تداول الموائع

مضخات السوائل Pumps for liquids

المتخصصون في علوم وتكنولوجيا الأغذية يجب أن يكونوا على دراية بالأجهزة والمكائن التي تستعمل في تداول الموائع وهي المضخات والمراوح pumps and fans. في معامل الأغذية عندما يكون المائع غازا يتم تداوله بواسطة المراوح fans وعندما يكون سائلا يتم تداولهُ بواسطة المضخات pumps.المضخات والمراوح متشابهة جداً وهي تعمل بواسطة فعل القوة الطاردة المركزيةCentrifugal action أو بواسطة فعل قوة الدوران rotating action وقسم من المضخات يعمل بواسطة الإزاحة العمودية vertical displacement.

في المضخات والمراوح الطاقة الميكانيكية mechanical energy من المصادر الأخرى تتحول إلى ضغط pressure أو طاقة سرعة velocity energy في المائع.المضخات هي من وحدات العمل unit operation وهي عبارة عن أجهزة ميكانيكية تستعمل في رفع السوائل ونقلها من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع أو من مكان إلى آخر وتدار المضخات بمحركات كهربائية أو وسائل أخرى , والمضخات واسعة الاستعمال في المصانع الغذائية حيث هناك أنوع عديدة تستعمل لمختلف الأغراض كضخ الماء ، سوائل التبريد ، الأمونيا ، الهواء ، المحاليل الملحية Brine تداول الحليب ومنتجاتهُ ، العصائر والسوائل الأخرى.وعادةً تستعمل المضخات في الحالات التي لا يمكن الاستفادة من الجاذبية أو قوة الجذب الأرضي gravity في نقل المواد وتداولها وعادةً المضخات المستعملة في معامل الأغذية والألبان تختلف في صفاتها عن تلك المضخات المستعملة في المعامل الأخرى ومن هذه الصفات :

1) أن تكون مصنوعة من معادن غير قابلة للتآكل والصدأ مثل الحديد المقاوم للصدأ stainless steel والنيكل والألمنيوم ، الكروم ... الخ .
2) أن تكون المعادن المصنوعة منها غير ضارة بالمادة الغذائية ولا تؤثر على الصحة ولا تتفاعل معها.
3) أن تكون صحية Sanitary ذات سطوح ملساء سهلة التنظيف والتعقيم.
4) تقلل من تكوين الرغوة أو الوغفة ومن عملية الخض Foaming and churning وخاصةً المستعملة في معامل الألبان.

ان أساس عمل المضخة هواحداث تخلخل بالضغط داخلها وبالتالي دخول السائل خلالها لكون الضغط المسلط على سطح السائل أعلى من الضغط داخلها, وأن مقدار دخول السائل يتوقف على مقدار التخلخل داخل المضخة مقارنةً بالضغط المسلط على السائل , فضلا عن أنه لا يمكن اجراء تفريغ كامل إضافة إلى الفقدان الحاصل بسبب الاحتكاك بين السائل وجسم المضخة وأنبوب السحب.جميع الشركات المصنعة والمنتجة للمضخات تزود كل نوع من هذهِ المضخات المنتجة بمنحنيات (curves) تبين صفات هذا النوع من المضخات وميزاته من ناحية العلاقة التي تربط بين التصريف والارتفاع والكفاءة والقدرة الحصانية اللازمة لإدارة هذه المضخات, والشكل(1-10) يوضح هذه المنحنيات لمضخة ما.

العوامل التي تحدد اختيار المضخات هي :

1. The Quantity of liquid to be transferred كمية السائل المراد ضخها.
2. The Head against which the liquid to be pumped

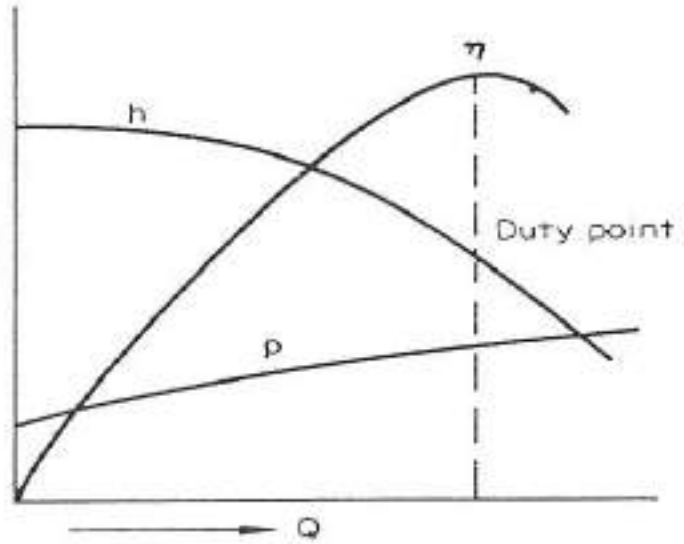
الارتفاع أو المسافة المطلوب الضخ إليها وهذه تحدد بواسطة:

- Velocity of flow سرعة الضخ.
- Vertical lift required الارتفاع العمودي المطلوب.
- Friction losses in the pipe run الفقد بالاحتكاك في الأنابيب.

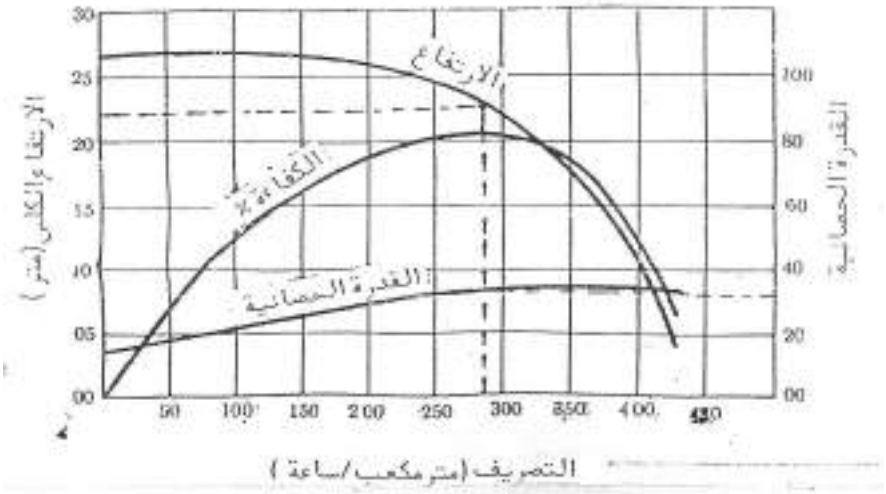
هذه الاعتبارات مهمة في تحديد نوع المضخة اذ أنه في حالة:

1)الحاجة إلى عمود عالي high head نستعمل المضخات ذات الإزاحة الموجبة positive displacement.

