جمهورية مصر العربية

وزارة الإسكان والمرافق

المركز الفني للإسكان والبناء

الكود المصري

لتصميم وتنفيذ محطات مياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع

صدر بقرار وزاري رقم ٦٦٩ لسنة ١٩٩٧

الجزء الثاني

تعمال المعالجة

(الصرف الصحي)

١٩٩٧

الطبعة الأولى

مطابع الأهرام بكورنيش النيل

جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق
مركز بحوث الاسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

قرار وزارى رقم ١٦٩ لسنة ١٩٩٧

المجلد الثانى
أعمال المعالجة
(الصرف الصحى)

١٩٩٧

الطبعة الأولى

الكود المصرى

لأسس التصميم واشتراطات التنفيذ

لأعمال الصرف الصحى

تقديم

نظرا لضخامة الإستثمارات فى مجال البنية الأساسية لمشروعات الإمداء بالمياه والصرف الصحى وكذلك لما تمثله هذه المشروعات من احد الأولويات الملحة فى برامج التنمية ، ونظرا لتغيير الإنماط الحضارية فى مجتمعنا كان من الضرورى إختيار نظم وأساليب مناسبة لأعمال معالجة الصرف الصحى.

ولما كانت مشاريع الصرف الصحى تتم طبقا لشروط خاصة ومواصفات تتبعها كل جهة إدارية وبالتعاون مع الجهات والأجهزة القائمة على تنفيذ هذه الأعمال وقد أدى هذا الأمر الى تعدد الإجتهادات فى إعداد أسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لأعمال الصرف الصحى (روافع ومحطات معالجة) تبعا لتعدد الأجهزة العاملة فى هذا المجال مما أدى الى الإختلاف فى الأسس والقواعد الواجب إتباعها لنفس نوعية الأعمال.

لذا فقد صدر قرار السيد المهندس/ وزير التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة والإسكان والمرافق رقم ٧٩ لسنة ١٩٩١ ، رقم ٣١٨ لسنة ١٩٩٢ بتشكيل اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع بناء على القانون رقم (٦) لسنة ١٩٦٤.

وقامت اللجنة بإعداد المشروع الإبتدائى لكود محطات الرفع لمياه الصرف الصحى وتم توزيعه على الجهات المختصة من الهيئات العامة والجامعات والمكاتب الإستشارية والمراكز والمعاهد البحثية و القوات المسلحة وشركات المقاولات وغيرها لإبداء الرأى فيه ثم عقدت ندوه عامة لمناقشة مختلف الأراء وبناء على هذه المناقشات أعد هذا الكود فى صورته النهائية.

هذا وقد تم بعون الله إصدار هذا الكود بالقرار الوزارى رقم (١٦٩) لسنة ١٩٩٧ ، ويتولى مركز بحوث الإسكان والبناء العمل على نشر هذا الكود والتعريف به والتدريب عليه بما يحقق الإرتقاء بأعمال الصرف الصحى فى الجمهورية.

والله ولى التوفيق

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

أستاذ دكتور مهندس/ محمد إبراهيم سليمان

وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

مكتب الوزير

قرار وزارى

رقم (١٦٦٩) لسنة ١٩٩٧

بشأن الكود المصرى لأعمال معالجة مياه الصرف الصحى

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

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

قـــــرر

مادة (١) : يتم العمل بالمجلد الثانى 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) : يتولي مركز بحوث الإسكان والبناء المشار اليه العمل علي نشر ما جاء بهذا الكود والتعريف به والتدريب عليه.

مادة (٤) : ينشر هذا القرار في الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

وزير الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

استاذ دكتور مهندس / محمد ابراهيم سليمان

تقديم عام

تمثل مشروعات إمداد المدن والقرى بمياه الشرب وكذلك معالجه والتخلص من سوائل الصرف الصحى بالمجتمعات الحديثة أحد الأولويات الملحه فى برامج التنميه ، حيث تعانى كثير من المدن المصريه ومعظم القرى من عدم وجود خدمات الصرف الصحى الكامله للتخلص من المخلفات السائله وتزايدت حدتها وكذلك إنعكاساتها السلبية مع إمداد المدن والقرى بمياه الشرب النقيه وتزايد عدد السكان .

وعلى ذلك تولى الدوله بأجهزتها المعنيه إهتماماً خاصاً لمشروعات الامداد بمياه الشرب وكذلك مشروعات الصرف الصحى ، ونظراً لتغير الأنماط الحضاريه فإن من الضرورى إختيار نظم مناسبه لأعمال التنقيه لمياه الشرب وكذلك لمعالجه المخلفات السائله .

ولما كانت مشروعات مياه الشرب والصرف الصحى تتم طبقاً لمواصفات وشروط خاصه تتبعها كل جهه اداريه وبالتعاون مع الجهات والاجهزه القائمه على تنفيذ هذه الاعمال، الامر الذى ادى الى تعدد الإجتهادات فى إعداد أسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لأعمال مياه الشرب (روافع ومحطات تنقيه) وكذلك الحال بالنسبه لمشروعات الصرف الصحى (محطات الرفع ومحطات المعالجه) تبعاً لتعدد الأجهزه العامله فى هذا المجال مما ادى الى الاختلاف فى الأسس والقواعد الواجب اتباعها لنفس نوعيه الاعمال .

ومما سبق فقد صدر قرار السيد المهندس وزير التعمير والمجتمعات العمرانيه الجديده والاسكان والمرافق رقم (٧٩) لسنه ١٩٩١ بتشكيل اللجنه الدائمه لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقيه لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

وقد قامت اللجنه بتقسيم الكود الى اربعه مجلدات :

المجلد الاول : محطات الرفع

المجلدالثانى : أعمال معالجه مياه الصرف الصحى .

المجلد الثالث : أعمال تنقية مياه الشرب .

المجلد الرابع : الروافع .

وتنقسم المجلدات الأول والثانى والثالث والرابع الى ثلاثة فصول :

الفصل الاول : ويتناول أعمال الدراسات .

الفصل الثانى : ويتناول أسس التصميم .

الفصل الثالث : ويتناول شروط التنفيذ .

ويحدد هذا الكود بيان القواعد التطبيقية لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال معالجة مياه الصرف الصحى ، كما يحدد الكود المتطلبات الدنيا التى يجب مراعاتها في تصميم وتنفيذ وتحقيق كفاءة مشروعات الصرف الصحى ، على ألا يتعارض مع ما يضيفه المهندس الاستشارى من توصيات خاصة واشتراطات مناسبة للمشروع والتى تلائم طبيعة كل منها ، ولا يعفى خضوع التصميم والتنفيذ لما ورد بهذا الكود من أية مسئوليات أو التزامات قانونية .

شكر وتقدير

تشكر اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع مركز بحوث الإسكان والبناء لما بذلوه من جهد وما قدموه من تسهيلات لإخراج هذا العمل بالصورة اللائقة .

كما تتقدم اللجنة بالتقدير للسادة الذين ساهموا بارائهم فى أثراء هذا العمل من خلال المناقشات وإبداء الآراء الفنية وهم :

- الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى.
- الهيئة العامة لمرفق الصرف الصحى للقاهرة الكبرى.
- المركز الاستشارى للهندسة الصحية (سانيس).
- كلية الهندسة جامعة القاهرة.
- كلية الهندسة والتكنولوجيا - جامعة قناة السويس.

رئيس اللجنة الدائمة

أ.د. م/ ابراهيم هلال الحطاب

اللجنه الدائمه
لإعداد الكود المصرى لأسس تصميم وشروط التنفيذ
لمحطات التنقيه لمياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع

اعضاء اللجنه الدائمة :

أ . د . م / (المرحوم) محمد مصطفى السعيد .
أ . د . م / ابراهيم هلال الحطاب . (رئيساً)
أ . د . م / عبد الكريم محمد عطا .
أ . د . م / فاطمه الزهراء السعيد الرفاعى .
أ . د . م / حمدى ابراهيم على .
أ . د . م / مدحت محمد عبد المنعم صالح .
م / سعيد ممتاز سمعان .
م / محفوظ كامل مسعود .
م / أحمد أبو ضيف حسنين .
م / محمد حمدى سيد أحمد .
م / ياسين بهى الدين حسن .
م / محمد حسن دسوقى .
م / بهائى سليم شنوده .
م / سراج محمد القطقاط .
م / محمد حسن محمد مصطفى . (الامانه الفنيه)
م / أشرف أحمد كامل قراقيش . (" ")
م / أحمد محمد عبد المجيد على . (" ")

الكتابة على الحاسب الآلي

السيد / خالد رياض محمد المكتب الفنى بمركز بحوث الإسكان والبناء

رقم الصفحة

المحتويـــــات

فهرس الاشكال

فهرس الجداول

المجلد الثانى : اعمال المعالجة

الفصل الأول : الدراسات .

مقدمه : ٥

١ - عدد السكان والأنشطه المختلفه ٦

١-١- مراحل النمو السكانى ٦

١-١-١- مرحله البدايه والإزدهار ٦

١-١-٢- مرحله الإستقرار ٦

١-١-٣- مرحله التشبع ٦

١-٢- تقدير التعداد فى المستقبل ٦

١-٢-١- طريقه الزياده الحسابية ٧

١-٢-٢- طريقه الزياده الهندسية ٧

١-٢-٣- طريقه الزياده بالمعدل المتناقص ٧

١-٢-٤- تقدير عدد السكان بإفتراض كثافات سكانيه مرتبطه بإستخدامات الأراضى ٩

١-٢-٥- طريقه الأمتداد البيانى ١٠

١-٢-٦- طريقه المقارنه البيانيه ١٠

٢ - تحديد الفتره التصميميه ١٠

٣ - حساب التصرفات التصميميه ١٠

٣-١- مصادر المخلفات السائله ١٠

٣-١-١- الاستخدامات السكانيه ١٠

٣-١-٢- الاستخدامات الصناعيه ١١

٣-١-٣- المصادر الأخرى ١١

٣-٢- تصرفات المخلفات السائله ١١

٣-٢-١- التصرف المتوسط ١١

رقم الصفحة

٣-٢-٢- تصرف الطقس الجاف ١٢
٣-٢-٢-١ أدنى تصرف للطقس الجاف ١٢
٣-٢-٢-٢ أقصى تصرف للطقس الجاف ١٢
٣-٢-٣- التصرفات الصناعيه ١٤
٣-٢-٤- التصرفات التجاريه ١٤
٣-٢-٥- تصرفات مياه الرشح ١٤
٣-٢-٦- تصرفات مياه الأمطار ١٤
٣-٣- التصرفات التصميميه لمحطات المعالجة ١٦
٣-٣-١- حاله وجود محطات رفع ١٦
٣-٣-٢- حاله عدم وجود محطات رفع ١٦
٣-٤- الأحمال التصميميه لمحطات المعالجه..... ١٦
٣-٤-١- التصرفات المستخدمه فى تصميم وتشغيل
مهمات وحدات المعالجه ١٧
٣-٤-٢- الأحمال العضويه المستخدمه فى تصميم وتشغيل
مهمات وحدات المعالجه ١٨
٤ - محتوى المخلفات السائله ١٩
٥ - معايير المخلفات السائله المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى.. ١٩
٦- طرق المعالجه ٢١
٦-١- مقدمه ٢١
٦-٢- وحدات المعالجه الطبيعيه ٢١
٦-٣- طرق المعالجه الكيماويه ٢١
٦-٤- طرق المعالجه البيولوجيه ٢٢
٧ - إختيار طريقه المعالجه..... ٢٧
٨ - طرق التخلص والاستفاده من نواتج أعمال المعالجه ٣١
٨-١- المخلفات السائله المعالجه ٣١
٨-٢- الحمأه ٣١
٨-٢-١- مصادر وخواص الحمأه ٣١
٨-٢-١-١ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائى... ٣١

رقم الصفحة

٨-٢-١-٢ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائى... ٣١
٨-٢-٢- معالجه الحمأه ٣٢
٨-٢-٢-١- التركيز ٣٢
٨-٢-٢-٢- التثبيت ٣٣
٨-٢-٢-٣- فصل المياه من الحمأه ٣٤
٨-٢-٢-٤- التخلص من الحمأه الخام ٣٦
٩ - إختيار موقع محطه المعالجه ٣٧
١٠ - المخطط العام للمحطه ٣٧
١٠-١- العناصر المساحيه ٣٨
١٠-٢- العناصر الهيدروليكيه ٣٨
١٠-٣- العناصر المعماريه ٣٩
١٠-٤- العناصر الانشائيه ٣٩
١٠-٥- العناصر الميكانيكيه ٤٠
١٠-٦- العناصر الكهربائيه ٤٠
١١ - الأعمال المساحيه ٤٠
١٢ - دراسات التربه ٤١
١٣ - وسائل التحكم والحمايه ٤٢
١٣-١- وسائل التحكم ٤٢
١٣-٢ - وسائل الحمايه ٤٣

الفصل الثانى: أسس التصميم

١- التصميم الهيدروليكى..... ٤٧

اولا: المعالجه الابتدائيه (الميكانيكيه)

١- غرفه المدخل
١-١- الغرض من الوحده..... ٤٧
١-٢- مكونات الوحده..... ٤٧
١-٣- اسس التصميم ٤٧

رقم الصفحة

٢- المصافى
٢-١- الغرض من الوحده..... ٤٧
٢-٢- مكونات الوحده..... ٤٧
٢-٣- اسس التصميم..... ٤٨
٣- احواض حجز الرمال..... ٥٢
٣-١- الغرض من الوحده..... ٥٢
٣-١-١- احواض فصل الرمال ذات التصرف الافقى..... ٥٢
٣-١-٢- احواض فصل الرمال المهواه..... ٥٢
٣-٢- مكونات الوحده..... ٥٥
٣-٣- اسس التصميم..... ٥٥
٣-٣-١- أحواض فصل الرمال ذات التصرف الأفقى..... ٥٥
٣-٣-٢- أحواض فصل الرمال..... ٥٦
٤- احواض الترسيب الابتدائى..... ٥٧
٤-١- الغرض من الوحده..... ٥٧
٤-٢- مكونات الوحده..... ٥٧
٤-٣- اسس التصميم..... ٦٢
ثانيا: المعالجه الثانويه (البيولوجيه)
١- مقدمه..... ٦٤
١-١- المعالجه بالتلامس والتثبيت..... ٦٤
١-٢- الحمأه المنشطه..... ٦٥
١-٣- بحيرات الاكسده..... ٦٥
٢- المرشحات البيولوجيه..... ٦٦
٢-١- الغرض م الوحده..... ٦٦
٢-٢- مكونات الوحده..... ٦٦
٢-٣- اسس التصميم..... ٦٧
٢-٣-١- مرشحات المعدل البطىء..... ٦٧
٢-٣-٢- مرشحات المعدل العالى..... ٦٧
٣- الاقراص البيولوجيه الدواره..... ٧١

رقم الصفحة

٣-١- الغرض من الوحده..... ٧١
٣-٢- مكونات الوحده..... ٧١
٣-٣- اسس التصميم..... ٧٣
٤- الحمأه المنشطه..... ٧٣
٤-١- نظم التشغيل..... ٧٥
٤-١-١- النظام العادى (التقليدى)..... ٧٥
٤-١-٢- نظام التهويه المرحليه (التناقص التدريجى لمعدلات التهويه)..... ٧٥
٤-١-٣- نظام التغذيه المرحليه..... ٧٥
٤-١-٤- نظام الخلط الكامل (الخلط التام)..... ٧٥
٤-١-٥- نظام التثبيت بالتلامس..... ٧٦
٤-١-٦- نظام التهويه الممتده..... ٧٦
٤-١-٧ - نظام قنوات الأكسدة..... ٧٧
٤-٢- طريقه التصميم..... ٧٨
٥- احواض الترسيب النهائى..... ٨٣
٥-١- الغرض من الوحده..... ٨٣
٥-٢- مكونات الوحده..... ٨٣
٥-٣- اسس التصميم..... ٨٣
ثالثا: معالجه الحمأه
١- تركيز الحمأه..... ٨٥
١-١- احواض تركيز الحمأه بالجاذبيه الارضية..... ٨٥
١-١-١- اسس التصميم لاحواض تركيز الحمأه بالجاذبيه الارضيه ٨٥
١-٢- خزانات التعويم باستخدام الهواء..... ٨٨
١-٢-١- اسس التصميم..... ٨٨
٢- التثبيت اللا هوائى (التخمير اللاهوائى)..... ٩٠
٢-١- مخمر الحمأه التقليدى..... ٩٠
٢-١-١- اسس التصميم..... ٩٠

رقم الصفحة

٢-٢- مخمر الحمأه ذو المعدل السريع..... ٩٢
٢-٢-١- أسس التصميم..... ٩٥
٢-٣- مخمر الحمأه الهوائى..... ٩٨
٢-٣-١- اسس التصميم..... ٩٨
٣- فصل المياه من الحمأه..... ٩٨
٣-١- احواض تجفيف الحمأه..... ١٠٠
٣-١-١- مكونات الوحده..... ١٠٠
٣-١-٢- اسس التصميم..... ١٠٢
٣-٢- فصل المياه باستخدام المعدات الميكانيكيه..... ١٠٢
٣-٢-١- مرشحات الحمأه التى تعمل بالتفريغ..... ١٠٢
٣-٢-١-١- أسس التصميم..... ١٠٣
٣-٢-٢- مرشحات الحمأه التى تعمل بالضغط..... ١٠٥
٣-٢-٢-١- مكونات الوحده..... ١٠٥
٣-٢-٢-٢- اسس التصميم..... ١٠٥
٣-٢-٣- جهاز الطرد المركزى..... ١٠٥

رابعا: بحيرات الاكسده

١- الغرض من الوحده..... ١٠٨
٢- البحيرات اللاهوائيه..... ١٠٩
٣- بحيرات اكسده هوائيه لا هوائيه..... ١٠٩
٤- بحيرات النضج (اتمام الاكسده)..... ١١٠
٥- مكونات واسس تصميم بحيرات الاكسده..... ١١٢
٥-١- بحيرات الاكسده اللاهوائيه..... ١١٢
٥-٢- بحيرات الاكسده الاختياريه..... ١١٣
٥-٣- بحيرات اتمام الاكسده..... ١١٧

٢- التصميم الميكانيكى

٢-١- مهمات المصافى..... ١٢٣

رقم الصفحة

٢-٢- مهمات أحواض التخلص من الرمال ١٢٦
٢-٣- مهمات أحواض الترسيب..... ١٣٠
٢-٤- مهمات أحواض التهوية السطحية..... ١٣٥
٢-٥- مهمات أحواض تركيز الحمأة..... ١٣٨
٢-٦- طلمبات الأعادة الحلزونية..... ١٤٢
٢-٧- مهمات قنوات الأكسدة..... ١٤٤

٣ - تصميم الاعمال الكهربائية :

٣-١- المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات المعالجة ١٥١
٣-٢- معدات التشغيل الكهربائية ١٥٤
٣-٢-١- معدات تشغيل الضغط العالى ١٥٦
٣-٢-١-١- الرباط والغلق..... ١٥٨
٣-٢-١-٢- أنواع قواطع الدائرة ١٥٨
٣-٢-٢- بناء اللوحات فى الضغط العالى ١٦١
٣-٢-٣- معدات تشغيل الضغط المنخفض ١٦١
٣-٢-٤- المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار..... ١٧١
٣-٢-٥- بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت ١٧٢
٣-٢-٦- التأريض ١٧٣
٣-٢-٧- بئر الأرض ١٧٣
٣-٢-٨ حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربائية..... ١٧٤
٣-٣- المحولات الكهربائية ١٧٥
٣-٣-١- أنواع المحولات المستخدمة..... ١٧٥
٣-٣-٢- القدرات الشائعة للمحولات..... ١٧٦
٣-٣-٣- التقسيمة..... ١٧٦
٣-٣-٤ - ملفات المحولات..... ١٧٦
٣-٣-٥- أداء المحولات..... ١٧٨
٣-٣-٦- الفواقد فى المحولات..... ١٧٨

رقم الصفحة

٣-٣-٧- الارتفاع فى درجة الحرارة..... ١٧٩
٣-٣-٨- دليل التحميل للمحولات..... ١٨٣
٣-٣-٩- مقاومة الحريق..... ١٨٥
٣-٣-١٠- التوصيلات..... ١٨٨
٣-٣-١١- نهاية التوصيل..... ١٩٠
٣-٣-١٢- تبريد المحولات..... ١٩٠
٣-٣-١٣- تهوية مأوى المحولات..... ١٩٣
٣-٣-١٤- قوة العزم للمحولات..... ١٩٤
٣-٣-١٥- تشغيل المحولات على التوازى ١٩٧
٣-٣-١٦- حماية المحولات ١٩٨

٣-٤- الكابلات الكهربائية ٢٠١
٣-٤-١- التيار المقنن المسموح بمروره ٢٠١
٣-٤-٢- معاملات الخفض ٢٠٤
٣-٤-٣- التنزيل فى الجهد ٢٠٤
٣-٤-٤- تيار القصر فى الكابلات ٢١٣

٣-٥- محطة التوليد الكهربائى ٢١٩
٣-٥-١- قدرة محطة التوليد الاحتياطية ٢١٩
٣-٥-٢- قدرة محطة التوليد الإحتياطية ٢١٩
٣-٥-٣- عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية ٢١٩
٣-٥-٤- المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد ٢١٩
٣-٥-٥- ملحقات محرك الديزل ٢٢٠
٣-٥-٦- نظام الوقود ٢٢٠
٣-٥-٧- نظم بدء الإدارة ٢٢٤

رقم الصفحة

٤- الشروط الواجب توافرها عند تصميم الاعمال المعماريه والانشائيه

اولا: الاعمال المعماريه ٢٢٩
٤-١- الموقع العام ٢٢٩
٤-٢- وحدات المشروع ٢٣٠
٤-٢-١- عنبر الطلمبات ٢٣٠
٤-٢-٢- مبنى المحولات والتوليد ٢٣٠
٤-٢-٣- الورش والمخازن ٢٣١
٤-٢-٤- مبنى الاداره والمعمل ٢٣١
٤-٥-٢- مبنى الكلور ٢٣٢

ثانيا: الاعمال الانشائيه ٢٣٤
٥ - اعداد مستندات العطاء
٥-١ مقدمه ٢٣٨
٥-٢ مكونات مستندات العطاء ٢٣٨
٥-٢-١- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات
الفنية للمشروع ٢٣٨
٥-٣ نماذج التامين ٢٤٠
٥-٤ التعاقد بين المالك والمقاول ٢٤٠
٥-٥ شروط التعاقد ٢٤١
٥-٥-١- الشروط العامة ٢٤١
٥-٥-٢- الشروط الخاصة المكملة ٢٤٦

الفصل الثالث: شروط التنفيذ
١ - اداره تنفيذ المشروع ٢٥٣
١-١ مدير المشروع ٢٥٦
١-٢ الشئون الفنيه ٢٥٦
١-٢-١ مهندسو التصميم ٢٥٦

رقم الصفحة

١-٢-٢ مهندسو التنفيذ ٢٥٦
١-٣ الشئون الاداريه ٢٥٧
١-٣-١ المدير المالى والادارى ٢٥٧
١-٣-٢ المراجعه الماليه ٢٥٧
١-٣-٣ حسابات المخازن ٢٥٨
١-٤ الاستشارى ٢٥٨
١-٤-١ الإشراف الفنى ٢٥٨
١-٤-٢ ضبط الجوده ٢٦٠
١-٤-٣ الوحده المحاسبيه ٢٦٠
١-٥ المقاول ٢٦١
١-٦ المهندس المقيم ٢٦١
١-٦-١ المكتب الفنى
١-٦-١-١ المراجعه الفنيه ٢٦٣
١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعه والاحتياجات
ومعدات الأداء ٢٦٣
١-٦-١-٣ ضبط الجوده ٢٦٤
١-٦-٢ الجهاز الفنى ٢٦٤
١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ ٢٦٤
١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين ٢٦٥
١-٦-٢-٣ العماله الفنيه ٢٦٦
١-٦-٢-٤ الصيانه والحمله الميكانيكيه ٢٦٦
١-٦-٢-٥ المخازن ٢٦٦
١-٦-٣ الشئون الماليه والإدارية ٢٦٧
١-٦-٣-١ الشئون الإداريه ٢٦٧
١-٦-٣-٢ الشئون الماليه ٢٦٨
١-٦-٤ الأمن ٢٦٩
١-٦-٤-١ الأمن الإدارى ٢٧٠

رقم الصفحة

١-٦-٤-٢ الأمن الصناعى ٢٧٠

٢ - تخطيط وتجهيز الموقع ٢٧١
٢-١ تحديد واستلام الموقع وأعمال الرفع وإعداد الدراسات ٢٧١
٢-١-١ تحديد واستلام الموقع ٢٧١
٢-١-٢ اعمال الرفع وإعداد الدراسات والتجهيز ٢٧٢
٢-٢ اعمال التخطيط والتنسيق و التجهيز للموقع العام ٢٧٣
٢-٢-١ الدراسات المطلوبة لعمل تخطيط سليم للموقع..... ٢٧٣
٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل
تخطيط سليم للموقع ٢٧٣
٢-٣ أعمال المنشآت المؤقتة ٢٧٦
٢-٣-١ العوامل المؤثرة فى إنشاء المنشآت المؤقتة ٢٧٦

٣- تنفيذ الاعمال المدنيه والمعماريه ٢٧٨
٣-١ شروط تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية ٢٧٨

٤- تنفيذ الاعمال الميكانيكيه والكهربائية ٢٨٣
٤-١- شروط عامة ٢٨٣
٤-١-١- قبل تركيب المهمات ٢٨٣
٤-١-٢- أثناء تركيب المهمات ٢٨٤
٤-١-٣- بعد إتمام التركيب ٢٨٤
٤-٢- شروط تركيب المهمات الميكانيكية والكهربائية ٢٨٥
٤-٢-١- الطلمبات ٢٨٥
٤-٢-٢- المحركات الكهربائيه ٢٨٦
٤-٢-٣- لوحات التحكم للمحركات ٢٩٠
٤-٢-٤- المحولات ٢٩٢

رقم الصفحة

٤-٢-٥- لوحات التوزيع ٢٩٣
٤-٢-٦- الكابلات الكهربائية ٢٩٣
٤-٢-٧- التأريض ٢٩٣
٥- الاختبارات
٥-١- المواد ٢٩٥
٥-٢- الملحقات المعماريه (الخردوات) ٢٩٥
٥-٣- المهمات ٢٩٦
٥-٣-١- اختبار المهمات بمواقع الانتاج ٢٩٧
٥-٣-١-١- اختبار الضغط الهيدروليكى ٢٩٨
٥-٣-١-٢- اختبار المواد والاجهزه ٢٩٨
٥-٣-١-٢-١- المصافى الميكانيكيه ٢٩٨
٥-٣-١-٢-٢- الراسب الرملى وازاله الزيوت (كبارى الزحافات) ٢٩٩
٥-٣-١-٢-٣- كبارى الترسيب الابتدائى ٣٠١
٥-٣-١-٢-٤- تربينات التهويه السطحيه ٣٠٢
٥-٣-١-٢-٥- كبارى الترسيب النهائى ٣٠٣
٥-٣-١-٢-٦- احواض تركيز الحمأه ٣٠٣
٥-٣-١-٢-٧- مهمات الكلور ٣٠٤
٥-٣-١-٢-٨- البوابات ٣٠٥
٥-٣-١-٢-٩- الاختبارات للمحركات الكهربائيه .. ٣٠٦
٥-٣-١-٢-١٠- الاختبارات على لوحات التوزيع الكهربائيه ٣٠٩
٥-٣-١-٢-١١- وحدات التوليد ٣٠٩
٥-٣-١-٢-١٢- الظلمبات المغمورة ٣١٠

رقم الصفحة

٥-٣-٢- الاختبارات فى مواقع التنفيذ
٥-٣-٢-١- اختبار عدم النفاذيه للمنشآت المائيه ... ٣١١
٥-٣-٢-٢- الاختبار الهيدروليكى ٣١١
٥-٣-٢-٣- اختبار المهمات الميكانيكيه ٣١٢
٥-٤- إختبار المهمات بمواقع التنفيذ
٥-٤-١- المحركات الكهربائية ٣١٣
٥-٤-٢- لوحات التوزيع الكهربائية ٣١٣
٥-٤-٣- الكابلات الكهربائية ٣١٣
٥-٤-٤- الظلمبات ٣١٤
٥-٤-٥-معدات التشغيل الكهربائية ٣١٧
٦- تجارب الاداء والاستلام
٦-١- مقدمة ٣٢١
٦-١-١- تجارب اداء المعدات ٣٢٢
٦-١-٢- تجارب الأستلام الأبتدائى ٣٢٥

الملاحق :
ملحق رقم (١) : أنواع المصافى الميكانيكية
ملحق رقم (٢) : إختبار اللحامات المستخدمة فى الهياكل المعدنية
ملحق رقم (٣) : جدول مقارنة لأنواع معدات احواض التهوية

المراجع :

فهرس الاشكال:

الصفحة

الفصل الاول: الدراسات .

شكل (١-١) : منحنى النمو السكانى للمدينة ٨

شكل (١-٢) : قيم معاملات الذروة فى حالة أدنى تصرف جاف وأقصى تصرف جاف..... ١٣

شكل (١-٣) : نسبة الإزالة للمواد الرسوبية والمواد العالقة والمواد العضوية فى أحواض الترسيب ٢٦

الفصل الثانى: التصميم .

شكل (٢-١) : المصافى اليدوية ٤٩

شكل (٢-٢) : المصفاه الميكانيكية ٥٠

شكل (٢-٣) : حوض فصل الرمال الدائرى ٥٣

شكل (٢-٤) : أحواض فصل الرمال المهواه المستطيلة ٥٤

شكل (٢-٥) : أحواض ترسيب دائرية ذات تصرف أفقى ٥٨

شكل (٢-٦) : أحواض ترسيب دائرية ذات تصرف رأسى (أحواض إمهوف) ... ٥٩

شكل (٢-٧) : نسبة الإزالة للمواد الرسوبية والمواد العالقة والمواد العضوية فى أحواض الترسيب..... ٦٠

شكل (٢-٨) : تفاصيل المرشح البيولوجى ٦٨

شكل (٢-٩) : منظور المرشح البيولوجى..... ٦٩

شكل (٢-١٠) : تفاصيل قنوات الصرف..... ٧٠

شكل (٢-١١) : الاقراص البيولوجية الدوارة ٧٣

شكل (٢-١٢) : عملية الحمأة المنشطة ٧٤

شكل (٢-١٣) : حوض تركيز الحمأة الميكانيكى ٨٦

الصفحة

شكل (٢-١٤) : تركيز الحمأة بالطفو بواسطة دفع الهواء ٨٩

شكل (٢-١٥) : مخمر الحمأة التقليدى ٩١

شكل (٢-١٦) : مكونات مخمر الحمأة ذو المعدل العالى ٩٣

شكل (٢-١٧) : مخمر الحمأة اللاهوائى ذو المرحلتين ٩٤

شكل (٢-١٨) : غطاء مخمر الحمأة الثابت والمتحرك ٩٧

شكل (٢-١٩) : مخمر حمأ منشطة معالجة بواسطة التثبيت الهوائى للحمأة....٩٩

شكل (٢-٢٠) : أحواض تجفيف الحمأة ١٠١

شكل (٢-٢١) : مرشح الحمأة الذى يعمل بالتفريغ الهوائى ١٠٤

شكل (٢-٢٢) : مرشح الحمأة الذى يعمل بالضغط ١٠٦

شكل (٢-٢٣) : انظمة تركيز الحمأة بإستخدام قوى الطرد المركزى ١٠٧

شكل (٢-٢٤) : تفاصيل بحيرات الاكسدة ١١١

شكل (٢-٢٥) : منحنى العلاقة بين k2, k1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t..... ١٨٦

شكل (٢-٢٦) : مجموعات المتجه الشائعة الإستخدام فى محولات التوزيع... ١٨٩

شكل (٢-٢٧) : نوموجرام تحديد مساحة منحنى دخول وخروج الهواء ١٩٥

شكل (٢-٢٨) : تركيب المحولات فى مأوى مغلق ١٩٦

شكل (٢-٢٩) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثنائية القطب.. ٢١٤

شكل (٢-٣٠) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثلاثية القطب...٢١٥

شكل (٢-٣١) : نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة فى حالة الكابلات المعزولة بمادة pvc ..٢١٧

شكل (٢-٣٢) : نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة استخدام الكابلات المعزولة بمادة XLPE. ٢١٨

فهرس الجداول:

الصفحة

الفصل الأول: الدراسات .

جدول (١-١) : الكثافات السكانية التي تستخدم عند حساب عدد السكان المتوقع في تخطيط المدينة أو المنطقة ٩

شكل (١-٢) : معامل فائض مياه الأمطار ١٥

شكل (١-٣) : خواص المخلفات الصناعية المسموح بصرفها علي شبكات الصرف الصحي ٢٠

الفصل الثانى: التصميم .

جدول (٢-١) : المعدلات التصميمية فى أنظمة التشغيل المختلفة لعملية الحمأة المنشطة ٨٢

جدول (٢-٢) : مقارنة بين انواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى.. ١٦٢

جدول (٢-٣) : فئات ادارة قصر الدائرة ١٦٩

جدول (٢-٤) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC..... ١٧٠

جدول (٢-٥) : القدرات المقننة شائعة الاستخدام لمحولات التوزيع..... ١٧٧

جدول (٢-٦) : مقارنة بين الفواقد الكهربائية فى بعض أنواع المحولات (ذات القدرة ١٠٠٠ ك ف أ) ١٨٠

جدول (٢-٧) : جدول الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات الجافة ١٨١

جدول (٢-٨) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات المغمورة فى الزيت. ١٨٢

جدول (٢-٩) : دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت..... ١٨٤

جدول (٢-١٠) : نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق..... ١٨٧

جدول (٢-١١) : قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق ١٨٧

الفصل الثالث : شروط التنفيذ .

الصفحة

شكل (٣-١) : تنظيم ادارة المشروع ٢٥٤

شكل (٣-٢) : تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع ٢٥٥

شكل (٣-٣) : الهيكل التنظيمى للاستشارى ٢٥٩

شكل (٣-٤) : الهيكل التنظيمى للمقاول ٢٦٢

شكل (٣-٥) : تخطيط وتجهيز الموقع ٢٧٧

شكل (٣-٦) : قطاع رأسى فى الشدة الخشبية ماراً بكابولى حمل الهدار تعطى سطح خرسانى أملس..... ٢٨٠

شكل (٣-٧) : قطاع رأسى فى الشدة الخشبية ماراً بشدة الهدار وحوائطه تعطى سطح خرسانى أملس..... ٢٨١

الصفحة

جدول (٢-١٢) : الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على
طريقة التبريد لمحولات التوزيع..... ١٩١
جدول (٢-١٣) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة pvc
والممددة فى الهواء ٢٠٥
جدول (٢-١٤) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة pvc
والممددة على الأرض ٢٠٦
جدول (٢-١٥) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE
والممددة فى الهواء ٢٠٧
جدول (٢-١٦) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE
والممددة على الأرض ٢٠٨
جدول (٢-١٧) : مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة
pvc أوXPLE ٢٠٩
جدول (٢-١٨) : دليل عمل لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع
درجة حرارة الوسط المحيط ٢١١

المجلد الثانى
أعمال المعالجة

الفصل الأول
الدراسات

مقدمة:

عند البدء فى تصميم أعمال محطات معالجة المخلفات السائلة الواردة من مدينة أو قرية أو تجمع سكانى فإن ذلك يقتضى القيام بالدراسات الآتية:

١ – عدد السكان والأنشطة المختلفة.

٢ – تحديد الفترة التصميميه.

٣ – حساب التصرفات التصميميه.

٤ – محتوى المخلفات السائلة.

٥ – خواص المخلفات السائلة الصناعية المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى.

٦ – أختيار طريقة المعالجة.

٧ – طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة.

٨ – أختيار موقع أعمال المعالجة.

٩ – المخطط العام للمحطه.

١٠ – الأعمال المساحيه.

١١ – دراسات التربة.

١٢ – نظم التحكم والحماية.

١ - عدد السكان والأنشطة المختلفة

١ - ١ مراحل النمو السكانى:

حيث أن أعمال المعالجة يتم تصميمها كى تخدم فترة زمنية تتراوح بين ٢٠ - ٥٠ سنة فإن تنفيذ المشروع كمرحلة واحدة يكون غير إقتصادى لذلك يتم تنفيذه على مراحل تبعاً لمراحل النمو الإقتصادى والإجتماعى للمدينة أو القرية أو التجمع السكانى والتى يزداد فيها السكان كالتالى:

١ - ١ - ١ مرحلة البداية والإزدهار:

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

١ - ١ - ٢ مرحلة الإستقرار:

وهى التى تستقر فيها عوامل جذب السكان مما يستدعى معه توسع سكانى بمعدل ثابت ويكون حساب نمو التجمع السكنى طبقاً للطريقة الحسابية.

١ - ١ - ٣ مرحلة التشبع:

وهى مرحلة الوصول إلى الزيادة المتناقصه للنمو السكانى نتيجة توقف عوامل الجذب أو نتيجة إنشاء تجمعات سكنية أخرى مجاوره ذات عوامل جذب أقوى . وعلى المصمم الأخذ فى إعتباره الفرق بين التنبؤ فى النمو السكانى لمجتمع عمرانى قائم ومجتمع عمرانى جديد.

١ - ٢ تقدير التعداد فى المستقبل:

يقدر التعداد فى نهاية الفترات التصميميه بالإستعانه بالإحصائيات التى تقوم بها

الأجهزة الحكوميه المعنيه بالدراسات السكانيه لمعرفة التعداد الحالى والمستقبلى مع مراعاة توقعات النمو والتوسع للأنشطة الصناعية والخدميه والتجارية المختلفة ،. وللوصول إلى هذا الغرض توجد طرق علميه مختلفة منها ما يتم عن طريق تطبيق بعض المعادلات الرياضيه ومنها ما يتم عن طريق توقيع الأحصائيات على رسومات بيانيه. وفيما يلى الطرق الرياضيه المستخدمة فى التنبؤ بعدد السكان:

١-٢-١ طريقة الزيادة الحسابيه Arithmatic Increase

والمعادله التى تطبق هى

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

وتمثل هذه الطريقة بيانياً بخط مستقيم.

١-٢-٢ طريقة الزيادة الهندسية Geometrical Increase

والمعادلة التى تطبق فى هذه الطريقة هى

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

وتمثل بيانياً بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى.

١ - ٢ - ٣ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص Decreasing Rate of Increase

والمعادله التى تطبق فى هذه الطريقة هى

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

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 التعبئه والإحصاء.

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

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

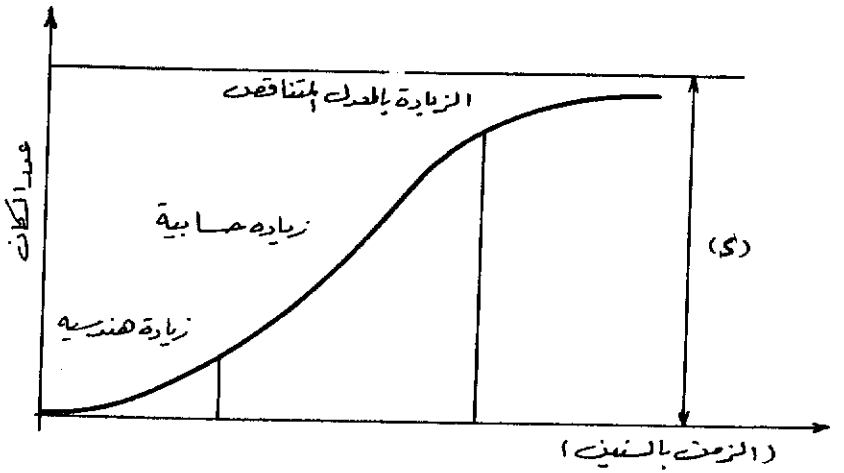
K_d : معدل الزيادة السنوية المتناقص للسكان فى طريقة الزيادة بالنقصان.

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

(t_n-t_1) : الفترة الزمنيه التى يخدمها المشروع.

ln : اللوغاريتم الطبيعى للأساس (e) .

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



شكل (١-١) : منحنى النمو السكانى للمدينة

من الشكل يتضح أن النمو السكانى للمدينة يكون نو معدل متزايد فى البداية ثم يقل بنمو المدينة وإنحسار الأنشطة، وتحدث الزيادة بالطريقة الهندسية فى فترات النمو نتيجة للتوسع العمرانى أو عند التخطيط لمدينة جديدة ذات مناطق جذب صناعى أو تجارى أو زراعى . يلى ذلك زيادة ثابتة تعبر عن إستقرار المدينة بعد التوسعات المتوقعة وتمثل هذه الزيادة بالطريقة الحسابية ثم يلى ذلك تناقص فى معدلات الزيادة نظراً لقلة الموارد الإقتصادية للمدينة بعد تشبعها وكذلك قلة فرص العمل وحدوث هجرة من المدينة وتمثل الزيادة بالمعدل المتناقص.

هذا بالإضافة إلى الطرق التالية لتقدير السكان فى المستقبل.

١-٢-٤ تقدير عدد السكان بإفتراض كثافات سكانيه مرتبطة بإستخدامات الأراضى:

وتتوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة أو المنطقة.

والجدول رقم (١-١) يعطى الكثافات السكانيه تبعاً لإستخدامات الأراضى.

جدول رقم (١-١) الكثافات السكانيه التى تستخدم عند حساب عدد السكان المتوقع فى تخطيط المدينة أو المنطقة

الكثافات السكانية (فرد/ هكتار)	إستخدامات الأراضى
٢٠ – ٥٠	فيلات درجة أولى
٥٠ – ١٠٠	فيلات درجة ثانيه
١٠٠ – ٢٥٠	عمارات سكنيه صغيرة
٢٥٠ – ٧٠٠	عمارات سكنيه متوسطة
٧٠٠ – ١٢٠٠ أو أكثر	عمارات سكنيه كبيرة
٥٠ – ٧٥	مناطق تجاريه
٢٠ – ٣٠	مناطق صناعية

١-٢-٥ طريقة الإمتداد البيانى Graphical Extention Method

وهى طريقه تقريبيه يستنتج منها التعداد المستقبلى عن طريق رسم منحنى النمو السكانى للمنطقة فى الماضى ثم عمل إمتداد له لإستنتاج التعداد عند سنة الهدف المطلوبة.

١-٢-٦ طريقة المقارنة البيانيه Graphical Comparison Method

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

٢ - تحديد الفترة التصميميه :

تقسم الفترة التصميميه لأعمال المعالجة للمخلفات السائلة إلى مرحلتين كل مرحلة تكون مدتها من ١٥ – ٢٥ سنه وبالتالى تكون الفترة التصميميه الكلية من ٣٠ – ٥٠ سنه.

٣ - حساب التصرفات التصميميه :

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

٣-١ مصادر المخلفات السائلة :

٣-١-١ الإستخدامات السكانيه :

وهى المخلفات السائله المجمعة من المناطق السكانيه والتجارية والخدميه والترفيهيه.

٣-١-٢ الإستخدامات الصناعية :

وهى المخلفات السائله المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى والوارده من عمليات الصناعه المختلفه.

٣-١-٣ المصادر الأخرى:

وهى المياه المجمعه من مياه الأمطار ومياه الرشح.

٣-٢ تصرفات المخلفات السائله :

٣-٢-١ التصرف المتوسط Average Flow

يتم حساب التصرف المتوسط على أساس :

١ – سنوى

٢ – موسمى

أ – متوسط فصل الصيف Qav (summer)

ب – متوسط فصل الشتاء Qav (winter)

$$Qav\ (summer) = (1.2 - 1.3)\ Qav$$

$$Qav\ (winter) = (0.7 - 0.8)\ Qav$$

ويتم حساب أى من المتوسطات السابقة لتصرفات مياه الصرف الصحى بضرب متوسط الاستهلاك اليومى للمياه سواء المحسوب على أساس سنوى أو موسمى فى معامل تخفيض ويؤخذ (٠ر٨ – ٠ر٩) .

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

٣-٢-٢ تصرف الطقس الجاف

D.W.F (Dry Weather Flow)

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

٣-٢-٢-١ أدنى تصرف للطقس الجاف

Minimun Dry Weather Flow

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

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

حيث

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

p : عدد السكان بالآلاف

Q_{av} : التصرف المتوسط (لتر/ث)

٣-٢-٢-٢ أقصى تصرف للطقس الجاف

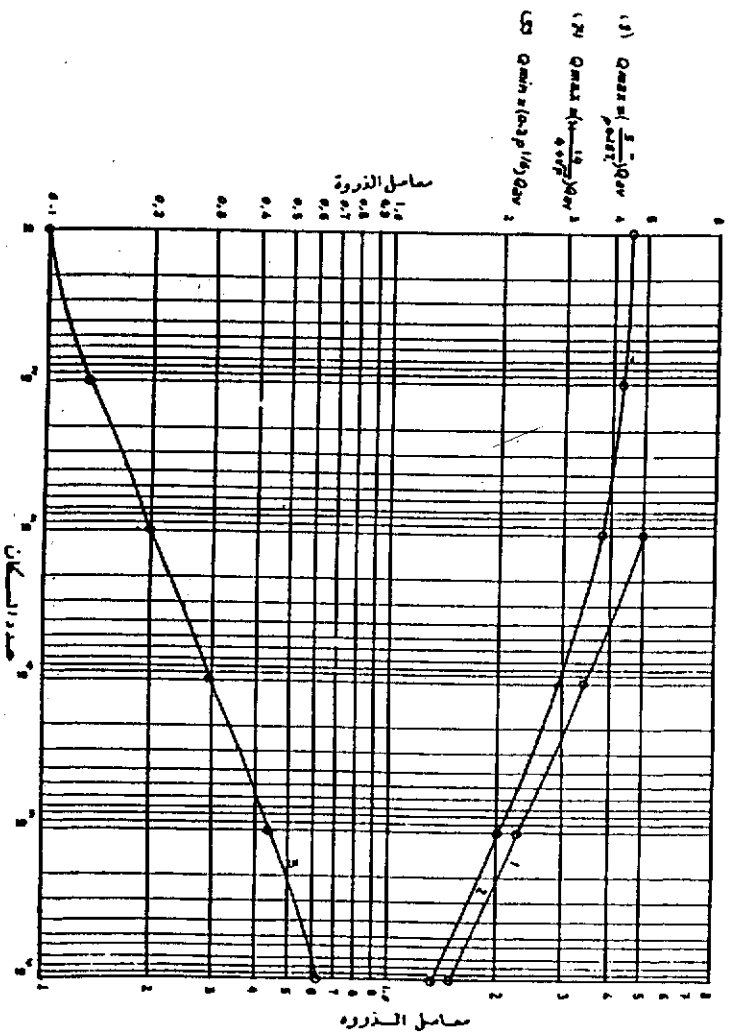
Maximum Dry Weather Flow

ويطلق عليه تصرف ساعه الذروه ويحدث فى شهور الصيف ويحسب من المعادلات الآتية :

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

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

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



شكل رقم (١-٢)

٣-٢-٣- التصرف الصناعي Qindust

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

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

٣-٢-٤- التصرف التجاري Qcomm.

