

المبادئ الأساسية للمضخات

إعداد المهندس إبراهيم وسوف

مقدمة: تستخدم المضخات لنقل السوائل من مناطق الضغط المنخفض إلى مناطق الضغط العالي أو لنقل السوائل من مكان إلى آخر أو من ارتفاع منخفض إلى ارتفاع عال

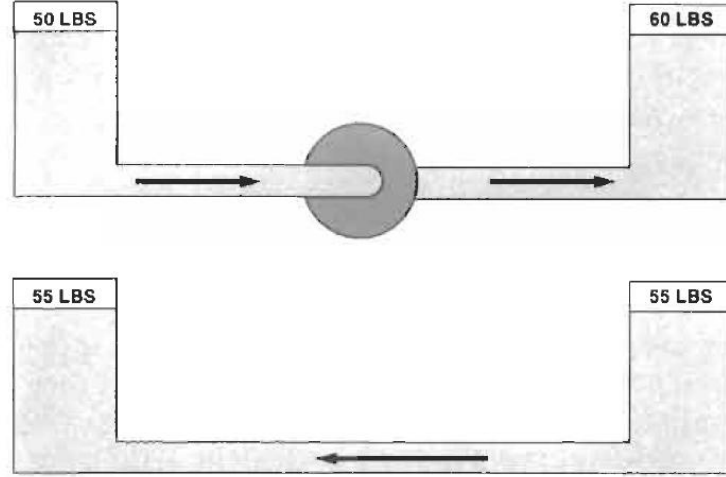


Figure 1-1

بدون مضخة في هذا النظام فإن السائل يتحرك بالاتجاه المعاكس بسبب فرق الضغط

كيف تعمل المضخات: السوائل تصل إلى فوهة سحب المضخة حيث تتدفق خلال خطوط السحب والمضخات لا تستطيع أن تمتص السوائل لذا فإن السوائل يجب أن تكون متاحة للمضخة مع طاقة كافية . الشكل (١-٢)

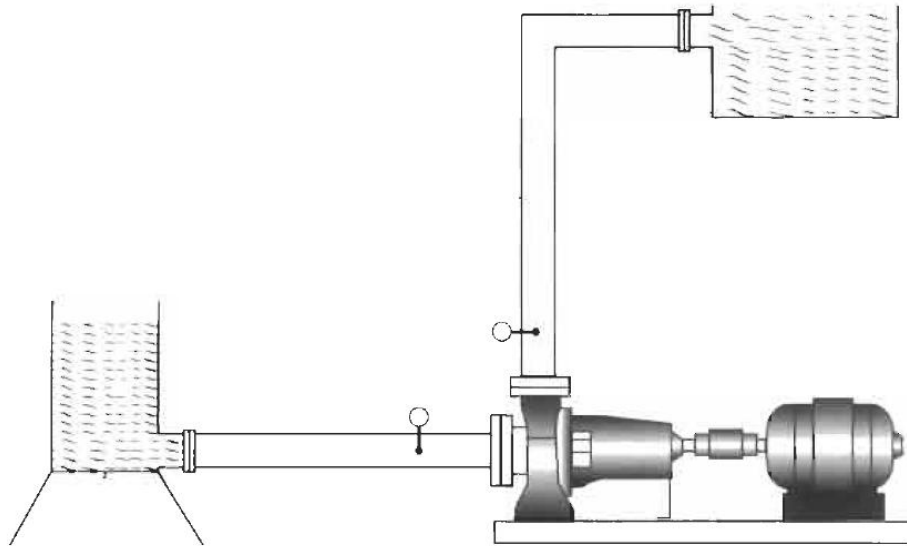


Figure 1-2

- مضخات الإزاحة الموجبة تمتص السوائل عند فوهة السحب ويوجد عدة تصاميم لهذه المضخات حيث أنه نتيجة حركة الأجزاء المتماسة مع السائل (مكبس -ديفرام - مسننات...الخ) يتولد منطقة ضغط منخفض لتمص السائل إلى داخل المضخة (مرحلة السحب) وعندما تمتلئ حجرة المضخة بالسائل ومع استمرار حركة المضخة تتولد منطقة ضغط مرتفع داخل المضخة وبالتالي يتدفق السائل خلال خطوط الطرد ومقدار السائل المتدفق (الكمية) تعتمد على حجم حجرة المضخة -سرعة المحرك القائد - التسامحات بين الأجزاء) الضغط أو الرفع الذي يمكن أن تعطيه هذه المضخات يعتمد على سمك غلاف المضخة والتسامحات وقوة مكونات المضخة .

