شركة الصرف الصحى
للقاهرة الكبرى

شركة المقاولون العرب لتشغيل
وصيانة المرافق والخدمات

مشروع التدريب على أعمال التشغيل والصيانة بمحطتى معالجة مياه الصرف الصحى والرى بحلوان - عقد ٥

الدورة التدريبية عن

تشغيل وصيانة مضخات الرفع الحلزونية

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-10(A)

نوفمبر ٢٠١٠

المحتويـــات

الفصل الأول: نبذة تاريخية عن المضخات الحلزونية	**١ - ١**
مقدمـــــة	١ - ١
المضخات الحلزونية	١ - ٢
المضخات المفتوحة	١ - ٣
المضخات المغلقة	١ - ٤
الفصل الثانى: تصنيف المضخات	**٢ - ١**
مقدمـــــة	٢ - ١
المضخات الديناميكية الدوارة	٢ - ١
مضخات الإزاحة الموجبة	٢ - ٤
محددات الأداء	٢ - ٨
تقسيم المضخات طبقا لمحددات الأداء	٢ - ٨
الفصل الثالث: خصائص مضخات الرفع الحلزونية	**٣ - ١**
مقدمة	٣ - ١
خصائص المضخات الحلزونية	٣ - ١
الفصل الرابع: مكونات مضخات الرفع الحلزونية	**٤ - ١**
عامود المضخة	٤ - ١
الريش أو الحلزونات	٤ - ١
أقراص النهايات	٤ - ١
أعمدة المحاور	٤ - ٢
كراسى التحميل	٤ - ٢
الكرسى السفلى	٤ - ٢
بيت المضخة	٤ - ٤

الفصل الخامس: العوامل المؤثرة على تصرف مضخة الرفع الحلزونية ٥-١
كمية التصرف ٥-١
التوزيع المتساوى للتدفق على المضخات ٥-٤
منحنيات أداء المضخة ٥-٤

الفصل السادس: تشغيل مضخات الرفع الحلزونية ٦-١
مقدمـــــــة ٦-١
احتياطات التشغيل بعد الصيانة ٦-٣
ترتيب إدارة المضخة ٦-٥
تسجيل بيانات التشغيل ٦-٧
مشاكل التشغيل والتغلب عليها ٦-٨

الفصل السابع: ملحقات مضخات الرفع الحلزونية ٧-١
صندوق التروس ووصل الازدواج ٧-١
مانع الدوران العكسى ٧-٢
وصل الازدواج ٧-٣
وصلة الازدواج المرنة ٧-٣
طلمبات الشحم ٧-٤

الفصل الثامن: أعمال الصيانة الدورية ٨-١
مقدمة ٨-١
الواجبات اليومية للمشغلين ٨-١
أعمال التزييت والتشحيم ٨-٣
ملاحظات عند إجراء الصيانة الدورية ٨-٤
دراسة حالة ٨-٧

الفصل التاسع: مخاطر العمل فى منشآت المياه والصرف الصحى ٩-١
مقدمة ٩-١
المخاطر الطبيعية ٩-١
المخاطر الكهربية ٩-٣

المخاطر الميكانيكية ٩-٤
المخاطر البيولوجية ٩-٩
المخاطر الكيميائية ٩-١٤
مخاطر تداول الكلور ٩-١٨
مخاطر العمل فى الأماكن المغلقة ٩-٢٦

تقديـــــم

يهدف مشروع تطوير قطاع مياه الشرب والصرف الصحى للمدن الثانوية فى مصر، والممول من الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، إلى تنفيذ أعمال التطوير والتوسع والدعم المؤسسى لمرافق مياه الشرب والصرف الصحى فى بعض المراكز الحضرية المنتقاة والآهلة بالسكان فى مصر، بحيث تكون هذه المرافق نماذج ناجحة يمكن نقل الخبرة منها إلى مدن مصرية أخرى. وتشمل المراكز الحضرية المنتقاة سبع مدن هى كوم أمبو ونصر ودراو بمحافظة أسوان، وشرم الشيخ ونويبع بمحافظة جنوب سيناء، والمنصورة بمحافظة الدقهلية، ثم مدينة الأقصر.

يتكون المشروع من شقين الأول هندسى والثانى مؤسسى. يشمل الشق الهندسى تطوير البنية الأساسية لأنظمة مياه الشرب (إنتاج وتوزيع) والصرف الصحى (تجميع ومعالجة) بحيث يمكن تشغيلها بكامل طاقتها التصميمية. وتتضمن أعمال التطوير مشروعات للتجديد والإحلال وأخرى لإنشاءات جديدة. أما الشق المؤسسى أو ما يسمى بخدمات التطوير المؤسسى فهو المساعدة على تحقيق التحول نحو الشكل المؤسسى المستهدف وهو الهيئات الاقتصادية لمياه الشرب والصرف الصحى، التى تتميز بالاستقلالية الإدارية واستمرارية الأداء المتميز والجدوى المالية.

إن الغاية من خدمات التطوير المؤسسى لمشروع المدن الثانوية هى تحويل خدمات مياه الشرب والصرف الصحى فى المدن المستهدفة إلى مرافق موجهة لخدمة المستهلك. وبما يؤهل هذه المرافق للحصول على الإيرادات اللازمة لتشغيلها من العملاء أنفسهم مقابل تقديم الخدمة.

ستنفذ خدمات التطوير المؤسسى للمشروع على مدى تسع سنوات تنتهى عام ٢٠٠٤ وذلك على مرحلتين: المرحلة الأولى ومدتها ثلاث سنوات تم خلالها إعداد الخطط التنفيذية لتطوير المرافق، وتنفيذ الخطوات الأولى منها؛ والمرحلة الثانية ومدتها ست سنوات يتم خلالها تنفيذ الخطط والبرامج وإنجاز أهداف استقلالية المرافق وقدرتها على استعادة التكلفة.

بدأت المرحلة الأولى للمشروع عام ١٩٩٥، وجرى خلالها تقييم الوضع الحالى ووضع الخطط التنفيذية. شمل ذلك وضع خطة لتدريب المسئولين بالمدن الثانوية المستهدفة، وتعتبر هذه الخطة أحد المكونات الأساسية للمشروع. كما أعطى القرار الجمهورى رقم ٢٨١ لسنة ١٩٩٥، الصادر بإنشاء

الفصل الأول

نبذة تاريخية عن المضخات الحلزونية

الفصل الأول

نبذة تاريخية عن المضخات الحلزونية

مقدمـــة

يشهد التاريخ أن أول من استخدام المضخة الحلزونية كان قدماء المصريين. حيث لجأوا إليها كطريقة لرفع الماء من الترع والأنهار إلى منسوب الأراضي الزراعية وكانت المضخة تتكون من ساق لولبية محاطة بأنبوب مياه أسطوانى مناسب محكم الغلق.

حيث تغمس أحد نهايات الآلة فى الماء، وتدار الآلة بأكملها فتدور المياه مع ساق اللولب متجهة إلى أعلى فى اتجاه محور الآلة لتخرج من أعلى وتبدو كما لو كانت دلوا يتحرك باستمرار.

وقد نسب هذا النوع من المضخات إلى أرشميدس الذى عاش فى الفترة من ٢٨٧ إلى ٢١٢ ق.م علما بأن الثابت عمليا أن المصريين قد عرفوا هذا النوع من المضخات واستخدموه قبل عصر ارشميدس بأكثر من قرن من الزمان، إلا أن التسمية جاءت نظرا لقيام ارشميدس باستخدام الفكرة عمليا فى بعض الآلات وقام بتطبيقها فى كثير من المجالات الهندسية.

وتسمى هذه الآلة فى مصر بالطنبور أو الطنبورة ولا زالت تستخدم حتى الآن فى صعيد مصر وفى بعض الدول العربية الأخرى.

وفى مصر تدار الآلة أو الطنبورة يدويا، وانتقلت الفكرة بعد ذلك إلى بعض الدول الأخرى مثل هولندا ولوكسمبورج والتى يدار بها الحلزون عن طريق الطواحين الهوائية.

وقد استعمل حلزون أرشميدس النموذجى الذى استخدام فى هولندا من خشب البلوط وكان قطرة حوالى ١,٥ متر ويدور بسرعة ٤٠ إلى ٥٠ ل/د ويرفع الماء لمسافة ٣,٥ أمتار تقريبا ليرفع كمية من الماء قدرها ٤٠,٠٠٠ لتر كل دقيقة تقريبا وتستخدم نفس الفكرة فى تطبيقات عديدة منها:

- مفرمة اللحمة.
- الحفارات العميقة التى تقوم بإزالة التربة غير المرغوب فيها أثناء عملية حفر الأرض حيث يعمل الحلزون كناقلة للأتربة.

المضخات الحلزونية وهى مضخات ضخمة غير قابلة للانسداد، تعمل لرفع الكميات الضخمة من المياه عندما يكون الرافع المطلوب قليلا من ٧ إلى ٨ أمتار، كما أن لها القدرة الفائقة على رفع المياه مهما احتوت على مخلفات صلبة أو عوالق لذلك فهى لا تحتاج إلى شبك حجز رواسب لحمايتها كباقى محطات الرفع المستخدم فيها أنواع أخرى من المضخات.

وتنقسم المضخات الحلزونية إلى نوعين رئيسين هما:

- النوع المفتوح (Open Screw) والذى يدور داخل المجرى.
- النوع المغطى (Enclosed Type) وبه يدور الحلزون أو المضخة والغلاف الاسطوانى الحاوى لها معاً.

وتمتاز هذه النوعية من المضخات بأنها متغيرة التصرف عند سرعة ثابتة حيث يعتمد معدل التصرف على ارتفاع منسوب المياه بالبيارة- طبقا للتصميم. ومن عيوبها:

- الآثار البيئية والصحية غير المرغوب فيها مثل الروائح، الغازات الضارة المتبقية من مياه الصرف الصحى والناجمة عن البيارة المكشوفة.
- التكلفة العالية (التكلفة المبدئية/ إنشاء/ مهمات...الخ). (Fixed Cost).

لذلك عند مقارنتها بباقى الأنواع من ناحية التكلفة المبدئية يجب مقارنة النظام ككل بما يشمله من:

- المواسير/ المص/ خطوط الطرد/ مهمات/ غرف....الخ.
- البيارة الجافة أو المبتلة المطلوبة فى كل نظام.
- نظام حجز الرواسب ومدى الحاجة إليه.
- القطع المخصوصة من صمامات/ صمامات عدم الرجوع غرف.
- نظام التحكم فى التصرف، من خلال تغيير سرعة الدوران أو أى نظام آخر.
- تكلفة التشغيل والصيانة على المدى الطويل (عشرين سنة على الأقل).

المشغلين لنظام المضخات الحلزونية لا يجدون أى عناء فى تشغيلها أو صيانتها خاصة إذا تم تركيبها بالطريقة الصحيحة والمناسبة.

المضخات المفتوحة

تتكون المضخات المفتوحة (Open Screw Pump) أساسا من:

- اسطوانة مركب عليها الريشة الحلزونية وهذه الاسطوانة تصمم بحيث تتحمل عزم الدوران المطلوب ولذا فهى تسمى أحيانا (Torque Tube).
- كرسى بللى سفلى- مغمور فى الماء.
- كرسى بللى علوى من النوع (Radial and Thrust bearing).
- مخفض سرعة (Gear Reducer).
- محرك كهربى ذو سرعة ثابتة.
- مجرى أو حوض (Trough) تدور بداخلة المضخة.
- حدود السرعة من ٢٠ لفة/ دقيقة بالنسبة للمضخات الضخمة إلى ٧٥ لفة/ دقيقة للمضخات الصغرى.
- تمر المياه داخل المجرى إلى الحلزون وتسير بالفتحات البينية ويساعدها فى ذلك دوران الحلزون أو المضخة- المركبة بدرجة ميل من ٢٥ إلى 30° على الأفقي- لتصعد المياه من أسفل الحوض إلى المصب.
- يتم دهان الريش الحلزونية بالمواد الايبوكسية المناسبة والتى تقاوم الصرف الصحى.

- يمكن عمل الحوض (Trough) من الصلب وذلك فى المحطات الصغرى أو فى أغراض خاصة ولكن المجرى الخرسانى هو الأكثر انتشار خاصة فى محطات الصرف الصحى.
- تدار المضخات الصغرى بواسطة محرك كهربى عن طريق مجموعة سيور (Vee Belts). ولكن فى المحطات الكبرى (أكبر من ١٠٠ كيلووات) يستخدم المحرك ومجموعة الجيربوكس (منخفض السرعة)
- دائما يتم استخدام نظام الـــ (Back Stop) لحماية الدوران العكس للمضخة حالة توقفها عن العمل.
- الكفاءة الكلية لهذه النوعية من المضخات تصل إلى حوالى ٨٠% اذا أهمل الفقد الضئيل فى الضاغط عند المخرج- حوالى ٠,٣ متر- تقل هذه الكفاءة لتصل إلى ٦٠% عندما يكون التصرف فى حدود ٣٠% من التصرف التصميمى أى أن الكفاءة تتراوح بين ٦٠% إلى ٨٠%. تعتمد فى ذلك على ارتفاع المنسوب فى حوض السحب.
- يلـــزم عقـــب تركيب المضخة ضبط قطر المجرى عن طريق تنفيذ الـــ (Grouted).

المضخات المغلقة تتكون المضخات المغلقة (Enclosed Screw Pump) أساسا من نفس مكونات المضخة المفتوحة مع مراعاة أنه:

- نظرا لكون الريش ملحومة بالإطار الخارجى للمضخة فأن المياه الموجودة بين الريش نظل كما هى- حالة توقف المضخة عن العمل- فى الأجواء الباردة يتم عمل نظام دوران عكس- عدد من اللفات للسماح للماء بالرجوع إلى الحوض تجنبا لحدوث تجمد للماء.
- يتم تشحيم البللى السفلى عن طريق مجموعة مركبة بالعنبر أعلى منسوب المياه.
- كفاءة هذا النوع عالية لعدم وجود (Back flow).. وتظل هذه الكفاءة المرتفعة حالة انخفاض التصرف.

الفصل الثانى

تصنيف المضخات

الفصل الثانى

تصنـــــيف المضخات

مقدمـــة

تسمى المعدة التى تزيـــح السوائل وتضيف إليها طاقة بأنها مضخة. فعندما تعمل المضخة فإنها تحول الطاقة الميكانيكية المحركة لها إلى طاقة هيدروليكية (ضغط - وضع - حركة).

وتتعدد الأساليب فى الإزاحة وفى تحويل الطاقة فيما بين مشروعات المياه (رى - شرب - صناعية) والصرف الصحى والصناعى والعديد من التطبيقات العملية التى يجرى فيها التعامل مع السوائل بصفة عامة والمياه بصفة خاصة.

ويمكن تصنيف المضخات إلى نوعين رئيسين هما:

أ - المضخات الكينماتيكية أو الديناميكية الدوارة (Rotarynamic pumps)
ب - مضخات الإزاحة الموجبة (Positive displacement pump)

المضخـــــــــات الديناميكية الدوارة

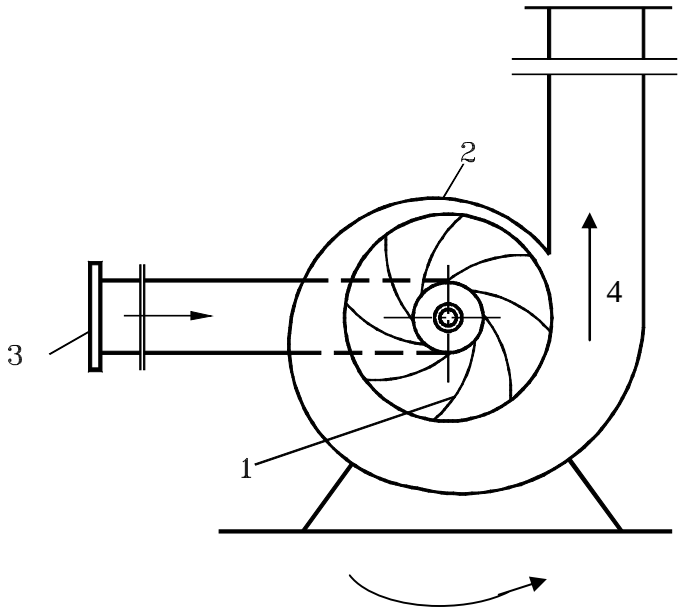
يجد هذا النوع من المضخات قبولا لدى المستخدمين لـــه، ليس فقط لبساطة مكوناته وسهولة تركيبه مما ييسر للمستخدم الصيانة وتشخيص الأعطال والإصلاح، ولكنه من الناحية الهندسية مدمج (Compact) وذو كفاءة عالية.

ومن أمثلة المضخات الديناميكية الدوارة: المضخة الطاردة المركزية، والمضخة ذات السريان المحورى.

١ - المضخة الطاردة المركزية (Centrifugal pump):

يوضح الشكل رقم (٢-١) الشكل العام للمضخة وللقرص الدافع الدوار ذو الريش الداخلـــية الموجهة (١) والغلاف الحاوى له (٢) وإتجاه سريان السائل (٣) و (٤) أى الدخول/الخروج أو السحب/التسليم.

عند دوران القرص الدافع (المروحة)، تنتقل المياه بفعل الطرد المركزى من فتحة دخولها إلى القرص، فى مسار تحدده ريش القرص الداخلية، التى تقذف به داخل تجويف الغلاف الحاوى ثم فتحة الخروج من الغلاف (٤) إلى شبكة المواسير المتصلة بفتحة الخروج أو التسليم.



شكل رقم (٢-١)

الشكل العام للمضخة الطاردة المركزية

والمضخة الطاردة المركزية هى الأكثر انتشاراً واستخداماً فى محطات المياه والصرف الصحى، ويتم تركيبها رأسياً أو أفقياً حسب نوع المضخة وطبيعة الاستخدام.

المضخات الأفقية:

المضخات الأفقية أكثر استخداماً فى محطات تنقية المياه [مضخات الضغط المنخفض / مضخات الضغط المرتفع] حيث تعنى مضخات الضغط المنخفض فى رفع المياه من بيارة المياه العكرة إلى غرفة التوزيع فالمروقات أما مضخات الضغط العالى فمهمتها الرئيسية هى سحب المياه المرشحة من الخزانات وضخها إلى الشبكة أو إلى الخزانات العالية لخدمة المدينة.

وتمتاز المضخات الأفقية بأن المضخة ووسيلة الإدارة [المحرك] مركبان ومجمعان معاً على شاسيه واحد مما يقلل الفاقد ويزيد من كفاءة الوحدة. كما يقلل من ظاهرة الاهتزاز وتكون الوحدة أكثر اتزاناً. ومعظم الأحيان يكون عنبر المضخات منفصل تماماً عن بيارة/ خزان السحب. ويتم تغذية المضخات بالمياه عن طريق مجموعة مواسير بأقطار مناسبة يركب على كل منها صمام حاجز [سكينة أو فراشة] يحكم دخول المياه للمجموعة.

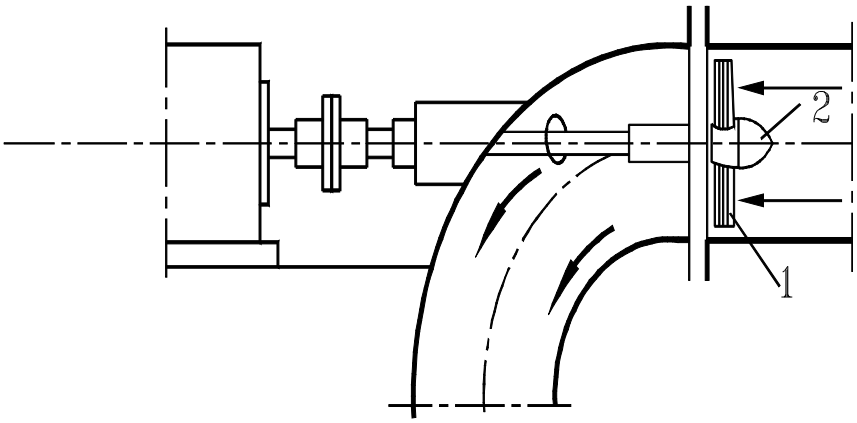
المضخات الرأسية:

وهى الأكثر استخداماً فى محطات الرفع [الصرف الصحى] حيث يتم تركيبها فى بيارة جافة تكون بذات منسوب وعمق البئر المبتل (البيارة). وفى هذه الحالة يتم تركيب المضخة فى عنبر المضخات السفلى ويتم تركيب المحرك بالعنبر العلوى [فوق منسوب سطح الأرض]، ويتصل المحرك بالمضخة بواسطة عمود اتصال (عمود كردان) وصلة واحدة أو عدة وصلات طبقاً للمسافة بين المحرك والمضخة. ويمتاز هذا النوع بوجود المحرك ولوحات التشغيل بعنبر مستقل فوق مستوى سطح الأرض بما يضمن عدم تعرض المحرك أو المكونات الكهربية لمصدر المياه. وإن كان من عيوبه:

- الحاجة إلى عنبر أخر للمحركات ولوحات التشغيل.
- الحاجة إلى عمود اتصال بين المحرك والمضخة، حيث يستهلك جزءاً من الطاقة المحركة [٥ ~ ١٠ %] بما يجعل الكفاءة الكلية للمجموعة أقل.
- تحتاج المجموعة إلى عناية فائقة فى التركيب والتجميع حتى لا تكون عرضة للاهتزاز.

٢ - المضخة محورية السريان (Axial flow pump):

يعرض الشكل رقم (٢-٢) الشكل العام لمضخة محورية السريان وريش الإزاحة (١) المثبتة على صرة (٢) فى وضع ذى زاوية ميل على المستوى العمودى على محور الدوران، وينجم عن دوران الصرة والريش المركبة عليها إزاحة للمياه فى اتجاه المحور من أمام الريش (السحب) إلى خلفها (التسليم)، ومن أمثلة هذا النوع من المضخات، المضخات الحلزونية (Screw pumps) أو المضخات التربينية (Turbine pumps).



شكل رقم (٢-٢)

الشكل العام للمضخة محورية السريان

مضخات الإزاحة الموجبة

تعتمد مضخات الإزاحة الموجبة (Positive displacement pumps) على سحب السائل أو المياه داخل تجويف معدنى جسئ (Rigid) وإزاحته خارج التجويف مع حركة المكبس (Piston) للأمام أو الخلف داخل الاسطوانة.