فى حالة وجود مراكز تجارية تؤخذ قمة التصرف ما بين (٥ر. - ١ر٧) لتر/ث/هكتار .

٣-٢-٥- تصرف مياه الرشح Qinf.

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

- ٤٦ر. م٣ / يوم / ١ سم من قطر المواسير / ١ كم من خط المواسير
- أو ٢رل / ث / الهكتار .
- أو ٥-١٥ ٪ من التصرف المتوسط

٣-٢-٦- تصرف مياه الامطار

ويتم حسابه من المعادلة

$$Q_{rain} = 2.75\ C*I*A \quad (\text{lit/s})$$

حيث :

Qrain : كمية مياه الامطار 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 الامطار والتى يخدمها الخط (هكتار)

جدول (١-٢) معامل فائض مياه الامطار

نوع الاسطح	قيمة (C)
١ - الأسطح والشوارع المرصوفه .	٠,٧٠ - ٠,٩٥
٢ - التربة الطينية والحدائق والشوارع غير المرصوفه .	٠,١٠ - ٠,٤٠
٣ - التربة الرملية .	٠٥ر - ٢ر
٤ - المناطق السكنيه (مستويه)	٠,٣٠ - ٠,٥٠
٥ - المناطق السكنيه (جبليه)	٠,٥٠ - ٠,٧٠
٦ - المناطق الصناعية (صناعات خفيفه)	٠,٥٥ - ٠,٦٥
٧ - المناطق الصناعية (صناعات ثقيله)	٠,٦٠ - ٠,٨٠

٣ - ٣ التصرفات التصميميه لمحطة المعالجة :

يراعى عند حساب التصرفات التصميمه وجود حالتين هما :

٣-٣-١ حالة وجود محطات رفع :

يؤخذ أقصى تصرف لطلمبات الرفع الحالية والمستقبليه على أنه التصرف التصميمى لمحطة المعالجة للوضع الحالى والمستقبلى.

٣-٣-٢ حالة عدم وجود محطات رفع :

يؤخذ أقصى تصرف للمجمع الرئيسى الداخل لمحطة المعالجة الحالى والمستقبلى على أنه التصرف التصميمى لمحطة المعالجة للوضع الحالى والمستقبلى.

٣ - ٤ الأحمال التصميمه لمحطات المعالجة :

تنقسم الأحمال التصميميه لمحطات المعالجة للمخلفات السائله إلى:

الأحمال الهيدروليكيه :

تحدد قيم الأحمال الهيدروليكيه فى حالة التصرف المتوسط وأقصى تصرف للمخلفات السائله والوحدة للأحمال الهيدروليكيه هى م٣/م٢/اليوم.

الأحمال العضويه :

وتحدد قيم الأحمال العضويه فى حالتى أدنى تصرف وأقصى تصرف للمخلفات السائله والوحدة للأحمال العضوية هى كجمB.O.D5 /م٣/اليوم .

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

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
× تصميم مهمات الرفع والمواسير × تصميم وحدات المعالجة الآتية :- - المدخل والمصافى. - أحواض حجز الرمال. - أحواض الترسيب الإبتدائى والنهائى - المرشحات الزلطيه. - أحواض المزج بالكلور.	أقصى تصرف فى الساعة {متوسط التصرف × معامل الذروه}
× تصميم نظام الرفع وإعادة الحمأه لأحواض التهوية.	أقصى تصرف يومى {متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٨)}
× تصميم كمية المواد المحجوزة على المصافى والرمال المترسبه فى أحواض حجز الرمال.	أقصى تصرف يومى {متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٨)}
× تصميم أجهزة القياس والتحكم.	أقصى تصرف فى الساعة { متوسط التصرف × معامل الذروة }
× تصميم أجهزة تسجيل بيانات المحطه .	ادنى تصرف يومى { متوسط التصرف × (٧ر - ٨ر) }
× تصميم مخازن الكيماويات والمهمات الملحقة بها .	أقصى تصرف يومى لاقصى شهر {متوسط التصرف × (٢ر١ - ٣ر١)}

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
× تصميم مهمات وحدات الرفع فى حالة أقل التصرفات (الإيقاف والتشغيل) وتصميم أجهزة قياس التصرفات ذات المدى القليل. × تصميم قنوات المدخل للتحكم فى ترسيب المواد العالقه. × المرشحات الزلطيه وإعادة المياه. × إختيار أقل عدد من الوحدات تعمل خلال فترات أقل للتصرفات.	أدنى تصرف يومى (متوسط التصرف × (٠.٧ - ٠.٨))

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

وحدات المعالجة	الأحمال العضويه كجم / اليوم (Q م٣/يوم × $B.O.D_5$ كجم/م٣)
× تصميم وحدات المعالجة البيولوجيه	أقصى تصرف يومى (متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٨) × $B.O.D_5$ كجم/م٣)
× تصميم نظام تركيز وتجفيف الحمأه	أقصى تصرف يومى لأكثر من يوم (متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٦) × $B.O.D_5$ كجم/م٣)
× تصميم نظام المعالجة الميكانيكيه للحمأه	أقصى تصرف يومى لأقصى أسبوع (متوسط التصرف × (١.٥ - ١.٦) × $B.O.D_5$ كجم/م٣)
× تصميم مهمات تخزين الحمأه وتجهيز الحمأه كسماد	أقصى تصرف يومى لأقصى شهر (متوسط التصرف × (١.٢ - ١.٤) $B.O.D_5$ كجم/م٣)

٤ - محتوى المخلفات السائلة :

ويراعى عند تحديد قيم ملوثات المخلفات السائله السابقه الحالات الآتية :

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

٢ - مدن أو تجمعات أو قرى جارى تخطيطها أو غير مخدومه بمشروع صرف صحى 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 الممتص ($B.O.D_5$) عن طريق متوسط الإستهلاك السنوى للمياه اليومى للفرد والإحتياج الأوكسجينى للفرد والذى يتراوح بين ٦٠ - ٧٠ جم / الفرد / اليوم. وذلك لتحديد الأحمال العضوية.

٥ - معايير المخلفات السائله المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى :

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

على شبكات الصرف الصحى

العنصر	الحدود
- درجة الحراره (T^{O})	لا تزيد على ٤٠ م°
- الأس الهيدروجينى (pH)	لا يقل عن ٦ ولا يزيد عن ١٠
- المواد العالقة والقابلة للترسيب	لا تزيد عن ٥٠٠ ملجم/ لتر بحيث لا تزيد المواد المرسبة عن ٥ سم٣ في اللتر في ١٠ دقائق ولا تزيد عن ١٠ سم٣ في اللتر في ٣٠ دقيقة.
- الأكسجين الحيوى (BOD_5)	لا يزيد على ٤٠٠ جزء فى المليون
- الأكسجين الكيماوى المستهلك (الديكرومات) (COD)	لا يزيد على ٧٠٠ جزء فى المليون
- الأكسجين الكيماوى المستهلك (البرمنجنات)(COD)	لا يزيد على ٣٥٠ جزء فى المليون
- الكبريتورات	لا تزيد على ١٠ جزء فى المليون
- السيانيدات	لا تزيد على ١ . ٠ جزء فى المليون
- الفوسفات	لا تزيد على ٥ جزء فى المليون
- الشحوم والزيوت والمواد الراتنجيه	لا تزيد على ١٠٠ جزء فى المليون.
- النترات	لا تزيد علي ٣٠ جزء في المليون.
- الفلوريدات	لا تزيد علي ١ جزء في المليون.
- الفينول	لا تزيد علي ٠٠٥ ر جزء في المليون.
- الأمونيا	لا تزيد علي ١٠٠ جزء في المليون مقدره على اساس ن.
- الكلور الحر	لا تزيد علي ١٠ جزء في المليون علي اساس كل.
- نسبة ثاني أكسيد الكبريت	لا تزيد علي ١ جزء في المليون.
- الفورمالدهيد	لا تزيد علي ١٠ جزء في المليون. (يد ك يد أ)
- المعادن الثقيلة: (الفضة- الزئبق- النحاس- النيكل- الزنك- الكروم- الكادميوم- القصدير)	- يجب الا تزيد منفردة أو مجتمعة عن ١٠ جزء في المليون اذا لم يتجاوز حجم المتخلفات المنصرفة عن ٥٠ م٣/يوم ولا تزيد عن ٥ جزء في المليون اذا زاد حجم المتخلفات المنصرفة الي شبكة المجاري عن ٥٠ م٣/ 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 السائله الخام و المعالجة بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائله لإعادة إستخدامها حيث تدرس مرادفات المعالجة المتاحة وتقيم لإختيار أنسبها وذلك خلال مراجعة وتصنيف الطرق المختلفة.

ويتم إزالة الملوثات من المخلفات السائله بطرق طبيعية وكيماوية وبيولوجيه عن طريق وحدات تعمل فى مجموعات متنوعة عند أختيار نظم المعالجة . وكذا من الضرورى دراسة الأسس التصميمية لكل مجموعة على حدة .

٦-٢ المعالجة الطبيعيه

وهى التى تعتمد على القوى الطبيعيه (التثاقل) وتشمل أعمال التصفيه والترويب والترسيب والتعويم والترشيح وبالتالى فإنها تسبق أى وحدات معالجة أخرى .

٦-٣ المعالجة الكيماويه:

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 بتفتت الجدار المحيط بها.

٦-٤ المعالجة البيولوجيه:

وهى التى تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضويه بيولوجيا بالتخلص من بعض عناصرها حيث يتم إزالة المواد العضويه القابله للأكسدة بيولوجياً سواء كانت عالقة أو مذابه .

وغالباً ما تتحول هذه المواد إلى غازات وأنسجه لخلايا حيه والتى يمكن إزالتها بالترسيب. كما أن المعالجة البيولوجيه تستخدم فى إزالة النيتروجين والفوسفور من المخلفات السائله.

ويطلق أسم المعالجة الثانويه على المعالجة البيولوجيه شاملة الترسيب النهائى 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 السائله ومرحلة المعالجة اللازمة لإزالتها كما هو مبين بالجدول الآتى :

الملوث	مرحلة المعالجة
المواد الصلبه العالقة (Suspended Solids)	- التصفيه والفرم - إزالة الرمال. - الترسيب. - الترشيح. - التعويم. - الترويب والترسيب بإستخدام أو بدون إستخدام كيماويات. - طرق طبيعيه ومنها المعالجة بالرى المباشر

الملوث	مرحلة المعالجة
المواد العضوية القابله للتمثيل (Degredable Organic Matter)	- الحمأه المنشطه - أحواض التلامس البيولوجيه (المرشحات الزلطيه ، الأقراص البيولوجيه الدواره) - بحيرات الأكسده - المرشحات الرمليه المتقطعه - النظم الكيماويه والطبيعيه - الترسيب
المواد العضويه المتطايره	- التهويه - التخلص من الغازات - الإمتصاص بالكربون المنشط
البكتريا الناقله للأمراض	التعقيم بالكلور ومركباته - الأوزون - الأشعه فوق البنفسجيه - النظم الطبيعيه
النيتروجين العضوى	- بإستخدام نمو البكتريا بالنترات والإختزال إلى آمونيا. - بإستخدام الوسط الترشيحى فى الأكسده إلى نترات والإختزال إلى آمونيا - عملية إستخلاص الآمونيا - تبادل الأيونات

الملوث	مرحلة المعالجة
الفوسفور العضوى	- 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 والكيماويه لإزالة الفوسفور - النظم الطبيعيه
المواد العضويه الغير قابله للتمثيل Non Degredable Organic Matter	- الإمتصاص بالكربون - المعالجة الثلاثيه بالأوزون - النظم الطبيعيه
المعادن الثقيله	- الترسيب بإستعمال الكيماويات - التبادل الأيوانى - النظم الطبيعيه

المعالجة الأوليه للمخلفات السائله :

Preliminary Wastewater Treatment

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

المعالجة الإبتدائية للمخلفات السائله:

Primary Wastewater Treatment

وفيها يتم إزاله جزء من المواد الصلبه العالقة العضويه وغير العضويه ويتم ذلك عن طريق الوحدت التى تعتمد على المعالجة الطبيعيه وهي الترسيب الابتدائي والذى فيه يتم إزالة حوالى (٥٠ - ٧٠ ٪) من المواد العالقة.

و (٣٠ - ٥٠ ٪) من المواد العضوية ($B.O.D_5$) العالقة وطبقاً لمدة المكث. ويتم إستنتاج نسبة الإزالة طبقا للشكل (١-٣) .

المعالجة الثانوية للمخلفات السائله:

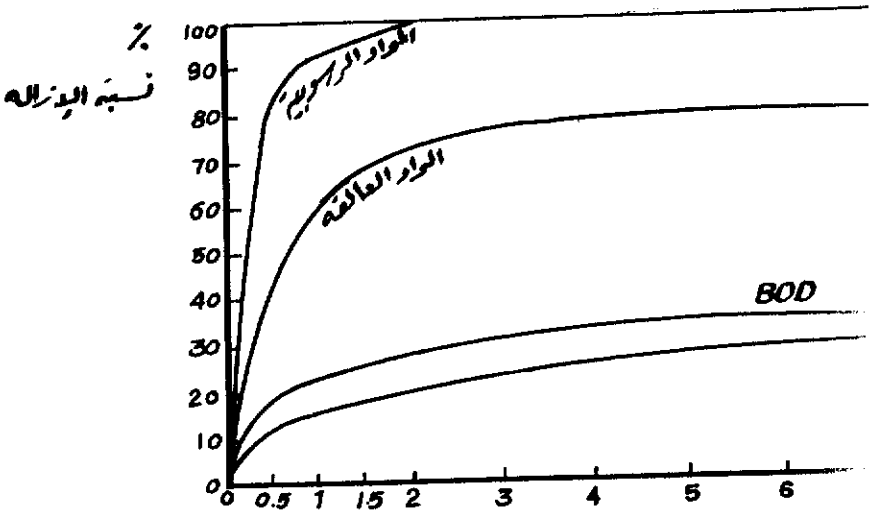
Secondary wastewater treatment

وهى المعالجة الثانويه والتى تقوم أساساً بإزالة المواد العضوية القابله للتمثيل بيولوجياً والمواد العالقة الناتجه منها كما يدخل التعقيم كجزء من المعالجة الثانويه وتعرف المعالجة الثانوية التقليديه على أنها مجموعة من المراحل تستخدم عادة فى إزالة المواد العضوية حيث تشمل المعالجة البيولوجيه اما بأستعمال الحمأه المنشطه أو أحواض التلامس البيولوجيه أو بحيرات الأكسده بالإضافة إلى الترسيب النهائى.

كما يمكن إزالة النيتروجين والفوسفور وذلك بإضافة أملاح المعادن إلى خليط المواد الصلبه العالقة بحوض التهويه حيث يؤدى ذلك إلى إزالة الفوسفور بحوض الترسيب النهائى كما يؤدى التحكم فى نظام التهويه فى حوض الحمأه المنشطه الحصول على النترات ثم تحويلها إلى آمونيا للتخلص من المياه المعالجة (معالجة هوائية ولا هوائية).

المعالجة الثلاثية:

ويتم فيها إزالة نسب أعلى من العناصر الملوثة والتى لا يمكن أزالتها فى المعالجة الثانوية .



شكل (١-٣) : نسبة الإزالة للمواد الكربونية والمواد العالقة والمواد العضوية في أحواض الترسيب

٧ - إختيار طريقة المعالجة :

- يلزم لإختيار طريقة المعالجة التى تتلاءم مع المدى المتغير للتصرفات والأحمال الهيدروليكيه والعضويه والتى تعطى مياه معالجة ذات مواصفات محدده أن تقيم بدائل لوحدات المعالجة المجمعه والطرق المختلفه ككل وتأثير كل على الآخر فعلى سبيل المثال فإن موازنة التصرفات خلال اليوم تمثل إحدى الوسائل لتقليل الأحمال على وحدات المعالجة كما يمثل التأثير الناشئ عن طرق معالجة المخلفات السائله إنتاج كميات من الحمأه مختلفة تؤثر على بدائل طرق معالجة الحمأه والتى 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 المؤثره	ملاحظات
١ - مدى ملائمه الطريقه	يمكن تقييم هذا البند على أساس الخبرة السابقة والنتائج المنشورة والنتائج المحققه بمحطات كامله ومن دراسات التجارب المعمليه، وفى حالة وجود طرق جديدة فلا بد من إجراء دراسات تجريبيه.
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 المؤثره	ملاحظات
٤ – خواص المخلفات السائله	تؤثر خواص المخلفات السائله على أنواع المعالجة المختاره وعلى سبيل المثال يمكن أن تكون كيماويه أو بيولوجيه وما يتبعها من إحتياطات فى التشغيل للحصول على خصائص المياه المعالجة المطلوبة .
٥ – المواد المؤثره وغير المؤثره على أعمال المعالجة	لا بد من الكشف عن المواد التى تعطل المعالجة أو التى ليس لها تاثير مباشر عليها .
٦ – درجة حرارة الجو	تؤثر درجة الحراره على أغلب التفاعلات الكيماويه والبيولوجيه كما تؤثر على تشغيل المهمات فالدرجات المرتفعة تنشط إنبعاث الرائحه.
٧ – التفاعلات وإختيار حوض المعالجة	تعتمد مقاسات الحوض على التفاعلات الأساسيه داخل الحوض، فالمعلومات الداله على التفاعلات تستنتج من التجربه والأبحاث المنشورة والنتائج المستنتجه من الدراسات على وحدات التجارب الحقليه.
٨ – الإلتزام لتحقيق القوانين المنظمة	عادة تقاس كفاءة الأداء بخواص المخلفات السائله المعالجة والتى ينبغى أن تكون مطابقة للقوانين المنظمة لذلك.
٩ – نواتج عملية التنقيه	أنواع وكميات المواد الصلبه والسائله والغازيه الناتجه من المعالجة لا بد من معرفتها وإستنتاج كمياتها وعادة تستخدم وحدات التجارب الحقليه فى التعرف عليها وتحديد كمياتها .

العوامل المؤثره	ملاحظات
١٠ – معالجة الحمأه	التحقق مما يثبت أن معالجة الحمأه والتخلص منها غير مجديه أو باهظه التكاليف وإحتمالات وجود نواتج من معالجة الحمأه قد تؤثر على وحدات معالجة المخلفات السائله حيث أن طريقة معالجة الحمأه يجب أن تتلاءم مع وحدات معالجة المخلفات السائله.
١١ – الإلتزام البيئى	العوامل البيئيه مثل الرياح السائده وإتجاهها 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 للمسطحات المائيه التى تستقبل المخلفات السائله والتى تقضى بإزالة مكونات معينه مثل المواد العضوية.
١٢ – المتطلبات الكيميائيه	تحديد المصادر والكميات اللازمة لمدة 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 إقتصادية بحته.
١٤ – عمال التشغيل	عدد وكفاءه العاملين لتشغيل عمليه المعالجة وما إذا كانت المهارات متوافره ومستوى التدريب المناسب .

العوامل المؤثره	ملاحظات
١٥ - إحتياجات التشغيل والصيانه	تحدد الإحتياجات الخاصة للتشغيل والصيانه وقطع الغيار المطلوبه ومدى توافرها وتكاليفها
١٦ - الطرق المساعده للمعالجة	تحدد الطرق المساعدة المطلوبه فى المجال ومدى تأثيرها على تحسين نوعية المخلفات السائله المعالجه فى إزالة الملوثات .
١٧ - كفاءه أعمال المعالجة	مدى الإعتماد فى المدى الطويل على وحدات المعالجة المقترحة وما إذا كانت الطريقة أو محطة المعالجة من السهل تقييمها عند الأداء و إمكانيه تغلبها على الأحمال المفاجئه و تأثير ذلك على نوعية المخلفات السائله المعالجة .
١٨ - التشغيل	تحدد طريقة التشغيل لمحطة المعالجة مع تحديد حالات الطوارئ التى قد تحدث فى التشغيل وكيفية تغطية هذه الحالات ومستوى التدريب المطلوب للعاملين فى التشغيل
١٩ - مدى قابلية التطوير	مدى إمكانية تطوير محطة المعالجة القائمه والتوسع فيها.
٢٠ - توافر المساحه	مدى توفر المساحة اللازمة لإنشاء محطة المعالجة حالياً وتوسعاتها مستقبلياً.

٨ - طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة

٨-١ المخلفات السائله المعالجة :

يتم التخلص من مياه المخلفات السائله المعالجة بصبها فى المصارف الزراعيه أو فى مسطحات المياه المالحه كالبحيرات التى تتصل بالبحار او فى البحار على أن تكون خواص ومعايير العناصر بالمياه المعالجة كما ورد بالمواد .... بالقانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢ .

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

٨-٢ الحمأه Sludge

تمثل الحمأه الناتجة من معالجة المخلفات السائلة مشكلة كبيرة فى التخلص منها وذلك لكبر حجمها واحتوائها على نسبة عاليه من المياه علاوه على أنها تحتوى على الكائنات الحيه الدقيقه المسببه للأمراض ولذا يجب معالجة الحمأه قبل التخلص منها دون أن تسبب أى تلوث للبيئة .

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

٨-٢-١ مصادر الحمأه وخواصها:

٨-٢-١-١ الحمأه الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائى.

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

٨-٢-١-٢ الحمأه الناتجه من أحواض الترسيب النهائى .

وتختلف خواص هذه الحمأه تبعاً لأسلوب المعالجه البيولوجيه التى تسبق أحواض الترسيب النهائى .

٨-٢-١-٢-١ المرشحات البيولوجيه :

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافه بها من ١ - ٣٪ وهى عباره عن ندف يميل لونها الى البنى وليس لها رائحه نفاذه نسبياً .

٨-٢-١-٢-٢ الحمأه المنشطة :

يتراوح تركيز المواد الصلبه الجافه بها من ٠ر٥ - ٠ر١٥٪ وهى عباره عن ندف لونها بنى مسود وليس لها رائحه اما عند تحولها الى الحالة اللاهوائية تكون لونها قاتم .

٨-٢-٢ معالجة الحمأه Sludge Treatment

والغرض من معالجة الحمأه هو فصل نسبة أو أغلب مياهها مع تثبيت المواد العضويه وهناك طريقتين شائعتين لمعالجه الحمأه قبل التخلص منها .

٨-٢-٢-١ التركيز Thickening

ويعرف تركيز الحمأه بانه فصل نسبة من المياه وذلك بتجميع وتركيز المواد الصلبه وينتج عن ذلك الاقلال من حجم المواد الصلبة .

٨-٢-٢-١-١ التركيز بالتثاقل Gravity Thickening

وتغذى احواض دائرية بالحمأه الناتجه من أحواض الترسيب الابتدائى والنهائى فى مركز

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

٨-٢-٢-١-٢ التعويم Flotation

يتم تعويم جزيئات الحمأه باستخدام الهواء المضغوط ولنجاح هذه الطريقه والحصول على أحسن النتائج يجب إضافة الكيماويات المرويه والتى تعمل على تجميع حبيبات الحمأه وتعويمها الى سطح الحوض نتيجه تشبعها بالهواء وتكشط الحمأه الطافيه وتنتقل الى احواض تجفيف الحمأه أو المخمرات أو أى نظام أخر أما المياه المنفصله عن الحمأه فتضخ الى مدخل عملية المعالجة .

٨-٢-٢-٢ التثبيت Stabilization

فى هذه الطريقه يتم تثبيت المواد العضويه الموجودة بالحمأه عن طريق الأكسده أو الإختزال وبالتالى يمكن القضاء على نسبة كبيره من الكائنات الحيه الدقيقه المسببه للأمراض .

وهناك طرق عديده لتثبيت مكونات الحمأه نذكر منها الطريقتين الشائعتين فى الإستخدام .

٨-٢-٢-٢-١ التخمر اللاهوائى Anaerobic Digestion

وتعرف عمليه التخمر اللاهوائى بتثبيت المواد العضوية الموجوده بالحمأه فى غياب الأكسجين وتعتمد هذه الطريقه على البكتريا المكونه للأحماض ، والبكتريا المكونه

لغاز الميثان حيث تتغذى بكتريا الميثان على الاحماض العضوية مكونة غاز الميثان وغاز ثانى أكسيد الكربون وللتحكم فى عمليه التخمر اللاهوائى يجب الموازنه بين شطرى التفاعل.والحفاظ على تركيز الأحماض العضويه وعدم تراكمها .

وتتم عمليـة التخمر اللاهوائى فى أحواض مغلقه تتم تغذيتهـا بالحمأه الناتجه عن أحواض الترسيب الابتدائى والنهائى وتسحب الحمأه المثبته الى أحواض تجفيف الحمأه أو أى نظام أخر أما المياه الطافيه فتضخ الى مدخل أعمال المعالجة .

٨-٢-٢-٢-٢ التخمر الهوائى Aerobic Digestion

وتعرف عمليه التخمر الهوائى بتثبيت المواد العضويه الموجوده بالحمأه فى وجود الأكسجين والتخمر الهوائى مشابه لعمليه معالجة المخلفات السائله بطريقه الحمأه المنشطه حيث يتم أكسده المواد العضويه بواسطه البكتريا الهوائيه التى تعتمد فى نشاطها على الأكسجين وينتج من هذا التفاعل (الاكسده) ثانى أكسيد الكربون ، وبخار الماء .

٨-٢-٢-٣ فصل المياه من الحماه Sludge Dewatering

تحتوى الحمأه المعالجه سواء بالتركيز أو التثبيت على حوالى ٩٠٪ مياه ، ١٠٪ مواد صلبه جافه ولذلك يجب استخدام طرق أخرى لفصل كميه أكبر من المياه مع زياده تركيز المواد الصلبه بالحمأه وهناك الكثير من الطرق المستخدمه نذكر منها الأتى :

٨-٢-٢-٣-١ أحواض تجفيف الحماه Drying Beds

وفى هذه الطريقه يتم توزيع الحمأه الخام أو السابق معالجتها على طبقات فى أحواض مكشوفه بها طبقه من الرمل أسفلها طبقه من الزلط وبقاع الحوض يوجد نظام لتصريف المياه المتسربه من الحمأه ويتم تجفيف الحمأه بهذه الطريقه عن طريق التبخر وتسرب المياه وتضخ هذه المياه الى مدخل العمليه وبعد تجفيف الحمأه وخاصة الخام يتم تشوينها فى أكوام لتحليل المواد العضويه والتخلص من جزء من الجراثيم ويشير كود الصحه العامه الصادر من وزارة الصحه أن الحمأه الجافه الناتجه من معالجة المخلفات السائله يمكن استخدامها كسماد بعد مدة تجفيف لا تقل عن ٤٥ يوماً .

٨-٢-٢-٣-٢ الطرد المركزى Centrifuge

يتم فصل المياه من الحمأه السابق معالجتها بالتركيز أو التثبيت مع اضافه مواد كيماوية مرويه تعمل على زيادة كمية المياه المنزوعة من الحمأه مع تجميع حبيبات الحمأه على شكل ندف عن طريق أجهزة الطرد المركزى وهى إسطوانات ذات جدران بها ثقوب وبإستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على حمأه تركيز المواد الصلبه بها حوالى ٣٠٪ أما المياه المفصوله والتى لا تحتوى على مواد صلبه تضخ الى مدخل أعمال المعالجة أما الحمأه المركزة فلا يفضل استعمالها لتسميد الأراضى التى تزرع بالمحاصيل التى تستخدم فى الطعام حيث يتواجد بها نسبه من المواد الكيماويه .

٨-٢-٢-٣-٣ المرشحات:

أ- المرشحات بخلخله الهواء Vacuum Filters

والمرشح عباره عن إسطوانه معدنيه مثقبه الجدار ومغلفة بوسط الترشيح (اللباد أو التيل أو الالياف الصناعية) وتدور الأسطوانه حول محورها الافقى بحيث يكن جزؤها

السفلى مغمور فى حوض الحمأه وبواسطه خلخلة الهواء فى الجزء السفلى من الاسطوانه تلتصق المواد الصلبه بجدار وسط الترشيح بينما تخترق المياه وسط الترشيح والتى يجب رفعها الى مدخل أعمال المعالجة وتحتوى الحمأه بعد ازالتها من سطح الترشيح على حوالى ٢٥ ٪ مواد صلبه جافه . ويلزم فى هذه الطريقه معالجة الحمأه بإضافه مواد كيماويه مرويه قبل عملية الترشيح .

ب- مرشحات كبس الحماه Filter Pressing

ويتم فصل المياه بهذه الطريقه بترشيح المياه من الحمأه بضغطها بين طبقتين من القماش المسامى . تنفذ منه المياه وتبقى المواد الصلبه على شكل قوالب فيما بين طبقتى القماش . وتحتوى الحمأه بعد الترشيح على حوالى ٤٠٪ مواد صلبه ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة الحمأه بإضافة مواد كيماوية مروبة أو بوليمرات .

٨-٢-٢-٤ التخلص من الحماه الخام: Sludge Disposal

١- فى الارض.

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

٢- فى بحيرات الحمأه .

تنشأ بحيرات للحمأه لأغراض تجزئة وتحليل وتجفيف الحمأه وذلك فى المناطق ذات التربة المسامية والبعيدة عن مصادر المياه الجوفية حيث تكون المساحة المطلوبة حوالى ضعف المساحة المناظرة لأحواض تجفيف الحمأه وتكون بعمق ٥ر - ١ر٥ متر.

٩ - إختيار موقع محطه المعالجه :

يلزم أن يتوافر فى موقع محطة المعالجه الشروط الاتيه :

- أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمرانى 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 النهائى للمياه المعالجه (مصرف - أراضى للاستزراع) .
- أن يكون الموقع تحت الرياح السائده .
- دراسة التربه لإختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادى
- الأخذ فى الاعتبار التوسع المستقبلى للمحطه .
- عدم وجود عوائق بالموقع (أنابيب غاز - صرف مغطى - خطوط كهرباء ضغط عالى ..... ألخ) .
- تفادى الاراضى الزراعية قدر الإمكان (ويفضل الاراضى البور أو الصحراويه) وبما لا يخل بالدراسة الإقتصادية للمشروع

١٠ - المخطط العام للمحطه :

يتم إعداد المخطط العام للمحطه بعد تحديد طريقة المعالجة وإختيار الموقع مع الأخذ فى الاعتبار العناصر الأتية :

١٠-١ العناصر المساحية :

- طبوغرافية الموقع وأبعاده .
- ربط الموقع بالطرق العموميه .
- إتجاه دخول خطوط مواسير المخلفات السائله المراد معالجتها .
- رفع وربط الموقع بأماكن التخلص من المياه المعالجه .

١٠-٢ العناصر الهيدروليكيه :

- التخطيط الملائم لوحدات المعالجه بما يحقق أقل فواقد ممكنه بحيث يمكن صرف المياه المعالجه إلى أماكن التخلص النهائى بالإنحدار قدر الإمكان .
- إستغلال الميول الطبيعيه أن وجدت للتوفير فى الاعمال الإنشائية .
- الأخذ فى الاعتبار متطلبات التوسع المستقبلى .
- تقليل التقاطعات بين خطوط المواسير داخل المحطه لتسهيل أعمال التنفيذ والصيانه والإصلاح .
- تقليل أطوال خطوط نقل الحمأه ومراعاه عدم وجود تغييرات كبيرة فى إتجاهاتها لتقليل الفواقد ولتفادى إحتمالات الإنسداد والترسيب .
- توزيع الوحدات وإتباطها ببعضها بما يمكن من سهولة التشغيل ويحقق المرونه فى حالات الطوارىء .
- تزويد الموقع بالمرافق اللازمه مثل شبكات التغذيه بالمياه للمبانى ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء وغسيل وحدات المعالجة والصرف الصحى للمبانى وإنارة الموقع والإتصالات .

١٠-٣ العناصر المعمارية :

- حماية الموقع من المؤثرات الخارجيه .
- سهوله التنقل بين وحدات المعالجة، وبينها وبين المبانى الإداريه ومبانى الخدمات ووجود طرق مباشره بينهم .
- وجود مجال رؤيه كامل لجميع الوحدات عبر صالة التشغيل والمراقبه الرئيسيه .
- مراعاة أن تكون المبانى الإداريه ومبانى الخدمات مناسبه للمحطه وبعيده عن مصادر الضوضاء مع الأخذ فى الإعتبار إتجاهات الرياح السائده لتجنب تعرض المبانى الإداريه للروائح الكريهه التى تهب من مداخل عملية المعالجة أو أحواض المعالجة أو تجفيف الحمأه .
- إقامة سور خارجى حول الموقع شاملاً المداخل وغرف الأمن والإستعلامات .

- وجود التنسيق المعمارى بين وحدات ومبانى المحطه من حيث الإرتفاعات والأبعاد والمسافات اللازمه للتهويه والإضاءه الطبيعيه .
- وجود شبكه طرق داخليه مناسبه .
- تجميل الموقع وتزويده بالمسطحات الخضراء والتشجير.

١٠-٤- العناصر الإنشائية :

- مراعاه توزيع وحدات المعالجه ومبانى الخدمات بما يتناسب مع دراسات التربه لتحقيق إقتصاديات الإنشاء .
- ترك المسافات المناسبه بين وحدات المعالجه وبينها وبين المنشآت والمبانى الاخرى بما يضمن سهولة الأعمال الإنشائيه وتقليل التكلفه .

١٠-٥ العناصر الميكانيكيه :

- مراعاة وجود المساحات الكافيه بين وحدات المحطه وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانه .
- وجود المسطحات الملائمه للخزانات والمعدات التى تركب خارج المبانى .
- مراعاة أن يكون مبنى المخزن والورش بالمسطح المناسب .

١٠-٦ العناصر الكهربائيه :

- مراعاه قرب مبانى التغذيه بالطاقه الكهربائيه من الأحمال الرئيسيه للمحطه .
- تقليل أطوال ومسارات الكابلات الكهربائية ومراعاة عدم تعارضها مع مسارات المواسير والقنوات ما أمكن .
- توفير مصدر بديل للطاقه الكهربائيه فى حالة إنقطاع التيار العمومى .
- مراعاة الموقع المتوسط لغرفة التشغيل والتحكم بالنسبه لوحدات المعالجه وملحقاتها من محطه رفع ومحطات ضغط الهواء و لافه .
- أن تكون الطرق التى تمر بها الكابلات ذات إتساع مناسب لإستيعاب مجارى وخنادق الكابلات بالأبعاد المطلوبه لها طبقاً للتصميمات .

١١- الأعمال المساحيه :

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

وحدات المعالجة المختلفة وتتلخص الأعمال المساحيه المطلوبة فى المحددات الأتيه :

- تحديد الجهات الأصليه للموقع .
- أعمال الميزانيه الشبكيه للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض - ولا تزيد عن ٥٠ متر على الأكثر فى الإتجاهين مع تنسيبها الى أقرب روبير أو نقطه ثابتـه سواء كان هويس أو كوبرى يقع على الممر المائى أو أى نقطه ثابتـه معلومة المنسوب .
- رفع المعالم الرئيسيه المحيطه بالموقع من طرق ، مصارف ، ترع ..... وخلافه .
- تحديد نقاط ثابتـه معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبه مع توصيفها للرجوع إليها .

١٢ دراسات التربه :

مكونات تقرير دراسات التربه :

- دراسة الموقع العام لأعمال المعالجه بهدف تحديد أماكن وعمق الجسات .
- دراسة القطاع الهيدروليكى لوحدات المعالجه لتحديد عمق الجسات المطلوبه بناء على عمق المنشآت وأحمالها .
- تحديد اسلوب نزح المياه أثناء الإنشاء .
- تحديد كمية ونوعية الأسمنت المستخدم فى الإنشاء بما يتلائم مع نوعية المياه الجوفيه ونوعية التربه .

يراعى ماجاء بالكود المصرى الخاص بالأساسات وإختبارات التربه .

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 السيب للمخلفات السائلة المطلوب معالجاتها والتغلب على الفواقد الهيدرولكية ويتم ذلك عن طرق هدارات يتم ضبطها فى نطاق سبق تحديده .
- التحكم فى سرعة السيب 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 السيب 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 والحمأه المعادة أو الحمأه 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 الطفس .
- التحكم فى كميات الكلور التى يتم حقنها لتعقيم السيب 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 أنهيار أو كسر فى أحد وحدات المعالجة أو القنوات والمواسير الموصلة بينها . ويتم ذلك عن طريق توفير خطوط طوارئ bypass ومعدات النزح .
- حماية معدات المحطة ضد التوقف عن العمل عند إنقطاع التيار الكهربائى العمومى وذلك بتوفير وحدات توليد كهرباء إحتياطية .
- 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 .

الفصل الثانى
التصميم

١- التصميم الهيدروليكى

أولا: المعالجة الإبتدائية (الميكانيكية)

١- غرفة المدخل :-

١-١-الغرض من الوحدة:

تهدئه سرعه وضغط المياه بحيث يتم تغير نظام السريان من المجرى المغلقه الى المجرى المفتوحه ليتعرض سطح المياه بعد ذلك الى الضغط الجوى .

١-٢مكونات الوحده:

غرفة ذات ابعاد تحقق الاسس التصميمية الهيدروليكيه تأخذ اشكالا متعدده مزوده بماسوره لخروج الراوسب والتفريغ ويتصل بها ماسوره الفائض .

١-٣ أسس التصميم:-

- مدة المكث	من ٥ر٠ الي ١ دقيقة
- السرعه الافقية	من ٦ر٠ الى ٢ر١ م/ ث
- عمق المياه	لايقل عن قطر ماسوره المدخل + عمق المياه فى قناه التوصيل ولايزيد عن ٢ متر لاتجاه السريان الافقي .

٢- المصافى:-

٢-١ الغرض من الوحده:-

حجز المواد العالقه أو الطافيه على سطح الماء .

٢-٢ مكونات الوحدة:-

عباره عن قنوات مزوده بالمصافى اليدوية أو الميكانيكيه وتستعمل المصافى اليدويه فى محطات المعالجه ذات تصرف لا يزيد عن ٥٠٠٠ م٣/ يوم أما المصافى الميكانيكيه فتستعمل فى المحطات ذات تصرف اكبر من ٥٠٠٠م٣/يوم على أن

يكون معها مصافى يدويه تستعمل في الطوارىء .

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

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

٢-٣ اسس التصميم:-

- السرعه الافقيه خلال فتحات المصفاه ٣ر٠ - ١ر٠ م/ ث
- مركبة السرعه الافقيه المتعامدة على المصافى لا تزيد عن ٦ر م/ ث

- المسافه بين الاسياخ :-

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

- زاويه ميل المصفاه :-

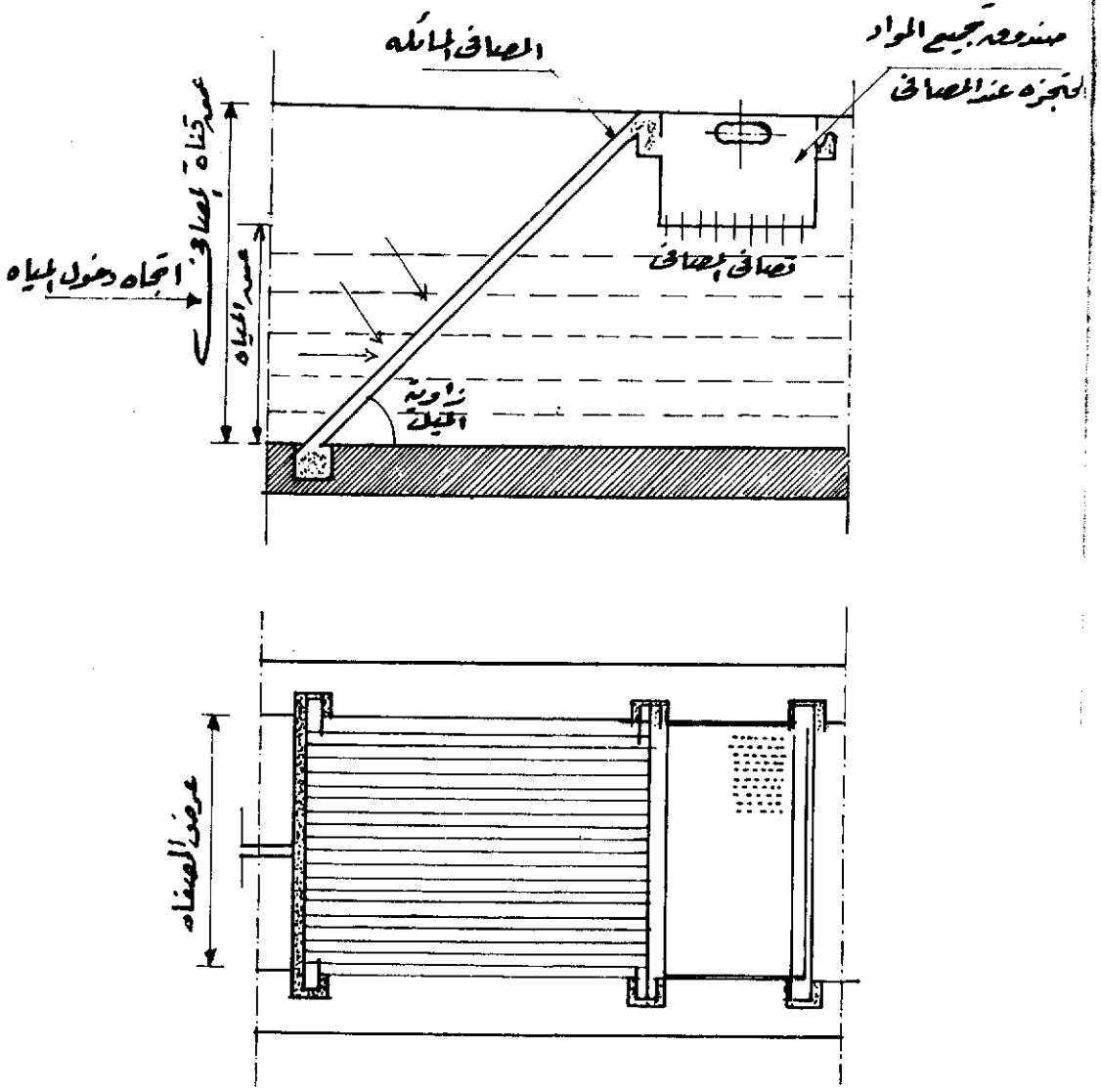
المصافى اليدويه	٤٥° - ٦٠°
المصافى الميكانيكيه	٦٠° - ٨٠°

- كمية نواتج المصافى :

تحدد بـ ٢٠ لتر / ١٠٠٠ م٣ / يوم .

- أبعاد مقطع القضيب

العرض	١ - ٢ سم
الطول	٢ - ٦ سم
القطر (القضبان الدائريه)	١ر٥ - ٣ سم



شكل رقم (٢-١): المصافى اليدوية

- الفاقد فى الضغط خلال المصفاه من ١٠ - ١٥ سم
(عند بدايه التشغيل) .

- المعادله المستخدمه فى حساب فاقد الضغط خلال المصفاه :-

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

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 .

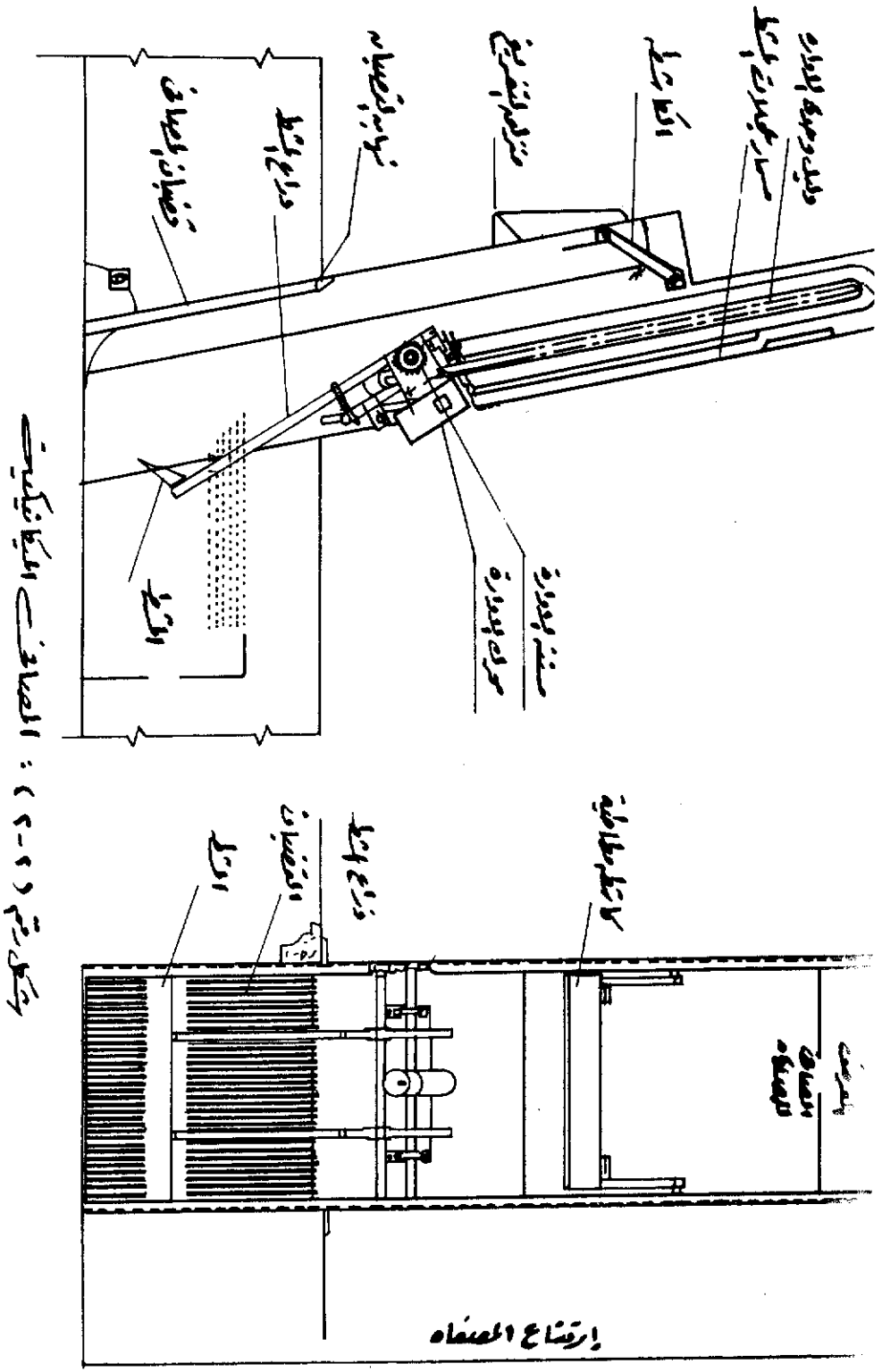
=1.79 for circular bars.

