



جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط التنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع
كود رقم ١٠١ - ٢٠١٧
ECP 101 - 2017
(أربعة مجلدات)

المجلد الرابع ٤/٤
محطات معالجة - الصرف الصحى

قرار وزاري رقم () لسنة ()
اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع
طبعة ٢٠١٧

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
	الفصل الأول: الدراسات الأولية والبيانات التصميمية
١/١	مقدمة
٢/١	١- دراسة المخطط العمراني وإستعمالات الأراضي فى منطقة الدراسة
٢/١	٢- تحديد الفترة التصميمية
٢/١	٣- الدراسات السكانية
٣/١	٤- معدلات استهلاك المياه
٣/١	٥- مصادر المخلفات السائلة
٣/١	٥-١ الأستخدامات السكانية
٣/١	٥-٢ الإستخدامات الصناعية
٣/١	٥-٣ المصادر الأخرى
٣/١	٥-٤ الأحمال التصميمية لمحطات المعالجة
٥/١	٥-٥ التصرفات المستخدمة فى تصميم وحدات المعالجة
٧/١	٦-١ خصائص مياه الصرف الخام
٨/١	٧- دراسات إعادة الإستخدم والتخلص النهائي
٨/١	٨- الموقع العام للمحطة
٨/١	٨-١ إختيار الموقع
٨/١	٨-١-١ شروط إختيار الموقع
٩/١	٨-١-٢ المساحة المطلوبة
١٠/١	٨-١-٣ المجاري المائية المحيطة
١٠/١	٨-١-٤ العناصر المساحية
١٠/١	٨-١-٥ اختيار أرض الموقع
١١/١	٨-١-٦ التسهيلات المتاحة بمحيط الموقع
١١/١	٨-١-٧ الجسات المبدئية او الاسترشادية
١٢/١	٨-٢ المخطط العام للمحطة
١٣/١	٨-٢-١ العناصر الهيدروليكية
١٤/١	٨-٢-٢ العناصر المعمارية
١٥/١	٨-٢-٣ العناصر الإنشائية
١٥/١	٨-٢-٤ العناصر الميكانيكية
١٥/١	٨-٢-٥ العناصر الكهربائية
١٦/١	٩- الأعمال المساحية
١٦/١	١٠- الدراسات الجيوتقنيه

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
١٧/١	١١- دراسات التحكم والحماية
١٧/١	١-١١ وسائل التحكم
١٩/١	٢-١١ تمييز لون المواسير حسب نوعية التصريف
٢٠/١	٣-١١ وسائل الحماية
	الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة
١/٢	١- طرق معالجة المخلفات السائلة
١/٢	١-١ المعالجة الأولية
٣/٢	٢-١ المعالجة الكيماوية
٤/٢	٣-١ المعالجة البيولوجية
٨/٢	٢- عمليات المعالجة اللازمة لازالة الملوثات المختلفة
١٠/٢	٣- مراحل ومستويات المعالجة الأولية
١٣/٢	٤- إختيار طريقة المعالجة
١٥/٢	٥- طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة
	الفصل الثالث: التصميم الهيدروليكي
١/٣	١- غرفة التهدة Deceleration Chamber
١/٣	١-١ الغرض منها
٢/٣	٢-١ التصميم الهيدروليكي
٢/٣	٢- قناة المدخل (قناة التوصيل) Approach Channel
٢/٣	١-٢ الغرض منها
٢/٣	٢-٢ التصميم الهيدروليكي
٣/٣	٣- المصافي (Screens)
٣/٣	١-٣ الغرض منها
٣/٣	٢-٣ انواع المصافي
٤/٣	٣-٣ التصميم الهيدروليكي
١١/٣	٤- طواحن المواد الصلبة
١١/٣	٥- أحواض الموازنة
١٢/٣	٦- أحواض فصل الرمال
١٢/٣	١-٦ الغرض منها
١٣/٣	٢-٦ أنواع احواض فصل الرمال
١٩/٣	٧- أحواض الترسيب الابتدائية
١٩/٣	١-٧ الغرض منها

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
٢٢/٣	٢-٧ التصميم الهيدروليكي
٢٢/٣	٣-٧ كفاءة الازالة لاحواض الترسيب الابتدائية
٢٤/٣	٨- أحواض المعالجة البيولوجية Biological Tanks
٢٤/٣	أولاً النمو المعلق
٢٤/٣	١- أحواض التهوية (الحمأة المنشطة)
٣١/٣	٢- أسس التصميم
٣٧/٣	ثانياً: النمو الملتصق (Attached Growth)
٣٧/٣	١- المرشحات البيولوجية
٤٦/٣	٢- الاقراص البيولوجية الدوارة (RBC)
٤٨/٣	ثالثاً: عمليات معالجة مختلطة Hybrid
٥٠/٣	٩- أسس التصميم لاحواض الترسيب النهائية
٥١/٣	١٠- إضافة الكلور
٥٢/٣	١٠-١ أجهزة الكلور
٥٢/٣	١٠-٢ ظلمبات تشغيل حاقن الكلور
٥٢/٣	١٠-٣ أجهزة معادلة الكلور المتسرب
٥٢/٣	١٠-٤ أحواض التلامس (الكلور)
٥٣/٣	رابعاً : بحيرات الأكسدة Stabilization Ponds
٥٣/٣	١- الغرض من الوحدة
٥٤/٣	٢- البحيرات اللاهوائية Anaerobic Ponds
٥٤/٣	٣- بحيرات أكسدة هوائية /لاهوائية (إختيارية) Facultative Ponds
٥٥/٣	٤- بحيرات النضج (إتمام الأكسدة) Maturation or Polishing Ponds
٥٥/٣	٥- العوامل المؤثرة على المعالجة بطريقة برك الأكسدة
٥٩/٣	٦- اختيار وتقييم الموقع
٦٠/٣	٧- مكونات وأسس تصميم بحيرات الأكسدة
٦٥/٣	خامساً : الأراضي الرطبة المشيدة Constructed Wetlands
٦٦/٣	١- الارض الرطبة بطريقة التدفق الحر Free Water Surface (FWS) Wetlands
٦٨/٣	٢- الارض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحى Subsurface Flow Constructed Wetlands
٧٥/٣	١١- المعالجة الثلاثية (المتقدمة) Tertiary (advanced) treatment
٧٦/٣	١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters
٧٨/٣	٢- مرشحات الأغشية Membrane filters
٨٤/٣	٣- الكربون المنشط (Activated carbon)

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
٨٥/٣	٤- التبادل الأيوني Ion exchange
٨٦/٣	١٢- معالجة الحمأة (Sludge Treatment)
٨٧/٣	١- تركيز الحمأة (Thickening)
٩٤/٣	٢- تثبيت الحمأة (Sludge Stabilization)
١٠٠/٣	٣- فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)
	الفصل الرابع: التصميم الميكانيكي
١/٤	١- المصافي الميكانيكية
١/٤	١-١ أسس التصميم
١/٤	١-٢ أنواع المصافي الميكانيكية
٢/٤	١-٣ التصميم الميكانيكي والكهربائي للمصافي
٤/٤	٢- مهمات أحواض التخلص من الرمال
٤/٤	٢-١ الغرض من مهمات أحواض التخلص من الرمال
٤/٤	٢-٢ أسس التصميم
٥/٤	٢-٣ شروط التصميم
٦/٤	٢-٤ متطلبات التصنيع
٧/٤	٢-٥ الخامات التي تصنع منها مهمات أحواض فصل الرمال
٧/٤	٣- مهمات أحواض الترسيب
٨/٤	٣-١ أسس التصميم
٨/٤	٣-٢ أنواع أحواض الترسيب
٨/٤	٣-٣ شروط التصميم
٩/٤	٣-٤ متطلبات التصنيع
١٠/٤	٣-٥ الخامات التي تصنع منها مهمات أحواض الترسيب
١١/٤	٤- مهمات أحواض التهوية
١١/٤	٤-١ مهمات أحواض التهوية باستخدام وحدات التهوية السطحية
١٤/٤	٤-٢ مهمات التهوية باستخدام وحدات حقن الهواء
١٥/٤	٤-٣ مهمات التهوية باستخدام الهواء المضغوط
١٧/٤	٥- مهمات أحواض تركيز الحمأة
١٧/٤	٥-١ الغرض من مهمات تركيز الحمأة
١٨/٤	٥-٢ المكونات
١٨/٤	٥-٣ العوامل الواجب مراعاتها عند تصميم المهمات الميكانيكية لأحواض التركيز
١٨/٤	٥-٤ شروط التصميم

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
١٩/٤	٥-٥ متطلبات التصنيع
٢٠/٤	٦-٥ خامات التصنيع
٢٠/٤	٦-٦ طلبات الأعادة الحلزونية
٢٠/٤	٦-٦ الغرض من إستخدام طلبات الأعادة
٢٠/٤	٦-٦ يجب توافر الشروط الآتية فى تصنيع هذه الطلبات
٢١/٤	٧-٧ مهمات قنوات الأكسدة
٢٢/٤	٧-٧ الغرض من وحدات التهوية
٢٢/٤	٧-٧ شروط التصميم
٢٣/٤	٧-٣ متطلبات التصنيع
٢٤/٤	٧-٤ خامات التصنيع
	الفصل الخامس: تصميم الأعمال الكهربائية
١/٥	١- المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات رفع الصرف الصحى
١/٥	١-١ درجات العزل لملفات المحركات الكهربائية
٢/٥	١-٢ درجة تقفيل المحركات
٣/٥	١-٣ شمعات التسخين للملفات.
٤/٥	١-٤ كراسى الإرتكاز للمحركات
٤/٥	١-٥ تصنيع المحركات
٤/٥	١-٦ القدرات المقننة للمحركات
٥/٥	١-٧ بدء الدوران للمحركات
١٢/٥	١-٨ التحكم فى سرعة المحرك التأثيري
١٧/٥	١-٩ مهمات التحكم و الحماية للمحركات
٢٧/٥	٢- معدات التشغيل الكهربائية
٢٩/٥	٢-١ معدات تشغيل الضغط العالي
٤٢/٥	٢-٢ معدات تشغيل الضغط المنخفض
٤٦/٥	٢-٣ نظام التحكم الأتوماتيكى
٥٤/٥	٢-٤ التأسيس
٥٦/٥	٢-٥ حساب تيار القصر وتيار الوقاية للدوائر الكهربائية
٥٧/٥	٣- المحولات الكهربائية
٥٧/٥	٣-١ أنواع المحولات المستخدمة
٥٨/٥	٣-٢ القدرات الشائعة للمحولات
٥٨/٥	٣-٣ التقسيمة

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
٥٨/٥	٤-٥ ملفات المحولات
٥٩/٥	٥-٣ أداء المحولات
٥٩/٥	٦-٣ الفواقد فى المحولات
٦٠/٥	٧-٣ الإرتفاع فى درجة الحرارة
٦٢/٥	٨-٣ دليل التحميل للمحولات
٦٣/٥	٩-٣ مقاومة الحريق
٦٥/٥	١٠-٣ التوصيلات
٦٨/٥	١١-٣ نهايات التوصيل
٦٨/٥	١٢-٣ تبريد المحولات
٧٠/٥	١٣-٣ تهوية مأوى المحولات
٧٣/٥	١٤-٣ قوة (شدة) العزل للمحولات
٧٣/٥	١٥-٣ تشغيل المحولات على التوازي
٧٤/٥	١٦-٣ حماية المحولات
٧٧/٥	٤- الكابلات الكهربائية
٧٧/٥	١-٤ التيار المقتن المسموح بمروره
٨٥/٥	٢-٤ معاملات الخفض
٨٨/٥	٣-٤ التنزيل فى الجهد
٩١/٥	٤-٤ تيار القصر للكابلات
٩٤/٥	٥-٤ الاعتبارات التصميمية لتركيب الكابلات والمواسير والمجارى الخاصة بها
٩٥/٥	٥- محطة التوليد الكهربائي
٩٥/٥	١-٥ مقدمة
٩٥/٥	٢-٥ قدرة محطة التوليد الإحتياطية
٩٥/٥	٣-٥ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية
٩٥/٥	٤-٥ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد
٩٦/٥	٥-٥ ملحقات محرك الديزل
٩٨/٥	٦-٥ نظام الوقود
٩٩/٥	٧-٥ نظم بدء الإدارة
	الفصل السادس: شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية والتنفيذية - اعمال التصميمات المعماري والانشائي
١/٦	١- مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية
٣/٦	٢- إعداد مستندات الطرح

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

الصفحة	المحتويات
٣/٦	٣- مكونات مستندات الطرح
٣/٦	٣-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع
٤/٦	٣-٢ اليوم الأعمال
٦/٦	٤- التعاقد بين المالك والمقاول
١١/٦	٥- طرح الاعمال
١٢/٦	٦- التنفيذ
١٤/٦	٧ الأعمال المعمارية
١٤/٦	٧-١ الموقع العام
١٦/٦	٧-٢ عنبر المضخات
١٦/٦	٧-٣ مبنى المحولات والتوليد
١٦/٦	٧-٤ الورش والمخازن
١٦/٦	٧-٥ مبنى الكيماويات والكلور
١٨/٦	٧-٦ مبنى الإدارة والمعمل
١٨/٦	٨- الأعمال الإنشائية
١٨/٦	٩- الاعتبارات البيئية والصحية

الفصل الأول: الدراسات الأولية والبيانات التصميمية

الفصل الأول

الدراسات الأولية والبيانات التصميمية

مقدمة

عند البدء فى تصميم أعمال محطات معالجة المخلفات السائلة الواردة من مدينة أوقرية أو تجمع سكاني فإن ذلك يقتضى القيام بالدراسات الأولية اللازمة وكذلك تحديد البيانات التصميمية الآتية:

١. دراسات المخطط العمراني وإستعمالات الأراضي فى منطقة الدراسة.
٢. تحديد الفترة التصميمية.
٣. الدراسات السكانية.
٤. دراسات إستهلاكات المياه وتصرفات مياه الصرف الصحى شاملة التصرفات الصناعية- إن وجدت.
٥. التصرفات التصميمية لمحطات الرفع وخطوط الأنحدار الرئيسية التى تصب تصرفاتها مباشرة الى محطة المعالجة.
٦. خصائص مياه الصرف الصحى الخام والمواصفات المطلوبة لمياه المعالجة.
٧. دراسات إعادة الإستخدام والتخلص النهائي
٨. دراسات معالجة الحمأة والتخلص الآمن لها.
٩. اختيار الموقع الملائم لأعمال المعالجة طبقا للمتطلبات الصحية والبيئية.
١٠. الأعمال المساحية.
١١. الدراسات الجيوتقنيه وتوصيات التأسيس والنزح الجوفى وسند جوانب الحفر.
١٢. دراسات التحكم والحماية.
١٣. الدراسات البيئية لتقييم الاثر البيئي تبعا لتصنيف ومتطلبات وزارة البيئة المصرية.

ويختص هذا الكود فقط بأعمال المعالجة لمياه الصرف الصحي الادمية وفي حالة ورود كميات من مخلفات مياه الصناعة الي محطات المعالجة فيلزم علي المصمم التحقق من أن هذه الكميات لن تؤثر علي أداء وحدات المعالجة أويلزم له أخذ ذلك في الاعتبار عند التصميم.

١ - دراسة المخطط العمراني وإستعمالات الأراضي فى منطقة الدراسة

يتم الحصول على الحيز العمرانى المعتمد لمنطقة الدراسة بالتنسيق مع هيئة التخطيط العمرانى وهى الجهة المنوط بها اعداد الأحوزة العمرانية للتجمعات المختلفة.

يراعى عند اختيار مواقع محطات معالجة الصرف الصحى تحقيق ما يلى:

١. الأماكن المخصصة لذلك ضمن المخطط العمرانى المعتمد.
٢. تحقيق المتطلبات البيئية واعداد الدراسات البيئية المطلوبة ومتطلبات وزارة الصحة.
٣. تحقيق متطلبات الجهات ذات الصلة (التنمية المحلية - الكهرباء - الأسكان - الري - الصحة- الخ.....).

٢ - تحديد الفترة التصميمية

- يجب أن يتم تصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحى بحيث تكفى لتوفير احتياجات المنطقة المخدومة لفترة تصل إلى ٥٠ سنة (أوطبقا لما تحدده جهة الطرح للمشروع) ويلزم مراعاة اختيار أسس التصميم المناسبة التى تسمح بالمحافظة على كفاءة المحطة حتى بعد خروج ٢٥% من الوحدات للصيانة.
- يجب أن تكفى أعمال كل مرحلة من مراحل المحطة فترة تصميمية تصل إلي حوالى ١٥- ٢٠ سنة وألا تقل خطوط الإنتاج عن خطى انتاج فى المرحلة الأولى مع مراعاة توافق العمر الافتراضى للمهمات الكهروميكانيكية المختلفة لكل مرحلة وللجهة ذات المسئولية تحديد الفترة الزمنية المناسبة اذا دعت الحاجة.

٣ - الدراسات السكانية

يتم الاسترشاد بالكود المصرى لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى (أحدث إصدار) فيما هو متعلق بمراحل النمو، وكذلك الطرق المختلفة لتقدير عدد السكان المستقبلى لمنطقة الدراسة.

٤ - معدلات استهلاك المياه

يتم الاسترشاد فى تعريف المعدلات المختلفة للاستهلاك وكذلك تقدير الزيادة المستقبلية لتلك المعدلات بما ورد بالكود المصرى لأسس تصميم وشروط التنفيذ لكود شبكات مياه الشرب والصرف الصحى (أحدث إصدار).

٥ - مصادر المخلفات السائلة

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

١-٥ الإستخدامات السكنية

وهى المخلفات السائلة المجمعة من المناطق السكنية والتجارية والخدمية والترفيهية.

٢-٥ الإستخدامات الصناعية

وهي المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحى والوارده من عمليات الصناعة المختلفة. حسب ماتحدده القوانين واللوائح المنظمة لذلك.

٣-٥ المصادر الأخرى

وهى المياه المجمعة من مياه الأمطار ومياه الرش. فيما يتعلق بمعدلات إستهلاك المياه للاغراض المختلفه يجب الإسترشاد بالجدول رقم (١-٥) والوارد بالكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمه فى شبكات مياه الشرب والصرف الصحى (أحدث إصدار)

٥-٤ الأحمال التصميمية لمحطات المعالجة

يتم تصميم محطة المعالجة بالأخذ فى الاعتبار ما يلى:

- الأحمال الهيدروليكية

- أحمال هيدروليكية سنوية متوسطة (التصرف السنوى المتوسط).
- أحمال هيدروليكية خلال الذروة (تصرف الذروة).

- الأحمال العضوية

- أحمال عضوية سنوية متوسطة

لذلك:

يراعى عند تصميم وحدات محطات الرفع الرئيسية (واحدة أو أكثر) ومحطة المعالجة الأخذ فى الاعتبار ما يلى:

- التصرفات خلال ساعات الذروة (التصرف الذروة) لتصميم جميع وحدات محطات الرفع الرئيسية أو وحدات محطة المعالجة هيدروليكيًا بما فيها القطاع الهيدروليكي والهدارات وفترات المكث للوحدات جميعها.
- الأحمال الاستيعابية العضوية لمحطة المعالجة (وحدات المعالجة البيولوجية ومنظومة الحمأة الابتدائية والنهائية) فيكتفى بأخذ التصرف السنوى المتوسط مضروب فى الاحتياج الأكسجيني الحيوى/الكيميائى السنوى المتوسط خلال العام.

معامل الذروة

وهو النسبة بين التصرف الأقصى (التصرف الذروة) والتصرف السنوى المتوسط والذى يعتمد على عدد السكان المخدم لكل محطة رفع وطبقا للمعادلات الواردة بكود الشبكات - أحدث إصدار.

وطبقا للمعدلات التصميمية التالية:

- تصرف السنوى المتوسط = عدد السكان المخدم لكل محطة رفع رئيسية $\times$ متوسط استهلاك المياه $\times (80-90) \%$
- تصرف الذروة = معامل الذروة $\times$ التصرف السنوى المتوسط
- تصرف محطة الرفع الرئيسية = تصرف الذروة للشبكة (طبقا لأجمالي عدد السكان المخدم بالمحطة الرئيسية)

- الأحتياج الأكسجينى الحيوى = وهوكمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية بفعل البكتريا فى ظروف قياسية ويتم تقديرة من خلال أخذ عينات خلال العام على فترات متباعدة وتحديد القيمة المتوسطة وإذا تعذر يتم أخذ عينات من منطقة مجاورة مماثلة بها مشروع صرف صحى ويتم مراجعة التحاليل المتوفرة وإلا يتم فرضة طبقا لما يلى:

الأحتياج الأكسجينى الحيوى = $\frac{٧٠-٤٠ \text{ جم /فرد/يوم وهى كميات المواد العضوية للفرد باليوم}}{\text{التصرفات المتوسطة السنوية للصرف الصحى ل/ف/يوم}}$

ويلاحظ أن التصرف المتوسط السنوى للصرف الصحى (ل/ف/ي) تختلف من المدن للقرى ويرجع فى ذلك لكود اسس التصميم وشروط التنفيذ لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى - أحدث إصدار

أحواض الموازنة

يراعى: (١) عند وجود عدة محطات ضخ رئيسية، او (٢) فى حالة وجود فروق كبيرة بين قيمه التصرفات المصمم عليها محطة المعالجة والمتوقعه فعليا حاليا، او (٣) عند حدوث تغيرات كبيرة خلال ساعات اليوم للتصرفات الواردة، او (٤) فى حالة وحدات المعالجة الابتدائية التي تعتمد علي كفاءة تكوين طبقة معلقة مثل UASB ان يتم استقبال تصرفات هذه المحطات فى حوض موازنة بحيث يتم الضخ منه الي مدخل المحطة بمعدلات تصرف منتظمة (تؤخذ مساوية ١.٥ التصرف المتوسط) اي ان يتم تصميم جميع وحدات المعالجة هيدروليكا علي هذه القيمة وعضويا علي التصرف المتوسط

٥-٥ التصرفات المستخدمة فى تصميم وحدات المعالجة

وحدات المعالجة	التصرف التصميمي
× مهمات الرفع والمواسير × وحدات المعالجة الآتية: ▪ المدخل والمصافي ▪ أحواض حجز الرمال	هيدروليكا: تصرف الذروة عضويا: لا يستخدم
▪ أحواض الترسيب الإبتدائي والنهائي	هيدروليكا: (١,٥) التصرف المتوسط لأحواض

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
	الترسيب الابتدائي ولأحواض الترسيب النهائي - عضويا: لا يستخدم
▪ المعالجة البيولوجية	هيدروليكيًا: ١,٥ التصرف المتوسط عضويا: التصرف المتوسط مع مراعاة زيادتها ب ١٠% لمعادلة تأثير الأحمال العضوية للمياه الزائدة Supernatant من عمليات معالجة الحمأة في حالة أعادتها الي مدخل المحطة
▪ أحواض المزج بالكور	هيدروليكيًا: ١,٥ التصرف المتوسط عضويا: لا يستخدم
تقدير كميته المواد المحجوزة على المصافى وكمية الرمال المترسبه فى أحواض حجز الرمال	هيدروليكيًا: تصرف الذروة عضويا: لا يستخدم
× أجهزة القياس والتحكم والهدارات بجميع الوحدات	هيدروليكيًا: تصرف الذروة مع مراعاة التصرف الأدنى عضويا: لا يستخدم
× أجهزة تسجيل بيانات المحطة	هيدروليكيًا: تصرف الذروة مع مراعاة التصرف الأدنى (٠.٧ التصرف المتوسط) عضويا: لا يستخدم
× مخازن الكيماويات والمهمات الملحقة بها	هيدروليكيًا: التصرف المتوسط عضويا: لا يستخدم
× تصميم مهمات وحدات الرفع فى حالة أقل التصرفات (الإيقاف والتشغيل) وتصميم أجهزة قياس التصرفات ذات المدي القليل	التصرف الأدنى
× تصميم قنوات المدخل للتحكم فى ترسيب المواد العالقة	التصرف الأدنى
× إختيار أقل عدد من الوحدات تعمل خلال فترات أقل للتصرفات	التصرف الأدنى

وحدات المعالجة	التصرف التصميمى
وحدات استقبال نواتج الكسح داخل محطة المعالجة من التجمعات الصغيرة غير المخدومة المحيطة فى نطاق المحطة لمسافة تحددها الجهة المالكة والاستشارى المسئول عن اعداد المخطط العام والدراسات التصميمية. علما بأنه يمنع استقبال هذه المخلفات على محطات الرفع نهائياً.	تتراوح ما بين ٥ - ١٠ % من الطاقة الاجمالية للمحطة - مع شرط توافر الوحدات المستقبلية والمصممة (خزان أستقبال مهوى) بشكل لا يؤثر على كفاءة عمل محطة المعالجة على ان يتم تهويتها قبل دخولها الى محطه المعالجة.

بالنسبة لوحدات المعالجة البيولوجية التى تزيد مدة المكث لها عن يوم (مثل بحيرات الأكسدة الطبيعية أو فى حالة أحواض التهوية الممتدة وما يليها من أحواض الترسيب النهائى وحوض الكلور) يكون التصميم لوحدات المعالجة البيولوجية هيدروليكيًا وعضويًا على أساس التصرف المتوسط.

٦- خصائص مياه الصرف الخام

يراعى عند تحديد تركيز الملوثات الرئيسية فى مياه الصرف الخام للتجمعات العمرانية المختلفه ما يلى:

- مدن أو تجمعات أوقري مخدومة بشبكات صرف صحي وفى هذه الحالة تؤخذ عينة ممثله على مدار فترة كافية لا تقل عن (٣-٧) ايام للمخلفات السائلة من نهاية الشبكات على ان يكون أخذ العينة وإجراء التحاليل المعملية المطلوبة طبقاً للطرق القياسية الأمريكية:

(Water Environmental Federation) (WEF)

- مدن أو تجمعات أو قري جاري تخطيطها أو غير مخدومه بمشروع صرف صحي ويتم فى هاتين الحالتين الإسترشاد بمدينة أوقرية مماثله ومشابهه فى الأنشطة الإجتماعية والإقتصادية والسكانية والصناعية ولها نفس الظروف المناخية.

وفى حالة عدم توافر مدينة أو قرية مماثلة بغرض الإسترشاد يتم تقدير كمية الأكسجين الحيوى الممتص (B.O.D₅) عن طريق متوسط الاستهلاك السنوي للمياه للفرد فى اليوم والإحتياج

الأكسجين الحيوى المتوسط للفرد والذي يتراوح بين ٤٠ - ٧٠ جم/فرد/يوم، وذلك لتحديد الأحمال العضوية. مع مراعاة العوامل التى قد تزيد من تلك الأحمال فى المناطق الريفية المخدومة حيث يجب تقدير تلك العوامل فى الاعتبار عند حساب الاحمال العضوية.

ويجب ان تتضمن تحاليل مياه الصرف الصحى كحد أدنى العناصر التالية:

الأس الهيدروجينى، الأكسجين الحيوى الممتص BOD، الأكسجين الكيمائى الممتص COD،
المواد العالقة الكلية TSS، النتروجين الكلى TKN، الفسفور الكلى TP، المعادن الثقيلة الكلية.

٧- دراسات إعادة الإستخدام والتخلص النهائى (معايير المخلفات السائلة المسموح بصرفها
على أعمال الصرف الصحى)

للحفاظ على نوعية المياه التى تصل الى محطة المعالجة من العناصر الضارة التى قد تؤثر بشكل
مباشر على كفاءة المعالجة البيولوجية فقد تم تحديد معايير المخلفات الصناعية السائلة المسموح
بصرفها على شبكات الصرف الصحى ومحطات المعالجة طبقاً لأخر إصدار للقانون رقم ٩٣
لسنة ٦٢ وللقرار الوزاري رقم (٩) لعام (١٩٨٨) وكذلك للقرار الوزارى رقم (٤٤) لسنة (٢٠٠٠).

٨- الموقع العام للمحطة

٨-١ اختيار موقع المحطة

٨-١-١ شروط إختيار موقع المحطة

يلزم أن يتوافر فى موقع محطة المعالجة الشروط الآتية:

■ أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمراني للمدينة أو القرية بمسافة آمنة طبقاً للقوانين
المنظمة. وفى حالة تعذر توافر تلك المسافة نتيجة لزحف العمران او نتيجة للتكتل
السكانى بمنطقة الدراسة يجب استخدام أنظمة التحكم فى الروائح والانبعاثات للوحدات
التى تسبق الوحدات البيولوجية، وكذلك الوحدات التى تتعامل مع الحمأة الناتجة بجميع
انواعها. مع مراعاة انه فى مثل هذه الحالات يجب عدم استخدام اية معدات تهوية
يمكنها ان تحدث رزازا فى الهواء كوحدات التهوية السطحية أو المرشحات الزلطية أو يمكن

- استخدام أنظمة لمعالجة الصرف الصحي والحماة تضمن عدم أنتشار اية مواد غير مرغوبة بشكل سلبي بالمنطقة المحيطة أو تغطية بعض وحدات المعالجة.
- أن يكون هناك طريق للمحطة بعرض لا يقل عن ٦-٨ متر على ان يسمح هذا العرض بمرور خطوط الطرد القادمة لمحطة المعالجة حالياً ومستقبلاً مع تحمل حمولة مناسبة من سيارات النقل الثقيل.
- أن يكون الموقع قريباً ما أمكن من مكان التخلص النهائي للمياه المعالجة (مصرف - أراضي للاستزراع). ويراعى ذلك عند تصميم نظام التخلص وإعادة الاستخدام
- أن يكون الموقع تحت الرياح السائدة على المنطقة العمرانية المجاورة. وإذا تعذر ذلك لابد من اعتبار وضع تصور لكيفية التحكم فى الروائح خاصة لاعمال المعالجة الأولية ووحدات تناول الحماة.
- دراسة التربة لإختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادي.
- الأخذ فى الاعتبار التوسع المستقبلي للمحطة. يجب ان يراعى عند تحديد مساحة الموقع ان تكون كافية للتوسعات لمنطقة الخدمة حتى مرحلة التشبع السكانى لتلك المناطق.
- عدم وجود عوائق بالموقع (انابيب غاز - صرف مغطي - خطوط كهرباء ضغط عالي..... ألخ) وأن تتوافر في الموقع المتطلبات الصحية طبقاً لقوانين وقرارات وزارة الصحة والمتطلبات البيئية لجهاز شئون البيئة المصري.
- تقادي الاراضي الزراعية قدر الإمكان (ويفضل الاراضي البور أو الصحراوي) وبما لا يخل بالدراسة الإقتصادية للمشروع. مع مراعاة انه عندما تفرض الضرورة استخدام الأراضي الزراعية يتم الاعتماد على النظم التى تحتاج الى مساحات اقل نسبياً سواء كان ذلك لمعالجة المياه اونظم تناول الحماة.

٢-١-٨ المساحة المطلوبة للموقع

تقدر المساحة المطلوبة لأى محطة تبعاً للتصرف ونوعية المياه ومتطلبات الوحدات المطلوب انشائها ونوعية وطريقة المعالجة المقترحة لخدمة منطقة الدراسة حتى سنة الهدف اومرحلة التشبع. كما يجب عمل دراسة تفصيلية لكيفية امداد الخدمة لجميع التجمعات الواقعة داخل منطقة الخدمة لمحطة المعالجة، وإذا كان سيتم الربط مركزياً ام يتم اعتبار نظم اخرى للتجمعات خاصة الصغيرة داخل منطقة خدمة محطة المعالجة المقترحة. ويحظر تماماً البدء فى محطة معالجة جديدة اوتوسعات لمحطات قائمة دون وجود دراسة تفصيلية لكيفية خدمة جميع التجمعات داخل منطقة

الدراسة بحيث يكون هناك مخطط عام متكامل نهائى معتمد لمنطقة الدراسة. مع ضرورة مراعاة اعتبار البعد الاجتماعى والبيئى والاقتصادى لمنطقة الدراسة.

٣-١-٨ المجاري المائية المحيطة بالموقع (المصارف)

يعتمد إختيار موقع المحطة علي نوعية المجاري المائية المحيطة (المصارف) وتشتترط ان تكون المجاري المائية المحيطة قابلة لإستيعاب كميات ونوعية جودة المياه المعالجة للصرف عليها طبقا لإشتراطات الجهات المعنية المختصة بهذه المجاري. وان لم يتوافر ذلك يتم إدراج دراسات تمهيد تلك المصارف لاستيعاب التصرفات لمحطة المعالجة بالتنسيق مع الجهات المختصة بذلك، كما يجب دائما اعطاء أهمية خاصة لبدائل اعادة الاستخدام بمنطقة الدراسة حسب ظروفها الخاصة بما يتوافق مع الاكواد والقوانين المنظمة لذلك وتطبيق جميع المحاذير المطلوبة للتخفيف من الآثار السلبية إن وجدت، مع ضرورة اعداد الدراسات البيئية والاجتماعية الخاصة بذلك.

٤-١-٨ العناصر المساحيه

- طبوغرافية الموقع وأبعاده. بحيث يتم تحديد الاحداثيات لأركان الموقع وعمل ميزانية شبكية على مسافات مناسبة حسب تغير مناسيب الموقع.
- ربط الموقع بالطرق العموميه. وعلاقته المساحية بمنطقة الخدمة
- إتجاه دخول خطوط مواسير المخلفات السائله المراد معالجتها. وتحديد عددها واقطارها والمسافة المناسبة لها
- رفع وربط الموقع بأماكن التخلص من المياه المعالجه أوأماكن اعادة الاستخدام

٥-١-٨ اختيار أرض الموقع

يلزم دراسة مجموعة من المواقع المتاحة بالاستعانة بالخرائط المساحية الكنتورية والصور الجوية ثم بالمعاينة على الطبيعة لكل موقع متاح وتقييمه فنياً واقتصادياً، وإذا كان الموقع المختار من أملاك الدولة فإنه يلزم البدء فى إجراءات التخصيص، وإذا كان من أملاك القطاع الخاص فتتخذ إجراءات الشراء بالتراضى مع مالكى الأرض واي من المستفيدين (طبقا للقوانين المنظمة لذلك).

٦-١-٨ التسهيلات المتاحة بمحيط الموقع

يفضل عند اختيار موقع محطة المعالجة توافر الآتى:

- سهولة نقل المياه المعالجة من مصدرها الى موقع التخلص أو إعادة الاستخدام.
- سهولة التخلص من الحمأة الناتجة عن المعالجة.
- قرب الموقع من مصدر الطاقة.
- سهولة ربط الموقع بالطرق والاتصالات السلكية واللاسلكية.
- سهولة نقل مياه الصرف الصحى من مواقع محطات الطلمبات الرئيسية الى الموقع

٧-١-٨ الجسات المبدئية والاسترشادية

تؤثر نتائج الجسات المبدئية فى المفاضلة بين المواقع المتاحة فيما يتعلق بما يلى:

▪ المياه الجوفية

تؤدى غزارتها وارتفاع منسوبها الى زيادة تكاليف الإنشاء.

▪ التربة الصخرية

يراعى عمل الدراسات الفنية والاقتصادية لتكاليف الحفر والإنشاءات فى التربة الصخرية عند المفاضلة بين المواقع المتاحة والتكنولوجيا المقترحة.

▪ التربة غير الصخرية

يجب دراسة خواص التربة غير الصخرية لتحديد نوعية التأسيس عليها أو مدى الحاجة لإستبدالها لإحلال تربة بديلة ومدى تأثير ذلك على تكاليف المنشآت.

ويجب ان يتضمن تقرير استشارى التربة والجسات التوصيات الاساسية للتأسيس وكذلك مدى الاحتياج الى نزح جوفى من عدمه بالاضافة الى ما اذا كان هناك حاجة لأعمال إحلال للتربة من عدمه، وذلك لما لذلك من تأثير مباشر على اسلوب التنفيذ ومدته وكذلك التكلفة الاستثمارية للمشروع.

كما يجب اجراء عدد من الجسات النهائية التأكيديّة بواسطة الشركات المنفذة للتحقق من نوعية التربة قبل البدء فى عملية التنفيذ.

٢-٨ المخطط العام للمحطة

بعد تحديد طريقة المعالجة واختيار الموقع يحدد المخطط العام للمحطة طبقاً لما تقتضيه عناصر المعالجة المطلوبة والتي تحدد نتائج الاختبارات المعملية والخبرة السابقة ويراعى ان يشتمل المخطط العام للمحطة على المسطحات اللازمة للتشغيل والتحكم والصيانة والخدمات على اساس ما تحدده الجهة المختصة من احتياجات، ويجب الآخذ فى الاعتبار عند إعداد المخطط العام للمحطة ما يأتى :

- طوبوغرافية الموقع وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية والطرق الموصلة للموقع.
- ربط المخطط العام بالطرق العامة.
- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية.
- مراعاة الموقع المناسب لغرفة التحكم بالنسبة لوحدة عملية المعالجة.
- مواجهة صعوبات الانشاء بأقل التكاليف.
- مراعاة تحديد الوحدات الاحتياطية اللازمة لبعض مراحل أعمال المعالجة.
- الاتزان الهيدروليكي بين وحدات المعالجة لتحقيق أقل فواقد ممكنة، ويساعد ذلك التخطيط الملائم لوحدة المعالجة بالمحطة.
- يجب ترك مسافات مناسبة بين وحدات المعالجة وبين المنشآت الاخرى وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- فصل شبكة الصرف الصحى بالموقع عن شبكة صرف المياه المعالجة.
- سهولة تصريف والتخلص من الفوائض الطارئة للمحطة.
- يجب إتخاذ الاحتياطات المناسبة لتقليل الخطورة الناجمة عن استخدام المواد الكيميائية داخل المحطة.
- يجب توفير المخازن المناسبة فى المحطة لتخزين المواد والمواسير والمهمات الأخرى.
- يجب ان يؤخذ فى الاعتبار احتمالات التوسع المستقبلى وما يترتب على ذلك من احتياجات.

- يجب تقليل طول خطوط الكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل وذلك بوضع أماكن التغذية بالكيماويات أقرب ما يمكن لأماكن استخدامها.
 - تخطيط شبكة الطرق الداخلية المناسبة لسهولة التوريد والمناولة للكيماويات مع تجنب المناولة البشرية لها قدر الإمكان.
 - مراعاة وجود مسافة فاصلة بين المباني الإدارية والخدمات عن عناصر الوحدات المسببة للضوضاء ومباني إضافه مواد التعقيم وأماكن تولد الروائح.
 - مراعاة قرب وحدات التغذية بالطاقة الكهربائية من وحدات الاعمال الرئيسية الموجودة بالمحطة.
 - مراعاة تخطيط شبكات المرافق اللازمة للمحطة مثل شبكات التغذية بالمياه ومكافحة الحريق والغسيل للوحدات ورى المسطحات الخضراء والصرف وإنارة الموقع والاتصالات.
 - يجب إقامة سور خارجى حول الموقع شاملاً أبراج المراقبة والمداخل وغرف الأمن.
 - يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أعمال تجميل الموقع.
- مع ادخال عناصر وملامح العمارة الخضراء لجميع مكونات المحطة بشكل يسمح بتوفير اقصى ما يمكن من الطاقة المستهلكة.

٨-٢-١ العناصر الهيدروليكية

- التخطيط الملائم لوحدات المعالجة بما يحقق أقل فواقد ممكنه بحيث يمكن صرف المياه المعالجه إلى أماكن التخلص النهائي بالإنحدار الطبيعى قدر الإمكان.
- إستغلال الميول الطبيعى إن وجدت للتوفير فى الأعمال الإنشائية.
- الأخذ فى الاعتبار متطلبات التوسع المستقبلي.
- تقليل التقاطعات بين خطوط المواسير داخل المحطة لتسهيل أعمال التنفيذ والصيانه والإصلاح.
- تقليل أطوال خطوط نقل الحمأ ومراعاة عدم وجود تغييرات كبيرة فى إتجاهاتها لتقليل الفواقد ولتفادي احتمالات الإنسداد والترسيب.
- توزيع الوحدات وإرتباطها ببعضها بما يمكن من سهولة التشغيل ويحقق المرونه فى حالات الطوارئ.

- تزويد الموقع بالمرافق اللازمه مثل شبكات التغذية بالمياه للمباني ومكافحة الحريق وري المسطحات الخضراء وغسيل وحدات المعالجة والصرف الصحى للمباني وإنارة الموقع والإتصالات.
- التركيز على ضرورة وجود وسائل اتصال مناسبة بين موقع محطة المعالجة ومحطات الرفع التى تصخ تصرفاتها اليها بشكل مباشر، ويمكن اذا ترائى للمالك والشركات القائمة على التشغيل بضرورة توافر اساليب متطورة للاتصال والتحكم مثل نظم SCADA ان يتم ذلك بالشكل الذى يلئم ظروف المحطة ومنطقة الخدمة.

٢-٢-٨ العناصر المعمارية

- حماية الموقع من المؤثرات الخارجية. واهمها السيول او ماشابه.
- سهوله التنقل بين وحدات المعالجة، وبينها وبين المباني الإداريه ومباني الخدمات ووجود طرق مباشرة بينهم. كما يجب عدم المبالغة فى استخدام المباني الخدمية الا فى حالات الضرورة حسب ظروف كل مشروع.
- وجود مجال رؤيه كامل لجميع الوحدات عبر صالة التشغيل والمراقبة الرئيسية. ويمكن استخدام كاميرات مراقبة اذا لزم الامر. ويمكن للمالك والمصمم استثناء ذلك حسب ظروف كل مشروع.
- مراعاة ان تكون المباني الإداريه ومباني الخدمات مناسبة للمحطة ويعيده عن مصادر الضوضاء مع الأخذ فى الاعتبار إتجاهات الرياح السائده لتجنب تعرض المباني الإداريه للروائح الكريهة التى تهب من مداخل عملية المعالجة أوأحواض المعالجة أوتجفيف الحمأه. والا وجب الاعتماد على نظم التحكم فى الرائحة لتجنب تلك المشاكل.
- إقامة سور خارجي حول الموقع شاملاً المداخل وغرف الأمن ويتكون من هيكل خرسانى ومباني من الطوب بارتفاع ٢ م عدا بحيرات الكسدة ومايمثلها فينشأمن أسوار سلك مقوي يضمن خصوصية المحطة ويكون مقاوم للغازات المنبعثة من خلال حماية بدهانات واقية أوالبلاستيك.
- وجود التنسيق المعماري بين وحدات ومباني المحطه من حيث الارتفاعات والأبعاد والمسافات اللازمه للتهويه والإضاءة الطبيعية.
- تجميل الموقع وتزويده بالمسطحات الخضراء والتشجير. مع ادخال عناصر العمارة الخضراء كلما امكن ذلك فى التصميمات المعمارية للمشروع.

- تزويد الموقع بمصدر للتغذية بالمياه والرى وشبكة لغسيل الوحدات وصيانتها وشبكة للصرف الصحى للمباني الخدمية ووسائل الاتصال المناسبة.

٣-٢-٨ العناصر الإنشائية

- مراعاة توزيع وحدات المعالجة ومباني الخدمات بما يتناسب مع دراسات التربة لتحقيق إقتصاديات الإنشاء.
- ترك المسافات المناسبة بين وحدات المعالجة وبينها وبين المنشآت والمباني الاخرى بما يضمن سهولة الأعمال الإنشائية وتقليل التكلفة.
- وكذلك مراعاة ان يؤخذ فى الاعتبار كيفية تنفيذ الوحدات المستقبلية دون الاخلال بسلامة المنشآت المنفذة بالمراحل الاولى للمشروع.

٤-٢-٨ العناصر الميكانيكية

- مراعاة وجود المساحات الكافية بين وحدات المحطة وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.
- وجود المسطحات الملائمة للخرانات والمعدات التى تتركب خارج المباني.
- مراعاة أن يكون مبني المخزن والورش بالمسطح المناسب. ويجب ان تتناسب مساحة المخزن والورشة مع طاقة المحطة وأهميتها بالنسبة للجهة الادارية المسؤولة عن تشغيلها.

٥-٢-٨ العناصر الكهربائية

- مراعاة قرب مباني التغذية بالطاقة الكهربائية من الأحمال الرئيسيه للمحطة.
- تقليل أطوال ومسارات الكابلات الكهربائية ومراعاة عدم تعارضها مع مسارات المواسير والقنوات ما أمكن.
- توفير مصدر بديل للطاقة الكهربائية فى حالة إنقطاع التيار العمومي لتشغيل العناصر الاساسية التى قد تؤثر على كفاءة عمل المحطة فى حالة انقطاع التيار الكهربى لافترات طويلة.
- مراعاة الموقع المتوسط لغرفة التشغيل والتحكم بالنسبة لوحدات المعالجة وملحقاتها من محطة رفع ومحطات ضغط الهواء وخلافه.

- أن تكون الطرق التى تمر بها الكابلات ذات إتساع مناسب لإستيعاب مجاري وخنادق الكابلات بالأبعاد المطلوبة لها طبقاً للتصميمات.

٩ - الأعمال المساحية

تعتبر الاعمال المساحية من أهم العناصر التى يبني عليها تصميم وتوزيع وحدات المشروع والتى على أساسها يتم توزيع وتحديد الأماكن المناسبة لهذه الوحدات مع الإستغلال الأمثل لميول سطح الارض لتحقيق الإقتصاد فى الطاقة المستخدمه، سواء كان ذلك من ناحية المخلفات السائلة المطلوب معالجتها أو التخلص من نواتجها أو الإنتقال المرحلي بين وحدات المعالجة المختلفة وتتلخص الأعمال المساحية المطلوبة فى المحددات الآتية:

- تحديد الجهات الأصلية للموقع.
- أعمال الميزانية الشبكية للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض - ولا تزيد عن ٥٠ متر على الأكثر فى الإتجاهين مع تنسيبها الى أقرب روبير أو نقطة ثابتة سواء كان هويس أو كوبري يقع على الممر المائى أو أى نقطه ثابتة معلومة المنسوب ومعتمدة من الجهة الادارية المسئولة.
- رفع المعالم الرئيسية المحيطه بالموقع من طرق، مصارف، ترع..... وخلافه.
- تحديد نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها. (روبيرات مساعدة)

١٠ - الدراسات الجيوتقنيه

- دراسة الموقع العام لأعمال المعالجة بهدف تحديد أماكن وعمق الجسات.
- مراجعة القطاع الهيدروليكي لوحدات المعالجة لتحديد عمق الجسات المطلوبة بناء على عمق المنشآت وأحمالها.
- تحديد أسلوب نزع المياه الجوفية أثناء الإنشاء.
- تحديد أسلوب سند جوانب الحفر للمنشآت العميقة اذا لزم الامر.
- يراعى عند أخذ الجسات لوحدات المحطة تحديد العدد المناسب والعمق، كما يراعى ما جاء بالكود المصري الخاص بالأساسات واختبارات التربه بأن (يكون الأسمنت المستخدم فقط هو الأسمنت المقاوم للكبريتات فى جميع وحدات المعالجة. أما الأسمنت المستخدم

فى إنشاء المباني الإدارية والخدمات فيكون من النوع الملائم من نوعية المياه الجوفية
والترية. وفى كلتا الحالتين تحتسب الكمية تبعا للتصميم).

١١ - دراسات التحكم والحماية

يقصد بدراسات التحكم والحماية النظام الذي يتم وضعه للسيطرة على أداء وكفاءة محطة المعالجة من حيث سلامة التشغيل وضمان درجة المعالجة وتحقيق المعايير المطلوبة للمياه المعالجة وضمان الادارة المستدامة طول فترة العمر الافتراضي لوحداتها المختلفة.

١-١١ وسائل التحكم

الغرض الرئيسى من استخدام نظام تحكم فى محطات المعالجة هو ضبط بعض العناصر الرئيسية بالمحطة لامكان السيطرة على تشغيل الوحدات المختلفة لضمان الحصول على أدائها الامثل فى مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة. ويكون نظام التحكم حساساً لأى إعاقة أو توقف أو اختلاف لمسار أى عملية من عمليات التشغيل الأساسية. كما أنه يساعد مسئول التشغيل على تحليل ودراسة البيانات المنتجة وتمكنه بالتالى من العمل على تحسين طرق التشغيل والأداء وتوفير التكاليف.

كما يمكن لنظام التحكم فى محطات المعالجة أن يكون يدوياً أو نصف أوتوماتيكياً أو أوتوماتيكياً طبقاً لسهولة تشغيله والاعتماد عليه وطبقاً لمستوى تعقيد التقنية المستخدمة فى المعالجة وكذلك توفر العمالة المؤهلة لتشغيل النظام فى موقع المشروع.

وتعتمد عناصر التحكم فى تشغيل وحدات المحطة على استعمال أجهزة ومعدات تكون إما ميكانيكية كالمبيانات indicators أو المنظّمات controllers أو المشغلات actuators والتي تعتمد فى تشغيلها على عوامات وبكرات وأذرع توصيل وهى قليلاً ما تستعمل حالياً. وإما هيدروليكية كمنظّمات معدل تصرف المرشحات التى تعمل على فارق الضغط وفارق السرعات - وإما هوائية pneumatic التى تستعمل فى تصرفات كبيرة خلال مسافات محدودة والنوع الغالب فى الاستعمال حالياً هو الإلكتروني والذي يستخدم فى غالبية الأجهزة ولمسافات كبيرة تساعد على سهولة الاتصال والتشغيل.

ويتم التحكم فى كفاءة وحدات المعالجة وأداء المحطة على النحو التالي:

- التحكم فى مناسيب التشغيل لوحدات المعالجة وذلك بهدف ضمان سريان السيب للمخلفات السائلة المطلوب معالجتها والتغلب على الفواقد الهيدروليكية ويتم ذلك عن طريق 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. ويتم ذلك عن طريق ضبط مساحات المقطع للوحدات والقنوات.
- 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 والحماء المعادة أو الحماة 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 مراحل المعالجة ويتم ذلك بواسطة أجهزة قياس متعددة مثل قياس الأكسجين المذاب وقياس الأس الهيدروجيني وقياس العكارة وقياس درجة الحرارة وقياسات الطقس وقياسات أخرى.
- التحكم فى كميات الكلور التى يتم حقنها لتعقيم السيب الخارج من المحطة عن طريق معدل تصرف المياه (Flow Control) أو عن طريق القياس والتحكم فى كمية الكلور المتبقية Residual Chlorine.

