٣- الشغل المنجز بواسطة الدفاعة (السرعة الدوامية x السرعة المماسية)

$$W = \ v_{w1} \times v_1 (N.m), \ \ OR \ \ \ W = \frac{v_{w1} \times v_1}{g} (kg.m)$$

أما الشخص الجالس عند مدخل الدفاعة فانه يدور معها بسرعة مماسة(v) في الاتجاه المماس للدائرة التي نصف قطرها $\frac{d}{2}$ وعليه فهو لا يرى المائع داخلا للدفاعة بسرعته المطلقة (V)وانما يراه داخلا الدفاعة في الاتجاه النسبي بسرعة v_r وهي محصلة المتجهين $(v \ , V)$ كما هو مبين في مثلث السرعة عند مدخل الدفاعة ويمكن حساب بيانات السرع عند مدخل الدفاعة كما يلي:

١- السرعة المماسة عند مدخل الدفاعة $v = \frac{d}{d_1} \times v_1 \left(\frac{m}{s}\right)$

d: قطر الدفاعة الداخلي

٢- السرعة العمودية لجريان المائع عند مدخل الدفاعة بالاتجاه النصف قطري $v_f = v \ tan\theta$

حيث θ : زاوية ميل ريش الدفاعة عند المدخل

تصريف المضخة الطاردة المركزية (Q) Discharge

هو حاصل ضرب المساحة المحيطية عند مخرج الدفاعة في السرعة العمودية لهذه المساحة (السرعة في الاتجاه النصف قطري)

المساحة المحيطية عند مخرج الدفاعة $2\pi\ \mathrm{R_1 b_1}$

حيث $\mathrm{R_1}$: نصف قطر الدفاعة عند المخرج

$\mathrm{b_1}$: عرض الدفاعة عند المخرج

تصريف المضخة $Q = 2\pi\ \mathrm{R_1 b_1} \times v_{f1} = \pi\ \mathrm{d_1 b_1} \times v_{f1}$

القدرة المطلوبة لأدارة المضخات الطاردة المركزية (P):

وتسمى بالقدرة الحصانية المزودة الى عمود ادارة المضخة ويتم حسابها بطريقتين :

١- بالاعتماد على الشحنة المانومترية ($\mathrm{H_m}$) وهي الشحنة الحقيقية التي يجب على المضخة التغلب عليها

$$\mathrm{P} = \frac{\rho Q \times \mathrm{H}_m}{75 \times \eta_o}\ \left(\mathrm{h_p}\right)$$

$$\mathrm{h_p} = 0.746\ KW = 746\ Watt$$

η_{o} : الكفاءة الكلية

٢- بالاعتماد على مخطط مثلث السرعة :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{كتلة المائع المصروف في الثانية (التصريف الكتلي)} \times \text{الشغل المنجز لكل كغم ماء}}{75}$$

$$\mathrm{P} = \rho Q \times \frac{W}{75} \implies \mathrm{P} = \frac{\rho Q \times V_{w1} \times v_1}{75 \times g}\ \left(h_p\right)$$

كفاءة المضخة الطاردة المركزية: Efficiencies of a centrifugal pump

١- **الكفاءة المانومترية** η_{man}: هي النسبة بين الشحنة المانومترية والشحنة المتولدة الحقيقية (الشغل المنجز) في الدفاعة.

$$\eta_{man} = \frac{\mathrm{H}_m}{\frac{V_{w1} \times v_1}{g}}$$

٢- **الكفاءة الميكانيكية** η_m: هي النسبة بين الطاقة المزودة لوحدة الزمن للمائع بواسطة الدفاعة والطاقة المزودة من عمود الإدارة إلى الدفاعة نفسها (القدرة اللازمة لإدارة المضخة).

$$\eta_m = \frac{P_{implller}\ (h_P)}{P(h_P) of\ prime\ mover}$$

٣- الكفاءة الكلية η_o: هي النسبة بين الشغل المبذول بواسطة المضخة لرفع الماء وبين الطاقة المزودة إلى عمود إدارة المضخة.

$$\eta_o = \frac{\frac{M.H_m}{75}}{P(h_P) of\ prime\ mover}$$

M :كتلة المائع المصروف في الثانية يساوي:

$$M = \rho \times Q = \pi \rho d b v_f = \pi \rho d_1 b_1 v_{f1}$$

تأثير تغيير سرعة الدفاعة وقطرها على أداء المضخة الطاردة المركزية:

في بعض الأحيان يكون من الضروري تغيير السرعة الدورانية وقطر الدفاعة الأساسية المصممة لغرض الحصول على التصريف والشحنة والقدرة الملائمة ، لذا يفترض اجراء التعديلات التالية للحالة الجديدة وهي كما يلي:

١ـ تأثير تغيير سرعة الدفاعة :