2)الحاجة إلى عمود واطئ Low head نستعمل المضخات الطاردة المركزية centrifugal pump.



pump characteristics.



شكل (10-1)

3.طبيعة السائل Nature of liquid

هل هو ماء ، عصائر ، بخار ، سائل تبريد ... الخ والصفات المهمة للسائل هي :

- Viscosity اللزوجة.
- Density الكثافة.
- Temperature درجة الحرارة.
- Corrosion تأثيرهُ على معدن المضخة (التآكـل).

4. طبيعة الوقود والطاقة المستعملة في التشغيل na ture of power supply.

المضخات الترددية reciprocating pumps تصلح للاستعمال مع ماكنة تعمل بالبخار أو الغاز steam or gas engineوالمضخات الدوارة rotary pump والمضخات الطاردة المركزية centrifugal pump تصلح للاستعمال مع ماطور كهربائي electrical motor.

5. المتطلبات الصحية Hygienic requirement

في حالة تداول المواد الغذائية أو البيولوجية الشروط الصحية يجب أن تراعى في هذه المضخات وأن تكون معادنها أو المادة المصنعة منها صحية قابلة للتنظيف والتعقيم ولاستعمال المواد المعقمة والمطهرة.

6. الكلفة الاقتصادية وسعة المضخة Cost .

أنواع المضخات Types of pumps

هناك ثلاثة أنواع :

1- المضخات الترددية reciprocating
2- الدوارة rotary
3- الطاردة المركزية centrifugal

الترددية هي مضخةايجابية الازاحةpositive displacement pump وتضخ حجما معينا وإلى مدى ما ، الحجم volume هو مستقل عن الضغط independent of pressure.

المضخات الدوارة أيضاً هي ايجابية الإزاحة لكن بصورة عامة لها clearance leakage أكبر مقارنةً مع الترددية والنتيجة هو أن مقدارضخها output يعتمد على الضغط.

المضخات الطاردة المركزية هي ديناميكية entirely dynamic لذلك فان الضخ output يعتمد بدرجة كبيرة على output pressure.

المضخات الترددية تستعمل للضغط العالي highest pressure وللكميات الصغيرة smallest quantities. المضخات الدوارة تستعمل في حالة الضغط المتوسط medium

pressure وللكميات الوسطية intermediate flows ، هذه المضخات تستعمل أولها تطبيقات واسعة مع السوائل اللزجة viscous liquids.

المضخات الطاردة centrifugal pump تستعمل مع أنواع عديدة من معدلات الجريان وعلى ارتفاعات أو مسافات واطئة low headsوالمضخات الطاردة المركزية أيضاً تستعمل لمعظم الكميات وعلى ضغط واطئ lower pressure لكن مدى كفاءة عملها محدودة.

في حالة الحاجة إلى الضغط العالي أو للضغوط العالية فان multi-stage pumps مضخات متعددة المراحل يمكن استعمالها لكنها عالية التكاليف.

المضخات عادةً تصنف إلى :

1- Positive Displacement pumps مضخات ذات إزاحة ايجابية ومن أمثلتها :
   1. Reciprocating piston pumps المضخات الترددية الكابسة.
   2. Rotary pumps المضخات الدوارة.
   3. Gear pumps المضخات الترسية.

وهذا النوع من المضخات يضخ بصورة متقطعة وغير متواصلة وتحت ضغط مرتفع مع هذا النوع من المضخات يلزم تصريف الماء منها قبل التشغيل وإلا تعرضت للضرر أي إنها self priming ويتناسب تصريف الماء منها طردياً مع سرعتها.

2- Non- positive displacement pumps مضخات ذات الإزاحة السلبية ومن أمثلتها:
   1. Centrifugal pumps المضخات الطاردة المركزية.
   2. المضخات المروحية propeller pump.
   3. المضخات التربينية

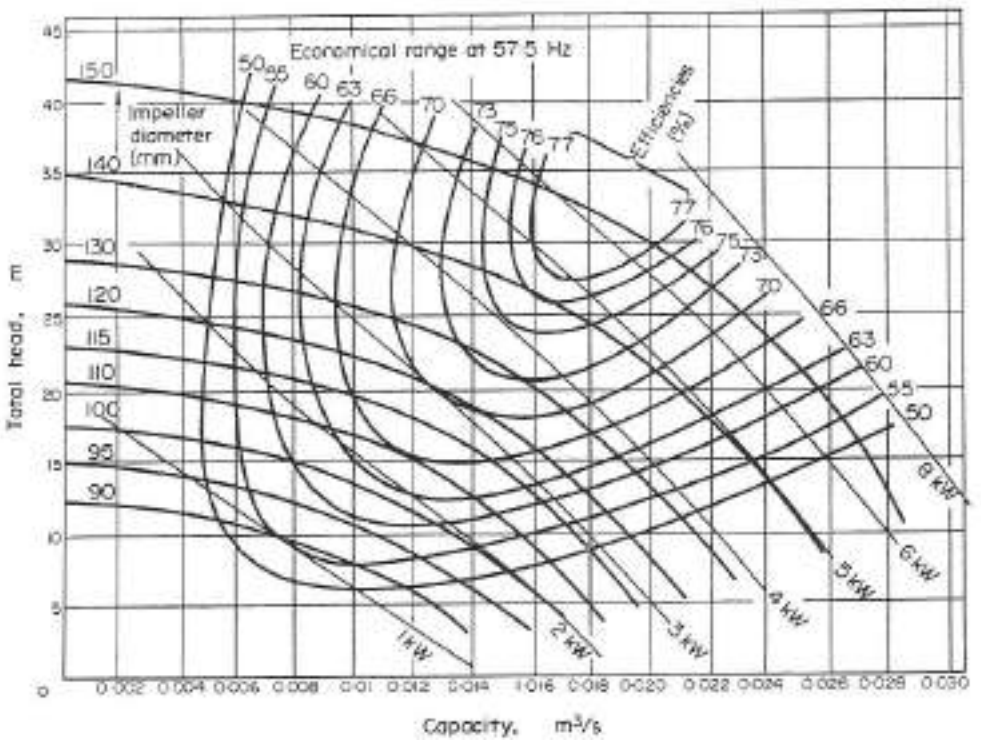
ومن ميزات هذا النوع من المضخات أن الضخ متواصل وتحت ضغط واطئ أو معتدل, ومع هذا النوع من المضخات يجب ملء جسم المضخة وأنبوب السحب بالماء لأنها لا تعمل , وتسمى عملية ملئ جسم المضخة وأنبوب السحب بالماء بعملية تحضير المضخة.

المضخات الطاردة المركزية Centrifugal pump

الأجزاء الرئيسة لهذه المضخة هو الغطاء (case) وبداخله الريش الدورانية أو المراوح الدورانية Rotating impeller. القوة الطاردة المركزية الناشئة عن دوران المراوح تعطي الزيادة المطلوبة في ضغط السائل الذي يدخل عند المركز ويخرج عند المحيط. التوسع التدريجي لأنبوب الصرف للمضخة مصمم لاسترجاع طاقة الحركة للمائع ذي السرعة العالية وتحويلها إلى زيادة في الضغط بالإضافة إلى ذلك الناتج عن القوة الطاردة المركزية.