وبما أن هذه المضخات تعمل بشكل مستمر ويمر خلالها السائل وبالتالي فإن أعمال الحت والتآكل سوف تسبب تآكل الأجزاء الموجودة في منطقة التسامحات القليلة مثل حلقات المكبس - الموانع الديفرام - أسنان المسننات) وعندما تتآكل هذه الأجزاء فإن المضخة تفقد كفاءتها .

وبالتالي فإن الأجزاء التالفة يجب أن تبدل بشكل دوري بالاعتماد على الوقت ومقدار التآكل وهذا التبديل يتم من أجل إعادة المضخة إلى كفاءتها الأساسية .

- مضخات الطاردة المركزية : وحدة الضخ الرئيسية في المضخات الطاردة المركزية هي الناشر والبروانة .

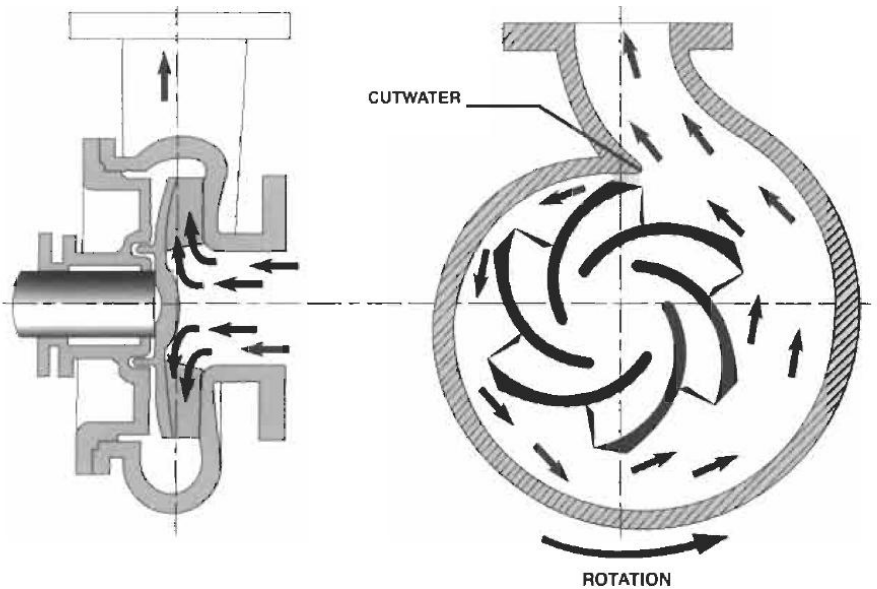


Figure 1-3

البروانة مربوطة على المحور والمحور يقاد بواسطة محرك السائل يدخل إلى فتحات البروانة ويحصر بين شفرات البروانة ويتم نقل السرعة إلى السائل خلال مروره في فتحات البروانة وباتجاه قطرها الخارجي حيث تزداد سرعة السائل منطقة من الضغط

المنخفض تتولد في فتحات البروانة (قانون برنولي تزداد السرعة يقل الضغط وبالعكس) وهذا أيضاً سبب أخر لدخول السائل إلى المضخة بطاقة كافية .
السائل يغادر القطر الخارجي للبروانة بمعدل سرعة عالية (سرعة المحرك) ويرتطم بالجدران الداخلية للناشر وسرعة الطرد المركزي للسائل تتناقص بشكل شديد وتتحول إلى ضغط (قانون برنولي) إضافة إلى وجود سرعة دورانية للسائل
السائل يجري من نقطة الـ Cut water حول محيط الجدار الداخلي للناشر عبر قناة متزايدة ومع تزايد قناة مرور السائل تقل السرعة وتتحول إلى ضغط يعطي للسائل (مبدأ برنولي) .

