



جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق
مركز بحوث الإسكان والبناء

الكويت المصري
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع

قرار وزارى رقم ١٦٩ لسنة ١٩٩٧

المجلد الثانى
أعمال المعالجة
(الصرف الصحى)

الطبعة الثالثة ٢٠٠٤

قرار وزاري

رقم (١٦٩) لسنة ١٩٩٧

بشأن الكود المصري لأعمال معالجة مياه الصرف الصحي

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الاطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ في شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ في شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمراني.
- وعلى القرار الوزاري رقم (٧٩) لسنة ١٩٩١ والقرار الوزاري رقم (٣١٨) لسنة ١٩٩٢ بتشكيل اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصري لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع.
- وعلى القرار الوزاري رقم (٤٩٢) لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى المذكرة المقدمة من السيد الأستاذ الدكتور رئيس اللجنة الدائمة لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات مياه الشرب والصرف الصحي بتاريخ ١٩٩٧/٦/٥.

قرر

- مادة (١) : يتم العمل بالمجلد الثاني الخاص بالكود المصري لأسس التصميم وشروط التنفيذ لأعمال معالجة مياه الصرف الصحي .
- مادة (٢) : تلتزم الجهات المعنية والمذكورة في القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ما جاء بهذا الكود.
- مادة (٣) : يتولى مركز بحوث الإسكان والبناء المشار اليه العمل على نشر ما جاء بهذا الكود والتعريف به والتفريب عليه.
- مادة (٤) : ينشر هذا القرار في الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

أستاذ الدكتور محمد عبد الحليم سليمان

١ - عدد السكان والأنشطة المختلفة

١-١ مراحل النمو السكاني:

حيث أن أعمال المعالجة يتم تصميمها كي تخدم فترة زمنية تتراوح بين ٢٠ - ٥٠ سنة فإن تنفيذ المشروع كمرحلة واحدة يكون غير إقتصادي لذلك يتم تنفيذه على مراحل تبعاً لمراحل النمو الإقتصادي والإجتماعي للمدينة أو القرية أو التجمع السكاني والتي يزداد فيها السكان كالتالي:

١-١-١ مرحلة البداية والإزدهار:

وتتسم هذه المرحلة بمعدل زيادة سكانية متزايدة على صورة زيادة هندسية.

١-١-٢ مرحلة الإستقرار:

وهي التي تستقر فيها عوامل جذب السكان مما يستدعي معه توسع سكاني بمعدل ثابت ويكون حساب نمو التجمع السكاني طبقاً للطريقة الحسابية.

١-١-٣ مرحلة التثبيغ:

وهي مرحلة الوصول إلى الزيادة المتناقصة للنمو السكاني نتيجة توقف عوامل الجذب أو نتيجة إنشاء تجمعات سكنية أخرى مجاورة ذات عوامل جذب أقوى . وعلى المصمم الأخذ في إعتباره الفرق بين التنبؤ في النمو السكاني لمجتمع عمراني قائم ومجتمع عمراني جديد.

٢-١ تقدير التعداد في المستقبل:

يقدر التعداد في نهاية الفترات التصميمية بالإستعانة بالإحصائيات التي تقوم بها

الأجهزة الحكومية المعنية بالدراسات السكانية لمعرفة التعداد الحالى والمستقبلى مع مراعاة توقعات النمو والتوسع للأنشطة الصناعية والخدمية والتجارية المختلفة ،، والوصول إلى هذا الغرض توجد طرق علمية مختلفة منها ما يتم عن طريق تطبيق بعض المعادلات الرياضية ومنها ما يتم عن طريق توقيع الاحصائيات على رسومات بيانية. وفيما يلي الطرق الرياضية المستخدمة فى التنبؤ بعدد السكان:

Arithmetic Increase

١-٢-١ طريقة الزيادة الحسابية

والمعادلة التى تطبق هى

$$P_n = P_1 + K_a (t_n - t_1) \dots\dots\dots (1)$$

وتمثل هذه الطريقة بيانياً بخط مستقيم .

Geometrical Increase

٢-٢-١ طريقة الزيادة الهندسية

والمعادلة التى تطبق فى هذه الطريقة هى

$$\ln P_n = \ln P_1 + K_g (t_n - t_1) . \dots\dots\dots (2)$$

وتمثل بيانياً بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى.

Decreasing Rate of Increase

٣-٢-١ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص

والمعادلة التى تطبق فى هذه الطريقة هى

$$P_n = S - (S - P_1) e^{-K_d (t_n - t_1)} \dots\dots\dots (3)$$

وتمثل بيانياً بمنحنى متناقص من الدرجة الأولى والرموز المستخدمة فى المعادلات

(١) ، (٢) ، (٣) كالتالى:

P_n : التعداد الذى يخدمه المشروع فى سنة الهدف.

P_1 : آخر تعداد للمنطقة ويؤخذ حسب بيان التبعث والإحصاء.

K_a : معدل الزيادة السنوية للسكان فى الطريقة الحسابية (معدل ثابت).

K_g : معدل الزيادة السنوية للسكان فى الطريقة الهندسية (متزايد).

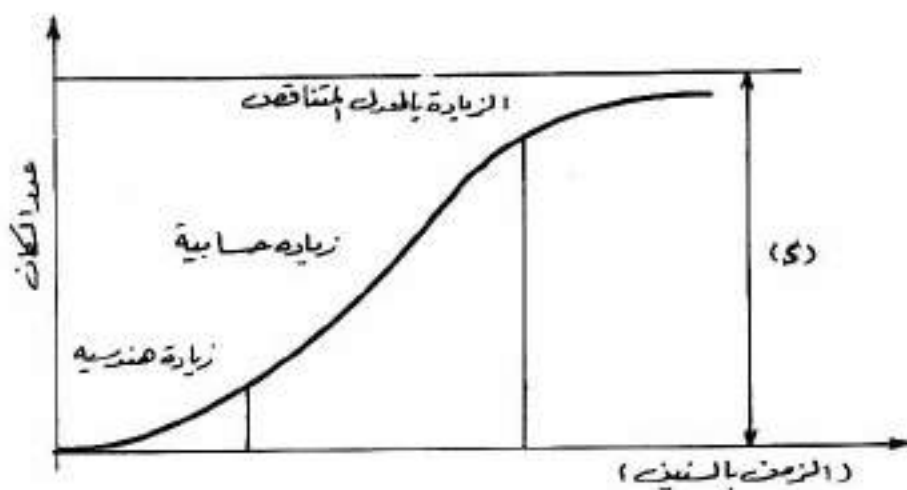
K_d : معدل الزيادة السنوية المتناقص للسكان فى طريقة الزيادة بالنقصان.

S : القيمة القصوى لعدد السكان المتوقع (حد التشبع).

$(t_n - t_1)$: الفترة الزمنية التى يخدمها المشروع.

$\ln$: اللوغاريتم الطبيعي للأساس (e).

والشكل (١-١) يمثل منحنى النمو السكانى للمدينة وهو يوضح العلاقة بين التعداد والفترة الزمنية التى تمثلها كل طريقة من الطرق السابقة.



شكل (١-١) : منحنى النمو السكانى للمدينة

من الشكل يتضح أن النمو السكاني للمدينة يكون ذو معدل متزايد في البداية ثم يقل بنمو المدينة وإنحسار الأنشطة، وتحدث الزيادة بالطريقة الهندسية في فترات النمو نتيجة للتوسع العمراني أو عند التخطيط لمدينة جديدة ذات مناطق جذب صناعي أو تجاري أو زراعي . يلي ذلك زيادة ثابتة تعبر عن إستقرار المدينة بعد التوسعات المتوقعة وتمثل هذه الزيادة بالطريقة الحسابية ثم يلي ذلك تناقص في معدلات الزيادة نظراً لقلة الموارد الإقتصادية للمدينة بعد تشبعها وكذلك قلة فرص العمل وحنوث هجرة من المدينة وتمثل الزيادة بالمعدل المتناقص.

هذا بالإضافة إلى الطرق التالية لتقدير السكان في المستقبل.

٢-١- تقدير عدد السكان بافتراض كثافات سكانية مرتبطة بإستخدامات الأراضي:

وتتوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة أو المنطقة.

والجدول رقم (١-١) يعطى الكثافات السكانية تبعاً لإستخدامات الأراضي.

جدول رقم (١-١) الكثافات السكانية التي تستخدم عند حساب عدد السكان المتوقع في تخطيط المدينة أو المنطقة

الكثافات السكانية (فرد/ هكتار)	إستخدامات الأراضي
٢٠ - ٥٠	فيلات درجة أولى
٥٠ - ١٠٠	فيلات درجة ثانية
١٠٠ - ٢٥٠	عمارات سكنية صغيرة
٢٥٠ - ٧٠٠	عمارات سكنية متوسطة
٧٠٠ - ١٢٠٠ أو أكثر	عمارات سكنية كبيرة
٥٠ - ٧٥	مناطق تجارية
٢٠ - ٣٠	مناطق صناعية

Graphical Extention Method

١-٢-٥ طريقة الإمتداد البياني

وهي طريقه تقريبيه يستنتج منها التعداد المستقبلي عن طريق رسم منحنى النمو السكاني للمنطقة في الماضي ثم عمل إمتداد له لإستنتاج التعداد عند سنة الهدف المطلوبة.

Graphical Comparison Method

١-٢-٦ طريقة المقارنة البيانيه

وفيها يتم رسم منحنى النمو السكاني للمنطقه موضوع الدراسة مشابهاً لمنحنى النمو السكاني لمدينة مشابهه لها في الأنشطة وأكبر منها في التعداد ثم يمد المنحنى مماثلاً لمنحنى النمو السكاني للمدينة الكبيرة وبالتالي يتم إستنتاج التعداد السكاني المطلوب في المستقبل.

٢ - تحديد الفترة التصميميه :

تقسم الفترة التصميميه لأعمال المعالجة للمخلفات السائلة إلى مرحلتين كل مرحلة تكون مدتها من ١٥ - ٢٥ سنة وبالتالي تكون الفترة التصميميه الكلية من ٢٠ - ٥٠ سنة.

٣ - حساب التصرفات التصميميه :

عند حساب التصرفات التصميميه للمخلفات السائلة يلزم تحديد مصادرها وكمياتها كما يلي:

٣-١ مصادر المخلفات السائلة :

٣-١-١ الإستخدامات السكانيه :

وهي المخلفات السائله المجمعة من المناطق السكانيه والتجارية والخدميه والترفيهيه.

Graphical Extention Method

١-٢-٥ طريقة الإمتداد البياني

وهي طريقه تقريبيه يستنتج منها التعداد المستقبلي عن طريق رسم منحنى النمو السكاني للمنطقة في الماضي ثم عمل إمتداد له لإستنتاج التعداد عند سنة الهدف المطلوبة.

Graphical Comparison Method

١-٢-٦ طريقة المقارنة البيانيه

وفيها يتم رسم منحنى النمو السكاني للمنطقه موضوع الدراسة مشابهاً لمنحنى النمو السكاني لمدينة مشابهه لها في الأنشطة وأكبر منها في التعداد ثم يمد المنحنى مماثلاً لمنحنى النمو السكاني للمدينة الكبيرة وبالتالي يتم إستنتاج التعداد السكاني المطلوب في المستقبل.

٢ - تحديد الفترة التصميميه :

تقسم الفترة التصميميه لأعمال المعالجة للمخلفات السائلة إلى مرحلتين كل مرحلة تكون مدتها من ١٥ - ٢٥ سنة وبالتالي تكون الفترة التصميميه الكلية من ٢٠ - ٥٠ سنة.

٣ - حساب التصرفات التصميميه :

عند حساب التصرفات التصميميه للمخلفات السائلة يلزم تحديد مصادرها وكمياتها كما يلي:

٣-١ مصادر المخلفات السائلة :

٣-١-١ الإستخدامات السكانيه :

وهي المخلفات السائله المجمعة من المناطق السكانيه والتجارية والخدميه والترفيهيه.

٣-١-٢ الاستخدامات الصناعية :

وهي المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحي والواردة من عمليات الصناعة المختلفة.

٣-١-٣ المصادر الأخرى :

وهي المياه المجمعة من مياه الأمطار ومياه الرش.

٣-٢ تصرفات المخلفات السائلة :

Average Flow

٣-٢-١ التصريف المتوسط

يتم حساب التصريف المتوسط على أساس :

١ - سنوي

٢ - موسمي

أ - متوسط فصل الصيف $Q_{av} (summer)$

ب - متوسط فصل الشتاء $Q_{av} (winter)$

$$Q_{av} (summer) = (1.2 - 1.3) Q_{av}$$

$$Q_{av} (winter) = (0.7 - 0.8) Q_{av}$$

ويتم حساب أي من المتوسطات السابقة لتصرفات مياه الصرف الصحي بضرب متوسط الاستهلاك اليومي للمياه سواء المحسوب على أساس سنوي أو موسمي في معامل تخفيض ويؤخذ $(0.8 - 0.9)$.

$$Q_{av. (waste\ water)} = (0.8 - 0.9) Q_{av} (consumption)$$

D.W.F (Dry Weather Flow)

٢-٢-٣ تصرف الطقس الجاف

وهو التصرف الناتج من الإستهلاكات المختلفة بدون إضافة مياه الأمطار وينقسم إلى :

Minimun Dry Weather Flow

١-٢-٢-٣ أقصى تصرف للطقس الجاف

وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال فصل الشتاء وبحسب من المعادله الآتيه :

$$Q_{min\ D.W.F} = (0.2 P^{1/6}) Q_{av} \dots\dots\dots (1)$$

حيث : أدنى تصرف جاف (لتر/ث) $Q_{min\ D.W.F}$

p : عدد السكان بالآلاف

Q_{av} : التصرف المتوسط (لتر/ث)

Maximum Dry Weather Flow

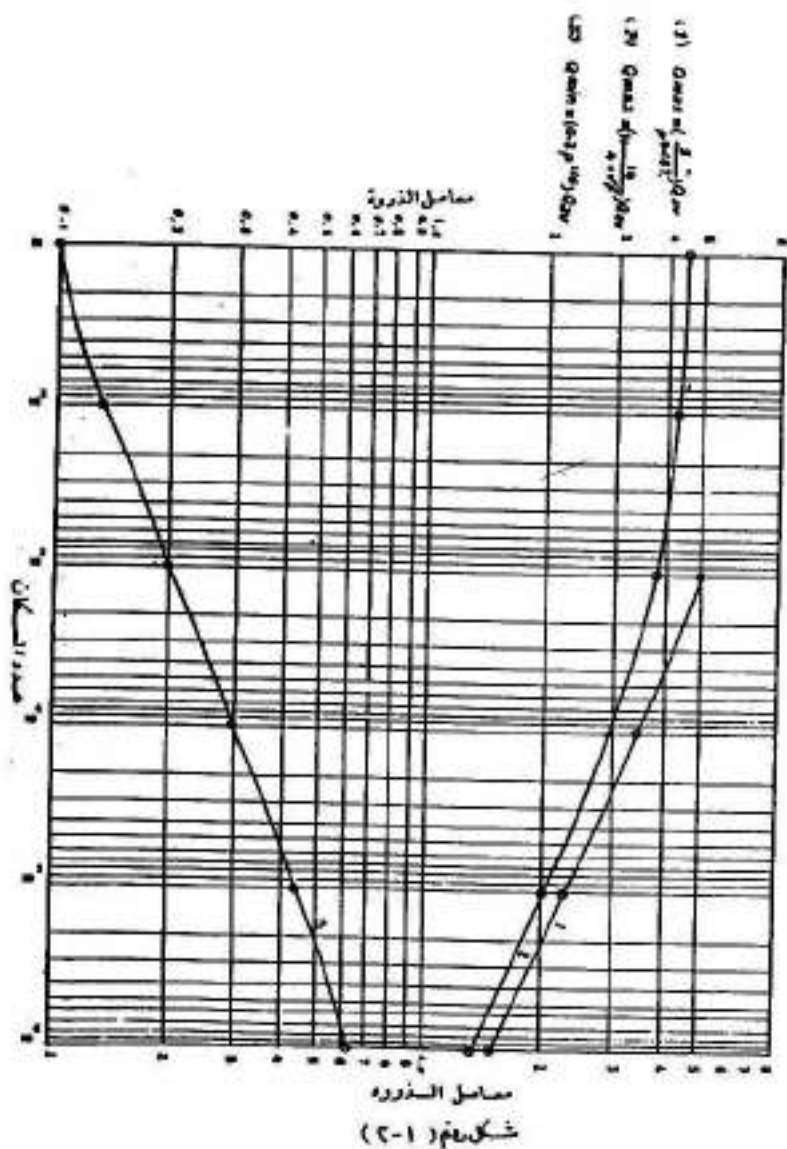
٢-٢-٢-٣ أقصى تصرف للطقس الجاف

ويطلق عليه تصرف ساعه الذروه ويحدث فى شهور الصيف وبحسب من المعادلات الآتيه :

$$Q_{max\ D.W.F.} = (1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}) Q_{av} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{max\ D.W.F.} = (\frac{5}{p^{0.167}}) Q_{av} \dots\dots\dots (3)$$

والشكل رقم (٢-١) يعطى قيم معاملات الذروه فى حالة أدنى تصرف جاف وأقصى تصرف جاف طبقاً للمعادلات (1) ، (2) ، (3)



٣-٢-٣- Qindust التصرف الصناعي

في حالة وجود مناطق مخصصة للأنشطة الصناعية للمدينة يؤخذ التصرف الصناعي من ١-٢ لتر/ث/الهكتار وذلك في حالة عدم توافر بيانات محددة عن نوع الصناعات.

أما في حالة توافر هذه البيانات فيؤخذ التصرف حسب نوع الصناعة .

٣-٢-٤- Qcomm. التصرف التجاري

في حالة وجود مراكز تجارية تؤخذ قمة التصرف ما بين (٥٠ - ١٧٠) لتر/ث/هكتار .

٣-٢-٥- Qinf. تصرف مياه الرش

- يتم حساب تصرفات مياه الرش الواردة للشبكة تبعاً لارتفاع منسوب مياه الرش فوق الراسم العلوي للمواسير في الشبكة مع مراعاة إستبعاد المساحة الذي ينخفض فيها منسوب مياه الرش عن خط المواسير وفي حالة عدم توفر بيانات كافية تؤخذ :

- ١٦-٢ م / يوم / ١ سم من قطر المواسير / ١ كم من خط المواسير

- ٢ دل / ث / الهكتار .

- ٥-١٥ ٪ من التصرف المتوسط

٣-٢-٦- تصرف مياه الأمطار

ويتم حسابه من المعادلة $Q_{rain} = 2.75 C * I * A$ (lit / s)

حيث :

Qrain : كمية مياه الأمطار التي تصل الى خط الصرف lit / sec

C : معامل فائض مياه الأمطار (يؤخذ من جدول (١-٢) .

I : كثافة سقوط مياه الأمطار (مم / ساعة)

A : المساحة المعرضة لسقوط الأمطار والتي يخدمها الخط (هكتار)

جدول (١-٢) معامل فائض مياه الأمطار

نوع الأسطح	قيمة (C)
١ - الأسطح والشوارع المرصوفة .	٠.٧ - ٠.٩٥
٢ - التربة الطينية والحدائق والشوارع غير المرصوفة .	٠.١ - ٠.٤
٣ - التربة الرملية .	٠.٥ - ٠.٢
٤ - المناطق السكنية (مستوية)	٠.٣ - ٠.٥
٥ - المناطق السكنية (جبلية)	٠.٥ - ٠.٧
٦ - المناطق الصناعية (صناعات خفيفة)	٠.٥٥ - ٠.٦٥
٧ - المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	٠.٦ - ٠.٨

٣-٣ التصرفات التصميمية لمحطة المعالجة :

يراعى عند حساب التصرفات التصميمية وجود حالتين هما :

٣-٣-١ حالة وجود محطات رفع :

يؤخذ أقصى تصرف لظلمبات الرفع الحالية والمستقبلية على أنه التصرف التصميمي لمحطة المعالجة للوضع الحالي والمستقبلي.

٣-٣-٢ حالة عدم وجود محطات رفع :

يؤخذ أقصى تصرف للمجمع الرئيسى الداخلى لمحطة المعالجة الحالية والمستقبلى على أنه التصرف التصميمي لمحطة المعالجة للوضع الحالي والمستقبلي.

٣-٤ الأحمال التصميمية لمحطات المعالجة :

تنقسم الأحمال التصميمية لمحطات المعالجة للمخلفات السائلة إلى :

الأحمال الهيدروليكية :

تحدد قيم الأحمال الهيدروليكية فى حالة التصرف المتوسط وأقصى تصرف للمخلفات السائلة والوحدة للأحمال الهيدروليكية هي $٣\text{ م}^3/٢\text{ م}^3/\text{اليوم}$.

الأحمال العضوية :

وتحدد قيم الأحمال العضوية فى حالتى أدنى تصرف وأقصى تصرف للمخلفات السائلة والوحدة للأحمال العضوية هي $\text{B.O.D5 } ٢\text{ م}^3/\text{اليوم}$.

٣-٤-١ التصرفات المستخدمة في تصميم وحدات المعالجة :-

وحدات المعالجة	التصرف التصميمي
× تصميم مهمات الرفع والمواسير × تصميم وحدات المعالجة الآتية :- - المدخل والمصافي. - أحواض حجز الرمال. - أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي - المرشحات الزلطية. - أحواض المزج بالكلور.	أقصى تصرف في الساعة [متوسط التصرف × معامل الذروة]
× تصميم نظام الرفع وإعادة الحمأة لأحواض التهوية.	أقصى تصرف يومي [متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٨)]
× تصميم كمية المواد المحجوزة على المصافي والرمل المترسبه في أحواض حجز الرمال.	أقصى تصرف يومي [متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٨)]
× تصميم أجهزة القياس والتحكم.	أقصى تصرف في الساعة [متوسط التصرف × معامل الذروة]
× تصميم أجهزة تسجيل بيانات المحطة .	أدنى تصرف يومي [متوسط التصرف × (٧ - ٨ر)]
× تصميم مخازن الكيماويات والمهمات الملحقة بها .	أقصى تصرف يومي لأقصى شهر [متوسط التصرف × (١٢ - ١٣ر)]

وحدات المعالجة	التصرف التصميمي
× تصميم مهمات وحدات الرفع في حالة أقل التصرفات (الإيقاف والتشغيل) وتصميم أجهزة قياس التصرفات ذات المدى القليل. × تصميم قنوات المدخل للتحكم في ترسيب المواد العالقة. × المرشحات الزلطية وإعادة المياه. × إختيار أقل عدد من الوحدات تعمل خلال فترات أقل للتصرفات.	أدنى تصرف يومي (متوسط التصرف $\times (0.8 - 0.7)$)

٣-٤-٢ الأحمال العضوية المستخدمة في تصميم وحدات المعالجة

وحدات المعالجة	الأحمال العضوية كجم / اليوم (Q م ^٣ /يوم $\times$ B.O.D ₅ كجم/م ^٣)
× تصميم وحدات المعالجة البيولوجية	أقصى تصرف يومي (متوسط التصرف $\times (1.8 - 1.5)$) B.O.D₅ كجم/م^٣
× تصميم نظام تركيز وتجفيف الحمأة	أقصى تصرف يومي لأكثر من يوم (متوسط التصرف $\times (1.6 - 1.5)$) B.O.D₅ كجم/م^٣
× تصميم نظام المعالجة الميكانيكية للحمأة	أقصى تصرف يومي لأقصى أسبوع (متوسط التصرف $\times (1.6 - 1.5)$) B.O.D₅ كجم/م^٣
× تصميم مهمات تخزين الحمأة وتجهيز الحمأة كسماد	أقصى تصرف يومي لأقصى شهر (متوسط التصرف $\times (1.4 - 1.2)$) B.O.D₅ كجم/م^٣

ويراعى عند تحديد قيم ملوثات المخلفات السائلة السابقة الحالات الآتية :

١ - مدن أو تجمعات أو قرى مخدومه بشبكات صرف صحي وفى هذه الحالة تؤخذ عينه ممثله على مدار السنة للمخلفات السائلة من نهاية الشبكات ويتبع فى أخذ العينه وإجراء التحاليل العملية المطلوبه طبقا للطرق القياسيه الأمريكيه : (WEF) (Waste Environmental Federal)

٢ - مدن أو تجمعات أو قرى جارى تخطيطها أو غير مخدومه بمشروع صرف صحي ويتم فى هاتين الحالتين الإسترشاد بمدينة أو قرية مماثله ومشابهه فى الأنشطة الإجتماعية والإقتصاديه والسكانيه والصناعية ولها نفس الظروف المناخيه

وفى حالة عدم توافر مدينة أو قرية مماثله بغرض الإسترشاد يتم تقدير كمية الأكسجين الحيوى المتص (B.O.D₅) عن طريق متوسط الإستهلاك السنوى للمياه اليومى للفرد والإحتياج الأوكسجينى للفرد والذى يتراوح بين ٦٠ - ٧٠ جم / الفرد / اليوم. وذلك لتحديد الأحمال العضويه.

٥- معايير المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحي :

يتم تحديد معايير المخلفات الصناعية السائلة المسموح بصرفها على شبكات الصرف الصحي أو محطات المعالجة طبقاً للقانون رقم ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزارى رقم (٩) ١٩٨٨ كالتالى :

العنصر	الحدود
- درجة الحرارة (T°)	لا تزيد على ٤٠ م°
- الأس الهيدروجيني (pH)	لا يقل عن ٦ ولا يزيد عن ١٠
- المواد العالقة والقابلة للتسريب	لا تزيد عن ٥٠٠ ملجم / لتر بحيث لا تزيد المواد المرسبة عن ٥ سم في المتر في ١٠ دقائق ولا تزيد عن ١٠ سم في المتر في ٣٠ دقيقة.
- الأكسجين الحيوي (BOD_5)	لا يزيد على ٤٠٠ جزء في المليون
- الأكسجين الكيماوي	لا يزيد على ٧٠٠ جزء في المليون
- المستهلك (الديكرومات) (COD)	لا يزيد على ٣٥٠ جزء في المليون
- المستهلك (البرمنجنات) (COD)	لا تزيد على ١٠ جزء في المليون
- الكبريتورات	لا تزيد على ١٠٠ جزء في المليون
- السيانيدات	لا تزيد على ٥ جزء في المليون
- الفوسفات	لا تزيد على ١٠٠ جزء في المليون.
- الشحوم والزيوت والمواد الراتنجية	لا تزيد على ٣٠ جزء في المليون.
- النترات	لا تزيد على ١ جزء في المليون.
- الفلوريدات	لا تزيد على ٠.٥ جزء في المليون.
- الفينول	لا تزيد على ١٠٠ جزء في المليون مقدره على أساس ن.
- الأمونيا	لا تزيد على ١٠ جزء في المليون على أساس كل.
- الكلور الحر	لا تزيد على ١ جزء في المليون.
- نسبة ثاني أكسيد الكبريت	لا تزيد على ١ جزء في المليون.
- الفورمالدهيد	لا تزيد على ١٠ جزء في المليون.
- المعادن الثقيلة:	(يذ ك يد أ)
(الفضة- الزئبق- النحاس- النيكل- الزنك- الكروم- الكاديوم- القصدير)	- يجب ألا تزيد منفردة أو مجتمعة عن ١٠ جزء في المليون إذا لم يتجاوز حجم المتخلفات المنصرفة عن ٥٠ م³/يوم ولا تزيد عن ٥ جزء في المليون إذا زاد حجم المتخلفات المنصرفة الي شبكة المجاري عن ٥٠ م³/يوم.
	- يجب ألا تزيد مجموع الفضة والزئبق عن ١ جزء في المليون

٦- طرق المعالجة :

٦-١ مقدمة :

بعد تحديد أهداف المعالجة وبالرجوع إلى القوانين المنظمة والمعمول بها فإنه المعالجة بمقارنة خواص المخلفات السائلة الحام و المعالجة بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة لإعادة إستخدامها حيث تدرس مرادفات المعالجة المتاحة وتقيم لإختيار أنسبها وذلك خلال مراجعة وتصنيف الطرق المختلفة.

ويتم إزالة الملوثات من المخلفات السائلة بطرق طبيعية وكيميائية وبيولوجية عن طريق وحدات تعمل فى مجموعات متنوعة عند اختبار نظم المعالجة . وكذا من الضروري دراسة الأسس التصميمية لكل مجموعة على حدة .

٦-٢ المعالجة الطبيعية

وهى التى تعتمد على القوى الطبيعية (التشاكل) وتشمل أعمال التصفية والترويب والترسيب والتعويم والترشيح وبالتالي فإنها تسبق أى وحدات معالجة أخرى .

٦-٣ المعالجة الكيميائية:

هى التى تعتمد على إضافة الكيماويات قبل عملية الترسيب والإمتصاص والتطهير وفى حالة الترسيب تكون نتيجة التفاعل الكيماوى لمادة كيماويه تعمل على تجميع وترسيب المواد العالقة بها . أما الإمتصاص فيعتمد على قوى الجذب بين المواد العالقة والمواد الكيماويه المتكونه والتطهير يعتمد على أكسدة البكتريا وذلك بتفنت الجدار المحيط بها.

٦-٤ المعالجة البيولوجية:

وهي التي تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضوية بيولوجياً بالتخلص من بعض عناصرها حيث يتم إزالة المواد العضوية القابلة للاكسدة بيولوجياً سواء كانت عالقة أو مذابة .

وغالباً ما تتحول هذه المواد إلى غازات وأنسجة تحلها حية والتي يمكن إزالتها بالترسيب. كما أن المعالجة البيولوجية تستخدم في إزالة النيتروجين والفسفور من المخلفات السائلة.

ويطلق أسم المعالجة الثانوية على المعالجة البيولوجية شاملة الترسيب النهائي ومن المفضل أن يحدد نوع المعالجة المطلوبة طبقاً لخواص وتركيز الملوثات المطلوب التخلص منها وذلك سواء لإعادة إستخدام المياه المعالجة أو التخلص منها ويمكن تصنيف الملوثات الأكثر شيوعاً بالمخلفات السائلة ومرحلة المعالجة اللازمة لإزالتها كما هو مبين بالجدول الآتي :

مرحلة المعالجة	الملوث
- التصفية والقرم - إزالة الرمال. - الترسيب. - الترشيح. - التعويم. - الترسيب والترسيب بإستخدام أو بدون إستخدام كيماويات. - طرق طبيعیه ومنها المعالجة بالرى المباشر	المواد الصلبة العالقة (Suspended Solids)

مرحلة المعالجة	الملوث
- الحمأة المنشطة - أحواض التلامس البيولوجية (المرشحات الزلطية ، الأتراض البيولوجية الدوارة) - بحيرات الأكسدة - مرشحات الرملية المتقطعة - النظم الكيماوية والطبيعية - الترسيب	المواد العضوية القابلة للتمثيل (Degredable Organic Matter)
- التهوية - التخلص من الغازات - الإمتصاص بالكربون المنشط	المواد العضوية المتطايرة
- التعقيم بالكحول ومركباته - الأوزون - الأشعة فوق البنفسجية - النظم الطبيعية	البكتريا الناقلة للأمراض
- بإستخدام غمى اليكتريا بالنترات والإختزال إلى آمونيا . - بإستخدام الوسط الترشيحي فى الأكسدة إلى نترات والإختزال إلى آمونيا - عملية إستخلاص الأمونيا - تبادل الأيونات	النيتروجين العضوى

مرحلة المعالجة	الملوث
- إضافة الكلور بجرعه مساويه لنقطة الإنكسار فى منحنى الكلور - النظم الطبيعيه - إضافة أملاح المعادن - الترويب بإستعمال الجير ثم الترسيب - إزالة الفوسفور بالمعالجة البيولوجيه - المعالجة البيولوجيه والكيمائويه لإزالة الفوسفور - النظم الطبيعيه - الإمتصاص بالكربون - المعالجة الثلاثيه بالأوزون - النظم الطبيعيه - الترسيب بإستعمال الكيماويات - التبادل الأيوانى - النظم الطبيعيه	الفوسفور العضوى المواد العضويه الغير قابله للتمثيل Non Degredable Organic Matter المعادن الثقيله

المعالجة الأوليه للمخلفات السائله :

Preliminary Wastewater Treatment

المعالجة الأوليه هى عبارة عن إزالة المواد التى تعوق أعمال التشغيل والصيانة وذلك بواسطة المصافى وفرم المواد المحجوزة عليها وإزالة الرمال وما شابه التى قد تسبب تآكل أو إنسداد المهمات وكذلك التعويم لإزالة الزيوت والدهون.

المعالجة الابتدائية للمخلفات السائلة:

Primary Wastewater Treatment

وفيها يتم إزاله جزء من المواد الصلبة العالقة العضويه وغير العضويه ويتم ذلك عن طريق الرحدر التي تعتمد على المعالجة الطبيعيه وهي الترسيب الابتدائي والذي فيه يتم إزالة حوالي (٥٠ - ٧٠ ٪) من المواد العالقة. و (٣٠ - ٥٠ ٪) من المواد العضويه (B.O.D₅) العالقة وطبقاً لمدة المكث. ويتم إستنتاج نسبة الإزالة طبقاً للشكل (١-٣) .

المعالجة الثانوية للمخلفات السائلة:

Secondary wastewater treatment

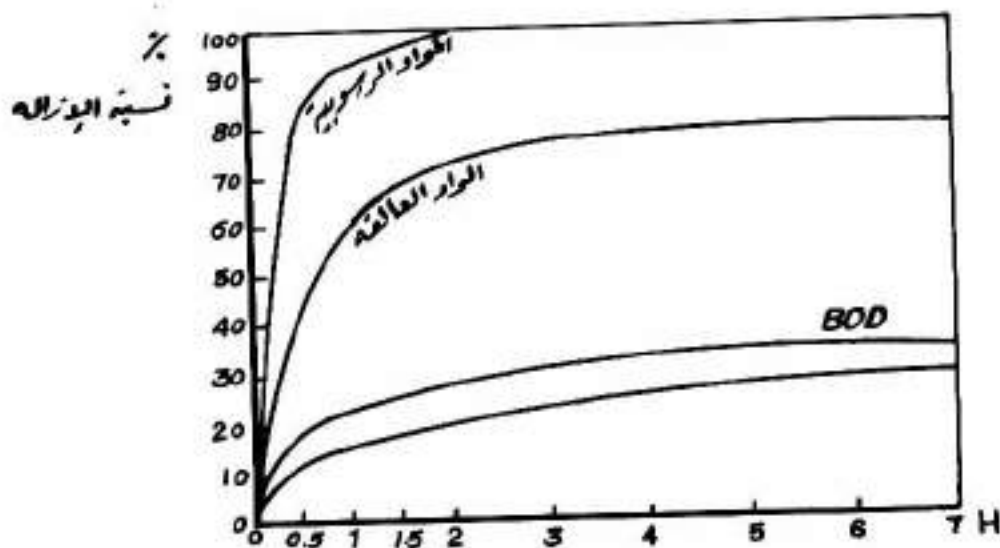
وهي المعالجة الثانويه والتي تقوم أساساً بإزالة المواد العضويه القابله للتمثيل بيولوجياً والمواد العالقة الناتجه منها كما يدخل التعقيم كجزء من المعالجة الثانويه وتعرف المعالجة الثانويه التقليديه على أنها مجموعه من المراحل تستخدم عادة في إزالة المواد العضويه حيث تشمل المعالجة البيولوجيه اما باستعمال الحماء المنشطه أو أحواض التلامس البيولوجيه أو بحيرات الأكسده بالإضافة إلى الترسيب النهائي.

كما يمكن إزالة النيتروجين والفوسفور وذلك بإضافة أملاح المعادن إلى خليط المواد الصلبة العالقه بحوض التهويه حيث يؤدي ذلك إلى إزالة الفوسفور بحوض الترسيب النهائي كما يؤدي التحكم في نظام التهويه في حوض الحماء المنشطه الحصول على النترات ثم تحويلها إلى آمونياا للتخلص من المياه المعالجة (معالجة هوائية ولا هوائية) .

المعالجة الثلاثية :

ويتم فيها إزالة نسب أعلى من العناصر الملوثة والتي لا يمكن أزالها في

المعالجة الثانويه .



شكل رقم (٣-١) : نسبة الإزالة للمواد الرسوبية والمواد العالقة والمواد العذوية في أحواض الترسيب

٧- إختيار طريقة المعالجة :

- يلزم لإختيار طريقة المعالجة التى تتلام مع المدى المتغير للتصرفات والأحمال الهيدروليكيه والعضويه والتى تعطى مياه معالجة ذات مواصفات محدده أن تقيم بدائل لوحداث المعالجة المجمعه والطرق المختلف ككل وتأثير كل على الآخر فعلى سبيل المثال فإن موازنة التصرفات خلال اليوم يمثل إحدى الوسائل لتقليل الأحمال على وحدات المعالجة كما يمثل التأثير الناشئ عن طرق معالجة المخلفات السائله إنتاج كميات من الحمأة مختلفة تؤثر على بدائل طرق معالجة الحمأة والتي تمثل عنصراً أساسياً من عناصر التقييم، كما يمثل إتزان المواد الصلبه فى طريقة المعالجة ركناً أساسياً فى تقييم كفاءة المعالجة.

وفيما يلى العوامل المؤثرة فى إختيار طريقة المعالجة.

العوامل المؤثرة	ملاحظات
١ - مدى ملائمة الطريقة	يمكن تقييم هذا البند على أساس الخبرة السابقة والنتائج المنشورة والنتائج المحققة بمحطات كامله ومن دراسات التجارب العمليه، وفى حالة وجود طرق جديدة فلا بد من إجراء دراسات تجريبية.
٢ - تصرفات المخلفات السائله	يجب أن تكون الطريقة المختاره مناسبه للتصرفات الواردة للمحطة .
٣ - مدى إستيعاب التغير فى التصرفات	يجب أن تصمم وحدات وطرق المعالجة لمواجهة المدى فى التغير فى التصرفات حيث أن أغلب الطرق تعمل بكفاءه عند ثبات التصرف أما إذا كان التغير فى التصرفات كبيراً فإنه يجب موازنتها .

العوامل المؤثرة	ملاحظات
٤ - خواص المخلفات السائلة	تؤثر خواص المخلفات السائلة على أنواع المعالجة المختارة وعلى سبيل المثال يمكن أن تكون كيميائية أو بيولوجية وما يتبعها من إحتياجات في التشغيل للحصول على خصائص المياه المعالجة المطلوبة .
٥ - المواد المؤثرة وغير المؤثرة على أعمال المعالجة	لا بد من الكشف عن المواد التي تعطل المعالجة أو التي ليس لها تأثير مباشر عليها .
٦ - درجة حرارة الجو	تؤثر درجة الحرارة على أغلب التفاعلات الكيميائية والبيولوجية كما تؤثر على تشغيل المهمات فالدرجات المرتفعة تنشط إنبعاث الرائحة .
٧ - التفاعلات وإختيار حوض المعالجة	تعتمد مقاسات الحوض على التفاعلات الأساسية داخل الحوض، فالمعلومات الدالة على التفاعلات تستنتج من التجربة والأبحاث المنشورة والنتائج المستنتجة من الدراسات على وحدات التجارب الحقلية .
٨ - الإلتزام لتحقيق القوانين المنظمة	عادة تقاس كفاءة الأداء بخواص المخلفات السائلة المعالجة والتي ينبغي أن تكون مطابقة للقوانين المنظمة لذلك .
٩ - نواتج عملية التنقية	أنواع وكميات المواد الصلبة والسائلة والغازية الناتجة من المعالجة لا بد من معرفتها وإستنتاج كمياتها وعادة تستخدم وحدات التجارب الحقلية في التعرف عليها وتحديد كمياتها .

العوامل المؤثرة	ملاحظات
١٠ - معالجة الحمأة	التحقق مما يثبت أن معالجة الحمأة والتخلص منها غير مجديه أو باهظه التكاليف واحتمالات وجود نواتج من معالجة الحمأة قد تؤثر على وحدات معالجة المخلفات السائله حيث أن طريقة معالجة الحمأة يجب أن تتلاءم مع وحدات معالجة المخلفات السائله.
١١ - الإلتزام البيئي	العوامل البيئيه مثل الرياح السائده واتجاهها والقرب من التجمعات السكانيه قد يؤثر على إختيار طرق معينه وخاصة التى ينبعث منها الروائح وقد يؤثر المرور على إختيار موقع التنقيه كما قد توجد ضوابط للمستطحات المائيه التى تستقبل المخلفات السائله والتى تقضى بإزالة مكونات معينه مثل المواد العضويه.
١٢ - المتطلبات الكيميائيه	تحديد المصادر والكميات اللازمه لمدى مناسبه لنجاح تشغيل مراحل المعالجة ومدى تأثير إضافة الكيماويات على المخلفات السائله بعد معالجتها وتكاليفها.
١٣ - متطلبات الطاقة	إحتياجات الطاقة والتكاليف المستقبليه لها مع تحديدها خاصة لو كانت المعالجة مصممه على أسس إقتصاديه بحته.
١٤ - عمال التشغيل	عدد وكفاءه العاملين لتشغيل عمليه المعالجة وما إذا كانت المهارات متوافره ومستوى التدريب المناسب .

العوامل المؤثرة	ملاحظات
١٥ - إحتياجات التشغيل والصيانة	تحدد الإحتياجات الخاصة للتشغيل والصيانة وقطع الغيار المطلوب ومدى توافرها وتكاليفها
١٦ - الطرق المساعدة للمعالجة	تحدد الطرق المساعدة المطلوب في المجال ومدى تأثيرها على تحسين نوعية المخلفات السائلة المعالجة في إزالة الملوثات .
١٧ - كفاءة أعمال المعالجة	مدى الإعتماد في المدى الطويل على وحدات المعالجة المقترحة وما إذا كانت الطريقة أو محطة المعالجة من السهل تقييمها عند الأداء، وإمكانية تغلبها على الأحمال المفاجئة و تأثير ذلك على نوعية المخلفات السائلة المعالجة .
١٨ - التشغيل	تحدد طريقة التشغيل لمحطة المعالجة مع تحديد حالات الطوارئ التي قد تحدث في التشغيل وكيفية تغطية هذه الحالات ومستوى التدريب المطلوب للعاملين في التشغيل
١٩ - مدى قابلية التطوير	مدى إمكانية تطوير محطة المعالجة القائمة والتوسع فيها .
٢٠ - توافر المساحة	مدى توفر المساحة اللازمة لإنشاء محطة المعالجة حالياً وتوسعاتها مستقبلياً.

٨ - طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة

٨-١ المخلفات السائلة المعالجة:

يتم التخلص من مياه المخلفات السائلة المعالجة بصحبها في المصارف الزراعية أو في مسطحات المياه المالحة كالبحيرات التي تتصل بالبحار أو في البحار على أن تكون خواص ومعايير العناصر بالمياه المعالجة كما ورد بالمواد بالقانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ .

كما يمكن أن تستخدم مياه المخلفات السائلة المعالجة في ري الاراض الزراعية على أن تكون خواص ومعايير العناصر للمياه المعالجة كما وردت بالقانون ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزاري رقم ٩ لسنة ١٩٨٨ .

Sludge

٨-٢ الحمأة

تمثل الحمأة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة مشكلة كبيرة في التخلص منها وذلك لكبر حجمها واحتوائها على نسبة عالية من المياه علاوة على أنها تحتوي على الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ولذا يجب معالجة الحمأة قبل التخلص منها دون أن تسبب أي تلوث للبيئة .

والحمأة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة تكون في صورة سائلة أو شبه سائلة حيث أن تركيز المواد الصلبة الجافة منها يتراوح بين ٥ - ١٢ ٪ وتختلف خواص الحمأة الناتجة تبعاً لنظام المعالجة المستخدم .

٨-٢-١ مصادر الحمأة وخواصها:

٨-٢-١-١ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي .

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ٤ ٪ - ٨ ٪ ولونها عادة رمادي ولها رائحة كريهة جداً .

٢-١-٢-٨ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائي .

وتختلف خواص هذه الحمأة تبعاً لأسلوب المعالجة البيولوجية التي تسبق أحواض الترسيب النهائي .

٢-١-٢-٨ المرشحات البيولوجية :

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١ - ٣٪ وهي عبارة عن ندف يميل لونها الى البنى وليس لها رائحة نفاذه نسبياً .

٢-١-٢-٨ الحمأة المنشطة :

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ٥٠ - ١٥٠٪ وهي عبارة عن ندف لونها بنى مسود وليس لها رائحة اما عند تحولها الى الحالة اللاهوائية تكون لونها قاتم .

٢-٢-٨ معالجة الحمأة

Sludge Treatment

والغرض من معالجة الحمأة هو فصل نسبة أو أغلب مياهاها مع تثبيت المواد العضوية وهناك طريقتين شائعتين لمعالجة الحمأة قبل التخلص منها .

٢-٢-٨ التركيز

Thickening

ويعرف تركيز الحمأة بأنه فصل نسبة من المياه وذلك بتجميع وتركيز المواد الصلبة وينتج عن ذلك الاقلال من حجم المواد الصلبة .

٢-١-٢-٨ التركيز بالتثاقل

Gravity Thickening

وتغذى أحواض دائرية بالحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي فى مركز

الحوض من أعلى ، وتخرج الحمأة المركزه من منتصف قاع الحوض الى حوض التجفيف أو المخمرات وتخرج المياه المفصولة (Supernatant) على هذارات حيث يتم تجميعها وادخالها الى مدخل عملية المعالجة.

Flotation

٢-١-٢-٨ التعويم

يتم تعويم جزيئات الحمأة باستخدام الهواء المضغوط ولنجاح هذه الطريقة والحصول على أحسن النتائج يجب إضافة الكيماويات المرويه والتي تعمل على تجميع حبيبات الحمأة وتعويمها الى سطح الحوض نتيجة تشبعها بالهواء وتكشط الحمأة الطافية وتنقل الى احواض تجفيف الحمأة أو المخمرات أو أى نظام آخر أما المياه المنفصله عن الحمأة فتضخ الى مدخل عملية المعالجة .

Stabilization

٢-٢-٢-٨ التثبيت

فى هذه الطريقة يتم تثبيت المواد العضويه الموجوده بالحمأة عن طريق الأكسده أو الإختزال وبالتالي يمكن القضاء على نسبة كبيره من الكائنات الحيه الدقيقه المسببه للأمراض .

وهناك طرق عديده لتثبيت مكونات الحمأة نذكر منها الطريقتين الشائعتين فى الإستخدام -

Anaerobic Digestion

١-٢-٢-٨ التخمير اللاهوائى

وتعرف عملية التخمير اللاهوائى بتثبيت المواد العضويه الموجوده بالحمأة فى غياب الأكسجين وتعتمد هذه الطريقة على البكتريا المكونه للأحماض ، والبكتريا المكونه

لغاز الميثان حيث تتغذى بكتيريا الميثان على الأحماض العضوية مكونة غاز الميثان وغاز ثانى أكسيد الكربون وللتحكم فى عملية التخمر اللاهوائى يجب الموازنة بين شطرى التفاعل والحفاظ على تركيز الأحماض العضوية وعدم تراكمها .
وتتم عملية التخمر اللاهوائى فى أحواض مغلقة تتم تغذيتها بالحماة الناتجة عن أحواض الترسيب الابتدائى والنهائى وتسحب الحماة المثبتة الى أحواض تجفيف الحماة أو أى نظام آخر أما المياه الطافية فتضخ الى مدخل أعمال المعالجة .

Aerobic Digestion

٢-٢-٢-٨ التخمر الهوائى

وتعرف عملية التخمر الهوائى بتشبيت المواد العضوية الموجودة بالحماة فى وجود الأكسجين والتخمر الهوائى مشابه لعملية معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحماة المنشطة حيث يتم أكسدة المواد العضوية بواسطة البكتيريا الهوائية التى تعتمد فى نشاطها على الأكسجين وينتج من هذا التفاعل (الأكسدة) ثانى أكسيد الكربون ، وبخار الماء .

Sludge Dewatering

٣-٢-٢-٨ فصل المياه من الحماة

تحتوى الحماة المعالجة سواء بالتركيز أو التثبيت على حوالى ٩٠٪ مياه ، ١٠٪ مواد صلبة جافة ولذلك يجب استخدام طرق أخرى لفصل كميته أكبر من المياه مع زياده تركيز المواد الصلبة بالحماة وهناك الكثير من الطرق المستخدمة نذكر منها الأتى :

Drying Beds

وفي هذه الطريقة يتم توزيع الحمأة الخام أو السابق معالجتها على طبقات في أحواض مكشوفة بها طبقه من الرمل أسفلها طبقه من الزلط ويقاع الحوض يوجد نظام لتصريف المياه المتسربة من الحمأة ويتم تجفيف الحمأة بهذه الطريقة عن طريق التبخر وتسرب المياه وتضخ هذه المياه الى مدخل العمليه وبعد تجفيف الحمأة وخاصة الخام يتم تشوينها في أكوام لتحليل المواد العضويه والتخلص من جزء من الجراثيم ويشير كود الصحة العام الصادر من وزارة الصحة أن الحمأة المجافه الناتجه من معالجة المخلفات السائله يمكن استخدامها كسماد بعد مدة تجفيف لا تقل عن ٤٥ يوماً .

Centrifuge

يتم فصل المياه من الحمأة السابق معالجتها بالتركيز أو التثبيت مع اضافته مواد كيماوية مروييه تعمل على زيادة كمية المياه المنزوعة من الحمأة مع تجميع حبيبات الحمأة على شكل ندف عن طريق أجهزة الطرد المركزي وهي إسطوانات ذات جدران بها ثقوب وباستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على حمأة تركيز المواد الصلبه بها حوالي ٣٠٪ أما المياه المفصوله والتي لا تحتوى على مواد صلبه تضخ الى مدخل أعمال المعالجة أما الحمأة المركزة فلا يفضل استعمالها لتسميد الأراضي التي تزرع بالمحاصيل التي تستخدم في الطعام حيث يتواجد بها نسبة من المواد الكيماويه .

Vacuum Filters

والمرشح عباره عن إسطوانه معدنيه مشقبه الجدار ومغلقة بوسط الترشيح (اللباد أو النيل أو الالياف الصناعيه) وتدور الأسطوانه حول محورها الافقى بحيث يكن جزؤها

السفلى مغمور فى حوض الحمأة وبواسطه خلخلة الهواء فى الجزء السفلى من الاسطوانه تلتصق المواد الصلبة بجدار وسط الترشيح بينما تخترق المياه وسط الترشيح والتي يجب رفعها الى مدخل أعمال المعالجة وتحتوى الحمأة بعد ازالتها من سطح الترشيح على حوالى ٢٥ ٪ مواد صلبة جافه . ويلزم فى هذه الطريقة معالجة الحمأة بإضافه مواد كيماويه مروييه قبل عملية الترشيح .

ب- مرشحات كبس الحمأة

Filter Pressing

ويتم فصل المياه بهذه الطريقة بترشيح المياه من الحمأة بضغطها بين طبقتين من القماش المسامى . تنفذ منه المياه وتبقى المواد الصلبة على شكل قوالب فيما بين طبقتى القماش . وتحتوى الحمأة بعد الترشيح على حوالى ٤٠ ٪ مواد صلبة ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة الحمأة بإضافة مواد كيماويه مروييه أو بوليمرات .

٨-٢-٤ التخلص من الحمأة الخام:

Sludge Disposal

١- فى الارض.

- يمنع استخدام الحمأة الخام كسماد سطحى.
- تستخدم الحمأة الخام كسماد عضوى لتوزيعها تحت سطح التربة.
- تستخدم الحمأة كسماد سطح لزراعة المسطحات الخضراء.
- يتم خلط الحمأة سواء قبل أو بعد المعالجة مع التربة وتترك فترة أسبوع لتحلل المواد العضوية حيث تعمل على زيادة قدرة التربة على امتصاص المياه.

٢- فى بحيرات الحمأة .

تنشأ بحيرات للحمأة لأغراض تجزئة وتحليل وتخفيف الحمأة وذلك فى المناطق ذات التربة المسامية والبعيدة عن مصادر المياه الجوفية حيث تكون المساحة المطلوبة حوالى ضعف المساحة المناظرة لأحواض تخفيف الحمأة وتكون بعمق ٥ - ١٥ متر.

٩ - اختيار موقع محطة المعالجة :

- يلزم أن يتوافر في موقع محطة المعالجة الشروط الآتية :
- أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمراني للمدينة أو القرية بمسافة تتراوح بين (١ إلى ٣ كم) .
- أن يكون هناك طريق للمحطة بعرض وحمولة مناسبة .
- أن يكون الموقع قريباً ما أمكن من مكان التخلص النهائي للمياه المعالجة (مصرف - أراضي للاستزراع) .
- أن يكون الموقع تحت الرياح السائدة .
- دراسة التربة لإختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادي
- الأخذ في الاعتبار التوسع المستقبلي للمحطة .
- عدم وجود عوائق بالموقع (أنابيب غاز - صرف مغطى - خطوط كهرباء ، ضغط عالي إلخ) .
- تفادي الأراضي الزراعية قدر الإمكان (ويفضل الأراضي البور أو الصحراوية)
- وبما لا يخل بالدراسة الاقتصادية للمشروع

١٠ - المخطط العام للمحطة :

يتم إعداد المخطط العام للمحطة بعد تحديد طريقة المعالجة وإختيار الموقع مع الأخذ في الاعتبار العناصر الآتية :

١٠-١ العناصر المساحية :

- طبوغرافية الموقع وأبعاده .
- ربط الموقع بالطرق العمومية .
- إتجاه دخول خطوط مواسير المخلقات السائلة المراد معالجتها .
- رفع وربط الموقع بأماكن التخلص من المياه المعالجة .

١٠-٢ العناصر الهيدروليكية :

- التخطيط الملائم لوحدة المعالجة بما يحقق أقل فواقد ممكنة بحيث يمكن صرف المياه المعالجة إلى أماكن التخلص النهائي بالإتحدار قدر الإمكان .
- إستغلال الميول الطبيعية أن وجدت للتوفير فى الاعمال الإنشائية .
- الأخذ فى الاعتبار متطلبات التوسع المستقبلى .
- تقليل التقاطعات بين خطوط المواسير داخل المحطة لتسهيل أعمال التنفيذ والصيانة والإصلاح .
- تقليل أطوال خطوط نقل الحمأة ومراعاة عدم وجود تغيرات كبيرة فى إتجاهاتها لتقليل الفواقد ولتفادى احتمالات الإنسداد والترسيب .
- توزيع الوحدات وإتباطها ببعضها بما يمكن من سهولة التشغيل وتحقيق المرونة فى حالات الطوارئ .
- تزويد الموقع بالمرافق اللازمه مثل شبكات التغذية بالمياه للمباني ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء وغسيل وحدات المعالجة والصرف الصحى للمباني وإنارة الموقع والإتصالات .

١٠-٣ العناصر المعمارية:

- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية .
- سهولة التنقل بين وحدات المعالجة، وبينها وبين المباني الإدارية ومباني الخدمات ووجود طرق مباشرة بينهم .
- وجود مجال رؤية كامل لجميع الوحدات عبر صالة التشغيل والمراقبة الرئيسي .
- مراعاة أن تكون المباني الإدارية ومباني الخدمات مناسبة للمحطة ويعبده عن مصادر الضوضاء مع الأخذ في الاعتبار اتجاهات الرياح السائدة لتجنب تعرض المباني الإدارية للروائح الكريهة التي تهب من مداخل عملية المعالجة أو أحواض المعالجة أو تحفيف الهواء .
- إقامة سور خارجي حول الموقع شاملاً المداخل وغرف الأمن والإستعلامات .
- وجود التنسيق المعماري بين وحدات ومباني المحطة من حيث الإرتفاعات والأبعاد والمسافات اللازمة للتهوية والإضاءة الطبيعي .
- وجود شبكة طرق داخلية مناسبة .
- تجميل الموقع وتزويده بالمسطحات الخضراء والتشجير .

١٠-٤ العناصر الإنشائية:

- مراعاة توزيع وحدات المعالجة ومباني الخدمات بما يتناسب مع دراسات التربة لتحقيق إقتصاديات الإنشاء .
- ترك المسافات المناسبة بين وحدات المعالجة وبين المنشآت والمباني الأخرى بما يضمن سهولة الأعمال الإنشائية وتقليل التكلفة .

١٠-٥ العناصر الميكانيكية :

- مراعاة وجود المساحات الكافية بين وحدات المحطة وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة .
- وجود المسطحات الملائمة للخزانات والمعدات التى تركيب خارج المباني .
- مراعاة أن يكون مبنى المخزن والورش بالمسطح المناسب .

١٠-٦ العناصر الكهربائية :

- مراعاة قرب مباني التغذية بالطاقة الكهربائية من الأحمال الرئيسيه للمحطة .
- تقليل أطوال ومسارات الكابلات الكهربائية ومراعاة عدم تعارضها مع مسارات المواسير والقنوات ما أمكن .
- توفير مصدر بديل للطاقة الكهربائية فى حالة إنقطاع التيار العمومى .
- مراعاة الموقع المتوسط لغرفة التشغيل والتحكم بالنسبة لوحدة المعالجة وملحقاتها من محطة رفع ومحطات ضغط الهواء و لاقه .
- أن تكون الطرق التى تمر بها الكابلات ذات إتساع مناسب لإستيعاب مجارى وخنادق الكابلات بالأبعاد المطلوبة لها طبقاً للتصميمات .

١١- الأعمال المساحية :

تعتبر الأعمال المساحية من أهم العناصر التى يبنى عليها تصميم وتوزيع وحدات المشروع والتى على أساسها يتم توزيع وتحديد الأماكن المناسبة لهذه الوحدات مع الإستغلال الأمثل لتحقيق الإقتصاد فى الطاقة المستخدمه ، سواء كان ذلك من ناحية المخلفات السائلة المطلوب معالجتها أو التخلص من نواتجها أو الإنتقال المرحلى بين

وحدات المعالجة المختلفة وتتلخص الأعمال المساحية المطلوبة في المحددات الآتية :

- تحديد الجهات الأصلية للموقع .
- أعمال الميزانية الشبكية للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض - ولا تزيد عن ٥٠ متر على الأكثر في الاتجاهين مع تنسيبها إلى أقرب روبر أو نقطة ثابتة سواء كان هويس أو كوبرى يقع على المر المائى أو أى نقطة ثابتة معلومة المنسوب .
- رفع المعالم الرئيسيه المحيطه بالموقع من طرق ، مصارف ، ترع ، وخلافه .
- تحديد نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها .

١٢ دراسات التربة :

مكونات تقرير دراسات التربة :

- دراسة الموقع العام لأعمال المعالجة بهدف تحديد أماكن وعمق الجسات .
- دراسة القطاع الهيدروليكي لوحدة المعالجة لتحديد عمق الجسات المطلوبه بناء على عمق المنشآت وأحمالها .
- تحديد اسلوب نزع المياه أثناء الإنشاء .
- تحديد كمية ونوعية الأسمنت المستخدم فى الإنشاء بما يتلائم مع نوعية المياه الجوفيه ونوعية التربة .
- يراعى ما جاء بالكود المصرى الخاص بالأساسات واختبارات التربة .

١٣ وسائل التحكم والحماية

يقصد بوسائل التحكم والحماية النظام الذى يتم وضعه للسيطرة على أداء وكفاءة محطة المعالجة من حيث سلامة التشغيل وضمان درجة المعالجة وتحقيق المعايير المطلوبة للمياه المعالجة .

١٣-١ وسائل التحكم

يتم التحكم فى كفاءة وحدات المعالجة وأداء المحطة على النحو التالى :

- التحكم فى مناسيب التشغيل لوحدات المعالجة وذلك بهدف ضمان سريان السبب للمخلفات السائلة المطلوب معالجتها والتغلب على الفواقد الهيدروليكية ويتم ذلك عن طرق هدارات يتم ضبطها فى نطاق سبق تحديده .
- التحكم فى سرعة السبب داخل وحدات المعالجة وقنوات التوصيل بهدف ضمان أداء الوظيفة سواء كان ترسيب أو منع ترسيب بها . ويتم ذلك عن طريق ضبط مساحات المقطع .
- التحكم فى تحويل مسارات السبب أو عزل وحدة من وحدات المعالجة أو خط معالجة كامل بهدف إجراء أعمال الصيانة والأصلاح . ويتم ذلك عن طريق المحابس والبوابات التى يتم فتحها أو قفلها حسب الحاجة .
- التحكم فى كميات المياه والحماة المعادة أو الحماة المستخدمة الزائدة أو المياه المعالجة وذلك عن طريق أجهزة قياس التصرف بأنواعها المختلفة .
- التحكم فى كفاءة المعالجة وذلك عن طريق الضبط والقياس للمعايير فى كل مرحلة من المعالجة ويتم ذلك بواسطة أجهزة قياس متعددة مثل قياس الأكسجين المذاب وقياس الأس الهيدروجينى وقياس العكارة وقياس درجة الحرارة وقياس التوصيلية وقياسات الطقس .
- التحكم فى كميات الكلور التى يتم حقنها لتعقيم السبب الخارج من المحطة عن طريق كميات من المياه المتدفقة (Flow Control) أو عن طريق كمية الكلور

المتبقية Residual Chlorine

١٣-٢ وسائل الحماية

تتم حماية محطات المعالجة طبقاً للأتى :

- حماية المحطة ضد حدوث الغرق أو فى حالات الطوارئ مثل حدوث انهيار أو كسر فى أحد وحدات المعالجة أو القنوات والمواسير الموصلة بينها . ويتم ذلك عن طريق توفير خطوط طوارئ bypass ومعدات النزع .
- حماية معدات المحطة ضد التوقف عن العمل عند إنقطاع التيار الكهربائى العمومى وذلك بتوفير وحدات توليد كهرباء احتياطية .
- الحماية اللازمة للأجهزة والمعدات الكهربائية ضد زيادة أو إنخفاض الجهد أو الحمل الزائد .
- الحماية ضد تسرب الكلور من أجهزة التعقيم .
- الحماية ضد إرتفاع المنسوب فى بيارات الطلمبات فوق الحد الأقصى أو أنخفاضها عن المنسوب الأدنى .

١- التصميم الهيدروليكي

أولاً: المعالجة الابتدائية (الميكانيكية)

١- غرفة المدخل :-

١-١- الغرض من الوحدة:

تهدئة سرعه وضغط المياه بحيث يتم تغيير نظام السريان من المجرى المغلق الى المجرى المفتوح ليتعرض سطح المياه بعد ذلك الى الضغط الجوي .

٢-١- مكونات الوحدة:

غرفة ذات ابعاد تحقق الاسس التصميمية الهيدروليكية تأخذ اشكالا متعددة مزودة بماسوره لخروج الراوسب والتفريغ ويتصل بها ماسوره الفائض .

٣-١- أسس التصميم:-

- مدة المكث من ٥ ر . الي ١ دقيقة
- السرعه الافقية من ٦ ر . الي ١٢ م / ث
- عمق المياه - لا يقل عن قطر ماسوره المدخل + عمق المياه في قناه التوصيل ولا يزيد عن ٢ متر لاتجاه السريان الافقي .

٢- المصافي :-

١-٢- الغرض من الوحدة:-

حجز المواد العالقه أو الطافيه على سطح الماء .

٢-٢- مكونات الوحدة:-

عبارة عن قنوات مزودة بالمصافي اليدوية أو الميكانيكية وتستعمل المصافي اليدوية في محطات المعالجة ذات تصرف لا يزيد عن ٥٠٠٠ م^٣/ يوم أما المصافي الميكانيكية فتستعمل في المحطات ذات تصرف اكبر من ٥٠٠٠ م^٣/يوم على أن

يكون معها مصافى يدويه تستعمل في الطوراي .

ويثبت فيها قضبان دائريه أو مستطيله المقطع بزاويه تميل على الافقى وتمتد فوق سطح المياه . ومجهزه ببوابات امام وخلف القضبان للتحكم في سريان المياه وقناه الفائض في حاله المصافى اليدويه ويوضع خلف المصافى نظام لتجميع ونقل المواد المحجوزه .

والاشكال (٢-١) ، (٢-٢) توضح المصافى اليدويه والميكانيكية.