ويشترط قياس معدل تصرفات المياه الداخلة والخارجة بالإضافة إلى أجهزة قياس (On line) لنوعية المياه الخام والمعالجة بحيث يضمن وجود سجلات دقيقة لنوعية المياه، بالإضافة الى الأجهزة اللازمة لضبط وتقييم اداء محطة المعالجة والتى تقع تحت مسمى Process (Performance control Indicators) كما يجب تزويد المحطات التى تزيد طاقتها عن ٢٠٠٠٠ م^٣/يوم بنظام مراقبة (Supervisory Control & Data Acquisition) او ما يطلق عليه مسمى (SCADA) على عدة مستويات تشمل منطقة الخدمة والجهة الادارية المسئولة عن التشغيل او كما تحدده كراسة الشروط المرجعية للاعمال. وفى جميع الاحوال يقوم المالك وجهة

التشغيل بتحديد مستوى التحكم المطلوب حسب أهمية المحطة وظروف ومستوى القائمين على التشغيل بالإضافة الى مدى احتياج عملية المعالجة الى مستوى محدد للتحكم فى كفاءة التشغيل.

٢-١١ تمييز لون المواسير حسب نوعية التصريف Color Coding

لمساعدة القائمين على عملية التشغيل والصيانة يجب تمييز المواسير داخل المحطات حسب نوعية التصريفات التى تمر بها خاصة بالمحطات التى تزيد سعتها عن ٥٠٠٠ م^٣/يوم اوحسب ما تحدده كراسة الشروط والمواصفات للجهة القائمة بالطرح. ويقترح النظام التالى لمحاولة توحيد قياسى فى هذا الصدد:

- خطوط حمأة خام	بنى بشرائط سوداء
- خطوط حمأة معادة	بنى بشرائط صفراء
- خطوط حمأة زائدة	بنى
- خطوط تجميع غاز	برتقالى
- خطوط غاز طبيعى	برتقالى اواحمر بشرائط
- مياه غير صالحة للشرب	أزرق بشرائط سوداء
- مياه صالحة للشرب	أزرق
- خطوط الكلور	أصفر
- خطوط مياه صرف صحى خام	رمادى
- هواء مضغوط	أخضر
- خطوط مياه تسخين المخمرات	أزرق مع شرائط حمراء
- خطوط وقود	أحمر
- خطوط صرف مباني	أسود
- خطوط بوليمر	أرجوان

مع بيان اتجاه حركة التصريفات بالخطوط جميعها باسهم مميزة.

٣-١١ وسائل الحماية

الغرض الرئيسى من استخدام نظم ووسائل الحماية بمحطات المعالجة هو لحماية وسلامة جميع منشآت ومكونات ووحدات الانتاج والأفراد معاً ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة واستمرارها فى الإداء للعمل والانتاج بأحسن كفاءة ممكنة.

وتتم حماية محطات المعالجة طبقاً للأتى:

- حماية المحطة ضد حدوث الغرق أوفى حالات الطوارئ مثل حدوث انهيار أو كسر فى أحد وحدات المعالجة أو القنوتات والمواسير الموصلة بينها. ويتم ذلك عن طريق توفير خطوط طوارئ bypass (يجب توفير نظام انذار صوتي وضوئي عند عملها) ومعدات النرح النقالى. والتى لا يسمح باستخدامها إلا فى حالة الضرورة القصوي وبتصريح من الجهة الادارية المسئولة عن التشغيل. وابلاغ الجهات المعنية الاخرى بذلك.
- حماية معدات المحطة ضد التوقف عن العمل عند إنقطاع التيار الكهربائي العمومي وذلك بتوفير وحدات توليد كهرباء إحتياطية.
- الحماية اللازمة للأجهزة والمعدات الكهربائية ضد زيادة أو انخفاض الجهد أو الحمل الزائد.
- الحماية ضد تسرب الكلور من أجهزة التعقيم باستخدام حساسات للكلور المتسرب ونظام التعادل.
- الحماية ضد إرتفاع المنسوب فى بيارات الطلمبات فوق الحد الأقصى أو انخفاضها عن المنسوب الأدنى بإستخدام حساسات قياس المنسوب او الموجات فوق الصوتية.
- الكيماويات والكلور:

- توفير إستخدام وسائل التداول الميكانيكية.
- توفير وسائل التهوية والإضاءة والتعادل (الاعدام) للغازات السامة.
- توفير وسائل التنبيه والانذار والأمان.
- توفير وسائل الخروج الآمن (الهروب) للأفراد عند الطوارئ.

■ الطلمبات ومواسير التوزيع:

- تستخدم محابس عدم الرجوع لحماية الطلمبات وضمان عدم رجوع المياه فى حالة التوقف الفجائى لمحرك التشغيل (انقطاع التيار الكهربائى للمحركات الكهربائية).

- تستخدم أجهزة الحماية ضد الطرق المائى لحماية المحطة عند التوقف الفجائى للطللمات. وحسب الدراسات والحسابات الهيدروليكية المتعلقة بتحليل الدفق المائى (

(Surge Analysis)

- تستخدم محابس التخلص من الهواء عند المستويات العالية لمواسير الطرد لحمايتها من الانفجار عند تكوين فقاعات هوائية كبيرة وسرعة تحركها.

■ المحركات والمعدات الكهربائية:

- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربى أوزيادة التيار أوانخفاض الجهد.
- استخدام وسائل الانذار والتنبيه عن حاله سخونة المحركات أوالمعدات أونقص الزيوت بها لحمايتها من التلف.
- مراعاة اضافة وحدات تحسين معامل قدره بجميع اللوحات.

■ الأفراد:

- توفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين فى المجالات المختلفة واتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية فى جميع مجالات ومراحل العمل لمحطة التنقية. وتوفير وسائل الانقاذ والعلاج فى حالات الطوارئ.
- عمل درابزينات حماية عند الاحتياج لذلك مع توافر المشايات اللازمة والسلام للوصول الى الاماكن المختلفة للوحدات لاعمال الصيانة والتشغيل
- مراعاة القوانين المنظمة لبيئة العمل من حيث الهواء والضوضاء، مع مراعاة توريد جميع المولدات ونوافخ الهواء وما يماثل ذلك بكابينة لتخفيض الضوضاء (Sound Prove Enclosure) فى حالة الضرورة كقربها من المناطق السكنيه للعاملين.
- توفير مهمات الإسعافات الأولية.
- يجب توافر وسائل الحماية ضد خطر الحريق بالاماكن المختلفة حسب مانص عليه الكود المصرى لأسس التصميم وإشترطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق " بأحدث وجميع إصداراته "
- توفير الوسائل المناسبة لتناول المواد الخطرة - إن وجد وطبقا للقوانين البيئية المعمول بها.

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

الفصل الثانى

طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

١ - طرق معالجة المخلفات السائلة

مقدمة

تعتمد طريقة المعالجة على مستوى المعالجة المطلوب وخصائص مياه الصرف الصحى الخام الواردة لها وفقا لما تمليه القوانين والاجراءات المنظمة لذلك والمعمول بها، ويتم ذلك بواسطة مقارنه خواص المخلفات السائلة الخام المراد معالجتها مع درجة جودة المياه المعالجة المراد الوصول اليها بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة بهدف التخلص منها أو إعادة إستخدامها، ويكون ذلك بعد دراسة مرادفات المعالجة المتاحة وتقييمها لإختيار أنسبها وذلك خلال مراجعة وتصنيف الطرق المختلفة التى يمكن تطبيقها فنيا.

ويمكن تقسيم طرق إزالة الملوثات من المخلفات السائلة الى: طرق طبيعية وكيميائية وبيولوجية عن طريق وحدات تعمل فى مجموعات متنوعة عند اختيار نظم المعالجة. مع ضرورة مراعاة دراسة الأسس التصميمية لكل مجموعه على حدة.

١-١ المعالجة الاولية Preliminary Treatment

وهي التى تعتمد على قوى الفصل الطبيعية الفيزيائية بين المواد العالقة والمياه وتشمل أعمال التصفية والترسيب والتعويم والترشيح وبالتالي فإنها فى معظم الأحيان تسبق أى وحدات معالجة أخرى. وتشمل الوحدات التى تقوم بالمعالجة الطبيعية مايلى:

- المصافى بأنواعها Screens

- o واسعة Coarse Screens ويتراوح مقاس فتحاتها من ٢٥ الى ٥٠ مم
- o ضيقه Fine Screens ويتراوح مقاس فتحاتها من ٦ الى أقل من ٢٥ مم
- o دقيقة Micro screen وتكون مقاس فتحاتها اقل من ٥٠ ميكرون

- **وحدات تقليل مقاس العوالق ذات الأحجام الكبيرة Coarse Solids Particle Size Reduction** مثل الطواحن بأنواعها:

- o Comminutor وتستخدم فى قنوات المدخل للمحطات الصغيرة لتقطيع المواد العالقة الكبيرة الى قطع صغيرة بمقاسات تتراوح ما بين ٦ الى ٢٠ مم
- o Macerators وهى طواحن ذات سرعات بطيئة تعتمد على قواطع معدنية ذات مرحلتين ويمكن تركيبها داخل القنوات على مواسير الدخول للمحطة.
- o الطواحن السريعة High-speed Grinders وتستخدم فى أغلب الاحيان بعد المصافى وتعتمد على طحن المواد العالقة ذات الحجم الكبير وتفتيتها.

- **أحواض الموازنة Flow Equalization Units**

وتستخدم لموازنة التغير الحادث للتصرفات الواردة للمحطة وطبقا لما سبق الإشارة اليه فى الباب الاول وذلك لمنع تعرض المحطة للأحمال المفاجئة خاصة فى المحطات التى قد تتعرض لتغيرات كبيرة تؤثر على كفاءة الوحدات أو التى يتطلب تصميم وحدات المعالجة التالية انتظام التصرفات الداخلة للوحده ويتم وضع وحدة الموازنة بعد وحدات المصافى والراسب الرملى لموازنة التصرفات على الوحدات التالية للراسب الرملى وخاصة الترسيب الابتدائى أو ما يماثله والمعالجة البيولوجية. ويمكن وضعه فى المسار الرئيسى للمعالجة On-Line أو وضعه فى مسار جانبي Off-line ويحدد ذلك بواسطة المصمم بناء على مدى التغير المتوقع فى التصرفات.

- **وحدات الفصل بالترسيب Sedimentation**

وتعتمد على فصل المواد العالقة بالتناقل Gravity Separation سواء كان طبيعياً أو باستخدام الترويب

- o أحواض الراسب الرملى العادية والمهواه
- o أحواض الترسيب الابتدائى والنهائى
- o أحواض الترسيب ذات المعدل السريع باستخدام ألواح أو أنابيب الترسيب

- الفصل بالتعويم Floatation

تستخدم وحدات التعويم فى فصل العوالق الصلبة او السائلة (مثل الزيوت والشحوم) من السوائل، ويتم الفصل عن طريق تعويم المواد العالقة بواسطة فقاعات هوائية تعمل على تحسين عملية التعويم وإزالتها من اعلى وحدة التعويم، هناك نوعين أساسيين من وحدات التعويم هى: تعويم باستخدام الهواء المذاب Dissolved Air Floatation DAF أو باستخدام الهواء الموزع Dispersed Air Floatation

- الفصل بالترشيح Filtration

وتشمل المرشحات الرملية بانواعها حيث تعتمد على نظرية الترشيح فى فصل المواد العالقة بالإضافة الى إمكانية فصل المواد الجيلاتينية بالإضافة الى بقايا الرواسب البيولوجية، وتقسم المرشحات الرملية الى الانواع التالية:

- o المرشحات الرملية السريعة Gravity Rapid Sand Filter
- o المرشحات الرملية البطيئة Gravity Slow Sand Filters
- o المرشحات الرملية المضغوطة Pressurized Sand Filters

٢-١ المعالجة الكيماوية

تعتمد على إضافة مواد كيماوية لرفع كفاءة بعض وحدات التنقية او لمعالجة المياه كيميائياً. فمثلا لرفع كفاءة الترسيب يتم إضافة مادة كيماوية مروبة تعمل على تجميع وترسيب المواد العالقة بها أو إضافة مادة كيماوية لضبط تركيز ايون الهيدروجين (pH) لمعادلة المياه أو إضافة مادة مطهرة تقوم بالقضاء على البكتيريا وذلك بتفتت الجدار المحيط بها. ومن الواضح انه فى مثل هذه العمليات يتم الاعتماد على تغيير خصائص مياه الصرف الصحى عن طريق التفاعلات الكيميائية.

٣-١ المعالجة البيولوجية

تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضوية بيولوجيا باستخدام البكتريا والكائنات الحية الدقيقة وأكسدها والتخلص منها وبهذا يتم إزالة المواد العضوية القابلة للأكسدة بيولوجيا سواء كانت عالقة أو مذابة.

نتيجة هذه العملية تتحول هذه المواد إلى غازات وتنطلق طاقة لبناء أنسجة خلايا حيه جديدة (Bio-mass) والتي يمكن إزالتها بالترسيب . أى أن المعالجة البيولوجية تستخدم فى إزالة الكربون والنيتروجين والفوسفور من المخلفات السائلة وذلك من خلال نشاط انواع مختلفه من البكتيريا التى يمكنها أكسدة هذه المواد والجدير بالذكر ان ازالة الفوسفور بيولوجيا يتم من خلال بكتيريا لها القدرة على إمتصاص وتخزين نسب كبيرة من الفوسفور غير العضوى.

النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة وفقا لأنواع النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية كما يلى:

هوائى/حر Aerobic	عمليات معالجة لا تتم الا فى وجود الأكسجين الحر المذاب و خلالها يتم أكسدة المواد العضوية الكربونية من خلال البكتريا الهوائية و كذلك يمكن من خلال بكتريا خاصة Autotrophs أكسدة الامونيوم نيتروجين و تحويله الي نيتريت ثم نترات من خلال عملية النيترة Nitrification.
لاهوائى Anaerobic	عمليات معالجة تتم فى غياب الأكسجين
هوائى متحد Anoxic	وهى عملية تتم فى غياب الأكسجين الحر المذاب بينما يوجد الاكسجين متحدا بعنصر آخر مثل فى حالة تحويل النترات NO3 بيولوجيا الى غاز النيتروجين يطلق عليها (اللانيترة) De-nitrification و يمتص غاز الأكسجين بيولوجيا.
أختياريه Facultative	وهى عمليات يمكنها توظيف بكتيريا هوائيه فى وجود الاكسجين ولاهوائيه فى غيابه
مجمعة (هوائى/حر - هوائى/متحد - لاهوائى) Combined (aerobic/anoxic/anaerobic)	وهى عمليات يمكنها توظيف العديد من البكتيريا التى تعمل فى الظروف المختلفه لتحقيق مستوى محدد من المعالجة

تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا لوسط النمو البكتيرى

يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا للوسط التى تنمو فيه البكتيريا كما يلى:

عمليات يتم فيها النمو البكتيريولوجى وتكون فيه البكتيريا عالق Activated Sludge Processes بمياه الصرف مثل	نمو الوسط العالق Suspended Growth
عمليات يتم فيها النمو البكتيرى على وسط ثابت تلتصق به الخلايا البكتيرية وفيها يستخدم وسط ثابت أو عائِم مثل الزلط أو الحجر أو البلاستيك ومثال لذلك عملية المعالجة التى يطلق عليها المرشحات والأبراج البيولوجية - Trickling Filters and Bio-towers	نمو الوسط الملتصق Attached Growth
وهى عمليات يتم فيها توظيف النمو العالق واللاصق معا ويطلق عليها Hybrid Processes	ملاء الخشخاش Combined Growth
وهى عمليات تتم فى بحيرات بأبعاد وأعماق محددة مثل بحيرات الأكسدة الطبيعية والبحيرات المهواة Stabilization Pond and Aerated Lagoons	عمليات البحيرات Lagoon Process

أهداف عمليات المعالجة البيولوجية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية من وجهة نظر الهدف المرجو منها وفقا لما يلى:

وهى عملية تحويل المواد العضوية الكربونية BOD بيولوجيا إلى مواد خاملة وخلايا جديدة	إزالة المواد الكربونية Carbonaceous BOD Removal
عمليات معالجة يتم فيها إزالة مركبات النيتروجين والفوسفور ضمن المعالجة البيولوجية	Biological Nutrient Removal
وهى عملية إزالة الفوسفور بيولوجيا ضمن المعالجة البيولوجية تحت ظروف معينة تؤدى إلى إمتصاصه بواسطة البكتيريا (Bio-mass)	Biological Phosphorus Removal

وهى عملية تحويل الأمونيا الى نترات NO_3 بيولوجيا على خطوتين الأولى الى نترت NO_2 والثانية الى نترات - ويكتفى بعملية ما قبل النيترة اذا كان الهدف النهائى إعادة الاستخدام فى الزراعة	Nitrification النيترة
وهى عملية التخلص من النيتروجين الداخلى فى تكوين النترات NO_3 بيولوجيا فى غياب الاكسجين .	De-Nitrification اللانيترة

أهم عمليات المعالجة البيولوجية للمخلفات السائلة

يمكن تلخيص أهم العمليات التى يتم تطبيقها فى المعالجة البيولوجية للمخلفات السائلة والهدف منها فى الجدول التالى:

نوع المعالجة	اسم عملية المعالجة	الاستخدام / الهدف
١ - عمليات المعالجة الهوائية		
عمليات الوسط العالق Suspended Growth	- الحمأة المنشطة Activated Sludge - البرك المهواة Aerated Lagoon	Carbonaceous BOD Removal Nitrification ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
عمليات الوسط الملتصق Attached Growth	- المرشحات البيولوجية Trickle Filters - الأقراص البيولوجية الدوارة Rotating Biological Contactors - المرشحات البيولوجية العميقة Bio-Towers	Carbonaceous BOD Removal Nitrification ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
معالجة على مرحلتين Combined Processes-Two Stages Biological Treatment	- مرشحات بيولوجية يليها حمأة منشطة	Carbonaceous BOD Removal Nitrification ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة
٢ - المعالجة اللاهوائية		
عمليات الوسط العالق Suspended Growth	- عملية التلامس اللاهوائى Anaerobic Contact Process	Carbonaceous BOD Removal ازالة المواد العضوية الكربونية

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

نوع المعالجة	اسم عملية المعالجة	الاستخدام / الهدف
عمليات الوسط الملتصق Attached Growth	- المرشحات البيولوجية اللاهوائية Anaerobic Packed and Fluidized Bed	Carbonaceous BOD Removal Waste Stabilization- De- Nitrification ازالة المواد العضوية الكربونية - تثبيت الرواسب- ازالة مركبات النيتروجين
Sludge Blanket	- Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket UASB	Carbonaceous BOD Removal High Strength Wastes ازالة المواد العضوية الكربونية - لمياه الصرف عالية التركيز بالمواد العضوية
عمليات مدمجة Hybrid	UASB + Attached Growth (Packed UASB)	Carbonaceous BOD Removal ازالة المواد العضوية الكربونية
٣- عمليات فى عدم وجود أكسجين حرماذب Anoxic (هوائى متحد)		
عمليات الوسط العالق Suspended Growth	- ازالة مركبات النيتروجين	De-Nitrification
عمليات الوسط الملتصق Attached Growth	- ازالة مركبات النيتروجين	De-Nitrification
٤- عمليات مجمعة Aerobic-Anoxic-Anaerobic		
Suspended Growth	- Single Or Multistage for Suspended processes	Carbonaceous BOD Removal - Nitrification- De- Nitrification and Phosphorus Removal ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة- ازالة مركبات النيتروجين- ازالة الفسفور
Attached Growth	- Single Or Multistage for attached Growth processes	Carbonaceous BOD Removal - Nitrification- De- Nitrification and Phosphorus Removal ازالة المواد العضوية الكربونية - النيترة- ازالة مركبات النيتروجين- ازالة الفسفور
٥- عمليات تتم فى بحيرات Lagoon Process		
Aerobic Lagoons	- Aerobic Lagoons	Carbonaceous BOD Removal

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

نوع المعالجة	اسم عملية المعالجة	الاستخدام / الهدف
		ازالة المواد العضوية الكربونية
Maturation Lagoons	- Maturation Lagoons	Carbonaceous BOD Removal – Nitrification ازالة المواد العضوية الكربونية – النيترة
Facultative Lagoons	- Facultative Lagoons	Carbonaceous BOD Removal ازالة المواد العضوية الكربونية
Anaerobic Lagoons	- Anaerobic Lagoons	Carbonaceous BOD Removal– Waste Stabilization ازالة المواد العضوية الكربونية تثبيت الرواسب

٢ - عمليات المعالجة اللازمة لازالة الملوثات المختلفة

يمكن تصنيف الملوثات الأكثر شيوعاً بالمخلفات السائلة ومرحلة المعالجة اللازمة لإزالتها كما هو مبين بالجدول الآتى:

الملوث	مرحلة المعالجة
المواد الصلبة العالقة	- التصفية والفرم
	- إزالة الرمال
	- الترسيب
	- الترشيح
	- التعويم
	- الترويب والترسيب بإستخدام أو بدون إستخدام كيماويات
	- طرق طبيعية ومنها المعالجة بالرى المباشر
المواد العضوية القابلة للتحلل	- الحمأة المنشطة

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

مرحلة المعالجة	الملوث
- أحواض التلامس البيولوجيه (المرشحات البيولوجية بأنواعها ، الأقراص البيولوجيه الدواره) - بحيرات الأكسده - المرشحات الرملية المتقطعه - النظم الكيماويه والطبيعية - الترسيب	
- التهويه - التخلص من الغازات - الإمتصاص بالكربون المنشط	المواد العضوية المتطايره
- التطهير بالكلور ومركباته - الأوزون - الأشعة فوق البنفسجية	البكتيريا الناقله للأمراض
- النظم الطبيعيه - الحمأة المنشطة - المرشحات البيولوجية بأنواعها - بحيرات الأكسدة - تبادل الأيونات	النتيروجين العضوي
- إضافة الكلور بجرعه مساويه لنقطة الإنكسار فى منحنى الكلور - النظم الطبيعيه - إضافة أملاح المعادن - الترويب بإستعمال الجير ثم الترسيب - إزالة الفوسفور بالمعالجة البيولوجية	الفوسفور العضوي

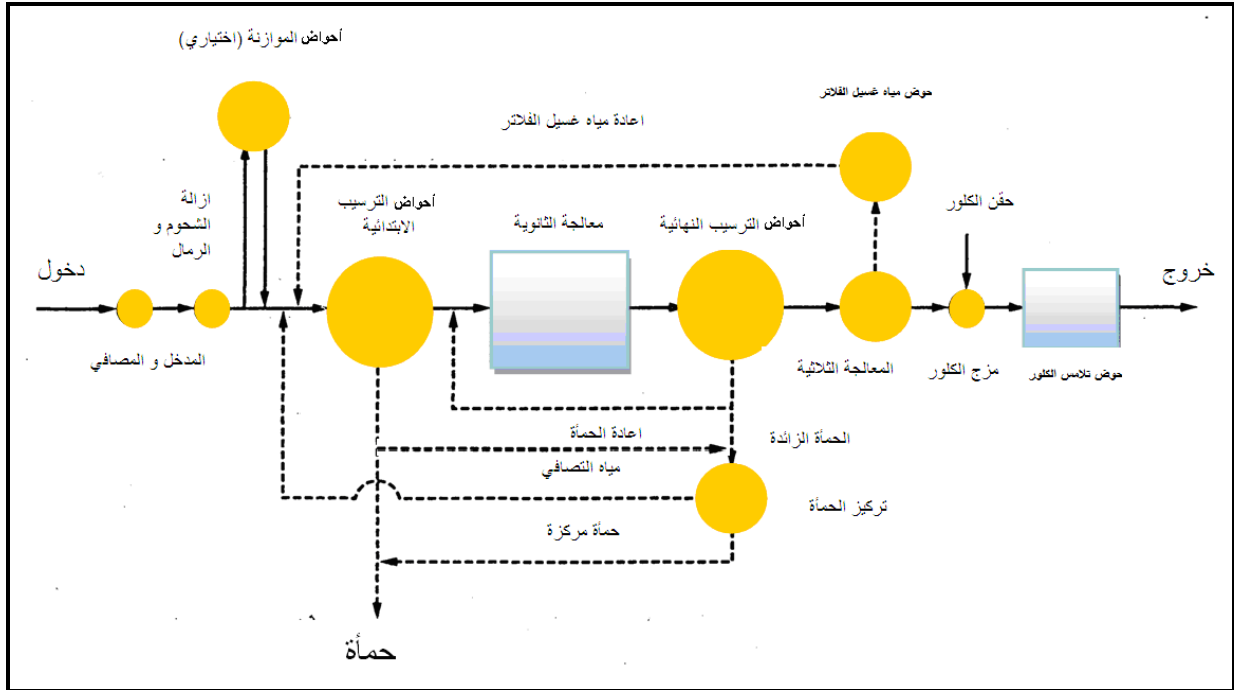
مرحلة المعالجة	الملوث
- المعالجة البيولوجية والكيميائية لإزالة الفوسفور - النظم الطبيعية	
- الإمتصاص بالكربون - المعالجة الثلاثية بالأوزون - النظم الطبيعية	المواد العضوية الغير قابلة للتحلل Non degradable Organic Matter
- الترسيب بإستعمال الكيماويات - التبادل الأيوني - النظم الطبيعية	المعادن الثقيلة

٣- مراحل ومستويات المعالجة

٣-١ المعالجة الأولية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية

Preliminary domestic wastewater treatment

المعالجة الأولية هي عبارة عن إزالة المواد التى تؤثر على أداء وكفاءة المهمات الميكانيكية وذلك بواسطة المصافي وفرم المواد المحجوزة عليها وإزالة الرمال وما شابه التى قد تسبب تآكل أو انسداد المهمات وكذلك التعويم لإزالة الزيوت والدهون. والشكل التالى يوضح شكل تخطيطى لتتابع مراحل المعالجة المختلفة.



شكل (١) مخطط يوضح مراحل معالجة مياه الصرف الصحي

٢-٣ المعالجة الابتدائية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحي الأدمية

Primary domestic wastewater treatment

وفيها يتم إزالة جزء من المواد الصلبة العالقة العضوية وغير العضوية ويتم ذلك عن طريق الوحدات التى تعتمد على المعالجة الطبيعية وهي الترسيب الابتدائي والذي فيه يتم إزالة حوالى (٤٠-٦٠%) من المواد العالقة الكليه، (٣٠-٤٠%) من المواد العضوية (BOD_5) وطبقاً لمدة المكث يتم إستنتاج نسبة الإزالة.

وحدات المعالجة الأولية والابتدائية

١. غرفة التهدة (Deceleration Chamber).
٢. قناة المدخل (Approach Channel).
٣. المصافي (Screens).
 - أ. مصافي خشنة (Coarse Screens).
 - ب. مصافي دقيقة (Fine Screens).

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

٤. طواحن المواد الصلبة (Screening grinders and Comminators).
٥. أحواض فصل الرمال (Grit Removal Chamber) - أحواض فصل الرمال والزيوت والشحوم (Aerated grit Chamber).
٦. فصل وغسيل الرمال الناتجة من أحواض فصل الرمال (Grit washing and) (Classifiers).
٧. أحواض الموازنة (Equalization Tanks).
٨. أحواض الترسيب الابتدائية (Primary Sedimentation Tanks).

٣-٣ المعالجة الثانوية للمخلفات السائلة لمياه الصرف الصحى الأدمية

Secondary domestic wastewater treatment

وهى المعالجة الثانوية والتي تقوم أساساً بأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجياً والتخلص من المواد العالقة الناتجة عن ذلك بالترسيب كما يدخل التطهير كجزء من المعالجة الثانوية وتعرف المعالجة الثانوية التقليدية على أنها مجموعة من المراحل تستخدم عادة فى إزالة المواد العضوية حيث تشمل المعالجة البيولوجية اما باستعمال الحمأة المنشطة أو أحواض التلامس البيولوجية أو بحيرات الأكسدة بالإضافة إلى الترسيب النهائي.

كما يمكن إزالة النيتروجين والفسفور بيولوجياً من خلال التحكم فى نظام التهوية فى حوض الحمأة المنشطة فى الحصول على النترا ثم اختزالها للتخلص من النيتروجين فى المياه المعالجه - كما يمكن ازالة الفوسفور بإضافة بعض الاملاح (المروبات الكيميائية) إلى خليط المواد الصلبه العالقة بحوض التهوية حيث يؤدي ذلك إلى إزالة الفوسفور بحوض الترسيب النهائي.

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحى الأدمى حوالى ٧٥-٩٠% من الاحتياج الاكسجينى الحيوى الممتص، ٨٠-٩٠% من المواد العالقة و قرابة ٩٠-٩٩% من مسببات الامراض و البكتريا و الديدان و ذلك من خلال عمليات التطهير - وبصفة عامة حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة.

أنواع المعالجة البيولوجية

تنقسم المعالجة البيولوجية إلى عدة تقنيات أما أن تتبع النمو العالق أو الملتصق أو الخليط فيما بينهما.

٣-٤ المعالجة الثلاثية المتقدمة أو المعالجات الاضافية

Tertiary advanced Treatment

ويتم فيها إزالة نسب أعلى من العناصر الملوثة سواء الذائبة أو العالقة والتي لا يمكن أزلتها فى المعالجة الثانوية مثل خفض المحتوى العضوى والمواد العالقة بشكل كبير بحيث يكون من الممكن إعادة الاستخدام فى اغراض تحتاج الى مياه معالجة بكفاءة اكبر من مثيلها للمعالجة الثانوية.

٤-٤ إختيار طريقة المعالجة

يوضح الجدول التالى أهم العوامل التى يجب مراعاتها لتأثيرها على ملائمة إحدى التقنيات من عدمه

العوامل المؤثرة على اختيار طريقة المعالجة	
العوامل المؤثرة	الاجراء المطلوب
١- مدي ملائمة الطريقة	يمكن تقييم هذا البند على أساس الخبرة السابقة والنتائج المنشورة والنتائج المحققة بمحطات عاملة ، وفى حالة وجود طرق جديدة فلا بد من التحقق من وجود مرجعية مماثلة منفذة فى دول أخرى.
٢- تصرفات المخلفات السائلة	يجب أن تكون الطريقة المختاره مناسبة للتصرفات الواردة للمحطة.
٣- مدي إستيعاب التغير فى التصرفات	يجب أن يتم تصميم وحدات وطرق المعالجة لمواجهة المدي فى التغير فى التصرفات حيث أن أغلب الطرق تعمل بكفاءة عند ثبات التصرف أما إذا كان التغير فى التصرفات كبيراً فإنه يلزم دراسة مدى الحاجة الى أضافة أحواض موازنة.
٤- خواص المخلفات السائلة الواردة لمحطة المعالجة من مصادر مختلفة	جميع طرق المعالجة يمكنها التعامل مع مياه الصرف الصحى الأدمية والتي تتميز بخواص شبة ثابتة إلا أن وصول بعض

العوامل المؤثرة على اختيار طريقة المعالجة	
العوامل المؤثرة	الاجراء المطلوب
	المخلفات السائلة من مصادر صناعية أو زراعية أو مخلفات حيوانية أو غيرها قد يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة ومراحلها مما قد يتطلب ضرورة منع وصول هذه المخلفات السائلة المحملة بأحمال كيميائية أو بيولوجية عالية طبقا لحدود القوانين واللوائح المعمول بها لضمان الحصول على خصائص المعالجة المطلوبة.
٥- خواص المخلفات السائلة المعالجة الخارجة من المحطة (السيب النهائي)	يجب أن تكون خصائص المخلفات المعالجة السائلة و كذلك الحمأة مطابقة للمعايير المطلوبة لإعادة الاستخدام النهائي سواء لأغراض الري و الزراعة أو الصرف علي المجاري العمومية .
٦- كمية الحمأة الناتجة ومعالجتها والتخلص الآمن لها	تؤثر كمية الحمأة الناتجة وأسلوب المعالجة والتخلص منها طبقا للأماكنيات المادية و التقنية المتاحة على طريقة المعالجة المقترحة.
٧- الالتزام البيئى	العوامل البيئية مثل الرياح السائدة وإتجاهها والقرب من التجمعات السكانية قد تؤثر على إختيار طرق معينة وخاصة التى ينبعث منها الروائح.
٨- متطلبات الطاقة	إحتياجات الطاقة والتكاليف المستقبلية للتشغيل.
٩- العمالة الفنية المطلوبة للتشغيل والصيانة	عدد وكفاءة العاملين لتشغيل عمليات المعالجة وما إذا كانت المهارات متوافره ومستوي التدريب مناسب.
١٠- إحتياجات التشغيل والصيانة	تحديد الإحتياجات الخاصة للتشغيل والصيانة وقطع الغيار المطلوبة ومدى توافرها وتكاليفها.
١١- قدرة طريقة المعالجة على تحمل الأحمال الفجائية عضوية أو هيدروليكية	تدرس الأحمال الفجائية المتوقع ورودها وتحديد مدى قدرة الطريقة على تحملها وبحيث لا تقل عن ٢٥% من الاحمال التصميمية.
١٢- توافر المساحة - الأرض	مدى توفر المساحة اللازمة لإنشاء محطة المعالجة حالياً وتوسعاتها مستقبلياً.
١٣- تكاليف الأتشاء والتشغيل	يتم دراسة تكاليف الأتشاء والتشغيل والصيانة لمدة ٢٠ عاما وحساب قيمة NPV باعتبار معامل التضخم الرسمي والتوصية بأفضل الطرق.

٥- طرق التخلص والإستفادة من نواتج أعمال المعالجة

١-٥ المخلفات السائلة الأدمية المعالجة

يتم التخلص من مياه المخلفات السائلة الأدمية المعالجة بصبيها فى المصارف الزراعيه أو فى مسطحات المياه المالحة كالبحيرات التى تتصل بالبحار او فى البحار على أن تكون خواص ومعايير العناصر بالمياه المعالجة كما ورد بالقانون ٤٨ لسنة ١٩٨٢. كما ير اعى معايير استقبال مياه الصرف الصناعى بالشبكات العمومية كما وردت بالقانون ٩٣ لسنة ٦٢ والقرار الوزاري رقم ٩ لسنة ١٩٨٨، والمعدل بالقرار الوزارى رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ أو أحدث أصدرتها.

كما يمكن أن تستخدم مياه المخلفات السائلة الأدمية المعالجة فى ري الاراض الزراعية على أن تكون خواص ومعايير العناصر للمياه المعالجة وفقا لما ورد بالكود المصرى لاعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة فى الزراعة.

٢-٥ الحمأة

تمثل الحمأة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة الأدمية مشكلة فى التخلص منها وذلك لكبر حجمها واحتوائها على نسبة عالية من المياه علاوه على أنها تحتوي على الكائنات الحيه الدقيقة المسببه للأمراض ولذا يجب معالجة الحمأة قبل التخلص منها دون أن تسبب أى تلوث للبيئة.

والحمأة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة الأدمية تكون فى صورة سائلة أو شبه سائلة حسب تركيز المواد الصلبة الجافة منها وتختلف خواص الحمأة الناتجة تبعاً لنظام المعالجة المستخدم.

١-٢-٥ مصادر الحمأة وخواصها

١-١-٢-٥ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١% - ٤% ولونها عادة رمادي ولها رائحة غير مقبولة.

٥-٢-١-٢ الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب النهائي

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

المرشحات البيولوجية

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

الحمأة المنشطة

يتراوح تركيز المواد الصلبه الجافة بها من ٠,٥ - ١,٥% وهي عبارة عن ندف لونها بني مسود وليس لها رائحة اما عند تحولها الى الحالة اللاهوائية تكون لونها قاتم.

Sludge Treatment

٥-٢-٢ طرق معالجة الحمأة

والغرض من معالجة الحمأة هو التخلص من نسبة كبيرة من مياهها مع تثبيت المواد العضوية وهناك طريقتين شائعتين لمعالجة الحمأة قبل التخلص منها.

Thickening

٥-٢-٢-١ خفض حجم الحمأة (التركيز)

ويعرف تركيز الحمأة بأنه فصل نسبة من المياه وبالتالي تجميع وتركيز المواد الصلبة فى الكمية الباقية من المياه وبالتالي الاقلال من حجم الحمأة ولا يتضمن ذلك معالجة للحمأة.

Gravity Thickening

التركيز بالتثاقل

وتغذي أحواض دائرية بالحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي فى مركز الحوض من أعلى ، وتخرج الحمأة المركزة من منتصف قاع الحوض الى حوض التجفيف أو المخمرات وتخرج المياه المفصولة (*Supernatant*) على هدارات حيث يتم تجميعها واعادتها الى مدخل عملية المعالجة.

Flotation

التركيز بالتعويم

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

Stabilization

٥-٢-٢ تثبيت الحمأة

فى هذه الطريقة يتم تثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة عن طريق الأكسدة هوائياً أو لاهوائياً وبالتالي يمكن القضاء على نسبة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض. وهناك طرق عديدة لتثبيت مكونات الحمأة كما يلي:

Anaerobic Digestion

التثبيت بواسطة التخمر اللاهوائى

وتعرف عملية التخمر اللاهوائى بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة فى غياب الأكسجين وتعتمد هذه الطريقة على البكتيريا المكونة للأحماض ، والبكتيريا المكونة لغاز الميثان حيث تتغذى بكتيريا الميثان على الاحماض العضوية مكونة غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون وللتحكم فى عملية التخمر اللاهوائى يجب الموازنة بين شطري التفاعل والحفاظ على تركيز الأحماض العضوية وعدم تراكمها.

وتتم عملية التخمر اللاهوائى فى أحواض مغلقة تتم تغذيتها بالحمأة الناتجة عن أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي او مركز الحمأة وتسحب الحمأة المثبتة الى أحواض تجفيف الحمأة أو أى نظام آخر أما المياه الطافية فتضخ الى مدخل أعمال المعالجة.

Aerobic Stabilization

التثبيت الهوائى

وتعرف عملية التثبيت الهوائى بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة فى وجود الأكسجين والتثبيت الهوائى مشابه لعملية معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحمأة المنشطة حيث يتم أكسده المواد

العضوية بواسطة البكتريا الهوائية التى تعتمد فى نشاطها على الأكسجين وينتج من هذا التفاعل (الأكسدة) ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء.

Sludge Dewatering

٥-٢-٣ فصل المياه من الحمأة

تحتوي الحمأة المعالجة سواء بالتركيز أو التثبيت على حوالي ٩٠% مياه ، ١٠% مواد صلبة جافة ولذلك يجب استخدام طرق أخرى لفصل كميته أكبر من المياه مع زيادة تركيز المواد الصلبة بالحمأة وهناك الكثير من الطرق المستخدمة منها:

Drying Beds

فصل المياه باستخدام أحواض تجفيف الحمأة

وفى هذه الطريقة يتم توزيع الحمأة الخام أو السابق معالجتها على طبقات فى أحواض مكشوفة بها طبقة من الرمل أسفلها طبقة من الزلط وبقاع الحوض يوجد نظام لتصريف المياه المتسربة من الحمأة ويتم تجفيف الحمأة بهذه الطريقة عن طريق التبخر وتسرب المياه وتضخ هذه المياه الى مدخل العمليه وبعد تجفيف الحمأة وخاصة الخام يتم تشوينها فى أكوام لتحليل المواد العضوية والتخلص من جزء من الجراثيم ويشير كود الصحة العامة الصادر من وزارة الصحة أن الحمأة الجافة الناتجة من معالجة المخلفات السائلة يمكن استخدامها كسماد بعد مدة تجفيف لا تقل عن ٤٥ يوماً فى مسطحات خاصة لتشوين الحمأة.

Centrifuge

فصل المياه باستخدام الطرد المركزي

يتم فصل المياه من الحمأة السابق معالجتها بالتركيز أو التثبيت مع اضافة مواد كيميائية مروية تعمل على زيادة كميته المياه المنزوعة من الحمأة مع تجميع حبيبات الحمأة على شكل ندف عن طريق أجهزة الطرد المركزي وهي إسطوانات ذات جدران بها ثقوب وباستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على حمأة تركيز المواد الصلبة بها حوالي ٢٠ - ٣٠% أما المياه المفصوله والتي لا تحتوي على مواد صلبة تضخ الى مدخل أعمال المعالجة أما الحمأة المركزة فلا يفضل استعمالها لتسميد الأراضي التى تزرع بالمحاصيل التى تستخدم فى الطعام حيث يتواجد بها مواد كيميائية وملوثات بيولوجية.

فصل المياه باستخدام المرشحات

Vacuum Filters

أ. لمرشحات بخلخله الهواء

هذا المرشح عبارة عن إسطوانة معدنية مثقبة الجدار ومغلقة بوسط الترشيح (اللباد أو التيل أو الاليف الصناعية) وتدور الأسطوانة حول محورها الافقي بحيث يكون جزؤها السفلي مغمور فى حوض الحمأة وبواسطة خلخة الهواء فى الجزء السفلي من الاسطوانة تلتصق المواد الصلبه بجدار وسط الترشيح بينما تخرق المياه وسط الترشيح والتي يجب رفعها الى مدخل أعمال المعالجة وتحتوي الحمأة بعد ازلتها من سطح الترشيح على حوالي ١٥-٢٥% مواد صلبه جافه. ويلزم فى هذه الطريقة معالجة الحمأة بإضافة مواد كيمياويه مروه قبل عملية الترشيح.

Filter Press

ب. مرشحات كبس الحمأة

ويتم فصل المياه بهذه الطريقة بترشيح المياه من الحمأة بضغطها بين طبقتين من القماش المسامي . تنفذ منه المياه وتبقى المواد الصلبه على شكل قوالب فيما بين طبقتي القماش . وتحتوي الحمأة بعد الترشيح على حوالي ٢٠-٣٠% مواد صلبه ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة الحمأة بإضافة مواد كيمياويه مروبة أو بوليمرات.

Sludge Disposal

٥-٢-٢-٤ طرق التخلص من الحمأة

أ. فى الأرض

- يمنع استخدام الحمأة الخام وهى التى لم تمر بمراحل تثبيت أو تخزين كسماد سطحي.
- تستخدم الحمأة بعد تثبيتها (معالجتها) أو تخزينها لمدة اربعة أشهر كسماد عضوي لتوزيعها تحت سطح التربة. Sub surface application
- تستخدم الحمأة بعد تثبيتها (معالجتها) أو تخزينها لمدة اربعة أشهر كسماد سطحي لزراعة المسطحات الخضراء مع مراعاة المتطلبات البيئية والصحية وتقليل تعرض العاملين لها.
- يتم خلط الحمأة سواء قبل أو بعد المعالجة مع التربة (بالمكامر) وتترك فترة أسبوع لتحلل المواد العضوية حيث تعمل على زيادة قدرة التربة على امتصاص المياه.

الفصل الثانى: طرق معالجة المخلفات السائلة والحمأة

- يسمح بأعادة استخدام الحمأة بجميع حالاتها في مجال مواد البناء و الصرف طبقا لمتطلبات و اجراءات كود اعادة استخدام الحمأة في مواد البناء.
- في حالة تعذر معالجة الحمأة فيتم تخصيص حيز لتسويتها و تخزينها لمدة لا تقل عن أربعة أشهر قبل إعادة استخدامها مع الالتزام بتطبيق المتطلبات البيئية و الصحية للتحقق من عدم وجود بيض الاسكارس و النيماتودا.

ب. فى بحيرات الحمأة

تنشأ بحيرات للحمأة لأغراض تجزئة وتحليل وتجفيف الحمأة وذلك فى المناطق ذات التربة المسامية والبعيدة عن مصادر المياه الجوفية حيث تكون المساحة المطلوبة حوالي ضعف المساحة المناظرة لأحواض تجفيف الحمأة وتكون بعمق ٠.٥ - ١.٥ متر.

ج. المدافن الصحية المعتمدة

يتبع التوصيات و المتطلبات البيئية الخاصة بالمدافن الصحية للمخلفات الصلبة.

الفصل الثالث: التصميم الهيدروليكي

الفصل الثالث

التصميم الهيدروليكي

أسس تصميم المعالجة التمهيدية والابتدائية

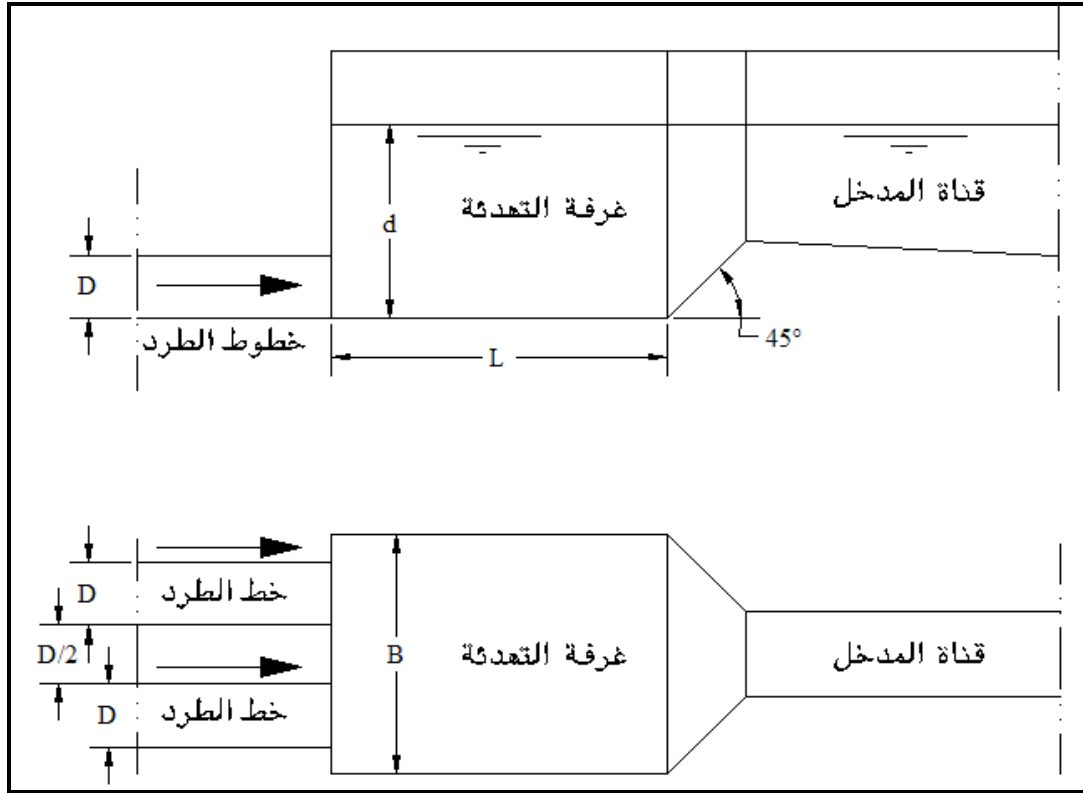
١- غرفة التهدئة Deceleration Chamber

١-١ الغرض منها

غرفة توضع فى بداية اعمال المعالجة بغرض تهدئة التصرف القادم من خطوط الطرد (تحت ضغط)، وذلك لمنع هروب الاجسام العالقة من بين فتحات المصافى التى تلي حوض التهدئة. ويتم ذلك عن طريق تهدئة سرعة وضغط المياه بحيث يتم تغيير نظام السريان من المواسير المغلقة (سريان مضطرب) إلى المجرى المفتوح (سريان منتظم) ليتعرض سطح المياه بعد ذلك إلى الضغط الجوي ويتحرك بالجاذبية.

٢-١ التصميم الهيدروليكي

- غرفة ذات أبعاد تحقق الأسس التصميمية الهيدروليكية تأخذ أشكالاً متعددة ومزودة بماسورة لخروج الرواسب والتفريغ، ويتصل بها ماسورة الفائض،
- العدد ≤ 1 غرفة
- زمن المكث $= 0.5 - 2$ دقيقة
- العرض $\leq (2 \times \text{عدد خطوط الطرد الواردة الى الغرفة} + 1) \times \text{قطر خط الطرد}$ بمعنى ان تترك مسافة بينية بين الخطوط لا تقل عن نصف قطر إلى قطر الخط تبعاً للمصمم بما لا يتعارض مع الخصائص الهيدروليكية للسريان
- عمق المياه $\leq (\text{قطر خط الطرد الداخل للغرفة} + \text{العمق الاقصى لقناة التوصيل بين غرفة التهدئة والمصافى})$ وفى حالة وجود أختلاف فى اقطار خطوط الطرد، يأخذ القطر الاكبر
- سرعة المياه الافقية $= (0.6 - 1.2) \text{ م/ث} - \text{لعدم السماح بحدوث ترسيب بالغرفة}$



شكل (١-٣) غرفة التهذئة

٢- قناة المدخل (قناة التوصيل) Approach Channel

١-٢ الغرض منها

قناة خرسانية تستخدم لنقل تصريفات مياه الصرف الصحى معرضة للهواء (لمنع حدوث التفاعلات البيولوجية اللاهوائية) وبسرعة مناسبة (غير مسموح بحدوث ترسيب بها) بين وحدات المعالجة الابتدائية.

٢-٢ التصميم الهيدروليكي

- سرعة المياه الافقية ≤ 0.4 الى 0.6 م/ث
- تستخدم السرعة ومعادلة ماننج التالية لحساب أقل ميل لازم لقاع القناة (لتفادى حدوث ترسيب بالقناة)

$$V_{min.} = (1/n) R_{min}^{(2/3)} S^{(1/2)}$$

- قيمة معامل ماننج (n) = 0.012 - 0.015 للمجارى المائية المبطنة بالخرسانة
- $R = \text{نصف القطر الهيدروليكي (بالمتر)} = \frac{\text{المساحة المبتلة}}{\text{المحيط المبتل}}$
- $\text{المساحة المبتلة} = \frac{\text{العرض} \times \text{العمق (الادنى)}}{م^2}$
- $\text{المحيط المبتل} = \text{العرض} + (2 \times \text{العمق (الادنى)})$ م
- $S = \text{الميل الادنى التنفيذى لقاع القناة}$

٣- المصافي (Screens)

٣-١ الغرض منها

تستخدم المصافي لحجز الاجسام الطافية والاجسام الكبيرة والغريبة عن مياه الصرف الصحى مثل (الورق - البلاستيك - الزجاج - الاقمشة - الاخشاب..... إلخ)، حتى لا تصل هذه الاجسام الى الاجزاء الميكانيكية بوحدات المعالجة المختلفة مما قد يتسبب فى تلفها.