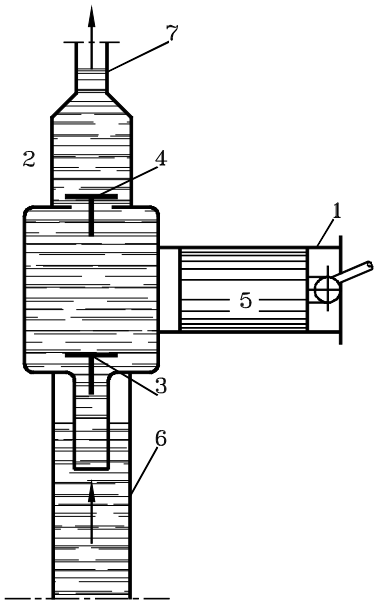
ومن أمثلة مضخات الإزاحة الموجبة: المضخة الترددية، والمضخة الدوارة، والمضخات الحلزونية.

١ - المضخة الترددية ذات الإزاحة الموجبة:

يوضح الشكل رقم (٢-٣) الأجزاء الرئيسية لمضخة ترددية ذات إزاحة موجبة (Reciprocating-positive displacement pump) حيث الاسطوانة الجسئة (١) مركبة على خزانة الصمامات (٢) والتى بها صمام السحب (٣)

وصمام التسليم (٤). وعند تحرك المكبس (٥) ترددیا للخلف ثم للأمام يتم سحب السائل من المأخذ (٦) ثم تسليمه إلى المخرج (٧).

وفى هذا النوع من المضخات تُحِد قوى القصور الذاتى من إمكانية زيادة سرعته بحيث يمكن إدارته مباشرة بمحرك كهربائى سريع اللفات، إلى جانب أن التصرف الخارج منه ذا طبيعة نابضة (Pulsating) وليس مستمراً ويشيع استخدام هذا النوع فى كثير من الاستخدامات التى يمكن الاعتماد على إدارتها يدويا.



شكل رقم (٢-٣)

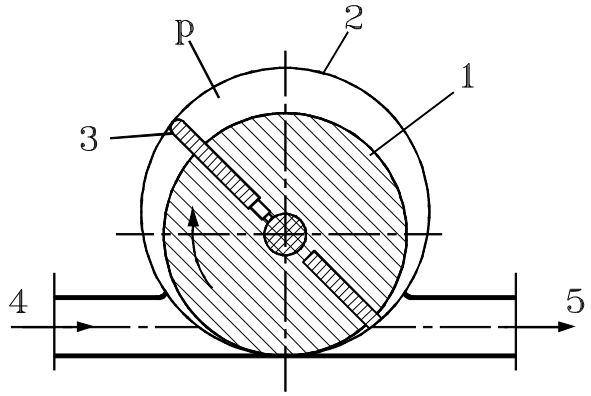
الأجزاء الرئيسية لمضخة ترددية ذات إزاحة موجبة

٢ - المضخة الدوارة ذات الإزاحة الموجبة:

يبين الشكل رقم (٢-٤) الأجزاء الفاعلة لمضخة دوارة موجبة الإزاحة (Rotary-positive displacement pump)، والتى قوامها عضو دوار ذو قطر مناسب يدور حول محوره (١) داخل غلاف أسطوانى معدنى (٢) محوره الهندسى لا ينطبق على محور دوران العضو الدوار، لينشأ بين العضو الدوار والغلاف الأسطوانى فراغ هلالى الشكل (أ). الريشة (٣) تنزلق بسهولة فى شق فى جسم العضو الدوار.

عند دوران العضو الدوار تندفع الريش بعيدة عن مركز الدوران بفعل قوة الطرد المركزى لتلامس السطح الداخلى للغلاف مكونة خلفها غرفة (هى فى الحقيقة جزء من الفراغ الهلالى) يتزايد حجمها فتمتلئ بالسائل من المأخذ (4) فى حين أن الغرفة التى أمام الريشة يتناقص حجمها فيجبر السائل على الخروج من المخرج (5).

وهذا النوع من المضخات يمكن إدارته مباشرة من محرك كهربائى على عكس النوع الترددى موجب الإزاحة.

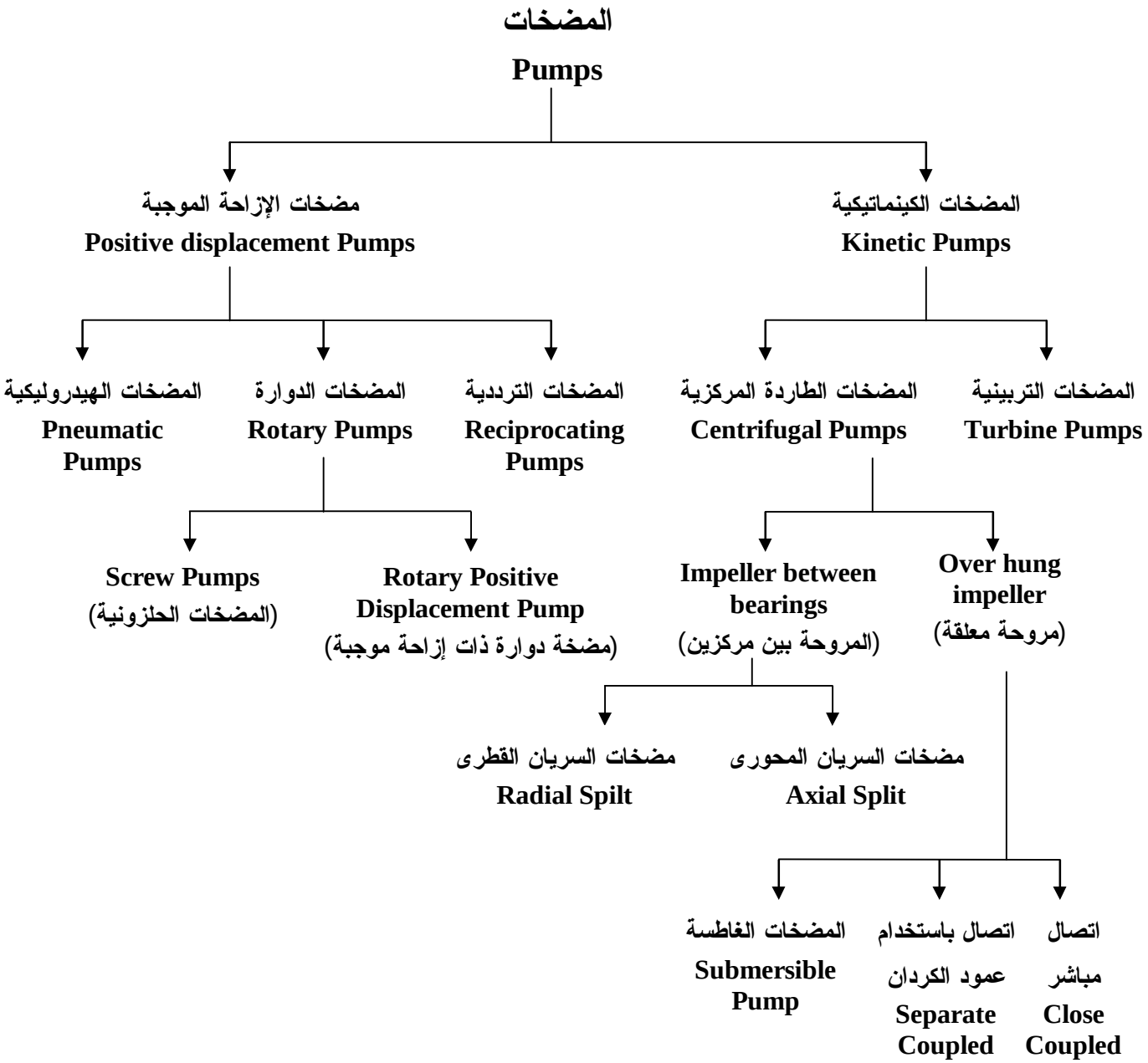


شكل رقم (٢ - ٤)

الأجزاء الفاعلة لمضخة دوارة موجبة الإزاحة

٢ - المضخات الحلزونية (Screw Pumps):

ويطلق عليها (Archimedes Pumps) وتعتبر المضخة الحلزونية أحد المضخات الدوارة ذات الإزاحة الموجبة نظراً لأنه عند دوران العمود ببطء يزيح أمامه مياه الصرف وينقلها من مستوى الخزان إلى مستوى المخرج. وتتميز المضخات الحلزونية بقدرتها على رفع كمية متغيرة من المياه عند سرعة دوران ثابتة، كما تتميز بأنها لا تحتاج إلى شباك لحجز الرواسب الأمر الذى يميز استخدامها بمحطات الرفع للصرف الصحى (Lift Station) أو محطات التنقية، ويوضح الشكل رقم (٢-٥) تصنيف لأنواع المضخات المختلفة.



شكل رقم (٢ - ٥)

تصنيف المضخات

محددات الأداء عند تشغيل أى مضخة فإن هناك عوامل عديدة تحكم الأداء، منها التصرف، الرفع، الكفاءة، صافى ارتفاع ضغط السحب (NPSH)، وغيرها. ولكن

العاملان الأكثر تأثيراً فى أداء أى مضخة هما التصرف والرفع. ولذا فإن محددات الأداء الكمية فى المضخات هى:

- معدل التصرف (م^3/س) أو (ل/ث): ويعبر عنه بمقدار المياه أو المائع الذى تستطيع المضخة إزاحته تحت تأثير الضغط المطلوب فى وحدة الزمن. ويقاس بالمتر المكعب كل ساعة (م^3/ساعة) أو باللتر كل ثانية (لتر/ث)

- ارتفاع الضغط عبر المضخة (نيوتن/م^2) أو (كجم/سم^2)

وغالباً ما يعبر عنه بمقدار ضاغط المضخة وهو ارتفاع عمود السائل بالمتر الذى تحدثه المضخة. فعلى سبيل المثال إذا كان التصرف ٢٠٠ ل/ث عند ضاغط قدره ٢٥ متر فمعنى ذلك أن هذه المضخة تستطيع إزاحة ٢٠٠ لتر كل ثانية لارتفاع قدره ٢٥ متراً.

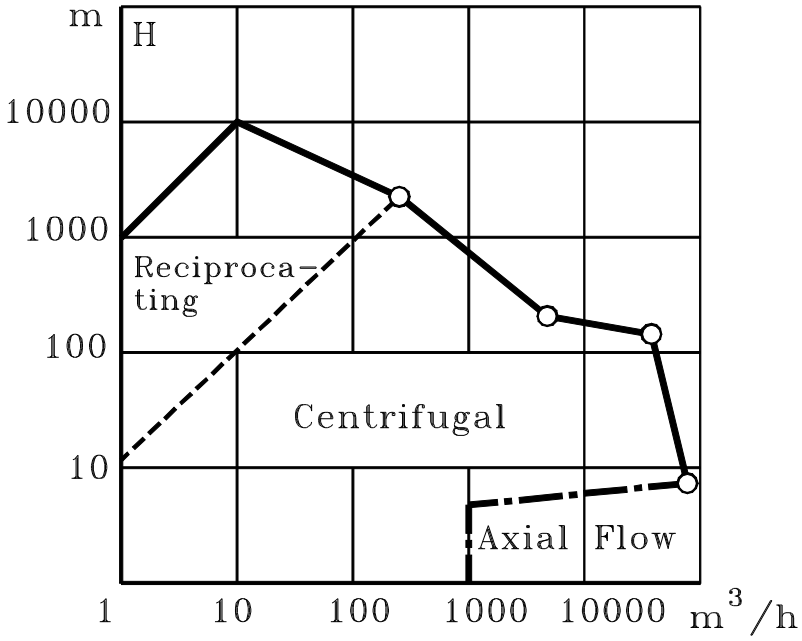
والمضخة ذات الانسياب المحورى (Axial flow pump) هى التى تحقق أقصى معدل تصرف ممكن عند ضغوط منخفضة ومن أمثلتها المضخات الحلزونية، أما المضخة الترددية الموجبة (Reciprocating pump) فهى التى تعطى القيم الحدية لارتفاع الضغط عبرها (أعلى ضغط عند تصرف محدود).

تقسيم المضخات طبقا لمحـــددات الأداء

ما بين المضخة ذات الانسياب المحورى (أعلى تصرف وأقل رفع) والمضخة الترددية الموجبة (أعلى رفع وأقل تصرف) تقع باقى أنواع المضخات، والرسم البيانى الموضح بالشكل رقم (٢-٦) يوضح محددات أداء بعض أنواع المضخات طبقاً لما أمكن الاسترشاد به من بيانات المنتجين للمضخات، والتى طرأ عليها تغيير كبير من ناحية معدلات التصرف كنتيجة لاستخدام تقنيات تصنيع جديدة وخامات مستحدثة. ومن الجدير بالذكر أن بعض الشركات المنتجة للمضخات قد قامت بإنتاج مضخات يصل معدل التصرف لإحدى

مضخاتها إلى ٦٠٠٠٠ لتر/ث أى ما يساوى ٢١٦٠٠٠ متر مكعب فى الساعة أى ما يزيد عن خمسة ملايين متر مكعب فى اليوم.

وفى مشروع توشكى بجنوب الوادى توجد مضخات تصرف الواحدة منها يزيد عن ٢,٥ مليون متر مكعب يومياً (٣٠ ألف لتر/ث).



شكل رقم (٢ - ٦)

محددات أداء بعض أنواع المضخات

هيئات عامة اقتصادية لمياه الشرب والصرف الصحى ببعض المحافظات، أهمية خاصة للتدريب حيث تضمنت المادة الرابعة اختصاصات مجلس الإدارة ومن بينها إنشاء مراكز للتدريب.

يهدف التدريب إلى رفع مستوى الأداء عن طريق تعظيم قدرات الأفراد من خلال تعلم مهارات أو التعرف على معلومات تؤدى إلى تحسين الأداء. ويتم اختيار وسيلة التدريب التى تُيسِّر حصول الفرد على المعلومات والمهارات بأكبر كفاءة ممكنة، وفى نفس الوقت تساعد المتدرب على نقل ما تعلمه إلى مجال الممارسة الفعلية للعمل.

وبناءً على طلب مشروع المدن الثانوية، يقوم المكتب الاستشارى كيمونكس مصر بإعداد وتقديم دورات تدريبية للمسئولين فى المدن التى يخدمها المشروع. تهدف هذه الدورات التدريبية إلى تحقيق غاية المشروع من خلال توفير التدريب فى المجال الهندسى والفنى، والمجال المؤسسى والتنظيمى. يشمل المجال الهندسى والفنى: التشغيل، والصيانة، وإنشاء البنية الأساسية لمياه الشرب والصرف الصحى. أما المجال المؤسسى والتنظيمى فهو يتعلق بالتخطيط العام، والإدارة العامة، وإدارة وتطوير الموارد البشرية وتطوير أساليب التشغيل والصيانة.

ويتضمن هذا الكتيب محتويات الدورة التاسعة والأربعون من سلسلة الدورات التدريبية التى تقدمها كيمونكس مصر وموضوعها "تشغيل وصيانة مضخات الرفع الحلزونية"، وهى إحدى الدورات التى يشملها المجال الهندسى والفنى.

ويتكون الكتيب من تسعة فصول يتناول الفصل الأول منها مقدمة تعرض لأنواع المضخات الحلزونية ونبذة تاريخية عن استخدامها، كما تعرض الأجزاء المختلفة للمضخة، ويتناول الفصل الثانى تصنيف المضخات بصفة عامة، بينما يعرض الفصل الثالث خصائص مضخات الرفع الحلزونية بصفة خاصة، أما الفصل الرابع فيعرض مكونات مضخات الرفع الحلزونية، ويتناول الفصل الخامس العوامل المؤثرة على تصرف مضخة الرفع الحلزونية كما يعرض منحنيات أداء المضخة، أما الفصل السادس فيتعرض لتشغيل مضخات الرفع الحلزونية موضحا احتياطات التشغيل عقب الصيانة، وفى الفصل السابع يتم استعراض ملحقات مضخات الرفع الحلزونية، أما الصيانات الروتينية للمضخات الحلزونية فيوضحها الفصل الثامن، وأخيرا يتناول الفصل التاسع مخاطر العمل فى منشآت المياه والصرف الصحى.

ونأمل أن يحقق هذا الكتيب الغرض الذى أعد من أجله، وأن تحقق الدورة أهدافها، والله الموفق.

الفصل الثالث

خصائص مضخات الرفع الحلزونية

الفصل الثالث

خصائص مضخات الرفع الحلزونية

مقدمـــــة

مضخات الرفع الحلزونية من أقدم الطرق المعروفة لنقل المياه، والتى تعمل بنظرية حلزون أرشميدس، وهى فكرة قديمة وكثيراً ما نراها مستعملة فى ريف مصر وتسمى الطنبور.

وقد أدخلت عليها التكنولوجيا الحديثة التطوير والتحديث حتى وصلت إلى الصورة التى تعمل عليها الآن بدقة وبكفاءة عالية كما أنها تعتبر إحدى التكنولوجيات الجديدة التى خدمت على الأخص مجال الصرف الصحى وذلك فى استخدامها لرفع ونقل مياه الصرف الصحى الخام أو الحمأة بكميات كبيرة بين مستويين مختلفين دون الحاجة إلى إنشاء خطوط طرد كالمتبع فى أنواع مضخات الرفع الأخرى، وتعتبر مضخات الرفع الحلزونية من أفضل المضخات التى تستعمل لهذا الغرض. وقد أنشئت مضخات الرفع الحلزونية لمحطات معالجة مياه الصرف الصحى وذلك لرفع الحمأة المعادة إلى أحواض التهوية. ويوضح الشكل رقم (٣-١) منظرا عاما لموقع محطة الرفع الحلزونية ومكوناتها.

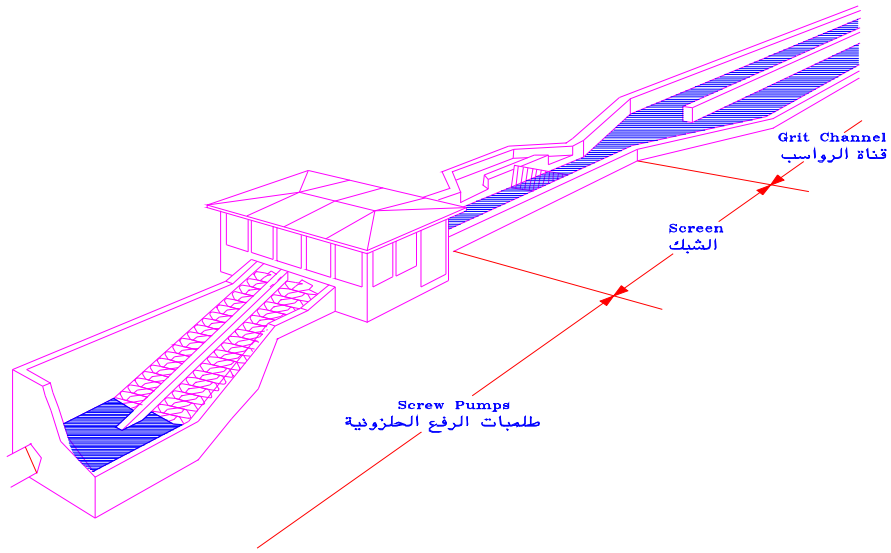
خصائص المضخات الحلزونية

تتميــز المضخات الحلزونية عن مثيلاتها من المضخات الطاردة المركزية بما يلى:

١ - ضخ الأجسام الصلبة والرمال:

من عيوب المضخات الطاردة المركزية تآكل حلقات حماية المروحة والمروحة أيضاً نتيجة احتكاك الرمال والأجسام الصلبة بهذه الأجزاء، ولكن

بفضل مضخة أرشميدس الحلزونية أمكن التغلب على هذا العيب، حيث يمكن للمضخة الحلزونية سحب الرمال والأجسام الصلبة وذلك لمسافات كبيرة بين ريش هذه المضخة وكذلك أمكن الاستغناء عن الشبك والسرندات التى كانت تستخدم لحجز الرواسب.



شكل رقم (٣ - ١)

منظر عام لموقع محطة الرفع الحلزونية ومكوناتها

٢ - لا تحتاج إلى مواسير مص وطرد وبلوف:

تحتاج المضخة الطاردة المركزية إلى مواسير سحب وطرد ومحابس بوابة وعدم رجوع، وهذا يزيد من عملية فقد الطاقة نتيجة الاحتكاك، ويؤدى بدوره إلى فقد فى الطاقة الكهربائية، أما المضخة الحلزونية فإنها لا تحتاج إلى أى نوع من المواسير مما يقلل من استهلاك الطاقة الكهربائية.

٣ - ضخ كميات كبيرة جداً من المياه:

بالمقارنة بالمضخات الطاردة المركزية فإن المضخات الحلزونية يمكنها رفع كميات كبيرة من المياه وذلك لكبر قطر الريشة الحلزونية.

٤ - قلة أعمال الصيانة:

لا تحتاج المضخة الحلزونية إلى كثير من أعمال الصيانة حيث أن سرعتها بطيئة تصل إلى ٣٠ لفة / دقيقة.

٥ - كفاءة تشغيل عالية:

يمكن استخدام مضخة رفع حلزونية ذات رفع مقداره ٣٥ قدم (١٠,٥ متر) لتحل محل أى مضخة طاردة مركزية ذات رفع مقداره ٦٠ قدم (١٨ متر) وذلك باستبعاد بيارة السحب وتقليل فاقد الاحتكاك، كما يمكن حل مشكلة الرفع الكبير باستخدام أكثر من مضخة مركبة على مراحل متتالية، وتعمل المضخة الحلزونية بكفاءة عالية تصل إلى ٧٥ % مما يقلل من استهلاك الكهرباء واستخدام محركات ذات قدرات أقل.

٦ - سهولة التشغيل:

لا تحتاج إلى فتح وغلق محابس السحب والطرد، ولكن كل ما يلزمها هو موتور الإدارة الذى يدور بسرعة دوران ثابتة.

٧ - لا تحدث تيارات دوامية بالمياه عند ضخها:

وهذا يفيد فى حالة استخدامها فى محطات تنقية مياه الصرف الصحى والحمأة المنشطة حيث لا يؤثر ذلك كثيراً على الحمأة.

عيوب المضخات الحلزونية:

١- لا يمكنها رفع المياه لارتفاعات كبيرة أكثر من ١٠ أمتار لذلك يلزم أحياناً عمل مرحلتين.