٢-٣ اساس التصميم :-

- السرعة الافقيه خلال فتحات المصفاه ٣ر٠ - ١٠م / ث
- مركبة السرعة الافقيه المتعامدة على المصافى لا تزيد عن ٦م / ث

- المسافه بين الاسياخ :-

المصافى الدقيقة (Fine Screen)	٢٥ مم - ٥٠ مم
المصافى الواسعة (Coarse Screen)	٢٥ مم - ٧٥ مم

- زاويه ميل المصفاه :-

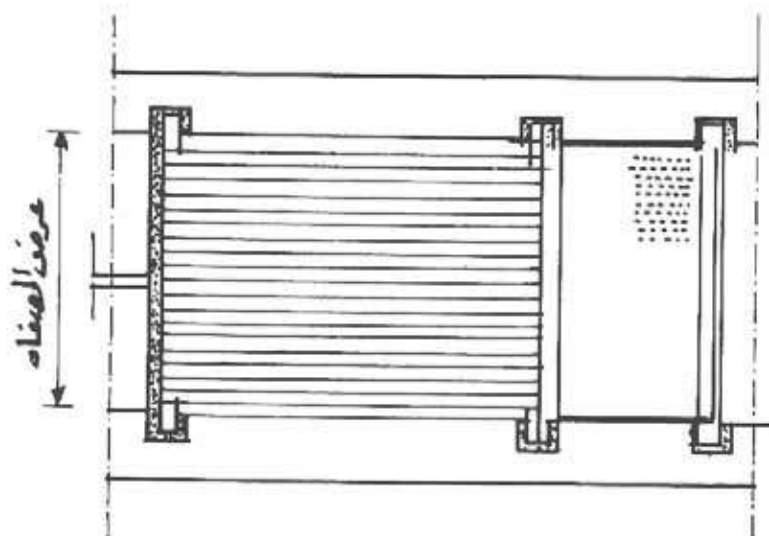
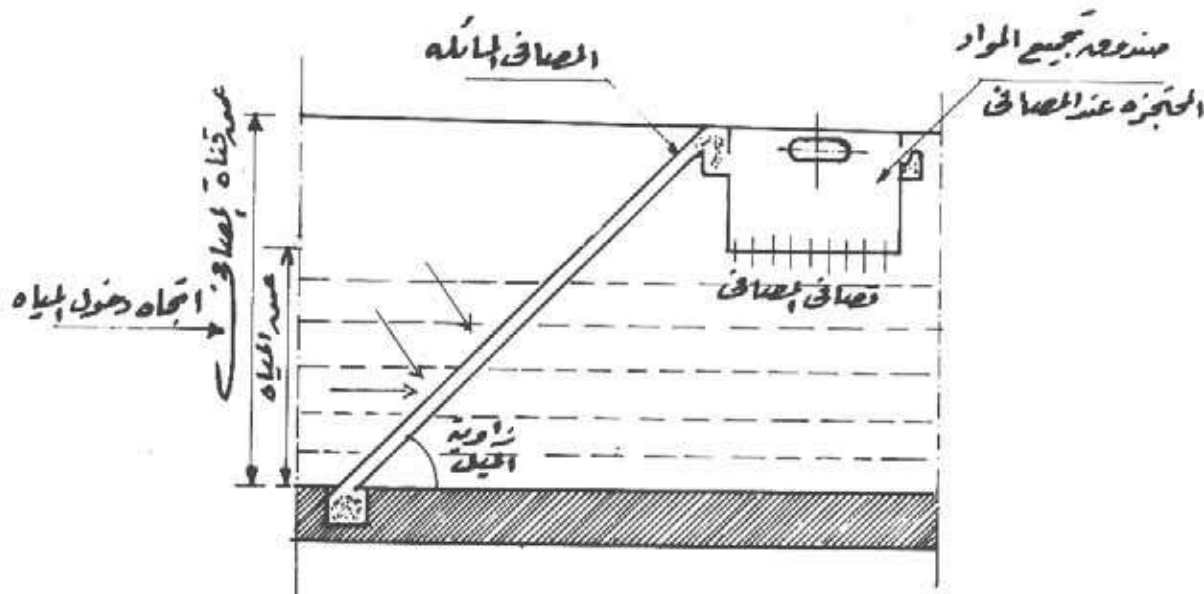
المصافى اليدويه	٤٥° - ٦٠°
المصافى الميكانيكيه	٦٠° - ٨٠°

- كمية نواتج المصافى :

تحدد بـ ٢٠ لتر / ١٠٠٠ م^٣ / يوم .

- أبعاد مقطع القضيب

العرض	١ - ٢ سم
الطول	٢ - ٦ سم
القطر (القضبان الدائريه)	١٥ - ٣ سم



شكل رقم (١-٢): المصافي اليدوية

(عند بدايه التشغيل) .

- المعادله المستخدمه في حساب فاقد الضغط خلال المصفاه :-

$$h = B \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} h_v \sin \Theta$$

h = head loss (ft)

B = bar shape factor

= 2.42 (for sharp - edged rectangular.)

= 1.83 for (rectangular semicircular upstream)

= 1.67 rectangular semicircular upstream face & down stream face .

= 1.79 for circular bars.

w = max. cross sectional width of bars facing direction of flow (ft)

b = min. clear spacing width of bars (m)

h_v = velocity head of flow approaching rack (m) $\frac{v^2}{2g}$

Θ = angle between the screen and the horizontal plane.

٣- أحواض فصل الرمال -

٣-١ الغرض من الوحدة :

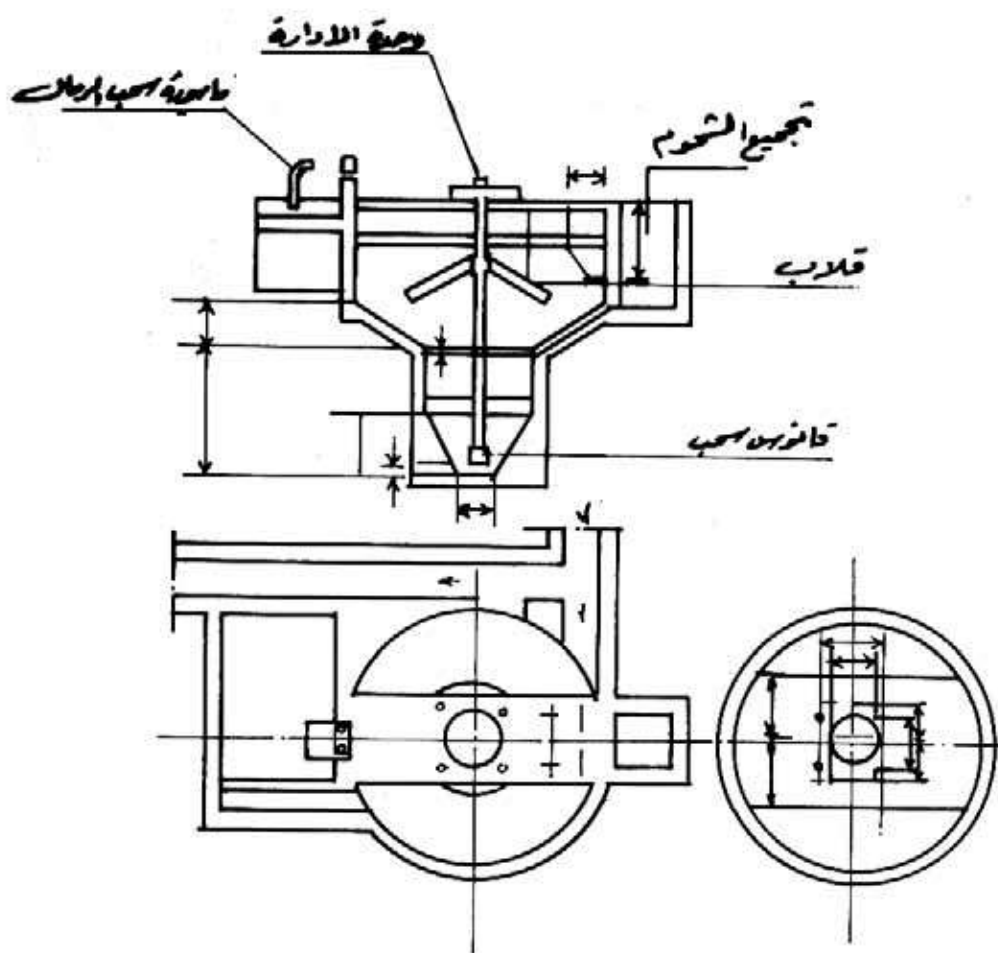
ترسيب الرمال والمواد الغير عضويه العالقه والتي يكون قطرها ٢ مم فأكثر وكثافتها النوعيه ٢٦٥ ر فأكثر وتتكون من قنوات مزوده بحيز لتجميع الرمال وتنقسم الى نوعين :

٣-١-١-٣ أحواض فصل الرمال ذات التصريف الافقى :

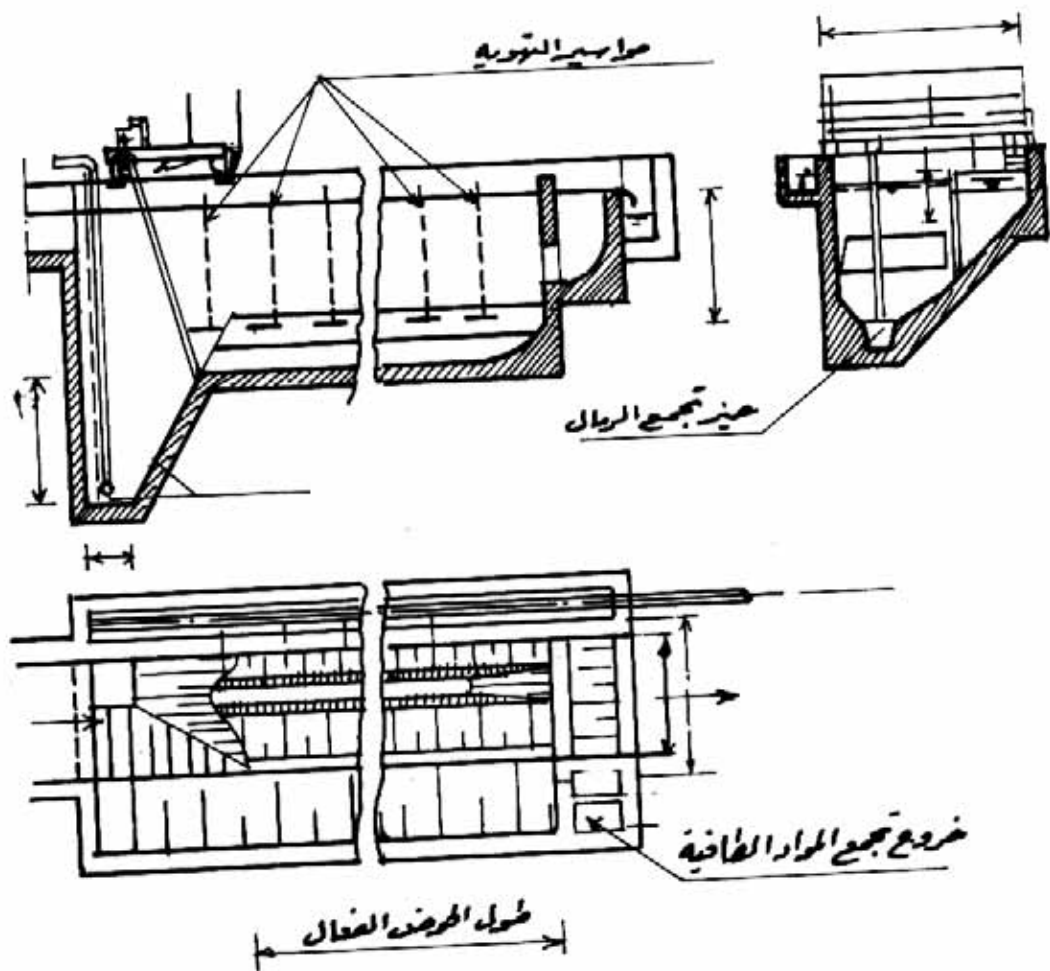
ويتم فى هذا النوع سريان التصريف فى الاتجاه الافقى حيث يتم التحكم فى سرعه المياه الأفقيه اما عن طريق أن تكون القناه على هيشه قطع مكافئ أو باستخدام هدار التناسب والذي يركب على مخارج الأحواض .
والشكل رقم (٣-٢) يوضح حوض فصل الرمال الدائرى .

٣-١-٢-٣ أحواض فصل الرمال المهواة :

وتكون مستطيله الشكل حيث يتم فيها دفع الهواء من اسفل بواسطه ناشرات تركيب على جانب واحد من الحوض بهدف فصل الزيوت والشحوم سواء كانت ملتصقه بالرمال أو بدونها ويتم التحكم فى السرعة بحيث تصبح محصله سرعة سريان المياه من ٢٥ ر - ٣٠ ر / متر / ثانیه . ويتم كسح وتجميع الرمال المترسبه فى قاع الحوض اما باستخدام زحافات ميكانيكيه أو مبول فى قاع الحوض عكس اتجاه السريان للمياه ، ويتم سحب الرمال المتجمعه فى حيز تجميع الرمال اما باستخدام الطلمبات الغاطسه أو الطلمبات الحلزونية أو عن طريق محبس بوابه مركب فى قاع حيز تجميع الرواسب ويتم نقل الرمال والتخلص منها بدفنها فى المكان المخصص فى موقع المحطه .
والشكل رقم (٣-٤) يوضح أحواض فصل الرمال المهواة مستطيلة الشكل .



شكل رقم (٢-٢) : حوض فصل الرمال الدائري



شكل رقم (٤-٢) : حوض فصل الرمال الهواء
مستطيلة الشكل

٢-٣ مكونات الوحدة:

أحواض مستطيله بأبعاد تحقق الاسس التصميميه الهيدروليكيه حيث يؤخذ فى الاعتبار سرعه ترسيب الجزيئات الصلبه وحبيبيات الرمال ويقسم الحوض الى قسمين على الأقل مركب على كل قسم بوابة ويركب فى مخرج الحوض هدار التناسب أو هدار فصل الزيوت والشحوم .

ويراعى عند تصميم احواض حجز الرمال الآتى:

- أن تكون ابعاد قطاع الراسب الرملى مناسبه لضمان تشكيل قطاع الأحواض بما يجعل السرعه الأفقيه ثابتة تحت مختلف الظروف الهيدروليكيه وكذلك مناسب هدار المخرج بما لا يقل ارتفاع المياه عن ١٥ سم فوق الهدار للحد الذى يسمح معه بترسيب الرمال .
- يتم توزيع المياه بعد الراسب الرملى (عن طريق غرف التوزيع الى احواض الترسيب الابتدائى) طبقا للمسارات الهيدروليكيه سواء للمرحله الجارى تنفيذها أو المستقبلية .

٣-٣ أسس التصميم:

٣-٣-١ النوع الاول: أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقى:

- السرعه الأفقيه تتراوح ما بين ٢٥ ر - ٥ م / ث
- مدة المكث ٤٥ - ٩٠ ثانيه
- معدل التحميل السطحى لا يزيد عن ١٢٠٠ م^٣/م^٢/ اليوم
- عمق المياه = ٦٠ - ١٠٠ سم
- عرض الحوض = (١ - ٢) عمق المياه .

- السرعة الرأسية تكون ٢ سم / ث لقطر حبيبات اكبر من ٢ مم .
- طول الحوض = (٢٠ - ٣٠) عمق المياه
- كمية الرمال المترسبة من ١٠٠ إلى ٢٥٠ لتر / ١٠٠٠ م^٣ من التصرف فى اليوم .

٣-٢-٢ النوع الثانى: أحواض فصل الرمال للهواء:-

- مدة المكث ٢-٥ دقيقة
- معدل التحميل السطحى لا يزيد عن ١٠٠٠ م^٣/م^٢/ اليوم .
- عمق المياه بالحوض = ٣٠ - ٥٠ متر
- السرعة الحلزونية للمياه (helical) = من ١ - ٢ متر/ثانية .
- السرعة الأفقية تتراوح ما بين ٢٥ ر - ٣٠ ر / متر / ثانية .
- الطول = ٧٥٠ - ٢٠٠٠ متر .
- عرض الحوض لا يزيد عن ٢ متر .
- معدل امداد الهواء = ٣ - ٧ م^٣ / دقيقة / م من طول الحوض بمتوسط ١٠ م^٣ / ساعة / م^٣ من الحوض .
- فى حالة وجود كمية عاليه من الزيوت والشحوم فى المخلفات السائله على صوره مواد عالقه دقيقه فتضاف وحده تعويم بعد احواض فصل الرمال وذلك لغرض تحسين كفاء المعالجه البيولوجية .
- قطر حبيبات الرمل تكون اكبر من ٢ مم .
- تؤخذ كمية الرمال المترسبة من ١٠٠ - ٢٥٠ لتر / ١٠٠٠ م^٣ من التصرف فى اليوم .

٤- أحواض الترسيب الابتدائية :

٤-١ الغرض من الوحدة :

ترسيب نسبة من المواد العضوية العالقة حوالى من ٣٠ - ٤٠ ٪ وكذلك نسبة أكبر من المواد غير العضوية العالقة تقدر بحوالى من ٥٠ - ٧٠ ٪ بالإضافة الى التخلص من المواد القابلة للطفو ويتم تغذية هذه الاحواض من خلال غرفة توزيع بعد الراسب الرملى ، ويمكن تقسيم احواض الترسيب الى نوعين رئيسيين حسب إتجاه السريان :

أ- أحواض ترسيب ذات تصرف أفقى (horizontal) كما هو موضح بالشكل (٢-٥) .

ب - أحواض ترسيب ذات تصرف رأسى (vertical) كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٦) . وتتؤخذ نسبة الترسيب حسب المنحنى التالى : شكل (٢-٧)

٤-٢ مكونات الوحدة :

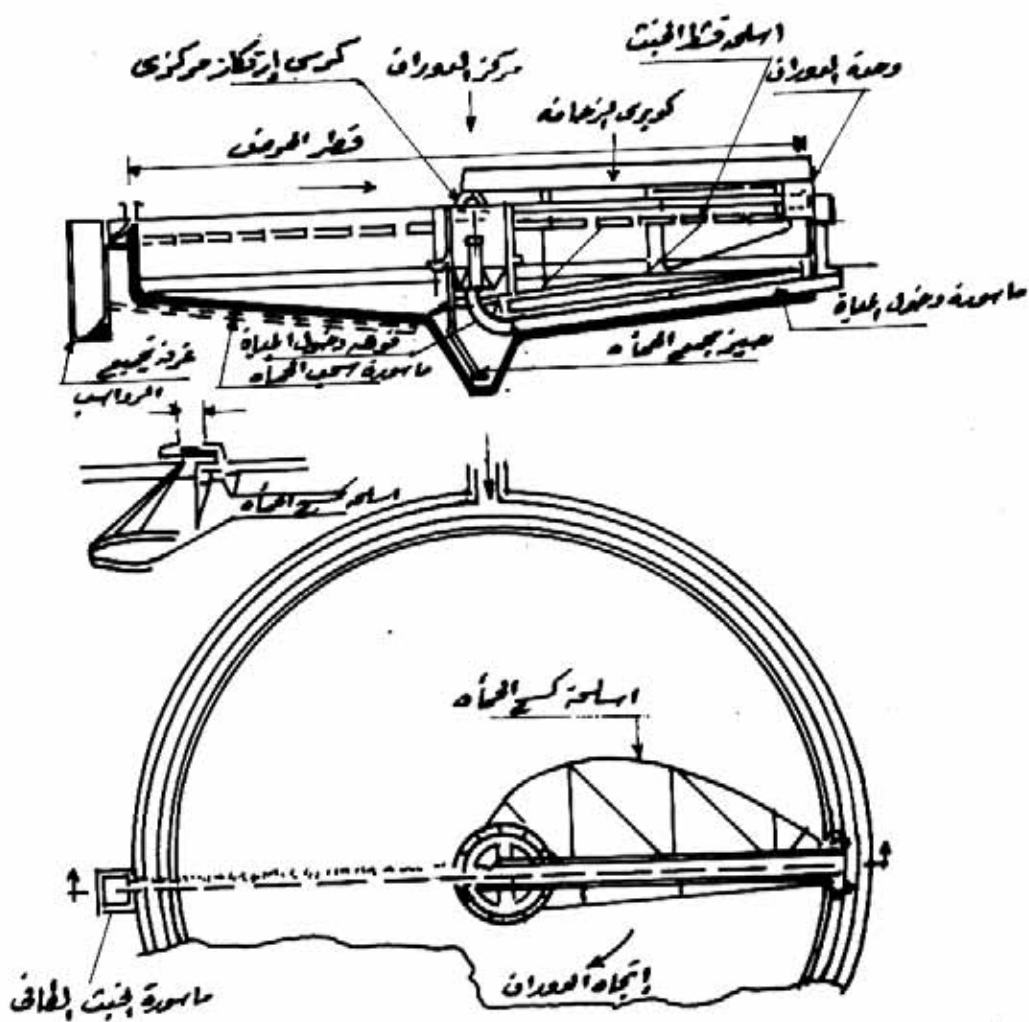
أ- منطقة المدخل :-

بالنسبة للأحواض ذات التصرف الافقى (الاحواض المستطيلة) :-

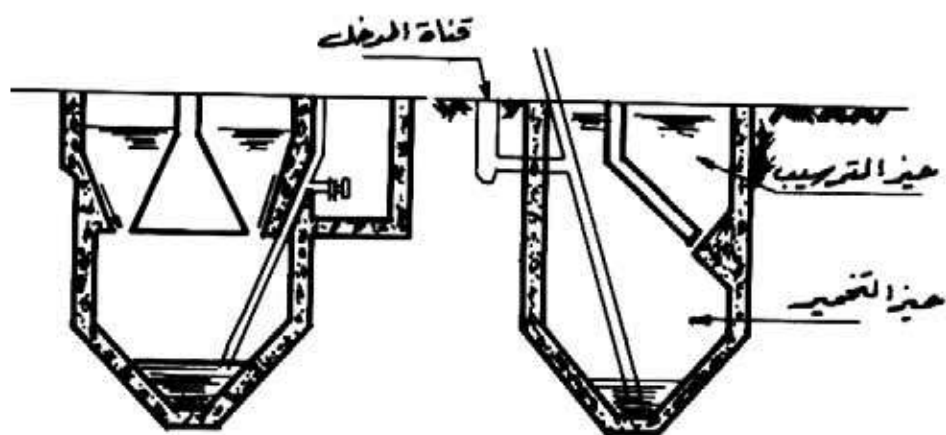
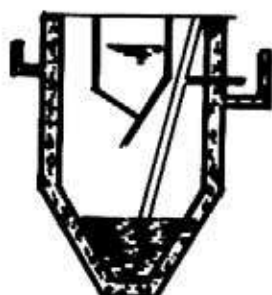
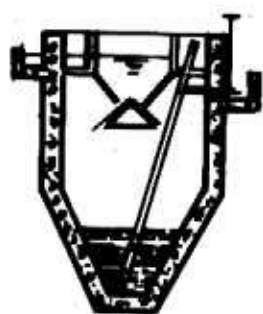
- قناه أو ماسوره الدخول مزوده ببوابه أو محبس .
- وجود حائط حائل للمساعدة على ترسيب المواد العالقة .
- قناه الدخول مركب عليها هدار .
- لا تزيد السرعة للمياه الداخلة لحيز الترسيب عن ٢٥ ر - ٣ م/ث .

ويراعى الآتى :

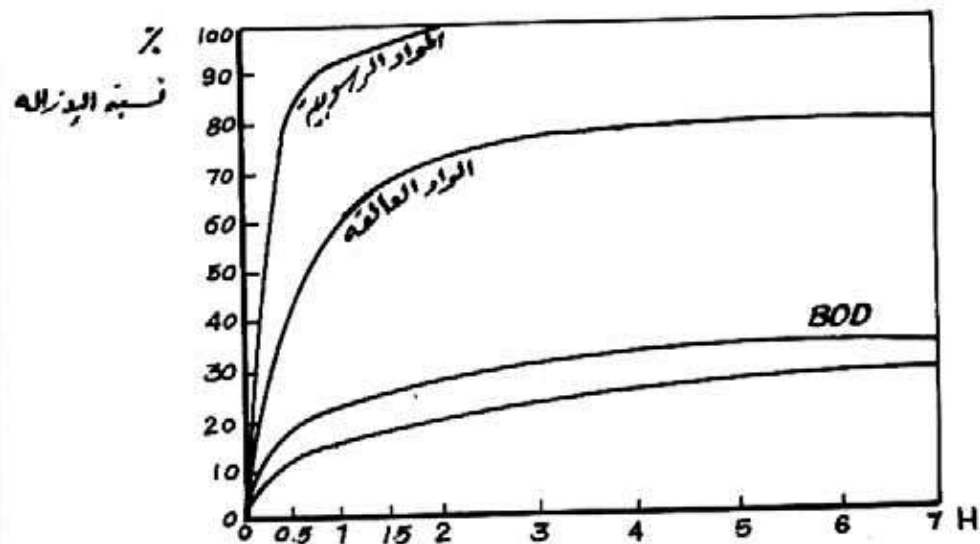
يكون مدخل المياه على كامل مقطع الحوض على شكل منافذ على مسافات متساوية أو هدارات لضمان توزيع المياه الداخلة الى الحوض .



شكل رقم (٥٠٢): أحواض ترسيب دائرية ذات تصريف أفقي



شكل (٢-٦): أحواض ترسيب ذات تصرف رأسي
أحواض إدموند



شكل (٧-٢) : نسبة الإزالة للمواد الرسوبية والمواد العالقة
والمواد العضوية في أحواض الترسيب

بالنسبة للأحواض ذات التصريف القطرى (الأحواض الدائرية) .

- ماسورة الدخول مزودة بمحبس قفل .
- ماسورة رأسية خارجة من مركز الحوض متركب عليها حائل اسطوانى ذو فتحات لتوزيع المياه . ويراعى أن يكون منسوب نهائيه ماسورة المدخل تحت سطح الماء بحوالى ٥٠ سم . وتتراوح السرعة خلال الفتحات من ٢٥ ر - ٣ ر م/ث .

ب- منطقة الترسيب :-

بالنسبة للأحواض المستطيلة :-

- وهى المنطقة المحصورة بين حائل (baffle) الدخول وحائل الخروج .
- بالنسبة للأحواض الدائرية :-
- وهى المنطقة المحصورة بين حائل (baffle) الدخول وحائل الخروج .

ج- منطقة المخرج :-

بالنسبة للأحواض المستطيلة أو المستديرة :-

- ١- يتركب هدار على قناه الخروج .
- ٢- يكون خروج المياه من خلال قناه أو ماسورة .
- ٣- يتركب قبل هدار المخرج حائل للمساعدة على منع خروج المواد الطافية .

د- منطقة تجميع الرواسب:

بالنسبة للأحواض المستطيلة:

وهي المنطقة التي تبدأ عند بداية ميل القاع حتى حيز تجميع الرواسب ويكون الحيز على شكل هرم مقلوب مزود بماسوره لخروج الرواسب مركب عليها محبس قفل ومحبس تلسكوبى .

بالنسبة للأحواض المستديرة:

وهي المنطقة التي تبدأ عند بداية ميل قاع الحوض حتى منتصف الحوض وتكون على شكل مخروط ناقص مقلوب مزود بماسوره لخروج الرواء ب مركب عليها محبس قفل ومحبس تلسكوبى .

وتزود أحواض الترسيب الابتدائى سواء كانت مستطيلة أو مستديرة بزحافات لكسح الرواسب من قاع الحوض ومزوده من أعلى بمكشطه لتجميع الخبث الطافى من على سطح المياه .

٤-٣ أسس التصميم:-

أ- الأحواض المستطيلة:-

العمق الجانبي للمياه	٣-٥ متر
الطول لا يزيد عن	٤٠ متر
العرض	٦-١٢ متر
الطول : العرض	١:٣ - ١:٥
ميل الارضية (لقاع الحوض)	١ : ٤٠ أو ١ : ٥٠

مدة المكث :

ترسيب ابتدائى تعقبه مرشحات زلط	١٥ - ٣ ساعة
ترسيب ابتدائى تعقبه احواض تنشيط حماء	١ - ١٥ ساعة
ترسيب ابتدائى بدون معالجة ثانوية	٣ - ٤ ساعات

معدل التحميل السطحي:-

- أحواض ترسيب ابتدائي لا يعقبها معالجة ثانوية ١ - ١٣٣ م/الساعة
- أحواض ترسيب ابتدائي يعقبها مرشحات بيولوجية ١ - ٢٠ م/الساعة
- أحواض ترسيب ابتدائي يعقبها أحواض تهويه ١ - ١٥ م/الساعة

وبحيث أن

$$\text{معدل التحميل السطحي} = \frac{\text{عمق المياه}}{\text{مدة المكث}} \text{ م / الساعة}$$

ب- الأتھواض المستطيلة:-

- العمق ٢٥ - ٤ متر
- القطر لا يزيد عن ٤٠ متر
- ميل القاع ١ : ١٠ - ١ : ١٥
- معدل التحميل السطحي كما في المستطيل
- مدة المكث كما في المستطيل
- معدل التحميل على هدار المخرج ١٥٠ - ٦٠٠ م^٣/م /اليوم

ثانياً: المعالجة الثانوية (البيولوجيه):

١- مقدمة:

الغرض من أعمال المعالجة البيولوجيه هو تحويل المواد العضويه الذائبة والعالقه والتي لم ترسب فى احواض الترسيب الابتدائيه الى مواد ثابتة عالقه قابله للترسيب وذلك عن طريق تنشيط البكتريا الهوائيه بالكائنات الحيه الدقيقه وذلك بتزويدها بالأكسجين اللازم عن طريق تعريضها للهواء أو ادخال الهواء المضغوط أو التقليل المستمر داخل المخلفات السائله ، كما يتم تنشيط البكتريا عن طريق اعاده جزء من الحمأة المرسبه فى احواض الترسيب النهائيه بنسبة معينه حيث تعمل على امداد البكتريا المنشطه بالعناصر اللازمه لنموها ويمكن تقسيم المعالجه البيولوجيه الى ثلاثة أقسام رئيسية :

١-١- المعالجة بالتلامس والتثبيت:

يتم فى هذا النظام تكوين طبقه أو غشاء رقيق من مواد هلاميه تحتوى على كميّه من الكائنات الحيه الدقيقه والبكتريا على سطح وسط التلامس حيث تقوم الطيفه الهلاميه بأكسده وتثبيت المواد العضويه الموجوده بالمخلفات السائلة وتشمل الطرق الآتية :-

١- المرشحات الزلطيه البطنيه والسريعه المعدل .

٢- المرشحات البلاستيكيه والأبراج البيولوجيه .

٣- الأقراص البيولوجيه .

٢-١- الحمأة المنشطة :-

- الطريقة العادية (Conventional)
- طريقة التهوية المرحلية (Tapperd Aeration)
- طريقة التحميل المرحلي (Step aeration)
- طريقه الخلط الكامل (Completely Mixed)
- طريقه التلامس والتثبيت (Contact Stabilization)
- طريقه التهويه الممتده (Extended Aeration)
- طريقة قنوات الاكسدة (Oxidation ditch)
- طريقه الاحمال العضويه العاليه (High Rate Activated Sludge)

٣-١- بحيرات الأكسدة:

- بحيرات الأكسدة الطبيعيه . (Natural Oxidation Ponds) (اللاهوائيه)
- الهوائيه لاهوائيه - الانضاج).
- بحيرات الأكسدة المهواه . (Aerated Oxidation Ponds) (البحيرات المهواه - بحيرات الانضاج) .

٢- المرشحات البيولوجية:

١-٢ الغرض من الوحدة:

تعمل المرشحات البيولوجية على أكسدة المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة قابلة للترسيب يمكن فصلها في أحواض الترسيب النهائي .

وأساس عمل المرشحات البيولوجية هو تكوين طبقة أو غشاء رقيق من مواد هلامية تحتوى على الملايين من الكائنات الحية الدقيقة والبكتيريا على سطح الوسط الترشيحي وذلك فى مدة قد تصل إلى أسبوعين ويتكون هذه الطبقة يصبح المرشح قابل للإستعمال وأثناء عملية المعالجة يتم إمتصاص المواد العضوية خلال هذا الغشاء الرقيق من الكائنات الحية حيث يتم تحليلها جزئياً وينتج عن ذلك زيادة فى حجم ووزن الطبقة الحية وسمكها مما يؤدي إلى حدوث انفصال لهذه الطبقات الحية.

٢-٢ مكونات الوحدة:

تنشأ المرشحات البيولوجية فى أحواض دائرية جدرانها من الخرسانه المسلحة أو من الحجر الصلد ويكون القاع من الخرسانه المسلحة بمبول تناسب نظام الصرف من القاع . ويحتوى المرشح على وسط الترشيح الذى عادة يكون من كسر الحجارة أو الزلط أو المواد البلاستيكية . وترش المياه الواردة من أحواض الترسيب الإبتدائية خلال موزعات دوارة على أن يكون معدل تساقط المياه منتظم على المساحة السطحية للمرشح ، حيث يتم دوران الأذرع عن طريق الفرق فى المنسوب بين المياه فى حوض الترسيب الإبتدائى والأذرع اللغافه . وتجمع المياه بعد مرورها من خلال الوسط الترشيحي خلال نظام الصرف إلى خارج الأحواض عن طريق قنوات تجميع .

والاشكال ارقام (٢-٨)، (٢-٩) توضح تفاصيل المرشح البيولوجي. والشكل رقم (٢-١٠) يوضح تفاصيل احد النماذج المتبعة فى قنوات الصرف التحتية .

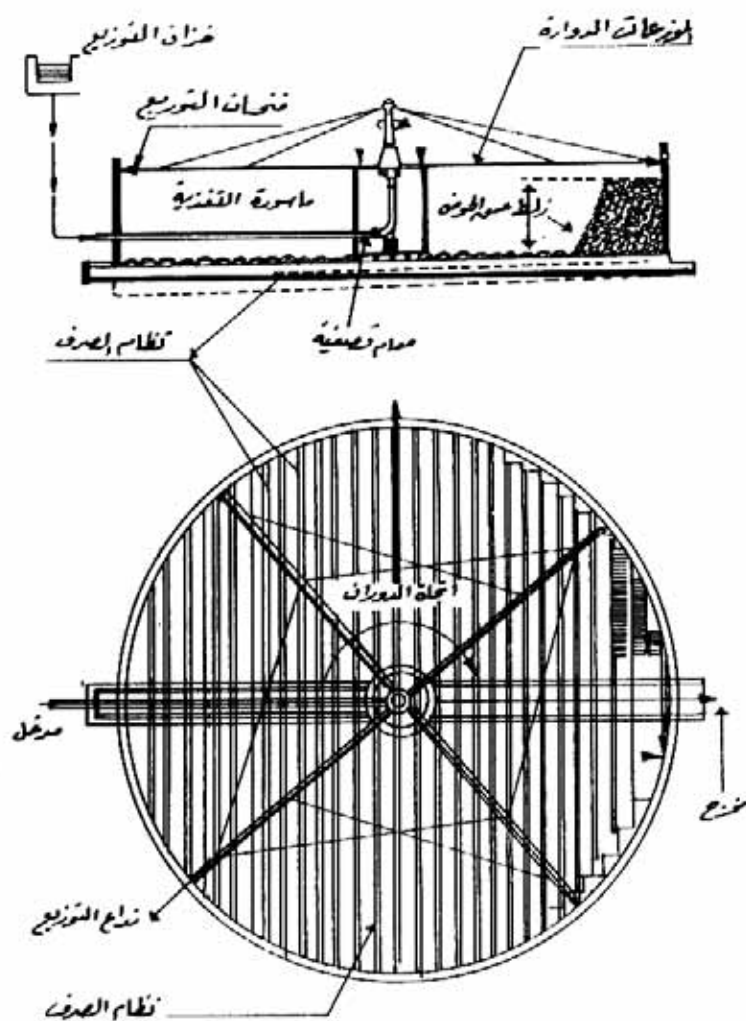
٢-٣ اساس التصميم:

٢-٣-١- مرشحات المعدل البطئ:

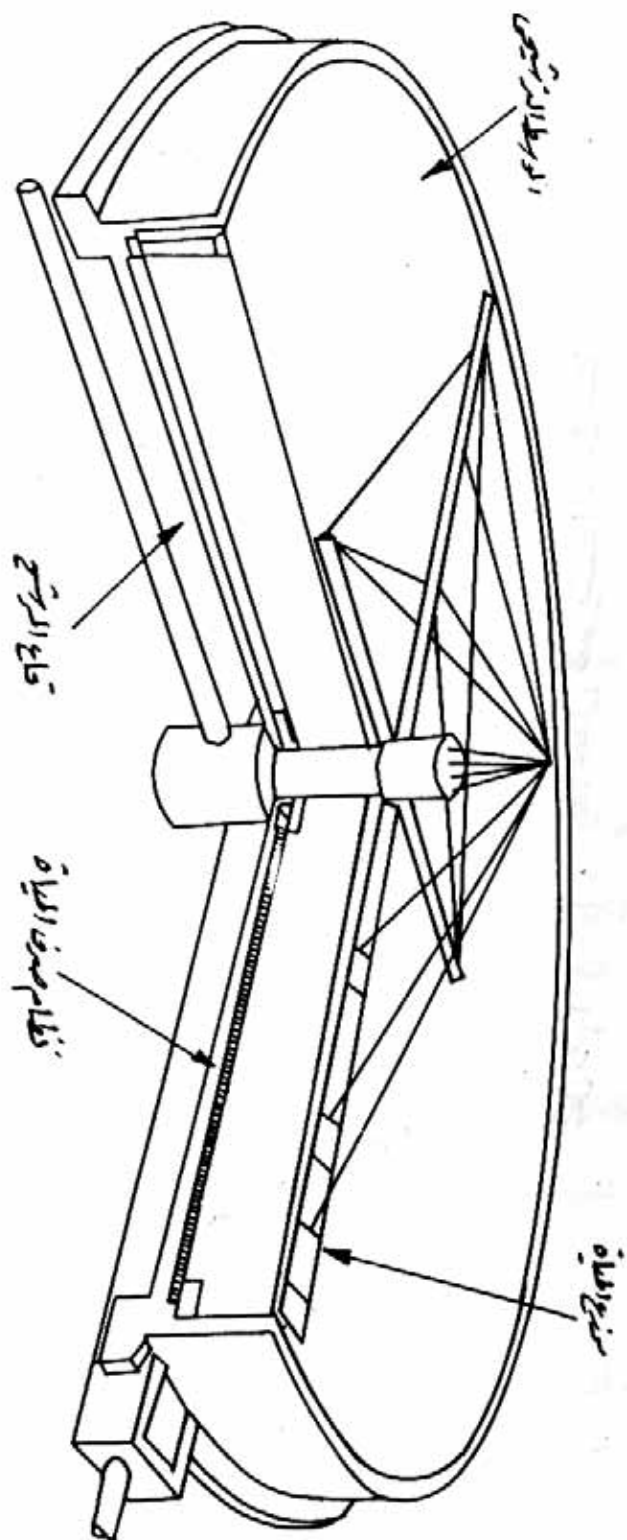
- معدل التحميل السطحي الهيدروليكي $= 1 - 4 \text{ م}^3 / \text{م}^2 / \text{يوم}$
- معدل التحميل العضوى $= 80 - 320 \text{ (جم اكسجين حيوى مستهلك (BOD}_5\text{) / م}^3 \text{ / اليوم)}$
- عمق مادة الترشيح $= 1.8 - 3 \text{ م}$
- لا يحتوى على خطوط لإعادة المياه المعالجة بيولوجياً .

٢-٣-٢- مرشحات المعدل العالى:

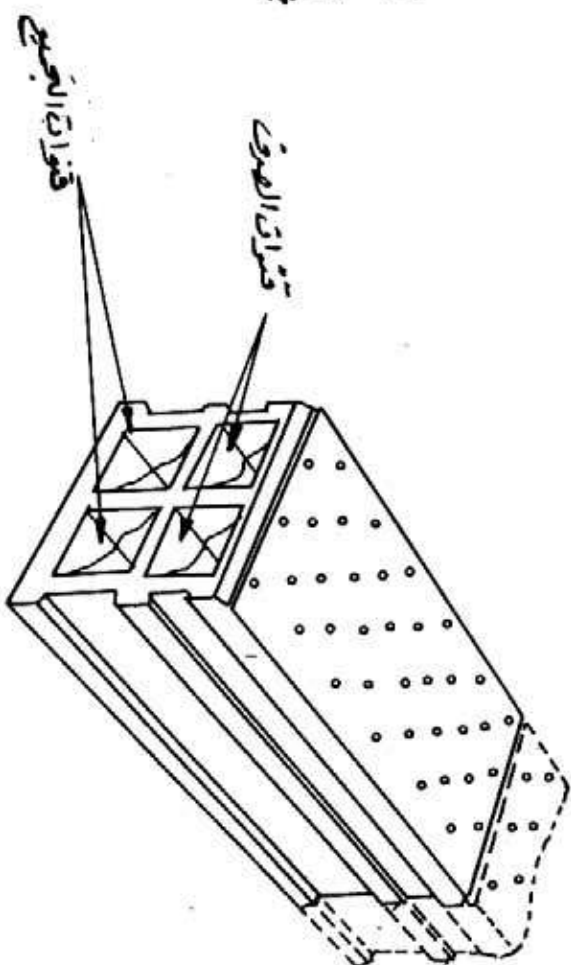
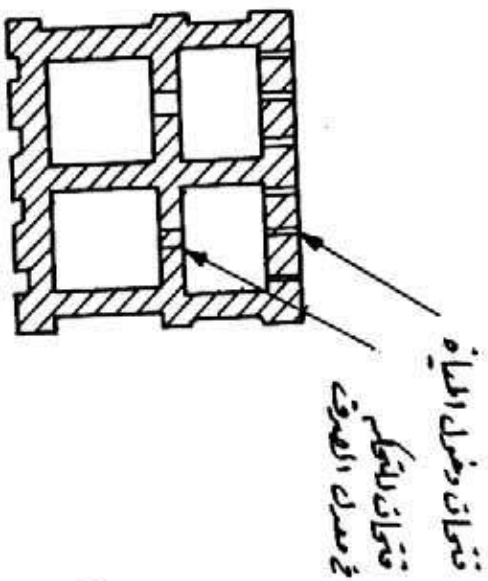
- معدل التحميل السطحي الهيدروليكي $10 - 30 \text{ (يشمل المياه المعادة) م}^3 / \text{م}^2 / \text{يوم}$
- معدل التحميل العضوى $500 - 1000 \text{ جم اكسجين حيوى مستهلك / م}^3 \text{ / اليوم}$
- ينشأ من مرحلة واحدة أو مرحلتين .
- عمق مادة الترشيح $10 - 20 \text{ م}$



شكل رقم (٢-٨): تفاصيل لمخطط البيولوجي



شكل (٩-٥). منظر المدرج البيروني



شكل رقم (١٠-٢) : تفاصيل فتحات المصروف

إلا أن العمق الأمثل للمرشح ١.٥ - ٢.٠ م فى المرحلة الأولى

= ١ - ٢ م فى المرحلة الثانية

- تتراوح نسبة الإعادة بين ٠.٥ إلى ٣ وبحيث لا يزيد تركيز المواد العضوية عن ١٥٠ مجم / لتر .

$$M = \frac{C_i - C_M}{C_M - C_e} \quad \text{معادلة إعادة المياه}$$

M = Recirculation ratio

Ce = effluent - concentration mg/l

CM = 150 mg/L

Ci = influent - concentration mg/l

- يتراوح مقاس حبيبات الزلط من ٥ - ١٠ سم .

٣- الأقراص البيولوجية الدوارة:

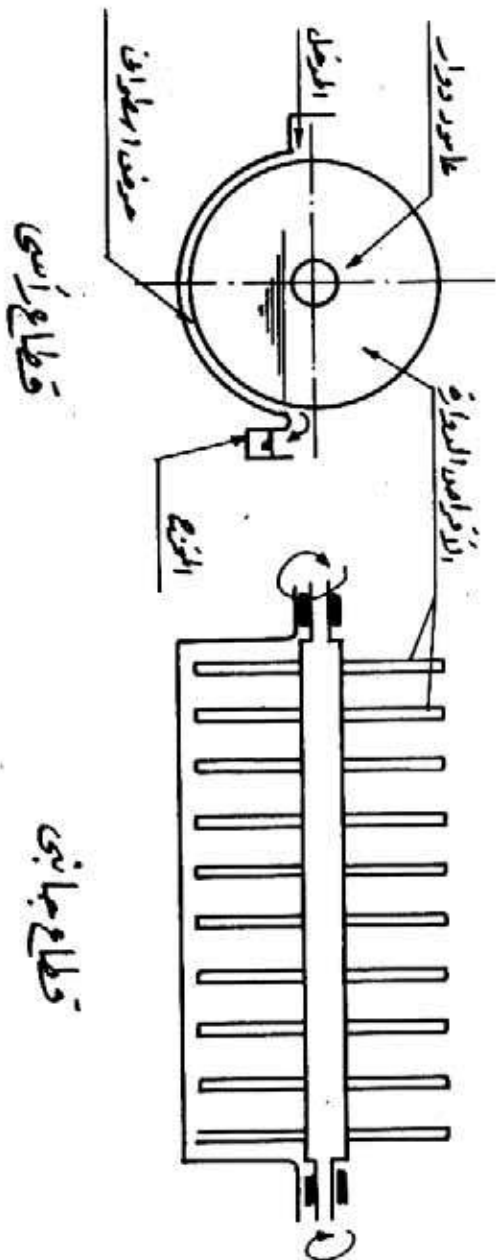
١-٣ الغرض من الوحدة:

- أكسدة المواد العضوية وتحولها إلى مواد ثابتة يمكن فصلها فى أحواض الترسيب النهائى . (شكل (٢-١١) .

٢-٣ مكونات الوحدة:

- تتكون من أقراص دائرية خفيفة الوزن تدور بسرعة بطيئة مغمورة لمنتصفها تقريباً فى حوض قاعه أسطوانى به مياه الصرف الصحى . وتصنع هذه الأقراص عادة من بعض أنواع البلاستيك .

- أثناء التشغيل تكون الأقراص مغمورة إلى أسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر حوالى ٤٠ ٪ من مساحة سطحها فى مياه



شكل (٢-١١): الأفراس البيولوجية الدوارة

الصرف الصحي أثناء الدوران . إلا أن نتيجة لهذا الدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجية تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه المجارى ثم تعرضها للجو مبتله بقطرات من المياه .

٣-٣ أسس التصميم :

- سمك القرص الدوار = (١ - ٢) سم
- قطر القرص = (٢ - ٣.٥) متر
- سرعة دوران القرص = (١ - ٢) لفة فى الدقيقة (فى حالة التشغيل العادى ، ويمكن زيادة كفاءة المعالجة بمضاعفة هذه السرعة .
- المسافة بين مركز كل قرصين = (٣٠ - ٤٠) سم
- الحمل الهيدروليكي = ٤٠ - ٦٠ لتر / م^٢ / يوم
- الحمل العضوى = ٥٥ - ٢١٠ جرام اكسجين حيوى مستهلك لكل متر مربع فى اليوم
- يجب أن توضع فى مجموعتين إلى ٦ مجموعات من الأقراص على التوالى فى خط التشغيل بحيث يصل طول كل مجموعة إلى ٧ متر .

٤- أحواض الحمأة المنشطة: (Activated Sludge)

- تعتبر البكتريا الهوائية هى البكتريا الفعالة فى المعالجة البيولوجية لأن هذه البكتريا تعتبر مؤكسداً جيداً للمواد العضوية كما أن لها قابلية على التجمع فى صورة ندف لزجة تعتبر عاملاً أساسياً بل النواة فى عمليات التنقية بالحمأة المنشطة . (شكل ٢-١٢) .

الصرف الصحي أثناء الدوران . إلا أن نتيجة لهذا الدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجية تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه المجارى ثم تعرضها للجو مبتله بقطرات من المياه .

٣-٣ أسس التصميم :

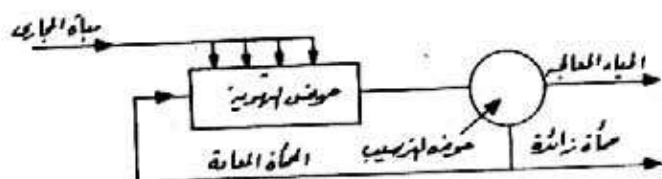
- سمك القرص الدوار = (١ - ٢) سم
- قطر القرص = (٢ - ٣.٥) متر
- سرعة دوران القرص = (١ - ٢) لفة فى الدقيقة (فى حالة التشغيل العادى ، ويمكن زيادة كفاءة المعالجة بمضاعفة هذه السرعة .
- المسافة بين مركز كل قرصين = (٣٠ - ٤٠) سم
- الحمل الهيدروليكي = ٤٠ - ٦٠ لتر / م^٢ / يوم
- الحمل العضوى = ٥٥ - ٢١٠ جرام اكسجين حيوى مستهلك لكل متر مربع فى اليوم
- يجب أن توضع فى مجموعتين إلى ٦ مجموعات من الأقراص على التوالى فى خط التشغيل بحيث يصل طول كل مجموعة إلى ٧ متر .

٤- أحواض الحمأة المنشطة: (Activated Sludge)

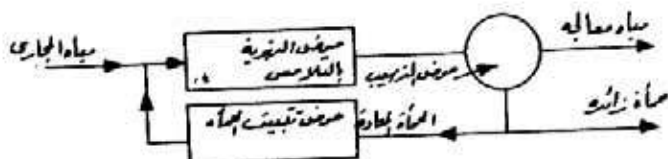
- تعتبر البكتريا الهوائية هى البكتريا الفعالة فى المعالجة البيولوجية لأن هذه البكتريا تعتبر مؤكسداً جيداً للمواد العضوية كما أن لها قابلية على التجمع فى صورة ندف لزجة تعتبر عاملاً أساسياً بل النواة فى عمليات التنقية بالحمأة المنشطة . (شكل ٢-١٢) .



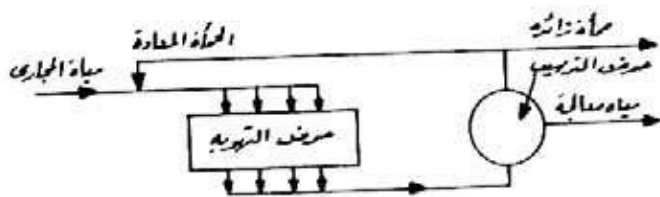
نظام الحمأة المنشطة التقليدية



نظام القفزة المرحلية



نظام التثبيت بالانلاص



نظام الغطاء الناعم

شكل (٢-١٤): عملية الحمأة المنشطة

Conventional

٤-١-١ - النظام العادي (التقليدي)

- يتم تغذية حوض تنشيط الحمأة بكل من مياه الصرف الصحي والحمأة المعادة وذلك عند مدخل الحوض حيث يتم تهوية بصورة متساوية وتخرج الحمأة المنشطة من نهاية الحوض .
- نظام التشغيل التقليدي يعيبه كبر حجم حوض التهوية بالإضافة إلى عدم استقرار التشغيل في حالة زيادة معدلات التحميل الهيدروليكي والعضوية مما يؤثر على كفاءة المعالجة .

٤-١-٢ - نظام التهوية المرحلية (التناقص التدريجي لمعدلات التهوية)

Tappered Aeration

- في هذا النظام يتم ضخ الهواء بمعدلات مرتفعه عند مدخل الحوض لتوفير الكمية اللازمة من الأكسجين في هذه المنطقة ثم تقل تدريجياً على طول الحوض مما يعمل على زيادة كفاءة عملية الأكسدة .

٤-١-٣ - نظام التغذية المرحلية :

- في هذا النظام يتم ضخ الهواء على مراحل على مسار حوض التهوية لتوفير الكمية اللازمة من الاكسجين في المناطق المختلفة من حوض التهوية وذلك لزيادة كفاءة عملية التهوية .

٤-١-٤ - نظام الخلط الكامل (الخلط التام)

- يتم تغذية حوض التهوية بمياه الصرف الصحي الخام بشكل متساوي على طول الحوض ويتم سحب المياه من الحوض بنفس الطريقة وذلك من الجانب الآخر .

- ويتميز هذا النظام بقدرة إستيعاب كميات كبيرة من المواد الصلبة العالقة بحوض التهويه حيث ينتج عن ذلك خفض واضح فى حجم الحوض بالإضافة إلى ذلك فإن هذا النظام مستقر بدرجة عالية تسمح بمواجهة أى زيادة فى معدلات الضخ الهيدروليكى أو العضوى .

٤-١-٥ - نظام التثبيت بالتلامس : (Contact Stabilization)

- يمكن تعريف نظام التثبيت بالتلامس بعملية الإمتصاص الحيوى وهذا النظام قد يحتوى أو لا يحتوى على مرحلة الترسيب الابتدائى وتتم تهوية مياه الصرف الصحى مع الحمأة المعادة فى حوض التهوية بالتلامس لفترة قصيرة تتراوح بين ٠.٥ إلى ١.٥ ساعة وذلك بإتمام عملية إمتصاص الحمأة للمواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى . ويتبع ذلك عملية ترسيب الحمأة فى حوض الترسيب النهائى حيث يتم سحبها بعد ذلك وضخها إلى حوض تهوية يسمى تثبيت الحمأة وذلك لمدة تتراوح بين ٣ إلى ٦ ساعات وذلك قبل ضخها إلى حوض التهويه بالتلامس ثانياً .

- ويتطلب هذا النظام كمية هواء ماثله للنظام التقليدى وهذه الكمية يتم تقسيمها على حوض التهويه بالتلامس وحوض تثبيت الحمأة وبالرغم من ذلك فإن مجموع حجمى حوض التهويه بالتلامس وحوض تثبيت الحمأة يساوى نصف حجم حوض التهويه فى النظام التقليدى .

٤-١-٦ - نظام التهوية الممتدة : Extended Aeration

- يتشابه هذا النظام مع نظامى الخلط الكامل ونظام قنوات الأكسدة حيث يتم الخلط الكامل لمياه الصرف الصحى فى حوض التهويه وذلك بالإضافة إلى زيادة فترة التهويه .

- ويتميز هذا النظام بانخفاض معدل التحميل العضوى وطول زمن التهويه وإرتفاع كمية المواد الصلبة العالقة وإنخفاض نسبة الغذاء إلى كمية الكائنات الحيه وإرتفاع كفاءة إزالة الأكسجين الحيوى المستهلك ونتيجة لطول فترة التهويه يتم تثبيت المواد الصلبة بصورة جيدة . وتستخدم كميات كبيرة من الهواء فى هذا النظام لذا فإن تكاليف التشغيل تكون مرتفعة جداً .

٧-١-٤ نظام قنوات الأكسدة

- هى عبارة عن طريقة من طرق الحماة المنشطة وتعتمد على نظام التهوية الممتدة حيث تتكون من قناة طويلة بيضاوية الشكل بها قلابات ميكانيكية أفقية أو فرش لتقليب المياه بالحوض . وتصنع جوانب الحوض من الخرسانة المسلحة أو العادية .

ويراعى فى هذه الطريقة أن يتم التقليب باستمرار وذلك لضمان تلامس المياه مع الهواء السطحي حيث يدخل الأكسجين المطلوب للعملية البيولوجية بالإضافة إلى منع ترسيب المواد العالقة .

- وتكون سرعة المياه بالقناة من ٣ر - ٤ر م/ث ويحدد عرض القناة طبقاً لطول القلاب المناسب الذى يعطى كمية الهواء المطلوبة ويكون عمق القناة حوالى ١ - ١.٢ متر .

- وتكون الفرشاة بقطر حوالى ٧٠ سم وتدور بسرعة ٧٥ لفة فى الدقيقة لتعطى معدل إذابة للأكسجين حوالى ٢.٨ كجم أكسجين / متر طولى / الساعة .

وتكون كفاءة الفرش اللازمة لتقليب المياه لقنوات الأكسدة هى ١٢٠ - ١٥٠ متر ٣ من المياه / متر طولى من الفرشة .

وتحتاج الفرش طاقة كهربائية تعادل ١.٣٥ كيلو وات لكل متر طولى من الفرشة وبحسب حجم قناة الأكسدة طبقاً للأسس التصميمية بجدول

(١-٢) لنظام التهوية الممتدة .

- ويتم دخول المياه الخام من جانب القناة وتسير المياه مع اتجاه دوران الفرش وتخرج من الجانب المقابل المزود بهدار الخروج ذو الطول المناسب ويتم تصميمه بحيث لا تغمره المياه فى حالة تغير منسوبها فى القناة .

٢-٤ طريقة التصميم:

لتصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحى بإستخدام الحماة المنشطة تتبع الخطوات التالية :

١ - لإيجاد حجم حوض التهوية تستخدم المعادلة (١)

حجم حوض التهوية
Volume of aeration tank

$$\frac{F}{M} = \frac{Q}{V} (L_i - L_e) / MLSS \text{ ----- حيث : (1)}$$

$$\frac{F}{M} = \text{نسبة الغذاء الى الكائنات الحية} \text{ Food to microorganism ratio}$$

$$Q = \text{التصرف التصميمى ... Design flow } m^3 / \text{day}$$

$$V = \text{حجم حوض التهوية Reactor volume } m^3$$

$$L_i = \text{الاحتياج للاكسجين الحيوى فى المياه المرسبة قبل حوض التهوية BOD to reactor } gm / m^3$$

$$L_e = \text{الاحتياج للاكسجين الحيوى فى المياه بعد حوض التهوية BOD required } gm / m^3$$

$$MLSS = \text{تركيز المواد العالقة الكلية Mixed liquor suspended solids } gm / m^3$$

فى حوض التهوية

ومن العمود رقم (٩) بالجدول رقم (٢-١) والخاص بالنسبة المثوية لإزالة BOD₅ يمكن تحديد نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F / M) من العمود رقم (٤) وبالتالي إختيار كمية المواد العالقة الكلية بحوض التهوية من العمود رقم (٢) (MLSS) ومن معلومية التصرف (Q) ثم تستخدم المعادلة رقم (١) فى إيجاد حجم حوض التهوية (V) .

- ٢ - يتم التحقق من مدة المكث فى الحوض باستعمال المعادلة رقم (٢) ومقارنتها بالعمود رقم (٥)

Hydraulic retention time in reactor

مدة المكث

$$T = \frac{V}{Q} \text{ ----- (2)}$$

$$T = (Li - Le) / \frac{F}{M} * ML_{ss}$$

- ٣ - يتم حساب معدل التحميل العضوى

حيث يتم مقارنة هذه القيمة بالعمود رقم (٦)

- ٤ - يتم حساب الحمأة الزائدة باستعمال المعادلة رقم (٣)

Excess sludge production

الحمأة الزائدة

$$\frac{M_w}{F} = a - b / \frac{F}{M}$$

$$M_w = aF - bM \text{ ----- (3)}$$

M_w = Excess solids produced (kg / day)

الحمأة الزائدة الناتجة فى اليوم

F = BOD removed = $Q (Li - Le)$ (gm / day)

الغذاء المستهلك

(a) constant = 0.7

ثابت

(b) - constant = 0.075

ثابت

- ٥ - يتم حساب زمن بقاء الحمأة باستعمال المعادلة رقم (٤) ومقارنة الناتج بالعمود رقم (٧).

Sludge retention time (SRT)

$$SRT = \frac{\text{Total MLSS in aerator}}{\text{Excess sludge produced}} = \frac{M}{M_w}$$

$$SRT = \frac{M}{aF - bM}$$

Recirculation rate of sludge (R) معدل إعادة الحمأة

$$C_2 R = C_1 (R + Q)$$

C_1 = MLSS in reactor gm/m^3 تركيز المواد العالقة بحوض التهوية

C_2 = MLSS in returned sludge gm/m^3 تركيز المواد العالقة بالحمأة المعادة
 $= 10000 \text{ gm/ m}^3 \text{ (max)}$

R = return sludge 100% of $Q \text{ m}^3/\text{hr.}$

Q = flow rate $m^3/\text{hr.}$

$C_2 =$ mg/lit

SVI or sludge volume index

الحجم باللتر لواحد جرام من الحمأة المنشطة بعد فترة ترسيب قدرها
 نصف ساعة في مخبر حجمه واحد لتر =

$$\frac{m/ \text{ settled sludge} * 1000}{mg/lit \text{ suspended solids (MLSS)}}$$

٦ - يتم حساب معدل إعادة الحمأة بأستعمال المعادلة رقم (٥) ومقارنة الناتج بالعامود رقم (٨) .

Oxygen requirment

(٦) كمية الأكسجين المطلوبة

$$O_c = [a F / M + b^1] M \quad (6)$$

a = constant 0.55 for domestic wastewater

b = constant 0.15 for domestic wastewater

٧ - يتم حساب كمية الأكسجين المطلوب من المعادلة رقم (٦) لأكسدة المواد العضوية الكلية (الكربونية والنيتروجينية) .

(7) *For nitrification*

$$O_{nit} = 4.6 Q (NH_3) / 10^3 \quad (7)$$

O_{nit} = Q oxygen required for nitrification

= 4.6 kg of O_2 for NH_3 to NO_3

NH_3 = (Inf NH_3 as N - Effluent NH_3 as N) gm / m^3

= NH_3 gm / m^3

DO = dissolved oxygen (1 - 2) gm / m^3

= 2.0 kg O_2 / kg BOD removed for extended

= (0.9 - 1.2) kg O_2 / kg BOD Removed for conventional

تصميم نظم معالجة مياه الصرف الصحي

نظام عملية المعالجة	المهندسين البيرونيين البيرونيين	كمية المواد المعالجة الكلي (مجم / لتر)	كمية المواد المعالجة إلى المواد المعالجة الكلي	كمية التآكل / كمية الكائنات الحية BOD / كمية المواد المعالجة	زمن البقاء الهيدروليكي (ساعة)	معدل التحميل BOD / كمية / م ²	زمن بقاء المواد الصلبة (يوم)	نسبة المياه المضافة إلى تصرف مياه الصرف الصحي العام	النسبة الجزئية BOD إزالة الأكسجين المجملي المعالجة	كمية الأكسجين (كمية BOD تحت إزالة)	كمية المواد اللازمة لكل أكسجين كمية مجملي مستهلك (مجم ³)
تقليدي	(١١)	(٧)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)	(٩)	(١٠)	(١١)
تناقص تدريجي لحمولات التهورية	مكسي	٢٠٠٠-١٥٠٠	٠.٨	٠.٢-٠.٤	٨-٤	٠.٧-٠.٢	١٥-٥	٠.٥-٠.٢٥	٩٥-٨٥	١.١-٠.٨	٦٠-٤٠
تغذية مرحلية	مكسي	٢٠٠٠-٢٠٠٠	٠.٨	٠.٢-٠.٤	٨-٤	٠.٨-٠.٢	١٥-٥	٠.٥-٠.٢٥	٩٥-٨٥	١.٠-٠.٧	٨٠-٥٠
التثبيت بالتالاس	مكسي	١٠٠٠-١٠٠٠ (١٢) ٢٠٠٠-٢٠٠٠	٠.٨	٠.٢-٠.٥	١٠.٥-٠.٥ (١) ٦-٢	١.٢-١.٠	١٥-٥	٠.٧٥-٠.٢٥	٩٥-٨٥	١.٠-٠.٧	٨٠-٥٠
الخط التام	خط التام	٢٠٠٠-٢٠٠٠	٠.٨	٠.٢-٠.٦	٥-٢	٢.٠-٠.٨	١٥-٥	١.٠-٠.٢٥	٩٥-٨٥	١.٠-٠.٧	٨٠-٥٠
التهور ذات المعدل السريع	مكسي	٨٠٠-٢٠٠	٠.٨	١.٥-٠.٥	٢-١.٥	٢.٤-١.٢	٠.٥-٠.٢	٠.١٥-٠.٥	٧٥-٦٠	٠.٦-٠.٤	٥٠-٢٥
تهوية مضخة وتفريغ الأكسدة	خط تام	٨٠٠٠-٢٠٠٠	٠.٦-٠.٥	٠.٥-١.٥	٢١-١٨	٠.٤-٠.٢	٢٠-٢٠	٠.٢٥	٩٨-٩٠	١.٠	١٤٠-١٠٠

(١١) عرض التهورية بالتالاس (١٢) هذه الكمية تقسم بالتساوي على عرض التهورية بالتالاس وعرض تثبيت المياه

(١٣) عرض تثبيت المياه

(١٤) عرض التهورية بالتالاس

٥- أحواض الترسيب النهائية

١-٥ الغرض من الوحدة:

- ترسيب المواد الصلبة العالقة والتي تتكون في المرشحات أو أحواض تنشيط الحمأة .

يمكن تقسيم أحواض الترسيب الى نوعين :

أ- أحواض مستطيلة

ب- أحواض دائرية

- يفضل استخدام الاحواض الدائرية وذلك لكبر التصرف الداخل الى أحواض الترسيب النهائية .

٢-٥ مكونات الوحدة:

- كما في أحواض الترسيب الابتدائية .

٣-٥ أسس التصميم:

١-٣-٥ الأحواض المستطيلة:

- الطول من ٢٥ - ٤٠ متر

- العرض من ٦ - ١٠ متر

- عمق المياه من ٣.٠ - ٣.٥ متر

- مدة المكث من ١.٥ - ٢.٠ ساعة

- معدل التحميل السطحي :

أ - حالة حوض ترسيب نهائى بعد مرشح بيولوجى

معدل التحميل السطحي = ١٠ - ٢٥ م^٣ / اليوم / م^٢ فى حالة التصرف المتوسط

= ٤٠ - ٥٠ م^٣ / اليوم / م^٢ فى حالة التصرف الأقصى .

معدل التحميل على هدار المخرج يتراوح من ١٠٠ - ١٥٠ / يوم / للمتر الطولى.

ب- حالة حوض ترسيب نهائى بعد حوض تنشيط الحملة لا يشمل نظام التهوية الممتدة

عمق المياه = ٣ر٥ - ٤ر٥ متر .

مدة المكث = ٢ر٠ - ٣ر٠ ساعات .

معدل التحميل السطحي = ٢٥ - ٣٥ م^٣ / اليوم / م^٢ فى حالة التصرف المتوسط

= ٤٠ - ٥٠ م^٣ / اليوم / م^٢ فى حالة التصرف الأقصى

معدل التحميل على هدار المخرج يتراوح من ١٠٠ - ١٥٠ م^٣ / يوم / للمتر الطولى

٥-٣-٢- الأحواض الدائرية :

- عمق المياه من ٢ر٥ - ٤ر٥ م

- القطر من ٢٥ - ٤٠ م

- ميل القاع من ١٠/١ - ١٥/١ .

- معدل التحميل السطحي كما فى المستطيل .

- معدل التحميل على هدار المخرج كما فى المستطيل .

- مدة المكث كما فى المستطيل .

- يلزم التحقق من مقدار التحميل السطحي بالمواد العالقة وتتبع العلاقة الآتية

$$\frac{\text{كمية المواد العالقة الكلية (كجم / لتر)}}{\text{معدل التحميل السطحي (م/الساعة)}} = \frac{\text{التحميل بالمواد العالقة}}{\text{(كجم / م^٢/الساعة)}}$$

{ ٣١٠ × ٢٤ }

وتتراوح معدل التحميل بالمواد العالقة من :-

- ٣ ر فى حالة التصرف المتوسط .

