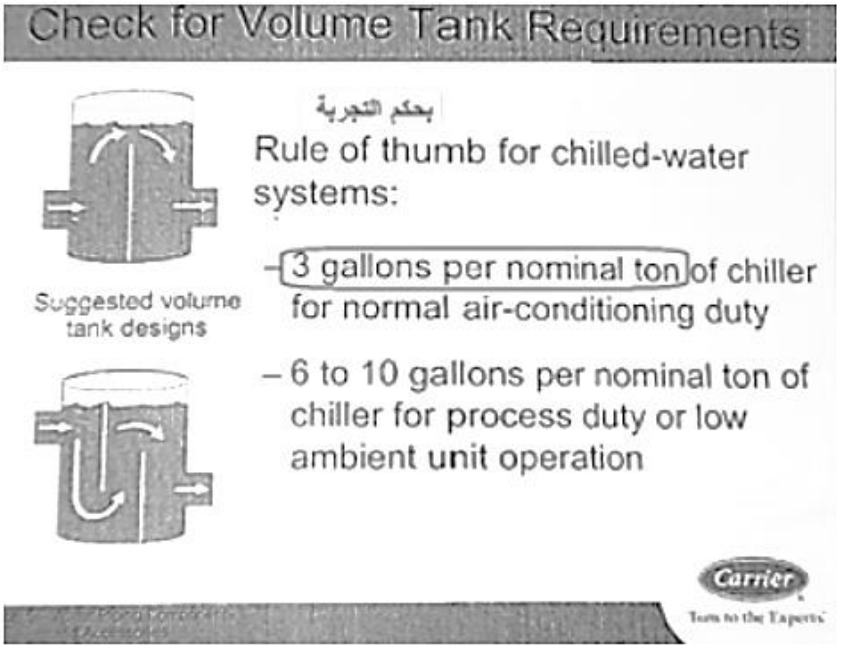
عندما يعمل اللتشلر يبرد المياة وعلى الرغم من أن كمية الماء في الدائرة تبقي ثابتة مالم يكون هناك تسريب الا أن حجم الماء ينقص نتيجة لتقليص الماء عند تبريدة فتصبح عندها بعض أجزاء الدائرة خالية من الماء وهذا الامر يؤدي الي أنقطاع التدفق مما يدفع بأجهزة حماية المضخة بالتوقف عن العمل ، وحتي لا يحدث هذا يقوم خزان التمدد المغلق بتعويض النقص في الماء .

ثالثاً : الحفاظ على صافي الأمتصاص الأيجابي لحماية المضخات من ظاهرة التكهف.

حجم خزان التمدد



أحجام خزان التمدد بالنسبة للطن التبريدي

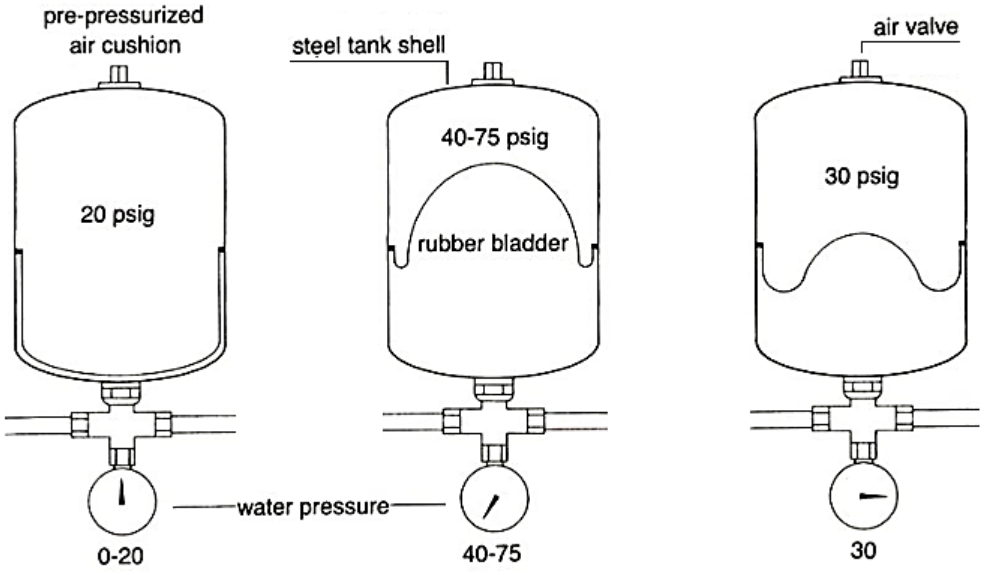


ملاحظات :

- يتوافر بأحجام مختلفة تتراوح بين (5 :2000 Liter) .
- يعمل بالضغط الأكثر شيوعاً وإستعمالاً (10 bar) .

تركيب خزان التمدد

1- يجب تركيب الخزان على خط السحب للمضخة .
2- يجب أن لا ترتفع درجة الحرارة للماء الداخل إلي الخزان عن 70 Cº لحماية الحجاب الحاجز للخزان ، وفي حالة كان لابد من أن تكون درجة حرارة الماء أعلي من 70 Cº فيجب تركيب خزان وسيط .
3- يجب أن يركب قبل الخزان صمام عزل (Isolating Valve) لزوم الصيانة كما يجب تركيب صمام تصريف (Drain Valve) لتفريغ الخزان .
4- يجب تركيب صمام (Air Vent) لحماية الخزان من خالات التنفيس عند الضغط الزائد.
5- يجب أن يفتح صمام التنفيس عند ضغط أدني من ضغط حماية الخزان من الضغط العالي.



أفضل مكان لتركيب الخزان

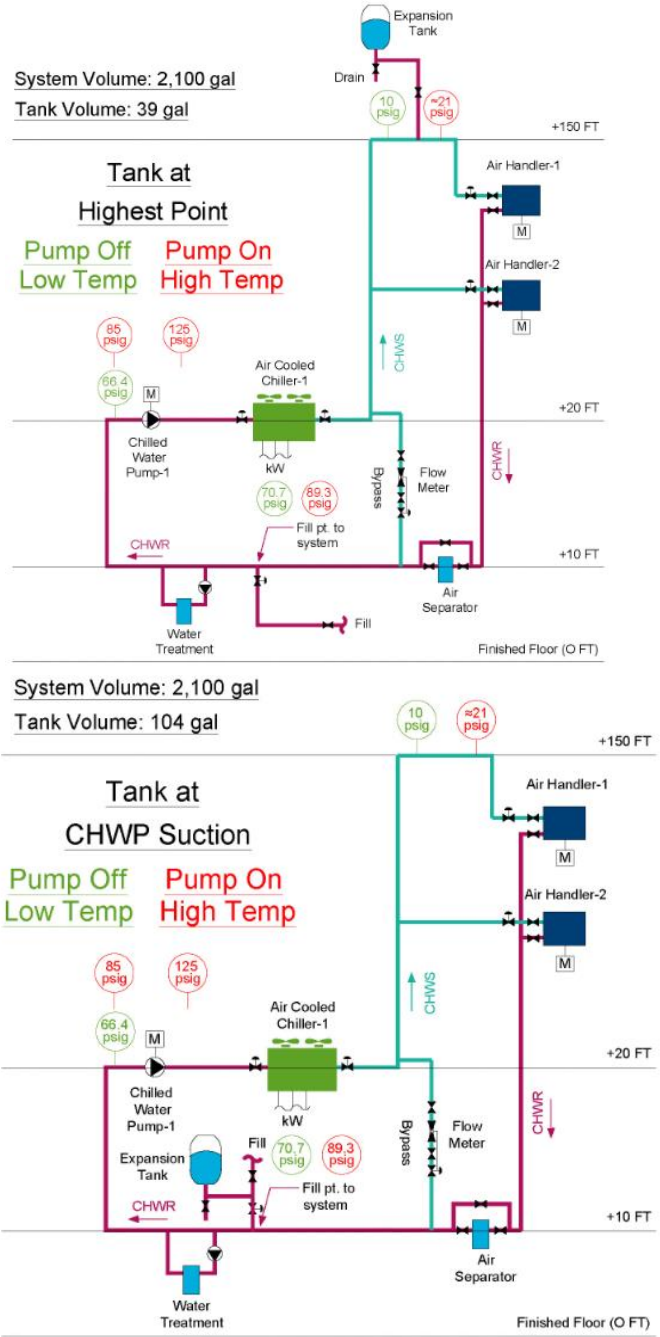
المباني نوعين

مباني أمتدادها أفقي

في هذة الحالة يتم تركيب الخزان على خط السحب الخاص بالمضخات الثانوية ، حيث يكون النظام بأكملة في غرفة واحدة ولسهولة المراقبة والصيانة

مباني أمتدادها رأسي

في هذة الحالة الأفضل تركيب خزان التمدد أعلي المبني حتي لاندخل في موضع الأستاتك هيد معنا في الحسابات وحتي لايكون حجم الخزان كبير



حسابات خزان التمدد

خزان التمدد : تصمم خزانات التمدد الملحقة بأنظمة تكييف الهواء بالماء البارد عند درجة حرارة تشغيل تتراوح بين (160 : 280°F) .