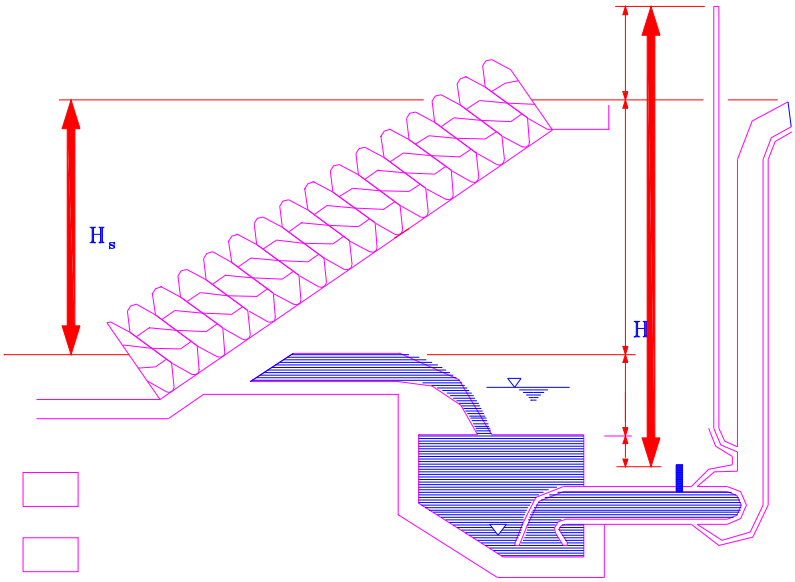
٢- تتبع المضخة عادة نظام الطرد المفتوح أى أنه لا يمكنها ضخ المياه تحت ضغط.

٣- صعوبة تغيير الكرسى العلوى والسفلى فى حالة تلفهما.

٤- إنشاء مثل هذه المحطات تحتاج إلى مساحات كبيرة من الأرض.

٥- تكلفة إنشاء محطة الرفع الحلزونية باهظة وضخمة.

ويوضح الشكل رقم (٣-٢) اختلاف الرفع الاستاتيكى والمانومترى لمستوى الماء بمضخات الرفع الحلزونية ومضخات الطرد المركزية. والذى يتضح منه أن قيمة H (الرفع الاستاتيكى للمضخات الطاردة المركزية) أكبر من قيمة H_S (الرفع الاستاتيكى للمضخات الحلزونية) وذلك نظرا لأن المضخات الطاردة المركزية تحتاج إلى عمق تخزين وأيضا هناك العديد من المفاقيد فى الطاقة بين المواسير والوصلات والمحابس.



شكل رقم (٣-٢)

اختلاف الرفع الاستاتيكى والمانومترى لمستوى الماء بمضخات الرفع الحلزونية والمضخات الطاردة المركزية

الفصل الرابع

مكونات مضخات الرفع الحلزونية

الفصل الرابع

مكونات مضخات الرفع الحلزونية

عامود المضخة عبارة عن ماسورة صلب تسمى (Support tube) سمكها لا يقل عن ١٠ مم وهو الذى يحدد مقدار الترخيم وهى مجوفة وملحومة طولياً على عدة أجزاء حتى تحصل على الطول المطلوب وهو أطول من الحوض قليلاً، وقطرها الخارجى قد يصل إلى ١,٥٦ متر (أو حسب مواصفات كل مضخة) وتكون الريشة ملحومة طولياً عليها وقطر هذه الماسورة (d) هو أحد العوامل التى تدخل فى تحديد الحجم الكلى للمياه التى يمكن للمضخة أن تحملها بين ريشتين متجاورتين وتكون هذه الماسورة مثبتة عن طريق كراسى تحميل سفلية وعلوية.

الريش أو الحلزونات تركب هذه الريش (Flights) على شكل شرائح معدنية سمكها ٦ مم أو أكثر متصلة ببعضها البعض عن طريق اللحام، ويتم تجليخ هذه اللحامات، ويمكن أن تكون المضخة ذات ريشة واحدة أو أثنين أو ثلاثة ولها خطوة ثابتة، والخطوة عبارة عن طول المسافة بين الوجهين المتوازيين لريشتين متجاورتين مقاس على طول الجزء الاسطوانى، كل ريشة من ريش المضخة تمتد بطول المضخة من بداية الحوض الخرسانى حتى نهايته، والثلاث ريش ملحومة على ثلاث زوايا متساوية مقدار كل منها ١٢٠ درجة.

أقراص النهايات يمكن تسميتها أيضاً ألواح النهايات، وفائدة هذه الأقراص هى أنها تركب على نهاية عامود المضخة المجوف أو ماسورة المضخة فتسد هذه الفتحات وبالتالى تمنع دخول المياه داخل هذا التجويف.

أعمدة المحاور وتتصل أعمدة المحاور أو الأطراف بأقراص النهايات فى جسم المضخة الحلزونية وهذه الأعمدة تركب فى كراسى التحميل وبالتالى تدور عليها المضخة.

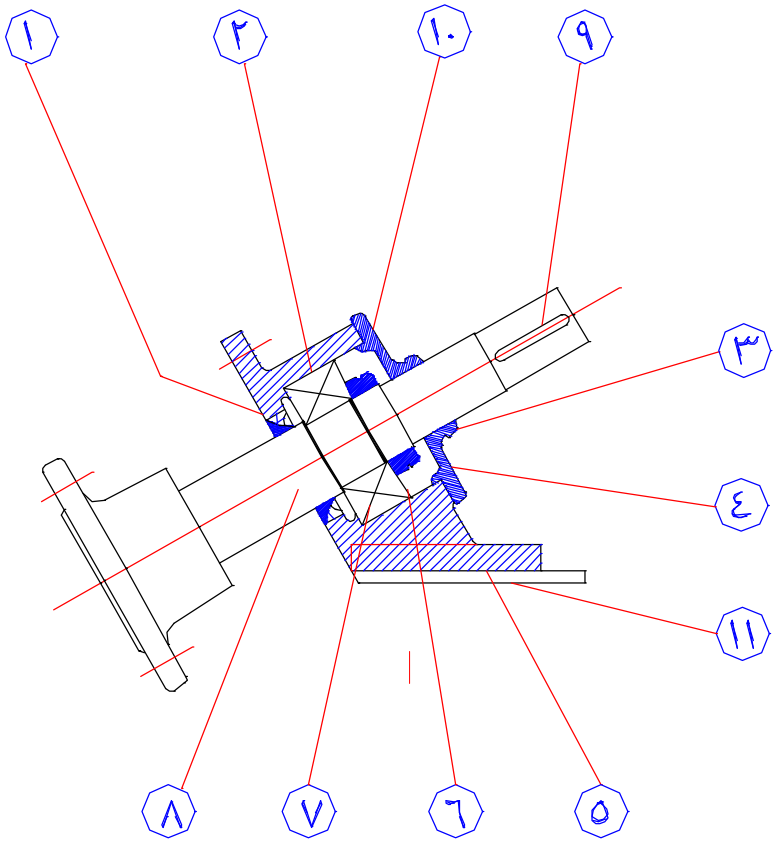
كراسى التحميل كراسى التحميل العلوية (Upper bearings or Thrust bearings) صممت بنظام التشحيم اليدوى حسب الجداول الموضوعة لذلك أو كل ٥٠٠ ساعة، ويراعى عدم خلط نوعين من الشحم وهذه أنسب الأنظمة للاستخدام مع السرعة البطيئة لهذه المضخة الحلزونية، وفى حالة التشغيل يجب أن يكون الشحم المستعمل مطابقاً للمواصفات الفنية للمعدة.

ويتم تزويد الشحم حتى يخرج الشحم القديم بالكامل ويظهر الشحم الجديد فيكون بذلك قد تم تشحيم الكرسى العلوى بالكمية المطلوبة، ويستخدم لذلك الشحم الليثيومى المتصبن. ويعرض الشكل رقم (٤-١) كرسى التحميل العلوى لمضخة الرفع الحلزونية.

الكرسى السفلى مجموعة معزولة تماماً بعامود مرتكز على كرسى ذو جلبة من البرونز ويم تشحيم الوحدة المحكمة الغلق بصفة مستمرة عن طريق مضخة التشحيم الأتوماتيكية المركبة فى غرفة الموتور، ويجب ضبط تزويد الشحم إلى الكرسى السفلى بحيث تصل القيمة إلى ٠,٠٨ سم مكعب من الشحم فى كل مشوار وتحت ضغط من ١٥ – ٦٠ بار ونوع الشحم (UNEDO) ومعدل التشغيل العادى ١٠٠,٠٠٠ ساعة للكرسى [ما يقرب من عشرين عاماً فى حالة التشغيل لمدة ١٦ ساعة يومياً].

ويجب ملء خزان جهاز التشحيم قبل أن يفرغ تماماً من الشحم كما يراعى تسجيل كمية الشحم المستهلكة يومياً لفحص الكمية المستخدمة أثناء فترة التشغيل، وأيضاً التأكد من وصول الشحم إلى الكرسى السفلى، والكرسى يتركب من جلبة برونز داخل بيت الكرسى ويستخدم الحشو لمنع خروج الشحم مع الجلاند وهناك غطاء حاكم لمنع دخول مياه المجارى بالإضافة

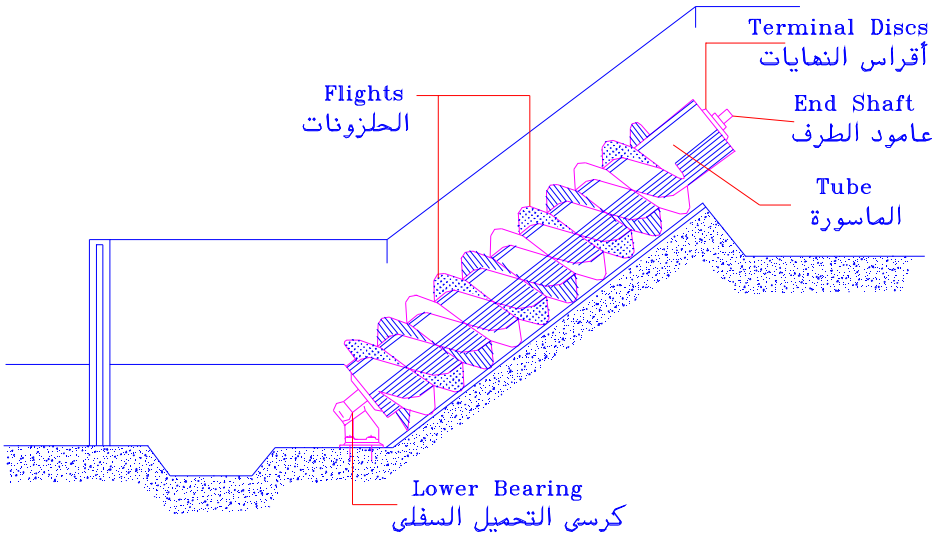
للحشو، وضغـــط الشحم الذى يصل إلى ١٥ – ٦٠ بار يعمل على وجود طبقة رقيقة (Film) بين العمود والجلبة البرونز مما يجعل العمود عائماً، ويجب مراقبة ضغط الشحم وكمية الشحم من وقت لآخر لضمان وصول الشحم إلى الكرسى السفلى والتأكد من خروج الشحم من ماسورة التصريف، ولا يعتمد على أجهزة الحماية الكهربائية. ويعـــرض الشكل رقم (٤-٢) كرسى التحميل السفلى، ومعظم الأنظمة الحديثة للتحكم توقف تشغيل المضخة تماماً إذا قل ضغط التشحيم عن المعدل المقنن أو انعدمت عملية التشحيم.



١. حلقة حابكة
٢. مبيت البلى
٣. حلقة v
٤. غطاء البلى
٥. شريحة القاعدة
٦. صامولة زنق
٧. البلى
٨. عامود الإدارة
٩. الخابور
١٠. مسمار
١١. مسمار

شكل رقم (٤-١)

كرسى التحميل العلوى لمضخة الرفع الحلزونية



شكل رقم (٤-٢)

كرسى التحميل السفلى لمضخة الرفع الحلزونية

بيت المضخة

هو جزء أساسى من مكونات المضخة الحلزونية وبدون هذا البيت لا يمكن للمضخة أن تجمع المياه أو ترفعها، وهو جزء من الإنشاءات المدنية، وينشأ على زاوية الميل المطلوبة، وهذا يمثل جسم المضخة الخارجى والذى تدور داخله المضخة وهذا البيت يماثل تماماً للفليوت فى المضخات الطاردة المركزية ولكنه فى حالتنا هذه لا يكون مغلقاً ولكنه مفتوح على شكل نصف اسطوانة وأحياناً يبطن بيت المضخة ببطانة من الصلب وتركب على جانب بيت المضخة تعرف بالبروفيل والغرض منها هو إعادة المياه فى الجانب العلوى من المضخة وبهذا تقل الطرطشة وانحدار المياه من هذا الجانب.

ويعرض الجدول رقم (٤-١) المواصفات الفنية لأحد المضخات الحلزونية.

جدول رقم (٤ - ١)
المواصفات الفنية لمضخة حلزونية
بإحدى محطات معالجة مياه الصرف الصحى

بيانات الموقع والمضخة	المواصفات
الحلزون	٦ س
معدل التصرف لتر/ ث	٦٥٠
قطر المضخة مم	١٥٦٠
السرعة لفة / د	٣٤,٥
ماركة المحرك	AEG
الطراز	AM 250 MV-4
قدرة الموتور ك. وات	55
السرعة لفة / د	1475
تصنيع صندوق التروس	Flender
الطراز	SDN-250
سعة التخفيض	42.731 : 1
وصلة الكوبلنج	Eupex
الطراز	A-180
تصنيع القابض	Eupex
الطراز	A-440
تصنيع مضخة التشحيم	Woerner GMF-M
الطراز	384 : 1
مانع الدوران العكسى	Stieber
الطراز	CLV-40
طراز البلى السفلى	LGO ø 125
طراز البلى العلوى	LGB-19

الفصل الخامس

العوامل المؤثرة على تصرف مضخة الرفع الحلزونية

الفصل الخامس

العوامـــل المؤثـــرة على تصرف مضخـــة الرفـــع الحلـــزونـــــية

كمية التصرف

تعتمد كمية التصرف على العوامل الآتية:

١ - قطر المضخة:

يبدأ من ١٢ – ١٩٢ بوصة أو أكثر وتزداد سعة المضخة بزيادة القطر مع تثبيت العوامل الأخرى.

٢ - سرعة المضخة:

أقصى سرعة للطلمبة يمكن استنتاجها من العلاقة التالية:

أقصى سرعة (N) = ٥٧٦,٧ / $D^{0.666}$

وتكون السرعة باللفة فى الدقيقة والقطر بالبوصة.

فمثلاً لو كان القطر ٢٢ بوصة فبالتعويض فى المعادلة السابقة فتكون السرعة ٥٧٦,٧ / (٢٢)^{٠,٦٦٦} = ٢٣ لفة / دقيقة.

وعندما تزداد سرعة المضخة عن أقصى سرعة كما فى المعادلة السابقة يحدث فقد فى الطاقة المائية وبالتالى الجودة نتيجة أن المياه تفقد من على عامود المضخة إلى الشنبر السفلى، وهناك سرعة موصى بها لكل قطر مضخة حتى نضمن عدم فقد الطاقة الموجودة.

٣- عدد الريش:

تزداد السعة ٢٠ % لكل زيادة فى عدد الريش وفى نفس الوقت تقليل الفراغات، والمضخة ذات الريشة الواحدة تعطى ٦٤% من السعة الكلية لو كانت ذات ثلاث ريش. وسمك الريشة يتغير مع القطر كما يلى:

من قطر ١٢ – ٢٤ بوصة يكون السمك ٠,٢ بوصة (٥,١ مم).

من قطر ٣٠ – ٩٦ بوصة يكون السمك ٠,٢٥ بوصة (٦,٣٧٥ مم).

أعلى من قطر ٩٦ بوصة يكون السمك ٠,٣ بوصة (٧,٦٥ مم).

عدد الريش الموجودة على جسم المضخة ٣ ريشة أو ريشتين أو ريشة واحدة حسب تصميم المضخة.

٤- زاوية الميل ٣٣ درجة:

تقل السعة بمقدار ٣ % من السعة الكلية بزيادة درجة واحدة فى الميل كما هو معروض بالشكل رقم (٥-١)، وقد أعطيت السعة ١٠٠ % عند زاوية ٣٠ درجة ميل وتقل السعة بزيادة الزاوية عن ٣٠ درجة وتزداد بنقصان الزاوية عن ٣٠ درجة.

٥- النسبة بين قطر المضخة للريشة وقطر العمود:

توجد علاقة بين قطر المضخة D وقطر العمود d حيث أن $K = d / D$ وتتراوح قيمة K بين ٠,٤ ، ٠,٦ وقد لوحظ أنه عندما تكون K بين ٠,٤٥، ٠,٥٥ نحصل على أقصى تصرف، كما هو معروض فى الشكل رقم (٥-٢)

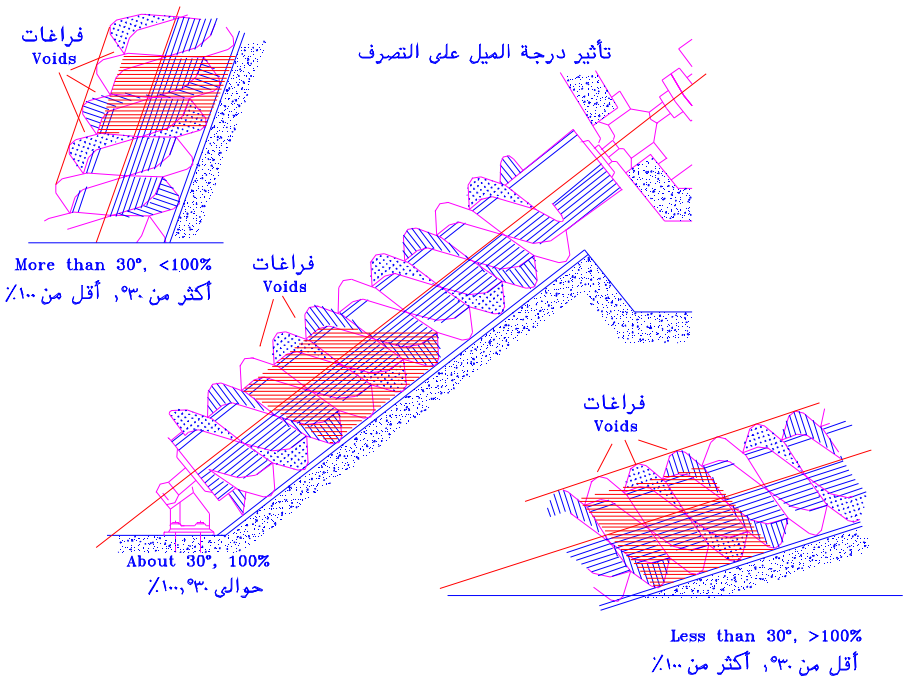
٦- الفراغ بين الريش وحوض المضخة:

ومن الأشياء المهمة التى يجب مراعاتها فى المضخة الحلزونية هى الخلوص بين ريش المضخة والحوض حيث يؤثر ذلك على سعة المضخة وتسرب المياه من هذا الخلوص يقلل من تصرف المضخة وبالتالى يقلل من كفاءة المضخة، ولذلك يجب تعيين هذا الخلوص بدقة. ويعتمد هذا الخلوص على قطر المضخة الخارجى ويجب ألا يزيد عن النسبة التالية: خ = ٠,٠٢٨٢ ق

حيث خ الخلوص، ق قطر المضخة (بالبوصة)

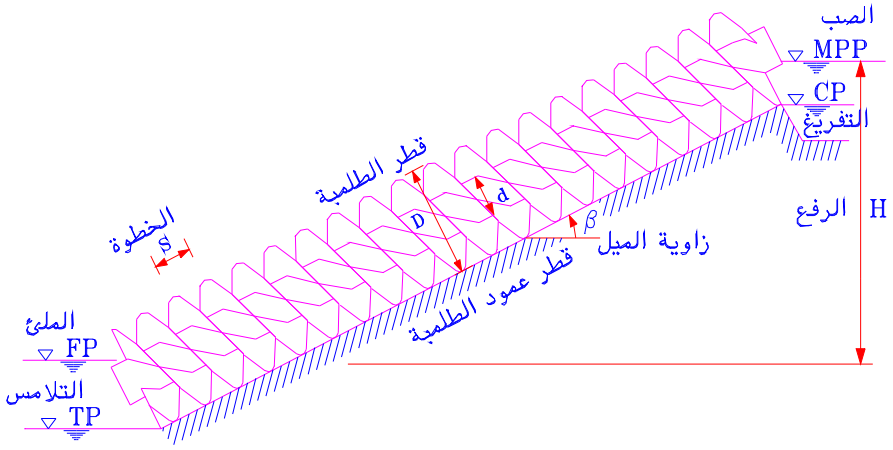
٧- منسوب المياه فى بيارة الدخول:

تعتمد السعة للمضخة على نقطة الامتلاء (F.P.) وتكون أقصى قيمة لها عند هذه النقطة وعند ارتفاع ٦٠ % من منسوب نقطة الامتلاء نجد أن السعة تصبح ٣٤ % من السعة القصوى.



شكل رقم (٥ - ١)

تأثير درجة الميل على التصرف

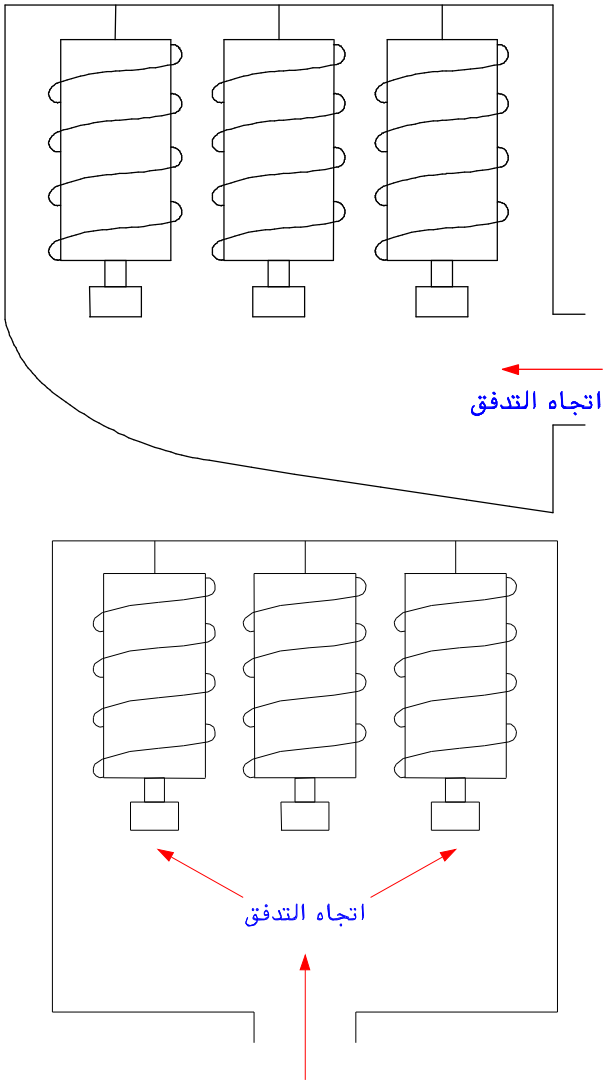


شكل رقم (٥ - ٢)

العلاقة بين قطر العمود وقطر الريشة

التوزيـــع المتســـاوى لابد أن يكون التدفق الداخل إلى المضخات من الاتجاه الصحيح الذى يضمن

للتدفق على المضخات التوزيع المتساوى للتدفق على المراوح ويكون فى مواجهة المضخات أو بزاوية ميل لتدفق المياه حتى نضمن التوزيع المتساوى للمياه على مراوح المضخات كما هو معروض بالشكل رقم (٥-٣).