التطبيق الأساسي للمضخات الطاردة المركزية هي للسوائل ذات اللزوجة المنخفضة وتحت حالات التصريف العالي نسبياً والزيادة المعتدلة في الضغط. على الرغم من أن سعة المضخات الطاردة المركزية تعتمد على سرعة الدوران فانها تعمل بمحركات ذات سرعات ثابتة ولأغراض التصنيع يتم التحكم في معدل الجريان بواسطة صمام على أنبوب التصريف وهذا النوع من التحكم يكون أكثر تكلفة , وأن المضخات الطاردة المركزية لا تتلف بالتشغيل عندما يكون صمام الطرد مغلقا ولكن طاقة المضخة تفقد كاحتكاك وتسبب زيادة في درجة حرارة المائع. وأحد المشاكل الخاصة بالمضخات الطاردة المركزية هي مشكلة التفريغ حيث أن التشغيل تحت حالات التفريغ يكون له تأثير ضار على المضخة. المضخات الطاردة المركزية لا تكون مناسبة للموائع عالية اللزوجة لأنها تمنع بلوغ سرعات المائع الضرورية داخل المضخة بسبب تأثيرات احتكاك المائع.

توجد أنواع عديدة من التصميمات للمراوح الدورانية لهذه المضخات. عادةً الشركات المصنعة توفر منحنيات خصائص تبين كيف تعمل المضخة تحت حالات مختلفة من التحميل والشكل (2-10) يبين واحدة من منحنيات الأداء لهذه المضخات.



الشكل (2-10)

للمضخة الطاردة المركزية تتناسب السعة (التصريف) مع السرعة الدورانية والضغط (عمود الطرد) يتناسب مع مربع السرعة الدورانية والقدرة اللازمة تتناسب مع مكعب السرعة الدورانية ويمكن كتابة القوانين الآتية : -

$V_1/V_2 = w_1/w_2$ flow rate $\propto$ speed

$H_1/H_2 = (w_1/w_1)^2$ head $\propto$ (speed)^2

$W_1/W_2 = (w_1/w_2)^3$ h.p$\propto$ (speed)^3

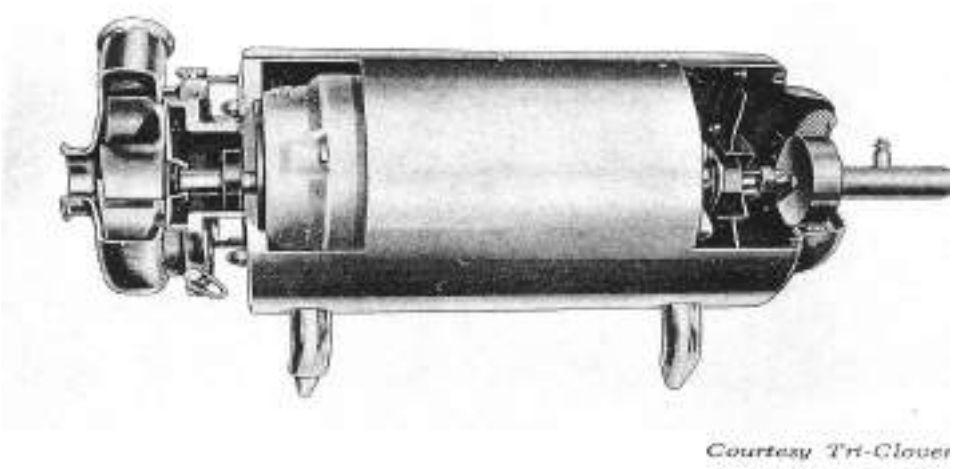
حيث :

V = السعة

w = السرعة الدورانية

H = الضغط المتولد

W = القدرة



Modern sanitary-type centrifugal pump.

شكل (10- 3)

من ميزاتها أنها صغيرة الحجم (تحتاج إلى مساحة صغيرة لتركيبها) وتصريفها عالي ، سهولة تركيبها, تعمل بدون صمامات , ويمكن ربطها بمحرك كهربائي electrical motor لإدارتها , قلة كلفة إدامتها . ومن مساوئها أنها لا تعمل إلا إذا ملئت بالماء أو السائل ، تسرب الهواء إلى داخلها يسبب لها كثيرا من المشاكل , وكذلك يؤثر على قابليتها للضخ , قوتها تتناسب مع القطر وسرعة الدوران.