يتم حساب حجم خزان التمدد للأنواع الثلاثة السابقة من المعادلات التالية :

For closed tanks with air/water interface

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1)-1]-3\alpha\Delta t}{(P_a/P_1)-(P_a/P_2)} \qquad (1)$$

For open tanks with air/water interface

$$V_t = 2V_s\left[\left(\frac{v_2}{v_1}-1\right)-3\alpha\Delta t\right] \qquad (2)$$

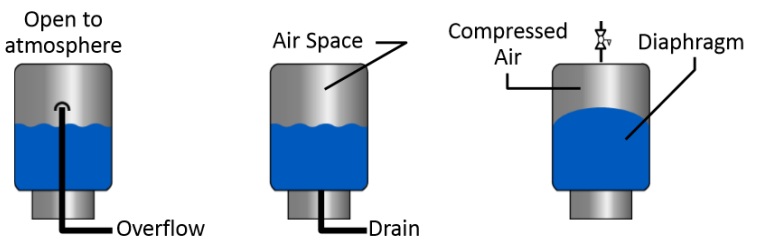
For diaphragm tanks

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1)-1]-3\alpha\Delta t}{1-(P_1/P_2)} \qquad (3)$$

where

V_t = volume of expansion tank, m^3
V_s = volume of water in system, m^3
t_1 = lower temperature, °C
t_2 = higher temperature, °C
P_a = atmospheric pressure, kPa
P_1 = pressure at lower temperature, kPa
P_2 = pressure at higher temperature, kPa
v_1 = specific volume of water at lower temperature, m^3/kg
v_2 = specific volume of water at higher temperature, m^3/kg
α = linear coefficient of thermal expansion, m/(m·K)
= 11.7×10^{-6} m/(m·K) for steel
= 17.1×10^{-6} m/(m·K) for copper
$\Delta t = (t_2 - t_1)$, K

Expansion Tanks



Open Tank
- Open to air
- Air-water interface

Closed Tank
- Very popular
- Captured air space
- Air-water interface

Closed Diaphragm Tank
- Flexible membrane
- No air-water interface
- Very popular

Variable	Description (units)
V_T	$expansion\ tank\ volume\ (gal)$
V_S	$system\ volume\ (gal)$
v_1	$specific\ volume\ at\ lower\ temperature\ \left(\frac{ft^3}{lb}\right)$
v_2	$specific\ volume\ at\ \ higher\ \ emperature\ (\frac{ft^3}{lb})$
α	$linear\ coefficient\ of\ thermal\ expansion\ \left(\frac{in}{in\ °F}\right)$
Δt	$higher\ temperature - lower\ temperature\ (°F)$
P_1	$pressure\ at\ lower\ temperature\ (psia)$
P_2	$pressure\ at\ higher\ temperature\ (psia)$

Variable	Description (units)
V_T	حجم الخزان المطلوب حسابة
V_S	حجم الماء الموجود بالنظام عندك
v_1	الحجم النوعي للماء عند أقل درجة حرارة
v_2	الحجم النوعي للماء عند أعلى درجة حرارة
α	المعامل الخطي للتمدد الحراري
Δt	الفرق بين أعلى وأقل درجتين حرارة
P_1	الضغط عند أقل درجة حرارة
P_2	الضغط عند أعلي درجة حرارة

حساب حجم خزان التمدد المغلق

1- يتم حساب حجم الخزان المغلق من العلاقة الأتية :

$$Vt = Vs \frac{[(V_2/V_1)-1]-3\alpha\cdot\Delta T}{1-(P_1/P_2)}$$

2- (Vt) : هي حجم خزان التمدد المغلق (بالجالون) .

3- حساب كمية المياة في الدائرة (Vs) بوحدة (Gall) .

يجب حساب كمية الماء في جميع عناصر الدائرة (تدفئة / تبريد) ويوجد جدول يعطينا كمية الماء الموجودة في تلك العناصر .

1) Weight of Water in Fan Coil Unit (FCU)
2) Weight of Water in Air Handling Unit (AHU)
3) Water Volume in Steel Pipes (Sch 40)
4) Weight of Water in Chiller
5) Weight of Water in Radiator
6) Weight of Water in Boiler
7) Weight of Water in Heat Exchanger

4- تحديد قيمة الحجم النوعي للماء (V1 , V2) Specific Volume

وذلك عند أعلى درجة حرارة (T2) وأقل درجة حرارة (T1) .

V1 : Specific Volum of water ai Low Temperature .
V2 : Specific Volum of water ai High Temperature .
Cm^3 / Gram
Ft^3 /Lb

فبأستخدام جداول الثرموديناميك يمكن تحديد الحجم النوعي للمياة عند درجات الحرارة المطلوبة

Psychrometrics **1.7**

Table 3 Thermodynamic Properties of Water at Saturation

Temp., °F t	Absolute Pressure $p_{w,s}$, psia	Specific Volume, ft^3/lb_w: Sat. Solid v_i/v_f	Specific Volume, ft^3/lb_w: Evap. v_{ig}/v_{fg}	Specific Volume, ft^3/lb_w: Sat. Vapor v_g	Specific Enthalpy, Btu/lb_w: Sat. Solid h_i/h_f	Specific Enthalpy, Btu/lb_w: Evap. h_{ig}/h_{fg}	Specific Enthalpy, Btu/lb_w: Sat. Vapor h_g	Specific Entropy, $Btu/lb_w\cdot°F$: Sat. Solid s_i/s_f	Specific Entropy, $Btu/lb_w\cdot°F$: Evap. s_{ig}/s_{fg}	Specific Entropy, $Btu/lb_w\cdot°F$: Sat. Vapor s_g	Temp., °F t
-80	0.000116	0.01732	1953807	1953807	-193.38	1219.19	1025.81	-0.4064	3.2112	2.8048	-80
-79	0.000125	0.01732	1814635	1814635	-192.98	1219.23	1026.25	-0.4054	3.2029	2.7975	-79
-78	0.000135	0.01732	1686036	1686036	-192.59	1219.28	1026.69	-0.4043	3.1946	2.7903	-78
-77	0.000145	0.01732	1567159	1567159	-192.19	1219.33	1027.13	-0.4033	3.1864	2.7831	-77
-76	0.000157	0.01732	1457224	1457224	-191.80	1219.38	1027.58	-0.4023	3.1782	2.7759	-76
-75	0.000169	0.01733	1355519	1355519	-191.40	1219.42	1028.02	-0.4012	3.1700	2.7688	-75
-74	0.000182	0.01733	1261390	1261390	-191.00	1219.46	1028.46	-0.4002	3.1619	2.7617	-74
-73	0.000196	0.01733	1174239	1174239	-190.60	1219.51	1028.90	-0.3992	3.1539	2.7547	-73
-72	0.000211	0.01733	1093518	1093518	-190.20	1219.55	1029.35	-0.3981	3.1458	2.7477	-72
-71	0.000227	0.01733	1018724	1018724	-189.80	1219.59	1029.79	-0.3971	3.1379	2.7408	-71

Specific Volume of Water

Temp. [℃]	S.V. [ℓ /kg]	Temp. [℃]	S.V. [ℓ /kg]	Temp. [℃]	S.V. [ℓ /kg]
4	1.00000	50	1.01207	100	1.04343
5	1.00001	55	1.01448	110	1.05150
10	1.00027	60	1.01705	120	1.06010
15	1.00087	65	1.01979	130	1.06930
20	1.00177	70	1.02270	140	1.07940
25	1.00294	75	1.02576	150	1.09020
30	1.00435	80	1.02899	160	1.10190
35	1.00598	85	1.03237	170	1.10450
40	1.00782	90	1.03590	180	1.12790
45	1.00985	95	1.03959	200	1.15900

5- تحديد قيمتي (أعلي واقل) درجة حرارة لأيجاد الفرق بينهم (ΔT)

في دائرة التكييف

T2 : Maximum System Water Temperature (Higher Temp).

وهي تمثل أعلي درجة حرارة للماء في الدائرة ، فهي درجة حرارة المياة عند بداية تعبئة الدائرة ويتم أحتسابها ضمن المجال

$(82\text{-}115)\,F^{o} = (27.77 - 46.11)C^{o}$

T1 : Manimum System Water Temperature (Lower Temp).

وهي تمثل أدني درجة حرارة للماء في الدائرة ، فهي درجة حرارة الماء عندما تعمل دائرة التكييف وتؤخذ ضمن المجال

$(40 - 42)F^{o} = (4.44 - 5.56)C^{o}$

$\Delta T = T2 - T1 = 84 - 42 = 42F^{o}$

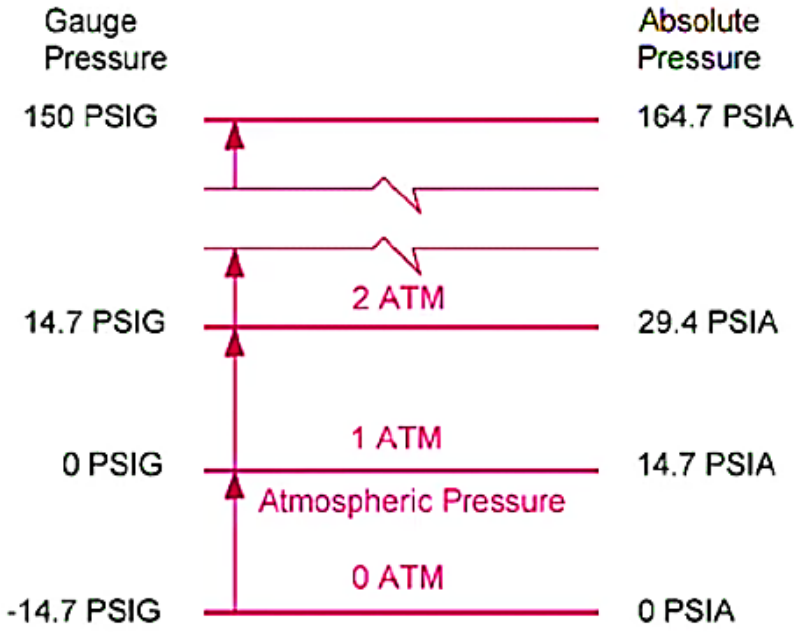
$\Delta T = T2 - T1 = 28.89 - 5.56 = 23.33\,C^{o}$

6- حساب ضغط التشغيل الاصغر والأكبر (Pmax , Pmin)

- **أولاً : حساب ضغط التشغيل الأصغر (Pmin)**

(Minimum Pressure at Expansion Tank)

نعلم أن أي جهاز يتعرض إلي ضغط مطلق يتكون من ضغطين أولهما الضغط المتولد داخل الجهاز ويسمي الضغط القياسي وضغط خارجي هوالضغط الجوي .