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- احواض فصل الرمال :-

٣-١ الغرض من الوحده:

ترسيب الرمال والمواد الغير عضويه العالقه والتى يكون قطرها ٢ر مم فأكثر وكثافتها النوعيه ٢٫٦٥ فأكثر وتتكون من قنوات مزوده بحيز لتجميع الرمال وتنقسم الى نوعين :

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

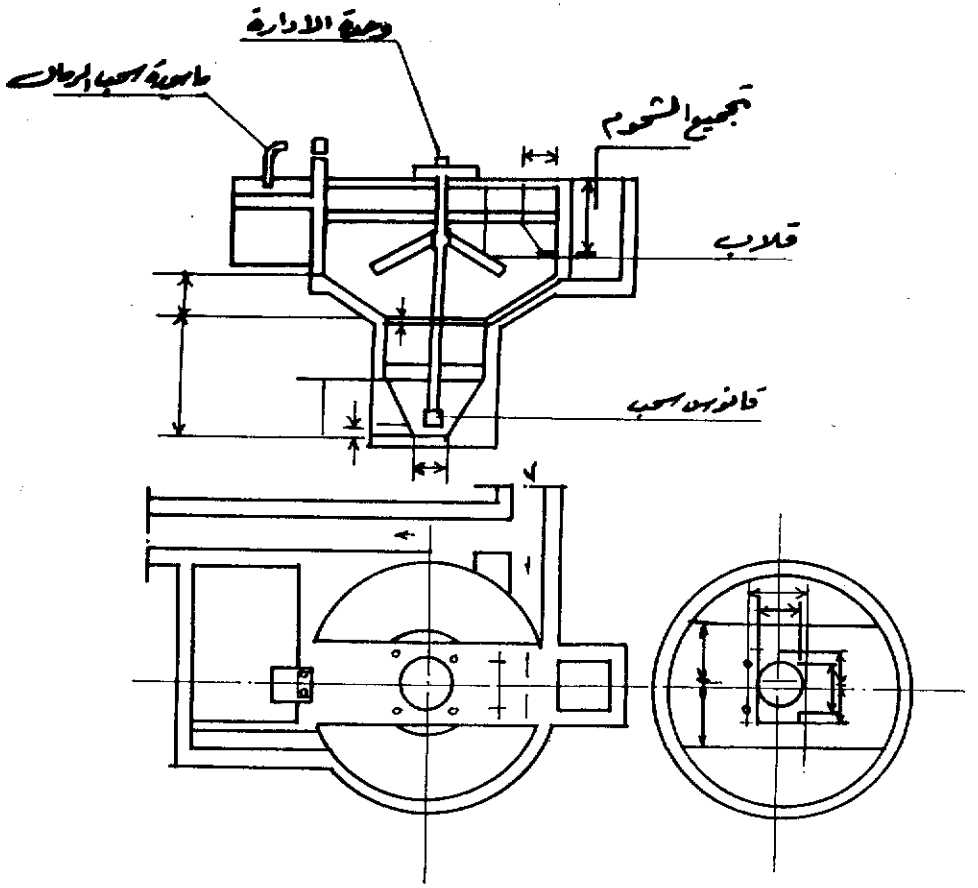
ويتم فى هذا النوع سريان التصرف فى الاتجاه الافقى حيث يتم التحكم فى سرعه المياه الأفقيه اما عن طريق أن تكون القناه على هيئه قطع مكافىء أو باستخدام هدار التناسب والذى يركب على مخارج الأحواض .

والشكل رقم (٢-٣) يوضح حوض فصل الرمال الدائرى .

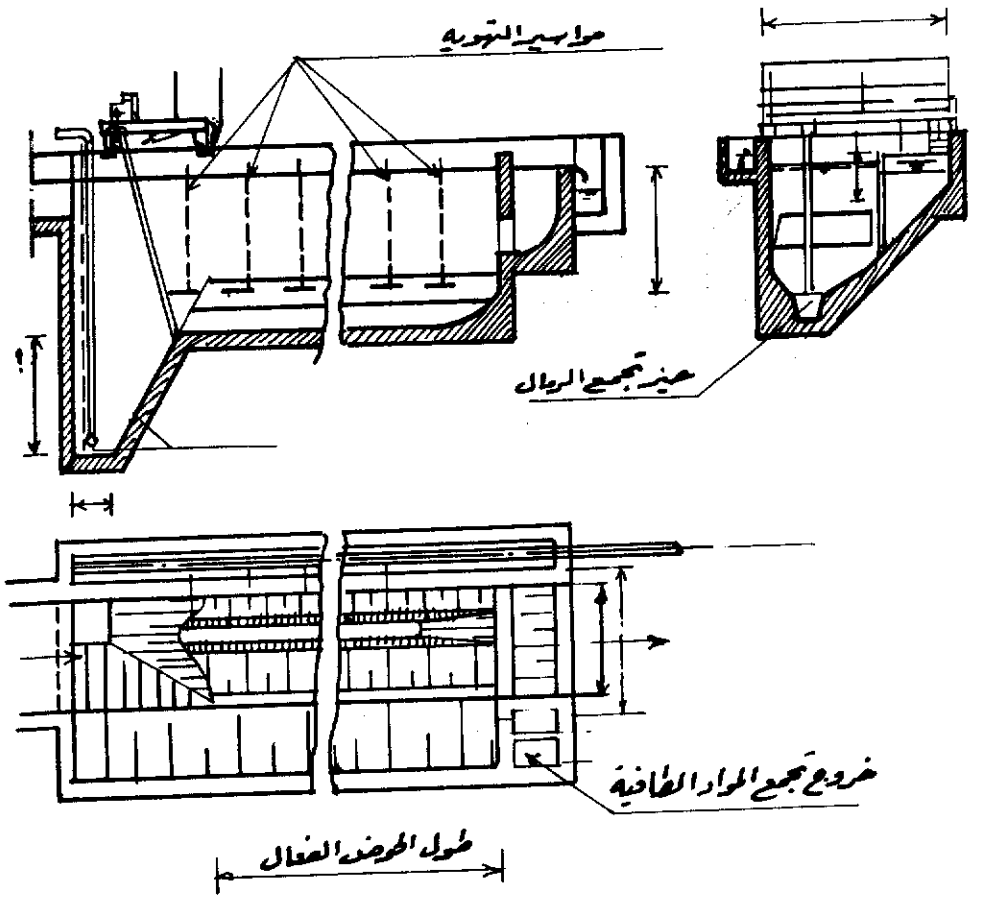
٣-١-٢ - أحواض فصل الرمال المهواه:

وتكون مستطيله الشكل حيث يتم فيها دفع الهواء من اسفل بواسطه ناشرات تركب على جانب واحد من الحوض بهدففصل الزيوت والشحوم سواء كانت ملتصقه بالرمال أو بدونها ويتم التحكم فى السرعة بحيث تصبح محصلة سرعة سريان المياه من ٢٥ر. - ٣ر. متر / ثانية . ويتم كسح وتجميع الرمال المترسبه فى قاع الحوض اما باستخدام زحافات ميكانيكيه أو ميول في قاع الحوض عكس اتجاه السريان للمياه ، ويتم سحب الرمال المتجمعه فى حيز تجميع الرمال اما باستخدام الطلمبات الغاطسه أو الطلمبات الحلزونيه 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 (٢-٤) يوضح أحواض فصل الرمال المهواة مستطيلة الشكل .



شكل رقم (٢-٣) : حوض فصل الرمال الدائرى



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

٣-٢ مكونات الوحده :

أحواض مستطيله بأبعاد تحقق الاسس التصميميه الهيدروليكيه حيث يؤخذ فى الاعتبار سرعه ترسيب الجزئيات 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 الاتى :

- أن تكون ابعاد قطاع الراسب الرملى مناسبه لضمان تشكيل قطاع الأحواض بما يجعل السرعه الأفقيه ثابته تحت مختلف الظروف الهيدروليكيه وكذلك مناسيب هدار المخرج بما لا يقل ارتفاع المياه عن ١٥سم 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 المستقبليه .

٣-٣ اسس التصميم :

٣-٣-١ النوع الاول : احواض فصل الرمال ذات التصرف الافقى :

- السرعه الافقيه تتراوح ما بين ٢٥ر - ٥ر م/ ث
- مدة المكث ٤٥ - ٩٠ ثانيه
- معدل التحميل السطحى لا يزيد عن ١٢٠٠ م٣/م٢/ اليوم
- عمق المياه = ٦٠ - ١٠٠سم
- عرض الحوض = (١ - ٢) عمق المياه .

- السرعة الرأسية تكون ٢ سم /ث لقطر حبيبات اكبر من ٢ر مم .

- طول الحوض = (٢٠ - ٣٠) عمق المياه

- كمية الرمال المترسبة من ١٠٠ إلى ٢٥٠ لتر/ ١٠٠٠م٣ من التصرف فى اليوم .

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

- مدة المكث ٢-٥ دقيقه

- معدل التحميل السطحى لا يزيد عن ١٠٠٠ م٣/م٢/ اليوم .

- عمق المياه بالحوض = ٣ر٠ -٥ر٠ متر

- السرعة الحلزونية للمياه (helical) = من ١ر٠ - ٢ر٠ متر/ثانيه .

- السرعة الأفقية تتراوح ما بين ٢٥ر٠ - ٣٠ر٠ متر / ثانية .

- الطول = ٧ر٥٠ - ٢٠ر٠٠ متر .

- عرض الحوض لا يزيد عن - ر٢ متر .

- معدل امداد الهواء = ٣ر - ٧ر م٣/ دقيقه / م من طول الحوض بمتوسط ١٠ م٣ / ساعة / م٣ من الحوض .

- فى حاله وجود كمية عاليه من الزيوت والشحوم فى المخلفات السائله على صوره مواد عالقه دقيقه فتضاف وحده تعويم بعد احواض فصل الرمال وذلك لغرض تحسين كفاءه المعالجه البيولوجية .

- قطر حبيبات الرمل تكون اكبر من ٢ر مم .

- تؤخذ كمية الرمال المترسبة من ١٠٠ - ٢٥٠ لتر / ١٠٠٠ م٣ من التصرف فى اليوم .

٤- احواض الترسيب الابتدائية:

٤-١ الغرض من الوحده:

ترسيب نسبه من المواد العضويه العالقه حوالى من ٣٠ - ٤٠ ٪ وكذلك نسبه اكبر من المواد غير العضويه العالقه تقدر بحوالى من ٥٠ - ٧٠ ٪ بالاضافه الى التخلص من المواد القابله للطفو ويتم تغذيه هذه الاحواض من خلال غرفة توزيع بعد الراسب الرملى ، ويمكن تقسيم احواض الترسيب الى نوعين رئيسين 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) . وتؤخذ نسبة الترسيب حسب المنحنى التالى : شكل (٢-٧)

٤-٢ مكونات الوحده:

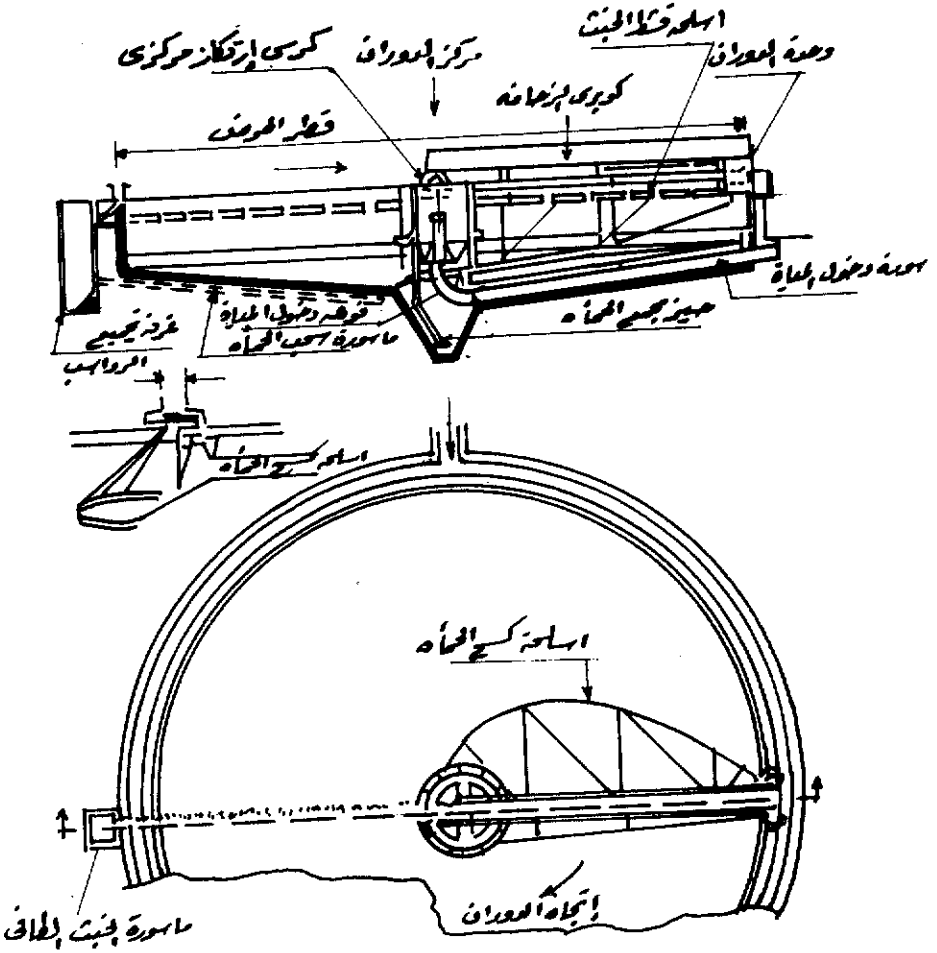
أ- منطقة المدخل :-

بالنسبة للأحواض ذات التصرف الافقى (الاحواض المستطيله) :-

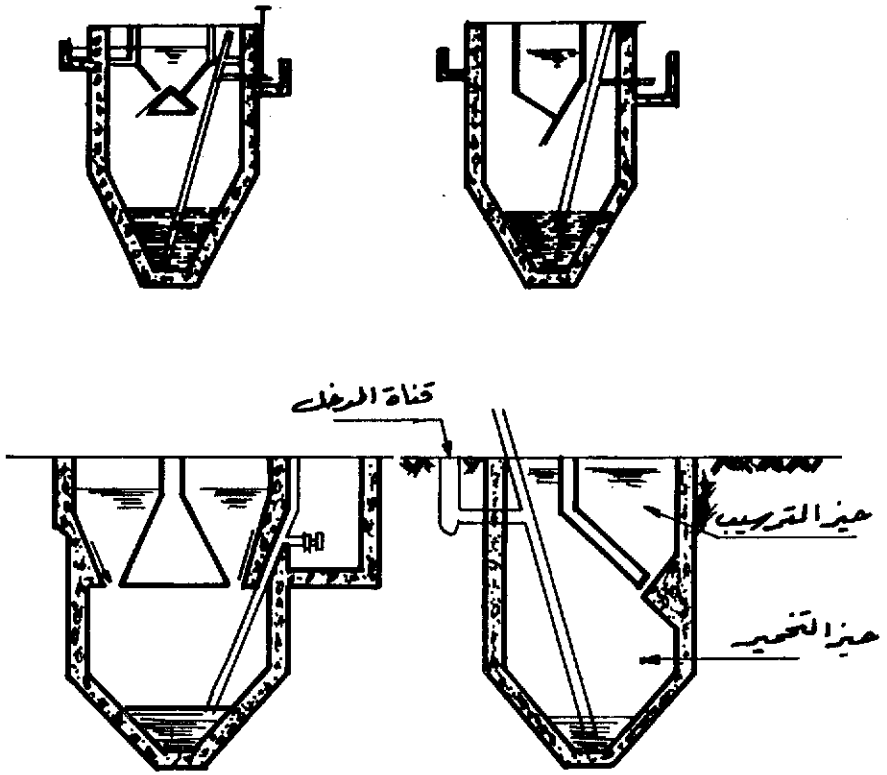
- قناه أو ماسوره الدخول مزوده ببوابه أو محبس .
- وجود حائط حائل للمساعده على ترسيب المواد العالقة .
- قناه الدخول مركب عليها هدار .
- لا تزيد السرعة للمياه الداخلة لحيز الترسيب عن ٢٥ر - ٣ر م/ث.

ويراعى الاتى:

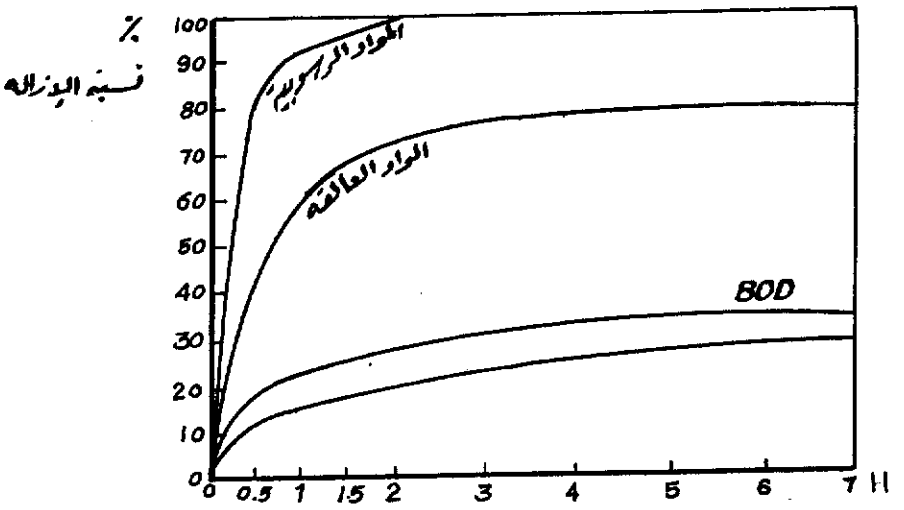
يكون مدخل المياه على كامل مقطع الحوض على شكل منافذ على مسافات متساويه أو هدارات لضمان توزيع المياه الداخله الى الحوض .



شكل رقم (٢-٥): أحواض ترسيب دائرية
ذات تصرف أفقي



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



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

بالنسبة للأحواض ذات التصرف القطرى (الأحواض الدائرية) .

- ماسورة الدخول مزوده بمحبس قفل .
- ماسوره رأسيه خارجه من مركز الحوض مركب عليها حائل اسطوانى ذو فتحات لتوزيع المياه . ويراعى أن يكو ن منسوب نهايه ماسوره المدخل تحت سطح الماء بحوالى ٥٠ سم . وتتراوح السرعة خلال الفتحات من ٢٥ر - ٣ر م/ث .

ب - منطقة الترسيب:-

بالنسبة للأحواض المستطيله:-

وهى المنطقه المحصوره بين حائل (baffle) الدخول وحائل الخروج .

بالنسبة للأحواض الدائرية :-

وهى المنطقه المحصوره بين حائل (baffle) الدخول وحائل الخروج .

جـ- منطقه المخرج :-

بالنسبه للأحواض المستطيله أو المستديره :-

١- يركب هدار على قناه الخروج .

٢- يكون خروج المياه من خلال قناه أو ماسورة .

٣- يركب قبل هدار المخرج حائل للمساعدة على منع خروج المواد الطافية .

د- منطقه تجميع الرواسب :

بالنسبة للأحواض المستطيلة :

وهى المنطقه التى 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 المستديره :

وهى المنطقه التى تبدأ عند بداية ميل قاع الحوض حتى منتصف الحوض وتكون على شكل مخروط ناقص مقلوب مزود بماسوره لخروج الرواسب مركب عليها محبس قفل ومحبس تلسكوبى .

وتزود أحواض الترسيب الابتدائى سواء كانت مستطيله أو مستديره 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 الجانبى للمياه	٣-٥ متر
- الطول لا يزيد عن	٤٠ متر
- العرض	٦ -١٢ متر
- الطول : العرض	١:٣- ١:٥
- ميل الارضية (القاع الحوض)	١ : ٤٠ أو ١ : ٥٠

مدة المكث :

ترسيب ابتدائى تعقبه مرشحات زلط	١ر٥ - ٣ ساعة
ترسيب ابتدائى تعقبه احواض تنشيط حمأه	١ - ١ر٥ ساعة
ترسيب ابتدائى بدون معالجة ثانوية	٣ - ٤ ساعات

معدل التحميل السطحى :-

- احواض ترسيب ابتدائى لا يعقبها معالجة ثانوية	١ - ١ر٣٣ م/الساعة
- احواض ترسيب ابتدائى يعقبها مرشحات بيولوجية	١ - ٢ر٠ م/الساعة
- احواض ترسيب ابتدائى يعقبها احواض تهويه	١ - ١ر٥ م/الساعة

وبحيث أن

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

ب- الأحواض المستديره:-

- العمق	٢ر٥ - ٤ متر
- القطر	لا يزيد عن ٤٠ متر
- ميل القاع	١: ١٠ - ١ : ١٥

- معدل التحميل السطحى كما فى المستطيل
- مدة المكث كما فى المستطيل
- معدل التحميل على هدار المخرج ١٥٠ - ٦٠٠ م٣/م /اليوم

ثانيا: المعالجة الثانويه (البيولوجيه):

١- مقدمة:

الغرض من أعمال المعالجة البيولوجيه هو تحويل المواد العضويه الذائبة والعالقه والتى لم ترسب فى احواض الترسيب الابتدائيه الى مواد ثابته عالقه قابله للترسيب وذلك عن طريق تنشيط البكتريا الهوائيه بالكائنات الحية الدقيقه وذلك بتزويدها بالأكسجين اللازم عن طريق تعريضها للهواء أو ادخال الهواء المضغوط أو التقليب المستمر داخل المخلفات السائله ، كما يتم تنشيط البكتريا عن طريق اعاده جزء من الحمأه 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 كميه من الكائنات الحيه الدقيقه والبكتريا على سطح وسط التلامس حيث تقوم الطبقه الهلاميه بأكسده وتثبيت المواد العضوية الموجودة بالمخلفات السائلة وتشمل الطرق الآتية :-

١- المرشحات الزلطيه البطئيه والسريعه المعدل .

٢- المرشحات البلاستيكيه والأبراج البيولوجية .

٣- الأقراص البيولوجية .

١-٢- الحمأه المنشطة :-

- الطريقة العادية (Conventional)
- طريقة التهويه المرحلية (Tapperd Aeration)
- طريقة التحميل المرحلى (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 العالية (High Rate Activated Sludge)

١-٣- بحيرات الاكسده: (Oxidation Ponds)

- بحيرات الأكسده الطبيعيه . (Natural Oxidation Ponds) (اللاهوائيه - الهوائيه لا هوائيه - الانضاج).
- بحيرات الأكسده المهواه . (Aerated Oxidation Ponds) (البحيرات المهواه - بحيرات الانضاج) .

٢- المرشحات البيولوجية :

٢-١الغرض من الوحدة:

تعمل المرشحات البيولوجيه على أكسده المواد العضويه وتحويلها إلى مواد ثابتة قابلة للترسيب يمكن فصلها فى أحواض الترسيب النهائى .

وأساس عمل المرشحات البيولوجيه هو تكوين طبقه أو غشاء رقيق من مواد هلاميـة تحتـوى على الملايين من الكائنات الحيـه الدقيـقه والبكتريا على سطح الوسط الترشيحى وذلك فى مدة قد تصل إلى أسبوعين وبتكوين هذه الطبقة يصبح المرشح قابل للإستعمال وأثناء عملية المعالجة يتم إمتصاص المواد العضويه خلال هذا الغشاء الرقيق من الكائنات الحيه حيث يتم تحللها جزئياً وينتج عن ذلك زيادة فى حجم ووزن الطبقة الحيه وسمكها مما يؤدى إلى حدوث إنفصال لهذه الطبقات الحيه.

٢-٢ مكونات الوحدة:

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

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

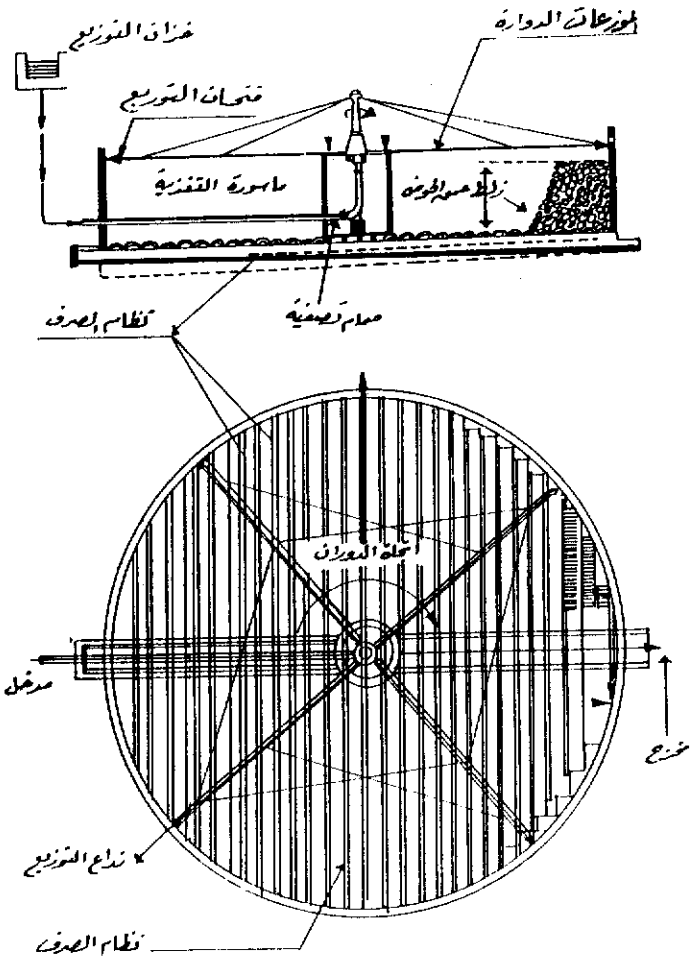
٢-٣ أسس التصميم:

٢-٣-١- مرشحات المعدل البطئ:

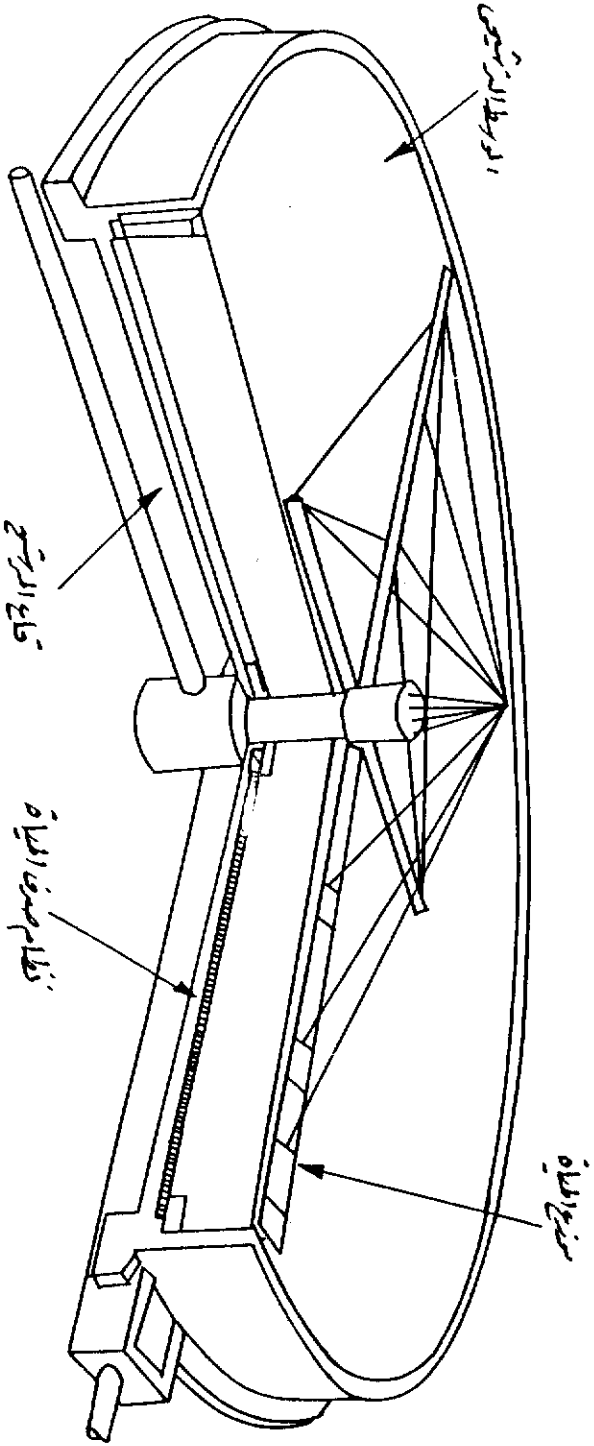
- معدل التحميل السطحى الهيدروليكى = ١ - ٤ م^{٣} / م^{٢} / يوم
- معدل التحميل العضوى
= ٨٠ - ٣٢٠ (جم اكسجين حيوى مستهلك (BOD_5)/ م^{٣} / اليوم)
- عمق مادة الترشيح = ١.٨ - ٣ م
- لا يحتوى على خطوط لإعادة المياه المعالجة بيولوجياً .

٢-٣-٢ - مرشحات المعدل العالى:

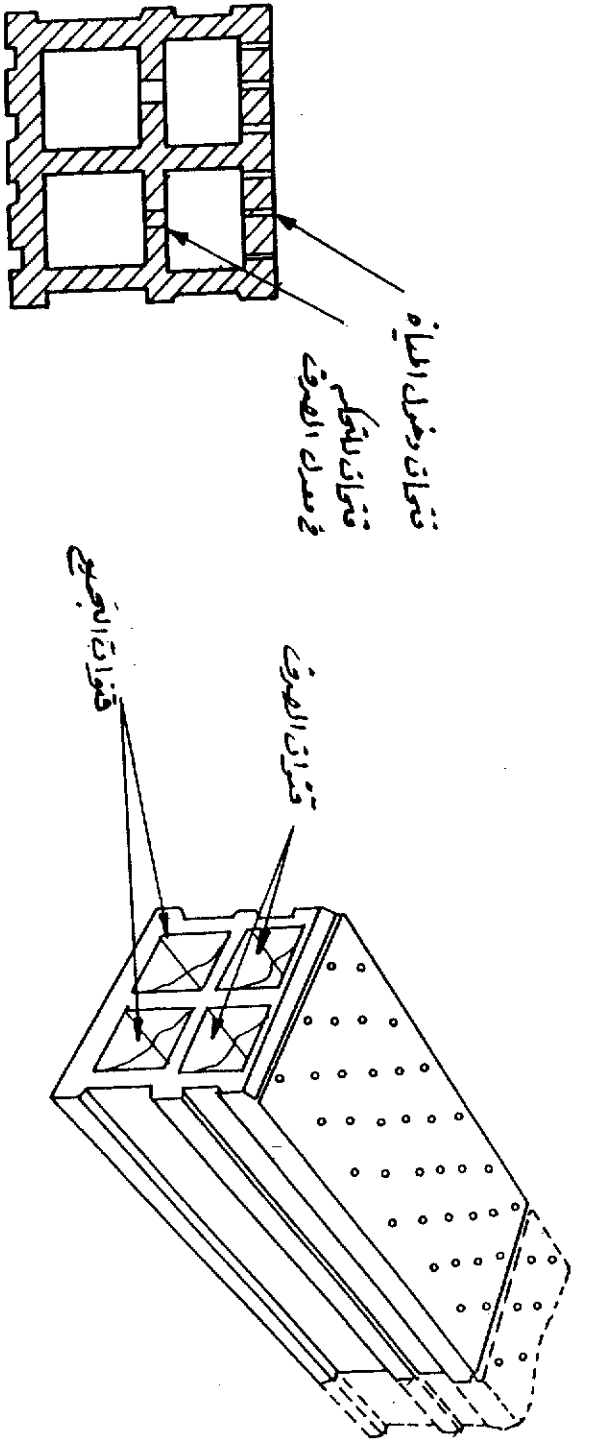
- معدل التحميل السطحى الهيدروليكى ١٠- ٣٠ (يشمل المياه المعاده) م^{٣} /م^{٢}/يوم
- معدل التحميل العضوى ٥٠٠ - ١٠٠٠ جم اكسجين حيوى مستهلك / م^{٣} / اليوم.
- ينشأ من مرحلة واحدة أو مرحلتين .
- عمق مادة الترشيح ١ر٠ - ٢.٠ م



شكل رقم (٢-٨) : تفاصيل المرشح البيولوجي



شكل (٢-٩) منظور المرشح البيولوجي



شكل رقم (٢-١٠) : تفاصيل قنوات الصرف

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

= ١ - ٢ م فى المرحلة الثانيه

- تتراوح نسبة الإعادة بين ٥٠ إلى ٣ وبحيث لا يزيد تركيز المواد العضوية عن ١٥٠ مجم / لتر .

- معادلة إعادة المياه $M = \frac{Ci - CM}{CM - Ce}$

M = Recirculation ratio

Ce = effluent - concentration mg/l

CM = 150 mg/L

Ci = influent - concentration mg/l

- يتراوح مقاس حبيبات الزلط من ٥ - ١٠سم .

٣ - الأقراص البيولوجيه الدوارة:

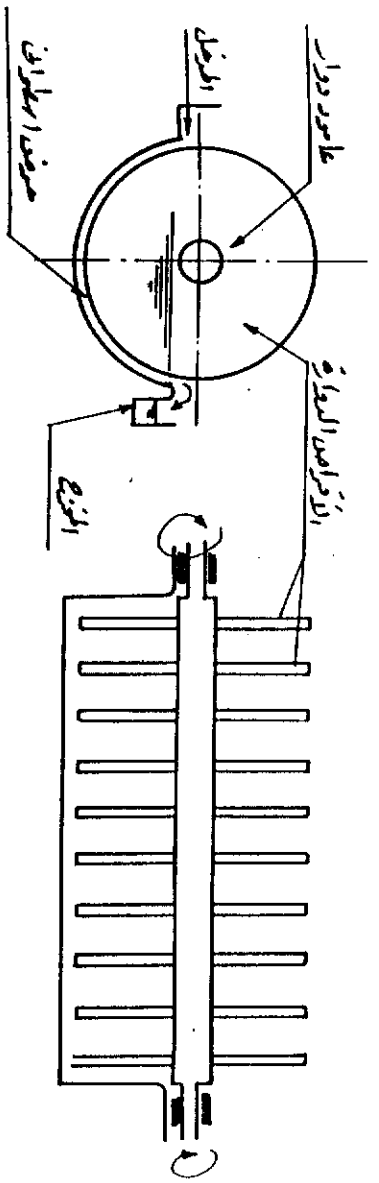
٣-١ الغرض من الوحدة:

- اكسدة المواد العضويه وتحويلها إلى مواد ثابتة يمكن فصلها فى أحواض الترسيب النهائى . (شكل (٢-١١) .

٣-٢ مكونات الوحدة:

- تتكون من أقراص دائريه خفيفه الوزن تدور بسرعة بطيئه 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) الأقراص البيولوجية الدوارة

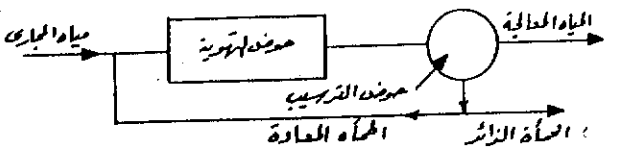
الصرف الصحى أثناء الدوران . إلا أن نتيجة لهذا الدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجيه تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه المجارى ثم تعرضها للجو مبتله بقطرات من المياه .

٣-٣ أسس التصميم :

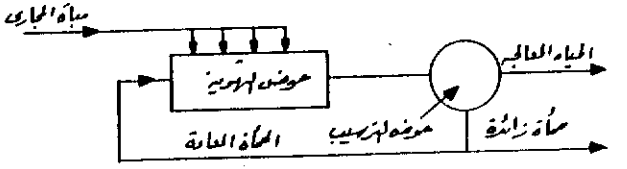
- سمك القرص الدوار = (١ - ٢) سم
- قطر القرص = (٢ - ٣.٥) متر
- سرعة دوران القرص = (١ - ٢) لفه فى الدقيقه (فى حالة التشغيل العادى ، ويمكن زيادة كفاءة المعالجة بمضاعفة هذه السرعة .
- المسافة بين مركز كل قرصين = (٣٠ - ٤٠) سم
- الحمل الهيدروليكى = ٤٠ - ٦٠ لتر / م^{٢} / يوم
- الحمل العضوى = ٥٥ - ٢١٠ جرام اكسجين 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)

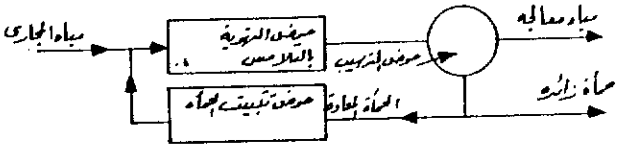
- تعتبر البكتريا الهوائيه هى البكتريا الفعالة فى المعالجة البيولوجيه لأن هذه البكتريا تعتبر مؤكسداً جيداً للمواد العضويه كما أن لها قابليه على التجمع فى صورة ندف لزجه تعتبر عاملاً أساسياً بل النواه فى عمليات التنقيه بالحمأة المنشطة . (شكل ٢-١٢) .



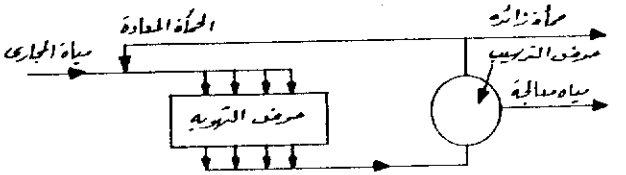
نظام الحمأة المنشطة التقليدية



نظام التغذية المرحلية



نظام التثبيت بالتلامس



نظام الخلط التام

شكل (٣-١٩): عملية الحمأة المنشطة

٤-١ نظم التشغيل:

٤-١-١ - النظام العادى (التقليدى) Conventional

- يتم تغذية حوض تنشيط الحمأة بكل من مياه الصرف الصحى والحمأة المعاده وذلك عند مدخل الحوض حيث يتم تهويتة بصورة متساوية وتخرج الحمأة المنشطة من نهاية الحوض .

- نظام التشغيل التقليدى يعيبه كبر حجم حوض التهويه بالإضافة إلى عدم إستقرار التشغيل فى حالة زيادة معدلات التحميل الهيدروليكيه والعضوية مما يؤثر على كفاءة المعالجة .

٤-١-٢ - نظام التهويه المرحلية (التناقص التدريجى لمعدلات التهويه)

Tappered Aeration

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

٤-١-٣- نظام التغذية المرحلية :

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

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

- يتم تغذيه حوض التهويه بمياه الصرف الصحى الخام بشكل متساوى على طول الحوض ويتم سحب المياه من الحوض بنفس الطريقة وذلك من الجانب الأخر .

- 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 الإبتدائى 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 مماثله 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 بإنخفاض 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 .

٤-١-٧- نظام قنوات الاكسدة

- هى عبارة عن طريقة من طرق الحمأة 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 بإستمرار وذلك لضمان تلامس المياه مع الهواء السطحى 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 - ٢ر١ متر .
- وتكون الفرشاة بقطر حوالى ٧٠ سم وتدور بسرعة ٧٥ لفة فى الدقيقة لتعطى معدل إذابة للأكسجين حوالى ٢ر٨ 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 ١ر٣٥ كيلو وات لكل متر طولى من الفرشة ويحسب حجم قناة الأكسدة طبقاً للأسس التصميمية بجدول (٢-١) 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 .

٤-٢ طريقة التصميم:

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

١ - لإيجاد حجم حوض التهوية تستخدم المعادلة (١)

حجم حوض التهوية *Volume of aeration tank*

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

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

Q = Design flow m^3 / day التصرف التصميمى ...

V = Reactor volume m^3 حجم حوض التهوية

L_i = BOD to reactor gm / m^3 الاحتياج للاكسجين الحيوى فى المياه المرسبة قبل حوض التهوية

L_e = BOD required gm / m^3 الاحتياج للاكسجين الحيوى فى المياه بعد حوض التهوية

MLSS = Mixed liquor suspended solids gm / m^3 تركيز المواد العالقة الكلية فى حوض التهوية

ومن العمود رقم (٩) بالجدول رقم (٢-١) والخاص بالنسبه المئويه لإزالة BOD_5 يمكن تحديد نسبة الغذاء إلى الكائنات الحيه (F / M) من العمود رقم (٤) وبالتالى إختيار كمية المواد العالقة الكلية بحوض التهوية من العمود رقم (٢) (MLSS) ومن معلومية التصرف (Q) ثم تستخدم المعادله رقم (١) فى إيجاد حجم حوض التهويه (V) .

٢ - يتم التحقق من مدة المكث فى الحوض بإستعمال المعادله رقم (٢) ومقارنتها بالعمود رقم (٥)

مدة المكث *Hydraulic retention time in reactor*

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

$$T = (Li - Le) / {}^{F}/_{M} * MLss$$

٣ - يتم حساب معدل التحميل العضوى

حيث يتم مقارنة هذه القيمه بالعامود رقم (٦)

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

الحمأة الزائدة *Excess sludge production*

$$\frac{M_W}{F} = a - b / {}^{F}/_{M}$$

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

Mw = 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 بالعامود رقم (٧) .

زمن بقاء الحمأة

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 اعادة الحمأة

$C2R = C1\ (R+Q)$

$C1$ = MLSS in reactor gm/m^3 تركيز المواد العالقة بحوض التهوية

$C2$ = MLSS in returned sludge gm/m^3 تركيز المواد العالقة بالحمأة المعادة

= 10000 gm/ m^3 (max)

R = return sludge 100% of Q $m^3/hr.$

Q = flow rate $m^3/hr.$

C2 = mg/lit

SVI or sludge volume index

الحجم بالليتر لواحد جرام من الحمأه المنشطة بعد فترة ترسيب قدرها

نصف ساعة فى مخبار حجمه واحد لتر =

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

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

Oxygen requrment (٦) كمية الأكسجين المطلوبة

$$O_c = [a\,F / M + b^l]\,M \quad \text{---------- (6)}$$

a = constant 0.55 for domastic wastewater

b = constant 0.15 for domastic wastewater

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

(7) For nitrification

$$O_{nit} = 4.6\ Q\ (\ NH3) / 10^3 \quad \text{---------- (7)}$$

O_{nit} = Qxygen required for nitrifiation

= 4.6 kg of O_2 for NH_3 to N03

NH3 = (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 O2 / kg BOD removed for extended

= (0.9 - 1.2) kg O2 / kg BOD Removed for conventional

جدول رقم (٢-١) المعدلات التصميمية فى أنظمة التشغيل المختلفة لعملية الحمأة المنشطة

نظام التهوية	الهيدروليكى للسريان بالمتر	كمية الهواء اللازمة لكل كجم أكسجين مستهلك (متر٣)	النسبة المئوية لإزالة BOD الأكسجين المستهلك	كجم أكسجين (كجم BOD تمت إزالته)	نسبة الحماة العائدة إلى تصرف مياه الصرف الصحى المار	زمن بقاء المواد الصلبة (يوم)	معدل التحميل العضوى كجم BOD / م٣	زمن التهوية بالهيدروليكى (ساعة)	كمية الكائنات الحية كجم BOD / كجم اليوم	نسبة الحماة العائدة الطيارة إلى المواد العالقة الكلية	المواد العالقة الكلية (مجم / لتر)	كمية الهواء المطلوبة لكل كجم BOD (متر٣)
	(١)	(١١)	(٩)	(١٠)	(٨)	(٧)	(٦)	(٥)	(٤)	(٣)	(٢)	
المعالجة												
تقليدى	مكعبى	٤٠ - ٦٠	٨٥ - ٩٥	٠,٨ - ١,١	٠,٢٥ - ٠,٥	٥ - ١٥	٠,٣ - ٠,٧	٤ - ٨	٠,٢ - ٠,٤	٠,٨	١٥٠٠ - ٣٠٠٠	٤٠ - ٦٠
تناقص تدريجى لمعدلات التهوية	مكسى	٥٠ - ٨٠	٨٥ - ٩٥	٠,٧ - ١,٠	٠,٢٥ - ٠,٥	٥ - ١٥	٠,٢ - ٠,٨	٤ - ٨	٠,٢ - ٠,٤	٠,٨	١٥٠٠ - ٣٠٠٠	٥٠ - ٨٠
تغذية مرحلية	مكسى	٥٠ - ٨٠	٨٥ - ٩٥	٠,٧ - ١,٠	٠,٢٥ - ٠,٧٥	٥ - ١٥	٠,٧ - ١,٠	٢ - ٤	٠,٢ - ٠,٤	٠,٨	٢٠٠٠ - ٣٠٠٠	٥٠ - ٨٠
التثبيت بالتلامس	مكسى	٥٠ - ٨٠ (٣)	٨٥ - ٩٥	٠,٧ - ١,٠	١ - ٠,٢٥	٥ - ١٥	١,٢ - ١,٥ (١) ١,٠ - ١,٥ (٢)	٢ - ٣ (١) ٣ - ٦ (٢)	٠,٢ - ٠,٥	٠,٨	١٠٠٠ - ٣٠٠٠ (٣) ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ (٣)	٥٠ - ٨٠ (٣)
الخلط التام	خلط تام	٥٠ - ٨٠	٨٥ - ٩٥	٠,٧ - ١,٠	١ - ٠,٢٥	٥ - ١٥	٠,٨ - ٢,٠	٣ - ٥	٠,٢ - ٠,٦	٠,٨	٢٠٠٠ - ٦٠٠٠	٥٠ - ٨٠
التهوية ذات المعدل السريع	مكسى	٢٥ - ٥٠	٦٠ - ٧٥	٠,٤ - ٠,٦	٠,١٥ - ٠,٥	٢ - ٤	١,٢ - ٢,٤	١,٥ - ٣	٠,٥ - ١,٥	٠,٨	٣٠٠ - ٨٠٠	٢٥ - ٥٠
تهوية ممتدة وقنوات الأكسدة	خط تام	١٠٠ - ١٤٠	٩٠ - ٩٨	٠,١ - ٠,٢	٠,٢٥ - ٠,٧٥	٢٠ - ٣٠	٠,٤ - ٠,٧	١٨ - ٣٦	٠,٠٥ - ٠,١	٠,٦ - ٠,٨	٢٠٠٠ - ٨٠٠٠	١٠٠ - ١٤٠

(١) حوض التهوية بالتلاس (٢) حوض تثبيت الحماة (٣) هذه الكمية تقسم بالتساوى على حوض التهوية بالتلاس وحوض تثبيت الحماة

٥- أحواض الترسيب النهائى

٥-١ الغرض من الوحده:

- ترسيب المواد الصلبه العالقه والتى تتكون فى المرشحات أو احواض تنشيط الحمأة .