N : السرعة الدورانية المصممة الأساسية rpm

N_1: السرعة الدورانية الملائمة للحالة الجديدة المطلوبة

Q : تصريف المضخة المصممة للسرعة N

Q_1: التصريف الملائم للحالة الجديدة المطلوبة مع السرعة N_1

H: الشحنة مع السرعة N

H_1: الشحنة الملائمة للحالة الجديدة المطلوبة مع السرعة N_1

P: القدرة المصممة لأدارة المضخة مع السرعة N

P_1: القدرة الملائمة للحالة الجديدة المطلوبة مع السرعة N_1

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{N}{N_1} \quad , \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{N}{N_1}\right)^2 \quad , \quad \frac{P}{P_1} = \left(\frac{N}{N_1}\right)^3$$

٢- تأثير تغيير قطر الدفاعة :

d : القطر الخارجي المصمم الأساسي

d_1: القطر الخارجي الملائم للحالة الجديدة المطلوبة

Q: تصريف المضخة المصمم مع القطر d

Q_1: التصريف الملائم للحالة الجديدة المطلوبة مع القطر d_1

H : الشحنة مع القطر d

H_1 : الشحنة الملائمة للحالة الجديدة المطلوبة مع القطر d_1

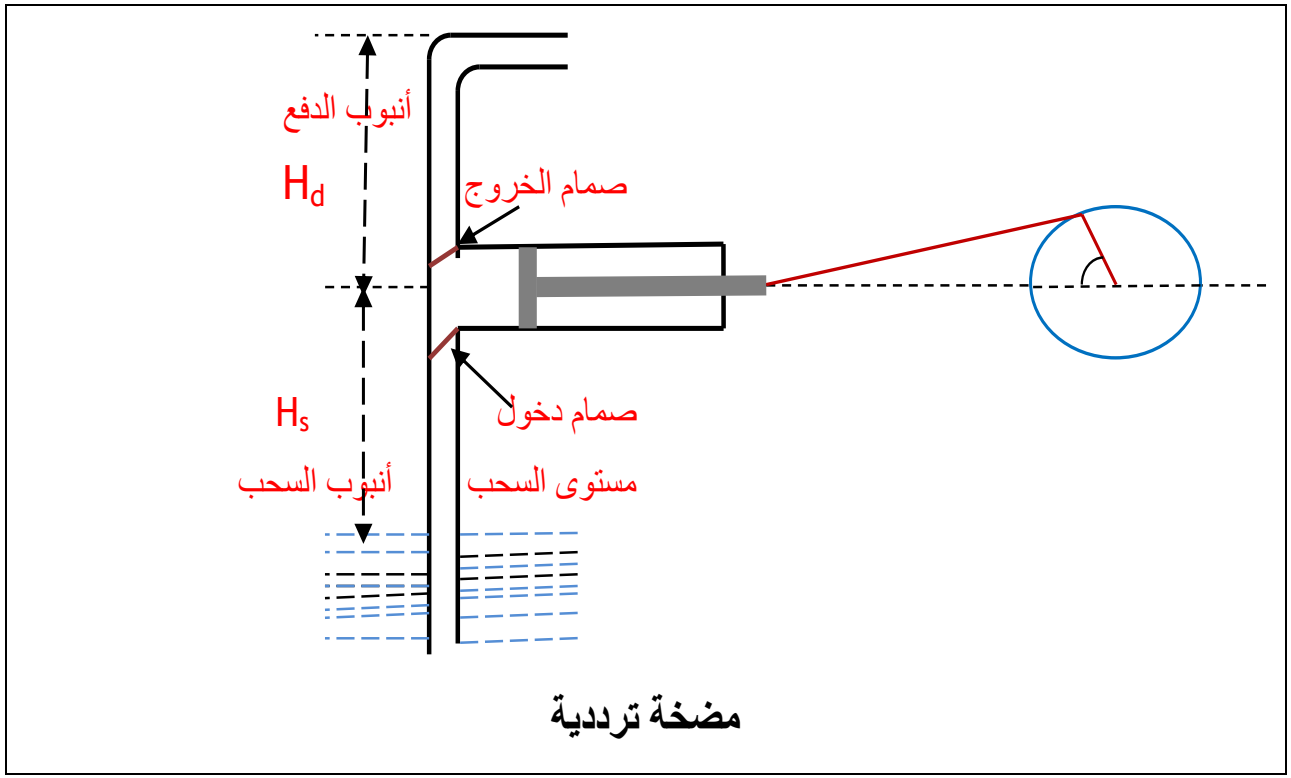
P:القدرة المصممة لإدارة المضخة مع القطر d

P_1 : القدرة الملائمة للحالة الجديدة المطلوبة مع القطر d_1

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{d}{d_1} \quad , \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{d}{d_1}\right)^2 \quad , \quad \frac{P}{P_1} = \left(\frac{d}{d_1}\right)^3$$