الضغط القياسي هنا هو (Pi) وقبل تشغيل الدائرة هو الضغط الناشئ عن فرق الإرتفاع الجغرافي وبما أن خزان التمدد المغلق يركب في غرفة المضخات لذلك الإرتفاع الجغرافي هو الفرق بين منسوب المضخات وبين أعلي نقطة في الدائرة .

وبما أن كل عمود ماء إرتفاعة (1Ft) يولد ضغطاً مقدارة (0.43 Psi) ، فبالتالي يمكننا الحصول على قيمة (Pi) بضرب فرق الإرتفاع الجغرافي بالـ (Ft) بالرقم (0.43) فنحصل على قيمة (Pi) مقدرة بالـ (Psi) .

$$P_1 = Pi + Pa$$

Pi = ((Ft) فرق الأرتفاع الجغرافي بوحدة) X 0.43 (Psi) .

Pa = Atmospheric Pressure = 14.7 (Psi) .

P_1 = Minimum Operating Pressure (Psi) .

- **ثانياً : حساب ضغط التشغيل الأكبر (Pmax)**

(Maximum Pressure at Expansion Tank)

وكما قلنا أن أي جهاز يتعرض إلي ضغط مطلق يتكون من ضغطين أولهما الضغط المتولد داخل الجهاز ويسمي الضغط القياسي وضغط خارجي هو الضغط الجوي .

الظغط القياسي هنا وبعد تشغيل الدائرة هو الضغط الأكبر (Pmax) .

$$P_{max} = \text{system Loss Head}$$

كما يتعرض خزان التمدد من الخارج الي الضغط الجوي

$$P_2 = P_{max} + Pa$$

Pa = Atmospheric Pressure = 14.7 (Psi) .

P_2 = Pressure at Higher Temperature (Psi) .

7- أيجاد قيمة المعامل الخطي للتمدد الحراري

$$\alpha_{steel} = 6.5 \times 10^{-6} \left(\frac{in}{in\,°F}\right)$$

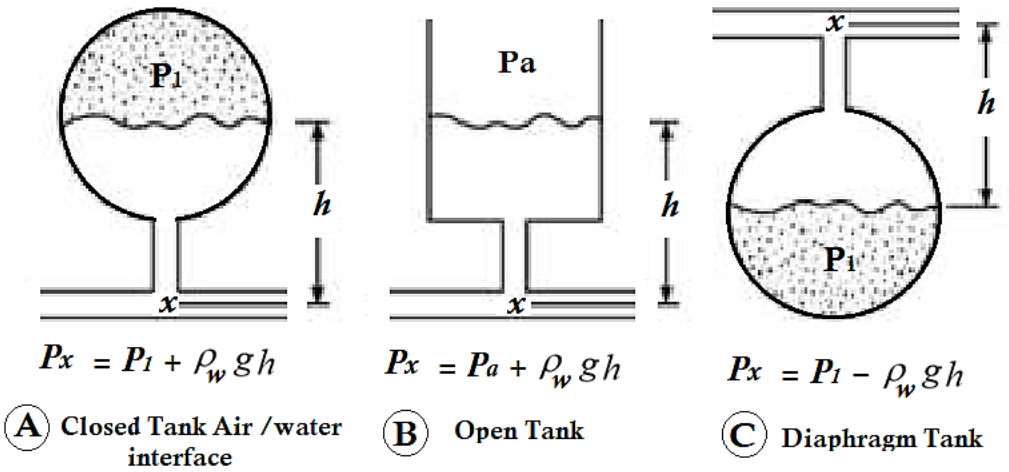
$$\alpha_{copper} = 9.5 \times 10^{-6} \left(\frac{in}{in\,°F}\right)$$

$$\alpha_{pvc} = 61.1 \times 10^{-6} \left(\frac{in}{in\,°F}\right)$$

$$\alpha_{polypropylene} = 18.0 \times 10^{-6} \left(\frac{in}{in\,°F}\right)$$

بعض الملاحظات الهامة عند التصميم

1- عند نقطة أتصال الخزان مع المواسير (x) فإن الضغط يكون مساوياً لضغط الهواء (او النيتروجين) في الخزان (مضافاً إلية أو مطروحاً منة) فرق الأرتفاع بين سطح السائل والماسورة .



Tank Pressure Related to System Pressure

2- يتم تركيب الخزان عند نقطة يكون ضغط النظام عندها ثابت .

3- إذا تم تركيب الخزان على سحب المضخات نحاول بقدر الإمكان تقصير المسافة بين الخزان والمضخة .

4- إذا أعتبرنا أن نقطة وجود الخزان هي نقطة الصفر وبعد المضخة معناها أن الضغط يكون موجب كما هو موضح بالشكل .

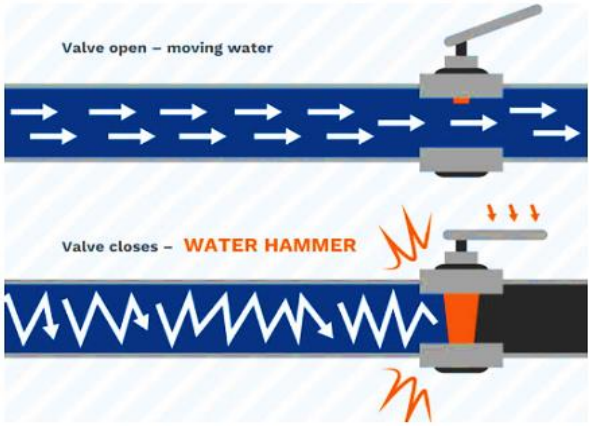
5- ضغط الخزان يكون أكبر من ضغط الشبكة بحوالي عن 10% .

6- في بعض الأحيان قد نحتاج الي مضخة تعويض إذا كان ضغط مصدر المياة أقل من ضغط الشبكة .

سؤال :

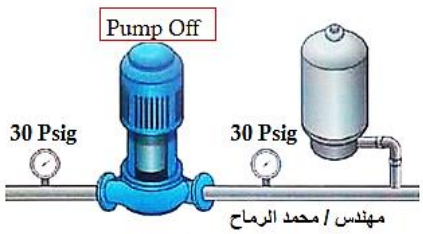
متى يتم تركيب خزان التمدد على خط السحب للمضخات ، ومتى يتم تركيبة على خط الطرد للمضخات ؟

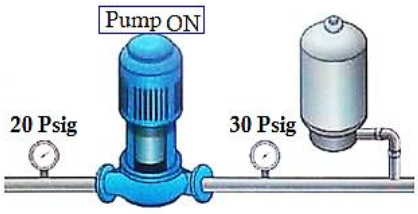
- في الدوائر المغلقة يتم تركيب خزان التمدد (Expansion Tank) قبل المضخة ، على خط السحب وذلك لحماية المضخة من ظاهرة الطرق المائي (Water Hammer arrestor) الناتجة عن غلق محبس البوابة بسرعة على خط التغذية للمضخات ، أوبسبب أنقطاع الكهرباء ، فوجود الخزان يقوم بتعويض الفراغ الناشئ في خط المواسير أو إمتصاص الماء الزائد نتيجة فصل وتشغيل اللتشلر، فيؤدي ذلك الى حدوث اتزان للضغط داخل المواسير .



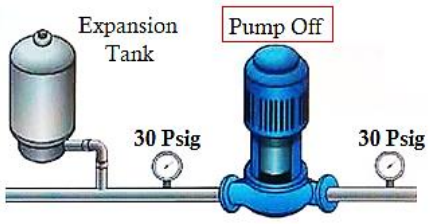
- في الدوائر المفتوحة يتم تركيب خزان التمدد بعد المضخة ، علي خط الطرد للمضخات ، ويسمي في هذة الحالة بخزان التعويض (Vessel Tank) أو (Pressure Reservoir) ، وذلك لتعويض الضغط في حالة فتح أي صمام بالدائرة ، وبالتالي تفادي تشغيل المضخة بشكل متكرر لمجرد فتح أي صمام وهبوط الضغط بهذة القيمة الصغيرة (لأن هذا قد يؤدي إلي ارتفاع درجة حرارة المحرك الكهربي ، نتيجة مرور تيار عالي عند بداية تشغيل المضخة) ، فوجود هذا الخزان يؤدي الى زيادة العمر الأفتراضي للمضخات ، وذلك بتقليل عدد مرات تشغيل المضخة وفصلها ، لأن في كل مرة من التشغيل يقوم المحرك بعمل (Start up) مما يؤدي الي سحب أمبير عالي .