يمكن تقسيم أحواض الترسيب الى نوعين :

أ- أحواض مستطيله

ب- أحواض دائرية

- يفضل استخدام الاحواض الدائريه وذلك لكبر التصرف الداخل الى أحواض الترسيب النهائى .

٥-٢ - مكونات الوحدة:

- كما فى أحواض الترسيب الابتدائيه .

٥-٣ أسس التصميم:

٥-٣-١-الأحواض المستطيله:

- الطول من ٢٥-٤٠ متر
- العرض من ٦ -١٠ متر
- عمق المياه من ٣ر٠٠ - ٥ر٣ متر
- مدة المكث من ١ز٥ - ٢ر٠٠ ساعة

- معدل التحميل السطحى :

أ - حالة حوض ترسيب نهائى بعد مرشح بيولوجى

معدل التحميل السطحى = ١٠ - ٢٥ م٣ / اليوم /م٢ فى حالة التصرف المتوسط

= من ٤٠-٥٠ م٣/ اليوم/م٢ فى حالة التصرف الأقصى.

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

ب- حالة حوض ترسيب نهائى بعد حوض تنشيط الحمأة لا يشمل نظام التهويه الممتدة)

عمق المياه = ٣ر٥ - ٤ر٥ متر .
مدة المكث = ٢ر٠ - ٣ر٠ ساعات .

معدل التحميل السطحى = ٢٥ - ٣٥ م٣ / اليوم/م٢ فى حالة التصرف المتوسط
= ٤٠ - ٥٠ م٣/ اليوم/م٢ فى حالة التصرف الأقصى

معدل التحميل على هدار المخرج يتراوح من ١٠٠ - ١٥٠ م٣ / يوم/ للمتر الطولى

٥-٣-٢- الأحواض الدائرية :

- عمق المياه من ٢ر٥ - ٤ر٥ م
- القطـــر من ٢٥ - ٤٠ م
- ميل القاع من ١٠/١ - ١٥/١ .
- معدل التحميل السطحى كما فى المستطيل .
- معدل التحميل على هدار المخرج كما فى المستطيل .
- مده المكث كما فى المستطيل .
- يلزم التحقق من مقدار التحميل السطحى بالمواد العالقة وتتبع العلاقة الآتية

$$\text{التحميل بالمواد العالقة (كجم /م٢/الساعة)} = \frac{\text{كمية المواد العالقة الكلية (مجم / لتر)}}{\text{معدل التحميل السطحى (م/الساعة) } (٢٤ \times ١٠^{٣})}$$

ويتراوح معدل التحميل بالمواد العالقة من :-
- ر٣ فى حالة التصرف المتوسط .
- ر ٨ فى حالة التصرف الأقصى .

ثالثاً: معالجة الحمأة *(Sludge Treatment)*

تمر عملية معالجة الحمأه بمراحل ثلاثة هى :
١- التركيز (Thickening)
٢- التثبيت (Stabilization).
٣- فصل المياه (Dewatering).

١- تركيز الحمأه (Thickening)

وهى عملية تهدف إلى إنقاص المحتوى المائى الموجود بالحمأه وزيادة تركيز المواد الصلبه بها مما يؤدى إلى إنقاص الحجم الكلى للحمأة قبل عملية التثبيت ونزح المياه منها وينتج عن ذلك نقص فى تكلفة عمليات التثبيث أن وجدت وفيما يلى إستعراض للطرق المستخدمة :-

١-١- أحواض تركيز الحمأه بالجاذبيه الأرضية (Thickeners)

وفى هذه الأحواض تستخدم أذرع لتقليب الحمأه ببطئ ينتج عنه فصل للمياه وزيادة تركيز الحمأه فى الجزء الأسفل من الحوض نتيجة أن الكثافة للحمأه أكبر من كثافة الماء ويتم نزح المياه الموجوده فى الجزء العلوى من الحوض وإعادتها الى مدخل المحطة والشكل رقم (٢-١٣) يوضح حوض تركيز الحمأه الميكانيكى .

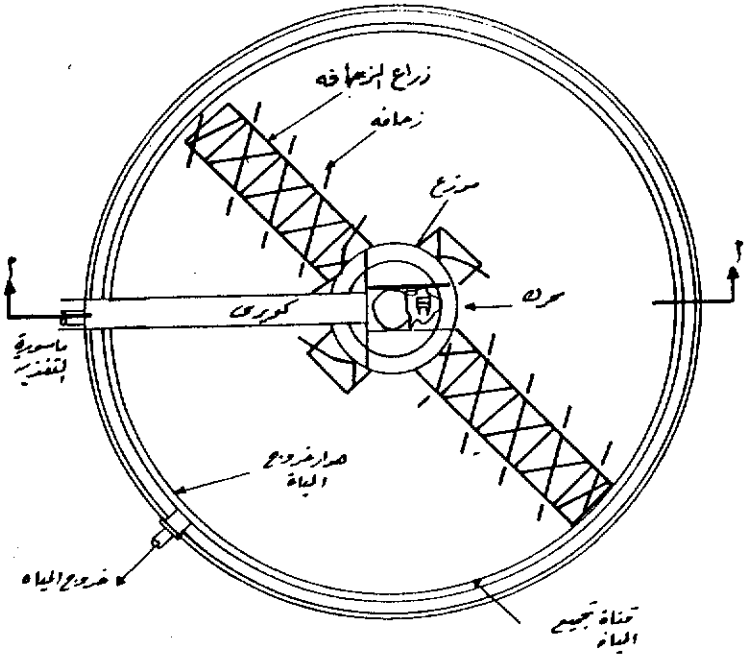
١-١-١- أسس التصميم لأحواض تركيز الحمأه بالجاذبية الأرضية (Thickners)

- مدة المكث :

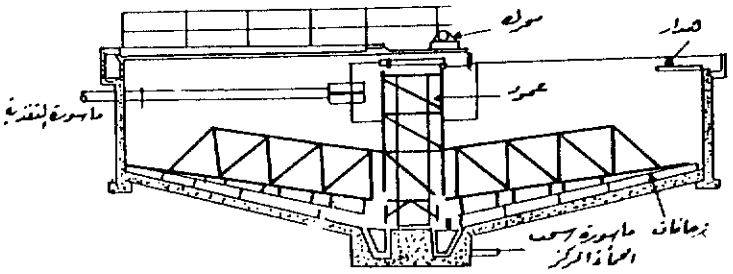
تتراوح بين ١ - ٢ يوم وتؤخذ ٥ر١ يوم وتتوقف على (Sludge Volume Ratio {SVR})

- معدل التحميل السطحى :

* حمأه مجمعة من أحواض ترسيب إبتدائى (٩٨ - ١٤٧) كجم مواد صلبة/م٢/يوم .
* حمأه مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات تلامس بيولوجية (٤٩ - ٥٩) كجم مواد صلبه/م٢/يوم .



مسقط أفقى



قطاع رأسى ٢-٢

شكل رقم (٢-١٣) : حوض تركيز الحمأه الميكانيكى

* حمأه مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٢٠ - ٣٠) كجم مواد صلبه / م٢/يوم .
* حمأه مجمعة من أحواض ترسيب إبتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٤٩ - ٥٩) كجم مواد صلبه /م٢/يوم .

- **سرعة دوران الأذرع :** تؤخذ بحيث لا تزيد السرعة الخطية عند محيط الحوض عن ٣م/ الدقيقة .
- **عمق المياه:** يتراوح من -٥ر٢ - ٥ر٣ م .
- **ميل أرضية الحوض :** ٦/١ أو ٤/١ .
- **ماسورة سحب الحمأه :** لا يقل قطرها عن ١٥٠ مم .

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

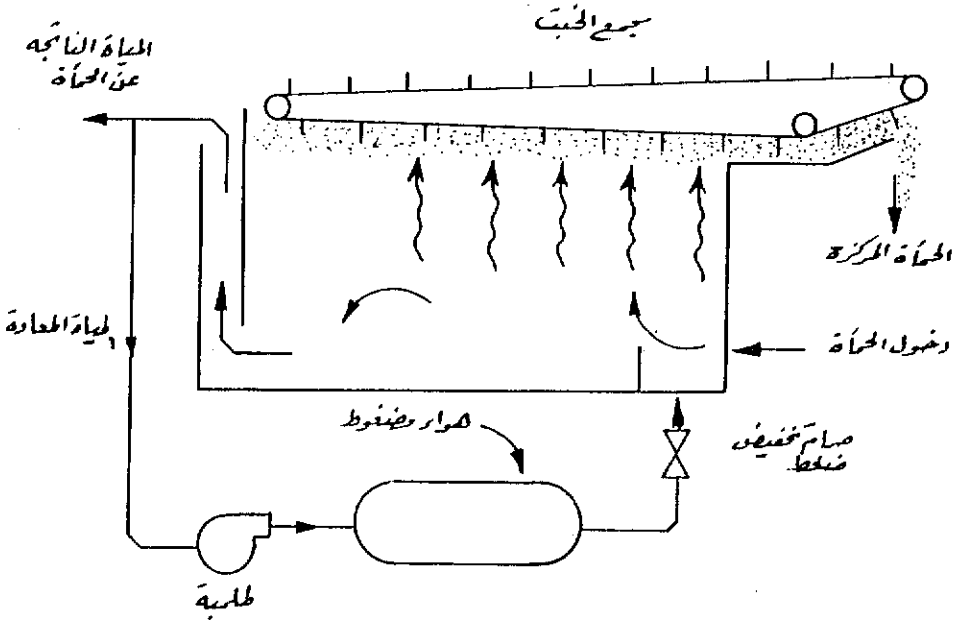
تستخدم هذه النوعيه من الخزانات في محطات المعالجة كبيره وينتج منها كمية من الحمأه كبيره ويتم فى هذه الخزانات إستخدام فقاقيع من الهواء بحجم معين والشكل رقم (٢-١٤) يوضح خطوات تشغيل نظام التعويم الهوائى .

١-٢-١ أسس التصميم:

- استخدام الهواء المضغوط يعرض جزء من الحمأه إلي ضغط يتراوح بين ٣-٥ كجم/ سم٢ .

ويراعى الآتى:

- خلط مياه من غرفة الضغط مع الحمأه الخام قبل إدخالها لأحواض التعويم الهوائى.
- بعد إدخال الحمأه لأحواض التعويم ونتيجة لتخفيف الضغط عليها تطفو المواد الصلبه العالقه نتيجه تشبعها بالهواء وقلة وزنها الحجمى وتكون الحمأه الطافيه التى يتم تجميعها باستخدام نظام لتجميع الخبث كما هو موضح بالرسم المرفق.
- يمكن تحسين كفاءة التشغيل لنظام التعويم الهوائى بإضافة المواد الكيميائيه مثل كبريتات الألومنيوم والبوليمرات التى تساعد على زياده كفاءه فصل المواد الصلبه والتى قد تصل نسبتها إلى ٩٠ - ٩٨ ٪ .



شكل رقم (٢-١٤) : تركيز الحمأة بالطفو بواسطة دفع الهواء

٢ - التثبيت اللاهوائى (التخمير اللاهوائى):

تعرف عملية التخمير اللاهوائى بأنها عملية تثبيت وأكسده للمواد العضوية فى الحمأه بمعزل عن الأكسجين . وخلال عملية التخمير يتم تجميع المواد العضوية الصلبه وتحويلها إلى صوره سائله ويلى ذلك تفاعل المركبات العضويه الذائبه وتحولها إلى غازات وينتج عن هذه المجموعه من التفاعلات حمأه مثبته ذات تركيز عالي في المواد غير العضوية ، ولا يتم تثبيت كل المواد العضويه فى خلال عمليات التفاعل وذلك نظراً لوجود بعض المواد العضوية المعقده والتى يصعب تحليلها .

وتنقسم أنواع المخمرات الى نوعين :

٢-١- مخمر الحمأه التقليدى:

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

- طبقه المياه الرائقه السطحيه .
- طبقه حمأه في حالة تخمير نشطه .
- طبقه حمأه تم تخميرها .

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

٢-١-١ اسس التصميم:

يتم حساب حجم المخمر بإستخدام المعادلة الأتية :

$$V = V_f - {}^{2}/_{3} \ (V_f - V_{c_l}) \ T_l$$

حيث

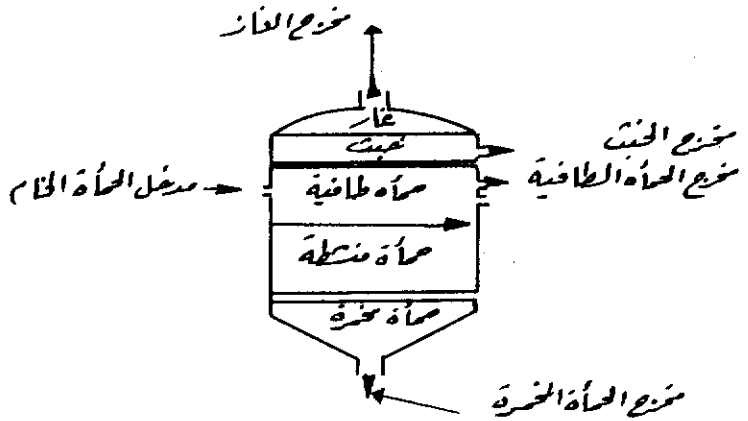
V = حجم المخمر (م٣)

V_f = حجم الحمأه المضافه يومياً (م٣ / اليوم)

V_{c_l} = حجم الحمأه المسحوبه يومياً (م٣ / اليوم)

T_l = زمن الهضم من ٢٠ -٢٥ (يوم)

ويمكن تخمير الحمأه فى النظام ذو المرحله الواحده وتستخدم القيم الموضحه فيما يلى للتأكد من صحة حسابات حجم المخمر :



شكل (٢-١٥): مخمر الحمأة التقليدى

الحجم المفروض لكل نسمة :

أ - الحمأه من أحواض الترسيب الابتدائية ٠ر٥ - ٠ر٧٥ م٣ .

ب - خليط الحمأه الإبتدائية والبيولوجيه ١ر - ١٥ر م٣ .

- معامل التحميل :

- الحمأه من أحواض الترسيب الابتدائية أو الحمأه المجمعه من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية ٣ر - ٧٥ر كجم /م٣ /يوم .

٢-٢- مخمر الحمأه ذو المعدل السريع :

تضاف الحمأه للمخمر ذو المعدل السريع بشكل مستمر ويتم خلطها جيداً بطرق ميكانيكية أو عن طريق اعادة جزء من الغاز الناتج عن عملية التخمير بعد ضغطه . ويتم تسخين المخمر لجعله يعمل بأقصى كفاءه فى ظروف البكتريا متوسطه الحراره (البكتريا فيزوفيلك) (١٠ - ٤٠ م٥) .

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

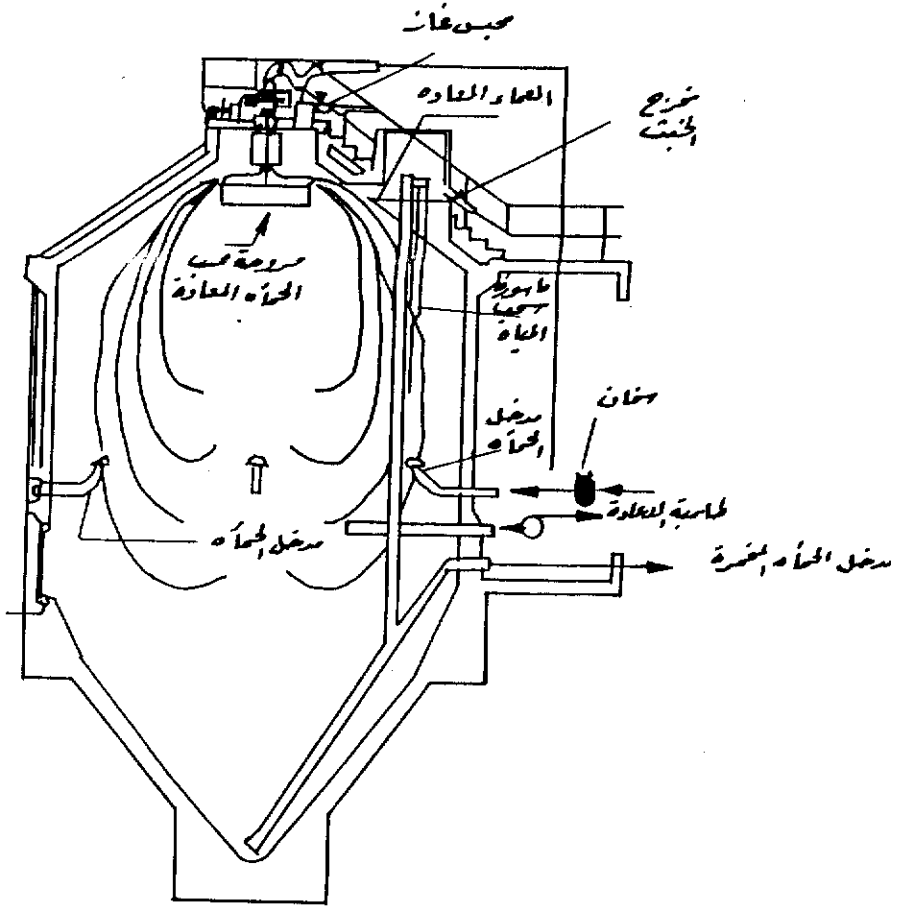
ونتيجة لمزج وخلط محتويات المخمر بصوره مستمره تتلاشى الطبقات المختلفة فى المخمر مثل :

- طبقة المياه السطحية .

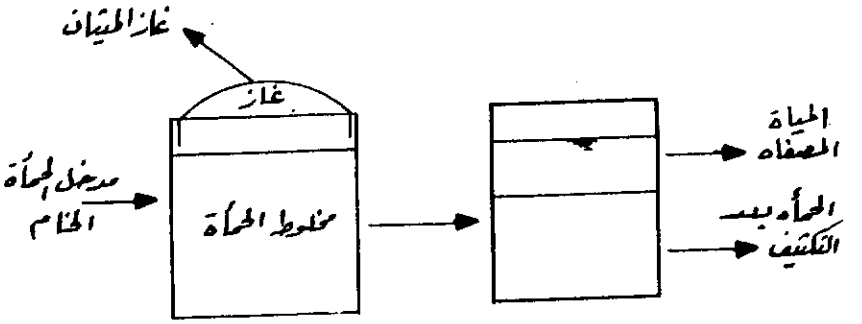
- طبقات الحمأه غير النشطه .

ويمكن خفض زمن البقاء بدرجة كبيره من خلال تكثيف الحمأه وزياده نسبة المواد الصلبه بها إلى ٦٪ وفى هذه الحاله يقل زمن البقاء إلى ١٠ - ١٥ يوم .

ويشمل تصميم مخمر المعدل السريع ذو المرحلتين شكل رقم (٢-١٧) بحيث يمكن لكل مرحله استيعاب الحمأه الناتجه من تصرف قدره ٢٠ الف م٣ / يوم من مياه الصرف الصحى الخام .



شكل رقم (٢-١٦) : مكونات مخمر الحمأه ذو المعدل العالى



شكل (٢-١٧): مخمر الحمأة اللاهوائى ذو المرحلتين

٢-٢-١- اسس التصميم:-

حجم المخمر :

$$V1 = V_f - T_h.$$

$$V11 = V_f + {}^{2}/_{3}\ (V_f - V_d)\ T.$$

حيـــــث

V1 = حجم مخمر المرحله الأولى (م٣)

V11 = حجم مخمر المرحله الثانية (م٣)

V_f = حجم الحمأه المضافه يومياً (م٣ /اليوم)

V_d = حجم الحمأه المحسوبه يومياً (م٣/اليوم)

T = (مدة المكث فى المرحلة الثانية (عادة حوالي ١٠ يوم)

T_h = مدة المكث فى مخمر المرحله الأولى من ١٠ – ١٥ يوم)

– ويستخدم الشكل التقليدى للمخمر الدائرى بأقطار تتراوح بين (٦–٥٥م) .
وذلك لمحطات المعالجة سعة ٤٠٠٠ م٣ / يوم فأقل أما محطات المعالجة ذات سعة اكبر من ٤٠٠٠ م٣/يوم تزود بمخمرين ذو المرحلة الواحده كل منها بسعة تسمح بمعالجة الحمأه الناتجه من ٣٠٠٠ م٣/ يوم من مياه الصرف الصحى الخام على الأكثر .

و يصمم مخمر الحمأه ذو المعدل العالى علي مرحلتين ، يمكن لكل مرحله أن تستوعب الحمأه الناتجه من تصرف ٢٠ر٠٠٠ م٣/يوم من مياه الصرف الصحى الخام .

– عمق المياه فى حدود من ٤ر٥ –٦ م ويجب الا يزيد هذا العمق عن ٩ م ويحدد إرتفاع المخمر فوق سطح المياه وحتى غطاء الخزان بمعرفة ما يلى :

– شكل ونوع غطاء الخزان .

– أعلى ضغط للغاز المتجمع فوق سطح المياه .

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

- بقدر معدل الانتاج اليومى للغاز بمتوسط قدره ٩ر- م٣/كجم من المواد العضويه الطياره المتحلله .

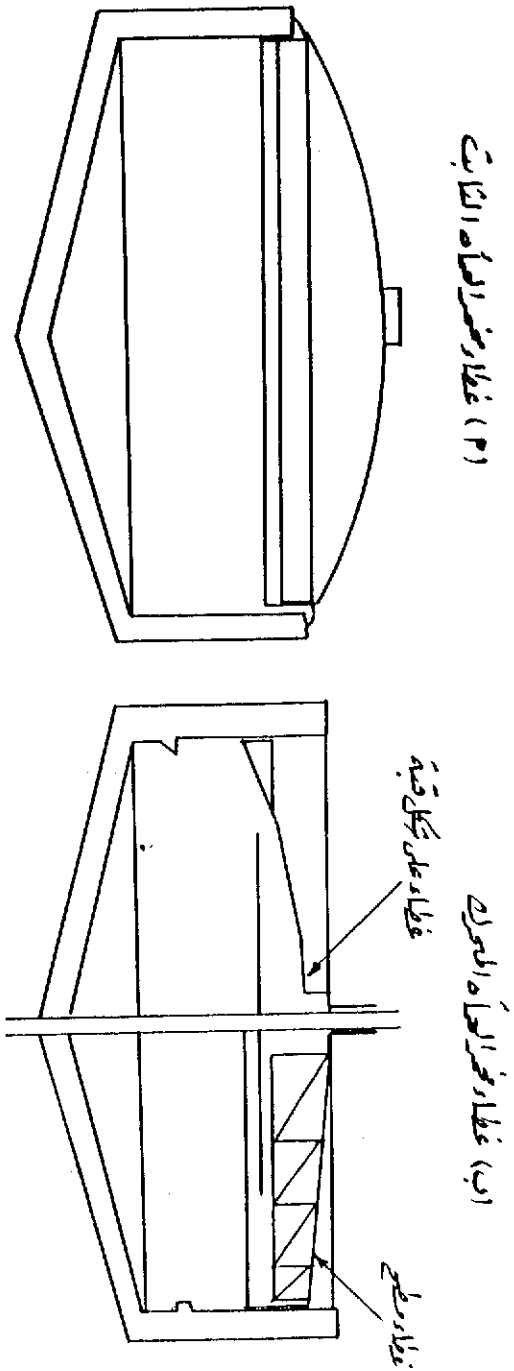
- يصمم قاع المخمر بشكل مائل بحيث لا تقل نسبة الميل عن ١ :١٢ وذلك لتسهيل سحب الحمأه .

- 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 ٢ر١ - ٢ م ويتم سحب الغاز المنتج من فتحات خروج مركبه علي مسافه ١ م من سطح المياه ويزود غطاء المخمر بعدد من فتحات الصيانه والتى لا تقل عن فتحتين ويجب الا يقل قطر الفتحه عن ٧٥ر٠ م وذلك لتسهيل أعمال الصيانه .

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

- قطر مواسير نقل الحمأه لا تقل عن ٢٠٠ مم وتتراوح السرعه الحمأه فى المواسير بين ٥ر١ - ٥ر٢ متر/ثانية .

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



(أ) غطاء مخمر الحمأه الثابت

(ب) غطاء مخمر الحمأه المتحرك

شكل (٢-١٨): غطاء مخمر الحمأه الثابت والمتحرك

٢-٣- مخمر الحماة الهوائى:

ويطبق عادة عند إستخدام نظام الحمأه المنشطه فى المعالجه البيولوجيه (استخدام الحمأه المخلوطه من أحواض الترسيب الابتدائيه والنهائيه أو الحمأه الناتجه من احواض الترسيب النهائيه فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأه الناتجه من أحواض الترسيب الابتدائيه فقط ويستخدم فى علمية التخمير نظام تهويه مضغوط والشكل رقم (٢-١٩) يوضح مخمر الحمأه الهوائى.

٢-٣-١ أسس التصميم:

- معدل التحميل السطحى : ٤-٦ م٣ / م٢ / يوم .
- عمق الحمأة بالخزان : ٣-٦ متر .
- مده المكث :

١٠ -١٢ يوم عند درجة حراره ٢٠ م ه .

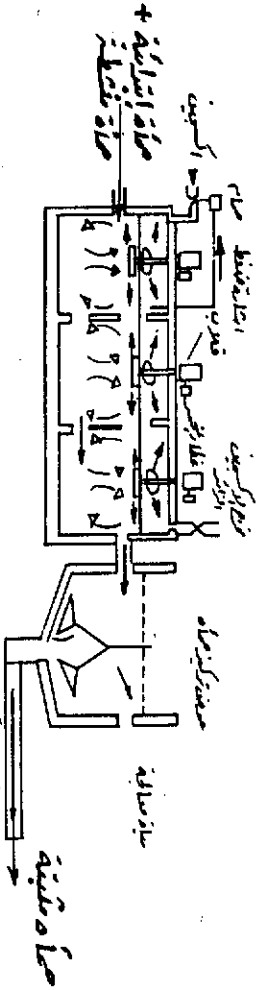
٢٠-٣٠ يوم عند درجة حرارة ١٠ م ه .

- كمية المواد العضويه الطياره التى سوف يتم تثبيتها = ٣٥ - ٤٥ ٪
- كمية الأكسجين المستهلك = ١ر٧ - ١ر٩ جم / جم أكسجين لكل جرام مواد عضوية مثبتة .
- معدل الطاقة المستخدم لتوليد الهواء = ٢١ - ٣٢ كيلو وات / م٣ (حمأه معالجه)
- تركيز الأكسجين بمكونات المخمر = (١ -٢) مجم/لتر .

٣- فصل المياه من الحماة (Sludge Dewatering)

تحتوى الحمأه المخمره على نسبة مياه تصل إلى حوالى ٩٠ ٪ وتشكل المواد الصلبه حوالى ١٠ ٪ لذلك تستخدم طرق أخرى لفصل كمية اكبر من المياه وزياده تركيز الحمأه .

وتستخدم أحواض الرمال كطريقه لتجفيف الحمأه ويؤثر تواجد الشحوم والمواد الزيتية على كفاءه هذه العمليه ، وفى حالة عدم توفر المساحه اللازمه لإنشاء أحواض التجفيف يجب تجهيز الحمأه كيميائياً وحرارياً ثم يتم فصل المياه منها باستخدام الطرق الميكانيكية مثل مرشحات التفريغ الهوائى ونظام الطرد المركزى .



شكل رقم (٢-١٩) : مخمر حماه منشطة معالجه بواسطة التثبيت الهوائى للحماه

هذا مع العلم أن الظروف المناخيه فى أنحاء البلاد تلائم نظام أحواض التجفيف والتى يمكن تشغيلها بصوره إقتصادية عند توافر الارض اللازمه لانشائها .

٣-١ أحواض تجفيف الحمأه:

يتم تجفيف الحمأه فى هذه الطريقه بطريقة الغمر بتوزيعها على أحواض بها طبقه من الزلط والرمال وينشأ عن ذلك تسرب المياه الموجوده فى الحمأه خلال الطبقه الرمليه بالإضافة إلى البخر والشكل رقم (٢-٢٠) يوضح أحواض تجفيف الحمأة.

٣-١-١ مكونات الوحدة:-

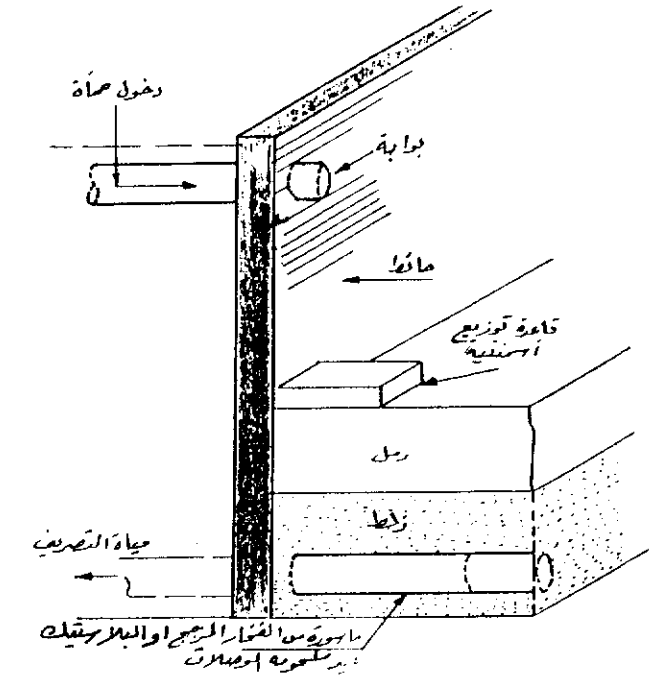
- طبقه الزلط : يبلغ عمق طبقه الزلط من ١٥ - ٣٠ سم ويكون الزلط متساوى الحجم من ٣ - ٦مم ويوزع الزلط فوق شبكه تصريف المياه بارتفاع لا يزيد عن ١٥ سم للطبقة الواحدة .

- طبقه الرمل : يجب أن تكون طبقه الرمل نظيفه ويكون متوسط حجم حبيباته من (٥ر٠ - ٧٥ر مم) ويتراوح عمق الطبقه الرمليه حوالى ١٥ - ٣٠ سم ويجب تسوية السطح العلوى للطبقه الرمليه .

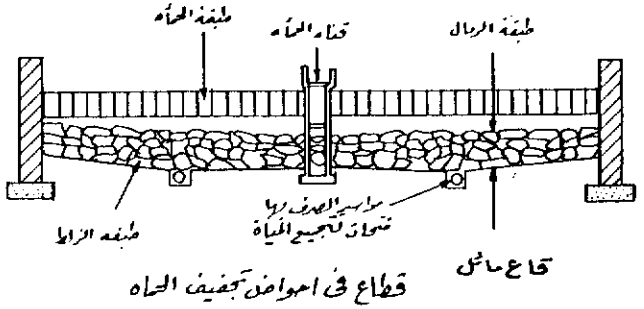
- شبكة الصرف : تنشأ شبكه الصرف من مواسير الفخار المزجج أو البلاستيك مع ترك الوصلات غير ملحومه وتكون ذات قطر يتراوح من ١٠٠ مم - ١٥٠ مم وتوضع هذه المواسير على مسافات متباعده لا تزيد عن ٦ م .

- حوائط الأحواض : تنشأ حوائط الحوض من الطوب آو الخرسانة بإرتفاع ٤٠ سم علي الأقل فوق سطح الرمل .

- قاع الأحواض : ينفذ قاع الأحواض من طبقة من الخرسانة العادية فى حالة وجود مياه الرشح قريبة من منسوب سطح الأحواض وفى حالة كون مياه الرشح بعيدة عن سطح الأحواض يكتفى بوضع طبقة من التربة غير المنفذة فى قاع الأحواض .



٢- مجسم لحوض تجفيف الحمأه



قطاع فى احواض تجفيف الحماه

شكل (٢-٢٠) : أحواض تجفيف الحمأة

٣-١-٢ أسس 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 الإبتدائية .

٣-٢ فصل المياه بإستخدام المعدات الميكانيكية

. (Mechanical Dewatering)

عند إستخدام المعدات الميكانيكية لفصل المياه من الحمأة لابد من إستخدام المواد المروبة (Coagulants) سواء كانت بوليمرية أو كيماوية .

ويستخدم لذلك عده طرق منها :-

١- مرشحات الحمأه التى تعمل بالتفريغ .

٢- مرشحات الحمأه التى تعمل بالضغط . (Filter pressing)

٣- جهاز الطرد المركزى . (Centrifugal)

٣-٢-١- مرشحات الحماه التى تعمل بالتفريغ: (Belt Pressing)

تتكون من اسطوانه دواره مركب عليها وسط ترشيحى (Belt) يتم تصنيعه من إحدى المواد الآتية :

- الصوف - التيل - اللباد - الألياف الصناعية - البلاستيك .
- شبكة من الصلب الغير قابل للصدأ

- لفائف من البايات الصلب الغير قابل للصدأ .

بالإضافة إلى الأجزاء الأتية :-

- مضخات التفريغ الهوائى .
- مضخات المياه المرشحه .
- مصائد الرطوبه .
- خزان المياه المرشحه .
- سير دوار لنقل الحمأه بعد فصل المياه منها .
- شبكة مواسير وصمامات لنقل الحمأه والمياه المرشحه .

٣-٢-١-١ أسس التصميم:

أ- معدل الترشيح :-

- ١٠ كجم /م٢ / ساعه لفصل الحمأه المخمره .
- ٥٠ كجم / م٢ / ساعه لفصل حمأه احواض الترسيب الإبتدائى .

وعادة يستخدم معدل ترشيح يساوى ١٥ كجم / م٢ / ساعه .

ب- سرعة الاسطوانة :-

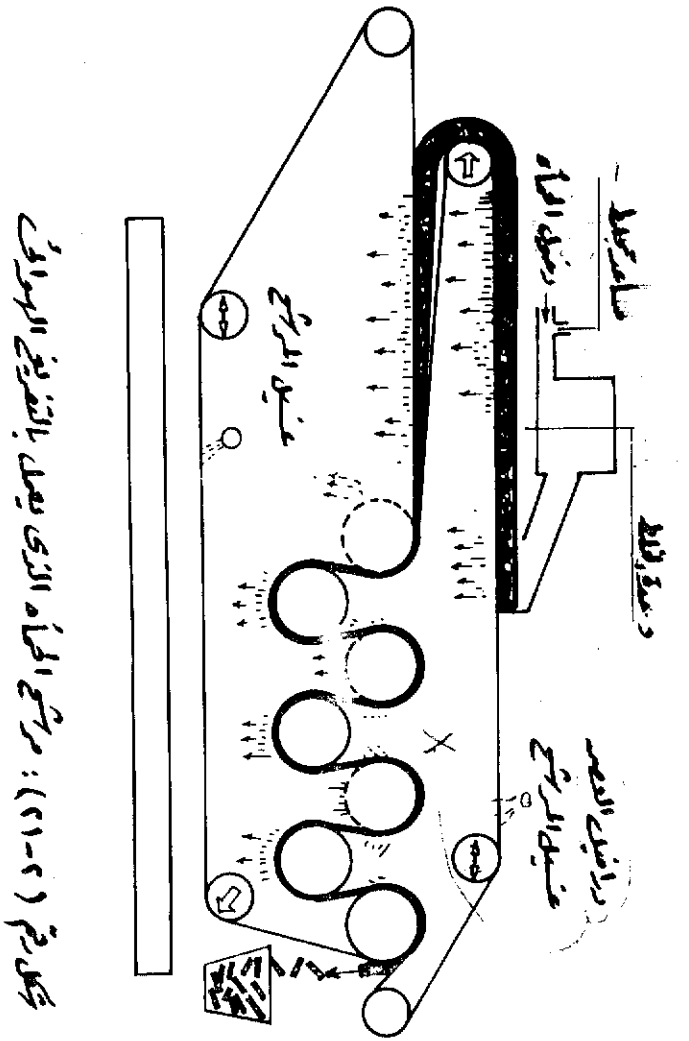
- (٧-٤٠) لفه / ساعه .
- ضغط التفريغ = ٥٠٠ - ٦٥٠ مم زئبق .
- عدد ساعات التشغيل :

* ٣٠ ساعه / اسبوع فى محطات المعالجة الصغيره < ٥٠٠٠ م٣ /يوم .
* ٢٠ ساعه / يوم فى المحطات الكبيره .

- نسبة الرطوبه فى الحمأه المرشحه :

* ٨٠ ٪ في الحمأه الخام .
* ٧٠ ٪ فى الحمأه المخمره من أحواض الترسيب الابتدائية

والشكل رقم (٢-٢١) يبين مرشح الحمأه الذي يعمل بتفريغ الهواء .



شكل رقم (٢-٢١) : مرشح الحماه الذى يعمل بالتفريغ الهوائى

٣-٢-٢ مرشحات الحماه التى تعمل بالضغط (Filter Pressing)

٣-٢-٢-١ مكونات الوحدة:

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

٣-٢-٢-٢ أسس التصميم:

- يعمل المرشح تحت ضغط يساوى ٤-١٢ كجم /سم٢ .
- زمن التشغيل ١-٣ ساعه .
- نسبة الرطوبة بعد الترشيح ٥٥ - ٧٠ ٪ .

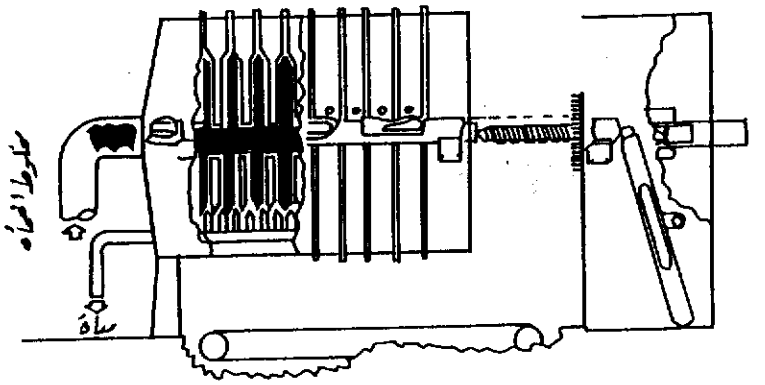
والشكل رقم (٢-٢٢) يبين مرشح الحمأه الذى يعمل بالضغط .

٣-٢-٣ جهاز الطرد المركزى (Centrifuge)

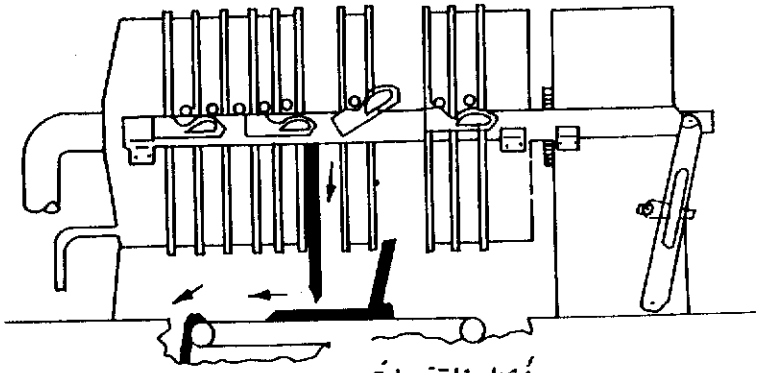
يستخدم جهاز الطرد المركزى بكفاءه لتخفيض نسبة الرطوبة فى الحمأه الي ٧٠ ٪ وتحتوى المياه المرشحه من أجهزه الطرد المركزي على نسبة عالية من المواد الصلبه تزيد عن نسبة المواد الصلبه فى مياه الترشيح من أحواض التجفيف .

وينجم عن إعاده مياه الترشيح من نظام الطرد المركزى الى وحدات المعالجة الابتدائية زيادة في تركيز المواد الصلبه العالقه فى أحواض الترسيب الإبتدائية وبالتالى يتسبب فى زيادة تركيزها أيضاً فى المياه المعالجة .

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

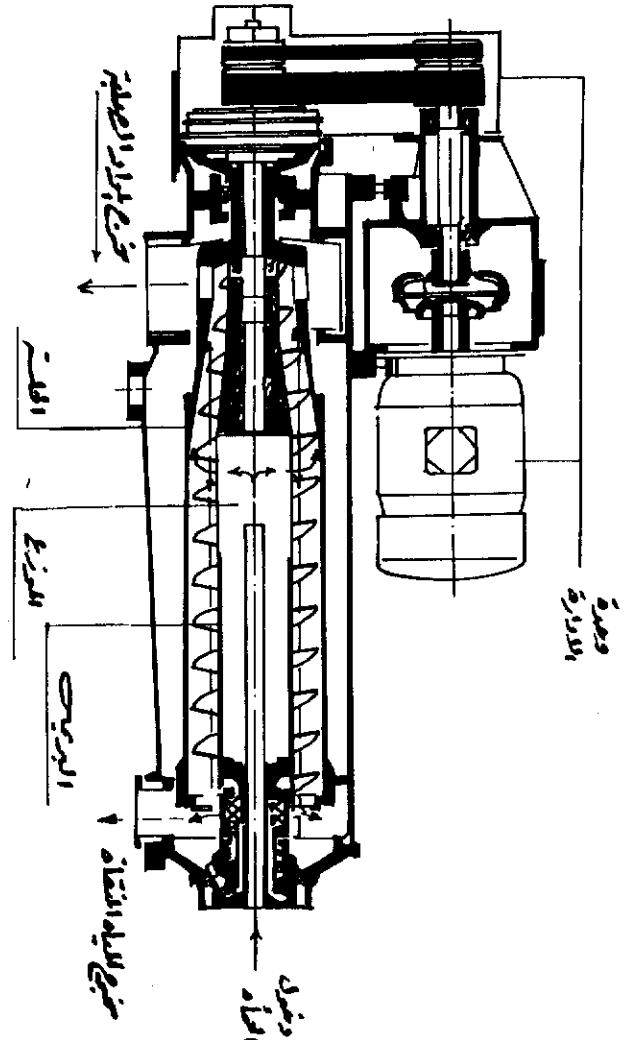


أثناء التشغيل (كبس الحمأه)



أثناء التفريغ

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



شكل رقم (٢-٢٣): أنظمة تركيب الحمأه بالمخلم قرص لطرد المركزي

رابعاً: بحيرات الأكسدة *Stabilization Ponds*

١- الغرض من الوحدة

تتم معالجة المخلفات السائلة فى هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك تقوم به الطحالب والبكتريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلا فى المخلفات السائلة حيث تستخدم البكتريا الهوائية الإكسجين الذائب فى المياه لأكسدة المواد العضوية وينتج من هذه الأكسدة مواد عضوية مثبته وثانى أكسيد الكربون،، والطحالب بدورها تستخدم ثانى أكسيد الكربون مع بعض الأملاح فى تخليقها الضوئى بمساعدة أشعة الشمس وتعطى أكسجين وهو من إحتياجات البكتريا.

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

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

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

بالإكسجين 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.

٢- البحيرات اللاهوائية Anaerobic Ponds

لاتعتمد على الطحالب وتنشأ قبل البحيرات الهوائية واللاهوائية لخفض تركيز الأكسوجين 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 لاتتحول البحيرات الي هوائية لاهوائية ، وفى هذه البحيرات يزيد نشاط البكتريا الهوائية وينتج من تحليل المواد العضوية بالقاع غاز الميثان وثانى أكسيد الكربون التى تساعد على تحريك ومزج الرواسب الأأن هذه الغازات تحمل معها لسطح البحيرات المواد المترسبة والتي يحتمل هروبها مع المياة الخارجة من البحيرات وكذلك تتكون طبقة من المواد الطافية على سطح البحيرة تكون مصدر للذباب والروائح الكريهة.

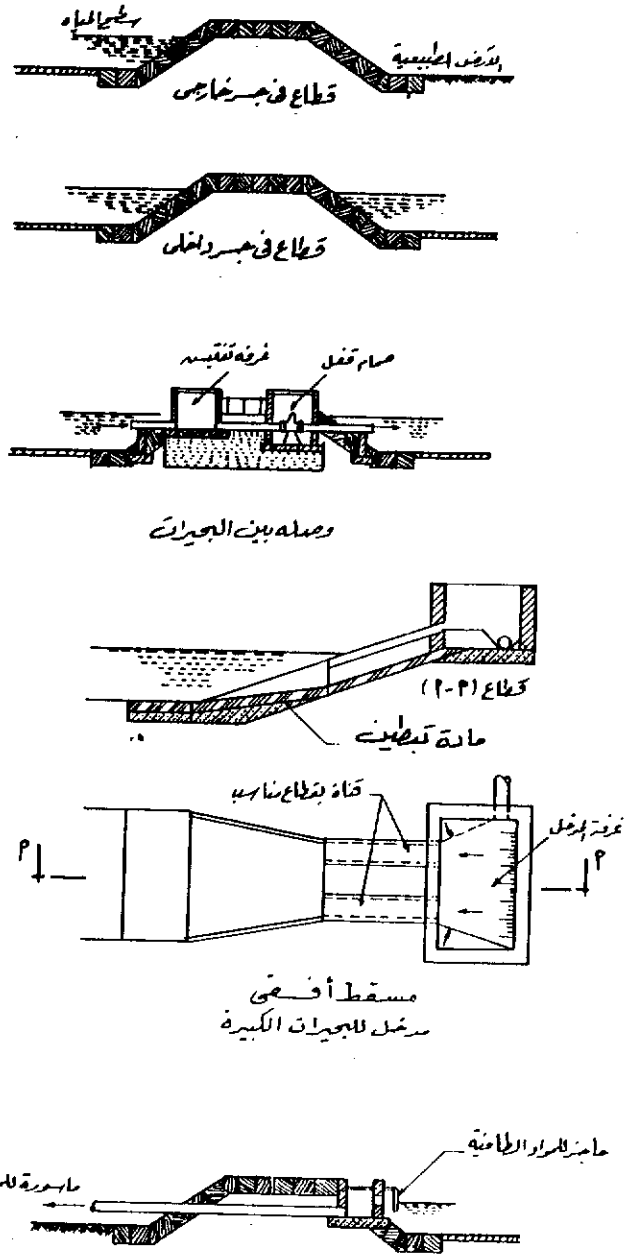
٣- بحيرات أكسدة هوائية لاهوائية (إختيارية) Facultative Ponds

تنشأ هذه البحيرات بعمق يتراوح بين ١ الى ٢ متر ويؤخذ عادة ١ر٥ متر وبمساحة كبيرة تسمح ببقاء المياه فيها لعدة أيام يتم خلالها أكسدة للمواد العضوية تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة وتساعد فيها الخلايا الطحلبية التى تمد الطبقات العليا للمياه بالأكسجين بالإستعانة بأشاعة الشمس وهو مايسمى بالتمثيل الكلوروفيلى .