- ٨ ر فى حالة التصرف الأقصى .

تتم عملية معالجة الحمأة بمراحل ثلاثة هي :

١- التركيز (Thickening)

٢- التثبيت (Stabilization).

٣- فصل المياه (Dewatering).

(Thickening)

١- تركيز الحمأة

وهي عملية تهدف إلى إنقاص المحتوى المائي الموجود بالحمأة وزيادة تركيز المواد الصلبة بها مما يؤدي إلى إنقاص الحجم الكلي للحمأة قبل عملية التثبيت ونزع المياه منها وينتج عن ذلك نقص في تكلفة عمليات التثبيت أن وجدت وفيما يلي إستمراض للطرق المستخدمة :-

(Thickeners)

١-١-١ أحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية

وفي هذه الأحواض تستخدم أذرع لتقليب الحمأة ببطء ينتج عنه فصل للمياه وزيادة تركيز الحمأة في الجزء الأسفل من الحوض نتيجة أن الكثافة للحمأة أكبر من كثافة الماء ويتم نزع المياه الموجودة في الجزء العلوي من الحوض وإعادتها إلى مدخل المحطة والشكل رقم (٢-١٣) يوضح حوض تركيز الحمأة الميكانيكي .

١-١-١-١ أسس التصميم لأحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية (Thickners)

- مدة المكث :

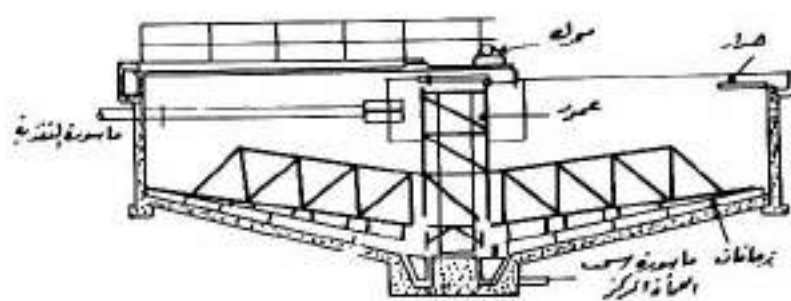
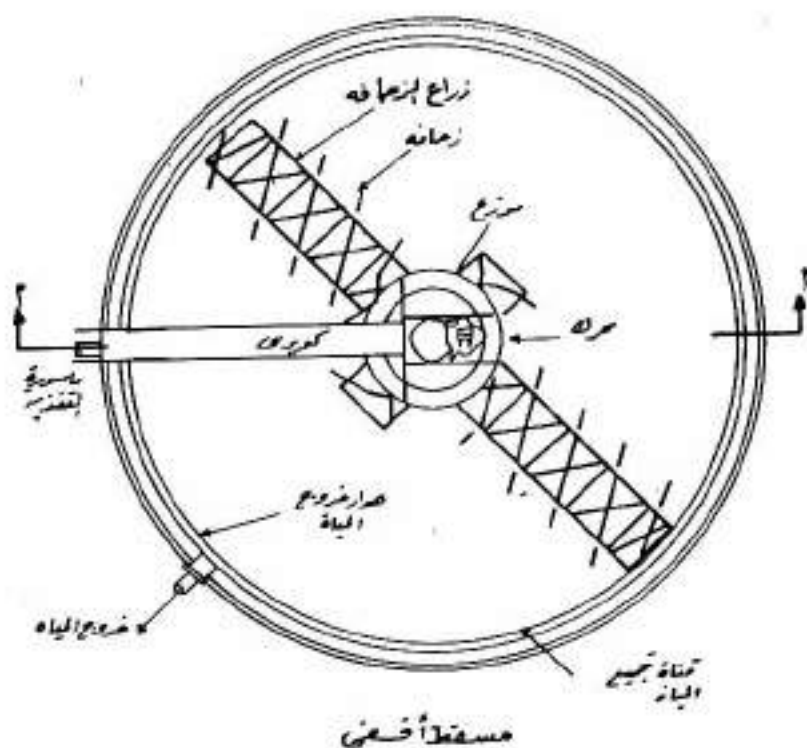
تتراوح بين ١ - ٢ يوم وتؤخذ ١.٥ يوم وتشوقف على (Sludge Volume Ratio (SVR)

- معدل التحميل السطحي :

* حمأة مجمعة من أحواض ترسيب ابتدائي (٩٨ - ١٤٧) كجم مواد صلبة/م^٢/يوم .

* حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات تلامس بيولوجية

(٤٩ - ٥٩) كجم مواد صلبة/م^٢/يوم .



قطاع رأسي ٢-٢

شكل رقم (٢-١٣) : محور تركيز الحساء الميكانيكي

* حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٢٠ - ٣٠)

كجم مواد صلبة / م^٢/يوم .

* حمأة مجمعة من أحواض ترسيب إبتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية

تعقب أحواض حمأة منشطة (٤٩ - ٥٩) كجم مواد صلبة / م^٢/يوم .

- سرعة دوران الأذرع : تؤخذ بحيث لا تزيد السرعة الخطية عند محيط الحوض عن

٣ م / الدقيقة .

- عمق المياه : يتراوح من - ٢,٥ - ٣,٥ م .

- ميل أرضية الحوض : ١/٦ أو ١/٤ .

- ماسورة سحب الحمأة : لا يقل قطرها عن ١٥٠ مم .

٢-١- خزانات التعويم باستخدام الهواء (Air Flotation thickeners)

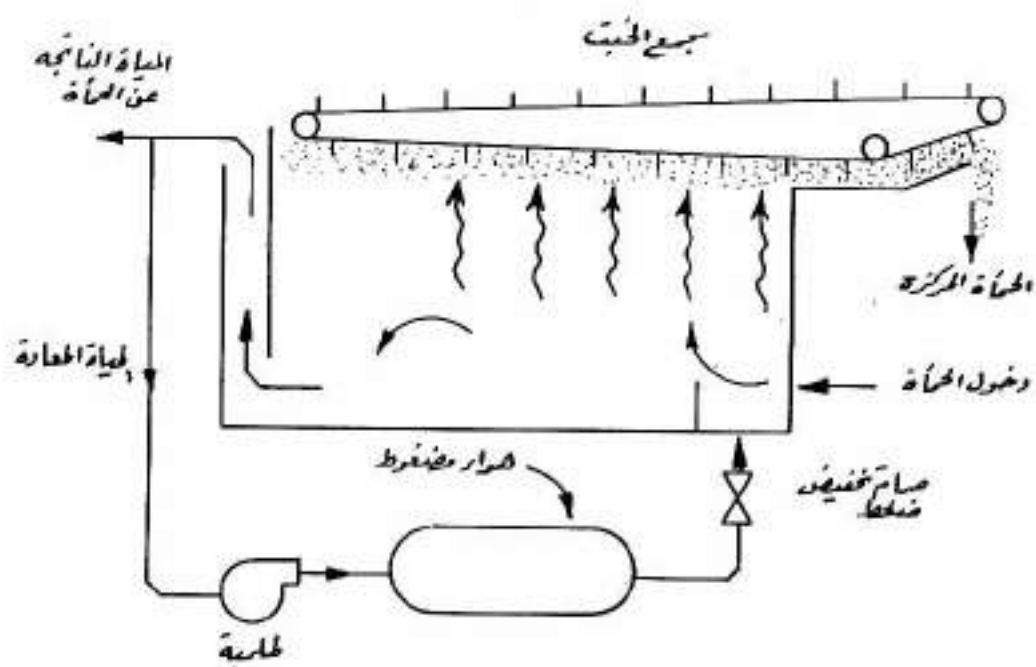
تستخدم هذه النوعية من الخزانات في محطات المعالجة كبيرة وينتج منها كمية من الحمأة كبيرة ويتم في هذه الخزانات استخدام فقائيع من الهواء بحجم معين والشكل رقم (٢-١٤) يوضح خطوات تشغيل نظام التعويم الهوائي .

١-٢-١ اسم النظام:

- استخدام الهواء المضغوط يعرض جزء من الحمأة إلى ضغط يتراوح بين ٣-٥ كجم / سم^٢ .

وبراعى الآتى:

- خلط مياه من غرفة الضغط مع الحمأة الخام قبل إدخالها لأحواض التعويم الهوائية.
- بعد إدخال الحمأة لأحواض التعويم ونتيجة لتخفيف الضغط عليها تطفو المواد الصلبة العالقة نتيجة تشبعها بالهواء وقلة وزنها الحجمى وتكون الحمأة الطافية التى يتم تجميعها باستخدام نظام لتجميع الحث كما هو موضح بالرسم المرفق.
- يمكن تحسين كفاءة التشغيل لنظام التعويم الهوائى بإضافة المواد الكيميائية مثل كبريتات الألومنيوم والبوليمرات التى تساعد على زياده كفاءه فصل المواد الصلبة والتى قد تصل نسبتها إلى ٩٠ - ٩٨ % .



شكل رقم (٢-١٤) تركيز الحساء بالطنوب بواسطة دفع الهواء

٢- التثبيت اللاهوائى (التخمير اللاهوائى):

تعرف عملية التخمير اللاهوائى بأنها عملية تثبيت وأكسده للمواد العضوية فى الحماء بمعزل عن الأكسجين . وخلال عملية التخمير يتم تجميع المواد العضوية الصلبة وتحويلها إلى صورته سائلة وعلى ذلك تفاعل المركبات العضوية الذائبة وتحويلها إلى غازات وينتج عن هذه المجموعه من التفاعلات حماء مشبه ذات تركيز عالي فى المواد غير العضوية ، ولا يتم تثبيت كل المواد العضوية فى خلال عمليات التفاعل وذلك نظراً لوجود بعض المواد العضوية المعقدة والتي يصعب تحليلها .

وتنقسم أنواع المخمرات الى نوعين :

٢-١- مخمر الحماء التقليدى :

فى هذا النوع من المخمرات لا يتم خلط الحماء فى المخمر وينتج عن ذلك تكون الطبقات التالية :

- طبقة المياه الرائقة السطحية .

- طبقة حماء فى حالة تخمير نشطه .

- طبقة حماء تم تخميرها .

والشكل رقم (٢-١٥) يوضح مخمر الحماء التقليدى .

٢-١-١ اساس التصميم :

يتم حساب حجم المخمر باستخدام المعادلة الآتية :

$$V = V_f - \frac{2}{3} (V_f - V_{c1}) T_1$$

حيث

$$V = \text{حجم المخمر (م}^3\text{)}$$

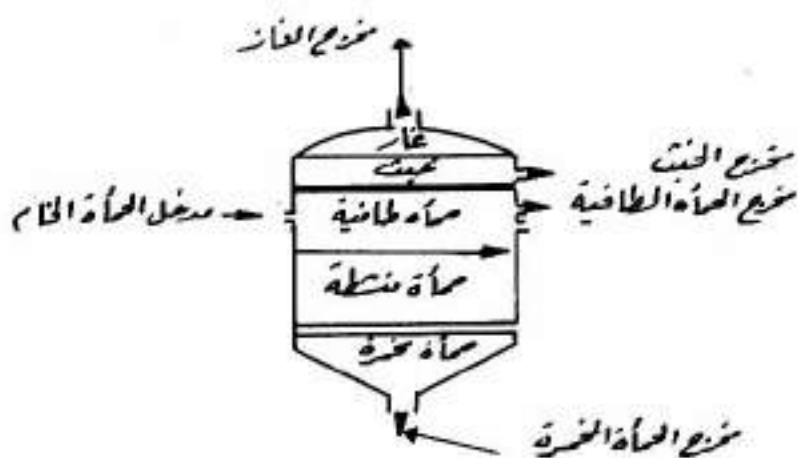
$$V_f = \text{حجم الحماء المضافه يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

$$V_{c1} = \text{حجم الحماء المسحوبه يومياً (م}^3\text{ / اليوم)}$$

$$T_1 = \text{زمن الهضم من ٢٠ - ٢٥ (يوم)}$$

ويمكن تخمير الحماء فى النظام ذو المرحله الواحده وتستخدم القيم الموضحه فيما

يلى للتأكد من صحة حسابات حجم المخمر :



شكل (٢-١٥): مخرج الماء الثقيلة التقليدي

- الحجم المفروض لكل نسمة :

أ - الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية ٥-٠ ر - ٧٥-٠ م^٣ .

ب - خليط الحمأة الابتدائية والبيولوجية ١-٠ ر - ١٥-٠ م^٣ .

- معامل التخميل :

- الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية أو الحمأة المجمعة من أحواض الترسيب

الابتدائية والنهائية ٣-٠ ر - ٧٥-٠ كجم / م^٣ / يوم .

٢-٢- مخمر الحمأة ذو المعدل السريع :

تضاف الحمأة للمخمر ذو المعدل السريع بشكل مستمر ويتم خلطها جيداً بطرق ميكانيكية أو عن طريق إعادة جزء من الغاز الناتج عن عملية التخمير بعد ضغطه . ويتم تسخين المخمر لجعله يعمل بأقصى كفاءة في ظروف البكتيريا متوسطه الحرارة (البكتيريا فيزوفيلك) (١٠ - ٤٠ م^٥) .

والشكل رقم (٢-١٦) توضح مخمر الحمأة ذو المعدل العالي .

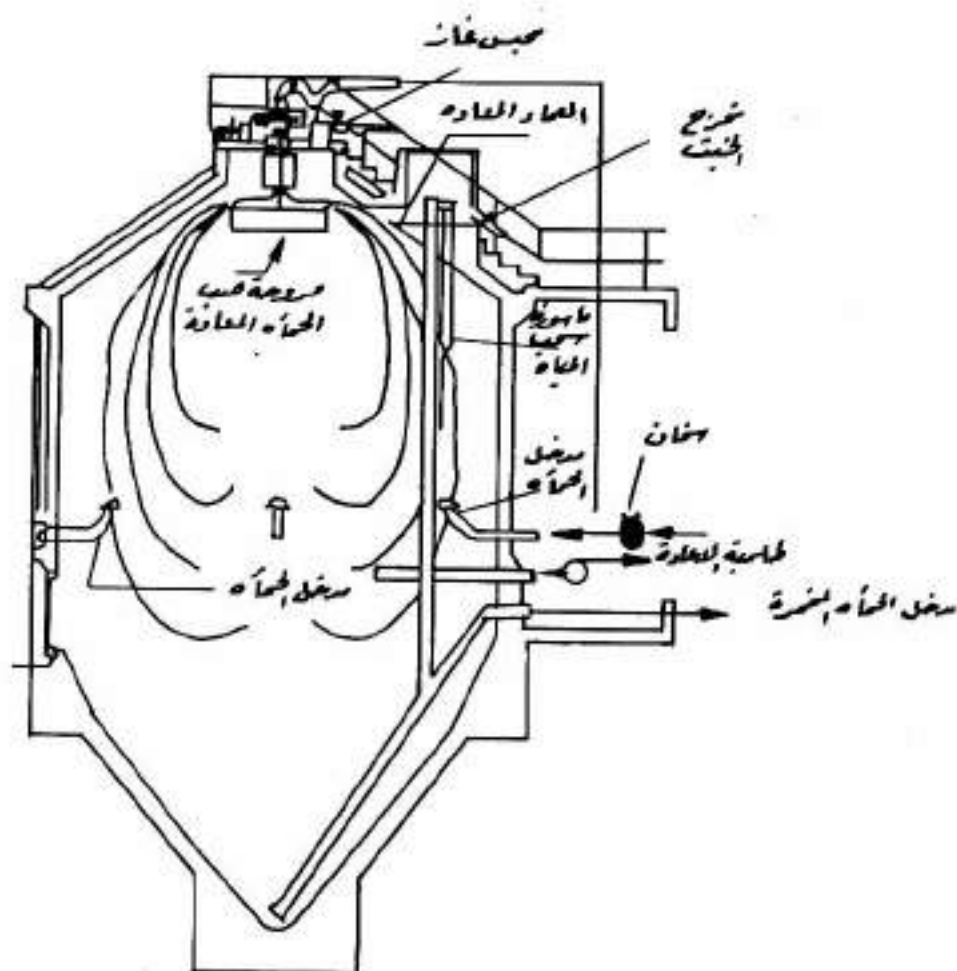
ونتيجة لمزج وخلط محتويات المخمر بصورة مستمرة تتلاشى الطبقات المختلفة في المخمر مثل :

- طبقة المياه السطحية .

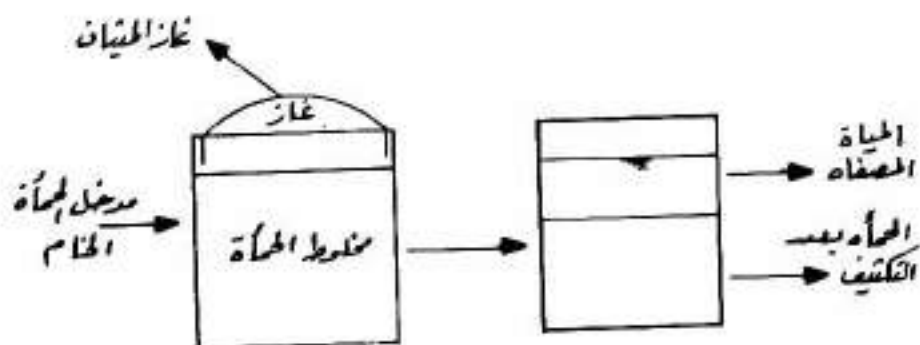
- طبقات الحمأة غير النشطة .

ويمكن خفض زمن البقاء بدرجة كبيرة من خلال تكثيف الحمأة وزيادة نسبة المواد الصلبة بها إلى ٦٪ وفي هذه الحالة يقل زمن البقاء إلى ١٠ - ١٥ يوم .

ويشمل تصميم مخمر المعدل السريع ذو المرحلتين شكل رقم (٢-١٧) بحيث يمكن لكل مرحلة استيعاب الحمأة الناتجة من تصرف قدره ٢٠ ألف م^٣ / يوم من مياه الصرف الصحي الخام .



تکلیف (۲-۱۶): مکتوبات منبر الحماة ذو المعدل العالمی



شكل (٢-١٧): مخرج الحمأة اللاهوائية ذو المرحلتين

ويكون هذا الارتفاع فى الخزانات المغطاه بأغطية ثابتة أو اسطح مخروطيه الشكل اكبر من ٤م وبالنسبة للخزانات ذات الأغطية المتحركة يكون اقل ارتفاع مسموح به بين سطح المياه والغطاء اكبر من ٦م ، أما الخزانات المغطاه بغطاء ذي سطح أفقى ثابت يكون هذا الارتفاع حوالي ٨م - كما هو موضح بالشكل رقم (٢-١٨).

- بقدر معدل الانتاج اليومي للغاز بمتوسط قدره ٩م^٣/كجم من المواد العضويه الطياره المتحلله .

- يصمم قاع المخمر بشكل مانل بحيث لا تقل نسبة الميل عن ١ : ١٢ وذلك لتسهيل سحب الحماء .

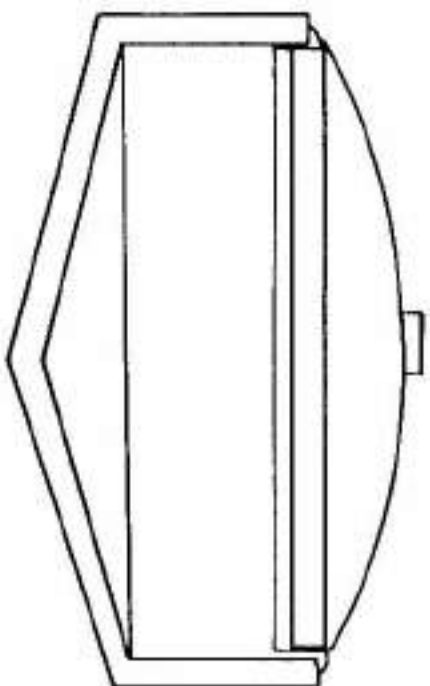
- يصمم غطاء المخمر فى شكل ثابت من الخرسانه المسلحه علي شكل قبه أو مخروط أو مسطح أفقى ، اما الغطاء المتحرك فيكون من الصلب ويجب أن يسمح للغطاء بالتحرك على طول مسافة تقدر بـ ١٢ - ٢م ويتم سحب الغاز المنتج من فتحات خروج مركبه علي مسافه ١ م من سطح المياه ويزود غطاء المخمر بعدد من فتحات الصيانه والتي لا تقل عن فتحتين ويجب ألا يقل قطر الفتحة عن ٧٥ سم . وذلك لتسهيل أعمال الصيانه .

- بالنسبة لأحواض التخميز الكبيره والتي يزيد قطرها عن ٢٥م تزود بعدد أربع فتحات للصيانه على الأقل وتستخدم هذه الفتحات لفصل الخبث الطافى .

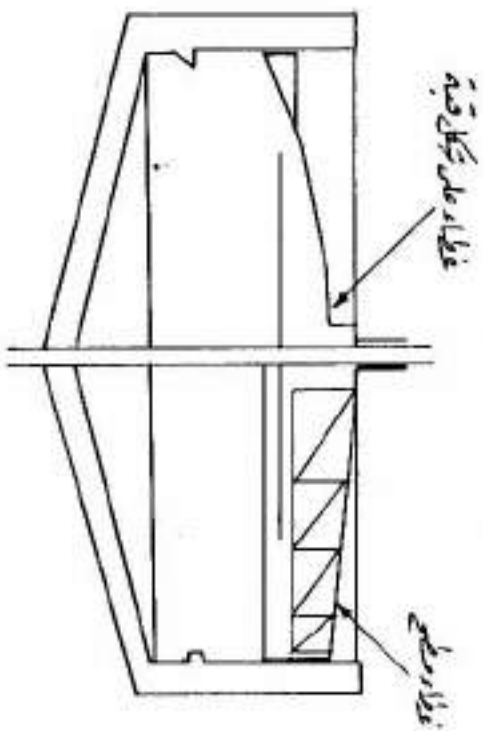
- قطر مواسير نقل الحماء لا تقل عن ٢٠٠مم وتتراوح السرعه الحماء فى المواسير بين ١٥ - ٢٥ متر/ثانيه .

- مواسير الغاز تكون من الحديد الزهر أو الحديد المجلفن أو الصلب المجلفن ويتم ربط المواسير بإستعمال الفلاتشات اذا كان قطر الماسوره اكبر من ١٠٠مم وفى حالة استخدام مواسير أقل من ١٠٠مم يتم لحام المواسير ، وتربط المواسير المدفونه تحت سطح الأرض بإستعمال وصلات ميكانيكية .

(أ) غطاء ومخسر الحساء الثابت



(ب) غطاء ومخسر الحساء المتحرك



شكل (٩-١٨): غطاء ومخسر الحساء الثابت والمتحرك

٢-٣- مخمر الحمأة الهوائية:

ويطبق عادة عند استخدام نظام الحمأة المنشطة في المعالجة البيولوجية (استخدام الحمأة المخلوطة من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية أو الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائية فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية فقط ويستخدم في عملية التخمير نظام تهوية مضغوط والشكل رقم (٢-١٩) يوضح مخمر الحمأة الهوائية.

٢-٣-١ أسس التصميم:

- معدل التحميل السطحي : ٤-٦ م^٣ / م^٢ / يوم .

- عمق الحمأة بالخزان : ٣-٦ متر .

- مدة المكث :

١٠ - ١٢ يوم عند درجة حرارة ٢٠ م .

٢٠ - ٣٠ يوم عند درجة حرارة ١٠ م .

- كمية المواد العضوية الطيارة التي سوف يتم تثبيتها = ٣٥ - ٤٥ %

- كمية الأكسجين المستهلك = ١,٧ - ١,٩ جم / جم أكسجين لكل جرام مواد عضوية مثبتة .

- معدل الطاقة المستخدم لتوليد الهواء = ٢١ - ٢٢ كيلو وات / م^٣ (حمأة معالجة)

- تركيز الأكسجين بمكونات المخمر = (١ - ٢) مجم / لتر .

٣- فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)

تحتوى الحمأة المخمرة على نسبة مياه تصل إلى حوالى ٩٠ % وتشكل المواد الصلبة حوالى ١٠ % لذلك تستخدم طرق أخرى لفصل كمية أكبر من المياه وزيادة تركيز الحمأة .

وتستخدم أحواض الرمال كطريقه لتجفيف الحمأة ويؤثر تواجد الشحوم والمواد الزيتية على كفاءة هذه العملية ، وفى حالة عدم توفر المساحة اللازمة لإنشاء أحواض التجفيف يجب تجهيز الحمأة كيميائياً وحرارياً ثم يتم فصل المياه منها باستخدام الطرق الميكانيكية مثل مرشحات التفريغ الهوائية ونظام الطرد المركزي .

٢-٣- مخمر الحمأة الهوائية:

ويطبق عادة عند استخدام نظام الحمأة المنشطة في المعالجة البيولوجية (استخدام الحمأة المخلوطة من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية أو الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائية فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية فقط ويستخدم في عملية التخمير نظام تهوية مضغوط والشكل رقم (٢-١٩) يوضح مخمر الحمأة الهوائية.

٢-٣-١ أسس التصميم:

- معدل التحميل السطحي : ٤-٦ م^٣ / م^٢ / يوم .

- عمق الحمأة بالخزان : ٣-٦ متر .

- مدة المكث :

١٠ - ١٢ يوم عند درجة حرارة ٢٠ م .

٢٠ - ٣٠ يوم عند درجة حرارة ١٠ م .

- كمية المواد العضوية الطيارة التي سوف يتم تثبيتها = ٣٥ - ٤٥ %

- كمية الأكسجين المستهلك = ١٧ - ١٩ جم / جم أكسجين لكل جرام مواد عضوية مثبتة .

- معدل الطاقة المستخدم لتوليد الهواء = ٢١ - ٢٢ كيلو وات / م^٣ (حمأة معالجة)

- تركيز الأكسجين بمكونات المخمر = (١ - ٢) مجم / لتر .

٣- فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)

تحتوى الحمأة المخمرة على نسبة مياه تصل إلى حوالى ٩٠ % وتشكل المواد الصلبة حوالى ١٠ % لذلك تستخدم طرق أخرى لفصل كمية أكبر من المياه وزيادة تركيز الحمأة .

وتستخدم أحواض الرمال كطريقه لتجفيف الحمأة ويؤثر تواجد الشحوم والمواد الزيتية على كفاءة هذه العملية ، وفى حالة عدم توفر المساحة اللازمة لإنشاء أحواض التجفيف يجب تجهيز الحمأة كيميائياً وحرارياً ثم يتم فصل المياه منها باستخدام الطرق الميكانيكية مثل مرشحات التفريغ الهوائية ونظام الطرد المركزي .

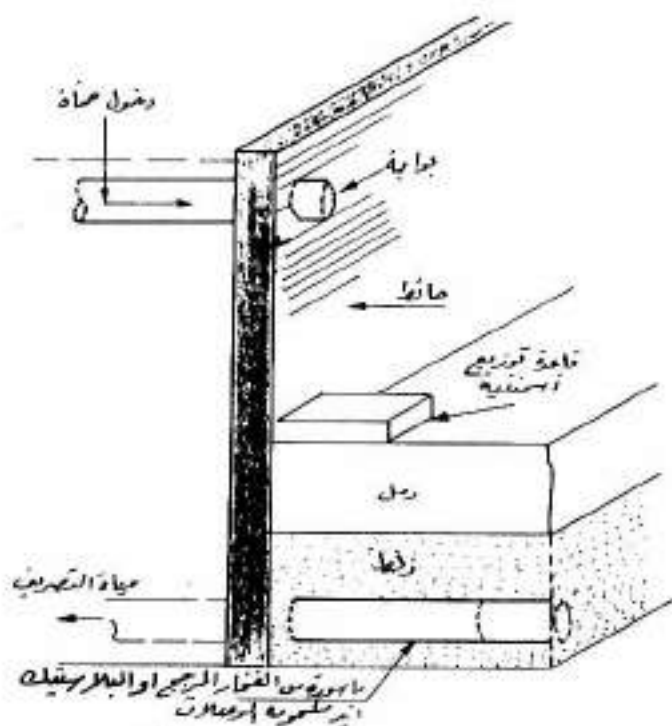
هذا مع العلم أن الظروف المناخية في أنحاء البلاد تلائم نظام أحواض التجفيف والتي يمكن تشغيلها بصورة اقتصادية عند توافر الأرض اللازمة لإنشائها .

٣-١ أحواض تجفيف الحمأة:

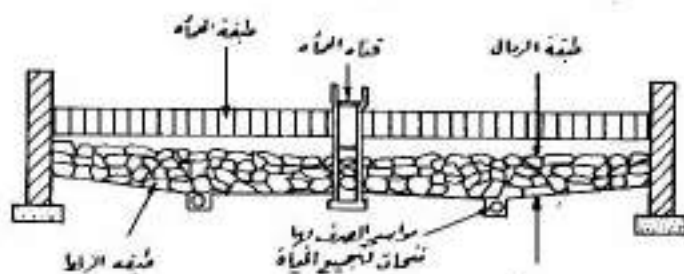
يتم تجفيف الحمأة في هذه الطريقة بطريقة الغمر بتوزيعها على أحواض بها طبقة من الزلط والرمال وينشأ عن ذلك تسرب المياه الموجودة في الحمأة خلال الطبقة الرملية بالإضافة إلى البخر والشكل رقم (٢٠-٢١) يوضح أحواض تجفيف الحمأة.

٣-١-١ مكونات الوحدة:-

- طبقة الزلط : يبلغ عمق طبقة الزلط من ١٥ - ٣٠ سم ويكون الزلط متساوي الحجم من ٣ - ٦ مم ويوزع الزلط فوق شبكه تصريف المياه بارتفاع لا يزيد عن ١٥ سم للطبقة الواحدة .
- طبقة الرمل : يجب أن تكون طبقة الرمل نظيفة ويكون متوسط حجم حبيباته من (٥ر - ٧٥ر مم) ويتراوح عمق الطبقة الرملية حوالي ١٥ - ٣٠ سم ويجب تسوية السطح العلوي للطبقة الرملية .
- شبكة الصرف : تنشأ شبكة الصرف من مواسير الفخار المزجج أو البلاستيك مع ترك الوصلات غير ملحومة وتكون ذات قطر يتراوح من ١٠٠ مم - ١٥٠ مم وتوضع هذه المواسير على مسافات متباعدة لا تزيد عن ٦ م .
- حوائط الأحواض : تنشأ حوائط الحوض من الطوب أو الخرسانة بارتفاع ٤٠ سم علي الأقل فوق سطح الرمل .
- قاع الأحواض : ينقذ قاع الأحواض من طبقة من الخرسانة العادية في حالة وجود مياه الرشح قريبة من متسوب سطح الأحواض وفي حالة كون مياه الرشح بعيدة عن سطح الأحواض يكتفى بوضع طبقة من التربة غير المنفذة في قاع الأحواض .



٢- جسم خوض تجفيف المياه



قطاع في أحواض تجفيف المياه

شكل (٢-٢٠): أحواض تجفيف المياه

٣-١-٢ اسم التصميم:

- سمك طبقة الحمأة الواحدة يتراوح من ١٠ - ١٥ سم .
- مدة المكث (الفترة الزمنية لطبقة الحمأة قبل غمرها بطبقة أخرى ٤ أيام) .
- مساحة أحواض التجفيف تؤخذ ضعف المساحة التصميمية بغرض التجفيف وتفريغ الأحواض .
- يتم إنشاء طرق بين الأحواض لزوم أعمال تفريغ وتحميل الحمأة .
- مياه التصريف :
- يجب اعاده مياه التصريف إلى أحواض الترسيب الابتدائية .

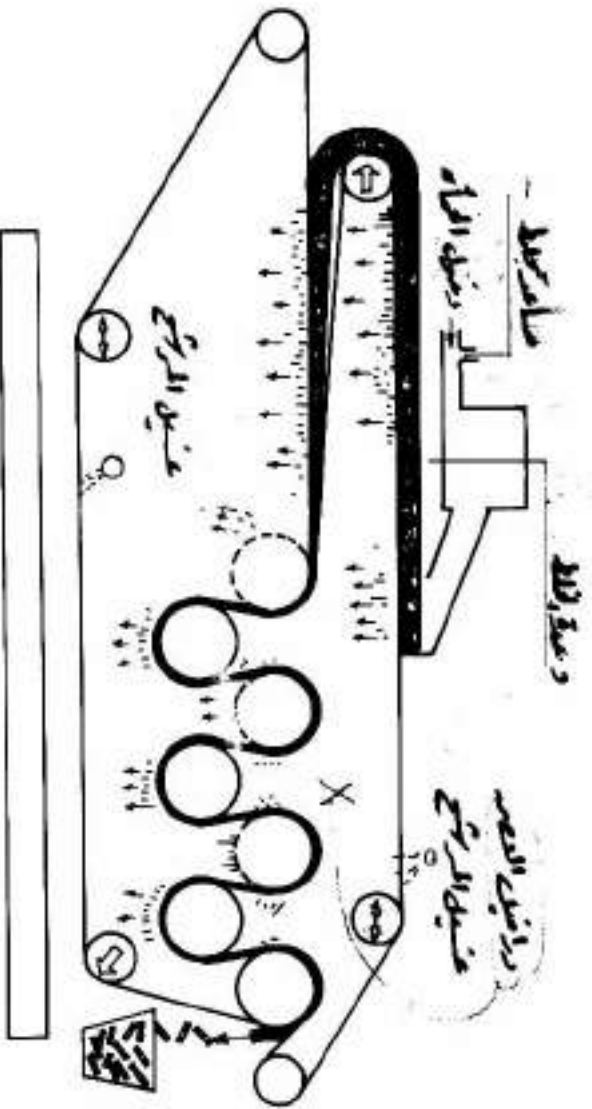
٣-٢ فصل المياه باستخدام المعدات الميكانيكية

(Mechanical Dewatering) .

- عند استخدام المعدات الميكانيكية لفصل المياه من الحمأة لابد من استخدام المواد المروية (Coagulants) سواء كانت بوليمرية أو كيميائية .
- ويستخدم لذلك عدة طرق منها :-
- ١- مرشحات الحمأة التي تعمل بالتفريغ .
 - ٢- مرشحات الحمأة التي تعمل بالضغط . (Filter pressing)
 - ٣- جهاز الطرد المركزي . (Centrifugal)

٣-٢-١-٢ مرشحات الحمأة التي تعمل بالتفريغ: (Belt Pressing)

- تتكون من اسطوانة دواره مركب عليها وسط ترشيحي (Belt) يتم تصنيعه من إحدى المواد الآتية :
- الصوف - النيل - اللباد - الألياف الصناعية - البلاستيك .
 - شبكة من الصلب الغير قابل للصدأ



شكل رقم (٥-٤١): مرشحة الحماة الذي يعمل بالتفريغ الهوائي

٢-٢-٣ مرشحات الحمأة التي تعمل بالضغط (Filter Pressing)

١-٢-٢-٣ مكونات الوحدة:

يحتوى المرشح الضاغط على مجموعه من الألواح المعدنية المربعة والمفرغه من الداخل ويتم تثبيت قطع من قماش الترشيح بين الألواح ، ويتم وضع الحمأة فى الفراغات الموجودة بين الألواح وقماش الترشيح .

٢-٢-٢-٣ أسس التصميم:

- يعمل المرشح تحت ضغط يساوى ٤-١٢ كجم /سم^٢ .

- زمن التشغيل ١-٣ ساعة .

- نسبة الرطوبة بعد الترشيح ٥٥ - ٧٠ % .

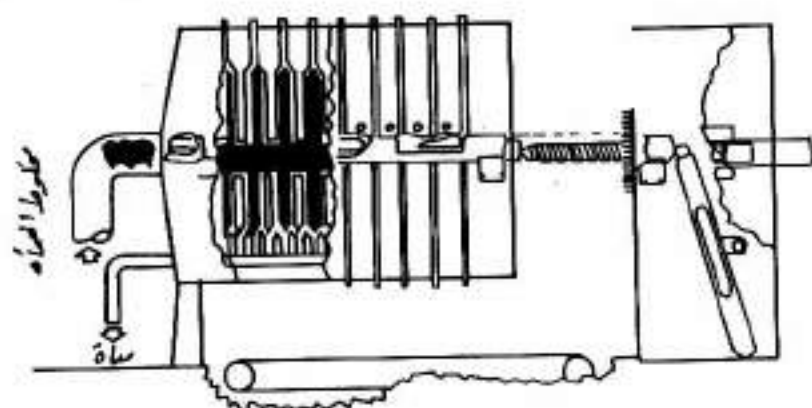
والشكل رقم (٢٢-٢) يبين مرشح الحمأة الذى يعمل بالضغط .

(Centrifuge)

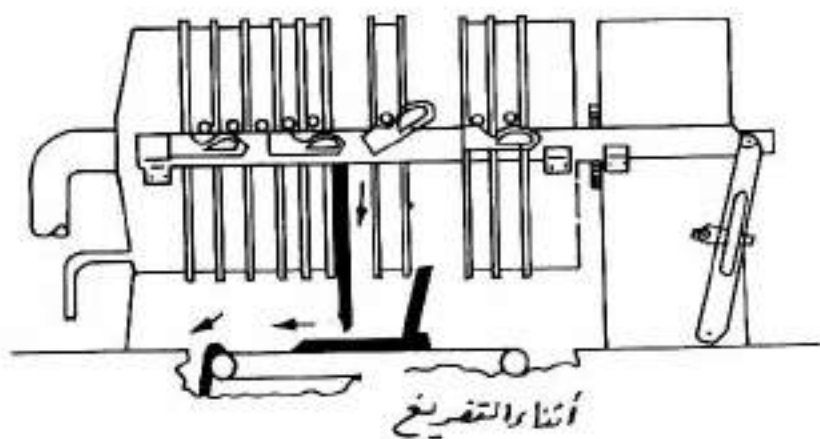
٣-٢-٣ جهاز الطرد المركزي

يستخدم جهاز الطرد المركزي بكفاءة لتخفيض نسبة الرطوبة فى الحمأة الى ٧٠ % وتحتوى المياه المرشحة من أجهزه الطرد المركزي على نسبة عالية من المواد الصلبة تزيد عن نسبة المواد الصلبة فى مياه الترشيح من أحواض التجفيف .
وينتج عن إعاده مياه الترشيح من نظام الطرد المركزي الى وحدات المعالجة الابتدائية زيادة فى تركيز المواد الصلبة العالقه فى أحواض الترسيب الابتدائية وبالتالي يتسبب فى زيادة تركيزها أيضاً فى المياه المعالجة .

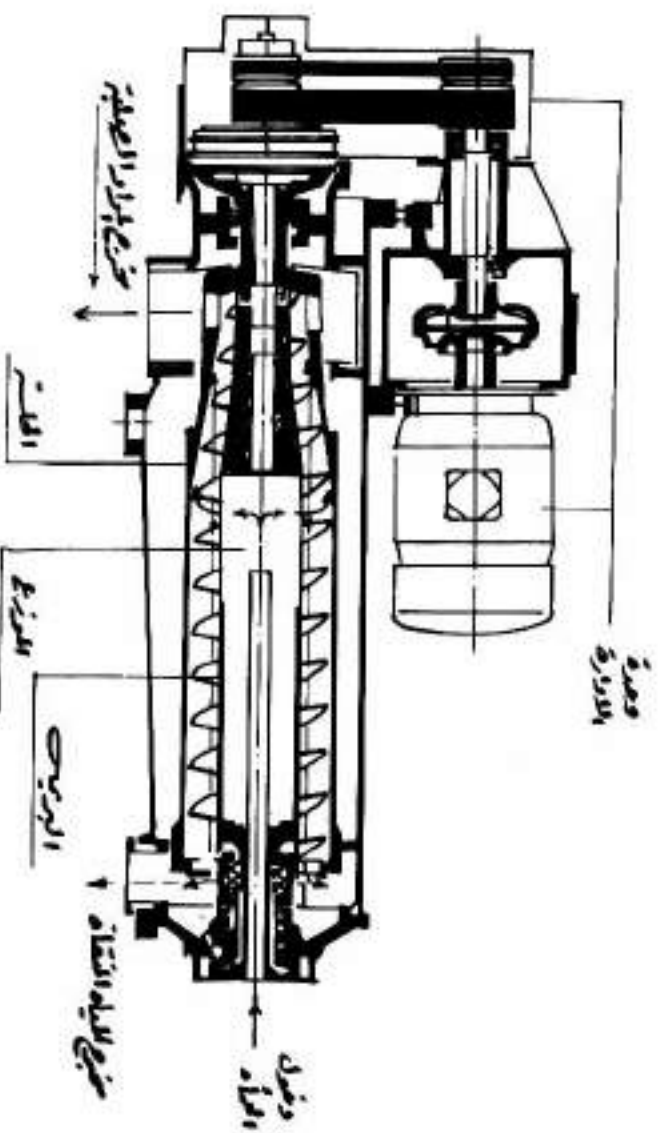
والشكل رقم (٢٣-٢) يبين نظام نزح المياه ميكانيكياً باستخدام قوى الطرد المركزي .



أنتار التفتيل (كبس الماء)



شكل (٢-٢٢): مرشح ماء يعمل بالضغط (Filter Press)



شكل رقم (٩-١٢) : أنظمة تركيز المياه باستخدام قوه الطرد المركزي

١- الغرض من الوحدة

تتم معالجة المخلفات السائلة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك تقوم به الطحالب والبكتيريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في المخلفات السائلة حيث تستخدم البكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب في المياه لأكسدة المواد العضوية وينتج من هذه الأكسدة مواد عضوية مثبتة وثاني أكسيد الكربون، والطحالب بدورها تستخدم ثاني أكسيد الكربون مع بعض الأملاح في تخليقها الضوئي بمساعدة أشعة الشمس وتعطى أكسجين وهو من إحتياجات البكتيريا.

ومعنى ذلك ان كل من الطحالب والبكتيريا تعطى للآخر ما تحتاجه، ويكون النشاط البكتيرى أكبر مايمكن في الطبقات السطحية من المياه والتي تصل إليها أشعة الشمس وتكون هذه الطبقات بها تركيزات عالية من الأكسجين الذائب أثناء النهار، أما في خلال ساعات الليل فينعكس نشاط الطحالب وتبدأ في إستهلاك الأكسجين الذائب في المياه وإعطاء ثاني أكسيد الكربون الأمر الذى يتسبب في نقص الأكسجين الذائب في المياه أو إختفاؤه.

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة التفاعلات الهوائية واللاهوائية معاً، فالطبقات العليا التى يمكن ان تنفذ خلالها أشعة الشمس تنشط فيها الطحالب وتعطى المياه أكسجين ذائب تستخدمه البكتيريا الهوائية في تثبيت المواد العضوية اما الطبقات السفلى من البحيرات والتي لاتصل اليه أشعة الشمس فهى أيضاً منطقة ترسب فيها المواد العالقة وينشط فيها التفاعلات اللاهوائية لتثبيت المواد العضوية بهذه الرواسب.

وعلى ذلك فلا يتم تثبيت المواد العضوية في الطبقات السطحية فقط ولكن نسبة من هذه المواد يتم تثبيتها بواسطة البكتيريا اللاهوائية. وتلعب الطبقة السطحية الغنية

بالأكسجين دورا هاما إضافيا علاوة على الأكسدة الهوائية للمواد العضوية بها وهو التحكم فى نواتج التفاعلات اللاهوائية التى تحدث فى القاع ومنها الغازات الكريهة والأحماض العضوية.

Anaerobic Ponds

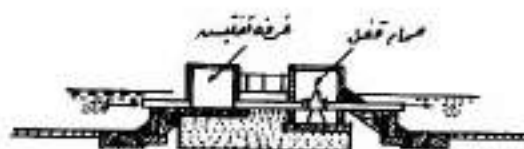
٢- البحيرات اللاهوائية

لا تعتمد على الطحالب وتنشأ قبل البحيرات الهوائية واللاهوائية لحفض تركيز الأكسجين الحيوى المستهلك بنسبة تتراوح بين ٥٠ ، ٧٠ ٪ عمق المياه يتراوح بين ٢ - ٤ متر ويؤخذ ٣ متر والعامل المؤثر فى تصميم هذه البحيرات هو درجة الحرارة، مدة المكث بالبحيرات يتراوح من ٣ - ٥ أيام وتؤخذ ٣ أيام حتى لا تتحول البحيرات الى هوائية لاهوائية ، وفى هذه البحيرات يزيد نشاط البكتريا الهوائية وينتج من تحليل المواد العضوية بالقاع غاز الميثان وتانى أكسيد الكربون التى تساعد على تحريك ومزج الرواسب الآن هذه الغازات تحمل معها لسطح البحيرات المواد المترسبة والتى يحتمل هروبها مع المياه الخارجة من البحيرات وكذلك تتكون طبقة من المواد الطافية على سطح البحيرة تكون مصدر للذباب والروائح الكريهة.

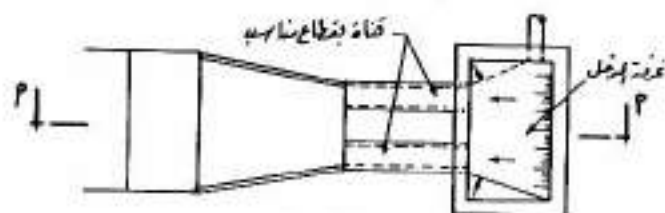
٣- بحيرات أكسدة هوائية لاهوائية (إختيارية) Facultative Ponds

تنشأ هذه البحيرات بعمق يتراوح بين ١ الى ٢ متر ويؤخذ عادة ١.٥ متر وبمساحة كبيرة تسمح ببقاء المياه فيها لعدة أيام يتم خلالها أكسدة للمواد العضوية تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة وتساعد فيها الخلايا الطحلبية التى قد الطبقات العليا للمياه بالأكسجين بالإستعانة بأشعة الشمس وهو ما يسمى بالتمثيل الكلوروفيلى . ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة البكتريا الى مواد غير عضوية مشبهة وخلايا طحلبية تخرج فى مياه المجارى المعالجة و سميت بحيرات هوائية لاهوائية لان الطبقات السفلى ترسب فيها المواد الصلبة الرسوبية التى تقع تحت تأثير النشاط اللاهوائى فى حين أن الطبقات العلوية تقع تحت تأثير النشاط اللاهوائى حيث تصل أشعة الشمس لهذه الطبقات فتتم الطحالب التى تعطى أكسجينا ذاتيا فى هذه المنطقة.

وتستخدم هذه البحيرات لتحسين خواص المخلفات من الناحية البكتريولوجية والكيميائية وخاصة البكتريا الضارة والفيروسات الموجودة بالمخلفات السائلة وتتراوح عمق المياه بها من ١ - ١.٥ متر حيث أن معدل القضاة على البكتريا الضارة يكون أكبر في العمق الأصغر نظرا لفاعلية الشمس ومدة المكث بها حوالي ٧ أيام وتكون عبارة عن ثلاثة وحدات مدة المكث في كل وحدة يومين.



وصلة بين البحيرتين



مسقط أفقي
مدخل للبحيرة الكبيرة



شكل رقم (٢-٢٤) : تفاصيل جدران الأكسدة

٥- مكونات وأسس تصميم بحيرات الأكسدة

Anaerobic ponds

١-٥ بحيرات الأكسدة اللاهوائية :

- مدة المكث في بحيرة الأكسدة اللاهوائية تتراوح من ٣٠٠ يوما الى ٥٠٠ يوما.

- معدل إزالة المواد العضوية (BOD_5)

١٠٠ يوما نسبة ٥٠٪

٢٥٠ يوما نسبة ٦٠٪

٥٠٠ يوما نسبة ٧٠٪

وتؤخذ هذه النسب من الإزالة عند درجات حرارة متوسطة للمياه في البحيرة .

- عمق المياه في بحيرة الأكسدة اللاهوائية يتراوح من ٢.٥٠ مترا الى ٥.٠٠ مترا أعلى من ٢.٠ م . ويتوقف ذلك على مساحة الأرض المتاحة لذلك كما يلزم إضافة عمق آخر للرواسب.

- الحمل العضوي ($B.O.D_5$) يتراوح من ١٢٥ ر. كيلوجراما للمتر المكعب في اليوم الى ٣ ر. كيلوجراما للمتر المكعب في اليوم .

- في حالة زيادة الحمل العضوي عن ٤٠ ر. كيلوجرام ($B.O.D_5$) للمتر المكعب في اليوم تظهر الروائح الكريهة.

- معدل تجمع الرواسب يتراوح من ٠.٣ ر. متر مكعب للشخص في السنة الى ٠.٤ ر. متر مكعب للشخص في السنة.

- كما يلزم تفريغ بحيرة الأكسدة اللاهوائية من الرواسب عندما يبلغ عمق هذه الرواسب حوالي نصف عمق البحيرة.

- يلزم أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ٢ : ١ الى ٣ : ١ .

- تكون جوانب بحيرة الأكسدة اللاهوائية أو جسورها بميل من تكون بميل ١:٥ أو ٢:١ أو ٣:١ أو ٤:١ كما تعمل بلاطة خرسانية على الجوانب عند سطح المياه لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح ، ولعدم نمو الأعشاب والحشائش ولعدم وجود الباعوض.
- يتم تبطين الجوانب باستخدام ألواح البولي إيثيلين أو الدبش ، أو الخرسانة العادية ، أو بلاطات خرسانية.
- يتم تبطين القاع عندما تثبت التجارب أن ذرات التربة خشنة أما في الحالة العادية فإن المواد الصلبة تقفل مسام التربة.
- ويكون تبطين القاع في حالة الإحتياج إليه من الآتى :
- * ١٠ سنتيمترا من الطين المضغوط.
- * أو من ألواح البولي إيثيلين أو القنيل .
- * أو خليط روية مع الأسمنت.
- تكون الجسور أعلى من سطح المياه بمقدار حوالى ١٠٠ مترا لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح.
- في حالة عمل هضات بين البحيرات يكون عرض الهضار حوالى ٣٠٠ مترا.

Facultative Ponds

٢-٥- بحيرات الأكسدة الإختيارية

- هي بحيرات الأكسدة الهوائية - اللاهوائية.
- يلزم أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ٢ : ١ الى ٣ : ١ .
- عمق المياه في بحيرة الأكسدة الإختيارية يتراوح من ١٥٠ مترا الى ٢٠٠ مترا.
- الحمل العضوى (B.O.D 5) يتراوح من ٢٠٠ كيلو جرام للهكتار في اليوم الى ٣٠٠ كيلو جرام للهكتار في اليوم .

$$\text{- Area} = \frac{Q \times t}{D}$$

Where : Q = Flow in m^3 / day

t = Retention time in days

D = Depth of water in Pond (m)

- Asian Institute of Technology Method

$$L_s = 8 \times 1.054^T \quad (1)$$

L_s = permissible load of B.O.D5
kg/hectare / day

T = temperature in ($^{\circ}\text{F}$)

$$t = 10 \times D \frac{L_i}{L_s} \quad (11)$$

Where :

t = detention time in days

L_i = influent B.O.D. mg/litre

L_s = allowed B.O.D. load kg/hectare

D = depth of water in pond in metres

Another Modified Formula :

$$t = \frac{L_i - 60}{18 \times 1.05^{T-20}}$$

where :

L_i = Influent B.O.D. mg/litre

T = Temperature in ($^{\circ}\text{C}$)

60 = 60 mg/litre, the allowed B.O.D.
in effluent

Design Based on Mean Temperature of
Coldest Month :

$$1 - A = \frac{Q (L_i - L_e)}{18D (1.05)^{T-20}}$$

Where :

A = Area in m^2

Q = m^3 Per day

Li = B.O.D5 of incoming liquor in mg/litre

Le = B.O.D5 effluent

T = Mean temperature of coldest month in $^{\circ}C$

D = depth of water in pond in metres

2- Empirical Method:

$$A = \frac{Li \times Q}{2T - 12}$$

Where :

A = area m^2

Li = B.O.d5 mg/litre

Q = daily flow m^3 /day

T = temperature in ($^{\circ}F$)

(average of coldest month)

3- Indian method :

$$\lambda_s = 375 - 6.25 L$$

Where :

λ s = Load in Kg/hectare

L = Latitude of the place in degrees

Temperature	T by (I)	T by (II)
	1 st Formula	2nd Foemula

°C	°F		
15	59	27	24
20	68	17	19
25	77	10	15

Maturation ponds

٣-٥ بحيرات إتمام الأكسدة

- تستعمل برك الإنضاج لإزالة العوامل الممرضة كبعض أنواع الجراثيم والعفن fungi والحيوانات وحيدة الخلية protozoa والفيروسات . وكذلك لاهد من استخدامها عند استعمال السيب الخارج من البحيرات فى الرى .
وعندما تكون كل البرك متساوية فى الحجم ومدد المكث وهذا يحدث فى أغلب الحالات فإنه يتم تصميم برك الإنضاج باستخدام المعادلة الآتية :

$$\frac{1}{\text{ثابت التلاشي } k \times \text{مدة المكث} + 1} = \frac{\text{العدد الجرثومي بعد مدة المكث باليوم}}{\text{العدد الجرثومي في التصرفات الداخلة}}$$

$$\frac{N_I}{N_E} = \frac{1}{(kR + 1)^n}$$

حيث :

N_I : العدد الجرثومي في التصرفات الداخلة .

N_E : العدد الجرثومي في التصرفات الخارجة بعد مدة المكث باليوم .

k : ثابت تلاشي أو فناء الكائنات في اليوم .

R : مدة المكث باليوم .

n : عدد البحيرات على التوالي .

كيفية إختيار قيم العوامل التصميمية لبرك الإنضاج :

N_I : يقدر العدد الأكثر احتمالاً لمجموعة القولونيات البرازية التي يعتمد أساساً

عليها في تصميم برك الإنضاج في التصرفات الداخلة بمقدار 42×10^6

بكتيريا قولونية (E - coli) لكل ١٠٠ ملليمتر وبينما تكون إزالة

القولونيات في البرك اللاهوائية لا تذكر ، وتكون الإزالة في البرك الإختبارية

٩٩٪ ، ويكون البخر ١٠٪ من حجم المياه في البركة الإختبارية فيبقى ٩٠٪

، وبهذا تكون القولونيات الداخلة للبركة الأولى من برك الإنضاج طبقاً للتأني :

$$42 \times 10^6 \times \frac{(99-1)}{9} = 47 \times 10^6 \text{ بكتيريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر}$$

يؤخذ N_I يساوي 47×10^6 بكتيريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

NE : تؤخذ أقل من 2×10^3 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .

وتتوقف على دراسة إعادة استخدام السيب الخارج من البرك .

k' : عندما تكون مجموعة القولونيات البرازية هي أساس التصميم فيؤخذ ثابت

التلاشي $= -r_2$ وهذا المعامل يعتمد على درجة الحرارة وهذه القيمة تؤخذ عند

تصميم البرك عند $20^\circ - T$ وعند تغيير درجة الحرارة تطبق المعادلة الآتية :

$$\text{معامل درجة الحرارة } (T - 20) = \frac{\text{ثابت التلاشي عند درجة حرارة } T^\circ}{\text{ثابت التلاشي عند درجة حرارة } 20^\circ \text{ م.}}$$

$$\frac{K'_T}{K'_{20}} = \theta (T - 20)$$

وتؤخذ $\theta = 1.07$.

R : مدة المكث باليوم وتؤخذ ما بين ثلاثة وعشرة أيام وفي حالة وجود بركة واحدة

فلا تقل مدة المكث عن خمسة أيام .

وبعد إختيار قيم العوامل التصميمية السابقة يتم فرض قيم لعدد البرك على

التوالى ويتم إختيار عدد البرك التى تحقق العدد الجرثومى فى التصريفات الخارجة

بعد مدة المكث بأقل من 2×10^3 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .

وبحسب حجم البركة بضرب مدة المكث فى التصريف ويتم تكرار عدد البرك على

التوالى حسب عدد البرك المختار .

ملحوظة:

- ١ - يؤخذ عمق المياء للبرك الإنضاج يساوى واحد متراً .
- ٢ - عند الأخذ فى الاعتبار أن العدد الجرثومى المحتمل فى التصرفات الداخلة

$$= 47 \times 10^6$$
 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .
 وكذلك العدد الجرثومى فى التصرفات الخارجة

$$> 2 \times 10^2$$
 بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر
 يتم اختيار مدة المكث (R) وعدد البرك (n) طبقاً للمجدول التالى :

عدد البرك (n)	١	٢	٣	٤	٥
مدة المكث (R) (اليوم)	١١٧٥	٢٣٧٧	٦١٥	٢٩٨	١٩٦

١-٢ المصافي الميكانيكية

الغرض من المصافي الميكانيكية هو تخلص المخلفات السائلة من الشوائب العالقة أو الموجودة بها والتي يتم تنظيفها بصفة مستمرة عن طريق إمرار المخلفات السائلة خلال قضبان ذات مسافات بينية محددة طبقاً للتصميم الهيدروليكي لقنوات المصافي حيث تقوم هذه القضبان (الشبك) بحجز هذه الشوائب أمامها ويتم رفعها إلى خارج مجرى المصافي بواسطة منظومة ميكانيكية .

وتتكون المصافي الميكانيكية من إطار يتم تثبيته داخل قناة التصفية يحتوى على قضبان حاجزة ويركب أعلى القضبان نظام ميكانيكى لتشغيل مشط تنظيف يقوم برفع الشوائب التي يتم حجزها أمام القضبان الحاجزة بصفة دورية طبقاً لطريقة عمل المصافي سواء كانت على فترات زمنية باستخدام مؤقت زمنى أو عن طريق التحكم فى المناسيب أمام وخلف المصافي .

١-١-٢ أسس التصميم

هناك عوامل أساسية يجب مراعاتها قبل إختيار نوع وتصميم المصافي الميكانيكية وهي:

- تحديد عمق مجرى التصفية وعرضها وأقصى منسوب للمياه داخل المجرى .
- تحديد كميات التصرف الواردة للمصافي (تصرفات الذروة)
- تحديد مناسيب التشغيل والابقاف للمصافي
- ويحدد نوع المصافي المستخدمة (تبعاً لوضع القضبان) وطبقاً لعمق مجرى التصفية .

٢-١-٢ أنواع المصافي الميكانيكية

- تنقسم المصافي الميكانيكية المستخدمة فى محطات المعالجة إلى نوعين رئيسيين وهما :
- ١ - المصافي الرأسية القضبان Vertical - bar Screens وتستخدم فى قنوات التصفية العميقة .
 - ٢ - المصافي المقوسة القضبان Curved - bar Screens وتستخدم فى قنوات التصفية قليلة ومتوسطة العمق .
- ويتفرع كلا من النوعين السابقين إلى عدة أنواع تبعاً لنظام حركة مجموعة التنظيف .

٢-١-٢ التصميم الميكانيكى والكهربائى للمصافى

١-٣-١-٢ يجب توافر أنشروط الآتية عند تصميم المصافى الميكانيكية :

- جميع الأجزاء المتحركة تكون فوق أقصى مستوى للمياه فى قناة التصفية فى حدود من ٣٠ - ٥٠ سنتيمترا ماعدا المصافى الرأسية العميقة ذات الأمشاط المستمرة الحركة والتي تستخدم عند مدخل محطات الرفع .
- يعمل مشط التنظيف للمصفاة Screen Rake تحت تأثير دفع هيدروليكي أو قوة زنبركية لضمان ثبات المشط داخل القضبان أثناء العمل .
- تكون قضبان المصفاة ذات مسافات بينية ثابتة (تحدد طبقا للتصميم الهيدروليكي) ويتم إحكام المسافات بينها داخل إطار لتسهيل الفك والتركيب لهذه القضبان كجزء واحد .
- يجب أن تكون القدرة المقننة لوحدة الإدارة لمجموعة التنظيف أكبر من القدرة اللازمة لإدارة المجموعة (المحسوبة) بما لا يقل عن ٥٠ ٪
- لا تقل درجة التفعيل لمجموعة الحركة عن IP 65 (مضاد للعوامل الجوية)
- تزود المصافى بوسائل الحماية اللازمة للتشغيل الآمن ويشمل ذلك .
- * جهاز تحديد العزم Torque Limiting يعمل فى حالة التحميل الزائد للمشط .
- * فصل الحركة أوتوماتيكيا عن وحدة الإدارة فى حالة وجود إعاقة لمجموعة التنظيف وذلك عن طريق عاكس لاتجاه التحرك .
- يجب ألا تزيد السرعة الخطية لمشط التنظيف عن ٥.٠ م / ث .

٢-٣-١-٢ يجب تحقيق المتطلبات التالية عند تصنيع المهمات الخاصة بالمصافى الميكانيكية.

- إمكانية ضبط الوضع لمشط التنظيف فى الاتجاهين الأفقى والرأسى .
- مروانة لمحة (Profile) أسنان المشط لقطاع قضبان المصفاة لضمان التطبيع أثناء العمل .
- يتم التنظيف الأتوماتيكى للمشط عند نهاية مشوار التنظيف باستخدام ماسحة (Wiper) .

- وجود منزلق Chute لتلقى المخلفات المتساقطة من المشط وإنزالها الى حوض التجميع أو السير الناقل .
- يتم نقل حركة وحدة الادارة إلى مشط التنظيف عن طريق إتصال متداخل (Link) باستخدام جنزير أو بنوز ولا يسمح بالحبال المعدنية .
- تكون أسنان مشط التنظيف بما يسمح بتغلغلها داخل القضبان لضمان رفع الشوائب المتجمعة في كل مشوار للتنظيف (لا يقل طول السنة عن ٥٠ مم)
- يزود مشط التنظيف بحركة محورية تمكنه من تجاوز أى تراكم للمخلفات وبما يسمح بدفع الكميات الغير عادية من الشوائب على مراحل .

٢-٣-١-٢ الحامات التى تصنع منها مكونات المصافى الميكانيكية :

- ١ - مشط التنظيف والمسنتات Sprockets والجنزير والدليل وجميع المسامير والصواميل والقضبان والماسحة والمنزلق تكون من الصلب الغير قابل للصدأ Stain less steel ويحدد درجته طبقاً لنوعية المخلفات السائلة والتحليل الكيميائى لها .
- ٢ - الأغشية الخاصة بالأجزاء المتحركة تكون من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ ذات سمك لا يقل عن ٤ مم .
- ٣ - الاطار الخارجى للمصافى وأذرع التوصيل والهيكل الخاص بها تكون من قطاعات الصلب المجلفن أو المعالج بالدهانات السطحية المناسبة والتى يحددها المصمم .
- ٤ - فى حالة استخدام السيور الناقلة فان الحامات المصنعة منها تخضع لنفس الشروط .

٢-٢- مهمات أحواض التخلص من الرمال

٢-٢-١- الغرض من مهمات أحواض التخلص من الرمال :-

هو كسح وتجميع ورفع الرمال المترسبة فى قاع قنوات الراسب الرملى حيث يتم التخلص من هذه الرمال بعد القيام بغسلها وتصفيتها من المياه المسحوبة معها .
ويتم تجميع الرمال عن طريق نظام ميكانيكى يختلف باختلاف تصميم الأحواض حيث يوجد نوعين رئيسيين :-

أ) الأحواض الدائرية وتتكون النظام الميكانيكى فيها من قلاب لاحتاد حركة دوامية بهذه الأحواض تعمل على دفع الرمال إلى قاع الحوض حيث يتم سحبها والتخلص منها .

ب) الأحواض الطولية وتتكون النظام الميكانيكى فيها من كوبرى متحرك يحمل زحافة سفلية لكسح الرمال المترسبة بالقاع فى إتجاه بئر التجمع ومنه يتم سحب الرمال بواسطة طلمبات رمال أو عن طريق نظام محابس تمهيداً للتخلص منها .
وفى كلا النظامين قد يستخدم الهواء المضغوط المتولد عن طريق ضواغط هوا . وذلك للتحكم فى سرعة المياه داخل الأحواض بأحداث الحركة اللولبية لتخليص الرمال من المواد العضوية العالقة بها (الشحوم والزيوت) .

٢-٢-٢- أصص التصميم

العوامل التى يجب مراعاتها عند تصميم مهمات أحواض التخلص من الرمال هى :

- تحديد عمق قنوات الرمال وعرضها وأقصى منسوب للمياه بداخلها .
- تحديد التصرفات الواردة لقنوات فصل الرمال (تصرفات الذروه) .
- تحديد كميات الرمال المتوقعة وذلك لأمكانية حساب سعة وأبعاد ووسيلة سحب الرمال من القاع سواء أكانت عن طريق نظام مواسير ومحابس أو بواسطة طلمبات رفع .

- تحديد نوع أحواض فصل الرمال (دائرية أو طولية المقطع) .

٢-٢-٢- شروط التصميم:-

يتم مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض فصل الرمال
- يصمم كوبرى الزحافة على حمل فى حدود ٥٠٠ كجم/م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل (الأحمال الناتجة عن المعدات المركبة على الكوبرى) .

- تدار عربتى الجر للكوبرى (فى حالة الأحواض الطولية) بواسطة محركات كهربية مستقلة لكل عربة بينها إتصال كهربى للعمل والوقوف معاً أو بمحرك واحد يتصل بكل من العربتين عن طريق قضيب إلتواء torsion bar لنقل الحركة لكلا العربتين

- الكاسحات السفلية يمكن ضبطها ذاتياً طبقاً لميل قاع القنوات وتعمل هذه الكاسحات بحيث يمكن تجميع الرمال بكفاءة من كل مساحة أرضية الحوض ودفعها إلى بئر التجمع فى نهاية الحوض فى حالة الأحواض الطولية وإلى مركز الحوض فى حالة الأحواض الدائرية .