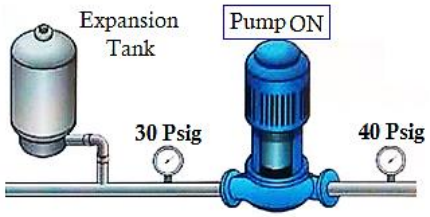
Expansion on Discharge

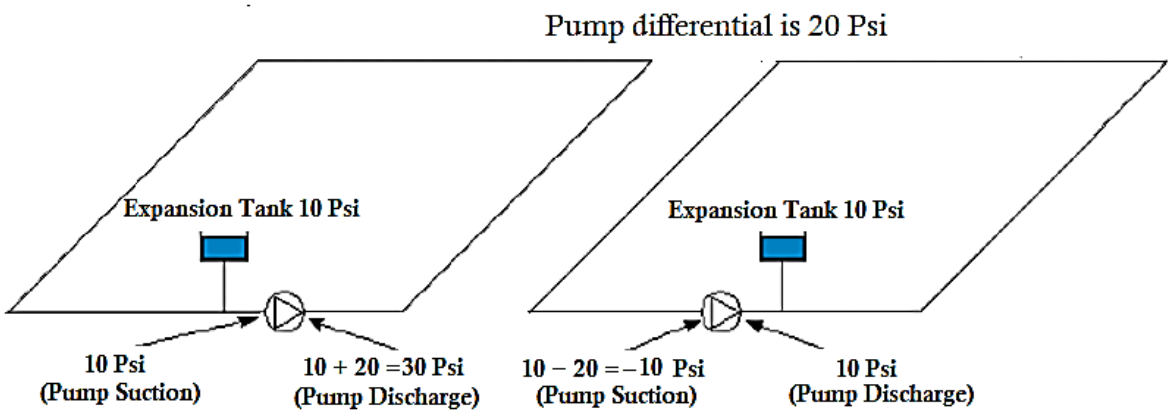




Expansion on Suction







Effect of tank location on pump suction pressure

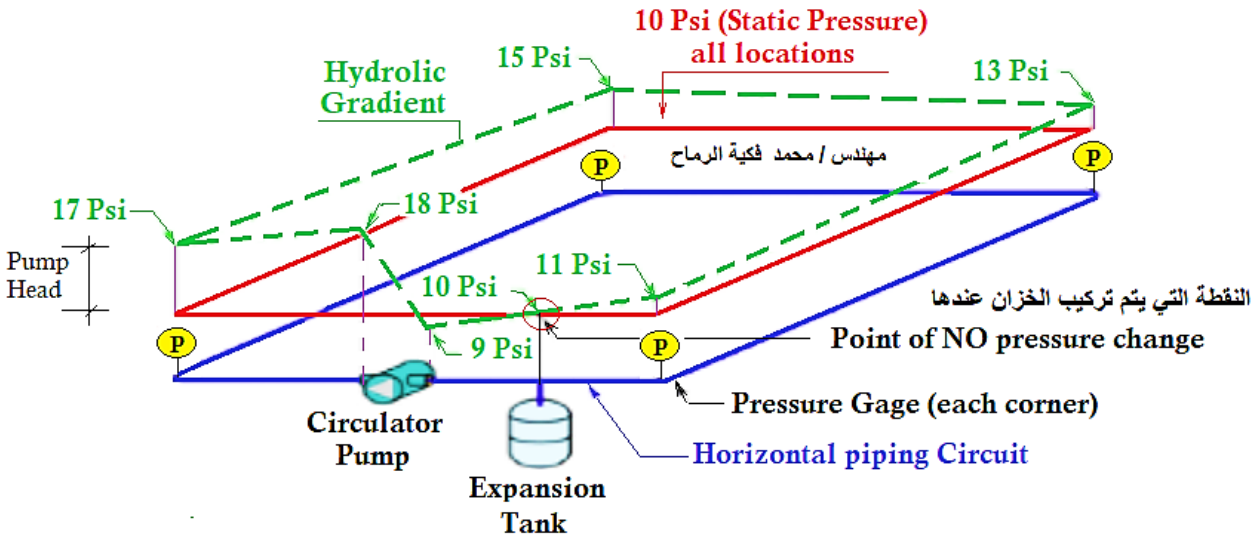
ملاحظات :

1- إذا تم وضع خزان التمدد على خط الطرد لمياة التغذية ، يكون حجمة تقريباً (8% : 6) من الحجم الكلي للدائرة ، حيث يقوم في هذه الحالة بتعويض النقص في الدائرة والحفاظ على ضغط الشبكة .

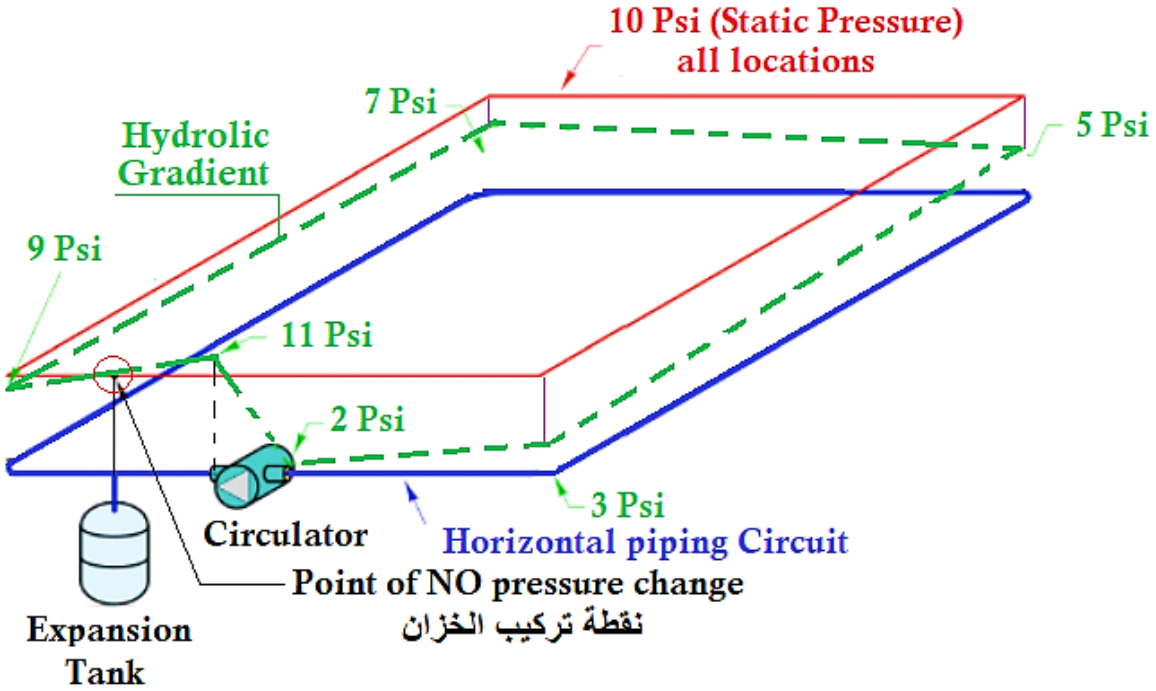
2- إذا تم وضع خزان التمدد على خط السحب للمضخات ، يكون حجمة (2% : 1) من الحجم الكلي للدائرة ، حيث يقوم بأمتصاص حجم المياة الزائد نتيجة أرتفاع درجة حرارتها والتغلب على التسريبات فقط .