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة البكتريا الى مواد غير عضوية مثبته 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 فتنمو الطحالب التى تعطى أكسجينا ذائبا فى هذه المنطقة.

٤- بحيرات النضج (إتمام الاكسدة) Maturation Ponds

وتستخدم هذه البحيرات لتحسين خواص المخلفات من الناحية البكتريولوجية والكيميائية وخاصة البكتريا الضارة والفيروسات الموجودة بالمخلفات السائلة وتتراوح عمق المياه بها من ١ - ٥ر١ متر حيث أن معدل القضاء على البكتريا الضارة يكون أكبر فى العمق الأصغر نظرا لفاعلية الشمس ومدة المكث بها حوالى ٧ أيام وتكون عبارة عن ثلاثة وحدات مدة المكث فى كل وحدة يومين.



شكل رقم (٢-٢٤) : تفاصيل بحيرات الأكسدة

٥- مكونات وأسس تصمم بحيرات الاكسدة

٥-١ بحيرات الاكسدة اللا هوائية : Anaerobic ponds

- مدة المكث فى بحيرة الأكسدة اللاهوائية تتراوح من ٣ر٠٠ يوما الى ٤ر٠٠ يوما.
- معدل إزالة المواد العضوية :(BOD5)

١ر٠٠ يوما نسبة ٥٠٪

٢ر٥٠ يوما نسبة ٦٠٪

٥ر٠٠ يوما نسبة ٧٠٪

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

- عمق المياه فى بحيرة الأكسدة اللا هوائية يتراوح من ٢ر٥٠ مترا الى ٥ر٠٠ مترا أعلى من ٢٠ م . ويتوقف ذلك على مساحة الأرض المتاحة لذلك كما يلزم إضافة عمق آخر للرواسب.
- الحمل العضوى (B.O.D5) يتراوح من ١٢٥ر. كيلوجرا للمتر المكعب فى اليوم الى ٣ر. كيلوجرام للمتر المكعب فى اليوم .
- فى حالة زيادة الحمل العضوى عن ٤٠ر. كيلوجرام (B.O.D5) للمتر المكعب فى اليوم تظهر الروائح الكريهة.

معدل تجميع الرواسب يتراوح من ٣٠ر. متر مكعب للشخص فى السنة الى ٤٠ر. متر مكعب للشخص فى السنة.

- كما يلزم تفريغ بحيرة الأكسدة اللاهوائية من الرواسب عندما يبلغ عمق هذه الرواسب حوالى 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 ١ر٥ أو ٢ر٠٠ أو ٣ر٠٠ أو ٤ر٠٠ الى ١ر٠٠ كما تعمل بلاطة خرسانية على الجوانب عند سطح المياه لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح ، ولعدم نمو الأعشاب والحشائش ولعدم وجود الباعوض.
- يتم تبطين الجوانب بإستخدام ألواح البولى إيثيلين أو الدبش ، أو الخرسانة العادية ، أو بلاطات خرسانية.
- يتم تبطين القاع عندما تثبت التجارب أن ذرات التربة خشنة أما فى الحالة العادية فإن المواد الصلبة تقفل مسام التربة.

ويكون تبطين القاع فى حالة الإحتياج إليه من الآتى :

* ١٠ سنتيمترا من الطين المضغوط.
* أو من ألواح البولى ايثيلن أو الڤينيل .
* أو خليط روبة مع الأسمنت.

- تكون الجسور أعلى من سطح المياه بمقدار حوالى ١ر٠٠ مترا لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح.
- فى حالة عمل هدارات بين البحيرات يكون عرض الهدار حوالى ٣ر٠٠ مترا.

٥-٢- بحيرات الاكسدة الإختيارية Facultative Ponds

- هى بحيرات الأكسدة الهوائية - اللاهوائية.
- يلزم أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ٢ : ١ الى ٣ : ١ .
- عمق المياه فى بحيرة الأكسدة الإختيارية يتراوح من ١ر٥٠ مترا الى ٢ر٠٠ مترا.
- الحمل العضوى (B.O.D 5) يتراوح من ٢٠٠ كيلوجرام للهكتار فى اليوم الى ٣٠٠ كيلو جرام للهكتار فى اليوم .

- 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

$Ls = 8 \times 1.054^{T}$ (1)

Ls = permissible load of $B.O.D_5$ kg/hectare / day

T = temperature in (F^o)

$t = 10 \times D \frac{Li}{Ls}$ (11)

Where :

t = detention time in days

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

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

D = depth of water in pond in metres

Another Modified Formula :

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

where :

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

T = Temperature in (°C)

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

Design Based on Mean Temperature of Coldest Month :

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

Where :

A = Area in m^2

Q = m^3 Per day

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

Le = $B.O.D_5$ effluent

T = Mean temperature of coldest month in ^oC

D = depth of water in pond in metres

2- Empirical Method:

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

Where :

A = area m^2

Li = $B.O.d_5$ mg/litre

Q = daily flow m3/day

T = temperature in (^oF)

(average of coldest month)

3- Indian method :

$\lambda s = 375 - 6.25\ L$

Where :

λs = Load in Kg/hectare

L = Latitude of the place in degrees

Temperature	T by (1)	T by (II	
	I st Formula	2nd Foemula	
^oC	^oF		
15	59	27	24
20	68	17	19
25	77	10	15

٣-٥ بحيرات إتمام الاكسدة Maturation ponds

- تستعمل برك الإنضاج لإزالة العوامل الممرضة كبعض أنواع الجراثيم والعفن fungi والحيوانات وحيدة الخلية protozoa والفيروسات . وكذلك لابد من استخدامها عند رستعمال 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 بإستخدام المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{العدد الجرثومى بعد مدة المكث باليوم}}{\text{العدد الجرثومى فى التصرفات الداخلة}} = \frac{1}{(\text{ثابت التلاشى } k \times \text{مدة المكث} + 1)^n}$$

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

حيث :

N_I : العدد الجرثومى فى التصرفات الداخلة .

N_E : العدد الجرثومى فى التصرفات الخارجة بعد مدة المكث باليوم .

k : ثابت تلاشى أو فناء الكائنات فى اليوم .

R : مدة المكث باليوم .

n : عدد البحيرات على التوالى .

كيفية إختيار قيم العوامل التصميمية لبرك الإنضاج :

N_I : يقدر العدد الأكثر إحتمالاً لمجموعة القولونيات البرازية التى يعتمد أساساً عليها فى تصميم برك الإنضاج فى التصرفات الداخلة بمقدار ٢ر٤ × ١٠^٨ بكتريا قولونية (E - coli) لكل ١٠٠ ملليمتروبينما تكون إزالة القولونيات فى البرك اللاهوائية لا تذكر ، وتكون الإزالة فى البرك الإختبارية ٩٩٪ ، ويكون البخر ١٠٪ من حجم المياه فى البركة الإختيارية فيبقى ٩٠٪ ، وبهذا تكون القولونيات الداخلة للبركة الأولى من برك الإنضاج طبقاً للآتى :

٢ر٤ × ١٠^٨ × (١-٩٩ر) / ٩ر = ٤ر٧ × ١٠^٦ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

يؤخذ N_I يساوى ٤ر٧ × ١٠^٦ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر.

NE : تؤخذ أقل من ٢ × ١٠^٣ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .

وتتوقف على دراسة إعادة استخدام السيب الخارج من البرك .

k' : عندما تكون مجموعة القولونيات البرازية هى أساس التصميم فيؤخذ ثابت التلاشى = -ر٢ وهذا المعامل يعتمد على درجة الحرارة وهذه القيمة تؤخذ عند تصميم البرك عند $T - 20^o$ وعند تغيير درجة الحرارة تطبق المعادلة الآتية :

$$\text{معامل درجة الحرارة } (T - ٢٠)^\circ \text{س} = \frac{\text{ثابت التلاشى عند درجة حرارة } {}^oT}{\text{ثابت التلاشى عند درجة حرارة ٢٠° س}}$$

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

وتؤخذ θ = ١ر٠٧ .

R : مدة المكث باليوم وتؤخذ ما بين ثلاثة وعشرة أيام وفى 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 التصرفات الخارجة بعد مدة المكث بأقل من ٢× ١٠^٣ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .

ويحسب حجم البركة بضرب مدة المكث فى التصرف ويتم تكرار عدد البرك على التوالى حسب عدد البرك المختار .

ملحوظـة :

١ - يؤخذ عمق المياه للبرك الإنضاج يساوى واحد متراً .

٢ - عند الأخـذ فى الاعتبـار أن العـدد الجرثومـى المحتمـل فى التصرفات الداخلة

= ٤ر٧ × ١٠^٦ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر .

وكذلك العدد الجرثومى فى التصرفات الخارجة

< ٢ × ١٠^٣ بكتريا قولونية / ١٠٠ ملليمتر

يتم اختيار مدة المكث (R) وعدد البرك (n) طبقاً للجدول التالى :

عدد البرك (n)	١	٢	٣	٤	٥
مدة المكث (R) (اليوم)	١١٧٥	٢٣ر٧	٦ر١٥	٢ر٩٨	١ر٩٦

٢ - التصميم الميكانيكى

٢- التصميم الميكانيكي

٢-١ المصافى الميكانيكية

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

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

٢-١-١ اسس التصميم

هناك عوامل اساسية يجب مراعاتها قبل إختيار نوع وتصميم المصافى الميكانيكية وهى:

- تحديد عمق مجرى التصفية وعرضها وأقصى منسوب للمياه داخل المجرى .
- تحديد كميات التصرف الواردة للمصافى (تصرفات الذروة)
- تحديد مناسيب التشغيل والايقاف للمصافى

ويحدد نوع المصافى المستخدمة (تبعاً لوضع القضبان) وطبقاً لعمق مجرى التصفية .

٢-١-٢ انواع المصافى الميكانيكية

تنقسم المصافى الميكانيكية المستخدمة فى محطات المعالجة إلى نوعين رئيسيين وهما :

١ - المصافى الرأسية القضبان Vertical - bar Screens وتستخدم فى قنوات التصفية العميقة .

٢ - المصافى المقوسة القضبان Curved - bar Screens وتستخدم فى قنوات التصفية قليلة ومتوسطة العمق .

ويتفرع كلا من النوعين السابقين إلى عدة أنواع تبعا لنظام حركة مجموعة التنظيف .

٢-١-٣ التصميم الميكانيكى والكهربائى للمصافى

٢-١-٣-١ يجب توافر الشروط الاتية 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 والتى تستخدم عند مدخل محطات الرفع .**
- **يعمل مشط التنظيف للمصفاه Screen Rake تحت تأثير دفع هيدروليكى أو قوة زنبركية لضمان ثبات المشط داخل القضبان أثناء العمل .**
- **تكون قضبان المصفاه ذات مسافات بينية ثابتة (تحددطبقا للتصميم الهيدروليكى) ويتم إحكام المسافات بينها داخل إطار لتسهيل الفك والتركيب لهذه القضبان كجزء واحد .**
- يجب أن تكون القدرة المقننة لوحدة الادارة لمجموعة التنظيف أكبر من القدرة اللازمة لادارة المجموعة (المحسوبة) بما لا يقل عن ٥٠ ٪
- لا تقل درجة التقفيل 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 أتوماتيكيا عن وحدة الادارة فى حالة وجود إعاقة لمجموعة التنظيف وذلك عن طريق عاكس لاتجاه التحرك .

يجب ألا تزيد السرعة الخطية لمشط التنظيف عن ٠٫٥ م /ث .

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

إمكانية ضبط الوضع لمشط التنظيف فى الاتجاهين الأفقى والرأسى .

مواءمة لمحة (Profile) أسنان المشط لقطاع قضبان المصفاة لضمان التطبيع أثناء العمل .

يتم التنظيف الاتوماتيكى 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 فى 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 .

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

١ - مشط التنظيف والمسننات 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 - الأغطية 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 الخامات 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 بغسلهاوتصفيتها من المياه المسحوبة معها.

ويتم تجميع الرمال عن طريق نظام ميكانيكى يختلف بإختلاف تصميم الأحواض حيث يوجد نوعين رئيسيين :-

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

ب) الأحواض الطولية ويتكون 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 هواء وذلك للتحكم فى سرعة المياه داخل الأحواض بأحداث الحركة اللولبية لتخليص الرمال من المواد العضوية العالقة بها (الشحوم والزيوت) .

٢-٢-٢- اسس 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 لامكانية 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) .

٢-٢-٣- شروط التصميم:-

يتم مراعاة الشروط الأتية عند تصميم مهمات أحواض فصل الرمال

- يصمم كوبرى الزحافة على حمل فى حدود ٥٠٠كجم/م٢ 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 إتجاه بئر التجميع (فى حالة الأحواض الطولية) وترفع الزحافة أتوماتيكا عن قاع القنوات فى مشوار الرجوع .
- تزود قنوات فصل الرمال بهدارات قابلة للضبط وحاجز للخبث والزيوت الطافية.
- تزود الزحافة بلوحة تحكم من النوع المقاوم للعوامل الجوية الذى يركب خارج المبانى out door مزودة بالحمايات اللازمة ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .
- يكون تشغيل الزحافات أتوماتيكياً عن طريق مؤقت زمنى يحدد وقت ومده 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 تقف 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 بإستخدام الزنبرك) .
- يجب أن يرتبط تشغيل طلمبات رفع الرمال (فى حالة إستخدامها) بحركة كوبرى الزحافة حيث تعمل الطلمبات 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 الموجوده 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 الهيدروليكى، 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

راعى المتطلبات الأتية عند تصنيع مهمات قنوات فصل الرمال

يزودكوبرى الزحافة فى الأحواض الطولية بعدد ٢ عربة جرtransition trolleys لكل منها أربعة عجلات إثنين منها متصلة بحركة وحدة الإدارة والإثنين الأخرين تابعة لها ، وتغلف هذه العجلات بمادة مقاومة للإحتكاك.

يجب ألا يقل عرض ممشى كوبرى الزحافة عن ٧٥٠ مم .

- يزود الكوبرى بدرابزين على الجانبين من قطاعات الصلب المجلفن أو الألومنيوم بإرتفاع لا يقل عن ١متر ويتم الربط بين القطاعات بنهايات تجميعstanchoins ولا يسمح باللحام ويتم تثبيت الدرابزين بجسم الكبرى عن طريق مسامير الربط
- يزود كوبرى الزحافة بعجلات دليلGuide Wheels على جانبى القنوات لمنع الإنزلاق فى أى من الإتجاهين فى المستوى الأفقى .
- تزويد أسلحة الزحافة السفلية بشرائح تأكل من الكاوتش القابل للأستبدال عند البرى أو التأكل بسمك لا يقل عن ٨مم وتثبت على حافة سلاح الزحافة بواسطة خوصة صلب قابلة للفك ويجب الأخذ فى الإعتبار إمكانية إعادة ضبط الشرائح لمجابهة التأكل .
- يزود كوبرى الزحافة بكاسحة علوية لكشط الشحوم الطافية مركبة على جانب الحوض تكون مزودة أيضاً بشرائح كاوتشية .
- تزويد الكبارى بمانع إنزلاق للقدم على جانبى الممش بإرتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم .

٢-٢-٥ 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 إلواح الصلب المجلفن بسمك لا يقل عن ٤مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن ٢٥٠ ميكرون .
- هدارات الخروج 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 .

٢-٣ مهمات أحواض الترسيب

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

كما أن أحواض الترسيب ينتج عنها تعويم المواد الزيتية والشحوم الموجودة فى المخلفات السائلة حيث يتم كسحها بواسطة الكاشطات العلوية التى تقوم بتجميع هذه المواد العائمة (الخبث الطافى) فى قمع تجميع ينتهى الى ماسورة تصب فى بئر الرواسب .

وتتكون مهمات أحواض الترسيب أساسا من كوبرى ثابت أو متحرك يحمل زحافات مثبت بها كاسحات سفلية وعلوية حيث تتم إدارة الزحافات مركزيا Central drive فى حالة الكوبرى الثابت أو بادارة طرفيه †Perepheral driveللكوبرى المتحرك بالنسبة للأحواض المستديرة أو تتم حركة الكوبرى طوليا بالنسبة للأحواض المستطيلة .

كما تستخدم الزحافات الدائمة الحركة Flight type والتى 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 التى يجب مراعاتها عند التصميم هى:

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

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

٢-٣-٢- أنواع أحواض الترسيب

تنقسم احواض الترسيب الى نوعين :

- احواض مستديرة

وهذه بدورها تنقسم الى احواض ذات كوبرى ثابت او كوبرى متحرك

- احواض مستطيلة

وتكون ذات زحافات معلقة على كوبرى متحرك أو زحافات طائرة (Flight) مثبته على جنزير يتم ادارته عن طريق مجموعة حركة مثبته على الاحواض

٢-٣-٣- شروط التصميم

- يجب ألا يقل الحمل الحىLive Load لكوبرى الزحافة عن ٢٥٠ كجم/م٢ .
- 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 الأتية عند تصنيع مهمات أحواض الترسيب :

- تحمل الكاسحات السفلية على مجموعة عجلات دوارة مصنعة من النيوبرين أو البولى إثيلين تعمل على محور من الصلب الغير قابل للصدأ 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 بماسحة 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 للتأكل .

- تزود كبارى الزحافات بدرابزينات على طول الكوبرى بارتفاع لا يقل عن ١ متر فوق منسوب الممشى

- يزود كوبرى الزحافات بمانع إنزلاق للقدم على جانبى الممشى بارتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم .
- يستخدم فى تثبيت الدرابزين بالهيكل الرئيسى لكوبرى الزحافة مسامير الرباط ولا يسمح باللحام .
- تكون هدارات الخروج حاكمة تماما ضد تسرب المياه بينها وبين جدران الحوض عن طريق استخدام شرائح مطاطية تثبت بينها وبين الجدران بسمك لا يقل عن ٤ مم .
- تزود أحواض الترسيب الابتدائى بحائل خبث Scum Board يثبت على بعد حوالى ٥٠٠ مم من حافة الحوض ولا يقل إرتفاع الحائل عن ٣٠٠ مم ويكون قابلا لضبط منسوبه فى الاتجاه الرأسى فى حدود + ٧٥ مم .
- فى حالة احواض الترسيب المستديرة يتم تثبيت كوبرى الزحافة (من النوع المتحرك) محوريا عند مركز الحوض بواسطة كرسى ارتكاز محورى له القدرة على إمتصاص الصدمات الناتجة عن عدم إنتظام المنسوب الافقى لمسار عربة الحركة للكوبرى على حافة الحوض وكذلك الإنحناء الذى يحدث فى هيكل الكوبرى نفسه فى حدود ٥ر١ 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 الاحواض المستديرة وعن طريق بكرة كابل محملة على الكوبرى ومزودة بمحرك ادارة مرتبط بحركة الكوبرى لفرد ولم الكابل الكهربى مع حركة الكوبرى ذهابا وعودة فى حالة الاحواض المستطيلة .
- تكون مجموعة محابس سحب الحمأة من الأحواض مكونة من محبس سكينة ومحبس تلسكوبى هيدروستاتيكى ومحبس دفق على التوالى .

٢-٣-٥ - الخامات التى تصنع منها مهمات احواض الترسيب:

- الهيكل المعدنى لكوبرى الزحافة وأذرع التعليق والدرابزينات 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 .
- هدارات الخروج وحواجز الخبث تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤ مم أو الألومنيوم عالى الجودة بسمك لا يقل عن ٦ مم طبقا لما يقرره المصمم وحسب التحليل الكيميائى للمخلفات السائلة المعالجة .
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتشبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ ويحدد طبقته ونوعه طبقا للظروف المعرض لها أثناء التشغيل .

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

الغرض 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 (التربينية) كمضخة لنشر السائل فى منسوب أعلى من مستوى السطح العلوى حيث يحدث تلامس بين جزئيات السائل والهواء الجوى المحيط به مما يؤدى إلى إمتصاص الإكسجين ويتم التحكم في كمية الأكسجين المضاف عن طريق تغييرمنسوب الغمر لهذه التربينات .

٢-٤-١- مهمات التهوية السطحية

وتتكون أساساً من وحدات تهوية سطحية ذات مروحة impeller مفتوحة (تربينة) تقوم بأحد اث التقليب والضخ 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 هدارات التحكم فى منسوب السائل داخل الأحواض والتى يتم تشغيلها يدوياً أو أتوماتيكياً وذلك لخفض أو رفع مستوى سطح السائل وبالتالي منسوب الغمر لتربينات وحدات التهوية .

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

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

٢-٤-٣ شروط التصميم

يجب مراعاة الشروط الأتية 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 الأتى :-
- العلاقة بين قطر تربينة (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 ٦٠ل/د) .
- السرعة الدوامية للمياه عند أى نقطة فى الحوض يجب ألا تقل عن ٣ر٠ متر /ثانية.
- تتكون التربينة من مروحة على شكل مخروط مقلوب له أسلحة Blades موجهه قطرياً من حدبه Bass مركزية وتمتد خارجياً عبر المخروط حتى الحافة ويمكن أن تشكل المروحة على هيئة أنابيب تعمل على ضخ المياه من داخل إلى خارج التربينة .
- يجب أن تكون التربينة (مجموعة العضو الدوار بالكامل) متزنة إستاتيكياً وديناميكياً لضمان التشغيل السلس وعدم إهلاك كراس الإرتكاز لوحدة التهويه .

٢-٤-٤ متطلبات التصنيع

يجب مراعاة الشروط الأتية عند تصنيع وحدات التهوية .

- تزويد وحدات التهوية بوسائل ضبط المستوى لإمكانية عمل ضبط منسوب Leveling للوحدة .
- يرتبط العضو الدوار (المروحة) بعامود الأدارة عن طريق وصله إتصال (كوبلنج) بالفلنشات ويثبت بعدد كاف من المسامير طبقاً لحسابات العزم للمجموعة .
- يكون عامود 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 مصمتة Stub shafts مرتكزة على نقاط إرتكاز (كراس محور) رولمانات بلى وبلح .
- كراس الدفع تكون ذات سعة كبيرة لتحمل وزن التربينة بالإضافة إلى أى حمل هيدروليكى 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 مجس لمنسوب الزيت وطبة لسحبه (تفريغ) وأنبوب تنفيث ومبين منسوب زجاجى .
- جميع التروس والكراس البلى تصمم لعمر إفتراضى لايقل عن ١٠٠٠٠٠ساعة وصالحة للتشغيل المستمر ٢٤ساعة تحت الظروف الجوية القارية Tropical conditions يؤخذ معامل الخدمة Service Factor لصندوق التروس بما لا يقل عن ضعف قدرة المحرك .
- تدار وحدات التهوية بمحرك كهربى عالى العزم مغلق تماماً يبرد بالمروحة TEFCومقاوم للعوامل الجوية IP55 .
- يجب أن تزيد قدرة المحرك بمقدار ٣٠٪ على الأقل من أقصى قدرة ممتصة على عامود التربينة عند الغمر الكامل لها .
- تصمم أبعاد هدارات الخروج بحيث تسمح بمرور أقصى تصرف وبحيث يمكن عن طريقها التحكم فى مناسب سطح المياه داخل الحوض .
- تدار الهدارات كهربياً (مع إمكانية التشغيل اليدوى) وتزود بمبين وضع position indicator وقد يعمل الهدار أتوماتيكياً 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 بازرار وقف طوارىء Emergency stop من النوع ذو المزلاج Latch-off تركب على الأحواض .

٢-٤-٥- خامات التصنيع لمهمات التهوية السطحية على النحو التالى :

- جميع الأجزاء الصلب المستخدمة فى مهمات التهوية السطحية تكون معالجة خصيصاً ومدهونة بمادة مقاومة للتأكل ومضادة لتأثير المخلفات السائلة الخام المخمره جزئياً Partially Septic .
- عامود الإدارة للتربينة 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 هدارات الخروج للأحواض من الصلب غير القابل للصدأ وتحدد درجتة طبقاً للتحاليل الكيميائية .
- جميع المسامير والصواميل المستخدمة تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو يسمح بإستخدام المسامير المجلفنة فى الأجزاء غير المغمورة بالمياه .

٢-٥ مهمات أحواض تركيز الحمأة Sludge Thickner Equipment

٢-٥-١ الغرض من مهمات تركيز الحمأة :-

فصل المياه المحصوره 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 الحمأة ونظراً لطبيعة ونوعية الحمأة المركزة الناتجة من هذه الأحواض والتى تميل إلى سرعة التجلط والألتصاق وإحداث الأنسداد فى المواسير الحاملة لها ، فأنه يجب تقصير مساراتها ما أمكن فى حالة إستخدام خطوط مواسير بالإنحدار الطبيعى ويفضل اللجوء إلى إستعمال المضخات الموجبة الإزاحة Positive Displacement فى رفعها إلى أماكن معالجة الحمأة ويتم التحكم فى المياه ودرجة تركيز الحمأة المترسبة عن طريق تحديد فترات وتوقيتات السحب للحمأة المركزه .

٢-٥-٢ مهمات تركيز الحمأة

كوبرى ثابت حيث يصنع من الخرسانة مكوناً عنصراً من المنشأ الخرسانى للحوض أو من قطاعات الصلب التى يتم إرتكازها على حواف الحوض ويحمل الكوبرى مجموعة من الأذرع الرأسية الثابتة ومجموعة أخرى متحركة متصلة بمركز الإدارة بالحوض للتقليب والكسح حيث يتم تحركها عن طريق إدارة مركزية من وحدة إدارة مكونه من محرك كهربى ومخفض سرعة (صندوق تروس) ومحور دوران مركزى . وتشتمل مهمات تركيز الحمأة على هدارات لضبط منسوب الخروج للمياه المنفصله عن الرواسب (Supernatent) بالإضافة إلى محابس الدخول والخروج ووسائل التحكم والحمايه فى 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 كبارى أحواض تركيز الحمأة (فى حالة الكبارى الصلب) من قطاعات مناسبة من الصلب الكربونى بحيث تغطى كامل قطر الحوض (كوبرى كامل) ومصمم لحمل منتظم ٢٥٠كجم/م٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل لهذه الكبارى .
- مجموعة التقليب والكسح . Raking & Scraping mechanism تحمل أسفل الكوبرى بواسطة مفصلات كروية دوراة rotary ball joints
- تزود مجموعة الإدارة بحماية ضد التحميل الزائد .
- يثبت العامود المركزى عن طريق الفلانشات بوحدة الإدارة المركزية إلى جهاز الدوران الكروى rotary ball device للكوبرى وقد يكون على هيئة إسطوانه 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 الإرتكاز .
- 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 بدرابزين مزدوج على جانبيه يتم تجميع أجزاؤه عن طريق وصلات إرتباط (لا يسمح باللحام) وبقطاعات مناسبة .

- لا يقل إرتفاع الدرابزين عن ١١٠٠ مم فوق مستوى الممشى .
- تتصل نهايات التوصيل للدرابزين بهيكل الكوبرى نفسة وتثبت عن طريق مسامير الرباط ولا يسمح باللحام .
- أسلحة الزحافة السفلية (الأرضية) تزود بشرائح تأكل مطاطية قابلة للتغيير والضبط وذات سمك لا يقل عن ٨مم وتثبت الشرائح فى حدود ٤٠مم من حافة سلاح الزحافة عن طريق خوصة صلب تربط بالمسامير ولايقبل اللحام أو الكبس .
- يركب على الكوبرى وحدة تشغيل وإيقاف (لفصل تيار التغذية) لإستخدامها فى الطوارىء وتكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية .
- يصنع هدار الخروج على شكل مسنن V - notched ويزود بشرائح حاكمة للتسرب من المطاط بسمك لا يقل عن ٤مم بحيث تكون المجموعة حاكمة ضد تسرب المياه بينها وبين السطح الخرسانى .
- يسمح بضبط هدار الخروج رأسياً فى حدود ± ٣٥مم من مستوى الأصل .
- تزود 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 التقليب تصنع من الصلب المجلفن ولا يقل سمك الجلفنة عن ٢٥٠ ميكرون .
- هدارات الخروج تكون من ألواح الصلب غير القابل للصدأ بسمك لا يقل عن ٤مم وتحدد درجة ونوع الخامة حسب التحليل الكيميائى للمخلفات الموجودة بالأحواض
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتثبيت تصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوع مناسب لظروف التشغيل .

٢-٦ طلمبات الاعادة الحلزونية Screw Pumps

٢-٦-١ الغرض من إستخدام طلمبات الاعادة

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

ويأتى إستخدام الطلمبات الحلزونية للصفات التى تمتاز بها عن الأنواع الأخرى من الطلمبات نتيجة قدراتها على تكييف التصرفات الخارجة منها مع إختلاف منسوب المياه المَوجودة بيبارة السحب .

وتتكون الطلمبات الحلزونية من :-

ملف بريمى 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 كهربى ووحدة تخفيض للسرعة .

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

- تكون الأسلحة المكونه للحلزون من ألواح صلب تلحم على أسطوانه مركزية مفرغة ويتم تشكيل الحافة الخارجية لهذه الألواح لملائمة حجم وشكل القلب الأسطوانى .
- تزود نهايات الأسطوانة المركزية بألواح نهاية مانعة لتسرب الماء وبها نتوءات تثبيت كراس الإرتكاز .
- تستند النهاية العلوية للإسطوانة المركزية على كرس 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 نفسة .

- يكون الكرسى السفلى محكم ضد تسرب الماء وذو ضبط ذاتى Self - aligning ويتم تزييتة أتوماتيكيا عن طريق وحدة تزييت مستقلة تركب بجوار وحدة الإدارة للطلمبة .
- تدار الطلمبة الحلزونية بواسطة محرك كهربى من النوع المقفل المبرد عن طريق مروحة TEFC ذو عزل مناسب للمناطق القارية Tropical
- يتصل المحرك بوحدة تخفيض السرعة عن طريق وصلة مرنه (كوبلنج) أوبواسطة سيور حرف (V) طبقاً لنوع المحرك المستخدم .
- وحدة تخفيض السرعة تتكون من صندوق تروس ذو غلاف من الحديد الزهر وتصنع التروس من الصلب المقس عالى الجودة وتكون ذات تروس متوازية التجميع وذات معامل خدمة لايقل عن ضعف قدرة المحرك .
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربى بمقدار ٢٥٪ عن أعلى قدرة مستهلكة للطلمبة.

٢-٧ مهمات قنوات الاكسدة Oxidation Ditches Equipment

وحدات التهوية السطحية افقية المحور Horizontal Rotor

٢-٧-١ الغرض من وحدات التهوية

إمداد المخلفات السائلة الموجودة بهذه القنوات بالأكسجين اللازم لعملية أكسدة المواد العضوية بالإضافة إلى إكسابها طاقة الحركة اللازمة لأستمرار تحركها فى الإتجاهات المحددة طبقاً لتصميم هذه الأحواض وذلك لضمان إحداث سرعة كافية لا تقل عن ٣ر 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 مكونه من محرك كهربى ومخفض سرعة مناسب (عدد اللفات ٤٠-٦٠لفه/الدقيقة) وتركب مجموعة الإدارة وكراس المحور خلف حائط حاجز فى وضع رأسى لحمايتها من الرزاز المتناثر بفعل حركة الفرش الدوارة .

٢-٧-٢- شروط التصميم

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

- تثبت أسلحة كل مجموعة فرش بالأسلحة المقابلة فى المجموعات الأخرى عن طريق مسامير تربيط حيث يراعى وجود ثقبين بكل سلاح أحدهما للتثبيت ضمن مجموعة الفرش والأخر للربط مع أسلحة الفرش المجاورة .
- تراعى الإجهادات الناشئة عن دوران مجموعات فرش التقليب وتصمم أسلحة الفرش لمقاومة هذه الإجهادات .
- يصمم الأنبوب الرئيسى لوحدة التهوية بحيث يركب فى نهايتيه عامود مصمت مزود بالفلانشات كقطعة واحده وذو دليل حركة للسماح بتغييره بسهولة فى الموقع ويتم إدخاله عن طريق الشحط دون إستخدام المسامير أو اللحام بين الفلنشات والعامود .
- تستند نهايتى الأنبوبة على كراسى محور 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 منسوب .
- كراسى المحور المستخدم يجب أن تتحمل أى عدم إستقامة فى ضبط محاور وحدة التهوية فى حدود ٣-٥ درجات وتكون مزودة بأسورة على الجانبين للتأكد من إزدواجية الغلق للمسمار الداخلى للمحور المثبت بعامود إدارة الوحدة وتزود كذلك بمانع المياه فى حالة إنعدام الإستقامة .
- أجهزة تزييت كراسى المحاور تركب فى مكان ملائم يسهل الوصول إليه لإجراء أعمال التفتيش والتزييت لها .
- تكون كراسى المحور ذات عمر تشغيل ١٠٠٠٠٠ ساعة على الأقل .
- تتكون مجموعة الإدارة لوحدة التهوية من مخفض سرعة مزدوج المحاور ذو غلاف من الحديد الزهر مزود بتروس بريمية Helical Gears مصنعة من سبيكة صلب عالية التقسيم بنظام تزييت موجب ويزود صندوق التروس بحاكم تسرب للزيت وتدار الوحدة بمحرك كهربى من النوع المقفل يبرد بالمروحة TEFC أفقى المحاور ثابت السرعة خدمة مستمرة .

- يكون إنتقال طاقة الحركة من المحرك الكهربى إلى مخفض السرعة عن طريق مجموعة طارات وسيور 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 للفرش .

٢-٧-٣ متطلبات التصنيع

- تثبت على الحوائط الخرسانية الحاجزة الرأسية ألواح لمنع الطرطشة ووصول أى رذاذ ماء إلى منطقة الخدمة ومسار الدخول إلى مجموعة الإدارة وكراسى المحور .
- تزود ألواح منع الطرطشة بمانع تسرب كاوتش لإحكام تثبيتها على عامود الإدارة.
- يركب على قنوات الأكسدة مبين لمنسوب غمر وحدة التهوية .
- تزود القنوات بعوارض Baffles للتحكم فى التجانس داخل القنوات .
- تزود القنوات بهدارات خروج مفصلية ذات طارةإدارة (ويمكن إدارتها بمحرك) للتحكم فى منسوب المياه ويصنع الهدارمن ألواح مقواة بأعصاب تقوية عند الضرورة ومثبت به مفصلات على اللوح السفلى للهدار كمركز للدوران Pivoting ويجب أن يكون ضبط المنسوب فى حدود ١٠بوصة .
- يصنع إطار حول هدار الخروج لتبطين فتحة الخروج من ألواح من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك ٥٠ر٠بوصة من أسفل وبسمك ٢٥ر٠ 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 .

٢-٧-٤- خامات التصنيع

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

٣ - تصميم الأعمال الكهربائية

٣- تصميم الأعمال الكهربائية

٣-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات المعالجة

تستخدم فى محطات المعالجة محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين :

أ- محركات كهربائية إستنتاجيه 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)

ب - درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)

- بالنسبة للمحركات التى تركب فى عنابرفوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 أو IP44.

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

- بالنسبة للمحركات التى تركب خارج المبانى (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 تركب رأسيا فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلح من النوع (thrust).

هـ- جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر إفتراضى ١٠٠٠٠٠ 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 عالى الجودة.

ح- يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة.

$$P = \frac{Q\,H}{\eta_P \times 102}$$

حيث

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

Q = معدل التصرف للطلمبة (لتر/ثانية).

H = الرفع المانومترى الكلى للطلمبة (متر).

η_P = الكفاءة الكلية الطلمبة عند نقطة التشغيل.

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated power) فإنه يجب الأخذ فى الأعتبار وجود معامل خدمة (service factor) قيمتة من ١٥ - ٣٠ ٪ من أقصى قدرة مستهلكة (Max. power) على مدى التشغيل للطلمبة.

٢-١- معدات التشغيل الكهربائية Switchgear

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

وفيما يلى تعريف لهذه المعدات

أ - أجهزة التشغيل ذات السياج المعدنى (Metal enclosed)

وهى أجهزة التشغيل المجمعة داخل غلاف معدنى خارجى موصل بالأرض . وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها .

ب - أجهزة التشغيل داخل المحتوى المعدنى (Metal clad)

وهى أجهزة التشغيل التى يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها سياج معدنى موصل بالإرض ، ويراعى وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحة :

- كل مفتاح رئيسى
- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسى كدائرة التغذية .
- المكونات الموصلة على الجانب الأخر الخارج من المفتاح الرئيسى .

ج - قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

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

د - قواطع التيار المركبة داخليا Indoor circuit breakers

وهى القواطع التى تصمم للتركيب داخل المبانى أو داخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة

هـ - قواطع التيار المركبة خارجيا Outdoor Circuit breakers

وهى القواطع التى تصمم للتركيب فى الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة .

و - المفاتيح Switchs

وهى أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيارالكهربى تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة .

ز - فواصل الدائرة Isolators أو Disconnector

وهى أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكيا تعطى فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربى عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهملاً (أقل من $\frac{1}{2}$ أمبير)حيث يكون فرق الجهد عبر طرفى كل قطب غير ذى قيمة .

Circuit breaking

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقاً لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربية 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 الكهربية بإستمرار 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 وإستخدام قاطع يتحمل جهد الإسترجاع العارض Transient recovery voltage

٦-٢-١ - معدات تشغيل الضغط العالى High Voltage Switchgear

يراعى فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالى أن تحوى على مجموعة من القصورات 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 الداخلية والخارجية من اللوحة .

تكون اللوحات ذات سياج معدنى metal enclosed أو محتوى معدنى metal clad وعمليا 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 الأتية :

- سحب رأسى
- سحب أفقى
- إستخدام 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 إستخدام إما السحب الرأسى أوالسحب الأفقى .
- وفى حالة إستعمال 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 إحتياج 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 الثغرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع .

٣-٢-١-١- الرباط والغلق Interlocking & Padlocking

للتأكد من التشغيل الأمن للوحات الكهربية 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 لايمكن 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 فأنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

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

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالى هى :

أ- قاطع التيار الزيتى Oil circuit breaker

وينقسم إلى :-

- قاطع تيار مغمور كليا 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 جيده .

ويعيب هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فأنه يترتب على ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكوناته من الايدروجين 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 فأنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربى arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار .

ب- قاطع التيار الهوائى المغناطيس Magnetic air circuit breaker

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالى جداً للقوس الكهربى يصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربى الأستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربى بالامتداد للإقتراب من مواد صلبه 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 لتوجية القوس الكهربى داخل نطاق هذا المدى وفى حالة التيارات الكهربية المنخفضة (فى حدود ١٠٠أمبير) فأنه يلزم إضافة نفاخ هوائي متصل بفوانى أسفل الملامسات لتوجية 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 والنهاية الأخرى للتوصيل ، ويعتمد أداء القاطع التفريغى على ثلاث عوامل :-

- وجود تفريغ كافى داخل الجهاز.
- إختيار خامة الملامس المناسبة .
- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربى .

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠مم للجهود حتى ١١ك .ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مشيلتها 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 حدودة تيار القطع المقنن وللقدرة العالية على الأحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أى صيانه خلال عمر التشغيل لها ولايوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال .

د - قاطع التيار الغازى Sulphur hexa fluoride . SF 6 - cb

ويحتوى على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالى ٣بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدنى ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة 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 (SF_2 & SF_4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلى 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 .

٣-٢-٢- بناء اللوحات فى الضغط العالى (H.V)Switchboard Construction

تتكون كل لوحه من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدنى مبطن بالواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢مم وتزود اللوحه بابواب من الأمام والخلف لتسهيل الصيانه كما أنها تكون مزوده بالأحتياطات اللازمه لسلامة التشغيل والصيانه وتركب مهمات كل خليه بحيث تكون منفصله ومعزوله تماماً عن الخليه المجاوره ويراعى أن تظل الاجزاء الحامله للجهد بعيده عن متناول الأيدى بعد سحب المفتاح من داخل الخليه .

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلفة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتى الضبط (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 وإختبارها طبقاً للمواصفات القياسية IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتى يجب الأخذ بها وهى :

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

جدول رقم (٢-٢) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
١	توصيل وفصل تيار حثي Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصة إطفاء هادئه للشرارة لعدة أنصاف دورة وهذا ينتج عنه قيمة مهملة تلاطم التيار Current Chopping ومن ثم دفق جهد مهمل Voltage - Surge .	حيث ان الزيت عازل جيد فإن إطفاء الشرارة (القوس الكهربى) يكون أكثر فعاليه عن القاطع الهوائى وهذا يعطى فترة شرارة أقصر ودرجة أعلى لتلاطم التيار ويكون الارتفاع فى الجهد محسوساً لكن قيمته غير كافيه لاحداث تدمير للعزل .	يسمح القاطع بالفصل دون إعتبار قيمة التيار المار ويتوقف إستقرار القوس الكهربى (الشرارة) عند القيم الصغيرة للتيار على خامة الملامسات المستخدمة فى القاطع حيث أن بلازما (وسط) الشرارة تتكون من بخار الفلز المصنوع منه الملامسات .	يعتمد مسلك تلاطم التيار على طريقه إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الزيتى أو التفريغى.
٢	توصيل وفصل التيارات السعويه Capacitance Currents	يميل إلى إعادة الشرارة بعد الاطفاء وعلى ذلك فله سعة محدودة جداً فى أداء هذه الوظيفة.	يكون له قوة عزل عبر كل قطب كافيه للتأكد من قطع التيار السعوى بلا عودة للشرارة .	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريغية سريعة جداً وهذا يعطى قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السعويه حتى الحمل الكامل للتيار المقنن للقاطع .	نظراً للخواص سالبة الكهرباء، فإن الفجوة التوصيليه يعاد تأينها بسرعة وهذا يحقق قطع بلاعودة للشرارة .
٣	المسلك الميكانيكى	المواصفات القياسيه تتطلب تحقيق ١٠٠٠ عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة برى للملامسات مهملة. التزييت المنتظم خلال هذه الفترة يجب أخذه فى إعتبارات التصميم.		المشوار القصير للفصل والتوصيل ومتطلبات الطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء ميكانيكى قوى قادر على الموافقة مع عمر طويل بدون صيانه لهذه القواطع. ويتم فى المعتاد ١٠٠٠٠ عمليه فصل وتوصيل على الأقل دون الحاجة إلى الصيانه.	متطلبات الطاقة تقع بين تلك الخاصة بالقاطع الزيتى والخاصة بالقاطع التفريغى ومعظم الطاقة المطلوبة تلزم لإطفاء الشرارة وتزيد هذه الطاقة بزيادة مقنن القاطع وتتطلب هذه القواطع الصيانه على فترات تصل إلى ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل فى المعتاد .

تابع جدول رقم (٢-٢) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
٤	الاختلال فى القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	التواجد السريع لقوس كهربى ذو تيار كبير فى منطقة الشرارة arc-chute ينتج عنه ضغط عالى وموجات تصادميه يجب أخذها فى الاعتبار فى البناء الميكانيكى للقاطع مما يزيد فى التكلفة .	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربى ينتج ضغط عالى جداً داخل جهاز التحكم فى الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الاطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدنى ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان . وإستخدام خزان إسطوانى تجعل إحتواء هذه الزيادة فى الضغط امر بسيط .	تكون الزيادة فى كثافة البخار الفلزى المنتج خلال حدوث القوس الكهربى فى منطقة التلامس متزامنه مع التيار ولا يوجد إرتفاع عام فى الضغط داخل القاطع .	الضغط الداخلى المتكون خلال فترة العطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الإستاتيكى المعتاد وتكون غرفة العازل مصممه للسماح بذلك .
	(ب) إنبعاث غازات العادم.	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقه من منطقة الشرارة تخلق ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل ووجود خنادق تسمح بالاندفاع الأمن لهذا الهواء .	تندفع كميات متوسطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة حاجزة بالسطح العلوى للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وفصلها عن الزيت .	القاطع تام الاحكام وجميع الأبخرة الفلزيه المنتجة خلال القوس الكهربى (الشرارة) تتكثف فورياً ولا يوجد إنبعاث من أى نوع لهذه الأبخرة .	القاطع مغلق كليه ومن ثم لا يوجد إنبعاث للغاز وقد يتفكك بعضه إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذه يتم إمتصاصها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.