1 - Flow rate $\propto$ (diameter)^3

القطر كمية الضخ

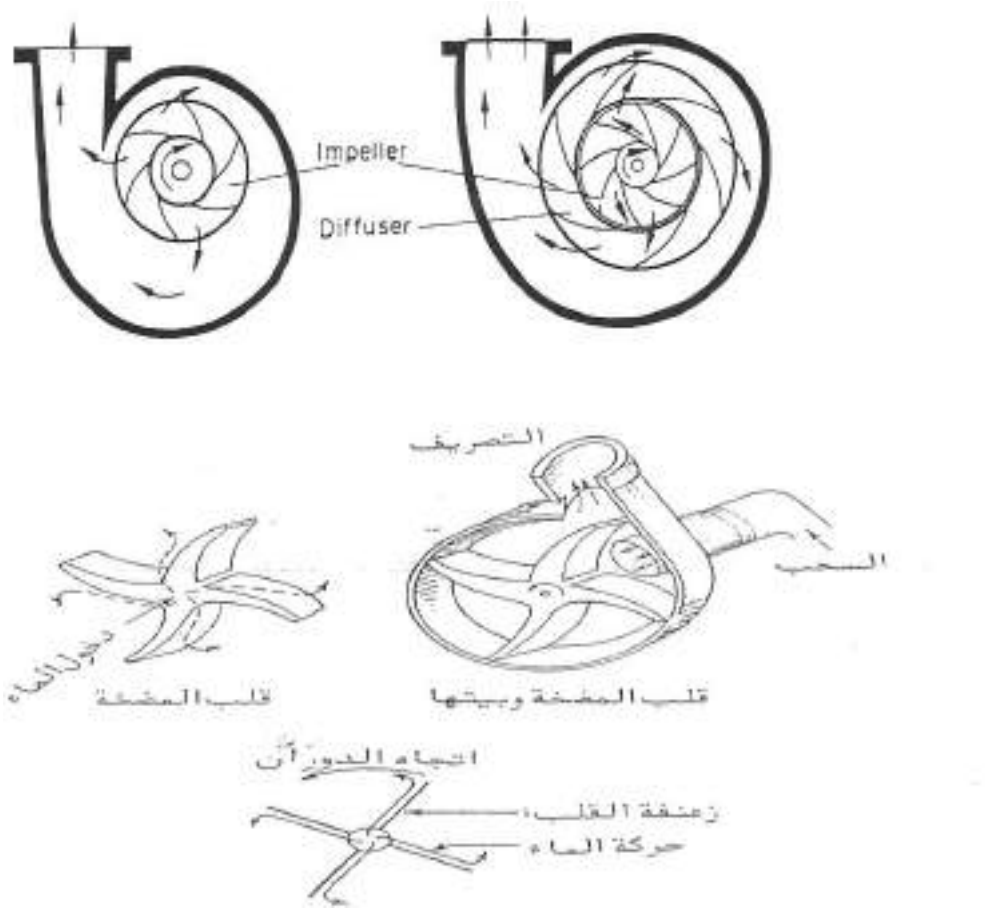
2- Head $\propto$ (diameter)^2

القطر الارتفاع

3- h.p $\propto$ (diameter)^3

القطر القوة الحصانية

والشكل (10-3) والشكل (10-4) يوضح هذا النوع من المضخات .



الشكل (4-10)

المضخات ذات الإزاحة الموجبة positive displacement pump

هذا النوع من المضخات يؤثر بقوة مباشرة على حجم محدد من المائع لدفعهِ للأعلى وبضغط أعلى. في حالة تشغيل هذه المضخات وصمام أنبوب الطرد مغلق فان ضغطا عاليا جداً يمكن أن يتولد وينتج عنهُ ضرر المضخة أو الأنابيب. أن القوة المباشرة تجعل من الممكن توليد ضغط أعلى بكثير من تلك التي مع المضخات الطاردة المركزية وتجعل من الممكن تداول موائع ذات لزوجة عالية جداً.

وبسبب السرعات المنخفضة للمائع في هذا النوع من المضخات فان الطاقة المفقودة في احتكاك المائع لا تشكل مشكلة كبيرة .

ان المضخات موجبة الإزاحة تنقل عند التشغيل المائع بصورة متقطعة أو على شكل أجزاء حيث جزء من المائع يسحب إلى تجويف المضخة ثم بعد ذلك يطرد إلى الخارج .

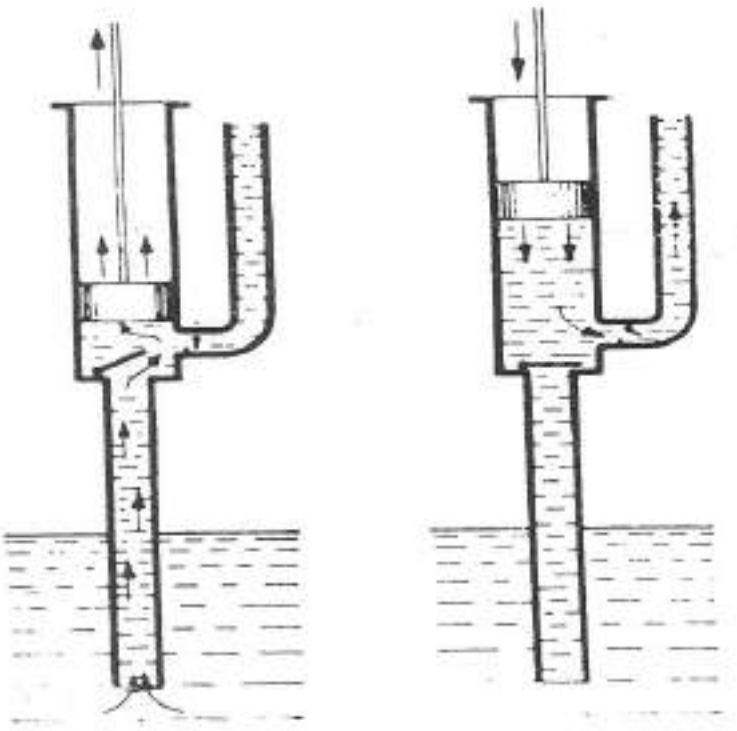
ويمكن حساب معدل التصريف بعدد الأجزاء المنقولة في وحدة الزمن والتي تكون متناسبة مع السرعة التي تدار عندها المضخة, وبسبب كون المائع ينقل على أجزاء فان التصريف يصبح متقطعا أو متذبذبا. المضخات من هذا النوع تصنف إلى مضخات:

1- ترددية reciprocating pump.
2- دوارة Rotary pump

المضخات الترددية Reciprocating pumps

وتتكون هذه المضخات من مكبس يتحرك حركة ترددية داخل أسطوانة ومن صمامين يسمحان بمرور المائع باتجاه واحد أحدهما يسمى صمام السحب (suction value) والآخر يسمى صمام الطرد (discharge value), والمكبس يتحرك إلى أعلى أو أسفل أو بصورة جانبية وعند حركتهُ إلى الأعلى يسحب المائع إلى داخل الأسطوانة ويطردهُ إلى الخارج عند حركتهُ إلى الأسفل , وتطبيقات هذا النوع من المضخات هو مع متطلبات الضغط النسبي العالي ومعدل التصريف المنخفض, ومن ميزاتها أنها لا تحتاج إلى ملء بالمائع عند تشغيلها ونتيجة لتوليدها ضغطا عاليا فان صماماتها تكون معرضة للتآكل والتلف بسرعة. كلفتها وصيانتها تكون أكثر من المضخات الطاردة المركزية centrifugal pump ومقدار ما يضخهُ هذا النوع من المضخات يعتمد على حجم الأسطوانة ،وعلى عدد حركات المكبس في وحدة الزمن, وعلى الكفاءة الحجمية للمضخة.

فقد تكون المضخة الترددية مفردة الفعالية أو مزدوجة الفعالية والشكل(10-5) يوضح هذا النوع من المضخات .