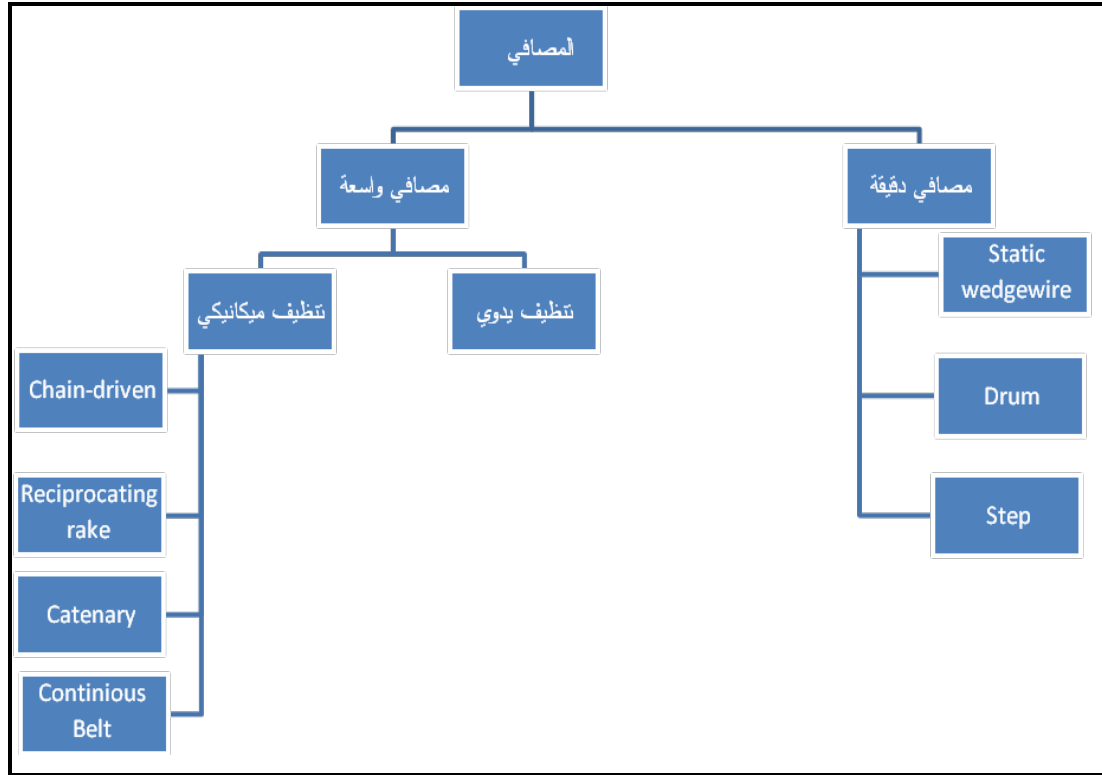
٣-٢ انواع المصافى

ويمكن تصنيف المصافى طبقا للمسافة بين القضبان الى:

١. المصافى الواسعة (القضبانية) (Coarse or Bar Screen)
٢. المصافى الدقيقة وتشتمل على الانواع التالية (- Bar Screen - Disk Screen - Strainers - Micro strainer - Band Screen - Drum Screen)، حيث انه كلما زادت المسافة بين القضبان كلما كانت المصفاة أوسع

كما يمكن تصنيف المصافى طبقا لطريقة التنظيف الى:

١. تنظيف يدوى
٢. تنظيف ميكانيكى



شكل (٣-٢) تصنيف المصافي

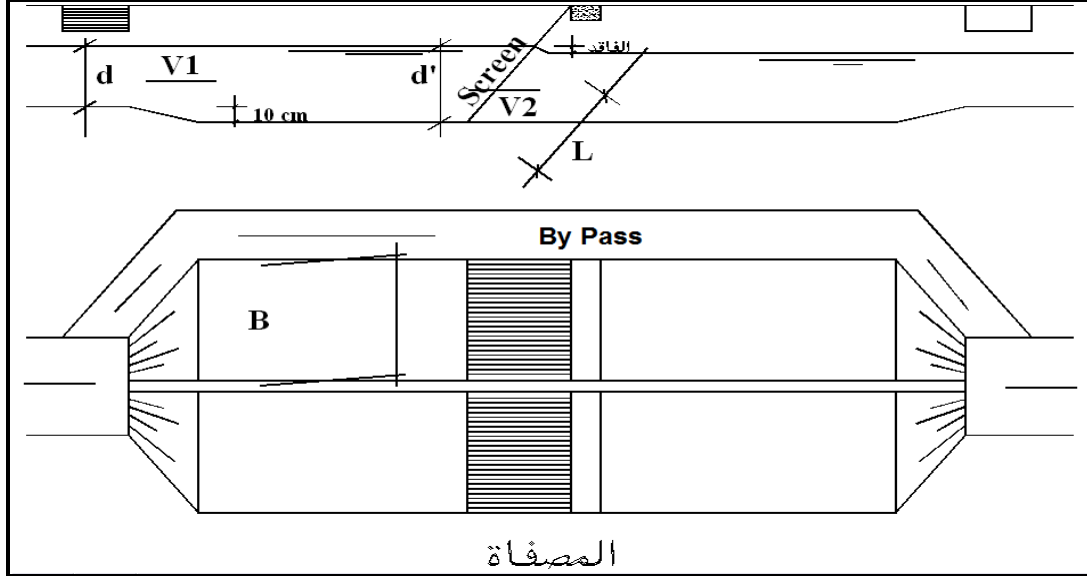
٣-٣ التصميم الهيدروليكي

أ. المصافي الواسعة (Coarse or Bar Screen)

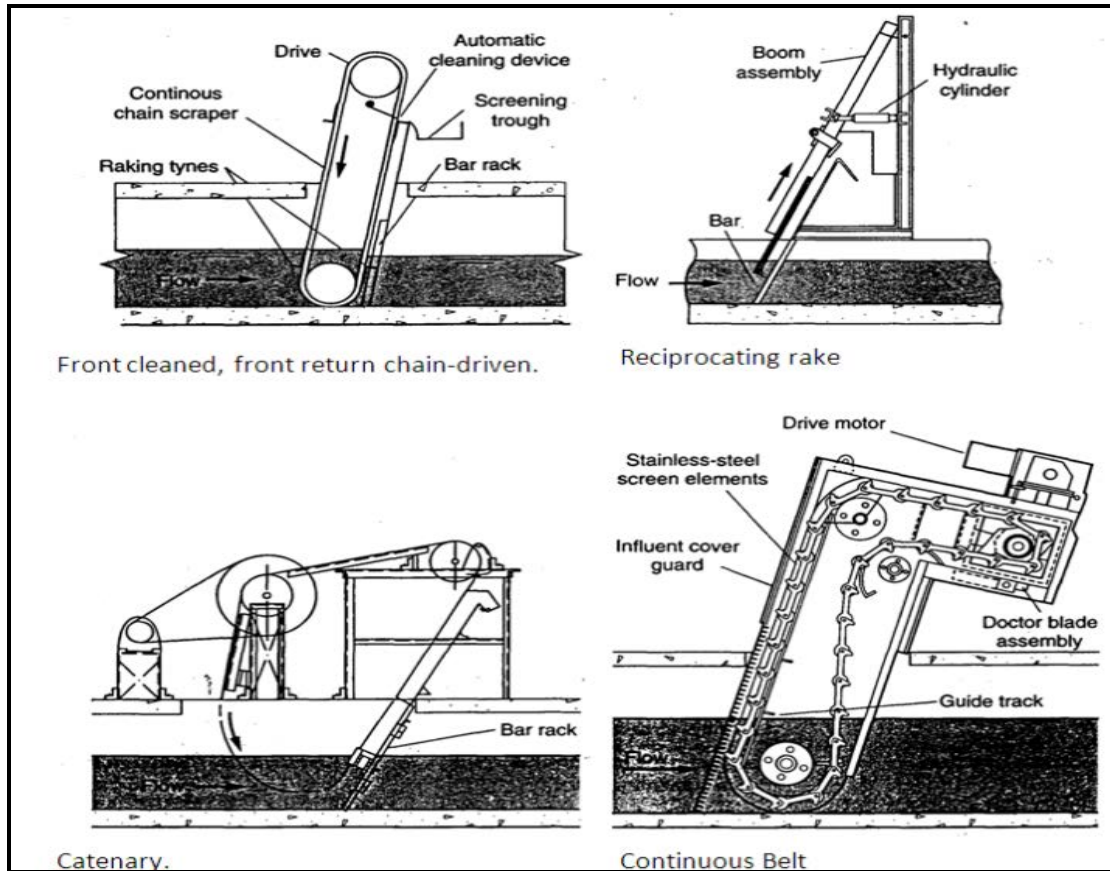
حيث يتم تقسيم التصريف الوارد على أكثر من مصفاة (أكثر من قناة). ويثبت بالمصفاة مجموعة من القضبان دائرية أو مستطيلة المقطع، ويلزم تركيب بوابات امام وخلف المصافي لأعمال الصيانة والتحكم فى التصريف المار ويمكن تركيب Stop logs قبل بوابات الدخول على المصافي بغرض غلقها عندما يتطلب الامر صيانته البوابه عند مدخل المصافي .

يفضل استخدام المصافي الميكانيكية في جميع أنواع المحطات ويمكن استخدام المصافي اليدوية قبل الدخول على المضخات وفى محطات المعالجة ذات التصريفات الصغيرة (أقل من ٥٠٠٠ م^٣/يوم)، وإذا زاد التصريف تستخدم المصافي الميكانيكية على ان تزود المصافي الميكانيكية بمصفاة واحدة على الأقل يدوية تستعمل فى الطوارئ. الشكل (٣-٣) يوضح المصفاة اليدوية الواسعة . ويتم عمل صفاية لفصل المياه عن المحجوزات قبل تجميعها فى الصناديق التى تستخدم لنقلها

للتخلص منها، كما يلزم عمل مشايات حول المصافي لسهولة عمليات الصيانة و
المراقبة.



شكل (٣-٣) المصفاة الخشنة اليدوية



شكل (٣-٤) الأنواع المختلفة للمصفاة الواسعة الميكانيكية

➤ المسافة بين القضبان $S =$

$25-50$ مم فى حالة التنظيف اليدوى

$15-25$ مم فى حالة التنظيف الميكانيكى

➤ ابعاد مقطع القضيب

القضبان المستطيلة المقطع

الطول $= 25-50$ مم

العرض $= 10-20$ مم

➤ عدد المصافى (n)

$= 2$ عاملة + مجرى احتياطى (Bypass) "فى حالة التنظيف
اليدوى

$= 2$ عاملة + مصفاة يدوية احتياطى "فى حالة التنظيف
الميكانيكى

(يمكن خفض العدد الى واحدة عاملة فى حالة التصرفات الصغيرة
تحدد بواسطة الاستشارى)

➤ عدد المسافات البينية بين القضبان فى المصفاة الواحدة $N =$

➤ عرض المصفاة $B =$ (عدد القضبان $\times$ عرض القضيب) + (عدد المسافات البينية
 $\times$ المسافة بين القضبان) $= [N \times S] + [(N+1) \times W]$

➤ زاوية ميل المصافى (θ) على الأفقى

$= 45^\circ - 60^\circ$ فى حالة التنظيف اليدوى

$= 60^\circ - 90^\circ$ فى حالة التنظيف الميكانيكى

➤ الطول المائل المغمور من المصفاة $L =$

➤ عمق المياه أمام المصفاة $d' =$

$$L = d' / \cos \theta$$

$$d' = d_{(app. Ch.)} \text{ or } = d_{(app. Ch.)} + 0.1 \text{ m (drop)}$$

➤ السرعة الأفقية قبل المصافى $V_1 \leq 0.6 \text{ م/ث}$

ويمكن حسابها من المعادلة التالية

$$V_1 = Q / (n B d')$$

➤ السرعة الافقية بين المصافى $V_2 \geq 1.5$ م/ث (هذه القيمة قد تختلف طبقا لموقع المصفاة) ويمكن حسابها من المعادلة التالية:

$$V_2 = Q/(nNSd')$$

➤ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافى الواسعة

المسافة بين قضبان المصافى (مم)	المحتوى المائى للمواد المحجوزة (%)	الوزن النوعى للمواد المحجوزة (كجم/م ³)	حجم المواد المحجوزة (L/1000m ³)	القيم التصميمية	القيمة المثلى
١٢,٥	٩٠-٦٠	١١٠٠-٧٠٠	٧٤-٣٧	٥٠	
٢٥	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	٣٧-١٥	٢٢	
٣٧,٥	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	١٥-٧	١١	
٥٠	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	١١-٤	٦	

➤ معادلة حساب فواقد الطاقة- والتي يجب مراعاتها فى حسابات الميل الهيدروليكي

$$h_L = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2gc}$$

Where:

h_L = فواقد الطاقة (م)
 C = ٠.٧ للمصافى النظيفة، ٠.٦ للمصافى المسدودة
 V_2 = سرعة السريان خلال فتحات المصافى (م/ث)
 V_1 = سرعة السريان قبل المصافى (م/ث)
 g = عجلة الجاذبية الأرضية = ٩.٨١ م/ث^٢

➤ الفواقد المسموح بها = ١٥٠ مم للمصافى اليدوية التنظيف.

= ١٥٠ - ٦٠٠ مم للمصافى الميكانيكية التنظيف.

يمكن افتراض المعادلات التقريبية التالية عند بداية التصميم:

Inclined Area of Screen = nNSL = 2 * (Area of App. ch.)..... for Mech. Screen

Inclined Area of Screen = nNSL = 3 * (Area of App. ch.)for Manual Screen

ب. المصافى الدقيقة (Fine Screen)

للمصافى الدقيقة انواع عديدة، تتفق جميعا فى ان مقاس فتحات المصفاة او المسافة بين القضبان (فى حالة المصفاة الناعمة القضبانىة) لا تتعدى بأى حال من الاحوال ٦ مم وإلا وصفت المصفاة بالمصفاة الواسعة، شكل (٣-٥) يوضح المصفاة الدائرية الدقيقة،

➤ المسافات بين القضبان تتراوح ما بين ٠,٢ الى ٦ مم

➤ فواقد الطاقة تتراوح ما بين ٠,٨ الى ١,٤ مم

وتستخدم المعادلة التالية لحساب الفاقد خلال المصافى الدقيقة

$$H_L = \frac{\left(\frac{Q}{cA}\right)^2}{2g} \quad (m)$$

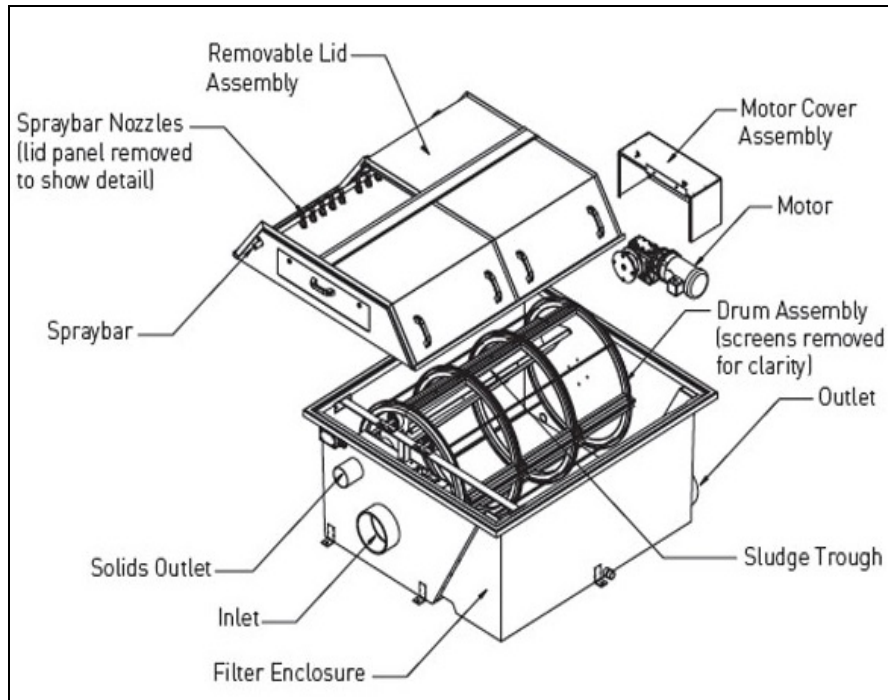
حيث:

➤ التصرف التصميمى (Q)

➤ معامل التصرف (c) = ٠,٣ - ٠,٦

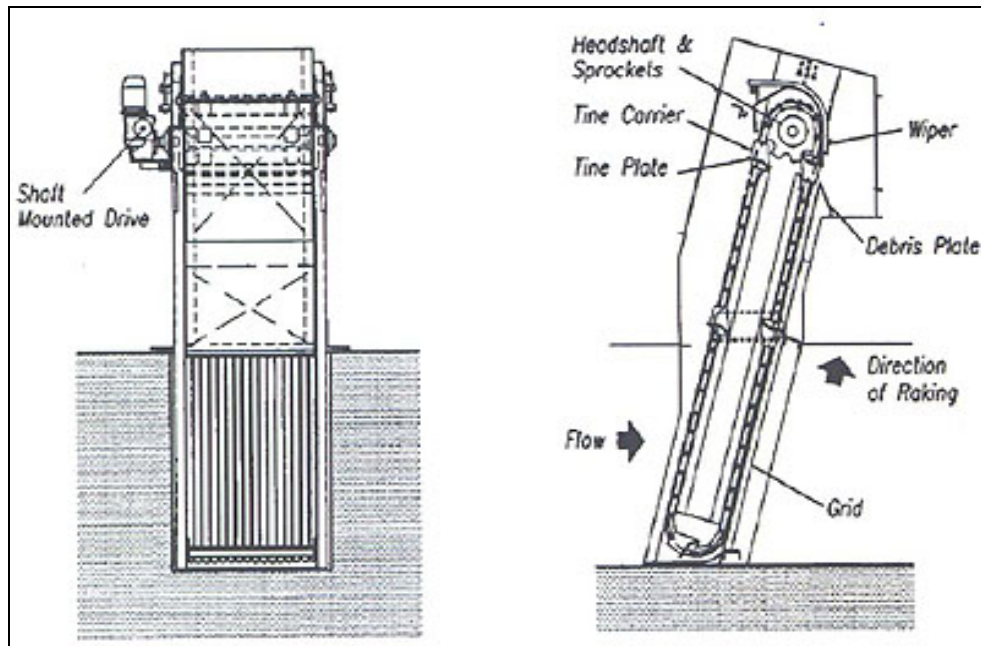
➤ عجلة الجاذبية الارضية g = ٩,٨١ م/ث^٢

➤ مساحة فتحات المصفاة المغمورة A م^٢

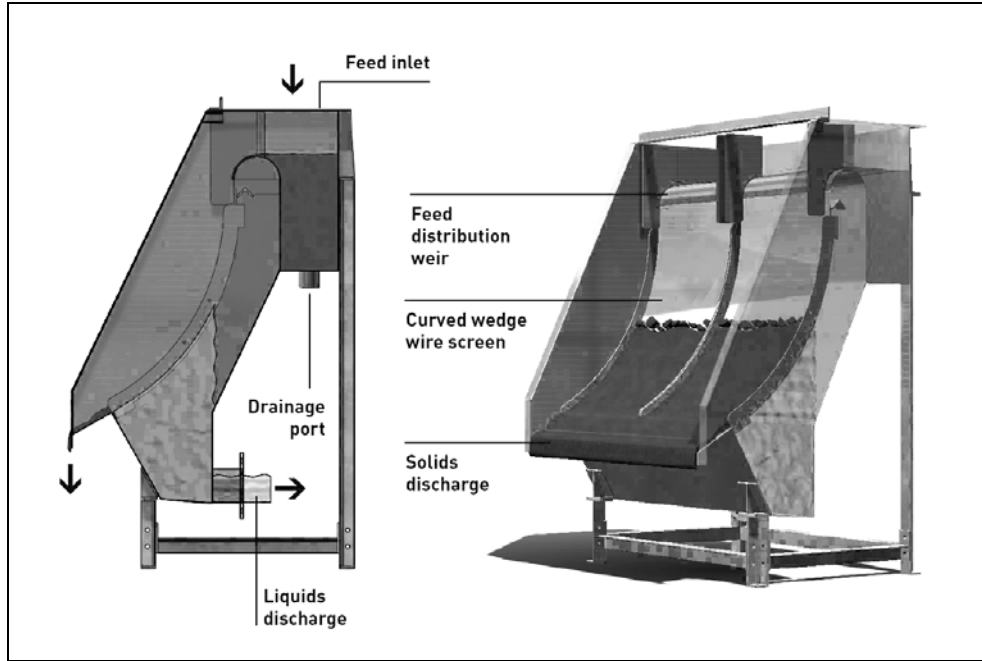


شكل (٣-٥) Drum Screen

أما بالنسبة للمصفاة القضبانية الدقيقة فيتفق التصميم الهيدروليكي لها مع التصميم الهيدروليكي للمصفاة الواسعة فيما عدا ان المسافة بين القضبان فى المصافى القضبانية الدقيقة اقل من ٦ مم (شكل ٣-٦).



شكل (٣-٦) Bar Screen



شكل (٧-٣) Static Wedge wire Screen



شكل (٨-٣) Step Screen

➤ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافي الدقيقة

المسافة بين قضبان المصافي (مم)	المحتوى المائي للمواد المحجوزة (%)	الوزن النوعي للمواد المحجوزة (كجم/م ³)	حجم المواد المحجوزة (L/1000 m ³)	القيمة المثلى
١٢,٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	١١٠-٤٤	٧٥
٦,٢٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	٦٠-٣٠	٤٥

٤- طواحن المواد الصلبة

تعمل طواحن المواد الصلبة على تفتيت المواد المحجوزة على المصافي بهدف تفتيت المواد الصلبة وتقطيعها إلى مقاسات أصغر ومتساوية في الحجم، تساعد طواحن المواد الصلبة على حماية مهمات محطات معالجة مياه الصرف الصحي خاصة الطلمبات.

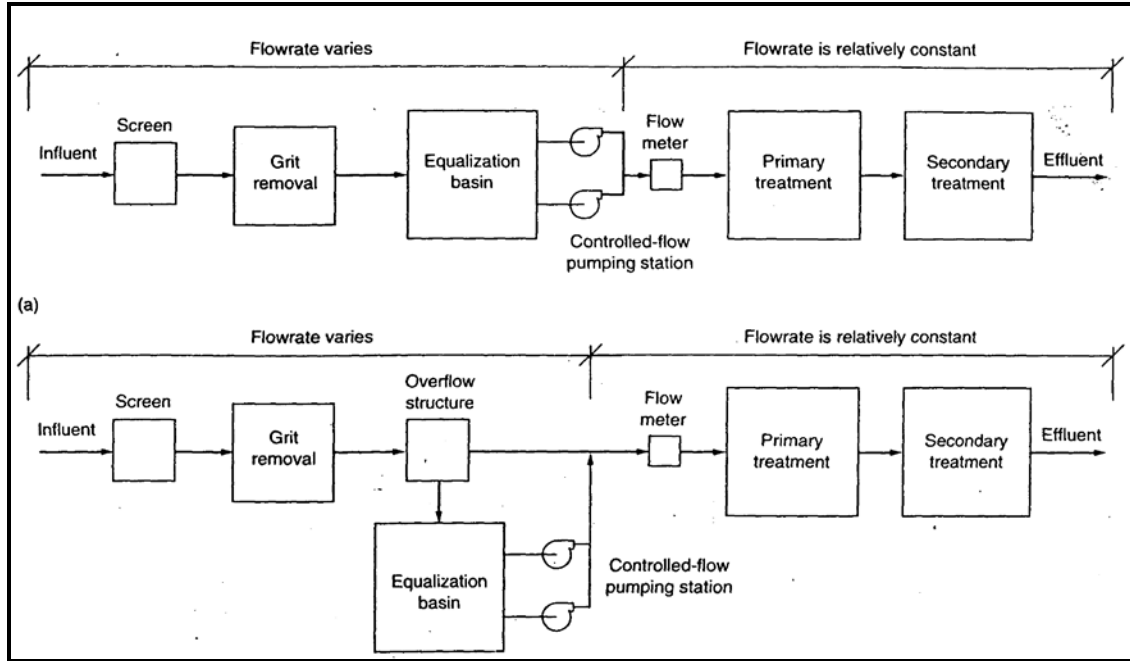
ويلزم أن يتم توريد طواحن المواد الصلبة المحجوزة على المصافي بسعات تتناسب مع كميات المواد المحجوزة المتوقعة. وتنقسم طواحن المواد الصلبة إلى نوعين طبقاً للسرعة:

- أ. ذات سرعة عالية (Grinders).
- ب. ذات سرعة منخفضة (Macerators).

٥- أحواض الموازنة

تستخدم أحواض الموازنة لمعادلة التصرفات الشديدة التغير الواردة لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي والتي بدورها قد تؤثر على كفاءة عملية المعالجة وتؤدي إلى حدوث العديد من المشاكل التشغيلية للمحطة. كما يؤدي إنشاء أحواض الموازنة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي إلى تقليل أحجام ومقاسات وحدات المحطة بشكل عام.

وتعمل أيضاً أحواض الموازنة على خفض التفاوت في تركيز الملوثات بصورة عامة الواردة للمحطة على مدار اليوم. بحيث يكون تركيز الملوثات ثابت بقدر الامكان.



شكل (٣-٩) مواقع أحواض الموازنة بالنسبة لمراحل المعالجة

٦- أحواض فصل الرمال

١-٦ الغرض منها

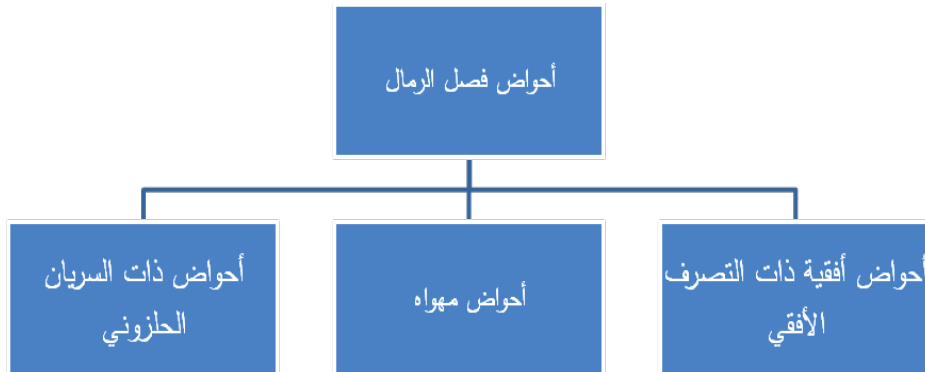
تستخدم أحواض فصل الأتربة والرمال لإزالة الاجسام الصلبة العالقة الموجودة بمياه الصرف والتي حجمها ٠,٢ مم أو أكثر (كثافتها النوعية ٢,٦٥ أو أكثر) كالرمل والطين والتراب ،،، الخ وكذلك إزالة الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض ازالة الرمال المهبواه، وتزود الأحواض بحيز لتجميع الرمال والأتربة وفصلها، الشكل التالى يوضح تفاصيل أحواض فصل الرمال التقليدية،

ويتوقف وجود الأتربة والرمال بمياه الصرف الخام بشكل كبير على نوعية نظام التجميع (شبكات منفصلة ام شبكات مشتركة) حيث يوجد بالشبكات المشتركة كميات أكبر من الأتربة والرمال يجب فصلها خلال مرحلة المعالجة الابتدائية عن طريق أحواض فصل الأتربة والرمال، وأكثر مصادر الأتربة والرمال شيوعا:

- مياه صرف غسيل ارضيات الوحدات السكنية والمحلات التجارية
- الخ
- الصرف الصناعى

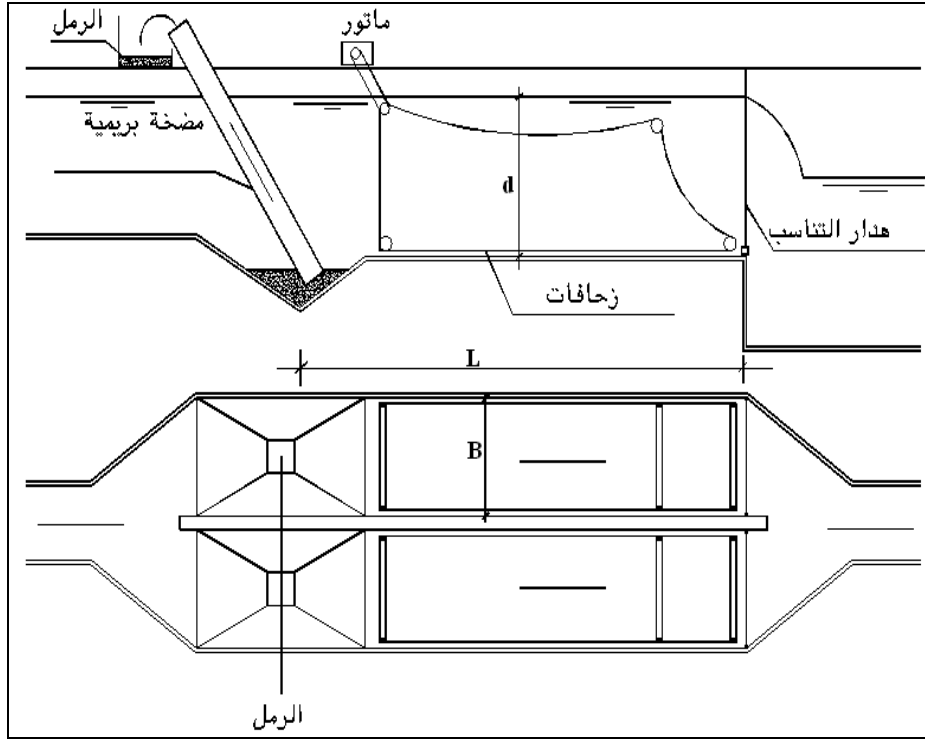
- صرف مياه الامطار
- مواقع الانشاء
- رشح المياه الجوفية

٦-٢ أنواع احواض فصل الرمال



أ. أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقي

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيله والتي يتم تقسيم التصريف خلالها (شكل ٣-١٠) وفيها يتم التحكم فى السرعة الافقية للتصرف (٠,٢٥ - ٠,٣٥ م/ث) بأحد طريقتين: (١) يكون مقطع القناة على هيئة قطع مكافئ، (٢) يكون مقطع القناة مستطيل مع استخدام هدار التناسب فى نهاية الاحواض.



شكل (٣-١٠) أحواض فصل الرمال ذات التصريف الأفقى مستطيلة المقطع

التصميم الهيدروليكي

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
➤ العدد (حوض)		$2 \leq$
➤ سرعة المياه الأفقية (م/ث)	٠,٢٥ - ٠,٤	٠,٣
➤ زمن المكث (ثانية)	٩٥ - ٤٥	٦٠
معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)		
للاجسام حجم ٢١.٠ مم	١٨٧٥ - ١٤٥٠	١٦٥٠
للاجسام حجم ١٥.٠ مم	١٣٠٠ - ٨٧٠	١١٠٠
➤ الطول	(٣٠ - ٢٠) × عمق المياه	٢٠ × عمق المياه
➤ العرض (م)	(٢ - ١) × عمق المياه	
➤ عمق المياه (م)	لا يقل عن ٠,٦٠ م	

كما يمكن تحديد طول احواض فصل الرمال من المعادلة التالية

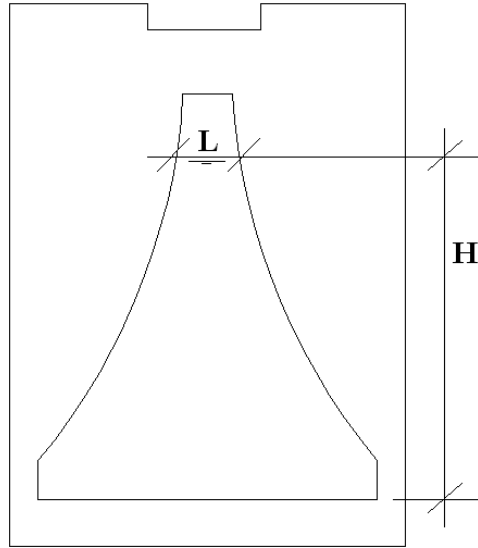
$$L = (V_h * d) / \text{معدل التحميل السطحي} \quad (m)$$

حيث:

- طول الحوض (L) بالمتر
- سرعة الأفقية للمياه (V_h) بالمتر/ثانية
- عمق الحوض (d) بالمتر
- كمية الرمال المترسبة = ١٠٠ - ٢٥٠ لتر / ١٠٠٠ م^٣ مياه صرف

تصميم هدار التناسب لاحواض فصل الرمال ذات التصريف الافقى مستطيلة المقطع

يستخدم هدار التناسب للتحكم فى سرعة التصريف خلال أحواض فصل الرمال ذات التصريف الافقى عندما يكون مقطع الحوض مستطيل، ويوضح شكل (٣-١١) تفاصيل هدار التناسب.



شكل (٣-١١) هدار التناسب

معادلة تشكيل هدار التناسب (Proportional or Sutro Weir Equation)

$$Q_{\text{per unit}} = 4 L H^{(3/2)}$$

حيث:

L : المسافة الأفقية للهدار.

H: المسافة الرأسية للهدار مقاسة من القاع.

ب. أحواض فصل الرمال المهواة (Aerated Grit Removal Chamber)

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيلة (شكل ٣-١٢) والتي يتم تقسيم التصريف خلالها، حيث يتم فيها دفع الهواء من أسفل بواسطة ناشرات هواء تركيب على جانب واحد من الحوض بهدف فصل الزيوت والشحوم سواء كانت منفصلة او ملتصقة بالاتربة والرمال.

ولما كان حدوث تحللات لاهوائية بمياه الصرف الصحى قبل وصولها إلى عملية المعالجة يؤثر على كفاءة وحدات المعالجة البيولوجية لذلك فان استخدام أحواض فصل الرمال المهواة يساعد على:

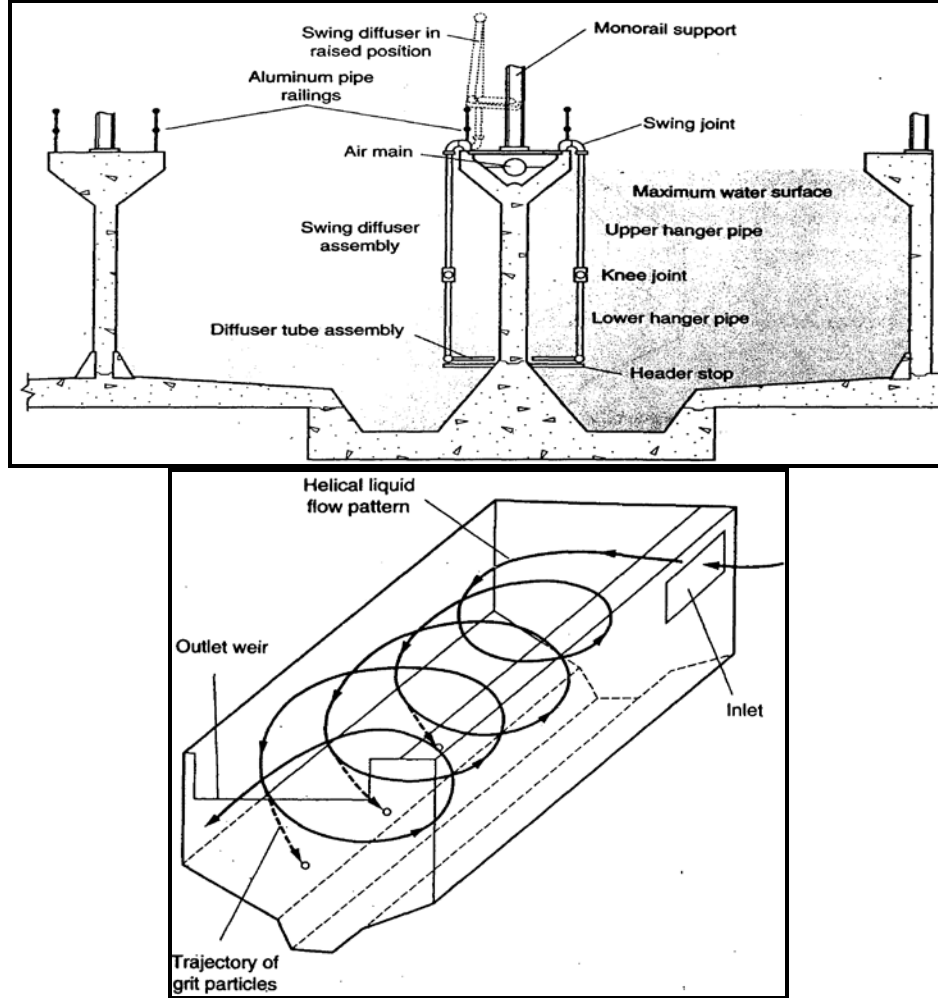
- طرد الغازات المتكونة نتيجة التحللات اللاهوائية.
- تجديد نشاط البكتريا الهوائية بمياه الصرف الصحى.
- فصل الرمال والمواد غير العضوية دون السماح للمواد العضوية بالترسيب.

ويتم كسح الرمال المترسبة فى قاع أحواض فصل الاتربة والرمال إما عن طريق استخدام زحافات ميكانيكية، أو عمل ميول فى قاع الاحواض عكس اتجاه السريان، ويتم سحب الاتربة والرمال المتجمعة فى حيز التجميع باستخدام الطلمبات الغاطسة او الطلمبات الحلزونية او عن طريق محبس بوابة مركب فى قاع حيز تجميع الرواسب، أو طلمبات هواء Air Lift Pump حيث يتم بعد ذلك تجميع الرواسب ونقلها للتخلص منها.

التصميم الهيدروليكي

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
➤ العدد (حوض)	٢ ≤	
➤ زمن المكث (دقيقة)	٥ - ٢	٣
➤ العمق (م)	٥-٢	
➤ العرض (م)	٧ - ٢,٥	
➤ الطول (م)	٢٠-٧,٥	
➤ معدل امداد الهواء (م ^٣ /دقيقة لكل متر طولى من الحوض)	٠,٥ - ٠,٢	
➤ كمية الرمال المترسبة (م ^٣ /١٠٠٠/٣ م ^٢ من مياه الصرف)	٠,٢-٠,٠٠٤	٠,٠١٥

يفضل استخدام أحواض فصل الرمال المتهواة عند وجود كميات عالية من الزيوت والشحوم وعندما تكون قطر الحبيبات اكبر من ٠,٢ مم.



شكل (٣-١٢) أحواض فصل الرمال المتهواة

ت. أحواض فصل الرمال ذات التصريف الحلزوني (Vortex)

التصميم الهيدروليكي

القيمة المثلى	القيم التصميمية	المعامل
٣٠	٣٠-٢٠	➤ مدة المكث (ثانية) - في حالة التصريف المتوسط
---	٧,٢-١,٢	➤ قطر الحوض:
---	١,٨-٠,٩	➤ الغرفة العلوية (م)
---	٤,٨-٢,٧	➤ الغرفة السفلية (م)
---	---	➤ عمق الحوض

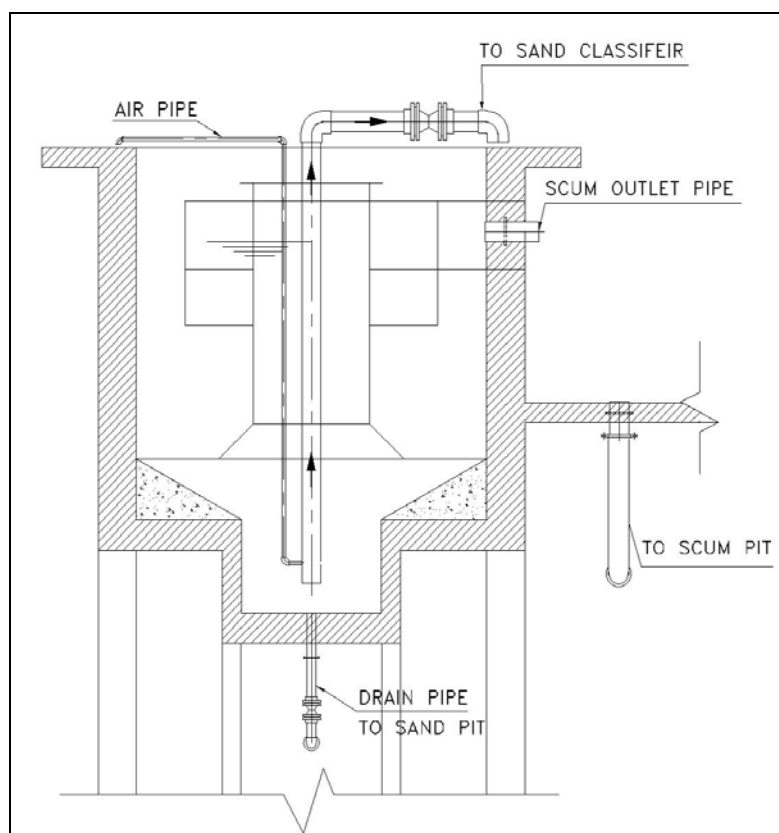
الفصل الثالث: التصميم الهيدروليكي

نسبة الإزالة	حبيبات بحجم ٠,٣ مم*	٩٨-٩٢	٩٥
حبيبات بحجم ٠,٢٤ مم*	٩٠-٨٠	٨٥	
حبيبات بحجم ٠,١٥ مم*	٧٠-٦٠	٦٥	
كمية الرمال المترسبة (م ^٣ /١٠٠٠ م ^٢)	٠,٢-٠,٠٠٤	٠,٠١٥	

* الوزن النوعي لحبيبات الرمال ٢,٦٥

تقدير كميات الرواسب الرملية

القيمة التصميمية	المعامل
٦٥-١٣	➤ المحتوى المائي للرمال المترسبة (% حجم)
٥٦-١	➤ نسبة المواد العضوية (% حجم)
٢,٧	➤ الوزن النوعي للرمال النظيفة المترسبة (كجم / م ^٣)
١,٣	➤ الوزن النوعي للرمال المترسبة (شامله المواد العضوية المترسبة) كجم/م ^٣
١٦٠٠	➤ كثافة المواد المترسبة (كجم/م ^٣)



شكل (٣-١٣) أحواض فصل الرمال الحلزونية

٧- أحواض الترسيب الابتدائية

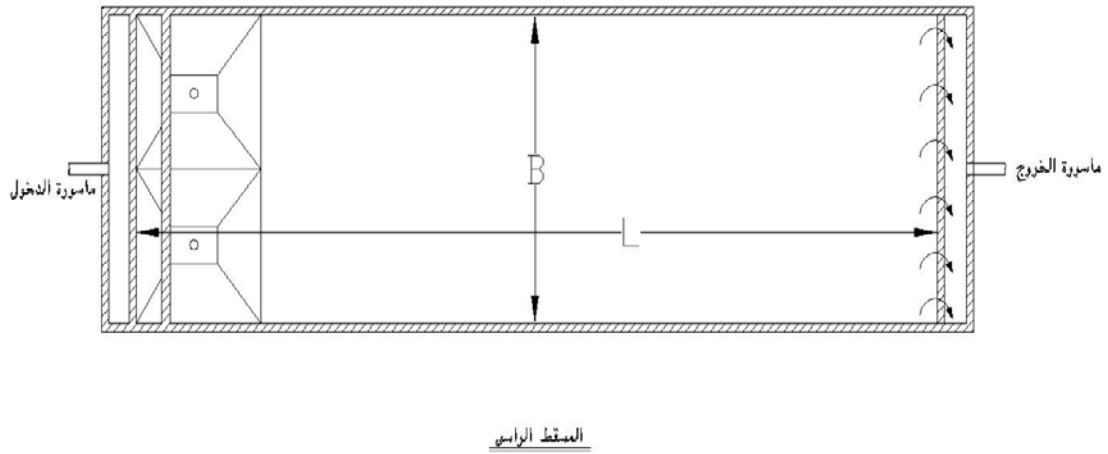
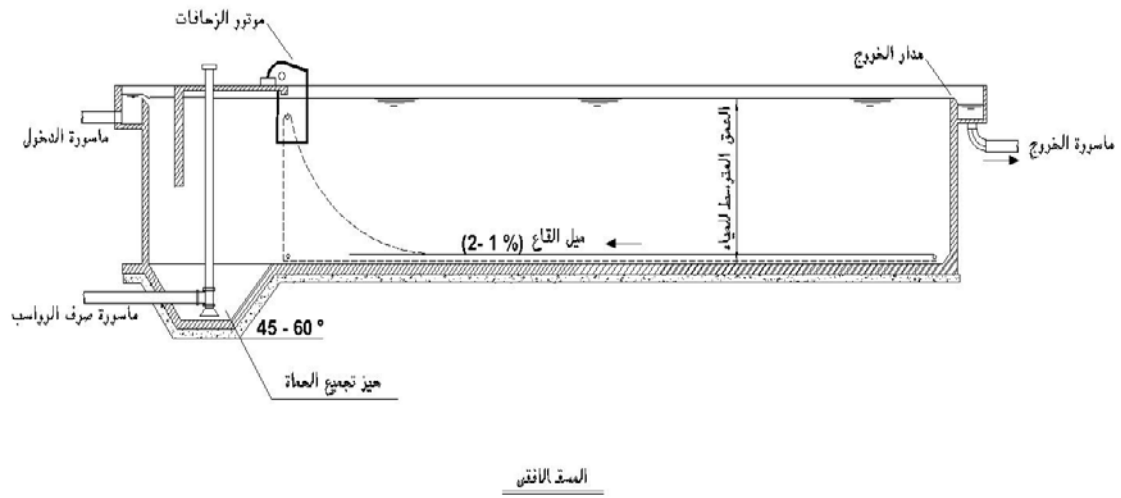
١-٧ الغرض منها

تستخدم أحواض الترسيب الابتدائية لإزالة المواد العالقة القابلة للترسيب بمياه الصرف الصحى، فهي تستعمل لترسيب بعض المواد العضوية وغير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى لتخفيض الحمل العضوى على وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض فصل الرمال العادية. وتبلغ نسبة الإزالة بعد أحواض الترسيب الابتدائية لمياه الصرف الصحى حوالى ٢٥-٤٠% من المواد العضوية أو الاحتياج الأكسجيني الحيوى الممتص لمياه الصرف الصحى (BOD_5) وإزالة حوالى ٤٠-٦٠% من كمية المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). ويمكن تنفيذ أحواض الترسيب الابتدائية اما مستطيلة (شكل ٣-١٤) أو دائرية (شكل ٣-١٥) حسب المساحة المتاحة.

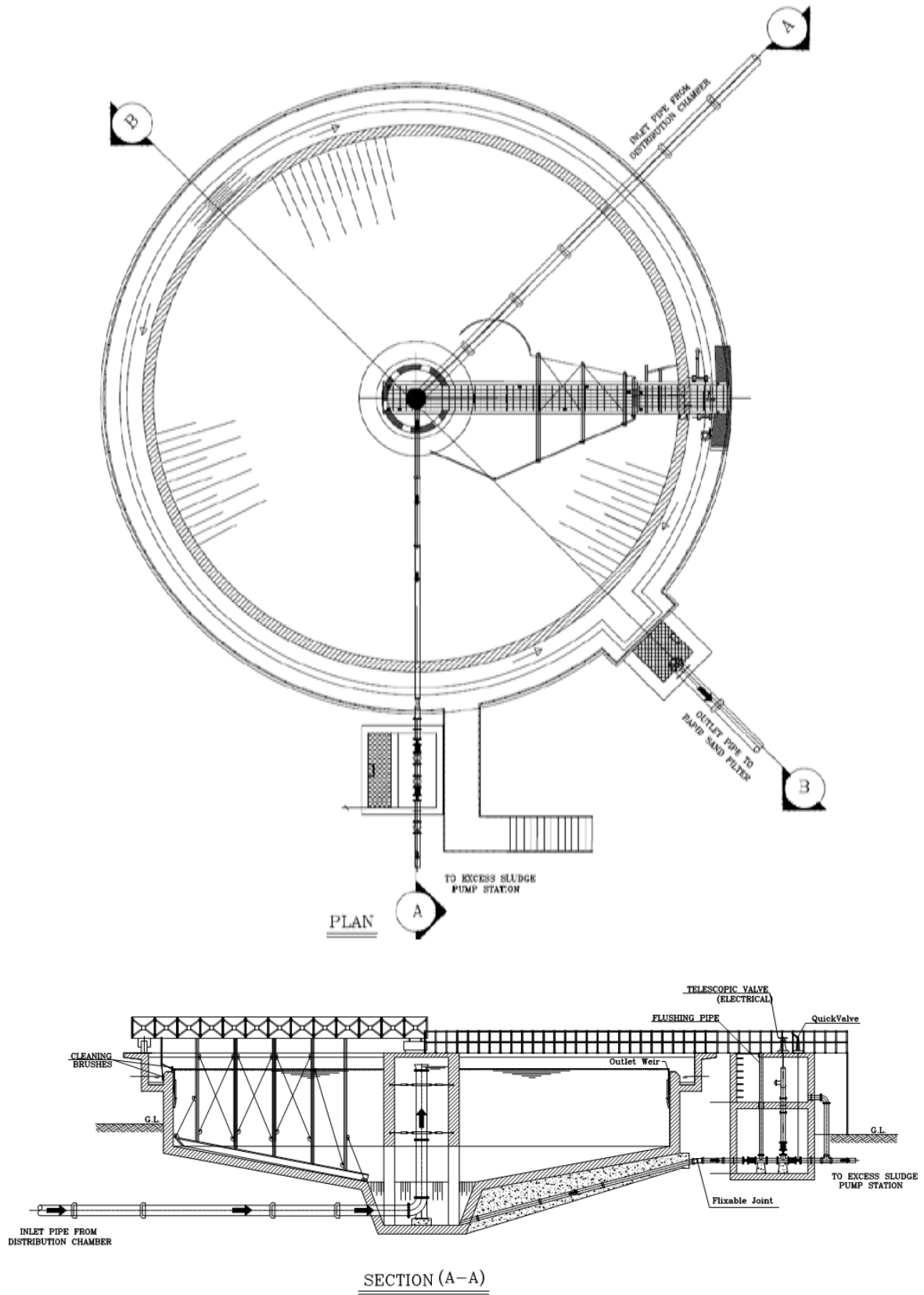
و بالنسبة لأحواض الترسيب الدائرية يكون دخول المياه بها من منتصفها، وتخرج منها المياه عن طريق هدار على امتداد كامل محيطها. ويتم تجميع الحمأة المترسبة فى الأحواض بطريقة ميكانيكية عن طريق زحافة تتصل بكوبرى دوار مثبت بمنتصف الحوض كما يتم تزويد الحوض بكاسح للخبث لإزالة المواد الطافية من سطح مياه الحوض، ويزود الحوض بمحسب لسحب الحمأة يشغل يدويا أو ميكانيكياً.