- الحركة الفعالة للزحافة تكون خلال مشوار التحرك الأمامى للعربة فى اتجاه بئر التجميع (فى حالة الأحواض الطولية) وترفع الزحافة أتوماتيكاً عن قاع القنوات فى مشوار الرجوع .

- تزود قنوات فصل الرمال بهدارات قابلة للضغط وحاجز للخبث والزيوت الطافية.

- تزود الزحافة بلوحة تحكم من النوع المقاوم للعوامل الجوية الذى يركب خارج المبنى out door مزودة بالحمايات اللازمة ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .

- يكون تشغيل الزحافات أتوماتيكياً عن طريق مؤقت زمنى يحدد وقت ومدته التشغيل (١٠-١٥ دقيقة) على مدى اليوم وعلى أن يزود الكوبرى فى حالة الأحواض الطولية بعاكس لاتجاه السير عند وصوله إلى نهاية مشوار الكسح .

- وبالإضافة إلى ذلك فإن التشغيل يمكن أن يتم يدوياً وبحيث تنف الزحافة ذاتياً بعد إنتهاء دورة تشغيل كاملة (ذهاب وعودة) .
- تزويد الزحافة بالتيار الكهربى عن طريق معلق مرن محمول على ركائز على طول جانب الكوبرى أو عن طريق بكرة كابل تدار كهربياً ترتبط حركتها مع حركة الكوبرى (لا يسمح باستخدام الزنبرك) .
- يجب أن يرتبط تشغيل ظلمبات رفع الرمال (فى حالة إستخدامها) بحركة كوبرى الزحافة حيث تعمل الظلمبات أوتوماتيكياً عند وصول الزحافة إلى ثلثى مشوار الكسح .
- يجب أن تشمل مهمات فصل الرمال على وسيلة فعالة لغسيل الرمال المجمعة (washing) بعد رفعها من الأحواض وكذلك وسيلة للتخلص من المياه الموجودة معها (أنظر الملحق) .
- فى حالة إستخدام الهواء المضغوط فى قنوات فصل الرمال المهواة aerated grit chambers فإن كمية وضغط الهواء المطلوب من ضواغط الهواء يجب تحديده بمعرفة المصمم الهيدرولىكى . ويفضل أن تكون مواسير دخول الهواء للأحواض ذات إتصال مفصلى بالخط الرئيسى القادم من الضواغط لامكان رفعها من القنوات لإجراء الصيانه وإعادتها للعمل دون الإخلال بعمل هذه القنوات .
- ٢-٢-٤- متطلبات التصنيع**
- تراعى المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات قنوات فصل الرمال
- يزود كوبرى الزحافة فى الأحواض الطولية بعدد ٢ عربة transition trolleys لكل منها أربعة عجلات إثنين منها متصلة بحركة وحدة الإدارة والإثنين الآخرين تابعة لها ، وتغلف هذه العجلات بمادة مقاومة للاحتكاك .
- يجب ألا يقل عرض ممشى كوبرى الزحافة عن ٧٥٠ مم .

- يزود الكوبرى بدرازين على الجانبين من قطاعات الصلب المجلفن أو الألومنيوم بارتفاع لا يقل عن ١ متر ويتم الربط بين القطاعات بنهايات تجميع stanchions ولا يسمح باللحام ويتم تثبيت الدرازين بجسم الكوبرى عن طريق مسامير الربط
- يزود كوبرى الزحافة بعجلات دليل Guide Wheels على جانبي القنوات لمنع الإنزلاق فى أى من الإتجاهين فى المستوى الأفقى .
- تزويد أسلحة الزحافة السفلية بشرائح تأكل من الكاوتش القابل للاستبدال عند البهري أو التآكل بسبك لا يقل عن ٨ مم وتثبت على حافة سلاح الزحافة بواسطة خوصة صلب قابلة لللفك ويجب الأخذ فى الاعتبار إمكانية إعادة ضبط الشرائح لمجابهة التآكل .
- يزود كوبرى الزحافة بكاسحة علوية لكشط الشحوم الطافية مركبة على جانب المحوض تكون مزودة أيضاً بشرائح كاوتشية .
- تزويد الكبارى بمنع إنزلاق للقدم على جانبي المش بارتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم .

٢-٥ الخامات التى تصنع منها مهمات أحواض فصل الرمال .

- الهيكل المعدنى لكوبرى الزحافة وأذرع التعليق من الصلب الكربونى ومعالج ضد العوامل الجوية أو بإستخدام الجلفنة على الساخن .
- الكاسحات السفلية والعلوية تصنع من ألواح الصلب المجلفن بسبك لا يقل عن ٤ مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن ٢٥٠ ميكرون .
- هذارات الخرج وحاجز الخبث من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ تحدد درجته حسب التحليل الكيماوى للمخلفات السائلة .
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتثبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ يحدد درجته ونوعه طبقاً لظروف التشغيل .

الغرض من مهمات أحواض الترسيب هو كسح وتجميع وسحب المواد الصلبة التي يتم ترسيبها وتجميعها في قاع الأحواض ويتم تجميع هذه الرواسب بواسطة كاسحات سفلية معلقة تقوم بكسح مسطح قاع حوض الترسيب سواء عن طريق الحركة الدائرية في أحواض الترسيب المستديرة الشكل أو عن طريق الحركة الطولية في أحواض الترسيب المستطيلة الشكل ويتم سحب الرواسب المتجمعة (الحمأة) بواسطة مواسير مثبتة في قاع الحوض تنتهي الى محابس للتحكم في كمية الحمأة المستخرجة .

كما أن أحواض الترسيب ينتج عنها تعويم المواد الزئبية والشحوم الموجودة في المخلفات السائلة حيث يتم كسحها بواسطة الكاشطات العلوية التي تقوم بتجميع هذه المواد العائمة (الخبث الطافي) في قمع تجميع ينتهي الى ماسورة تصب في بشر الرواسب .

وتتكون مهمات أحواض الترسيب أساسا من كوبري ثابت أو متحرك يحمل زحافات مثبت بها كاسحات سفلية وعلوية حيث تتم إدارة الزحافات مركزيا Central drive في حالة الكوبري الثابت أو بإدارة طرفيه Peripheral drive† للكوبري المتحرك بالنسبة للأحواض المستديرة أو تتم حركة الكوبري طوليا بالنسبة للأحواض المستطيلة .

كما تستخدم الزحافات الدائمة الحركة Flight type والتي تثبت على جنزير متحرك عن طريق وحدة إدارة مثبتة بنهاية وبداية حوض الترسيب بالنسبة للأحواض المستطيلة .

كما تشتمل مهمات أحواض الترسيب على هدارات لضبط منسوب خروج المياه من الأحواض بالإضافة الى محابس الدخول ومحابس سحب الحمأة ووسائل التحكم والحماية لتشغيل الزحافات والمحابس .

٢-٣-١ أسس التصميم

٢-٣-١-١ العوامل التي يجب مراعاتها عند التصميم هي:

- تحديد قطر الأحواض (في حالة الأحواض المستديرة) أو أبعادها (في حالة الاحواض المستطيلة) وكذلك عمق الاحواض والارتفاع الاقصى للمياه داخل الاحواض وميول الارضية لها .
- تحديد كميات التصرف الواردة للأحواض

- تحديد مناسب خروج المياه من الاحواض
- تحديد كميات الحمأة الناتجة وأسلوب سحبها . (متقطع أو مستمر)

٢-٣-٢- أنواع أحواض الترسيب

تنقسم أحواض الترسيب الى نوعين :

- أحواض مستديرة

وهذه بدورها تنقسم الى أحواض ذات كوبرى ثابت أو كوبرى متحرك

- أحواض مستطيلة

وتكون ذات زحافات معلقة على كوبرى متحرك أو زحافات طائفة (Flight)

مثبتة على جنزير يتم ادارته عن طريق مجموعة حركة مثبتة على الاحواض

٢-٣-٣- شروط التصميم

- يجب ألا يقل الحمل الحى Live Load لكوبرى الزحافة عن ٢٥٠ كجم/م^٢ .
- يجب أن يكون تصميم الكاسحات السفلية بحيث يمكن كسح الحمأة المترسبة فى كامل قاع الحوض فى كل دورة من دورات الزحافة فى إتجاه حيز التجميع .
- يجب أن يكون تثبيت أذرع تعليق الزحافة عن طريق مفصلات تسمح بأرجحة حرة لهذه الأذرع لموائمة حركتها مع الكاسحات السفلية على قاع الحوض وذلك لتعويض عدم الانتظام الذى قد يوجد فى أرضية الحوض .
- يجب أن يكون صندوق (قمع) تجميع الخبث الطافى ذو حركة أتوماتيكية مع الكاسحة العلوية تسمح بخروج كمية مناسبة من المياه مع الخبث لعمل غسيل للقمع وماسورة الخروج Down Flushing
- يجب أن تكون مجموعة الحركة للزحافة من النوع المقاوم للعوامل الجوية ذات درجة تقفيل IP65

- تكون السرعة الخطية لعربة جر كوبرى الزحافة (فى حالة الكبارى المتحركة) فى حدود من ٣ ر. الى ٥ ر. متر / ثانية .
- يجب ألا يقل عرض ممشى كوبرى الزحافة عن ٦٠٠ مم .
- يجب ألا يقل إرتفاع سلاح الكاسحة السفلية أو العلوية عن ٣٠٠ مم .
- تكون هدارات الخروج قابلة للضبط فى الاتجاه الرأسى فى حدود + ٥٠ مم وتصنع على شكل حرف V (أسنان المنشار)
- يجب تزويد الكبارى والزحافات بلوحة تحكم تحتوى على وسائل الحماية اللازمة ضد زيادة الحمل وذات درجة تقفيل IP65 مقاوم للعوامل الجوية .

٢-٣-٤- متطلبات التصنيع

- تراعى المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات أحواض الترسيب :
 - تحمل الكاسحات السفلية على مجموعة عجلات دوارة مصنعة من النيوبرين أو البولى إيثيلين تعمل على محور من الصلب الغير قابل للصدا وبحيث تكون الكاسحة محملة أمام العجلات .
 - ويتم تثبيت هذه العجلات بأذرع الزحافة عن طريق مسامير الرباط . وفى بعض الحالات يمكن أن تثبت الكاسحات بأذرع التعليق مباشرة (عن طريق مسامير الرباط أيضا) وبحيث تعمل الكاسحات تحت وزنها .
 - تزود الكاسحات السفلية بمساحة من المطاط الطبيعى او الصناعى عالى المقاومة للاحماض بسمك لا يقل عن ٨ مم تثبت على حافة سلاح الكاسحة بمسامير الرباط مع وجود شريحة صلب للتثبيت .
 - تزود الاحواض بمجموعات فرش دوارة تعلق من كوبرى الزحافة - لتنظيف هدارات الخروج وقناة المخرج وتدار هذه الفرش كهربيا وتصنع من مادة ذات مقاومة عالية للتآكل .
 - تزود كبارى الزحافات بدرابزينات على طول الكوبرى بارتفاع لا يقل عن ١ متر فوق منسوب المشى

- يزود كوبرى الزحافات بمنع إنزلاق للقدم على جانبي المشى بارتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم .
- يستخدم فى تثبيت الدرازين بالهيكل الرئيسى لكوبرى الزحافة مسامير الرباط ولا يسمح باللحام .
- تكون هدارات الخروج حاكمة تماما ضد تسرب المياه بينها وبين جذران الخوض عن طريق استخدام شرائح مطاطية تثبت بينها وبين الجدران بسلك لا يقل عن ٤ مم .
- تزود أحواض الترسيب الابتدائى بحائل خبث Scum Board يثبت على بعد حوالى ٥٠٠ مم من حافة الخوض ولا يقل إرتفاع الحائل عن ٣٠٠ مم ويكون قابلا لضبط منسوبه فى الاتجاه الرأسى فى حدود + ٧٥ مم .
- فى حالة أحواض الترسيب المستديرة يتم تثبيت كوبرى الزحافة (من النوع المتحرك) محوريا عند مركز الخوض بواسطة كرسى ارتكاز محورى له القدرة على إمتصاص الصدمات الناتجة عن عدم إنتظام المنسوب الأفقى لمسار عربة الحركة للكوبرى على حافة الخوض وكذلك الإلتحاء الذى يحدث فى هيكل الكوبرى نفسه فى حدود ١٫٥ درجة .
- يجب أن يكون كرسى الارتكاز المحورى لكوبرى الزحافة (فى حالة الكوبرى المتحرك) مغلق تماما ومضاد لنفاذ الأتربة والشوائب ودخول المياه .
- يتم تغذية مجموعة الحركة لكوبرى الزحافة بالتيار الكهربى عن طريق حلقات إنزلاق من النوع المغلق تماما تحمل على المحور المركزى للكوبرى فى حالة الأحواض المستديرة وعن طريق بكره كابل محملة على الكوبرى ومزودة بمحرك إدارة مرتبط بحركة الكوبرى لغرد ولم الكابل الكهربى مع حركة الكوبرى ذهابا وعودة فى حالة الأحواض المستطيلة .
- تكون مجموعة محابس سحب الحمأة من الأحواض مكونة من محبس سكينه ومحبس تلسكوبى هيدروستاتيكى ومحبس دفع على التوالى .

- الهيكل المعدني لكويرى الزحافة وأذرع التعليق والدرازينات والمشايات تصنع من الصلب العالى الجودة والمعالج ضد العوامل الجوية باستخدام الدهانات المناسبة طبقاً لما سيرد ذكره أو باستخدام الجلفنة على الساخن .
- الكاسحات السفلية والعلوية تصنع من الصاج المجلفن بسمك لا يقل عن ٤ مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن ٢٥٠ ميكرون .
- هذارات الخروج وحواجز الخبث تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤ مم أو الألومنيوم عالى المجرده بسمك لا يقل عن ٦ مم طبقاً لما يقرره المصمم وحسب التحليل الكيميائى للمخلفات السائلة المعالجة .
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتثبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ ويحدد طبقته ونوعه طبقاً للظروف المعرض لها أثناء التشغيل .

٢-٤-٤- مهمات أحواض التهوية السطحية (وحدات التهوية السطحية)

الفرض من وحدات التهوية السطحية Surface aerators هو مد المخلفات السائلة الموجودة بأحواض التهوية بالأكسجين المطلوب طبقاً للكميات المحددة بالحسابات التصميمية لهذه الأحواض ، وذلك عن طريق خلط الهواء الجوى الملامس للسطح بهذه السوائل بواسطة إحداث حركة دورانية على سطح السائل تقوم بسحب الهواء الجوى إلى داخل السائل وفى نفس الوقت تعمل مروحة وحدات التهوية (الترينية) كمضخة لنشر السائل فى منسوب أعلى من مستوى السطح العلوى حيث يحدث تلامس بين جزيئات السائل والهواء الجوى المحيط به مما يؤدي إلى إمتصاص الأكسجين ويتم التحكم فى كمية الأكسجين المضاف عن طريق تغيير منسوب الغمر لهذه الترينات .

٢-٤-٤-١- مهمات التهوية السطحية

وتتكون أساساً من وحدات تهوية سطحية ذات مروحة impeller مفتوحة (ترينة) تقوم بأحداث التقليب والضغط للمخلفات السائلة عن طريق الحركة الدورانية التى تأخذها عن محركات كهربية متصلة بها بواسطة مخفضات سرعة للوصول إلى السرعة المقننة لها . وتشمل هذه المهمات كذلك هدايات التحكم فى منسوب السائل داخل الأحواض والتى يتم تشغيلها يدوياً أو أوتوماتيكياً وذلك لخفض أو رفع مستوى سطح السائل وبالتالى منسوب الغمر لترينات وحدات التهوية .

٢-٤-٤-٢- العوامل التى يجب مراعاتها عند التصميم هى :-

- تصرف المخلفات السائلة .
- الحمل العضى .
- كمية الهواء (الأكسجين) المطلوب إضافتها طبقاً لنوع المعالجة المطلوب .
- عدد وحدات التهوية السطحية بكل حوض .
- أبعاد أحواض التهوية .

- يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض التهوية السطحية .
- يجب أن تعطى التهوية خلط جيد وتقليب تام لمحتويات الحوض وتوزيع كامل للهواء المحمل بالأكسجين خلال محتويات الحوض من المخلفات السائلة وذلك عن طريق الآتى :-
 - العلاقة بين قطر تربية (مروحة) وحدة التهوية وعرض حوض التهوية وتكون النسبة بينها فى حدود من ٥-٧ .
 - لا تقل القدرة النوعية Specific power عن ٤٠ وات لكل متر مكعب من حجم المخلفات السائلة الموجودة بالحوض .
 - أن تكون التربينات من النوع منخفض السرعة (لا تزيد عن ١٠٠٠/د) .
 - السرعة الدوامية للمياه عند أى نقطة فى الحوض يجب ألا تقل عن ٣٠ متر / ثانية.
 - تتكون التربينات من مروحة على شكل مخروط مقلوب له أسلحة Blades موجهة قطرياً من حديه Bass مركزية وتمتد خارجياً عبر المخروط حتى الحافة ويمكن أن تشكل المروحة على هيئة أنابيب تعمل على ضخ المياه من داخل إلى خارج التربينات .
 - يجب أن تكون التربينات (مجموعة العضو الدوار بالكامل) متزنة إستاتيكياً وديناميكياً لضمان التشغيل السلس وعدم إهلاك كراس الارتكاز لوحدة التهوية .

٢-٤-٤ متطلبات التصنيع

- يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصنيع وحدات التهوية .
- تزويد وحدات التهوية بوسائل ضبط المستوى لإمكانية عمل ضبط منسوب Leveling للوحدة .
 - يرتبط العضو الدوار (المروحة) بعناصر الإدارة عن طريق وصلة إتصال (كوبلنج) بالفلنشات ويثبت بعدد كاف من المسامير طبقاً لحسابات العزم للمجموعة .
 - يكون عناصر الإدارة ذو قطاع مناسب لنقل القدرة المطلوبة بدون إحتمال حدوث الموجات أو إهتزاز أثناء التشغيل .

- وحدات تخفيض السرعة (صناديق التروس) تكون من النوع ذات التروس اللولبية Heli cal gears المصممة للتحميل الرأسى.

- تعمل تروس وحدة تخفيض السرعة داخل حمام زيتى وتستند على محاور مصممة Stub shafts مرتكزة على نقاط إرتكاز (كراس محور) رولمانات بلى وبلح .

- كراس الدنع تكون ذات سعة كبيرة لتحمل وزن التريئة بالإضافة إلى أى حمل هيدروليكي ناتج عن التشغيل ويستعمل فى ذلك الكراس ذات النوع المركب (journal / thrust) أو رولمانات بلى البلح المسلوب Taper roller

- تكون وحدة صندوق التروس مقاومة ضد العوامل الجوية ويكون لها مجلس لمنسوب الزيت وطبة لسحب (تفريغ) وأنبوب تنفيث ومبين منسوب زجاجى .

- جميع التروس والكراس البلى تصمم لعمر إفتراضى لا يقل عن ١٠٠٠٠٠ ساعة وصالحة للتشغيل المستمر ٢٤ ساعة تحت الظروف الجوية القارية Tropical conditions يؤخذ معامل الخدمة Service Factor لصندوق التروس بما لا يقل عن ضعف قدرة المحرك .

- تدار وحدات التهوية بمحرك كهربي عالى العزم مغلق تماماً يبرد بالمروحة TEFC ومقاوم للعوامل الجوية IP55 .

- يجب أن تزيد قدرة المحرك بمقدار ٣٠٪ على الأقل من أقصى قدرة ممتصة على عامود التريئة عند الغمر الكامل لها .

- تصمم أبعاد هدارات الخروج بحيث تسمح بمرور أقصى تصرف ويحيث يمكن عن طريقها التحكم فى مناسب سطح المياه داخل الحوض .

- تدار الهدارات كهريباً (مع إمكانية التشغيل اليدوى) وتزود بمبين وضع position indicator وقد يعمل الهدار أتماتيكيأ عن طريق التحكم فى المنسوب طبقاً للإشارة الواردة من أقطاب قياس الأكسجين المذاب فى نهاية الخروج للأحواض .

- لوحات التحكم والخاصة بتشغيل وحدات التهوية تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية ومزودة بوسائل الحماية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .
- تزود وحدات التهوية بأزرار وقف طوارئ Emergency stop من النوع ذو المزلاج Latch-off تتركب على الأحواض .

٢-٤-٥- خدمات التصنيع لمهمات التهوية السطحية على النحو التالي :

- جميع الأجزاء الصلب المستخدمة فى مهمات التهوية السطحية تكون معالجة خصيصاً ومدهونة بمادة مقاومة للتآكل ومضادة لتأثير المخلفات السائلة الخام المخمره جزئياً Partially Septic .
- عامود الإدارة للتربة يصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوعية مناسبة للتعامل مع السوائل الخام طبقاً للتحليل الكيميائى لها .
- تصنع التروس والمحاور الخاصة بصندوق التروس من صلب عالى الشد High tensile steel المقسى Case hardened
- يكون جسم صندوق التروس من الحديد الزهر .
- تصنع هدايات الخروج للأحواض من الصلب غير القابل للصدأ وتحدد درجته طبقاً للتحاليل الكيميائية .
- جميع المسامير والصواميل المستخدمة تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو يسمح باستخدام المسامير المعالجة فى الأجزاء غير المغمورة بالمياه .

٢-٥-٥- مهمات أحواض تركيز الحمأة Sludge Thickner Equipment

٢-٥-١- الغرض من مهمات تركيز الحمأة :-

فصل المياه المحصورة داخل المواد الصلبة (الحمأة) وذلك لمساعدتها على الترسيب رأسياً مع كسح وتجميع الحمأة المركزة المترسبة بقاع الأحواض حيث يتم

- لوحات التحكم والخاصة بتشغيل وحدات التهوية تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية ومزودة بوسائل الحماية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .
- تزود وحدات التهوية بأزرار وقف طوارئ Emergency stop من النوع ذو المزلاج Latch-off تتركب على الأحواض .

٢-٤-٥- خدمات التصنيع لمهمات التهوية السطحية على النحو التالي :

- جميع الأجزاء الصلب المستخدمة فى مهمات التهوية السطحية تكون معالجة خصيصاً ومدهونة بمادة مقاومة للتآكل ومضادة لتأثير المخلفات السائلة الخام المخمره جزئياً Partially Septic .
- عامود الإدارة للتربة يصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوعية مناسبة للتعامل مع السوائل الخام طبقاً للتحليل الكيميائى لها .
- تصنع التروس والمحاور الخاصة بصندوق التروس من صلب عالى الشد High tensile steel المقسى Case hardened
- يكون جسم صندوق التروس من الحديد الزهر .
- تصنع هدايات الخروج للأحواض من الصلب غير القابل للصدأ وتحدد درجته طبقاً للتحاليل الكيميائية .
- جميع المسامير والصواميل المستخدمة تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو يسمح باستخدام المسامير المعالجة فى الأجزاء غير المغمورة بالمياه .

٢-٥-٥- مهمات أحواض تركيز الحمأة Sludge Thickner Equipment

٢-٥-١- الغرض من مهمات تركيز الحمأة :-

فصل المياه المحصورة داخل المواد الصلبة (الحمأة) وذلك لمساعدتها على الترسيب رأسياً مع كسح وتجميع الحمأة المركزة المترسبة بقاع الأحواض حيث يتم

سحبها عن طريق نظام مواسير ومحابس إلى غرفة تجميع ومنها إلى مكان معالجة الحماة ونظراً لطبيعة ونوعية الحماة المركزة الناتجة من هذه الأحواض والتي تميل إلى سرعة التجلط والالتصاق وإحداث الانسداد في المواسير الحاملة لها، فإنه يجب تقصير مساراتها ما أمكن في حالة استخدام خطوط مواسير بالإنحدار الطبيعي ويفضل اللجوء إلى إستعمال المضخات الموجبة الإزاحة Positive Displacement في رفعها إلى أماكن معالجة الحماة ويتم التحكم في المياه ودرجة تركيز الحماة المترسبة عن طريق تحديد فترات وتوقيتات السحب للحماة المركزة .

٢-٥-٢ مهمات تركيز الحماة

كوبرى ثابت حيث يصنع من الخرسانة مكوناً عنصراً من المنشأ الخرساني للحوض أو من قطاعات الصلب التي يتم إرتكازها على حواف الحوض ويحمل الكوبرى مجموعة من الأذرع الرأسية الثابتة ومجموعة أخرى متحركة متصلة بمركز الإدارة بالحوض للتقليب والكسح حيث يتم تحريكها عن طريق إدارة مركزية من وحدة إدارة مكونة من محرك كهربى ومخفض سرعة (صندوق تروس) ومحور دوران مركزى . وتشتمل مهمات تركيز الحماة على هدارات لضبط منسوب الخروج للمياه المنفصلة عن الرواسب (Supernatant) بالإضافة إلى محابس الدخول والخروج ووسائل التحكم والحماية في التشغيل .

٢-٥-٣ العوامل الواجب مراعاتها عند تصميم المهمات الميكانيكية لأحواض التركيز

- أبعاد الأحواض .
- مدة المكث .
- الحجم الفعال للحوض .

- كميات التصرفات الواردة .
- معدل المواد الصلبة على مسطح الحوض.

٢-٥-٤ شروط التصميم

- تنشأ كبرى أحواض تركيز الحمأة (فى حالة الكبرى الصلب) من قطاعات مناسبة من الصلب الكربونى بحيث تغطى كامل قطر الحوض (كوبرى كامل) ومصمم لحمل منتظم ٢٥٠ كجم/م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل لهذه الكبرى .
- مجموعة التقلب والكسح . Raking & Scraping mechanism تحمل أسفل الكوبرى بواسطة مفصلات كروية دوارة rotary ball joints
- تزود مجموعة الإدارة بحماية ضد التحميل الزائد .
- يثبت العاصود المركزى عن طريق الفلاتشات بوحدة الإدارة المركزية إلى جهاز الدوران الكروى rotary ball device للكوبرى وقد يكون على هيئة إسطوانة داخلية دوارة.
- محرك وحدة الإدارة يكون ذو قدرة تزيد ٥٠٪ عن القدرة المطلوبة لتحريك مجموعة الزحافة ويكون من النوع المغلق المضاد للعوامل الجوية .
- وحدة الإدارة للكوبرى تحمل عند مركز الكوبرى وتكون ذات صندوق تروس محكم الغلق ذو غلاف من الحديد الزهر ويدار الكوبرى بوحدة إدارة واحدة أو إثنين حسب التصميم الميكانيكى لمحور الارتكاز .
- يتم تغذية وحدة الإدارة بالتيار الكهربى عن طريق كابلات أرضية .

٢-٥-٥ متطلبات التصنيع

- عرض ممش الكوبرى لا يقل عن ٧٥٠ مم ويغطى بأغطية شبكية.
- يزود الكوبرى بدرازين مزدوج على جانبيه يتم تجميع أجزاؤه عن طريق وصلات إرتباط (لا يسمح باللحام) ويقطاعات مناسبة .

- لا يقل إرتفاع الدرابزين عن ١١٠٠ مم فوق مستوى الممشى .
- تتصل نهايات التوصيل للدرازين بهيكل الكوبرى نفسة وتثبت عن طريق مسامير الرباط ولا يسمح باللحام .
- أسلحة الزحافة السفلية (الأرضية) تزود بشرائح تأكل مطاطية قابلة للتغبير والضبط وذات سمك لا يقل عن ٨ مم وتثبت الشرائح فى حدود ٤ مم من حافة سلاح الزحافة عن طريق خوصة صلب تربط بالمسامير ولا يقبل اللحام أو الكيس .
- يركب على الكوبرى وحدة تشغيل وإيقاف (الفصل تيار التغذية) لإستخدامها فى الطوارئ، وتكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية .
- يصنع هدار الخروج على شكل مسنن V - notched ويزود بشرائح حاكمة للتسرب من المطاط بسمك لا يقل عن ٤ مم بحيث تكون المجموعة حاكمة ضد تسرب المياه بينها وبين السطح الخرساني .
- يسمح بضبط هدار الخروج رأسياً فى حدود ± 35 مم من مستوى الأصل .
- نزود الأحواض بنظام لتنظيف الهدرات وقناة المخرج تتكون من أكمام (فرش) Breeches تدار كهربياً أو مضغوطة Spring Loaded .

٢-٥-٦ خامات التصنيع

- الهيكل المعدنى للكوبرى والأذرع الدوارة والعامود المركزى تصنع من الصلب الكربونى المعالج ضد العوامل الجوية طبقاً للمواصفات القياسية المعتمدة .
- الكاسحات الأرضية وأذرع التقلب تصنع من الصلب المجلفن ولا يقل سمك الجلفنة عن ٢٥٠ ميكرون .
- هدارات الخروج تكون من ألواح الصلب غير القابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤ مم وتحدد درجة ونوع الخامة حسب التحليل الكيميائى للمخلفات الموجودة بالأحواض
- جميع المسامير والصواميل والينوز وشرائح الضبط والتثبيت تصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوع مناسب لظروف التشغيل .

٦-٢ طلمبات الاعداد الحلزونية Screw Pumps

٦-٢-١ الغرض من استخدام طلمبات الاعداد

الإستفادة من الحماة المنشطة الناتجة من أحواض الترسيب النهائى بإعادة رفعها إلى أحواض التهوية أو إلى أحواض الترسيب الإبتدائى .

ويأتى استخدام الطلمبات الحلزونية للصفات التى تمتاز بها عن الأنواع الأخرى من الطلمبات نتيجة قدراتها على تكبيف التصرفات الخارجة منها مع إختلاف منسوب المياه الموجودة ببيارة السحب .

وتتكون الطلمبات الحلزونية من :-

ملف برىمى Helical Winding ملفوف على سطح إسطوانة القلب المفرغة وتكون هذه التركيبة ما يعرف بالحلزون Screw . يتم تثبيت الحلزون من أعلى وأسفل عن طريق كراسى إرتكاز ويدار الحلزون بواسطة محرك كهبرى ووحدرة تخفيض للسرعة .

٦-٢-٢ ويجب توافر الشروط الآتية فى تصنيع هذه الطلمبات

- تكون الأسلحة المكونة للحلزون من ألواح صلب تلحم على أسطوانة مركزية مفرغة

ويتم تشكيل الحافة الخارجية لهذه الألواح لملائمة حجم وشكل القلب الأسطوانى .

- تزود نهايات الأسطوانة المركزية بألواح نهاية مانعة لتسرب الماء وبها نتومات تثبيت كراسى الإرتكاز .

- تستند النهاية العلوية للإسطوانة المركزية على كرسى إرتكاز من رولمانات البلى

من نوع Thrust and Radial ball ويكون ذو غلاف من الحديد الزهر ويجهز

الكرسى للتثبيت على قاعدة خرسانية متينة .

- تستند النهاية السفلية للإسطوانة المركزية على كرسى إرتكاز من النوع ذو الجلب

Journal bearing داخل غلاف من الحديد الزهر محمل على وصلة دورانية

Swivelling Trunion مجهزة على لوح تثبيت يركب بالخرسانة المسلحة

وبحيث يمكن تغييره دون إحداث إرتباك فى تركيب الحلزون نفسه .

- يكون الكرسي السفلى محكم ضد تسرب الماء وذو ضبط ذاتي
- Self-aligning ويتم تزييتة أوتوماتيكيا عن طريق وحدة تزييت مستقلة تركيب بجوار وحدة الإدارة للظلمية .
- تدار الظلمية الحلزونية بواسطة محرك كهربي من النوع المحفل المبرد عن طريق مروحة TEFC ذو عزل مناسب للمناطق القارية Tropical
- يتصل المحرك بوحدة تخفيض السرعة عن طريق وصلة مرنة (كويلنج) أو بواسطة سيور حرف (V) طبقاً لنوع المحرك المستخدم .
- وحدة تخفيض السرعة تتكون من صندوق تروس ذو غلاف من الحديد الزهر وتصنع التروس من الصلب المقس عالي الجودة وتكون ذات تروس متوازية التجميع وذات معامل خدمة لا يقل عن ضعف قدرة المحرك .
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربي بمقدار ٢٥٪ عن أعلى قدرة مستهلكة للظلمية.

٧-٢-١ الغرض من وحدات التهوية

إمداد المخلفات السائلة الموجودة بهذه القنوات بالأكسجين اللازم لعملية أكسدة المواد العضوية بالإضافة إلى إكسابها طاقة الحركة اللازمة لاستمرار تحركها في الاتجاهات المحددة طبقاً لتصميم هذه الأحواض وذلك لضمان إحداث سرعة كافية لا تقل عن ٣ متر / الثانية) تمنع ترسيب المواد الصلبة داخل هذه القنوات .

وتتكون من مجموعة فرش معدنية مثبتة على إسطوانة إدارة Stub Shaft ترتكز على كراس محور ومجموعة الإدارة مكونة من محرك كهربى ومخفض سرعة مناسب (عدد اللفات ٤٠-٦٠ ألفه/الدقيقة) وتركب مجموعة الإدارة وكراس المحور خلف حائط حاجز فى وضع رأسى لحمايتها من الرزاز المتناثر بفعل حركة الفرش الدوارة .

٧-٢-٢ شروط التصميم

- تشمل وحدة التهوية الدوارة على أنبوب صلب ذو قوة عزم عالية ينتهى بفلاتشات نهاية وتعمل به بنوز لإدخال خوابير لتثبيت مجموعات أسلحة فرش التقليل ولتأكد عدم وجود إزاحة أو تزلزل لهذه الأسلحة عند حركتها داخل السائل .
- تشكل فرش التقليل على شكل مجموعات نجمية من الأسلحة Blade Assembly Stars تثبت بخابور وينز واحد أو مسمار قلاووظ ولا يسمح باللحام لعدم إضعاف الأنبوب المجمع .
- تكون عرض أسلحة الفرش بما لا يقل عن ٣ بوصة وتركب على مسافات فى حدود ٦ بوصة بين مراكزها وذلك لعدم إضعاف أنبوب المجمع .

- تثبت أسلحة كل مجموعة فرش بالأسلحة المقابلة فى المجموعات الأخرى عن طريق مسامير تربط حيث يراعى وجود ثقبين بكل سلاح أحدهما للتثبيت ضمن مجموعة الفرش والآخر للربط مع أسلحة الفرش المجاورة .
- تراعى الإجهادات الناشئة عن دوران مجموعات فرش التقلب وتصمم أسلحة الفرش لمقاومة هذه الإجهادات .
- يصمم الأنبوب الرئيسى لوحدة التهوية بحيث يركب فى نهايته عامود مصمت مزود بالفلائشات كقطعة واحدة وذو دليل حركة للسماح بتغييره بسهولة فى الموقع ويتم إدخاله عن طريق الشحط دون إستخدام المسامير أو اللحام بين الفلائشات والعامود .
- تستند نهايتى الأنبوبة على كراسى محاور من النوع المنشطر ذو الوساده Split Type Pillow Block بالنسبة لطرفى وحدة الإدارة وذيل الأنبوبة .
- يثبت كرسى المحور بإحكام إلى قاعدة صلب يتم تركيبها على قاعدة خرسانية متينة وتزود بمسامير ضبط مناسب .
- كراسى المحور المستخدم يجب أن تتحمل أى عدم إستقامة فى ضبط محاور وحدة التهوية فى حدود 3-5 درجات وتكون مزودة بأسورة على الجانبين للتأكد من إزدواجية الغلق للمسمار الداخلى للمحور المثبت بعامود إدارة الوحدة وتزود كذلك بمانع المباءة فى حالة إنعدام الإستقامة .
- أجهزة تزيت كراسى المحاور تتركب فى مكان ملائم يسهل الوصول إليه لإجراء أعمال التفتيش والتزيت لها .
- تكون كراسى المحور ذات عمر تشغيل 10000 ساعة على الأقل .
- تتكون مجموعة الإدارة لوحدة التهوية من مخفض سرعة مزدوج المحاور ذو غلاف من الحديد الزهر مزود بتروس يرمية Helical Gears مصنعة من سبيكة صلب عالية التقسيم بنظام تزيت موجب ويزود صندوق التروس بحاكم تسرب للزيت وتدار الوحدة بمحرك كهربي من النوع المقلل بيرد بالمروحة TEFC أفقى المحاور ثابت السرعة خدمة مستمرة .

- يكون إنشغال طاقة الحركة من المحرك الكهربى إلى مخفض السرعة عن طريق مجموعة طارات وسبور حرف (V) مع وجود شبك حماية لعدم التلامس أثناء الدوران ويراعى أن يكون من الممكن عند الحاجة تقليل سرعة الدوران لوحدة التهوية عن طريق تغيير مقاسات الطارات المستخدمة دون الحاجة إلى إستعمال زرجينة للفك وذلك بإستخدام طارات منقسمة .
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربى بمقدار ٢٠٪ عن أقصى قدرة ممتصة بواسطة وحدة التهوية عند أقصى غمر ممكن للغرش .

٢-٧-٣ متطلبات التصنيع

- تثبت على الحوائط الخرسانية الحاجزة الرأسية ألواح لمنع الطرشة ووصول أى رذاذ ماء إلى منطقة الخدمة ومسار الدخول إلى مجموعة الإدارة وكراسى المحور .
- تزود ألواح منع الطرشة بمانع تسرب كاوتش لإحكام تثبيتها على عامود الإدارة.
- يركب على قنوات الأكسدة مابين لمنسوب غمر وحدة التهوية .
- تزود القنوات بعوارض Baffles للتحكم فى التجانس داخل القنوات .
- تزود القنوات بهدارات خروج مفصلية ذات طارة إدارة (ويمكن إدارتها بمحرك) للتحكم فى منسوب المياه ويصنع الهدار من ألواح مقواة بأعصاب ثقوية عند الضرورة ومثبت به مفصلات على اللوح السفلى للهدار كمركز للدوران Pivoting ويجب أن يكون ضبط المنسوب فى حدود ١٠ بوصة .
- يصنع إطار حول هدار الخروج لتبطين فتحة الخروج من ألواح من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك ٥٠ ر. بوصة من أسفل وبسمك ٢٥ ر. بوصة من الأجناب وتثبت فى الخرسانة مع وجود شرائح حاكمة للتسرب من مادة مطاطية .
- لوحة التشغيل لوحدة التهوية تزود بحماية ضد التحميل الزائد وقصر الدائرة .

- تصنع أسلحة فرش النقلاب من صلب ذو قوة تحمل عالية للإجهادات ومعالج ضد التآكل بفعل سوائل المجارى .
- يصنع الهدار من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ وبمسك ٤ مم على الأقل .
- تغطى وحدة التهوية بطبقتين من الايبوكسى بعد عمل المراسمة والتغطية الأولية بالبرايمر .
- وحدة الإدارة تعالج ضد العوامل الجوية عن طريق دهان الأنامل .
- عامود الإدارة وطارة التشغيل لهدار الخروج تصنع من الصلب عالى الشد .
- مسامير الربط ولنبات التركيب وشرائح التثبيت تصنع من الصلب المجلفن .
- أعمدة محاور الأنبوب والفلنشات تصنع من الحديد الزهر العرن .

٣- تصميم الأعمال الكهربائية

٣-١ المحركات الكهربائية المستخدمة في محطات المعالجة

تستخدم في محطات المعالجة محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين :

أ- محركات كهربائية إستنتاجية ذات قفص سنجابى وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٢٠٠ كيلووات ويجوز تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام نظم التحكم الذكية فى بدء التشغيل .

(Smart Motor Control Systems)

ب- محركات كهربائية إستنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدرات التى تزيد عن ٢٠٠ كيلووات.

ويجب مراعاة الشروط والمواصفات الآتية بالنسبة للمحركات الكهربائية المستخدمة :

أ- تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (class F) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لهذه الملفات بما لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class B) كما يمكن إستخدام محركات بملفات ذات درجة عزل (class H) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class F)

(Enclosure Protection)

ب - درجة تقفيل المحركات

- بالنسبة للمحركات التى تركيب فى عتابر فوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المغفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 أو IP44.

- بالنسبة للمحركات التى تركيب مباشرة فوق الطلمبة أى بإتصال مباشر (Close coupled) وتركيب بعنبر الطلمبات تحت مستوى سطح الأرض فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المحكم ضد الغرق (Flood proof) ذات درجة تقفيل IP56.

- بالنسبة للمحركات التى تركيب خارج المبنى (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP 55.

- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP 68.

ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذى يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء .

ج- يجب تزويد المحركات بشمعات تسخين داخل الملفات لمنع تكثيف بخار الماء على ملفات المحرك فى فصل الشتاء (Anti Condensation Heaters) وتعمل هذه الشمعات على ضغط تشغيل ٢٢٠ فولت.

د- عند إستخدام المحركات التى تركيب رأسياً فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلى من النوع (thrust) .

هـ- جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر إفتراضى ١٠٠ ٠٠٠ ساعة تشغيل.

و- فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush lifting device) مع وجود حلقات قصر.

- ز- فى حالة إستخدام المحركات ذات القفص السنجابى فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار والمكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس على الجودة.
- ح- يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة.

$$P = \frac{QH}{\eta_p \times 102}$$

حيث

P = القدرة المستهلكة على عامود إدارة الطلمبة (كيلو وات).

Q = معدل التصريف للطلمبة (لتر/ثانية) .

H = الرفع المانومترى الكلى للطلمبة (متر) .

η_p = الكفاءة الكلية الطلمبة عند نقطة التشغيل.

ولحساب قدرة المحرك المقتنة (Rated power) فإنه يجب الأخذ فى الاعتبار وجود

معامل خدمة (service factor) قيمته من ١٥ - ٣٠ ٪ من أقصى قدرة مستهلكة

(Max. power) على مدى التشغيل للطلمبة.

وتشمل أجهزة الفتح والغلق (المفاتيح) او ملحقاتها ومهمات التحكم والقياس والحماية والضبط وكذلك تجميع هذه الأجهزة والمهمات مع توصيلاتها والمستلزمات والمنشآت الحاوية والمثبتة لها .

وفيما يلي تعريف لهذه المعدات

أ - أجهزة التشغيل ذات السياج المعدني (Metal enclosed)

وهي أجهزة التشغيل المجمعة داخل غلاف معدني خارجي موصل بالأرض .
وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها .

ب - أجهزة التشغيل داخل المحتوى المعدني (Metal clad)

وهي أجهزة التشغيل التي يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة بحورها سياج معدني موصل بالأرض ، ويراعى وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحه :

- كل مفتاح رئيسي
- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسي كدائرة التغذية .
- المكونات الموصلة على الجانب الآخر الخارج من المفتاح الرئيسي .

ج - قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربى المار بها تحت الظروف المعتاده للدائرة الكهربائية كما أنها قادرة أيضاً على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربى لفترة محدودة تحت ظروف غير عادية للدائرة الكهربائية (قصر الدائرة) .

Indoor circuit breakers

د - قواطع التيار المركبة داخلياً

وهي القواطع التي تصمم للتركيب داخل المباني أو داخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة

Outdoor Circuit breakers

هـ - قواطع التيار المركبة خارجياً

وهي القواطع التي تصمم للتركيب في الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة .

Switches

و - المفاتيح

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيار الكهربى تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربائية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة .

Disconnector أو Isolators

ز - فواصل الدائرة

وهي أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكياً تعطى في وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربى عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربائية في حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهمل (أقل من $\frac{1}{p}$ أمبير) حيث يكون فرق الجهد عبر طرفى كل قطب غير ذى قيمة .

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقاً لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربائية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم في إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل ، ويعتبر القوس الكهربى (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسى فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربائية باستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتى الوصول بهذا التيار إلى الصفر .

وقاطع التيار المثالى هو الذى يعمل كموصل تام حتى الوصول إلى التيار صفر وعند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذى يحقق هذا الشرط فانه يراعى أن يكون القاطع أقرب مايمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس واستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض Transient recovery voltage

٣-٢-١ - معدات تشغيل الضغط العالى High Voltage Switchgear

يراعى فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالى أن تحوى على مجموعة من المقصورات أو الحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد الموجودة فى جانب التوصيل ، بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة .

تكون اللوحات ذات سبياج معدنى metal enclosed أو محتوى معدنى metal clad وعملياً فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقاً لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربائية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم فى إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل ، ويعتبر القوس الكهربى (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسى فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربائية باستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتى الوصول بهذا التيار إلى الصفر .

وقاطع التيار المثالى هو الذى يعمل كموصل تام حتى الوصول إلى التيار صفر وعند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذى يحقق هذا الشرط فانه يراعى أن يكون القاطع أقرب مايمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس واستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض Transient recovery voltage

٣-٢-١ - معدات تشغيل الضغط العالى High Voltage Switchgear

يراعى فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالى أن تحوى على مجموعة من المقصورات أو الحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد الموجودة فى جانب التوصيل ، بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة .

تكون اللوحات ذات سبياج معدنى metal enclosed أو محتوى معدنى metal clad وعملياً فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات

تبيت فى مقصورة (أو حجرة) واحدة فى حالة اللوحات ذات المحتوى المعدنى . وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الآتية :

• سحب رأسى

• سحب أفقى

• استخدام فاصل دائرة أو مفتاح بين قاطع الدائرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل .

- فى حالة قواطع الدائرة ذات المحتوى الزيتى Bulk oil c.b. تستخدم طريقة السحب الرأسى .

- فى حالة القواطع المغناطيسية الهوائية Magnetic air cb وقليلة الزيت Min. or low oil c.b. تستخدم طريقة السحب الأفقى .

- فى حالة القواطع الغازية فإنه يمكن استخدام إما السحب الرأسى أو السحب الأفقى .

- وفى حالة استعمال قواطع الدوائر من النوع المفرغ Vacuum cb تستخدم عادة القواطع من النوع الثابت مع وجود فاصل دائرة بين القاطع وقضبان التوصيل للاستفادة من ميزة قلة احتياج هذا النوع إلى الصيانة .

- يراعى توافر تجهيزات أمنة للوصول إلى قضبان التوصيل الرئيسية للوحات التوزيع وذلك لأجراء القياسات والأختبارات المطلوبة وفى حالة قواطع الدائرة القابلة للسحب فأن الوصول إلى هذه القضبان يكون من خلال الشفرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع .

للتأكد من التشغيل الآمن للوحدات الكهربائية وخاصة عندما يراد الوصول إلى قضبان التوصيل لتحديد الأعطال أو لتوصيل وجه من أوجه الدائرة أو إختيار الكابلات فإنه يلزم تزويد اللوحات برباط ميكانيكى أو قفل للتحكم فى دخول التغذية العمومية لهذه اللوحات .

المطلب الأول للرباط فى جميع أنواع اللوحات ذات القواطع القابلة للسحب هو التأكد من أن القواطع لا يمكن سحبها أو تعشيقها بينما تكون موصلة للتيار (مغلقة) ويجب تزويد اللوحات بحوائل حماية Shutters معدنية يتم عن طريقها تغطية ثغرات التوصيل إلى البارات تلقائياً عندما يتم سحب قواطع التيار من حجرة التشغيل الخاصة بها وبالمثل فإنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

٣-٢-١- أنواع قواطع الدائرة Types of circuit breakers

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالى هى :

١- قاطع التيار الزيتى Oil circuit breaker

وينقسم إلى :-

• قاطع تيار مغمور كلياً فى الزيت Bulk oil c.b.

• قاطع تيار قليل الزيت Minimum oil c.b.

ويستخدم فى هذه القواطع زيت هيدروكر بونى له لزوجة منخفضة نسبياً وخواص عزل جيدة .

وبعبء هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فإنه يترتب على ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكوناته من الأيدروجين والكربون حيث يتأين الأيدروجين حرارياً لينتج الإلكترونات والأيونات الموجبة التى لها القدرة على حمل التيار الكهربى خلال المسافة بين الملامسات محدثة قوساً كهربياً وللتحكم فى إنسياب الغازات فى منطقة الشرارة فإنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربى arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار .

ب - قاطع التيار الهوائى المغناطيسى Magnetic air circuit breaker

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالى جداً للقوس الكهربى بصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربى الأستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربى بالامتداد للإقتراب من مواد صلبة تستخلص الحرارة من القوس أو بتكسير القوس الكهربى إلى سلسلة من الأقواس ويمكن الجمع بين الطريقتين فى بعض التصميمات وتعمل الدوائر المغناطيسية على خلق مجال داخل مدى القوس لتوجيه القوس الكهربى داخل نطاق هذا المدى وفى حالة التيارات الكهربائية المنخفضة (فى حدود ١٠٠ أمبير) فإنه يلزم إضافة نفاخ هوائى متصل بفوانى أسفل الملامسات لتوجيه القوس الكهربى.

جـ - قاطع التيار التفريغى Vacuum circuit breaker

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازله مفرغ منها الهواء وتكون إحدى الملامسات مثبتة بنهاية التوصيل للقاطع والأخرى حرة الحركة فى إتجاه محورى، ويتم الحفاظ على التفريغ عن طريق حاشيات معدنية موصلة بين الملامس

المتحرك والنهائية الأخرى للتوصيل . ويعتمد أداء القاطع الشفري على ثلاث عوامل :-

- وجود تفريغ كافى داخل الجهاز .

- إختيار خامه الملامس المناسبة .

- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربى .

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠مم للجهود حتى ١١ ك . ف . وعلى ذلك تقل

القدرة اللازمة للتشغيل على مثيلتها فى الأنواع الأخرى من القواطع ويحقق هذا النوع أعلى كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدود تيار القطع المقنن وللقدره العاليه على الأحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أى صيانه خلال عمر التشغيل لها ولا يوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابله للإشتعال .

د - قاطع التيار الغازى

Sulphur hexa fluoride . SF 6 - cb

ويحتوى على غاز سادس فلوريد الكبريت الحامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالى ٣ بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدنى ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولده فى مسار القوس الكهربى مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدى إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربى وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF₂ & SF₄) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصىلى SF₆ وعلى ذلك فيمكن لهذا النوع من القواطع أن يتحمل عدد لا بأس به من مرات القطع فى حالات قصر الدائرة دون الحاجة إلى تغيير الأجزاء الفعالة به.

يبين الجدول (٢-٢) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار .

٢-٢-٣ - بناء اللوحات في الضغط العالي (H.V) Switchboard Construction

تتكون كل لوحة من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدني مبطن بالواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢ مم وتزود اللوحة بآبار من الأمام والخلف لتسهيل الصيانة كما أنها تكون مزودة بالأختباطات اللازمة لسلامة التشغيل والصيانة وتركب مهمات كل خلية بحيث تكون منفصلة ومعزولة تماماً عن الخلية المجاورة ويراعى أن تظل الأجزاء الحاملة للجهد بعيدة عن متناول الأيدي بعد سحب المفتاح من داخل الخلية .

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلقة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتي الضغط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلى بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عند التشغيل .

٣-٢-٣ - معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها واختبارها طبقاً للمواصفات القياسية IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتي يجب الأخذ بها وهي :

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة Short circuit categories

يبين الجدول (٢-٢) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار .

٢-٢-٣ - بناء اللوحات في الضغط العالي (H.V) Switchboard Construction

تتكون كل لوحة من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدني مبطن بالواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢ مم وتزود اللوحة بآبار من الأمام والخلف لتسهيل الصيانة كما أنها تكون مزودة بالأختياطات اللازمة لسلامة التشغيل والصيانة وتركب مهمات كل خلية بحيث تكون منفصلة ومعزولة تماماً عن الخلية المجاورة ويراعى أن تظل الأجزاء الحاملة للجهد بعيدة عن متناول الأيدي بعد سحب المفتاح من داخل الخلية .

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلقة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتي الضغط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلى بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عند التشغيل .

٣-٢-٣ - معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها واختبارها طبقاً للمواصفات القياسية IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتي يجب الأخذ بها وهي :

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة Short circuit categories

٢	الخواص	١ قواطع التيار الهوائى	١١ قاطع التيار الريزى	١١١ قاطع التيار التفرىقى	١١٢ قاطع التيار الغازى SF6
١	توصيل وفصل تيار حتى Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصية إطفاء، فادته للشرارة لمدة اتصال دورة ومما ينتج عنه قيمة مهمة تلاطم التيار Chopping ومن ثم دق جهد حمل Voltage - Surge .	حيث ان الزيت عازل جيد فبان إطفاء الشرارة (القوس الكهوى) يكون أكثر فعالية عن القاطع الهوائى ومما يعطى فترة شرارة أقصر ودورة أعلى لتلاطم التيار ويكون الارتفاع فى الجهد محصوراً لكن قيمته غير كافيه لاجبات تدوير للمحول .	يسمح القاطع بالفصل دون إعتبار قيمة التيار المار ويتركب إستقرار القوس الكهوى (الشرارة) عند القيم الصغيرة للتيار على خامه الملاصقات المستخدمة فى القاطع حيث أن بلازما اوسط الشرارة تتكون من بخار الغاز المصنوع منه الملاصقات .	يعتمد مسئلك تلاطم التيار على طريقة إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الريزى أو التفرىقى.
٢	توصيل وفصل التيارات السعوية Capacitance Currents	يسهل إلى إعادة الشرارة بعدد الاطفاء، وعلى ذلك فله سعة محدودة جداً فى أداء هذه الوظيفة.	يكون له قوة عزل عسر كل قطب كافيته للتأكد من قطع التيار السعوى بلا عودة للشرارة .	إستعادة قدرة العزل للفقيرة التفرىقية سريعة جداً ومما يعطى قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السعوية حتى المحمل الكامل للتيار المعقن للقاطع .	نظراً للخواص سالبة الكهوى، فبان الفجوة التوصيلية بعاد تأينها بسرعة ومما يعطى قطع بلاعودة للشرارة .
٣	المسلك الميكانيكى	الرواسعات النحاسية تتطلب تحقيق ١٠٠٠ عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة بوى للملاصقات مهمة التريت المتعظم خلال هذه الفترة يجب أخذها فى إعتبارات التصميم.	الرواسعات النحاسية تتطلب تحقيق ١٠٠٠ عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة بوى للملاصقات مهمة التريت المتعظم خلال هذه الفترة يجب أخذها فى إعتبارات التصميم.	مستطيات الطاقة تقع بين تلك الخاصة بالقاطع الريزى والخاصة بالقاطع التفرىقى ومعظم الطاقة المطلوبة تلزم لإطفاء الشرارة وتزيد هذه الطاقة بزيادة سقن القاطع وتطلب هذه القواطع الصيانة على فترات تصل إلى ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل فى المعتاد . إلى الصيانة.	مستطيات الطاقة تقع بين تلك الخاصة بالقاطع الريزى والخاصة بالقاطع التفرىقى ومعظم الطاقة المطلوبة تلزم لإطفاء الشرارة وتزيد هذه الطاقة بزيادة سقن القاطع وتطلب هذه القواطع الصيانة على فترات تصل إلى ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل فى المعتاد . إلى الصيانة.

٢	المواصفات	١ قاطع التير الهوائي	١١ قاطع التير الزيتي	١١١ قاطع التير النفريفي	١١١١ قاطع التير النفري SF6
٤	الانزعاج في القاطع خلال المعطل (Fault) (١) كمية الضغط المتبع	الترابيد السريع لقوس كهربي ذو تيار كبير في منطقة الشرارة arc chute ينتج عنه ضغط عالي وموجات تصادمية يجب أخذها في الاعتبار في البناء. الميكانيكي للقاطع مما يزيد في الكلفة .	تفكك الزيت إلى هيدروكربون وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربي ينتج ضغط عالي جداً داخل جهاز التحكم في الشرارة وهذا يؤثر على سرعة الاطفاء . ويتسقل جزئياً من هذا الضغط إلى الخزائن المعدني ولكن وجود رسيادة مناسبة من الهباء قرب غطاء الخزائن تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزائن . واستخدام خزان إسطواني يجعل إحصاء هذه الزيادة في الضغط أمر بسيط .	تكون الزيادة في كفاءة البخار النفري المتبع خلال حدوث القوس الكهربي في منطقة التسلسل مترافعة مع التيار ولا يوجد إرتفاع عام في الضغط داخل القاطع .	الضغط الداخلي المتكون خلال فترة المعطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الإحتياكي المتعاد وتكون غرفة البخار مضممة للمسامح بذلك .
	(ب) إنبعاث غازات العادم	الكمية الكبيرة من الهباء المتأين المتدفقة من منطقة الشرارة تخلف ضرورة الحاجة إلى تبريد للمزل ووجود خنادق تسمح بالاندفاع الأمن لهذا الهباء .	تتدفق كميات بسيطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة حاجزة بالسطح العلوي للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وقطعها عن الزيت .	القاطع تام الاحكام وجميع الأجزاء الخزيرية المنسوجة خلال القوس الكهربي (الشرارة) تتكثف فوراً ولا يوجد إنبعاث من أي نوع لهذه الأجزاء .	القاطع مطلق عليه ومن ثم لا يوجد إنبعاث للغاز وقد يتفكك بعضه إلى مكونات الكبريت والكبريتات الصلبة الصرفة يتم إنبعاثها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.

٢	الخواص	قواطع التبريد الهوائية 1	قواطع التبريد الزيتي II	قواطع التبريد التفرطى III	قواطع التبريد الغازى SF6 IV
	(ج) التأثير على قواعد تثبيت القواطع . (د) توليد الضوضاء .	دليل جدا	دليل	معدل	خطيف
٩	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للاشتعال فإن غازات الاحتراق الساخنة المنتجة خلال العمل تحتوي على درجة قليلة من إحتمال الحريق .	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالى إنبعاث غازات قابلة للاشتعال هيدروجين - أستيلين - ميثان . . . الخ (١) خلال هذه العملية تحترق مخازنة حدوث الحريق . والتفسيحات الجيدة للقواطع نادراً ما تعطى زيادة في الغازات تسمح بالحريق إلا إذا حدثت أخطاء . جسيمة . ويجب مراعاة وجود ضوابط وأجهيزات ضد الحريق إذا إستخدمت هذه القواطع في بيئات يكون تأثير الحريق فيها خطيراً .	مخاطر حدوث الحريق مهمة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أى مصدر يحتمل وجودها .	كالمساق في القواطع التفرطية III
٦	مخططات الصيانة (أ) الصيانة الروتينية				هذه القواطع تكون مصممة ليعبر إلى المفصل غير المتكرر للوقوف على حالة السادة الصارئة إنشراضى طويل مع صيانة غير

م	المطابق	قاع النيران البوراني I	قاع نيران الزيت II	قاع النيران الغازي SF6 IV
		والوسط الغازي والاحتلال إذا لم الأمر . ويعتمد معدل هذا الاجراء على الأمان المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية في حالة الخدمة الشاقة (عمليات تعميل وقفل عديد كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات في التقدير العمومية . ولتزم تعليم الزيت دورياً في حالة فواضع النيران الزيتية في الاستخدام المتكرر أكثر من أي اعتبار آخر والنواع قليلة الزيت تحتاج إلى العناية أكثر منها في النواع المعفورة كلياً .	والمسواك الكهربائية زرعاً ملاصقات القاطع لملاحظة حدوث السرى . ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات اجراء الصيانة وفي حالة الفروقات العمومية للتقدير فإنه لا يتم اجراء إصلاح خلال الصيانة الا لتقويض القاطع بينما في حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يومياً) فإنه لابد يلزم اجراء الإصلاح كل عدة سنوات .	متكررة وفي الغالب لمبان دورية صيانة كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا أنه يلزم اجراء الصيانة بصورة منتظمة ويجب مراعاة ضوابط الصيانة في حالة وجود مدخل لتزويد النيران باستخدام لذلك مهمات تخصصية.
	(ب) صيانة بعد العطل Post-Rault	يقترح عادة ان تجري الصيانة بعد عملية القفل للعطل في الرب فرصة لذلك لا يمكن استعادة حالة القاطع للمستوى المعتاد والأمن .	ليس من الضروري اجراء هذه الصيانة ومن المستحسن ان يجري التشغيل على القواطع التي جرى تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتية في فترة التشغيل العادية .	مسألة القواطع التفرعية
٧	الصيانة للطرف البيت المطيرة والتشغيل المتكرر	تتطلب مراعاة اجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع .	مناسب جداً إلا أنه يحتاج إلى تزويد الزيت وتزييت متسوية وأنما وتغيير الملاصقات خاصة في ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة أكثر تكرارية في حالة القواطع قليلة الزيت .	لا يحتاج إلى صيانة متكررة إلا أنه يجب إعطاء عناية للأجزاء الميكانيكية في حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقعة العطل عالية .

م	المواصفات	قاطع التيار الهوائي	قاطع التيار الزيتي	قاطع التيار الغازي SF6
٨	إمكانات التشغيل (أ) الترميمه الأرضيه المستكملة الأرضيه Integral Fault-making earthing Facilities	تأثيرها ما يكون لها هذه الخاصية وعند الظروف تستخدم وحسات تأريض منفصلة .	يسهل إمداد القواطع بتأريض تكاملي في حالة القواطع ذات المحပ် الرأسى .	تتوزد بهذه الخاصية في حالة القواطع الناجية . أما في حالة القواطع الناجية للمحပ် فتكون كالحالة المصنفة في II.1 طبقا لطريقة العمل (رأسى أو أفقى)
٩	(ب) إمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	تحتاج الى نوع قاطع التيار عن المروحة ثم أحوال عسا الاختيار الى مقبس القمل .	يتوقف عرض المبني على حسب عمق depth مجموعة التشغي Switch-gear مع وجود مسار وفولتيةها الكالات في غالبية المروحة وتمر عريض أمام المروحة لا ملاء . فسخة لا مكان سحي قواطع التيار وصباته . يترتب على الاحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل على الارضية خلال التشغيل انشا . قواعد مكلفة وقوية . كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني اكسيد الكربون او بستخدام نظم اخرى كارتاشات نو الغاز في حالة وجود احمال الحريق بالا لم يكن خطر حورت الحريق كبير فانه يتم تقسيم لروحات التشغيل	في حالة القواطع الناجية لا تحتاج الى التعميم الى وجود فسخة المحပ် أو الصباته ومن ثم يكون عرض المبني أقل منها في حالة القواطع الناجية للمحပ် . ويكون التعميل على الارض خفيفا ولا يتطلب الأمر وجود حواطة للحريق أو مهمات
				مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازية تكون ذات قواطع قابلة للمحပ် ويحتاج الى انشا . المبني الى ترك قواطع لهذا الموضع ولكن إحصاء الحريق يكون مهملا ولا يكون هناك حاجة إلى حواطة الحريق ويكون المباني بالتالي أخبر ادماعا وبساطة .

المخاض	تاريخ البؤر البهائم	تاريخ البؤر البرية	تاريخ تبني النهج	تاريخ البؤر البشري
١٧		١١	١٢	١٣
		الكثيرا بواسطة جدران سائبة للمريق تنفي عبر السبي استراتيجي مخاطر تدبير اللوحة في حالة حدوث الحريق ، يعتمد طوله البشري على عرض كل وحدة (خليفة) في مجموعة التشغيل بالاضافة الي المرامق اللام لحوائط الحريق (إن وجدت) ومسارات لمطبخان التوصيل وللاعت أن عرض الحوائط يكون أقل في حالة القوامع المعمورة في الزيت عنها في القوامع الممرات أو قليلة محتوى الزيت .	لمكان لوحة الحريق وحسب أن عرض الحوائط صغير لأن طول البشري أصغر وأقل إنشائيا عنها في حالة مجموعيات التشغيل التقليدية وتظل بدرجة ملحوظة بكلفة البشري . في حالة القوامع القابلة للسحب فيان البشري تكون أكثر عرضة ولكن التفسير في حوائط الحريق ومساحات مكان لوحة الحريق تظل للأشعة وبالتالي يصان أكثر إحصاءا	

(ب) طريقة اختبارات قصر الدائرة Method of short circuit tests

(ج) محددات الإرتفاع في درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature- rise limitations / Thermal ratings

- يوضح الجدول (٢-٣) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P1 له القدرة على إختبار نوعي O- CO عند أقصى مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P2 له القدرة على إختبار نوعي O-Co-Co والفارق الجوهرى بين الفئتين P1 , P2 أنه في حالة قاطع الدائرة فئة P1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعى مع تقليل ظروف الخدمة بينما في الفئة P2 فإنه يكون قادر على استمرار الخدمة في الظروف المعتادة وعلى ذلك يجب الأخذ في الاعتبار هذا الفارق وتحديد الفئة المطلوبة بوضوح عند وضع المواصفات الخاصة بهذه القواطع .

- يجب الأخذ في الاعتبار عند إجراء إختبارات قصر الدائرة لقواطع التيار أن تجري هذه الأختبارات في نفس ظروف العمل التي سوف يكون عليها عند التركيب للخدمة .

- يحدد الجدول (٢-٤) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC ويراعى دائماً أن الإرتفاع في درجة الحرارة للملامسات لا تؤدي إلى إعطاب العزل أو الأجزاء المجاورة للملامس .

جدول (٢-٣) : فئات أداء قصر الإدارة

Short-circuit categories

IEC 157-1 has two categories of short-circuit performance outlined *herein*

Short-circuit performance category	Rated operating sequence for short-circuit making and breaking capacity tests	Condition after short-circuit tests
P1	O - t- CO	Required to be capable of performing reduced service
P2	O - t - CO - t - CO	Required to be capable of performing normal service

- O represents a breaking operation.
- CO represents a making operation followed, after the appropriate opening time (or immediately, that is without any intentional time delay, in the case of a circuit-breaker not fitted with integral overcurrent releases) by a breaking operation.
- t represents a specified time interval.