أختيار نقطة تركيب خزان التمدد

Expansion Tank Location



الخزان قبل المضخة

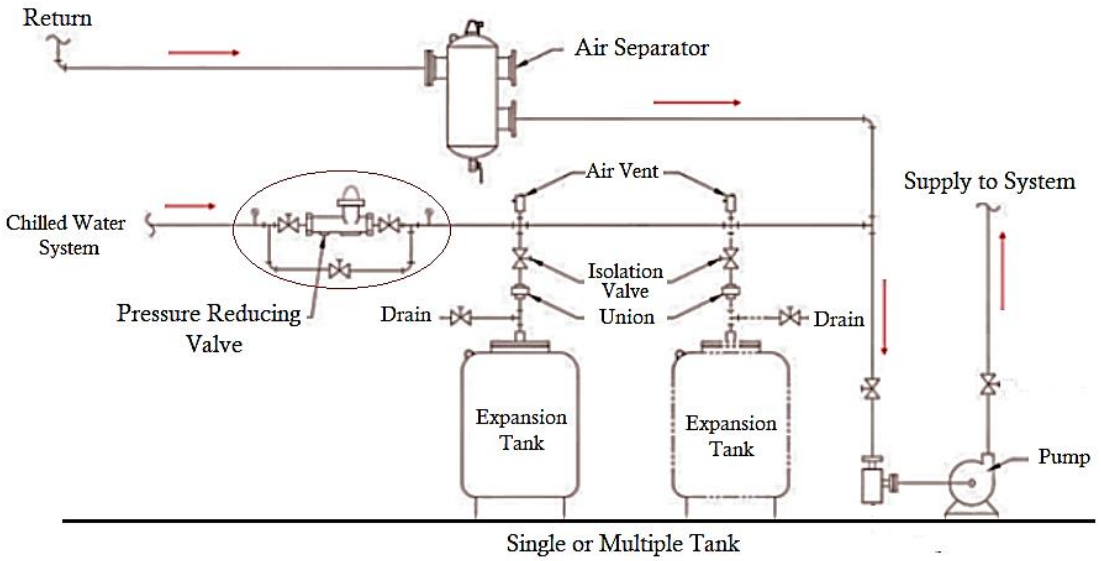


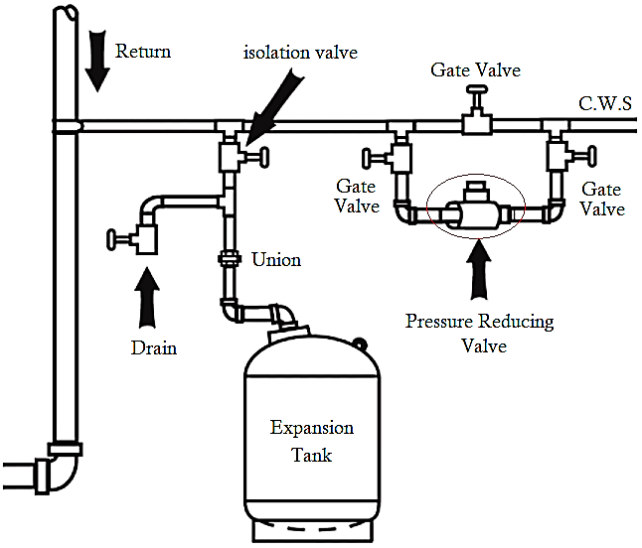
الخزان بعد المضخة

سؤال :

أهمية وجود محبس (Pressure Reducing Valve) في دائرة الـ (Expansion Tank)

- خزان التمدد (Expansion Tank) لة حد معين من الضغط ، فأذا زاد الضغط عن هذا الحد فمن الممكن تدمير البالونة الداخلية للخزان أو الغشاء الداخلي بين الهواء والمياة علي حسب نوع الخزان المستخدم ، ومن هنا يتم تركيب الـ (Pressure Reducing Valve) لضبط هذا الضغط قبل الدخول للخزان .
- المخطط التالي يوضح طريقة التركيب .





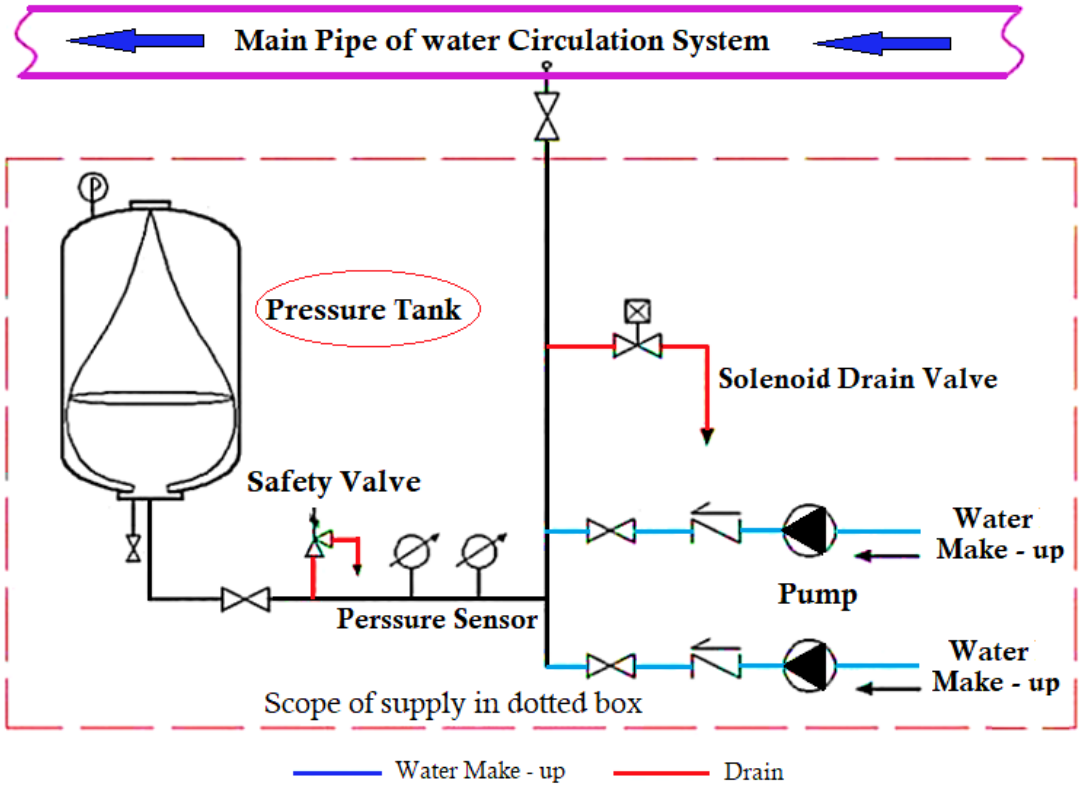
سؤال :

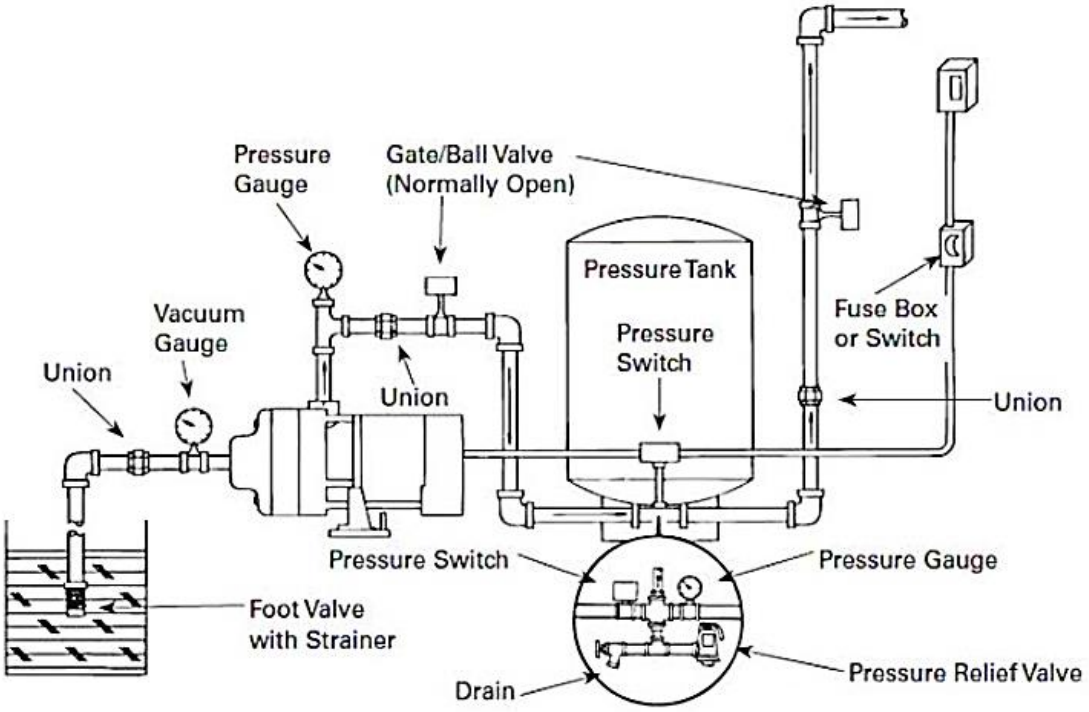
ماهو الفرق بين خزان الضغط (Pressure tank) وخزان التمدد (Expansino tank) ؟

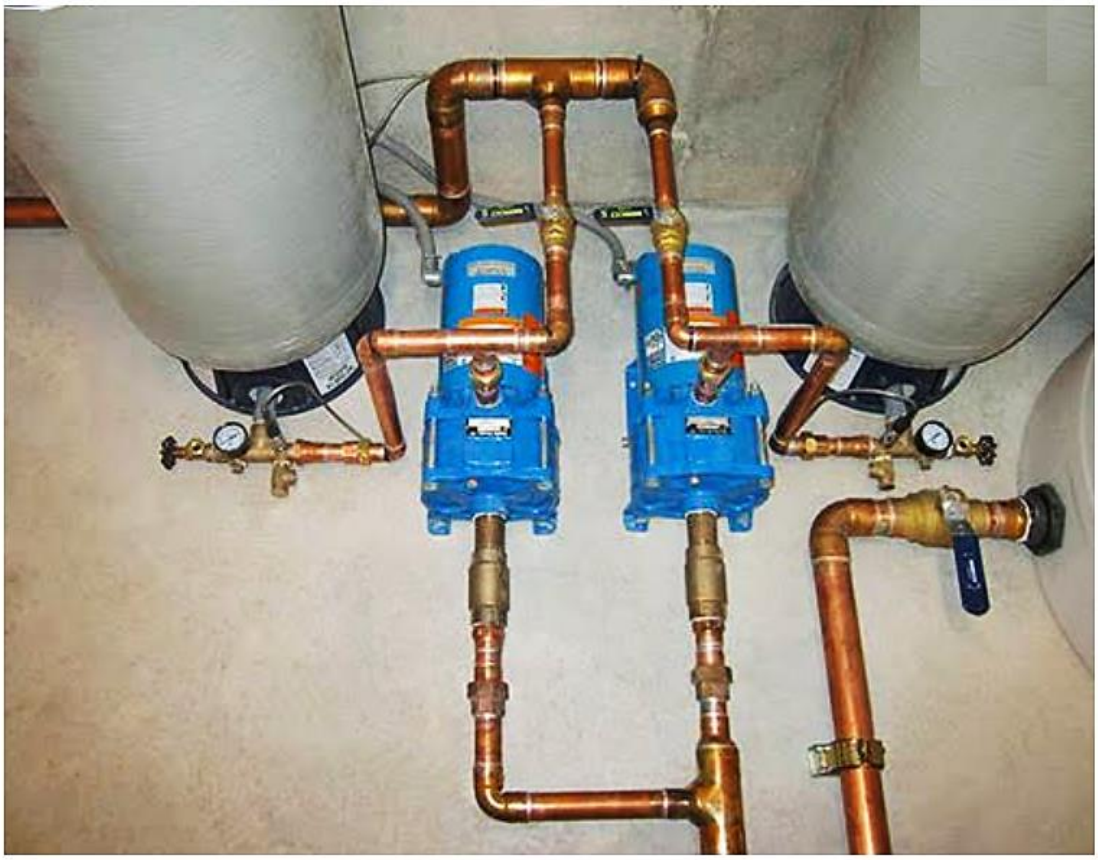
خزان الضغط وخزان التمدد في الغالب هما نفس الشئ من حيث البناء ونظرية التشغيل ، ولكنهم مختلفين من حيث الغرض من الأستخدام ، وبالتالي يكون الأختلاف كالاتي :