و بالنسبة لأحواض الترسيب المستطيلة فيكون دخول المياه موزعا بعرض الحوض فى الاتجاه الطولى.

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى



شكل (٣-١٤) أحواض الترسيب الابتدائى المستطيلة



شكل (١٥-٣) أحواض الترسيب الدائرية

٢-٧ التصميم الهيدروليكي

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
➤ العدد (حوض)		$2 \leq$
➤ العمق (م)	٣ - ٥	٤,٥
➤ زمن المكث (ساعة)	٢ - ٤	٣
➤ معدل التحميل على هدار الخروج (م ^٣ /م/يوم)	١٢٥ - ٥٠٠	٢٥٠
أحواض الترسيب المستطيلة		
➤ الطول (م)	٣٠ - ٥٠	٤٠
➤ العرض (م)	١٠ - ٢٠	١٥
➤ سرعة الكسح (م/الدقيقة)	٣ - ٥	٤,٥
➤ ميل القاع	١:٣٠ - ١:٥٠	١:٤٠
أحواض الترسيب الدائرية		
➤ القطر (م)	٣٠ - ٥٠	٤٠
➤ ميل القاع	١:٦ - ١:١٦	١:١٢
➤ سرعة الكسح (دورة/دقيقة)	٠,٠٢ - ٠,٠٥	٠,٠٣
➤ قطر بئر الدخول الدائري (%) من قطر الحوض الاجمالي	١٥ - ٢٠	--
➤ عمق بئر الدخول الدائري (م)	١ - ٢,٥	--
➤ سرعة السريان عبر فتحات بئر الدخول (م/ث)	٠,٣ - ٠,٧	--
أحواض الترسيب الابتدائي المتبوعة بمعالجة ثانوية		
➤ معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٣٠ - ٥٠	٤٠

٣-٧ كفاءة الازالة لاحواض الترسيب الابتدائية

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

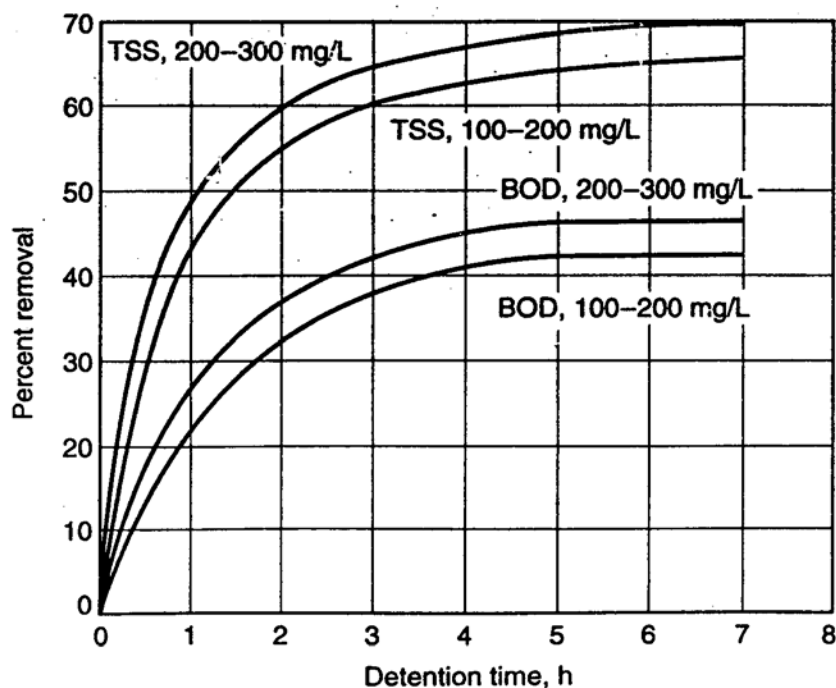
Where:

R = كفاءة الازالة المتوقعة

t = مدة المكث

a,b= ثوابت تعتمد على نوع التلوث

b	a	
٠,٠٢	٠,٠١٨	BOD
٠,٠١٤	٠,٠٠٧٥	TSS



شكل (٣-١٦) العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن المكث بأحواض الترسيب الابتدائية

٨- أحواض المعالجة البيولوجية Biological Tanks

أولاً: النمو المعلق (Suspended Growth)

١- أحواض التهوية (الحمأة المنشطة)

المصطلحات الهامة

الرمز	الوحدات	الوصف
Q	(m ³ /d)	Influent wastewater flow rate, التصرف التصميمى
F/M	(d ⁻¹)	Food-to-Microorganism ratio in the aeration tank, نسبة الغذاء الى الكائنات الحية الدقيقة داخل احواض التهوية
S _o	(g/m ³)	Influent BOD or COD concentration, الأحتياج الاكسجينى الحيوى (او الكيمايى) للسيب الداخل
S _e	(g/m ³)	Effluent BOD or COD concentration, الأحتياج الاكسجينى الحيوى (او الكيمايى) للسيب النهائى المعالج
HRT	(d)	Hydraulic detention time of the aeration tank, زمن المكث الهيدروليكي
V	(m ³)	Aeration tank volume, حجم احواض التهوية اللازم
X	(g/m ³)	Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the aeration tank, تركيز المادة العالقة العضوية داخل احواض التهوية
θ _c	(d)	Mean cell-residence time based on the aeration tank volume, زمن بقاء الحمأة (عمر الحمأة)
Q _w	(m ³ /d)	Waste sludge flow rate, معدل تصرف الحمأة الزائدة
X _w	(g/m ³)	Concentration of mixed liquor suspended (volatile

الرمز	الوحدات	الوصف
		suspended) solids in the waste sludge, تركيز المادة العالقة الكلية فى الحمأة الزائدة (او الحمأة المعادة)
Q_e	(m ³ /d)	Treated effluent flow rate, التصريف المعالج
X_e	(g/m ³)	Concentration of total suspended (volatile suspended) solids in the treated effluent, mg/L تركيز المادة العالقة فى السيبب النهائى المعالج
Y	(gm cell produced per gm organic matter removed)	Cell yield coefficient, معامل انتاج الخلية
k_d	(d ⁻¹)	Endogenous (biomass) decay coefficient, معدل موت الخلايا البكتيرية
P_x	(g/d)	Production of excess sludge per day, معدل انتاج الحمأة الزائدة اليومى
Y_{obs}	(g/g)	Observed yield, المعامل الكلى الملاحظ لانتاج الخلية

معادلات التصميم للمعالجة بطريقة الحمأة المنشطة

-	$\frac{F}{M} = \frac{QS^0}{VX}$	(1)
-	$[P_{XVSS}]_{BOD} = \frac{QY(S_0 - S_e)}{1 + [(k_d)\theta_c]} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + QX_{o,i}$	(2)
-	$[P_{XTSS}]_{BOD} = \frac{QY(S_0 - S)}{0.85 \times [1 + [(k_d)SRT]]} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{0.85 \times [1 + (k_d)SRT]} + QX_{o,i} + Q(TSS_0 - VSS_0)$	(3)
-	$\frac{MLVSS}{MLSS} = 0.85$	(4)

-	$S = \frac{K_s [1 + (k_d)SRT]}{SRT(Yk - k_d) - 1}$	(5)
-	$X = (SRT / (Q[(Y(S_0 - S)) / (1 + (k_d)SRT)]))$	(6)
-	$R_o = Q(S_0 - S) - 1.42 \times \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)SRT]} \right]$	(7)
-	$X_{IT} = (SRT / Q[(Y(S_0 - S)) / (1 + [(k_d)SRT])]) + (f_d)(k_d)(X)SRT + ((SRT) \cdot \theta_{10}^{(T-20)})$	(8)
-	$R = \frac{X}{(X_w - X)}$	(9)
-	$Q_w = \frac{VX}{SRT \times X_r}$	(10)
-	$L_{org} = \frac{(Q)(S_0)}{(V) \left(10^{\frac{g}{kg}} \right)}$	(11)
-	$\text{Oxygen transfer rate} = \frac{0.7 \text{ Kg } O_2}{\text{kw.h}}$	(12)
-	$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$	(13)
	DO in aeration tanks= 1.5-2 mg/L	(14)

و يمكن حساب ما يلي من المعادلات :

$$\text{Excess solids produced, kg/d} = 0.7 F - 0.075 M$$

$$SRT = M / \text{Excess sludge produced}$$

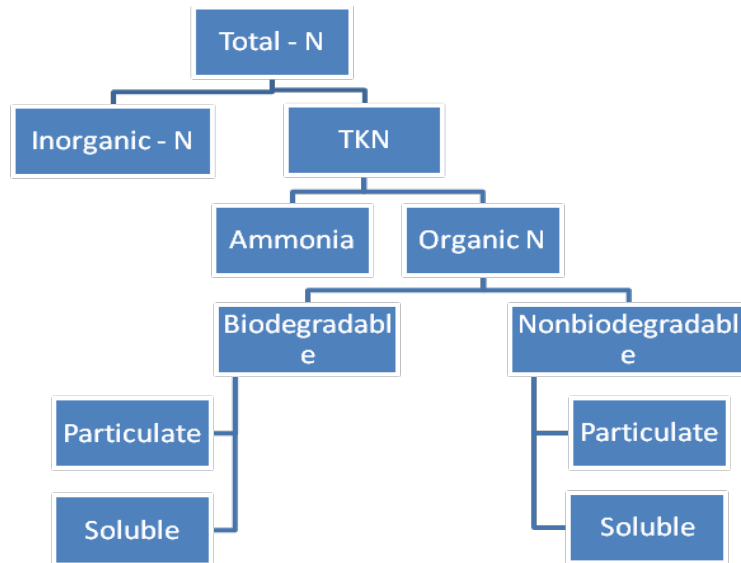
$$\text{Return Sludge} = \text{MLSS in Reactor (flow rate + return sludge)} / \text{MLSS in RAS}$$

$$\text{Oxygen Required} = (0.55 F/M + 0.15) M$$

أ. إزالة المواد العضوية الكربونية

ب. إزالة المواد العضوية الكربونية و النيتروجين معا

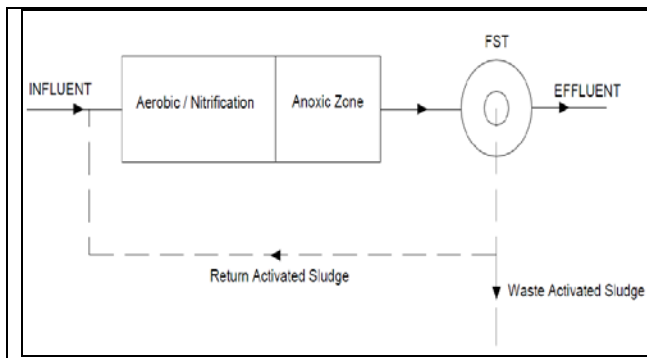
تركيب المواد النيتروجينية في مياه الصرف الصحي



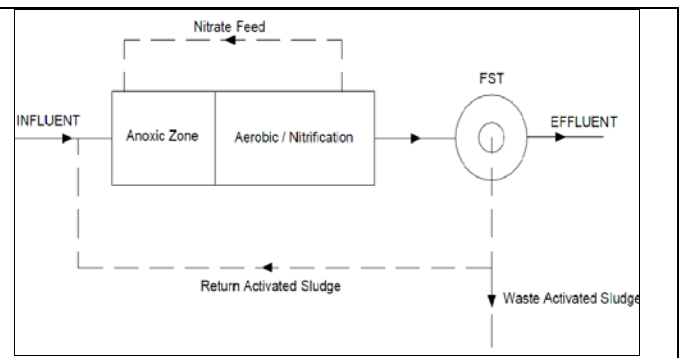
Ammonia = 60-70% (TKN)

A. BOD and NH₄-N removal

-	$[P_{XVSS}]_{BOD, NH_4-N} = \frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)SRT]} + \frac{(f_d)(k_d)YQ(S_0 - S)SRT}{1 + (k_d)SRT} + \frac{QY_n NO_x \left(\frac{1kg}{10^3g}\right)}{1 + [(k_d)SRT]} + QX_{o,i}$	(15)
-	$R_o = Q(S_0 - S) - 1.42x \left[\frac{QY(S_0 - S)}{1 + [(k_d)SRT]} \right] + 4.33Q(NO_x)$	(16)
-	DO in aeration tanks= 2-4 mg/L	(17)



Postanoxic denitrification



Preanoxic denitrification

التعريف	الوحدة	المعامل
نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية.	g BOD/ g VSS.d	$\frac{F}{M} =$
حجم احواض المعالجة البيولوجية.	m ³	$V =$
تركيز الكائنات الحية داخل احواض المعالجة البيولوجية.	mg/L	$X =$
وزن المواد الصلبة المتطايرة المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية فقط	kg VSS/day	$[P_{X,VSS}]_{BOD}$
وزن المواد الصلبة الكلية المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية فقط	kg TSS/day	$[P_{X,TSS}]_{BOD}$
تركيز المواد الصلبة الكلية قبل المعالجة البيولوجية.	mg /L	$TSS_0 =$
تركيز المواد الصلبة المتطايرة قبل المعالجة البيولوجية.	mg /L	$VSS_0 =$
التصرف الداخل لاحواض المعالجة البيولوجية.	m ³ /day	$Q =$
تركيز المواد العضوية الداخلة لاحواض المعالجة البيولوجية.	g BOD/m ³	$S_0 =$
تركيز المواد العضوية الخارجة من احواض المعالجة البيولوجية.	g BOD/m ³	$S =$
معامل الانتاج (Biomass Yield) للبكتريا المؤكسدة للمواد العضوية الكربونية.	mg VSS/mg BOD	$Y =$
معدل تناقص البكتريا المؤكسدة للمواد العضوية الكربونية لليوم.	g VSS/g VSS x d	$k_d =$
زمن بقاء الحمأة.	day	$SR_T =$
نسبة بقايا خلايا البكتريا الميتة.	g VSS/g VSS	$f_d =$
تركيز المواد الصلبة العالقة الغير قابلة للأكسدة.	mg /L	$X_{0,i} =$
تركيز المواد الصلبة الطيارة داخل احواض المعالجة البيولوجية.	mg /L	MLVSS=
تركيز المواد الصلبة الكلية داخل احواض المعالجة البيولوجية.	mg /L	MLSS=
أقصى معدل لأكسدة المواد العضوية.	g BOD/g VSS x d	$K_s =$
زمن البقاء الهيدروليكي داخل احواض المعالجة	day	HRT

		البيولوجية.
$R_o =$	kg/day	الاكسجين المطلوب للتخلص من المواد العضوية.
$X_T =$	mg /L	تركيز المواد الصلبة الطيارة داخل احواض المعالجة البيولوجية.
$R =$	Ratio	نسبة اعادة الحمأة المنشطة إلى التصريف المتوسط.
$L_{org} =$	kg BOD/m3.d	معدل التحميل الحجمي لاحواض المعالجة البيولوجية.
$[P_{X,VSS}]_{BOD,NH_4-N} =$	VSS/day	وزن المواد الصلبة الكلية المطلوب التخلص منه لمعالجة المواد العضوية الكربونية و ازالة النيتروجين (NH_4-N)
$NO_x =$	mg /L	تركيز الأمونيا (NH_4-N) في مياه الصرف الصحي الداخلة.
k_{dn}	g VSS/g VSS x d	معدل تناقص البكتريا المستهلكة للمواد النيتروجينية لليوم.
$Y_n =$	mg VSS/mg BOD	معامل إنتاج (Biomass Yield) للبكتريا المستهلكة للمواد النيتروجينية.
$Q_w =$	m3/day	تصريف الحمأة الزائدة.
$X_r =$	mg/L	تركيز الحمأة المترسبة في احواض الترسيب النهائية و التي يتم اعادتها لاحواض المعالجة البيولوجية.

١ - قيم الثوابت:

م	المعامل	الوحدة	القيم التصميمية	القيمة المثلى
١- لإزالة المواد العضوية (BOD)				
١-	k	g BOD/g VSS,d	١٠-٢	٥
٢-	K_s	mg/L BOD	١٠٠-٢٥	٦٠
٣-	Y	mg VSS/mg BOD	٠,٨-٠,٤	٠,٦
٤-	k_d	g VSS/g VSS,d	٠,١٥-٠,٠٦	٠,١
٥-	f_d	--	٠,٢-٠,٠٨	٠,١٥
٦-	θ for K_d		١,٠٨-١,٠٣	١,٠٤

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

٧-	θ for K_s	١	١
ب- لإزالة المواد النيتروجينية (NH_4-N)			
١-	Y_n	g VSS/g NH_4-N	٠,١٥-٠,١
٢-	k_{dn}	g VSS/g VSS,d	٠,١٥-٠,٠٥
٣-	θ for k_{dn}		١,٠٨-١,٠٣
٤-	θ for K_s		١,١٢٣

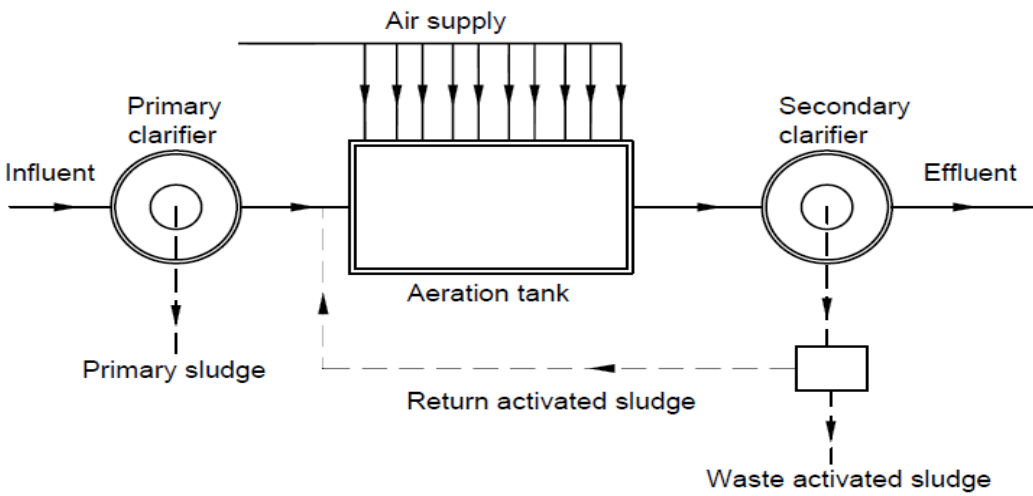
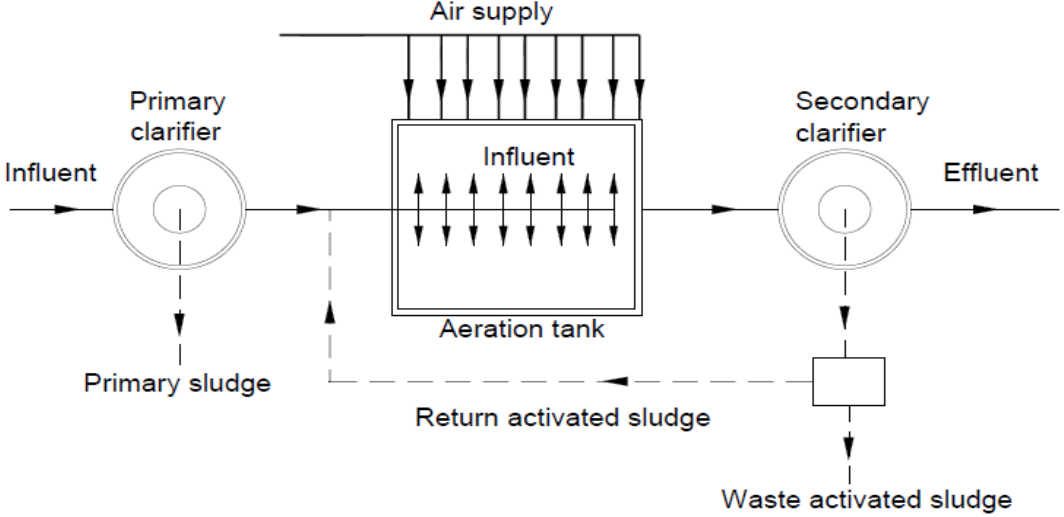
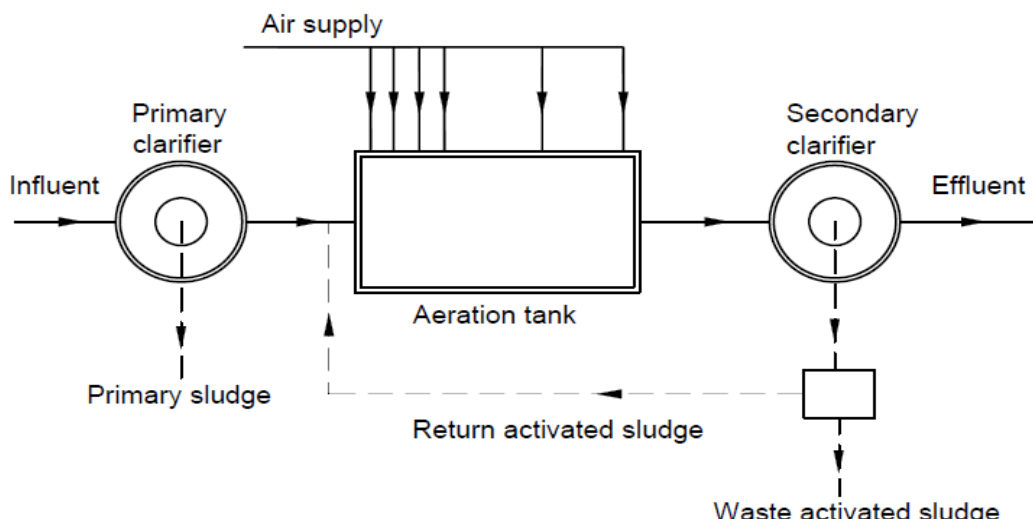
اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

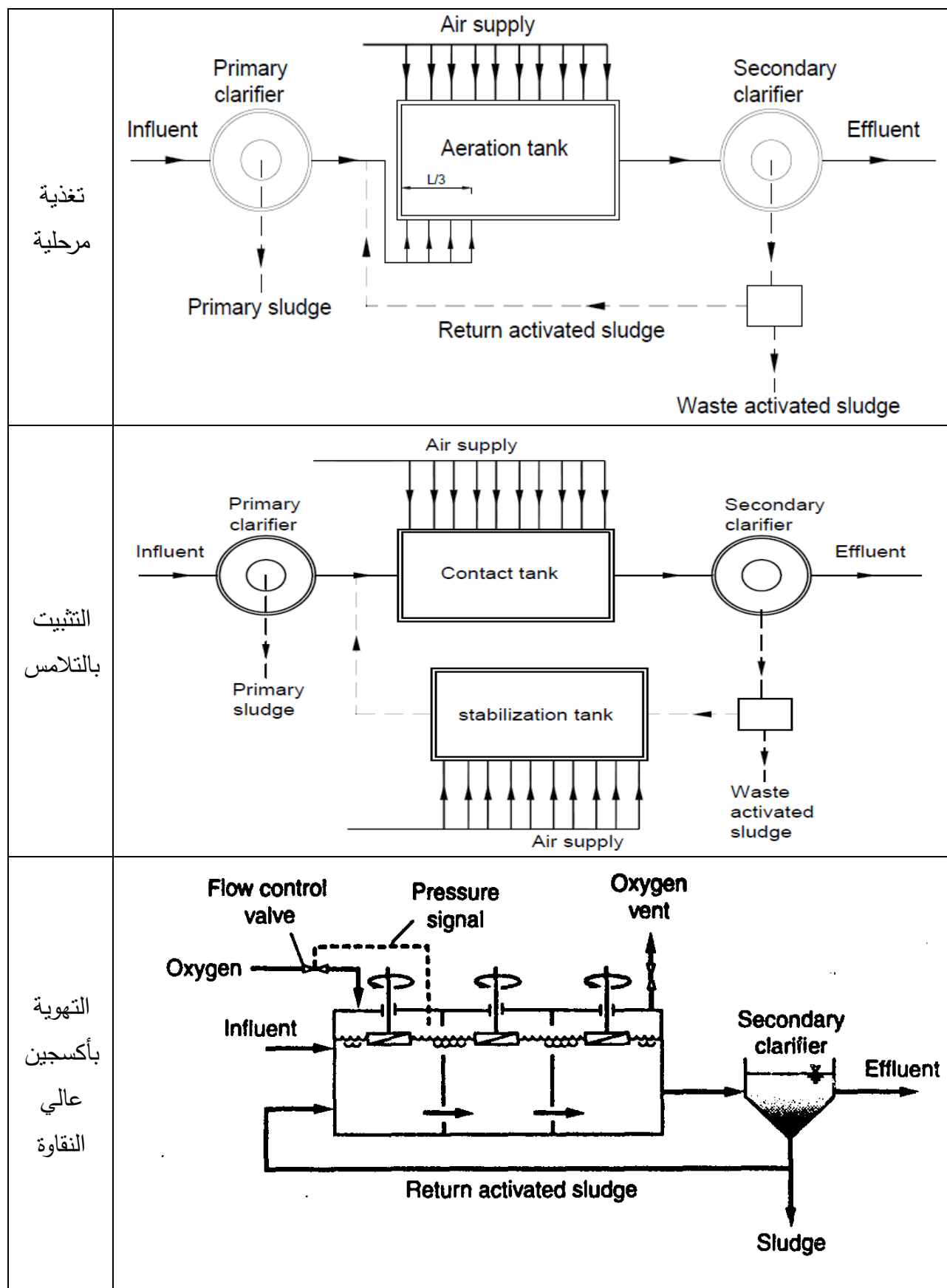
٢ - أسس التصميم:

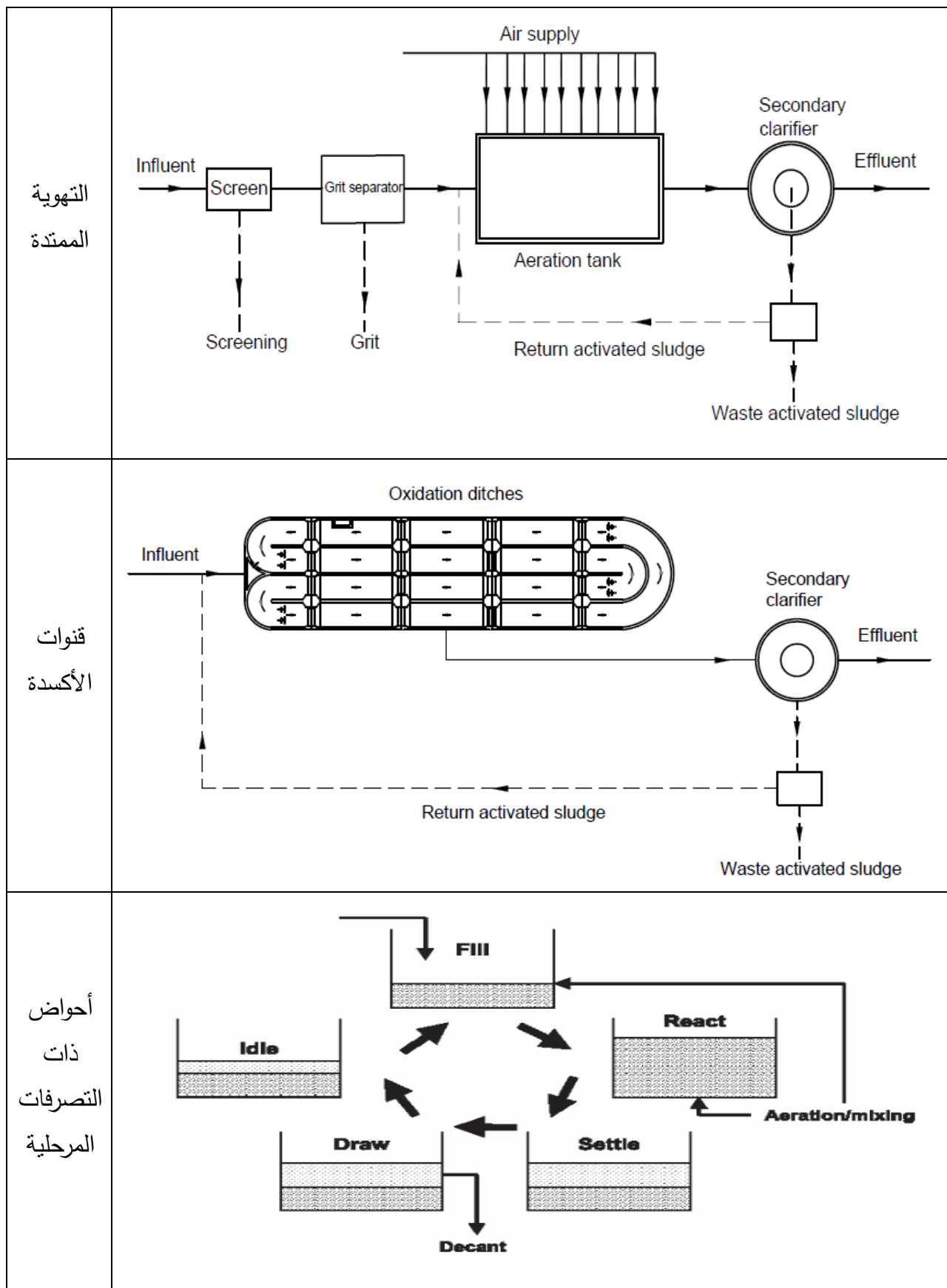
نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{avg})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS,d	kg BOD/m ³ ,d	mg/l	h	%
تقليدي - تناقص تدريجي لمعدلات التهوية Conventional plug flow-Tapered Aeration	تتابعي منتظم	١٥-٣	٠,٤-٠,٢	٠,٧-٠,٣	٣٠٠٠-١٠٠٠	٨-٤	٧٥-٢٥
خلط تام Complete Mix	خلط تام	١٥-٣	٠,٦-٠,٢	١,٦-٠,٣	٤٠٠٠-١٥٠٠	٥-٣	١٠٠-٢٥
التهوية الممتدة Extended Aeration	تتابعي منتظم	٤٠-٢٠	٠,١-٠,٠٤	٠,٣-٠,١	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٣٠-٢٠	١٥٠-٥٠
قنوات الأكسدة Oxidation Ditches	تتابعي منتظم	٣٠-١٥	٠,١-٠,٠٤	٠,٣-٠,١	٥٠٠٠-٣٠٠٠	٣٠-١٥	١٥٠-٧٥
أحواض ذات التصريفات المرحلية Sequencing Batch Reactor	مرحلي	٣٠-١٠	٠,١-٠,٠٤	٠,٣-٠,١	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٤٠-١٥	--
التهوية ذات المعدل السريع High rate aeration	تتابعي منتظم	٢-٠,٥	٢-١,٥	٢,٤-١,٢	١٠٠٠-٢٠٠	٣-١,٥	١٥٠-١٠٠
تغذية مرحلية Step feed	تتابعي منتظم	١٥-٣	٠,٤-٠,٢	١,٠-٠,٧	٤٠٠٠-١٥٠٠	٥-٣	٧٥-٢٥
التثبيت بالتلامس Contact stabilization	تتابعي منتظم	١٠-٥	٠,٦-٠,٢	١,٣-١	*٣٠٠٠-١٠٠٠ **١٠٠٠٠-٦٠٠٠	*١-٠,٥ **٤-٢	١٥٠-٥٠
التهوية بأكسجين عالي النقاوة High Purity Oxygen	تتابعي منتظم	٤-١	١,٠-٠,٥	٣,٢-١,٣	٥٠٠٠-٢٠٠٠	٣-١	٥٠-٢٥

* لحوض التلامس ** لحوض التثبيت

الفصل الثالث: التصميم الهيدروليكي

تقليدي	
خط تام	 يجب أن يكون حوض التهوية مربع أو دائري الشكل
تقليدي- تناقص تدريجي لمعدلات التهوية	





ج. تصميم الاحواض ذات الملء والتفريغ المتتابع (Sequencing Batch

(Reactor)

وهي عبارة عن وحدة مدمجة تنقسم عملية المعالجة بها إلى خمسة مراحل متتالية بنفس الحوض طبقا لما يلي:

١. الملء (Fill): يستغرق ٥٠ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم إضافة مياه الصرف الصحى للحوض والمتمثلة فى مياه الصرف المعالجة معالجة تمهيدية فقط (لا يوجد احواض ترسيب ابتدائية).

٢. التفاعل أو التهوية (React/Aeration): يستغرق من ٢٥ الى ٥٠ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم استكمال عملية التفاعل/التهوية (تحلل المادة العضوية والنيترة) والتي من الممكن ان تتم خلال مرحلة الملء (طبقا لمتطلبات التصميم).

٣. الترسيب (Settle): يستغرق من ١٥ الى ٢٥ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم ترسيب المواد العالقة فى الجزء السفلى من الحوض وصعود مياه الصرف المعالجة الى الجزء العلوى من الحوض.

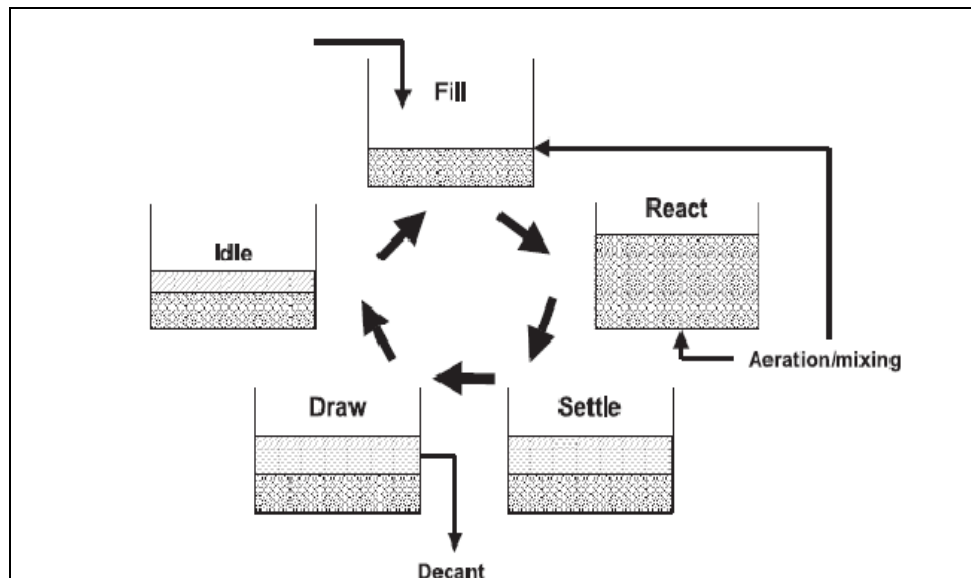
٤. السحب (Decant): يستغرق من ١٥ الى ٣٥ % من زمن الدورة الكلى، حيث يتم سحب المياه المعالجة من أعلى.

٥. الخمول (Idle): وتعتبر هذه المرحلة غير أساسية فى المعالجة ولكن تتيح الفرصة للاحواض الأخرى لتتم الدورة فى باقى الاحواض كما يتم خلالها سحب الحمأة الزائدة من أسفل الحوض.

ويتميز نظام المعالجة SBR سواء المتقطع او المستمر بعدم الحاجة لاعادة الحمأة النشطة الى الحوض لأن عمليتي التهوية والترسيب فى نفس الحوض الا فى حاله وجود حوض لاهوائى Selector قبل وحدة SBR وهو شائع الاستخدام، وفى هذه الحالة تكون الحمأة المعادة بمعدلات صغيرة فى حدود ٢٥% من معدل التصريف .

و يتم فى هذا النظام إزالة المواد الكربونية و نيترة المواد النتروجينية وقد يمكن إزالة النتروجين والفسفور فى حالة مرحلة تهوية (هوائية/متحد Anoxic).

ويوضح الشكل رقم (٣-١٧) مراحل المعالجة لنظام الاحواض ذات الملء والتفريغ المتتابع.



شكل (٣-١٧) مراحل المعالجة لنظام الاحواض ذات الملء والتفريغ المتتابع

• أسس التصميم

- زمن الدورة الكلى = ٦ - ١٢ ساعة
- تركيز المواد العالقة عند الخلط التام = ٢٠٠٠ - ٥٠٠٠ ملجم/لتر
- نسبة المواد العضوية الى الكائنات المجهرية الدقيقة = ٠,٠٤ - ٠,١٥ كجم اكسجين حيوى ممتص/كجم مادة عضوية/يوم
- معامل الحمأة الحجمى = ١٥٠ - ١٨٠ ملجم/مل
- عمق الحوض = ٣ - ٦ م
- نسبة ازالة الاكسجين الحيوى الممتص = ٩٠ - ٩٨ %
- عمر الحمأة = ١٥ - ٣٠ يوم
- المنطقة بين حيز السحب والحمأة = ١٠ - ٢٠ % حجم حيز الترسيب

ثانياً: النمو الملتصق (Attached Growth)

١ - المرشحات البيولوجية

• الغرض منه

المرشح البيولوجى (شكل ٣-١٨) عبارة عن حوض يحتوى على زلط بمقياس ثابت وغير متدرج تمر المياه من خلال مسامه حيث تلتصق البكتريا على الزلط (الوسط الترشيحي).

تقوم الأغشية الحيوية (طبقة البكتريا الملتصقة بالأجزاء الخارجية من الزلط) بامتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف وتحليلها، ومع نمو وتكاثر البكتريا الهوائية فإن سمك الغشاء يزداد وبالتالي فإن الأكسجين يتم استهلاكه قبل وصوله إلى داخل الغشاء وعندئذ تكون هناك بيئة لا هوائية قريبة من سطح الزلط، ويزيادة سمك الغشاء الحيوى فإن المواد العضوية التى تم أمتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصولها الى البكتريا القريبة من سطح الزلط، ونتيجة لذلك فإن تلك البكتريا تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الألتصاق، ومن ثم تسقط مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى من الاغشية الحيوية وهكذا.

أ. المرشحات الزلطية (Trickling filters)

أسس التصميم للمرشحات البيولوجية

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: مرشحات المعدل البطئ (Low Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	١-٤
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٠,٢٢-٠,٠٧
٤-	نسبة الاعادة (%)	صفر
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١,٨-٢,٤
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٨٠-٩٠

٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠ م ^٣)	٢-٤
ثانياً: مرشحات المعدل المتوسط (Intermediate Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	١٠-٤
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٠,٤٨-٠,٢٤
٤-	نسبة الاعداد (%)	١٠٠-٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٢,٤-١,٨
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٨٠-٥٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠ م ^٣)	٢-٨
ثالثاً: مرشحات المعدل السريع (High Rate) (وسط ترشيحي زلط او كسر الحجاره)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٤٠-١٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٢,٤-٠,٤
٤-	نسبة الاعداد %	٢٠٠ - ١٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٢,٤-١,٨
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٩٠-٥٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠ م ^٣)	١٠-٦
رابعاً: مرشحات المعدل السريع (High Rate) (المواد البلاستيكية) (الابرار البيولوجيه)		
١-	الوسط الترشيحي	بلاستيك
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٧٥-١٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	٣,٢-٠,٦
٤-	نسبة الاعداد (%)	٢٠٠-١٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١٢.٢-٣
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٩٠-٦٠

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠ م ^٣)	٦-١٠
خامساً: مرشحات التقشير المستمر (Roughing)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط أو بلاستيك
٢-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /يوم)	٤٠-٢٠٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	١,٥<
٤-	نسبة الاعدادة (%)	٠-٢٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٩-٠,٦
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD) (%)	٤٠-٧٠
٧-	درجة معالجة المياه الخارجة من المرشح	ازالة للمواد العضوية الكربونية فقط
٨-	الطاقة المطلوبة لتشغيل المرشحات (ك وات/١٠٠٠ م ^٣)	١٠-٢٠

نسب الاعدادة للمرشحات ذات المعدل السريع

نسبة الاعدادة (%)		تركيز الملوثات العضوية في المياه الداخلة للمرشح (ملجم/لتر)
مرحلتين	مرحلة واحدة	
٥٠	٥٠-١٠٠	حتى ١٥٠
١٠٠	١٠٠-٢٠٠	١٥٠-٣٠٠
١٥٠	٣٠٠	٣٠٠-٤٥٠
٢٠٠	٤٠٠	٤٥٠-٦٠٠

كفاءة المعالجة بالمرشحات الزلطية

$$E_T = E_{20} \theta^{(T-20)}$$

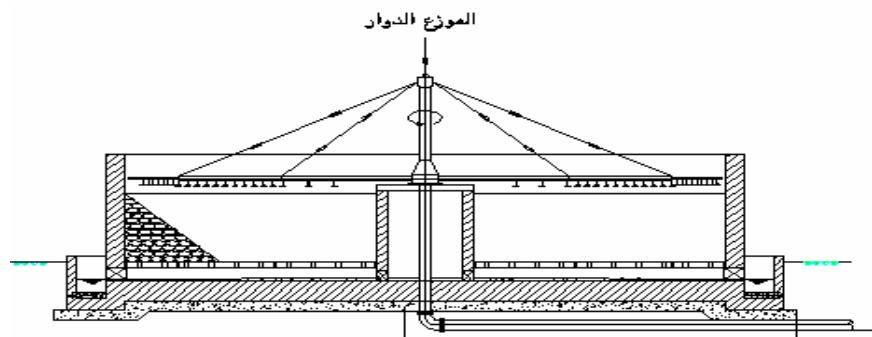
$E_T =$	كفاءة المعالجة عند أي درجة حرارة
$E_{20} =$	كفاءة المعالجة عند درجة حرارة ٢٠
$\theta =$	ثابت درجة الحرارة = ١,٠٣٥
T	درجة الحرارة

$$E_1 = \frac{100}{1 + 0.4432 (W/V_F)^{0.5}}$$

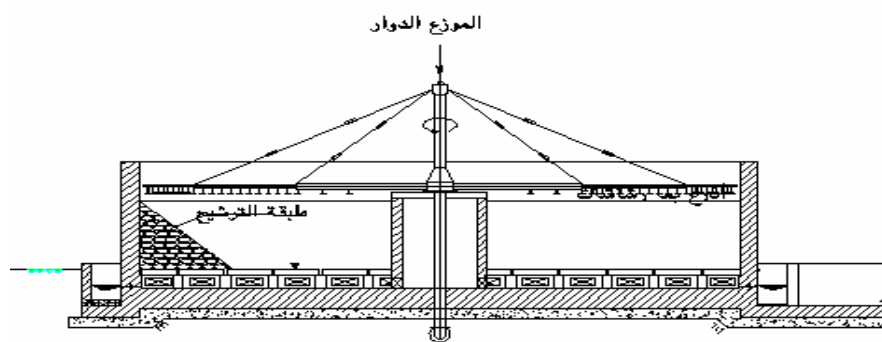
$$E_2 = \frac{100}{1 + \frac{0.4432}{1 - E_1} (W/V_F)^{0.5}}$$

$$F = \frac{1 + R}{(1 + 0.1R)^2}$$

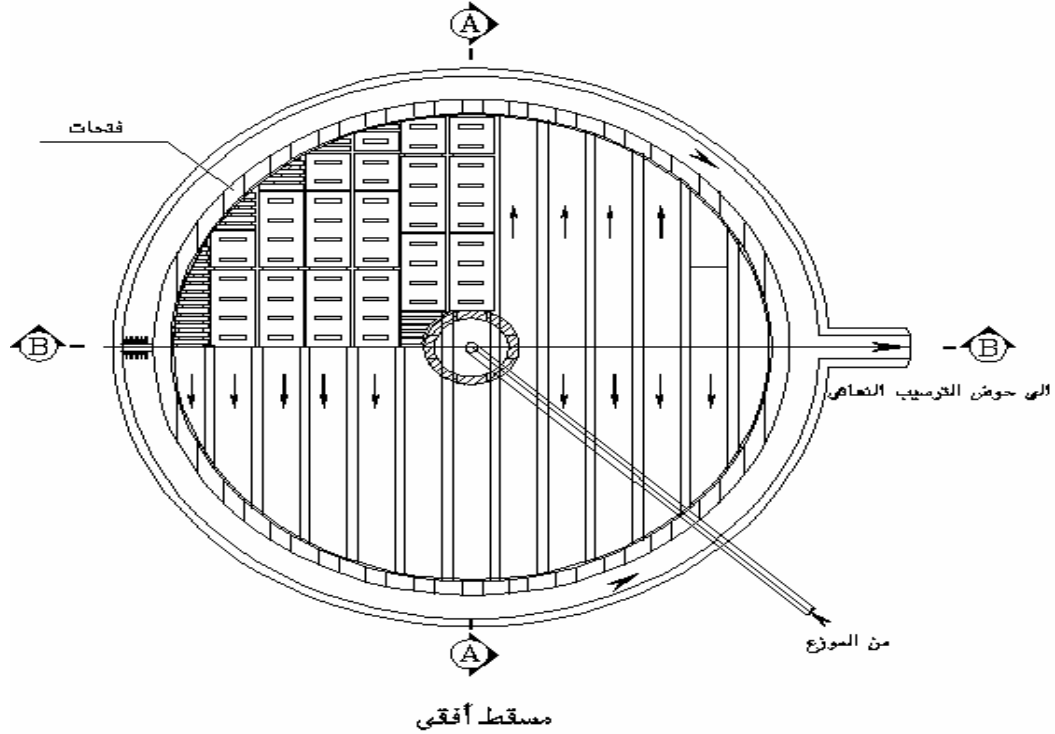
المعامل	الوحدة	التعريف
E_1	%	نسبة الازالة للمواد العضوية للمرحلة الأولى (عند درجة حرارة ٢٠م)
W	كجم/يوم	معدل التحميل العضوي على المرشح للمرحلة الأولى
V	م ^٣	حجم الوسط الترشيحي
F		معامل تدوير المياه
R		نسبة اعادة مياه الصرف الصحي للتصرف الكلي الداخل للمرشح
E_2	%	نسبة الازالة للمواد العضوية للمرحلة الثانية (عند درجة حرارة ٢٠م)
W'	كجم/يوم	معدل التحميل العضوي على المرشح للمرحلة الثانية



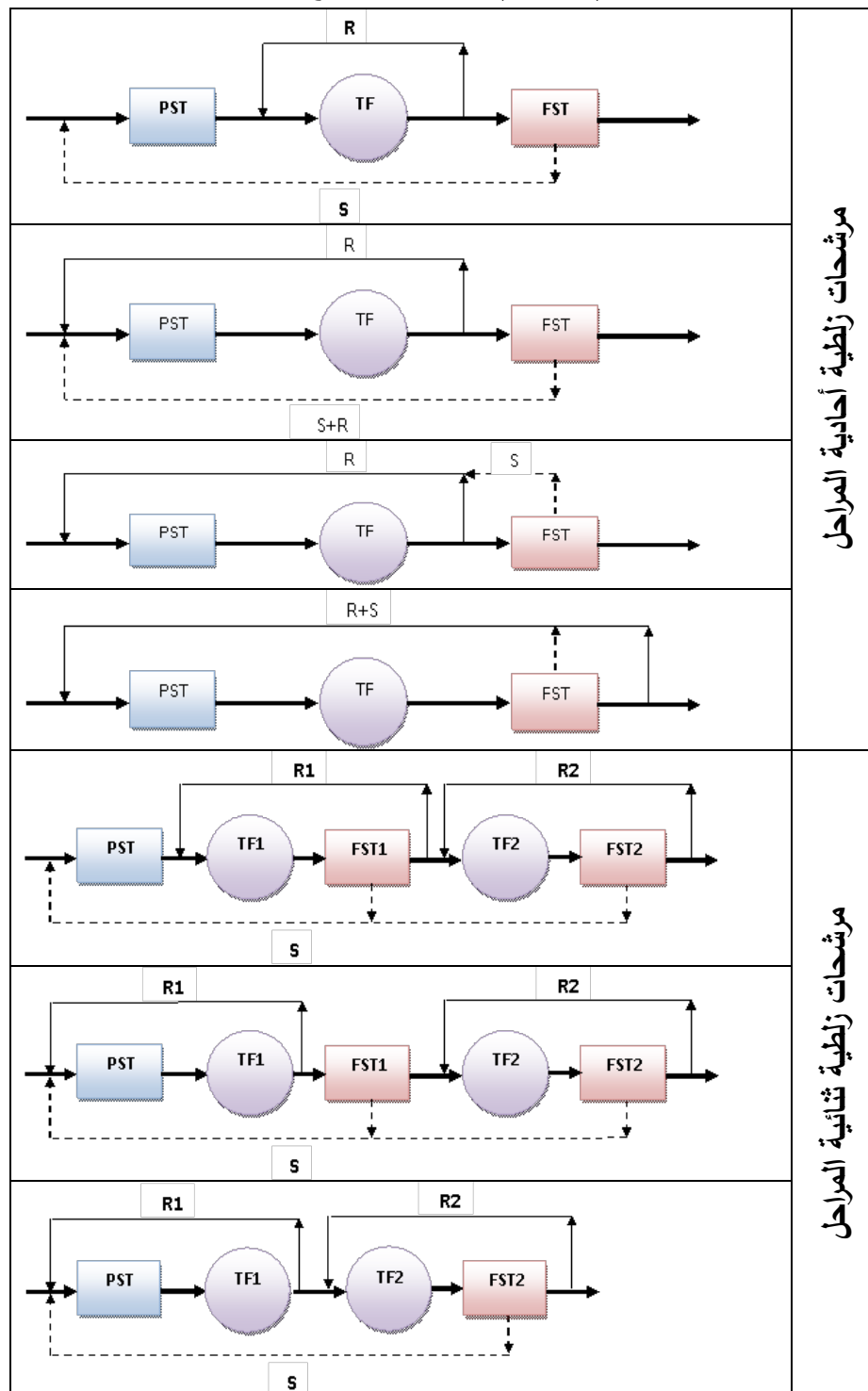
قطاع (A-A)

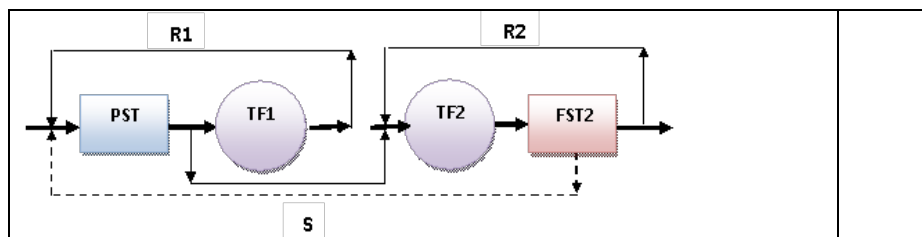


قطاع (B-B)



شكل (٣-١٨) تفاصيل المرشح الزلظى





ب. الابراج البيولوجية

هى مرشحات بيولوجية رأسية، تمتاز بصغر المساحة السطحية لها وأعماقها الكبيرة ، مما يساعد على زيادة المساحة السطحية للوسط الترشيحي والذى بدوره يؤدي الى زيادة الفترة الزمنية لتلامس مياه الصرف مع الوسط الترشيحي، مما يزيد من كفاءة أكسدة المواد العضويه وبالتالي إزالتها .