السائل يغادر المضخة بضغط طرد قادر على التغلب على مقاومات النظام .
التدفق في المضخات الطاردة المركزية يتحكم بواسطة سرعة المحرك وعرض شفرات البروانة
الرفع (الضغط) الذي يمكن أن تولده المضخات الطاردة المركزية يتحكم به من خلال سرعة المحرك والقطر الخارجي للبروانة .
وهناك عوامل أخرى تلعب دور أقل في مقدار التدفق والرفع (الضغط) مثل عدد وسمك شفرات البروانة - الخلوصات الداخلية - حالة وظروف وجود التآكل .
بعبارات بسيطة : مضخات الإزاحة الموجبة تؤدي العمل المطلوب منها بالاعتماد على المساحة المتاحة داخل المضخة والمضخات الطاردة المركزية تؤدي العمل المطلوب منها بالاعتماد على سرعة السائل عند مروره خلال المضخة .
الضغط : القوة تساوي الضغط في المساحة .

$$F=P.A$$

$$P=F/A$$

إذا طبقنا ضغط على سطح السائل فإن الضغط سوف ينتشر بشكل موحد في جميع الاتجاهات (قانون باسكال) عبر السطح ومن خلال السائل على الجدران و الأسفل .
وهذا يعبر عنه بالباوند خلال الإنش المربع (lb^s/in²,PSi) أو كيلو غرام خلال سنتمتر مربع (kg/cm²) .

- الضغط الجوي : ATM : هو القوة التي تبذلها الغلاف الجوي في واحدة المساحة

$$ATM=14.7PSi \text{ عند مستوى البحر}$$

كلما زاد الارتفاع عن سطح البحر فإن ATM يتناقص .

- الضغط المطلق : Psia هو الضغط المقاس من ضغط صفر مرجعي .

الضغط المطلق عند مستوى البحر يساوي (14.7Psia) . أجهزة قياس الضغط تسجل ضغط مطلق .

- مقياس الضغط (Psig) Gauge pressure هو الضغط المؤشر على أجهزة قياس الضغط البسيطة . أجهزة الضغط تؤسس على صفر مرجعي وهمي عند الضغط

$$\text{Psig} = \text{Psia} - \text{ATM} \quad \text{الجوي}$$

- التفريغ (Vacuum) : يستخدم مصطلح فراغ (Vacuum) للتعبير عن ضغط أقل من الضغط الجوي (أحياناً يظهر على أجهزة القياس بإشارة سالبة) ويقاس بـ انش

$$14.7\text{Psia} = 29.92 \text{''Hg} \quad \text{زئبقي أو كيلو باسكال}$$

$$14.7\text{Psia} = 100\text{kp}$$

- رفع المضخة Pump head : يستخدم مصطلح (Pump head) للتعبير عن العمل الصافي الذي تقدمه المضخة للسائل ويتألف من أربعة أجزاء :

الرفع الستاتيكي (الارتفاع) HS -رفع الضغط (HP)-رفع الاحتكاك(HF)

ورفع السرعة (HV) ويعبر عن الرفع بالعلاقة :

$$H = P/D$$

Density : D

$$H = 2.31XP(\text{psi})/SP.\text{gr}$$

- الجاذبية النوعية : Specific gravity : الجاذبية النوعية هي مقارنة كثافة السائل بالنسبة إلى كثافة الماء .

$$SP.\text{gr} = \text{Density Liquid} / \text{Density water}$$

الجاذبية النوعية للسائل تؤثر على الضغط ومقدار الطاقة المستهلكة من قبل المضخة.

- قياس الضغط : يقاس الضغط بواسطة أجهزة قياس تكون معايرة على نقطة الصفر الوهمي عند الضغط الجوي .

$$\text{Psig} = \text{Psia} - \text{ATM}$$

الضغوط داخل المضخة :

- ضغط السحب : هو الضغط المقروء بواسطة جهاز القياس عند فوهة سحب المضخة والضغط الأكثر أهمية داخل المضخة لأن جميع المضخات تنتج اعتماداً على ضغط السحب المضخة تأخذ ضغط السحب وتحوله إلى ضغط طرد . إذا كان ضغط السحب غير كافي فإن المضخة ستكون معرضة للتكهف .

- ضغط الطرد : هو الضغط المقروء بواسطة جهاز القياس عند فوهة طرد المضخة وهو يساوي ضغط السحب إضافة إلى الضغط الذي تولده المضخة .