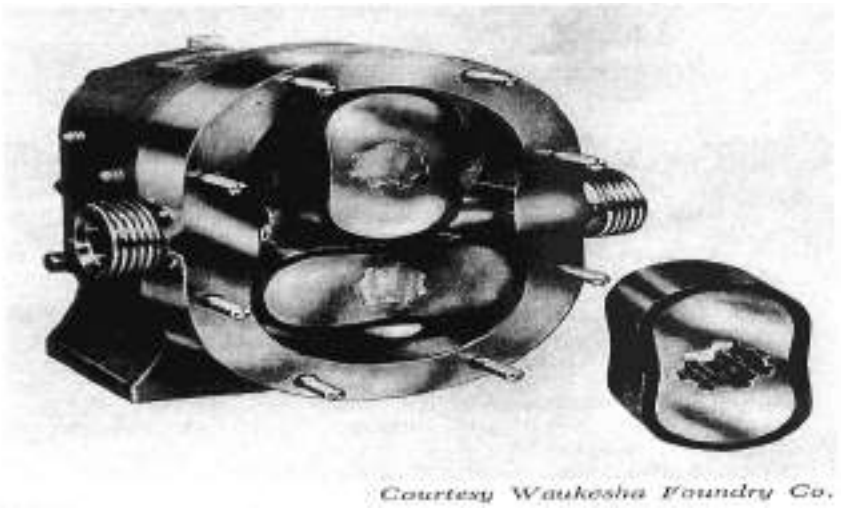
مضخة ماصة كابسة

الشكــل (5-10)

المضخات الدورانية Rotary pump

هذه المضخات متوفرة في تصميمات واسعة ومستعملة بكثرة في ضخ المواد الغذائية لما لها من ميزات تجعلها تستعمل في نقل المواد ذات اللزوجة العالية نسبياً والمواد الغذائية التي تحتوي على عوالق. تتألف المضخة من مروحتين تدور كل واحدة منها عكس الأخرى ومحصورة في حيز هو جدار المضخة شكل (6-10).عند التشغيل تنحصر كمية من المائع بين العضو الدوار للمضخة Rotor والغطاء الثابت (stator) فينتقل المائع بواسطة هذه المجالات أو الفجوات من جهة المص أو السحب إلى جهة الضخ أو الطرد, وتدور هذه المراوح بسرعة كبيرة وتعمل على نقل السوائل وكأنها مكابس صغيرة متحركة.العضو الدوار يدور بصفة مستمرة ودائماً يحافظ على احكام عدم التسرب بينه وبين العضو الساكن. في بعض المضخات الدورانية يصنع العضو الدوار من مادة مرنة وذلك للمحافظة على تلامس مضغوط لتوفير احكام الغلق, في

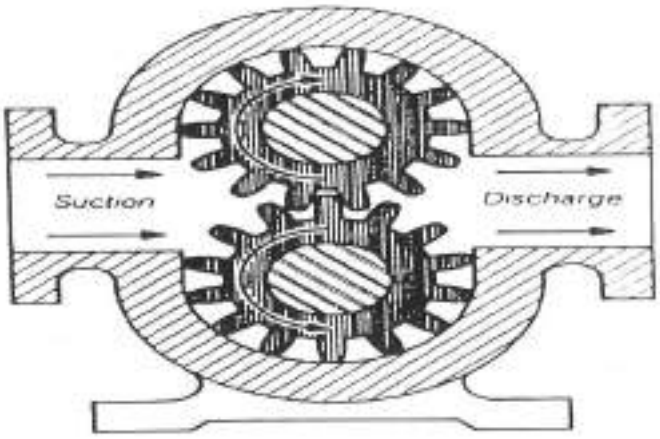
مضخات أخرى تكون كل الأجزاء من المعدن ويصبح من الضروري توفر مجال صغير ويجب أن تصنع المضخات بمجال مسموح به وفي أطار ضيق جداً لأن المجال اذا كان زائدا زائد عن اللازم يسمح بتسرب خلفي للمائع كما أن الضغط المفرط للتلامس ينتج عنهُ احتكاك عالي وتآكل للمضخة , تمتاز المضخات الدورانية بكفاءتها العالية وأنها لا تحتاج إلى ملء بالسائل في بداية التشغيل , وتطبيقاتها هي في نقل مستخلص الفاكهة وهي مثالية لنقل كميات صغيرة مع ضغط متوسط ولا تستعمل مع السوائل التي لا تمتلك Lubricating properties.



شكل (6-10)

المضخات الترسية Gear pump

أكثر أنواع المضخات الدوارنية شيوعاً هي المضخات الترسية ، شكل (7-10).



الشكل (10-7)

تشبه إلى حد كبير النوع السابق Rotary pump حيث تكون المراوح أو الجزء الدوار في هذه المضخات على شكل أجزاء تشابه في تكوينها التروس وتدور في حيز كما في السابق ويعمل كل جزء من هذه الأجزاء الصغيرة على نقل كميات من السائل, يستعمل هذا النوع من المضخات في نقل الزيوت.

تصنف المضخات الدورانية إلى :

1- Gear and lobar pumps المضخات الترسية والفلقية.
2- Vane pumps المضخات ذات الريش.
3- Screw pumps.
4- Helix pumps.

المضخات المروحية propeller pumps

المضخات المروحية تستعمل بصورة واسعة في عمليات خلط السوائل ، المضخات من هذا النوع تطبيقاتها تكون في حالات وجود متطلبات لتحريك حجم كبير من المائع مع ضغط منخفض , وغالباً تنحصر استعمالاتها في تصريف مجاري الأمطار وفي المعامل الغذائية , فتطبيقاتها تتعلق بتداول مياه الصرف الناتجة من هذه المصانع.

المضخات من النوع centrifugal pump المستعملة لأغراض معينة هي :

1- Boiler feed pumps

هذا النوع من المضخات مشابه للمضخات متعددة المراحل multistage pumps لكن لها مواصفات لتداول ماء التغذيةfeed water على درجة حرارة عالية.

2- Circulating pumps

هذه مضخة من نوع single stage تستعمل لتدوير الماء للمكثف condenser .... الخ.

3- Extraction pumps.

4- Slurry pump

في كثير من الأغراض الصناعية من الضروري استعمال هذا النوع من المضخات لضخ سوائل تحتوي على كميات كبيرة من العوالق suspended solids.

5- Chemical process pumps

في هذا النوع من المضخات جميع الأجزاء التي تأتي بتماس مع السوائل المسببة للتآكل يجب أن تكون مصنوعة من مواد غير قابلة للتآكل.

6- Food industry pumps

المضخات المستعملة في ضخ المواد الغذائية يجب أن تكون مصنعة من معادن صحية يمكن أجراء عمليات التطهير لها ببساطة وأن تكون ملساء لا تؤوي الميكروبات المرضية وأن تسمح باجراء عمليات التطهير والتعقيم.