شكل رقم (٥-٣)

التدفق المتساوى على مضخات الرفع الحلزونية

منحنيات أداء المضخة

١- **العلاقة بين معدل التصرف لتر / ثانية ومنسوب نقطة الامتلاء:**

فيكون التصرف عند أقصى قيمة له عند منسوب نقطة الامتلاء، وكلما قل منسوب المياه عن نقطة الامتلاء قل معدل التصرف.

٢- **القدرة المستهلكة:**

تكون القدرة المستهلكة عند أقصى قيمة لها عندما يكون منسوب المياه عند منسوب نقطة الامتلاء، وتقل بانخفاض منسوب نقطة الامتلاء.

٣- الكفاءة:

تكون أقصى قيمة للكفاءة عندما يكون منسوب المياه عند منسوب نقطة الامتلاء، وتقل الكفاءة بانخفاض منسوب المياه عن نقطة الامتلاء.

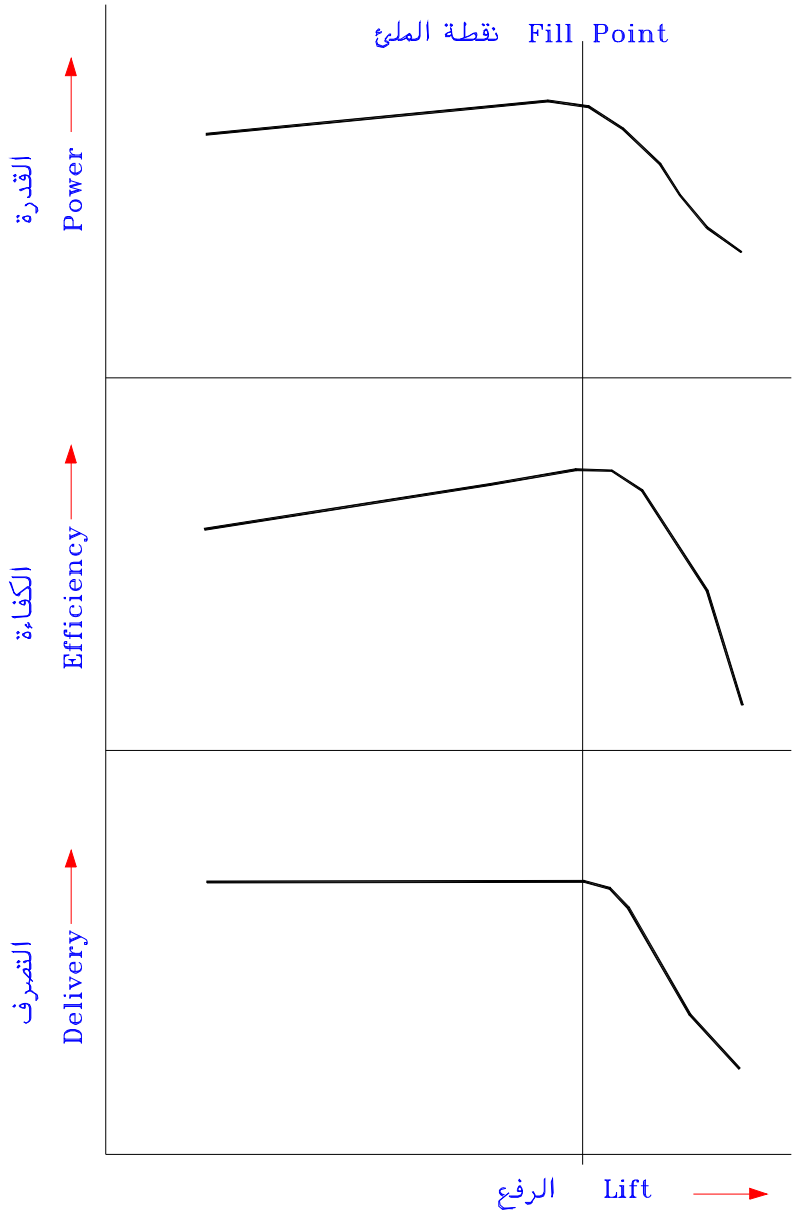
ويبين الجدول رقم (٥-١) العلاقة بين قطر المضخة والسرعة (لفة/دقيقة)، مع التصرف بالجالون.

جدول رقم (٥-١)

العلاقة بين قطر المضخة والسرعة مع التصرف

السرعة (ل/د) / القطر بالبوصة	السعة بالجالون		
	30° ل/د	35° ل/د	38° ل/د
٢٤	٩٩٠	٧٧٠	٦٧٠
٣٦	٣٢٠٠	٢٥٠٠	٢١٠٠
٤٨	٦١٠٠	٤٩٠٠	٤١٠٠
٦٠	١٠٥٠٠	٨٤٠٠	٧١٠٠
٧٢	١٥٩٠٠	١٢٦٠٠	١٠٦٠٠
٨٤	٢٢٩٠٠	١٨١٠٠	١٥٥٠٠
٩٦	٣١٧٠٠	٢٤٧٠٠	٢١٢٠٠
١٠٨	٤١٩٠٠	٢٣٨٠٠	٢٧٨٠٠
١٢٠	٥٣١٠٠	٤١٥٠٠	٣٥٣٠٠
١٣٢	٦٦٢٠٠	٥١٥٠٠	٤٤٠٠٠
١٤٤	٨١٠٠٠	٦٢٩٠٠	٥٣٩٠٠
١٥٦	٩٧٩٠٠	٧٦١٠٠	٦٥٤٠٠
١٦٨	١١٧٣٠٠	٩١٩٠٠	٧٩٢٠٠
١٨٠	١٣٧١٢٠	١٠٧٣٠٠	٩١٨٠٠
١٩٢	١٥٩٣٠٠	١٢٥٠٠٠	١٠٥٦٠٠

ويوضح الشكل رقم (٥-٤) منحنيات الأداء للمضخة الحلزونية.



شكل رقم (٥ - ٤)

منحنيات الأداء للمضخة الحلزونية

الفصل السادس

تشغيل مضخات الرفع الحلزونية

الفصل السادس

تشغيل مضخات الرفع الحلزونية

مقـــدمـــة

عند تشغيل المضخات الحلزونية لرفع المياه من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى، يجب على فنى التشغيل أن يعرف بعض المصطلحات الفنية التى تدخل فى عملية التشغيل، وهذا يساعده على وصف أداء المضخة. وهناك ٤ نقاط أساسية يجب معرفتها كما هو معروض بالشكل رقم (٦-١).

نقطة التلامس Touch Point:

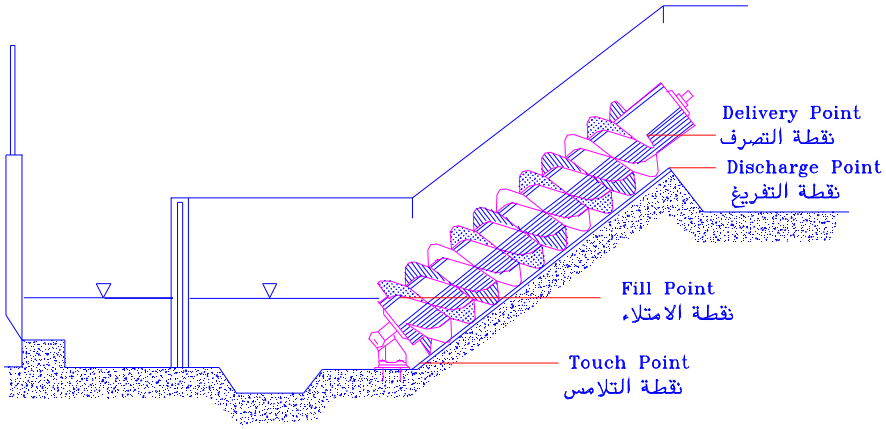
وعند هذه النقطة يكون الماء فى أقل منسوب يمكن للمضخة بدء الرفع منه وتعتبر هذه النقطة هى بداية التلامس بين الماء والمضخة (الريش). ويكون التصرف = صفر.

نقطة الملء Filling point:

عندما يبدأ الماء فى الارتفاع حتى يصل إلى منسوب نقطة التلامس بين الريش والسطح العلوى لعامود المضخة وذلك عند محورها. فعندما يصل الماء إلى هذه النقطة تكون كفاءة المضخة فى أعلى قيمة لها ويكون الرفع أكبر ما يمكن وعندها التصرف = ١٠٠ %.

نقطة التفريغ أو العتبة Discharge point:

عندما تدور المضخة فيرتفع الماء خلال الريش حتى يبدأ فى التفريغ عندما يصل الماء إلى أعلى نقطة ملفوفة (الريشة) فى السطح السفلى للمضخة وهذا معناه أن هناك حافة تغلق خط الطرد عند مصب المضخة وهذه النقطة هى نقطة التفريغ أو العتبة.

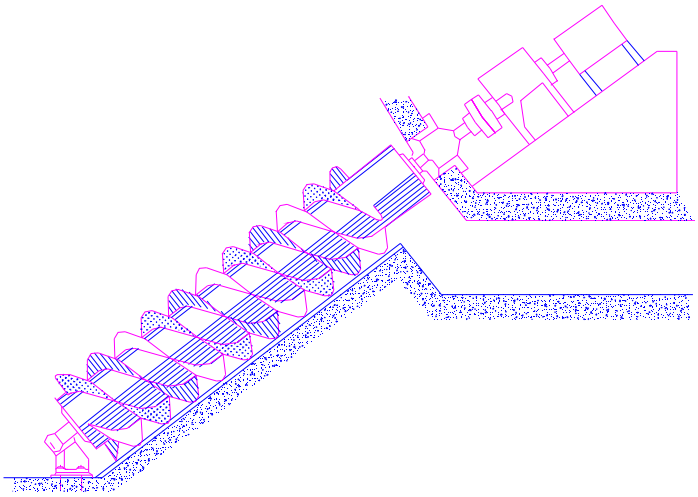


شكل رقم (٦-١)

نقطة التلامس والملء والتفريغ

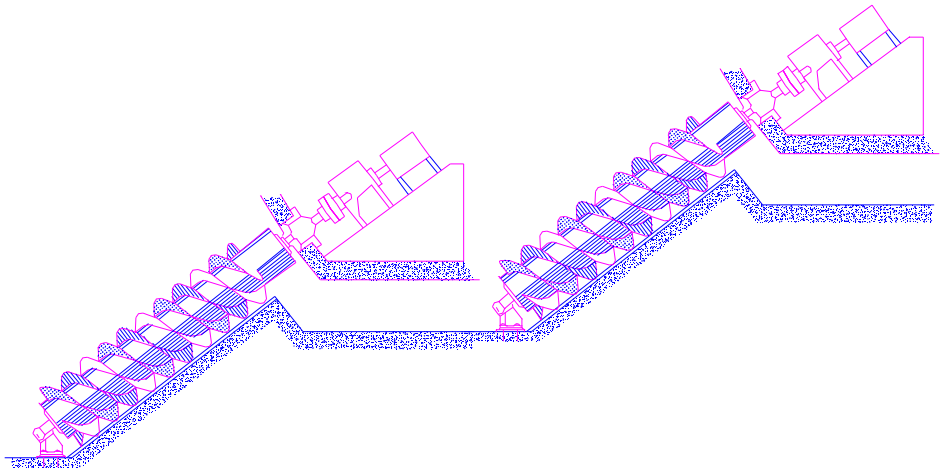
نقطة الصب Delivery point:

وعند هذه النقطة يكون التفريغ من المضخة أكبر ما يمكن وإذا حدث لأى سبب أن ارتفع الماء فى خط الطرد لأعلى من هذه النقطة فإنه يرتد إلى داخل المضخـــة مـــرة ثانية. وأقصى ارتفاع (Lift) للمضخة الحلزونية لا يتعدى ١٠ متـــر وإذا زاد عن ذلك لزم عمـــل مرحلتين كما هو موضح بالشكل رقم (٦-٢).



شكل رقم (٦-٢) أ

مضخة حلزونية مرحلة واحدة



شكل رقم (٦-٢) ب
مرحلتان من الرفع للمضخة الحلزونية

احتياطات التشغيل بعد الصيانة

لتشغيل أى مضخة حلزونية أو عدد من المضخات الحلزونية يجب على القائمين بالتشغيل اتباع عدد من الخطوات قبل بدء التشغيل الفعلى وهذه الخطوات ضرورية لضمان الإدارة السليمة للمضخة. ويجب أن تتم بواسطة شخصين على الأقل ويكون مهامهم التأكد من الآتى:

١. أن البوابات– إن وجدت - مقفولة حتى يتم إدارة المضخة بدون حمل.
٢. فحص عينى لمجرى الدخول وبيارة المضخة للتأكد من عدم وجود أى أجسام غريبة من الممكن أن تضر المضخة عند بدء الإدارة.
٣. فحص عينى لريش المضخة للتأكد من عدم وجود أجسام غريبة أو تغيير أو انثناءات فى أجزاء الريشة.
٤. خلو مجرى الطرد من أى عائق وأن بوابات الطرد مفتوحة تماماً.
٥. مراجعة منسوب الزيت فى صندوق التروس عن طريق زجاجة البيان.
٦. تشحيم الكرسى العلوى عن طريق المشحمة.
٧. التأكد من وجود شحم فى خزان مضخة الشحم.
٨. إجراء فحص عينى للمنطقة المحيطة بصندوق التروس والموتور.
٩. تنظيف أى آثار للشحم أو بقع الزيت ويجب تحديد مصدر هذه الشحوم

١٠. عدم ترك أى مهملات فى الممرات الموجودة بجانب كل المضخة.
١١. تركيب واقى الحماية على وصلات الازدواج والتأكد من ربطه بإحكام
١٢. ومن ضمن الأشياء التى يجب الكشف عليها قبل بدء التشغيل هى كمية الزيت والشحم، فيجب التأكد من أنهما عند المستوى المناسب، فإذا وجد أى نقص فى خزان الزيت أو الشحم فيجب إعادة ملء هذه الخزانات مرة ثانية.

كذلك يجب فحص الشحم الخاص بالكرسى السفلى وبوجه خاص لأنه لو حدث نقص فى هذا الشحم ولم يتواجد المقدار الكافى منه لتشحيم الكرسى فإن أجهزة حماية المضخة ستقوم بإيقاف المضخة تلقائياً – إذا كانت المضخة مجهزة بهذا النظام، ويجب أيضاً الكشف على الكرسى السفلى من وقت لآخر بنزول المشغل إلى أسفل والكشف الظاهرى على الكرسى.

تنبيه:
لا تحاول إدارة أى مضخة حلزونية بدون وجود الشحم المناسب.

عند الكشف على الشحم يجب مراعاة ما يلى:
- الشحم بالنسبة للكرسى السفلى والعلوى.
- الزيت بالنسبة لصندوق التروس

وعندما ننتهى من إجراء هذا الكشف بالنسبة للزيت والشحم وباقى الخطوات السابقة يمكن البدء فى تشغيل المضخة.

ترتيب إدارة المضخة

من غيـــر المجـــدى ترك مضخة من المضخات بدون عمل لعدة أيام متصلـــة متصلة، ولذلك يجب تبديل المضخات حيث يدخل بعضها العمل وبعضها الآخر احتياطى. ويجب أن نضع فى الاعتبار أن تقوم جميع المضخات بعدد متساوٍ من الساعات لأن هذا يؤدى إلى التآكل المتساوى والاستهلاك المتساوى للمضخات، كذلك يساعد على تواجد جميع المضخات جاهزة لأنه طالما أن المضخة تعمل فستجرى لها الصيانات بصفة مستمرة، كما أن أى أعطال سوف تظهر يتم إصلاحها فوراً.

ويعرض الجدول رقم (٦-١) الجدول التشغيل الشهرى للمضخة، ولو اتبعنا جدولاً بهذا الشكل فسنضمن أن كل مضخة ستعمل نفس المقدار من الساعات وسنضمن بالتالى أنه لن توجد أى مضخة بدون عمل عدة أيام متتالية.

Table 6-1

تسجيل بيانات التشغيل

هناك بيانات يجب تسجلها لكل مضخة حلزونية وكل موتــور وكل صندوق تروس.

المضخة الحلزونية:

- ساعات التشغيل.
- تصرف كل مضخة متر مكعب / يوم.
- استهلاك الشحم فى مضخة الشحم.
- استهلاك الزيت وتغيير الزيت مع ملاحظة كمية الزيت المستبدلة وكمية الزيت الجديدة ونوع ودرجة الزيت.
- المواد المستخرجة من مجرى الدخول وبيارة المضخة.
- أى منافذ هامة أخرى (الإدارة – الإيقاف – انقطاع الكهرباء).
- اسم الشخص الذى قام بالتسجيل.

صندوق التروس:

- درجة حرارة الزيت.
- عدد مرات تغيير الزيت.
- اسم القائم بالتسجيل.

الموتور:

- درجة حرارة الموتور ودرجة حرارة الجو المحيط به.
- قياس شدة التيار بالأمبير (قياس الحمل).
- قراءة العدادات الموجودة على كرسى التحميل والخاصة بالحرارة.
- اسم القائم بالتشحيم.
- درجات حرارة كراسى المحرك.
- درجات حرارة الملفات.
- شدة التيار فى الثلاث أوجه.

مشاكل التشغيل والتغلب عليها

نستعرض فيما يلى أهم مشاكل التشغيل والتغلب عليها عند تشغيل الطلمبات الحلزونية ويعرض الجدول (٦-٢) أهم هذه المشاكل:

جدول رقم (٦-٢)

مشاكل التشغيل والتغلب عليها

أسم المعدة	الأعراض	الأسباب المحتملة	العلاج
الحلزونة	ضوضاء شديدة فى مكان الحلزونة أثناء بدء التشغيل	جسم الحلزونة ملامس لمكان الدوران	رش جسم الحلزونة بالماء- غطى جسم الحلزونة حتى تصل لدرجة الحرارة المحددة للتشغيل
الموتور	توقف دوران الموتور	- حمل زائد - توقف الطلمبة نتيجة لانحشار جسم صلب - ارتفاع درجة حرارة الكرسى العلوى أو السفلى	- غير الفيوز - نظف أى عائق من حول الطلمبة الحلزونية - تأكد من حفظ الشحم - تأكد من درجة حرارة الزيت فى دورة الكرسى العلوى - تأكد من درجة حرارة الكراسى العلوى
انخفاض ضغط الشحم	توقف الطلمبة الحلزونية	- تسريب فى خط التشحيم - خزان الشحم فارغ	- يتم إصلاح خط الشحم - املأ خزان الشحم
ارتفاع ضغط الشحم		انسداد مواسير الشحم	يتم إصلاح خط الشحم
الكرسى العلوى		ارتفاع فى درجة حرارة الزيت	انخفاض مستوى الزيت
صندوق التروس		- ضغط الزيت منخفض أو مرتفع - حرارة مرتفعة	- تلف طلمبة الزيت - أختبر مستوى الزيت - عاير العدادات إذا لزم الأمر

الفصل السابع

ملحقات مضخات الرفع الحلزونية

الفصل السابع

ملحقات مضخات الرفع الحلزونية

صندوق التروس ووصل الازدواج

يوضع صندوق التروس بين الموتور والطلمبة الحلزونية وأحياناً يطلق عليه اسم مخفض السرعة، وفائدة صندوق التروس هى تخفيض سرعة خرج الموتور إلى أقل سرعة مطلوبة لإدارة الطلمبة وهى ٣٠ لفة/ دقيقة، وبمعنى أدق: هى تصميم لتخفيض السرعة الدورانية عن طريق استخدام النقل بالتروس ويحتوى على مجموعة من التروس موضوعة داخل جسم مانع لتسريب الزيت أو لدخول الغبار وهذا الجسم يعمل كحمام زيت للتروس.

وباستخدام كراسى التحميل المثبتة فى جسم صندوق التروس والتى يركب عليها أعمدة نقل الحركة يضمن لنا ثبات موضع الأعمدة ومحاورها، وهذا يمكننا من استخدام تروس كبيرة القطر ذات أسنان صغيرة. واستخدام الأسنان الصغيرة يفيد فى زيادة الدقة ويمنع الضوضاء الناتجة عن التشغيل ويقلل تكاليف التصنيع.

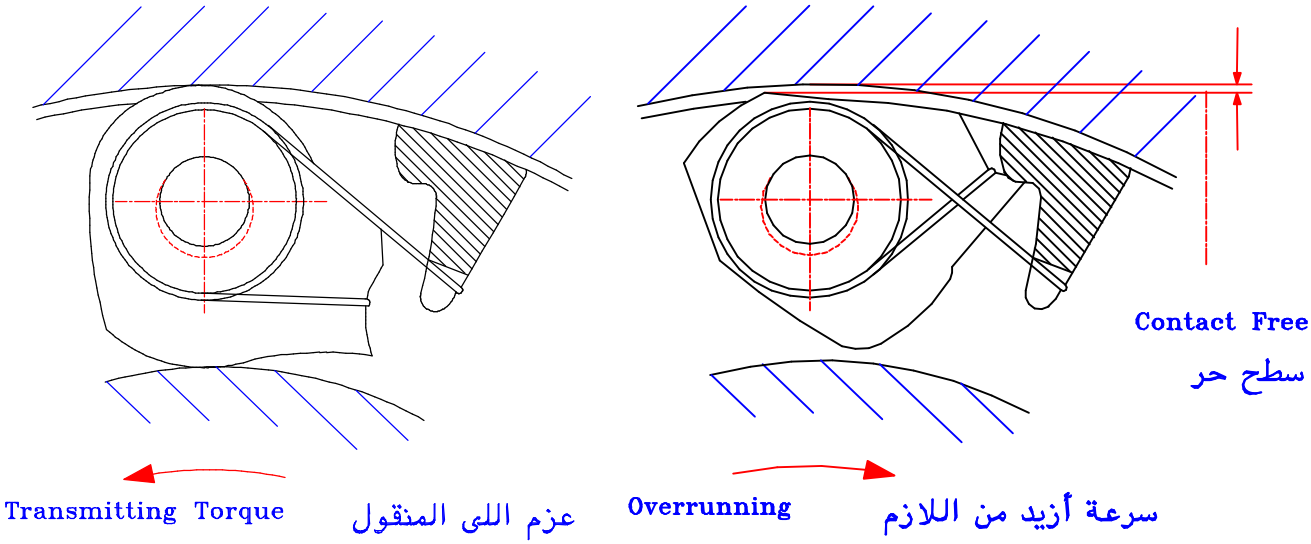
والتشحيم الملائم يقلل التآكل ويزيد من كفاءة صندوق التروس بينما يفيد جسم الصندوق فى التشغيل الآمن، وهذه المزايا توضح لنا لماذا انتشر استخدام صناديق التروس فى الهندسة الحديثة بدلاً من السيور والوسائل المفتوحة لنقل الحركة.