وغالبا ما يكون الوسط الترشيحي من البلاستيك، حيث يوضع البلاستيك فى المرشح على صورة "الواح او شرائح"، ويتراوح عمق الابراج البيولوجية ما بين ٣ - ١٢ مترا. ويتم رش المخلف "مياه الصرف" من أعلى البرج عن طريق أذرع دوارة تتحرك ميكانيكيا، وتجميعه من اسفل "كالمرشحات البيولوجية الزلطية". مع العلم ان أداء الابراج البيولوجية يتأثر بشكل كبير بدرجة الحرارة.

والمعالجة البيولوجية باستخدام الابراج البيولوجية يجب أن تسبق بأحواض ترسيب ابتدائية "معالجة ابتدائية"، على انه يجب وضع غرفة ظلمبات قبل الأبراج البيولوجية بغرض رفع مياه الصرف الى أعلى البرج مع وجود ضاغط متبقى فى حدود (٢-٣ متر) لخروج المياه وتوزيعها على الوسط الترشيحي.

وهناك اسلوبان لتشغيل الابراج البيولوجية، إما بدون إعادة من أحواض الترسيب النهائية، أو باعادة جزء من السيب النهائى الخارج من أحواض الترسيب النهائى الى الأبراج البيولوجية "مثل المرشحات البيولوجية الزلطية".

• التصميم الهيدروليكي

تستخدم معادلات إكنفلدر (Eckenfelder) لتصميم الابراج البيولوجية.

١. بدون اعادة

٢. بإعادة

$$\frac{S_e}{S_o} = e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}$$

$$\frac{S_e}{S_a} = \frac{e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}}{(1+R) - R * e^{\left(\frac{-K_T D}{Q_l^n}\right)}}$$

حيث:

S_e الأحتياج الاكسجين الحيوى الممتص لمياه الصرف الخارجة من احواض الترسيب النهائى (mg/l)

S_o الأحتياج الاكسجين الحيوى الممتص لمياه الصرف الداخلة على المرشح (mg/l)

$S_a = (S_o + R * S_e) / (1 + R)$ (mg/l)

$K_T = K_L (20) * (1.035)^{(T-20)} \text{ min.}^{(-1)}$ $K_L(20) = 0.06 \text{ min.}^{(-1)}$

D عمق طبقة الترشيح (m)

Q_l الحمل الهيدروليكي على المرشح ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$)

n معامل يتوقف على نوع مادة طبقة الترشيح = ٠,٥ للبلاستيك

R نسبة الاعداد = Q_R / Q_{in}

Q_{in} التصريف التصميمى للمحطة $= Q_d = \text{m}^3/\text{min}$

Q_R التصريف المعاد للمرشح m^3/min

$A_s = N(\pi/4) * \Phi^2 \text{ m}^2$

$N \geq 2 \text{ filters}$ عدد الأبراج

٢- الأقراص البيولوجية الدوارة (RBC)

تتكون من أقراص دائرية خفيفة الوزن تدور بسرعة بطيئة مغمورة لمنتصفها تقريبا فى حوض به مياه الصرف الصحى، وتصنع هذه الأقراص عادة من انواع معينة من البلاستيك (Polystyrene ،PVC ،Polythene) ويتم تشكيل قاع الحوض بحيث يمنع وجود مناطق ميتة او ساكنه

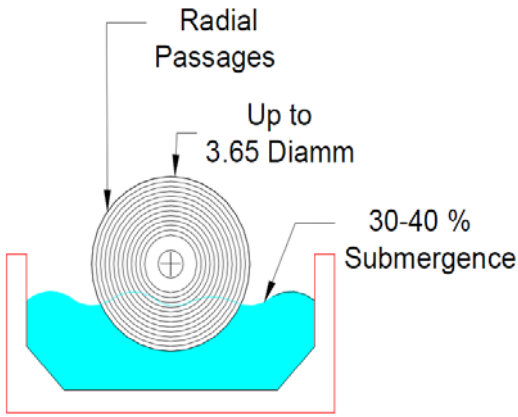
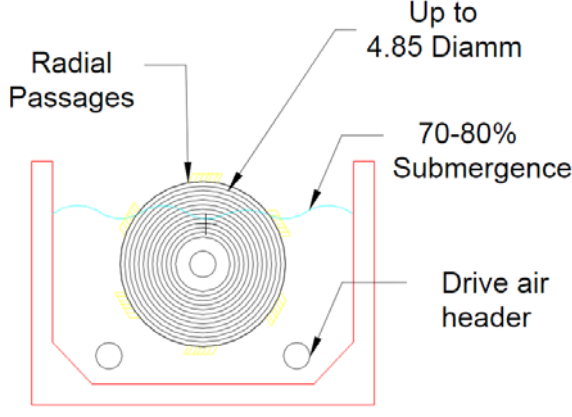
اثناء التشغيل تكون الأقراص مغمورة غمر جزئى ($\leq 40\%$ من قطر الأقراص) الى اسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر حوالى 40% من مساحة سطحها فى مياه الصرف الصحى اثناء الدوران إلا انه نتيجة لهذا الدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجية تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه الصرف الصحى ثم تعرضها للجو مبتلة بقطرات من المياه للحصول على الأكسجين المطلوب للمعالجة الهوائية. ويوضح الشكل رقم (٣-٢٠) الأقراص البيولوجية الدوارة

أسس تصميم الأقراص البيولوجية الدوارة:

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: لإزالة المواد العضوية الكربونية		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ .يوم)	٠.١٦-٠.٠٨
٢-	معدل التحميل العضوي (جم BOD/م ^٢ .يوم)	٢٠-٨
٣-	زمن البقاء (ساعة)	١.٥ - ٠.٧
ثانياً: لإزالة المواد العضوية الكربونية والنيتروجينية		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ .يوم)	٠.٠٨ - ٠.٠٣
٢-	معدل التحميل العضوي (جم BOD/م ^٢ .يوم)	١٦-٥
٣-	زمن البقاء (ساعة)	٤-١.٥

أبعاد الوحدات

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: المرشحات الدوارة التقليدية		
١-	قطر الأقراص (م)	حتى ٣,٥٠
٢-	طول الأقراص الدوارة (م)	حتى ٧,٥٠
٣-	نسبة الغمر في مياه الصرف الصحي (%)	٤٠-٣٥
٤-	معدل دوران الأقراص (لفة/دقيقة)	١,٦-١
٥-	معدل استهلاك الطاقة الكهربائية (ك وات / لكل عامود ادارة)	٥,٦-٣,٧
ثانياً: الاقراص الدوارة المغمورة		
١-	قطر الأقراص (م)	حتى ٤,٨٥
٢-	طول الأقراص الدوارة (م)	حتى ٧,٥٠
٣-	نسبة الغمر في مياه الصرف الصحي (%)	٩٠-٧٠
٤-	معدل دوران الأقراص (لفة/دقيقة)	١,٦-١
٥-	معدل استهلاك الطاقة الكهربائية (ك وات / لكل عامود ادارة)	٥,٦-٣,٧

	
الاقراص البيولوجية الدوارة التقليدية	الاقراص البيولوجية الدوارة المغمورة المزهودة وبنواقيس هواء

شكل (٣-٢٠) الأقراص البيولوجية الدوارة

كفاءة عملية المعالجة

$$S_n = \frac{-1 + \sqrt{1 + (4)(0.00974) \left(\frac{A_s}{Q}\right) S_{n-1}}}{(2)(0.00974) \left(\frac{A_s}{Q}\right)}$$

المعامل	الوحدة
S_n	مج/ل
A_s	م ^٢
Q	م ^٣ /يوم

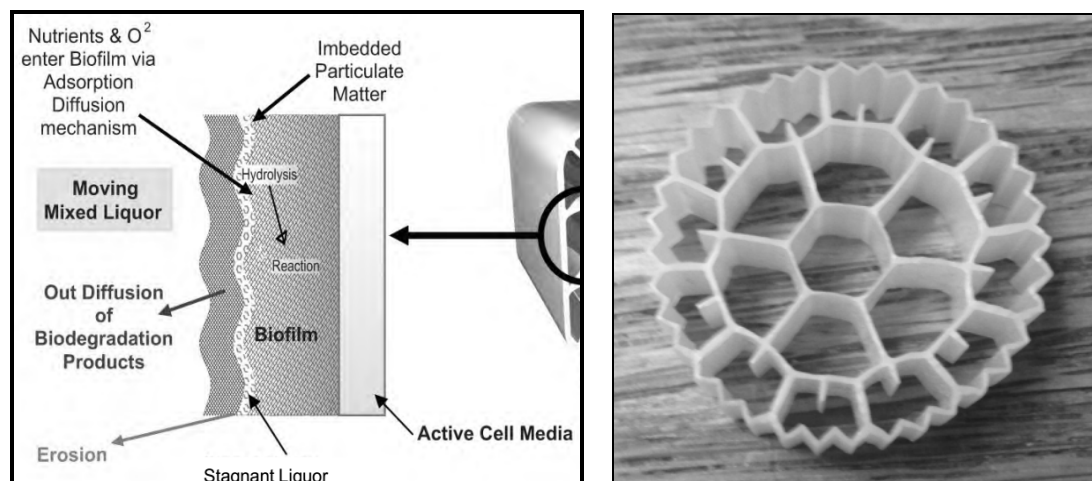
ثالثاً: عمليات معالجة مختلطة Hybrid

المعالجة باستخدام الوسط العائم MBBR (Moving Bed Bio-Reactor System)

تعتمد فكرة نظام المعالجة البيولوجية المدمج (MBBR) على الجمع ما بين النمو العالق والنمو الملتصق للبكتيريا فى نفس حوض التهوية مما يؤدي الى تحسين اداء عمليات إزالة المواد العضوية

ويتم ذلك من خلال اضافة وسائط (Media) من البلاستيك او البولى ايتلين أو اى نوعية اخرى تسمى (Mobile Biofilm Carriers) أو (Active Cell Media) تعمل كطبقة خاملة تلتصق عليها البكتيريا بالاضافة الى البكتيريا العالقة بالمياه بالحوض مما يساعد على زيادة تركيز الوسط البكتيرى فى الحوض بشكل كبير .

وتكون الوسائط التى تضاف الى حوض التهوية مصنعة بشكل هندسى معين وبكثافة معينة ومصممة لتطفو في احواض التهوية حاملة طبقة البكتيريا الملتصقة عليها (Bacterial Film). ويوضح الشكل رقم (٣-٢١) أحد الأشكال التي تضاف الي أحواض التهوية.



شكل (٣-٢١) أحد أنواع الوسائط (Media) التى تضاف الى احواض التهوية

أسس التصميم

م	المعامل	القيم التصميمية
١	معدل التحميل العضوي للوسط (كجم BOD/م ^٢ /يوم)	١٠ - ٢٠
٢	معدل التحميل العضوي للحوض (كجم BOD/م ^٣ /يوم)	١,٥ - ٤,٥
٣	زمن البقاء (ساعة) (عنصر غير حاكم في التصميم)	١/٢ - ٤
٤	المساحة السطحية للوسط العائم (م ^٢ /م ^٣) *	٢٠٠ - ٦٨٠
٥	نسبة الوسط العائم بالحوض %	٣٠ - ٧٠
٦	MLSS (كجم/م ^٣)	١٠٠ - ٢٥٠
٧	نسبة الطول الى العرض	١:٢ - ١:١
٨	كمية المواد الصلبة المنتجة (كجم مواد صلبة/كجم COD كلي)	٠,١٢ - ٠,٥٦
٩	كمية المواد الصلبة المنتجة (كجم مواد صلبة/كجم BOD المحجوز)	٠,١٨ - ١,٢٥
١٠	تركيز المواد الصلبة الناتج من الحوض %	٠,٥ - ١,٠٠
١١	معدل الاكسجين كجم اكسجين/كجم BOD	١ - ٢
١٢	معدل الاكسجين كجم اكسجين/كجم NH ₄ -N	٤,٥

* طبقا لخصائص الوسط العائم الذي سيتم توريده (طبقاً للمصنع).

- فقاعات الهواء تكون خشنة "Coarse Bubble"

(Integrated Fixed Film Activated Sludge) IFAS

تجمع هذه التكنولوجيا بين المزايا الرئيسية لنظام MBBR ونظام النمو المعلق وتقلل من عيوبها حيث يتم إعادة الحمأة المنشطة لخزان التهوية لتعزيز إزالة الكربون وإزالة النتروجين ويوفر نظام النمو الملتصق كثافة حجمية عالية للكائنات الدقيقة المتراكمة بواسطة التعلق الطبيعي كغشاء حيوي على الوسائط.

م	المعامل	القيم التصميمية
١	MLSS جم/م ^٣	١٠٠٠ - ٣٠٠٠
٢	زمن البقاء (الساعة)	١/٢ - ٤
٣	المساحة السطحية للوسط العائم (م ^٢ /م ^٣)	٢٠٠ - ٦٨٠
٤	MLSS/MLVSS	٠,٨
٥	نسبة الوسط العائم الى حجم الحوض %	٣٠ - ٧٠
٦	معدل التحميل العضوي للوسط العائم عند درجة حراره 15°C (جم BOD/م ^٢ /يوم) **	١٠ - ٢٠
٧	التصرف الحمأة المعادة % من التصرف التصميمي	٥٠ - ١٠٠
٨	F/M (d ⁻¹)	٠,١ - ٠,٤
٩	SRT (d)	٥ - ١٥
١٠	50% من الحمل العضوي يتم ازالته عن طريق النمو الملتصق و 50% عن طريق النمو المعلق	

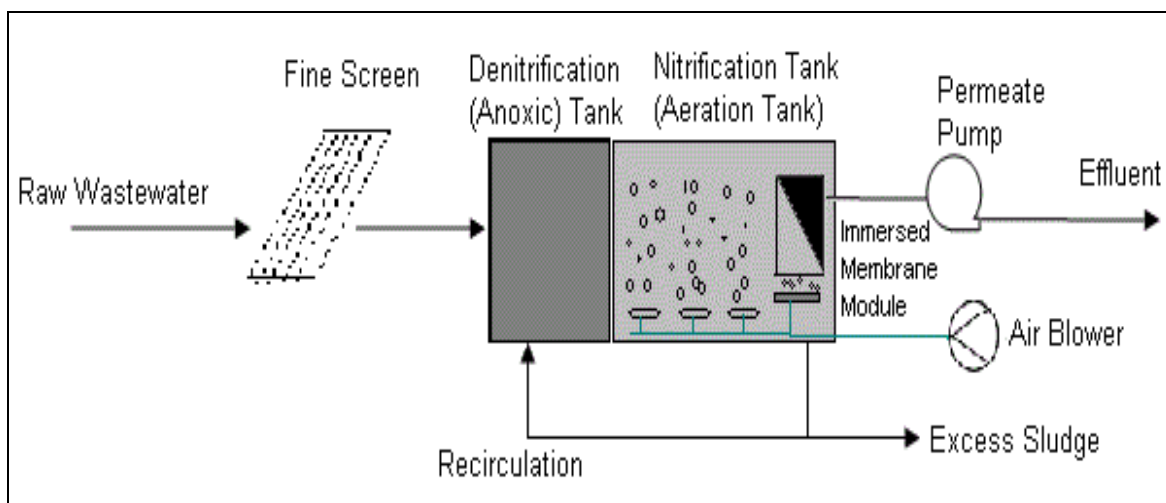
* طبقاً لخصائص الوسط العائم الذي سيتم توريده (طبقاً للمصنع).

** طبقاً لتوصيات الشركة المصنعة علي ان تكون الشركة لديها خبره في هذا المجال.

- فقاعات الهواء تكون خشنة "Coarse Bubble"

المعالجة باستخدام نظام الأغشية MBR – (Membrane Bioreactor System)

هو عبارة عن نظام معالجة الحمأة التقليدى مع عمليه فصل المياه عن المواد الصلبه العالقة باستخدام أغشية شبه منفذه. وهو مناسب للتطبيق في حالة التصرفات المنزلية والصناعية. ويتميز هذا النظام بأنه لا يوجد أحواض ترسيب نهائى وبالتالي تكون مساحة المحطة أقل مايمكن والسيب النهائى يكون عالى الجودة (الأكسجين الحيوي الممتص ≥ 5 ملجم/لتر، نسبة إزالة عالية جدا للفيروسات) بحيث يكون ملائم لإعادة استخدام المياه. ويوضح الشكل رقم (٣-٢٢) المعالجة باستخدام نظام الأغشية



شكل (٣-٢٢) نظام المعالجة بالاعشبية (MBR)

٩-أسس التصميم لأحواض الترسيب النهائية

المعامل الحجمي للحمأة (SVI)=

حجم الحمأة المترسبة في ٣٠ دقيقة (ملل/ل) $\times 1000$ (ملجم/جم)

تركيز المواد الصلبة الكلية للعينة (MLSS) (ملجم/ل)

خصائص الترسيب للحمأة	قيمة المعامل الحجمي للحمأة (SVI)
حمأة ذات خصائص ترسيبية ممتازة	SVI<100
حمأة ذات خصائص ترسيبية مقبولة	SVI=100-150
حمأة ذات خصائص ترسيبية سيئة و مؤشر على نمو البكتيريا الشريطية الغير مرغوب فيها	SVI>150

٩-أسس التصميم لأحواض الترسيب النهائية

م	المعامل	القيم التصميمية
أولاً: أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض معالجة بيولوجية بالتهوية بالهواء (ماعدات التهوية الممتدة)		
١-	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /ي)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٢٨-١٦
-	في حالة تصريف الذروة	٦٤-٤٠
٢-	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ ، ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٦-٤

م	المعامل	القيم التصميمية
-	في حالة تصرف الذروة	٨
-٣	عمق الحوض	٦-٣,٥
ثانياً: أحواض ترسيب نهائية في حالة وجود أحواض (Selector) وإزالة بيولوجية للفسفور والنيتروجين		
-١	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /س)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٢٨-١٦
-	في حالة تصرف الذروة	٦٤-٤٠
-٢	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ /ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٨-٥
-	في حالة تصرف الذروة	٩
-٣	عمق الحوض	٦-٣,٥
ثالثاً: أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض معالجة بيولوجية بالتهوية الممتدة		
-١	معدل التحميل السطحي (م ^٣ /م ^٢ /ي)	
-	في حالة التصريف المتوسط	١٦-٨
-	في حالة تصرف الذروة	٣٢-٢٤
-٢	معدل تحميل المواد الصلبة (كجم/م ^٢ /ساعة)	
-	في حالة التصريف المتوسط	٥-١
-	في حالة تصرف الذروة	٧
-٣	عمق الحوض	٦-٣,٥

١٠- إضافة الكلور

للقضاء علي البكتريا الناقلة للأمراض في مياه الصرف الصحي المعالجة، تضاف جرعات من الكلور (٥-٢٠ مجم/ لتر) الي هذه المياه قبل صرفها حيث تبقى هذه المياه مدة مكث من ١٠-٣٠ دقيقة بأحواض للتلامس لضمان تفاعل الكلور مع البكتريا والقضاء عليها.

• ويلزم لذلك توريد وتركيب المهمات التالية:

١٠-١ أجهزة الكلور

تكون أجهزة الكلور من النوع الذى يركب علي الأرض او على الحائط والذي يعمل بالتفريغ وتكون جميع التوصيلات والمواسير دائما تحت التفريغ (ضغط جوي سالب)، ويزود الجهاز بمحسب آمان لإزالة الضغط الزائد إذا تكون داخل الجهاز، وتكون جرعة الكلور حوالي ٥ جرام للمتر المكعب ويمكن زيادتها حتى ٢٠ جرام للمتر المكعب عند الضرورة .

١٠-٢ ظلمبات تشغيل حاقن الكلور

هذه الظلمبات تعمل علي رفع ضغط المياه داخل الحاقن وبالتالي سحب الكلور من إسطوانات الكلور وحقتها داخل حوض التلامس.

١٠-٣ أجهزة معادلة الكلور المتسرب

التهوية العادية : يتم إنشاء مخزن لاسطوانات الكلور بحيث يكون كافي لتخزين العدد المطلوب من إسطوانات الكلور وتزويد المخازن بمراوح شفط لتهويتها خلال ساعات العمل العادية .

في حالة تسرب الكلور : تتوقف التهوية العادية وتبدأ شفاطات الهواء في العمل بمعدلات كبيرة لسحب الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلي برج المعادلة . يزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بمراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه الي برج معادلة الكلور المتسرب .

كما يزود المخزن والحجرة المركب بها أجهزة حقن الكلور بأجهزة إنذار مرئي وصوتي للتنبيه في حالة حدوث تسرب للكلور، وفي هذه الحالة يتم تشغيل أجهزة التعادل أوتوماتيكيا عند ارتفاع نسبة الكلور بالهواء عن الحدود المقررة

١٠-٤ أحواض التلامس (الكلور)

تختلف كمية الكلور المحقونة من وقت لآخر باختلاف مدة المزج وخواص مياه الصرف الصحي المعالجة ومقدار الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة .

وتكون احواض التلامس عبارة عن احواض من الخرسانة المسلحة المقاومة للكبريتات ومن الممكن ان تكون مغطاة او مكشوفة وتتحدد أبعادها بحيث تسمح بمدة تلامس مقدارها ١٠-٣٠ دقيقة . وبصفة عامة يفضل التصميم على أساس CT (التركيز × الزمن)

وطبقا للمعادلة التالية:

$$N_o = N_t (1+0.23 CT)^3$$

N_t = No. of fecal coli-form after time $T = 3000$ or as per standards

N_o = No. of fecal coli-form at influent to contact tank = 6×10^8 or as per lab analysis.

T = minutes as per the design

C = Chlorine dose ppm

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 لأكسده المواد العضوية وينتج من هذه الأكسدة مواد عضوية مثبته وثاني أكسيد الكربون ، والطحالب بدورها تستخدم ثاني أكسيد الكربون مع بعض الأملاح فى عمليه التمثيل الضوئي بمساعدة أشعة الشمس وتعطي أكسجين وهو من إحتياجات البكتريا.

ومعني ذلك ان كل من الطحالب والبكتريا تعطي للآخر ما تحتاجه ، ويكون النشاط البكتيري أكبر ما يمكن فى الطبقات السطحية من المياه 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 ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي 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 وتعطي المياه أكسجين ذائب تستخدمه البكتريا الهوائية فى تثبيت المواد العضوية اما الطبقات السفلي من البحيرات والتي لا تصل اليها أشعة الشمس فهي 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 بالاكسجين دورا هاما إضافيا علاوة على الأكسدة الهوائية للمواد العضوية بها وهو التحكم فى نواتج التفاعلات اللاهوائية التى تحدث فى القاع ومنها الروائح الكريهة والأحماض العضوية.

٢- البحيرات اللاهوائية Anaerobic Ponds

تستقبل مياه الصرف الخام الخارجة من المصافى بمدخل المحطة وتصل كفاءتها فى ازاله الاحتياج الاكسوجينى الحيوي من المياه الداخلة بنسبة تتراوح بين ٥٠ - ٧٠٪ نتيجة لترسيب المواد العالقة العضويه وتحللها لاهوائيا. يتراوح عمق المياه الكلي شامل حيز ترسيب الرواسب بين ٤-٦ متر ويؤخذ ٥ متر والعامل المؤثر فى تصميم هذه البحيرات هو درجة الحرارة ، مدة المكث بالبحيرات يتراوح من ٣-٥ أيام حتي لا تتحول البحيرات الى (هوائية/لاهوائية) ، وفي هذه البحيرات يزيد نشاط البكتريا اللاهوائية وينتج من تحليل المواد العضوية بالقاع غاز الميثان وثاني اكسيد الكربون التى تساعد على تحريك ومزج الرواسب الا أن هذه الغازات تحمل معها لسطح البحيرات المواد المترسبة والتى يجب منع هروبها مع المياه الخارجة من البحيرات من خلال الحوائل قبل هدارات الخروج وكذلك تتكون طبقة من المواد الطافية على سطح البحيرة قد تكون مصدر للذباب الا انها تمنع الروائح الكريهة من الانتشار.

٣- بحيرات أكسدة هوائية /لاهوائية (إختيارية) Facultative Ponds

تنشأ هذه البحيرات بعمق يتراوح بين ١,٥ الى ٢,٥ متر ويؤخذ عادة ١,٥ - ٢ 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 بأشعة الشمس فى عمله تسمى بالتمثيل الكلوروفيلي.

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة البكتريا الى مواد غير عضوية مثبته وخلايا طحلبية تخرج فى مياه المجاري المعالجة وسميت هذه الوحدات بحيرات هوائية /لاهوائية لان الطبقات السفلي ترسب فيها المواد الصلبة الرسوبية التى تقع تحت تأثير النشاط اللاهوائي

فى حين أن الطبقات العلوية تقع تحت تأثير النشاط الهوائى حيث تصل أشعة الشمس لهذه الطبقات فتتمو الطحالب التى تعطي أكسجيناً دائماً فى هذه المنطقة.

٤- بحيرات النضج (إتمام الأكسدة) Maturation or Polishing Ponds

تستخدم هذه البحيرات لتحسين خواص المخلفات من الناحية البكتريولوجية والكيميائية وخاصة البكتريا الضارة والفيروسات الموجودة بالمخلفات السائلة ويتراوح عمق المياه بها من ١-١,٥ متر حيث أن معدل القضاء على البكتريا الضارة يكون أكبر فى العمق الأصغر نظراً لفاعلية الشمس ومدة المكث بها لا تقل عن ٦ أيام وتكون عبارة عن ثلاثة وحدات مدة المكث فى كل وحدة يومين.

ولضمان القضاء على بويضات الأسكارس والنيماطودا يفضل الا تقل مدة المكث الكلية فى البحيرات اللاهوائية والأختيارية والأنضاج عن ٢٢ يوم.

٥- العوامل المؤثرة على المعالجة بطريقة برك الأكسدة

تتباين العوامل المؤثرة على المعالجة بنظام برك الأكسدة حيث توجد عوامل تؤثر تأثيراً ضاراً أو حسناً على الظروف الهيدروليكية والبيولوجية التى تمر بها مراحل المعالجة وبعض الآخر ليس فى مقدرة المصمم أو القائم على التشغيل التحكم فيها وهذه العوامل هى :

٥-١- عوامل طبيعية

وهى عوامل لايمكن التحكم فيها بواسطة الإنسان، وتشمل أساساً الظواهر الجوية، كالرياح ودرجة الحرارة وسقوط الأمطار والبخر وأشعة الشمس.

الرياح

يراعى ان لا يكون اتجاه الرياح السائدة تجاه التجمع السكنى او مناطق تجمع السكان ، وذلك لتجنب مشاكل الرائحة ، وتعتبر الرياح مفيدة فى عملية المعالجة حيث تقوم بنقل الأكسجين من السطح الى طبقات المياه الأعمق.

ويمكن الاستفادة من الرياح السائدة فى عملية المزج ، ويفضل ان يكون الضلع الطولى للبركة فى اتجاه الرياح السائدة ، وفى حالة الرياح العاتية والتى يتولد عنها أمواج عالية مما

يتسبب فى نحر الجسور المحيطة بالبركة، يجب تكسية الميول أعلى وأدنى من منسوب المياه فى البركة لمنع النحر والتآكل .

درجة الحرارة

يحدث تثبيت فى مخلفات مياه الصرف الصحى نتيجة تفاعلات طبيعية وكيميائية وبيولوجية وكلها تتأثر متأثراً واضحاً بدرجة الحرارة . وفى برك الأكسدة الطبيعية والتي تعتمد على نظام التمثيل الضوئي والغذائي لخلايا الكائنات الحية الدقيقة، فإن درجات الحرارة العالية (أكبر من ٢٠ درجة) تزيد من معدل التمثيل الضوئي و الغذائي ، إلا أنه ينخفض بسرعة كبيرة عند درجات حرارة اعلى من ٣٥ درجة إلى ٤٥ درجة حيث يكون التغير فى معدل التمثيل الضوئي بعد درجة حرارة ٤٥ درجة لا يذكر .

وفى المعالجة باستخدام برك الأكسدة الطبيعية التي تعتمد على نمو الطحالب والتمثيل الضوئي ودرجات الحرارة، فإن فى درجات الحرارة العالية ينشط نمو الطحالب الزرقاء الخضراء بدرجة واضحة لتحل محل الطحالب الخضراء الأكثر كفاءة فى أعمال المعالجة، وفى نفس الوقت فإن البكتريا الهوائية تستهلك الأكسجين بكميات أعلى، كما أن انخفاض درجات الحرارة المفاجئ يعمل على إبطاء نمو الطحالب وبالتالي انخفاض فى إنتاج الأكسجين وزيادة فى النيتروجين والامونيا فى المياه الخارجية من البرك.

الأمطار

تعتبر الأمطار الخفيفة و المتوسطة ليست ذات تأثير يذكر على عملية المعالجة، أما فى حالة سقوط الأمطار الغزيرة فإن ذلك يؤدي إلى تخفيف فى تركيزات مياه الصرف الصحى، وتقل مدة المكث فى عملية المعالجة كما يؤدي إلى زيادة كمية الأكسجين الذائب ، نتيجة احتواء مياه الأمطار على أكسجين مذاب .

الإشعاع الشمسي

يعتبر الإشعاع الشمسي عاملا مهما جدا في عملية المعالجة بنظام برك الأكسدة الطبيعية، حيث إن شدة الإشعاع الشمسي يؤدي إلى تولد أكسجين نتيجة للتمثيل الضوئي للطحالب وذلك إلى حد التشبع ، بعد ذلك لا يؤدي شدة الإشعاع إلى إنتاج كميات أكثر من الأكسجين.

البخر

يجب مراعاة عامل البخر في المناطق القاحلة شديدة الحرارة عند أعمال التصميم، حيث يؤدي ذلك إلى تركيز للمواد الصلبة ويؤثر علي مدة المكث، وإلى ارتفاع في تركيز الملوحة والمواد العضوية، كما يؤدي في حالات معدلات البخر العالية إلى انخفاض ملموس في أعماق البرك، ويؤدي إلى ظهور نباتات مائية علي أسطح الجسور المائلة.

التسرب

يجب عمل مسح لخصائص التربة في موقع عملية المعالجة للوقوف على خصائص النفاذية ودرجة المسامية للتربة. حيث تؤثر هذه المعلومات وتتيح للمصمم الوقوف على نوعية تبطين القاع وجوانب الجسور، كما يساعد ذلك علي تحديد التربة المناسبة لإنشاء الجسور حول البرك، كما أن معرفة مسامية التربة ودرجة الترشيح مهمان لتحديد التبطين في حالة حماية المياه الجوفية من التلوث.

٢-٥ العوامل التصميمية

و هي العناصر التي يتحكم فيها المصمم و يحكمها شكل وأبعاد موقع المعالجة ومن هذه العوامل:

مساحة السطح

ويتم تحديد مساحة السطح بناء على المكون العضوي لمياه الصرف الصحي ويعبر عن ذلك بالأكسجين الحيوي المطلوب بعدة أيام (BOD_5).

عمق المياه

في العادة يتم تشغيل برك الأكسدة علي أعماق ثابتة، و في بعض الأحيان يحدث انخفاض في عمق المياه نتيجة للتسرب الشديد أو البحر، و في هذه الحالة تحدث مشاكل منها ظهور النباتات المائية، و لذا يجب أن يتم ملء البرك بسرعة حتى منسوب التشغيل قبل تحميلها بالمخلفات السائلة، و يكون ذلك بضخ مياه في البرك من مصدر ماء قريب، كما أن زيادة العمق في البرك لاكثر من مترين يجعل ضوء الشمس لا يكاد يصل إلى الطبقات السفلي، وبالتالي تقل عملية التمثيل الضوئي إلى نقطة تتكون عندها طبقة لا هوائية كبيرة يمكنها من أن تؤثر على عملية المعالجة.

اختزال المسار

يسبب اختزال مسار المياه في البرك ظهور العديد من المشاكل، منها ظهور مناطق راكدة، وإنقاص في حجم البرك المؤثر، وكذلك نقص في مساحة سطح البرك، وبالتالي يؤدي ذلك إلى نقص في الكفاءة في عملية المعالجة، ولذلك يجب الاعتناء بمدخل ومخرج البرك .

٣-٥ العوامل الكيميائية

من العوامل الكيميائية التي تؤثر علي أداء وكفاءة أعمال المعالجة ما يلي:

الرقم الهيدروجيني

تتأثر أعمال المعالجة البيولوجية بالرقم الهيدروجيني و تكون اكثر كفاءة لأعمال المعالجة عندما تكون مياه المجاري متعادلة و الرقم الهيدروجيني من (٦-٩) ، ولذا يجب التحكم في مصادر المخلفات الصناعية التي يمكن أن تتسبب في ارتفاع أو انخفاض الرقم

الهيدروجيني، و يجب ضبط الرقم الهيدروجيني قبل أعمال المعالجة، وتكون البرك اللاهوائية والترددية أكثر كفاءة تحت ظروف قلوية أي عندما يكون الرقم الهيدروجيني بين (٧-٩).

المواد السامة

يجب التأكد من خلو مياه الصرف الصحي من المواد السامة حيث أن وجود هذه المواد يؤدي إلى قتل البكتريا والتي تعتبر العامل المؤثر في عملية المعالجة البيولوجية، لذا يجب التحكم في ظروف التخلص من المعادن الثقيلة والمبيدات والمخلفات الصناعية التي تستقبلها شبكة الصرف الصحي وذلك بتطبيق قانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ لصرف المخلفات السائلة على شبكات المجارى والمعدل بقرار وزارى رقم ٢٠٠٠/٤٤ على نوعية المخلفات قبل إلقائها على شبكة الصرف الصحي .

الأكسجين الذائب

الأكسجين الذائب في المياه أثناء مراحل المعالجة البيولوجية اللاهوائية خير دليل علي سلامة التشغيل، ولذا يجب مراعاة عدم انخفاض مقدار الأكسجين الذائب بعد المعالجة البيولوجية عن (١ ملجم/ لتر) حيث أن انعدام الأكسجين الذائب يتبعه ارتفاع في BOD وموت البكتريا .

٦- اختيار وتقييم الموقع

يجب أن يؤخذ فى الاعتبار الشروط والمواصفات الآتية:

- أهم عامل يجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند اختيار بحيرات الأكسدة كطريقة معالجة هو سعر الأرض حيث أن هذه الطريقة تحتاج إلى مساحات كبيرة وبالتالي لا تصلح فى المواقع التى يرتفع فيها سعر الأرض.

- يجب أن تنشأ البحيرات فوق منسوب المياه الجوفية وذلك للأسباب الآتية:

- ١ - التحكم فى تلوث المياه الجوفية.
- ٢ - صعوبة أعمال الحفر والتسوية تحت منسوب المياه الجوفية.
- ٣ - منع تسرب المياه الجوفية داخل البحيرات مما يسبب نقصا لمدة البقاء فى البحيرات.
- يجب أن تبعد البحيرات مسافة لا تقل عن ٣٠ متر عن آبار مياه الشرب وتكون البحيرات تحت التيار بالنسبة لمسار المياه الجوفية.
- يجب أن يؤخذ الاعتبار عند اختيار الموقع الامتداد المستقبلى لأن أى امتداد يحتاج إلى مساحات كبيرة.
- إن أمكن يفضل أن يكون موقع البحيرات فى منطقة مرتفعة ليتمكن استخدام المياه المعالجة فى الري بالانحدار الطبيعى.
- يكون طول البحيرات فى الاتجاه السائد للرياح.
- تكون المنطقة المحيطة بالبحيرات خالية من العوائق والأسوار والأشجار بمسافة لا تقل عن ١٠٠ متر.
- بالنسبة للبحيرات اللاهوائية يجب أن تبعد عن المدينة بمسافة كافية حسب اتجاه الرياح حيث أن هذه البحيرات تنتج غازات ذات روائح كريهة وقد تكون مصدرا لتوالد الذباب والبعوض.

٧- مكونات وأسس تصميم بحيرات الأكسدة

٧-١ بحيرات الأكسدة اللاهوائية Anaerobic Ponds

- مدة المكث فى بحيرة الأكسدة اللاهوائية تتراوح من ٣,٠٠ يوما الى ٥,٠٠ يوما.

- معدل إزالة المواد العضوية طبقا لمدة المكث : (BOD_5) استرشاديا

• يوما نسبة ٥٠٪

• ٢,٥٠ يوما نسبة ٦٠٪

• ٥,٠٠ يوما نسبة ٧٠٪

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

- عمق المياه فى بحيرة الأكسدة اللاهوائية يتراوح من ٢,٥٠ متر الى ٥,٠٠ مترا عند درجة حرارة أعلى من ٢٠°م. ويتوقف ذلك على مساحة الأرض المتاحة كما يلزم إضافة عمق آخر للرواسب.
- الحمل العضوي (BOD5) يتراوح من ٠,١٢٥ كيلو جرام للمتر المكعب فى اليوم الى ٠,٣ كيلو جرام للمتر المكعب فى اليوم.
- فى حالة زيادة الحمل العضوي عن ٠,٤٠ كيلو جرام (BOD5) للمتر المكعب فى اليوم تظهر الروائح الكريهة.
- معدل تجميع الرواسب يتراوح من ٠,٠٣ متر مكعب للشخص فى السنة الى ٠,٠٤ متر مكعب للشخص فى السنة.
- كما يلزم تفريغ بحيرة الأكسدة اللاهوائية من الرواسب عندما يبلغ عمق هذه الرواسب حوالي نصف عمق البحيرة.
- يفضل أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ١:٢ الى ١:٣ .
- تكون جوانب بحيرة الأكسدة اللاهوائية أو جسورها بميل ١,٥ أو ٢,٠٠ أو ٣,٠٠ إلى ٤,٠٠ الى ١,٠٠ كما تثبت الجوانب ببلاطات خرسانية عند سطح المياه لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح ، ولعدم نمو الأعشاب والحشائش.
- يتم عزل الجوانب بإستخدام ألواح البولي إيثيلين سمك ١٠٠٠-٢٠٠٠ ميكرون.
- تكون الجسور أعلى من سطح المياه بمقدار حوالي ١,٠٠ مترا لمقاومة حركة المياه بواسطة الرياح.
- وفيما يخص ميول الجسور فيلزم الرجوع الى توصيات التأسيس من استشاري التربة لتحديد الميول الامنه و اسلوب تشكيلها تبعا لنوعية التربة وطبيعتها ومدى احتياجها الى اضافات من عدمه . كذلك فيما يخص اسلوب و طريقة عزل الجوانب و القاع المقترحة سواء باستخدام الواح البولي ايثيلين او طبقات من تربة طينية غير منفذة راو غيرها فانه يلزم على الاستشارى المصمم و استشارى التربة دراسة الموقع ومناسيب المياه الجوفيه

به و تحديد الاثار السلبية ومن ثم تحديد جدوى وجود عزل من عدمه و تحديد الاسلوب
الامثل لتنشيتة و تركيبه.

٧-٢ بحيرات الأكسدة الإختيارية Facultative Ponds

- يلزم أن يكون نسبة طول البحيرة الى عرضها يتراوح من ١:٢ الى ١:٣
- عمق المياه فى بحيرة الأكسدة الإختيارية يتراوح من ١,٥٠ مترا الى ٢,٥٠ مترا
- الحمل العضوي (BOD_5) يتراوح من ٢٠٠ كيلو جرام للهكتار فى اليوم الى ٣٠٠ كيلو جرام للهكتار فى اليوم.
- وتستخدم المعادلات التاية فى التصميم:

$$A = (Q/Dk_1)(L_i/L_e - 1)$$

$$t = (L_i/L_e - 1)(1/k_1)$$

- A: مساحة البحيرات المترددة.
- Q: التصرف (م^٣/يوم)
- D: عمق البحيرات المترددة.
- t: مده المكث باليوم.
- L_i : الحمل العضوي فى المياه الخام.
- L_e : الحمل العضوي فى المياه المعالجة
- K_1 : ثابت تلاشي أو فناء الكائنات فى اليوم
- تؤخذ ٠.٣ فى درجة حرارة ٢٠ مئوية

$$k_T = k_{20} \theta^{(T-20)}$$

- θ : ثابت (١,٠٥ - ١,٠٩)

٣-٧ بحيرات إتمام الأكسدة Maturation ponds

- تستعمل برك الإنضاج لإزالة العوامل الممرضة كـ بعض أنواع الجراثيم والفطريات (العفن) fungi والحيوانات وحيدة الخلية protozoa والفيروسات . وكذلك لابد من استخدامها عند السيب الخارج من البحيرات فى الري.

وعندما تكون كل البرك متساوية فى الحجم ومدد المكث وهذا يحدث فى أغلب الحالات فإنه يتم تصميم برك الإنضاج باستخدام المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{العدد الجرثومى بعد مدة المكث باليوم}}{\text{العدد الجرثومى فى التصريفات الداخلة}} = \frac{1}{(\text{ثابت التلاشى } K \times \text{مدة المكث} + 1)}$$
$$\frac{1}{(KR + 1)^n} = \frac{N_E}{N_i}$$

حيث:

- N_i : العدد الجرثومى فى التصريفات الداخلة.
- N_E : العدد الجرثومى فى التصريفات الخارجة بعد مدة المكث باليوم.
- K : ثابت تلاشي أو فناء الكائنات فى اليوم.
- R : مدة المكث باليوم.
- n : عدد البحيرات على التوالي.

كيفية إختيار قيم العوامل التصميمية لبرك الإنضاج:

N_i : يقدر العدد الأكثر احتمالاً لمجموعة القولونيات البرازية التى يعتمد أساساً عليها فى تصميم برك الإنضاج فى التصريفات الداخلة بمقدار 4.2×10^8 بكتريا قولونية (E - coli) لكل ١٠٠ ملليمتر وبينما تكون إزالة القولونيات فى البرك اللاهوائية لا تذكر ، وتكون الإزالة فى البرك الإختبارية ٩٩٪ ، ويكون البخر ١٠٪ من حجم المياه فى البركة الإختبارية فيبقى ٩٠٪ ، وبهذا تكون القولونيات الداخلة للبركة الأولى من برك الإنضاج طبقاً للآتي:

$$10^6 \times 4.7 = 10^8 \times 4.2 \times \frac{(0.99 - 1)}{0.9} \text{ بكتريا قولونية / 100 ملليمتر}$$

يؤخذ:

Ni يساوي $10^6 \times 4.7$ بكتريا قولونية / 100 ملليمتر.

NE: تؤخذ أقل من $10^3 \times 2$ بكتريا قولونية / 100 ملليمتر.

وتتوقف على دراسة إعادة استخدام السيب الخارج من البرك.

K : عندما تكون مجموعة القولونيات البرازية هي أساس التصميم فيؤخذ ثابت التلاشي = 2.6 وهذا المعامل يعتمد على درجة الحرارة وهذه القيمة تؤخذ عند تصميم البرك عند درجة حرارة 20° وعند تغيير درجة الحرارة تطبق المعادلة الآتية :

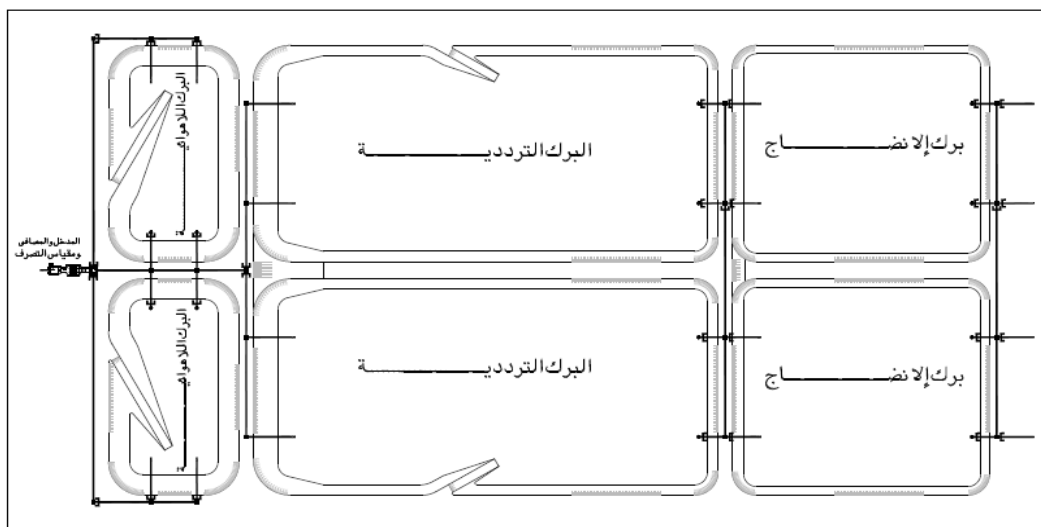
$$k_T = 2.6 (1.19)^{T-20}$$

R: مدة المكث باليوم وتؤخذ ما بين ثلاثة وعشرة أيام ويحد أدنى ثلاث برك على التوالي بمدة مكث لاتقل عن 2 يوم لكل بركة.

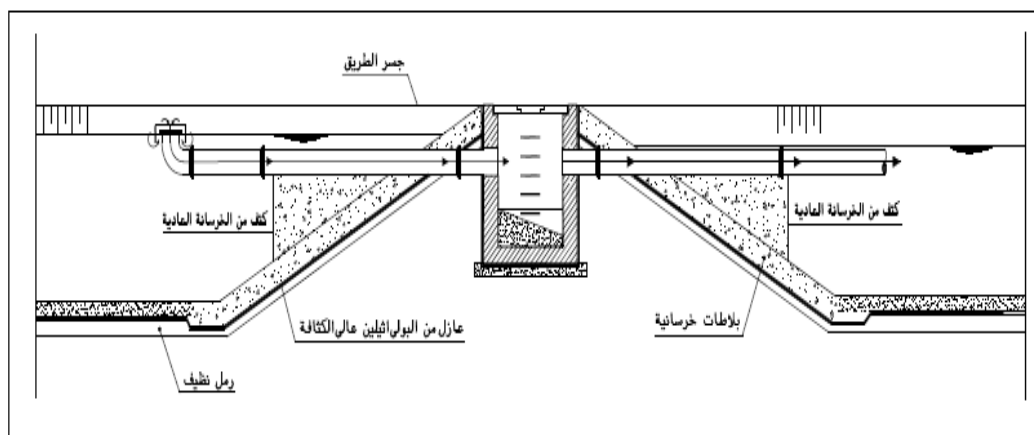
وبعد إختيار قيم العوامل التصميمية السابقة يتم فرض قيم لعدد البرك على التوالي ويتم إختيار عدد البرك التى تحقق العدد الجرثومي فى التصريفات الخارجة بعد مدة المكث بأقل من $10^3 \times 2$ بكتريا قولونية / 100 ملليمتر.

ويحسب حجم البركة بضرب مدة المكث فى التصريف ويتم تكرار عدد البرك على التوالي حسب عدد البرك المختار.

والشكل رقم (٣-٢٣) يبين برك الأكسدة الطبيعية والشكل رقم (٣-٢٤) يبين الاتصال بين الوحدات.