- ضغط حجرة الجهاز : هو الضغط المقاس في صندوق الحشو (حجرة الجهاز) هذا الضغط مهم جداً في حال مانع التسرب الميكانيكي المزدوج .
- الرفع مقابل الضغط : الأشكال (١-٤) و(١-٥) تظهر العلاقة بين الرفع والضغط في مضخة طاردة مركزية تزخ سوائل مع جاذبيات نوعية مختلفة في الشكل (١-٤)

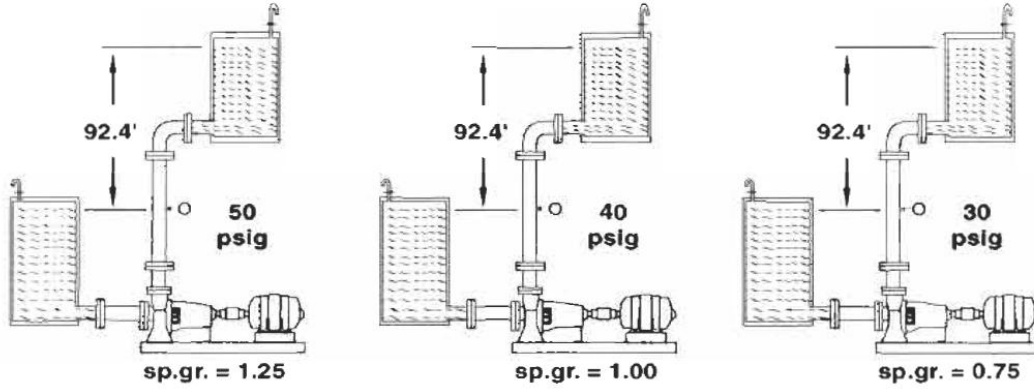


Figure 1-4

ثلاث مضخات تزخ سوائل بجاذبيات مختلفة تعطي كل منها رفع ٩٢.٤ قدم لكن الضغط يختلف باختلاف الجاذبية النوعية .

الشكل (١-٥) كل

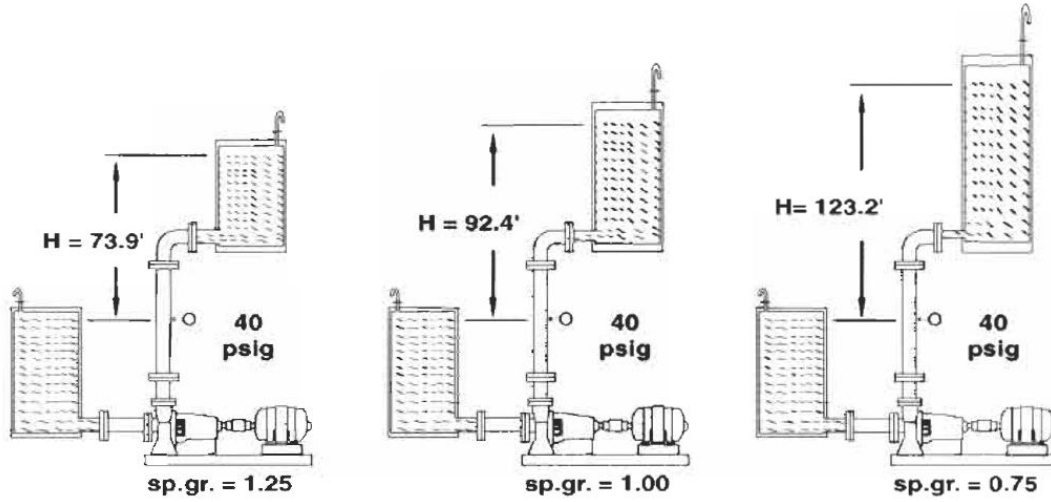


Figure 1-5

ثلاث مضخات تعطي نفس ضغط الطرد وتعطي رفع مختلف يتناسب عكساً مع الجاذبية النوعية للسائل .