جدول (٢-٤): حدود الارتفاع في درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC

Type of material, description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts):	
copper	45°C
silver or silver-faced*	(1)
all other metals or sintered metals	(2)
Contact parts in oil	65°C
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contacts with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65°C
Terminals for external insulated connections	70°C (5)
Manual operating means:	
parts of metal	15°C
parts of insulating material	25°C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60°C (6)

* The expression 'silver-faced' includes solid silver inserts as well as electrolytically deposited silver, provided that a continuous layer of silver remains on the contacts after the endurance tests and the short-circuit tests. Contacts faced with other materials, the contact resistance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-faced contacts.

- (1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.
- (2) To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.
- (3) The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired.
- (4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials.
- (5) The temperature-rise limit of 70°C is a value based on the conventional test
A cb used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and this will have to be agreed.
- (6) May be measured by thermometer.

Thermal rating & Enclosed rating

وهو سعة القاطع بالإمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهى التيار الحرارى المقنن للأجهزة الغير مغلقة والمزودة بفواصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تتجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الأجزاء الحدود المقررة فى الجدول السابق (٢-٤). وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبه داخل لوحات التشغيل . ويعرف المقنن داخل المحتوى enclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار الحرارى المقنن داخل القواطع المغلقة ، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ ساعات تشغيل عندما يتم تركيبه داخل محتوى ذو مواصفات محدده دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقررة المبينة بالجدول (٢-٤) . وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوى والذي يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحرارى للقاطع وللحصول على تشغيل مرضى تماماً لقواطع التيار فإن سعة القاطع بالإمبير يجب أن تؤخذ داخل لوحة التشغيل حيث أن المقنن الخاص به يتأثر بدرجة التهوية وحجم التوصيلات لهذا القاطع ومقاس الكابل المستخدم فى التوصيل يعتمد على عدد القواطع المركبة فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضى لمعدات التشغيل الكو يائية لأنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الاختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبه بها .

وعلى ذلك يجب أن يعطى صانع لوحات التشغيل سواء كان هو المصنع لقاطع التيار أو يقوم بالتجميع فى لوحات من تصميمه - شهادة إختبار مرتبطة مباشرة بالتغيرات الخاصة بالبيئة (الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعلياً وأن يضمن الأداء المرضى فى ظروف العمل الفعلية .

تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسبك لا يقل عن ٥ مم ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران على أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخرى المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوى جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها ويراعى تزويد كل خلية بباب خلفى من الصاج ذو مفاتيح وعلى أن تركيب وتثبيت فى اللوحة المفاتيح والأجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الأجهزة تثبت داخل كل خلية خلف السطح الامامى للوحة ولا يظهر منها على السطح الا أجهزة القياس ذات الطراز الغاطس واكر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبتة على عوازل من الصينى أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولايسمح بارتفاع درجة الحرارة لقضبان التوزيع عن ٤٠ درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥ درجة مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات فى قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم على الا يتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١ مم² من المقطع وعلى الا تقل هذه المساحة عن ٢٥٠ مم² كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بمتابعتها بسهولة ويكون لون كل وجه على حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالى وقضيب التعادل باللون الأسود على ألا يتغير مقطع النحاس الأساسى فى جميع أجزاء اللوحة .

يجب توصيل جميع أجزاء اللوحات الكهربائية غير الحاملة للتيار وكذا أحد أطراف الملفات الثانوية للتيار والجهد وأجهزة القياس إلى الأرض ويجب تنفيذ هذه التوصيلات بحيث تكون متصله بطريقة مضمونه .

يتم عمل سلك أرضى نحاس عادى أوضغيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوى لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس الخ .

٣-٢-٧-بئر الأرضى

توصل أسلاك الأرض إلى بئر خاص بنشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية :-
يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢ بوصة تدفن داخل الأرض بطول ٤ م أو حتى تصل إلى أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠ سم ويكون الطول المقصور بالمياه الجوفية مشقياً بما لا يقل عن خمس ثقب على المحيط بكل ٢ سم من الطول المحورى للماسورة.

تحاط الماسورة من الخارج بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم فى حالة التربة الجافة شحيحة الرطوبة .

ويعتمد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادى ويربط بأعلى الماسورة حيث تتركب جلبية من الحديد المجلفن وغير مسموح باستخدام اللحام .

الجزء الأعلى من الماسورة بطول ٢٠ سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلى وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥ سم × ٢٢ سم ويركب هذا الصندوق بحيث يكون الغطاء بمستوى سطح الأرض .

يتم توصيل سلك الأرض الخاص بالمحطة إلى ماسورة الأرض المذكورة ويكون الرباط بواسطة اللحام بالكهرباء أو بمسامير الرباط ولا يسمح باستخدام لحام القصدير.

٨-٢-٣ حساب تيار القصر و تيار الوقاية للدوائر الكهربائية:

حتى يمكن تحديد مقتنات أجهزة الوقاية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة فإنه يلزم حساب قيمة تيار الوقاية و تيار القصر للدوائر الكهربائية المستخدمة ولحساب هذه القيم يرجع في ذلك إلى كود التركيبات الكهربائية بند (٦-٤) ، (٦-٨) .

Distribution Transformers

محولات التوزيع

تستعمل محولات التوزيع للاستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أو أقل. ويمكن أيضا لأسباب اقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتى ٢٥٠٠ ك.ف.أ.

تعريف المحولات

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكي من الأجهزة التي يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسي تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنتين أو أكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٣-٣-١ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي :

- النوع الأول Liquid Filled وفيه يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوى مملوء بالسائل والذي يمنحها التبريد والعزل في نفس الوقت.
- النوع الثاني Dry Type وفيه يكون القلب والملفات تبرد مباشرة بالهواء (محولات جافة).

وينقسم النوع الأول إلى وحدات تستخدم زيوت معدنية قابلة للإشتعال وأخرى تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أو المركبات الهيدروكربونية.

كما ينقسم النوع الثانى إلى قسمين الأول تكون فيه الملفات المعزولة معرضة مباشرة للتلامس مع هواء التبريد والثانى يكون فيه الملفات الكاملة مغلقة داخل كابسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسى Cast-resin .

٣-٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالى القدرات المقتنه شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا جدول رقم (٢-٥).

٣-٣-٢ التقسيمية

Tappings

تشتمل ملفات الضغط العالى للمحولات على تقسيمية لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالى والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغيرات فى الجهد الأولى للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوى للمستهلك فى الحدود المقتنه. ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن المنبع قبل تغيير الأقسام.

٣-٣-٤ ملفات المحولات

Windings

يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا ويحمل كل شعب ملفين ملفوفين محوريا، ويكون الملف الثانوى (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا من القلب الحديدى ويكون الملف الابتدائى (الضغط العالى) من الخارج وتوضع هذه التركيبة داخل غلاف من الصلب.

فى حالة المحولات من النوع المغمور يتكون هذا الغلاف من خزان مانع للتسرب مملوء بالسائل وفى حالة المحولات الجافة فان الغلاف يتكون من غطاء مهوى لإحتواء الأجزاء الحية.

جدول (٢-٥) القدرات المقننة شائعة الاستخدام لمحولات التوزيع

KVA	KVA	KVA
5.0	31.5	200
6.8	40	250
8	50	315
10	63	400
12.5	80	500
16	100	630
20	125	800
25	160	1000 etc.

تصنع موصلات الملفات من النحاس إلا في حالات خاصة فإنه يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

Performance

٣-٣-٥ أداء المحولات

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هي الإعتبار الوحيد وفي كثير من الحالات فإنها تكلف جزء صغير من التكلفة الكلية. العوامل التى تحكم إختيار محول معين يجب أن تتضمن معامل الحمل وتكلفة الفواقد والكفاءة وتكلفة الصيانة وجودة مقاومة الحريق ومايتطلبه من تكلفة مبانى والمساحة المتاحة للإتشاء. ودرجة حرارة الجو وذلك بالإضافة الى التكلفة الأولية.

Losses

٣-٣-٦ الفواقد فى المحولات

- تمثل فواقد اللاحمل وفواقد الحمل فى المحول فقد فى الكفاءة وهى السبب فى الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول . وتتحول هذه الفواقد الى حرارة يتم التخلص منها عادة عن طريق الإشعاع فى الجو المحيط بالمحول.
- تتم المقارنة بين المنتجين المختلفين للمحولات المغمورة عن طريق تقييم إستهلاك الكهرباء. والناجم عن فواقد اللاحمل فى حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.
- تعتمد تكلفة فواقد الحمل على معامل الحمل (L.F.) وهى لا تختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة فى حالة المحولات المغمورة فى الزيت أما فى حالة المحولات المغمورة فى مواد مقاومة للحريق فان هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا.

- تقل الفواقد فى المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة .
- ويبين الجدول التالى رقم (٢-٦) مقارنه بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعى إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخرى قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

Temperature Rise

٧-٣-٣ الإرتفاع فى درجة الحرارة

- فى الأجواء المعتدلة يكون الفرق فى الإرتفاع فى درجة الحرارة المسموح بها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية فى التركيبات.
- تؤدى الزيادة فى درجة الحرارة فى الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة على لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد على الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.
- يبين الجدولين رقم (٢-٧) ورقم (٢-٨) الحدود المسموح بها للإرتفاع فى درجة الحرارة بالنسبة لنوعى المحولات.
- فى حالة المحولات التى تركيب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فإنه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانه الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولتبع الحشرات عنها .
- بالنسبة للمحولات التى تركيب فى مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو فى أماكن صغيرة جدا فإنه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

- تقل الفواقد فى المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة .
- ويبين الجدول التالى رقم (٢-٦) مقارنه بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعى إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخرى قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

Temperature Rise

٧-٣-٣ الإرتفاع فى درجة الحرارة

- فى الأجواء المعتدلة يكون الفرق فى الإرتفاع فى درجة الحرارة المسموح بها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية فى التركيبات.
- تؤدى الزيادة فى درجة الحرارة فى الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة على لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد على الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.
- يبين الجدولين رقم (٢-٧) ورقم (٢-٨) الحدود المسموح بها للإرتفاع فى درجة الحرارة بالنسبة لنوعى المحولات.
- فى حالة المحولات التى تركيب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فإنه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانه الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولتبع الحشرات عنها .
- بالنسبة للمحولات التى تركيب فى مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو فى أماكن صغيرة جدا فإنه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

جدول (٢-٦) : مقارنة بين الخواص الكهربائية في بعض أنواع المحولات ذات القدرة ١٠٠ كفا (٢)

Losses in kilowatts at operating temperature					
	No load	1/4 Load	1/2 Load	3/4 Load	Full load
Oil Askarel Silicone	2.8	No load 2.8 Load 0.6 Total 3.4	No load 2.8 Load 2.3 Total 5.1	No load 2.8 Load 5.2 Total 8.0	No load 2.8 Load 9.1 Total 11.9
		No load 3.2 Load 0.8 Total 4.0	No load 3.2 Load 3.3 Total 6.5	No load 3.2 Load 7.4 Total 10.6	No load 3.2 Load 13.2 Total 16.4
		No load 3.2 Load 0.7 Total 3.9	No load 3.2 Load 3.0 Total 6.2	No load 3.2 Load 6.7 Total 9.9	No load 3.2 Load 11.8 Total 15.0
Dry-type, 150°C	3.2				
Epoxy dry-type	3.2				

* BIL = Basic insulation impulse level.

جدول (C-7) : جدول بدرجات في درجة حرارة لاصقون، جافه

1	2	3	4
Part	Cooling method	Temperature class of insulation*	Maximum temperature rise (°C)
Windings (temperature rise measured by the resistance method)	Air, natural or forced	A E B F H	60 75 80 100 125 150†
Cores and other parts			
(a) Adjacent to windings	All		(a) Same values as for windings
(b) Not adjacent to windings			(b) The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself or other parts or adjacent materials

Note. Insulating materials may be used separately or in combination provided that in any application each material will not be subjected to a temperature in excess of that for which it is suitable, if operated under rated conditions.

* In accordance with IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

† For certain insulating materials, temperature rises in excess of 150°C may be adopted by agreement between the manufacturer and the purchaser.

جدول (٨-٤) : حدود الارتفاع في درجة الحرارة للحوامل المحصورة في الزيت

1	2
Part	Maximum temperature rise (°C)
Windings: Class of insulation A (temperature rise measured by the resistance method)	65, when the oil circulation is natural or forced non-directed 70, when the oil circulation is forced and directed
Top oil (temperature rise measured by thermometer)	60, when the transformer is equipped with a conservator or sealed 55, when the transformer is neither equipped with a conservator nor sealed
Cores, metallic parts and adjacent materials	The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials

Note The temperature rise limits of the windings (measured by the resistance method) are chosen to give the same hot-spot temperature rise with different types of oil circulation. The hot-spot temperature rise cannot normally be measured directly. Transformers with forced-directed oil flow have a difference between the hot-spot and the average temperature rise in the windings which is smaller than that in transformers with natural or forced but not directed oil flow. For this reason, the windings of transformers with forced-directed oil flow can have temperature rise limits (measured by the resistance method) which are 5°C higher than in other transformers.

- يجب تحديد الظروف المختلفة لدرجة حرارة الجو المحيط وظروف الخدمة التي يمكن للمحولات المغمورة في الزيت أن تعمل فيها دون حدوث إتلاق لعزل الملفات الخاصة بها بسبب التأثيرات الحرارية في حالة تعدي الحدود المسموح بها. ويمكن تطبيق نفس الوحدات في حالة استخدام أنواع أخرى من سوائل التبريد.

- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينة من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأثرية من القدرة المقننة للمحول (التي يعمل عليها في الوضع العادي للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأي إنشاءات جديدة.

- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة (وهي ٢٠ °م مثلاً) والحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الافتراضي في حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر في حالة العمل في درجة حرارة أعلى.

- لا يتم في التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرة تحت ظروف الحمل الكامل. ويعطى الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية أخذاً في الاعتبار التغير في درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.

- يبين الجدول رقم (٢-١) دليل التحميل للمحولات المغمورة في الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠ °م.

- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينة أو تحديد القدرة المقننة المطلوبة لمحول

جدول (٢-٩) : دليل تحميل المحولات بنسبة في الزيت

K_1 = initial load power as a fraction of rated power

K_2 = permissible load power as a fraction of rated power
(greater than unity)

t = duration of K_2 in hours

θ_a = temperature of cooling medium (air or water).

Note $K_1 = S_1/S_r$ and $K_2 = S_2/S_r$ where S_1 is the initial load power, S_2 is the permissible load power and S_r is the rated power.

values of K_2 for given values of K_1 and t

	$K_1 = 0.25$	$K_1 = 0.50$	$K_1 = 0.70$	$K_1 = 0.80$	$K_1 = 0.90$	$K_1 = 1.00$
$t = 0.5$	+	+	<u>1.93</u>	<u>1.83</u>	<u>1.69</u>	1.00
$t = 1$	<u>1.89</u>	<u>1.80</u>	<u>1.70</u>	<u>1.62</u>	1.50	1.00
$t = 2$	<u>1.59</u>	<u>1.53</u>	1.46	1.41	1.32	1.00
$t = 4$	1.34	1.31	1.27	1.24	1.18	1.00
$t = 6$	1.23	1.21	1.18	1.16	1.12	1.00
$t = 8$	1.16	1.15	1.13	1.12	1.09	1.00
$t = 12$	1.10	1.09	1.08	1.07	1.05	1.00
$t = 24$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ONAN and ONAF transformers: $\theta_a = 20^\circ\text{C}$.

Note In normal cyclic duty the value of K_2 should not be greater than 1.5. The values of K_2 greater than 1.5, underlined, apply to emergency duties.

The + sign indicates that K_2 is higher than 2.0.

يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحني للعلاقة بين k_2, k_1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٢٥).

Fire Resistance

٣-٩ مقاومة الحريق

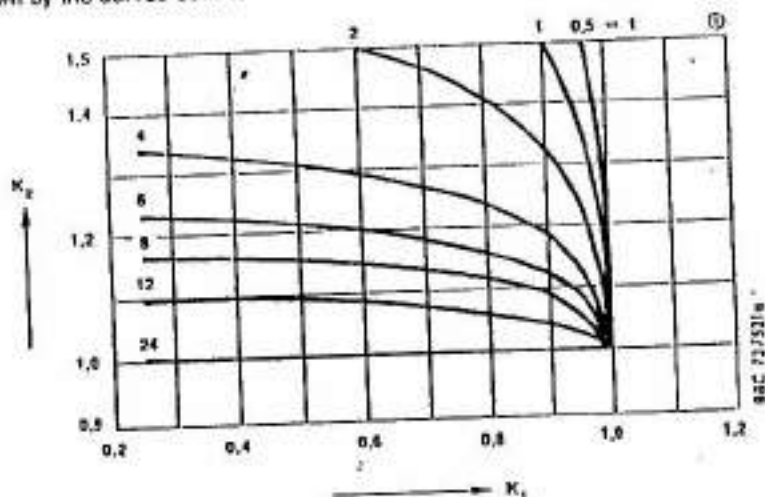
المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) تعتبر مقاومة للحريق ولكن ذلك لا يعنى أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة اشتعال (وهى درجة الحرارة التى يتم عندها الإحتراق المستمر للمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ فى الإعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الاشتعال للمادة أعلى بكثير من أقصى درجة حرارة يمكن الوصول إليها لمحول يعمل عند أقصى تحميل له فى أقصى ظروف جوية محيطة.

- يبين الجدول رقم (٢-١٠) نقطة الإشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها على البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذى يمكن إعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلى ذلك فوجب الأخذ فى الإعتبار التأثير السام للأدخنة المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخرى عند مقارنة الأفضلية.

يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا هاما حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة ماوى المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلى والأخر إشعاعى والمكون الأول أكبر فى القيمة ويعتبر مقياسا لمدى التدمير الذى يلحق بأسقف مبانى الأيواء. ولهذه المحولات بينما يبين المكون الثانى التأثير التدميرى للحريق على الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم (٢-١١) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق.

Assuming the same service life as for continuous operation at rated power and at an ambient air temperature of 20° C, the transformers may be subjected to a load cycle as shown by the curves below.



The curves are in accordance with the IEC recommendation of 1972 which permits a hot-spot temperature in the windings of 140° C.

in which:

- K_1 — initial load referred to rating
- K_2 — max. permissible load referred to rating
- t — duration of K_2 in h

Note:

In certain cases the permissible overload obtained from the above curves may be limited by the tap changer and bushings. Therefore, if it is intended to operate the transformer with a load cycle involving overloads, the height of the latter and the nature of the load cycle should be stated.

شكل (٢٥-٢) - منحنى العلاقة بين K_2 ، K_1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t

جدول (٢-١٠): نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق

Material*	Fire point (°C)
Silicone liquid	360
Hidel 7131	310
Cast resin	350
Class H	†

*For comparison purposes mineral oil is 170°C. Askarel is non-flammable.

†These designs are virtually fire proof.

جدول (٢-١١): قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق

Material	RHR	
	convective (kW/m ²)	- radiative (kW/m ²)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	-	-

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهي جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتى يمكن الحصول على الجهد الأحادي .
- ويتم توصيل الملفات الابتدائية وهي جانب الضغط العالي بتوصيلة دلتا (Δ) حتى يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية .
- التوصيلات الشائعة الإستخدام هي كالأثنى طبقا للإزاحة بين نفس الوجه في الملفات الابتدائية والثانوية Dy 11, Dy 5 Or Dy 7 وتعتبر التوصيلة Dy 11 أو ما يماثلها هي الأكثر شيوعا في العالم.
- وبين الشكل رقم (٢٦-٢) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخرى الممكن الحصول عليها.
- في هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالي كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل في ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا لوضع عقارب الساعة.
- إختيار الإزاحة بين الوجه للملفات الابتدائية (الضغط العالي) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذي أهمية في حالة إستخدام محول واحد لشبكة المنطقة. ولكن إذا أشتملت الشبكة على أكثر من محول واحد فانه يجب أن تكون جميع المحولات لها نفس علاقة الوجه والا فانه لايمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازي أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى آخر.

Designation Clock hour figure	Vector group ②	Vector diagram		Wiring diagram ③	
		HV	LV	HV	LV
0	D d 0				
	Y y 0				
	D z 0				
6	D y 5				
	Y d 5				
	Y z 5				
6	D d 6				
	Y y 6				
	D z 6				
11	D y 11				
	Y d 11				
	Y z 11				

① If the neutral is brought out, the letter "N" must be added following the symbol for the h.v. winding, or "n" following that of the l.v. winding; e.g. l.v. neutral brought out = Yyn0.

② It is assumed that windings are wound in the same sense.

شكل (٢-٥٦): مجموعة إشارات التوصيل في محولات الطاقة

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات على هيئة جراب من راتنج الإيبوكسى يحوى مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.
- بالنسبة لنهايات التوصيل للضغط العالى فانها إما ان تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالى المعزولة بالورق . أو صندوق كابلات هوائى فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإتكماش بالحرارة.

٣-٣-١٢ تبريد المحولات

Cooling

- تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة وبين الجدول رقم (٢-١٢) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد.
- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعى الذى يمر فوق الأسطح الساخنة للملفات وقلب المحول حيث تنتقل الحرارة الى الهواء المحيط بالمحول عن طريق التوصيلة والإشعاع وتوصف هذه الطريقة بأنها طبيعية بالهواء (A.N.) .
- للتغلب على العوائق التى تودى إلى تقليل إنتقال الحرارة من الملفات الى الهواء فانه يتم إستخدام هواء مدفوع فوق هذه الملفات وذلك لتحسين إنسياب الحرارة وزيادة معدلات التبريد بدرجة محسوسة وتعرف هذه الطريقة بالهواء المدفوع (A.F.) .

جدول (١٤-٢): الاختلافات الجوهرية بين أنظمة التبريد المختلفة على أساس طريقة التبريد والمواد المستخدمة

Kind of cooling medium	Symbol
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non-flammable synthetic insulating liquid	L
Gas	G
Water	W
Air	A
Kind of circulation	
Natural	N
Forced (oil not directed)	F
Forced-directed oil	D

- يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين في حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعي بالهواء مع تشغيل مروحة أوتوماتيكية في حالة إرتفاع درجة حرارة المحولات عن حدودها المعتادة وتسمى هذه الطريقة (AN/AF).

- في حالة المحولات المغمورة في السائل فإنه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرف الأولى تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل. وعلى ذلك فإنه في حالة الملفات المغمورة في الزيت لتبريدها طبيعياً وفي نفس الوقت فإن هذا الزيت يبرد طبيعياً أيضاً عن طريق الهواء فإن الأحرف الدالة على ذلك هي ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فإن طريقة التبريد تكون ONAF ويمكن الخلط بين الطريقتين عن طريق تشغيل مروحة أوتوماتيكية لدفع الهواء فوق سطح السائل في حالة زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطريقة بأنها ONAN/ONAF وبذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.

- عند إستخدام طلمبة للمساعدة على سريان الزيت داخل المحول بالإضافة إلى مروحة لدفع الهواء فإن الطريقة تصبح OFAF.

- في حالة المحولات ذات الفدرات ٥٠ ك. ف. أ. وأكثر فإن الطريقة الطبيعية في التبريد ONAN تحتاج الى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادى لهذا الخزان، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافي إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلى الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم في الماضي أو بإستخدام ألواح التبريد المائلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التي توضع على هيئة مجموعات (Banks) على جانبي الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها في

حالة إستخدام الأنابيب. وتستخدم فى الوقت الحالى خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرفيعة (١٢ مم) عميقة التعرّيج للحصول على أعلى كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات.

٣-٣-١٣ تهوية مأوى المحولات Ventilation of Transformer enclosure

- المحولات التى تعمل داخل مكان مغلق من المحتمل أن تصل إلى درجة حرارة أعلى عند نفس الحمل من تلك التى تعمل في الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضروري لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الاعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لأن تكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة محدودة.

- يجب عمل الموازنة بين مميزات إستخدام مراوح تهوية لهذه الغرف فى الحد من مشكلة إرتفاع درجة الحرارة وبين مميزات التهوية الطبيعية التى لا تعتمد على كفاءة أداء وصيانته هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.

- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف على الأتى :

أ - الفواقد الكلية للمحول.

ب - المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج).

ج - المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية .

- الوضع المثالى لفتحة دخول التهوية يكون منخفضا وأسفل خط التماثل C.L. لردياتير المحول مع وضع المحول أقرب مايمكن منها.

- فتحة خروج التهوية تكون عالية ويراعى ألا تكون فوق المحول مباشرة بل توضع فى الحائط البعيد عن فتحة الدخول بحيث يمر الهواء البارد فوق المحول أثناء مروره من فتحة الدخول إلى فتحة الخروج.

- أقل إرتفاع لفتحة الخروج عن فتحة الدخول يكون فى الحالة المثالية مساويا مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الآتية:

$$A = 0.06P \quad (1)$$

حيث

P = الفقد الكلى المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

$$AL = 0.188 \cdot \sqrt{\frac{P}{H}} \quad \text{كما يمكن إستخدام العلاقة}$$

حيث

AL = مساحة مقطع كل من فتحتى التهوية (دخول - خروج) بالمتر المربع .

P = الفقد الكلى للمحول (بالكيلووات) .

H = المسافة بين منتصف المحول إلى منتصف فتحة الخروج (بالمتر) .

- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لاتزيد عن درجة

حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧ - ٨ درجات مئوية .

والشكل رقم (٢-٢٧) يوضح نوموجرام تحديد مساحتى دخول وخروج الهواء .

والشكل رقم (٢-٢٨) يوضح تركيب المحولات فى مأوى مغلق .

Insulation Strength

٣-٣-١٤ قوة (سدة) العزل للمحولات

يتم إختبار مستوى قوة العزل للمحولات والتي يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند

التصميم عند مستوى ٧٥ كيلو فولت للمحولات التى تركيب داخل الغرف ويتم

- أقل إرتفاع لفتحة الخروج عن فتحة الدخول يكون فى الحالة المثالية مساويا مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الآتية:

$$A = 0.06P \quad (1)$$

حيث

P = الفقد الكلى المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

$$AL = 0.188 \cdot \sqrt{\frac{P}{H}} \quad \text{كما يمكن إستخدام العلاقة}$$

حيث

AL = مساحة مقطع كل من فتحتى التهوية (دخول - خروج) بالمتر المربع .

P = الفقد الكلى للمحول (بالكيلووات) .

H = المسافة بين منتصف المحول إلى منتصف فتحة الخروج (بالمتر) .

- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لاتزيد عن درجة

حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧ - ٨ درجات مئوية .

والشكل رقم (٢-٢٧) يوضح نوموجرام تحديد مساحتى دخول وخروج الهواء .

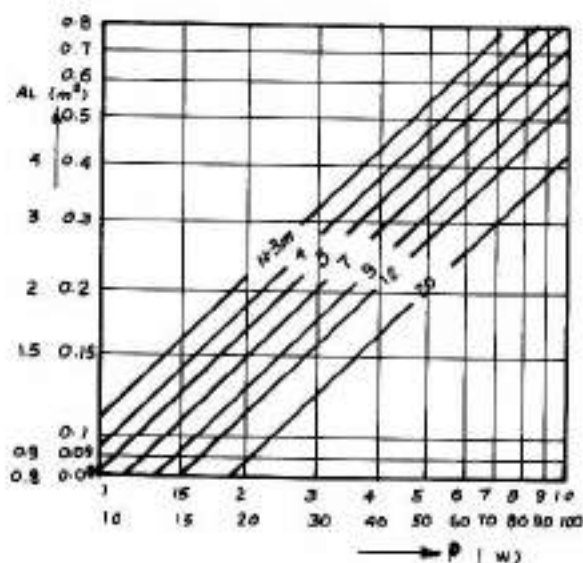
والشكل رقم (٢-٢٨) يوضح تركيب المحولات فى مأوى مغلق .

Insulation Strength

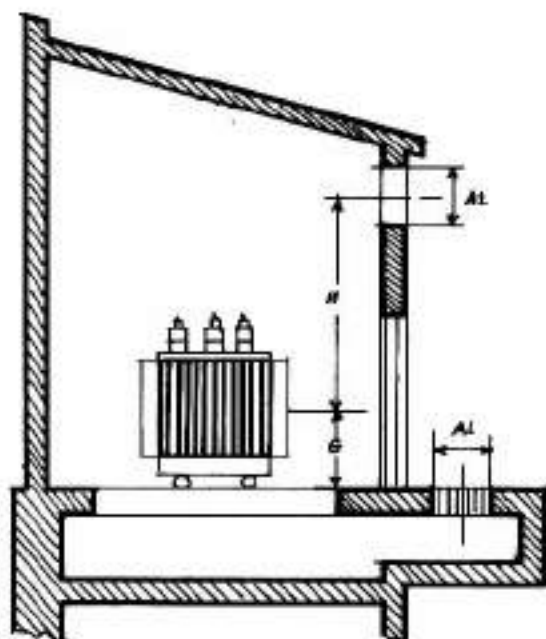
٣-٣-١٤ قوة (سدة) العزل للمحولات

يتم إختبار مستوى قوة العزل للمحولات والتي يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند

التصميم عند مستوى ٧٥ كيلو فولت للمحولات التى تركيب داخل الغرف ويتم



شكل رقم (٢٧-٢٨): فونوجرام تحديد مساحة فتحة دخول
 وخروج الهواء



Output KVA	63/ 100	160	250	400/ 500	630/ 800	1000/ 1750	1600/ 2000	2500
G mm	610	645	685	730	795	940	1075	1195

شكل (٢-٢٨) تركيب المحولات في مأوى مغلق

توصيل التيار الكهربى لها عن طريق كابلات. وعند مستوى ٩٥ كيلو فولت للمحولات التى تركيب على الأعمدة أو خارج المباني ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق الخطوط الهوائية.

Parallel Operation

٣-٢-١٥ تشغيل المحولات على التوازي

- يعنى التشغيل المرضى للمحولات على التوازي أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقنتة له ولتحقيق هذا الشرط فانه يلزم أن تكون المحولات الموصلة على التوازي متساوية في الأتى :

نفس النسبة التحويلية للجهد.

نفس إزاحة الوجه

نفس قيمة الممانعة.

وعلى ذلك فان أى محولين من المحولات ثلاثية الأوجه والتى لها خواص متماثلة ولها أيضا نفس رموز التوصيل يمكن أن تعمل معا على التوازي (مثال ذلك فان التوصيلتين Dy11 و Yd11 يمكن تشغيلهما على التوازي بأمان).

تحكم قيمة الممانعة نسبة المشاركة في الحمل الكلى التى يتحملها كل محول ويجب في هذه الحالة أن تكون مقاومة كل وحدة متماثلة.

- هناك نقاط أخرى يجب أخذها فى الاعتبار عند التشغيل على التوازي وهى :

أ - يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين $\pm ١٠\%$ من القيمة المضمونه طبقا لإختبار الممانعة. وعلى ذلك فانه يمكن وجود محولين بهما نفس قيمة الممانعة طبقا للأختبار رغم إختلافهما فى الممانعة بما يقرب من ٢٠% .

ب - طول ونوع الكابل المستخدم فى توصيل المحول يجب أخذه فى الاعتبار عند حساب الممانعة فى حالة إدخال محول جديد على التوازي إذا ماكان هذا المحول فى موقع بعيد عن المحولات العاملة.

ج - بالنسبة للمحولات التى لها نظام تقسيم لمدى يزيد عن ١٠% فأنها تحتاج إلى أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدى.

- علاوة على ماسبق فانه يوجد تفاوت كبير بين منتجى المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما يترتب عليه تغيير ملحوظ فى خواص المحول.

تزود المحولات بالحمايات الآتية:

Differential Protection

١-١٦-٣-٣ الحماية ضد التفاوت

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنة بين التيارات الابتدائية والثانوية للمحول وفي حالة حدوث خلل في التوازن فإن ذلك يعنى حدوث عطل خارجى عن المحول . وحيث أن توصيل ملفات المحول الإبتدائية والثانوية تختلف عادة فيجب أن يتم معادلتها عن طريق توصيل محولات تيار (CTS) مناسبة.

Restricted Earth Fault Protection الحماية ضد عطل الأرض المقيد

يتم تجميع الملفات الثانوية لمحولات التيار (CTS) الثلاثية على كل جانب من ملفات المحول مع مرحل (Relay) يوصل عبرها ويوصل محول تيار (CT) رابع على نقطة التعادل neutral للملفات الموصلة على هيئة T وتعمل المرحلات فقط في حالة وجود عطل أرضى داخلى حيث أنه في هذه الظروف فقط فإن خرج محولات التيار لاتعطى مجموع صفر مما يتسبب في سريان تيار في دائرة المرحل .

٣-١٦-٣-٣ الحماية ضد عطل الأرض غير المقيد

Unrestricted Earth Fault Protection

يعطى محول تيار (CT) واحد مركب على نقطة التعادل للملفات الموصلة على هيئة Y مقياسا للحماية ضد عطل الأرضى ولكن المرحل في هذه الحالة يعمل أيضا في حالة حدوث اعطال خارج المحول.

يجب ضبط أوضاع مرحل زيادة الحمل بحيث يمكن تمييز الحماية في جانب الحمل للمحول (ولبس لحماية الشبكة وراء المحول).

Gas and Oil Relay (مرهل الغاز والزيت) (بوخلز) ٣-١٦-٥

يتم تركيب مرهل بوخلز في الأنسوية الموصلة بين خزان الزيت الرئيسى للمحول وخزان الإستعواض ويوجد عادة في المحولات المغسورة في الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ ك.ف.أ فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة في الوضع العادى أو مغلقة في الوضع العادى تعمل إحدى العوامتين عندما يصل منسوب الزيت في خزان الإستعواض وبالتالي المرحل الى منسوب منخفض غير مرغوب ويتم توصيل المفتاح عند المنسوب المنخفض عادة بدائرة إنذار تعطى تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت في المحول وتعمل العوامة الأخرى عندما يكون هناك إنبعثات مفاجئ للغاز داخل المحول وذلك في حالة وجود عطل خطير أو إحتراق في ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح في هذه العوامة عادة الي دائرة لقط Trip Circuit في لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتي تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ في الاعتبار أنه بدء تشغيل المحول فإنه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقاقيع الهواء الموجودة بالزيت والتي قد تعمل على تشغيل مرهل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

Pressure - Relief Devices (أجهزة تفتيت الضغط) ٣-١٦-٦

يركب الجهاز على غطاء او جدران الخزان الرئيسى للمحول ويعمل عندما يزيد الضغط داخل الخزان حيث تفتح اللقم الحاكمة Seal Snaps مما يتيح تفريغ الغاز المستجمع من خلال فوهة متسعة بمعدل يصل الى ٢٨٣ م^٣/دقيقة.

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فإن مبيّن درجة حرارة الملفات يمكن إعتباره مؤشرا أقرب الى الدقة وذلك خلال شريعة ضيقة لتحميل المحول.

هناك نوعان رئيسيان لبيان درجة حرارة الملفات :

أ - الطريقة المباشرة حيث توضع مجسات الجهاز أقرب مايمكن من ملفات الضغط المنخفض .

ب - الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق في درجة الحرارة بين الملفات وأعلى منسوب الزيت .

وتستخدم الطريقة (أ) في أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح بمرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لا تتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبيّن لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب على التوصيلة الحية لأحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفه الثانوي الى ملف حراري ملفوف على المخدات الخاصة بجهاز القياس ، وتقوم بمقاومة معايرة بضبط التيار في الملف الحراري الى قيمة تنتج الفارق الصحيح بين الملفات والزيت.

- هناك طرق أخرى مناسبة للمحولات الكبيرة. حيث يتم إستخدام مقاومة بلاتينية قياسية مقدارها ١٠٠ أوم كمجس تثبت أقرب مايمكن لملفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التي تتغير بتغير درجة حرارة الملفات.

- يتم توصيل مبيّنات درجة الحرارة الي دوائر إنذار او فصل ويمكن أيضا توصيلها الى ثلاثة او أربع مفاتيح لتشغيل مراوح او مضخات للهواء المدفوع أو الزيت المدفوع لدورة تبريد خارجية للمحولات.

٣-٤ الكابلات الكهربائية

٣-٤-١ التيار المفقود المسموح به

* عند مرور تيار كهربى خلال موصل الكابل تتولد حرارة فى هذا الموصل وتتناسب كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن مع حاصل ضرب مربع شدة التيار المار فى الموصل مضروباً فى مقاومة الموصل.

وعلى ذلك فإن

$$\frac{W}{t} = I^2 R \quad (1)$$

حيث $\frac{W}{t}$ = كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن (وات / الثانية)

I = التيار المار فى الموصل (أمبير)

R = مقاومة الموصل (أوم)

* الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فرق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أو أرض) حيث تتناسب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلفة لموصل الكابل.

* تتناسب كمية الحرارة المناسبة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول الى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المناسبة الى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل

أى أن :

$$\theta = \frac{W}{t} \quad (2)$$

حيث θ = الانتساب الحرارى فى الثانية

* بتطبيق قانون أوم فإن الانتساب الحرارى يمكن أخذه كالاتى :

$$\theta = \frac{\Delta T}{R_{th}} \quad (3)$$

حيث R_{th} هي المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحرارى) وتحسب بالدرجة المثوية / الوات.

وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (R_{thi}) من الموصل الى السطح الخارجى للكابل ومقاومة حرارية خارجية (R_{the}) من السطح الخارجى للكابل الى الوسط المحيط.

* عند الوصول الى التوازن فى درجة الحرارة وينطبق العلاقات (3), (2), (1) فان :

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{(R_{thi} + R_{the})}$$

أو

$$\Delta T = I^2 R (R_{thi} + R_{the}) \quad (4)$$

ملاحظة:

فى حالة التيار المتردد فانه يجب حساب الممانعة Impedance الخاصة بالموصل وكذلك التيارات التأثيرية فى الاغلفة المعدنية للكابل إلا أنه لتسهيل الحسابات فانه يمكن استخدام العلاقة (4) لاعطاء نتائج مقبولة وكافية من الناحية العملية.

* تحدد خواص مواد العزل المستخدمة فى الكابلات أقصى درجة للحرارة بسمح أن يصل اليها الموصل ومن ثم فان الفرق فى درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكابل والموصل تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقبيد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4) فان القيمة $I^2 R$ يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقه بواسطة الأتى :

أ) تقييد قيمة المقاومة R للموصل باختبار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.

ب) تقييد أقصى شدة تيار مسموح بها I_{max} عند مساحة مقطع محددة للموصل.

* المقاومة الحرارية الداخلية R_{thi} تعتمد على بنية الكابل ويمكن حسابها من أبعاد الكابل والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة في العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية R_{the} للكابل تعتمد على عدد كبير من العوامل الخارجية ذات التأثير على عملية الانتقال الحرارى.

* تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعترضه صعوبات لا ترتبط فقط بالكابل نفسه ولكن أيضا بمعدل إنسياب الحرارة θ وهى مشاكل تبريد اساسا ويمكن تجنب هذه الصعوبات فى الكابلات العادية المستخدمة على نطاق إقتصادى بواسطة إيجاد التيار المسموح بمروره باستخدام قواعد تسرى فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها فى المقاطع القياسية للكابلات تم إيجادها بهذه الطريقة.

وتطبق نفس هذه الجداول على كابلات الضغط المنخفض دون اعتبار لمادة العزل المستخدمة.

* يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات :-

- كابلات ممددة فى الهواء .

- كابلات ممددة فى الأرض .

وقد تم أخذ هذا المبدأ فى جداول التيار المقنن المسموح بمروره فى الكابلات.

* أقصى تيار مسموح بمروره لكل مساحة مقطع للموصلات النحاسية قد تم وضعه بحيث أن الفرق فى درجة الحرارة بين الموصل والوسط المحيط ΔT فى حالة التشغيل العادى لا تتجاوز 35°C ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو 25°C بالنسبة

للكابلات الممددة في الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠م وذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بال P.V.C.

* يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على أساس أقصى درجة حرارة للموصل النحاسي ٨٥م.

* يوضح الجدول (٢-١٣) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والمعدة في الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والمعدة في الأرض.

* يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والمعدة في الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والمعدة في الأرض.

* يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XPLE في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥م.

٣-٤-٢ معاملات الخفض Derating Factors

عندما يكون تبريد الكابل معاقا بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الى درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التي تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هي :

للكابلات الممددة في الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠م وذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بال P.V.C.

* يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على أساس أقصى درجة حرارة للموصل النحاسي ٨٥م.

* يوضح الجدول (٢-١٣) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والمعدة في الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والمعدة في الأرض.

* يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والمعدة في الهواء.

* يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والمعدة في الأرض.

* يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XPLE في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥م.

٣-٤-٢ معاملات الخفض Derating Factors

عندما يكون تبريد الكابل معاقا بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الى درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التي تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هي :

جدول (١٣-٢) : مقننات السيار للكابلات النحاسية العزولة
بمادة PVC والمزودة في الهواء

Current rating and protection for cables
laid in air with rubber, PVC or paper-
insulated conductors, in accordance
with NEN 1010 (2nd edition), Art. 152¹⁾

Nominal cross sectional area of copper conductor mm ²	Single-core cables ²⁾		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A	Current rating A	Highest nominal value of the fuse A
1.5	27	25	24	20	20	16
2.5	40	35	31	25	27	25
4	52	50	40	35	36	35
6	65	63	52	50	46	35
10	88	80	72	63	62	50
16	115	100	96	80	80	63
25	150	125	—	—	105	100
35	185	160	—	—	125	100
50	230	200	—	—	155	125
70	280	250	—	—	195	160
95	335	315	—	—	235	225
120	385	355	—	—	270	250
150	440	400	—	—	310	250
185	500	450	—	—	345	315
240	585	500	—	—	385	355
300	670	630	—	—	425	400
400	790	710	—	—	490	450
500	900	800	—	—	—	—
625	1040	1000	—	—	—	—
800	1200	—	—	—	—	—
1000	1360	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٤): مقننات التيار للكابلات النحاسية العزولة
بمادة PVC والمحمدة في الأرض

Current ratings and protection for
cables, laid in the ground with rubber,
PVC or paper-insulated conductors, in
accordance with NEN 1010 (2nd edition),
Art. 153¹⁾.

Nominal cross sectional area of copper conductor mm ²	Single-core cables ²⁾		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
	A	A	A	A	A	A
1.5	34	35	30	25	25	23
2.5	50	50	38	35	35	35
4	65	63	50	50	45	35
6	82	80	65	63	57	50
10	110	100	90	80	76	63
16	145	125	120	100	100	80
25	190	160	—	—	130	125
35	230	225	—	—	155	125
50	285	250	—	—	195	160
70	350	315	—	—	245	225
95	420	400	—	—	295	280
120	480	450	—	—	340	315
150	550	500	—	—	385	355
185	625	500	—	—	430	400
240	730	710	—	—	480	400
300	835	710	—	—	530	500
400	985	900	—	—	615	500
500	1130	1000	—	—	—	—
625	1300	—	—	—	—	—
800	1500	—	—	—	—	—
1000	1700	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٥) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والمعدة في الهواء

Current ratings and protection for cables laid in air with (cross-linked polyethylene) insulated conductors.

Nominal cross sectional area of copper conductor mm ²	Single-core cables*		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
	A	A	A	A	A	A
1.5	30	25	30	25	25	20
2.5	45	35	40	35	35	25
4	55	50	52	50	45	35
10	75	63	70	63	60	50
6	100	80	95	80	80	63
16	135	100	125	100	105	80
25	185	160	—	—	135	100
35	225	200	—	—	165	125
50	270	250	—	—	205	160
70	340	315	—	—	255	200
95	400	355	—	—	310	250
120	480	400	—	—	355	315
150	550	450	—	—	405	355
185	615	500	—	—	450	400
240	745	630	—	—	505	450
300	850	710	—	—	—	—
400	1000	800	—	—	—	—

جدول (٢-١٦) : تفتات التيار للكابلات النحاسية المعزولة
بمادة XLPE والمعدة في الأرض

Current ratings and protection for
cables, laid in the ground with
(cross-linked
polyethylene) insulated conductors¹).

Nominal cross sectional area of copper conductor mm ²	Single-core cables ²)		Twin-core cables		Three- and four-core cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
	A	A	A	A	A	A
1.5	43	35	38	25	31	25
2.5	63	50	48	35	44	35
4	82	63	63	50	57	50
6	103	80	82	63	72	63
10	138	125	113	100	96	80
16	182	160	151	125	126	100
25	240	200	—	—	163	125
35	290	250	—	—	195	160
50	360	315	—	—	245	200
70	440	355	—	—	310	250
95	530	450	—	—	370	315
120	600	500	—	—	430	355
150	690	630	—	—	485	400
185	790	710	—	—	540	450
240	920	800	—	—	600	500
300	1050	900	—	—	670	630
400	1240	1000	—	—	775	710
500	1420	—	—	—	—	—

مجدول (١٧-٢) : مقدرات التيار للكابلات متعددة الأقطاب
المعزولة بمادة PVC أو XLPE في درجة حرارة للوسط المحيط
٢٥°م

Current rating in multicore cables laid
in air at an ambient temperature of
25 °C.

Number of cores	Current per core in A			
	Rubber or PVC-insulated cables		(XLPE)- insulated cables	
	1.5 mm ²	2.5 mm ²	1.5 mm ²	2.5 mm ²
6	15	21	18	25
7	14	19	17	24
8	13	18	16	23
10	12	16	14	20
12	11	15	13	19
14	10	14	12	18
16	10	13	12	17
19	9	12	11	16
24	8	11	10	14
30	7	10	9	13
37	7	9	8	11

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط

- تأثير الكابلات المجاورة والتي يمر بها تيار كهربى سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.

- قلة الرطوبة بالأرض المد بها الكابلات.

- محيط الكابل موضوع كلبا أو جزئيا على بكرة أو اسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصى حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب أن تخفض بنسبة معينة.

* يستخدم الجدول (٢-١٨) كدليل عملى لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.

* وفى حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى آن واحد فانه يتم الآخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.

* يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل فى خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

٣-٤-٣ التنزيل فى الجهد Voltage drop

يقصد بالتنزيل فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل.

وينص على التنزيل المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالى :

يحد أقصى ٥٪ لنظم الانارة

ويحد أقصى ٢٪ لنظم القوى.

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط

- تأثير الكابلات المجاورة والتي يمر بها تيار كهربى سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.

- قلة الرطوبة بالأرض المد بها الكابلات.

- محيط الكابل موضوع كلبا أو جزئيا على بكرة أو اسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصى حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب أن تخفض بنسبة معينة.

* يستخدم الجدول (٢-١٨) كدليل عملى لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.

* وفى حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى آن واحد فانه يتم الآخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.

* يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل فى خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

٣-٤-٣ التنزيل فى الجهد Voltage drop

يقصد بالتنزيل فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل.

وينص على التنزيل المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالى :

يحد أقصى ٥٪ لنظم الانارة

ويحد أقصى ٢٪ لنظم القوى.

جدول (٢-١٨) : دليل على لمعاملات الخفض في حالات ارتفاع درجة حرارة الويرط المحيط - تأثير مجموعات الكابلات - المقاومة الحرارية للمترية نتيجة تغير نسبة الرطوبة - تأثير لف الكابلات على البكرات

Derating factors for the variation in ambient temperature exceeding 25 °C.

temperature		25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	60 °C	70 °C
derating factor	XLPE F1	1.00	0.95	0.91	0.87	0.82	0.76	0.65	0.50
derating factor	PVC F2	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53		

Derating factors for grouping of cables laid in air

number of cables		2	3	4	5	6
clearance equal to cable diameter	XLPE and PVC F3	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83
cables laid side by side without interspace	XLPE and PVC F4	0.81	0.79	0.77	0.76	0.73

Derating factors for grouping of cables laid direct in the ground (depth appr. 70 cm, distance between the cables appr. 10 cm)

number of cores and cross section area of the conductor			number of cables							
single core	three and four cores		2	3	4	5	6	7	8	9
95 mm ² and less 120/300 mm ² and 400 mm ² and more	35 mm ² and less 50 and 70 mm ² 95 mm ² and more	15 16 17	XLPE and PVC	0.90 0.85 0.81	0.82 0.80 0.78	0.78 0.75 0.72	0.74 0.71 0.68	0.72 0.68 0.64	0.70 0.66 0.62	0.68 0.64 0.60

Derating factors for variations in thermal resistivity of the soil

specific heat resistance of the soil in °C.cm/W		50 (temp)	100	150	200 (very dry)
derating factor	XLPE and PVC F5	1.0	0.8	0.7	0.6

Derating factors for cables on reels

number of layers on reels		1	2	3	4	5
derating factor	XLPE and PVC F6	0.96	0.98	0.92	0.87	0.84

* ويمكن حساب التنزيل في الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهي للدائرة وفي معظم الحالات فإن الحساب الدقيق ليس ضرورياً ويكتفى بالتحديد التقريبي على الوجه الآتي:

$$\Delta v = 2.1.1 \frac{r}{1000} \quad \text{أ) بالنسبة للتيار المستمر}$$

حيث Δv النزول في الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالقولت (مقاس بين الأقطاب)
 I التيار المقنن بالأمبير
 l طول الكابل بالمتري
 r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر

ب) بالنسبة للتيار المتردد أحادي الوجه

$$\Delta v = 2.1.1. \frac{r \cos \phi}{1000}$$

حيث Δv النزول في الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالقولت
 (مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالأمبير
 l طول الكابل بالمتري
 r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر
 $\cos \phi$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.
 ج) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثي الأوجه

$$\Delta v = \sqrt{3} \frac{r \cos \phi}{1000}$$

حيث Δv النزول في الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالقولت
 (مقاس بين موصلات نفس الوجه)

١ التيار المقنن بالأمبير

١ طول الكابل بالمتر

٢ مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر

$\sin q$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

ملاحظة :

القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (χ) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهى الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠مم² أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فانه يتم حساب النزول فى الجهد كالتالى:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta v = 2 \cdot I \cdot l \cdot \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta v = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

حيث χ ممانعة الكابل بالاوم / الكيلومتر.

ويمكن أخذها 0.1 أوم / الكيلومتر

x للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٢-٢٩) ، (٢-٣٠)

٣-٤-٤ تيار القصر للكابلات

٣-٤-٤-١ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بال PVC

Thermal short circuit rating of pvc

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن من العلاقة

$$I_k = \frac{109}{\sqrt{t}} \cdot q$$

حيث I_k = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t = وقت مرور تيار القصر بالثانية.

١ التيار المقنن بالأمبير

١ طول الكابل بالمتر

٢ مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر

$\sin q$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

ملاحظة :

القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (χ) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهى الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠مم² أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فانه يتم حساب النزول فى الجهد كالتالى:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta v = 2 \cdot I \cdot l \cdot \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta v = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

حيث χ ممانعة الكابل بالاوم / الكيلومتر.

ويمكن أخذها 0.1 أوم / الكيلومتر

x للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٢-٢٩) ، (٢-٣٠)

٣-٤-٤ تيار القصر للكابلات

٣-٤-٤-١ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بال PVC

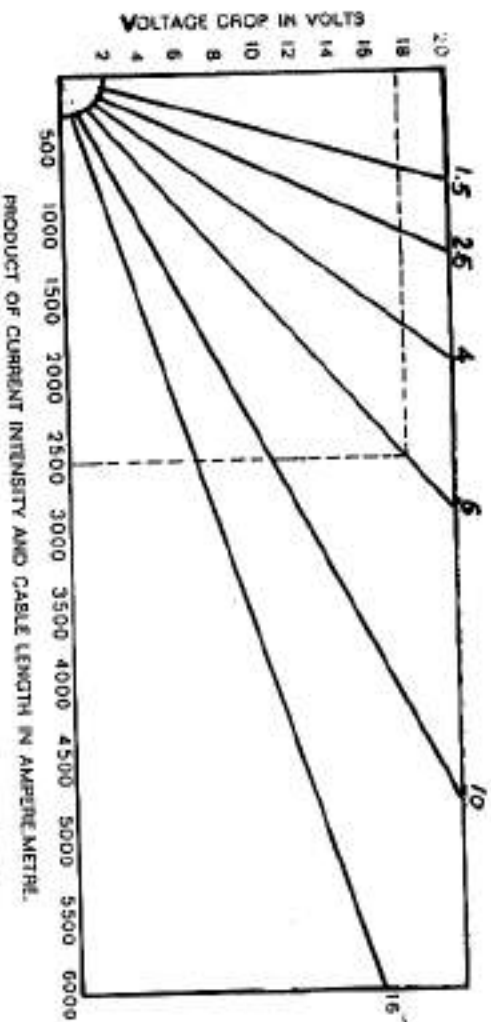
Thermal short circuit rating of pvc

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن من العلاقة

$$I_k = \frac{109}{\sqrt{t}} \cdot q$$

حيث I_k = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

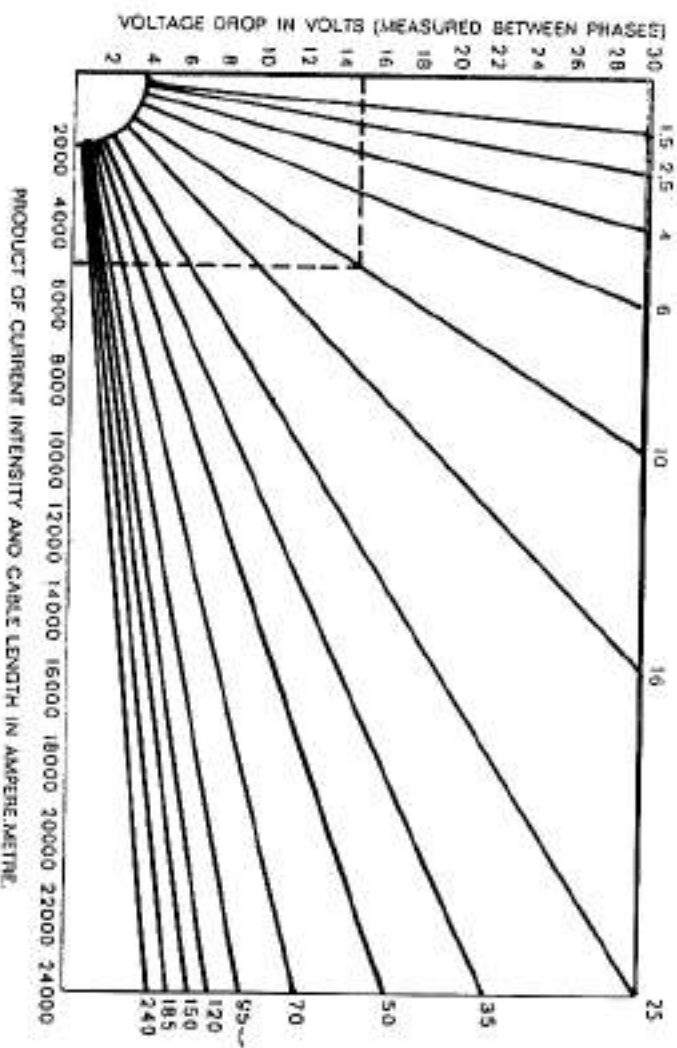
t = وقت مرور تيار القصر بالثانية.



شكل رقم (٩-١٩) : نموذج حساب إلتنازل في الجهد للظاهرات تناسلية
 الخطيب بومر السيار والوجهة ألامر عند عامل قدرة واحد صحيح

Voltage drop in a 3-core cable
3-phase alternating current, $\cos \phi = 0.8$

Cross-sectional area of the conductor
in mm^2



شكل رقم (٢-٢): نموذج حساب الفينيل في الجسر للكابلات ثلاثية
القطبان الجسر الصار المتردد ثلاثي المرحلة عند عامل قدرة (٠.٨)

q = مساحة المقطع الاسمي للموصل النحاسى بالمم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠ م° وبين الشكل (٢-٣١) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٢ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal short circuit rating of XPLE'

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$I_k = \frac{\sqrt{t}}{144} \cdot q$$

حيث I_k تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

q مساحة مقطع الموصل الاسمى مم مربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ - ٢٥٠ م°.

وبين الشكل (٢-٣٢) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٥ اعتبارات التصميمية لت تركيب الكابلات والمواسير والمجاري الخاصة بها.

يجب مراعاة ما ورد بكمود أسس التصميم وشروط التنفيذ للتركيبات الكهربائية فى المباني وذلك عند تحديد المواصفات الخاصة بتركيب الكابلات ومشتلاتها والمواسير والمجاري الخاصة بها.

q = مساحة المقطع الاسمي للموصل النحاسى بالمم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠ م° وبين الشكل (٢-٣١) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٢ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal short circuit rating of XPLE'

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$I_k = \frac{\sqrt{t}}{144} \cdot q$$

حيث I_k تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

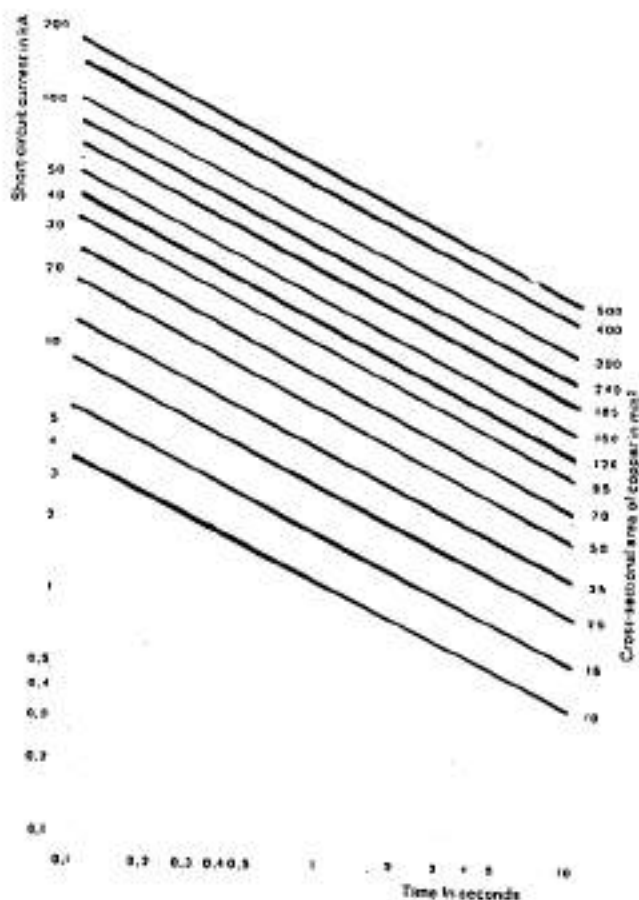
q مساحة مقطع الموصل الاسمى مم مربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ - ٢٥٠ م°.

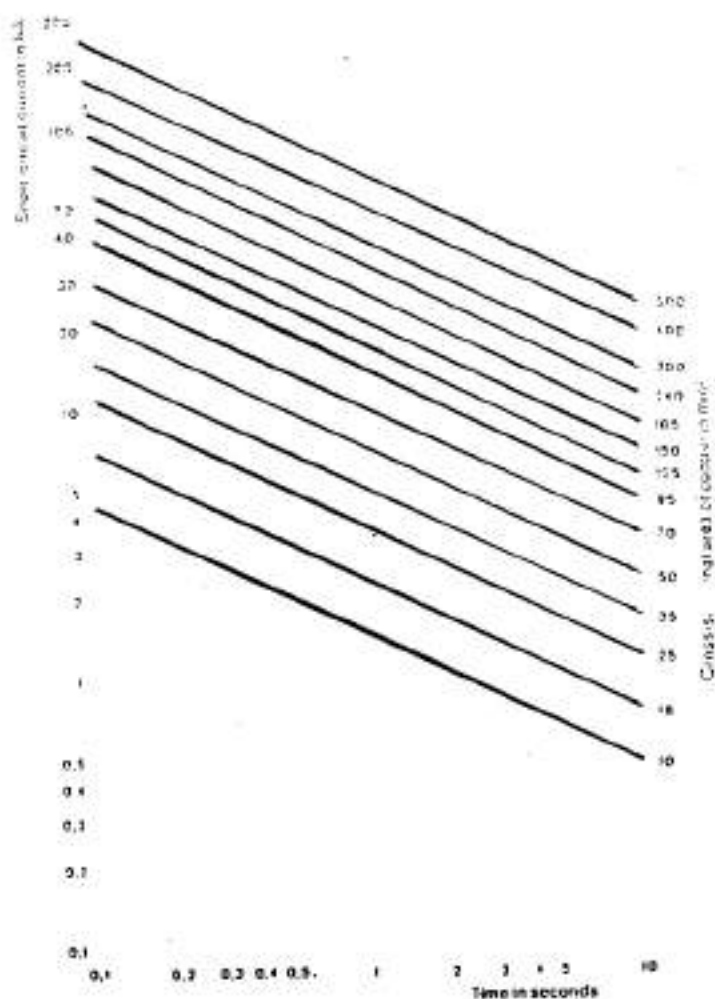
وبين الشكل (٢-٣٢) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٥ اعتبارات التصميمية لت تركيب الكابلات والمواسير والمجاري الخاصة بها.

يجب مراعاة ما ورد بهكود أسس التصميم وشروط التنفيذ للتركيبات الكهربائية فى المباني وذلك عند تحديد المواصفات الخاصة بتركيب الكابلات ومشتلاتها والمواسير والمجاري الخاصة بها.



شكل رقم (٢-٣١) : ترميز إمداد الطاقة بين تيار القصر والزمن ومحاذاة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (الكابلات ذات الموصلات النحاسية - ضغط - منخفض).



شكل رقم (٢-٣٢): نموذج يوضح العلاقة بين تيار العصور وزمن الرد ومساحة مقطع
الرمي في حالة الكابلات المعزولة بجودة XLPE للكابلات ذات الخصائص التالية
متنوعة

٥-٣ محطة التوليد الكهربائي

١-٥-٣ مقدمة

نظراً لأهمية وضرورة إستمرارية معالجة مياه الصرف الصحي عند إنقطاع تيار المدينة المغذى لمحطة المعالجة ، فلا بد من توافر مصدر كهرباء بديل لتشغيل محطة المعالجة وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر .

٢-٥-٣ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل جميع الطلمبات والأجهزة العاملة بمحطة المعالجة .

٣-٥-٣ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقاً للقدرة المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بين الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة .

٤-٥-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الأشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وظلمبة وقود مع شاحن هواء جبرى

(Turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقاً لموقع المحطة ومدى تتوفر مياه التبريد .

بادئ الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط

ترتيب الإسطوانات : طبقاً للقدرة والمساحة المتاحة يتم الاختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة / د حسب ذبذبة التيار (f)

(٥٠ ذبذبة / ث) وعند إزدواج أقطاب المولد الكهربى (P) طبقاً للمعادلة :

$$f = \frac{P.N}{60} \quad \text{Hz}$$

وتؤخذ السرعات كالآتى :

للمحركات أقل من ٣٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٥٠٠ ل/د

أكبر من ٣٠٠ كيلو وات حتى ٦٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٠٠٠ ل/د

أكبر من ٦٠٠ كيلو وات حتى ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/د

أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٥-٥-٣ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالى ٧م^٣ / دقيقة / حصان فرملى من قدرة المحرك

- يزود مأخذ الهواء برشج فلتر تنقية الهواء الداخلى.

- عند إستخدام شاحن هواء جبرى (Turbo charger) يراعى توفر طول مستقيم

لا يقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.

- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغبير المرشح بالإضافة إلى عزل إهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك

- مراعاة العزل الحرارى لمواسير العادم ومخفض الصوت (الشكمان silencer لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتى لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل .
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيداً عن أى مواد قابلة للإشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم .
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطرة مره ونصف قطر مواسير العادم على الاقل عند إختراقها الحوائط أو الجدران أو الأسقف .
- نهاية مواسير العادم يتم شطفها بزاوية من ٢٠ إلى ٤٥° للتقليل من الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء وحمايتها من الأمطار .

تهوية العنبر

- يجب الإهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تؤدى إلى توفير من ٦٪ إلى ١٠٪ من إستهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة فى العنبر ، وتحسين إنتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر .
- يجب المحافظة على تهوية العنبر عند درجة حرارة ٢٨ م .

تبريد المحرك

- يجب إحتواء دورة التبريد على ثرموستات يسمح لها بالعمل بعد ٨٠ م للحفاظ على كفاءة المحرك عند بدأ التشغيل .
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين ٥ إلى ٨ م
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين ٢٥ ر إلى ٤٥ ر كجم/سم^٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار في ردياتير وقميص تبريد المحرك .
- يجب أن تكون درجة الحرارة في الجزء العلوى للردابتر أقل من ٦٠٠ لمنع التكيف في مضخة مياه التبريد وزيادة كفاءتها .
- سرعة مياه التبريد النقية بين ٦ ر/م و ٢٥ ر/م بينما تكون من ٦ ر/م إلى ٩ ر/م في حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية .
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات في مواسير دورة التبريد .

٣-٥-٦ نظام الوقود

التخزين الرئيسى

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفى حجمها لتشغيل جميع ماكينات التوليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع إلى أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أو القرب من مصادر التزوين .
- يراعى أن تكون خزانات الوقود الرئيسية إما أعلى أو أسفل مستوى سطح الأرض .
- يصنع خزان الوقود من الواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود .

- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلى سطح الأرض فى حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الأرض عند توافر المساحة السطحية اللازمة لها .

ملحقات الخزان

- ماسورة ملء الخزان ، وتوضع بحيث تحقق عمليات التشغيل الآمن .
- مواسير تهوية الخزان .
- فتحة القياس .
- صمام تصافى أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات .
- طلمبات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية إلى الخزانات اليومية .
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير مجلفن) أو الصلب أو النحاس .