القوة الحصانية للمضخات Pumps Horse Power

القوة الحصانية للمحرك Motor horse power

وتشمل الفقدان بسبب عدم كفاءة المضخة والماطور فضلا عن القوة الفعلية اللازمة لتحريك الماء.

$$\text{Motor H.P} = \frac{brake\ H.P}{efficiency\ of\ motor}$$

القوة الحصانية للبدء

كفاءة الماطور

$$= \frac{W * H}{Ep * Em * 4573.2}$$

1 H.P is equivalent to 4573.2 m .kg per second

1 قوة حصانية تكافئ 4573.2

Ep = efficiency of pump كفاءة المضخة

Em = efficiency of motor كفاءة الماطور

H= Total dynamic head العمود الدبناميكي الكلي

W = كمية المادة المضخوخة كغم / دقيقة

(Total dynamic head) H = static head + head loss + velocity head

عمود الرفع التعجيلي +الفقد بسبب الاحتكاك+العمود الاستاتيكي= العمود الديناميكي الكلي

Velocity head = يهمل في حالة المضخات الصغيرة

Static head = المسافة العمودية بين سطح السائل ونقطة خروجه

<u>القوة الحصانية للبدء Brake horse power</u>

وهي القوة التي تسلط على المضخة وتشمل الفقدان المتسبب عن عدم كفاءة المضخة مضاف لها القوة المستعملة في تحريك الماء .

$$\text{Brake H.P} = \frac{W * H}{4573.2 * Ep}$$

Or $\frac{water\ H.P}{effeciency\ of\ pump}$ القوة الحصانية للماء / كفاءة المضخة

القوة الحصانية للماء Water horse power

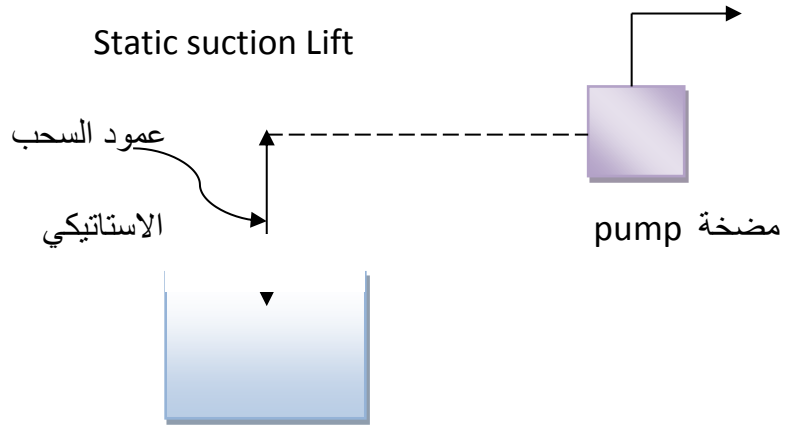
وهي القوة الفعلية المستعملة في تحريك الماء ولا تشمل الفقد في المضخة والماطور

$$\text{Water H.P} = \frac{W*H}{4573.2}$$

هناك بعض الاصطلاحات المستعملة في هذا المجـال

Suction lift عمود السحب أو الارتفاع الماص

هذه الحالة تحصل عندما يكون مصدر التجهيز source of supply أدنى أو تحت مستوى مركز المضخة center line of pump



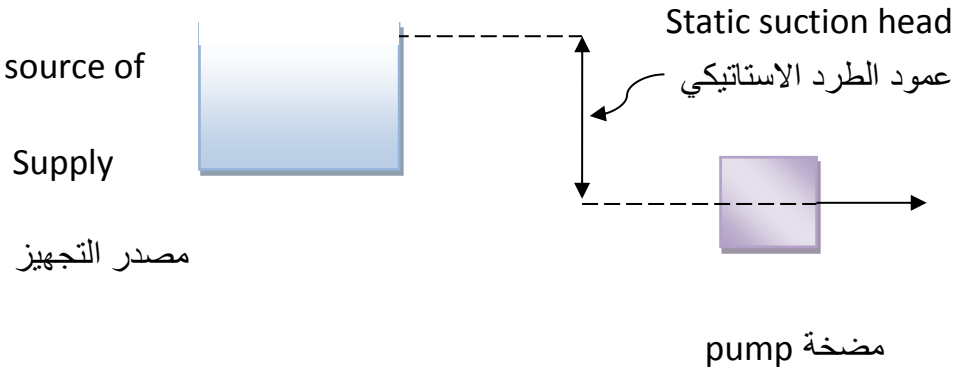
مصدر التجهيز Source of supply

عمود السحب الاستاتيكي Static Suction lift

ويطلق عليه أحياناً بعمود السحب الثابت وهو المسافة العمودية بين سطح الماء أو السائل المراد رفعه أو ضخهُ ومستوى مركز المضخة ويقاس بالقدم أو المتر.

عمود الطـرد Suction head

هذه الحالة تحصل عندما يكون مصدر التجهيز source of supply أعلى من مستوى مركز المضخة center line of pump



عمود الطرد الاستاتيكي Static suction head

وهو المسافة العمودية بين مستوى الماء أو السائل عند نهاية رفعه أو ضخه ومستوى مركز المضخة ويقاس بالقدم أو المتر.

العمود الاستاتيكي الكلي Total static head

وهو المسافة العمودية بين مستوى سطح الماء أو السائل المراد رفعه أو ضخه و مستوى الماء عند نهاية رفعهُ أو ضخه أي أنهُ يساوي عمود السحب الأستاتيكي + عمود الطرد الإستاتيكي ويقاس بالقدم او المتر والشكل يوضح ذلك.

عمود الرفع الديناميكي الكلي Total dynamic head

وهو يساوي العمود الاستاتيكي الكلي total static head مضاف إليه عمود الفقد بالاحتكاك head loss وعمود الرفع التعجيلي velocity head.

H = Total static head + head loss + velocity head

عمود الرفع التعجيلي + عمود الفقد بالاحتكاك + العمود الاستاتيكي الكلي =

عمود السحب الديناميكي الكليTotal dynamic suction lift

وهو المسافة العمودية بالقدم أو المتر من مستوى مركز المضخة إلى مستوى السائل المراد ضخهُ مضافاً له عمود الرفع ألتعجيليvelocity head والفقد بالاحتكاك friction losses في الأنابيب والتوصيلات fittings.

H = static suction lift + velocity head + friction loss

عمود الطرد الديناميكي الكلي Total dynamic suction head

وهو المسافة العمودية بالقدم أو المتر من مستوى مركز المضخة إلى مستوى السائل عند نهاية ضخهُ أو رفعهُ مطروحاً منه عمود الرفع التعجيلي velocity head والفقد بالاحتكاك friction loss في الأنابيب والتوصيلات Fittings

H = static suction head – velocity head – Friction loss

عمود الرفع التعجيلي Velocity head

يطلق عليه السرعة الرأسية ويعرف بأنهُ العمود المسبب بواسطة سرعة الجريان head due to velocity ويعتمد على سرعة السائل بالأنبوب ويعرف كذلك بأنهُ هو المسافة المكافئة أو العمود المكافئ بالقدم أو المتر والذي خلاله الماء يسير لإحراز نفس السرعة ,أو أنه العمود head اللازم لزيادة السرعة. عمود الرفع التعجيليvelocity head عادةً يهمل في المضخات الصغيرة جداً.