تابع جدول رقم (٢-٢) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
	(جـ) التأثير على قواعد تثبيت القواطع .	ويبل جداً	ويبل	مهمل	خفيف
	(د) توليد الضوضاء.	ويبل	معتدل	مهمل	خفيف
٥	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للاشتعال فإن غازات الاحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوى على درجة قليلة من إحتمال الحريق .	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالى إنبعاث غازات قابلة للاشتعال هيدروجين - أستلين-ميثان ... الخ) خلال هذه العمليه تحوى مخاطرة حدوث الحريق . والتصميمات الجيده للقواطع نادراً ما تعطى زيادة فى الغازات تسمح بالحريق إلا اذا حدثت أخطاء جسيمة . ويجب مراعاة وجود ضوابط وإحتياطات ضد الحريق إذا إستخدمت هذه القواطع فى بيئات يكون تأثير الحريق فيها وخيماً .	مخاطر حدوث الحريق مهملة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أى مصدر يحتمل وجودها .	كالسابق فى القواطع التفريغيه III
٦	متطلبات الصيانه (أ) الصيانه الروتينيه	تشتمل الصيانه الروتينيه فى القواطع التقليديه على النظافة والتزييت للأجزاء الميكانيكيه مع فحص الملامسات وجهاز التحكم فى الشرارة		تحتاج إلى الفحص غير المتكرر للوقوف على حالة المادة العازلة	هذه القواطع تكون مصممه لعمر إفتراضى طويل مع صيانة غير

تابع جدول رقم (٢-٢) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التفريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
			والوسط العازل والاحلال إذا لزم الأمر . ويعتمد معدل هذا الاجراء على الأداء المطلوب ويتراوح بين خدمة شهرية فى حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديده كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات فى التغذيه العموميه . ويلزم تغيير الزيت دورياً فى حالة قواطع التيار الزيتيه فى الإستخدام المتكرر أكثر من أى إعتبار أخر والانواع قليلة الزيت تحتاج إلى العناية أكثر منها فى الأنواع المغمورة كلياً .	والعوازل الكهربية وربما ملامسات القاطع لملاحظة حدوث البرى . ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفى حالة اللوحات العموميه للتغذيه فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الافتراضى للقاطع بينما فى حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يومياً) فإنه قد يلزم إجراء الاحلال كل عدة سنوات .	متكررة وفى الغالب فإن دوره صيانه كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا إنه يلزم إجراء فحص بصرى بصوره منتظمة . ويجب مراعاة ضوابط أمنيه فى حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصصية.
	(ب) صيانة بعد العطل Post-Rault		يقترح عادة ان تجرى الصيانه بعد عملية الفصل للعطل فى اقرب فرصة لذلك لامكان استعادة حالة القاطع للمستوى المعتاد والآمن .	ليس من الضرورى اجراء هذه الصيانه ومن المستحسن ان يجرى التفتيش على القواطع التى جرى تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتيه فى فترة التشغيل العاديه .	مماثلة للقواطع التفريغيه .
٧	المناسبة لظروف البيئه الخطرة والتشغيل المتكرر	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبه لأسطح العوازل بالقاطع .	مناسب جداً إلا أنه يحتاج إلى لزوم الزيت وضبط منسوبه دائما وتغيير الملامسات خاصة فى ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة اكثر تكرارية في حالة القواطع قليلة الزيت .	مميزات القاطع أكثر وضوحاً فى هذه الظروف وتكلفة التشغيل السنويه بالتالى أقل منها فى الأنواع الأخرى .	لا يحتاج إلى صيانه متكررة إلا أنه يجب إعطاء عنايه للأجزاء الميكانيكيه فى حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عاليه .

تابع جدول رقم(٢-٢) مقارنه بين انواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التغريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
٨	إمكانيات التشغيل (أ) التوصيله الأرضيه المتكامله Integral Fault-making earthing Facilities	نادرا ما يكون لها هذه الخاصية وعند اللزوم نستخدم وحدات تأريض منفصلة .	يسهل إمداد القاطع بتأريض تكاملي في حالة القواطع ذات السحب الرأسي .	تزود بهذه الخاصة فى حالة القواطع الثابته . اما فى حالة القواطع القابلة للسحب فتكون كالحالة المبينه فى II,I طبقا لطريقة الفصل (رأسى أو افقى)	كالسابق فى II.I على حسب نظام السحب رأسى أو أفقى .
	(ب) إمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	تحتاج الي نزع قاطع التيار عن اللوحة ثم ادخال عصا الاختبار الي مقبس الفصل .		فى حالة القواطع الثابته تتم تزويدها بفتحات اختبار تمكن من ادخال عصا الاختبار بينما تكون الدائرة ارضية وفى الانواع القابلة للسحب تكون كما فى I، II.	كالسابق فى II,I
٩	تصميم مبنى للوحات	يتوقف عرض المبني علي حسب عمق depth مجموعة التشغيلSwitch-gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات في خلفية اللوحة وممر عريض امام اللوحة لاعطاء فسحة لامكان سحب قاطع التيار وصيانته . ويترتب علي الاحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل علي الارضية خلال التشغيل انشاء قواعد مكلفة وقوية . كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني أكسيد الكربون او باستخدام نظم اخري كالرشاشات او الغاز في حالة وجود احتمال للحريق واذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فانه يتم تقسيم لوحات التشغيل		فى حالة القواطع الثابته لا تحتاج فى التصميم إلى وجود فسحة للسحب أو الصيانه ومن ثم يكون عرض المبنى أقل منها فى حالة القواطع القابله للسحب . ويكون التحميل على الارض خفيفا ولا يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات	مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازيه تكون ذات قواطع قابلة للسحب ويحتاج فى إنشاء المبنى الى ترك فراغ لهذا الغرض ولكن إحتمال الحريق يكون مهملاً ولا يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المباني بالتالى أكثر إندماجا وبساطة .

تابع جدول رقم(٢-٢) مقارنه بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالى

م	الخواص	قاطع التيار الهوائى I	قاطع التيار الزيتى II	قاطع التيار التغريغى III	قاطع التيار الغازى SF6 IV
		الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبنى عبر المبني لتخفيض مخاطر تدمير اللوحة في حالة حدوث الحريق . يعتمد طول المبني علي عرض كل وحدة (خلية) في مجموعة التشغيل بالاضافة الي الفراغ اللازم لحوائط الحريق (إن وجدت) ومسارات قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلايا يكون أقل في حالة القواطع المغمورة في الزيت عنها في القواطع الهوائية أو قليلة محتوي الزيت.		لمكافحة الحريق وحيث أن عرض الخلايا صغير فإن طول المبنى أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقلل بدرجة ملموسة تكلفة المبنى . فى حالة القواطع القابلة للسحب فإن المبانى تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات مكافحة الحريق تظل قائمة وبالتالى مبانى أكثر إقتصاداً .	

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

(جـ) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature- rise limitations / Thermal ratings

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

- يجب الأخذ فى الأعتبار عند إجراء إختبارات قصر الدائرة لقواطع التيار أن تجرى هذه الأختبارات فى نفس ظروف العمل التى سوف يكون عليها عند التركيب للخدمة .

- يحدد الجدول (٢-٤) حدود الإرتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC ويراعى دائماً أن الإرتفاع فى درجة الحرارة للملامسات لا تؤدى إلى إعطاب العزل أوالإجزاء المجاورة للملامس .

جدول (٢-٣) : فئات أداء قصر الإداره

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 فى درجة الحرارة طبقا 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.

٣-٢-٤ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار

Thermal rating & Enclosed rating

وهو سعة القاطع بالإمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهى التيار الحرارى المقنن للأجهزة الغير مغلفة والمزودة بفاصل 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 المقرره 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 المغلفة ، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ساعات تشغيل عندما يتم تركيبة 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 والذى 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 المركبه فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضى لمعدات التشغيل الكهربائية فأنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبة 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 بالمتغيرات الخاصة بالبيئة (الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعلياً وأن يضمن الأداء المرضى فى ظروف العمل الفعلية .

٣-٢-٥- بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت :

تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ٥ر١مم 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 تركب وتثبت فى اللوحة المفاتيح والاجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الاجهزة 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 ومثبته 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 الايتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١مم٢ من المقطع وعلى الا تقل هذه المساحة عن ٢٥٠ مم٢ كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بتتبعها 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 .

٣-٢-٦- التأريـــض Earthing

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 أوضفيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوى لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس ....ألخ .

٣-٢-٧- بئر الأرضى

توصل أسلاك الأرض إلى بئر خاص ينشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية :-

يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢بوصة تدفن داخل الارض بطول ٤ م أو حتى تصل إلى أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠ سم ويكون الطول المغمور بالمياه الجوفية مثقباً بما لا يقل عن خمس ثقوب على المحيط بكل ٢سم من الطول المحورى للماسورة.

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

ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادى ويربط بأعلى الماسورة حيث تركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح بإستخدام اللحام .

الجزء الأعلى من الماسورة بطول ٢٠سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلى وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥سم × ٢٢سم 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 بإستخدام لحام القصدير.

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

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

٣-٣ المحولات الكهربائية

محولات التوزيع Distribution Transformers

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادةمايكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أو أقل. ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتى ٢٥٠٠ ك.ف.أ.

تعريف المحولات

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكى من الأجهزة التى يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسى تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنين 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 وهى :

- النوع الأول Liquid Filled وفيه يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوى مملوء بالسائل والذى يمنحها التبريد والعزل فى نفس الوقت.
- النوع الثانى 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 مغلفة داخل كابسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسى Cast-resin .

٣-٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات

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

٣-٣-٣ التقسيمة Tappings

تشتمل ملفات الضغط العالى للمحولات على تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالى والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغيرات فى الجهد الأولى للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوى للمستهلك فى الحدود المقننة. 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 الإبتدائى (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 الإستخدام 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 فى حالات خاصة فانه يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

٣-٣-٥ أداء المحولات Performance

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هى الإعتبار الوحيد وفي كثير من الحالات فانها 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 ومايتطلبة من تكلفة مبانى والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة حرارة الجو وذلك بالإضافة الى التكلفة الأولية.

٣-٣-٦ الفواقد فى المحولات Losses

- 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 والناتج عن فواقد اللاحمل في حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.
- تعتمد تكلفة فواقد الحمل على معامل الحمل (L.F.) وهى لاتختلف 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 في 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.

٣-٣-٧ الإرتفاع فى درجة الحرارة Temperature Rise

- 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 علي الأجهزه 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 تركب داخل المبانى وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فانه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانه الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولمنع الحشرات عنها .
- بالنسبة للمحولات التى تركب فى مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو فى أماكن صغيرة جدا فانه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

جدول (٢-٦) : مقارنة بين الفواقد الكهربائية في بعض أنواع المحولات (ذات القدرة ١٠٠٠ ك ف ا)

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

*BIL = Basic insulation impulse level.

جدول (٢-٧) : جدول بالارتفاع في درجة الحرارة للمحولات الجافة

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 (b) Not adjacent to windings	All		(a) Same values as for windings (b) The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, 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 (٢-٨) : حدود الارتفاع فى درجة الحرارة للمحولات المغمورة فى 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.

٢-٣-٨ دليل التحميل للمحولات

Loading Guide

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

- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينة من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التى يعمل عليها فى الوضع العادى للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأى إنشاءات جديدة.

- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة(وهى ٣٠° مثلا) والمحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الإفتراضى فى حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر فى حالة العمل فى درجة حرارة أعلى.

- لايتم فى التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرة تحت ظروف الحمل الكامل. ويعطى الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية أخذا فى الإعتبار التغير فى درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.

- يبين الجدول رقم (٢-٩) دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٣٠°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 بتحميل للمحولات المغموره فى الزيت

K_1 = initial load power as a fraction of rated power

K_2 = permissible load power as a fraction of rated powor 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 powe 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	+	+	1.93	1.83	1.69	1.00
t = 1	1.89	1.80	1.70	1.62	1.50	1.00
t = 2	1.59	1.53	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: θ_a = 20°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 منحنى للعلاقة بين k2,k1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٢٥).

٩-٣-٣ مقاومة الحريق Fire Resistance

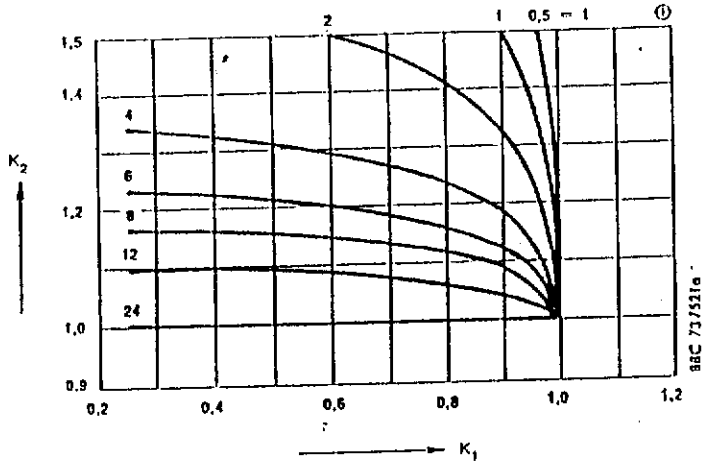
المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) تعتبر مقاومة للحريق ولكن ذلك لايعنى أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة إشتعال (وهى درجة الحرارة التى يتم عندها الإحتراق المستمرللمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ فى الإعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الأشتعال 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 فيجب الأخذ في 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 مأوى 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 الثاني التأثير التدميرى للحريق على الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم 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.

(٢-٢٥)- منحنى العلاقه بين K1 < K2 عند القيم المختلفه لفترات التحميل t

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

Material*	Fire point (°C)
Silicone liquid	360
Midel 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 الحراره لبعض المواد المقاومة للحريق

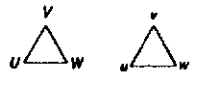
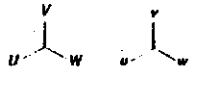
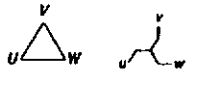
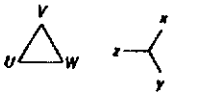
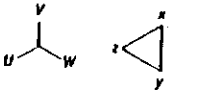
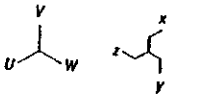
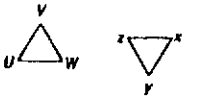
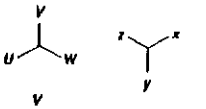
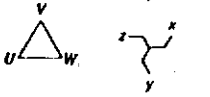
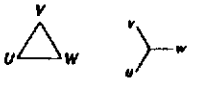
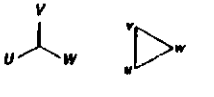
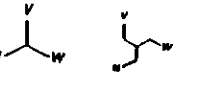
Material	RHR	
	convective (kW/m)	radiative (kW/m²)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	-	-

Connections

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهى جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتي يمكن الحصول على الجهد الأحادى .
- ويتم توصيل الملفات الإبتدائية وهى جانب الضغط العالى بتوصيلة دلتا(Δ) حتى يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية .
- التوصيلات الشائعة الإستخدام هى كالأتى طبقا للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الإبتدائية والثانوية Dy 11, Dy 5 Or Dy 7 وتعتبر التوصيلة Dy 11 أو ما يماثلها هى الأكثر شيوعا فى العالم.
- ويبين الشكل رقم (٢-٢٦) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخرى الممكن الحصول عليها.

في هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالى كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل فى ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا لوضع عقارب الساعة.

- إختيار الإزاحة بين الوجه للملفات الإبتدائية (الضغط العالى) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذى أهمية فى 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 التوازى أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى أخر.

Designation Clock hour figure	Vector group ①	Vector diagram HV	Vector diagram LV	Wiring diagram ② HV	Wiring diagram ② LV
0	Dd0				
	Yy0				
	Dz0				
5	Dy5				
	Yd5				
	Yz5				
6	Dd6				
	Yy6				
	Dz6				
11	Dy11				
	Yd11				
	Yz11				

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 (٢-٢٦) : مجموعات المتجه الشائعة الإستخدام فى محولات التوزيع

٣-٣-١١ نهايات التوصيل Terminals

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات علي هيئة جراب من راتنج الإيبوكسى يحوى مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.
- بالنسبةلنهايات 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 للإنكماش بالحرارة.

٣-٣-١٢ تبريد المحولات Cooling

تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٢-١٢) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة علي طريقة التبريد.

- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعى الذى يمر فوق الأسطح الساخنة لملفات 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 (٢-١٢) : الحروف الإنجليزية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

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 فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعى بالهواء مع تشغيل مروحة أتوماتيكية فى حالة إرتفاع درجة حرارة المحولات عن حدودها المعتادة وتسمى هذه الطريقة (AN/AF).

- فى حالة المحولات المغمورة فى السائل فانه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرفالأولى تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل. وعلى ذلك فانه فى حالة الملفات المغمورة فى الزيت لتبريدها طبيعيا وفى نفس الوقت فان هذا الزيت يبرد طبيعياأيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة علي ذلك هى ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فان 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 فان الطريقة تصبح OFAF .

- فى حالة المحولات ذات القدرات ٥٠ ك .ف .أ وأكثر فان الطريقة الطبيعية فى التبريد ONAN تحتاج الى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادى لهذا الخزان، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافى إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلى الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضى أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى 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 (٢ر١مم) عميقة التعريج 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 المحتم أن تصل إلي درجة حرارة أعلى عند نفس الحمل من تلك التى تعمل في الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضرورى لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الإعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لان 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 لاتعتمد على كفاءة أداء وصيانه هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.

- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف علي الأتى :

أ - الفواقد الكلية للمحول.

ب - المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج).

جـ - 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 الأتية:

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

حيث

P = الفقد الكلى المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

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

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) .

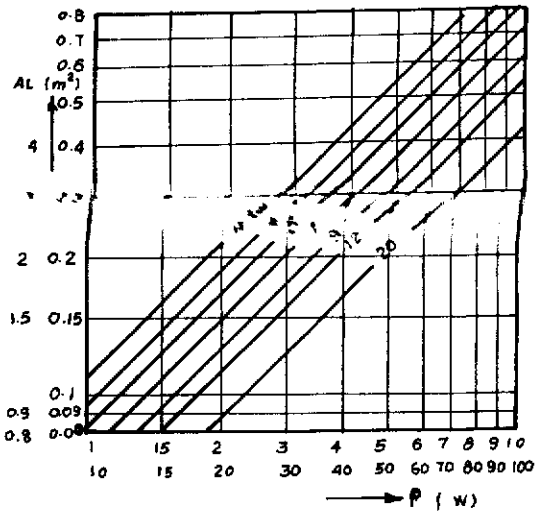
- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لاتزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧ -٨ درجات مئوية .

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

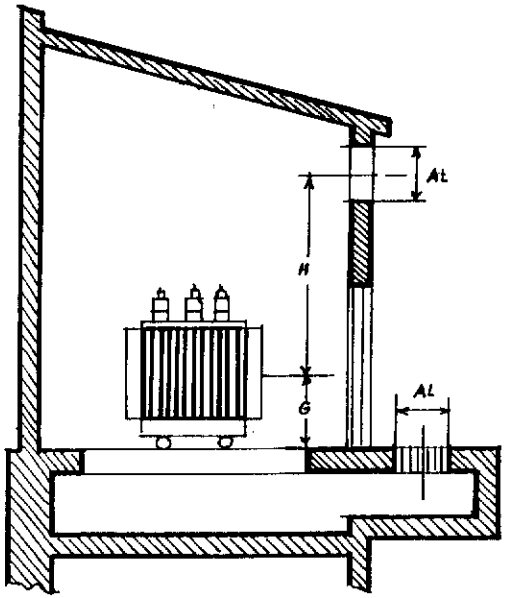
والشكل رقم (٢-٢٨) يوضح تركيب المحولات فى مأوى مغلق .

٣-٣-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات Insulation Strength

يتم إختبار مستوى قوة العزل للمحولات والتى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوى ٧٥ كيلو ڤولت للمحولات التى تركب داخل الغرف ويتم



شكل رقم (٢-٢٧) : نوموجرام تحديد مساحة فتحتى 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 فى ماوى مغلق

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

٣-٣-١٥ تشغيل المحولات على التوازى Parallel Operation

- يعنى التشغيل المرضى للمحولات علي التوازى أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقيق هذا الشرط فانه يلزم أن تكون المحولات الموصلة علي التوازى 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 تعملا معا على التوازى (مثال ذلك فان التوصيلتين Dy11 و Yd11 يمكن تشغيلهما علي التوازي بأمان).

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

- هناك نقاط أخرى يجب أخذها فى الإعتبار عند التشغيل علي التوازى وهى :

أ - يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين ± 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 في الإعتبار عند حساب الممانعة فى حالة إدخال محول جديد على التوازى إذا ماكان هذا المحول في موقع بعيد عن المحولات العاملة.

جـ - 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 علية تغيير ملحوظ فى خواص المحول.

٣-٣-١٦ حماية المحولات Transformers Protection

تزود المحولات بالحمايات الأتية:

٣-٣-١٦-١ الحماية ضد التفاوت Differential Protection

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنه بين التيارات الابتدائية والثانوية للمحول وفى حالة حدوث خلل فى 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.

٣-٣-١٦-٢ الحماية ضد عطل الارضى المقيد Restricted Earth Fault Protection

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 فى حالة وجود عطل أرضى داخلى حيث أنه فى هذه الظروف فقط فان خرج محولات التيار لاتعطى مجموع صفر مما يتسبب فى سريان تيار فى دائرة المرحل .

٣-٣-١٦-٣ الحماية ضد عطل الارضى 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 فى هذه الحالة يعمل أيضا في حالة حدوث اعطال خارج المحول.

٣-٣-١٦-٤- الحماية ضد زيادة الحمل (التيار) Over Current Protection

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

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

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

٣-٣-١٦-٦ اجهزة تنفيث الضغط Pressure - Relief Devices

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 م٣/دقيقة.

٣-٣-١٦-٧ مبينات درجة حرارة الملفات Winding Temperature Indicators

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فان مبين درجة حرارة الملفات يمكن إعتباره مؤشرا أقرب الى الدقة وذلك خلال شريحة 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 فى درجة الحرارة بين الملفات وأعلى منسوب الزيت .

وتستخدم الطريقة (أ) فى أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح ممرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لاتتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبين لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب على التوصيلة الحية لأحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفه الثانوى الى ملف حرارى ملفوف علي 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 مبينات 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 المقنن المسموح بمروره

* 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 مضروبا فى مقاومة الموصل.

وعلى ذلك فان

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

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 تنساب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلفة لموصل الكابل.

* تتناسب كمية الحرارة المنسابة 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 المنسابة الى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل

أى أن :

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

حيث θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

* بتطبيق قانون أوم فان الانسياب الحرارى يمكن أخذه كالآتى :

$$\theta = \frac{\Delta T}{Rth} \quad \text{---------- (3)}$$

حيث Rth هى المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحرارى) وتحسب بالدرجة المئوية / الوات.

وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (Rthi) من الموصل الى السطح الخارجى للكابل ومقاومة حرارية خارجية (Rthe) من السطح الخارجى للكابل الى الوسط المحيط.

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

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{(Rthi + Rthe)}$$

أو

$$\Delta T = I^2 R \quad (Rthi + Rthe) \qquad (4)$$

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 يسمح أن يصل اليها الموصل ومن ثم فان الفرق فى درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكابل والموصل تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقييد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4) فان القيمة I^2R يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقه بواسطة الأتى :

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

ب) تقييد أقصى شدة تيار مسموح بها Imax عند مساحة مقطع محددة للموصل.

* المقاومة الحرارية الداخلية Rthi تعتمد على بُنية الكابل ويمكن حسابها من أبعاد الكابل والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة فى العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية Rthe للكابل تعتمد على عدد كبير من العوامل الخارجية ذات التأثير على عملية الانتقال الحرارى.

* تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعتريه 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 ممدة فى الهواء.
- كابلات ممدة 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 ٣٥م ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو ٢٥م بالنسبة

للكابلات الممدة فى الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠م وذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بالـ 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 النحاسى ٨٥م.

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

* يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممدة فى الارض.

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

* يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XPLE والممدة فى الارض.

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

٢-٤-٣ 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 التى تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هى :

جدول (٢-١٣) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزوله بمادة PVC والممده فى 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. 152[1])

Nominal cross sectional area of copper conductor	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
mm²	A	A	A	A	A	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 المعزولة بمادة PVC والممددة 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. 153[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor	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
mm²	A	A	A	A	A	A
1.5	34	35	30	25	25	20
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 والممددة في الهواء

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

Nominal cross sectional area of copper conductor	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 fus
mm²	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) : مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والمدودة في الأرض

Current ratings and protection for cables, laid in the ground with cross-linked polyethylene) insulated conductors[1]).

Nominal cross sectional area of copper conductor	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
mm²	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	—	—	—	—	—

جدول (٢-١٧) : مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزوله 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 mm²	2.5 mm²	1.5 mm²	2.5 mm²
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 والتى يمر بها تيار كهربى سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.
- قلة الرطوبة بالأرض الممد بها الكابلات.
- محيط الكابل موضوع كليا 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.

٢-٤-٣ 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:

يوجد أقصى ٥٪ لنظم الانارة

ويوجد أقصى ٢٪ لنظم القوى.

جدول (٢-١٨) : دليل عملى لمعاملات الخفض فى حالات ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط - تأثير مجموعات الكابلات - المقاومة الحرارية للتربة 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	0.75	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 sectional area of the conductor				number of cables							
single core	three and four cores			2	3	4	5	6	7	8	9
95 mm² and less	35 mm² and less	f5	XLPE	0.90	0.82	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
120/300 mm² incl.	50 and 70 mm²	f6	and	0.88	0.80	0.75	0.71	0.68	0.66	0.64	0.62
400 mm² and more	95 mm² and more	f7	PVC	0.87	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58

Derating factors for variations in thermal resistivity of the soil

specific heat resistance of the soil in °C.cm/W			50 (damp)	100	150	200 (very dry)
derating factor	XLPE and PVC	f8	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	f9	0.56	0.38	0.32	0.27	0.24

* ويمكن حساب التنزيل فى الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهى للدائرة وفى معظم الحالات فان الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفى بالتحديد التقريبى على الوجه الآتى:

أ) بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta\upsilon = 2.I.l \frac{r}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت (مقاس بين الأقطاب)

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

ب) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta\upsilon = 2.I.l. \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت

(مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

$\cos\phi$ معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

جـ) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه

$$\Delta\upsilon = \sqrt{3} \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث $\Delta\upsilon$ النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالڤولت

(مقاس بين موصلات نفس الوجه)

I التيار المقنن بالآمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

$\sin\phi$ 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 ٧٠مم٢ أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فانه يتم حساب النزول فى الجهد كالأتى:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta\upsilon = 2.I.l. \frac{r\cos\phi+\chi\sin\phi}{1000}$$

(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta\upsilon = \sqrt{3}.I.l. \frac{r\cos\phi+\chi\sin\phi}{1000}$$

حيث x ممانعة الكابل بالاوم / الكيلو متر.

ويمكن أخذها 0.1 أوم / الكيلو متر

× 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 بالـ PVC

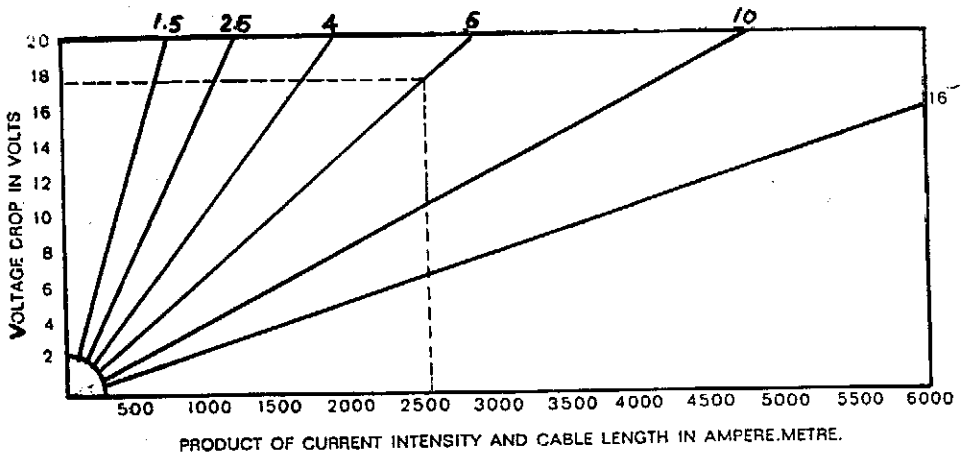
Thermal short circuit rating of pvc

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن من العلاقة

$$Ik = \frac{109}{\sqrt{t}} .q$$

حيث Ik = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

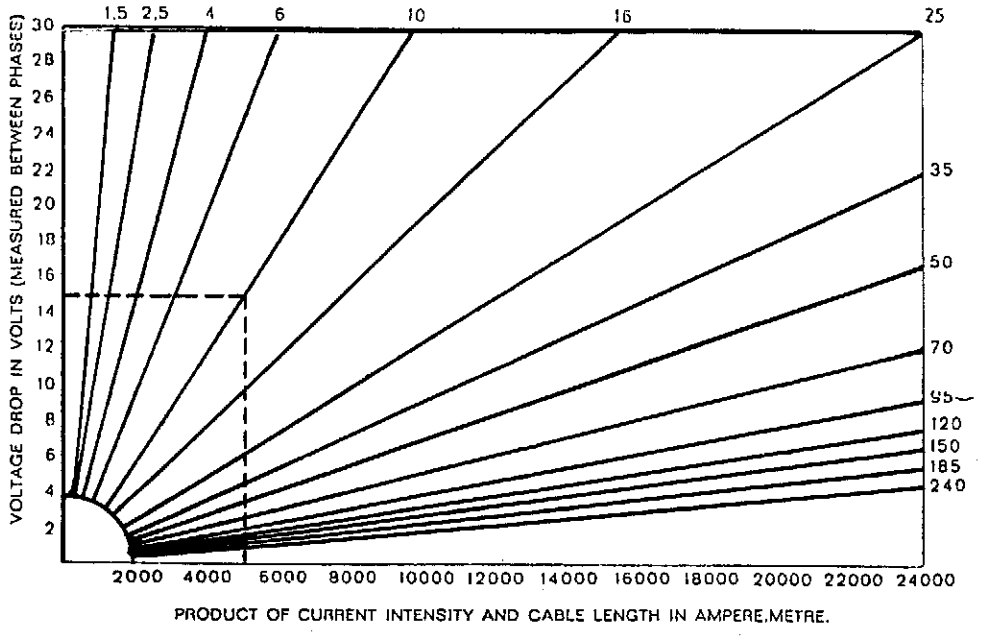
t = وقت مرور تيار القصر بالثانية.



شكل رقم (٢-٢٩) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجهة لواحد عند معامل قدرة واحد صحيح

Voltage drop in a 3-core cable
3-phase alternating current, cos ø = 0.8

Cross-sectional area of the conductor in mm²



شكل رقم (٢-٣٠) : نوموجرام حساب التنزيل فى الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد ثلاثى الأوجهة عند معامل قدرة (٠٫٨)

q = مساحة المقطع الاسمى للموصل النحاسى بالمم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠°م ويبين الشكل (٢-٣١) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٤-٢ تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XPLE

Thermal short circuit rating of XPLE

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$Ik = \frac{\sqrt{t}}{144} \cdot q$$

حيث Ik تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

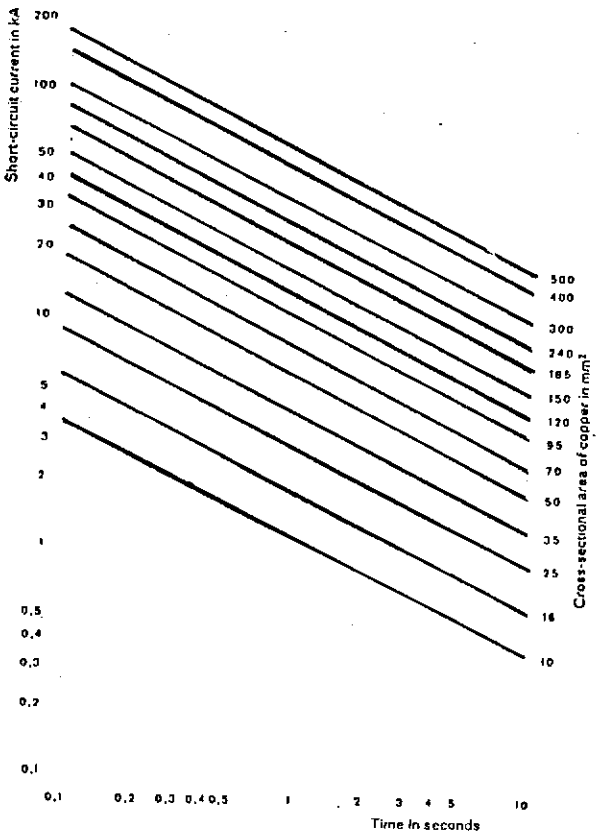
q مساحة مقطع الموصل الاسمى مم مربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ - ٢٥٠°م.

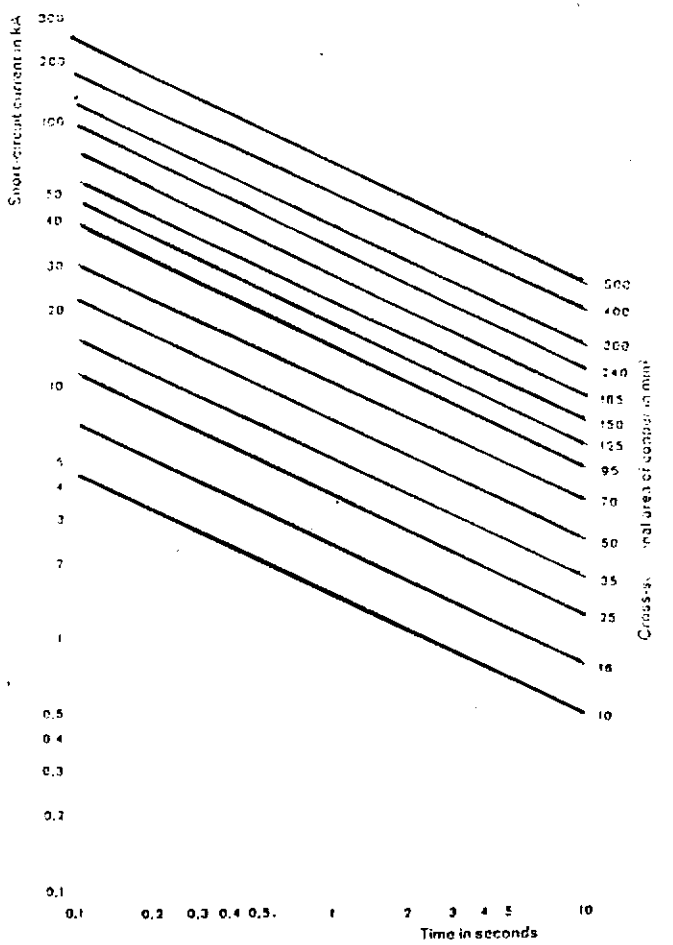
ويبين الشكل (٢-٣٢) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.

٣-٤-٥ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير والمجاري الخاصة بها .

يجب مراعاة ما ورد بكود أسس التصميم وشروط التنفيذ للتركيبات الكهربائية في المباني وذلك عند تحديد المواصفات الخاصة بتركيب الكابلات ومشتملاتها والمواسير والمجاري الخاصة بها.



شكل رقم (٢-٣١) : نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة فى حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية - ضغط - منخفض).



شكل رقم (٢-٣٢): منحنى يوضح العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل في حالة الكابلات المعزولة بمادة XLPE للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض

٣-٥ محطة التوليد الكهربائى

٣-٥-١ مقدمة

نظراً لأهمية وضرورة إستمرارية معالجة مياه الصرف الصحى عند إنقطاع تيار المدينة المغذى لمحطة المعالجة ، فلابد من توافر مصدر كهرباء بديل لتشغيل محطة المعالجة وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر .

٣-٥-٢ 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

طبقا للقدرة المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحى فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بين الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة .

٣-٥-٤ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الأشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطلمبة وقود مع شاحن هواء جبرى (Turbo charger)

التبريـــد : مياه أو هواء طبقا لموقع المحطة ومدى تتوفر مياه التبريد .

بادىء الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط

ترتيب الإسطونات : طبقا للقدرة والمساحة المتاحة يتم الإختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة / د حسب ذبذبة التيار (f)

(٥٠ ذبذبة / ت) وعند إزدواج أقطاب المولد الكهربى (P) طبقاً للمعادلة :

$$f = \frac{P.N}{60} \quad Hz$$

وتؤخذ السرعات كالاتى :

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 تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٣-٥-٥ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالى ٠٧ر٣ / دقيقة / حصان فرملى من قدرة المحرك
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل.
- عند إستخدام شاحن هواء جبرى (Turbo charger) يراعى توفر طول مستقيم لايقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.

- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالاضافة 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 ٢٥سم .
- 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 ٣٠ 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 ٣٨ 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 ٢٥ر إلى ٤٥ر كجم/سم٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى رديايتر وقميص تبريد المحرك .
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوى للردايتر أقل من ١٠٠° لمنع التكهف فى مضخة مياه التبريد وزيادة كفائتها .
- سرعة مياه التبريد النقية بين ٦رم/ث و٥ر٢ م/ث بينما تكون من ٦رم/ث إلى ٩ر١ م/ث فى حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية .
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات فى 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 التموين .
- يراعى أن تكون خزانات الوقود الرئيسية إما أعلى أو اسفل 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 اليومى

- يوضع الخزان اليومى فى عنبر محركات التوليد .
- أقطار مواسير سحب وارتجاع الوقود لا يقل عن اقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل 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 فوانى رشاشات حقن الوقود وطلمبات الحقن .
- تزود الفلاتر بمصافى سلكية بأبعاد ٣ر مم .
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير أستخدام 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 كهربائيا

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلة تكلفتها عن البطاريات النيكل كاديروم .
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨° م للمحافظة 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 بالاضافة إلى مولد التيار المستمر الذى يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات .

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الأتى عند إستخدام هذه الطريقة :

- توافر ضغط هـــواء يتراوح بين ٧ كجم/سم٢ إلى ١٦ كجم/سم٢ من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم .

- يراعى أن يكون حجم خزانات الهـواء طبقا لكميـة الهـواء اللازمـة 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 هواء إحتياطى يعمل بمحرك كهربائى .

٤ - الشروط الواجب توافرها عند تصميم الأعمال المعمارية والإنشائية لمحطات المعالجة

٤- الشروط الواجب توافرها عند تصميم الأعمال المعمارية والإنشائية لمحطات المعالجة

أولا:- 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 والارصفه مع مناسيب المنشأت التى سيتم تنفيذها .
- وجودغرف 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 والمشرفين والمهندسين بعيده عن وحدات المعالجة ويفضل ان يكون لها مدخل مستقل محاط بسور خاص ودراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المباني للروائح الكريهة والغازات .
- يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذيه والرى والصرف الصحي والكهرباء والاناره والتليفونات .
- يلزم عمل سور مناسب لمحطة المعالجة.

٤-٢- وحدات المشروع :-

فيما يلى الشروط الواجب اتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتى يراعى فيها الناحيه الجماليه (تنسيق الالوان والارتفاعات) : -

٤-٢-١- عنبر الطلمبات :-

- سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحى الاقتصادية .
- يجب ان تكون المسافة بين كمرة الونش وأوطى نقطة بكمرة السقف لاتقل عن ٥ر١ متر
- يجب توفير التهوية والأضاءة الكافية داخل الوحدة.
- ضرورة وجود درابيزينات حول اماكن السلالم ورفع ونزول المعدات .
- يجب ان تكون مجارى الكابلات غاطسة بالارضيات .
- يجب ان تكون ارضيـة عنبـر الطلمبـات من النوع السيـراميـك المقـاوم للاحماض والحوائط من القيشانى بالارتفاع المناسب.

٤-٢-٢- مبنى المحولات والتوليد :-

- أن تكون مواصفات وأبعاد المبنى مطابقة لشروط وزارة الكهرباء
- مـراعـاة وجـود أبواب مبنى المحولات على السـور الخـارجى وعلى احدى الطرق الرئيسية او الفرعية .
- يجب ألا تقل المسافة بين كمرة الونش وأوطى نقطة فى كمرة السقف عن ٥ر١م.
- توفر التهوية والأضاءة الكافية داخل الوحدة
- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مواد ملائمة للمنشأ والارضيات غـيـر قـابلة للانزلاق وأن تكون أغطيـة مـجـارى الكابلات مع منسـوب الارضيه حتي لاتعوق الحركة.

٤-٢-٣- الورش والمخازن :

- يجب ألا تقل المسافة بين كمرة الونش واوطى نقطة لكمرة السقف عن ٥ر١م .
- توفير التهوية والاضاءه الكافية داخل الوحدة .
- سهـولة دخـول وخـروج السـيـارات والمعدات والالات الى مـدخل الورش والمخازن .
- قربها من غرف تغيير الملابس ودورة المياه .
- يجب أن تكون التشطيبات الداخليه من مواد ملاءمة 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 لباقى المبانى المختلفة
- دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المبنى للروائح والغازات - مع ضروره تزويد المعمل ببرج خاص لتصريف الغازات .
- توفير التهوية والاضاءه الكافية داخل الوحدة .
- يلزم استخدام مواد التشطيبات للارضيات من السيراميك المقاوم للاحماض والاحتكاك والحوائط من القيشانى .
- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرد 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 صحى)
- يجب تكسية قواعد البنشات بالسيراميك المقاوم للاحماض.

٤-٢-٥ مبنى الكلور

٤-٢-٥-١ مخزن الكلور:-

- يجب أن يكون المخزن فى الجزء الجنوبى من المحطه وبعيداً عن تجمعات العاملين والمبانى الأداريه والمستعمرات السكنيه .
- يجب أن يكون المخزن بعيداً عن مخازن الوقود والورش وأى مصدر به مواد ملتهبة أو قابله للأشتعال .
- يجب أن يكون المخزن ملاصقاً لمبنى تشغيل الاسطوانات أو الحاويات وغرفه المبخرات وأجهزه الحقن بالكلور .
- يجب أن تكون مساحه المخزن كافيه لاستيعاب كميه من الاسطوانات أو الحاويات فى وضع أفقى على صفين أو أربعه صفوف متوازيه بحيث تكون المسافه بين محاور الاسطوانات أو الحاويات ١٠ر١م وبحيث تسمح بتشغيل المحطه 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 درجه حراره الجو بداخله عن ٤٥°م .
- سهوله دخول وخروج السيارات الحامله للمهمات وأسطوانات الكلور وأدوات الصيانه .
- يلزم أستخدام مواد التشطيب المضاده للكيماويات بعمل الارضيات من السيراميك المقاوم للأحماض والحوائط من القيشانى بالأرتفاع المناسب بحيث لا يقل عن جلسة الشبابيك .

- يلزم أن تكون القواعد الحديدية الحامله للاسطوانات مزوده بأربعه درافيل دواره (عجل حديد) لكل اسطوانه وعلى أن تبعد القواعد مسافه لا تقل عن - ر١ متر من الحوائط الجانبيه لتسهيل الحركه وضبط وضع الاسطوانه والمحابس على وضع التشغيل السليم .
- يفضل تزويد المبنى بأوناش علويه (مونوريل) بمسافه لا تقل عن ٥ر١ م بين كمره الونش وأوطى نقطه بكمره المبنى لكل صف أسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات الساقطه فى مدخل مخزن الكلور مع مسار كمره الونش ويجب أن تمتد هذه الكمره خارج المبنى لمسافه لا تقل عن ٥ر١ متر لامكانيه تداول (تحميل وتفريغ) الاسطوانات من والى سيارات النقل ، مع مراعاه أن يكون محور كمره الونش هو نفس محور القواعد الحامله للاسطوانات .
- يزود المخزن بأجهزه أكتشاف التسرب والأنذار
- يجب عمل مجارى خرسانيه ذات أغطيه سهله الرفع لمرور مواسير حقن الكلور من النوع P.V.C أو مايماثلها .
- يجب أن تكون هناك مجارى لتصريف مياه الغسيل .
- يلحق بالمخزن غرفه عزل وخزان تعادل(Neutralization) ينقل اليها الاسطوانه أو الحاويه المعيبه التى يتسرب منها الكلور لعزلها عن جو المحطه ويجب توافر الشروط الاتيه فى قاعده برج التعادل :-

* يجب أن تكون القاعدة الخاصه بتثبيت برج التعادل بأرتفاع لا يقل عن -ر٢ متر من أرضيه المبنى .
* يجب أن تكون الفتحه الخاصه بتثبيت البرج مبطنه بماده مانعه لتسرب الهواء .

- يزود المخزن بفتحات تهويه تزود بأجهزه تهويه ميكانيكيه (شفاطات) بأرتفاع لا يزيد على ٥٠سم من أرضيه المبنى ويفتحه لا تقل عن ٣٥× ٣٥ سم وعلى أن لا تزيد المسافه بين كل فتحتين على -ر٢ متر .

- يزود المخزن بأجهزه تهوية ميكانيكية اضافية تعمل على تغيير هواء المخزن تعمل فى حالات الطوارىء ويوجه طردها داخل علب (ducts) معزولة الى غرفة أو خزان التعادل الذى يعمل على التفاعل مع الهواء الملوث بالكلور بواسطه مجموعه من رشاشات محلول الصودا الكاويه .

٤-٢-٥-٢ غرفه الاجهزه:-

- تكون ملاصقه 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 ر٣ متر .
- تكون المساحه كافيه لاستيعاب المبخرات (أذا لزمت) وأجهزه الاضافه مع مراعاه الاتى :-

* لا تقل المسافه بين المبخرات وبعضها عن ١ متر .
* لا تقل المسافه بين واجهه المبخرات والحائط الخلفى لها عن ١ر٧٥ متر .
* لا تقل المسافه بين أجهزه الحقن بالكلور وبعضها عن ١ متر .
* لا تقل المسافه بين خلف أجهزه الاضافه والحائط عن ٧٥ ر١ متر .

أى أن الطول للغرفه لا يقل عن ٥ متر والعرض يعتمد على عدد المبخرات وأجهزه الحقن بالكلور .

ثانيا- الاعمال الإنشائية:-

يرجع للكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء .

٥- إعداد مستندات العطاء

٥- إعداد مستندات العطاء

٥-١ 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 .

٥-٢ مكونات مستندات العطاء

تتكون مستندت التعاقد من المجلدات الأتية : -

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية
- جداول الكميات التقديرية
- البوم الرسومات التصميمية للمشروع .
- أى مستندات أخرى يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات والتحاليل للتربة والمياه الجوفية.

٥ ٢ ١ - المجلد الأول : دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لابد وان يتضمن هذا المجلد الآتى :

(أ) الدعوة الى المناقصة

(ب) نموذج العطاء

(جـ) تعليمات الى مقدمى العطاءات.

(أ) 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 .كمايتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الإنتشار 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 .

(جـ) 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 : -

تعاريف

عرض المتقدمين فى العطاءات .

مستندات العطاء

إجراءات العطاء

الإعتبارات الواجبة للعطاءات

تعليمات البريد

التأمين الإبتدائى والتأمين النهائى

نموذج التعاقد بين المالك والمقاول

تعليمات إضافية.

٣- نماذج التأمين

تحتوى مستندات العطاء على نماذج صيغة التأمين الإبتدائى الذى سيقدم مع العطاء والتأمين النهائى الذى سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغه ان يكون لصاحب العمل حق صرف هذا التأمين لصالحة عند اول إشعار للبنك بذلك ولايعتد بأى إعتراض من المقاول. وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

٤ التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته ، حيث يغطى هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هى :

- 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) وادارة 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 معينه تتراكم لحين الإستلام الإبتدائى وما يتم خصمه من نسبة من الدفعه المقدمة للمقاول ... وهكذا .