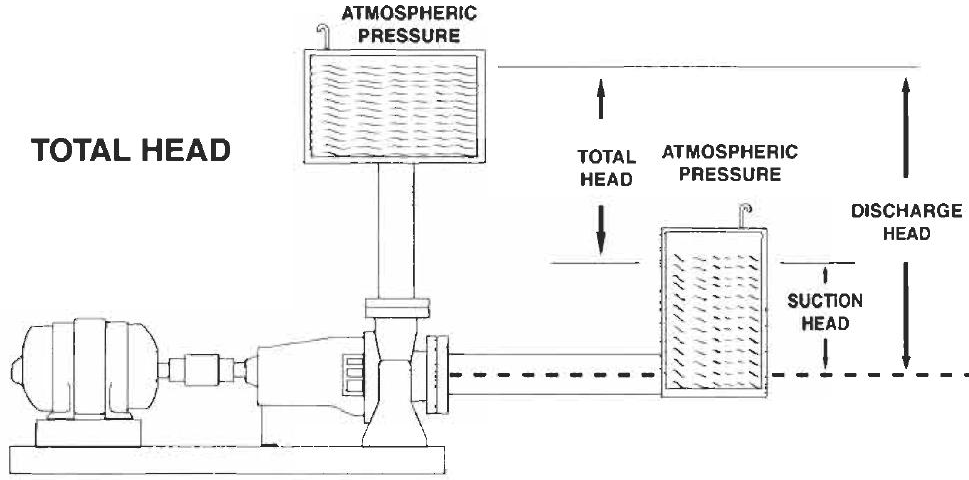


Figure 1-6

يبين مضخة ترفع السائل من مستوى السائل في خزان السحب إلى مستوى السائل في خزان الطرد وهذا ما يسمى بالرفع الكلي (Total head) وهو عبارة عن عمل المضخة : هو عبارة عن

- مقياس قدرة المضخة على رفع السائل إلى ارتفاع معين .
- مقياس قدرة المضخة لتطوير ضغط الطرد المعطي .
- ارتفاع الطرد ناقص ارتفاع السحب .
- رفع الطرد ناقص رفع السحب .
- قراءة ضغط الطرد - قراءة ضغط السحب
- رفع الطرد + شفت السحب .

رفع السحب : Suction head : الرفع المتاح من قبل المضخة عند فوهة سحب المضخة .

رفع الطرد : Discharge head : هو المسافة العمودية من الخط المركزي للمضخة المحور إلى مستوى السائل في خزان الطرد .

شفت السحب Suction lift : معاكس لرفع السحب (مستوى السائل في الخزان أخفض من الخط المركزي للمضخة) وبالتالي فإن المضخة يجب أن تشفت السائل لذلك

سـمـي شـفـط السـفـط . حـب . شـكـل (٧-١)

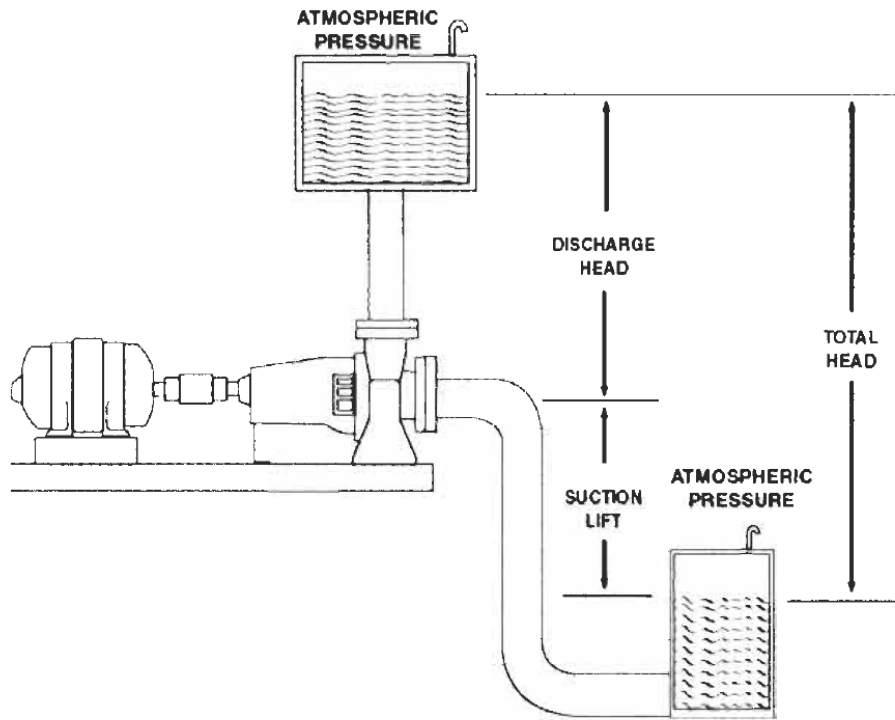


Figure 1-7

في هذه الحالة المضخة تمص أو تشفط السائل من خزان السحب إلى المضخة ومن ثم تقوم المضخة برفعه إلى خزان الطرد . في هذه الحالة الرفع الكلي يكون رفع الطرد بالإضافة إلى شفط السحب .