التخزين اليومي

- بوضع الخزان اليومي فى عنبر محركات التوليد .
- أقطار مواسير سحب وإرتجاع الوقود لا يقل عن أقطار مواسير وملحقات المحرك ويكامل أطوال المواسير .
- تزداد أقطار المواسير فى حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود ، كذلك فى حالة إنخفاض درجة الحرارة .

الفلاتر (المرشحات)

- توضع الفلاتر لمنع رواسب الوقود التى تتسبب فى سد فوائى رشاشات حقن الوقود وطمبات الحقن .
- تزود الفلاتر بمصافى سلكية بأبعاد ٣ رمم .
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير استخدام أى منهما لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال الفلتر التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك .

٣-٥-٧ نظم بدء الإدارة

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين :

- كهربائياً (بطارية + بادىء الحركة) للمحركات حتى قدرة ٥٠٠ ك . وات .
- بالهواء المضغوط للمحركات ذات القدرة أكبر من ٥٠٠ ك . وات .

بدء الإدارة كهربائياً

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلّة تكلفتها عن البطاريات النيكل كادبروم .
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٢٨ م للحفاظ على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات .
- يجب إستعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادىء الحركة .
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد ، وذلك بالإضافة إلى مولد التيار المستمر الذى يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات .

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الأتى عند إستخدام هذه الطريقة :

- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧ كجم/سم^٢ إلى ١٦ كجم/سم^٢ من ضاغط هواء (كومبريسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم .

- براءى أن يكون حجم خزانات الهواء طبقا لكمية الهواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة . وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجوى . ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات .
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكينة إحتراق داخلى تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار .
- يجب توفر ضاغط هوا احتياطى يعمل بمحرك كهربائى .

٤- الشروط الواجب توافرها عند تصميم الأعمال المعمارية والإنشائية لمحطات المعالجة

أولاً:- الأعمال المعمارية :-

٤-١- الموقع العام :-

- يجب توزيع الوحدات بالموقع العام لمحطات المعالجة بطريقة تسمح بتوافر العناصر التالية :-
- الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذى يسمح بدخول وخروج السيارات وعمل المناورات اللازمة لذلك . مع مراعاة ربط مناسيب الطرق والارضفه مع مناسيب المنشآت التى سيتم تنفيذها .
- وجود غرف الحراسة والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسى للمحطة .
- تواجد المسطحات الخضراء بين الوحدات .
- يتم تنسيق وحدات المحطة بطريقة تسمح بسهولة الحركة داخل المحطة بين وحداتها المختلفة .
- يجب ان تكون وحدات سكن العمال والمشرقيين والمهندسين بعيدة عن وحدات المعالجة وبفضل ان يكون لها مدخل مستقل محاط بسور خاص ودراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المباني للروائح الكريهة والغازات .
- يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذية والرى والصرف الصحى والكهرباء والانارة والتليفونات .
- يلزم عمل سور مناسب لمحطة المعالجة.

فيما يلي الشروط الواجب اتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتي يراعى فيها الناحية الجمالية (تنسيق الألوان والارتفاعات) : -

٢-٤-١- عنبر الطلمبات :-

- سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحي الاقتصادية .
- يجب أن تكون المسافة بين كمره الونش وأوطى نقطة بكرمة السقف لا تقل عن ١.٥ متر
- يجب توفير التهوية والأضاءة الكافية داخل الوحدة.
- ضرورة وجود درابزينات حول اماكن السلالم ورفع ونزول المعدات .
- يجب أن تكون مجارى الكابلات غاطسة بالارضيات .
- يجب أن تكون ارضية عنبر الطلمبات من النوع السيراميك المقام للاحماض والحوائط من القيثاني بالارتفاع المناسب.

٢-٤-٢- مبنى المحولات والتوليد :-

- أن تكون مواصفات وأبعاد المبنى مطابقة لشروط وزارة الكهرباء .
- مراعاة وجود أبواب مبنى المحولات على السور الخارجى وعلى احدى الطرق الرئيسية او الفرعية .
- يجب ألا تقل المسافة بين كمره الونش وأوطى نقطة فى كمره السقف عن ١.٥ م.
- توفر التهوية والأضاءة الكافية داخل الوحدة
- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مواد ملائمة للمنشأ والارضيات غير قابلة للانزلاق وأن تكون أغطية مجارى الكابلات مع منسوب الارضيه حتى لاتعوق الحركة.

- يجب ألا تقل المسافة بين كمره الونش واوطى نقطة لكمرة السقف عن ٥م .
- توفير التهوية والاضاء الكافية داخل الوحدة .
- سهولة دخول وخروج السيارات والمعدات والالات الى مدخل الورش والمخازن .
- قربها من غرف تغيير الملابس ودورة المياه .
- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مراد ملائمة للمنشأ والارضيات غير القابلة للانزلاق وعمل مجارى الكابلات فى منسوب الارضيه حتى لاتعوق الحركة .

٤-٢-٤- مبنى الاداره والمعمل :-

- مراعاة قربه من المدخل الرئيسى لسهولة السيطرة على العاملين والوصول لباقي المباني المختلفه
- دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المبنى للروائح والغازات - مع ضروره تزويد المعمل ببرج خاص لتصريف الغازات .
- توفير التهوية والاضاء الكافية داخل الوحدة .
- يلزم استخدام مواد التشطيبات للارضيات من السبراميك المقاوم للاحماض والاحتكاك والحوائط من القيشانى .
- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرده الغازات والابخره بحيث يكون منسوب هذه الفتحات اقل من منسوب سقف المعمل بمسافة لاتزيد على ٥٠ سم .

- مراعاة توافر التوصيلات الصحية الخاصة بالاحواض (مياه - صرف صحي)
- يجب تغطية قواعد البنىات بالسيراميك المقاوم للأحماض.

٤-٢-٥ مبنى الكلور

٤-٢-٥-١ مخزن الكلور:-

- يجب أن يكون المخزن فى الجزء الجنوبي من المحطة وبعيداً عن تجمعات العاملين والمبانى الإدارية والمستعمرات السكنية .
- يجب أن يكون المخزن بعيداً عن مخازن الوقود والورش وأى مصدر به مواد ملتهبة أو قابله للاشتعال .
- يجب أن يكون المخزن ملاصقاً لمبنى تشغيل الاسطوانات أو الحاويات وغرفه المبخرات وأجهزه الحقن بالكلور .
- يجب أن تكون مساحة المخزن كافية لاستيعاب كميته من الاسطوانات أو الحاويات فى وضع أفقى على صفيين أو أربعة صفوف متوازية بحيث تكون المسافة بين محاور الاسطوانات أو الحاويات ١٠م وبحيث تسمح بتشغيل المحطة مده لا تقل عن ١٠ أيام .
- يجب أن يكون المخزن فى موقع جيد التهوية وله فاعلية فى عزل أشعه الشمس المباشرة عن الاسطوانات أو الحاويات بحيث لا ترتفع درجة حراره الجو بداخله عن ٤٥°م .
- سهوله دخول وخروج السيارات الحامله للمهمات وأسطوانات الكلور وأدوات الصيانه .
- يلزم استخدام مواد التشطيب المضاده للكيمائيات بعمل الارضيات من السيراميك المقاوم للأحماض والحوائط من القيشانى بالارتفاع المناسب بحيث لا يقل عن جلسة الشبابيك .

- يلزم أن تكون القواعد الحديدية الحاملة للأسطوانات مزودة بأربعة درافيل دوارة (عجل جديد) لكل اسطوانة وعلى أن تبعد القواعد مسافة لا تقل عن ١ر متر من الحوائط الجانبية لتسهيل الحركة وضبط وضع الاسطوانة والمحابس على وضع التشغيل السليم .

- يفضل تزويد المبنى بأوناش علوية (مونوريل) بمسافة لا تقل عن ١ر٥ م بين كمره الونش وأوطى نقطه بكمرة المبنى لكل صف أسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات السافطة فى مدخل مخزن الكلور مع مسار كمره الونش ويجب أن تمتد هذه الكمره خارج المبنى لمسافة لا تقل عن ١ر٥ متر لامكانيه تداول (تحميل وتفريغ) الاسطوانات من وإلى سيارات النقل . مع مراعاة أن يكون محور كمره الونش هو نفس محور القواعد الحاملة للأسطوانات .

- يزود المخزن بأجهزه أكتشاف التسرب والأضرار
- يجب عمل مجارى خرسانيه ذات أغطيه سهله الرفع لمرور مواسير حقن الكلور من النوع P.V.C أو مايمثلها .

- يجب أن تكون هناك مجارى لتصريف مياه الغسيل .
- يُلحق بالمخزن غرفه عزل وخزان تعادل (Neutralization) بنقل اليها الاسطوانه أو الحاويه المعيبه التى يتسرب منها الكلور لعزلها عن جو المحطه ويجب توافر الشروط الآتيه فى قاعده برج التعادل :-

* يجب أن تكون القاعدة الخاصه بتثبيت برج التعادل بأرتفاع لا يقل عن ٢ر متر من أرضيه المبنى .

* يجب أن تكون الفتحة الخاصه بتثبيت البرج مبطنه بماده مانعه لتسرب الهواء .

- يزود المخزن بفتحات تهويه تزود بأجهزه تهويه ميكانيكيه (شفاطات) بأرتفاع لا يزيد على ٥م من أرضيه المبنى ويفتحه لا تقل عن ٢٥ × ٢٥ سم وعلى أن لا تزيد المسافه بين كل فتحتين على ٢ر متر .

- يزود المخزن بأجهزة تهوية ميكانيكية اضافية تعمل على تغبير هواء المخزن تعمل فى حالات الطوارئ- ويوجه طردها داخل علب (ducts) معزولة الى غرفة أو خزان التعادل الذى يعمل على التفاعل مع الهواء الملوث بالكلور بواسطة مجموعه من رشاشات محلول الصودا الكاويه .

٢-٥-٢-٤ غرفة الاجهزه:-

- تكون ملاصقة لمخزن الاسطوانات أو الحاويات
- توفير التهويه والإضاءة الكافيه داخل الواحده وأن يكون لها باب واحد لدخول الأفراد .

- تزود بنظام تهويه ميكانيكيه مشابه لنظام تهويه المخزن المغلق .
- لا يقل أرتفاع سقف الغرفة عن ٥ ر ٣ متر .
- تكون المساحه كافيه لاستيعاب المبخرات (إذا لزم) وأجهزه الاضافه مع مراعاة الاتى :-

- * لا تقل المسافه بين المبخرات وبعضها عن ١ متر .
 - * لا تقل المسافه بين واجهه المبخرات والحائط الخلفى لها عن ١٫٧٥ متر .
 - * لا تقل المسافه بين أجهزه الحقن بالكلور وبعضها عن ١ متر .
 - * لا تقل المسافه بين خلف أجهزه الاضافه والحائط عن ١٫٧٥ متر .
- أى أن الطول للمفرقه لا يقل عن ٥ متر والعرض يعتمد على عدد المبخرات وأجهزه الحقن بالكلور .

ثانياً- الاعمال الإنشائية :-

يرجع للكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء .

٥- إعداد مستندات العطاء

١-٥ مقدمة

تحتوى مستندات العطاء التى يتم طرحها على المعلومات الفنية عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتى تعتبر الحكم الذى يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند اليها عند الإقتضاء .

٢-٥ مكونات مستندات العطاء

تتكون مستندات التعاقد من المجلدات الآتية : -

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية

- جداول الكميات التقديرية

- البوم الرسومات التصميمية للمشروع .

- أى مستندات أخرى يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات والتحليل للتربة والمياه الجوفية.

١-٢-٥ - المجلد الأول : دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لايد وأن يتضمن هذا المجلد الآتى :

(أ) الدعوة الى المناقصة

(ب) نموذج العطاء

(ج) تعليمات الى مقدمى العطاءات.

(٢) الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة الى المناقصة فى صفحة أو صفحتين لوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة ، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيرها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات . كما يتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الإلتشار فى يومين متتاليين) .

(ب) نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموحدة التى بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم الى صاحب العمل والتى تسهل أعمال المقارنه الفنية والسعرية وذلك لتكافؤ الفرص بينهم .

(ج) تعليمات الى مقدمى العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمى العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتى تساعد على ترتيب محتويات العطاءات ترتيبا قياسيا طبقا لنموذج العطاء ، حيث تحتوى هذه التعليمات على البنود التى تغطى الأتى : -

تعريف

عرض المتقدمين فى العطاءات .

مستندات العطاء .

إجراءات العطاء .

الإعتبارات الواجبة للعطاءات

التأمين الإبتدائي والتأمين النهائي
نموذج التعاقد بين المالك والمقاول
تعليمات إضافية.

٣-٥ نماذج التأمين

تحتوي مستندات العطاء على نماذج صيغة التأمين الإبتدائي الذي سيقدم مع العطاء والتأمين النهائي الذي سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغة ان يكون لصاحب العمل حق صرف هذا التأمين لصالحه عند اول إشعار للبنك بذلك ولا يعتد بأى إعتراض من المقاول. وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

٤-٥ التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته ، حيث يغطي هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هي :

- التماثل والتطابق بين الموقعين على هذا التعاقد من الناحية القانونية ومدى أهلية الموقعين على التعاقد فى تنفيذه. ويتم التوقيع على عدد من الأصول تكفى ليكون مع كل من المالك والمقاول والمهندس المشرف (إن وجد) وإدارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منها.

- وصف موجز واضح للمشروع

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله، حيث يعتبر هذا الجزء هام جدا حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ماشابه ذلك.
- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال ، أو سعر مقطوعية لكل مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الإتفاق عليه.
- شروط الدفع عن طريق المستخلصات الدورية لتقديم الأعمال وما يتم الإتفاق عليه من خصم نسبة معينة تتراكم حين الإستلام الإبتدائي وما يتم خصمه من نسبة من الدفعة المقدمة للمقاول ... وهكذا .
- وكذلك نظام المستخلص الختامي للعملية الذي يعتبر من أهم المستخلصات القانونية فى حياة المشروع
- كما يتضمن هذا التعاقد مدى العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقى مستندات العطاء وذلك للصفة القانونية حيث أن هذه الوثيقة هى الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

5-5 شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروط خاصة أى مكمله.

5-5-1 الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات المهندس الإستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله، حيث يعتبر هذا الجزء هام جدا حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ماشابه ذلك.
- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال ، أو سعر مقطوعية لكل مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الإتفاق عليه.
- شروط الدفع عن طريق المستخلصات الدورية لتقديم الأعمال وما يتم الإتفاق عليه من خصم نسبة معينة تتراكم حين الإستلام الإبتدائي وما يتم خصمه من نسبة من الدفعة المقدمة للمقاول ... وهكذا .
- وكذلك نظام المستخلص الختامي للعملية الذي يعتبر من أهم المستخلصات القانونية فى حياة المشروع
- كما يتضمن هذا التعاقد مدى العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقى مستندات العطاء وذلك للصفة القانونية حيث أن هذه الوثيقة هى الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

5-5 شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروط خاصة أى مكمله.

5-5-1 الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات المهندس الإستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

ومن أهم بنود محتريات هذه الشروط العامة.

أ- تعاريف

يتم التعريف بدقة ويوضح البنود الهامة مثل :

المالك - المهندس الاستشارى - مدير المشروع - المقاول - مقاول الباطن -
العمل - المشروع - مستندات العطاء - اليوم الرسومات - موعد الإنتهاء - بدء
التنفيذ للمشروع .

ب- الحقوق والمسئوليات

يتم تفسير الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف تفصيلاً حتى يفهم كل طرف
مدى حقوقه ومسئوليته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين
تتد اليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى .

ج- العمل بأخريين

بصفة عامة ، فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع
بمعرفة أو بمقاول آخر منفصل .

لذلك فإن المشاكل الناجمة عن التداخل أو التعارض والتي تؤثر على أعمال
الأخريين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

د- فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بالتفصيل
سواء سلمياً أو بالتحكيم .

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الإنتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتي بناءا عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للإنتهاء من المشروع والذي يجب إعتمادها من المالك أو من يمثله والتي بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه والذي يستحق المقاول تعديد الزمن طبقا لهذا التأخير أو يتم خصم غرامات التأخير عليه طبقا للحالة ، ويجب ان يتم توضيح الظروف القهرية التى تكون خارجة عن الإرادة والتي يتعطل فيها العمل .

و - المستخلصات والدفع

يتم توضيح طريقة إعداد المستخلصات طبقا لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة، ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها ، والمدة اللازمة لمراجعتها من المالك أو من يمثله فى الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعته المختلفة. ويجب توضيح ان موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لاتعتبر موافقة منه على قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التى تنسب للمالك حق ثعلبة مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها على سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة الدعاوى المرفوعة من طرف ثالث ، وفشل المقاول المستمر فى الخضوع لشروط وأحكام العقد.

ز - إجراءات التسليم المؤقت (الابتدائى) والنهائى :

١ - المؤقت (الابتدائى) :

- بعد تمام الاعمال يقوم المقاول أو من يمثله باخطار المالك كتابة بأن كافة الاعمال

وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفة وفى حضور المالك أو من ينوب عنه.

- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المطلوبة (As Built Drawings) يتم اثبات ذلك فى محضر تجارب للمشروع.

- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التى يتفق عليها بين المالك والجهة المحلية التى سوف تتسلم المشروع لتشغيله والانتفاع به أو إذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.

- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول بإعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.

- يتم التسليم المؤقت (الابتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله واثبات أى ملاحظات أو أعمال ناقصة لم تتم ذلك بكشف للملاحظات وبحيث لا تكون لهذه الملاحظات أى تأثيرا على تشغيل المشروع والانتفاع به وفى حالة ما إذا كان المقاول لم يقم بتوريد أى من الأجهزة المساعدة أو قطع الغيار أو أعداد الرسومات أو أى مستندات يتعهد المقاول أو من يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.

- يكون للمالك الحق فى خصم مبالغ أو تعليلتها بالأمانات من مستحقات المقاول نظير نهو وأتمام هذه الأعمال أو استمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد تجاوز المقاول لكافة هذه الالتزامات.

- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة فعلى المقاول استبدال الجزء المعيب أو التألف أو القيام بإصلاحها حتى ثبوت جدوى هذا الإصلاح على حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الإصلاح خصما من مستحقاته أو طبقا لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص.

٢- الاستلام النهائي :-

- قبل الانتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهـو كافة التزاماته بقـوم المقاول بأخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة لذلك بحيث تضمن الجهة المالكة المستفيدة من المشروع والتي قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان .

- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائي حتى يفى المقاول بجميع الألتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وقد فترة الضمان تهبأ لذلك .

- متى أسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع وأنضح للجنة أن المقاول أنهى جميع ألتزاماته يتم تحرير محضر الأستلام النهائي موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلا .

- لا يخل هذا التسليم النهائي بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.

- بعد أتمام التسليم النهائي يعمل حساب ختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله .

من التأمين

توضح الشروط العامة المجالات التى يلزم تغطيتها بالتأمين على الأعمال والعمال والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق .
الخ لدى شركة تأمين مقبولة من المالك وأصدار شهادات التأمين بإسم المالك وتوضح أيضا التعويض المناسب لكل حالة، كما تغطى جميع إلتزامات المالك والمقاول والطرف الثالث، ويتم إرسال شهادات التأمين الى طرفى التعاقد.

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للأعمال التي تتغير في العقد والوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته أو خصمة من مدة العقد وكذلك تكاليف التغيير المطلوب لإضافة أو خصمة من قيمة العقد وذلك دون التأثير علي وثيقة التعاقد نفسها .

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للإتفاق على الآثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

ك- تصحيح الاعمال

يعطى هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك في رفض الاعمال المعيبة او الغير مطابقة لشروط العقد والتي يلزم إستبدالها أو إصلاحها بمعرفة المقاول وعلى حسابه ، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنة الضمان.

ل- إلغاء العقد

تتضمن الشروط العامة هذا البند الذي يتيح للمالك الحق في إلغاء العقد نتيجة فشل المقاول ، على سبيل المثال فشل المقاول في إتمام العمل في موعده المحدد، أو عدم إنجاز الأعمال . كما يتيح للمقاول الحق في الإلغاء في حالة فشل المالك في الوفاء بالتزاماته.

٥-٥-٢ الشروط الخاصة المكملة

تعتبر الشروط الخاصة مكملة للشروط العامة لتلائم القوانين المحلية والظروف الببتية والشروط الخاصة بكل مشروع علي حده. وتكون أرقام بنود هذه الشروط ممتالة لما يشابهها من الشروط العامة وذلك عند إضافة أو حذف بعض نصوص الشروط العامة.

تعتبر الرسومات عن العلاقة بين المكونات المختلفة للمنشأ، حيث توضح أماكنها وأبعادها، وتحتوى على المعلومات التى تعبر عن الأحجام والمواقع والكميات، أى تعتبر الرسومات التصميم ذاته.

يجب ان تكون الرسومات كاملة الى حد كبير ودقيقة ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليها الأبعاد الكافية.

حيث تعتبر دليل المفاضل فى تقديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له فى أعمال الإنشاء والتنفيذ، كما تحتوى على رسومات تنفيذية منفصلة لكل من الأعمال الإنشائية والمعمارية والصحية والكهرباء وأعمال التكييف والتبريد.

Shop drawing

ب- الرسومات التفصيلية

نظرا لعدم احتواء الرسومات التنفيذية للتفاصيل الدقيقة الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفه، لذلك يجب على المنفذ (المفاضل - مقاول الباطن - المورد - المصنع) إعداد رسومات تفصيلية دقيقة واضحة، تحتوى على كل المعلومات التفصيلية اللازمة للتنفيذ، بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الأداء والجداول المتضمنة الحامات للمكونات ونظام وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم اعتمادها واستعمالها.

As Built Drawings

ج- الرسومات طبقا للمنفذ

يجب ان يقوم المفاضل بإعداد رسومات كاملة بالأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقا لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمه الى المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانة والتشغيل.

تعتبر المواصفات الفنية مكملة للرسومات التنفيذية، حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات ، وتوضح جودة الخامات والمهمات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية .
وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد ، وتعد هذه المواصفات طبقاً للتقسيمات الآتية :

المتطلبات العامة، أعمال الموقع ، أعمال الخرسانة ، الاعمال التكميلية Masonary الاعمال المعدنية، الاعمال الخشبية، العزل والحماية، الابواب والشبابيك التشطيبات ، اعمال خاصة (special works)، المعدات ، الأثاث ، إنشاءات خاصة (Special Construction)، نظم الريط (Conveying systems) الاعمال الميكانيكية ، الاعمال الكهربائية.

ويتم تقسيم كل من هذه الاعمال الى اربعة اقسام:

عام ، الخامات والمواد ، التنفيذ ، طريقة المحاسبه.

ويحتوى قسم "عام" علي تعريف نطاق العمل بهذا القسم وما يتطلبه من تحكم وجودة، المعلومات المطلوبة للمهمات والمعدات ، متطلبات المناولة والتخزين، والضمانات .

ويحتوى قسم " الخامات والمواد Materials " على وصف موجز للمواد المستعملة فى هذا القسم لتكون مرشدا للمنتجين ويحتوى قسم " التنفيذ" على تفاصيل طرق الانشاء وأداء الاعمال ، التفتيش والقبول ، الإختبارات ، ويتضمن قسم " المحاسبه" عما إذا كان تنفيذ هذا الجزء من الاعمال محمل علي بنود العقد أو سعر البند ، او بالمقطوعه ... الخ .

هـ- جداول الكميات التقديرية

- تحتوى جداول الكميات التقديرية على بنود الاعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبه عليه سواء بالوحدة او بوحدة المساحة او وحدة الحجم أو بالمقطوعة ، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود .
- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل على حده.
- يشترط فى هذه الجداول ان البند الذى لايقوم بتسعيره المقاول يعتبر محملا سعره على باقى اسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلى سعر لهذا البند عند العطاءات الأخرى عند تقييم هذا العطاء فى لجنة البت والترسيه.
- تعتبر الكميات المدرجة فى جداول الكميات تقديرية ، ويحق للمالك زيادة او نقص هذه الكميات بنسبة ٢٥٪ منها بنفس اسعار العقد، ومازاد على هذه النسبة يتم الإتفاق على اسعارها الجديدة.

١- إدارة تنفيذ المشروع :

يقاس نجاح أى مشروع لنهوه فى الوقت المحدد طبقاً لمستندات العقد والشروط والمواصفات الفنية والرسومات التنفيذية .

وأن مفتاح الوصول الى نجاح المشروع هو وجود سبل إتصال وتفاهم مستمر بين الاطراف العاملة فى المشروع عن طريق وجود علاقة ارتباط بين مالك المشروع والاستشارى والمقاول تساعد على تنفيذ الأعمال حسب البرامج الزمنية المحددة لنهوه هذا المشروع .

ويتوقف حجم العماله اللازمة لإنهاء المشروع حسب حجم وحالة كل مشروع والشكل رقم (٣-١) يوضح تنظيم إدارة المشروع .

ولكى يتم التنسيق بصورته الجيدة بين الأطراف الثلاثة بتبع النظام الأتى :

أ - يقوم مالك المشروع بالتعاقد مع المقاول المسند اليه تنفيذ العقد طبقاً للوائح والقوانين المتداولة .

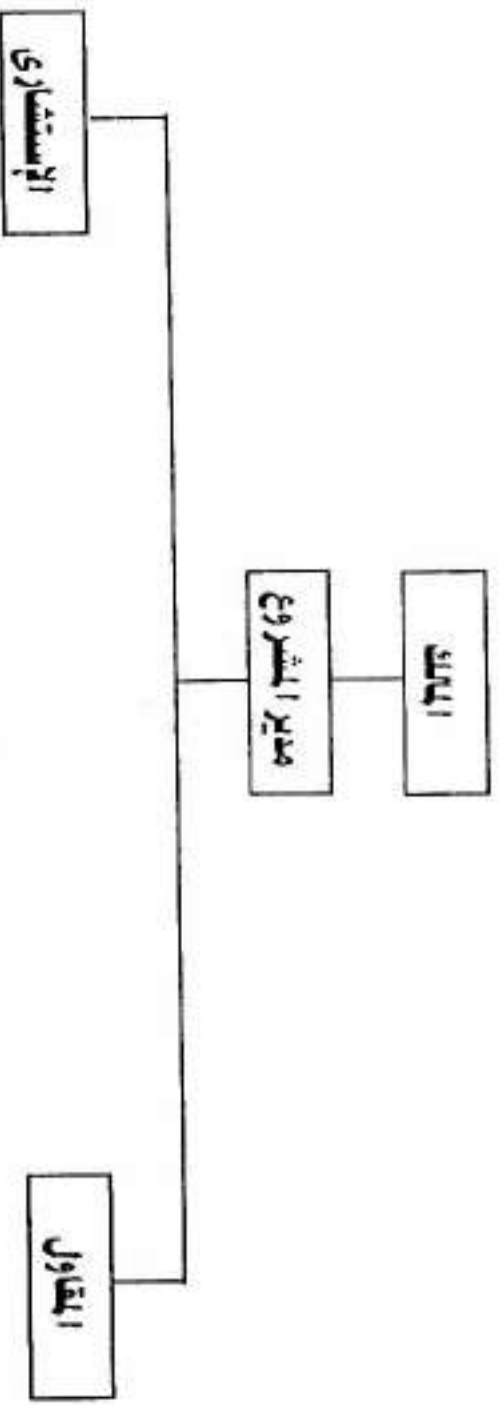
ب - يقوم مالك المشروع بتشكيل وحدة تنفيذية بغرض المراجعة الفنية لجميع خطوات التنفيذ والتعرف على العقبات والمشاكل التى تواجه المشروع والعمل على حلها سواء كانت فنية أو مالهيه أو إدارية أو قانونية .

ج - تقوم الوحدة التنفيذية بالتنسيق مع استشارى المشروع الذى قام بأعمال الدراسات والتصميمات وإعداد مستندات العقد للإشراف على التنفيذ .

د - يتم تعيين رئيساً للوحدة التنفيذية (مدير المشروع) للتنسيق بين فريق العمل داخل الوحدة ووضع أسس علاقة العمل بين الوحدة التنفيذية والاستشارى .

هـ - يقوم مدير المشروع بالتنسيق بين أعمال المالك والمقاول والاستشارى والشكل رقم (٣-٢) يوضح الوحدة التنفيذية للمشروع والتى يتحدد اختصاصها على النحو

التالى :



شكل رقم (١-٣) : تنظيم ادارة المشروع

الوحدة التنفيذية

مدير المشروع

الشفون المالية والإدارية

الشفون الفنية

شكل رقم (٢-٣) : تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع

١-١ مدير المشروع :

أ - له الكفاءة والقدرة على إدارة المشروع .

ب- يكون مسئولاً عن الإشراف على تنفيذ جميع الأعمال وكافة النشاطات المتعلقة به وله سلطة المراقبة والتنسيق بين النشاطات المختلفة سواء كانت فنية أو مالية أو إدارية أو قانونية وعلى درجة من الإلمام بها .

ج - إختيار الأسلوب الأمثل لتنفيذ الأعمال ومراعاة النواحي الاقتصادية والوقت والجهد لتحقيق الهدف نحو نهو المشروع فى المواعيد المحددة وكذا مراعاة إتخاذ الإجراءات الكفيلة لتصحیح مسار التنفيذ حتى يمكن الإنتهاء من المشروع بنجاح فى المواعيد المحدده وفى حدود التمويل المتاح .

د - يقوم مدير المشروع بإختيار المدير الفنى ومدير الشئون المالية والإدارية وتكليفهما بتشكيل الجهاز المعاون لكل منهما واعتماد هذا التشكيل .

هـ - يعتمد صرف مستحقات الإستشارى طبقاً للتعاقد .

٢-١ الشئون الفنية :

١-٢-١ مهندسو التصميم :

يجب أن يتولى أعمال مراجعة الرسومات المقدمة من المكتب الإستشارى مهندسون متخصصون لمطابقة الرسومات الهيدروليكية والمعمارية والمدنية والميكانيكية والكهربائية والتأكد من توافر العدد الكافى من نسخ الرسومات التنفيذية .

٢-٢-١ مهندسو التنفيذ :

أ - يجب أن يتولى أعمال التنفيذ مهندسون متخصصون فى التخصصات المختلفة لتابعة مراحل التنفيذ .

- ب - القيام بإعداد التقارير الدورية عن مراحل سير العمل ومراجعة سجلات المتابعة اليومية من قبل إدارى ومقاول المشروع والتوقيع عليها وتدوين أى ملاحظات فنية أو أى مشاكل قد تعترض سير التنفيذ .
- ج - مراجعة المستخلصات الدورية طبقاً للكميات المنفذة بالطبيعة ومراجعتها مع الرسومات التنفيذية والدفاتر المقدمة من المقاول والمعتمدة من الإدارى .

١-٣ الشئون الإدارية :

١-٣-١ المدير المالى والإدارى :

- أ - يجب أن يتولى هذا العمل محاسب متخصص فى النواحى المالية والإدارية المتعلقة بالمشروع ويقدم المساعده والمشوره لمدير المشروع فى مجاله .
- ب - يقوم بمتابعة الأعمال المالية والإدارية للمشروع ورفع التقارير الدورية لمدير المشروع ومقترحاته بكيفية حل المشاكل الماليه والإداريه التى تعترض سير العمل .
- ج - يقوم بإختيار أفراد المراجعة الماليه ومراجعته حسابات المخازن .

١-٣-٢ المراجعة الماليه :

- يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال الآتية :
- أ - مراجعة المستخلصات من الناحية المحاسبية ومطابقة الفئات على العقود .
- ب - متابعة الموقف المالى للمشروع أولاً بأول وإمساك سجلات بذلك مبين بها المبالغ المتاحة وما تم صرفها منها والمتبقى .
- ج - مراجعة المنصرف على الجدول الزمنى للتنفيذ .

٣-٣-١ حسابات المخازن:

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال التالية :

- أ - إمساك سجلات منتظمة مبين عليها كافة الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها .
- ب - مراجعة المهتمات الموردة طبقاً للتعاقد على كشوف التعبئة .
- ج - إمساك سجلات منتظمة خاصة بالتسويات لكل إعتماد مستندى .

٤-١ الاستشارى:

وتتحدد مهامه فى الاتى :

- أ - إعداد النماذج النمطية للتقارير وطرق وإجراءات متابعة سير العمل .
- ب - إعداد الخطوات التى يتم عن طريقها التحكم فى كيفية الإدارة السليمة للمشروع ووضعها فى إطار الميزانية الفعلية له .
- ج - إختيار فريق الإشراف الفنى ذو كفاءة عالية فى مجال التخصصات المختلفة والشكل رقم (٣-٣) يوضح الهيكل التنظيمى للإستشارى .

١-٤-١ الإشراف الفنى:

- أ - متابعة الأعمال اليومية للمقاول الجارى تنفيذها وأخذ العينات اللازمة لإختيارها
- ب - متابعة الموقف التنفيذى ومدى تمشية مع البرنامج التنفيذى المعتمد .
- ج - مراجعة دفاتر الحصر للأعمال المقدمة من المقاول وإعتمادها .
- د - مراجعة المستخلصات المقدمة من المقاول وإعتمادها للصرف .
- هـ - دراسة أى أعمال إضافية أو تعديلات تقتضيها تنفيذ الأعمال لإستفاده الكاملة من المشروع على أكمل وجه وعرضها على مدير المشروع للموافقة عليها .

الإستشاري

الوحدة / الحاسبيّة

ضبط الجودة

الإشراف الفني

شكل رقم (٣-٣) الهيكل التنظيمي للإستشاري

- و - دراسة أى مطالبات يتقدم بها المقاول سواء كانت مالية أو تعديل فى مدة التنفيذ للمشروع وذلك بعد أن يستوفى المقاول جميع المستندات اللازمة لإثبات أحقيته فى تلك المطالبات وعرض النتيجة على مدير المشروع .
- ز - الإشتراك فى أعمال الإستلام الإبتدائى والنهائى واعداد قائمة الملاحظات التى لا تمنع من الإستلام الإبتدائى .

٢-٤-١ ضبط الجودة:

- أ - التأكد من صلاحية المواد والمهمات والمعدات الموردة بالموقع والقيام بمراجعة شهادات الإختبار وإجراء الإختبارات اللازمة على عينات عشوائية من المواد والمهمات للتأكد من مدى مطابقتها للمواصفات المنصوص عليها بالتعاقد .
- ب - الإشراف على اعداد الخلطات الخرسانية التجريبية ومتابعة معالجتها وإختبارها لتحديد مقاومتها للكسر طبقاً للقيمة التى يحددها المصمم والمنصوص عليها فى مستندات التعاقد .
- ج - القيام بأعمال الإشراف والمتابعة الدورية على صب ومعالجة المنشآت الخرسانية المنفذة .
- د - التأكد من معايرة الأجهزة المستعملة فى أعمال الإختبارات والقياس .

٣-٤-١ الوحدة المحاسبية:

وتقوم بالآتى :

- أ - مراجعة المستخلصات المقدمة من المقاول .
- ب- متابعة الموقف المالى للمشروع .

ج- مراجعة المصروفات والإيرادات للمكتب الإستشارى .

٥-١ المقاول :

ويكون مسئولاً عن تنفيذ جميع الأعمال حتى الإنتهاء من المشروع بنجاح ويكون له فريق كفء فى مجالات التخصص المختلفة على النحو الآتى :

والشكل رقم (٣-٤) يوضح الهيكل التنظيمى للمقاول .

٦-١ المهندس المقيم :

ويقوم بالآتى :

أ - إدارة المشروع .

ب- التنسيق بين جميع الأجهزة المعاونة له وتحديد إختصاصات كل منها .

ج - مراجعة ما تم تنفيذه من أعمال من خلال البرامج الزمنية ومراجعة المستخلصات المعدة بمعرفة مهندس التنفيذ وإعتمادها .

د - مراجعة الموقف المالى وأرصدة المخازن .

هـ - إعتماد حوافز العاملين على ضوء ما ألحجز من أعمال .

١-٦-١ المكتب الفنى :

يقوم المكتب الفنى بدور رئيسى فى إعداد كافة البيانات الخاصة بالنواحى الفنية والتصميمية والتخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء لتنفيذ ونهـو المشروع على الوجه الأكمل طبقاً للبرنامج المعتمد ويتلخص دور المكتب الفنى فى الآتى :

ج- مراجعة المصروفات والإيرادات للمكتب الإستشارى .

٥-١ المقاول:

ويكون مسئولاً عن تنفيذ جميع الأعمال حتى الإنتهاء من المشروع بنجاح ويكون له فريق كفء فى مجالات التخصص المختلفة على النحو الآتى :

والشكل رقم (٣-٤) يوضح الهيكل التنظيمى للمقاول .

٦-١ المهندس المقيم:

ويقوم بالآتى :

أ - إدارة المشروع .

ب- التنسيق بين جميع الأجهزة المعاونة له وتحديد إختصاصات كل منها .

ج - مراجعة ما تم تنفيذه من أعمال من خلال البرامج الزمنية ومراجعة المستخلصات المعده بمعرفة مهندس التنفيذ وإعتمادها .

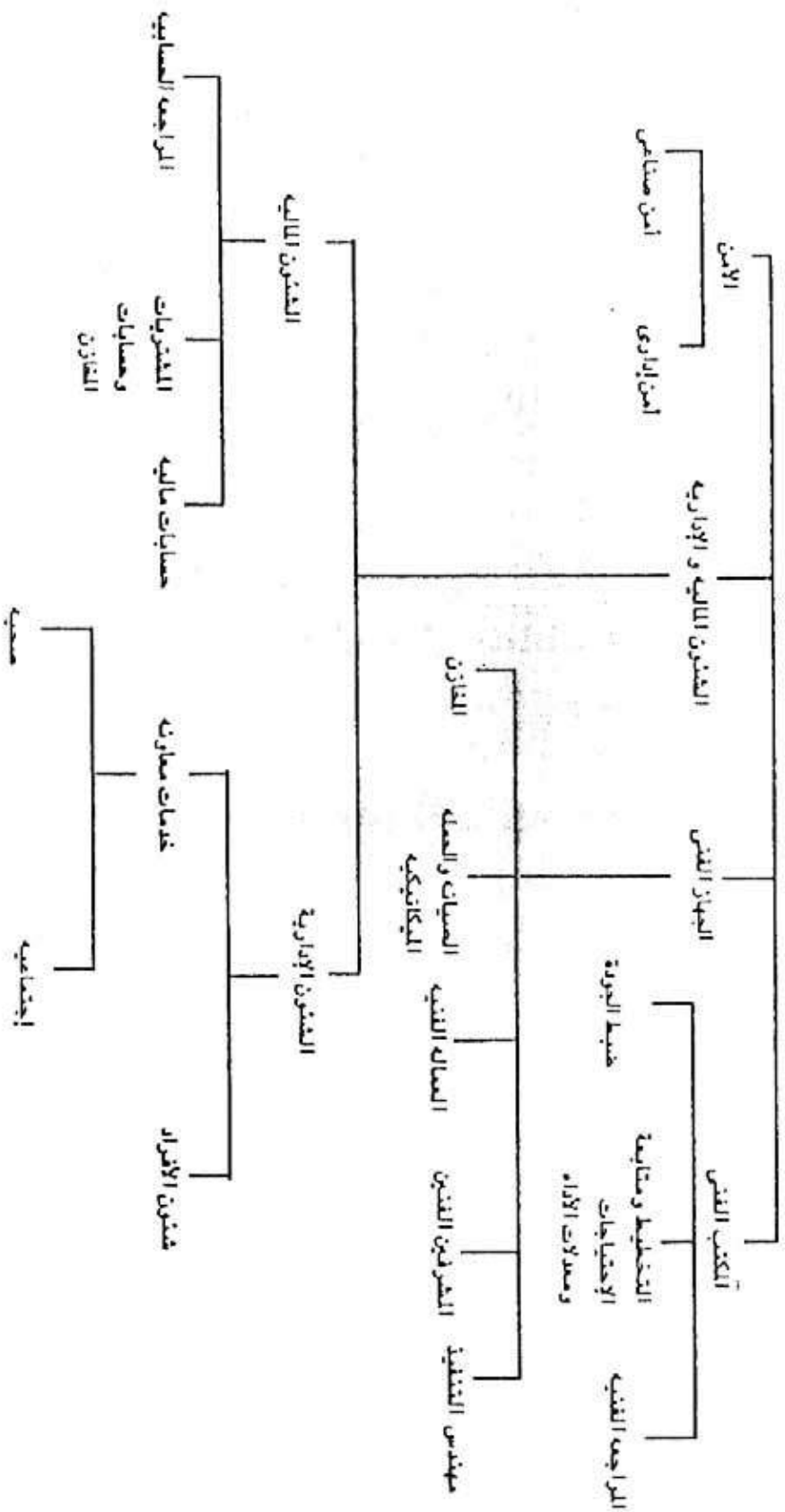
د - مراجعة الموقف المالى وأرصدة المخازن .

هـ - إعتماد حوافز العاملين على ضوء ما أنجز من أعمال .

١-٦-١ المكتب الفنى:

يقوم المكتب الفنى بدور رئيسى فى إعداد كافة البيانات الخاصة بالنواحى الفنية والتصميمية والتخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء لتنفيذ ونهـو المشروع على الوجه الأكمل طبقاً للبرنامج المعتمد ويتلخص دور المكتب الفنى فى الآتى:

شكل رقم (٣-٤) : الهيكل التنظيمي للمتاو



- أ - مراجعة دفاتر الشروط والمواصفات والإشتراطات الخاصة بالمشروع .
- ب - اعداد وحصر لجميع بنود الأعمال المطلوب تنفيذها بالمشروع .
- ج - مراجعة مستندات العطاء واعداد وطرح المناقصات لمقاولى الباطن .
- د - اعداد المستخلصات طبقاً للكميات المنفذه بالطبيعة ومراجعتها على الرسومات التنفيذية ودفاتر الحصر قبل تقديمها لإستشارى المشروع .
- هـ - متابعة تنفيذ المشروع طبقاً للبرامج الزمنية .
- و - اعداد الختاميات ومحاضر التسليم الإبتدائى للمشروع .
- ز - مراجعة الرسومات الهيدروليكية مع الرسومات الميكانيكية والكهربائية وكذلك مطابقتها مع الرسومات المعمارية والإنشائية مع توفير المجموعات من نسخ الرسومات التنفيذية .
- ح - مراجعة تقرير أبحاث التربة والتأكد من أن مواقع الجسات التى تم تنفيذها مطابق لما هو موضح بالرسومات وعليه القيام بأعمال أبحاث التربة إذا أقتضى الموقف ذلك وعلى نفقته .
- ط - اعداد نسخ الرسومات التنفيذية النهائية طبقاً لما تم تنفيذه بالطبيعة وإعتادها من الإستشارى . . (AS Built Drawings)

وتختص بالآتى :

- ١ - اعداد الموازنة التخطيطية للمشروع والتعرف على العقبات والمشاكل إن ظهرت والعمل على حلها فى الوقت المناسب .

٢ - اعداد البرامج الزمنية المختلفة وإستخدام النظم كالحاسب الآلى وذلك لسهولة الإطلاع على كافة المعلومات المطلوبة لتنفيذ مراحل المشروع المختلفة وتوفير الإحتياجات اللازمة وكذلك توفير إتصالات وتعاون مستمر بين الأطراف المعنية لنهـو المشروع فى المواعيد المحددة .

٣ - تحديد الموارد اللازمة للمشروع وتوفير المواد والمهمات المطابقة للمواصفات بالكميات اللازمة وفى التوقيتات المناسبة لتنفيذ المشروع طبقاً للبرنامج الزمنى المحدد .

٤ - متابعة تنفيذ المشروع وخطة العمل وجميع خطوات التنفيذ من خلال البرامج الزمنية ومعدلات الأداء وتعديل مسارها عند حدوث أى تأخير فى تنفيذ المشروع .

٥ - متابعة تحصيل المطالبات المالية .

١-٦-٣ ضبط الجودة:

القيام بأعمال التفتيش وإختبارات المواد ومراجعة أعمال المصنوعات للتأكد من أن العمل مطابق لمستندات التعاقد .

١-٦-٢ الجهاز التنفيذى:

١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ:

يقوم مهندسو التنفيذ من التخصصات الهندسية المطلوبة بالتوجيه الفنى الدقيق ومراجعة الجودة طبقاً لمستندات التعاقد .

وتتلخص مهام مهندسى التنفيذ فى الأتى :

أ - إستلام الموقع وتخطيطه وتحديد محاوره وأتجاهاته .

- ب- اعداد الكروكيات التفصيلية اللازمة التى تساعد على تنفيذ المشروع .
- ج - طلب المعدات والمواد والعماله والمهمات فى توقيتاتها المناسبة وطبقاً للبرامج الزمنية .
- د - توجيه المشرفين الفنيين وتوزيع العماله تبعاً لإحتياجات العمل .
- هـ - تنفيذ جميع الأعمال طبقاً للبرامج الزمنية .
- و - اعداد تقارير يومية عن سير العمل والمعوقات التى تصادف التنفيذ وطرق حلها .
- ز - اعداد الحصر اللازم للأعمال المنفذه والمستخلصات بصفة دورية .
- ح - التوجيه لحسن إستخدام الخامات والمهمات والمعدات وتخزينها بالموقع .
- ط - الإشراف على المخازن .
- ي - اعداد الرسومات التنفيذية النهائية لما تم تنفيذه بالطبيعه .

(AS Built Drawings)

٢-٢-٦-١ المشرفين الفنيين:

وتتلخص مهام مشرفى التنفيذ فى الأتى :

- أ - تنفيذ تعليمات مهندسى التنفيذ .
- ب - رقابة العماله الفنيه وتوجيهها .
- ج - الإبلاغ عن المعوقات فى حينها .
- د - إستلام المواد والمهمات من المخازن وتسوية عهده .
- هـ - الحفاظ على معدات وأدوات التنفيذ وحسن إستخدامها .

تقوم العماله الفنية بتنفيذ الأعمال طبقاً للتعليمات الصادرة لها من قبل مهندسى ومشرفى التنفيذ بكل دقة .

١-٦-٢-٤ الصيانة والحمله الميكانيكية :

تتلخص مهام وحدة الصيانه والحمله الميكانيكيه فى الأتى :

- أ - تجهيز المعدات وصيانتها وتشغيلها .
- ب- أعمال الصيانة الدورية للمعدات والحمله الميكانيكية .
- ج - تدريب العماله على أعمال الصيانه والتشغيل .

١-٦-٢-٥ المخازن :

وتقوم بالمهام الآتية :

- أ - إمساك سجلات مخزنية مبين بها كافة الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها وما تم صرفه منها .
- ب - إستلام وتخزين كافة المواد والمهمات الواردة للمشروع طبقاً للأصول الفنية وذلك بعد الإنتهاء من إجراءات الفحص والإضافة .
- ج - تسليم المواد والمهمات اللازمة للعمل .
- د - اعداد بطاقات الصنف وكمياتها ووضعها فى أماكن ظاهرة بالموقع .
- هـ - طلب تزويد المخازن بالأصناف التى يصل رصيدها المخزنى إلى الحد الحرج .

١-٦-٣ الشئون المالية والإدارية :

وتتكون من :

١-٣-٦-١ الشئون الإدارية

وتتكون من شئون الأفراد والخدمات المعاونة .

١-٣-٦-١-١ شئون الافراد:

وتختص بالأتى :

- أ - تدبير العماله اللازمة التى يتطلبها العمل .
- ب- اعداد ومتابعة كشوف مرتبات العاملين .
- ج - اعداد كشوف حوافز الانتاج حسب تقدم سير العمل .
- د - تأييث وتجهيز المكاتب والإستراحات اللازمة لخدمة كافة العاملين بالمشروع .
- هـ - اعداد التقارير الشهرية والسنوية بحالات العاملين وكفائاتهم الفنية والادارية .
- و - متابعة حضور وإنصراف العاملين .
- ز - تحديد ومتابعة الأجازات حسب التعليمات .
- ح - اعداد قرارات نقل العاملين وانهاء خدمتهم طبقاً للتعليمات.
- ط - القيام بإجراءات التأمينات الإجتماعية .
- ى - إستخراج تراخيص العمل ونهو الإجراءات الأمنية إذا أقتضى الأمر ذلك .

١-٣-٦-٢ خدمات معاونة:

وتشمل الخدمات الإجتماعية والصحية .

أ- الخدمات الإجتماعية :

وتختص بالأتى :

- الإشراف على صندوق رعاية العاملين والذي يشترك فيه جميع العاملين بالمشروع ويتم الصرف منها على أفراد المشروع فى الحالات التى تستوجب ذلك .
- تنظيم الرحلات الترفيهية والثقافية والسياحية والدينية والزيارات الميدانية لمواقع العمل المماثلة .
- تنظيم الأنشطة الرياضية المختلفة .

ب- الخدمات الصحية :

وتختص بالأتى :

- اعداد وحدة صحية للإسعافات الأولية لمعالجة الإصابات والحالات السريعة .
- تحويل المصابين بحالات خطيرة إلى المستشفيات المختصة .

١-٢-٣-٦ الشئون المالية :

وتشمل الأتى :

١-٢-٣-٦-١ حسابات مالية :

ويكون دورها كالأتى :

- أ - مراجعة المستخلصات مالياً ومتابعة خطابات الضمان .
- ب - القيام بأعمال المتابعة والتحصيل من صاحب العمل .
- ج - اعداد سجل لحسابات الموردين والإيرادات والمصروفات .

د - اعداد الميزانيات وتحديد نتائج الأعمال .

هـ - الإشراف على المشتريات .

١-٦-٣-٢-٢ المشتريات وحسابات المخازن :

ويتلخص دور إدارة المشتريات فى المهام الآتية :

أ - القيام بشراء المواد والمعدات والتأكد من وصولها الى الموقع فى الوقت المناسب مع امساك سجلات منتظمة لذلك .

ب - الإبلاغ عن أى نقص فى توريد المهمات والمواد أولاً بأول .

ج - حساب غرامات التأخير على الموردين .

وكذلك يتلخص دور حسابات المخازن فى الآتى :

أ - مراجعة التوريدات وأسعارها وكمياتها طبقاً للتعاقد .

ب - مراجعة إستثمارات الصرف المقدمة من إحدى الإدارات على النماذج المعدة لذلك وإرسالها للمراجعة الحسابية .

ج - إمسك سجل لحسابات المخازن للمراجعة على سجل المخزون .

١-٦-٣-٣-٢ المراجعة الحسابية :

ويتلخص دورها فى الآتى :

أ - مراجعة المستخلصات على دفاتر الحصر ومطابقة الفئات على العقود .

ب - مراجعة المطالبات المالية الخاصة بالمشروع .

١-٦-٤ الأمن :

ويتكون من الأمن الإدارى والأمن الصناعى .

١-٤-٦-١ الأمن الإداري :

ان دور الأمن الإداري هو القيام بمراقبة مواقع العمل والبوابات وأعمال الحراسة من دخول وخروج الأفراد والمهمات ، واعداد الترتيبات الأمنية لضمان حسن وسهولة سير العمل ومراجعة تصاريح العمل .

١-٤-٦-٢ الأمن الصناعي :

ان دور الأمن الصناعي يختص بتأمين المشروع من حيث :

- أ - مقاومة الحرائق وتوفير الأجهزة اللازمة لذلك والحفاظ علي صلاحيتها .
- ب - تأمين العاملين أثناء العمل ضد التعرض للإصابات ومخاطر العمل .

مقدمه :

الطريقه المثلى للوصول الى الهدف المنشود تبدأ من التخطيط الجيد وتحليل بنود المشروع الى خطوات تنفيذه تسبق عملية التنفيذ التى تهيبه الموقع للعمل والتى تتمثل فى استلام الموقع ورفع مساحياً وعمل التجهيزات والتنسيق والتخطيط العام للموقع شاملا المنشآت المؤقتة التى يجب اقامها قبل البدء فى تنفيذ الاعمال حتى يتمكن مقاول المشروع من القيام بالاعمال الرئيسيه بسهولة .

ويمكن تقسيم هذه الاعمال الى ثلاث مراحل :-

أ - مرحلة تحديد واستلام الموقع واعمال الرقع المساحى واعداد الدراسات .

ب - مرحلة اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام .

ج - مرحلة اعمال المنشآت المؤقتة .

١-٢ تحديد واستلام الموقع واعمال الرقع واعداد الدراسات :

١-١-٢ تحديد استلام الموقع :

- استلام المساحه المخصصه للموقع من لجنة مكونه من ممثل المالك والاستشارى والمقاول ومندوب الجهة المنفعه بالمشروع ومندوب المساحه بالمحافظه وذلك بدق حدايد بمعرفة مندوب المساحه .

- تحديد العوائق التى تعوق تنفيذ الاعمال سوا - ظاهره أو داخل باطن الارض .

- تحديد موقف استلام الموقع " مرحله واحده " أو عدة مراحل مع تحديد تاريخ استلام كل مرحله .

- تحديد مصادر المياه والكهرباء الموجوده حول الموقع إن وجدت .

٢-١-٢ أعمال الرفع واعداد الدراسات والتجهيز :

- يتم تصوير الموقع بحالته الطبيعیه فوتوغرافياً قبل البدء فى التنفيذ .
- يتم استلام نقط الشواہت " الروبیر " الموجوده بالموقع بمحضر استلام موقع عليه من ممثل المالك والاستشارى ومندوب المقاول وذلك بعد مراجعة المناسيب والاتجاهات مراجعہ دقيقه وكذلك مراجعہ ابعاد الموقع ومطابقتها للوحه الموقع العام للتأكد من صحة الأبعاد .
- يتم عمل كتل خرسانيه حول اماكن النقاط الثابته " الروبیر " مع مراعاة ان تكون بعيده عن منطقة الحفر وبحيث يصعب ازلتها .
- يتم عمل دراسات حول اماكن المحاجر والعماله القريبه من المشروع لتحديد أفضل العناصر التى يمكن استخدامها وبأقل تكلفه .
- يتم تقسيم الموقع الى شبكه مربعات لعمل ميزانيه شبكيه ابتدائيه وذلك لتجهيز قطاعات هذه الميزانيه لبيان مكعبات الحفر والردم والتسويه .
- يتم عمل المحاور الرئيسيه للموقع بشرط ان تكون بعيده عن اماكن المنشآت المؤقتة والطرق الداخليه بالموقع .
- يتم اعداد لوحه يوقع عليها جميع العوائق بالموقع .
- يتم ازالة العوائق الموجوده بالموقع والمعرضة للتنفيذ من مخلفات - اشجار - مباني قديمه الخ والتى تعوق التنفيذ .
- يتم عمل التسويات اللازمه لأرضية الموقع من حفر وردم طبقاً لظروف الموقع مع الأخذ فى الاعتبار طرق التنفيذ المقترحه - منسوب تنفيذ المشروع ، الظروف المناخيه - اتجاهات سير الامطار الخ .
- يتم عمل محاضر تنسيق مع الأجهزة المختلفه قبل البدء فى التنفيذ ويتم عمل التحويلات اللازمه اذا احتاج الامر ذلك .

- يتم عمل جسات اضافيه للتربه اذا تطلب الامر ذلك وطبقا لشروط التعاقد .
- يتم عمل دراسه جيولوجيه لتحديد الفوالق ومخزرات السيول .
- يتم تسوير الموقع وانشاء بوابة لدخول وخروج المعدات وكذلك مكتب الأمن .
- يتم امداد الموقع بمصادر المياه - الكهرباء - الصرف - الاتصالات الخ .
- يتم عمل ميزانيه شبكيه مره اخرى بعد عمل التسويات والوصول الى المنسوب التصميمي .
- يتم دراسة موقف المباني المجاوره ومدى تأثرها بعمليات الحفر لمنع اى تصدع يمكن حدوثه وتقديم تقرير عنها للمالك لاجراء اللازم .
- يتم استخراج التصاريح والتراخيص اللازمة .
- يتم اختيار انسب الاماكن لوضع يافطه المشروع بالتنسيق مع ممثلي المالك والاستشاري .

٢-٢ أعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام :

يقاس نجاح اى مشروع بتخصيص الوقت الكافى لتخطيط وتطبيق منهجيه التنفيذ من حيث الآتى :-

٢-٢-١ الدراسات المطلوبه لعمل تخطيط سليم للموقع :

يجب الرجوع الى الدراسات التاليه التى تم اعدادها بمعرفة استشاري المشروع قبل البدء فى التنفيذ :-

- الموقع ، شروط التعاقد ، الرسومات التنفيذية للمشروع ، طرق التشييد المقترحه ،
- خطة للخدمات المطلوبه .

- مواصفات وتفاصيل رسومات المعدات المطلوبة .

- البرامج الزمنية والفنية للمعدات ، الخامات ، العماله . . . الخ) لتحديد فترات التوريد لأحتياجات المشروع وذلك لتقليل المساحات المستخدمه فى المخازن ولتقليل الفواقد والرواكد واتباع الأعمال فى التواريخ المحددة لها .

- أقامة محطة خلط خرسانيه بالموقع طبقاً لظروف التنفيذ .

- التفاصيل والمتطلبات الخاصة للمنشآت المؤقتة " مكاتب - اعاشه ، مخازن - ورش الخ) .

- البدائل المقترحه فى حالة عدم اتساع ارض الموقع للمنشآت المؤقتة من ايجار اراضى اخرى أو وحدات اداريه . . . الخ) .

- متطلبات الأمن الصناعى والأمن الادارى فى تخطيط الموقع .

٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل تخطيط سليم للموقع :-

- تأثير اتجاه الرياح عند تحديد اماكن ورشة اللحام ، اماكن التخزين ، مبنى المكاتب ، الوحدات السكنية الخ) .

- تأثير اتجاه سير سقوط الامطار وميول ارض الموقع وطرق التخزين على الأرض .

- انسياب الحركة داخل مكاتب الموظفين ، المخازن والورش الخ) .

- تحديد اماكن مناسبة لانتظار السيارات وتخصيص مكتب انتظار للزائرين .

- تخطيط طرق داخلية مؤقتة " ممرات " لسهولة حركة المعدات والافراد والمواد الخام الخ) .

وأن تكون شبكة الطرق المؤقتة للموقع علي نفس مسار شبكة الطرق الرئيسية للمشروع وعلي ألا تتعارض مع منشآت المشروع .

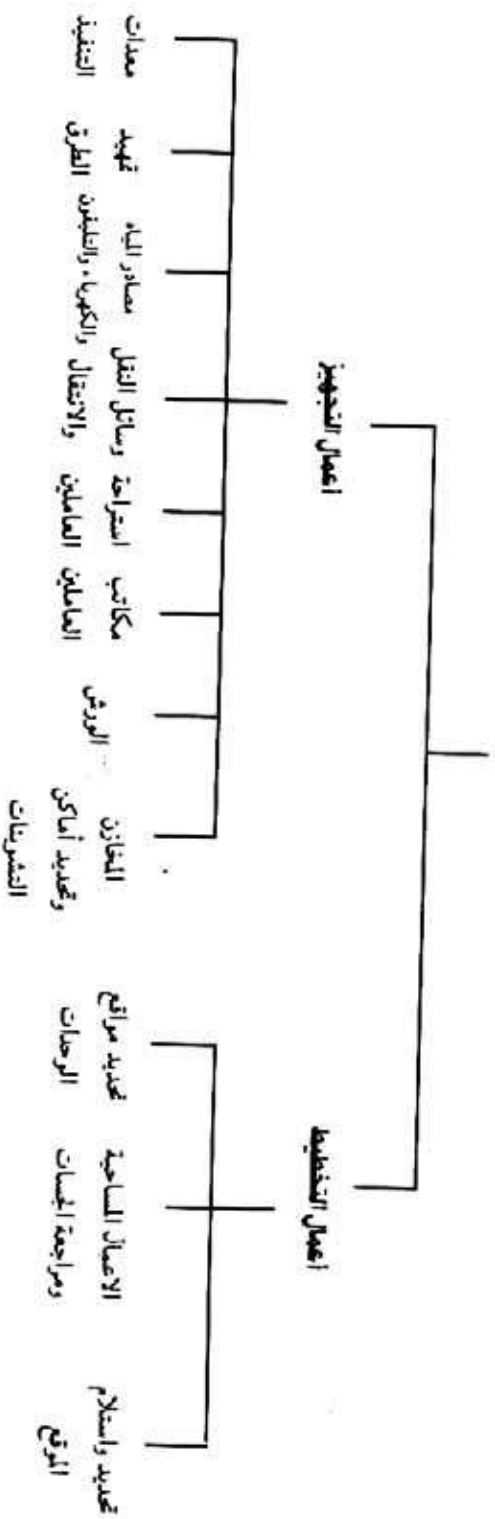
- يتم اتخاذ اجراءات الحماية للمنشآت المجاورة مثل استخدام طرق النزع للمياه ودق الستائر والخوازيق (الخ) .
- توفير اماكن وخطوط المرافق بالموقع (مياه - كهرباء - صحى - تليفونات الخ) .
- يتم عمل دراسة لتحليل مياه الآبار بالموقع .
- تحديد اماكن تشوينات المواد من محطات الخلط والورش لتقليل الهالك وتكاليف النقل وان تكون التشوينات فى اماكن لا تعوق العمل وحركة الاتصالات داخل الموقع وكذلك تفادى التشوين فى مناطق الحفر والاقلال بقدر الامكان من تغيير اماكن المخازن طول فترة تنفيذ المشروع .
- دورة دخول المواد الخام " للفحص - التصنيف - التخزين " وخروجها للتنفيذ .
- دراسة المعدات الثقيلة والثابتة من حيث الحجم - الحركة - الارتفاع داخل الموقع اثناء عملية الأنشاء .
- توفير الأضاءة - الحراسة - علامات التحذير - اللافتات - (الخ) .
- تجهيز معمل ابحاث المواد والخرسانه داخل الموقع ومحطة تموين المعدات بالوقود وحسب أهمية المشروع .
- عمل لوحات ارشادية للتعريف بأماكن المشروع " مكاتب الاداره - الاستراحات - مكتب الزائرين - دورات المياه - وحدة الاسعاف - دور العباده - المخازن - الورش - مناطق العمل (الخ) .

٢-٣ أعمال المنشآت المرفقة :

٢-٣-١ العوامل المؤثرة في إنشاء المنشآت المرفقة :-

- شروط التعاقد .
- اتساع الموقع العام .
- نوعية المشروع .
- فترة التنفيذ ومراحل البرنامج الزمني .
- طريقة الانشاء ونوعية المعدات المستخدمة .
- مكان المشروع " منطقة نائية أو مدنيه " .

شكل (٢-٥) تخطيط وتجهيز الموقع



٣- تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

مقدمة :

- عند صدور التعليمات لتنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية لمحطة المعالجة يجب الأخذ في الاعتبار كل ما جاء بالكودات المصرية الخاصة بأشترطات التنفيذ للخرسانه المسلحه وميكانيكا التربة والأساسات والمواسير إلخ .
- ١-٣ كما يراعى الشروط الآتية عند تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية :
- أستلام الموقع وتطهيره وتسويته .
 - نقل وترحيل العوائق (إن وجدت) بالموقع (أنابيب غاز أو بترول أو صرف مغطى أو خطوط كهرباء إلخ) .
 - الأطلاع على مستندات المشروع
 - أعداد مكان للجهاز الاشراف بالموقع .
 - اعداد ترتيب أولويات التنفيذ طبقاً لمناسيب التأسيس والبرنامج الزمنى التفصيلى .
 - مراجعة الأعمال المساحية وأعداد الخرائط المساحية قبل البدء فى التنفيذ مع تثبيت العلامات المساحية المساعدة فى أماكن ثابتة وظاهره داخل الموقع .
 - البدء بإنشاء سور الموقع وتجهيزه بإجراءات الأمن .
 - تحديد المداخل والمخارج وأعمال الطرق الداخليه والموصله للموقع .
 - تحديد أماكن التشوين بحيث لا تتعارض مع أعمال تنفيذ وحدات المشروع .
 - يجب علي مهندس التنفيذ الرجوع الى المصمم فى حالة وجود نوعية من التربة مخالفة لما ورد بتقرير الجسات لاهداء الرأى فيها .
 - أمداد الموقع بالتوصيلات اللازمه من خدمات مياه وكهرباء وتليفون الى آخره .
 - تجهيز الموقع بالتشوينات اللازمه من المواد والخامات والمعدات اللازمه للأنشاء

مع مراعاة الأصول الفنية للتشوين وكذلك مطابقة هذه المواد الموردة للموقع (طبيعية أو مخلطة أو مصنعة) وكذا المعدات يختلف أنواعها للعينات والمواصفات المعتمدة .

- تجهيز الموقع بالأجهزة اللازمة لأخذ العينات وتصميم الخلطات وأجراء الاختبارات على المواد وتكسير الكميات .

- تصميم خلطة قياسية من التشوينات الموجودة بالموقع وتحديد نسب الأجهاد المقابلة لأكبر أجهاد كسر مطلوب طبقاً لما ورد بالرسومات التنفيذية .

- توقيع المحاور وتخطيط أماكن الوحدات على الطبيعة طبقاً للرسومات التنفيذية .

- تحقيق التسلسل والتناسق الفني في أنجاز بنود الأعمال المرتبطة ببعضها (الأعمال المدنية والأعمال الميكانيكية والكهربائية) وعدم السماح بالتعارض أو الاختلاف فيما بينها .