وكذلك نظام المستخلص الختامى للعملية الذى 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 الوحيده الموقعه من أطراف التعاقد.

٥-٥ شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الى قسمين : شروط عامة وشروط خاصة أى مكملة.

٥-٥-١ 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 محتويات هذه الشروط العامة.

أ- تعاريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل :

المالك - المهندس الاستشارى - مدير المشروع - المقاول - مقاول الباطن - العمل - المشروع - مستندات العطاء - البوم الرسومات - موعد الإنتهاء - بدء التنفيذ للمشروع .

ب- الحقوق والمسئوليات

يتم تفسير الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف تفصيلا حتى يفهم كل طرف مدى حقوقه ومسئولياته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين تمتد اليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى .

جـ- العمل بآخرين

بصفة عامة ، فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أو بمقاول أخر منفصل .

لذلك فإن المشاكل الناجمه عن التداخل أو التعارض والتى تؤثر على أعمال الأخرين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

د- فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بالتفصيل سواء سلمياً أو بالتحكيم .

هـ الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الإنتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتى بناءا عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للإنتهاء من المشروع والذى يجب إعتمادها من المالك أو من يمثله والتى بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه والذى يستحق المقاول تمديد الزمن طبقا لهذا التأخير أو يتم خصم غرامات التأخير علية طبقا للحالة ، ويجب ان يتم توضيح الظروف القهرية التى تكون خارجة عن الإرادة والتى 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 إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعه المختلفة.

ويجب توضيح ان موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لاتعتبر موافقة منه على قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التى تتيح للمالك حق تعلية مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها علي سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة الدعاوى المرفوعه من طرف ثالث ، وفشل المقاول المستمر فى الخضوع لشروط وأحكام العقد.

ز- اجراءات التسليم المؤقت (الابتدائى) والنهائى:

١- المؤقت (الابتدائى) :

- بعد تمام الاعمال يقوم المقاول أو من يمثله باخطار المالك كتابة بان كافة الاعمال

وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفته 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 اذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول باعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.
- يتم التسليم المؤقت (الابتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله واثبات اى 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 الاجهزة 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 تعليتها بالامانات من مستحقات المقاول نظير نهو وأتمام هذه الأعمال أو أستمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد انجاز المقاول لكافة هذه الالتزامات.
- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة فعلى المقاول استبدال الجزء المعيب أو التالف أو القيام باصلاحها حتى ثبوت جدوى هذا الاصلاح على حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الاصلاح خصما من مستحقاته أو طبقا لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص.

٢- الاستلام النهائى :-

- قبل الانتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة التزاماته يقوم المقاول بأخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة لذلك بحيث تضمن الجهة المالكة المستفيدة من المشروع والتى قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان .
- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائى حتى يفى المقاول بجميع الألتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمد فترة الضمان تبعاً لذلك .
- متى أسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع وأتضح للجنة أن المقاول أنهى جميع ألتزاماته يتم تحرير محضر الأستلام النهائى موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلا .
- لا يخل هذا التسليم النهائى بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.
- بعد أتمام التسليم النهائى يعمل حساب ختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله .

س- 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.

ت- أوامر التغيير

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للاعمال التى تتغير فى العقد والوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته أوخصمة من مدة العقد وكذلك تكاليف التغيير المطلوب لإضافتة أو خصمة من قيمة العقد وذلك دون التأثير علي وثيقة التعاقد نفسها .

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للإتفاق على الأثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

ك- تصحيح الاعمال

يعطى هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك فى رفض الاعمال المعيبة او الغير مطابقة لشروط العقد والتى يلزم إستبدالها أو إصلاحها بمعرفة المقاول وعلى حسابه ، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنة الضمان.

ل- الغاء العقد

تتضمن الشروط العامة هذا البند الذى يتيح للمالك الحق فى الغاء العقد نتيجة فشل المقاول ، على سبيل المثال فشل المقاول فى إتمام العمل فى موعده المحدد، أو عدم إنجاز الأعمال .كما يتيح للمقاول الحق في الإلغاء فى حالة فشل المالك فى الوفاء بالتزاماته.

٢-٥-٥ الشروط الخاصة المكملة

تعتبر الشروط الخاصة مكملة للشروط العامة لتلائم القوانين المحلية والظروف البيئية والشروط الخاصة بكل مشروع علي حده. وتكون أرقام بنود هذه الشروط مماثلة لما يشابهها من الشروط العامة وذلك عند إضافة أو حذف بعض نصوص الشروط العامة.

أ- الرسومات

تعبر 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 المقاول 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.

ب- الرسومات التفصيليه Shop drawing

نظرالعدم إحتواء الرسومات التنفيذية للتفاصيل الدقيقه الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفه، لذلك يجب على المنفذ (المقاول - مقاول الباطن - المورد - المصنع .....) إعداد رسومات تفصيليه دقيقة واضحة، تحتوى على كل المعلومات التفصيليه اللازمة للتنفيذ، بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الأداء والجداول المتضمنه الخامات للمكونات ونظام وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم إعتمادها وإستعمالها.

جـ- الرسومات طبقا للمنفذ As Built Drawings

يجب ان يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة بالأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقا لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمة الي المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانه والتشغيل.

د- المواصفات الفنية

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 طبقا للتقسيمات الآتية :

المتطلبات العامة، أعمال الموقع ، اعمال الخرسانه ، الاعمال التكميلية Masonary الاعمال المعدنية، الاعمال الخشبيه، العزل والحماية، الابواب والشبابيك التشطيبات ، اعمال خاصة (special works)، المعدات ، الأثاث ، إنشاءات خاصة (Special Construction)، نظم الربط (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 وجوده، المعلومات المطلوبه 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 ، سعر البند ، او بالمقطوعيه ... الخ ،

هـ- جداول الكميات التقديريه

- تحتوى جداول الكميات التقديرية علي بنود الاعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبه عليه سواء بالوحدة او بوحدة المساحة او وحدة الحجوم أو بالمقطوعية ، 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 لجنه 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.

الفصل الثالث : شروط التنفيذ

١- ادارة تنفيذ المشروع

٢- تجهيز الموقع

٣- تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

٤- تنفيذ الأعمال الميكانيكية والكهربائية

٥- الاختبارات

٦- تجارب الأداء والإستلام

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 إرتباط بين مالك المشروع والاستشارى والمقاول تساعد على تنفيذ الأعمال حسب البرامج الزمنية المحدده لنهو 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 يتبع النظام الأتى :

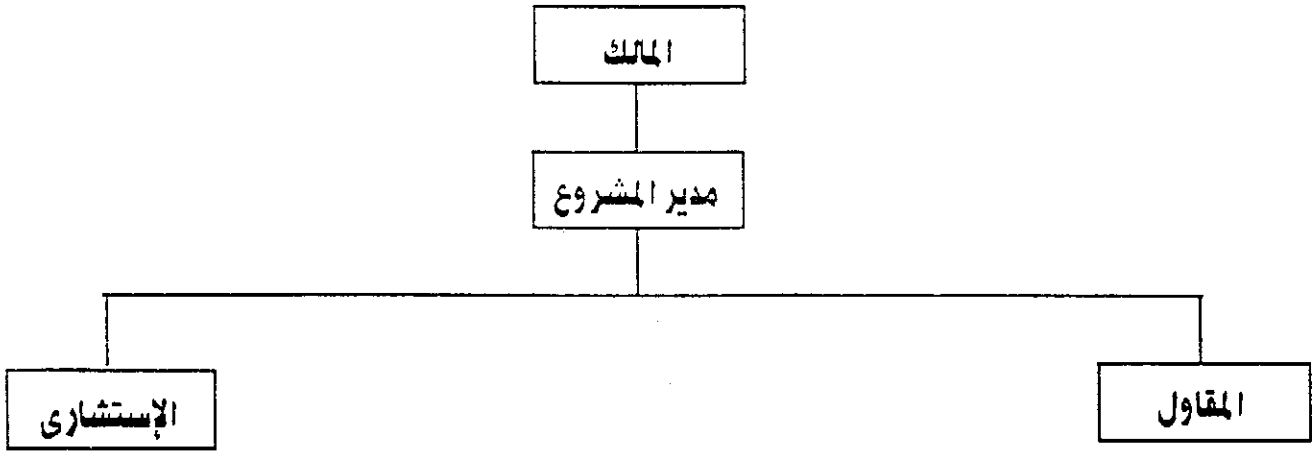
أ - يقوم مالك المشروع بالتعاقد مع المقاول المسند اليه تنفيذ العقد طبقاً للوائح والقوانين المتداولة .

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 ماليه أو إدارية أو قانونية .

جـ - 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 الوحده التنفيذية للمشروع والتى يتحدد اختصاصها على النحو التالى :



شكل رقم (٣-١) : تنظيم ادارة المشروع

شكل رقم (٣-٢) : تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع

١-١ مدير المشروع :

أ - له الكفاءة والقدرة على ادارة المشروع .

ب- يكون مسئولاً عن الإشراف على تنفيذ جميع الاعمال وكافة النشاطات المتعلقة به وله سلطة المراقبة والتنسيق بين النشاطات المختلفة سواء كانت فنية أو مالية أو ادارية أو قانونية وعلى درجة من الإلمام بها .

ج - إختيار الأسلوب الأمثل لتنفيذ الأعمال ومراعاة النواحى الاقتصادية والوقت والجهد لتحقيق الهدف نحو نهو المشروع فى المواعيد المحددة وكذا مراعاة إتخاذ الإجراءات الكفيلة لتصحيح 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 وإعتماد هذا التشكيل .

هـ - يعتمد صرف مستحقات الإستشارى طبقاً للتعاقد .

١-٢ 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 .

١-٢-٢ مهندسو التنفيذ :

أ - يجب أن يتولى أعمال التنفيذ مهندسون متخصصون فى التخصصات المختلفة لمتابعة مراحل التنفيذ .

ب - القيام بإعداد التقارير الدورية عن مراحل سير العمل ومراجعة سجلات المتابعة اليومية من قبل إستشارى ومقاول المشروع والتوقيع عليها وتدوين أى ملاحظات فنية أو أى مشاكل قد تعترض سير التنفيذ .

جـ - مراجعة المستخلصات الدورية طبقاً للكميات المنفذه بالطبيعة ومراجعتها مع الرسومات التنفيذية والدفاتر المقدمة من المقاول والمعتمدة من الإستشارى .

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 .

جـ - يقوم بإختيار أفراد المراجعه الماليه ومراجعه حسابات المخازن .

١-٣-٢ المراجعة الماليه :

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال الأتية :

أ - مراجعة المستخلصات من الناحية المحاسبية ومطابقة الفئات على العقود .

ب - متابعة الموقف المالى للمشروع أولاً بأول وإمساك سجلات بذلك مبين بها المبالغ المتاحه وما تم صرفها منها والمتبقى .

جـ - مراجعة المنصرف على الجدول الزمنى للتنفيذ .

١-٣-٣ حسابات المخازن:

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال التالية :

أ - إمساك سجلات منتظمة مبين عليها كافه الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها .

ب - مراجعة المهمات الموردة طبقاً للتعاقد على كشوف التعبئة .

جـ - إمساك سجلات منتظمة خاصة بالتسويات لكل إعتماد مستندى .

١-٤ 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 .

جـ - إختيار فريق الإشراف الفنى ذو كفاءة عاليه فى مجال التخصصات المختلفة والشكل رقم (٣-٣) يوضح الهيكل التنظيمى للإستشارى .

١-٤-١ الإشراف الفنى:

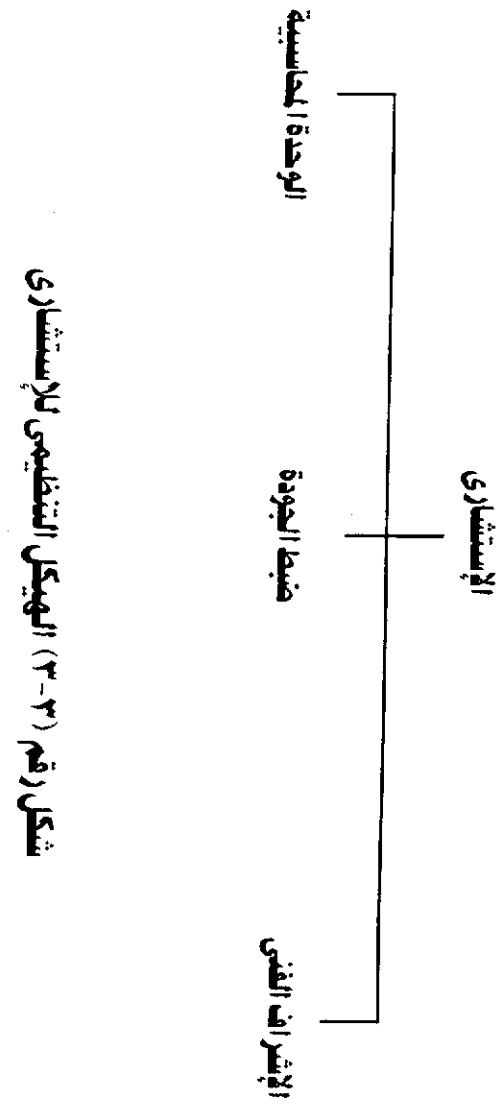
أ - متابعة الأعمال اليومية للمقاول الجارى تنفيذها وأخذ العينات اللازمة لإختبارها

ب - متابعة الموقف التنفيذى ومدى تمشية مع البرنامج التنفيذى المعتمد .

جـ - 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 للإستفاده الكاملة من المشروع على أكمل وجه وعرضها على مدير المشروع للموافقة عليها.



شكل رقم (٣-٣) الهيكل التنظيمى للإستشارى

و - دراسة أى مطالبات يتقدم بها المقاول سواء كانت ماليه 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 .

١-٤-٢ 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 .

جـ - القيام بأعمال الإشراف والمتابعة الدورية على صب ومعالجة المنشآت الخرسانية المنفذة .

د - التأكد من معايرة الأجهزة المستعملة فى أعمال الإختبارات والقياس .

١-٤-٣ الوحدة المحاسبية :

وتقوم بالآتى :

أ - مراجعة المستخلصات المقدمة من المقاول .

ب- متابعة الموقف المالى للمشروع .

جـ- مراجعة المصروفات والإيرادات للمكتب الإستشارى .

١-٥ 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 .

١-٦ المهندس المقيم:

ويقوم بالآتى :

أ - إدارة المشروع .

ب- التنسيق بين جميع الأجهزة المعاونة له وتحديد إختصاصات كل منها .

جـ - مراجعة ما تم تنفيذه من أعمال من خلال البرامج الزمنية ومراجعة المستخلصات المعده بمعرفة مهندس التنفيذ وإعتمادها .

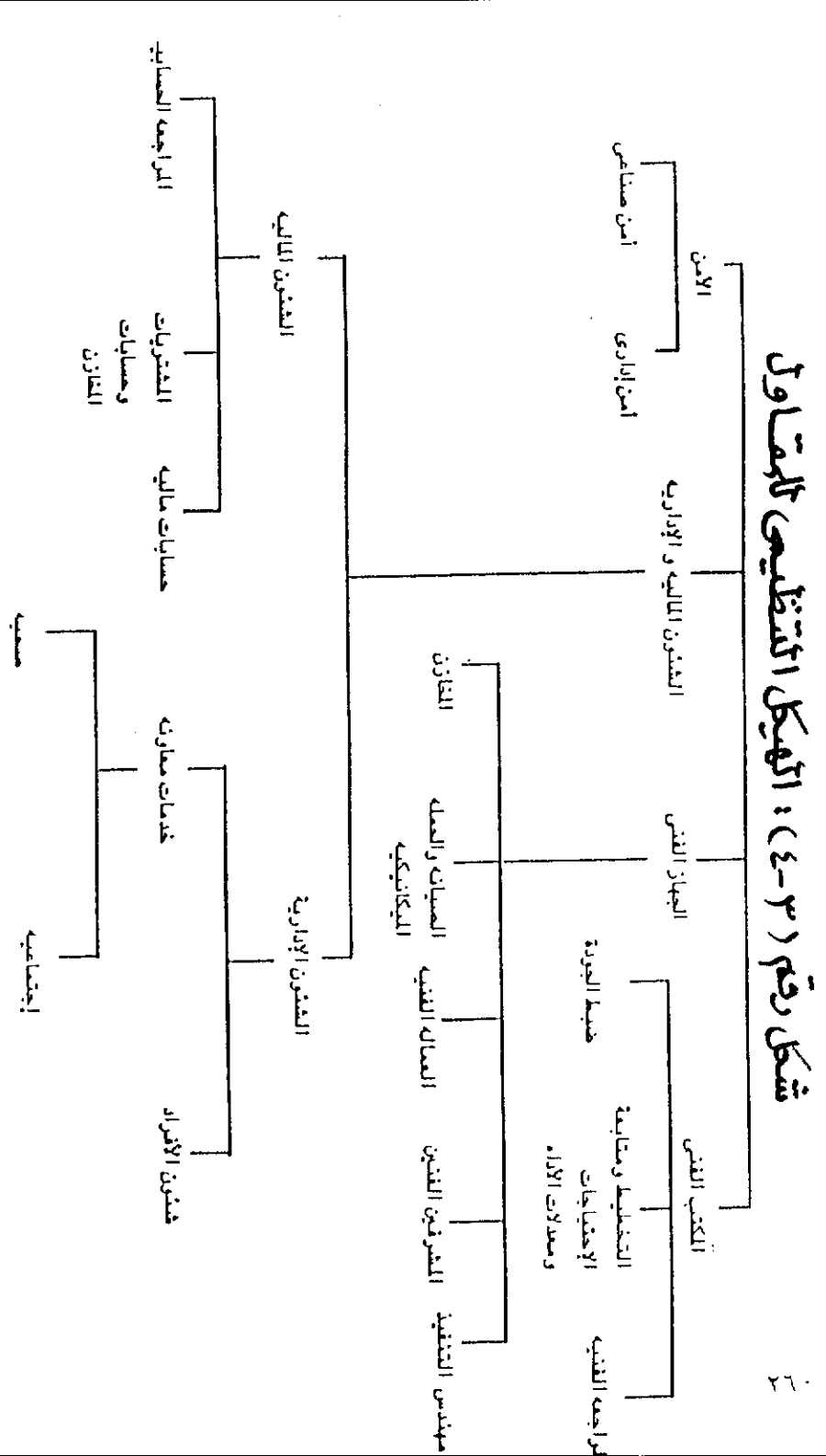
د - مراجعة الموقف المالى وأرصدة المخازن .

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 ونهو المشروع على الوجه الأكمل طبقاً للبرنامج المعتمد ويتلخص دور المكتب الفنى فى الأتى:

شكل رقم (٣-٤) : الهيكل التنظيمى للمقاول



١-٦-١-١ المراجعة الفنية وتختص بالآتى:

أ - مراجعة دفاتر الشروط والمواصفات والإشتراطات الخاصة بالمشروع .

ب - اعداد وحصر لجميع بنود الأعمال المطلوب تنفيذها بالمشروع .

جـ - 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 وإعتمادها من الإستشارى . . (AS Built Drawings)

١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدات الاداء:

وتختص بالأتى :

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 لنهو 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 .

١-٦-١-٣ ضبط الجودة:

القيام بأعمال التفتيش وإختبارات المواد ومراجعة أعمال المصنعيات 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 .

جـ - 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 .

ى - اعداد الرسومات التنفيذية النهائية لما تم تنفيذه بالطبيعه .

(AS Built Drawings)

١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين:

وتتلخص مهام مشرفى التنفيذ فى الأتى :

أ - تنفيذ تعليمات مهندسى التنفيذ .

ب - رقابة العماله الفنيه وتوجيهها .

جـ - الإبلاغ عن المعوقات فى حينها .

د - إستلام المواد والمهمات من المخازن وتسوية عهدته .

هـ - الحفاظ على معدات وأدوات التنفيذ وحسن إستخدامها .

١-٦-٢-٣ العماله الفنية :

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 .

جـ - تدريب العماله على أعمال الصيانه والتشغيل .

١-٦-٢-٥ المخازن :

وتقوم بالمهام الأتية :

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 .

جـ - 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 :

١-٦-٣-١ الشئون الإدارية

وتتكون من شئون الأفراد والخدمات المعاونة .

١-٦-٣-١-١ شئون الافراد:

وتختص بالأتى :

أ - تدبير العماله اللازمة التى يتطلبها العمل .

ب- اعداد ومتابعة كشوف مرتبات العاملين .

جـ - اعداد كشوف حوافز الانتاج حسب تقدم سير العمل .

د - تأثيث وتجهيز المكاتب والإستراحات اللازمة لخدمة كافة العاملين بالمشروع .

هـ - اعداد التقارير الشهرية والسنوية بحالات العاملين وكفاءاتهم 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 .

١-٦-٣-١-٢ خدمات معاونة:

وتشمل الخدمات الإجتماعية والصحية .

أ- الخدمات الإجتماعية :

وتختص بالأتى :

- الإشراف على صندوق رعاية العاملين والذى يشترك فيه جميع العاملين بالمشروع ويتم الصرف منها على أفراد المشروع فى الحالات التى تستوجب ذلك .
- تنظيم الرحلات الترفيهيه والثقافيه والسياحيه والدينيه والزيارات الميدانيه لمواقع العمل المماثله .
- 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 .

١-٦-٣-٢ الشئون المالية :

وتشمل الأتى :

١-٦-٣-٢-١ حسابات ماليه :

ويكون دورها كالأتى :

أ - مراجعة المستخلصات مالياً ومتابعة خطابات الضمان .

ب - القيام بأعمال المتابعة والتحصيل من صاحب العمل .

جـ - 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 الأتية :

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 .

جـ - حساب غرامات التأخير على الموردين .

وكذلك يتلخص دور حسابات المخازن فى الأتى :

أ - مراجعة التوريدات وأسعارها وكمياتها طبقاً للتعاقد .

ب - مراجعة إستمارات الصرف المقدمة من إحدى الإدارات على النماذج المعده لذلك وإرسالها للمراجعة الحسابية .

جـ - إمساك سجل لحسابات المخازن للمراجعة على سجل المخزون .

١-٦-٣-٢-٣ المراجعة الحسابية :

ويتلخص دورها فى الأتى :

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 .

١-٦-٤-١ الأمن الإدارى:

ان دور الأمن الإدارى هو القيام بمراقبة مواقع العمل والبوابات وأعمال الحراسة من دخول وخروج الأفراد والمهمات ، واعداد الترتيبات الأمنية لضمان حسن وسهولة سير العمل ومراجعة تصاريح العمل .

١-٦-٤-٢ الأمن الصناعى:

ان دور الأمن الصناعى 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 .

٢ - تخطيط وتجهيز الموقع:

مقدمه:

الطريقه المثلى للوصول الى الهدف المنشود تبدأ من التخطيط الجيد وتحليل بنود المشروع الى خطوات تنفيذيه تسبق عملية التنفيذ التى تهيىء الموقع للعمل والتى تتمثل فى استلام الموقع ورفعه مساحياً وعمل التجهيزات والتنسيق والتخطيط العام للموقع شاملا المنشأت المؤقته التى يجب اتمامها قبل البدء فى تنفيذ الاعمال حتى يتمكن مقاول المشروع من القيام بالاعمال الرئيسية بسهولة .

ويمكن تقسيم هذه الاعمال الى ثلاث مراحل :-

أ - مرحلة تحديد واستلام الموقع واعمال الرفع المساحى واعداد الدراسات .

ب - مرحلة اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام .

جـ - مرحلة اعمال المنشأت المؤقته .

٢-١ تحديد واستلام الموقع واعمال الرفع واعداد الدراسات:

٢-١-١ تحديد استلام الموقع:

- آستلام المساحه المخصصه للموقع من لجنة مكونه من ممثل المالك والاستشارى والمقاول ومندوب الجهة المنتفعه بالمشروع ومندوب المساحة بالمحافظة وذلك بدق حدايد بمعرفة مندوب المساحه .
- تحديد العوائق التى تعوق تنفيذ الاعمال سواء ظاهره أو داخل باطن الارض .
- تحديد موقف استلام الموقع " مرحلة 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 الطبيعيه فوتوغرافياً قبل البدء فى التنفيذ .

- يتم استلام نقط الثوابت " الروبير " الموجوده بالموقع بمحضر استلام موقع عليه من ممثل المالك والاستشارى ومندوب المقاول وذلك بعد مراجعة المناسيب والاتجاهات مراجعه دقيقه وكذلك مراجعه ابعاد الموقع ومطابقتها للوحه الموقع العام للتأكد من صحة الأبعاد .

- يتم عمل كتل خرسانيه حول اماكن النقاط الثابته " الروبير " مع مراعاة ان تكون بعيده عن منطقة الحفر وبحيث يصعب ازالتها .

- 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 المنشأت المؤقته والطرق الداخليه بالموقع .

- يتم اعداد لوحه يوقع عليها جميع العوائق بالموقع .

- يتم ازالة العوائق الموجوده بالموقع والمعترضة التنفيذ من مخلفات - اشجار - مبانى قديمه . . . . . الخ والتى تعوق التنفيذ .

يتم عمل التسويات اللازمه لأرضية الموقع من حفر وردم طبقا 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 اللازمة اذا احتاج الامر ذلك .

- يتم عمل جسات اضافيه للتربه اذا تطلب الامر ذلك وطبقا لشروط التعاقد .

- يتم عمل دراسه جيولوجيه لتحديد الفوالق ومخرات 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 التصميمى .

- يتم دراسة موقف المبانى 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 ممثل المالك والاستشارى .

٢-٢ اعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام:

يقاس نجاح اى مشروع بتخصيص الوقت الكافى لتخطيط وتطبيق منهاجيه التنفيذ من حيث الأتى :-

٢-٢-١ الدراسات المطلوبه لعمل تخطيط سليم للموقع :

يجب الرجوع الى الدراسات التاليه التى تم اعدادها بمعرفة استشارى المشروع قبل البدء فى التنفيذ :-

- الموقع ، شروط التعاقد ، الرسومات التنفيذية للمشروع ، طرق التشييد المقترحه ، خطة للخدمات المطلوبه .

- مواصفات وتفاصيل رسومات المعدات المطلوبه .

- البرامج الزمنيه والفنيه للمعدات ، الخامات ، العماله ... الخ) لتحديد فترات التوريد لأحتياجات المشروع وذلك لتقليل المساحات المستخدمه فى المخازن ولتقليل الفواقد والرواكد واتنفيد الأعمال فى التواريخ المحددة لها .

- أقامة محطة خلط خرسانيه بالموقع طبقاً لظروف التنفيذ .

- التفاصيل والمتطلبات الخاصة للمنشأت المؤقته " مكاتب - اعاشه ، مخازن - ورش ..... الخ) .

- البدائل المقترحه فى حالة عدم اتساع ارض الموقع للمنشأت المؤقته 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 الحركه داخل مكاتب الموظفين ، المخازن والورش .... الخ) .

- تحديد اماكن مناسبه لأنتظار السيارات وتخصيص مكتب انتظار للزائرين .

- تخطيط طرق داخليه مؤقته " ممرات " لسهولة حركة المعدات والافراد والمواد الخام .... الخ) .

وأن تكون شبكة الطرق المؤقتة للموقع علي نفس مسار شبكة الطرق الرئيسية للمشروع وعلي آلا تتعارض مع منشآت المشروع .

- يتم اتخاذ اجراءات الحمايه للمنشأت المجاوره مثل استخدام طرق النزح 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 والثابته من حيث الحجم - الحركه - 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 ارشاديه للتعريف بأماكن المشروع " مكاتب الاداره - الاستراحات - مكتب الزائرين - دورات المياه - وحدة الاسعاف - دور العباده - المخازن - الورش - مناطق العمل ..... الخ) .

٢-٣ اعمال المنشآت المؤقتة :

٢-٣-١ العوامل المؤثره فى أنشاء المنشآت المؤقته :-

- شروط التعاقد .
- اتساع الموقع العام .
- نوعية المشروع .
- فترة التنفيذ ومراحل البرنامج الزمنى .
- طريقة الانشاء ونوعية المعدات ألمستخدمه .
- مكان المشروع " منطقة نائيه أو مدنيه " .

شكل (٣-٥) تخطيط وتجهيز الموقع

٣- تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

مقدمة:

عند صدور التعليمات لتنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية لمحطة المعالجة يجب الأخذ في الأعتبار كل ماجاء بالكودات المصرية الخاصة بأشتراطات التنفيذ للخرسانه المسلحه وميكانيكا التربة والأساسات والمواسير .....ألخ .

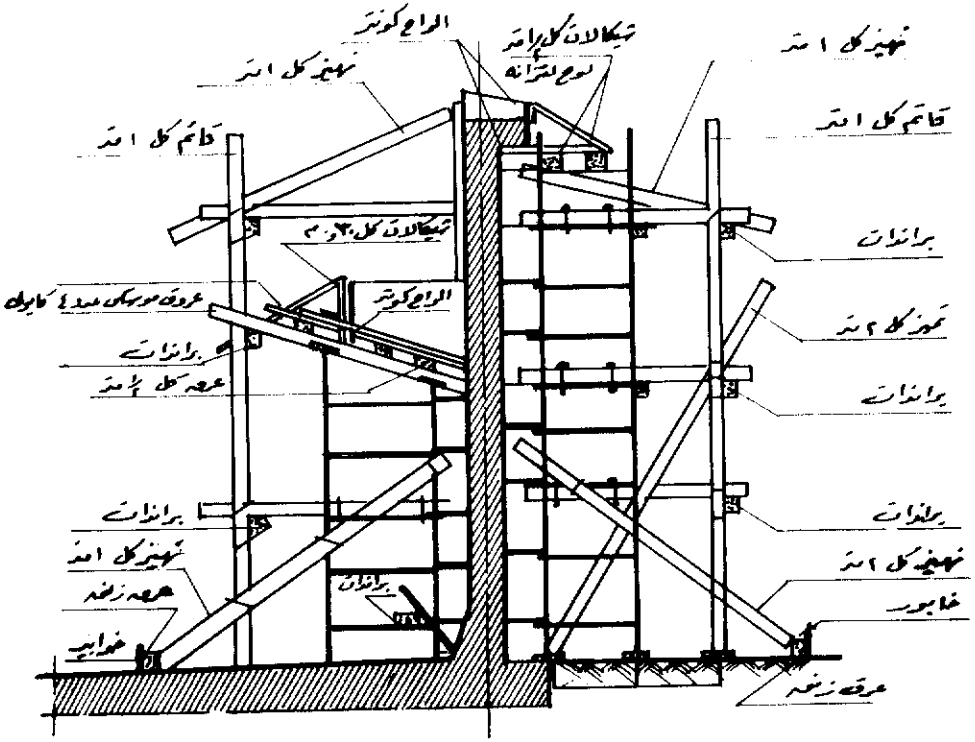
٣-١ كما يراعى الشروط الآتية عند تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية:

- أستلام الموقع وتطهيره وتسويته .
- نقل وترحيل العوائق (إن وجدت) بالموقع (أنابيب غاز أو بترول أو صرف مغطى أو خطوط كهرباء .... الخ).
- الأطلاع على مستندات المشروع
- أعداد مكان لجهاز 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 في 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 في حالة وجود نوعية من التربة مخالفة لما ورد بتقرير الجسات لابداء الرأى فيها .
- أمداد الموقع بالتوصيلات اللازمة من خدمات مياه وكهرباء وتليفون الى أخره .
- تجهيز الموقع بالتشوينات اللازمه من المواد والخامات والمعدات اللازمه للأنشاء

مع مراعاه الأصول الفنيه للتشوين وكذلك مطابقه هذه المواد الموردة للموقع (طبيعية أو مخلطه أو مصنعه) وكذا المعدات بمختلف أنواعها للعينات والمواصفات المعتمدة .

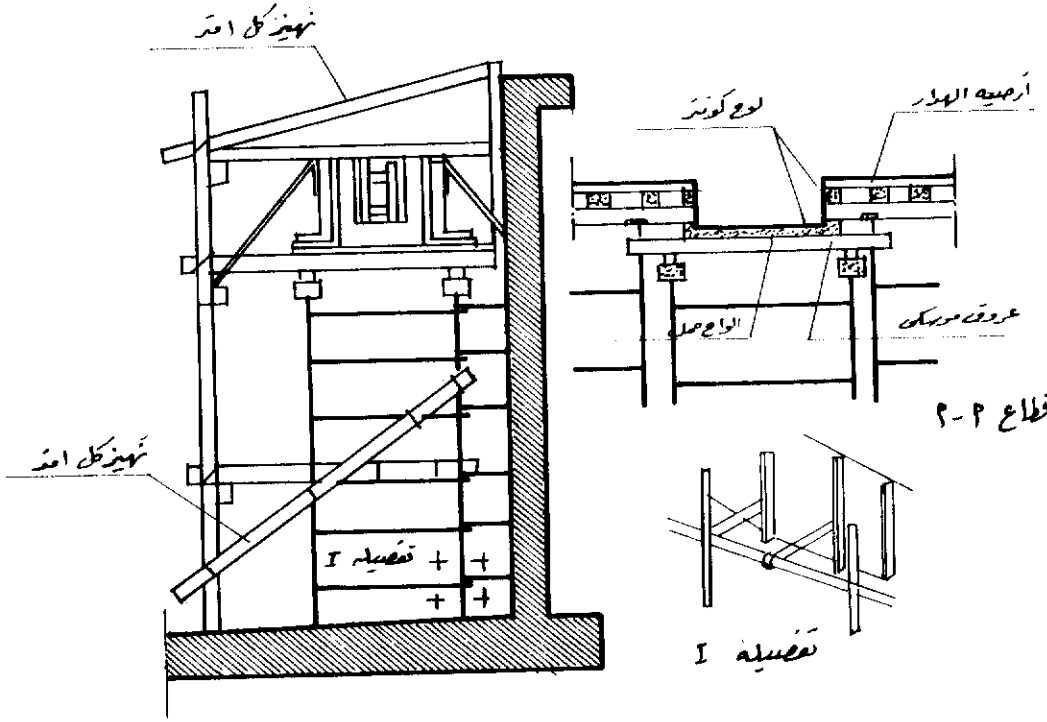
- تجهيز الموقع بالأجهزه اللازمه لأخذ العينات وتصميم الخلطات وأجراء الأختبارات علي المواد وتكسير المكعبات .
- تصميم خلطة قياسية من التشوينات الموجودة بالموقع وتحديد نسب الأجهاد المقابله لأكبر أجهاد كسر مطلوب طبقاً لما ورد بالرسومات التنفيذيه .
- توقيع المحاور وتخطيط أماكن الوحدات علي الطبيعه طبقاً للرسومات التنفيذية .
- تحقيق التسلسل والتناسق الفنى فى أنجاز بنود الأعمال المرتبطه ببعضها (الأعمال المدنية والأعمال المبكانيكية والكهربائية) وعدم السماح بالتعارض أو الأختلاف فيما بينها .
- القيام بأعمال الحفر للاساسات وصب الخرسانة والتحكم في منسوب المياه الجوفيه أن وجدت عن طريق متابعه مناسيبها يومياً من خلال أبار الرصد وتسجيلها وكذلك مراجعة مناسيب سطح المياه المخفضة أثناء تنفيذ الأعمال وفى حالة حدوث أى هبوط غير متوقع في هذه المناسيب يجب الرجوع الي المصمم لأتخاذ الخطوات المناسبة لتلافى أى أثار أو أخطار قد تنتج عن ذلك .
- العناية بمعالجة أماكن الزراجين فى المنشآت التحتية (أسفل سطح الأرض)
- يجب أستخدام شدات تعطى سطح خرسانى أملس (Fair Face) . والأشكال رقم (٣-٦) و (٣-٧) تبين نموذج لمثل هذه الشدات .

- يجب تنفيذ مجارى وخنادق الكابلات الكهربائية بحيث لا تتعارض مع مسارات المواسير والقنوات وبالأبعاد المطلوبة طبقاً للرسومات .
- التأكد من أماكن وطريق عمل موقفات تسرب المياه Water stop والمحافظة عليها أثناء الصب وعدم أتلافها أو تغيير أماكنها .



شكل رقم (٣-٦)

قطاع رأسى فى الشدة الخشبية ماراً بكابولى حمل الهدار تعلق سطح ضرباق أملس



شكل رقم (٣-٧) : قطاع رأسى فى الشدة الخشبية ماراً بشدة الهدار وحوائطة (تعلق سطح ضرباق أملس)

مراعاة تنظيف فواصل الصب طبقاً للرسومات التنفيذيه والتعامل معها حسب ماجاء بالكود المصرى للخرسانة المسلحه .

تثبيت الجوايط للزحافات والمصافى والبوابات وجميع الأجزاء المدفونه وتركيب وصلات الحائط (Puddle piece) قبل صب الخرسانة المسلحة مع ضروره التأكد من وجود وردة الحائط فى منتصف الحائط قبل الصب .

العناية باستداره السوك الخرسانية لهدارات الاحواض وأستقامتها وضبط أفقيتها ومناسيبها باستخدام ميزان القامة تماماً ثم أختبارها بعد الأنتهاء من الأعمال عن طريق ملاحظة خروج المياه من جميع الفتحات بتصرف متساوى ومنتظم حسب المناسيب الهيدروليكية .

العناية التامه 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 .

محافظة على العمر الافتراضى للمنشآت الخرسانية المائية يتم عزلها طبقاللآتى:

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 المقاول 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 تم 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 - الأشراف على تنفيذ المعدات طبقاً للأبعاد المحدده بمعرفه الصانع حسب الكتالوجات والرسومات المعتمده ومراعاه استخدام الخامات طبقاً للتعليمات وضبط أفقيه واستواء الأسطح .

جـ - 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 وشهاده 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 نتج أثناء أعمال النقل .

٤ ١-٢- أثناء التركيب:

أ - وضع خطوات تركيب المهمات لكل وحده مع الأخذ فى الاعتبار ترتيب تركيب المهمات بالنسبة لبعضها حيث تبدأ أعمال التركيب بمهمات الرفع (الأوناش) ثم المهمات المركبة فى المناسيب السفلية ثم الأعلى وهكذا ويجب مراجعه ذلك مع التعليمات الوارده بكتيب التركيبات (Instruction Manual)†للموردين والمصنعين.

ب - مراعاه ضبط محاور ومناسيب المعده قبل التحبيش على القواعد الخاصه بها وتنفيذ الوصلات بين المهمات .

جـ - التأكد من تركيب المحابس من حيث إتجاه حركه القفل والفتح وترتيب وضعها وإتجاهاتها (اتجاه السهم على المحبس) .

د - مراجعه جميع الأجزاء المطلوب تزييتها وتشحيمها واستخدام الزيوت والشحوم طبقاً لتعليمات المصنع ومراجعه التوصيلات الكهربائية بين المهمات الميكانيكية ولوحات التشغيل والتحكم .

و - مراجعه ضبط مناسيب مداخل ومخارج الوحدات مع ضبط هدارات الخروج بأستخدام ميزان القائمة .

٤-١-٣- بعد إتمام التركيب:-

- بعد نهو أعمال التركيب وقبل البدء فى التشغيل يجب أداره كل معدة لفتره قصيره جداً للتأكد من اتجاه الدوران .
- تجرى تجارب الأختبار بالموقع طبقاً للمبين بباب الاختبارات .
- تبدأ فترة التشغيل لتجارب الاداء والتى يجب الا تقل عن ٧٢ ساعه بدون توقف وفى حاله نجاحها بدون مشاكل أو معوقات يحرر محضر الاستلام الإبتدائى ويبدأ أحتساب فتره الضمان لهذه المهمات من هذا التاريخ .

٤-٢ شروط تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية

٤-٢-١ الطلمبات

- قبل البدء فى تركيب الطلمبات يجب أولا التأكد من سلامة الطلمبات بعد عملية الشحن والنقل إلى الموقع والأطمئنان إلى عدم وجود كسر أو شرخ بجسم الطلمبة أو أية أعطاب فى أى جزء فيها .
- يجب مطابقة البيانات المدونة على بطاقة البيانات للطلمبة بالبيانات والمواصفات الموجودة بالتعاقد .
- من الضرورى الحصول على المعلومات الكاملة عن التركيب الصحيح للطلمبة شاملا جميع التفصيلات الخاصة بالمواسير ومناسيب المياه المقابلة وظروف التشغيل القصوى والدنيا المقترحة من صانع الطلمبة - يجب تنفيذ قاعدة الطلمبة 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 الطلمبة على أنها وسيلة لتثبيت المواسير ويجب العناية عند تركيب نظام المواسير والبلوف لمحطة الرفع التأكد من أنه لا يوجد إجهادات Strains تنتقل إلى فتحات الطلمبة (والتى تماثل المشاكل الناتجة عن عدم ضبط المحاور إن لم تزد عليها) والتى تتسبب فى حالة زيادتها فى تكتيف الطلمبة (قفشها) أو كسر الأجزاء المصنعة من المسبوكات .

- 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 تجفيف 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 فى هذه الظروف.
- يجب التأكد من إزالة أية أتربة أو ترسيبات 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 للمعده) والتأكد من صلاحيته أو تغييره إذا لزم الامر .
- يجب تركيب المحركات على قاعدة صلدة ومستويه 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 التحبيش على الفرش بعد ضبط الأفقية والمحورية (الأستقامة)
- 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 (الأستقامة) يتم التحبيش الدائم بالمونة الاسمنتية (مونة الأسمنت) . وبعد أتمام الضبط النهائى والاستواء يتم تخريم

- 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 هيدروليكى لمواسير السحب يحدث عند أقصى ظروف للتشغيل 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 لمساليب مواسير السحب .
- يجب مراعاة وضع مواسير السحب داخل البيارة والتأكد من مناسيبها طبقاً للتصميم حتى لا يؤدى عدم تغطية فوهة السحب بالمستوى الملائم 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 إستخدام مواسير ذات إحتكاك مرتفع القيمة أو وجود خنق على جانب السحب سواء نتيجة وجود إنسداد فى مدخل السحب أو محبس سكينة غير مفتوح تماماً حتى لا يؤدى ذلك إلى حدوث تكهف بالطلمبة مما يتسبب فى تآكل ويرى السطح المعدنى للطلمبة بفعل تكوين جيوب بخار داخل السائل تتراكم على الأسطح المصمتة للطلمبة .

٤-٢-٢ المحركات الكهربائية :

من الضرورى قبل التركيب مراجعة المحركات والتأكد من عدم تعرضها للتلف نتيجة تخزينها بطريقة غير مناسبة لمدد طويلة .

- يجب ملاحظة عدم وجود مظاهر للصدأ بالمحرك قبل التركيب .

ثقوب وتدية فى إتجاه معاكس لقدم المحرك وتربا وداخل حشوات القاعدة ويتم ادخال إبر (بنوز) Pins وتدية 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 ايضاً استعمال أوتاد المعايرة (Dowelling) بعد اتمام التحبيش (ضبط الأستقامة) والضبط النهائى للمحرك فى 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 تركب عادة على هيكل سفلى . وتركب المحركات الرأسية عادة على تقفيصة (skirts) سابقة التجهيز وخاصة لادارة الطلمبات وتعتبر هى قاعدة المحركات (Motor Stool)

٤-٢-٢-١- ضبط المحورية Alignment

- الضبط الدقيق هو مطلب أساسى اذا ما أريد تجنب أعطال الكراسى 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 الاوجه طبقاً لتعليمات الصانع .

- يتم الضبط النهائى لمحورية الوصلات وتراجع باستعمال مقياس بالمؤشر .

- يتم إتصال المحركات ذات كراسى الارتكاز المزدوجة مع الطلمبة عن طريق وصلة مرنة فى المعتاد والهدف منها عدم السماح بأى درجة من عدم المحورية ولتقليل إنتقال حمل الصدمات (Shock Loadings) لكرسى الارتكاز .

- المحركات ذات كرسى الارتكاز المفرد تتصل بالطلمبة عن طريق إستخدام صلدة الاتصال Solidby bolted حيث لا يمكن إستخدام الوصلة المرنة نظراً لأن هذه المحركات غير مصممة لكى تتحمل الدفع السفلىdownward 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 ممرات 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 الضرورى توصيل مسامير الأرض الخاصة بالمحركات بعناية حسب تعليمات الجهات المختصة واللوائح السائدة ومقترحات الصانع .

- يجب مراعاة قواعد الآمان ومنع الحريق وأخطار الانفجار .

٤-٢-٢-٢ بدء التشغيل:

- بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فانه يلزم عمل فحص إضافى 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 انها تدور فى الاتجاه الصحيح .
- يجب التأكد من أن إتجاه 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 فانه من المفضل فحص والتأكد من معدل الأهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مبينات 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 بمجارى 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 بأرتفاع المبنى الذى ستركب به سراير الكابلات العلوية .
- من المهم مراعاة التهوية للوحات حيث أن ذلك يؤدى لآن تعمل اللوحات فى درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها .

- لإمكانية إجراء الصيانة والوقائية الدورية ولتسهيل الكشف على الاعطال الممكنة فأنه من الضرورى الأخذ فى الحساب إمكانية الوصول الى أجزاء اللوحة بحرية عند وضع المهمات .
- يراعى دائماً تركيب لوحات التحكم فى أماكن قليلة الأهتزازات ويتم تثبيتها رأسياً وبإحكام حتى لا تتأثر مكونات اللوحة ويجب إحكام ربط المسامير والصواميل ونهايات التوصيل قبل بدء تشغيل اللوحه - يجب قبل توصيل المحرك بلوحة التحكم وبادىء الحركة التأكد من مناسبة سعاتها بعضها للبعض طبقاً للوحة البيانات الخاصة لكل منها .
- يجب ترقيم أطراف الكابلات (للقوى والتحكم) الواصلة والخارجة من لوحة التحكم طبقاً للأرقام المبينة بالرسم التفصيلى للوحات وذلك لتسهيل وضمان سلامة التوصيل .
- ويجب ابعاد تنفيذ مسارات الكابلات عن أى اجزاء أو أجسام ساخنة مثل شبك المسخنات ومجموعات المقاومات واذا لم يمكن تجنب ذلك فيجب إستخدام كابلات مقاومة للحرارة .
- يجب مراعاة عدم تجريح 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 إختبار 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 تثبيتات) خاصة الكوبرى الموصل على محولات التيار .

* مراجعة مقننات المرحلات relays على الاحمال الفعلية للوحة التحكم طبقاً للوحة بيانات المحركات العاملة والموصلة على اللوحة .