عندما تكون فتحات الطرد والسحب مختلفة الأبعاد في المضخات فان عمود الرفع التعجيليvelocity head يكون:

Velocity head = velocity head discharge – velocity head suction

في حالة المضخات الطاردة المركزية يمكن حسابهُ :

$$V.H = \frac{u^2}{2g}$$

u = velocity m/S السرعة

g = accelerate in due to gravity التعجيل بسبب الجاذبية

$$V.H = \frac{u^2}{2*32.2}$$

$$V.H = \frac{u^2}{64.4} \text{ Ft}$$

وأيضاً يمكن حسابه باستعمال القانون الآتي :

$$V.H = \frac{0.408*gpm}{d^2}$$

d = diameter of pipe قطر الأنبوب

gpm = عدد الكالونات في الدقيقة

Head loss أو Friction loss عمود الفقد بالاحتكاك

أثناء جريان السوائل أو الماء داخل الأنابيب يحصل فقد في عمود الرفع نتيجة الاحتكاك بين السائل وجدران الأنابيب , وهذا الفقد يعتمد على طول الأنبوب وقطره وعلى درجة خشونة سطحهُ الداخلي ونعومتة وعلى سرعة السائل ونوع الجريان وعدد التوصيلات ونوعها. وتوجد قوانين خاصة يستعان بها في حساب الفقد نتيجة الاحتكاك

$$hf = \frac{4fLu^2}{2dg}$$

كذلك الفقد الناتج من التوصيلات يحول إلى ما يعادلها أو يكافئها من طول ثم تجمع مع طول الأنبوب ثم يحول إلى ما يعادله من عمود فقد بالاحتكاك.

وقد تم التطرق لهذا الموضوع بصورة تفصيلية (راجع صفحة 280) .

عمود الضغط Pressure head

هو تحويل الضغط إلى ما يساويه من ارتفاع أو عمود مقدراً بالقدم أو الأمتار او يعرف بأنه مقدار الضغط الناتج من سائل محول إلى ما يساويه من ارتفاع بالأقدام أو الأمتار.

باوند / أنج2 = 31□2 قدم ارتفاع أوعمود

مثــال (1)

ما مقدار عمود الـضغط Pressure head إذا كان الضغط (25 psig).

25 psig * 2.31 Ft = 57.8 Ft

عمود الضغط 57.8 Ft * 0 .3048 = 5.3m

الضغـط Pressure

هو القوة المسلطة على وحدة المساحة السطحية , ومن وحدات الضغط المستعملة هي psig وهي شائعة في المعامل ونعني بها باوند / انج2 (lb per inch^2) ,وكذلك تستعمل وحدة كغم /سم2 (kg/cm^2) وكذلك من الوحدات الشائعة هي (KN/m^2) وأيضاً (bar)

مثــال (1)

ماذا يعني ان الظغط هو (40) كغم /سم2.

نعني قوة مقدارها (40) كغم /سم2 مسلطة على كل سم2 من المساحة

مثــال (2)

حول (30 psig) إلى (kg/cm^2) .

1 inch = 2.54 cm /inch

1 kg = 2.2 lb / kg

$$p=\frac{30\ lb\ /inch^2\ /2.2\ lb/kg}{1*(2.45)^2 cm^2/inch^2}$$

$$p=\frac{30\ lb\ /inch^2}{2.2lb/kg*(2.45)^2 cm^2/inch^2}$$

$$p=\frac{30}{2.2*6.25}\ \ kg/cm^2$$

مثال (3)

حول $6\ kg/cm^2$ إلى psig .

$$p=\frac{6\ kg/cm^2\ *2.2lb/kg}{1/(2.54)^2 cm^2/inch^2}$$

$= 6\ kg / cm^2 * 2.2\ lb /kg * 6.25\ cm^2 * 6.25\ cm^2 / inch^2$

$= lb / inch^2 = psig$

الضغط الجوي Atmospheric pressure

هو وزن عمود من الهواء (كغم أو باوند) المحيط بالارض على وحدة المساحة (سم^2 أو انج^2) .

او هو مقدار الضغط الذي يسلطه عمود من الهواء على وحدة المساحة .

الضغط الجوي = 14,7 باوند / انج^2

= 1,033 كغم / سم^2 = 1 كغم / سم^2

أو

= 34 قدم (كارتفاع عمود من الماء)

= 10,33 م (كارتفاع عمود من الماء)

أو

= 30 انج (كارتفاع عمود من الزئبق)

= 76 سم (كارتفاع عمود من الزئبق)

الضغط المقاس Gauge pressure

وهو مقدار الضغط المسلط على وحدة المساحة والذي يزيد عن الضغط الجوي , وهذا الضغط هو الذي يقاس بواسطة مقاييس الضغط والتي تبين مقدار الضغط الذي يزيد عن الضغط الجوي, ويسمى الضغط الذي تقرأه أجهزة قياس الضغط بالضغط المقاس Gauge pressure , ويقدر بالباوند /انج^2 او كغم / سم^2 .

مثال (1)

مرجل بخاري boilerمقدار الضغط المقاس (100) كغم /سم2 ماذا يعني :

يعني أن قوة مقدارها (100) كغم /سم2 مسلطة على كل سم^2 بخار أكثر من الضغط الجوي الاعتيادي .

الضغط المطلق Absolute pressure

وهو مقدار الضغط المقاس مضاف إليه مقدار الضغط الجوي

Absolute pressure = Gauge pressure + atmospheric pressure

مثال (1)

مقدار ضغط بخار الماء المقاس بالمرجل هو (100 kg/cm^2) ما مقدار الضغط المطلق

الضغط الجوي الاعتيادي = 1.033 kg/cm^2

Absolute pressure = 100 + 1.033

= 101.033 kg/cm^2

الضغط الفراغي Vacuum pressure

إذا كان الضغط اقل من الضغط الجوي يسمى ضغطا فراغيا , والضغط المطلق في حالة الفراغ هو عبارة عن الناتج من طرح ضغط الفراغ من الضغط الجوي .

سعة المضخات المكبسية ذات الإزاحة الموجبة Capacity of positive displacement piston pump

$$Gpm = \frac{A*L*N*E}{231*100}$$

A=Area of piston $(inch)^2$or cm^2 مساحة المكبس

$A=r^2 * \pi$

L= length of strokes طول المسافة التي يتحركها المكبس

N= number of discharge strokes per minutes

عدد ضربات المكبس بالدقيقة

E= volumetric efficiency in percentage

الكفاءة الحجمية للمضخة

$231(inch)^3$ = 1 gallon

1 gallon = 8.335 pound of water باوند ماء

1 pound = 0.4536 Kg

gpm = gallon per minute غالون بالدقيقة

سعة المضخات الطاردة المركزيةcapacity of centrifugal pump

توجد علاقة بين كمية السائل أو الماء المضخوخ (gpm) ونصف قطر الأنبوب (R) الذي يخرج منه السائل. يمكن حساب السعة بصورة تقريبية للمضخات نوع centrifugal pump

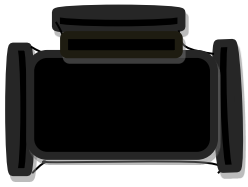
التوصيلات المائية pipe fitting

1. عكس elbow

يحوي طرفين تسنن كل منها بطن ويستعمل عندما يراد تغيير اتجاه مجرى الماء بزاوية قائمة.