ويصمم مخفض السرعة بالنسبة للطلمبة الحلزونية بحيث يركب بزاوية ميل تعادل زاوية ميل الطلمبة.

مانع الدوران العكسى

تركب موانع الدوران العكسى مع صناديق التروس، وفائدة مانع الدوران العكسى هى منع الطلمبة الحلزونية من الدوران عكس اتجاهها، ويحدث هذا الدوران إذا عكسنا اتجاه سريان المياه مثلما يحدث فى الطلمبات الطاردة المركزية عندما ينعكس اتجاه المياه داخل الطلمبة (رجوع المياه) وهذا بالطبع قد يؤدى إلى تلف صندوق التروس إذا دار فى الاتجاه العكسى.

وهناك العديد من أنواع موانع الدوران العكسى وجميعها تبنى فكرة عملها على أساس تركيب مانع الدوران العكسى على جلبتين إحداهما داخلية والأخرى خارجية، وبينهما يوجد قفص به عضو الإيقاف وهو عبارة عن جزء غير منتظم (كامة) يقوم بالتعشيق إذا دار فى اتجاه عكسى ولا يحدث أى إعاقة إذا دار فى الاتجاه السليم، ويتم ذلك بمساعدة ياى، فعند دوران الجلبة الداخلية فى الاتجاه السليم يدور معها القفص بتأثير الاحتكاك كما يفتح الياى بتأثير القوة الطاردة المركزية وبالتالى يفك التعشيق ويدور دوران حر، أما إذا دار العامود عكسياً ففى هذه الحالة فإن الياى يقفل على الفور ويقوم عضو الإيقاف بالتعشيق مع الجلبة الخارجية والتى يكون بها زوائد خاصة للتعشيق، ويتم إيقاف العامود على الفور كما هو موضح بالشكل رقم (٧-١).



شكل رقم (٧-١)

رسم تخطيطى يوضح مانع الدوران العكسى

وصل الازدواج

لكى تدور الطلمبة يجب أن تكون هناك وسيلة ما لإدارة هذه الطلمبة وتستخدم المحركات الكهربائية والتى تعتبر أكثر الأنواع شيوعاً فى مجال الصرف الصحى، ولتوصيل هذه المحركات بالطلمبة يجب أن توصل بما يعرف باسم وصلة الازدواج أو الكوبلنج (Coupling).

ووصلة الازدواج هى جهاز يربط عامودين ببعضهما وبالتالى يقوم بنقل الحركة من أحدهما وهو عامود المحرك إلى الثانى وهو العامود المتصل بالطلمبة.

ومع أنه يوجد العديد من أنواع وصل الازدواج المتاحة إلا أن جميعها تقوم بنفس الأعمال الأساسية وهى:

- نقل الحركة بكفاءة من عامود لعامود آخر.
- التقليل من تآكل كراسى تحميل الأعمدة والأجزاء الدوارة.
- التغلب على مشكلة الترحيل الخفيف والذى قد ينشأ أثناء العمل.

وصلة الازدواج المرنـــــة

يطلــق اصطلاح وصلة الازدواج المرنة على وصلة الازدواج التى لا تسمح فقط بوجود ترحيل موازى أو زاوى فى الأعمدة ولكنها أيضاً تقوم بامتصاص الصدمات والاهتزازات الناشئة عن نقل العزوم.

وتستخدم وصل الازدواج هذه عادة فى الماكينات التى تتعرض لأحمال متغيرة مع كثرة التشغيل والإيقاف وفى الأحوال التى لا يمكن ضبط الأعمدة بدقة كبيرة.

وعلى سبيل المثال فإن استخدام وصلة الازدواج المرنة يسهل التوصيل بين موتور كهربى وصندوق تروس مخفض السرعة. ووصلة الازدواج المرنة ذات الجلب المطاطية تشبه تماماً وصلة الازدواج ذات الفلانشات من ناحية التصميم ولكن الاختلاف بينهما يرجع إلى وجود مسامير قلاووظ فى النوع ذو الفلانشات ويتم استبدال هذه المسامير فى النوع الآخر (ذو الجلب المطاطية)

بخوابير يتم تركيب الجلب المطاطية عليها وتتخذ قطع الجلب المطاطية شكل شبه منحرف، ويحتوى قرص النصف الآخر من وصلة الازدواج على فتحات لدخول الخابور بالجلبة المطاطية، وأى اهتزاز أو صدمة تنشأ يتم امتصاصها نظراً لوجود هذه الجلبة المطاطية التى تقوم بامتصاص الصدمة، وهذه الأنواع من وصل الازدواج لها مقاسات ثابتة ويجب اختيار المقاس الذى يلائم العزم الذى سينقله.

طلمبات الشحم

يستلزم قبل تشغيل الطلمبة الحلزونية تشغيل طلمبة الشحم أولاً لمدة حوالى ١٥ دقيقة حتى يصل الضغط ١٥ بار أو أكثر لكى يصل إلى الكرسى السفلى ويتم تشغيل الطلمبة من لوحة التحكم.

المكونات الرئيسية

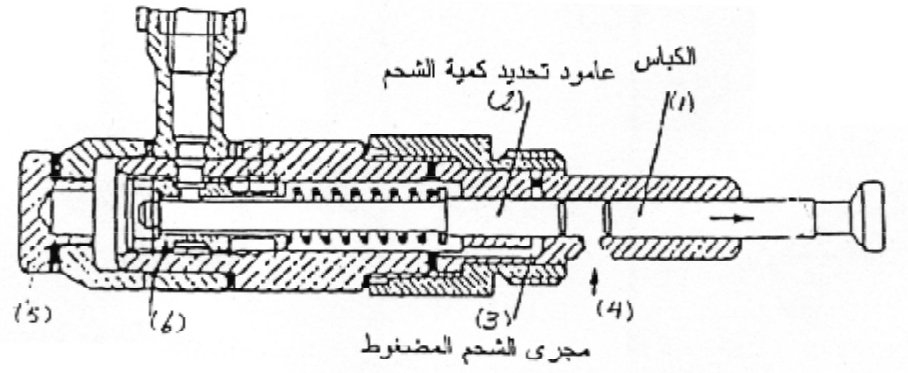
تتكون طلمبة التشحيم من الأجزاء التالية والتى يوضحها الشكل رقم (٧-٢):

١. خزان الشحم سعة حوالة ٤ كجم.
٢. بيت الطلمبة والذى يتصل بمجموعة التوصيل الميكانيكية للإدارة الداخلية والخارجية.
٣. مروحة تقليب الشحم فى الخزان.
٤. عضو معدنى لكنس الشحم من جدران الخزان.
٥. كرسى رولمان بلى.
٦. اكسنتريك لا مركزى (Eccentric).
٧. ترس لولبى (دودى).
٨. المجموعة الخاصة بكباس الطلمبة:

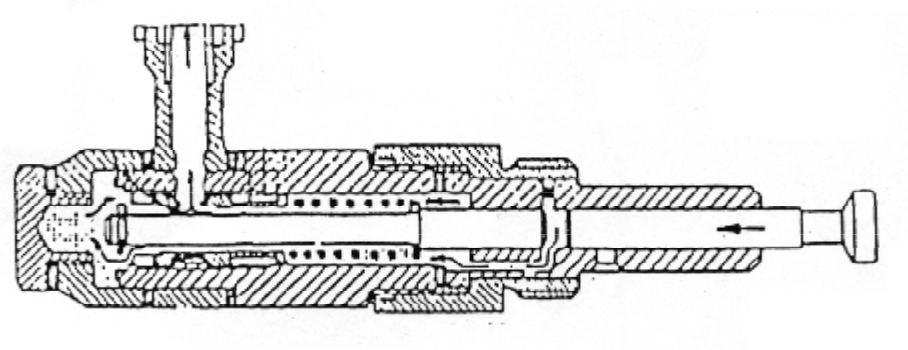
- يأخذ عامود الطلمبة الرأسى حركته من مصدر خارجى عن طريق تروس لولبية (دودية).
- تقوم بإدارة كباس الطلمبة حلقة ضاغطة [رقم (٦)] تدور مع عامود الطلمبة.
- كل لفة من عامود الطلمبة تحرك كباس الطلمبة مشوار سحب وضغط.

- متصل بعامود الطلمبة أيضاً بدال [رقم (٣)] لإدخال الشحم جبرياً إلى فتحة الدخول وتقلل من دخول فقاعات الهواء.
- يتصل عضو معدنى [رقم (٤)] لكنس الطلمبة من جدران الخزان يسمى (Wiper).

ويوضح الشكل رقم (٧-٢) طلمبة تشحيم الكرسى السفلى لطلمبة الرفع الحلزونية، كما يوضح الشكل رقم (٧-٣) كباس طلمبة الشحم.



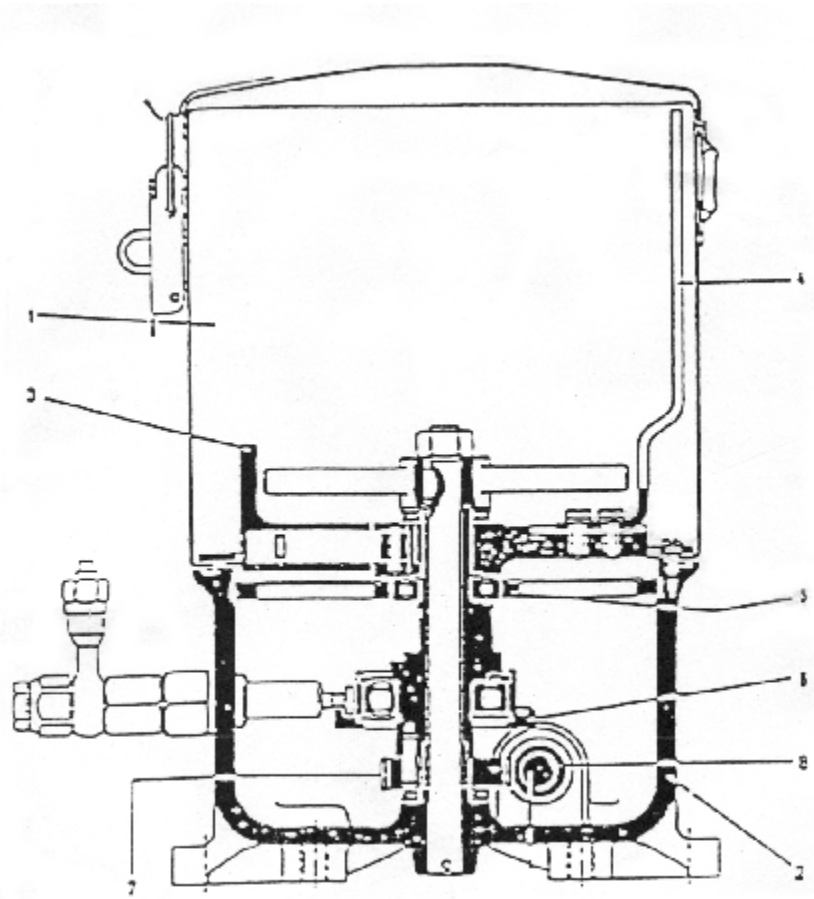
أ. شوط السحب



ب. شوط الضغط

شكل رقم (٧-٢)

طلمبة تشحيم الكرسى السفلى لطلمبة الرفع الحلزونية



١. خزان
٢. جسم الطلمبة
٣. ريشة تقليب
٤. مساحة
٥. كرسى صلبية
٦. اكسنتريك
٧. ترس دودى
٨. دودة

شكل رقم (٧-٣)
كباس طلمبة تشحيم الكرسى السفلى لطلمبة الرفع الحلزونية

كيفية عمل الطلمبة

مشوار السحب:

١. يتحرك الكباس إلى جهة اليمين تاركاً وراءه منطقة تخلخل.
٢. يدخل الشحم من فتحة السحب.
٣. يستمد كباس الطلمبة حركته من الحلقة الضاغطة المركزية وكذلك من الـــ (Control Spool) الذى يؤثر على قوة ضغط السوستة، ويتم قفل مجرى الضغط [رقم (٣)] ويقف فى موضع معين.

مشوار الضغط:

يستمد كباس الطلمبة حركته من الحلقة الضاغطة المركزية قافلاً فتحة سحب الشحم الموجودة بين الكباس والـــ (Control Spool) الذى يتحرك ويفتح مجرى الضغط ويتحرك الشحم حتى يصل إلى فتحة الخروج، ويوجد محبس عدم رجوع لعدم رجوع الشحم مرة أخرى.

تغيير كمية الشحم:

تدفع الطلمبة فى كل مشوار ٠,٠٨ سم مكعب من الشحم، ولتغيير هذه الكمية يوجد بكل طلمبة مفتاح له رأس سداسية ويتم إدخال هذا المفتاح بعد فك العلبة وإدارة هذا المفتاح مع عقارب الساعة والذى يقوم بدوره بإدارة النبل السداسى مع عقارب الساعة فيقل الحجم:

- أقصى ضغط تشغيل: ٣٥٠ بار
- تصرف الطلمبة: ١٠٤ مم مكعب/ ساعة
- قدرة المحرك الكهربائى: ٠,١٨ كيلووات
- نسبة التخفيض: ١ : ٦٢٥
- سرعة المحرك الكهربائى: ١٤٦٠ لفة/ دقيقة
- جهد المحرك: ٣٨٠ فولت IP ٤٤

احتياطات:

تأكد من امتلاء خزان الشحم وكذلك قياس الضغط الذى يقرأ من ١٥ – ٧٥ بار.

الفصل الثامن

أعمال الصيانة الدورية

الفصل الثامن

أعمال الصيانة الدورية

مقدمـــة

تشمل أعمال الصيانة الدورية للمضخات الحلزونية الصيانة اليومية والأسبوعية والشهرية والنصف سنوية وأخيراً السنوية.

الواجبات اليومية للمشغلين

هناك بعـــض الواجـــبات اليومية التى يجب على المشغلين القيام بها، ونوردها على النحو التالى:

- مراجعة سجلات التشغيل للوردية السابقة.
- تسجيل مؤشرات ضغط الشحم - الأمبير المسحوب - الجهد الكهربى - ساعات التشغيل ودرجة الحرارة ... الخ.
- التأكد من عدم وجود اهتزازات غير طبيعية أو ضوضاء أثناء التشغيل.
- فحص مناسيب الزيوت والشحومات.
- مراجعة برنامج التشغيل التبادلى للطلمبات.
- عدم وجود أى مخلفات طافية أو عوائق كبيرة قد تؤدى إلى فصل الطلمبة عند دخولها.

ويعرض الجدول رقم (٨-١) أعمال الصيانة المطلوبة.

جدول رقم (٨-١)
أعمال الصيانة الدورية للطلمبات الحلزونية

أجزاء المعدة	فترات الكشف	أعمال الصيانة المطلوبة	ملاحظات
محطة الرفع	يوميا	الفحص الظاهرى ويشمل مراجعة: - تسريب زيت - تراكم الرواسب والمخلفات	تسجيل ما تم تنفيذه من أعمال الصيانة
الطلمبة الحلزونية	يوميا	الفحص الظاهرى ويشمل مراجعة: - اتزان المضخة - الضوضاء - ارتفاع فى درجة الحرارة - عداد ضغط الزيت	قم بتسجيل الظاهرة الموجودة وكيف أمكن التغلب عليها
الكرسى العلوى للطلمبة الحلزونية	أسبوعيا	مراجعة منسوب الشحم، الملئ عند الضرورة	استخدم شحم شل الفانيا رقم ٢
الكرسى السفلى للطلمبة الحلزونية	شهريا	أملئ الخزان حتى مستوى العلامة المطلوبة وتجنب تجاوز المستوى المحدد	استخدم زيت شل أوملا ٢٢٠ (يستخدم فى الأقصر موديل EP1)
وصلات الزيت وموانع التسرب	سنويا	أكشف وغير إذا لزم الأمر	
موتور الإدارة	يوميا	تأكد من عدم وجود أى عوائق على ريش التهوية وأن الموتور يدور بحرية بدون حرارة زائدة	
التشحيم	شهريا	أحقن الشحم الجديد حتى يخرج الشحم القديم وتأكد من عدم وجود أى آثار للشحم القديم	استخدم شحم شل الفونيا RA
لوحة الكهرباء	كل ستة أشهر	افصل مصدر التيار أولا ثم تأكد من سلامة الوصلات	
صندوق التروس	يوميا	تأكد أن صندوق التروس يدور بسهولة وبدون حرارة زائدة	
فلتر الزيت	أسبوعيا	نظف فلاتر صندوق التروس وأعد ملئ الزيت إذا لزم الأمر (لا تملئ أكثر من المطلوب)	موبيل SHC 630
فلتر الزيت	كل شهر	أعد ملئ الزيت إذا لزم الأمر	SHC 630

"تابع" جدول رقم (٨-١)
أعمال الصيانة الدورية للطلمبات الحلزونية

أجزاء المعدة	فترات الكشف	أعمال الصيانة المطلوبة	ملاحظات
فلتر الهواء	كل ثلاث أشهر	نظف فلتر الهواء	
مانع الدوران العكس	كل ستة أشهر	تأكد من أنه يعمل جيدا	
	كل سنة	أجرى عمرة كاملة	
		تأكد من أن الصواميل وأدوات الربط مربوطة جيدا طبقا لمواصفات الصانع	
صندوق التروس	كل ١٨ شهر	غير زيت صندوق التروس	زيت موبيل DTE 13
كوبلن الطلمبة الحلزونية	ستة أشهر	تأكد من استقامة المحاور	
	١٨ شهر	تأكد من عدم وجود تآكل فى الكاوتش	
كوبلن الموتور وصندوق التروس	كل شهر	اختبر أداء الطلمبة	
غلاف صندوق التروس فى الداخل	سنويا	فرغ صندوق التروس من الزيت وأكشف عن أى كسر أو تآكل	
التوصيلات الكهربائية والجلب	سنويا	استبدال أى جزء تالف	

أعمال التزييت والتشحيم

نستعرض فيما يلى أنواع الزيوت والشحومات والمكافئ وتركيب كل منها وكذا الكمية المطلوبة ودورية التشحيم.

تنبيه:

يعرض بعض المصنعين بأنواع معينة من الزيوت قد لا تتوافر أو تم إلغاء استخدامها وتم استبدالها بأرقام أخرى وسنتعرض لها فى حينه.

ويستعرض الجدول رقم (٨-٢) أماكن التزييت والتشحيم ودورية ذلك والكمية على النحو التالى:

جدول رقم (٨-٢)

الأجزاء المطلوب تزييتها وفتراتها والكمية والزيت المكافئ على النحو التالى

أسم المعدة	رقم الايزو	فترات التزييت	الكمية
الكرسى العلوى	٣٢٠ –٢٨٨-٣٥٢ CST عند ٤٠ درجة مئوية	مرة كل عام- فرغ الزيت بالكامل	طبقا لما يوصى به المصنع من واقع كتالوج وتعليمات التشغيل
الكرسى السفلى	CST١٣,٣ NLGIC عند ١٠٠ درجة مئوية	اختبر الخزان كل أسبوع	
مبرد التروس الدورية	٢٢٠ ١٩٨-٢٤٢ CST عند ٤٠ درجة مئوية	كل ٣٠٠٠ ساعة عمل- فرغ الزيت بالكامل	
صندوق التروس	٣٢٠ ٢٨٨-٣٥٢ CST عند ٤٠ درجة مئوية	(٣٠٠-٦٠٠) ساعة عمل، المرة التالية كل (١٥٠٠-٥٠٠٠) ساعة عمل	
الموتور	CST NLG12 عند ١٠٠ درجة مئوية	كل ١٠٠٠ ساعة عمل أو فى الحالات الحرجة	
الكبالن	لا تحتاج إلى تزييت		

ملاحظات عند إجراء الصيانة الدورية

فى حالة استخدام طلمبة الشحم التى تدار بالسير من عمود الإدارة العلوى لابد من وجود موتور كهربى لإدارة طلمبة الشحم أولا قبل إدارة الطلمبة الحلزونية بمدة كافية وذلك لضمان دخول الشحم للكرسى السفلى بالضغط الكافى وعن طريق مفتاح زمنى يتم إدارة طلمبة الشحم بالسير مع الطلمبة الحلزونية وأيضا يستخدم الموتور الكهربى كأحتياطى إذا حدث عيب فى السير.

وفيما يلى بعض الملاحظات الواجب مراعاتها عند إجراء عملية الصيانة:

١. جسم الحلزونة مدهون بدهان خاص لحمايته من الصدأ، فى حالة فقدان هذا الدهان أو جزء منه لابد من الإسراع بتعويضه حتى لا يبدأ الصدأ فى جسم الحلزونة ويتسبب فى تلفها.

٢. الكرسى العلوى:

- الشحم المستخدم يكفى لمدة سنتين ثم بعدها يتم تغييره بآخر جديد يستعمل لمدة سنتين آخرين.
- الشحم المستخدم يجب أن يكون خالى من الأحماض ويجب ألا يتجمد أو يتكتل وأن تكون نقطة التسريب لا تقل عن ١٦٠ درجة مئوية.
- يجب عدم خلط نوعين مختلفين من الشحم.
- فى حالة الضرورة تغيير نوع الشحم لابد من إزالة الشحم القديم تماما قبل إضافة الشحم الجديد.

٣. الكرسى السفلى:

- ملئ خزان الشحم بصفة منتظمة لا يعنى أن دورة الشحم تعمل بكفاءة. لابد من الكشف الدقيق على الدورة بالكامل، كذلك التأكد من ضغط الشحم ووصوله إلى الكرسى السفلى بالفعل.

٤. السيور:

- الكشف بصفة دورية على السيور

٥. الكابلن:

- الكشف على كاوتش الكابلن وتغييره إذا لزم الأمر.