- القيام بأعمال الحفر للأساسات وصب الخرسانة والتحكم في منسوب المياه الجوفية أن وجدت عن طريق متابعه مناسبها يومياً من خلال أبار الرصد وتسجيلها وكذلك مراجعة مناسب سطح المياه المخفضة أثناء تنفيذ الأعمال وفي حالة حدوث أى هبوط غير متوقع في هذه المناسيب يجب الرجوع الى المصمم لاتخاذ الخطوات المناسبة لتلاقي أى أثار أو أخطار قد تنتج عن ذلك .

- العناية بمعالجة أماكن الزواجر في المنشآت التحتية (أسفل سطح الأرض)

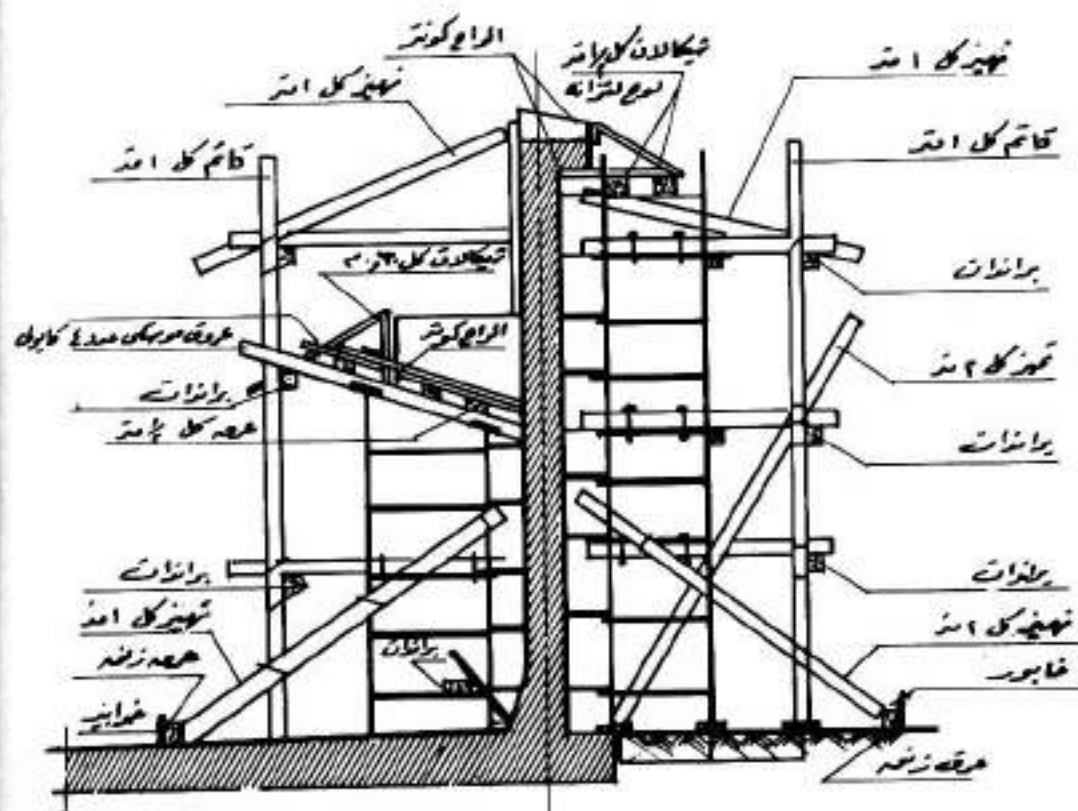
- يجب استخدام شدات تعطى سطح خرساني أملس (Fair Face) . والأشكال رقم (٢-٦) و (٣-٧) تبين نموذج لشل هذه الشدات .

- يجب تنفيذ مجارى وخنادق الكابلات الكهربائية بحيث لا تتعارض مع مسارات المواسير والقنوات وبالأبعاد المطلوبة طبقاً للرسومات .

- التأكد من أماكن وطريق عمل موقوفات تسرب المياه Water stop والمحافظة عليها أثناء الصب وعدم أتلافها أو تغيير أماكنها .

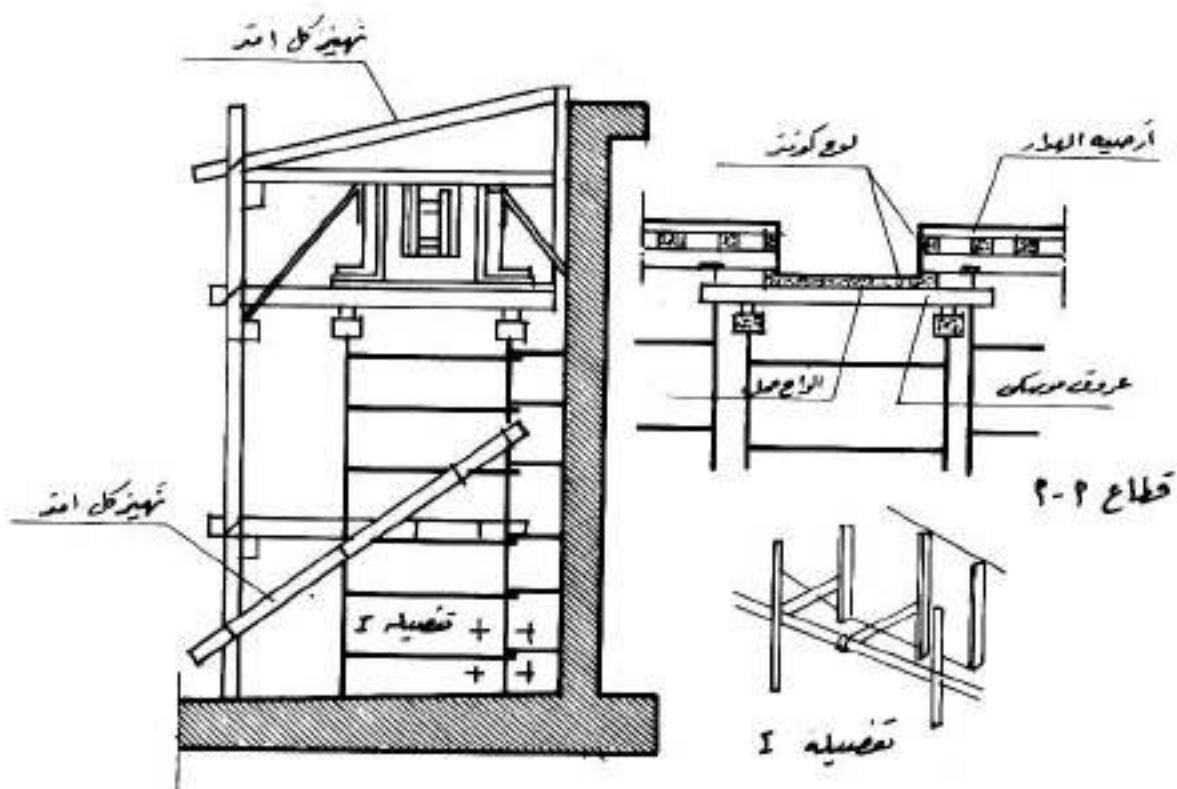
سده داخلیه

سده خارجیه



شکل رقم (۲-۶)

قطاع رأسی فی اسده الخصبیه مائاً بکابلطیصل الهدار تقطی بطیخ فریانی اعلی



شكل رقم (٧-٣) : قطاع رأسى فى القبة الخشبية ماراً بقبة الهدار
وموائفة (تدعى سطح ضربان أماسى)

- مراعاة تنظيف فواصل الصب طبقاً للرسومات التنفيذية والتعامل معها حسب ما جاء بالكود المصرى للخرسانة المسلحة .
- تثبيت الجوايط للزخافات والمصافى والبوابات وجميع الأجزاء المدفونة وتركيب وصلات الحائط (Puddle piece) قبل صب الخرسانة المسلحة مع ضرورة التأكد من وجود وردة الحائط فى منتصف الحائط قبل الصب .
- العناية باستداره السوك الخرسانية لهدارات الاحواض وأستقامتها وضبط أفقيتها ومناسبتها باستخدام ميزان القامة تماماً ثم اختبارها بعد الانتهاء من الأعمال عن طريق ملاحظة خروج المياه من جميع الفتحات بتصرف متساوى ومنظم حسب المناسيب الهيدروليكية .
- العناية التامة بتنفيذ مسار عجل الكوبرى الخاص بكاسحات الاحواض على منسوب ثابت لتلافى حدوث أحتكاك بين مسار عجل الكاسحات والخرسانة كما يجب تنفيذ المشايه الخاصه بهذا المسار من مواد مقاومة للبرى والأحتكاك .
- التأكد من مناسيب الدخول والخروج لجميع الوحدات.
- يجب مراعاة أماكن فتحات وقواعد المهمات الميكانيكية والكهربائية .

للمحافظة على العمر الافتراضى للمنشآت الخرسانية المائية يتم عزلها طبقاً للآتى:

- أ - عزل داخلى فقط فى حالة أن يكون المنشأ أعلى من منسوب المياه الجوفيه .
- ب- عزل داخلى وخارجى فى حالة وجود المنشأ فى حدود منسوب المياه الجوفية .

- متابعة البرنامج التنفيذى وتوجيه المفاوض نحو أى تأخير أو عمل غير مطابق للمواصفات حتى يمكن تدارك التأخير وأستمرار العمل طبقاً للبرنامج التنفيذى.
- يجب أعداد وعمل الرسومات النهائية للموقع العام طبقاً لما تسم تنفيذه بالطبيعة . (As built drawings) .

٤- تنفيذ الاعمال الميكانيكية والكهربائية :

٤-١- شروط عامة

عند تنفيذ الاعمال الميكانيكية والكهربائية لمحطات التنقية يراعى الأخذ فى الاعتبار العناصر الآتية :-

٤-١-١- قبل تركيب المهمات :

أ - مراجعة الاعمال المدنية المنفذه للتأكد من الأبعاد التصميمية الموجوده بالرسومات التنفيذيه والمناسيب والميول وكافه عناصر التشطيبات المدنية المذكورة بالرسومات والمواصفات الخاصة بهذه الاعمال .

كما يراعى مراجعه أبعاد ومحاور الفتحات ومناسيبها والمتطلبات اللازم تحقيقها لتركيب المهمات الميكانيكية خلال هذه الفتحات وذلك طبقاً للرسومات التفصيلية التنفيذية للأعمال الميكانيكية .

ب - الاشراف على تنفيذ المعدات طبقاً للأبعاد المحدده بمعرفه الصانع حسب الكتالوجات والرسومات المعتمده ومراعاة استخدام الخامات طبقاً للتعليمات وضبط أفقيه واستواء الأسطح .

ج - تنظيف الأحواض والقنوات وجميع الوحدات المدنية من أى بقايا لأعمال الانشاء والبناء أثناء التنفيذ .

د - مراجعه المهمات الميكانيكية كنوعيه وكميه ومطابقتها على أمر التوريد من حيث الطراز وأرقامها المسلسله وشهادة المنشأ وشهادات التفتيش والإختبار والتأكد من مكونات وأجزاء المهمة ومطابقتها على قائمة المحتويات والرسم التفصيلى الميكانيكى .

هـ - مراجعة المهمات ظاهرياً للتأكد من عدم وجود كسر أو تلف تتج أثناء أعمال النقل .

- أ - وضع خطوات تركيب المهمات لكل وحده مع الأخذ في الاعتبار ترتيب تركيب المهمات بالنسبة لبعضها حيث تبدأ أعمال التركيب بمهمات الرفع (الأوناش) ثم المهمات المركبة في المناسيب السفلية ثم الأعلى وهكذا ويجب مراجعته ذلك مع التعليمات الواردة بكتيب التركيبات (Instruction Manual)^١ للموردين والمصنعين.
- ب - مراعاة ضبط محاور ومناسيب المعده قبل التحبش على القواعد الخاصة بها وتنفيذ الوصلات بين المهمات .
- ج - التأكد من تركيب المحابس من حيث إتجاه حركة القفل والفتح وترتيب وضعها وإتجاهاتها (إتجاه السهم على المحبس) .
- د - مراجعته جميع الأجزاء المطلوب تزييتها وتشحيمها واستخدام الزيوت والشحوم طبقاً لتعليمات المصنع ومراجعته التوصيلات الكهربائية بين المهمات الميكانيكية ولوحات التشغيل والتحكم .
- و - مراجعته ضبط مناسيب مداخل ومخارج الوحدات مع ضبط هذارات الخروج بأستخدام ميزان القائمة .

٤-١-٣- بعد إتمام التركيب:-

- بعد نهو أعمال التركيب وقبل البدء في التشغيل يجب أداره كل معده لفترة قصيرة جداً للتأكد من إتجاه الدوران .
- تجرى تجارب الأختبار بالموقع طبقاً للمبين بباب الاختبارات .
- تبدأ فترة التشغيل لتجارب الاداء والتي يجب الا تقل عن ٧٢ ساعه بدون توقف وفى حاله نجاحها بدون مشاكل أو معوقات يحرر محضر الاستلام الإبتدائى ويبدأ احتساب فترة الضمان لهذه المهمات من هذا التاريخ .

٢-٤ شروط تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية

١-٢-٤ الطلبات

- قبل البدء فى تركيب الطلبات يجب أولاً التأكد من سلامة الطلبات بعد عملية الشحن والنقل إلى الموقع والأطمئنان إلى عدم وجود كسر أو شرخ بجسم الطلبة أو أية أعطاب فى أى جزء فيها .
- يجب مطابقة البيانات المدونة على بطاقة البيانات للطلبية بالبيانات والمواصفات الموجودة بالتعاقد .
- من الضروري الحصول على المعلومات الكاملة عن التركيب الصحيح للطلبية شاملاً جميع التفاصيل الخاصة بالمواسير ومناسيب المياه المقابلة وظروف التشغيل القصوى والدنيا المقترحة من صانع الطلبية - يجب تنفيذ قاعدة الطلبية التى سيتم تركيبها عليها طبقاً لتعليمات الصانع وإذا تطلب الأمر عمل فرش (هيكل) من قطاعات الصلب فانه يجب العناية فى ضبط القياسات الخاصة به والمحافظة على درجة الاستواء والمنسوب الخاصة بالقاعدة الخرسانية التى سيركب عليها الهيكل الصلب .
- يجب إعطاء العناية الكافية لعملية ضبط المحاور (الأستقامة) Alignment لتقليل عملية الصيانة الدورية للجلندات ويمكن عن طريق إستخدام الوصلات المرنة Flexible Coupling تجنب الآثار المترتبة عن عدم الضبط Misalignment
- ويجب على أية حال إتباع تعليمات الصانع بدقة عند ضبط المحاور مع تجنب إستخدام كراسى المحور سريعة التآكل والأعطال .
- يجب ألا تعامل الطلبية على أنها وسيلة لتثبيت المواسير ويجب العناية عند تركيب نظام المواسير والبلوف لمحة الرفع التأكد من أنه لا يوجد إجهادات Strains تنتقل إلى فتحات الطلبية (والتى قائل المشاكل الناتجة عن عدم ضبط المحاور إن لم تزد عليها) والتى تتسبب فى حالة زيادتها فى تكتيف الطلبية (قفشها) أو كسر الأجزاء المصنعة من المسبوكات .

- يجب مراعاة وضع الطلمبة (مستوى التركيب) بالنسبة لمنسوب مياه السحب وأن يكون هناك مواسير سحب مستقلة لكل طلمبة فى حالة المحطات متعددة الطلمبات.
- إذا كانت هناك ضرورة لتنفيذ خط سحب مشترك للطلمبات فانه يجب ملاحظة أن أقصى ميل هيدروليكي لمواسير السحب يحدث عند أقصى ظروف التشغيل مع عدم النزول بالضغط فى ماسورة السحب المشتركة فى أى نقطة منها عن القيمة التى عندها تكون أى طلمبة فى وضع الاستعداد للتشغيل Standby تحت ضغط سحب أقل من الضغط الجوى مما يؤدى إلى تسرب خلال الجلندات الساكنة وتختنق الطلمبة تماماً بالهواء air locked وتصبح غير مناسبة للتشغيل عند الحاجة إليها حيث تحتاج فى هذه الحالة إلى إعادة تحضير .
- يجب مراعاة عدم تجاوز الحدود المسموح بها لمسايب مواسير السحب .
- يجب مراعاة وضع مواسير السحب داخل البئارة والتأكد من مناسبتها طبقاً للتصميم حتى لا يؤدى عدم تغطية فوهة السحب بالمستوى الملازم الأدنى إلى تكوين فقاعات هواء مغلقة داخل الطلمبة ينتج عنها فقد التحضير أثناء دوران الطلمبة .
- يجب تجنب وجود ضغط سحب عالى على الطلمبة سواء بتغيير منسوب التركيب المحدد لها أو استخدام مواسير ذات احتكاك مرتفع القيمة أو وجود خنق على جانب السحب سواء نتيجة وجود إنسداد فى مدخل السحب أو محبس سكونة غير مفتوح تماماً حتى لا يؤدى ذلك إلى حدوث تكهف بالطلمبة مما يتسبب فى تآكل وبرى السطح المعدنى للطلمبة بفعل تكوين جيوب بخار داخل السائل تتراكم على الأسطح المصمتة للطلمبة .

٤-٢-٢ المحركات الكهربائية :

- من الضروري قبل التركيب مراجعة المحركات والتأكد من عدم تعرضها للتلف نتيجة تخزينها بطريقة غير مناسبة لمدة طويلة .
- يجب ملاحظة عدم وجود مظاهر للصدأ بالمحرك قبل التركيب .

- يجب قياس مقاومة ملفات المحرك بالميجر للتأكد من عدم تأثرها بالرطوبة أثناء التخزين ويجب ألا تقل المقاومة عن ١ ميجا أوم وإذا قلت عن ذلك فيجب تخفيف الملفات تماماً وإعادة القياس .
- يجب التأكد من المقننات الخاصة بالمحرك والمدونة على لوحة البيانات ومطابقتها على مستندات التوريد .
- يجب التأكد من أن مكان التركيب للمحركات آمنة وليست معرضة للاشتعال أو المخاطر أو ظروف التآكل إلا إذا كانت المحركات مصممة للعمل في هذه الظروف .
- يجب التأكد من إزالة أية أتربة أو ترسبات على أجزاء المحركات قبل التركيب مع مراجعة نقاط الارتكاز والتوصيل وحلقات الانزلاق للتأكد من سلامتها وعدم تعرضها للتآكل أو الكسور .
- يجب الكشف على شحم الكراسى الخاصة بالمحركات (ماعدا الانواع المحكمة والمصممة للعمل على مدى العمر الافتراضى للمعدة) والتأكد من صلاحيته أو تغييره إذا لزم الامر .
- يجب تركيب المحركات على قاعدة صلبة ومستوية لتجنب حدوث الاهتزازات وفى المعتاد فان القاعدة تتكون من فرش من قطاعات الصلب المحملة على عتبة خرسانية مسلحة ويجب مراعاة أن تكون مسامير الرباط متناسبة بعناية وأن يتم تجميع الفرش بحيث يكون السطح أفقى ومنضبط المحاور عند وضعه على العتبة الخرسانية ويتم التحبش على الفرش بعد ضبط الأفقية والمحورية (الاستقامة)
- فى حالة ارتفاع تكلفة عمل الفرش الصلب فانه يمكن الاستعاضه عنه عن طريق تثبيت المحرك مباشرة بالقاعدة الخرسانية باستخدام حشوات (خابور) يتم إدخالها بالخرسانة تصنع عادة من الحديد الزهر ذات قمة ناعمة وبها ثقب طولى مسلوب ويكون جسمها ذو شقوق لضمان أحسن تثبيت (إرتباط) بالخرسانة . يتم ربط الحشوات بأرجل المحرك ويتم تحميل المحرك نفسه على القاعدة الخرسانية بغرض الضبط السليم وعند ضبط المحورية (الاستقامة) يتم التحبش الدائم بالمونة الاسمنتية (مونة الأسمنت) . وبعد أتمام الضبط النهائى والاستواء يتم تخريم

ثقب وتديئة في اتجاه مصاكس لقدم المحرك وتربا وداخل حشوات القاعدة ويتم ادخال إبر (بنوز) Pins وتديئة وذلك لتسهيل أعمال إعادة التركيب التالية للمحرك على قاعدته .

- الضبط (الصف) البسيط أو ضبط الارتفاع أو تغيير المحرك يمكن الوصول اليها عن طريق استعمال لينات (Shims) تحت أرجل المحرك .

ويتم أيضاً استعمال أوتاد المعايرة (Dowelling) بعد انقاص التحبش (ضبط الاستقامة) والضبط النهائي للمحرك في حالة استخدام الفرش الصلب .

- المحركات الكبيرة ذات المحاور المحمولة على قاعدة تصنيع عادة تورد لها فرش ذو هيكل سفلى من الحديد الزهر لتحميله مباشرة على قواعد من الخرسانة المسلحة المعدة لذلك ..

- المحركات ذات التحميل على الفلنشات أو المحركات الرأسية تتركب عادة على هيكل سفلى . وتتركب المحركات الرأسية عادة على تقفيسة (skirts) سابقة التجهيز وخاصة لإدارة الطلمبات وتعتبر هي قاعدة المحركات (Motor Stool)

١-٢-٢-٤ ضبط المحورية Alignment

- الضبط الدقيق هو مطلب أساسي إذا ما أريد تجنب أعطال الكراسي المحورية (bearings) والوصلات المرنة (Couplings) ويتم ضبط المحورية بين المحرك والطلمبة قبل ربط الوصلات .

- يجب أن تكون أوجه الوصلات متوازية وتراعى أية أبعاد للفواصل بين الأوجه طبقاً لتعليمات الصانع .

- يتم الضبط النهائي لمحورية الوصلات وتراجع باستعمال مقياس بالمؤشر .

- يتم إتصال المحركات ذات كراسي الارتكاز المزدوجة مع الطلمبة عن طريق وصلة مرنة في المعتاد والهدف منها عدم السماح بأي درجة من عدم المحورية ولتقليل انتقال حمل الصدمات (Shock Loadings) لكروسي الارتكاز .

- المحركات ذات كرسى الارتكاز المفرد تتصل بالظلمبة عن طريق إستخدام صلبة الاتصال Solidby bolted حيث لا يمكن إستخدام الوصلة المرنة نظراً لأن هذه المحركات غير مصممة لكى تتحمل الدفع السفلى downward thrust الناتج من وزن العضو الدوار للمحرك .
- يكتمل التركيب الميكانيكى للمحرك عندما يتم توصيل نصفى وصلة الاتصال ويلزم اجراء المزيد من الفحص قبل توصيل التيار ويجب التأكد من أن هواء التبريد للمحرك يمر دون عوائق (لا تعترضه أى عقبات) سواء من مداخل الهواء أو مخرات خروج العادم حيث ان الفراغ الغير كافى بين مداخل الهواء والحوائط المجاورة ينتج عنها حرارة زائدة .
- التأكد من أن الأغطية قد تم رفعها وأن أية أبواب يجب أن تظل مفتوحة أثناء تشغيل المحرك .
- يجب مراجعة جميع المهمات المساعدة للمحرك مثل ضواغط الهواء وعدادات السرعة والمبردات الخارجية والمرشحات ومجسات ذبذبة الكراسى أو درجات الحرارة لها ومهمات تدوير زيت الكرسى والتأكد من أنه قد تم تثبيتها بإحكام .
- الكابلات والموصلات للقوى والتحكم للمحركات يجب أن يتم إختبار مقطعها بدقة طبقاً للتصميمات الموضوعة لها وأن يتم التأكد من جهد التشغيل لها ومطابقته لهذا التصميم .
- يجب الاهتمام بنهايات التوصيل للكابلات وتثبيتها بطريقة فعالة وإيجابية لضمان التوصيل الجيد للكهرباء .
- من الضروري توصيل مسامير الأرض الخاصة بالمحركات بعناية حسب تعليمات الجهات المختصة واللوائح السائدة ومقترحات الصانع .
- يجب مراعاة قواعد الأمان ومنع الحريق وأخطار الانفجار .

- بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فإنه يلزم عمل فحص إضافي للتأكد من أن كراسى الارتكاز جيدة التشحيم وأن نظام التبريد يعمل بكفاءة وأن مداخل الهواء ومخارجه لا تعترضها أية عوائق ويتم توصيل التيار الى جميع مراوح التهوية التى قد تكون بها إدارة منفصلة للتأكد من أنها تدور فى الاتجاه الصحيح .
- يجب التأكد من أن اتجاه دوران مروحة التبريد للمحرك فى الاتجاه الصحيح حسب التوصيف الموضح بدائرة التوصيل وبالنسبة لاتجاه الدوران للمحرك نفسه طبقاً للمبين بلوحة البيانات للمحرك أو على جسم المحرك .
- عقب اجراء الفحص الاولى للمحرك بعد التركيب وبعد تشغيل المحرك وتحميله فإنه من المفضل فحص والتأكد من معدل الاهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مبيّنات القياس والسرعة .

٤-٢-٣ لوحات التحكم للمحركات . MCC

- قبل البدء فى أعمال التركيب يجب مراجعة الرسومات المصدرة من الصانع وكذلك رسومات العقد ومطابقتها .
- يجب العناية بالمكان الذى سيركب به اللوحة وعلاقتها بمجاري ومسارات الكابلات.
- يجب الآخذ بعناية التخطيط لدخول الكابلات المستقبلية قبل تركيب اللوحات .
- عندما تكون اللوحات من النوع الذى يركب على الارض Floor mounted يجب إعطاء العناية لتوفير قاعدة مستوية دائماً .
- يجب الآخذ فى الاعتبار الارتفاع الكلى للوحة ومقارنته بارتفاع المبنى الذى ستركب به سراير الكابلات العلوية .
- من المهم مراعاة التهوية للوحات حيث أن ذلك يؤدى لأن تعمل اللوحات فى درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها .

- لإمكانية إجراء الصيانة والوقائية الدورية ولتسهيل الكشف على الاعطال الممكنة فإنه من الضروري الأخذ فى الحساب إمكانية الوصول الى أجزاء اللوحة بحرية عند وضع المهمات .
- يراعى دائماً تركيب لوحات التحكم فى أماكن قليلة الاهتزازات ويتم تثبيتها رأسياً وبإحكام حتى لا تتأثر مكونات اللوحة ويجب إحكام ربط المسامير والصواميل ونهايات التوصيل قبل بدء تشغيل اللوحة - يجب قبل توصيل المحرك بلوحة التحكم وبإحدى الحركة التأكد من مناسبة ساعاتها بعضها للبعض طبقاً للوحة البيانات الخاصة لكل منها .
- يجب ترقيم أطراف الكابلات (للقوى والتحكم) الوصلة والخارجة من لوحة التحكم طبقاً للأرقام المبينة بالرسم التفصيلي للوحات وذلك لتسهيل وضمان سلامة التوصيل .
- ويجب ابعاد تنفيذ مسارات الكابلات عن أى أجزاء أو أجسام ساخنة مثل شبك المسخنات ومجموعات المقاومات وإذا لم يمكن تجنب ذلك فيجب إستخدام كابلات مقاومة للحرارة .
- يجب مراعاة عدم تحريك كابلات التوصيل بأية آلات حادة مثل المصنعات الحديدية أو المسامير ألخ
- يجب الالتزام عند مد الكابلات بالعدد المحدد طبقاً لرسومات التصميم وذلك لمنع الحرارة الزائدة والتي تؤثر على كفاءة الكابلات .
- يجب إعادة وضع علامات الترقيم والتحذير والامان والأغطية المختلفة بعد إتمام التركيب .
- يجب العناية بتأريض جميع أجزاء لوحة التحكم .
- قبل توصيل التيار الى لوحة التحكم يجب أخذ الخطوات التالية :
- * إجراء اختبار مقاومة العزل على جميع النهايات وقضبان التوزيع ويراعى عزل أو فصل أجهزة القياس والتحكم الحساسة قبل توقيع الضغط العالى .

- * تشغيل جميع النبائط المغناطيسية يدوياً للتأكد من أن جميع الاجزاء المتحركة تعمل بجدية .
- * مراجعة أطراف الربط الكهربى للتأكد من سلامة التشغيل لها .
- * فصل التوصيلات المؤقتة التى تتطلبها أعمال النقل للوحات (وأى تشبيطات) خاصة الكوبرى الموصل على محولات التيار .
- * مراجعة مقننات المرحلات relays على الاحمال الفعلية للوحة التحكم طبقاً للوحة بيانات المحركات العاملة والموصلة على اللوحة .
- * مراجعة أزمدة التشغيل للأجهزة الزمنية .
- * تنظيف جميع الأجزاء الداخلية للوحة .
- * إختبار عمل جميع دوائر التحكم والأمان (الحماية)

٤-٢-٤ المحولات:

- قبل البدء فى التركيب يجب مراجعة المحولات للتأكد من عدم وجود أى عطب أو كسر نتيجة للنقل وبراعى بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت مراجعة مستوى الزيت وأى تسريب يكون قد حدث بها .
- يجب الفحص الدقيق للدهانات الخاصة بالمحول وملاحظة أية عيوب بها .
- يجب فحص أطراف التوصيل للمحولات وملاحظة وجود أية عيوب ميكانيكية بها .
- يجب فحص التوصيلات والملفات لملاحظة أية عيوب بالعزل الخاص بها .
- يجب إعطاء العناية الكافية لفحص الراتنج الخاص بالمحولات الجافة حيث أنه من السهل حدوث شروخ أو خدوش بها والتأكد من سلامتها قبل التركيب .
- بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت براعى وجود محرات للزيت المتسرب وذلك لتجميع الزيوت المتسربة مع الأخذ فى الاعتبار احتمال حدوث شروخ أو ثقوب مؤثرة فى الخزان الرئيسى للمحول .

- يحدد شكل وحجم ونوع الخامات المستخدمة فى إنشاء مأوى المحول المملوء بالزيت حسب معدل التخلص من الحرارة التى تنجم عن اشتعال النار فى الزيت الخاص بالمحول .

- يجب تركيب جميع أنواع المحولات الجافة داخل المباني وبحيث تحاط بإطار معدنى متصل بالأرضى (أو حائل شبكى معدنى)

٤-٢-٥ - لوحات التوزيع :

- قبل البدء فى التركيب يجب التأكد من وجود الرسومات والتعليمات الصادرة من الصانع لهذه اللوحات والتى تعطى إرشادات التركيب الخاصة بها .

- يجب التأكد من نظافة وجفاف الحجرة التى سيتم تركيب اللوحات بها والتخلص من أية مخلفات موجودة بها .

- يجب التأكد من إغلاق وتغطية أية خلايا غير مستخدمة فى لوحة التشغيل والتى قد تترك كإحتياطى .

- يجب المحافظة على نظافة وجفاف جميع العوازل الموجودة باللوحه وتغطيتها خلال أعمال التركيب .

- يجب مراعاة الطريقة الصحيحة أثناء المناولة والتعليق وأن يتم التحميل من النقاط المحددة بواسطة الصانع . وذلك حتى لا تتعرض أية أجزاء باللوحه للإجهادات أو التحميل المفاجئ الذى قد يؤدى الى حدوث إعطاب أو أضرار جسيمة باللوحه او مكوناتها .

- يعتمد التركيب السليم للوحات التشغيل وضمان سلامة التشغيل بدرجة كبيرة على دقة تنفيذ القواعد الخاصة بهذه اللوحات .

- انسب طريقة لتنفيذ قواعد لوحات التوزيع هى قطاعات الصلب المشكلة على هيئة مجرى (channels) المدفونة فى الارضية أسفل هذه اللوحات والمزودة بمسامير (جوايط) وصواميل ضبط ويجب مراعاة توازى هذه القطاعات واستوائها وبروزها قليلا عن منسوب الارضية المحيطة باللوحات .

- تركيب لوحة التشغيل فوق القاعدة عن طريق التثبيت المباشر على الهيكل الصلب للقاعدة بعد ضبط منسوبها .
- يمكن استبدال الهيكل الصلب للقاعدة بجوايط توضع داخل حفر يتم تجهيزها أثناء صب أرضية حجرة اللوحات ويتم وضع الجوايط بها والتحبيش عليها ثم تركيب اللوحات وتثبت بواسطة هذه الجوايط والصواميل المناسبة لها .
- إذا كانت اللوحات الكهربائية موردة على هيئة أجزاء يتم تجميعها بالموقع فانه يراعى البدء فى التركيب بالاجزاء الوسطى من اللوحة ثم تركيب الإجناب على التوالى وذلك لضمان عدم تراكم الأخطاء التى لا يمكن ملاحظتها عند حدوث عدم توافق بين اجزاء اللوحة المختلفة .ويستخدم ماسورة مياه للتأكد من إستقامة أجزاء اللوحة أثناء التجميع مع مراعاة ترك مسامير الرباط بين الاجزاء غير محكمة الرباط الى حين الانتهاء من تجميع الاجزاء .
- بعد إتمام التركيب للوحة يتم مراجعة والتأكد من ان جميع مكونات اللوحة القابلة للمسح يمكن اخراجها بسهولة وكذلك فتح وغلق الابواب والاعطية للخلايا المكونة للوحة .
- يتم إدخال الاجهزة والمكونات التى تورد مفككة للحفاظ عليها اثناء النقل فى أماكنها المحددة ويتم توصيلها بعد الانتهاء من تركيب وتثبيت اللوحة .
- يراعى عند توصيل الكابلات من وإلى اللوحة تجنب وجود انحناءات شديدة او عصر بالكابل وتركب نهايات الكابلات بما لا يسمح بوجود اجهادات أو شد زائد على أطراف الكابل بعد توصيلها وتراعى الاقطار الدنيا للالتواءات لهذه الكابلات طبقاً للقياسات المحددة لها بالمواصفات القياسية .
- يراعى أن يتم توصيل الارضى الخاص باللوحة الى جميع الاجزاء المعدنية باللوحات وأغلقة أجهزة القياس والتحكم ونقاط الارضى للمفاتيح وذلك عن طريق الرباط او البرشمة ولا يسمح باللحام إطلاقاً ويجب أن يكون سلك الارضى مستمراً ويثبت بإحكام الى الارضى الرئيسى عن طريق الرباط او البرشام أيضاً .

٥ - الاختبارات

تخضع جميع المواد والمهمات والخردوات الداخلة فى إنشاء محطات المعالجة للاختبارات اللازمة لتأكيد مدى صلاحيتها للاستخدام فى الأغراض المطلوبة لها ، وتنقسم هذه الاختبارات الى قسمين أحدهما يجرى داخل مواقع إنتاجها والآخر يجرى فى مواقع التنفيذ وفيما يلى توضيح لأنواع المواد والمهمات والخردوات المراد اختبارها داخل مواقع الإنتاج وداخل مواقع التنفيذ .

٥-١- المواد

وتشمل الرمل (الركام الصغير) - الزلط (الركام الكبير) - الأسمنت - مياه الخلط - المواسير وملحقاتها - الجير - الجبس - المواد العازلة - كسر الحجارة (الدقشوم) - البلاط - الرخام - الجرانيت - مواد الطلاء - الكيماويات - ألواح الأسبوستوس - الأخشاب والغراء - الزجاج - الكريثال وقطاعات الألومنيوم - مواد اللحام - المسامير وملحقاتها - الشبك الممدد والأسلاك - فواصل الأنشاء والتمدد - السيراميك والقيشاني - منتجات المطاط - أرضيات الفينيل - الفلين - الرقائق والألواح المعدنية وغير المعدنية - قطاعات الصلب - الخرطوم - مواد الرصف - المنتجات المعدنية وسبائكها .

٥-٢- الملحقات المعمارية (الخردوات)

وتشمل المفصلات - الكوالين - الأكر - المقابض - الترابيس والشناكل - السباليونات - الحنفيات والمعابس .

ولكى يتم الاختبارات للمواد والخردوات داخل المصنع أو فى أماكن إستخراجها

فإنه يقوم المالك أو من يمثله بمراقبة التصنيع إذا ما كان ضرورياً سواء كان ذلك بالورش التابعة للمقاول أو المصانع أو المحاجر التي يحصل منها المقاول على تلك الخردوات والمواد وعلى ذلك يحق له الدخول والبقاء في هذه الأماكن أثناء صناعتها أو إستخراجها .

٥-٣- المهام

المحركات والظلمبات والمولدات - الكابلات - لوحات التوزيع والتحكم - الصمامات (المحابس) - الأوناش - أجهزة القياس والأنذار - الزحافات وملحقاتها - الظلمبات - البوابات - المحولات - المضاعد والسيور الناقل - المصافي - الموزعات الدوارة بمشتملاتها - أجهزة التقليب والتهوية - أجهزة التطهير (الكلور) بمشتملاتها - أسطوانات الكلور - الهدارات - أجهزة الوقاية - العدد - أجهزة التحكم والتشغيل - نوافذ وضراغط الهواء - آلات الورش - أجهزة مقاومة الحريق . - تجرى هذه الإختبارات على نفقة المقاول للتحقق من صناعة كل جزء من هذه المهام وتسير طبقاً للمواصفات القياسية المصرية المصنعة داخل مصر وطبقاً للشروط والمواصفات الواردة بالعقد وبالتنسيب للمهام التي يتم أستيرادها من الخارج ويقوم ممثل المالك أو من يمثله بالتواجد في أماكن تصنيعها لقيامه بالتفتيش الدقيق عليها وعلى المقاول إخطار المالك بأسماء المصانع والورش والموردين التي سيحصل منها على هذه المهام قبل البدء في أي عمل من الأعمال الموكولة إليه - ويجب أن يقوم المقاول بتقديم شهادات من لجنة التفتيش المعتمد للمهام المستوردة من الخارج ولا يسمح بشحن أي مهام أو أدوات دون التفتيش عليها من ممثلي المالك .

فإنه يقوم المالك أو من يمثله بمراقبة التصنيع إذا ما كان ضرورياً سواء كان ذلك بالورش التابعة للمقاول أو المصانع أو المحاجر التي يحصل منها المقاول على تلك الخردوات والمواد وعلى ذلك يحق له الدخول والبقاء في هذه الأماكن أثناء صناعتها أو إستخراجها .

٥-٣- المهام

المحركات والظلمبات والمولدات - الكابلات - لوحات التوزيع والتحكم - الصمامات (المحابس) - الأوناش - أجهزة القياس والأنذار - الزحافات وملحقاتها - الظلمبات - البوابات - المحولات - المضاعد والسيور الناقل - المصافي - الموزعات الدوارة بمشتملاتها - أجهزة التقليب والتهوية - أجهزة التطهير (الكلور) بمشتملاتها - أسطوانات الكلور - الهدارات - أجهزة الوقاية - العدد - أجهزة التحكم والتشغيل - نوافذ وضراغط الهواء - آلات الورش - أجهزة مقاومة الحريق . - تجرى هذه الإختبارات على نفقة المقاول للتحقق من صناعة كل جزء من هذه المهام وتسير طبقاً للمواصفات القياسية المصرية المصنعة داخل مصر وطبقاً للشروط والمواصفات الواردة بالعقد وبالتنسيب للمهام التي يتم أستيرادها من الخارج ويقوم ممثل المالك أو من يمثله بالتواجد في أماكن تصنيعها لقيامه بالتفتيش الدقيق عليها وعلى المقاول إخطار المالك بأسماء المصانع والورش والموردين التي سيحصل منها على هذه المهام قبل البدء في أي عمل من الأعمال الموكولة إليه - ويجب أن يقوم المقاول بتقديم شهادات من لجنة التفتيش المعتمد للمهام المستوردة من الخارج ولا يسمح بشحن أي مهام أو أدوات دون التفتيش عليها من ممثلي المالك .

وعلى المقاول أن يزود المالك بصورة من الرسومات والمواصفات المعتمدة لهذا الغرض ويكون للمالك سلطة الاختبارات لهذه الأدوات والمهمات التي سيقوم المقاول بتوريدها طبقاً لشروط العقد . وللمالك الحق في رفض المهمات غير المطابقة للمواصفات وعليه اعتماد العينات التي قام بالتفتيش عليها ووضع علامة مميزة للدلالة على اجتيازها الاختبار بنجاح والتي سوف يتم التوريد على أساسها للموقع .

(Tests at Works)

١-٣-٥ اختبار المهمات بمواقع الإنتاج

- يتم إجراء هذه الاختبارات على جميع المهمات التي يتم توريدها قبل نقلها من مصانع المقاول أو المنتج .
- يجب تركيب المهمات المختلفة وتشغيلها لتطابق إلى أقرب حد ممكن ظروف التشغيل الحقيقية لها بموقع العمل .
- يجب اختبار المهمات الميكانيكية التي تدار بمحركات كهربائية على نفس المحركات الخاصة بها إلا إذا كان جهد التشغيل لهذه المحركات غير متوفر بمصانع الإنتاج أو معامل الاختبار الخاصة بالمقاول وفي هذه الحالة يمكن إجراء الاختبارات على المحركات النمطية والمعايرة المتوفرة لمثل هذه الاختبارات مع مراعاة حساب القدرات المستهلكة الحقيقية للتأكد من إمكانية تشغيل المهمات في حالة إدارتها بالمحركات الخاصة بها بموقع العمل بنفس الكفاءة والدقة .
- يطبق البند السابق في حالة أجهزة القياس المختلفة والتي يجب إستخدامها في حساب القياسات الخاصة بالمهمات الميكانيكية التي يتم توريدها لنفس العملية ما أمكن ذلك .

- يجب استخدام أجهزة قياس معايرة في إجراء الاختبارات بموقع الانتاج والتأكد من الشهادات الدالة على ذلك من الجهات المعتمدة في بلد الصنع مع الأخذ في الاعتبار السماح أو التجاوز في القراءات الخاصة بهذه الأجهزة طبقاً لدرجة الدقة المقننة لها وبيانات السماح المثبتة عليها بمعرفة المنتج نفسه .

Pressure Hydraulic Tests إختبارات الضغط الهيدروليكي ١-١-٣-٥

جميع المسبوكات والبلوف والمواسير والقطع الخاصة وأى أجزاء أخرى في المعدات معرضة للضغط يجب إختبارها على ضغط مساو لضغط الضغط الأقصى المصممة للعمل عليه .

Tests of Materials and Apparatus إختبارات المواد والأجهزة ٢-١-٣-٥

جميع المواد المستخدمة في الصناعة وأية أجهزة لازمة للمهمات يجب إجراء الاختبارات عليها طبقاً للمواصفات القياسية لبلد الإنتاج أو المواصفات العالمية وإعطاء شهادات معتمدة بذلك من الجهات المتخصصة وتجربى كالأنى :-

١-٢-١-٣-٥ المصافي الميكانيكية

أ : مستندات التصميم

- مراجعة الرسومات لأعتمادها

ب : المصنعات الصلب (St. Structure)

- مراجعة شهادات المواد المصنعة .

- فحص اللحامات بصرياً ومراجعة أبعادها .

- فحص ١٠٪ من اللحامات LP / MT .
- الفحص البصرى للمصنعات ومراجعة أبعادها .
- فحص معالجة الأسطح ضد المؤثرات الخارجية .

ج- : الأجزاء المجهزة الكاملة Assembled Parts

- الفحص البصرى للأجزاء المجهزة ومراجعة أبعادها .
- اختبار كهربى وميكانيكى (محاولة تركيب بالورشة) .

د : المحرك الكهربى وصندوق التروس

- مراجعة شهادة المطابقة .
- مراجعة فحص الأبعاد والدهانات .
- عمل اختبار دوران Running test

هـ : قبل الشحن Before shipment

- عمل فحص بصرى نهائى ولمراجعة علامات الترميم والتأكد من سلامة التجهيز على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

٥-٣-١-٢-٢ الراسب الرولى وإزالة الزيوت (كبارى الزحافات)

- أ- مستندات التصميم .
- مراجعة المستندات وأعمالها .

ب- المصنعات الصلب .

- مراجعة شهادات المواد المصنعة .
- فحص اللحامات بصرياً ومراجعة أبعادها .
- فحص ١٠٪ من اللحامات LP / MT
- الفحص البصري للمصنعات ومراجعة أبعادها .
- فحص معالجة الأسطح ضد المؤثرات الخارجية .

ج- الأجزاء المجمعّة الكاملة Complete assemble

- الفحص البصري للأجزاء المجمعّة ومراجعة أبعادها .

د - الأجزاء المجمعّة للكبارى العلوية .

- الفحص البصري للأجزاء المجمعّة للكبارى العلوية ومراجعة أبعادها .
- مراجعة الأداء على اللاحمل (الأجزاء الكهربائية والميكانيكية تشغيل وضبط وتحكم) .

هـ - المحرك الكهربى وصندوق التروس .

- مراجعة شهادات المطابقة .

و - الكساحات المطاطية Rubber Scraper

- مراجعة المواد وأبعادها .

ز - قبل الشحن Before shipment

- عمل فحص بصري نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

وتجرى عليها الإجراءات الآتية :-

أ- مراجعة مستندات التصميم .

ب- مراجعة المصنعات الصلب من حيث الأتى :-

- شهادات المواد المصنعة .

- فحص اللحامات بصرياً ومراجعة أبعادها .

- فحص ١٠٪ من اللحامات LP/MT .

- فحص المصنعات بصرياً ومراجعة أبعادها .

- فحص معالجة الأسطح ضد المؤثرات الخارجية .

ج - مراجعة الأجزاء المجمعّة تماماً Complete Assembled بصرياً ومراجعة

أبعادها ومحاولة تركيبها بالورشة وكذلك مراجعة الأبعاد على الأذرع

المجمعة .

د - مراجعة الأجزاء المجمعّة للكبارى العلوية بصرياً ومراجعة أبعادها وكذلك

مراجعة الأداء على اللاحمل (تشغيل وضبط وتحكم الأجزاء الكهربية

والميكانيكية).

هـ - مراجعة شهادات المطابقة للمحرك الكهبرى وصندوق التروس .

و - مراجعة المواد والأبعاد لألواح هذارات الخروج Over Flow weir sheet

ز - مراجعة المواد والأبعاد لسلّاح الكاسحات المطاطية Rubber Scraper blade

س - مراجعة المواد والأبعاد لألواح حاجر الخبث Scum board Sheet

ت - فحص واختيار أداة وحدة الإدارة المجمعّة Shop run test Ass. driveunit

ك - عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش

على المهمات وكذلك مراجعة الشهادات قبل الشحن Before shipment

أ-مراجعة مستندات التصميم

ب- المروحة المخروطية Impellers Cone

- مراجعة المواد والشهادات الخاصة بها .
- الفحص البصري على اللحامات ومراجعة أبعادها .
- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .
- عمل الفحص البصري لمراجعة العلامات Marking وابعادها .
- فحص الأتزان الأستاتيكي Static balancing
- فحص معالجة الأسطح Surface Treatment

ج- عامود الإدارة Shaft

- مراجعة شهادات المواد .
- الفحص البصري على اللحامات ومراجعة أبعادها .
- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .
- الفحص البصري على عامود الإدارة ومراجعة ابعادها .
- فحص الأتزان الأستاتيكي Static balancing
- فحص معالجة الأسطح AE

د - الاجزاء المجمعة (أعمدة الإدارة - المراوح - وحدات الإدارة)

- الفحص البصري على الأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها ومحاولة تركيبها بالورشة .

هـ - صندوق التروس

- مراجعة شهادات الاختبار والمطابقة .

- فحص الأبعاد والدهانات .

و- المحرك الكهربى .

- مراجعة شهادات الاختبار الروتينى Routine test

ز- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة

التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-٥ كيارى الترسيب النهائى

كالسابق فى البند ٥-٣-١-٢-٣ ماعدا الفقرة س تحذف

٥-٣-١-٦ احواض تركيز الحمأة

أ-مراجعة مستندات التصميم

ب-المصنعات الصلب

- مراجعة شهادات المواد

- الفحص البصرى على اللحامات ومراجعة أبعادها .

- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .

- فحص معالجة الأسطح .

- عمل الفحص البصرى ومراجعة الأبعاد .

- عمل اختبار إدارة بالورشة .

- فحص الأبعاد والدهانات .

و- المحرك الكهربى .

- مراجعة شهادات الاختبار الروتينى Routine test

ز- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة

التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-٥ كيارى الترسيب النهائى

كالسابق فى البند ٥-٣-١-٢-٣ ماعدا الفقرة س تحذف

٥-٣-١-٦ احواض تركيز الحمأة

أ-مراجعة مستندات التصميم

ب-المصنعات الصلب

- مراجعة شهادات المواد

- الفحص البصرى على اللحامات ومراجعة أبعادها .

- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .

- فحص معالجة الأسطح .

- عمل الفحص البصرى ومراجعة الأبعاد .

- عمل اختبار إدارة بالورشة .

د- الأجزاء المصنعة قاماً .

- عمل الفحص البصرى ومراجعة الأبعاد .
- محاولة تركيب الأجزاء بالورشة .
- هـ- صندوق التروس والمحرك الكهربى .
- مراجعة شهادات المطابقة للمصنع

و- ألواح الهذارات

- مراجعة المواد وأبعادها
- ز- نصل الكاسحات المطاطية .
- مراجعة المواد وأبعادها

س- قبل الشحن

عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحيش على المهتمات ومراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-٢-٧ مهمات الكنور

أ - جهاز الحقن Chlorinators

- مراجعة شهادات التصنيع والأختيار
- ب- أجهزة القياس والتحكم
- مراجعة شهادات التصنيع والأداء والمعايرة .
- جـ - أجهزة قياس التسرب Leak Detector
- مراجعة شهادة المصنع
- د - الطلمبات والمراوح

- مراجعة شهادات المطابقة للمصنع .

هـ - قبل الشحن

- فحص الدهانات بصرياً

- فحص جميع أجزاء المهمات بصرياً ومراجعة أبعادها

- مراجعة علامات الترقيم والبيانات والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف تقارير الاختيار .

٥-٣-١-٢-٨ البوابات Penstocks

أ- مراجعة مستندات التصميم .

ب- مراجعة المواد الخاصة بالبوابة والإطار والعامود والجلبة) .

- مراجعة شهادات المواد .

ج- التركيب

- الفحص البصري على اللحامات ومراجعة أبعادها .

- فحص ل ١٠٪ من اللحامات . LP / MT

- الفحص البصري على أبعاد التركيب .

- فحص معالجة الأسطح .

د- الأجزاء المجمعة

- الفحص البصري على الأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها .

- التحقق من الأداء

هـ- قبل الشحن

- فحص بصري نهائي لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش

على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات

٣-١-٢-٩ الاختبار للمحركات الكهربائية

يتم التفثيش على المحركات للبيانات والخواص التالية

- التنفيذ Execution

- المصنعية والتشطيب

- الأبعاد الرئيسية

- قياس الفجوة الهوائية .

- الدهانات .

- سلامة المستندات .

وتراجع هذه البيانات Particulars على المواصفات والرسومات والعطاء

المقبول والكودات والمواصفات القياسية .

وتجرى على المحركات الاختبارات الروتينية Routine tests المتضمنة الآتى:

- قياسات المقاومة الباردة للملفات .

- قياس مقاومة العزل البارد (اختبار الميجر) .

- قياس مقاومة المجسات Detectors الباردة (إن وجدت)

- تحديد جهد العضو الدوار على الدائرة المفتوحة .

- خواص اللاحمل .

- خواص الدائرة المغلقة .

- اختبار الضغط العالى

ويجرى اختبار الضغط العالى على الضغط المحدد بالمواصفات القياسية لكل

من العضو الثابت والدوار .

وتجرى على المحركات إختبارات الأداء ، Type tests المتضمنة الأتى :

- إختبار الادارة الساخنة Heat run

- خواص الحمل والكفاءة .

- إختبار الحمل الزائد Over current

- خواص بدء الحركة والعزم break down torque

- إختبار مقاومة العزل الدافئ Warm (بالميجر)

- إختبار النبضة للجهد على ملفات العضو الثابت .

- مراجعة التأثير (التداخل) على الراديو .

- مراجعة الاهتزازات (التذبذبات) ومستوى الضوضاء .

- تحديد مقاومة المحرك .

- تحديد GD^2

- الإختبار الميكانيكى

يتمكن المحرك من التحمل لمدة ١٥ ثانية على الأقل بدون تغير مفاجئ . فى السرعة

(أى تحت زيادة فى العزم مضمونة) لعزم أقصى على الأقل ٦٠٪ زيادة عن ذلك

المقابل للحمل الكامل المقنن .

- وتجرى على بادىء الحركة للعضو الدوار Rotor starter التفتيش والإختبارات

التالية بالمصنع :

- نفس مفردات التفتيش والخواص كما ذكرت فى المحركات .

- تعرض جميع بادئات الحركة لإختبار أداء ، وإختبارالضغط العالى .

- يتم التفتيش على الآتى :
 - الرضا عن المصنعية والتجميع .
 - مراجعة الأبعاد .
 - الدهانات .
 - مراجعة التوصيلات والأسلاك (الوصلات) .
 - سلامة المستندات .
- ويتم مراجعة هذه المفردات على المواصفات والرسومات والعرض المقبول ورسومات التصنيع Workshop draw والكودات والمواصفات القياسية .
- وتجرى التجارب الآتية على اللوحات :
 - اختبار الضغط العالى .
 - سلامة الأداء للآتى :
 - التشغيل - التحكم ودوائر الحماية .

٥-٣-١-٢-١١ وهذات التوليد

أ- تفتيش أولى Preliminary Insp.

- مراجعة شهادة اختبار المحرك
- مراجعة شهادة اختبار المولد .
- مراجعة شهادة اختبار أجهزة التحكم الكهربائية .

ب- اختبار المحاولة للمجموعة

- فحص بصرى وأبعاد .

- اختبار التحمل Load test
- اختبار التحميل الزائد Over. load
- اختبار تنظيم السرعة
- اختبار تنظيم الجهد الكهربى .
- التفتيش على بارامترات الأداء Functional Parameters
- فحص بدء الحركة المكبل ومراجعة المكونات .
- التفتيش على سلامة الأداء للوحة التحكم الكهربائية .

ج- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبش على المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات .
- ١٢-٢-١-٣-٥ Submerged الطلمبات المغمورة
- مراجعة شهادات الاختبارات الروتينية .
- إختبارات الأداء
- (التصرف - الرفع - سرعة الدوران - تحليل القدرة للمحرك - الكفاءة -
الدهاجرام الوظيفى - التذبذب - المواد - الضغط - الدهانات ومعالجة الاسطح)
- فحص بصرى وأبعاد .
- فحص لوحة البيانات .
- فحص المستندات والتحبش .

يتم اختبار المنشآت المائية لمعرفة مدى مقاومتها لنفاذية المياه وقبل عزلها وذلك عن طريق ملئها بالمياه بكامل الارتفاع المحدد ويعتبر الاختبار مرضياً إذا لم تظهر على الأوجه الخارجية للمنشأ أى علامات ترشيع مع ملاحظة أن تبقى الأحواض فى حالة جفاف ظاهرة لمدة سبعة أيام ثم تبدأ مراقبة الأحواض فى السبع أيام التالية وفى حالة عدم ظهور تسرب للمياه بالمنشأ المملوء عند نهاية الأسبوع الثانى وأن منسوب سطح المياه لم ينخفض لأكثر من ٣ مم خلال الـ ٢٤ ساعة الأخيرة فإن نتيجة الاختبار تكون مرضية .

وعند قياس المناسيب ، يجب الأخذ فى الاعتبار السماح اللازم لفراقد التبخير والتي يتم قياسها باستخدام وسائل القياس المعتمدة .

وفى حالة عدم تحقق اشتراطات الاختبار ، يتم مد فترة الاختبار لسبعة أيام أخرى وتعتبر نتيجة الاختبار مرضية فى حالة تحقق الاشتراطات المقررة .

وفى حالة حدوث تسرب مرئى ، يتم معالجته فوراً باستخدام المركبات المانعة للتسرب وبالطرق والأساليب المعتمدة .

٥-٣-٢ - الاختبار الهيدروليكى :

يتم إجراء الاختبار فى الموقع بالمياه على وحدات المعالجة التى تمر بها المياه من لحظة دخولها لمحطة المعالجة وحتى خروج المياه إلى أماكن التخلص للتأكد من المناسيب الهيدروليكية وذلك أثناء تشغيل المهمات الميكانيكية والكهربائية لجميع وحدات المحطة .

تجرى تجارب الاختبارات بالموقع لجميع المهمات الميكانيكية والكهربائية المركبة بوحدة المعالجة للتأكد من صلاحية المعدات والمهمات الموردة من تأدية وظيفتها وذلك عن طريق اختبارات الموقع الموضحة فيما بعد.

4-5-4 اختبارات المهومات بمواقع التنفيذ Tests at site

4-5-4-1 المحركات الكهربائية:

تجرى على المحركات بالموقع اختبارات التحمل Reliability test وذلك بإدارة المحرك على الحمل الكامل لمدة ١٠ أيام ولا يسمح بأى تغييرات أو ضبط خلال الاختبار .

ويجب أن يدور المحرك بحرية دون وجود اهتزازات وأن تبقى درجات الحرارة فى كل جزء من المحرك فى الحدود المسموح بها طبقاً للتصميم الاصلى للمحرك .

4-5-4-2 لوحات التوزيع الكهربائية:

- يتم إجراء الاختبارات الآتية بعد تركيب اللوحات بالموقع
- التفطيش على سلامة التوصيلات الخارجية Interconnecting
- اختبار الضغط العالى .
- التأكد من سلامة الأداء طبقاً لقائمة المراجعة Check list .

4-5-4-3 الكابلات الكهربائية:

- بعد تركيب ومد الكابلات تجرى الاختبارات الآتية :
- اختبار العزل بالميجر باستخدام جهد ٥٠٠ فولت وذلك للتأكد على الاتى :
- أ - استمرارية الموصل على كامل الطول .
- ب - بداية ونهاية الموصلات تكون طبقاً للرسومات المعتمدة .
- ج - عدم وجود قصر بين أى من موصلات الأوجه داخل نفس الكابل أو بين موصلات الكابلات المتجاورة داخل نفس أنبوب (أو فاروغة) الكابلات .
- د - قيمة المقاومة المقاسة للعزل بين كل موصل والأرضى أو بين الموصلات وبعضها داخل نفس الدائرة تكون تقريباً مالا نهاية .

٥-٤-٢- بالنسبة للطلّيمات الغاطسة : submersible pumps

تجرى على هذا النوع من الطلّيمات إختبار التشغيل مرتين الاولى فى الهواء (بدون غمرها فى الماء) والثانى فى حالة الغمر وفى الحالة الاولى فان مستوى المياه بالبيارة يجب أن تحتفظ به دون مستوى محرك الطلمبه وفى الثانية يكون منسوب المياه بحيث يغمر المحرك بالكامل طوال فترة التشغيل .

ويتم قياس البارامترات الاتية ومقارنتها بأرقام الضمان للطلّيمات طبقاً للتعاقد .
- الزيادة فى درجة حرارة المحرك .

- القدرة الكهربائية الداخلية للطلّمة والمقاسة على لوحة التشغيل .

- عدم وجود اهتزازات أو أصوات غير طبيعية طوال فترة التشغيل وعلى مدى التشغيل للطلّمة بما فيها نقطة القفل واستخدام الأجهزة اللازمة لتسجيلها .

٥-٤-٣- الطلّيمات الحلزونية : Screw Pumps

بعد التركيب وضبط المحاور وعمل التبطين لمجرى السحب والتشغيل للطلّمة Screeding يتم إجراء نفس الأختبارات التى تجري على الطلّيمات الرأسية المركبة بالبشر الجاف وتسجل القراءات ويتم عمل المقارنة بينها وبين أرقام الضمان المعتمدة لهذه الطلّيمات .

٥-٤-٤- المصافي الميكانيكية Mechanical Screens

بعد تركيب وضبط المصافي طبقاً لشروط التنفيذ تجرى الاختبارات بالموقع لتوضيح أن المصفاة بالكامل كنظام ميكانيكى بما فيه وسائل الحماية قد تم تصميمها لتحمل العزم المعرضة له وان وسائل الحماية تعمل على تجنب منظومه المصافى أى عطب بسبب التحميل يزيد عن القدرة المقتنة للمحرك الكهربى ووحدة الادارة .

- يتم تشغيل جميع مهمات وحدات المعالجة لمدة لا تقل عن ٣ أيام تشغيل مستمر حيث يتم مراقبة ورصد الآتى :
- عدم وجود أى إهتزازات أو أصوات غير عادية بأى جزء من أجزاء المعدة واستخدام أجهزة القياس المناسبة لتسجيلها ولا تزيد ازاحة الاهتزاز عن ١٠ ر . مم على أى جزء من المعدة (مقياسه قمة الى قمة)
- حساب السرعة الدورانية والسرعة الخطية للمعدات ومضاهاتها بأرقام الضمان الواردة بالتعاقد .
- إحداث تحميل زائد للمعدات والتأكد من أن أجهزة الحماية تعمل بكفاءة طبقاً لأرقام الضمان .
- قياس درجات الحرارة بجميع محاور الارتكاز ومقارنتها بالأرقام الواردة بكتالوجات التشغيل وبيانات المصنع .
- قياس الانحناء بالكبارى المعدنية Deflection ومقارنته بأرقام الضمان .
- رصد وقياس مناسيب هدارات الخروج .
- التأكد من عدم وجود أى تآكل أو بهرى بأى جزء من المعدة يعمل ملائماً للمنشآت الخرسانية لوحداث المعالجة .
- اختبار عمل مفاتيح نهاية الأشواط وعكس الحركة وصلاحيه أجهزة الحماية ضد زيادة الحمل .

- اسم الصانع :
- الرقم المسلسل للإنتاج :
- جهد التشغيل :
- نوع اللوحات :
- مكونات اللوحات :
- (عدد الخلايا)
- (عدد القواطع)
- (أجهزة القياس)
- (المرحلات)
- الحالة الخارجية للوحة :
- نتيجة الفحص الظاهري :
- المهمات الخارجية
- إضاءة الخلايا
- حركة أذرع التشغيل والمفاتيح
- حالة الأبواب ومفصلاتها وأقفالها
- الرباط الميكانيكي والارتباط بين الخلايا .
- أجهزة القياس والغطية الزجاجية لها .
- توصيلات الأرضي
- تثبيت قضبان التوصيل والمسافات بينها .
- شمعات التسخين .

- أطراف التوصيل وترقيمها .

- إحتياطات السلامة

- حركة المفاتيح والاجهزة القابلة للسحب والاطمئنان على سلامتها وتشحيمها .

٢-٥-٤-٥ - القياسات الواجب إجراؤها

- قياس مقاومة العوازل الكهربائية

- قياس مقاومة الكابلات بالميجر

- قياس مقاومة قضبان التوصيل بالميجر

- قياس مقاومة شبكة الارضى

٣-٥-٤-٥ - التفقيش على الاتى :

- الكابلات وقضبان التوصيل

- سلامة مهمات التأريض

- أجهزة القياس والحماية

- مثبتات قضبان التوصيل

- محولات الجهد والتيار

- ترقيم الدوائر الكهربائية

- نظافة الخلايا والأجهزة

- حركة المفاتيح والريليهات

٤-٥-٤-٥ اختبارات المعدات

١-٤-٥-٤-٥ اختبار لوحات التشغيل

أختبارات العمل

- القواطع (C.B) تعمل أولاً فى الوضع العادى للتشغيل باستخدام المفتاح اليدوى

ثم التحكم الأتوماتيكى لتمثيل أجهزة التحكم من خارج المهمات .

- دوائر التيار والجهد يجب أن تختبر للتأكد من صحة نسبة التحويل والقطبية للتوصيل إلى الأجهزة الموصلة إلى هذه الدوائر .
- التشغيل ودقة كل جهاز قياس يجب تأكيده باستخدام أجهزة معتمدة سارية التاريخ للمعايرة .

- يختبر واحد فقط من المرحلات للتأكد من الدقة والمعايرة باستخدام أجهزة قياس معايرة وسارية التاريخ .

٥-٤-٤-٢-اختبار المحولات

- تجرى الاختبارات الآتية للمحولات :
- قياس المقاومة لجميع الملفات عند الحمل المقنن وأقصى وضع للتقسيم .
- اختبار النسبة لجميع أوضاع التقسيم .
- اختبار القطبية وعلاقة الوجه .
- فواقد الأحمال عند الجهد المقنن وجهد الممانعة .
- تيار الأثارة عند الجهد المقنن .
- اختبار الضغط .
- عند اختبار عزل الملفات يتم اختبار الضغط الإستنتاجى على قيمة ضغط الجهد الاسمى عند تردد زائد .
- ويمكن إجراء أختبارات إضافية وهى :
- جهد النبضة .
- مستوى الضوضاء .
- الارتفاع فى درجة الحرارة .
- اختبار العزل بالضغط العالى بالنسبة للكابلات والقضبان .
- اختبار الالتواء على القضبان الموصلة .

- اختبار المفاتيح للتشغيل والفصل.
- اختبار ضوابط الرليهاث وإثبات مقدار الخطأ.
- اختبار لقط وتشغيل الرليهاث.
- اختبار مبيّنات أجهزة القياس والانتذار.

مقدمة:

تنقسم تجارب الأداء والإستلام الخاصة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى قسمين رئيسيين وهما :-

تجارب الأداء للمعدات:

وتجرى تجارب الأداء لجميع المعدات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمكونة لوحدات المحطة عند بدء تشغيل المعدات وقبل تشغيلها الدائم بغرض تأكيد أدائها الصحيح ودقتها وتحقيقها لأرقام الضمان المقدمة كذلك قابليتها للإعتماد عليها في التشغيل المستمر للمحطة - وذلك قبل البدء في الإستلام الإبتدائي للمحطة.

وتحدد فترة تجارب الأداء لهذه المعدات بمدة لا تقل عن ١٠ أيام تشغيل مستمر للمحطة على ألا يقل مدة تشغيل كل وحدة عن ٢٤ ساعة مستمرة ثم عمل القياسات اللازمة لها.