1- خزان الضغط (Pressure tank) :

هو عبارة عن خزان مضغوط ، يركب على خط الطرد للمضخة ، ووظيفتة حماية المضخة من كثرة (Start/Stop) لأن هذة العملية في حالة عدم وجود الخزان قد تؤثر على المحرك الكهربي بسبب تعدد مرات التشغيل المتتالي في حالات الأستهلاك المتقطع للمياة ، وكذلك العمر الأفتراضي بالنسبة للمضخة ، حيث يقوم بالمحافظة على وجود ضغط معين ، فبزيادة الضغط يفتح صمام الأمان فيمتلئ الخزان ، وعندما يقل الضغط يقوم بتغذية الشبكة خلال فترة توقف المضخة ويستمر في العمل حتى يتم تفريغ المياة بالكامل ومن ثم ينخفض الضغط في الشبكة الى أن يصل الي (Pump Pressure Cut in) فيقوم الـ (Pressure Switch) بتشغيل المضخة .

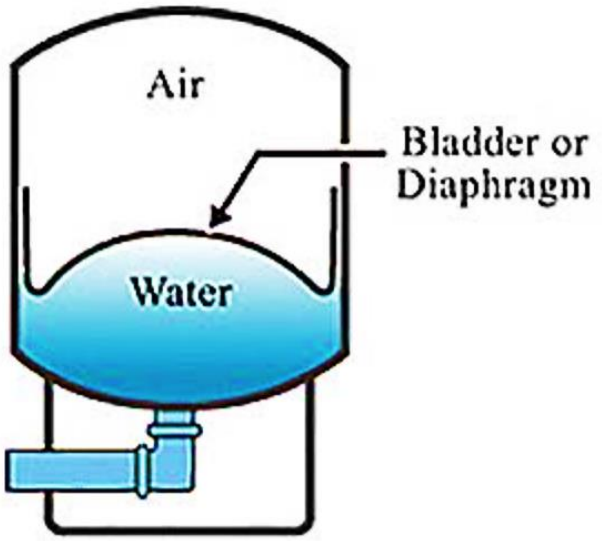


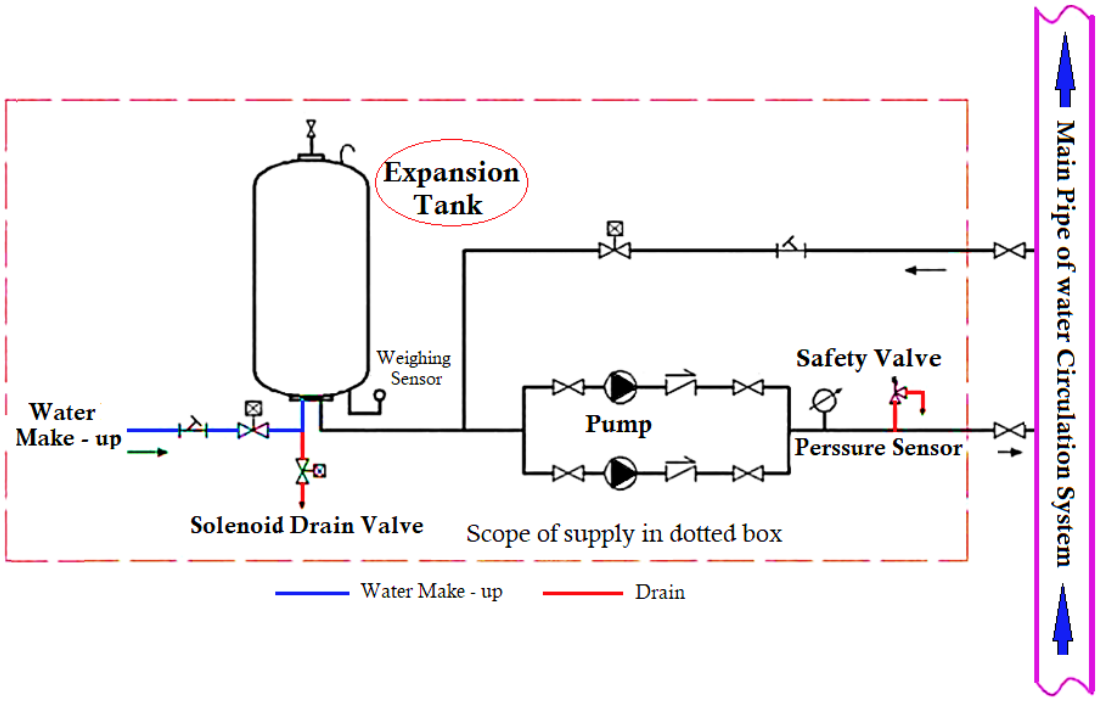

Pressure Gauge
Gate/Ball Valve (Normally Open)
Pressure Tank
Pressure Switch
Fuse Box or Switch
Vacuum Gauge
Union
Union
Union
Pressure Switch
Pressure Gauge
Foot Valve with Strainer
Drain
Pressure Relief Valve



2- خزان التمدد (Expansion tank) :

هو عبارة عن خزان مضغوط ، يركب على خط السحب للمضخة ، ويستخدم في دوائر التكييف والتدفئة المغلقة لإستيعاب تمدد وتقلص المياة الناتج عن ارتفاع وانخفاض درجات حرارة المياة في النظام عندإطفاء او تشغيل اللتشلر .

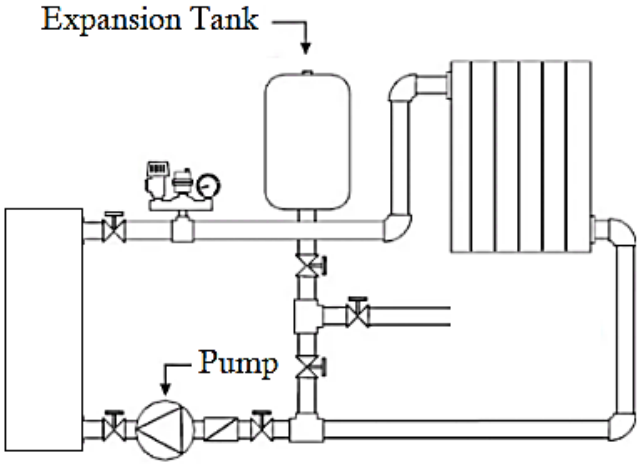




Example :

Sizing a plain steel tank for a chilled water system with a temperature range of 40°F to 100°F (ambient temperature).

System fill pressure of 10 psig, System volume of 3000 gallons, with steel piping system, System fill pressure of 65 psig and a 90 psig maxiumum operating pressure.



Solution : الحالة الأولي

Sizing a plain steel expansion tank

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{(P_a/P_1) - (P_a/P_2)}$$

For

V_s = 3000 gallons

v_1 = .01602 ft³/lb (40°F)

v_2 = .01613 ft3/lb (100°F)

P_a = 14.7 psia

P_1 = 65psig +14.7psia = 79.7psia

P_2 = 90psig+14.7 psia = 104.7 psia

α = 6.5x 10^{-6} in/in°F for steel

Δt = 60°F

$$V_t = 388.83 \text{ gallons}$$

Solution : الحالة الثانية

Sizing of a Captive Air expansion tank $P_a = P_1$

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{1 - (P_a/P_2)}$$

For

V_s = 3000 gallons

v_1 = .01602 ft^3/lb (40°F)

v_2 = .01613 ft3/lb (100°F)

P_a = 14.7 psia

P_1 = 65psig +14.7psia = 79.7psia

P_2 = 90psig+14.7 psia = 104.7 psia

α = 6.5x 10^{-6} in/in°F for steel

Δt = 60°F

$$V_t = 71.55 \text{ gallons}$$

This is a difference of greater than 81% reduction in required tank size

Example :

Select a full acceptance bladder style expansion tank for a chilled water installation. The mechanical room and expansion tank are located on the lower level. Reliability and maintenance costs are a consideration. Steel system piping.