* مراجعة أزمنة 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 ويراعى 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 يراعى وجود ممرات للزيت المتسرب وذلك لتجميع الزيوت المتسربة مع الأخذ فى الأعتبار إحتمال 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 إشتعال النار فى الزيت الخاص بالمحول .
- يجب تركيب جميع أنواع المحولات الجافة داخل المبانى وبحيث تحاط بإطار معدنى متصل بالارضى (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 باللوحة وتغطيتها خلال أعمال التركيب .
- يجب مراعاة الطريقة الصحيحة أثناء المناولة والتعتيق وأن يتم التحميل من النقاط المحددة بواسطة الصانع . وذلك حتى لا تتعرض أية أجزاء باللوحة للإجهادات أو التحميل المفاجىء الذى قد يؤدى الى حدوث إعطاب او أضرار جسيمة باللوحة 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 .

- تركب 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 تركب 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 تركب 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 والتاكد من ان جميع مكونات اللوحة القابلة للسحب يمكن اخراجها بسهولة وكذلك فتح وغلق الابواب والاغطية 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 والى 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 وأغلفة 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 ايضاً .

٥ - الاختبارات

تخضع جميع المواد والمهمات والخردوات الداخلة فى إنشاء محطات المعالجة للإختبارات اللازمة لتأكيد مدى صلاحيتها للاستخدام فى الأغراض المطلوبة لها ، وتنقسم هذه الأختبارات الى قسمين أحدهما يجرى داخل مواقع إنتاجها والأخر يجرى فى مواقع التنفيذ وفيما يلى توضيح لأنواع المواد والمهمات والخردوات المراد إختبارها 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 - الكريتال وقطاعات الألومنيوم - مواد اللحام - المسامير وملحقاتها - الشبك الممدد والأسلاك - فواصل الأنشاء والتمدد - السيراميك والقيشانى - منتجات المطاط - أرضيات الفينيل - الفلين - الرقائق والألواح المعدنية وغير المعدنية - قطاعات الصلب - الخراطيم - مواد الرصف - المنتجات المعدنية وسبائكها .

٥-٢- الملحقات المعمارية (الخردوات)

وتشمل المفصلات - الكوالين - الأكر - المقابض - الترابيس والشناكل - السباليونات - الحنفيات والمحابس .

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 التى يحصل منها المقاول على تلك الخردوات والمواد وعلى ذلك يحق له الدخول والبقاء فى هذه الأماكن أثناء صناعتها أو إستخراجها .

٥-٣- المهمات

المحركات والطلمبات والمولدات - الكابلات - لوحات التوزيع والتحكم - الصمامات (المحابس) - الأوناش - أجهزة القياس والأنذار - الزحافات وملحقاتها - الطلمبات - البوابات - المحولات - المصاعد والسيور الناقلة - المصافى - الموزعات الدواره بمشتملاتها - أجهزة التقليب والتهوية - أجهزة التطهير (الكلوره) بمشتملاتها - أسطوانات الكلور - الهدارات - أجهزة الوقاية - العدد - أجهزة التحكم والتشغيل - نوافخ وضواغط الهواء - آلات الورش - أجهزة مقاومة الحريق .

- تجرى هذه الإختبارات على نفقة المقاول للتحقق من صناعة كل جزء من هذه المهمات وتسير طبقاً للمواصفات القياسية المصرية المصنعة داخل مصر وطبقاً للشروط والمواصفات الواردة بالعقد وبالنسبه للمهمات التى يتم أستيرادها من الخارج ويقوم ممثل المالك أو من يمثله بالتواجد فى أماكن تصنيعها لقيامه بالتفتيش الدقيق عليها وعلى المقاول إخطار المالك بأسماء المصانع والورش والموردين التى سيحصل منها على هذه المهمات قبل البدء فى أى عمل من الأعمال الموكولة إليه - ويجب أن يقوم المقاول بتقديم شهادات من لجنة التفتيش المعتمد للمهمات المستوردة من الخارج ولا يسمح بشحن أى مهمات أو أدوات دون التفتيش عليها من ممثلى المالك .

وعلى المقاول أن يزود المالك بصورة من الرسومات والمواصفات المعتمدة لهذا الغرض ويكون للمالك سلطة الإختبارات لهذه الأدوات والمهمات التى سيقوم المقاول بتوريدها طبقاً لشروط العقد . وللمالك الحق فى رفض المهمات غير المطابقه للمواصفات وعليه إعتماد العينات التى قام بالتفتيش عليها ووضع علامة مميزة للدلالة على إجتيازها الإختبار بنجاح والتى سوف يتم التوريد على أساسها للموقع .

٥-٣-١ إختبار المهمات بمواقع الإنتاج (Tests at Works)

- يتم إجراء هذه الاختبارات على جميع المهمات التى 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 إختبار المهمات الميكانيكية التى تدار بمحركات كهربائية على نفس المحركات الخاصة بها إلا إذا كان جهد التشغيل لهذه المحركات غير متوفر بمصانع الانتاج أو معامل الاختبار الخاصة بالمقاول وفى هذه الحالة يمكن إجراء الإختبارات على المحركات النمطية والمعايرة المتوفرة لمثل هذه الإختبارات مع مراعاة حساب القدرات المستهلكة الحقيقية للتأكد من إمكانية تشغيل المهمات فى حالة إدارتها بالمحركات الخاصة بها بموقع العمل بنفس الكفاءة والدقة .
- يطبق البند السابق فى حالة أجهزة القياس المختلفة والتى يجب إستخدامها فى حساب القياسات الخاصة بالمهمات الميكانيكية التى يتم توريدها لنفس العملية ما أمكن ذلك .

- يجب إستخدام أجهزة قياس معايرة فى إجراء الاختبارات بموقع الانتاج والتأكد من الشهادات الدالة على ذلك من الجهات المعتمدة فى بلد الصنع مع الأخذ فى الأعتبار السماح أو التجاوز فى القراءات الخاصة بهذه الأجهزة طبقاً لدرجة الدقة المقننة لها وبيانات السماح المثبتة عليها بمعرفة المنتج نفسه .

٥-٣-١-١ - إختبارات الضغط الهيدروليكى Pressure Hydraulic Tests

جميع المسبوكات والبلوف والمواسير والقطع الخاصة وأى أجزاء أخرى فى المعدات معرضة للضغط يجب إختبارها على ضغط مساو لضعف الضغط الأقصى المصممة للعمل عليه .

٥-٣-١-٢ - إختبارات المواد والأجهزة Tests of Materials and Apparatus

جميع المواد المستخدمة فى الصناعة وأية أجهزة لازمة للمهمات يجب إجراء الاختبارات عليها طبقاً للمواصفات القياسية لبلد الأنتاج أو المواصفات العالمية وإعطاء شهادات معتمدة بذلك من الجهات المتخصصة وتجرى كالأتى :-

٥-٣-١-٢-١ المصافى 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 .

جـ - : الأجزاء المجمعة الكاملة Assembled Parts

- الفحص البصرى للأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها .
- أختبار كهربى وميكانيكى (محاولة تركيب بالورشة) .

د : المحرك الكهربى وصندوق التروس

- مراجعة شهادة المطابقة .
- مراجعة فحص الأبعاد والدهانات .
- عمل إختبار دوران Running test

هـ : قبل الشحن Before shipment

- عمل فحص بصرى نهائى ولمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

٥-٣-١-٢-٢ الراسب الرملى وإزالة الزيوت (كبارى الزحافات)

أ- مستندات التصمم .

- مراجعة المستندات وأعتمادها .

ب- المصنعات الصلب .

- 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 .

جـ- الأجزاء المجمعة الكاملة Complete assemble

- الفحص البصرى للأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها .

د - الأجزاء المجمعة للكبارى العلوية .

- الفحص البصرى للأجزاء المجمعة للكبارى العلوية ومراجعة أبعادها .
- مراجعة الأداء على اللاحمل (الاجزاء 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 بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

٥-٣-١-٢-٣ كبارى الترسيب الابتدائى

وتجرى عليها الإجراءات الأتية :-

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 .

جـ - مراجعة الأجزاء المجمعة تماماً Complete Assembled بصرياً ومراجعة أبعادها ومحاولة تركيبها بالورشة وكذلك مراجعة الأبعاد على الأذرع المجمعة .

د - مراجعة الأجزاء المجمعة للكبارى العلوية بصرياً ومراجعة أبعادها وكذلك مراجعة الأداء على اللاحمل (تشغيل وضبط وتحكم الأجزاء الكهربية والميكانيكية).

هـ - مراجعة شهادات المطابقة للمحرك الكهربى وصندوق التروس .

و - مراجعة المواد والأبعاد لألواح هدارات الخروج Over Flow weir sheet

ز - مراجعة المواد والأبعاد لسلاح الكاسحات المطاطية Rubber Scraper blade .

س - مراجعة المواد والأبعاد لألواح حاجز الخبث Scum board Sheet

ت - فحص وأختيار أدارة وحدة الأدارة المجمعة 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

٥-٣-١-٢-٤ تربينات التهوية السطحية

أ-مراجعةمستنداتالتصميم

ب- المروحةالمخروطية Impellers Cone

- مراجعة المواد والشهادات الخاصة بها .
- الفحص البصرى على اللحامات ومراجعة أبعادها .
- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .
- عمل الفحص البصرى لمراجعة العلاماتMarking وابعادها .
- فحص الأتزان الأستاتيكى Static balancing
- فحص معالجة الأسطحSurfact Treatment .

جـ- عامود الأدارة Shaft

- مراجعة شهادات المواد .
- الفحص البصرى على اللحامات ومراجعة أبعادها .
- فحص LP/MT على ١٠٪ من اللحامات .
- الفحص البصرى على عامود الأدارة ومراجعة ابعادها .
- فحص الأتزان الأستاتيكى Static balancing
- فحص معالجة الأسطحÆ

د - الاجزاء المجمعة (أعمدةالأدارة - المراوح - وحداتالأدارة)

- الفحص البصري على الأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها ومحاولة تركيبها بالورشة .

هـ- صندوقالتروس

- مراجعة شهادات الأختبار والمطابقة .

- فحص الأبعاد والدهانات .

و - المحرك الكهربى .

- مراجعة شهادات الأختبار الروتينى Routine test

ز - قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائي لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش علي المهمات .
- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-٥ كبارى الترسيب النهائى

كالسابق فى البند ٥-٣-١-٢-٣ ماعدا الفقرة س تحذف

٥-٣-١-٢-٦ احواض تركيز الحمأة

أ-مراجعةمستنداتالتصميم

ب-المصنعاتالصلب

- 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 أختبار إدارة بالورشة .

د- الأجزاء المجمعة تماماً .

- عمل الفحص البصرى ومراجعة الأبعاد .
- محاولة تركيب الأجزاء بالورشة .

هـ- صندوق التروس والمحرك الكهربى .

- مراجعة شهادات المطابقة للمصنع

و- ألواح الهدارات

- مراجعة المواد وأبعادها

ز - نصل الكاسحات المطاطية .

- مراجعة المواد وأبعادها

س- قبل الشحن

عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات ومراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-٧ مهمات الكلور

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 الأختيار .

٥-٣-١-٢-٨ البوابات Penstocks

أ- مراجعة مستندات التصميم .

ب- مراجعة المواد الخاصة بالبوابة والإطار والعامود والجلبة) .

- مراجعة شهادات المواد .

جـ- التركيب

- الفحص البصرى على اللحامات ومراجعة أبعادها .
- فحص لـ ١٠٪ من اللحامات . LP / MT
- الفحص البصرى على أبعاد التركيب .
- فحص معالجة الأسطح .

د- الأجزاء المجمعة

- الفحص البصرى على الأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها .
- التحقق من الأداء

هـ- قبل الشحن

- فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات

٥-٣-١-٢-٩ الاختبار للمحركات الكهربائية

يتم التفتيش 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 الأختبارات الروتينية Routine tests المتضمنة الآتى:

- قياسات المقاومة الباردة للملفات .
- قياس مقاومة العزل البارد (إختبار الميجر) .
- قياس مقاومة المجسات Detectors الباردة (إن وجدت)
- تحديد جهد العضو الدوار على الدائرة المفتوحة .
- خواص اللاحمل .
- خواص الدائرة المغلقة .
- إختبار الضغط العالى

ويجرى إختبار 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 الدافىء 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 مفاجىء 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 بادءات الحركة لإختبار أداء وإختبارالضغط العالى .

٥-٣-١-٢-١٠ الاختبارات على لوحات التوزيع الكهربائية (المجمعة)

- يتم التفتيش على الأتى :

- 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 :

- إختبار الضغط العالى .

- سلامة الأداء للأتى :

التشغيل - التحكم ودوائر الحماية .

٥-٣-١-٢-١١ وحدات التوليد

أ- تفتيش أولى Preliminary Insp.

- مراجعة شهادة إختبار المحرك

- مراجعة شهادة إختبار المولد .

- مراجعة شهادة إختبار أجهزة التحكم الكهربية .

ب- إختبار المحاولة للمجموعة

- فحص بصرى وأبعاد .

- إختبار التحمل Load test

- إختبار التحميل الزائد Over. load

- إختبار تنظيم السرعة

- إختبار تنظيم الجهد الكهربي .

- التفتيش على بارامترات الأداء Functional Parameters

- فحص بدء الحركة المكبل ومراجعة المكونات .

- التفتيش على سلامة الأداء للوحة التحكم الكهربية .

جـ- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات .

٥-٣-١-٢-١٢ الطلمبات المغمورة Submerged

- مراجعة شهادات الاختبارات الروتينية .

- إختبارات الأداء

(التصرف - الرفع - سرعة الدوران - تحليل القدرة للمحرك - الكفاءة - الدياجرام الوظيفى - التذبذب - المواد - الضغط - الدهانات ومعالجة الاسطح)

- فحص بصرى وأبعاد .

- فحص لوحة البيانات .

- فحص المستندات والتحبيش .

٥-٣-٢ الاختبارات فى مواقع التنفيذ

٥-٣-٢-١ إختبار عدم النفاذية للمنشآت المائية

يتم إختبار المنشأت 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 ترشيح مع ملاحظة أن تبقى الاحواض 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 الأختبار تكون مرضية .

وعند قياس المناسيب ، يجب الآخذ فى الأعتبار السماح اللازم لفواقد التبخير والتى يتم قياسها باستخدام وسائل القياس المعتمدة .

وفى حالة عدم تحقق أشتراطات الأختبار ، يتم مد فترة الأختبار لسبعة أيام أخرى وتعتبر نتيجة الأختبار مرضية فى حالة تحقق الأشتراطات المقررة .

وفى حالة حدوث تسرب مرئى ، يتم معالجته فوراً باستخدام المركبات المانعة للتسرب وبالطرق والأساليب المعتمدة .

٥-٣-٢-٢ - الاختبار الهيدروليكى:

يتم أجراء الأختبار 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 .

٥-٣-٢-٣ إختبار المهمات الميكانيكية :

تجرى تجارب الأختبارات بالموقع لجميع المهمات الميكانيكية والكهربائية المركبة بوحدات المعالجة للتأكد من صلاحية المعدات والمهمات الموردة من تأدية وظيفتها وذلك عن طريق أختبارات الموقع الموضحة فيما بعد.

٥-٤- إختبارات المهمات بمواقع التنفيذ Tests at site

٥-٤-١- المحركات الكهربائية :

تجرى على المحركات بالموقع إختبارات التحمل Reliability test وذلك بادارة المحرك على الحمل الكامل لمدة ١٠ أيام ولا يسمح بأى تغييرات أو ضبط خلال الاختبار .

ويجب أن يدور المحرك بحريه دون وجود اهتزازات وأن تبقى درجات الحراره فى كل جزء من المحرك فى الحدود المسموح بها طبقاً للتصميم الاصلى للمحرك .

٥-٤-٢ لوحات التوزيع الكهربية :

يتم إجراء الاختبارات الأتية بعد تركيب اللوحات بالموقع

- التفتيش على سلامة التوصيلات الخارجية Interconnecting
- إختبار الضغط العالي .
- التأكد من سلامة الأداء طبقاً لقائمة المراجعة Check list .

٥-٤-٣ الكابلات الكهربائية :

بعد تركيب ومد الكابلات تجرى الاختبارات الأتية :

- إختبار العزل بالميجر باستخدام جهد ٥٠٠ فولت وذلك للتأكيد على الاتى :

أ - استمرارية الموصل على كامل الطول .

ب - بداية ونهاية الموصلات تكون طبقاً للرسومات المعتمدة .

جـ - 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 .

هـ - ترتيب الاوجه عند التوصيل الى المحركات تكون طبقاً للأوضاع التى تضمن إتجاه الدوران الصحيح .

٥-٤-٤ الطلمبات:

يجرى على الطلمبات بعد تمام تركيبها والتأكد من سلامة التركيب طبقاً لشروط التنفيذ إختبارات التشغيل الاتية لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة تشغيل مستمر .

٥-٤-٤-١- بالنسبة للطلمبات المركبة بالبئر الجاف .

فى نهاية مدة التشغيل المبينة يجب التأكد من ان الطلمبات قد اجتازت الاختبار بصورة مرضية دون حدوث أية مشاكل مع قياس البارامترات الاتية ومقارنتها بالارقام المثبته بجداول الضمان لهذه الطلمبات :

- القدرة المستهلكة والكفاءة الهيدروليكية عند نقاط التشغيل المختلفه على مدى التشغيل المعتمد .
- عدم وجود أى اهتزازات او أصوات غير عادية عند أى من نقاط التشغيل شامله نقطه القفل للطلمبة .
- قياس درجة حرارة كراسى المحاور للطلمبه وأعمدة التوصيل ومطابقتها على الأرقام القياسية الموضحة بكتالوج المورد والبيانات الفنيه المعتمدة للطلمبات .

ويتم استخدام اجهزة القياس المناسبة لتسجيل هذه القراءات ويراعى الا تزيد إزاحه الاهتزازات (خمسه الى خمسه) عند قياسها على أى نقطة من المعده عن ١٠ ر٠ مم .

٥-٤-٤-٢- بالنسبه للطلمبات الغاطسة : submersible pumps

تجرى على هذا النوع من الطلمبات إختبار التشغيل مرتين الاولى فى الهواء (بدون غمرها فى الماء) والثانى فى حالة الغمر وفى الحالة الاولى فان مستوى المياه بالبياره 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 للطلمبات طبقاً للتعاقد .

- الزيادة فى درجة حرارة المحرك .
- القدرة الكهربائية الداخلية للطلمبة والمقاسة على لوحة التشغيل .
- عدم وجود اهتزازات أو أصوات غير طبيعية طوال فترة التشغيل وعلى مدى التشغيل للطلمبه بما فيها نقطة القفل واستخدام الأجهزة اللازمة لتسجيلها .

٥-٤-٤-٣- الطلمبات الحلزونية : Screw Pumps

بعد التركيب وضبط المحاور وعمل التبطين لمجرى السحب والتشغيل للطلمبة †Screedingيتم إجراء نفس الأختبارات التى تجري على الطلمبات الرأسية المركبة بالبئر الجاف وتسجل القراءات ويتم عمل المقارنة بينها وبين أرقام الضمان المعتمدة لهذه الطلمبات .

٥-٤-٤-٤ المصافى الميكانيكية Mechanical Screens

بعد تركيب وضبط المصافى طبقاً لشروط التنفيذ تجرى الاختبارات بالموقع لتوضيح أن المصفاه بالكامل كنظام ميكانيكى بما فيه وسائل الحماية قد تم تصميمها لتحمل العزم المعرضة له وان وسائل الحماية تعمل على تجنيب منظومه المصافى أى عطب بسبب التحميل يزيد عن القدرة المقننة للمحرك الكهربى ووحدة الادارة .

٥-٤ مهمات وحدات المعالجة Treatment Units equipment

يتم تشغيل جميع مهمات وحدات المعالجة لمدة لا تقل عن ٣ أيام تشغيل مستمر
، يتم مراقبة ورصد الآتى :

عدم وجود أى إهتزازات أو أصوات غير عادية بأى جزء من أجزاء المعدة واستخدام جهزة القياس المناسبة لتسجيلها ولا تزيد ازاحة الاهتزاز عن ١٠ ر ٠ مم على أى جزء من المعدة (مقاسه قمة الى قمة)

حساب السرعة الدورانية والسرعة الخطية للمعدات ومضاهاتها بأرقام الضمان الواردة بالتعاقد .

حداث تحميل زائد للمعدات والتأكد من أن أجهزة الحماية تعمل بكفاءة طبقاً لأرقام لضمان .

ياس درجات الحرارة بجميع محاور الارتكاز ومقارنتها بالارقام الواردة بكتالوجات لتشغيل وبيانات المصنع .

ياس الانحناء بالكبارى المعدنية Deflection ومقارنتة بأرقام الضمان .

صد وقياس مناسيب هدارات الخروج .

تأكد من عدم وجود أى تأكل أو برى بأى جزء من المعدة يعمل ملامسا للمنشآت لخرسانية لوحدات المعالجة .

ختبار عمل مفاتيح نهاية الأشواط وعكس الحركة وصلاحية أجهزة الحماية ضد بادة الحمل .

٥-٤-٥- معدات التشغيل الكهربائية Electrical Switchgear

٥-٤-٥-١ قائمة المراجعة Check List

- اسم الصانع :
- الرقم المسلسل للانتاج :
- جهد التشغيل :
- نوع اللوحات :
- مكونات اللوحات :

(عدد الخلايا)

(عدد القواطع)

(أجهزة القياس)

(المرحلات)

- الحالة الخارجية للوحة :
- نتيجة الفحص الظاهرى :
- المهمات الخارجية
- إضاءة الخلايا
- حركة أذرع التشغيل والمفاتيح
- حالة الأبواب ومفصلاتها وأقفالها
- الرباط الميكانيكى والارتباط بين الخلايا .
- أجهزة القياس والاغطية الزجاجية لها .
- توصيلات الأرضى
- تثبيت قضبان التوصيل والمسافات بينها .
- شمعات التسخين .

طراف التوصيل وترقيمها .

حتياطات السلامة

ركة المفاتيح والاجهزة القابلة للسحب والاطمئنان على سلامتها وتشحيمها .

٤-٢ - القياسات الواجب إجراؤها

ياس مقاومة العوازل الكهربائية

ياس مقاومة الكابلات بالميجر

ياس مقاومة قضبان التوصيل بالميجر

ياس مقاومة شبكة الارضى

٤-٣ - التفتيش على الاتى:

كابلات وفضبان التوصيل

لامة مهمات التأريض

هزة القياس والحماية

ثبتات قضبان التوصيل

حولات الجهد والتيار

قيم الدوائر الكهربية

لافة الخلايا والأجهزة

كة المفاتيح والرليهات

٤-٤ إختبارات المعدات

٤-٤-١ أختبار لوحات التشغل

ات العمل

واطع (C.B) تعمل أولاً فى الوضع العادى للتشغيل بإستخدام المفتاح اليدوى 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 بإستخدام أجهزة قياس معايرة وسارية التاريخ .

٤-٤-٥-٤-٥-٢-إختبار المحولات

تجرى الأختبارات الآتية للمحولات :

- قياس المقاومة لجميع الملفات عند الحمل المقنن وأقصى وضع للتقسيم .
- إختبار النسبة لجميع أوضاع التقسيم .
- اختبار القطبية وعلاقة الوجه .
- فواقد الأحمال عند الجهد المقنن وجهد الممانعة .
- تيار الأثارة عند الجهد المقنن .
- إختبار الضغط .
- عند أختبار عزل الملفات يتم اختبار الضغط الإستنتاجى على قيمة ضغط الجهد الأسمى عند تردد زائد .

ويمكن إجراء أختبارات إضافية وهى :

- جهد النبضة .
- مستوى الضوضاء .
- الأرتفاع فى درجة الحرارة .
- إختبار العزل بالضغط العالى بالنسبة للكابلات والقضبان .
- إختبار الالتواء على القضبان الموصلة .

- إختبار المفاتيح للتشغيل والفصل.
- إختبار ضوابط الرليهات وإثبات مقدار الخطأ.
- إختبار لقط وتشغيل الريلهات.
- إختبار مبينات أجهزة القياس والانذار.

٦- تجارب الأداء والإستلام

مقدمة:

تنقسم تجارب الأداء والإستلام الخاصة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحى 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 فى التشغيل المستمر للمحطة - وذلك قبل البدء فى الإستلام الإبتدائى للمحطة.

وتحدد فترة تجارب الأداء لهذه المعدات بمدة لاتقل عن ١٠ أيام تشغيل مستمر للمحطة على ألا يقل مدة تشغيل كل وحدة عن ٢٤ ساعة مستمرة ثم عمل القياسات اللازمة لها.

تجارب الإستلام الإبتدائى

تجارب خاصة بالإستلام الإبتدائى للمحطة بغرض التأكد من قيامها بدورها المصممة من أجله وهو عملية معالجة مياه الصرف الصحى فى حدود المعايير والقياسات المحددة فى القوانين واللوائح والقرارات الوزارية واللوائح الخاصة. ووزارتى الصحة والبيئة ومختلف الجهات المعنية فى هذا الشأن.

٦-١-١ تجارب أداء المعدات

أ- شروط عامة

- يتم معاينة جميع المهمات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمركبة بمختلف وحدات المحطة ومطابقاتها 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 وصلاحية 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 التعرض 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 كفائتها 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

- القصر الكهربائى Short circuit relays
- زيادة وإنخفاض الجهد Under and over voltage
- سقوط أحد الغازات Phase failure relayes
- تغير الإتجاه (Phase sequance) antidirection relays

وأى تجارب حماية أخرى وردت فى كراسة المواصفات مثل إنخفاض منسوب المص للطلمبات 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 الـ 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 طلمبة ويتم قياس الآتى :-

- زمن التقويم عن طريق المؤقت (Timer)
- إختبار جهاز وقاية زيادة الحمل وضبطه على أساس الحمل الكامل .
  (التيار المقنن للمحرك Rated Current)
- إختبار جهاز القصر (Short Circut) 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 الطلمبات

يتم قياس التصرف والرفع عند النقط الآتية :

أ- التشغيل عند قفل محبس الطرد بالكامل وقياس الرفع عند التصرف صفر لطلمبات المرحلة الواحدة فقط

ب- التشغيل عند نقطة الأداء التصميمية Duty point عن طريق التحكم فى محبس الطرد - ويحدد التصرف عند هذا الرفع.

ج- التشغيل عند أقصى فتحة لمحبس الطرد بحيث لا يتعدى التيار المقنن للمحرك وعمل تحكم لأقصى فتحة لمحبس الطرد عند تلك الحدود.

٦-١-٢ تجارب الاستلام الابتدائى لوحدات المحطة

أ- أحواض الترسيب الإبتدائى :

يتم تشغيل الأحواض بصفة مستمرة لمدة لاتقل عن ٣ أيام مع قياس كلا من :

- كفاءة الترسيب

إزالة ٥٠٪ على الأقل من المواد الصلبة العالقة مقاسه بالنسبة للمياه الداخلة للأحواض.

- قياس الـ BOD_5 للمياه الخارجة بعد الأحواض.

إزالة ٣٥٪ على الأقل من نسبة الـ BOD_5 بالنسبة للمياه الداخلة للأحواض.

ب- المرشحات :

يتم تشغيل كل مرشح لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس التصرف الخارج .

جـ- أحواض التهوية :

يتم تشغيل كل حوض بصفة مستمرة لمدة لا تقل عن ٣ أيام مع قياس كل من :

- الأكسجين الذائب D.O. والذى لا يقل عن ٢ جزء فى المليون .

- تركيز المواد الصلبة طبقا للنظام المتبع فى أحواض التهوية.

د- أحواض الترسيب النهائى :

يتم تشغيل الأحواض بصفة مستمرة لمدة لاتقل عن ٣ أيام مع قياس كل من :

- كفاءة الترسيب
- قياس الـ BOD5 للمياه الخارجة بعد الأحواض

وأن يكون السيب الخارج مطابقا للقوانين المنظمة لذلك .

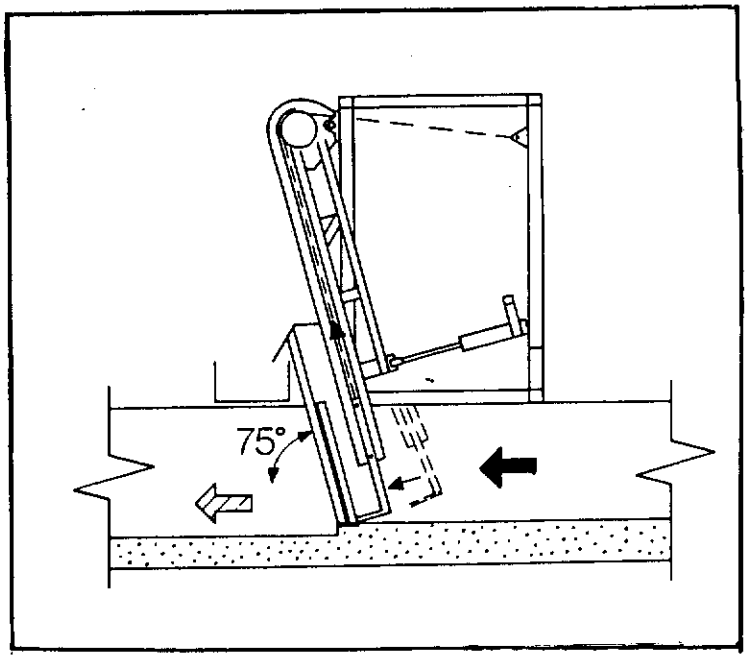
الملاحق

ملحق رقم (١) : أنواع المصافى الميكانيكية

ملحق رقم (٢) : إختبار اللحامات المستخدمة فى الهياكل المعدنية .

ملحق رقم (٣) : جدول مقارنة لأنواع معدات أحواض التهوية .

ملحق رقم (١) : أنواع المصافى الميكانيكية



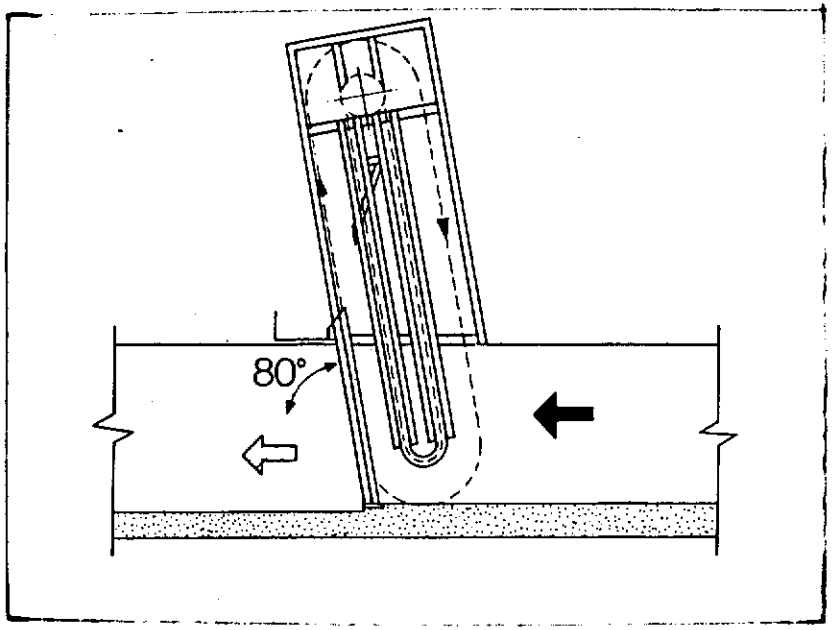
GRAB TYPE SCREEN WITH POWERED ENGAGEMENT.

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.

. 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.



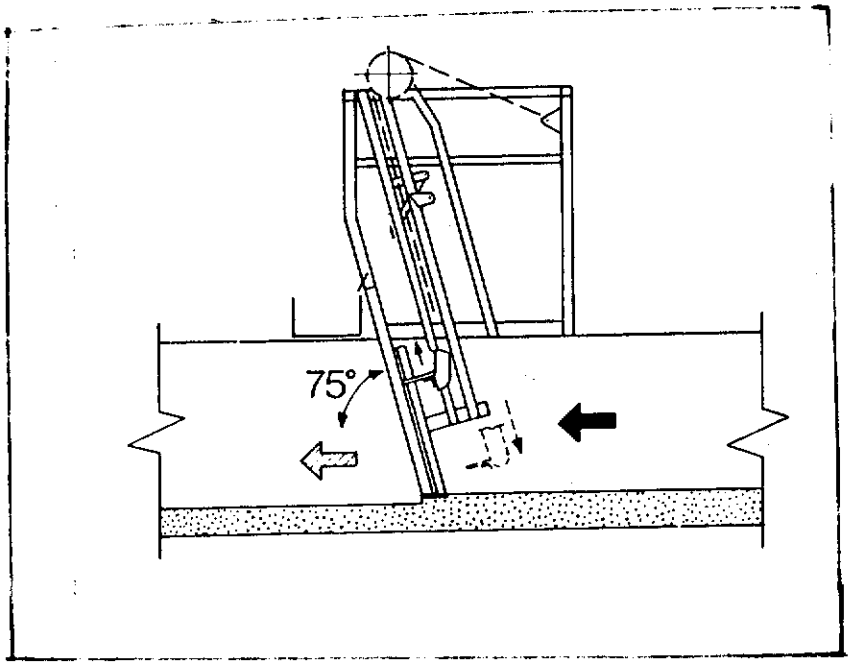
FOR MEDIUM TO DEEP CHANNELS AND HEAVY SOLIDS LOADING.

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.



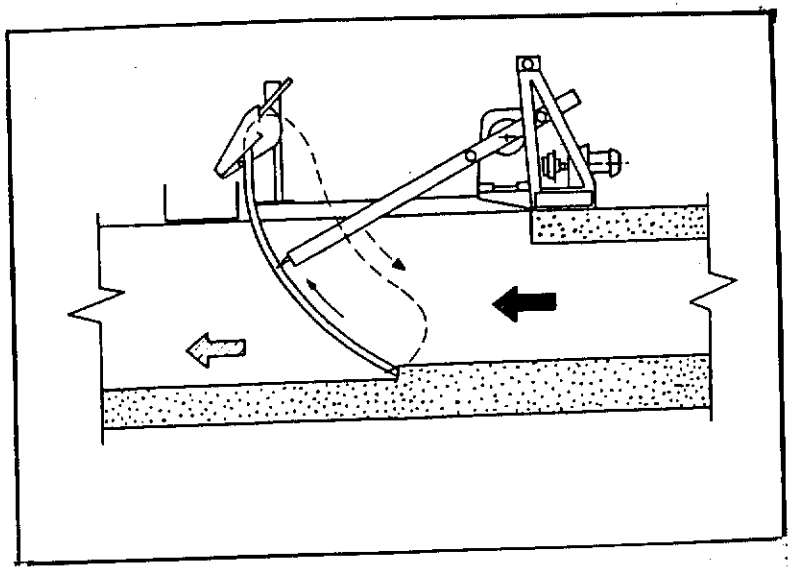
GRAB TYPE SCREEN FOR MEDIUM TO DEEP CHANNELS.

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.



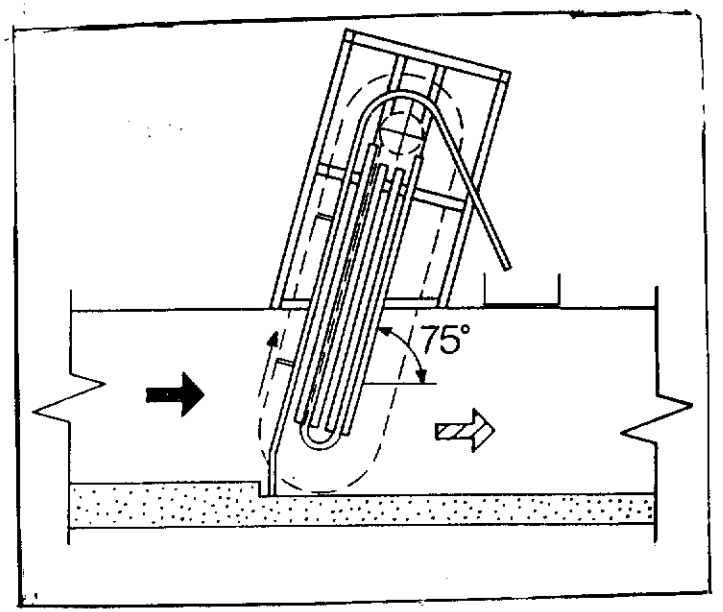
FOR SHALLOW TO MEDIUM DEPTH CHANNELS USUALLY UP TO 2600MM.

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.



COARSE SCREEN FOR LARGE SOLIDS

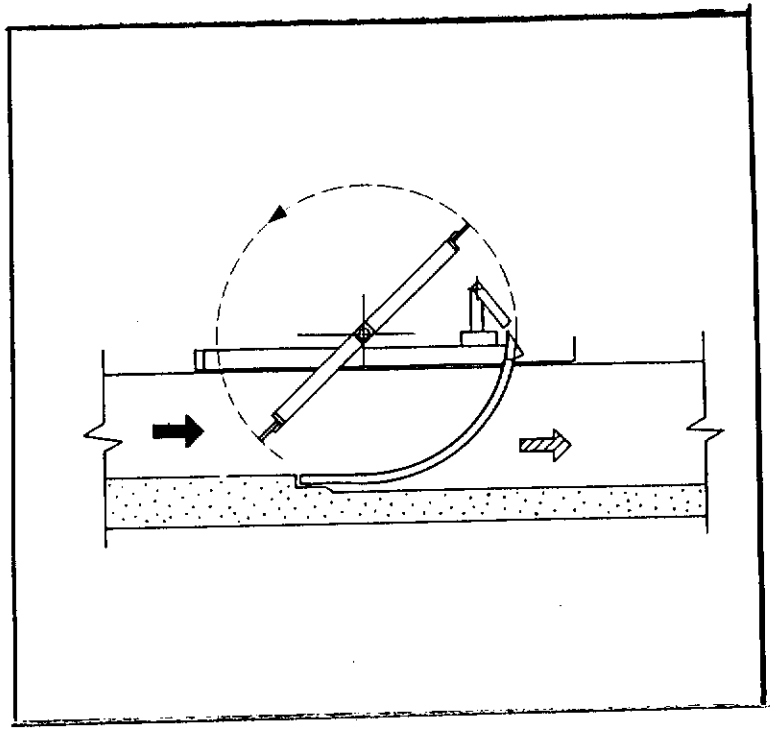
A multi back raked coarse screen of very robust construction.

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

ملحق رقم (٢) : إختبار اللحامات المستخدمة فى الهياكل المعدنية .



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 elliptical 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.

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 examinations 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 amperage);
(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.

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.

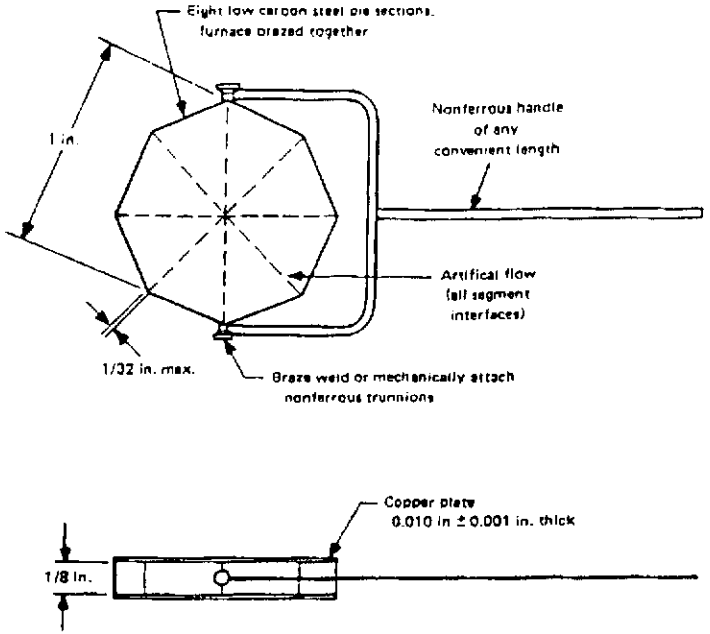


FIG. T-727 MAGNETIC PARTICLE FIELD INDICATOR

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 ± 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.

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 $\mu W/cm^2$ 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 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.

A90

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).

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

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 ¼ 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.

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 ¾ in. thick or greater. For sections less than ¾ 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 ± 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 × 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 ± 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

$$\frac{5000}{5} = 1000 \text{ amperes } (\pm 10\%)$$

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 $\frac{3}{16}$ in.;

(c) four or more relevant rounded indications in a line separated by $\frac{1}{16}$ in. or less (edge-to-edge).

9-240 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.

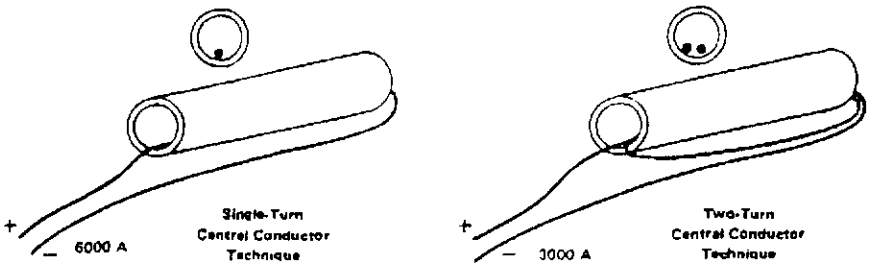


FIG. T-745.2 SINGLE-TURN AND TWO-TURN CENTRAL CONDUCTOR TECHNIQUE

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.

(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

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).

A90 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;

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. A90

T-647 Interpretation A90

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. A90

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 indications(s). A90

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. 90

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. A90

(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 $\mu W/cm^2$ 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.

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 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 Tem

As a standard technique, the temperatu etrant and the surface of the part to be p not be below 60°F nor above 125°F th examination period. Local heating or coo ted provided the part temperature remai of 60°F to 125°F during the examination. practical to comply with these temperatu other temperatures and times may be u the procedures are qualified as specified

T-642 Penetrant Application

The penetrant may be applied by any such as dipping, brushing, or spraying. I is applied by spraying using compressed ratus, filters shall be placed on the upst the air inlet to preclude contamination o by oil, water, dirt, or sediment that mav in the lines.

T-643 Penetration Time

Penetration time is critical. The mini tion time shall be as recommended in referenced in T-610 or as qualified by for specific applications.

T-644 Excess Penetrant Removal

After the specified penetration time h penetrant remaining on the surface sha taking care to minimize removal of discontinuities.

T-644.1 Water Washable Penetrant washable penetrant shall be removed spray. The water pressure shall not exc the water temperature shall not exceed

T-644.2 Post-Emulsifying Penetran emulsifying penetrants, the emulsifier by spraying or dipping. Emulsification and governed by surface roughness and tinuities sought. It shall not exceed 5 m times have been qualified by actual test fication, the mixture shall be removed b using the same processes as for water trants.

T-644.3 Solvent Removable Penetr vent removable penetrants shall be rem with a cloth or absorbent paper, repeati

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.

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, ¼ in. thick, and should have approximate face dimensions of 2 in. × 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. × 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."

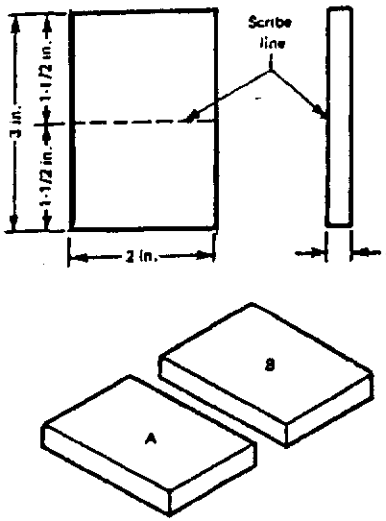


FIG. T-648.2 LIQUID PENETRANT COMPARATOR A
(NOTE: Dimensions given are for guidance only and are not critical.)

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) 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. A

(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. A

ملحق رقم (٣) : جدول مقارنة لأنواع معدات أحواض التهوية .

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 O_2 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 O_2 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
Ultrafine bubble type	• Bubbles generated are smaller than that of fine bubble type	• Efficiency of O_2 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 nitrification
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 O_2 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 lagoon
Horizontal shaft drive type	• Waves caused by rotation of aerator transfer O_2 (only for shallow tanks) • There are two types of puddle type and rotor type	• High efficiency of O_2 transfer • Low price • Low maintenance cost	• Limitation of tank shape • Not suited for cold area • Insufficient in nitrification • Turbulent flow breaks flocs	• Oxidation ditch
Combination type	• Air is injected from spurjaring and simultaneously agitated by turbine propellers equipped in the water	• Good mixing • Efficiency of O_2 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	O2 dissolving efficiency in water (%)	Power efficiency when O2 transferred in water (kgO2/kwh)	Required Energy (kwh/kgO2)
BUBBLY TYPE (C	Big bubble type	10 - 16	1.4 - 1.9	0.51 - 0.71
	Static aerator	10 - 13	1.4 - 1.9	0.62 - 0.71
	Big bubble double type	8 - 10	1.2 - 1.5	0.60 - 0.71
	Big bubble single type			
	Fine bubble type	15 - 26	1.9 - 3.3	0.31 - 0.55*
	Circling type			
	Ultra fine bubbling type total aeration type	20 - 32	3.0 - 4.6	0.22 - 0.33
MECHANICAL AERATION	Low speed surface aeration type		1.5 - 2.2	0.46 - 0.66
	High speed surface aeration type		1.2 - 1.8	0.55 - 1.82
COMBINATION OPONE	Turbine spurjar	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.

المراجـــع

- Gray, N. F. (1995). Activated sludge process. Theory and Practice, Oxford university press, New York, 1990.
- Agnew, R.W. (1972). A Mathematical model of final clarifier for the activated sludge process, EPA. 17090 FIW 02172. USA. EPA.
- Eikelboom, D.H. and Van Buijsen, H.J.J (1981). Microscopical sludge investigation manual, TNO Research Institute for Environmental Hygiene, Delft. Cited from Gray, N.F.(1990).
- Metcalf and Eddy, Inc. wastewater Engineering; Treatment/ Disposal / Reuse, Third Edition, Mc Graw-Hill, New York, 1993.
- Said R. Qasim, Wastewater Treatment Plants
- Benefield Judkins Parr, Treatment Plant Hydraulics for Environmental Engineers, Prentice- Hall, Inc. Engle wood Cliffs, NJ, USA.

- الهندسة الصحية أ.د. محمد على على فرج .
- النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحى أ.د. محمد صادق العدوى
- تصميم نظم معالجة مياه الصرف الصحى- المكتب الإستشارى كيمونكس/ القاهرة
- الكود المصرى لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي .
- هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحى - م / محمود حسين مصيلحى.

رقم الإيداع بدار الكتب
٩٧/٨٠٨٧