٦. الموتور:

- فى حالة توقف الطلمبة، ترتد المياه للبيارة، وتسبب دوران الحلزونة فى الاتجاه العكس وتمثل حمل شديد على الموتور لذا لابد من وجود مانع الدوران العكس، وتوجد أيضا دائرة تحكم كهربائية تمنع دوران الموتور بعد توقفه مباشرة لتعطى فرصة لرجوع المياه أولا، كذلك لا يجب إيقاف الموتور وتشغيله أكثر

من ٣-٤ مرات فى الساعة وذلك لحماية صندوق التروس والموتور.

- تأكد دائما من اتجاه دوران الموتور وإلا إذا دار الموتور فى الاتجاه العكس، قد يتلف مانع الدوران العكس.
- الطلمبة التى لا تعمل مدة طويلة لابد من إدارتها لمدة ١٥ دقيقة كل شهر بدون حمل.

ويستعرض الجدول رقم (٨-٣) الاسم التجارى لبعض أنواع الزيوت والمكافئ لها.

الجدول رقم (٨-٣)

الاسم التجارى لبعض أنواع الزيوت والمكافئ لها.

أيزو V6	شيفرون	إيكسون	جولف	موبيل	شل	تيكسكون
NLGI 2	شيفرون SRI 2	ليدوك إيس ٢	جولف كراون (شحم) EP2	موبيلكس EP2	القانيا EP2	ملتيفاك EP2
٢٢٠	لا يوجد	لا يوجد	EP زيت رقم ١٤٥	شحم موبيل سيلون رقم ٦٠٠ دبلو	زيت قلقالينا رقم ٧٨	فانجارد ٦٢٠
٣٢٠	NL مركب للتروس ٣٢٠	سباركسان EP 460	زيت EP S120	موبيل جيد ٦٣٢ أو موبيلكس EP 023	أو مالا ٣٢٠	مروبا ٣٢٠

تنبيه:

يتم استبدال شحم موبيلكس ٤٥ بشحم موبيلكس EP0، EP1 كما يتم تغيير شحم UNEDO بشحم الفانيا EPO.

دراسة حالة نستعرض فيما يلى بعض الأعطال الحقيقية وكيفية إصلاحها، وكذا بعض مشاكل التشغيل وكيفية التغلب عليها.

الظواهر والأعراض هناك بعض الظواهر والأعراض التى ظهرت وهى:

- صوت احتكاك شديد ناحية الكرسى السفلى
- بالكشف تبين تآكل شديد فى جلبة الكرسى السفلى مما يدل عن عدم وجود الشحم.

الأعمال التى تمت تم إجراء بعض أعمال الصيانة، وفيما يلى بيان بها:

الكشف على مواسير الشحم:

- معظمها تالف منها المكسور ومنها المسدود نتيجة لانبعاجها.
- تم تغيير كل مواسير الشحم بأخرى جديدة وتم اختبار صلاحيتها وذلك بدفع كمية من الشحم بها من بداية الدورة حتى نهايتها.

الكشف عن مواتير طلمبات التشحيم:

- وجدت أن كلها تعمل بحالة جيدة عدا واحد تم إصلاحه.

الكشف عن طلمبات التشحيم:

- تبين أن كل طلمبات التشحيم لا تعمل، ووجدت العيوب الآتية.

الكباس:

بفحص الكباس وجد ما يلى:

- أحدهم مكسور
- اثنين محشورين فى الجراب
- الأخير مشروخ عند الرأس (نقطة اتصاله بالكامة)

ولطبيعة عمل هذا الكباس لابد أن يكون من الصلب المقسى أو والصلب السبائكى ذو صلابة عالية وذلك ليتحمل الاحتكاك المستمر أثناء دخوله وخروجه من الجراب.

لابد أن يكون فى كامل استقامته وأى اعوجاج حتى لو جزء من الألف من المليمتر يتسبب فى انحشاره وعدم حركته داخل الجراب.

كذلك وجود أى مواد صلبة مثل ذرات الرمل أو غيرها من الرواسب فى الشحم سوف يعوق حركة الكباس ويتسبب فى وجود خدوش فى جسم الكباس أو الجراب ويقلل الضغط المطلوب للتشغيل.

لابد أن يكون سطح الكباس فى أعلى درجة نعومة (تجليخ) ولا يكون هناك فرق بين الكباس وبين الجراب إلا ما يسمح لمرور الكباس داخل الجراب فقط وذلك للحصول على أعلى تشغيل أثناء عمل الكباس، وأى خشونة فى الكباس تسبب إعاقة للحركة أو تسريب للضغط.

الجراب:

مصنوع من الصلب السبائكى عالى الصلابة ويتم تجليخه من الداخل ليكون سطحه ناعم جدا ليضمن عدم تهريب الضغط مع الكباس.

والجراب هو الجزء الذى يدخل فيه الشحم من الخزان ويخرج منه إلى مواسير الشحم، ومن الممكن ضبط حجم غرفة الشحم وذلك لضبط كمية الشحم الخارجة فى كل مشوار.

<u>طريقة عمل الجراب:</u>

- عند استخدام الكباس بعيدا عن الجراب عن طريق الكامة يحدث خلخلة فى الضغط تتسبب فى دخول كمية من الشحم من الخزان إلى غرفة الشحم من خلال فتحة رقم (١)

- عند رجوع الكباس ثانيا يضغط الشحم الموجود بغرفة الشحم جزء منه يخرج من الفتحة رقم (١) والآخر من الفتحة رقم (٢) إلى الفتحة رقم (٣) حتى يصل الكباس إلى الفتحة رقم (١) ليغلقها ويخرج كل الشحم من الفتحة رقم (٢) ليصل إلى الفتحة رقم (٣) ثم إلى مواسير الشحم.
- عن طريق جلبة نحاس فى نهاية جسم الكباس تحرك بعده خاصة فى اتجاه عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة يتم تحريك عمود ضبط الشحم إلى الأرقام أو الخلف وبالتالى التحكم فى غرفة الشحم وكمية الشحم الخارجة.

الأعطال وعلاجها:

١. خشونة فى السطح الداخلى للجراب نتيجة لدخول رواسب أو ومواد صلبة من خلال شحم غير نظيف، وهذا يسبب إما هروب الضغط أو وانحشار عمود الكباس وعدم حركته.

العلاج: إعادة تجليخ السطح الداخلى

٢. انسداد مجرى الشحم:

العلاج: تسليك مجرى الشحم بالهواء أو سلك رفيع مرن

محبس عدم الرجوع:

عمل محبس عدم الرجوع:

عن طريق إدارة الغطاء المتحرك، يتم تغيير الضغط على السوستة التى بالتالى تضغطه على البلية أو العكس ليقل الضغط، وعند خروج الشحم يضغط على البلية من أسفل ويخرج من حول البلية إلى أعلى من خلال الفتحة الموجودة فى الغطاء المتحرك، وهذا النظام لا يسمح برجوع الشحم من أعلى البلية حيث أن السوستة تضغط على البلية لأسفل لإحكام الغلق.

عدم عمل محبس عدم الرجوع بكفاءة:

رجوع الشحم ثانية من المواسير إلى داخل الطلمبة.

السبب:

وجود رواسب تعوق إحكام قفل البلية وبالتالى يسمح برجوع الشحم الموجود فى المواسير حيث أنه تحت ضغط عالى.

العلاج:

فك محبس عدم الرجوع وغسله جيدا والتأكد من سلامة سطح البلية وانتظامه.

- التأكد من سلامة السوستة
- التأكد من نظافة الشحم
- تركيبه ثانيا واختبار عمله

ملحوظة:

يتم ضبط طلمبة الشحم لتخرج ٠,١٥ سم^{٣} كل مشوار على الأكثر وبالتالى الكمية الكلية فى الساعة تحسب كالتالى:

الكمية فى الساعة = عدد مرات الكبس فى الدقيقة × ٠,١٥ × ٦٠

= ٩,٨٦ سم^{٣}/ ساعة

الخزان الذى يسع لتر يكفى لمدة ١٠١٤,٢ ساعة تشغيل.

الفصل التاسع

مخاطر العمل فى منشآت المياه والصرف الصحى

الفصل التاسع

مخاطـــر العمـــــل فى منشـــــآت الميـــاه والصـــــرف الصـــــحى

مقدمـــــــة

يتناول هذا الفصل المخاطر التى يتعرض لها العاملون فى منشآت المياه والصرف الصحى، ووسائل تجنبها والوقاية منها. ويمكن تقسيم هذه المخاطر إلى:

١- مخاطر طبيعية.
٢- مخاطر كهربية.
٣- مخاطر ميكانيكية.
٤- مخاطر بيولوجية.
٥- مخاطر كيميائية.
٦- مخاطر تداول الكلور.
٧- مخاطر العمل فى الأماكن المغلقة.

المخاطر الطبيعية

تشمل المخاطر الطبيعية المخاطر الناتجة عن عدم كفاية الإضاءة وتلك الناتجة عن سوء التهوية.

المخاطر الناتجة عن عدم كفاية الإضاءة:

تشير الدراسات والأبحاث إلى أن الإضاءة الجيدة غالباً ما تعين العامل على رفع مستوى الإنتاجية وبمجهود أقل، إذ كثيراً ما تتوقف الكفاية الإنتاجية على سرعة الإدراك البصرى، والدقة فى التمييز بين الأشياء، هـــذا فضلاً عما

تثيره الإضاءة السيئة فى نفوس الكثيرين من الشعور بالانقباض، وما تؤدى إليه من إرهاق البصر وزيادة التعب والأخطار.

فالضوء يجب أن يكون كافياً وثابتاً، وموزعاً توزيعاً جيداً لكى لا يسبب أى زغللة، وضوء الشمس المباشر يحقق دائماً هذه الشروط.

تأخذ مشكلة الإضاءة دلالة أكبر إذا عرفنا أن كثيراً من العمال المصابين بعيوب فى الإبصار، يهملونها ولا يهتمون بها. فقد دل الكشف الطبى على أن هناك أكثر من مليونى عامل صناعى بأمريكا، ثلثهم مصابون بعيوب فى الإبصار، وبعض هؤلاء يضعون نظارات دون فحص طبى، كما ظهر أن ٥٥% من بين مليونى عامل فى صناعات مختلفة يتمتعون بقوة إبصار سوية دون نظارات، وأن ٢٠% منهم يصبح إبصارهم سوياً باستخدام النظارات، وأن ٢٥% لديهم عيوب فى الإبصار لا تصلحها النظارات.

المخاطر الناتجة عن سوء التهوية:

التهوية تعنى إمداد العمال باستمرار بالهواء النقى الخالى من الميكروبات والأدخنة والرطوبة الزائدة، وكذلك الحرارة الزائدة، ويبلغ مقدار الهواء اللازم للفرد الواحد فى الساعة:

- ١٠٠٠ قدم مكعب من الهواء فى الأماكن المزدحمة العادية.
- ٢٠٠٠ قدم مكعب من الهواء فى المتوسط فى حالات العمل.
- ٣٠٠٠ قدم مكعب من الهواء عند التهوية الجيدة فى الأعمال الصناعية.

وتكون التهوية إما طبيعية أو صناعية، وتحدث التهوية الطبيعية بتأثير تيارات الحمل حيث يرتفع الهواء الساخن إلى أعلى فيحل محله هواء بارد من أسفل. ومن أجل ذلك تُعمل نوافذ علوية لخروج الهواء الساخن، ونوافذ سفلية لدخول الهواء البارد.

وقد دلت التجارب المحلية والعالمية على أن الظروف المثلى لكل من العمل الجسمى والعمل العقلى هى ٢٠ درجة حرارة مئوية، مع درجة رطوبة قدرها ٥٠%، و٤٥ قدماً مكعباً من الهواء النقى فى الدقيقة.

المخاطر الكهربية

تتراوح الجهود الكهربية التى يمكن استخدامها فى الهيئات أو المرافق المختلفة من ١١٥ فولت إلى أكثر من ١١٠٠٠ فولت. ومن المعروف أن هذه الجهود تسبب خطورة حقيقية على المتعاملين معها. ويعد التكهرب أو حدوث الصدمة الكهربية من أسوأ الأخطار الممكن حدوثها، وذلك لتعذر أو لصعوبة إسعاف المصاب بالصدمة الكهربية.

إرشادات لمواجهة مخاطر التكهرب

يمكن من خلال اتباع مجموعة الإرشادات التاليـــة تحاشى مخاطر التكهرب وتقليصها إلى أقل درجة ممكنة:

١- عمل برنامج زمنى لأعمال الصيانة الوقائية للمعدات والتركيبات الكهربية لتقليص الخطر إلى أدنى حد ممكن.

٢- تدريب العاملين فى الموقع على المعدات والتركيبات الكهربية بالطرق السليمة.

٣- استخدام مواد إطفاء غير موصلة للتيار الكهربى (مثل غاز ثانى أكسيد الكربون أو البودرة الجافة) فى إطفاء حرائق الكهرباء.

٤- استخدام أجهزة مناسبة لقطع التيار عند زيادة الحمل عن الحمل المقنن (Over load devices) أو عند حدوث دائرة قصر (قواطع تيار أو مصهرات).

٥- استخدام قواطع تيار من نوع (Molded Case Circuit Breaker) وهو من النوع المقفل.

٦- عدم السماح لغير الفنيين المختصين بالكهرباء بالتعامل مع المعدات والتركيبات الكهربية.

٧- المحافظة على عزل جميع الموصلات المكهربة، التى تدخل فى تركيب الأجهزة، وعمل وقاية خاصة إذا لزم الأمر.

٨- توصيل الأجزاء المعدنية التى لا تحمل تياراً كهربياً (ولكنها متصلة بمعدات أو توصيلات كهربية) بقطب أرضى.

٩- تزويد كل مبنى وكل وحدة بوسيلة مأمونة لفصل التيار الكهربائى عند حدوث أى طارئ ولتحقيق ذلك توضع لوحة التوزيع العمومية ولوحات التوزيع الفرعية فى أماكن يسهل الوصول إليها مع وضع الإرشادات الدالة على هذه الأماكن.

١٠- فى حالة ضرورة وجود أجزاء مكشوفة حاملة للتيار الكهربى توضع هذه الأجزاء فى أماكن مغلقة (مخصصة لذلك) لا يسمح بدخولها إلا للمتخصصين.

المخاطر الميكانيكية هناك مجموعة من المخاطر التى يتعرض لها العاملون، والتى يمكن أن نطلق عليها اسم "المخاطر الميكانيكية". ولعل السبب فى تلك التسمية يرجع أساساً إلى أن أسباب وطبيعة تلك المخاطر هى من أصل ميكانيكى ومثال ذلك: المخاطر الناجمة عن الاستخدام غير الصحيح للعدد والأدوات اليدوية، أو لوسائل الرفع الآلية واليدوية، بالإضافة إلى المخاطر الناجمة عن المعدات والماكينات ذات الأجزاء المتحركة.

أسباب الحوادث وأساليب الوقاية منها

تتعدد أسباب ومصادر المخاطر الميكانيكية، وفى السطور التالية سوف يتم التعرض لأبرز هذه الأسباب، وكذلك أساليب الوقاية منها. وهى تشمل:

١- ضيق الممرات.
٢- زلق الأرضيات.
٣- سوء استخدام العدد والأدوات.
٤- الاستخدام غير الصحيح لوسائل النقل والرافعات.
٥- حركة المعدات والماكينات.

١- ضيق الممرات:

يتسبب ضيق الممرات أو ازدحامها بالمتروكات فى الكثير من الحوادث، مثل التصادم بين الأشخاص، والسقوط، والإصابة نتيجة الاصطدام بالأجسام الصلبة المتروكة بها. لذا فمن الضرورى مراعاة ما يلى لتجنب حوادث الممرات:

- عدم ترك المعدات أو المواد المختلفة فى الممرات إلا عند الضرورة، ولفترة محدودة للغاية، مع وضع علامات تحذيرية مناسبة.
- الحفاظ على نظافة الممرات من الرواسب أو الفضلات المختلفة التى يمكن أن تؤدى إلى التعثر والسقوط.
- تخصيص ممرات للأشخاص وأخرى للمعدات.

٢- زلق الأرضيات:

يتعرض الأشخاص إلى الانزلاق فى حالة تلوث الأرضية بمادة لزجة، وإلى التعثر والسقوط إذا كانت الأرضية غير مستوية (بسبب هبوط التربة أو غير ذلك). لذا فمن الضرورى مراعاة ما يلى:

- أن تكون الأرضيات مستوية، خالية من الحفر والنتوءات.
- تزويد الأرضيات، فى المواضع التى يحدث فيها تسرب للسوائل المختلفة، بمجارى خاصة لصرف هذه السوائل مع تغطيتها بأغطية مناسبة حتى لا تعوق حركة المرور.

- الحفاظ على الأرضيات فى حالة نظافة تامة من الفضلات والسوائل اللزجة.

٣- سوء استخدام العدد والأدوات:

يرجع العديد من الحوادث إلى سوء استخدام أو تداول العدد والأدوات والآلات اليدوية، ومن أمثلة ذلك:

- استعمال العدد والآلات بطريقة غير مأمونة نتيجة نقص الخبرة والتدريب.
- استعمال آلات وعدد يدوية غير مناسبة للعمل.
- استعمال آلات وعدد يدوية تالفة.

وحتى نستطيع منع الحوادث التى يمكن أن تنتج من الاستخدام غير الآمن للعدد والآلات اليدوية، فمن الواجب اتباع الإرشادات التالية:

- عدم استخدام أى أداة فى غير الغرض المخصصة له.
- التأكد من صلاحية العدد قبل استخدامها ومن صيانتها باستمرار.
- حفظ العدد فى أماكن معروفة تبعاً لنظام مناسب، وعدم ترك قطع العدة فى أماكن الإصلاح والصيانة.
- عدم وضع عدد حادة الأطراف فى جيوب الملابس بدون جراب واقٍ.
- تجنب حدوث الشرر عند العمل فى الأماكن التى تتسرب منها أبخرة بترولية أو غازات قابلة للاشتعال.

٤- الاستخدام غير الصحيح لوسائل النقل والرافعات:

قد تستخدم الوسائل التالية وغيرها فى أعمال النقل والرفع فى الموقع:

- عربات النقل اليدوية.
- الجرارات الميكانيكية أو الكهربية.
- الآلات الرافعة.
- السيور الناقلة.
- المصاعد.

- المواسير.
- الأوانى.

ويرجع سوء استعمال هذه الوسائل إلى ما يأتى:

- التحميل بحمل يفوق طاقة الوسيلة.
- إهمال التفتيش على أداة النقل قبل الاستخدام.
- عدم إحكام وصلات المواسير أو الأنابيب.
- النقل بطريقة غير مأمونة باستخدام الأوانى.

وحتى يمكن الحد من الحوادث ينبغى مراعاة ما يلى:

- ربط المنقولات ربطاً يناسب الوسيلة المستخدمة، وتوزيعها بانتظام على هذه الوسيلة.
- عدم تحميل وسيلة النقل بأكثر من حمولتها القصوى، ويفضل كتابة الحدود القصوى للتحميل على كل وسيلة.
- وضع تعليمات مشددة لمنع اقتراب أى شخص، أو وقوفه، أسفل الأحمال التى يتم نقلها باستخدام آلات الرفع أو الأوناش.
- منع صعود الأفراد على وسائل نقل مخصصة لنقل المواد، أو فوق الأحمال التى يتم رفعها باستخدام الأوناش.
- بخلاف التفتيش الدورى، من الضرورى إجراء فحص يومى ظاهرى لوسائل النقل المستخدمة فى الموقع وعلى وجه الخصوص: العجل - الأكسات - الخطاطيف - البكر - الحبال ذات السلاسل.
- فحص وصلات الأنابيب والمواسير بصفة دورية.

٥ - حركة المعدات والماكينات:

من أبرز مواطن الخطر فى الماكينات والمعدات الآلية أجزاؤها المتحركة بشكل عام، ويمكن أن تنشأ المخاطر من مختلف أنواع الحركة الميكانيكية مثل:

* الحركة الدائرية:

ومثال ذلك حركة دوران الأعمدة أو المحاور فهى مصدر خطورة أثناء الدوران حتى لو كانت ملساء ولا توجد بها أى بروزات، بالإضافة إلى ذلك فإن دوران الحدافات والطارات أو الأجزاء البارزة كالخوابير أو مسامير الزنق يمكن أن يؤدى إلى مخاطر عديدة.

* الحركة الترددية والانزلاقية:

مثل حركة أعمدة المكابس وبعض أنواع المضخات والمطارق وأذرع التوصيل وغيرها.

* تداخل الحركة:

ومثال ذلك نقاط تداخل السيور الناقلة للحركة على طنابير أو إطارات أو صناديق نقل الحركة، ونقاط تقابل التروس مع الجنازير الناقلة للحركة، وأيضاً نقاط تداخل التروس مع الجرائد المسننة.

ويمكن حجب مصادر الخطورة بإحاطة منطقة الخطر بحاجز واقٍ، على أن تتوافر الشروط التالية فى الحاجز:

- أن يعمل على الوقاية الناجمة من الخطر الذى وضع لتلافيه.
- أن يعوق وصول العامل أو أى جزء من جسمه لمنطقة الخطر أثناء التشغيل.
- ألا يعوق عمليات الصيانة الدورية والتزييت والتشحيم والإصلاح، كما لا يعوق عمل الماكينة نفسها.
- أن يكون صالحاً للعمل بأقل جهد صيانة ممكن.
- أن يقاوم ما يتعرض له من إجهادات أو صدمات أثناء التشغيل.
- أن يقاوم الصدأ والتآكل، ويكون مصنوعاً من مواد غير قابلة للاشتعال.
- ألا تتسبب عنه حوادث، أى لا توجد به أجزاء مدببة أو مسننة أو زوايا حادة.
- ألا يؤثر على اتساع الممرات، ولا يعوق الحركة.

المخاطر البيولوجية من المعروف أن مياه الصرف الصحى تحتوى عادة على أغلب أنواع الميكروبات والمسببات المرضية المختلفة. مثل الميكروبات المسببة لحمى التيفود والنزلات المعوية والدوسنتاريا وأمراض الجهاز التنفسى، بالإضافة إلى الطفيليات المسببة للأمراض المستوطنة مثل البلهارسيا والإسكارس وغيرها.

الأمراض ومسبباتها يمكن تقسيم مسببات الأمراض المعروفة فى مياه الصرف الصحى إلى أربعة أقسام أساسية: الفيروسات - البكتريا - البرتوزوا - الديدان الطفيلية. وفى السطور التالية سوف نستعرض تلك المسببات والأمراض التى تصيب العاملين فى مجال الصرف الصحى:

١ - الفيروســـــات:

وهى طائفة واسعة من الكائنات الدقيقة التى لا ترى إلا باستخدام المجهر الإلكترونى. وهى تجمع بين صفات المادة الجامدة والمادة الحية فتظهر لها صفات المادة الجامدة عندما تكون بعيدة عن بيئتها المناسبة (أنسجة حية)، وتظهر لها صفات المادة الحية عندما تغزو النسيج الحى الملائم لها.