ثانياً : مضخات الإزاحة الموجبة (الايجابية) : وتنقسم الى :

١- مضخات ترددية :



مضخة ترددية

وتتكون من مكبس يتحرك داخل اسطوانة بحركة ترددية عن طريق عمود المرفق والذي يدور بواسطة محرك بسرعة منتظمة وتبعا لهذه الحركة يتولد شوطان الأول للسحب والثاني للدفع فعند شوط السحب يتحرك المكبس الى الخارج في نصف دورة لعمود المرفق وفي هذه الحالة يحدث تخلخل في الضغط داخل الأسطوانة فينفتح صمام السحب أوتوماتيكيا ويتمكن السائل تحت تأثير الضغط الجوي على سطح المصدر المغذي للسائل من الارتفاع داخل أنبوب السحب وملئ الأسطوانة. أما في شوط الدفع فيتحرك المكبس الى الداخل في نصف دورة المرفق الثانية وفي هذا الأثناء يغلق صمام السحب ويفتح صمام الدفع بتأثير دفع السائل في الأسطوانة ويستمر صمام الدفع مفتوح حتى نهاية هذا الشوط حيث يغلق تحت تأثير التخلخل الذي يبدأ مع شوط السحب وتأثير ضغط السائل في أنبوب الدفع ، وتتكرر هذه الدورة مع كل دورة من دورات عمود المرفق ويكون حجم السائل الخارج إلى أنبوب الدفع في كل دورة مساويا لحجم الاسطوانة.

أنواع المضخات الترددية : وتصنف على أساس ما يلي :

أولاً: حسب طريقة فعلها وتأثيرها على الماء :

١- مضخات مفردة الفعل، ٢- مضخات مزدوجة الفعل

ثانياً: حسب عدد اسطواناتها :

١- مضخات مفردة الأسطوانة، ٢- مضخات ثنائية الأسطوانة، ٣- مضخات ثلاثية الأسطوانة... وهكذا

مقارنة بين المضخات الطاردة المركزية والمضخات الترددية

ت	المضخة الطاردة المركزية	المضخة الترددية
١-	بسيطة في التركيب لقلة عدد أجزائها	معقدة التركيب لكثرة عدد أجزائها
٢-	الوزن الكلي للمضخة قليل لتصريف معين	الوزن الكلي كبير لهذا التصريف
٣-	ملائمة لتصريف كبير ضد شحنة واطئة	ملائمة لتصريف صغير ضد شحنة عالية
٤-	تحتاج الى مساحة صغيرة مع قاعدة بسيطة	تحتاج الى مساحة كبيرة مع قاعدة ثقيلة
٥-	قليلة التآكل والتشقق	كثيرة التآكل والتشقق
٦-	تكاليف الصيانة واطئة	تكاليف الصيانة عالية
٧-	يمكن استخدامها لضخ الماء الوسخ	لا يمكن استخدامها لضخ الماء الوسخ
٨-	تعمل بسرعات عالية	لا تعمل بسرعات عالية
٩-	تصريفها مستمر	تصريفها متذبذب
١٠	لا تحتاج الى غرفة هوائية	تحتاج الى غرفة هوائية أحياناً
١١-	الضغط على العمود المرفق منتظم	الضغط على العمود المرفق غير منتظم
١٢-	تشغيلها بسيط جدا	تشغيلها يحتاج الى عناية
١٣-	كفاءتها منخفضة	كفاءتها عالية

التصريف والقدرة المطلوبة لإدارة المضخات الترددية :

$$Q = \frac{LAN}{60}\left(\frac{m^3}{s}\right)$$ تصريف مضخة ترددية مفردة الفعل

$$Q = 2\frac{LAN}{60}\left(\frac{m^3}{s}\right)$$ تصريف مضخة ترددية مزدوجة الفعل

L : طول الشوط (m)
A : مساحة مقطع المكبس (m^2)
N : عدد دورات عمود المرفق (r p m)
r : نصف قطر المكبس (m)

$P_{th} = \frac{M(H_s+H_d)}{75}(h_p)$ القدرة الحصانية النظرية لادارة المضخة الترددية

H_s: ارتفاع محور الاسطوانة عن سطح السائل (m)
H_d : ارتفاع مخرج أنبوب الدفع عن محور الاسطوانة (m)
M:وزن المائع المدفوع بالثانية

$$\eta = \frac{P_{th}}{P_{act}}$$ كفاءة المضخة الترددية

$$M = \rho Q = \frac{\rho \times LNA}{60}\left(\frac{kg}{s}\right)$$ وزن الماء المدفوع بالثانية

أو معدل التدفق الوزني

$W = M(H_s + H_d)$ الشغل المنجز بالثانية
L A : حجم الماء المدفوع في الشوط الواحد