شكل (٣-٢٣) برك الأكسدة الطبيعية



شكل (٣-٢٤) الاتصال بين البرك

خامساً : الأراضي الرطبة المشيدة Constructed Wetlands

الغرض من الوحدة

تتم معالجة المخلفات السائلة فى الأراضي الرطبة المنشأة بطريقة طبيعية تعتمد على وجود بعض النباتات المزروعة والتي تساهم في عملية المعالجة عن طريق امتصاص وامتزاز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي بالإضافة الي الازالة عن طريق الترسيب والترشيح. وبذلك تعتبر الأراضي الرطبة طريقة طبيعية لازالة الملوثات من مياه الصرف الصحي بطريقة قليلة

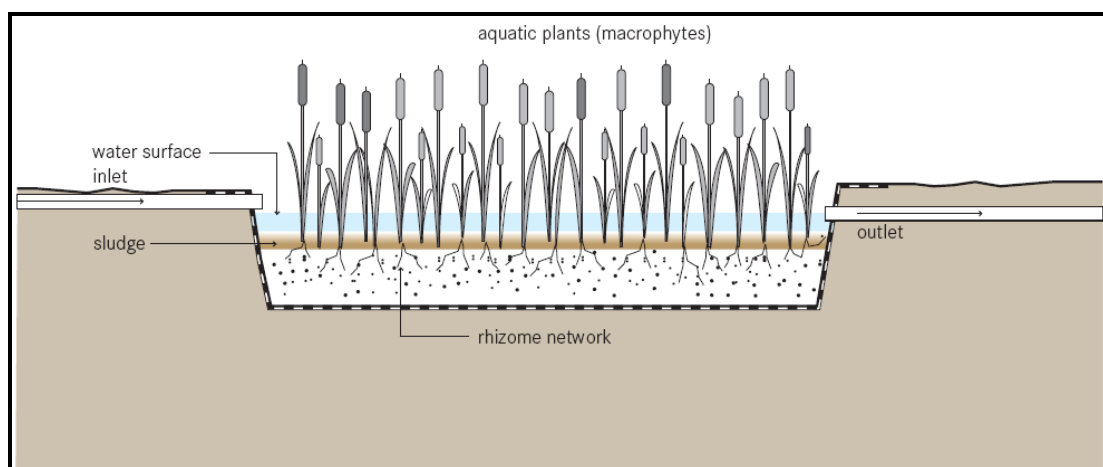
التكاليف ولا تحتاج الي مصدر طاقة أو مهمات ميكانيكية، ويمكن ازالة المواد العضوية والمواد العالقة والذائبة والمغذيات والبكتريا في نظام الأراضي المبتلة.

ويمكن تقسيم أنواع الأراضي المبتلة الي الأنواع التالية:

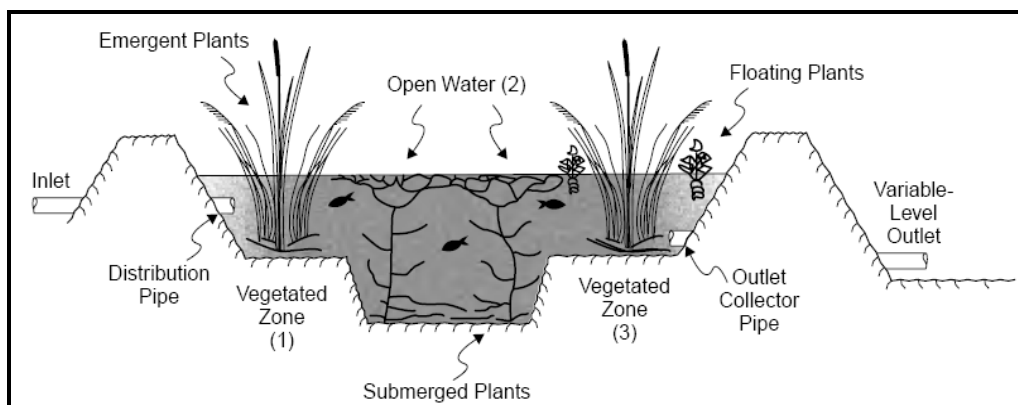
١- الارض الرطبة بطريقة التدفق الحر

Free Water Surface (FWS) Wetlands

تتشابه الارض الرطبة بطريقة التدفق الحر مع المستنقعات الطبيعية Natural Wetlands من حيث الوظيفة والشكل. وتتكون الأراضي المغمورة حرة التدفق السطحي النموذجية من حوض أو قنوات ذات حواجز لمنع التسرب أو الطفح ووسط مائي (Media) وتربة لتدعيم جذور النباتات النامية ذو الجزء الخصري العلوي الظاهري ومياه للتغذية في المناطق الضحلة خلال وحدات المعالجة حيث يكون سطح الماء معرض للهواء الجوي في حين أن كمية التصريف المطلوب معالجتها تمر أفقياً خلال وحدة المعالجة. يوضح الشكل التالي المكونات الرئيسية للمستنقعات الصناعية بطريقة التدفق الحر بنوعها حيث يمكن أن تكون مستنقعات ذات غطاء خصري فقط أو مدمجة مع مناطق مفتوحة لسريان المياه. المستنقعات المدمجة تمتاز بتوفير تفاعلات هوائية إضافية مما يحسن من إزالة الملوثات.



شكل (٣-٢٥) الارض الرطبة ذات غطاء خصري فقط



شكل (٣-٢٦) الأرض الرطبة المدمجة ذات غطاء خضري مع مناطق مفتوحة لسريان المياه
معايير التصميم

حساب مساحة المستنقعات الصناعية طبقا لمعدلات التحميل السطحي (ALR)

$$Aw = Q_o \times Co / ALR$$

المساحة الكلية (AW) = Q_o معدل تدفق الدخول (م^٣/يوم) X تركيز الملوثات الداخل

Co/معدل التحميل السطحي ALR

ويتم الرجوع الى القيم الموجودة بالجدول التالى:

Open areas between fully vegetated zones (three zones)		Fully vegetated (Zone 1 only)		Parameter
Effluent mg/l	Areal loading (kg/ha-d)	Effluent mg/l	Areal loading (kg/ha-d)	
< 20 30	45 60	30	40	BOD
< 20 30	30 50	30	30	TSS

تحديد عمق (depth) الارض الرطبة

- عمق النباتات فى المياه : ٠,٦-٠,٩ متر
- حيز الفراغ فوق منسوب الماء (free board) ٠,٦-٠,٩ متر

- العمق الكلى: ١,٢ - ٢,٥ متر

حساب زمن مكث المياه HRT

يتم حساب زمن مكث المياه طبقاً للمعادلة الآتية

$$HRT = (Aw * h * \epsilon) / Q_o$$

- حيث ان HRT: زمن مكث الماء
- h : عمق الارض الرطبة
- (Aw): المساحة الكلية
- ϵ : المسامية وعادة ما تكون من قيمة ٠,٦٥ - ١
- Q_o معدل تدفق الدخول

وعادة ما يكون زمن مكث المياه لا يقل عن ٢ يوم لكل خلية من المستنقع ولا يزيد عن ٦ أيام ككل

٢- الارض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحى

Subsurface Flow Constructed Wetlands

تعتبر وحدة الغمر ذو التدفق تحت السطحي من أنسب الأنظمة بعد المعالجة بالترسيب الابتدائي لمياه الصرف الصحي وذلك لكون هذا النظام يتيح عدم تلامس سطح الماء في وحدة المعالجة للهواء الجوي . حيث لا تكون هناك فرصه لتوالد الديتان والوحدة تكون آمنة من وجهة نظر الصحة العامة. كما أن هذا النظام مفيد جداً وخاصة لمعالجة المياه الخارجة من المخمرات أو مياه الأحواض grey water - حيث يسود الوسط معالجه في ظروف نقص الأكسجين وذلك لأن الأوكسجين الناتج من جذور النباتات النامية والريزومات يتم استهلاكها مباشرة بواسطة الكائنات الدقيقة المتاخمة لجذور النباتات وهذا النوع من المعالجة صالح جداً لإزالة النترات (أي تحويل النترات إلى نيتروجين) (De-nitrification) لكنه غير صالح لأكسدة الأمونيا (أي تحويل الأمونيا إلى نترات) (Nitrification) وذلك لكون الأكسجين متاح غير كاف لإتمام عملية النترتة (Nitrification) .

وتتكون الأراضي المغمورة ذات التدفق تحت السطحي ويكون الوسط ذو عمق مناسب حيث يكون إتجاه سريان المياه أفقيا تحت السطح.

وحدات المعالجة بنظام الأرض المغمورة ذو التدفق تحت السطحي (SF) له عدة مميزات عن نظام التدفق السطحي الحر منها المحافظة على أن يكون مستوى سطح الماء بوحدة المعالجة تحت السطح يقلل من خطورة تصاعد الروائح الكريهة و يمنع من توالد البعوض وهذا بالإضافة إلى الاعتقاد السائد بأن هذا النظام يحتاج مساحة أوسع للمعالجة من نظام الغمر بالتدفق الحر مما يدعو إلى استخدام أحجام أصغر من وحدة المعالجة بالتدفق تحت السطحي لمعالجة نفس الكمية من المياه إذا ما استخدمت وحدات المعالجة بالتدفق الحر.

ويتم إنشاء الحوائط الرأسية لطبقات الري بالغمر بحيث تكون غير منفذة للمياه، وتتحمل ضغوط المياه الداخلية والخارجية، وكذلك ضغوط التربة من الخارج، كما يتم تبطين الجوانب والقاع بمادة عازلة. وفي بعض الحالات يترك القاع فقط بدون مادة عازلة.

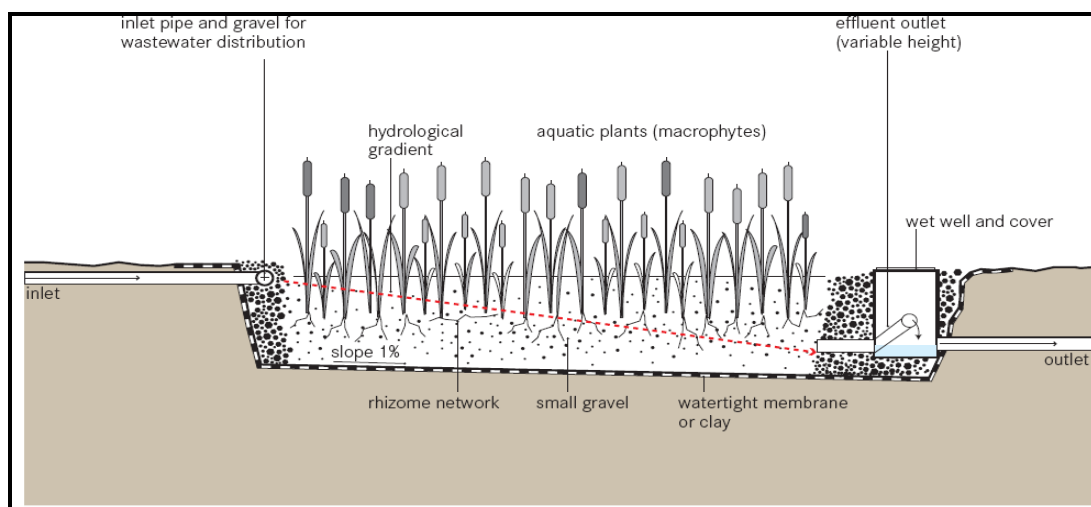
يتم استزراع نباتات مثل عشب البرك أو ذيل القط (Typha) Cattails و نبات البردي bulrush (Scirpus) والبوص حيث يكون البوص هو الأكثر شيوعاً واستخداماً لأنه يعطي إزالة ممتازة للأكسجين الحيوي الممتص الممتلى BOD والمواد العالقة الكلية TSS والنيتروجين والفوسفات وعدد من المواد العضوية المعقدة.

ويستخدم كطريقة رى أو معالجة ثانوية أو متقدمة أو لكل هذه الطرق معا، وذلك تبعاً لظروف المنطقة كطبيعة التربة والمياه الجوفية والمناخ والمساحات المتاحة من الأرض، وتوافق كل هذه العوامل مع معدلات تصريف المخلفات السائلة وخصائصها. يوجد نوعين من المستنقعات الصناعية بطريقة التدفق تحت السطحي

الارض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحي الأفقية

ويسمى أيضا أنظمة النباتات المغمورة (VSB). و الارض الرطبة الأفقية تحت السطحية هي قناة كبيرة مليئة الحصى والرمال مزروعة بالنباتات المائية. حيث تدفق مياه الصرف الصحي أفقيا من خلال القناة، وحيث يتم ازالة الجسيمات وتقوم الكائنات الدقيقة بتحليل المواد العضوية.

الأوساط المستخدمة (عادة التربة والرمل الخشن والحصى أو الصخور المسحوقة) تؤثر بشكل كبير على الهيدروليكية للنظام. وتستخدم نفس النوع من النباتات كما هو الحال في الأراضي الرطبة السطحية ، ولكن في حالة الأنظمة تحت السطحية يتم زرع النباتات في الجزء العلوي من الوسط حيث يسهل اختراقها. وتلتصق الكائنات الميكروبية على سطح الوسط وعلى جذور النباتات في الأراضي الرطبة. يمكن تبطين الحوض مع الطين أو البلاستيك، وذلك لحماية نوعية المياه الجوفية.



شكل (٣-٢٧) الارض الرطبة بطريقة بطريقة التدفق تحت السطحى الافقية

معايير التصميم

حساب مساحة الارض الرطبة طبقا لمعدلات التحميل السطحي (ALR)

$$Aw = Q_o C_o / ALR$$

- (AW) = المساحة الكلية (م^٢)
- Q_o = معدل تدفق الدخول (م^٣/يوم)
- C_o تركيز الملوثات الداخل
- ALR معدل التحميل السطحي

ويتم الرجوع الى القيم الموجودة بالجدول التالي:

HSFS		Parameter
Effluent mg/l	Areal loading (g/m ² -d)	
20	1.6	BOD
30	6	
30	20	TSS

المساحة السطحية لمنطقة المعالجة الأولية ((Asi) تمثل ٣٠٪ من المساحة الإجمالية في حين
أن المساحة السطحية للمنطقة المعالجة النهائية (ASF) تمثل ٧٠٪

العرض Width

ان اقل عرض ممكن يجب ان يجعل معدل تدفق المياه تحت السطح ويتم حسابه طبقا لقانون
دارسى Darcy's Law كالمعادلة الاتيه:

$$W = \sqrt{\frac{(Q) \times (Asi)}{(Ki) \times (dhi) \times (Dwo)}}$$

حيث ان:

- W : عرض المستنقع الصناعى
- Q_o معدل تدفق الدخول م^٣/يوم
- (Asi) : المساحة السطحية لمنطقة المعالجة الأولية
- Dwo : عمق المياه التصميمى (متر)
- Ki= Hydraulic conductivity of initial treatment zone, m/d (1 % of clean K)
- Kclean = 100,000 m/d if actual K related to the media is not known.
- dhi= head loss (change in water level) due to flow resistance through initial treatment zone, m (assumed)

الطول Length

ويتم حسابه طبقا للمعادلة الآتية:

$$L_i = (A_{si}) / (W)$$

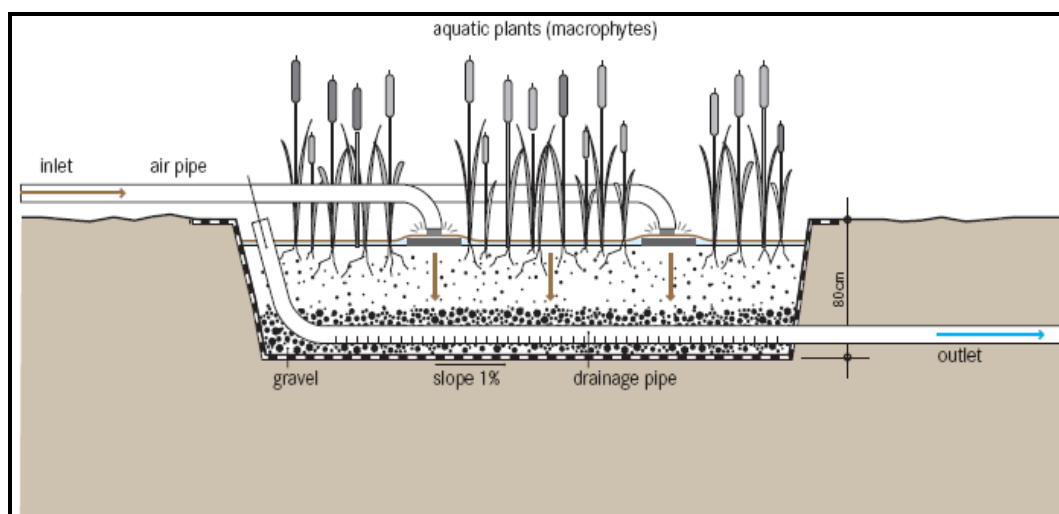
الوسط المستخدم

إما من التربة والرمل الخشن والحصى أو الصخور المسحوقة ويكون مقاساتها كالتالي:

Media Sizes	Zone
40 – 80 mm	Inlet Zone (1 st 2 m)
20 – 30 mm	Treatment Zone
40 – 80 mm	Outlet Zone (last 1 m)
2 – 20 mm	Planting Media (top 10 cm)

الأرض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحي الرأسية

الأرض الرطبة ذات تدفق رأسي تعمل كمرشحات مزروعة بالنباتات المائية. ويتدفق الماء عموديا إلى أسفل من خلال المرشح (الوسط الزلطى). حيث يمر المرشح عبر مراحل مختلفة هوائية ولاهوائية.



شكل (٣-٢٨) الأرض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحي الرأسية

معايير التصميم

- الارض الرطبة بطريقة التدفق تحت السطحى الرأسية يتم استخدامها فى المياه المعالجة ابتدائيا
- يجب أن يكون عمق مرشح الرمل لا يقل عن ٥٠ سم، مع ٢٠ سم إضافية من الحصى عند قاعدة لتغطية أنابيب الصرف الصحى، و ١٠ سم الحصى على الجزء العلوي و ١٥ سم عمق المياه.
- المساحة السطحية لمنطقة المعالجة الأولية ((Asi)) تمثل ٣٠٪ من المساحة الإجمالية فى حين أن المساحة السطحية للمنطقة المعالجة النهائية (ASF) تمثل ٧٠٪. يكون القاع مائل بنسبة ٠.٥ إلى ١ ٪ فى اتجاه المخرج.

شروط أساسية لتنفيذ نظام الارض الرطبة

أ- اختيار الموقع

- يفضل أن تكون الأرض أفقية ولا يزيد الميل عن ١٪.
- تكون التربة ضعيفة النفاذية فى حدود ٥ مم / ساعة.
- يفضل استخدام اجزاء من أراضى زراعية وخاصة التى توجد بالقرب من مستنقعات طبيعية.

ب- درجة المعالجة المطلوبة قبل استخدام هذه الطريقة

- الحد الأدنى المطلوب للمعالجة قبل استخدام هذه الطريقة هو المعالجة الابتدائية.
- يمكن استخدام الارض الرطبة بعد المعالجة الثانوية لتحسين جودة مياه الصرف الصحى.
- لا تستخدم المعالجة ببحيرات الأكسدة قبل استخدام الارض الرطبة لأنها تزيد من تركيز الطحالب التى يصعب السيطرة عليها فى الارض الرطبة.
- يجب إزالة الفوسفور قبل استخدام المعالجة الارض الرطبة حيث لا يتم تخفيفه.
- أنواع الوسط الصناعى المستخدمه فى الارض الرطبة

- يوضح الجدول التالي الخواص الطبيعية لأنواع الوسط الذي يتم استخدامه في إنشاء وحدات الغمر ذو التدفق تحت السطحي . تستخدم الوسط تتراوح من زلط متوسط الحجم أو الصخور الخشنه.
- خصائص الوسط المستخدمة في وحدات الغمر تحت السطحية

Type	Effective Size D ₁₅ (m m)	(N) Porosity %	(K _s Hydraulic Conductivity m ³ /m ² /d)
Coarse Sand	2	32	1
Gravelly Sand	8	35	5
Fine Gravel	16	38	7
Medium Gravel	32	40	10
Coarse Rock	128	45	10

إن استخدام الأحجام الصغيرة من الصخور له عدد من المميزات حيث تزداد المساحة السطحية كما أن الفراغات البينية الصغيره تكون أكثر تناسباً لنمو الجذور والريزومات للنباتات المزروعة كما أنها تساعد على أن يكون التدفق الأفقي للمياه في صوره رقائق طبقية.

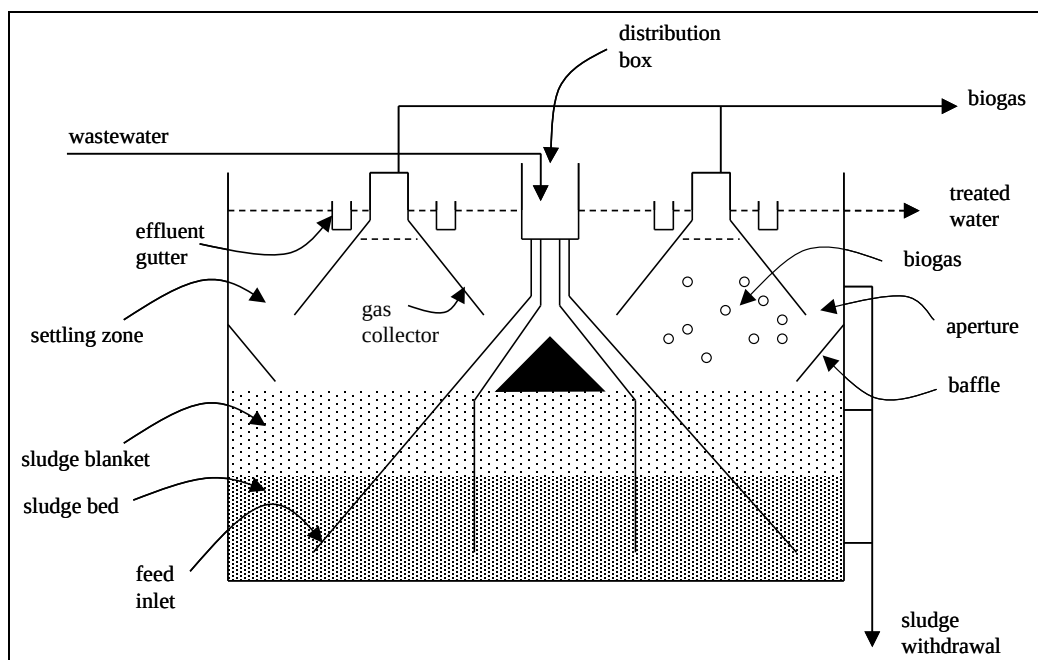
ج- درجة المعالجة المطلوبة قبل استخدام هذه الطريقة

معظم الارض الرطبة تستخدم نوع أو أكثر من أنواع النباتات. حوالي ٤٠ % من الأنظمة المستخدمة التدفق تحت السطحي تستخدم فقط Scirpus. هذه النباتات ذو الأنسجه الرخوة التي تتحلل قد تؤدي إلى تدهور حالة المياه المعالجة لذا يجب حصد النباتات في فترات منتظمة

أنواع النباتات المستزرعة وعمق الجذور

Bed Type	Root Depth.m
Bulrush, Scirpus	0.8
Reeds, Phragmites	0.6
Cattails, Typha	0.3
No Vegetation	0.0

سادسا: المعالجة اللاهوائية UASB



شكل (٣-٢٩) المعالجة اللاهوائية (UASB)

(UASB) هو مفاعل لمعالجة مياه الصرف الصحي بمعزل عن الهواء حيث تدخل مياه الصرف اليه من الأسفل وتتدفق بعد ذلك للأعلى. وتقوم وسادة الحمأة بترشيح ومعالجة مياه الصرف الصحي من خلال المرور من تلك الوسادة. وتتألف وسادة الحمأة من حبيبات ميكروبية (من ١ إلى ٣ مم في القطر)، أي تجمعات صغيرة من الكائنات الحية الدقيقة التي، بسبب وزنها، تقاوم الانجراف لأعلى. تقوم الكائنات الدقيقة في وسادة الحمأة بتحليل المركبات العضوية ونتيجة لذلك يتم انبعاث غازي الميثان وثاني أكسيد الكربون. الجدران المائلة تتسبب في توجيه الحمأة الصاعدة لأعلى الحوض للترسيب. يتم سحب المياه المعالجة من أعلى الحوض. بعد عدة أسابيع من الاستخدام، تشكل الحبيبات الكبيرة وسط ترشيحي للجسيمات الصغيرة مع ارتفاع المياه المعالجة خلال وسادة الحمأة ويتم تجميع الكائنات لتشكيل التجمعات الصغيرة من الكائنات الحية الدقيقة (granules) كما يتم خروج الأخرى (الخفيفة الوزن) من المفاعل.

Tertiary (advanced)

١١ - المعالجة الثلاثية (المتقدمة)

treatment

تهدف عملية المعالجة الثلاثية أو المتقدمة الي ازالة الملوثات العالقة أو الذائبة العضوية او الغير عضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي والتي لم تتم ازلتها من خلال عمليات المعالجة

التمهيدية والابتدائية والثانوية وذلك لتحسين خواص مياه السيب النهائي المعالج لمياه الصرف الصحي.

وتنقسم المعالجة الثلاثية الي العمليات التالية :

١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters

٢- مرشحات الأغشية Membrane filters

٣- الكربون المنشط Activated carbon

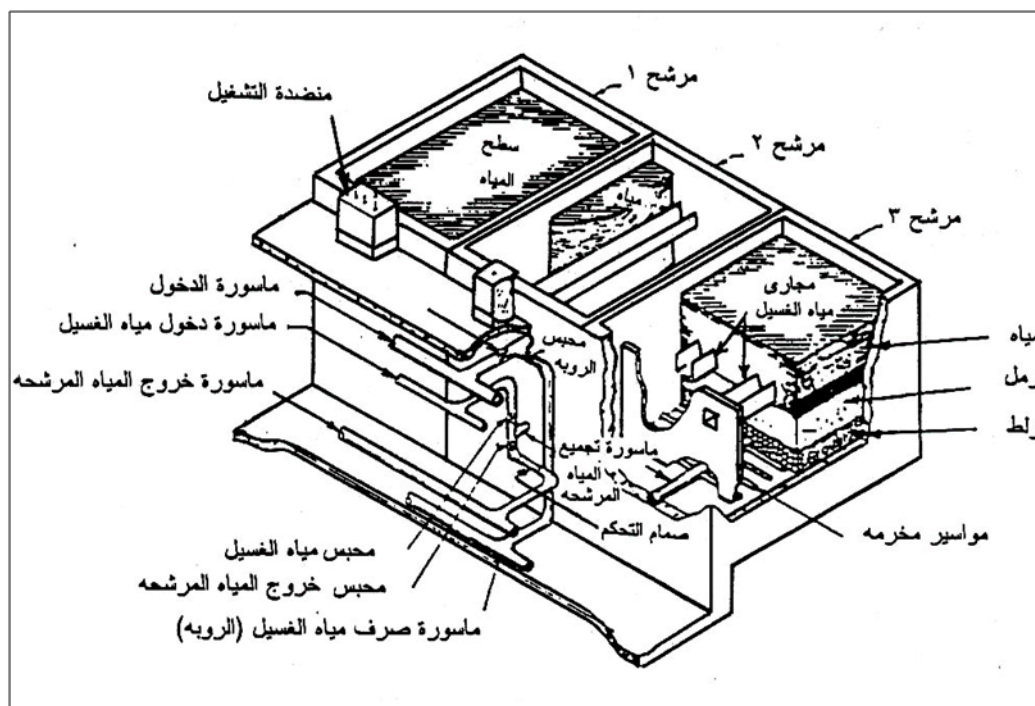
٤- التبادل الأيوني Ion exchange

٥- المرشحات القرصية Disk Filter

١- المرشحات الرملية البطيئة والسريعة Slow and Rapid sand filters

عملية الترشيح (Filtration) هى مرور مياه الصرف الصحي المعالج معالجة ابتدائية و ثانوية خلال مادة مسامية (الرمال) لإزالة ما بقي بها من مواد عالقة وغروية.

عند مرور مياه الصرف الصحي المعالج من المرشحات الرملية السريعة بالسرعة المناسبة، فإنه يمكن إزالة المواد العالقة سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وكذلك البكتريا والكائنات الرقيقة جداً التى تسبب عادة تلوث الماء. كما أن بعض المواد التى يتم حجزها وإن كان حجمها أصغر بكثير من الفراغ الموجود بين حبات الرمل، إلا أنه يتم حجزها من المرور بواسطة الطبقة الجيلاتينية التى تتكون على سطح الرمل من المواد العضوية والعالقة. ويوضح الشكل رقم (٣-٢٨) المرشحات الرملية السريعة.



شكل (٣-٣٠) المرشحات الرملية السريعة

أسس تصميم المرشحات الرملية السريعة:

- مساحة المرشح حتي ٦٠ م^٢
- معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠-١٨٠ م^٣/م^٢/يوم
- نسبة العرض: الطول من ١ : ١,٢٥ - ٢:١
- سمك طبقة الرمل تتراوح من ٥٠-٧٠ سم وبقطر حبيبات الرمل ٠,٦ - ١,٥ مم
- ومعامل انتظام ١,٣٥ - ١,٥٠
- سمك طبقة الزلط المتدرج من ٣٠-٦٠ سم

أسس تصميم المرشحات الرملية البطيئة:

- معدل الترشيح يتراوح بين ٣-٥ م^٣/م^٢/يوم
- نسبة العرض: الطول من ١ : ١,٢٥ - ١
- سمك طبقة الرمل تتراوح من ٦٠-١٢٠ سم ويقطر حبيبات الرمل ٠,٢٥ - ٠,٣٥ مم ومعامل انتظام ١,٧٠ - ٢,٠٠
- سمك طبقة الزلط المتدرج من ٣٠-٦٠ سم

- سرعة المياه داخل قنوات التصريف للمياه المرشحة لا تزيد ٠,٦٠ م/ث

٢- مرشحات الأغشية Membrane filters

تعتبر الأغشية هي أحد أنواع عمليات الترشيح والتي تزيل المواد الذائبة بالإضافة الي المواد العالقة التي يزيلها المرشح الرملي، تعتبر الأغشية أجسام مسامية لها فراغات بأقطار صغيرة تعتمد على نوع الغشاء ويتم ازالة الملوثات عن طريق مرور المياه من الفراغات ويتم حجز الملوثات علي جسم الغشاء، وتتوقف نسبة الازالة علي قطر الفراغات الموجودة في الغشاء. ويمكن تقسيم أنواع عمليات الترشيح بالأغشية الي الأنواع التالية طبقاً لقطر الفراغات للأغشية المستخدمة في كل نوع:

1. Micro filtration (MF)
2. Ultra filtration (UF)
3. Nano Filtration (NF)
4. Reverse osmosis (RO)

ويوضح الشكل رقم (٣-٢٩) الملوثات التي تزيلها أنواع الأغشية المختلفة

Particle size (μm)	10	1	0,1	0,01	0,001
Range of filtration	Macro particles	Micro particles	High molecular	Low molecular	Atomic
Relative size of common materials	sand	yeast cells			
		bacteria	viruses		aqueous salts
			proteins		metal ions
			colloidal silica		pesticides
Separation spectrum			endotoxin		herbicides
				sugars	
				endocrine disruptors	
Separation spectrum	particle filtration				
		microfiltration			
			ultrafiltration		
				nanofiltration	
					reverse osmosis

شكل (٣-٣١) الملوثات التي تزيلها أنواع الأغشية المختلفة

اللجنة الدائمة لتحديث الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى
ومحطات الرفع - اللجنة الفرعية محطات معالجة الصرف الصحى

Recovery ratio %	استهلاك الكهرباء (كيلووات/ساعة/م ³)	ضغط التشغيل (بار)	نوع الأغشية
94-98	0.4	1	Micro filtration
70-80	3	5.25	Ultra filtration
80-85	5.3	8.75	Nano filtration
70-85	18.2	28	Reverse osmosis

١-٢ مكونات منظومة الأغشية

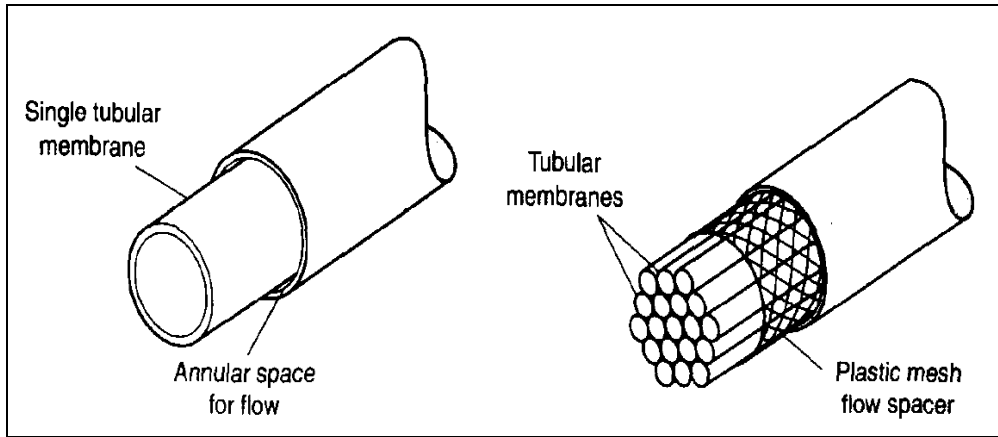
تتكون منظومة الترشيح بالأغشية من:

- طلمبة لضخ المياه الى الأغشية
- أغشية الترشيح

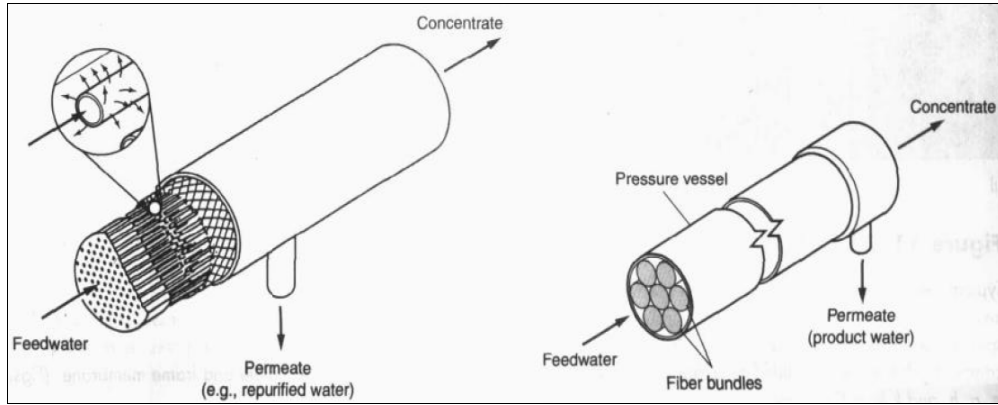
ويوجد عدة طرق لتركيب وتثبيت الأغشية بانواعها المختلفة وهي كالتالي:

- Tubular modules
- Hollow fibers
- Spiral wound

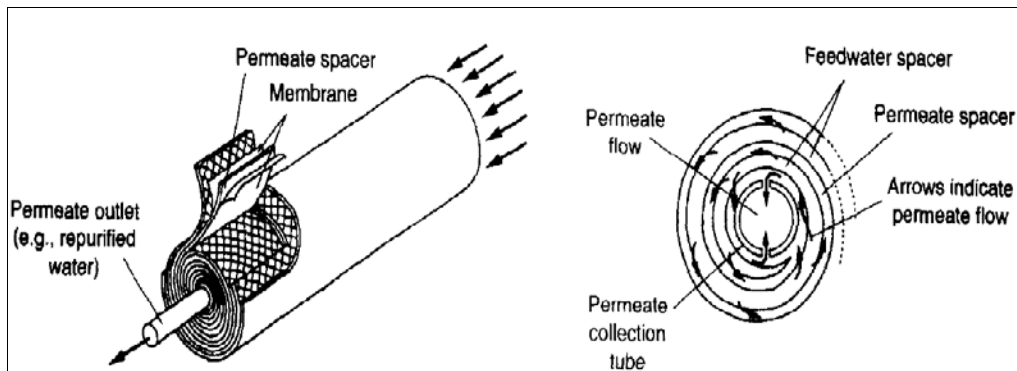
ويوضح الشكل رقم (٣-٣٢) الأشكال المختلفة لتركيب وتثبيت الأغشية



Tubular modules



Hollow fibers



Spiral wound

شكل (٣-٣٢) الأشكال المختلفة لتركيب وتثبيت الأغشية

يحدث مع مرور الوقت زيادة في الرواسب الموجودة في فراغات الأغشية مما يؤدي الي حدوث انسداد للفراغات (Fouling) وتحتاج الي عملية تنظيف أو القضاء علي الملوثات المؤدية الي عملية الانسداد بأحد الطرق الاتية:

- المعالجة الابتدائية أو الثانوية لمياه الصرف قبل مرحلة الأغشية لتقليل نسبة المواد العالقة (TSS) .
- ضخ مياه أو/ و هواء في الاتجاه العكسي لسريان المياه في الأغشية (Membrane backflushing) .
- التنظيف الكيميائي للأغشية.

نظام المعالجة باستخدام الأغشية للمفاعل البيولوجي Membrane Bio-Reactor

وصف نظام المعالجة الحيوية بالأغشية MBR

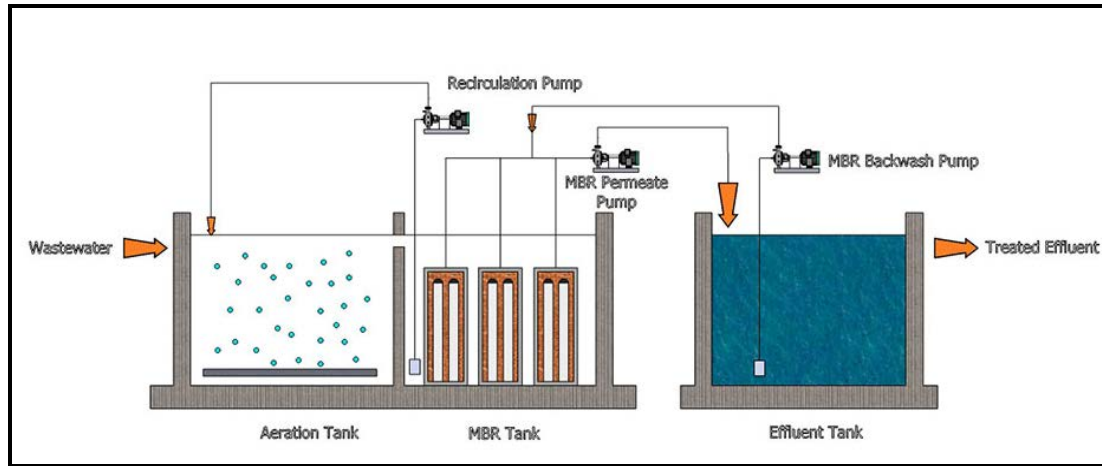
وحدات MBR هي تقنية عالية الجودة تتكون من أحواض للتهوية لنمو الأحياء البيولوجية بالإضافة إلى الترشيح الفائق (الترشيح الغشائي) حيث يحل نظام الترشيح الفائق (Ultrafiltration) محل كل من أحواض الترسيب الثانوية والمرشحات الرملية السريعة في النظام التقليدي.

تكنولوجيا MBR تتغلب بشكل فعال على المشاكل التي تنتج عن عدم الترسيب الكامل للحمأة في الطرق التقليدية. وفي هذا النظام يسمح للوحدات أن تعمل عند تركيزات عالية من المواد الصلبة (MLSS) والتي تتراوح ما بين ٨٠٠٠ الى ١٠٠٠٠ جزء بالمليون وهي أعلى من النظم التقليدية.

وتعتمد فكرة استخدام الأغشية في معالجة مياه الصرف الصحى على أن هذه الأغشية تحتوى على مسام دقيقة يتراوح قطرها ما بين ٠,٠٢ الى ٠,٠٤ ميكرون ولهذا فإنها تحجز جميع المواد ذات أقطار أكبر من قطر هذه المسام وعلى هذا فإنها تحجز أيضا جميع أنواع البكتريا وبعض الفيروسات بطريقة أفضل بكثير من المرشحات الرملية.

وفي هذا النظام تمر المياه على المصافي لإزالة العوالق والمواد الطافية ثم إلى غرف حجز الرمال والزيوت لإزالتها، يلي ذلك مرور المياه إلى أحواض التهوية والتي يصل حجمها في هذا النظام إلى حوالي ثلث الحجم في نظام التهوية الممتدة وبالتالي تقلل في المساحات المطلوبة وحجم الأعمال المدنية لمحطة المعالجة بنظام MBR حيث يتم تهوية المياه بالحوض و تبقى المياه في الحوض لفترة تتراوح ما بين ٦ - ٨ ساعات (مقارنة بحوالي ٢٤ ساعة في التهوية الممتدة بنظام الحمأة المنشطة).

تدخل المياه إلى أحواض التهوية والتي يتم إمدادها بالهواء اللازم لنمو الكائنات الحية (البكتريا الهوائية) لإتمام عملية المعالجة البيولوجية الهوائية وتتم التغذية بالهواء عن طريق ناشرات الهواء الموجودة داخل الحوض. ويتم تدوير المياه من وإلى حوض الأغشية من حوض التهوية بصورة مستمرة وبكمية ثابتة لضمان اكتمال عملية أكسدة النيتروجين والفوسفور من الماء (إذا لزم الأمر) ثم تتحرك المواد الصلبة المتراكمة بعيدا عن الأغشية بفعل دفعات الهواء المستمرة حول الأغشية والتي بدورها تعمل كتنظيف ذاتى للأغشية، وتمر المياه إلى حيز الأغشية حيث تسحب المياه من خلال الأغشية عن طريق مضخات سحب مركبة على أنبوب رئيسي على مجموعة من الأغشية وعندما يزيد فرق الضغط بين السحب والطرء للمضخة عن القيمة المحددة بالتصميم يتم إيقاف الوحدة اتوماتيكيا لمدة ثوانى حيث يتم دفع كمية من الهواء إلى داخل الأغشية ثم يلحقها دفعه أخرى من الماء لتنظيف الأغشية. ويتم من خلال المعالجة زيادة الكتلة الحيوية التي تتجمع داخل الخزانات والتي يتم نقلها إلى حوض الحمأة أو إلى مدخل أحواض التهوية فى بعض الأحيان لزيادة تركيز الحمأة فى الحوض.



شكل (٣-٣٣) نموذج لوحدة مدمجة تعمل بنظام الأغشية

ووحدة الأغشية هنا تقوم بعمل كبديل جزئى عن حوض التهوية وكبديل كلى عن احواض الترسيب ووحدة الترشيح وكذلك تقوم بفصل جميع البكتريا وبعض أنواع الفيروسات ولذلك فان جرعة الكلور المستخدمة فى المعالجة النهائية يكون قليل جدا لتعقيم المياه المنتجة.

ونتيجة لعملية التشغيل المستمر، وبالرغم من وجود الغسيل المستمر بالهواء والمياه، قد يؤدي لانسداد جزئى للأغشية نتيجة تراكم كمية من الرواسب داخل مسامات الأغشية مما يزيد من فرق الضغط وكذلك معدل التدفق من خلال الأغشية مما يستوجب عمل غسيل كيميائى للأغشية

لإزالة التراكومات على الأغشية وتحسين معدل التدفق للمياه. وغالبا ما يتم عمل هذا الغسيل كل ستة أشهر أو أكثر حسب ظروف التشغيل وذلك باستخدام وسط حامضى مثل حمض الستريك أو الهيدروكلوريك أو استخدام وسط قلوئى من هيدروكسيد الصوديوم وكذلك يتم يوميا عمل تعقيم للأغشية باستخدام الهيبوكلوريت لمدة (١٥) دقيقة للتعقيم .

المميزات والعيوب لنظام الأغشية

المميزات:

- يتطلب مساحة صغيرة لتنفيذ المحطة
- سهولة التشغيل حيث لا تتطلب عدد كبير من المشغلين
- ليست هناك حاجة لإضافة الكائنات الحية الدقيقة (أعادة الحمأة) لتنشيط الحمأة فى حوض التهوية.
- الماء المنتج ذو جودة عالية جدا ولهذا يمكن اعاده استخدامه مرة أخرى
- الماء المنتج خالى من البكتريا وبعض الفيروسات
- لا يتأثر النظام فى حالة الزيادة أو النقص فى المياه الداخلة للمحطة

العيوب:

- يتم تغيير الأغشية كليا أو جزئيا كل ١٠ سنوات أو أقل أو أكثر حسب ظروف التشغيل
- يتم عمل غسيل بالكيماويات للأغشية كل ٦ أشهر أو كل عام حسب ظروف التشغيل
- تتأثر بالدهون الموجودة فى المياه مما يتطلب ازلتها بدقة
- يتطلب تدريب جيد للعاملين

معايير التصميم (البيانات الفنية للأغشية المغمورة)

- | | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| قطر مسام الغشاء | : | ٠,٠٢ الى ٠,٠٤ ميكرون |
| درجة الحرارة | : | ٥ - ٤٠ درجة مئوية |
| pH للتشغيل | : | ٥ - ٩ |
| pH اثناء الغسيل | : | ٢ - ١٠ |
| أعلى ضغط تشغيل | : | ٩ - ١٢ (رطل/بوصة مربعة) |

- أقصى فترة تعرض للكلور : ٥٠٠ الى ١٠٠٠ ملجم/لتر للساعة
- أقصى جرعة كلور خلال الغسيل : ٢٠٠٠ ملجم /لتر عند درجة حرارة
اقل من ٣٠ درجة مئوية، ١٠٠٠
ملجم /لتر عند درجة حرارة أقل من
٤٠ درجة مئوية
- تركيز الاكسجين المذاب : ٢-٣ ملجم/لتر
- تركيز المواد الصلبة العالقة MLSS : ٨٠٠٠ الى ١٠٠٠٠ ملجم / لتر

٣- الكربون المنشط (Activated carbon)

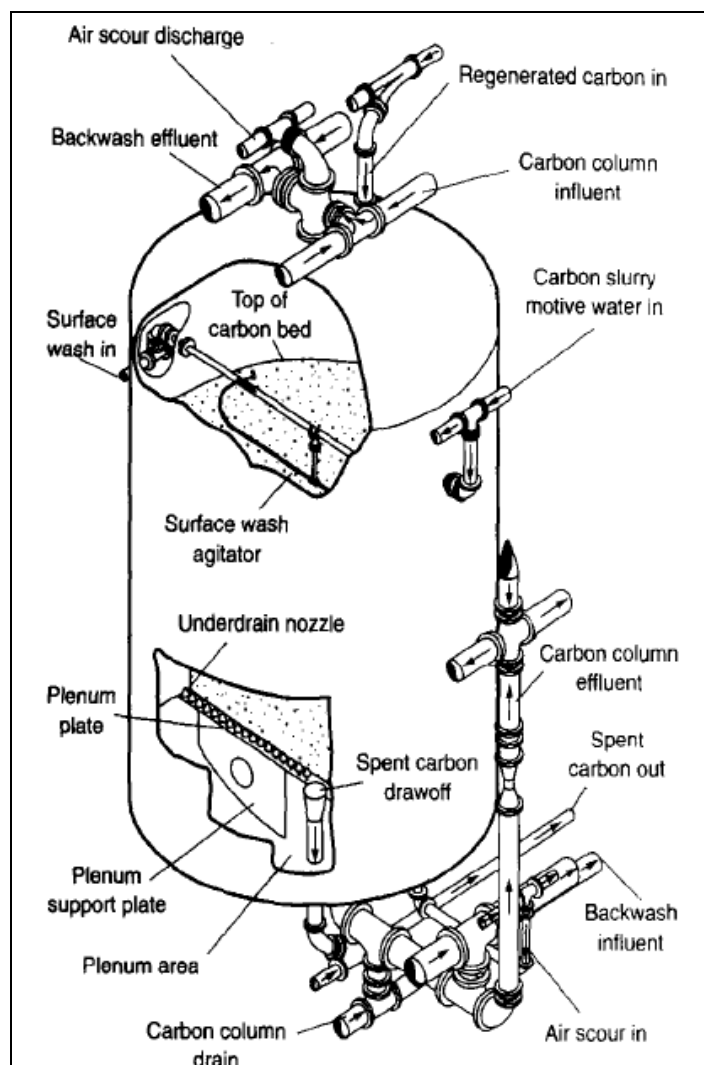
تعتبر عملية الكربون المنشط أحد تطبيقات الامتزاز، وتعتمد فكرة الامتزاز علي ازالة المواد الذائبة في المياه عن طريق الالتصاق علي سطح مادة صلبة، ويكون الكربون المنشط هو أحد أشهر المواد الصلبة المستخدمة بسبب المساحة السطحية الكبيرة والتي تتراوح بين (٧٠٠- ١٨٠٠ م^٢/جرام) والتي تزيد من كفاءة عملية الامتزاز بشكل كبير.

ويتوفر الكربون المنشط في صورة حبيبات (GAC) او مسحوق (PAC).

وتزيل عملية الامتزاز بالكربون المنشط بعض الملوثات مثل:

- بعض المواد العضوية الذائبة
- الرائحة
- الطعم
- المواد الغير قطبية (التي لا تذوب في الماء).

ويوضح الشكل رقم (٣-٣٤) الكربون المنشط

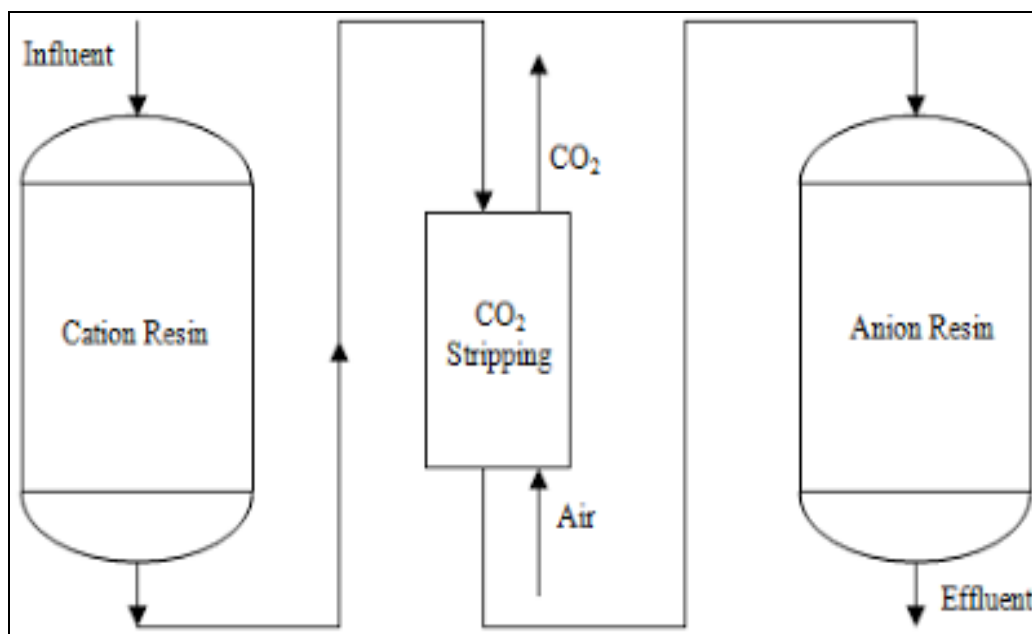


شكل (٣-٣٤) الكربون المنشط

٤- التبادل الأيوني Ion exchange

تستخدم عملية التبادل الأيوني عادة في ازالة بعض المواد الذائبة من مياه الشرب أو الصرف الصحي، عن طريق وضع راتنجات تحتوي علي مركبات قابلة لتبادل الأيونات الموجبة أو السالبة أو كلاهما وذلك للتخلص من بعض المواد الذائبة الغير مرغوب فيها واستبدالها بمواد أخرى لا يوجد ضرر من وجودها.