Conditions

- System Volume = 10,000 gallons
- Minimum temperature = 40°F
- Maximum temperature = 100°F
- Building height = 100 ft.
- Relief valve (chiller) = 90psig

Solution :

Sizing of a Captive Air expansion tank

$$P_a = P_1$$

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{1 - (P_a/P_2)}$$

v_t = .01602 ft^3/lb (40°F)

v_2 = .01613 ft^3/lb (100°F)

α = 6.5x 10^{-6} in/in °F for steel

Δt = 60°F

P_1 = 100 ft * .434 psi/ft + 5 psig (for positive pressure at top of building) + 14.7 psia = 48.4 psia

P_2 = 90psig + 14.7psia = 104.7 psia

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{1 - (P_a/P_2)} = \frac{3000\,\{[(.01613/.01602) - 1] - 3\,(6.5\times10^{-6})\,60\}}{(1 - 48.4/104.7)}$$

$$V_t = 31.78 \text{ gallons}$$

Example :

Select an expansion tank for a heating water installation. The mechanical room and expansion tank are located on the roof. First cost is a major consideration.

System piping copper.

Conditions

- System volume 1,000 gallons.
- Minimum temperature = 40 F
- Maximum temperature = 240 F
- Building height = 50 ft
- Relief Valve at boiler = 50 psig

Solution :

Sizing of a Captive Air expansion tank

$$P_a = P_1 \qquad V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{1 - (P_a/P_2)}$$

v_1 = .01602 ft3/lb (40°F)

v_2 = .01692 ft3/lb (240°F)

α = 9.5x 10^{-6} in/in F for copper piping

Δt = 200 F

Determine minimum pressure –

Minimum pressure equals static pressure plus 5 psi positive pressure at top of the building (assume 10 ft of static pressure).

P1 = 10ft x .434 psi/ft + 5 psi (positive pressure) + 14.7 psia = 24.04 psi

Maximum pressure equal the relief valve setting

P2 = 50 psig +14.7 psia = 64.7 psia

Calculate required tank volume -

$$V_t = V_s \frac{[(v_2/v_1) - 1] - 3\alpha\Delta t}{1 - (P_a/P_2)}$$

$$V_t = 1000 \frac{\{[(.01692/.01602) - 1] - 3\,(9.5\text{x}10^{-6})\,200\}}{(1 - 24.04/64.7)} = 80.32 \text{ gallons}$$

Test

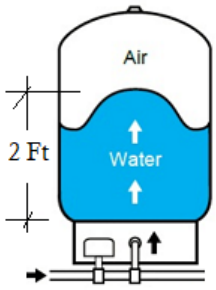
(1) - If Boiler capacity is (100KW) , then the suitable Expansion tank volume is :

Select one :

- ○ **a - 750 L**
- ○ **b - 500 L**
- ○ **c - 250 L**

(2) - The air in the bladder type Expansion tank shown has been pressurised to 15 Psi the total pressure at the bottom exit of the tank is most nearly

- ○ **a - 16 Psi**
- ○ **b - 31 Psi**
- ○ **c - 60 Psi**
- ○ **d - 150 Psi**

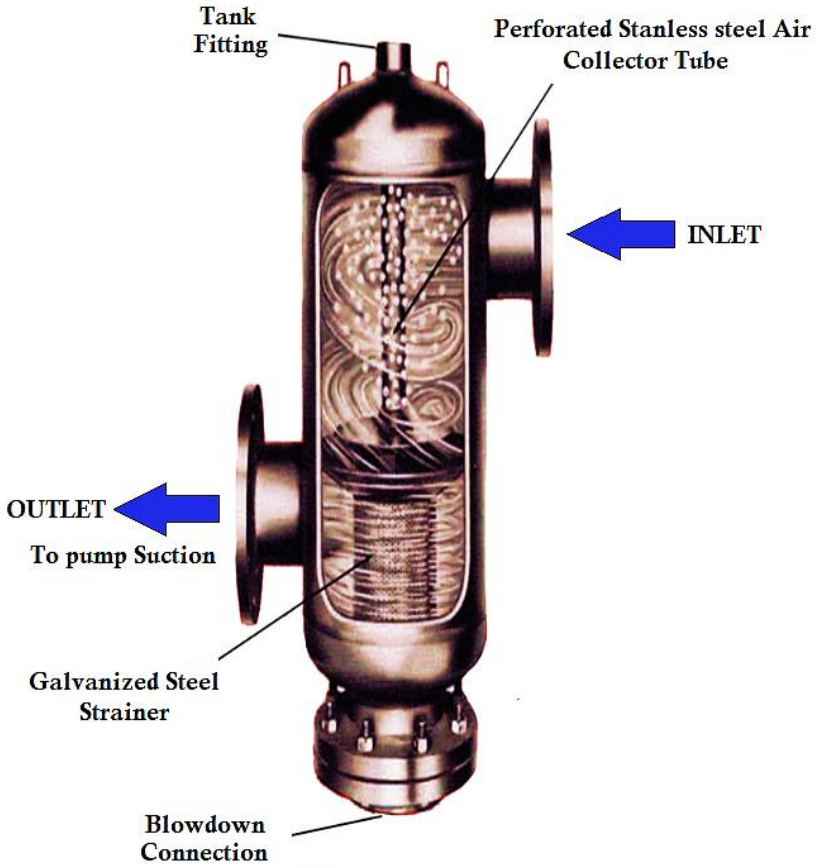


(2) - Calculation the size of the Expansion tank for a hot water Heating system of (1200000 Btu/hr) heating capacity , if the tank is a closed tank with an (air/water) interface and the following system parameters are known :

- Supply Water Temperature (210 Fo)
- Ambient Temperature (60 Fo)
- Fill Pressure (at tank) (30 Psig)
- Maximum operating pressure (at tank) (35 Psig)
- System water volume (6000 gallons)
- Steel piping system material

What Size Diaphragm tank would be requird for above system ?

Air Separator (فاصل الهواء)



Air Separator

أهمية إستخدام الـ (Air Separator)

بأختصاروجود الهواء داخل نظام دائرة التبريد قد يتسبب في وجود أضرار منها كالأتي :

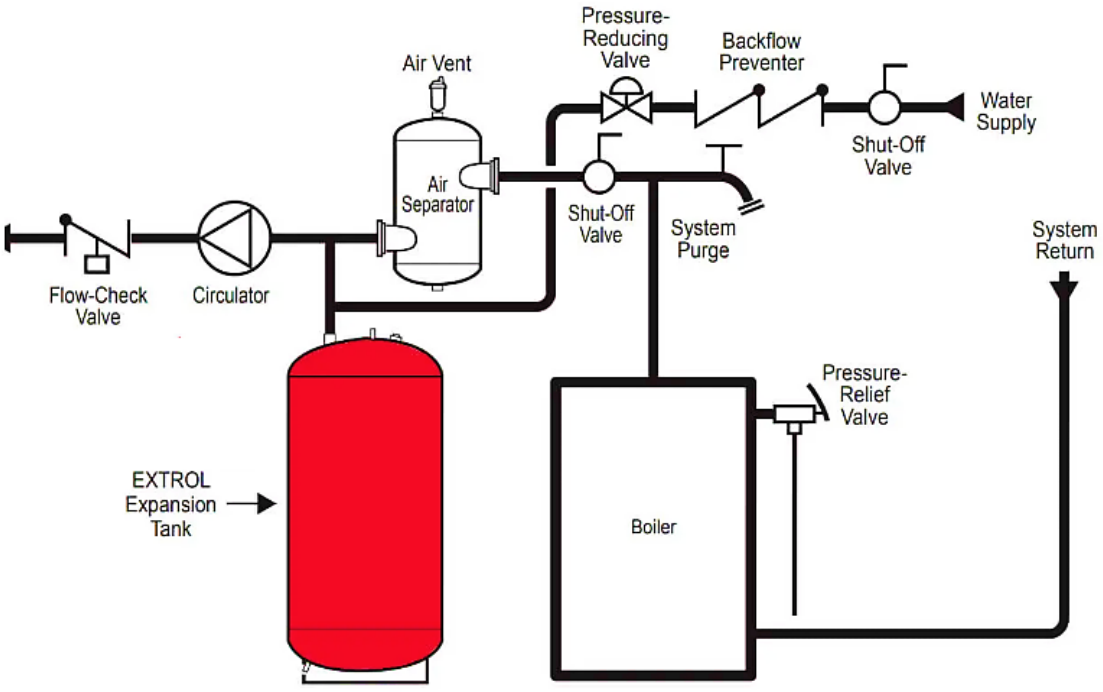
1- وجود الهواء يقلل من فاعلية النظام ، لأنة بيقلل من كمية المياة التي تمر داخل المواسير وبالتالي يقلل من عملية التبادل الحراري بين المياة وملفات التبريد .
2- وجود الهواء يسبب تأكل في بعض أجزاء النظام .
3- وجود الهواء قد يعطى بعض المعلومات المغلوطة لأجهزة التحكم بشكل عام وأجهزة القياس بشكل خاص ، وبالتالي يصعب التحكم في النظام وتصعب قراءة الإستهلاك بشكل صحيح .
4- وجود الهواء داخل النظام يصدر الكثير من الأزعاج .
5- وجود الهواء داخل النظام ممكن يسبب حالة خطيرة جداً على المضخات وهي (ظاهرة التكهف) .
6- وجود الهواء من الممكن مع مرور الماء الى حيز كامل ، ويسبب شلل كامل في منظومة التكييف .