ومعظم الفيروسات لا يسبب أضراراً للإنسان بل فيها ما يفيد، وبعضها يصيب الإنسان بالعديد من الأمراض. ويشير الجدول رقم (٩-١) لأهم مجموعات الفيروسات التى يمكن أن تتواجد فى مياه الصرف الصحى والأمراض التى تسببها.

ومجموعات الفيروسات سالفة الذكر يمكن أن تخرج مع براز الإنسان وتعود فتصيب الإنسان بالعدوى المرضية عن طريق الفم أو التنفس.

جدول رقم (٩-١)
أهم مجموعات الفيروسات التى يمكن أن تتواجد فى
مياه الصرف الصحى والأمراض التى تسببها

مجموعة الفيروسات	الأمراض التى تسببها
- فيروسات الغدد	أمراض الجهاز التنفسى والتهابات العين.
- الفيروسات المعوية ومنها: * فيروس شلل الأطفال * الإسكوفيروس	شلل الأطفال، الشلل، أمراض أخرى الالتهاب السحائى، الإسهال، أمراض الجهاز التنفسى.
- فيروس الكوكساكى	الالتهاب السحائى، الإسهال.
- فيروس الالتهاب الكبدى (أ)	مرض الصفراء، أو الالتهاب الكبدى الوبائى.
- الروتافيرس وأنواع أخرى	الإسهال.

٢ - البكتريـــــا:

من أكثر أنواع الكائنات الدقيقة انتشارا على سطح الأرض. ولا يمكن رؤيتها إلا باستخدام المجهر. ومنها ما يفيد الإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ومنها ما يسبب الأمراض للإنسان، ويبين الجدول رقم (٩-٢) أهم أنواع البكتريا التى تتواجد فى مياه المجارى والأمراض التى تسببها.

ونظرا لصعوبة الكشف عن البكتريا الممْرضة فى مياه الصرف الصحى، فإنه يجرى الكشف عن تلوث المياه بفحصها بكتريولوجيا وقياس تركيز بكتريا القولون فيها. والمعروف أن هذه المجموعة البكتيرية موطنها الأصلى أمعاء الإنسان والحيوان، وبالرغم من أن معظمها غير ممْرِضة إلا أنها تعتبر مؤشرا هاما لوجود المسببات المرضية الأخرى فى المياه.

جدول رقم (٩-٢)
أهم أنواع البكتريا التى تتواجد
فى مياه المجارى والأمراض التى تسببها

مجموعة البكتريا	الأمراض التى تسببها
- مجموعة القولون الممرضة	الإسهال
- مجموعة السالمونيلا، وهى:	
* سالمونيلا التيفى	حمى التيفود
* سالمونيلا الباراتيفى	حمى الباراتيفود
* أنواع أخرى	التسمم الغذائى والدوسنتاريا الباسيلية
- مجموعة الشيجيلد	دوسنتاريا
- أنواع أخرى	الإسهال، الكوليرا

٣- البروتـــوزوا:

وهى كائنات دقيقة وحيدة الخلية ومن أصل حيوانى تنتشر بشكل واسع على سطح الأرض، فى التربة والمياه وأمعاء الكائنات المختلفة. ومنها الرِّمى الذى يتغذى على المواد العضوية الميتة، ومنها ما يتغذى على الكائنات الأصغر مثل البكتريا، ومنها ما هو متطفل ويسبب أمراضاً للإنسان والحيوان. ويوضح الجدول رقم (٩-٣) بياناً بأهم الأمراض التى يمكن أن تسببها البروتوزوا، التى تتواجد فى مياه الصرف الصحى، للإنسان.

جدول رقم (٩-٣)
أهم الأمراض التى يمكن أن تسببها البروتوزوا،
التى تتواجد فى مياه الصرف الصحى، للإنســـــان

نوع البرتوزوا	الأمراض التى تسببها
- البالسنتيديوم كولاى	الإسهال - الدوسنتاريا - قرحة الأمعاء
- الأنتاميبا هستوليتكا	قرحة الأمعاء - الدوسنتاريا الأميبية - خراج الكبد
- الجياردیا لامبليا	الإسهال - سوء الهضم

٤ - الديدان الطفيلية:

هناك العديد من الديدان الطفيلية التى تعتمد على الإنسان كعائل أساسى لها وتصيبه بأمراض متباينة. ولعل أخطرها فى الريف المصرى، ديدان البلهارسيا. ويوضح الجدول رقم (٩-٤) بياناً بأكثر الديدان انتشارا فى الريف المصرى، والتى يمكن أن تتواجد فى مياه المجارى، والأمراض التى تسببها.

جدول رقم (٩-٤)
بيان بأكثر الديدان انتشارا فى الريف المصرى، والتى يمكن أن تتواجد فى مياه المجارى، والأمراض التى تسببها

الاسم الشائع للدودة الطفيلية	الأمراض التى تسببها
- دودة البلهارسيا	البلهارسيا
- ثعبان البطن	الإسكارس
- الدودة الشريطية	الشريطيات
- دودة الإنكلستوما	الإنكلستوما
- الدودة الدبوسية	الدبوسية

الوقاية من المخاطر البيولوجية

من الطبيعى أن يتعرض العاملون فى مجال الصرف الصحى إلى الإصابة ببعض الأمراض سالفة الذكر نتيجة تعرضهم المستمر للهواء الملوث والمياه الملوثة بالمسببات المرضية المختلفة. وفى البداية ومن أجل تخفيف المخاطر البيولوجية إلى أقل درجة ممكنة، فمن الضرورى إتباع برنامج صحى مناسب لزيادة مناعة العاملين ضد معظم الأمراض التى يمكن أن تنتقل إليهم من خلال العمل فى هذا المجال. وذلك بتطعيم العاملين ضد الأمراض التى اكتشف لها الطعم المناسب مثل: التيفود - التيتانوس - الشلل.

وعلى الجانب الآخر فإن النظافة الشخصية أمر لا غنى عنه بل يعتبر من الواجبات الأساسية للعاملين فى مجال الصرف الصحى. وعند إصابة الجلد بأى خدوش أو جروح فمن الضرورى معالجته على وجه السرعة وتغطيته

بالمراهم المناسبة التى تمنع دخول مسببات الأمراض خلال تلك النقاط الضعيفة فى الجسم.

بالإضافة إلى ما سبق، يمكن إتباع الإرشادات التالية لتخفيف المخاطر الصحية إلى أقل حد ممكن:

١ - ارتداء زى مخصص للعمل ومناسب له، والحفاظ على زى الخروج فى مكان نظيف لحين استخدامه.

٢ - غسل الأيدى بالماء والصابون المقاوم للميكروبات قبل تناول الطعام أو الشراب أو التدخين، وتطهير دورات المياه باستمرار.

٣ - ارتداء القفازات المطاطية عند العمل فى المواقع التى قد تلوث الأيدى بمياه الصرف الصحى، مثل المصافى وأحواض إزالة الرمال وغيرها.

٤ - تدريب العاملين على قواعد الصحة العامة وتعريفهم بالإرشادات السليمة لتلافى مخاطر التلوث الميكروبى.

٥ - إجراء الفحص الطبى الدورى على جميع العاملين للتأكد من سلامتهم، ومتابعة سبل الوقاية ووسائل تقوية الأجهزة المناعية، وعلاج المصابين منهم.

٦ - تجهيز برنامج للتطعيم ضد أمراض التيتانوس والشلل والتيفود للعاملين فى الصرف الصحى.

٧ - الحفاظ على الأماكن المخصصة للطعام والشراب نظيفة دائما، والالتزام بعدم تناول الطعام أو الشراب فى غير هذه الأماكن.

المخاطر الكيميائية يمكن تقسيم أنواع المخاطر التى تنشأ من تداول واستخدام الكيماويات إلى قسمين: مخاطر المعمل، ومخاطر تداول الكيماويات فى الموقع.

مخاطـــر المعمـــل ووسائل الوقاية منها يتم التعـــرض للعديـــد من المـــواد الكيميائية فى المعمل، وهذه المواد تتباين مخاطرها على الإنســـان. وفيما يلى قائمة بالإرشـــادات الهامة التى ينبغى اتباعها لوقاية العاملين فى المعامل من تلك المخاطر:

١- يجب وضع العاملين فى المعامل تحت الإشراف الطبى المستمر.
٢- ممنوع تماماً سحب العينات (مياه ملوثة أو محاليل كيميائية) بالفم باستخدام الماصة، ولابد من استخدام "القطارة" لهذا الغرض.
٣- عند انسكاب الأحماض، فمن الضرورى تخفيفها بالماء (على وجه السرعة) ومعادلتها باستخدام محاليل كربونات أو بيكربونات الصوديوم.
٤- عند انسكاب القلويات، فمن الضرورى تخفيفها بالماء (على وجه السرعة) ومعادلتها باستخدام محلول حمض البوريك المشبع.
٥- ينبغى تداول المواد السامة بمنتهى الحذر حتى نضمن عدم تسربها إلى الجو، وعدم استنشاقها أو تناولها عن طريق الفم.
٦- مراعاة القواعد المنظمة للوقاية من خطر الحريق، عند تخزين المواد الملتهبة والقابلة للاشتعال.
٧- لا يصح التعامل مع أدوات زجاجية مكسورة حتى يمكن تجنب الإصابة بالجروح أو الخدوش.
٨- عند إجراء اختبارات تؤدى إلى تصاعد أبخرة ضارة بالأعين أو بالوجه، من المفيد ارتداء كمامات مناسبة ونظارات للحماية.
٩- عند تسخين أنبوبة اختبار، من الضرورى تحاشى النظر إليها عن قرب، كلما أمكن، حتى يمكن تجنب المخاطر التى تنشأ من اندفاع السائل فى الأنبوبة عند غليانه.
١٠- ينبغى توخى الحذر عند القيام بتوصيل الوصلات الزجاجية باستخدام الأنابيب المطاطية.

١١- ينبغى التأكد من وجود البيانات الصحيحة على عبوات المواد الكيميائية المستخدمة. ويستبعد استخدام القضبان الزجاجية فى نقل العينات الصلبة منها ويفضل استخدام الملاعق فى ذلك.

مخاطر تداول الكيماويات

قد تسبب المواد الكيماوية، مثل الكلور والصودا الكاوية والجيـــــر وحمض الهيدروكلوريك والمذيبات المختلفة وغيرها، أضراراً بالغة. وفى السطور التالية سوف يتم التعرض لبعض المواد شائعة الاستخدام فى محطات المعالجة وطرق الوقاية من مخاطرها المختلفة.

أ- كربونات الصوديوم:

يجرى استخدامها فى بعض الأحيان فى أحواض التهوية، وأهم الإرشادات التى ينبغى اتباعها عند استخدام كربونات الصوديوم ما يلى:

١- الحرص على عدم التلامس مع كربونات الصوديوم حيث أنها مادة شديدة القلوية، من الممكن أن تحدث حروقاً فى جلد الإنسان.

٢- من الضرورى ارتداء نظارات الحماية عند استخدام كربونات الصوديوم حيث أنها يمكن أن تلحق أذى شديداً بالعين بسبب طبيعتها القلوية.

ب- الجير المطفأ:

يستخدم فى بعض أنواع الفلاتر وأحياناً فى أعمال التطهير. ويمكن اتباع الإرشادات التالية للوقاية من مخاطر استخدام الجير المطفأ:

١- مراعاة عدم التلامس مع الجير المطفأ حيث يؤدى ذلك إلى التهاب الجلد أو احتراقه خصوصاً فى الأجواء الحارة.

٢- على المتعاملين مع الجير ارتداء الملابس المناسبة لحماية الجسم والأيدى والأعين، مثل الأحذية الجلدية ذات الرقبة (البوت) والقفازات الجلدية ونظارات الحماية وغيرها.

٣- على الأشخاص المتعاملين مع الجير استخدام دهانات زيتية مناسبة للجلد للوقاية من آثاره.

٤- عند تسرب ذرات الجير إلى العيون، ينبغى غسلها بكمية كبيرة من الماء على وجه السرعة، ثم استخدام محلول حمض البوريك المركز بعد ذلك؛ مع عدم فرك العين.

٥- التهابات الجلد يتم غسلها بالصابون ثم بالخل. ويمكن استخدام مراهم حمض البوريك لتغطية الإصابات الجلدية، ثم وضع ضمادة معقمة فوق الإصابة.

جـ- حمض الهيدروكلوريك:

يجرى استخدام حمض الهيدروكلوريك فى بعض أنواع الفلاتر، ويمكن اتباع الإرشادات التالية لضمان الوقاية من مخاطر التعامل معه:

١- الحمض يسبب أضراراً فادحة للعين فى حالة تعرضها له، لذلك فمن الضرورى ارتداء نظارات وقاية مناسبة أثناء استعماله.

٢- عند تلامس الحمض مع الجلد، فإنه يُحدِث حروقاً شديدة. لذلك فمن الضرورى ارتداء الملابس الواقية المناسبة مثل: القفازات الجلدية وغيرها. وفى حالة تعرض الجلد للتلامس مع الحمض يجب غسل موضع التلامس بكمية كبيرة من الماء.

٣- عند انسكاب الحمض على الأرضيات أو الممرات، من الضرورى سرعة غسل الموقع باستخدام محلول كربونات الصوديوم ثم بكميات كبيرة من الماء بعد ذلك.

د- كلوريد الحديديك:

يستخدم كلوريد الحديديك فى أحواض تركيز الحمأة وأحياناً فى أعمال الترويق، ويمكن اتباع الإرشادات التالية لضمان تخفيف مخاطر التعامل معه:

١- كلوريد الحديديك له تأثير مشابه للحمض على الجلد، لذلك فمن الضرورى التعامل معه بمنتهى الحرص.

٢- كلوريد الحديديك يسبب تلفاً للملابس ويسبب "بقع" صعبة التنظيف.

٣- من المفيد ارتداء الملابس المناسبة للتعامل مع كلوريد الحديديك مثل القفازات الجلدية والنظارات الواقية.

٤- عند انسكاب كلوريد الحديديك على الأرضيات أو الممرات فمن الضرورى سرعة غسلها باستخدام كميات كبيرة من الماء.

هـ- المذيبات العضوية:

تستخدم المذيبات العضوية لأغراض عديدة فى أعمال الصرف الصحى مثل التشحيم والتزييت والتنظيف الجاف وغيرها. ويمكن أن تؤثر هذه المذيبات على الجلد والجهاز العصبى والدم ومعظم أعضاء جسم الإنسان. وأهم الإرشادات التى يمكن اتباعها لتخفيف مخاطر استخدام المذيبات العضوية، ما يلى:

١- استبدال المواد الخطرة بمواد أقل خطورة كلما أمكن.

٢- حفظ المذيبات السامة فى أوانى خاصة مع كتابة اسم المادة وطريقة استعمالها ومدى خطورتها.

٣- وضع حاويات المذيبات السامة فى مخازن جيدة التهوية والاهتمام بتهوية الأماكن التى يجرى استخدامها فيها.

٤- ارتداء الملابس والنظارات الواقية والكفيلة بحماية الجلد والعين.

٥- وجود شخص يكلف بملاحظة العمال أثناء تعاملهم مع المذيبات العضوية للتدخل فى حالة الضرورة.

مخاطر تداول الكلور

يعتبر الكلور من المواد شائعة الاستخدام فى تطهير مياه الصرف الصحى، وله دور مؤكد فى قتل وإبادة معظم الكائنات الدقيقة والمسببات المرضية المختلفة. وبالرغم من فوائده المحققة فى تطهير المياه وحماية البيئة من مخاطر تلوثها، إلا أن استخدامه وتداوله ينطوى على بعض المخاطر التى تبدأ من إصابة الإنسان بضيق التنفس، وتنتهى بأعراض الاختناق التى تصل إلى حد الموت السريع فى حالة التعرض لجرعات عالية من غاز الكلور.

خواص الكلور ونشاطه

من أبرز خواص الكلور الطبيعية:

· يتميز غاز الكلور باللون الأصفر المخضر ويمكن أن يتحول إلى سائل فى الظروف العادية ويمكن للسائل أن يتحول إلى غاز فى الظروف العادية أيضاً.

- غاز الكلور أثقل من الهواء بمقدار مرتين ونصف المرة تقريبا.

والكلور عنصر نشط فى مختلف صوره سواء كانت غازية أو سائلة، ويمكن إيجاز أبرز نشاطاته فيما يلى:

- الكلور السائل لا يتفاعل مع المعادن الحديدية فى حالة غياب الرطوبة، ولهذا السبب تستخدم أوعية الصلب فى تداوله.
- الكلور السائل يدمر المواد البلاستيكية مثل PVC أو المطاط.
- غاز الكلور الجاف لا يشكل خطورة على مختلف المعادن الحديدية ولكن الغاز الرطب يدمرها.
- محلول غاز الكلور فى الماء يسبب تآكلاً شديداً للمعادن، لهذا تستخدم أوعية من البلاستيك (PVC) أو المطاط أو التفلون فى تداوله.

تأثير الكلور على صحة الإنسان

التعرض للكلور فى صورته الغازية أو السائلة يصيب الإنسان بالعديـــد من المخاطر الصحية، ويمكن إيجاز تلك المخاطر فيما يلى:

١ - يصيب الكلور السائل الجلد والأنسجة بالتهيج والتلف، وتماثل نتيجة التعرض للكلور السائل التعرض للحرق.
٢ - استنشاق تركيزات صغيرة من الغاز يؤدى إلى تهيج الحلق والزور والشعب الهوائية.

٣ - استنشاق الكلور الجاف يكون غاية فى الإثارة ويمكن أن يحدث صدمة.

٤ - استنشاق الكلور الرطب المتصاعد من المحاليل المائية له تأثير خطير وخصوصا أنه لا يسبب إثارة كالكلور الجاف، وبالتالى يغرى الضحية بالمزيد من الاستنشاق ويسبب ذلك الأوديما الرئوية (امتلاء الرئتين بالماء) والوفاة.

٥ - التعرض للغاز لمدة محدودة لا يحدث آثاراً تراكمية، أما التعرض لكميات كبيرة من الكلور فإنه يؤدى إلى وقوع الكارثة. ويشير الجدول رقـــم (٩-٥) إلى تركـــيزات الكلور التى يمكن أن يتعرض لها الإنسان والأعراض المرضية الناتجة عنها. والتى تبدأ بالإثارة الشديدة للجهاز التنفسى وتنتهى بوفاة الإنسان عند التعرض لجرعات تزيد عن الـــ ١٠٠٠ جزء فى المليون.

جدول رقم (٩-٥)
الأعراض المرضية الناتجة من التعرض لغاز الكلور

تركيز الكلور بالجزء فى المليون (جم/م٣)	الأعراض المرضية
١	الإحساس بأعراض خفيفة بعد التعرض لعدة ساعات.
٣	الشعور بالرائحة المميزة للكلور.
٤	يمكن التعرض لمدة ٦٠ دقيقة بدون ظهور أعراض جسيمة.
٥	بداية ظهور الأضرار.
١٥	أضرار بالحلق.
٣٠	سعال.
٤٠	تأثيرات خطيرة لفترة تعرض من نصف ساعة إلى ساعة.
١٠٠٠	الوفاة عقب استنشاق عدة أنفاس.

الكشـــف عن تسرب الكلور

مما سبق يتضح أن التركيزات البسـيطة من غاز الكلور - التى تقل عن ٣ جزء فى المليون - لا تؤدى إلى ظهور الرائحة المميزة لغاز الكلور. لذلك يستدعى الأمر محاولة الكشف عن تسرب الكلور أو مواقع التسرب دون الاستعانة بحاسة الشم، وخاصة فى حالات ارتداء أجهزة التنفس الصناعى أو غيرها. وفى هذه الأحوال يمكن استخدام قطعة من القماش مثبتة فى ساق خشبية ومبللة بسائل هيدروكسيد الأمونيوم، وتوجيه الساق الخشبية إلى المواقع المستهدف اختبارها. وفى حالة وجود تسرب تظهر على الفور "أبخرة" بيضاء تدل على وجود الكلور.

احتياطات الأمان عند تداول الكلور

من أجل تحقيق أقصى درجات الأمان عند تداول الكلور فمن الضـــرورى مراعاة الاحتياطات التالية:

١ - التدريب المستمر على وسائل الحماية من الكلور وكيفية مواجهة حوادث التسرب.

٢ - تزويد الموقع بأجهزة التنفس الصناعى الذاتية مع مراعاة إرشادات فحصها وصيانتها الدورية والتدريب عليها. و ينبغى الحفاظ على هذه الأجهزة صالحة للعمل بصورة دائمة.

٣ - يجب إبعاد المواد الملتهبة عن أماكن تخزين الكلور، كما يجب تجنب اقتراب اللهب بأى شكل من الأشكال من تلك المناطق.

٤ - ينبغى تحديد مصدر مياه قريب لاستخدامه فى تبريد أسطوانات الكلور فى حالة الطوارئ.

٥ - يجب اختبار التسرب يوميا باستخدام الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيوم)، وإصلاح مواقع التسرب مباشرة دون إبطاء.

٦ - لا ينبغى رش المياه مباشرة على مواقع التسرب.

٧ - من الضرورى تشغيل مراوح الشفط قبل الدخول إلى غرف الكلور.

٨ - يجب على جميع العاملين فى تداول الكلور الإلمام بمبادئ الإسعافات الأولية لاستخدامها عند الضرورة.

٩ - عند استبدال أسطوانات الطن الواحد، على الشخص المنوط به العمل ارتداء جهاز التنفس الصناعى.

إرشـــادات عامـــة لسلامة المتعاملين مع الكلور

يمكن من خلال إتباع مجموعة الإرشادات التالية تضييق نطاق المخاطر التى قد يتعرض لها المتعاملون مع الكلور إلى أضيق الحدود:

١ - تدريب العاملين الجدد والقدامى بشكل دورى على مواجهة مشاكل تداول الكلور وتسربه.

٢ - التأكد من أن جميع العاملين فى الموقع على دراية تامة بأخطار الكلور فى مختلف صوره على الصحة العامة.

٣ - التأكد من إلمام العاملين بالموقع بمبادئ التصرف فى حالات الطوارئ وإجراء الإسعافات الأولية.

٤ - من الضرورى أن يتضمن تدريب العاملين فى الموقع ما يلى:

- التعليمات الخاصة باستخدام وفحص وصيانة معدات مواجهة الطوارئ فى حالة حدوث التسرب.
- تعليمات استخدام وفحص أجهزة الحماية الشخصية ومعدات التنفس الصناعى، والمواقع التى توجد فيها هذه الأجهزة والمعدات.
- تعليمات مواجهة حالات الطوارئ، والإسعافات الأولية، وموقع معدات الإسعاف.