وتستخدم عملية التبادل الأيوني في المعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحي لازالة بعض المواد مثل النيتروجين، المعادن الثقيلة وتقليل نسبة المواد الكلية الذائبة. ويوضح الشكل رقم (٣-٣٣) عملية التبادل الأيوني في معالجة مياه الصرف الصحي



الشكل رقم (٣-٣٥) عملية التبادل الأيوني في معالجة مياه الصرف الصحي

٥- المرشحات القرصية (Disk Filter)

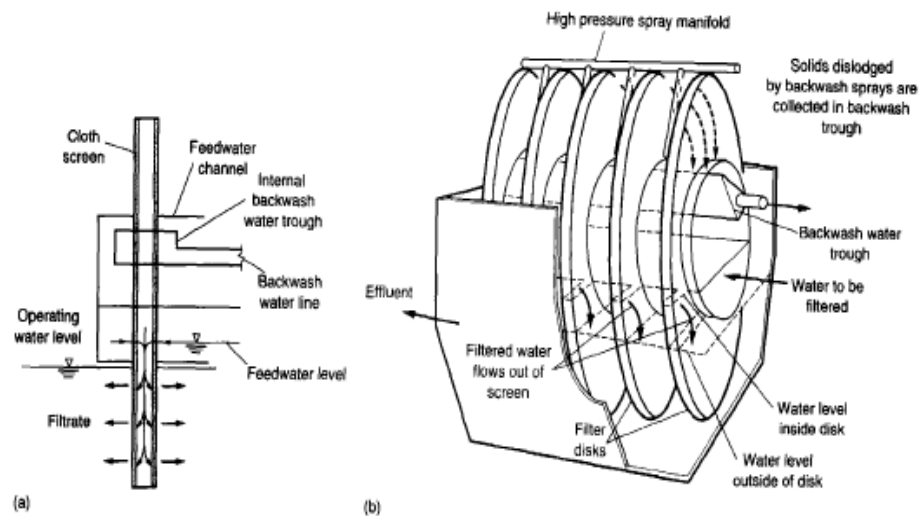
المرشح القرص هو نوع من مرشحات المياه وتنقسم إلي نوعين :-

- المرشحات ذات الترشيح من الداخل إلي الخارج :

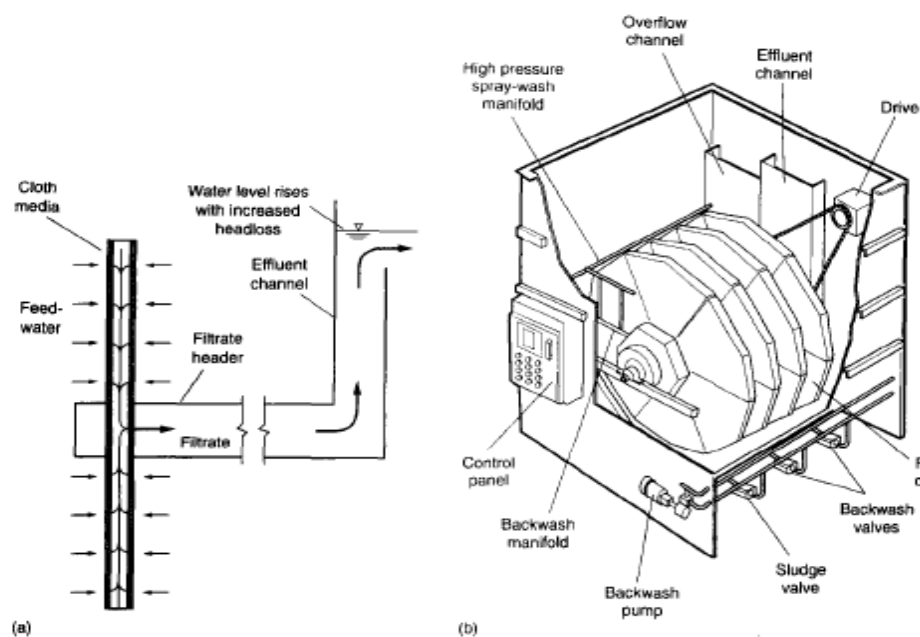
يتم تغذية المياه داخل الأقراص وحجز الشوائب وخروج المياه المرشحة خارج الأقراص كما هو موضح بالأشكال التالية.

- المرشحات ذات الترشيح من الخارج إلي الداخل :

يتم تغذية المياه خارج الأقراص وكذلك حجز الشوائب وخروج المياه المرشحة عن طريق الاسطوانة الداخلية للأقراص كما هو موضح بالأشكال التالية.



رسم يوضح المرشحات ذات الترشيح من الداخل إلى الخارج In - Out



رسم يوضح المرشحات ذات الترشيح من الخارج إلى الداخل Out - In

أسس التصميم: (الترشيح من الداخل إلى الخارج)

- أبعاد فتحة المرشح : ٢٠ - ٣٥ ميكرون
- معدل التحميل (م^٣/م^٢.دقيقة) : ٠,٢٥ - ٠,٨٣
- الفواقد خلال المرشح (مم) : ٧٥ - ١٥٠
- مياه الغسيل (%) (من الانتاج) : ٣% وطبقاً لتوصيات الشركة المصنعة

أسس التصميم فى حالة استخدام : (الترشيح من الخارج إلى الداخل)

- أبعاد فتحة المرشح : ١٠ ميكرون
 - معدل التحميل (م^٣/م^٢.دقيقة) : ٠,١٠ - ٠,٢٧
 - الفواقد خلال المرشح (مم) : ٥٠ - ٣٠٠
 - مياه الغسيل (%) (من الانتاج) : ٣% وطبقاً لتوصيات الشركة المصنعة
- يجب أن تكون كل وحدة كاملة (تجميع واختبار المصنع) وتشمل علي جميع المواسير الداخلية والأسلاك، المرشحات القرصية مع الأغشية، نظام الغسيل العكسي، نظام إزالة المخلفات الصلبة، المحرك، المكونات الكهربائية الداخلية بحيث يشتمل كل مرشح القرص بحد أدنى على ما يلى:-

- مرشح من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦ أو البوليستر
- عامود الأقراص يكون من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦
- المحرك ومنظومة الحركة يجب أن تكون من النوع متغير السرعة VSD.
- منظومة الغسيل العكسي شاملة الفوانى والمواسير والمحابس الخاصة بها.
- محبس تفريغ عادم الغسيل للمرشح كامل بالمشغل.
- هدارات ضبط المنسوب.
- لوحة التشغيل الكهربائية.
- جميع الملحقات للمهمات المذكورة بهاليه.

خزان المرشح

- يجب أن يكون خزان المرشح من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦ وبسمك لا يقل عن ٤ مم او من الخرسانة
- يجب تغطية الخزان بغطاء من سبيكة الألمونيوم لأعمال الصيانة مع سهولة رفع الغطاء ومزود بمقابض.

العامود

- يتم تثبيت الأقراص بالأغشية على العامود.
- جميع الملحقات الداخلية تصنع من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦.

تجميع المرشح القرصى

- يكون الهيكل من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦ وكذلك العوارض ويكون تثبيت الأغشية بما يسمح بأعمال الصيانة والفك والتركيب.
- يجب توفير حاكم تسريب بين حافة نصف القرص وجوانب المرشح بمنطقة الترشيح وتكون تلك الحواكم من الـ Silicon Rubber

منظومة الغسيل

- تكون مواسير الغسيل من الصلب الذى لا يصدأ درجة ٣١٦ وتكون الأقطار طبقاً لتوصيات الشركة المصنعة مع الإلتزام بالمحددات التصميمية للسرعات بالمواسير.
- تكون ظلمبات الغسيل من النوع الطارد المركزى ذات تصرف المناسب طبقاً لتوصيات الشركة المصنعة.

(Sludge Treatment)

١٢ - معالجة الحمأة

تمر عملية معالجة الحمأة بمراحل ثلاثة هي:

١- التركيز (Thickening)

٢- التثبيت (Stabilization)

٣- فصل المياه (Dewatering)

و يراعى في جميع عمليات المعالجة تأثير المياه الزائدة من عمليات معالجة الحمأة و المعادة Supernatant الي مدخل اعمال المعالجة علي خصائص المياه الداخلة لوحدات المعالجة البيولوجية حيث تتميز بقلّة التصريف و ارتفاع تركيز الاحمال العضوية و المواد العالقة و لذا يلزم علي المصمم اما تقديرها او اعتبارها حوالي ١٠% من الحمل العضوي الداخل للمعالجة الثانوية.

(Thickening)

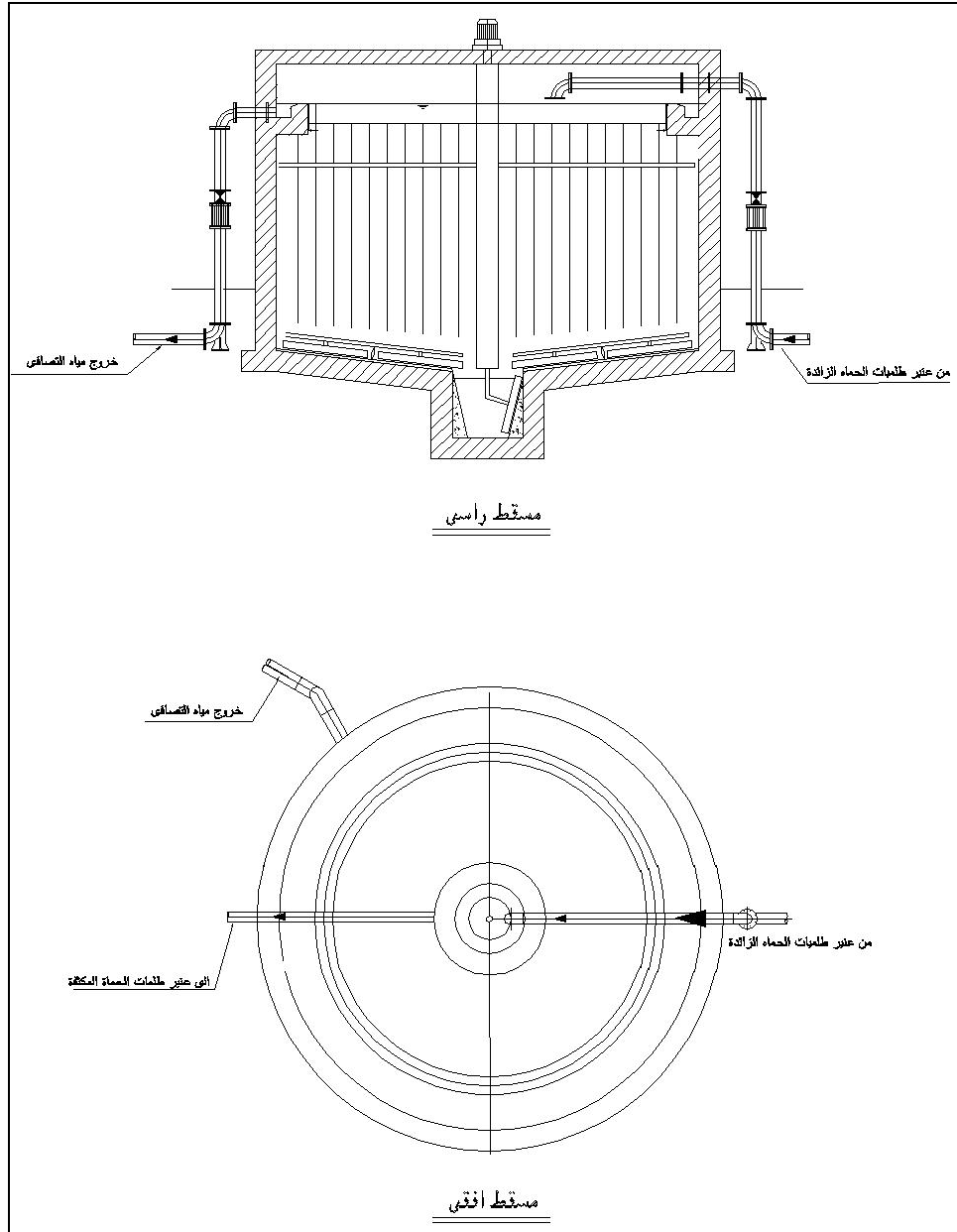
١- تركيز الحمأة

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

(Thickeners)

١-١ أحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية

وفى هذه الأحواض تستخدم أذرع لتقليب الحمأة ببطء ينتج عنه فصل للمياه وزيادة تركيز المواد الصلبة العالقه فى الجزء الأسفل من الحوض نتيجة أن كثافة المواد الصلبة أكبر من كثافة الماء ويتم نزح المياه الموجودة فى الجزء العلوي من الحوض وإعادتها الى مدخل المحطة والشكل رقم (٣٦-٣) يوضح حوض تركيز الحمأة الميكانيكي.



شكل (٣-٣٦) أسس التصميم لأحواض تركيز الحمأة بالجاذبية الأرضية (Thickeners)

- مدة المكث:

تتراوح بين ١٢-٤٨ ساعة وعادة فى الأجواء الحارة تؤخذ ١٢ ساعه

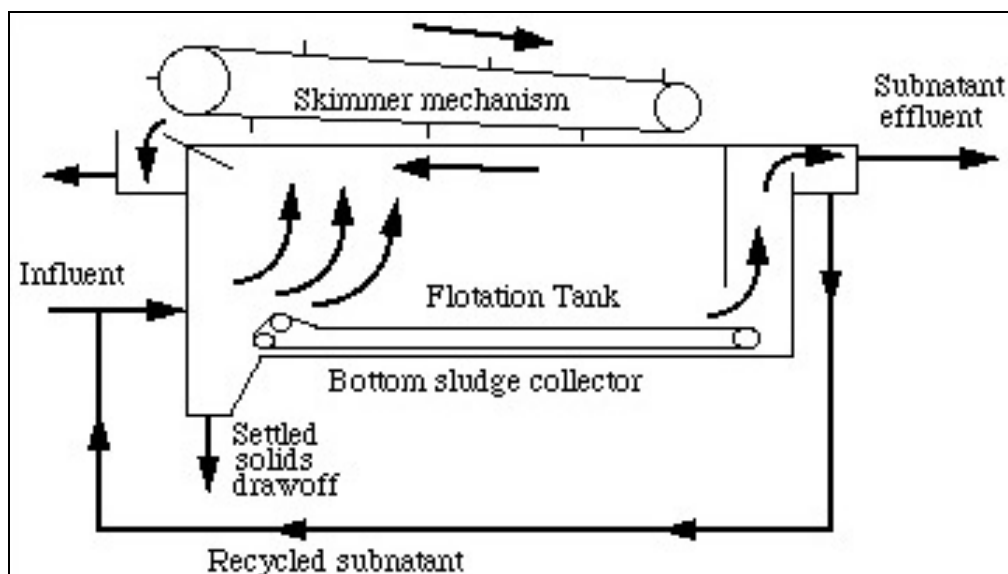
معدل التحميل السطحي:

- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب ابتدائي (١٠٠ - ١٥٠) كجم مواد صلبة / م^٢ / يوم

- حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات تلامس بيولوجية (٤٠-٥٠) كجم مواد صلبة/ م^٢/ يوم
 - حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب احواض حمأة منشطة (٢٠-٣٠) كجم مواد صلبة / م^٢/ يوم
 - حمأة مجمعة من أحواض ترسيب ابتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب أحواض حمأة منشطة (٢٥-٧٠) كجم مواد صلبة / م^٢/ يوم.
 - حمأة مجمعة من أحواض ترسيب ابتدائية + حمأة مجمعة من أحواض ترسيب نهائية تعقب مرشحات زلطية (٦٠-١٠٠) كجم مواد صلبة / م^٢/ يوم.
- سرعة دوران الأذرع: تؤخذ بحيث لا تزيد السرعة الخطية عند محيط الحوض عن ٣ م/الدقيقة
- عمق المياه / يتراوح من ٢,٥ - ٣,٥ م
- ميل أرضية الحوض : ٦/١ أو ٤/١
- ماسورة سحب الحمأة : لا يقل قطرها عن ٢٠٠مم

٢-١ أحواض التعويم باستخدام الهواء (Air Flotation Thickeners)

تستخدم هذه النوعية من الاحواض فى محطات المعالجة الكبيرة وينتج منها كمية من الحمأة كبيرة ويتم فى هذه الاحواض إستخدام فقائيع من الهواء بحجم معين والشكل رقم (٣-٣٧) يوضح نظام التعويم الهوائى.



شكل (٣-٣٧) نظام التعويم الهوائي

١-٢-١ أسس التصميم

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

ويراعي الآتي :

- خلط مياه من غرفة الضغط مع الحمأة الخام قبل إدخالها لأحواض التعويم الهوائي .
- بعد إدخال الحمأة لأحواض التعويم ونتيجة لتخفيف الضغط عليها تطفو المواد الصلبة العالقة نتيجة تشبعها بالهواء وقلة وزنها الحجمي وتكون الحمأة الطافية التي يتم تجميعها باستخدام نظام لتجميع الخبث كما هو موضح بالرسم المرفق.
- يمكن تحسين كفاءة التشغيل لنظام التعويم الهوائي بإضافة المواد الكيميائية مثل كبريتات الألومنيوم والبوليمرات التي تساعد على زيادة كفاءه فصل المواد الصلبة والتي قد تصل نسبتها من ٩٠ - ٩٨٪.

٣-١ احواض خلط الحمأة قبل أحواض التركيز (Blending tanks)

يتم استخدام حوض الخلط (Blending tank) في حالة خلط الحمأة الناتجة من الترسيب الابتدائي والحمأة الناتجة من المعالجة الثانوية بأنواعها للحصول علي حمأة متجانسة، ويعتبر

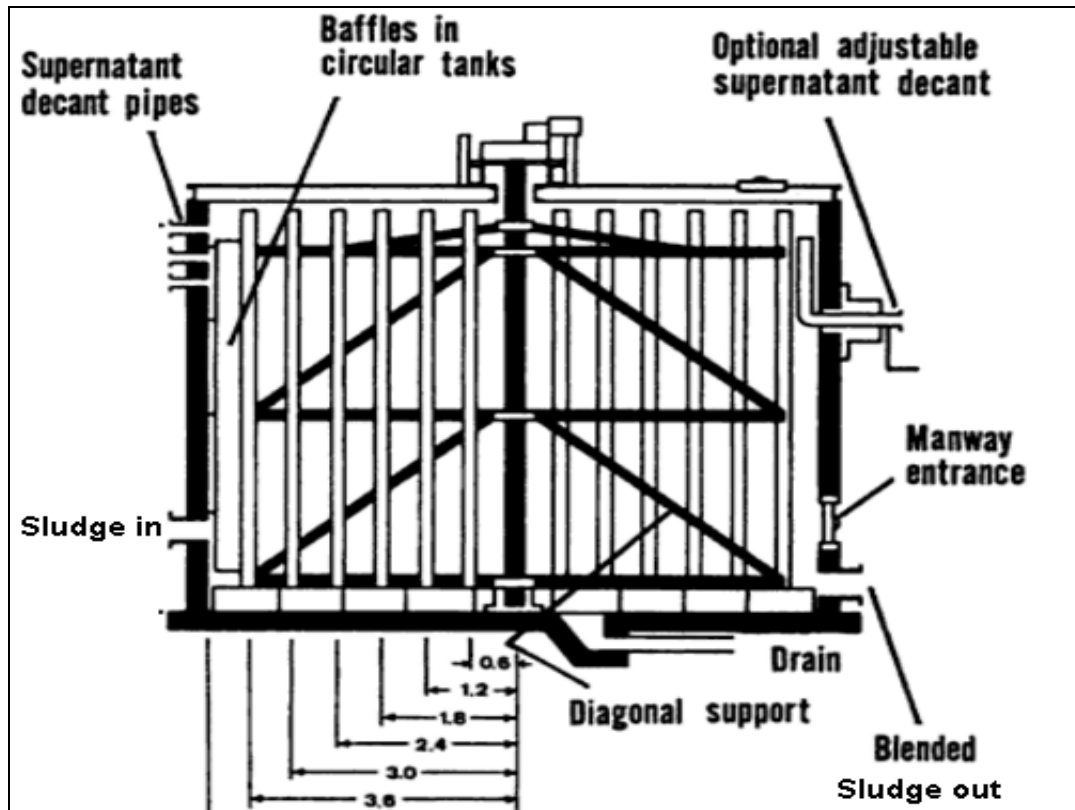
حوض الخلط مكان ملائم لاضافة مواد لتعديل الأس الهيدروجيني للحمأة أ/و إضافة مواد الترويب في حالة الحاجة الي ذلك.

ويتم استخدام قلاب لتقليب الحمأة للحصول على التجانس المطلوب ومنع حدوث ترسيب في الحوض.

أسس التصميم

- زمن البقاء: ١.٥ - ٢ ساعة
- عمق الحوض: ٢.٥ - ٣.٥ متر

ويوضح الشكل رقم (٣-٣٨) حوض خلط الحمأة



شكل (٣-٣٨) حوض خلط الحمأة

١-٤ تصميم مواسير الحمأة

يجب مراعاة الاعتبارات الآتية أثناء تصميم مواسير الحمأة، نظراً لاختلافها عن المواسير التي تنقل مياه في إمكانية حدوث ترسيب في المواسير.

- يجب ألا يقل قطر المواسير تحت ضغط عن ١٥٠ مم.

- يجب ألا يقل قطر المواسير بالانحدار عن ٢٠٠ مم.

- يفضل تطبيق معادلة (Bingham) لحساب الفواقد في مواسير الحمأة وهي كما يلي:

$$\frac{h}{L} = \frac{16s_y}{3D\rho g} + \frac{32\eta V}{\rho g D^2}$$

ويتم تطبيق المعادلة في حالة (Laminar flow) ويتحقق ذلك في حالة أن سرعة سريان الحمأة أقل من أو تساوي السرعة المحسوبة من المعادلة التالية:

$$V_{lc} = \frac{1000\eta + 1000\sqrt{\eta^2 + s_y \rho D^2 / 3000}}{D\rho}$$

حيث:

h = headless in the pipe, m

L = pipe length, m

s_y = yield stress of the sludge, N/m²

ρ = sludge density, kg /m³

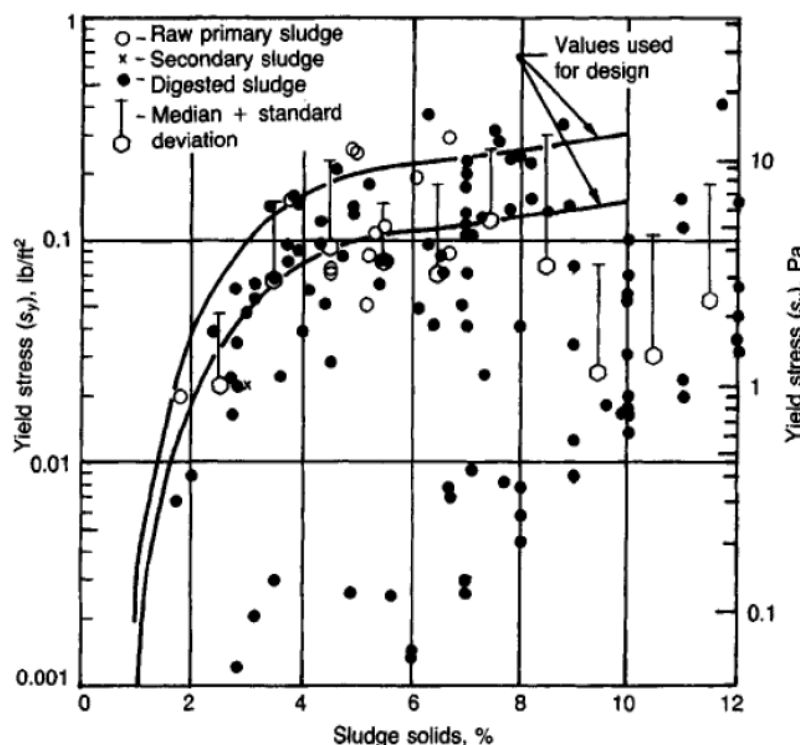
D = pipe diameter, m

g= gravitational acceleration, 9.81 m/s²

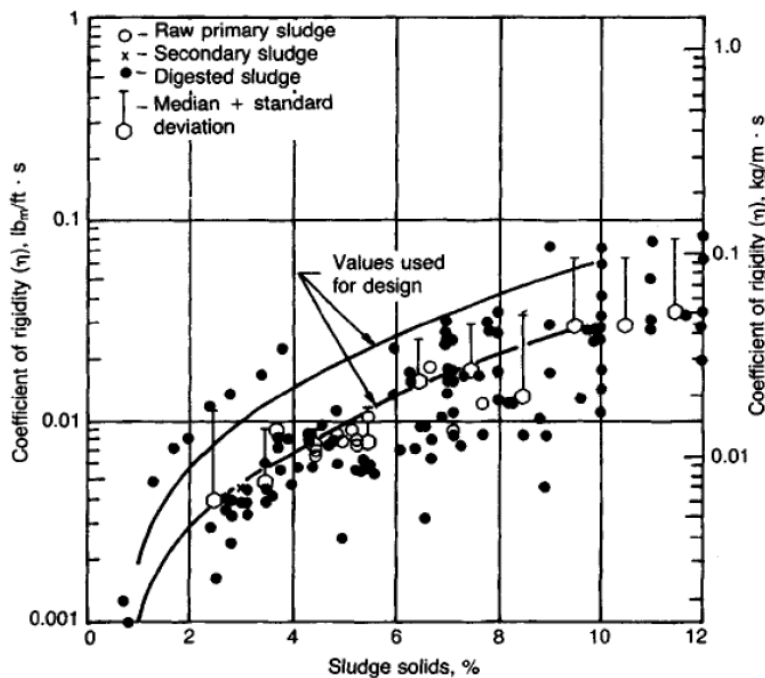
η = coefficient of rigidity, kg/(m.s)

V = flow velocity, m/s

ويتم تحديد قيم (s_y) و (η) من المنحنيات الآتية:



شكل (٣-٣٩) منحنى العلاقة بين نسبة تركيز الحمأة و المعامل (Sy)



شكل (٣-٤٠) منحنى العلاقة بين نسبة تركيز الحمأة و المعامل (η)

في حالة تطبيق معادلة هازن ويليامز (Hazen- Williams) يتم تغيير قيم معامل الخشونة
(C) حسب تركيز الحمأة طبقاً للجدول التالي

قيمة معامل الخشونة الأصلي (C)				تركيز الحمأة (%)
١٤٠	١٣٠	١٢٠	١٠٠	
١٤٠	١٣٠	١٢٠	١٠٠	٠
١٢٩,٥	١٠٧,٩	٩٩,٦	٨٣	١
١١٠,٨	٩٢,٣	٨٥,٢	٧١	٢
٩٣,٦	٧٨	٧٢	٦٠	٣
٨٢,٦٨	٦٨,٩	٦٣,٦	٥٣	٤
٧٣,٣٢	٦١,١	٥٦,٤	٤٧	٥
٦٥,٥٢	٥٤,٦	٥٠,٤	٤٢	٦
٥٧,٧٢	٤٨,١	٤٤,٤	٣٧	٧
٥١,٤٨	٤٢,٩	٣٩,٦	٣٣	٨
٤٥,٢٤	٣٧,٧	٣٤,٨	٢٩	٩
٣٩	٣٢,٥	٣٠	٢٥	١٠

٢- تثبيت الحمأة (Sludge Stabilization)

٢-١ التثبيت اللا هوائى (التخمير اللا هوائى):

تعرف عملية التخمير اللا هوائى بأنها عملية تثبيت وأكسدة للمواد العضوية فى الحمأة بمعزل عن الأكسجين. وخلال عملية التخمير يتم تحليل المواد العضوية الصلبة والمركبات العضوية الذائبة وتحولها إلى غازات وينتج عن هذه المجموعة من التفاعلات حمأة مثبته ذات تركيز عالي فى المواد غير العضوية، ولا يتم تثبيت كل المواد العضوية فى خلال عمليات التفاعل وذلك نظراً لوجود بعض المواد العضوية المعقدة والتي يصعب تحليلها .

وتنقسم أنواع المخمرات الى نوعين:

٢-١-١ حوض تخمير الحمأة التقليدي (ذو المرحلة الواحدة):

فى هذا النوع من احواض التخمير لا يتم خلط الحمأة فى حوض التخمير أو تسخينها وينتج عن ذلك تكون الطبقات التالية:

- طبقة المياه الرائقة السطحية.
- طبقة حمأة فى حالة تخمير نشطه.
- طبقة حمأة تم تخميرها.

أسس التصميم:

يتم حساب حجم حوض التخمير الذي يعمل فى درجات حارة تتراوح بين ٣٠-٣٨°م (Mesophilic) باستخدام المعادلة التالية:

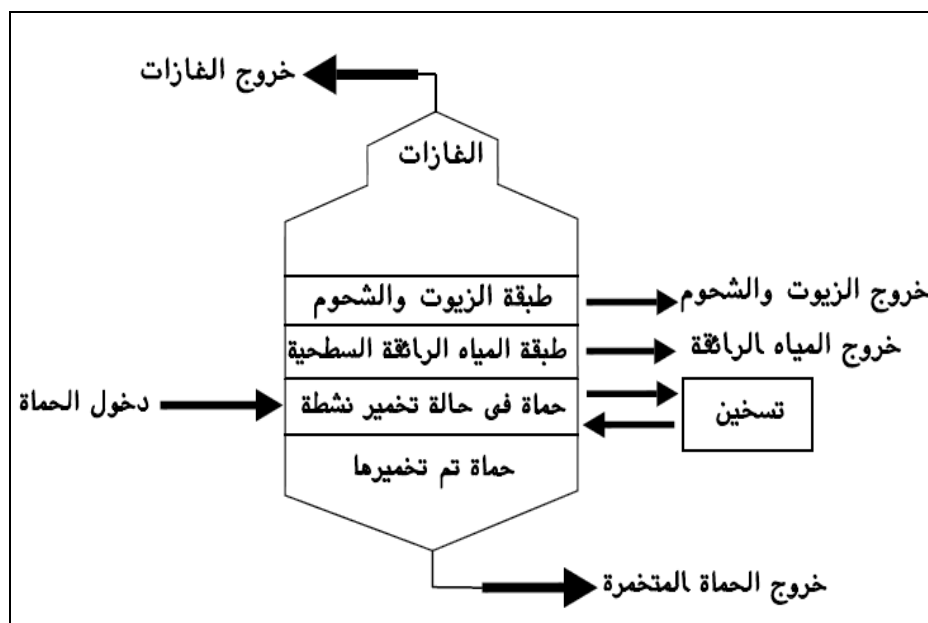
$$V = V_f - 2/3 (V_f - V_{C1}) T_1$$

حيث:

- V = حجم حوض التخمير (م^٣)
- V_f = حجم الحمأة المضافة يومياً (م^٣/اليوم)
- V_{C1} = حجم الحمأة المسحوبه يومياً (م^٣/اليوم)
- T_1 = زمن الهضم من ٢٠-٣٠ (يوم)

ويمكن تخمير الحمأة فى النظام ذو المرحلة الواحدة وتستخدم القيم الموضحة فيما يلي للتأكد من صحة حسابات حجم حوض التخمير:

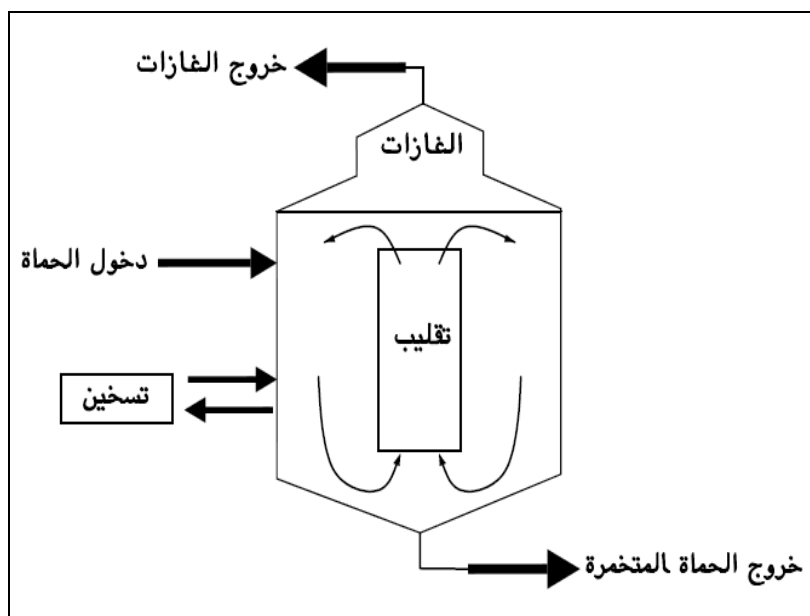
- الحجم المفروض لكل نسمة:
- الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية ٠,٠٥ - ٠,٠٧٥ م^٣
- خليط الحمأة الإبتدائية والبيولوجية ١ - ١,٥ م^٣
- معامل التحميل:
- الحمأة من أحواض الترسيب الابتدائية أو الحمأة المجمعه من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية ٣ - ٧٥ كجم /م^٣/يوم. والشكل رقم (٣-٤١) يوضح حوض تخمير الحمأة التقليدي.



شكل (٣-٣٩) حوض تخمير الحمأة التقليدي

٢-١-٢ حوض تخمير الحمأة ذو المعدل السريع

فى هذا النوع من المخمرات يتم خلط الحمأة فى المخمر خلطا جيدا بطرق ميكانيكية او عن طريق اعادة جزء من الغاز الناتج عن عملية التخمير بعد ضغطه. ويتم تسخين الحمأة بحوض التخمير لجعله يعمل بأقصى كفاءه فى ظروف البكتريا متوسطة الحرارة (البكتريا mesophilic) (٣٠ - ٣٨ درجة مئوية). والشكل رقم (٣-٤٢) توضح حوض تخمير الحمأة ذو المعدل العالي.



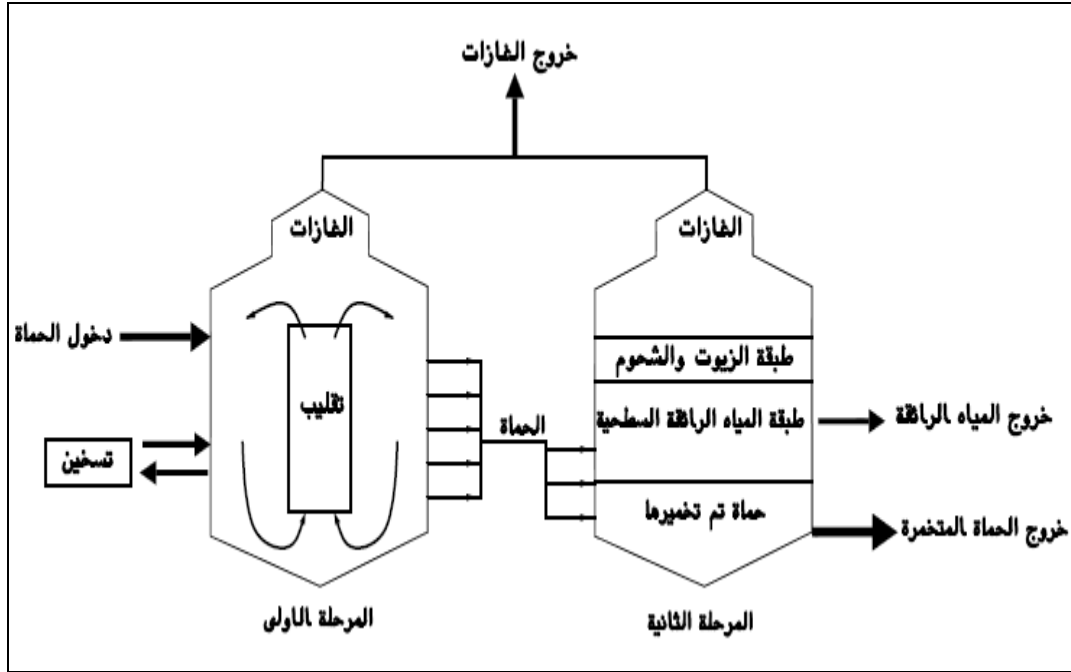
شكل (٣-٤) توضيح حوض تخمير الحمأة ذو المعدل العالي

ويفضل لخفض زمن البقاء بدرجة كبيرة تكثيف الحمأة فى أحواض تركيز قبل دخولها لحوض التخمير وزيادة نسبة المواد الصلبة بها إلى ٤-٦% وفى هذه الحالة يقل زمن البقاء إلى ١٠-٢٠ يوم.

ونتيجة لمزج وخلط محتويات المخمر بصورة مستمرة تتلاشي الطبقات المختلفة فى حوض التخمير مثل:

- طبقة المياه السطحية .
- طبقات الحمأة غير النشطة .

مما يتطلب فصل كميته من المياه عن الحمأة من وقت لآخر لزيادة تركيز المواد الصلبة بالحمأة التى يتم سحبها بمعدل معين لتخرج من حوض التخمير ذو المعدل السريع الى احواض تكثيف او احواض تخمير من النوع التقليدى كمرحلة ثانيه (حوض التخمير السريع ذو المرحلتين شكل (٣-٤٣).



شكل (٣-٤) حوض التخمر السريع ذو المرحلتين

أسس التصميم:

حجم حوض التخمر:

$$V_1 = V_f - T_h$$

$$V_{11} = V_f + \frac{2}{3} (V_f - V_d) T$$

حيث

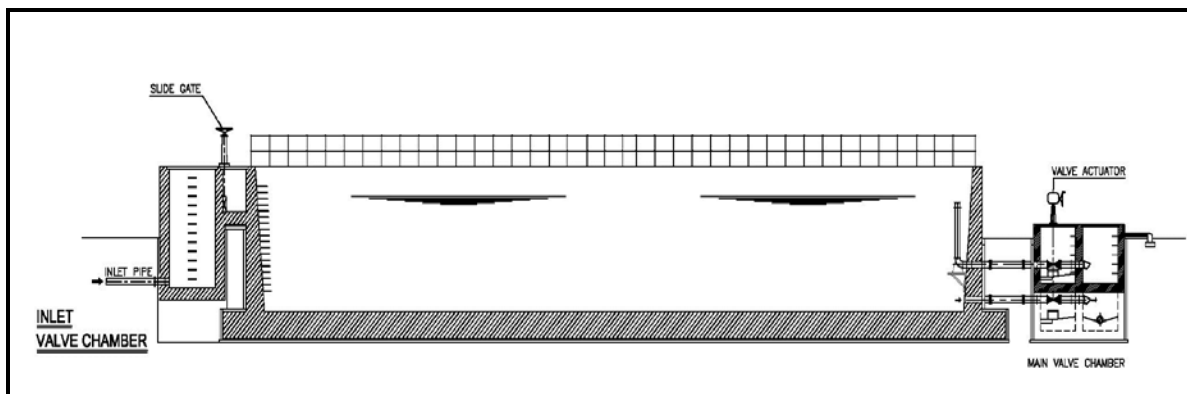
- V_1 = حجم حوض التخمر المرحلة الأولى (م^٣)
- V_{11} = حجم حوض التخمر المرحلة الثانية (م^٣)
- V_f = حجم الحمأة المضافة يومياً (م^٣/اليوم)
- V_d = حجم الحمأة المسحوبة يومياً (م^٣/اليوم)
- T = (مدة المكث فى المرحلة الثانية (عادة حوالي ١٠ يوم)
- T_h = مدة المكث فى حوض التخمر المرحلة الأولى من ١٠-٢٠ يوم)

- يستخدم الشكل التقليدي لحوض التخمر الدائري بأقطار تتراوح بين (٦-٥٥م)

- عمق المياه فى حدود من ٤,٥ - ٦ م ويجب الا يزيد هذا العمق عن ٩ م
- لا يقل الارتفاع فوق سطح المياه وحتى سطح الغطاء عن ٠,٨ م.
- يقدر معدل الانتاج اليومي للغاز بمتوسط قدره ٠,٩ م^٣/كجم من المواد العضوية الطيارة المتحللة.
- يصمم قاع حوض التخمر بشكل مائل بحيث لا تقل نسبة الميل عن ١:١٢ وذلك لتسهيل سحب الحمأة.
- يصمم غطاء حوض التخمر فى شكل ثابت من الخرسانة المسلحة على شكل قبة أو مخروط أو سطح أفقي ، أما الغطاء المتحرك فيكون من الصلب ويجب أن يسمح للغطاء بالتحرك على طول مسافة تقدر بـ ١,٢ - ٢ م ويتم سحب الغاز المنتج من فتحات خروج مركبه على مسافة ١ م من سطح المياه ويزود غطاء حوض التخمر بعدد من فتحات الصيانة والتي لا تقل عن فتحتين ويجب الا يقل قطر الفتحة عن ٠,٧٥ م وذلك لتسهيل أعمال الصيانة
- بالنسبة لأحواض التخمر الكبيره والتي يزيد قطرها عن ٢٥ م تزود بعدد أربع فتحات للصيانة على الأقل وتستخدم هذه الفتحات لفصل الخبث الطافي
- قطر مواسير نقل الحمأة لا تقل عن ٢٠٠ مم وتتراوح سرعة الحمأة فى المواسير بين ١,٥ - ٢,٥ متر / ثانية
- مواسير الغاز تكون من الحديد الزهر أو الحديد المجلفن أو الصلب المجلفن ويتم ربط المواسير بإستعمال الفلانشات اذا كان قطر الماسورة أكبر من ١٠٠ مم وفي حالة استخدام مواسير أقل من ١٠٠ مم يتم لحام المواسير، وتربط المواسير المدفونة تحت سطح الأرض بإستعمال وصلات ميكانيكية.

٢-٢ حوض تخمر الحمأة الهوائي

ويطبق عادة عند إستخدام نظام الحمأة المنشطة فى المعالجة البيولوجية فى محطات المعالجة الصغيرة (استخدام الحمأة المخلوطة من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية أو الحمأة الناتجة من احواض الترسيب النهائية فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية فقط ويستخدم فى عملية التخمر نظام تهوية بأستخدام نواشر الهواء أو بأستخدام هوايات سطحية والشكل رقم (٣-٤) يوضح حوض التخمر الحمأة الهوائي.



شكل (٣-٤) حوض تخمير الحمأة الهوائي

١-٢-٢ أسس التصميم

$$\psi = \frac{Q x_i}{x(K_d P_v + \frac{1}{\theta})}$$

- x_i : influent S.S.
- x : digester S.S.
- K_d : Reaction rate (0.02 --- 0.14 d^{-1})
- P_v : volatile fraction of digester S.S. = 0.8
- θ : Sludge retention time

- معدل التحميل السطحي : $٦-٤ \text{ م}^٣/\text{م}^٢/\text{يوم}$
- عمق الحمأة بحوض التخمير: $٦-٣$ متر
- زمن المكث : $١٠ - ١٢$ يوم
- زمن بقاء الحمأة Sludge retention Time : $٤٠ - ٦٠$ يوم طبقاً لدرجة الحرارة
- تركيز الحمأة الداخل علي حوض التخمير = $١,٥ - ٣,٥ \%$
- كفاءة تثبيت المواد العضوية = $٣٥ - ٥٠ \%$
- تركيز الاكسجين بمكونات المخمر = أكبر من او يساوي ١ ملجم/لتر
- كمية الاكسجين المستهلك =

- Cell Tissue = $2.3 \text{ Kg O}_2/\text{Kg Vss destroyed}$
- BOD_5 in primary sludge = $1.6 - 1.9 \text{ Kg O}_2/\text{Kg Vss destroyed}$
- $\text{VSS}/\text{BOD} = 50\%$

• كمية الاكسجين اللازمة للخلط

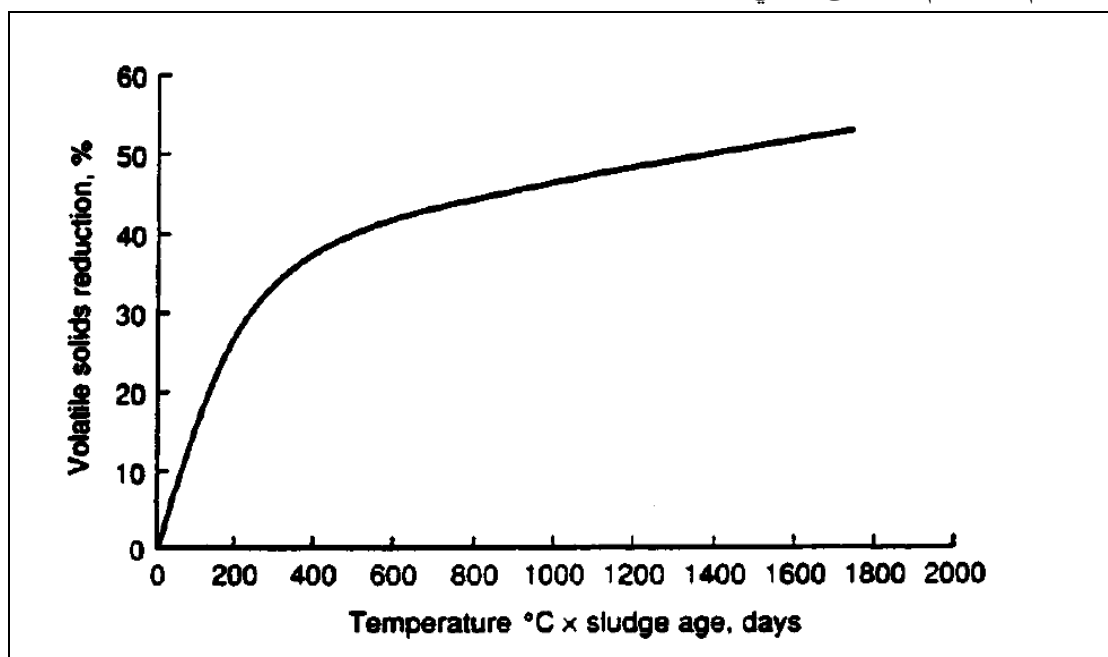
- Mechanical aerators/mixer $20 - 40 \text{ Kw}/10^3 \cdot \text{m}^3$
- Diffused air mixing $0.02-0.040 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^3$

• أبعاد الخزان :

- عمق في حالة نوافخ الهواء = $4,5 - 7,5 \text{ م}$
- العمق في حالة الهوايات السطحية = $3 - 6 \text{ م}$
- قطر الخزان : $12 - 45 \text{ م}$

• في حالة مستطيل :

- العرض : العمق = $1:1 - 1:2,2$
 - الطول : العرض أكبر من ويساوي $5 : 1$
- ويتم استخدام المنحنى التالي لتحديد عمر الحمأة



٣- فصل المياه من الحمأة (Sludge Dewatering)

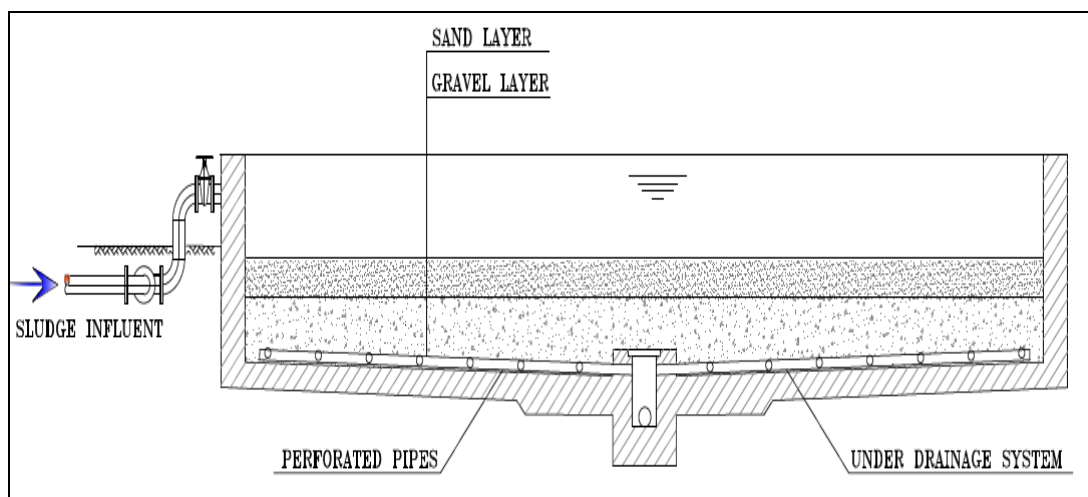
تحتوي الحمأة المخمره على نسبة مياه تصل إلى حوالي ٩٠٪ لذلك تستخدم طرق أخرى لفصل كمية أكبر من المياه وزيادة تركيز الحمأة.