كيفية تحديد المكان الصحيح لتركيب الـ (Air Separator)

اولاً : يتم تركيب فاصل الهواء في المكان الذي يحتوي على أقل كمية هواء مذاب مع الماء . لماذا ؟

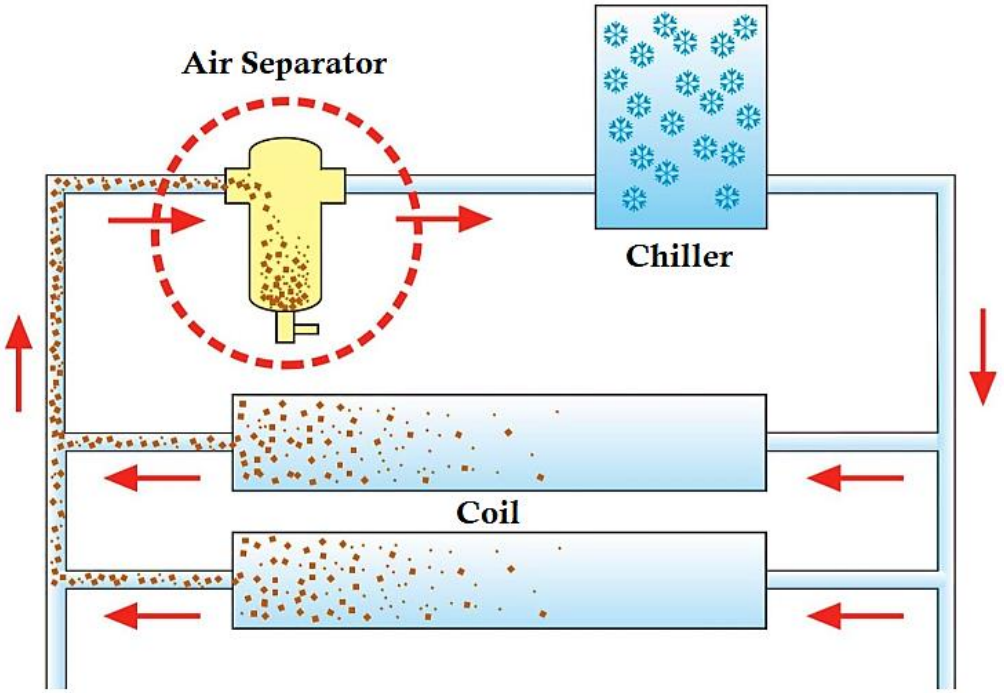
لأن كلما كانت كمية الهواء المذاب مع الماء أقل كلما كانت كفاءة فاصل الهواء أعلي ، لأن نظريتة تعتمد على وجود تيارات دوامية من المياة بداخلة تقوم بعملية الفصل بين الهواء والماء ، وبمجرد عملية الفصل يصعد الهواء الى أعلي لأن كثافتة أقل والماء يتحرك الي الأسفل لأن كثافتة أعلي .

وفي الغالب هذا هو الهدف من تركيب (Air Separator) على سحب المضخات ، حيث يكون هذا المكان الأقل في أختلاط الهواء مع الماء ، والتأكيد من كلام العالم (ديفيد هيملبلو) الذى قام بعمل دراسة حول هذا الموضوع فأستنتج أن المنطقة التي تزداد فيها درجة حرارة المياة ويقل الضغط تكون فيها نسبة أختلاط الماء مع الهواء أقل (فهذة المنطقة هى أنسب مكان وهى قبل المضخات مباشرة)

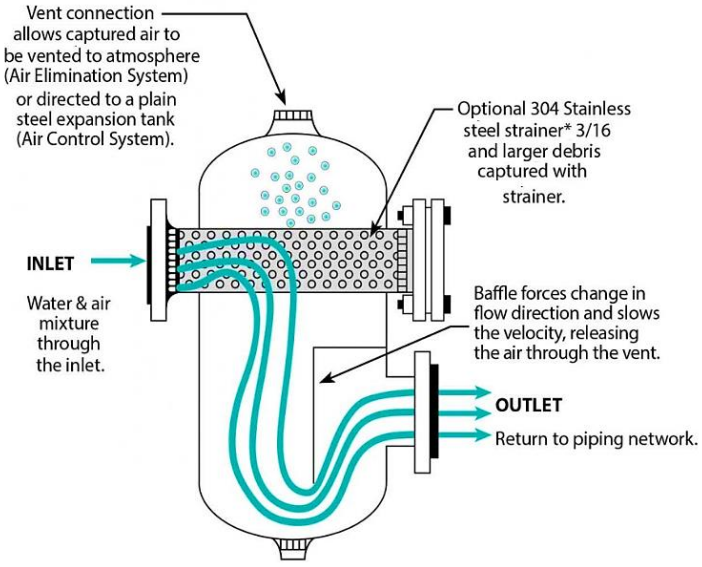


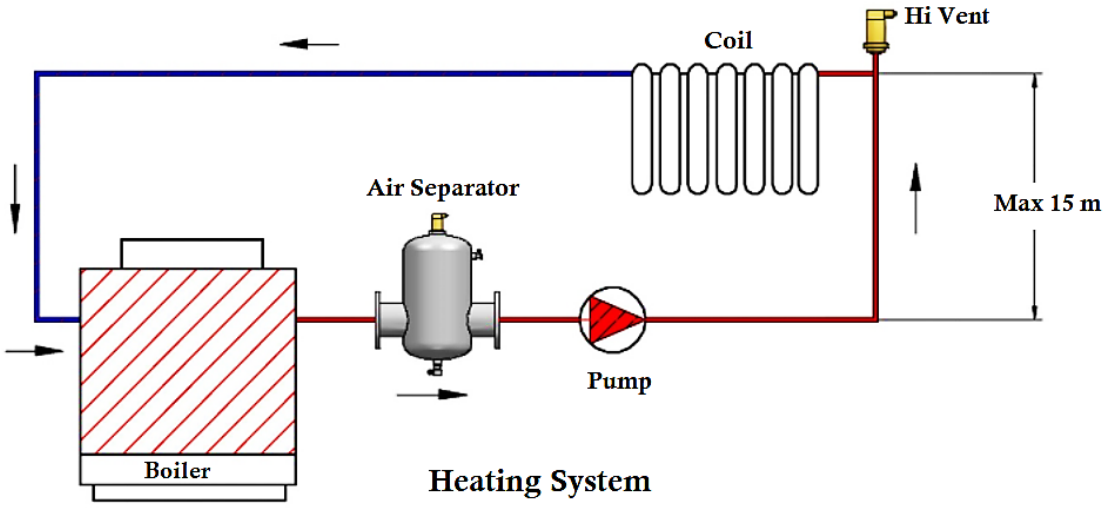
نظرية العمل

هو عبارة عن أسطوانة بها مدخل ومخرج بقطر الماسورة ومن المنتصف دائرية وبمنتصفة محبسين تنفيس للهواء الأول غير أتوماتيك (1/2") والأخر أتوماتك ("1) ، حيث يقوم فاصل الهواء (Air Separator) بطرد الهواء خارج الشبكة ، لأن وجود الهواء (فقاعات هواء) تقلل من ضغط السحب للمضخة وبالتالي ينتج عنها مايسمي بظاهرة التكهف والتي تتلف المضخة وتقلل من عمرها الأفتراضي نتيجة تأكل الأجزاء الداخلية .

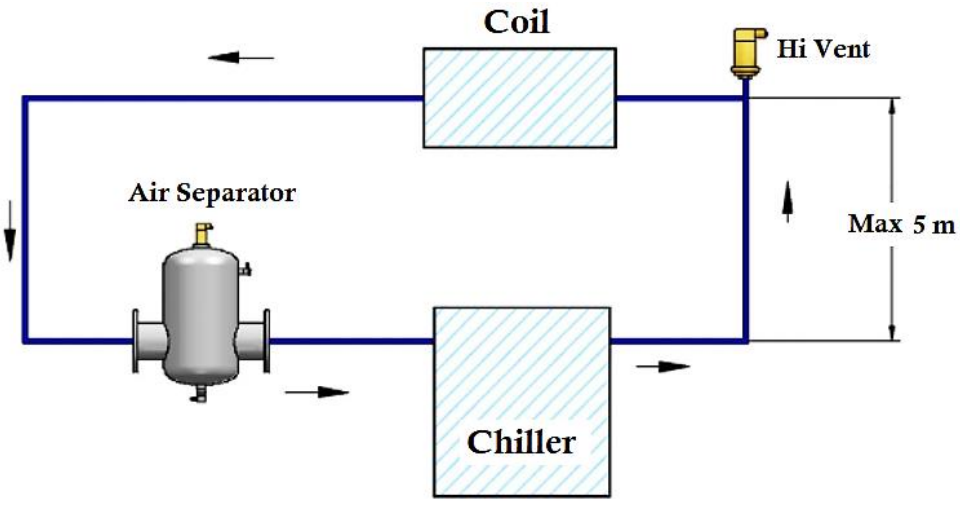


Air Separator Flow Pattern





Heating System



Cooling System