من الواضح أن جوهر الحماية الشخصية من مخاطر الكلور يكمن فى التفهم لمخاطره والتدريب المستمر على مختلف عناصر مواجهة مشاكله.

٥ - فى الجو الملوث بغاز الكلور فإن التنفس القصير، غير العميق، يصبح أكثر أماناً. فمعروف أن الأضرار التى يحدثها استنشاق الكلور تتزايد مع زيادة الجرعة المستنشقة.

٦ - من المعروف أن الملابس الملوثة بالكلور تؤذى الجسم وتصيب الجلد بالالتهاب، لذلك فمن الضرورى بعد مغادرة الموقع الملوث أو عند تعرض الملابس لسائل الكلور، أن يتم خلع الملابس فوراً وغسل أجزاء الجسم بكميات كبيرة من الماء والصابون.

٧ - عند التعامل مع المواقع الملوثة بالكلور من الضرورى ارتداء ملابس مناسبة تمنع تسرب الكلور إلى الجسم.

٨ - أجزاء الجسم التى تعرضت للتلوث بالكلور لا يصح إطلاقاً استخدام مواد كيميائية قلوية لمعادلة أثرها.

٩ - من المعروف أن الكلور أثقل من الهواء، ولإمكان التنفس فى الأجواء الملوثة بالكلور يُنصح باستخدام أجهزة التنفس الصناعى (الإمداد بالهواء) سواء الذاتية (أى التى يتم حملها على الكتف) أو الموصلة بمصدر هواء نقى بعيد عن الموقع من خلال خرطوم طويل.

١٠- عند تعرض أحد الأفراد لاستنشاق جرعات مؤثرة من الكلور، فمن المفيد - بعد ملاحظة استقرار الحالة - عدم إجراء أى تمرينات للتنفس الصناعى ومد الحالة بصفة مستمرة بالأكسجين النقى من أسطوانات خاصة، فقد وجد أن استنشاق الأكسجين النقى فى هذه الظروف يفيد فى تخفيف الخطر.

١١- عند تعرض العيون لبعض قطرات من الكلور السائل أو لجو مشبع بالكلور والغاز، فمن الضرورى غسل العيون بأقصى سرعة بمياه جارية لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

١٢- لا يصح دهان الالتهابات الجلدية بأى نوع من المراهم قبل استشارة الطبيب.

١٣- ينبغى الاتصال بأقرب موقع صحى وطلب المساعدة فى الحال عند تعرض البعض لمخاطر تتطلب ذلك.

تعليمات مواجهة تسرب الكلور

عند حدوث تســرب للكلور، فينبغى الالتزام بتعليمات الطوارئ التالية التزاما صارماً:

١ - ممنوع تماماً الدخول إلى مواقع التسرب والتعامل مع الكلور بشكل فردى - ومن الضرورى أن يظل الشخص أو الأشخاص المتعاملين مع التسرب على اتصال بأشخاص آخرين خارج مواقع التسرب، يكونون متأهبين تماماً للتصرف والإنقاذ عند تفاقم المشاكل.

٢ - عند ملاحظة وجود الكلور فى الهواء أو اكتشاف تسربه بوسيلة أو بأخرى، فمن الضرورى التدخل الفورى لوقف التسرب.

٣ - على جميع العاملين بالموقع مغادرة المنطقة الملوثة بالكلور، وغير مصرح لغير فريق العمل المخصص لوقف التسرب بالتواجد فيها، حتى يتم اكتشافه والتعامل معه.

٤ - يجب تهوية موقع التسرب كلما أمكن، بتشغيل مراوح الشفط السفلية وأيضا باستغلال اتجاه الرياح إن وجدت. ومن المفيد الانتباه إلى أن غاز الكلور أثقل من الهواء.

٥ - للكشف عن مواقع التسرب يمكن (كما سبقت الإشارة) استخدام قطعة من القماش مبللة بمحلول الأمونيا ومثبتة على ذراع خشبية فإذا كان هناك تسرب تصاعدت أبخرة بيضاء كثيفة تدل عليه. ومن الضرورى إجراء كشف يومى على مختلف تجهيزات وحدة الكلور للتأكد من عدم وجود تسرب.

٦ - محظور استخدام المياه ورشها على مواقع التسرب، فمن الممكن أن يؤدى ذلك إلى زيادة التسرب وبالتالى تتضخم المشكلة.

٧ - عملية وقف التسرب تختلف تبعاً لحجم أسطوانات الكلور المستخدمة، والشركات الموردة مسئولة عن تدريب المتعاملين مع الكلور على أنسب الطرق لوقف التسرب. وعليها تزويد الموقع بحقائب مجهزة للطوارئ تستخدم بمعرفة العاملين المدربين فقط.

٨ - من المعروف أن سائل الكلور عندما يتحول إلى غاز فإن حجمه يتضاعف أكثر من ٤٥٠ مرة، لذلك فعند تسرب سائل الكلور من الأسطوانات فلا بد من تغير وضع الأسطوانة (قلبها) حتى لا يتسرب غير الغاز وبالتالى يقل مستوى الخطورة.

٩ - عند عدم توفر أشخاص مدربين على القيام بالعمل (وقف التسرب) فى الموقع، فمن الضرورى الاتصال بالمورد لطلب المساعدة الفنية السريعة.

ومن الأفضل بشكل عام إعداد قائمة بأسماء وتليفونات أكثر القادرين على تقديم المساعدة الفنية السريعة فى حالة الطوارئ: مثل أقرب موقع كلور يمكن أن يوفر عمالة مدربة للتعامل مع التسرب، أو أقرب أشخاص يمكن أن يقدموا المساعدة الفنية فى هذه الحالة.

ومن الضرورى مراجعة تلك القائمة على فترات متقاربة للتأكد من تواجد عناصرها. وعند الإبلاغ عن حالة الطوارئ، فمن المفيد أن يشتمل البلاغ على المعلومات التالية:

- اسم مورد الكلور
- بيانات الموقع الذى تعرض للمشكلة
- أنواع وأحجام اسطوانات الكلور والمعدات المصاحبة
- مدى الخطورة.

١٠- عند حدوث حريق فى الموقع، من الضرورى إبعاد أسطوانات الكلور من موقع الحريق، وعند التأكد من عدم وجود تسرب، يتم رش الأسطوانات التى لا يمكن نقلها من الموقع وذلك لتبريدها.

مخاطر العمل فى الأماكن المغلقة

هناك العديد من الأماكن المغلقة التى يجرى العمل فيها أو التعامل معها مثل: محطات الرفع - خزانات التحليل - أحواض تركيز الحمأة - خطوط المجارى - غرف الكلور - المطابق - غرف المحابس - الخزانات ... الخ.

صفات المكان المغلق

يتميز المكان المغلق بأحد أو بعض الصفات التالية:

١ - عدد محدود من فتحات الدخول والخروج.

٢ - التهوية الطبيعية غير كافية.

٣ - غير مصمم لتواجد العمال بداخله لفترة طويلة.

قد يتصف المكان المغلق بعدد قليل من فتحات الدخول والخروج الضيقة (تقل أحيانا عن ٥٠ سم)، مما يؤدى إلى صعوبة إدخال أو إخراج المعدات منها وخصوصا معدات الوقاية والإنقاذ فى حالة الطوارئ. ومن الطبيعى أن تختلف نوعية الهواء داخل الأماكن المغلقة عن خارجها، وذلك لأن طبيعة هذه الأماكن تؤدى إلى إعاقة حركة الهواء من الداخل إلى الخارج. لذلك فمن المتوقع أن تُحتَجز الغازات القاتلة داخل الأماكن التى تتواجد بها مواد قابلة للتحلل أو كيماويات قابلة للبخر. ومن المتوقع فى هذه الحالة أيضاً نقص الأكسجين داخل المكان وبالتالى تعرض العاملين فيه للخطر.

وغالبا ما تصمم الأماكن المغلقة على أساس عدم تواجد العاملين بها بصفة مستمرة ولكن لفترات محدودة تبعاً لنوعية العمل أو المهام المستهدفة مثل: الصيانة - الإصلاح - النظافة ... الخ. لذا فمن الطبيعى أن يتعرض العاملون فى هذه الأماكن لبعض المخاطر عند العمل فيها. وهذا يستلزم تفهم مصادر الخطورة وطبيعتها وطرق مواجهتها حتى يمكن تأمين العاملين ضد هذه الأخطار.

المخاطر التى يتعرض

سنتعرض فيما يلى لأهم ثلاثـــة أخطار يتعرض لها العاملون داخل الأماكن

لها العاملون فى المكان المغلق

المغلقة، وهى:

١- نقص الأكسجين بالهواء.

٢- قابلية الهواء للاشتعال.

٣- تلوث الهواء.

١- نقص الأكسجين بالهواء:

من المعروف أن الهواء الجوى يتكون من العناصر التالية:

أ - الأكسجين بنسبة ٢٠,٩% تقريبا.

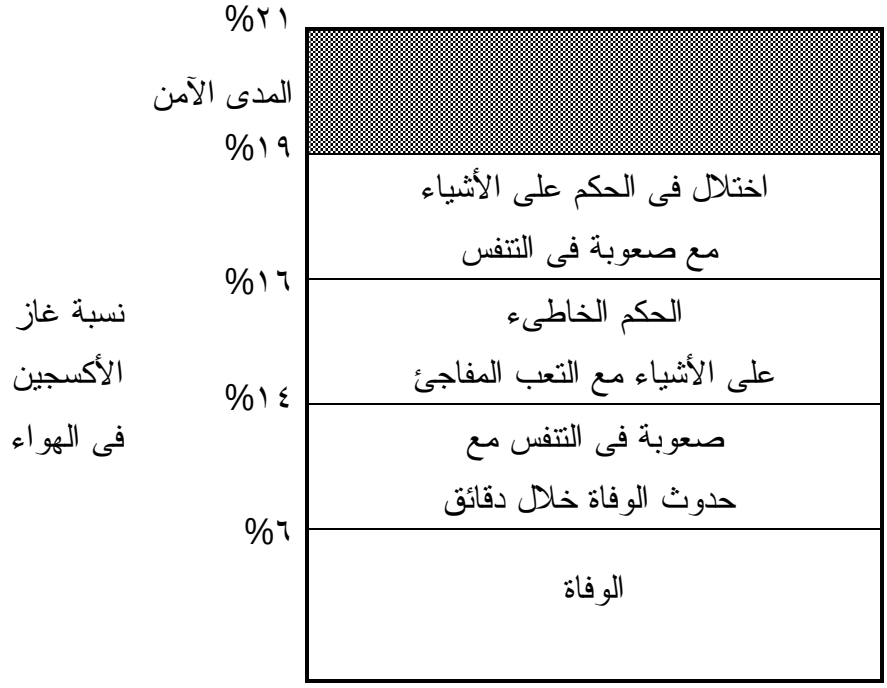
ب - النيتروجين بنسبة ٧٨,٩% تقريبا.

جـ - ثانى أكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٥% تقريبا.

د - مجموعة صغيرة من الغازات الخاملة بنسبة ٠,١٥% تقريباً.

والإنسان على درجة كبيرة من الحساسية لأى نقص فى الأكسجين يحدث فى الهواء الجوى. وفى حالة نقص الأكسجين يتعرض الإنسان لمجموعة من الأعراض المرضية تبدأ بالإرهاق واختلال الحكم على الأشياء وصعوبة التنفس، وتنتهى بالوفاة فى حالة استمرار نقص الأكسجين فى الهواء. ويوضح الشكل رقم (٩-١) الأعراض المرضية التى تحدث للإنسان بسبب نقص الأكسجين فى الهواء عن المدى الآمن.

وفى مجال الصرف الصحى تؤدى عملية التحلل العضوى (التخمر) إلى استهلاك الأكسجين وبالتالى نفاذه، كما أن أعمال اللحام والقطع والاشتعال وغيرها تلعب أيضا دوراً مشابهاً فى نقص الأكسجين فى الهواء المحيط.



شكل رقم (٩-١)
الأعراض المرضية التى تحدث للإنسان
بسبب نقص الأكسجين فى الهواء عن المدى الآمن

٢- قابلية الهواء للاشتعال:

يمكن أن يصبح الهواء فى المكان المغلق قابلاً للاشتعال أو الانفجار عند اختلاط غاز أو بخار أو مسحوق قابل للاشتعال بنسب معينة مع هواء المكان، وعندما يتوفر مصدر للاشتعال (شراره - جهاز كهربائى - مصدر لهب) يحدث الانفجار. ومعروف أن الأكسجين يساعد على الاشتعال لذلك فإنه من غير المستحب تهوية الأماكن المغلقة باستخدام الأكسجين، ويستخدم الهواء الجوى فى هذه الأحوال.

٣ - تلوث الهواء:

من أبرز الأعمال التى يتسبب عن إجرائها تلوث الهواء بالمواد السامة أعمال اللحام - القطع - الدهان - القشط - الجلخ - إذابة السموم ... إلخ.

ومن المعروف أن أعمال اللحام مثلا تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين وتنتج عوادم احتراق ضارة أخطرها غاز أول أكسيد الكربون.

كما أن أعمال إزالة الشحوم باستخدام المذيبات المختلفة تساعد فى تلوث الهواء بأبخرة تلك المذيبات.

ومن الممكن أن يتلوث هواء المكان المغلق نتيجة تسرب غازات وأبخرة ضارة من المواقع المجاورة.

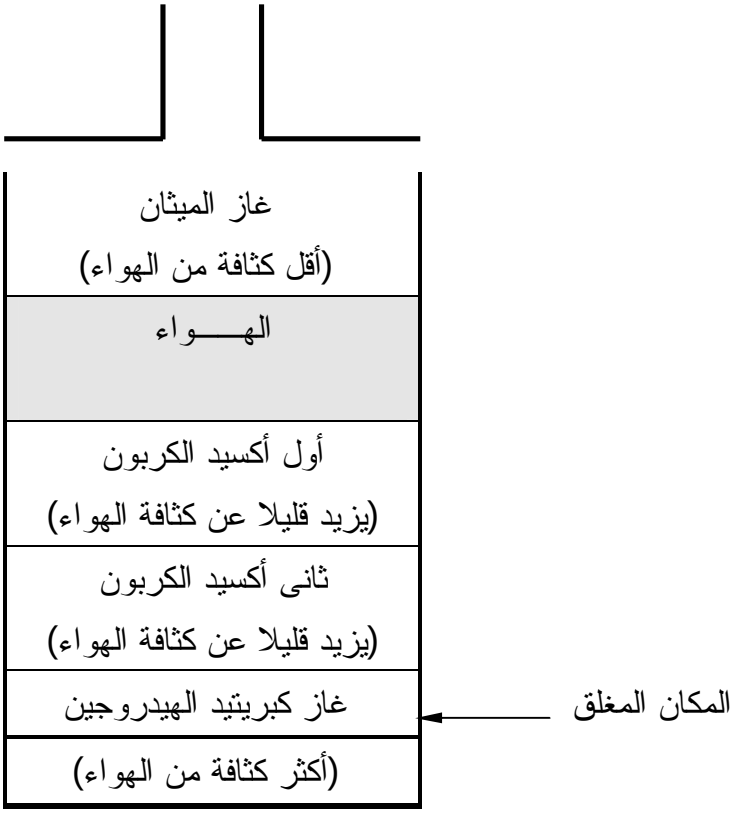
كذلك من المعروف أن عدداً من الغازات التى تنطلق فى المكان المغلق قد تكون أثقل من الهواء أو أخف منه تبعا لنوع وطبيعة الغاز، لذلك فإن اختبار الهواء داخل المكان المغلق يجب أن يتم عند كافة مستوياته (المرتفعة والمنخفضة والمتوسطة). ويشير الشكل رقم (٩-٢) إلى كثافة بعض الغازات بالنسبة للهواء.

اختبار هواء المكان المغلق:

يتم اختبار هواء المكان المغلق باستخدام أجهزة خاصة يمكنها أن تحدد نسبة الأكسجين، ويمكنها أيضا أن تشير إلى تواجد بعض الغازات السامة فى المكان المغلق.

والاعتماد على التقدير الشخصى لتلوث هواء المكان المغلق هو أمر بالغ الخطورة وغالبا ما يؤدى إلى وقوع الكارثة. فعدد غير قليل من الغازات والأبخرة السامة لا يتميز برائحة أو لون معروفين، مثل أول أكسيد الكربون. كما أن التقدير الشخصى لا يُمَكِّن المرء من تقدير نسبة الأكسجين فى الهواء، وبالتالى فإن الثقة فى التقدير الشخصى لتلوث هواء المكان المغلق هو أمر بالغ الخطورة.

وقد يفضل البعض الوسيلة التقليدية الشهيرة للكشف عن توفر الأكسجين والتى تعتمد على استخدام مصدر لهب ومتابعة توهج اللهب فى الموقع. ورغم أن هذه الوسيلة قد يراهـــا البعض مناسبة للاستخدام فى الأماكن المغلقة



شكل رقم (٩-٢)

كثافة بعض الغازات المنطلقة فى الأماكن المغلقة بالنسبة لكثافة الهواء

فى مواقع الصرف الصحى المختلفة، إلا أن استخدامها غالبا ما يكون هو النهاية. حيث أنه من المعروف أن بعض الغازات القابلة للاشتعال تنطلق من عمليات تحلل الحمأة، كما أن بعض الأبخرة الكيماوية وخصوصا أبخرة المذيبات تكوِّن أيضاً مخلوطا انفجاريا مع الهواء. لذلك فإنه عند اقتراب مصدر لهب من تلك المواقع تحدث الكارثة.

إجراءات لتجـــــنب مخاطر العمـــــل

يتطلب العمل فى الأماكن المغلقة مجموعة من الإجراءات تهدف إلى تحاشى المخاطر المتنوعة التى قد يتعرض لها العاملون بتلك المواقع. ففى البداية يتم

فىالأماكن المغلقة

عزل المكان المغلق، ثم تهويته لضمان توفر جو مناسب للعمل. وإن تعذرت التهوية يمكن استخدام الأجهزة المساعدة على التنفس، مع التأهب للإنقاذ عند حدوث الطوارئ.

أ - العزل:

عزل الأماكن المغلقة هو إجراء يقصد به منع استخدام المكان أو التعامل معه لغير العاملين فيه. ويتم ذلك باستخدام الطرق التالية تبعاً لنوع وطبيعة المكان المغلق:

- فصل التيار الكهربى: فى حالة توفر معدات فى المكان المغلق.
- التفريغ والتطبيب: تفريغ الخطوط من السوائل والغازات، وتطبيب (سد) المواسير الداخلة أو الخارجة من المكان المغلق.
- الفصـــل: فصل الســـيور والكتاين والوصلات الميكانيكية الموجـــودة على أعمدة الدوران فى حالة التعامل مع مواقع المعدات.
- التأمـــين: تأمـــين القطع المتحركة فى حـــدود المكان المغـــــلق باســـتخدام السلاسل أو القامطات أو الأثقال أو بأى وسيلة أخرى.

ب - التهوية:

عند التأكد من نقص الأكسجين أو وجود بعض الغازات الضارة وكذلك عند عدم توفر أجهزة لاختبار حالة الهواء فى المكان المغلق، من الضرورى تهوية المكان المغلق تهوية تامة قبل بدء العمل فيه.

وغالباً ما تستخدم المراوح لطرد الغازات ومد المكان المغلق بالهواء الطبيعى. وهناك طرق أخرى للتهوية يمكن استخدام إحداها تبعاً لتوفر المعدات المناسبة ومساحة المكان المغلق، ومن أبرز هذه الطرق استخدام خرطوم ذى قطر كبير يوصل أحد طرفيه بمروحة دافعة ويتم إنزال الطرف الآخر قرب "قاع"

المكان المغلق حتى يمكن طرد الأبخرة والغازات السامة إلى أعلى. ويراعى أن توضع المروحة فى مكان مناسب بحيث يتوفر لها هواء نظيف.

كما يمكن استخدام الهواء المضغوط فى حالة توفره - ودفعه بنفس الطريقة قرب قاع المكان المغلق.

جـ - الأجهزة المساعدة على التنفس:

وهى أجهزة تسمح للعمال بالتنفس بصورة آمنة بدون استنشاق الغازات والأتربة السامة، وتنقسم إلى قسمين:

١- كمامات الغازات:

وهى أجهزة لتنقية الهواء من المواد السامة. ومنها عدة أنواع تبعا لأنواع الغازات التى يتعرض لها العاملون.

ومن الجدير بالذكر أن استخدام الكمامات غير مجد على الإطلاق فى حالة نقص الأكسجين فى جو المكان المغلق.

٢- أجهزة الإمداد بالهواء النقى:

وهى تعتمد فى عملها على إمداد العامل بالهواء النقى من مصدر معروف، قد يكون خزاناً صغيراً أو أسطوانة أو مكاناً قريباً لم يتلوث هواؤه بعد.

ومن الجدير بالذكر أن أجهزة الإمداد بالهواء النقى هى وحدها التى ينبغى استعمالها عند التأكد من نقص الأكسجين فى الأماكن المغلقة.

د - التأهب للإنقاذ:

إن التأهب للإنقاذ فن له قواعده، ولا ينبغى لغير المؤهلين القيام به، فالإنقاذ المفاجئ، مثل اندفاع أحد العمال تلقائيا لإنقاذ زميل له فى حالة اختناق، قد ينتج عنه بسهولة وفاة الاثنين أو وفاة عدد آخر إذا زاد عدد المنقذين عن واحد.
ومن المعروف أن أكثر من ٥٠ % من حالات الوفيات داخل الأماكن المغلقة تعود لمحاولة التدخل المفاجئ لمساعدة الزملاء الآخرين دون الإلمام بفن الإنقاذ.

من هنا فإن التخطيط السليم لأساليب الإنقاذ، والتدريب الجيد عليها شرطان ضروريان لإتقان هذا الفن والقيام به فى حالة الطوارئ.

فى البداية وعند التعامل مع الأماكن المغلقة، لا بد من تعيين أحد العمال احتياطيا للطوارئ، يقف خارج المكان المغلق بحيث يكون فى حالة استعداد للتدخل ويكون على اتصال سمعى أو بصرى مع العاملين بالمكان المغلق، وينبغى للعامل الاحتياطى أن يلتزم بالتعليمات التالية:

١- عدم القيام بأى عمل آخر سوى أن يكون فى حالة تأهب للتدخل والاتصال بالشخص المسئول فى حالة الطوارئ.

٢- عدم الدخول إلى المكان المغلق إلا بعد توفر المساعدات اللازمة وأجهزة الحماية والحبال والأجهزة المساعدة على التنفس.