تجارب الإستلام الإبتدائي

تجارب خاصة بالإستلام الإبتدائي للمحطة بغرض التأكد من قيامها بدورها المصممة من أجله وهو عملية معالجة مياه الصرف الصحي في حدود المعايير والقياسات المحددة في القوانين واللوائح والقرارات الوزارية واللوائح الخاصة. ووزارتى الصحة والبيئة ومختلف الجهات المعنية في هذا الشأن.

١- شروط عامة

- يتم معاينة جميع المهمات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمركبة بمختلف وحدات المحطة ومطابقتها لمستلزمات التعاقد والتأكد من تركيبها بجميع مستلزماتها وكذا جميع ملحقاتها طبقا للرسومات التنفيذية والأصول الفنية وما جاء بكراسة الشروط والمواصفات والعقد المبرم مع مقاول التوريدات والتركيبات.
- عمل رسومات تفصيلية بما تم تنفيذه بالطبيعة (As built drawings) شاملا أى تعديلات بالإضافة أو النقص صدرت به تعليمات سواءا من الإستشارى أو مندوب المالك - ويتم إعتمادها من إستشارى المشروع.
- التحقق من إستلام قطع الغيار الموردة لكل معدة بكشف تفصيلى والتأكد من سلامة وصلاحيه تلك القطع وتخزينها حسب الأصول الفنية.
- تقديم الكتيبات التفصيلية لتعليمات التشغيل والصيانة المثلى للوحدات (Manual) .

ب- الإختبارات الكهربائية قبل التشغيل وإطلاق التيار

- إختبارات العزل بالميجر Megger Tests

وذلك لإختبار عزل الكابلات ومحتويات لوح التوزيع لتحقق الأرقام القياسية.

- إختبار العرض للضغط العالى (High Voltage Test)

يتم إختبار جميع المهمات الكهربائية (المحركات والكابلات ومكونات لوحات التوزيع) بواسطة جهاز معايرة ينقل للموقع ويتم عمل الإختبار بجهد طبقا للمعايير القياسية ولا يقل عن ١٠٠٠ فولت وقياس تيار التسرب - والتحقق من النتائج القياسية بالموقع ومدى مطابقتها للشروط والمواصفات القياسية وحدود التجاوز.

-إختبارات دوائر التحكم

يتم مراجعة جميع دوائر التحكم للتحقق من كفاءتها طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات الخاصة بالعملية.

-إختبارات أجهزة الوقاية بلوحات التوزيع

يتم إختبار أجهزة الوقاية المركبة بلوحات التوزيع الخاصة بكل وحدة على العناصر الآتية على الأقل

Short circuit relays - القصر الكهربائي

Under and over voltage - زيادة وإنخفاض الجهد

Phase failure relays - سقوط أحد الغازات

(Phase sequence) antidirection relays - تغيير الإتجاه

وأى تجارب حماية أخرى وردت فى كراسة المراسفات مثل إنخفاض منسوب المص للطلبيات أو أى تفصيلات أخرى.

-قياس مقاومة الأرضى

حيث يتم قياس مقاومة الأرضى بواسطة جهاز خاص معاير بالأوم - بحيث لا تزيد المقاومة للأرض عن ٢ أوم للمتر الطولى إلا إذا نص على خلاف ذلك فى كراسة الشروط والمواصفات.

جـ- الإختبارات بعد إطلاق التيار الكهربائى

-الإختبار بدون حمل

يتم فك الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة ويتم تشغيل المحرك بدون حمل لمدة ٣ ساعات متصلة وقياس تيار ال No Load - وكذا قياس الذبذبات للمحرك ودرجة الحرارة وكذا زمن التقويم.

- الإختبار بالحمل الكامل

يتم ربط الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة والتأكد من ضبط الأفقية (Alignment) - ثم يتم تشغيل كل محرك على الحمل ولمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة لكل طلبية ويتم قياس الآتى :-

- زمن التفويم عن طريق المؤقت (Timer)

- إختبار جهاز وقاية زيادة الحمل وضبطه على أساس الحمل الكامل .

(Rated Current التيار المقنن للمحرك)

- إختبار جهاز القصر (Short Circuit) وضبطه على أساس ١٠ أضعاف التيار الأسمى للمحرك.

- قياس درجة حرارة المحرك طوال فترة التشغيل على مدى ٢٤ ساعة.

- قياس معامل القدرة

وذلك بإستخدام جهاز معامل القدرة Power Factor Meter

- قياس الذبذبات لكل من المحرك والمعدة

- حساب قيمة الزيادة بين قدرة المحرك وأقصى قدرة للمعدة (معامل الخدمة)

(Service Factor) لمقارنتها لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.

- قياس وحساب الكفاءة الكلية للوحدة - وكذا قياس معدل إستهلاك التيار

الكهربائى - ومقارنتها بمعدلات التصميم طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.

د- إختبارات الطلبيات

يتم قياس التصرف والرفع عند النقاط الآتية :

- أ- التشغيل عند قفل محبس الطرد بالكامل وقياس الرفع عند التصرف صفر
لظلمات المرحلة الواحدة فقط
- ب- التشغيل عند نقطة الأداء التصميمية Duty point عن طريق التحكم في
محبس الطرد - ويحدد التصرف عند هذا الرفع.
- ج- التشغيل عند أقصى فتحة لمحبس الطرد بحيث لا يتعدى التيار المقتن للمحرك
وعمل تحكم لأقصى فتحة لمحبس الطرد عند تلك الحدود.

٦-١-٢ تجارب الاستلام الابتدائي لوحدات المحطة

أ- أحواض الترسيب الابتدائي :

يتم تشغيل الأحواض بصفة مستمرة لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس كلا من :

- كفاءة الترسيب

إزالة ٥٠٪ على الأقل من المواد الصلبة العالقة مقاسه بالنسبة للمياه الداخلة
للأحواض.

- قياس الـ BOD₅ للمياه الخارجة بعد الأحواض.

إزالة ٣٥٪ على الأقل من نسبة الـ BOD₅ بالنسبة للمياه الداخلة للأحواض.

ب- المرشحات :

يتم تشغيل كل مرشح لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس التصرف الخارج .

ج- أحواض التهوية :

يتم تشغيل كل حوض بصفة مستمرة لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس كل من :

- الأكسجين الذائب D.O. والذي لا يقل عن ٢ جزء في المليون .

- تركيز المواد الصلبة طبقا للنظام المتبع في أحواض التهوية.

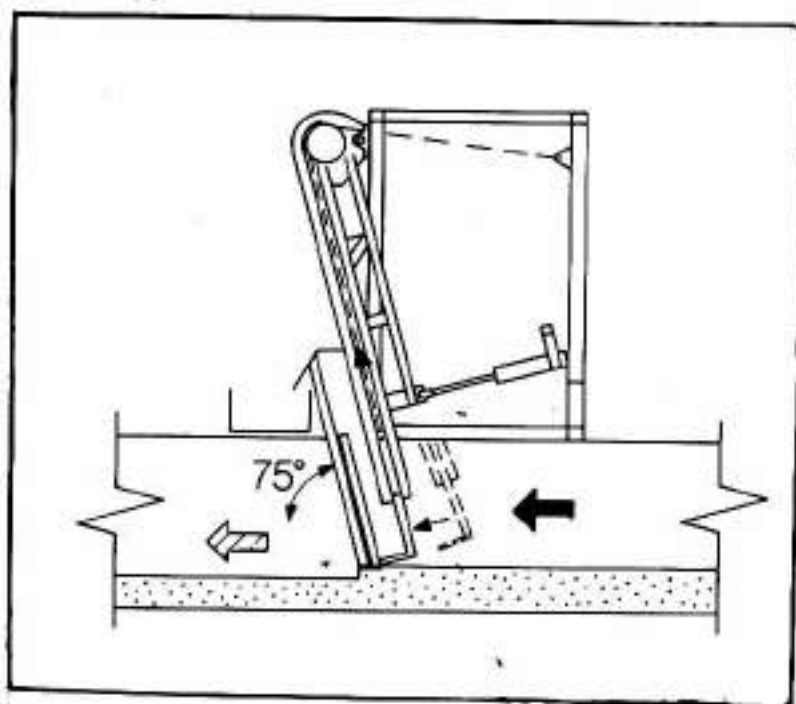
د- أحواض الترسيب النهائي :

يتم تشغيل الأحواض بصفة مستمرة لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس كل من :

- كفاءة الترسيب

- قياس الـ BOD5 للمياه الخارجة بعد الأحواض

وأن يكون السبب الخارج مطابقا للقوانين المنظمة لذلك .



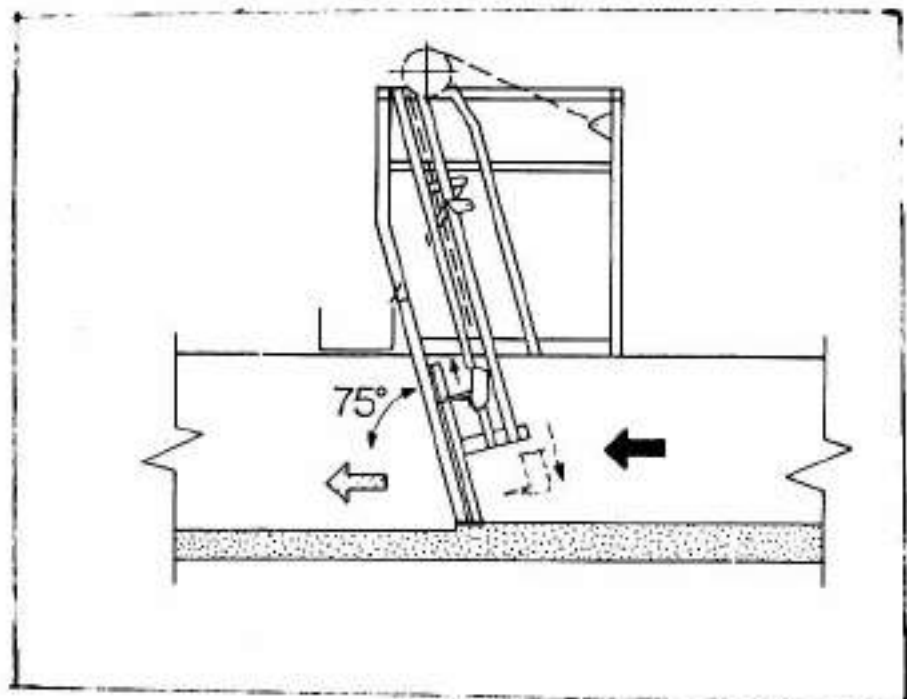
GRAB TYPE SCREEN WITH POWERED ENGAGEMENT.

This screen is of similar design to the Hi-lift screen type RM but incorporates a pivoting raking mechanism powered by an electro mechanical actuator. The rake descends with the actuator ram retracted and the rake held clear of the grid. When the rake reaches the bottom of its travel, the actuator forces it into mesh with the grid and the rake then ascends. If a blockage is encountered, a current sensing device mounted in the control panel will sense the current surge and give a signal to retract the actuator ram. When the current drops, the actuator ram will extend and re-engage the rake with the grid, giving a profiling action around the obstruction.

The drive unit is protected by a second current sensor to disconnect the drive in the event of a major obstruction.

The control equipment incorporating a P.L.C., to ensure the correct operating sequence is recommended, and can be mounted on the screen headframe if required.

Preferred bar spacings are 12mm and 18mm. Other spaces can be accommodated to suit particular requirements.



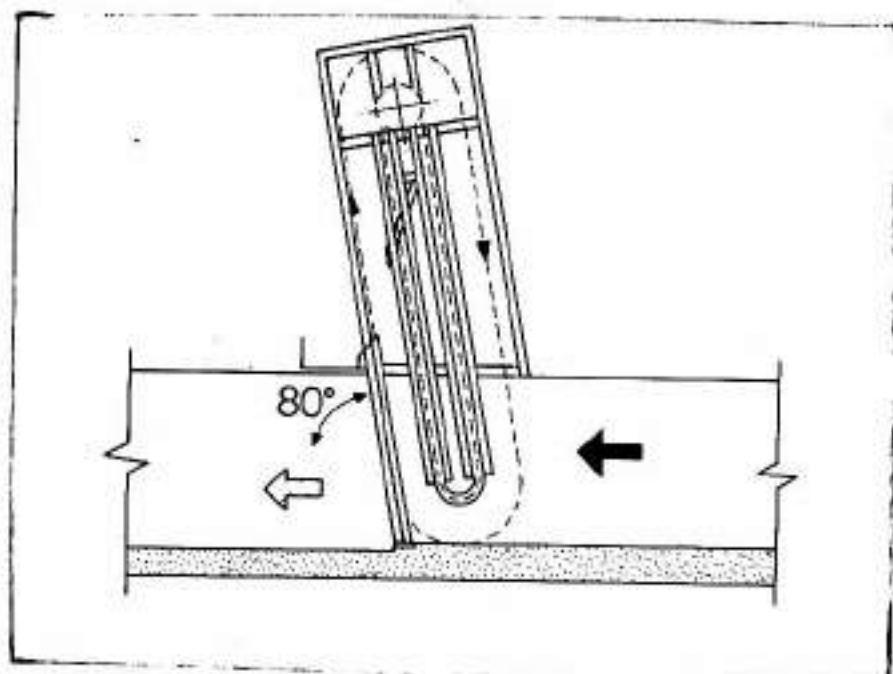
GRAB TYPE SCREEN FOR MEDIUM TO DEEP CHANNELS.

A reciprocating grab type screen suitable for light solids loading. The straight bar screen is normally inclined at 75° to the horizontal and the rake is positively driven on both its downward travel, where it is held clear of the screen grid, and on the upward travel, where the rake tines engage with the grid bars.

Drive is by a single direct coupled motor, and the motor reversing switches, which include the park out of flow switch are readily accessible.

The screen drive is protected by a torque limiting coupling fitted with a limit switch.

Preferred bar spacings are 12mm and 18mm. Other spaces can be accommodated to suit particular requirements.



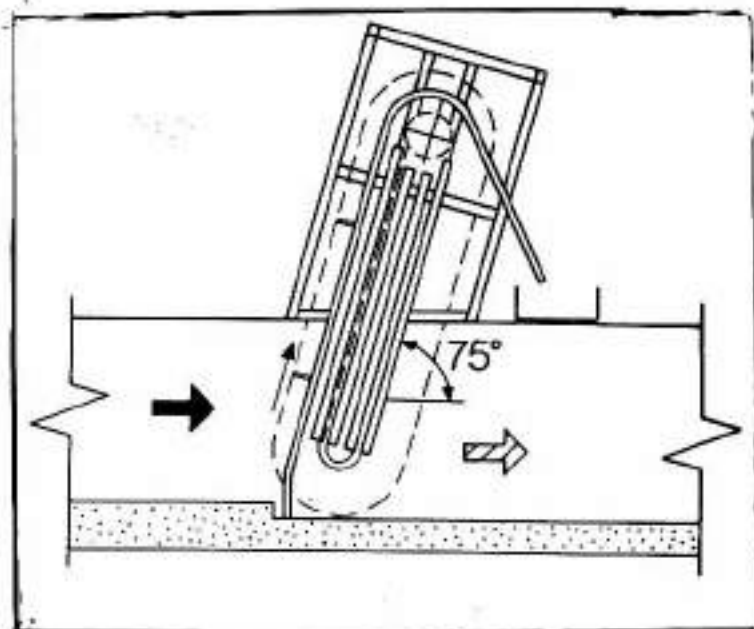
FOR MEDIUM TO DEEP CHANNELS AND HEAVY SOLIDS LOADING.

An inclined bar screen particularly suitable for applications where the flow is of high solids/liquid ratio. The screen requires only a short length of parallel channel. The grid is raked by robust tines, the number of sets of tines can be varied to give very rapid removal of screenings.

Screenings are carried up the inclined screen grid/deadplate to the discharge point. The raking action is on the endless chain principle, although there are no bearings or bottom sprockets in the flow.

The screen drive is shaft mounted and is protected by a current sensor.

Preferred bar spacings are 6mm, 12mm and 18mm. Other spaces can be accommodated to suit particular requirements.



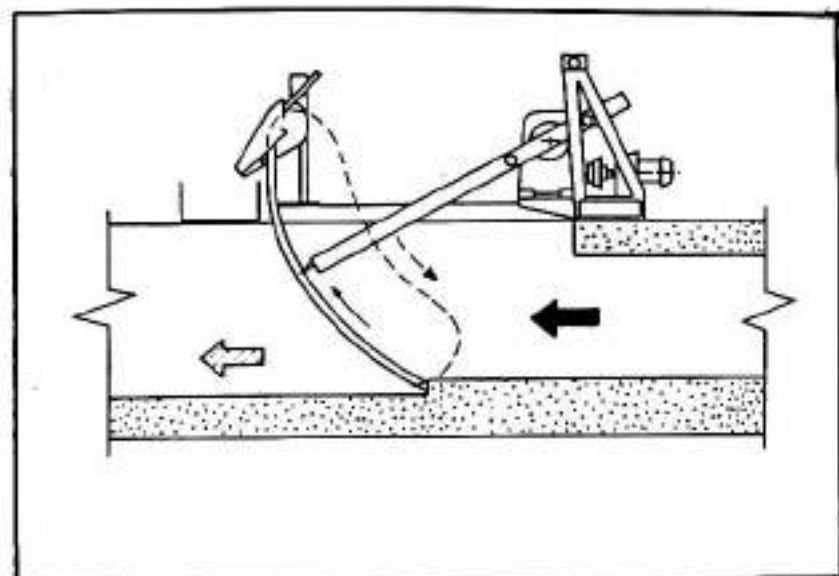
COARSE SCREEN FOR LARGE SOLIDS

A multi back raked coarse screen of very robust construction.

The raking mechanism is mounted downstream of the screen grid and is protected by the grid which is usually inclined at 80° to the horizontal. Screenings are carried over the top curved section and delivered to the downstream side by rake tines which protrude through the grid. The number of rake tines can be varied to suit the solids loading and the tines are removable in sections should replacement become necessary.

The screen drive unit is shaft mounted and is protected by a current sensor.

Preferred bar spacings are 24mm upwards



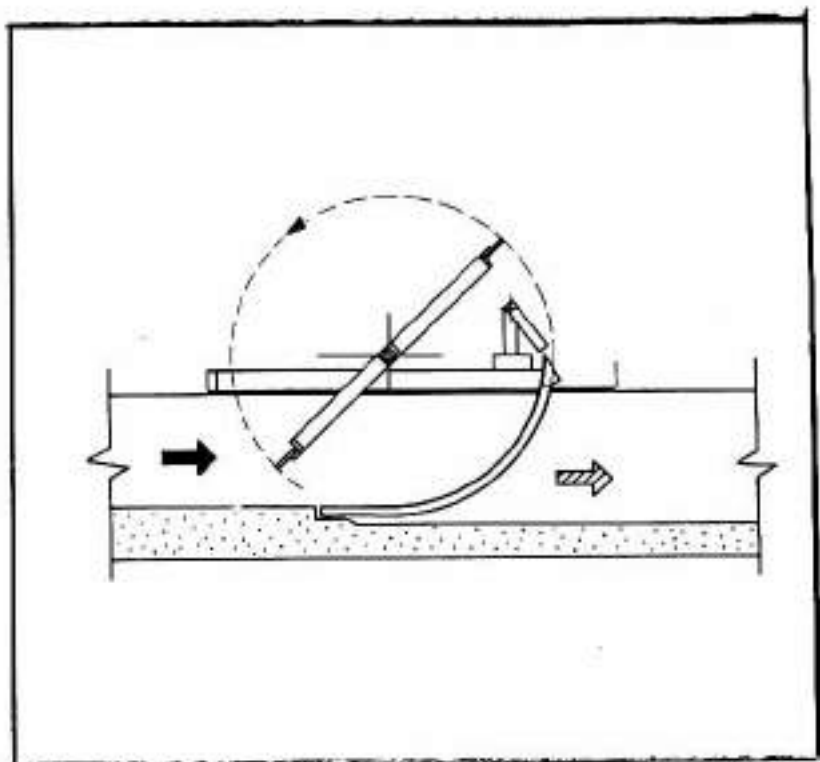
FOR SHALLOW TO MEDIUM DEPTH CHANNELS USUALLY UP TO 2600MM.

A robust mechanically raked curved bar screen which gives a large effective screening area. The raking mechanism requires the minimum of maintenance and all moving parts, with the exception of the rake arm, are above coping level.

The rotary motion of the drive is converted by a simple crank and link arrangement into a profile action which clears the grid on the upward stroke, disengages, and returns to the foot of the grid when the cycle is repeated. Screenings are discharged by a pivoting scraper down a stainless steel hinged apron.

The screen drive is protected by a torque limiting coupling in addition to normal starter overloads. The rake arm parks out of the flow at the end of a running cycle.

Preferred bar spacings are 12mm and 18mm. Other spaces can be accommodated to suit particular requirements.



FOR SHALLOW CHANNELS NORMALLY UP TO 1000MM DEEP.

A fully curved rotary screen of rugged construction giving the maximum screening area for a given width of channel.

Two sets of rake tines rotating through 360° ensure rapid removal of solids, which are lifted up to a pivoted scraper and are discharged down an apron.

The screen drive is directly coupled and is protected by either current sensor or torque limiting coupling. The rake arms always park out of the flow at the end of a running cycle.

Preferred bar spacings are 12mm and 18mm. Other spaces can be accommodated to suit particular requirements.

APPENDIX 9 — MANDATORY NONDESTRUCTIVE EXAMINATION

ARTICLE 9-1 MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION

9-100 SCOPE

(a) This Appendix provides procedures which shall be followed whenever magnetic particle examination is specified in this Division.

(b) Article 7 of Section V shall be applied for the detail requirements in methods and procedures, and the additional requirements specified within this Appendix.

(c) Magnetic particle examination shall be performed in accordance with a written procedure certified by the Manufacturer to be in accordance with the requirements of T-150 of Section V.

9-110 CERTIFICATION OF COMPETENCE OF NONDESTRUCTIVE EXAMINER

Personnel conducting the magnetic particle examination shall be qualified in accordance with AI-311.

9-120 EVALUATION OF INDICATIONS

Indications will be revealed by retention of magnetic particles. All such indications are not necessarily imperfections, however, since excessive surface roughness, magnetic permeability variations (such as at the edge of heat affected zones), etc., may produce similar indications.

An indication is the evidence of a mechanical imperfection. Only indications which have any dimension greater than $\frac{1}{16}$ in. shall be considered relevant.

(a) A linear indication is one having a length greater than three times the width.

(b) A rounded indication is one of circular or el-

liptical shape with a length equal to or less than three times its width.

9-130 ACCEPTANCE STANDARDS

These acceptance standards shall apply unless other more restrictive standards are specified for specific materials or applications within this Division.

All surfaces to be examined shall be free of:

(a) relevant linear indications;

(b) relevant rounded indications greater than $\frac{3}{16}$ in.;

(c) four or more relevant rounded indications in a line separated by $\frac{1}{16}$ in. or less, edge-to-edge.

9-140 REPAIR REQUIREMENTS

Unacceptable imperfections shall be removed and reexamination made to assure complete removal. Whenever an imperfection is removed by chipping or grinding and subsequent repair by welding is not required, the excavated area shall be blended into the surrounding surface so as to avoid sharp notches, crevices, or corners. Where welding is required after removal of an imperfection, the area shall be cleaned and welding performed in accordance with a qualified welding procedure.

9-140.1 Treatment of Indications Believed Nonrelevant. Any indication which is believed to be nonrelevant shall be regarded as an imperfection unless it is shown by reexamination by the same method or by the use of other nondestructive methods and/or by surface conditioning that no unacceptable imperfection is present.

9-140.2 Examination of Areas From Which Imperfections Have Been Removed. After an imperfection is thought to have been removed and prior to making weld repairs, the area shall be examined by suitable methods to assure the imperfection has been eliminated.

9-140.3 Reexamination of Repair Areas. After repairs have been made, the repaired area shall be blended into the surrounding surface so as to avoid sharp notches, crevices, or corners, and reexamined by the magnetic particle method and by all other methods of examination that were originally required for the affected area, except that, when the depth of repair is less than the radiographic sensitivity required, reradiography may be omitted.

ARTICLE 7

MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION

T-700 INTRODUCTION

The magnetic particle examination method may be applied to detect cracks and other discontinuities on or near the surfaces of ferromagnetic materials. The sensitivity is greatest for surface discontinuities and diminishes rapidly with increasing depth of subsurface discontinuities below the surface. Typical types of discontinuities that can be detected by this method are cracks, laps, seams, cold shuts, and laminations.

In principle, this method involves magnetizing an area to be examined, and applying ferromagnetic particles (the examination medium) to the surface. The particles will form patterns on the surface where cracks and other discontinuities cause distortions in the normal magnetic field. These patterns are usually characteristic of the type of discontinuity that is detected.

Whichever technique is used to produce the magnetic flux in the part, maximum sensitivity will be to linear discontinuities oriented perpendicular to the lines of flux. For optimum effectiveness in detecting all types of discontinuities, each area should be examined at least twice, with the lines of flux during one examination approximately perpendicular to the lines of flux during the other.

T-710 SCOPE

When specified by the referencing Code Section, the magnetic particle examination techniques described in this Article shall be used. In general, this Article is in conformance with SE-709, Standard Recommended Practice for Magnetic Particle Examination. This document provides additional details to be considered in the procedures used.

When this Article is specified by a referencing Code Section, the magnetic particle method described in this Article shall be used together with Article 1, General Requirements. Definition of terms used in this Article

may be found in Appendix A, Glossary of Terms Used in Nondestructive Examination, or SE-269.

T-720 GENERAL REQUIREMENTS

T-721 Procedure

Examination procedures shall be based on the following information:

- (a) the materials, shapes, or sizes to be examined and the extent of the examination;
- (b) magnetization techniques to be used;
- (c) equipment to be used for magnetization;
- (d) surface preparation (finishing and cleaning);
- (e) type of ferromagnetic particles to be used: manufacturer, color, wet or dry, etc.;
- (f) magnetization currents (type and ampereage);
- (g) demagnetization.

T-722 Method of Examination

Examination shall be done by the continuous method; that is, the magnetizing current remains on while the examination medium is being applied and while excess of the examination medium is being removed.

T-723 Techniques and Materials

The ferromagnetic particles used as an examination medium shall be either wet or dry, and may be either fluorescent or nonfluorescent.

One or more of the following five magnetization techniques shall be used:

- (a) prod technique;
- (b) longitudinal magnetization technique;
- (c) circular magnetization technique;
- (d) yoke technique;
- (e) multidirectional magnetization technique.

T-724 Surface Preparation

(a) Satisfactory results are usually obtained when the surfaces are in the as-welded, as-rolled, as-cast, or as-forged conditions. However, surface preparation by grinding or machining may be necessary where surface irregularities could mask indications due to discontinuities.

(b) Prior to magnetic particle examination, the surface to be examined and all adjacent areas within at least 1 in. shall be dry and free of all dirt, grease, lint, scale, welding flux and spatter, oil, or other extraneous matter that could interfere with the examination.

(c) Cleaning may be accomplished using detergents, organic solvents, descaling solutions, paint removers, vapor degreasing, sand or grit blasting, or ultrasonic cleaning methods.

(d) If coatings are left on the part in the area being examined, it must be demonstrated that indications can be detected through the maximum coating thickness applied.

NOTE: Refer to T-110 for guidance for demonstration of the special procedure/technique.

T-725 Magnetization

A suitable and appropriate means for producing the necessary magnetic flux in the part shall be employed, using one or more of the techniques listed in T-722 and described in T-740.

T-726 Examination Medium

The finely divided ferromagnetic particles used for the examination shall meet the following requirements.

(a) *Dry Particles.* If dry particles are used, the color of the particles (dry powder) shall provide adequate contrast with the surface being examined. Additional specific requirements on the use of dry particles are given in SE-709, Standard Recommended Practice for Magnetic Particle Examination. Magnetic particles examination shall not be performed if the surface temperature of the part exceeds 600°F.

(b) *Wet Particles.* If wet particles are used, the color of the particles shall provide adequate contrast with the surface being examined. The particles shall be suspended in a suitable liquid medium in the concentration recommended in SE-709, Standard Recommended Practice for Magnetic Particle Examination, which contains additional specific requirements on the use of wet particles. The temperature of the wet particle suspension and the surface of the part shall not exceed 135°F.

(c) *Fluorescent Particles.* With fluorescent particles the examination is performed using an ultraviolet light, called *black light*. The examination shall be performed as follows.

(1) It shall be performed in a darkened area.

(2) The examiner shall be in the darkened area for at least 5 min prior to performing the examination to enable his eyes to adapt to dark viewing. If the examiner wears glasses or lenses, they shall not be photosensitive.

(3) The black light shall be allowed to warm up for a minimum of 5 min prior to use or measurement of the intensity of the ultraviolet light emitted.

(4) The black light intensity shall be measured with a black light meter. A minimum of 800 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ on the surface of the part being examined shall be required. The black light intensity shall be measured at least once every 8 hr, and whenever the work station is changed.

T-727 Magnetizing Field Adequacy and Direction

T-727.1 When it is necessary to verify the adequacy or direction of the magnetizing field, the magnetic particle field indicator described in Fig. T-727.1 shall be used by positioning the indicator on the surface to be examined.

When using this indicator, a suitable flux or field strength is indicated when a clearly defined line of magnetic particles forms across the copper face of the indicator when the magnetic particles are applied simultaneously with the magnetizing force.

When a clearly defined line of particles is not formed, or is not formed in the desired direction, the magnetizing technique shall be changed or adjusted.

T-727.2 The magnetic particle field indicator is only permitted for determining field adequacy when specifically referenced by the magnetizing technique in T-744.2(c), T-744.2(d), T-747.2, T-245.1(b), T-245.1(b)(6), T-745.2(a), and T-745.2(b).

A90

T-728 Rectified Current

(a) Whenever direct current is required rectified current may be used. The rectified current for magnetization shall be either three-phase (full-wave rectified) current, or single phase (half-wave rectified) current.

(b) The amperage required with three-phase, full-wave rectified current shall be verified by measuring the average current.

(c) The amperage required with single-phase (half-wave rectified) current shall be verified by measuring

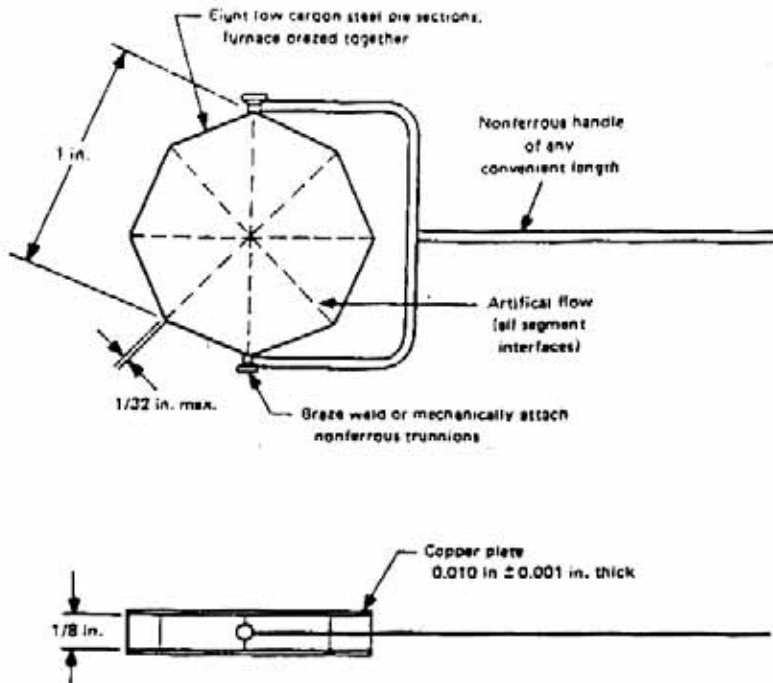


FIG. T-727 MAGNETIC PARTICLE FIELD INDICATOR

the average current output during the conducting half cycle only.

T-729 Demagnetization

When residual magnetism in the part could interfere with subsequent processing or usage, the part shall be demagnetized any time after completion of the examination.

T-730 CALIBRATION OF EQUIPMENT

T-731 Frequency of Calibration

(a) *Frequency.* Each piece of magnetizing equipment with an ammeter shall be calibrated at least once a year, or whenever the equipment has been subjected to major electric repair, periodic overhaul, or damage. If equipment has not been in use for a year or more, calibration shall be done prior to first use.

(b) *Procedure.* The accuracy of the unit's meter shall be verified annually by equipment traceable to a national standard. Comparative readings shall be taken for at least three different current output levels encompassing the usable range.

(c) *Tolerance.* The unit's meter reading shall not deviate by more than $\pm 10\%$ of full scale, relative to the actual current value as shown by the test meter.

NOTE: When measuring half-wave rectified current with a direct current test meter, readings shall be multiplied by 2.

T-740 EXAMINATION

T-741 Direction of Magnetization

At least two separate examinations shall be performed on each area. During the second examination, the lines of magnetic flux shall be approximately perpendicular to those used during the first examination.

A different technique for magnetization may be used for the second examination.

T-742 Examination Coverage

All examinations shall be conducted with sufficient overlap to assure 100% coverage at the required sensitivity (T-727).

T-743 Prod Technique

T-743.1 Magnetizing Procedure. For the prod technique, magnetization is accomplished by portable prod type electrical contacts pressed against the surface in the area to be examined. To avoid arcing, a remote control switch, which may be built into the prod handles, shall be provided to permit the current to be turned on after the prods have been properly positioned.

T-743.2 Magnetizing Current. Direct or rectified magnetizing current shall be used. The current shall be 100 (minimum) amp/in. to 125 (maximum) amp/in. of prod spacing for sections $\frac{1}{4}$ in. thick or greater. For sections less than $\frac{1}{4}$ in. thick, the current shall be 90 amp/in. to 110 amp/in. of prod spacing.

T-743.3 Prod Spacing. Prod spacing shall not exceed 8 in. Shorter spacing may be used to accommodate the geometric limitations of the area being examined or to increase the sensitivity, but prod spacings of less than 3 in. are usually not practical due to banding of the particles around the prods. The prod tips shall be kept clean and dressed. If the open circuit voltage of the magnetizing current source is greater than 25 V, lead, steel, or aluminum (rather than copper) tipped prods are recommended to avoid copper deposits on the part being examined.

T-744 Longitudinal Magnetization Technique

T-744.1 Magnetizing Procedure. For this technique, magnetization is accomplished by passing current through a multi-turn fixed coil (or cables) that is wrapped around the part or section of the part to be examined. This produces a longitudinal magnetic field parallel to the axis of the coil.

If a fixed, prewound coil is used the part shall be placed near the side of the coil during inspection. This is of special importance when the coil opening is more than 10 times the cross-sectional area of the part.

T-744.2 Magnetic Field Strength. Direct or rectified current shall be used to magnetize parts examined by

this technique. The required field strength shall be calculated based on the length L and the diameter D of the part in accordance with (a), (b), or as established in (c), below. Long parts shall be examined in sections not to exceed 18 in., and 18 in. shall be used for the part L in calculating the required field strength. For noncylindrical parts, D shall be the maximum cross-sectional diagonal.

(a) *Parts With L/D Ratios Equal to or Greater Than 4.* The magnetizing current shall be within $\pm 10\%$ of the ampere-turns' value determined as follows:

$$\text{Ampere-turns} = \frac{35,000}{(L/D) + 2}$$

For example, a part 10 in. long $\times$ 2 in. diameter has an L/D ratio of 5. Therefore,

$$\frac{35,000}{(5 + 2)} = 5000 \text{ ampere-turns}$$

(b) *Parts With L/D Ratios Less Than 4 but Not Less Than 2.* The magnetizing ampere-turns shall be within $\pm 10\%$ of the ampere-turns' value determined as follows:

$$\text{Ampere-turns} = \frac{45,000}{L/D}$$

(c) If the area to be magnetized extends beyond 6 in. on either side of the coils, field adequacy shall be demonstrated using the magnetic field indicator per T-727.

(d) For large parts due to size and shape, the magnetizing current shall be 1200 ampere-turns to 4500 ampere-turns. The field adequacy shall be demonstrated using the magnetic field indicator per T-727.

T-744.3 Magnetizing Current. The current required to obtain the necessary magnetizing field strength shall be determined by dividing the ampere-turns obtained in steps (a) or (b) above by the number of turns in the coil as follows:

$$\text{Amperes (meter reading)} = \frac{\text{ampere-turns}}{\text{turns}}$$

For example, if a 5-turn coil is used and the ampere-turns required are 5000, use

$$\frac{5000}{5} = 1000 \text{ amperes } (\pm 10\%)$$

T-745 Circular Magnetization Technique

T-745.1 Direct Contact Technique

(a) *Magnetizing Procedure.* For this technique, magnetization is accomplished by passing current through the part to be examined. This produces a circular magnetic field that is approximately perpendicular to the direction of current flow in the part.

(b) *Magnetizing Current.* Direct or rectified (half-wave rectified or full-wave rectified) magnetizing current shall be used. The required current shall be determined using the following guidelines:

(1) for parts with outer diameters up to 5 in. — 700 amp/in. to 900 amp/in. of diameter shall be used;

(2) for parts with outer diameters over 5 in. up to 10 in. — 500 amp/in. to 700 amp/in. of diameter shall be used;

(3) for parts with outer diameters over 10 in. up to 15 in. — 300 amp/in. to 500 amp/in. of diameter shall be used;

(4) for parts with outer diameters over 15 in. — 100 amp/in. to 330 amp/in. of outer diameters shall be used;

(5) for parts with geometric shapes other than round, the greatest cross-sectional diagonal in a plane at right angles to the current flow shall determine the inches to be used in the above computations;

(6) If the current levels required for (b)(3) and (4) above cannot be obtained, the maximum current obtainable shall be used and the field adequacy shall be demonstrated by using the magnetic particle field indicator per T-727. For noncylindrical parts and when examining large parts by clamping contacts to the wall thickness, field adequacy shall be demonstrated by using the magnetic particle field indicator per T-727.

T-745.2 Central Conductor Technique

(a) *Magnetizing Procedure.* For this technique, a central conductor is used to examine the internal surfaces of ring or cylindrically shaped parts. The central conductor technique may also be used for examining the outside surfaces of these shapes. Where large diameter cylinders are to be examined, the conductor shall be positioned close to the internal surface of the cylinder. When the conductor is not centered, the circumference of the cylinder shall be examined in increments and a magnetic particle field indicator, applied in accordance with T-727, shall be used to determine the extent of the arc that may be examined for each conductor position. Bars, or cables passed through the bore of a cylinder, may be used to induce circular magnetization.

(b) *Magnetizing Current.* The field strength required shall be equal to that determined in T-745.1(b) for a

single turn central conductor. The magnetic field will increase in proportion to the number of times the central conductor cable passes through a hollow part. For example, if 6000 amp are required to examine a part using a single central conductor, 3000 amp are required when 2 turns of the through cable are used; and 1200 amp are required if 5 turns are used. When the central conductor technique is used, magnetic field adequacy shall be verified using a magnetic particle field indicator in accordance with T-727 (see Fig. T-745.2).

T-746 Yoke Technique

T-746.1 *Application.* This method shall only be applied to detect discontinuities that are open to the surface of the part.

T-746.2 *Magnetizing Procedure.* For this technique alternating or direct current electromagnetic yokes, or permanent magnet yokes, shall be used.

NOTE: Except for materials $\frac{1}{4}$ in. or less in thickness, alternating current yokes are superior to direct or permanent magnet yokes of equal lifting power for the detection of surface discontinuities.

T-746.3 Lifting Power of Yokes

(a) The magnetizing force of yokes shall be checked at least once a year, or whenever a yoke has been damaged. If a yoke has not been in use for a year or more, a check shall be done prior to first use.

(b) Each alternating current electromagnetic yoke shall have a lifting power of at least 10 lb at the maximum pole spacing that will be used.

(c) Each direct current or permanent magnetic yoke shall have a lifting power of at least 40 lb at the maximum pole spacing that will be used.

(d) Each weight shall be weighed with a scale from a reputable manufacturer and stenciled with the applicable nominal weight prior to first use. A weight need only be verified again if damaged in a manner that could have caused potential loss of material.

T-747 Multidirectional Magnetization Technique

T-747.1 *Magnetizing Procedure.* For this technique magnetization is accomplished by high amperage power packs operating as many as three circuits that are energized one at a time in rapid succession. The effect of these rapidly alternating magnetizing currents is to produce an overall magnetization of the part in multiple directions. Circular or longitudinal magnetic fields may be generated in any combination using the various techniques described in T-744 and T-745.

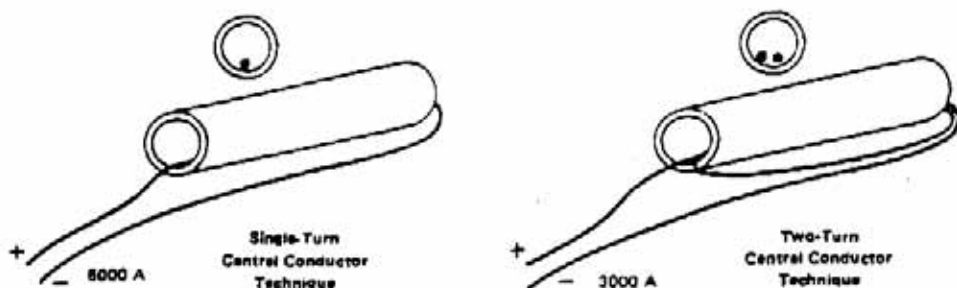


FIG. T-745.2 SINGLE-TURN AND TWO-TURN CENTRAL CONDUCTOR TECHNIQUE

T-747.2 Magnetic Field Strength. Only three phase, full-wave rectified current shall be used to magnetize the part. The initial magnetizing current requirements for each circuit shall be established using the previously described guidelines (see T-744 and T-745). The adequacy of the magnetic field shall be demonstrated in accordance with T-727, and a magnetic particle field indicator shall be used to verify that an adequate field is obtained in at least two nearly perpendicular directions. For areas where adequate field strengths cannot be demonstrated, additional magnetic particle techniques shall be used to obtain the required two directional coverage.

T-750 EVALUATION

- (a) All indications shall be evaluated in terms of the acceptance standards of the referencing Code Section.
- (b) Discontinuities on or near the surface are indicated by retention of the examination medium. However, localized surface irregularities due to machining

marks or other surface conditions may produce false indications.

- (c) Broad areas of particle accumulation which might mask indications from discontinuities are prohibited, and such areas shall be cleaned and reexamined.

T-760 REPORTS

T-761 Multidirectional Magnetization Technique Sketch

A technique sketch shall be prepared for each different geometry examined, showing the part geometry, cable arrangement and connections, magnetizing current for each circuit, and the areas of examination where adequate field strengths are obtained. Parts with repetitive geometries, but different dimensions, may be examined using a single sketch provided that the magnetic field strength is adequate when demonstrated in accordance with T-747.2.

ARTICLE 9-2

LIQUID PENETRANT EXAMINATION

9-200 SCOPE

(a) This Article describes methods which shall be employed whenever liquid penetrant examination is specified in this Division.

(b) Article 6 of Section V shall be applied for detail requirements in methods, procedures and qualifications, unless specified within this Article.

(c) Liquid penetrant examination shall be performed in accordance with a written procedure certified by the Manufacturer to be in accordance with the requirements of T-150 of Section V.

9-210 CERTIFICATION OF COMPETENCE OF NONDESTRUCTIVE EXAMINER

Personnel conducting the liquid penetrant examination shall be qualified in accordance with AI-311.

9-220 EVALUATION OF INDICATIONS

An indication is the evidence of a mechanical imperfection. Only indications with major dimensions greater than $\frac{1}{16}$ in. shall be considered relevant.

(a) A *linear* indication is one having a length greater than three times the width.

(b) A *rounded* indication is one of circular or elliptical shape with the length equal to or less than three times the width.

(c) Any questionable or doubtful indications shall be reexamined to determine whether or not they are relevant.

9-230 ACCEPTANCE STANDARDS

These acceptance standards shall apply unless other more restrictive standards are specified for specific materials or applications within this Division.

All surfaces to be examined shall be free of:

(a) relevant linear indications;

(b) relevant rounded indications greater than $\frac{1}{16}$ in.

(c) four or more relevant rounded indications in a line separated by $\frac{1}{16}$ in. or less (edge-to-edge).

9-240 REPAIR REQUIREMENTS

Unacceptable imperfections shall be removed and reexamination made to assure complete removal. Whenever an imperfection is removed by chipping or grinding and subsequent repair by welding is not required, the excavated area shall be blended into the surrounding surface so as to avoid sharp notches, crevices, or corners. Where welding is required after removal of an imperfection, the area shall be cleaned and welding performed in accordance with a qualified welding procedure.

9-240.1 Treatment of Indications Believed Nonrelevant. Any indication which is believed to be nonrelevant shall be regarded as an imperfection unless it is shown by reexamination by the same method or by the use of other nondestructive methods and/or by surface conditioning that no unacceptable imperfection is present.

9-240.2 Examination of Areas From Which Imperfections Have Been Removed. After an imperfection is thought to have been removed and prior to making weld repairs, the area shall be examined by suitable methods to assure the imperfection has been eliminated.

9-240.3 Reexamination of Repair Areas. After repairs have been made, the repaired area shall be blended into the surrounding surface so as to avoid sharp notches, crevices, or corners and reexamined by the liquid penetrant method and by all other methods of examination that were originally required for the affected area, except that, when the depth of repair is less than the radiographic sensitivity required, reradiography may be omitted.

ARTICLE 6

LIQUID PENETRANT EXAMINATION

T-600 INTRODUCTION

The liquid penetrant examination method is an effective means for detecting discontinuities which are open to the surface of nonporous metals and other materials. Typical discontinuities detectable by this method are cracks, seams, laps, cold shuts, laminations, and porosity.

In principle, a liquid penetrant is applied to the surface to be examined and allowed to enter discontinuities. All excess penetrant is then removed, the part is dried, and a developer is applied. The developer functions both as a blotter to absorb penetrant that has been trapped in discontinuities, and as a contrasting background to enhance the visibility of penetrant indications. The dyes in penetrants are either color contrast (visible under white light) or fluorescent (visible under ultraviolet light).

A00 T-610 SCOPE

When specified by the referencing Code Section, the liquid penetrant examination techniques described in this Article shall be used. The following listed SE Standards provide details which may be considered in the specific procedures used:

- (a) SE-165, Standard Practice for Liquid Penetrant Inspection Method
- (b) SE-1209, Standard Test Method for Fluorescent Penetrant Examination Using the Water Washable Process
- (c) SE-1219, Standard Test Method for Fluorescent Penetrant Examination Using the Solvent Removable Process
- (d) SE-1220, Standard Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Solvent Removable Process

When this Article is specified by a referencing Code Section, the liquid penetrant method described in this Article shall be used together with Article 1, General

Requirements. Definitions of terms used in this Article may be found in Appendix A, Glossary of Terms Used in Nondestructive Examination, or in SE-270.

T-620 GENERAL REQUIREMENTS

T-621 Procedure

T-621.1 Initial Procedure. Liquid penetrant examination shall be performed in accordance with a procedure. Such a procedure shall consider at least the following information:

- (a) the materials, shapes, or sizes to be examined, and the extent of the examination;
- (b) type (number or letter designation if available) of each penetrant, penetrant remover, emulsifier, and developer;
- (c) processing details for pre-examination cleaning and drying, including the cleaning materials used and minimum time allowed for drying;
- (d) processing details for applying the penetrant; the length of time that the penetrant will remain on the surface (dwell time), and the temperature of the surface and penetrant during the examination if outside 60°F to 125°F range;
- (e) processing details for removing excess penetrant from the surface, and for drying the surface before applying the developer;
- (f) processing details for applying the developer, and length of developing time before interpretation;
- (g) processing details for post-examination cleaning.

T-621.2 Procedure Revision. A revised procedure may be required:

- (a) whenever a change or substitution is made in the type or family group of penetrant materials (including developers, emulsifiers, etc.) or in the processing techniques;
- (b) whenever a change or substitution is made in the type of precleaning materials or processes;

(c) for any change in part processing that can close surface openings of discontinuities or leave interfering deposits, such as the use of grit blast cleaning or acid treatments.

A90 T-622 Techniques

Either a color contrast (visible) penetrant or a fluorescent penetrant shall be used with one of the following three penetrant processes:

- (a) water washable
- (b) post-emulsifying
- (c) solvent removable

The visible and fluorescent penetrants used in combination with these three penetrant processes result in six liquid penetrant techniques.

T-623 Penetrant Materials

The term *penetrant materials*, as used in this Article, is intended to include all penetrants, solvents or cleaning agents, developers, etc., used in the examination process.

A90 T-624 Technique Restrictions

Fluorescent penetrant examination shall not follow a color contrast penetrant examination. Intermixing of penetrant materials from different families or different manufacturers is not permitted. A retest with water washable penetrants may cause loss of marginal indications due to contamination.

T-625 Control of Contaminants

The user of this Article shall obtain certification of contaminant content for all liquid penetrant materials used on nickel base alloys, austenitic stainless steels, and titanium. These certifications shall include the penetrant manufacturers' batch numbers and the test results obtained in accordance with (a) and (b) below. These records shall be maintained as required by the referencing Code Section.

(a) When examining nickel base alloys, all materials shall be analyzed individually for sulphur content as follows.

(1) An individual sample of the penetrant materials with exception of cleaners shall be prepared for analysis by heating 50 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(2) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.0025 g, the material is acceptable without further analysis. If the residue is 0.0025 g or more, the procedure shown in (a)(1) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with ASTM D 129 or ASTM D 1552. Alternately, the material may be decomposed in accordance with ASTM D 129 and analyzed in accordance with ASTM D 516 Method B. The sulphur content shall not exceed 1% of the residue by weight.

(3) An individual sample of cleaner/remover material shall be prepared for analysis by heating 100 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(4) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.005 g, the material is acceptable without further analysis. If the residue is 0.005 g or more, the procedure shown in (a)(3) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with ASTM D 129 or ASTM D 1552. Alternately the material may be decomposed in accordance with D 129 and analyzed in accordance with ASTM D 516 Method B. The sulphur content shall not exceed 1% of the residue by weight.

(b) When examining austenitic stainless steel or titanium, all materials shall be analyzed individually for chlorine and fluorine content as follows.

(1) An individual sample of the penetrant materials with the exception of cleaners shall be prepared for analysis by heating 50 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass Petri dish at a temperature of 194°F to 212°F for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(2) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.0025 g, the material is acceptable without further analysis. If the residue is 0.0025 g or more, the procedure shown in (a)(1) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with ASTM D 808 or SE-165 Annex 2 for chlorine and SE-165 Annex 3 for fluorine. The chlorine plus fluorine content shall not exceed 1% of the residue by weight.

(3) An individual sample of the cleaner/remover material shall be prepared for analysis by heating 100 g of the material in a 150 mm nominal diameter glass

Penetrant dish at a temperature of 194°F to 212°F for 60 min.

PRECAUTION: Provide adequate ventilation to dissipate the emitted vapor.

(4) Analysis of the residue shall be as follows: If the residue is less than 0.005 g, the material is acceptable without further analysis. If the residue is 0.005 g or more, the procedure shown in (a)(3) above shall be repeated and the residue analyzed in accordance with ASTM D 808 or SE-165 Annex 2 for chlorine and SE-165 Annex 3 for fluorine. The chlorine plus fluorine content shall not exceed 1% of the residue by weight.

T-626 Surface Preparation

(a) In general, satisfactory results may be obtained when the surface of the part is in the as-welded, as-rolled, as-cast, or as-forged condition. Surface preparation by grinding, machining, or other methods may be necessary where surface irregularities could mask indications of unacceptable discontinuities.

CAUTION: Conditioning of surfaces prior to examination can affect the results. See Article 24, SE-165, Annex 1, for general precautions relative to surface conditioning.

A90

(b) Prior to each liquid penetrant examination, the surface to be examined and all adjacent areas within at least 1 in. shall be dry and free of all dirt, grease, lint, scale, welding flux, weld spatter, paint, oil, and other extraneous matter that could obscure surface openings or otherwise interfere with the examination.

(c) Typical cleaning agents which may be used are detergents, organic solvents, descaling solutions, and paint removers. Degreasing and ultrasonic cleaning methods may also be used.

(d) Cleaning solvents shall meet the requirements of T-625. The cleaning method employed is an important part of the examination process.

A90 T-627 Drying After Preparation

After cleaning, drying of the surfaces to be examined shall be accomplished by normal evaporation or with forced hot or cold air. A minimum period of time shall be established to ensure that the cleaning solution has evaporated prior to application of the penetrant.

T-640 EXAMINATION

T-641 Techniques for Standard Temperatures

A90

As a standard technique, the temperature of the penetrant and the surface of the part to be processed shall not be below 60°F nor above 125°F throughout the examination period. Local heating or cooling is permitted provided the part temperature remains in the range of 60°F to 125°F during the examination. Where it is not practical to comply with these temperature limitations, other temperatures and times may be used, provided the procedures are qualified as specified in T-648.

T-642 Penetrant Application

A90

The penetrant may be applied by any suitable means, such as dipping, brushing, or spraying. If the penetrant is applied by spraying using compressed-air-type apparatus, filters shall be placed on the upstream side near the air inlet to preclude contamination of the penetrant by oil, water, dirt, or sediment that may have collected in the lines.

T-643 Penetration Time

A90

Penetration time is critical. The minimum penetration time shall be as recommended in SE Standards referenced in T-610 or as qualified by demonstration for specific applications.

T-644 Excess Penetrant Removal

A90

After the specified penetration time has elapsed, any penetrant remaining on the surface shall be removed, taking care to minimize removal of penetrant from discontinuities.

T-644.1 Water Washable Penetrants. Excess water washable penetrant shall be removed with a water spray. The water pressure shall not exceed 50 psi, and the water temperature shall not exceed 110°F.

A90

T-644.2 Post-Emulsifying Penetrants. With post-emulsifying penetrants, the emulsifier shall be applied by spraying or dipping. Emulsification time is critical, and governed by surface roughness and type of discontinuities sought. It shall not exceed 5 min unless other times have been qualified by actual tests. After emulsification, the mixture shall be removed by a water spray using the same processes as for water washable penetrants.

A90

T-644.3 Solvent Removable Penetrants. Excess solvent removable penetrants shall be removed by wiping with a cloth or absorbent paper, repeating the operation

A90

until most traces of penetrant have been removed. The remaining traces shall be removed by lightly wiping the surface with cloth or absorbent paper moistened with solvent. To minimize removal of penetrant from discontinuities, care shall be taken to avoid the use of excess solvent. Flushing the surface with solvent, following the application of the penetrant and prior to developing, is prohibited.

A90 T-645 Drying After Excess Penetrant Removal

(a) For the water washable or post-emulsifying technique, the surfaces may be dried by blotting with clean materials or by using circulating air, provided the temperature of the surface is not raised above 125°F.

(b) For the solvent removable technique, the surfaces may be dried by normal evaporation, blotting, wiping, or forced air.

A90 T-646 Developing

The developer shall be applied as soon as possible after penetrant removal; the time interval shall not exceed that established in the procedure. Insufficient coating thickness may not draw the penetrant out of discontinuities; conversely, excessive coating thickness may mask indications.

With color contrast penetrants, only a wet developer shall be used. With fluorescent penetrants, a wet or dry developer may be used.

A90 T-646.1 Dry Developer Application. Dry developer shall be applied only to a dry surface by a soft brush, hand powder bulb, powder gun, or other means, provided the powder is dusted evenly over the entire surface being examined.

A90 T-646.2 Wet Developer Application. Prior to applying suspension type wet developer to the surface, the developer must be thoroughly agitated to ensure adequate dispersion of suspended particles.

(a) *Aqueous Developer Application.* Aqueous developer may be applied to either a wet or dry surface. It shall be applied by dipping, brushing, spraying, or other means, provided a thin coating is obtained over the entire surface being examined. Drying time may be decreased by using warm air, provided the surface temperature of the part is not raised above 125°F. Blotting is not permitted.

(b) *Nonaqueous Developer Application.* Nonaqueous developer shall be applied only to a dry surface. It shall be applied by spraying, except where safety or restricted access preclude it. Under such conditions, developer

may be applied by brushing. Drying shall be by normal evaporation.

T-646.3 Developing time for final interpretation begins immediately after the application of a dry developer or as soon as a wet developer coating is dry.

T-647 Interpretation

T-647.1 Final Interpretation. Final interpretation shall be made within 7 to 30 min after the requirements of T-646.3 are satisfied. If bleed-out does not alter the examination results, longer periods are permitted. If the surface to be examined is large enough to preclude complete examination within the prescribed or established time, the examination shall be performed in increments.

T-647.2 Characterizing Indication(s). The type of discontinuities are difficult to evaluate if the penetrant diffuses excessively into the developer. If this condition occurs, close observation of the formation of indications during application of the developer may assist in characterizing and determining the extent of the indication(s).

T-647.3 Color Contrast Penetrants. With a color contrast penetrant, the developer forms a reasonably uniform white coating. Surface discontinuities are indicated by bleed-out of the penetrant which is normally a deep red color that stains the developer. Indications with a light pink color may indicate excessive cleaning. Inadequate cleaning may leave an excessive background making interpretation difficult. Adequate illumination is required to ensure adequate sensitivity during the examination and evaluation of indications.

T-647.4 Fluorescent Penetrants. With fluorescent penetrants, the process is essentially the same as in T-647.3, with the exception that the examination is performed using an ultraviolet light, called *black light*. The examination shall be performed as follows.

(a) It shall be performed in a darkened area.

(b) The examiner shall be in the darkened area for at least 5 min prior to performing the examination to enable his eyes to adapt to dark viewing. If the examiner wears glasses or lenses, they shall not be photosensitive.

(c) The black light shall be allowed to warm up for a minimum of 5 min prior to use or measurement of the intensity of the ultraviolet light emitted.

(d) The black light intensity shall be measured with a black light meter. A minimum of 800 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ on the surface of the part being examined shall be required. The black light intensity shall be measured at least once every 8 hr. and whenever the work station is changed.

A90 T-648 Procedure for Nonstandard Temperatures

A90 T-648.1 General. When it is not practical to conduct a liquid penetrant examination within the temperature range of 60°F to 125°F, the examination procedure at the proposed lower or higher temperature range requires qualification. This shall require the use of a quench cracked aluminum block, which in this Article is designated as a liquid penetrant comparator block.

A90 T-648.2 Liquid Penetrant Comparator. The liquid penetrant comparator blocks shall be made of aluminum, ASTM B 209, Type 2024 or SB-211, Type 2024, $\frac{1}{8}$ in. thick, and should have approximate face dimensions of 2 in. $\times$ 3 in. At the center of each face, an area approximately 1 in. in diameter shall be marked with a 950°F temperature-indicating crayon or paint. The marked area shall be heated with a blowtorch, a Bunsen burner, or similar device to a temperature between 950°F and 975°F. The specimen shall then be immediately quenched in cold water which produces a network of fine cracks on each face.

The block shall then be dried by heating to approximately 300°F. After cooling, the block shall be cut in half. One-half of the specimen shall be designated block "A" and the other block "B" for identification in subsequent processing. Figure T-648.2 illustrates the comparator blocks "A" and "B." As an alternate to cutting the block in half to make blocks "A" and "B," separate blocks 2 in. $\times$ 3 in. can be made using the heating and quenching technique as described above. Two comparator blocks with closely matched crack patterns may be used. The blocks shall be marked "A" and "B."

A90 T-648.3 Comparator Application

(a) If it is desired to qualify a liquid penetrant examination procedure at a temperature of less than 60°F, the proposed procedure shall be applied to block "B" after the block and all materials have been cooled and held at the proposed examination temperature until the comparison is completed. A standard procedure which has previously been demonstrated as suitable for use shall be applied to block "A" in the 60°F to 125°F temperature range. The indications of cracks shall be compared between blocks "A" and "B." If the indications obtained under the proposed conditions on block "B" are essentially the same as obtained on block "A" during examination at 60°F to 125°F, the proposed procedure shall be considered qualified for use.

A90 (b) If the proposed temperature for the examination is above 125°F, block "B" shall be held at this temperature throughout the examination. The indications of cracks shall be compared as described in T-648.3(a)

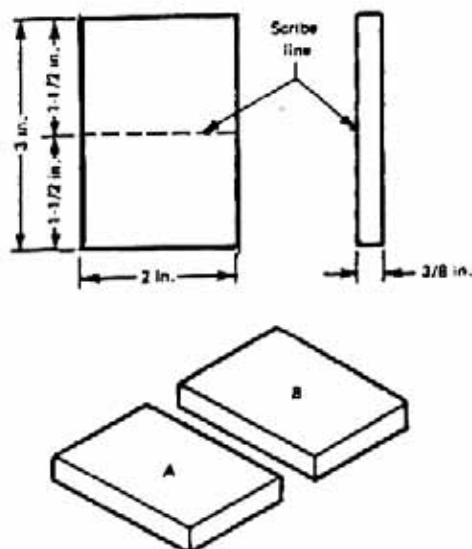


FIG. T-648.2 LIQUID PENETRANT COMPARATOR
(NOTE: Dimensions given are for guidance only and are not critical.)

while block "B" is at the proposed temperature and block "A" is at the 60°F to 125°F temperature range.

(c) A procedure qualified at a temperature lower than 60°F shall be qualified from that temperature to 60°F.

(d) To qualify a procedure for temperatures above 125°F, the upper and lower temperature limits shall be established and the procedure qualified at these temperatures.

(e) As an alternate to the requirements of T-648.3(a) and T-648.3(b) when using color contrast penetrants, it is permissible to use a single comparator block for the standard and nonstandard temperatures and to make the comparison by photography.

(f) When the single comparator block and photographic technique is used, the processing details (as applicable) described in T-648.3(a) and T-648.3(b) apply. The block shall be thoroughly cleaned between the two processing steps. Photographs shall be taken after processing at the nonstandard temperature and then after processing at the standard temperature. The indication of cracks shall be compared between the two photographs. The same criteria for qualification as T-648.3(a) shall apply.

A90

(2) The identical photographic techniques shall be used to make the comparison photographs.

T-650 EVALUATION

(a) All indications shall be evaluated in terms of the acceptance standards of the referencing Code Section.

(b) Discontinuities at the surface will be indicated by bleed-out of penetrant; however, localized surface irregularities due to machining marks or other surface conditions may produce false indications.

(c) Broad areas of fluorescence or pigmentation which could mask indications of discontinuities are unacceptable, and such areas shall be cleaned and reexamined.

Compression Table on Aerators

(1) Table for various aerators

Aerator	Features of Equipment	Merit	Demerit	Application
Big bubble type	Bubbles generated are big	- Low Cost - No cloggings - Low maintenance cost - Easy maintenance - Blower can be installed far away from the aerators (Less pressure loss)	- Low efficiency of O₂ transfer (High cost of power) - Turbulent flow breaks flocs	Small scale treatment plant (for labour saving)
Fine bubble type	Bubbles generated are small	- High efficiency of O₂ transfer (Low cost of power) - Easy maintenance	- Air cleaner may be needed to prevent cloggings on the aerators - Turbulent flow breaks flocs	Large scale treatment plant
Updraft bubble type	Bubbles generated are smaller than that of fine bubble type	- Efficiency of O₂ transfer is much better - No restriction on the shape of tank - Good for flocculation	- Air cleaner may be needed to prevent clogging - Initial cost is a little high	- Treatment plant to reduce energy cost - Better treatment - Treatment plant that requires high aeration
Vertical shaft agitator type	- There are two types of float type and fixed type - There are turbine type and propeller type	- Low cost - High efficiency of O₂ transfer - Effective mixing	- Maintenance is not easy, if numbers of unit are many - Insufficient nitrification - Not suited for cold area - Turbulent flow breaks flocs - Distribution of DO in the tank is not even	- Treat plant that does not require nitrification - Treatment plant located in hot area - Aerating lagoons
Horizontal shaft drive type	- Waves caused by rotation of aerator transfer O₂ (only for shallow tanks) - There are two types of paddle type and rotor type	- High efficiency of O₂ transfer - Low price - Low maintenance cost	- Limitation of tank shape - Not suited for cold area - Insufficient nitrification - Turbulent flow breaks flocs	Oxidation ditch
Combination type	Air is injected from squaring and simultaneously agitated by turbine propellers equipped in the water	- Good mixing - Efficiency of O₂ transfer is ordinary - Supply of air is largely adjustable	- Reducer and air compressor are required - High price - High maintenance cost - Turbulent flow breaks flocs	- Treatment plant that requires wide range of air supply - Nitrification tank

(2) Comparison Table of O₂ Transfer in Water

Aerator		O ₂ dissolving efficiency in water (%)	Power efficiency when O ₂ transferred in water (kgO ₂ /kwh)	Required Energy (kwh/kgO ₂)
B U R T L Y P I P N E G (C)	Big bubble type			
	Static aerator	10 - 16	1.4 - 1.9	0.51 - 0.71
	Big bubble double type	10 - 13	1.4 - 1.9	0.62 - 0.71
	Big bubble single type	8 - 10	1.2 - 1.5	0.60 - 0.71
M E C H A N I C I T I A O L A N	Fine bubble type	15 - 26	1.9 - 3.3	0.31 - 0.55*
	Circulating type			
	Ultra fine bubbling type total aeration type	20 - 32	3.0 - 4.6	0.22 - 0.33
	Low speed surface aeration type		1.5 - 2.2	0.46 - 0.66
C O M B I N A T I O N E	High speed surface aeration type		1.2 - 1.8	0.55 - 1.82
C O M B I N A T I O N E	Turbine sparger	14 - 18	1.2 - 1.8	0.55 - 0.82
	Jet aerator	15 - 26	1.6 - 2.3	0.44 - 0.62

* In case of mixed liquid in the aeration tank, it will be doubled.