2. تقسيم T : Tee

يحوي ثلاثة أطراف تسنن بطن, ويستعمل أما لتغيير مجرى الماء بشكل عمودي على اتجاه مصدر الماء , أو يستعمل أحد الطرفين لتغيير مجرى الماء بشكل عمودي على المصدر والطرف الأخر في نفس اتجاه المصدر وذلك حسب طريقة الربط.

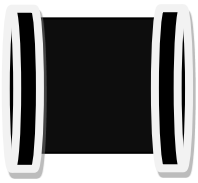


3. سبيل : street elbow

يحوي طرفين تسنن أحدهما بطن والآخر ظهر, ويستعمل لتغير مجرى الماء بزاوية قائمة بين توصيلتين تحوي أحدهما على سن ظهر والآخر بطن وسمي بالسبيل لأن شكله الخارجي شبيه بالغليون .

4. صمونة : coupling

قطعة أسطوانية مستقيمة يحوي طرفاها على سن بطن, أي تستعمل للربط بين توصيلتين سنهما ظهر دون تغيير اتجاه مجرى الماء.

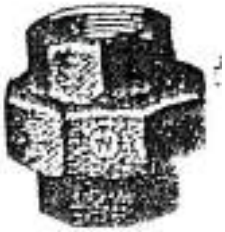


5. بوشة : Bushing

قطعة لها طرفان قد يكون تسنن أحدهما ظهر والآخر بطن , أو يكون الطرفان مسننين بنفس النوع من التسنن إلا إن قياس أحد الطرفين يختلف عن الثاني, وعليه فهي تستعمل عندما يراد تغيير قياس التوصيلات يقال مثلاً بوشة قياس 1/2 * 3/4 وهذا يعني قياس أحد الطرفين 1/2 أنج والقياس الآخر 3/4 انج

6. يونيون : union

يستعمل اليونيون في الربط بين وصلتين ثابتتين تسننها ظاهر , أي يقوم بتوحيد هاتين الوصلتين, ويحتوي على ثلاث قطع أثنين منهما جانبية تحوي أحدهما على سن بطن يربط بين الظهر للوصلة الثابتة أما القطعة الجانبية الثانية فلها تسننان أحدهما بطن يربط بسن ظهر للوصلة الثابتة الأخرى وتسنن الآخر ظهر يستعمل لربط القطعة الثالثة الحلقية المحتوية على سن بطن الموجودة بين القطعتين الجانبيتين .



7. تقسيم زاوية :

يحوي ثلاثة أطراف تسننها بطن متعامدة على بعضها ويستعمل لتغيير مجرى الماء باتجاهين متعامدين على اتجاه مصدر الماء .

8. تقسيم مربع أو صليب :

ويكون على شكل + أطرافه الأربعة تسننها بطن ويستعمل عندما يراد تغيير مجرى الماء الرئيس وتوزيعه بشكل عمودي في اتجاهين متعامدين على بعضهما أحدهما يمثل امتداد مجرى الماء الرئيس .

9. درسك :

وهو وصلة أنبوبية منحنية على شكل زاوية قائمة ، كل طرف من طرفيها يحوي سن ظهر عمله يشبه عمل العكس والسبيل إلا أنه يستعمل مع التوصيلات المائية التي تحوي على سن بطن.

10. زبانة :

قطعة مستقيمة تسنن طرفاها ظهر وفي منتصفها صامولة سداسية تستعمل في الربط وعليه تستعمل الزبانة للتوصيل بين توصيلتين تسننها بطن ويبقى مجرى الماء بالاتجاه نفسه.

11. مقاوجة :

وهي قطعة أنبوبية يتراوح طولها بين 15-25 سم يحوي طرفاها على سن ظهر إلا أن مدى تسنن أحد الطرفين يكون كبيراً لأحتواء قطعتين من الجك نت وبقاء تسنن في هذا الطرف يكفي لربط توصيلة فيه أما الطرف الآخر فطول تسننه اعتيادي.

تستعمل المقاوجة للتوصيل بين خزان الماء العلوي وأنبوب التغذية أو أنبوب التصريف إذ كان موقع الخزان قريباً من هذين الأنبوبين.

12. جكنت : LOCK NET

وهي صامولة سداسية تسننها بطن تستعمل لأحكام المقاوجة بجدار الخزان أو لأحكام الحنفية في موضعها على المغسلة أو السنك.

13. بلك : plug

يستعمل لغلق مجرى الماء عند عدم الحاجة اليه, وهو قطعة معدنية أحد طرفيها يحوي صامولة رباعية تستعمل لغرض الشد أو الفتح والطرف الأخر يكون مسنناً أما بسن ظهر لغلق مجرى الماء الذي تسننه بطن واما بسن بطن لغلق مجرى الماء الذي تسننه ظهر

.

14. قفل أبو الواشر:

يستعمل في غلق مجرى الماء أو فتحه ، وتتحكم في ذلك حشية (واشر) مثبتة بنهاية ذراع ملولب ينتهي باليدة ، فعند ادارة اليدة باتجاه عقرب الساعة تنزل الحشية حتى تستقر على مقعدها وتغلق مجرى الماء والعكس بالعكس. يراعى في تركيب هذا القفل اتباع اتجاه السهم المثبت عليه الذي يمثل سريان الماء ولا يجوز ربطه بالعكس لأن الحشية تستقر على مقعدها حتى عند رفع اليدة ويقوم ضغط الماء الجاري برفعها عن مقعدها أثناء مروره.

15. قفل أبو الباب :

استعماله يشبه استعمال القفل السابق ولكن الجزء الفعال فيه بوابة تتصل من الأعلى بالذراع الملولب ذي اليدة. فعند إدارة اليدة بعكس اتجاه عقرب الساعة ترتفع البوابة القرصية ويسري الماء. إن هذا القفل يسمح بالتركيب بأي اتجاه.

16. قفل أبو الطوبة:

يتكون الجزء الفعال فيه من كرة معدنية (طوبة) مفتوحة من وسطها بشكل أسطواني. تتصل الكرة بذراع غير ملولب ينتهي باليدة فعند إدارة اليدة باتجاه الأنبوب فأن فتحة الكرة تكون بامتداد وصلتي الأنبوبين وعندها يسري الماء, وعند تغيير اليدة

بشكل قائم على مجرى الماء فان فتحة الكرة تكون عمودية على مجرى الماء, أي أن وصلتي الأنبوبين تقابلان الجزء الصلد للكرة وعندها تغلق مجرى الماء.

17. الحنفيات:

تستعمل في حالة الرغبة باستعمال الماء كمصدر مباشر ، وتحوي في داخلها على جزء فعال قد يكون حشية (واشر) بشكل مشابه للقفل رقم 16 وهي المستعملة في المنازل .
التاريخ :