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

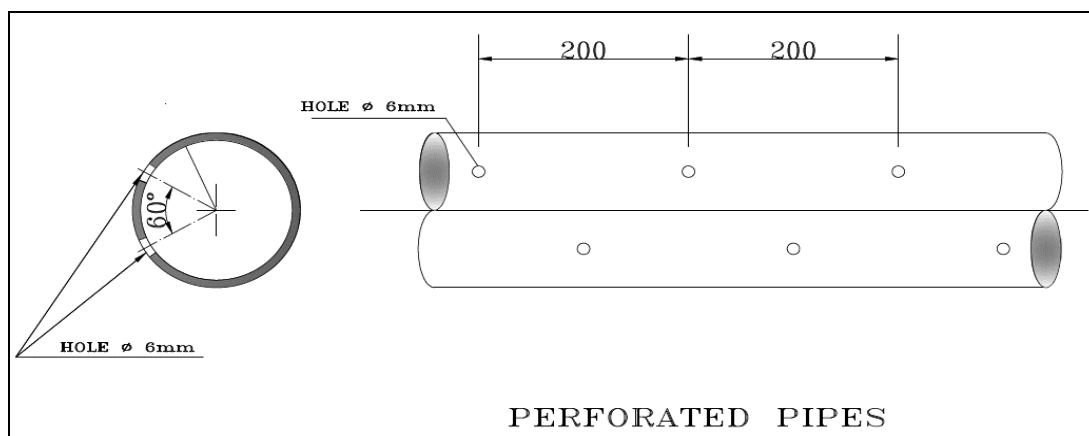
هذا مع العلم أن الظروف المناخية فى أنحاء البلاد تلائم نظام أحواض التجفيف والتي يمكن تشغيلها بصورة إقتصادية عند توافر الأرض اللازمة لإنشائها.

٣-١ أحواض تجفيف الحمأة

يتم تجفيف الحمأة فى هذه الطريقة بطريقة الغمر بتوزيعها على أحواض بها طبقة من الرمل تملأ طبقة من الزلط وينشأ عن ذلك تسرب المياه الموجوده فى الحمأة خلال الطبقة الرملية بالإضافة إلى البخر و يوضح الشكل رقم (٣-٤٥) و (٣-٤٦) أحواض تجفيف الحمأة والمواسير المثقبة على الترتيب.



شكل (٣-٤٥) أحواض تجفيف الحمأة



شكل (٣-٤) المواسير المثقبة في أحواض التجفيف

٣-١-١ مكونات الوحدة:

- طبقة الزلط : يبلغ عمق طبقة الزلط من ١٥ - ٣٠ سم ويكون الزلط متساوي الحجم من ٣-٦ مم ويوزع الزلط فوق شبكة تصريف المياه بارتفاع لا يزيد عن ١٥ سم للطبقة الواحدة.
- طبقة الرمل : يجب أن تكون طبقة الرمل نظيفه ويكون متوسط حجم حبيباته من (٠,٥ - ٠,٧٥ مم) ويتراوح عمق الطبقة الرملية بين ١٥-٣٠ سم ويجب تسوية السطح العلوي للطبقة الرملية.
- شبكة الصرف : تنشأ شبكة 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 أو الخرسانة بارتفاع ٤٠ سم على 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.

٣-١-٢ أسس التصميم

- سمك طبقة الحمأة الواحدة يتراوح من ١٠-١٥ سم.
- مده المكث (الفترة الزمنية لطبقة الحمأة قبل غمرها بطبقة أخرى ٤-٧ أيام) حسب درجات الحرارة.
- مساحة أحواض التجفيف تؤخذ ضعف المساحة التصميمية بغرض التجفيف وتفريغ الأحواض الا اذا لم تتوافر المساحة فتؤخذ باكبر مساحة متاحة.
- يتم إنشاء طرق بين الأحواض لزوم أعمال تفريغ وتحميل الحمأة.
- مياه التصريف:
- يجب اعاده مياه التصريف إلى أحواض الترسيب الابتدائية.

٣-٢ فصل المياه باستخدام المعدات الميكانيكية (Mechanical Dewatering)

عند استخدام المعدات الميكانيكية لفصل المياه من الحمأة لابد من استخدام المواد المروية (Coagulants) سواء كانت بوليمرية أو كيميائية.

ويستخدم لذلك عدة طرق منها:

- ١- مرشحات الحمأة التى تعمل بالتفريغ Vacuum filters.
- ٢- مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter press).
- ٣- جهاز الطرد المركزي (Centrifuge).

٣-٢-١ مرشحات الحمأة التى تعمل بالتفريغ: (Vacuum filters)

تتكون من اسطوانه دواره مركب عليها نسيج ترشيحي (Filter media) يتم تصنيعه من إحدى المواد الآتية:

- الصوف - التيل - اللباد - الألياف الصناعية - البلاستيك.

- شبكة من الصلب الغير قابل للصدأ.
- لفائف من اليايات الصلب الغير قابل للصدأ.

بالإضافة إلى الأجزاء الآتية:

- مضخات التفريغ الهوائي .
- مضخات المياه المرشحه.
- مصائد الرطوبه.
- حوض المياه المرشحه.
- سير دوار (Belt conveyor) لنقل الحمأة بعد فصل المياه منها.
- شبكة مواسير وصمامات لنقل الحمأة والمياه المرشحه.

٣-٢-١-١ أسس التصميم

أ- معدل الترشيح

يستخدم معدل ترشيح يساوي ١٥ كجم/م^٢/ساعة

ب- سرعة الاسطوانة

- (٧-٤٠) لفة / ساعة

- ضغط التفريغ = ٥٠٠ - ٦٥٠ مم زئبق

- عدد ساعات التشغيل:

• ٣٠ ساعة / اسبوع فى محطات المعالجة الصغيرة > ٥٠٠٠ م^٣/يوم.

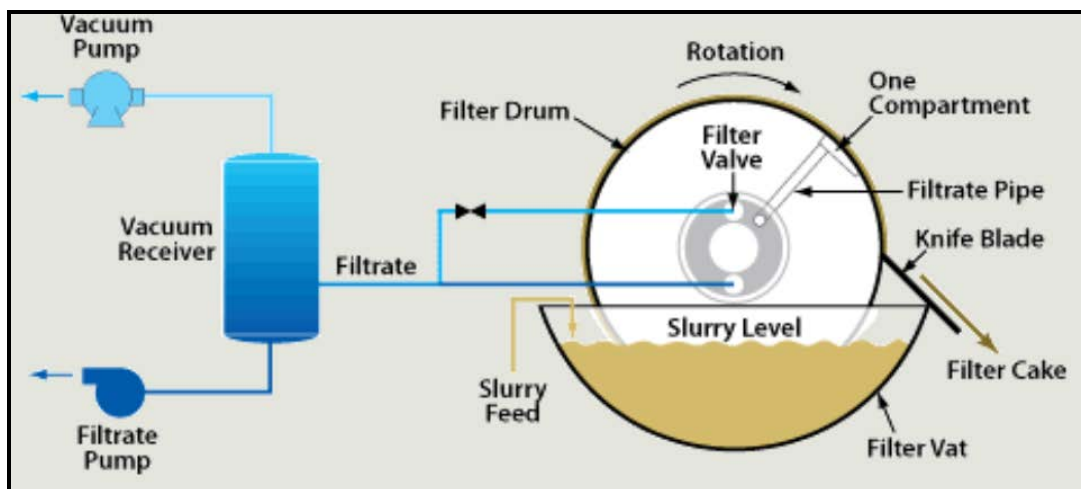
• ٢٠ ساعة / يوم فى المحطات الكبيره.

- نسبة الرطوبة فى الحمأة المرشحه:

• ٨٠٪ فى الحمأة الخام

• ٧٠٪ فى الحمأة المخمره

والشكل رقم (٣-٤٧) يبين مرشح الحمأة الذي يعمل بتفريغ الهواء



شكل (٣-٤٧) مرشح الحمأة الذي يعمل بتفريغ الهواء

٢-٢-٣ مرشحات الحمأة التى تعمل بالضغط (Filter Press)

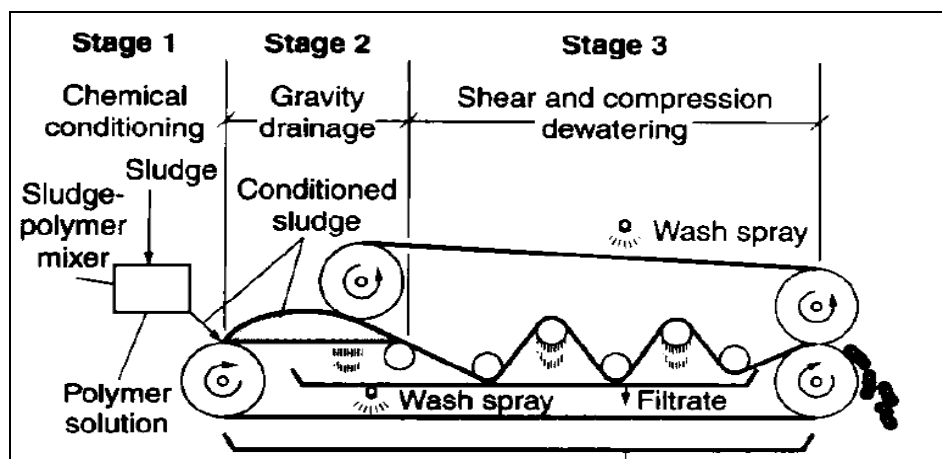
١-٢-٢-٣ مكونات الوحدة

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

٢-٢-٣ أسس التصميم

- يعمل المرشح تحت ضغط يساوي ٤-١٢ كجم/سم^٢.
- زمن دورة التشغيل ١-٣ ساعة.
- نسبة الرطوبة بعد الترشيح حوالى ٧٠٪.

والشكل رقم (٣-٤٨) يبين مرشح الحمأة الذي يعمل بالضغط.



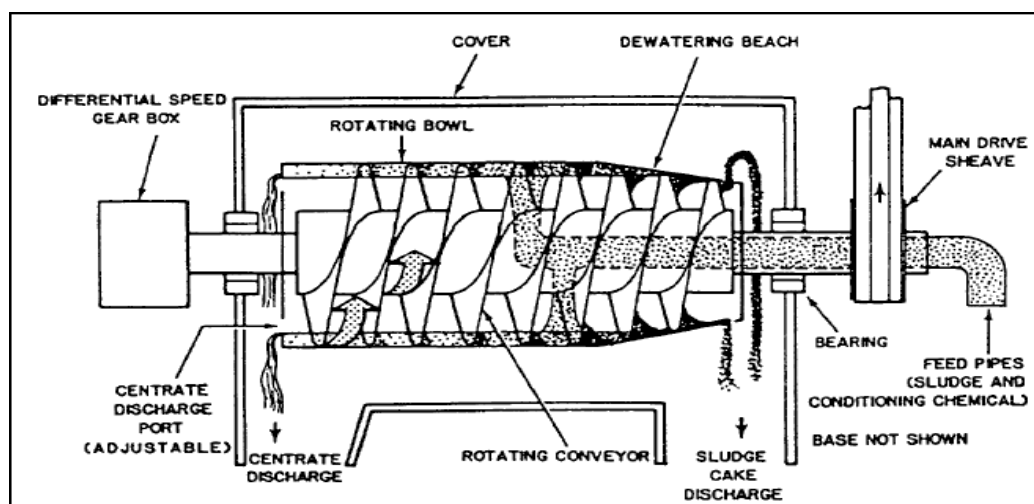
شكل (٣-٨) مرشح الحمأة الذي يعمل بالضغط

(Centrifuge)

٣-٢-٣ جهاز الطرد المركزي

يستخدم جهاز الطرد المركزي بكفاءة لتخفيض نسبة الرطوبة للحمأة الناتجة الي حوالى ٧٠ %، وتحتوي المياه المرشحة من أجهزة الطرد المركزي علي نسبة عالية من المواد الصلبة تزيد علي نسبة المواد الصلبة في مياه الترشيح من أحواض التجفيف.

وينجم عن إعادة مياه الترشيح من نظام الطرد المركزي الي وحدات المعالجة الابتدائية زيادة في تركيز المواد الصلبة العالقة في أحواض الترسيب الابتدائي وبالتالي يتسبب في زيادة تركيزها أيضاً في المياه المعالجة. والشكل رقم (٣-٩) يبين نظام نزح المياه ميكانيكياً بإستخدام قوي الطرد المركزي.



شكل (٣-٩) نظام نزح المياه ميكانيكياً بإستخدام قوي الطرد المركزي

الفصل الرابع: التصميم الميكانيكي

الفصل الرابع التصميم الميكانيكي

١. المصافي الميكانيكية

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

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

١-١ أسس التصميم

هناك عوامل أساسية يجب مراعاتها قبل إختيار نوع (مصافى واسعة أو دقيقة) وتصميم المصافي الميكانيكية وهي:

- تحديد عمق مجري التصفية وعرضها وأقصى منسوب للمياه داخل المجري.
- تحديد كميات التصرف الواردة للمصافي (تصرفات الذروة)
- تحديد مناسيب التشغيل والايقاف للمصافي
- تحديد مستوى التطبيق للمواد العالقه طبقاً للتصميم الهيدروليكي

ويحدد نوع المصافي المستخدمة (تبعاً لزاوية ميل القضبان) وطبقاً لعمق مجري التصفية.

٢-١ أنواع المصافي الميكانيكية

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

١- المصافي الواسعة Corse Screens

٢- المصافي الدقيقة Fine Screens

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

١-٣-١ التصميم الميكانيكي والكهربائي للمصافي

١-٣-١-١ يجب توافر الشروط الآتية عند تصميم المصافي الميكانيكية

- جميع الأجزاء المتحركة تكون فوق أقصى مستوي للمياه فى قناة التصفية فى حدود من ٣٠ - ٥٠ سنتيمتراً ماعدا المصافي الرأسية العميقة ذات الأمشاط المستمرة الحركة والتي تستخدم عند مدخل محطات الرفع.
- يعمل مشط التنظيف للمصفاة **Screen Rake** تحت تأثير دفع هيدروليكي أو قوة زبركية لضمان رفع الشوائب المتجمعة داخل القضبان أثناء العمل
- تكون قضبان المصفاة ذات مسافات بينيه ثابتة (تحدد طبقاً للتصميم الهيدروليكي) ويتم إحكام المسافات بينها داخل إطار لتسهيل الفك والتركيب لهذه القضبان كجزء واحد ويكون الاطار فى القضبان من مادة واحدة .
- يجب أن تكون القدرة المقننة لوحدة الادارة لمجموعة التنظيف أكبر من القدرة اللازمة لادارة المجموعه (المحسوبة) بما لا يقل عن ٥٠٪
- لا تقل درجة التقفيل لمجموعة الحركة عن IP 65 (مضاد للعوامل الجوية)
- تزود المصافي بوسائل الحماية اللازمة للتشغيل الآمن ويشمل ذلك.
- جهاز تحديد العزم Torque Limiting يعمل فى حالة التحميل الزائد للمشط.
- فصل الحركة أوتوماتيكياً عن وحدة الادارة فى حالة وجود إعاقة لمجموعة التنظيف وذلك عن طريق عاكس لاتجاه التحرك.

- يجب ألا تزيد السرعة الخطية لمشط التنظيف عن ٠.٠٥ م / ث

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

- إمكانية ضبط الوضع لمشط التنظيف فى الاتجاهين الأفقي والرأسي.
- موائمة لمحة (Profile) أسنان المشط لقطاع قضبان المصفاة لضمان التطبيع أثناء العمل.
- يتم التنظيف الاتوماتيكي للمشط عند نهاية مشوار التنظيف باستخدام ماسحة (Wiper).
- وجود منزلق Chute لتلقي 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 برفع الكميات الغير عادية من الشوائب على مراحل.

١-٣-٣ الخامات التى تصنع منها مكونات المصافي الميكانيكية

١. مشط التنظيف والمسننات Sprockets والجنزير والدليل وجميع المسامير والصواميل والقضبان والماسحة والمنزلق تكون من الصلب الغير قابل للصدأ Stainless steel ويحدد درجته طبقاً لنوعية المخلفات السائلة والتحليل الكيميائي لها.
٢. الأغشية الخاصة بالأجزاء المتحركة تكون من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ ذات سمك لا يقل عن ٤ مم.
٣. الاطار الخارجي للمصافي 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. مهمات أحواض التخلص من الرمال

١-٢ الغرض من مهمات أحواض التخلص من الرمال

هو كسح وتجميع ورفع الرمال المترسبة فى قاع قنوات الراسب الرملي حيث يتم التخلص من هذه الرمال بعد القيام بغسلها وتصفيته من المياه المسحوبة معها.

ويتم تجميع الرمال عن طريق نظام ميكانيكي يختلف باختلاف تصميم الأحواض حيث يوجد نوعين رئيسيين:-

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

ب- الأحواض الطولية ويتكون النظام الميكانيكي فيها من كوبري 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 أسس التصميم

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

- تحديد عمق قنوات الرمال وعرضها وأقصى منسوب للمياه بداخلها.
- تحديد التصريفات الواردة لقنوات فصل الرمال (تصرفات الذروة).
- تحديد كميات الرمال المتوقعة وذلك لامكانية حساب سعة وأبعاد ووسيلة سحب الرمال من القاع سواء كانت عن طريق نظام مواسير ومحابس أو بواسطة طلمبات رفع.
- تحديد نوع أحواض فصل الرمال (دائرية أو مستطيلة).

٢-٣ شروط التصميم

يتم مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض فصل الرمال.

- يصمم كوبري الزحافة على حمل فى حدود ٥٠٠ كجم/م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل (الأحمال الناتجة عن المعدات المركبة على الكوبري).
- تدار عربتي الجر للكوبري (فى حالة الأحواض المستطيلة) بواسطة محركات كهربية مستقلة لكل عربة بينها إتصال كهربي 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 المستطيلة وإلى مركز الحوض فى حالة الأحواض الدائرية.
- الحركة الفعالة للزحافة تكون خلال مشوار التحرك الأمامي للعربة فى إتجاه بئر التجميع (فى حالة الأحواض المستطيلة) وترفع الزحافة أتوماتيكاً عن قاع القنوات فى مشوار الرجوع.
- تزود قنوات فصل الرمال بهدارات قابلة للضبط وحاجز للخبث والزيوت الطافية .
- تزود كوبرى الزحافة بلوحة تحكم من النوع المقاوم للعوامل الجوية الذي يركب خارج المباني out door مزودة بالحمايات اللازمة ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة .
- يكون تشغيل الزحافات اتوماتيكياً عن طريق مؤقت زمني يحدد وقت ومدته التشغيل (١٠-١٥ دقيقة) على مدي اليوم وعلى أن يزود الكوبري فى حالة الأحواض المستطيلة 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 كوبرى الزحافة بالتيار الكهربي عن طريق كابل معلق مرن محمول على ركائز على طول جانب الكوبري أو عن طريق بكرة كابل تدار كهريباً ترتبط حركتها مع حركة الكوبري (لا يسمح بإستخدام الزنبرك).

- يجب أن يرتبط تشغيل طلمبات رفع الرمال (فى حالة إستخدامها) بحركة كوبري الزحافة حيث تعمل الطلمبات أوتوماتيكياً عند وصول الزحافة إلى ثلثي 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.
- 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 الهيدروليكي ، ويفضل أن تكون مواسير دخول الهواء للأحواض ذات إتصال مفصلي بالخط الرئيسي القادم من الضواغط لامكان رفعها من القنوات لإجراء الصيانة وإعادتها للعمل دون الإخلال بعمل هذه القنوات.

٢-٤ متطلبات التصنيع

تراعي المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات قنوات فصل الرمال

- يزود كوبري الزحافة فى الأحواض الطولية بعدد ٢ عربة جر transition trolleys لكل منها أربعة عجلات إثنين منها متصلة بحركة وحدة الإدارة والإثنين الآخرين تابعة لها ، وتغلف هذه العجلات بمادة مقاومة للإحتكاك.
- يجب ألا يقل عرض ممشي كوبري الزحافة عن ٧٥٠ مم.
- يزود الكوبري بدرابزين على الجانبين من قطاعات الصلب المجلفن أو الألومنيوم بإرتفاع لا يقل عن ١ متر ويتم الربط بين القطاعات بنهايات تجميع stanchions ولا يسمح باللحام ويتم تثبيت الدرابزين بجسم الكوبري عن طريق مسامير الربط
- يزود كوبري الزحافة بعجلات دليل Guide Wheels على جانبي القنوات لمنع الإنزلاق فى أي من الإتجاهين فى المستوي الأفقي.
- تزويد أسلحة الزحافة السفلية بشرائح تأكل من الكاوتش القابل للأستبدال عند البري أو التآكل بسمك لا يقل عن ٨مم وتثبت على حافة سلاح الزحافة بواسطة خوصة صلب قابلة لل فك ويجب الأخذ فى الاعتبار إمكانية إعادة ضبط الشرائح لمقاومة التآكل.
- يزود كوبري الزحافة بكاسحة علوية لكشط الشحوم الطافية مركبة على جانب الحوض تكون مزودة أيضاً بشرائح كاوتش.
- تزويد الكباري بمانع إنزلاق للقدم على جانبي الممش بإرتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم.

٢-٥ الخامات التى تصنع منها مهمات أحواض فصل الرمال

- الهيكل المعدني لكوبري الزحافة وأذرع التعليق من الصلب الكربوني ومعالج ضد العوامل الجوية أو بإستخدام الجلفنة على الساخن او من الصلب الغير قابل للصدأ 316L.
- الكاسحات السفلية والعلوية تصنع من ألواح الصلب المجلفن بسمك لا يقل عن ٤مم وطبقة الجلفنة لا تقل عن ٢٥٠ ميكرون او من الصلب الغير قابل للصدأ تحدد درجته حسب التحليل الكيماوى للمخلفات السائلة.
- هدارات الخروج وحاجز الخبث من ألواح الصلب الغير قابل للصدأ تحدد درجته حسب التحليل الكيماوي للمخلفات السائلة.
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتنبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ يحدد درجته ونوعه طبقاً لظروف التشغيل.

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 بكسح 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 (الحماء) بواسطة مواسير مثبتة فى قاع الحوض تنتهي الى محابس للتحكم فى كمية الماء المستخرجة.

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

وتتكون مهمات أحواض الترسيب أساسا من كوبري ثابت أو متحرك يحمل زحافات مثبت بها كاسحات سفلية وعلوية حيث تتم إدارة الزحافات مركزيا Central drive فى حالة الكوبري الثابت أو بادارة طرفية Peripheral drive للكوبري المتحرك بالنسبة للأحواض المستديرة أو تتم حركة الكوبري 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 الحمأ ووسائل التحكم والحماية لتشغيل الزحافات والمحابس.

١-٣ أسس التصميم

العوامل التى يجب مراعاتها عند التصميم

- تحديد قطر الأحواض (فى حالة الأحواض المستديرة) أو أبعادها (فى حالة الأحواض المستطيلة) وكذلك عمق الأحواض والارتفاع الاقصى للمياه داخل الأحواض وميول الارضية لها.
- تحديد كميات التصريف الواردة للأحواض.
- تحديد مناسب خروج المياه من الأحواض.
- تحديد كميات الحمأ الناتجه وأسلوب سحبها. (متقطع أو مستمر)
- تحديد كميات الخبث من الشحوم والزيوت (فى حالة أحواض الترسيب الابتدائى)

٢-٣ أنواع أحواض الترسيب

تنقسم أحواض الترسيب الى نوعين:

- احواض مستديرة : وهذه بدورها تنقسم الى احواض ذات كوبري ثابت أو كوبري متحرك.
- احواض مستطيلة : وتكون ذات زحافات معلقة على كوبري متحرك أو زحافات طائرة (Flight) مثبتة على جنزير يتم إدارته عن طريق مجموعة حركة مثبتة على الأحواض.

٣-٣ شروط التصميم

- يجب ألا يقل تقدير الحمل الحي Live Load التصميمى لكوبري الزحافة عن ٣٥٠ كجم/م^٢.
- يجب أن يكون تصميم الكاسحات السفلية بحيث يمكن كسح الحمأ 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 الذي قد يوجد فى أرضية الحوض.

- يجب أن يكون صندوق (قمع) تجميع الخبث الطافي ذو حركة أوتوماتيكية مع الكاسحة العلوية بحيث 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 كوبري الزحافة (فى حالة الكباري المتحركة) فى حدود من ٠.٠٣ إلى ٠.٠٥ متر/ثانية.
- يجب ألا يقل عرض ممشي كوبري 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 الكباري والزحافات بلوحة تحكم تحتوي على وسائل الحماية اللازمة ضد زيادة الحمل وذات درجة تقفيل IP65 مقاوم للعوامل الجوية.

٣-٤ متطلبات التصنيع

تراعى المتطلبات الآتية عند تصنيع مهمات أحواض الترسيب:

- تحمل الكاسحات السفلية على مجموعة عجلات دوارة مصنعة من النيوبرين أو البولي إيثيلين 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 تثبيت الكاسحات بأذرع التعليق مباشرة (عن طريق مسامير الرباط أيضا) وبحيث تعمل الكاسحات تحت وزنها.
- تزود الكاسحات السفلية بمساحة من المطاط الطبيعى أو 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 كوبري الزحافة - لتنظيف هدارات الخروج وقناه المخرج وتدار هذه الفرش كهربيا وتصنع من مادة ذات مقاومة عالية للتآكل .

- تزود كباري الزحافات بدرابزينات على طول الكوبري بارتفاع لا يقل عن ١ متر فوق منسوب المشي.
- يزود كوبري الزحافات بمانع إنزلاق للقدم على جانبي المشي بارتفاع لا يقل عن ١٠٠ مم.
- يستخدم فى تثبيت الدرابزين بالهيكل الرئيسي لكوبري 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 الابتدائي بحائل خبث Scum Board يثبت على بعد حوالي 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 كوبري الزحافة (من النوع المتحرك) محوريا عند مركز الحوض بواسطة كرسي إرتكاز محوري له القدرة على إمتصاص الصدمات الناتجة عن عدم إنتظام المنسوب الافقى لمسار عربة الحركة للكوبري على حافة الحوض وكذلك الإنحناء الذي يحدث فى هيكل الكوبري نفسه فى حدود ١.٥ درجة.
- يجب أن يكون كرسي الارتكاز المحوري لكوبري الزحافة (فى حالة الكوبري المتحرك) مغلق تماما ومضاد لنفاذ الأتربة والشوائب ودخول المياه.
- يتم تغذية مجموعة الحركة لكوبري الزحافة بالتيار الكهربى عن طريق حلقات إنزلاق من النوع المغلق تماما تحمل على المحور المركزى للكوبري فى حالة الأحواض المستديرة وعن طريق بكره كابل محملة على الكوبري ومزودة بمحرك ادارة مرتبط بحركة الكوبري لفرد ولم الكابل الكهربى مع حركة الكوبري ذهابا وعودة فى حالة الاحواض المستطيلة .
- تكون مجموعة محابس سحب الحمأ من الأحواض مكونة من محبس سكينه ومحبس تلسكوبى هيدروستاتيكي ومحبس دفع على التوالي.

٣-٥ الخامات التى تصنع منها مهمات احواض الترسيب

- الهيكل المعدني لكوبري الزحافة وأذرع التعليق والدرايزينات 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 على الجودة بسمك لا يقل عن ٦ مم طبقاً لما يقرره المصمم وحسب التحليل الكيميائي للمخلفات السائلة المعالجة.
- جميع المسامير والصواميل والبنوز وشرائح الضبط والتثبيت تكون مصنعة من الصلب الغير قابل للصدأ ويحدد طبقته ونوعه طبقاً للظروف المعرض لها أثناء التشغيل.

٤. مهمات أحواض التهوية

٤-١ مهمات أحواض التهوية باستخدام 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 الجوي الملامس للسطح بهذه السوائل بواسطة إحداث حركة دورانية على سطح السائل تقوم بسحب الهواء الجوي إلى داخل السائل وفي نفس الوقت تعمل مروحة وحدات التهوية (التريينية) كمضخة لنشر السائل فى منسوب أعلى من مستوي السطح العلوي حيث يحدث تلامس بين جزئيات السائل والهواء الجوي المحيط به مما يؤدي إلى إمتصاص الأكسجين ويتم التحكم فى كمية الأكسجين المضاف عن طريق تغيير منسوب الغمر لهذه التريينات.

٤-١-١ المكونات

وتتكون أساساً من وحدات تهوية سطحية ذات مروحة Impeller مفتوحة (تريينة) تقوم بأحداث التقليب والضح 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 أوتوماتيكياً وذلك لخفض أو رفع مستوي سطح السائل وبالتالي منسوب الغمر لتريينات وحدات التهوية أو استخدام محركات متغيره السرعة باستخدام Variable Frequency drive VFD طبقاً للتصرفات الواردة ونسبه الاكسجين المذاب المطلوب.

٤-١-٢ العوامل التى يجب مراعاتها عند التصميم

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

٤-١-٣ شروط التصميم

- يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصميم مهمات أحواض التهوية السطحية.
- يجب أن تعطي التهوية خلط جيد وتقليب تام لمحتويات الحوض وتوزيع كامل للهواء المحمل بالأكسجين خلال محتويات الحوض من المخلفات السائلة وذلك عن طريق الآتي:
 - 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 ٦٠ لفة / الدقيقة) .
 - السرعة الدوامية للمياه عند أى نقطة فى الحوض يجب ألا تقل عن ٣.٠ متر / ثانية.
 - تتكون التربينة من مروحة على شكل مخروط مقلوب له أسلحة Blades موجهه قطرياً من حذبه Bass مركزية وتمتد خارجياً عبر المخروط حتي 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 إستاتيكيّاً وديناميكياً لضمان التشغيل المستقر وعدم إهلاك كراس الارتكاز لوحدة التهوية.

٤-١-٤ متطلبات التصنيع

يجب مراعاة الشروط الآتية عند تصنيع وحدات التهوية.

- تزويد وحدات التهوية بوسائل ضبط المستوي لإمكانية عمل ضبط منسوب Leveling الوحدة.
- يرتبط العضو الدوار (المروحة) بعامود الإدارة 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 او إهتزازات أثناء التشغيل.
- وحدات تخفيض السرعة (صناديق التروس) تكون من النوع ذات التروس اللولبية Helical gears المصممة للتحميل الرأسي.
- تعمل تروس وحدة تخفيض السرعة داخل حمام زيتي وتستند على محاور مصمته Stub shafts مرتكزة على نقاط إرتكاز (كراس محور) رولمانات بلي وبلح .
- كراسى الدفع تكون ذات سعة كبيرة لتحمل وزن التربينه بالإضافة إلى أى حمل هيدروليكي ناتج عن التشغيل ويستعمل فى ذلك الكراسى ذات النوع المركب (journal/thrust) أو رولمانات بلي البلح المسلوب Taper Roller
- تكون وحدة صندوق التروس مقاومة للعوامل الجوية ويكون لها محبس لمنسوب الزيت وطبة لسحبه (تفريغ) وأنبوب تنفيث ومبين منسوب زجاجي.
- جميع التروس والكراسى البلي تصمم لعمر إفتراضي لا يقل عن ١٠٠٠٠٠ ساعة وصالحة للتشغيل المستمر ٢٤ ساعة تحت الظروف الجوية القارية Tropical Conditions ويؤخذ معامل الخدمة Service Factor لصندوق التروس بما لا يقل عن ضعف قدرة المحرك.
- تدار وحدات التهوية بمحرك كهربى عالى العزم مغلق تماماً يبرد بالمروحة TEFC ومقاوم للعوامل الجوية IP65.
- يجب أن تزيد قدرة المحرك بمقدار ٣٠٪ على الأقل عن أقصى قدرة ممتصة على عامود التربينه عند الغمر الكامل لها.
- تصمم أبعاد هدارات الخروج بحيث تسمح بمرور أقصى تصرف وبحيث يمكن عن طريقها التحكم فى مناسيب سطح المياه داخل الحوض.

- تدار الهدارات كهربياً (مع إمكانية التشغيل اليدوي) وتزود بمبين وضع position indicator وقد يعمل الهدار أوتوماتيكياً عن طريق التحكم فى المنسوب طبقاً للإشارة الواردة من أقطاب قياس الأكسجين المذاب فى نهاية الخروج من الاحواض.
- وحدات التحكم الخاصة بتشغيل وحدات التهوية تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية ومزودة بوسائل الحماية ضد زيادة الحمل وقصر الدائرة.
- تزود وحدات التهوية بازرار وقف طوارئ Emergency stop من النوع ذو المزلاج Latch – off تركب على الأحواض.

٥-١-٤ خامات التصنيع لمهمات التهوية السطحية

- جميع الأجزاء الصلب المستخدمة فى مهمات التهوية السطحية تكون معالجة خصيصاً ومدهونة بمادة مقاومة للتآكل ومضادة لتأثير المخلفات السائلة الخام المخمرة جزئياً Partially Septic .
- عامود الإدارة للتريونة يصنع من الصلب غير القابل للصدأ ذو درجة ونوعية مناسبة للتعامل مع السوائل الخام طبقاً للتحليل الكيميائي 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 درجته طبقاً للتحاليل الكيميائية.
- جميع المسامير والصواميل المستخدمة تكون من الصلب غير القابل للصدأ أو يسمح باستخدام المسامير المجلفنة فى الأجزاء غير المغمورة بالمياه.

٢-٤ مهمات احواض التهوية باستخدام وحدات حقن الهواء (بالدفع النفاث)

الغرض من وحدات التهوية بالدفع النفاث للهواء بالسائل مباشرة Air Injection high speed , jet , Aerators هو المخلفات السائلة الموجودة بأحواض التهوية بالأكسجين عن طريق الحقن المباشر للهواء داخل السائل مباشرة بإحداث خلقة جزئية تحت سطح السائل فتقوم بسحب الهواء الجوى عبر عامود الإدارة ونشر الأكسجين بالسائل فى اتجاه أفقى وباستخدام دوران الريش الأمامية للهوية فانها تحدث سريان

للأكسجين الجوى عبر فتحات السحب الموجودة على ماسورة عامود الإدارة الموجودة اعلى سطح السائل ، وهذا الهواء المسحوب عبر عامود الإدارة يجتاز الريش الدوارة Propeller ويدخل الى السائل على هيئة تيار عالي السرعة من الفقاعات الهوائية الدقيقة والتي يتم انتشارها فى السائل وهكذا يتم انتقال الأكسجين إلى السائل اثناء فترة التلامس مع الفقاعات الدقيقة مما يودى إلى تعظيم عملية معالجة الصرف الصحى .

٤-٢-١ المكونات

تتكون هذه الواحدات من هيكل معدني مركب عليه المحرك الكهربائي ثم جسم الوحدة والذي يحوى عامود الإدارة الدوار ، وهذا الجسم يحتوى على الفتحات التي تسمح بدخول الهواء الجوى إلى داخل جسم الإدارة المفرغ ويتصل عامود الإدارة بالمحرك من خلال وصلة عامة Universal Coupling ويورد من الهوائية لوح إخماد يركب اعلى الريش لمنع الدوامات وتثبت مجموعة الريش عند النقطة السفلى بواسطة كرسي مركب ويتم حماية عامود الإدارة ضد التآكل عن طريق كم من مادة غير معدنية Non metallic sleeve يسهل استبداله وينتهي جسم الإدارة بناشر لزيادة الضغط ويتم تثبيت على عوامات مصنعة من مادة لدنة من الفينيل او يمكن ان تصنع من مادة حديدية معالجة ضد الصدأ.

٤-٢-٢ متطلبات التصنيع والخامات الخاصة بالهوايات

تصنع جميع أجزاء وحدات التهوية من الصلب غير قابل للصدأ ويكون جسم المحرك الكهربى من الحديد الزهر وتكون جميع مسامير الرباط والصواميل الخاصة بها والكبسبات وخلافه من الصلب الغير قابل للصدأ وتكون محركات الإدارة مقاومة للعوامل الجوية والعمر الافتراضي لجميع كراسى الارتكاز ذات عمر افتراضي لايقل عن ٥٠ ألف ساعة وصالحة للتشغيل المستمر ٢٤ ساعة يوميا تحت الظروف الجوية للموقع

٤-٣ مهمات التهوية باستخدام الهواء المضغوط

تزود احواس التهوية فى هذا النظام بمنظومة للهواء المضغوط و الذى يتم انتاجه بواسطة نوافخ هواء خارجية Air Blowers يتم من خلاله ضخ الكمية اللازمة من الهواء المراد ادخاله إلى احواس التهوية طبقا للحسابات الخاصة بالتخلص من الحمل العضوى والمقاس بمقدار الأكسجين الحيوى المطلوب BOD ويكون دور الهواء المضغوط هو اعطاء التقليل المطلوب داخل احواس التهوية عن طريق طاقة الحركة

الموجودة بهذا الهواء بالإضافة إلى المهمة الأساسية وهى دفع كمية الأكسجين المطلوبة لعملية المعالجة البيولوجية بحد أدنى للأكسجين المذاب ٢ ملجم/لتر

٤-٣-١ المكونات

يتكون نظام التهوية من مجموعة مواسير وناشرات دقيقة يتم تجميعها سويا بحيث تضمن توزيع ونشر كمية الهواء المطلوبة طبقا للتصميم الخاص بهذه الأحواض وبما يضمن توفير الكمية اللازم ادخالها من الأكسجين بما يناسب الحمل العضوى للمحطة .

ويشمل نظام التهوية المهمات الآتية :

١. العدد الكافى من ناشرات الهواء اللازمة لتوزيع الهواء المضغوط
٢. خط الهواء الرئيس الداخلى للأحواض
٣. ضواغط الهواء اللازمة
٤. بوابات الدخول لحوض التهوية
٥. هدارات الخروج القابلة لضبط المنسوب Adjustable outlet weirs or decanter type
٦. المهمات الكهربائية اللازمة للتشغيل وتركب أعلى من مستوى المياه

٤-٣-٢ العوامل المطلوب مراعاتها

- تصرف المخلفات السائلة الداخلة للأحواض
- الحمل العضوى للمخلفات السائلة
- كمية الهواء المطلوبة لمجابهة الحمل العضوى
- توزيع ناشرات الهواء فى قاع الأحواض
- السرعة الدوامية للمياه عند أى نقطة داخل الأحواض يجب ألا تقل عن ٠.٣ م/ث

٤-٣-٣ ضواغط الهواء

تستخدم ضواغط الهواء من النوع ذو العضو الدوار الطارد المركزى أو يكون من النوع ذو الازاحة الموجية ذو قلب دوار لولبى ويدار الضاغط بواسطة محرك كهربى ذو قفص سنجابى ذو درجة تقفيل مغلقة IP54 أو

IP55 وتكون القدرة المقننة له بحيث تزيد بمقدار ١٠% على الاقل من اقصى قدرة مستهلكة للضاغط وكفاءة الضاغط لا تقل عن ٧٠% ويزود الضاغط بجهاز فصل حمل اتوماتيكي ومحبس لتنفيث الضغط وعدد قياس ضغط ومرشح لهواء الدخول ومخمد صوت بالدخول ويتم الاتصال بين الضاغط والمحرك الكهربى عن طريق وصلة اتصال مرنة من نوع معتمد كما يتم تزويد الضاغط بانذار صوت فى حالة حدوث عطل.

٤-٣-٤ خامات التصنيع

- جميع اجزاء نظام التهوية تحت مستوى المياه تكون مصنعة من الصلب الغير قبل للصدأ st.st.316 وفوق سطح الماء من الصلب المجلفن
- ناشرات الهواء تكون مصنعة من الصلب غير قابل للصدأ او البولى ايتلين أو UPVC والتي تقاوم مياه الصرف الصحي
- جميع المحابس الخاصة بنظام الهواء تكون ذات جسم مصنع من الحديد الزهر و عامود ادارة من الصلب الغير قابل للصدأ وتتحمل درجة حرارة حتى ١٢٠ درجة مئوية
- تصنع بوابات الخروج والدخول من الصلب الغير قابل للصدأ st.st.316 بجميع مكوناتها ويشمل ذلك مانع خروج الخبث Scum Coffection ان وجد بتصميم الحوض

٥. مهمات أحواض تركيز الحمأ Sludge Thickener Equipment

١-٥ الغرض من مهمات تركيز الحمأ

فصل المياه المحيطة بالمواد الصلبه (الحمأ) وذلك لمساعدتها على الترسيب رأسياً مع كسح وتجميع الحمأ المركزة المترسبة بقاع الأحواض حيث يتم سحبها عن طريق نظام مواسير ومحابس إلى غرفة تجميع ومنها إلى مكان معالجة الحمأ . ونظراً لطبيعة ونوعية الحمأ المركزة الناتجة من هذه الأحواض والتي تميل إلى سرعة التجلط والالتصاق وإحداث الانسداد فى المواسير الحاملة لها ، فإنه يجب تقصير مسارتها ما أمكن فى حالة إستخدام خطوط مواسير بالإنحدار الطبيعى ويفضل اللجوء إلى إستعمال المضخات الموجبة الإزاحة Positive Displacement فى رفعها إلى أماكن معالجة الحمأ ويتم التحكم فى المياه ودرجة تركيز الحمأ المترسبة عن طريق تحديد فترات وتوقيات السحب للحمأ المركزه.

٢-٥ المكونات

كوبري ثابت يصنع من الخرسانة كجزء من المنشأ الخرساني للحوض أو من قطاعات الصلب التى يتم إرتكازها على أطراف الحوض ويحمل الكوبري 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 مركزي . وتشتمل مهمات تركيز الحمأه على هدارات لضبط منسوب الخروج للمياه المنفصله عن الرواسب (Supernatant) بالإضافة إلى محابس الدخول والخروج ووسائل التحكم والحماية فى التشغيل.

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

- أبعاد الأحواض.
- مدة المكث.
- الحجم الفعال للحوض.
- كميات التصرفات الواردة.
- معدل المواد الصلبة على سطح الحوض.
- تركيز الحمأه المتوقع فى أسفل الحوض (طبقاً لنوع الحمأه)

٤-٥ شروط التصميم

- تنشأ كباري أحواض تركيز الحمأه (فى حالة الكباري الصلب) من قطاعات مناسبة من الصلب الكربوني بحيث تغطي كامل قطر الحوض (كوبري كامل) ومصمم لحمل منتظم ٢٥٠ كجم /م^٢ بالإضافة إلى متطلبات التشغيل لهذه الكباري .
- مجموعة التقليب والكسح. Raking & Scraping mechanism تحمل أسفل الكوبري بواسطة مفصلات كروية دورة rotary ball joints .
- تزود مجموعة الإدارة بحماية ضد التحميل الزائد.
- يثبت العامود المركزي عن طريق الفلانشات بوحدة الإدارة المركزية إلى جهاز الدوران الكروي rotary ball device للكوبري وقد يكون على هيئة إسطوانة داخلية دوارة.

- محرك وحدة الإدارة يكون ذو قدرة تزيد ٥٠٪ عن القدرة المطلوبة لتحريك مجموعة الزحافة ويكون من النوع المغلق المضاد للعوامل الجوية.
- وحدة الإدارة للكوبري تحمل عند مركز الكوبري وتكون ذات صندوق تروس محكم الغلق ذو غلاف من الحديد الزهر ويدار الكوبري بوحدة إدارة واحدة أو إثنتين حسب التصميم الميكانيكي لمحور الارتكاز.
- يتم تغذية وحدة الإدارة بالتيار الكهربى عن طريق كابلات أرضية.

٥-٥ متطلبات التصنيع

- عرض مشى الكوبري لا يقل عن ٧٥٠ مم ويغطي بأغطية شبكية.
- يزود الكوبري بدرابزين مزدوج على جانبيه يتم تجميع أجزأؤه عن طريق وصلات إرتباط (لا يسمح باللحام) وبقطاعات مناسبة.
- لا يقل إرتفاع الدرابزين عن ١١٠٠ مم فوق مستوي الممشى.
- تتصل نهايات التوصيل للدرايزين بهيكل الكوبري نفسه وتثبيت عن طريق مسامير الرباط ولا يسمح باللحام.
- أسلحة الزحافة السفلية (الأرضية) تزود بشرائح تأكل مطاطية قابلة للتغيير والضبط وذات سمك لا يقل عن ٨ مم وتثبت الشرائح فى حدود ٤٠ مم من حافة سلاح الزحافة عن طريق خوصة صلب تربط بالمسامير ولا يقبل اللحام أو الكبس .
- يركب على الكوبري وحدة تشغيل وإيقاف (لفصل تيار التغذية) لإستخدامها فى الطوارئ وتكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية.
- يصنع هدار الخروج على شكل مسنن V - notched ويزود بشرائح حاكمة للتسرب من المطاط بسمك لا يقل عن ٤ مم بحيث تكون المجموعة حاكمة ضد تسرب المياه بينها وبين السطح الخرساني.
- يسمح بضبط هدار الخروج رأسياً فى حدود ± 35 مم من مستوي الأصل.
- تزود الأحواض بنظام لتنظيف الهدرات وقناة المخرج تتكون من أكمام (فرش) Breeches تدار كهربياً أو مضغوطة Spring Loaded.

٦-٥ خامات التصنيع

- الهيكل المعدني للكويري والأذرع الدوارة والعامود المركزي تصنع من الصلب الكربوني المعالج لمقاومة العوامل الجوية طبقاً للمواصفات القياسية المعتمدة.
- الكاسحات الأرضية وأذرع التقليل 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 الكيميائي للمخلفات الموجودة بالأحواض ونوع مناسب لظروف التشغيل.

٦. ظلمبات الأعادة الحلزونية Screw Pumps

٦-١ الغرض من إستخدام ظلمبات الأعادة

الإستفادة من الحمأ المنشطة الناتجة من أحواض الترسيب النهائي بإعادة رفعها إلى أحواض التهوية أو إلى أحواض الترسيب الإبتدائي.

ويأتي إستخدام الظلمبات الحلزونية للصفات التى تمتاز بها عن الأنواع الأخرى من الظلمبات نتيجة قدراتها على تكيف التصرفات الخارجة منها مع إختلاف منسوب المياه الموجودة ببيارة السحب.

وتتكون الظلمبات الحلزونية من :-

ملف بريمي Helical Winding ملفوف على سطح إسطوانة القلب المفرغة وتسمى هذه التركيبة ما يعرف بالحزون Screw . يتم تثبيت الحزون من أعلى وأسفل عن طريق كراسي إرتكاز ويدار الحزون بواسطة محرك كهربى ووحدة تخفيض للسرعة.

٦-٢ ويجب توافر الشروط الآتية فى تصنيع هذه الظلمبات

- تكون الأسلحة المكونة للحزون من ألواح صلب تلحم على أسطوانة مركزية مفرغة ويتم تشكيل الحافة الخارجية لهذه الألواح لملائمة حجم وشكل القلب الأسطوانى .

- تزود نهايات الاسطوانة المركزية بألواح نهاية مانعة لتسرب الماء وبها نتوءات تثبيت كراسى الارتكاز.
- تستند النهاية العلوية للإسطوانة المركزية على كرسى إرتكاز من رولمانات البلي من 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 Swiveling Trunnion مجهزة على لوح تثبيت يركب بالخرسانة المسلحة وبحيث يمكن تغييره دون إحداث إرتباك فى تركيب الحلزون نفسه.
- يكون الكرسى السفلي محكم ضد تسرب الماء وذو ضبط ذاتي Self - alignment ويتم تزييته أتماتيكاً عن طريق وحدة تزييت مستقلة تربط بجوار وحدة الإدارة للطلبة.
- تدار الطلبة الحلزونية بواسطة محرك كهربي من النوع المقفل المبرد عن طريق مروحة TEFC ذو عزل مناسب للمناطق القارية Tropical
- يتصل المحرك بوحدة تخفيض السرعة عن طريق وصلة مرنة (كوبلنج) أو بواسطة سيور حرف (V) طبقاً لنوع المحرك المستخدم .
- وحده تخفيض السرعة تتكون من صندوق تروس ذو غلاف من الحديد الزهر وتصنع التروس من الصلب المقسى عالى الجودة وتكون ذات تروس متوازية التجميع وذات معامل خدمة لا يقل عن ضعف قدرة المحرك.
- يجب أن تزيد قدرة المحرك الكهربي بمقدار ٢٥٪ عن أعلى قدرة مستهلكة للطلبة.

٧. مهمات قنوات الأكسدة Oxidation Ditches Equipment

وحدات التهوية السطحية أفقية المحور Horizontal Rotor

٧-١ الغرض من وحدات التهوية

إمداد المخلفات السائلة الموجودة بهذه القنوات بالأكسجين اللازم لعملية أكسدة المواد العضوية بالإضافة إلى إكسابها طاقة الحركة اللازمة لاستمرار تحركها فى الإتجاهات المحددة طبقاً لتصميم هذه الأحواض وذلك لضمان إحداث سرعة كافية لا تقل عن ٠,٣ متر / الثانية تمنع ترسيب المواد الصلبة داخل هذه القنوات.

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

٧-٢ شروط التصميم

- تشمل وحدة التهوية الدوارة على أنبوب صلب ذو قوة عزم عالية ينتهي بفلانشات نهاية وتعمل به بنوز لإدخال خوابير لتثبيت مجموعات أسلحة فرش التقليل والتأكد من عدم وجود إزاحة أو ترحلق لهذه الأسلحة عند حركتها داخل السائل.
- تشكل فرش التقليل 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 ٣ بوصة وتركب على مسافات فى حدود ٦ بوصة بين مراكزها وذلك لعدم إضعاف أنبوب المجمع.
- تثبيت أسلحة كل مجموعة فرش بالأسلحة المقابلة فى المجموعات الأخرى عن طريق مسامير تربيط حيث يراعى وجود ثقبين بكل سلاح أحدهما للتثبيت ضمن مجموعه الفرش والآخر للربط مع أسلحة الفرش المجاورة.
- تراعى الإجهادات الناشئة عن دوران مجموعات فرش التقليل وتصمم أسلحة الفرش لمقاومة هذه الإجهادات.
- يصمم الأنبوب الرئيسى لوحدة التهوية بحيث يركب فى نهايته عامود مصمت مزود بالفلانشات كقطعة واحدة وذو دليل حركة للسماح بتغييره بسهولة فى الموقع ويتم إدخاله عن طريق الشحط دون استخدام المسامير أو اللحام بين الفلنشات والعامود.

- تستند نهايته الأبنوب على كراسي محور من النوع المنشطر ذو الوساده Spilt Type pillow Block بالنسبة لطرفي وحدة الإدارة وذيل الأبنوب .
- يثبت كرسي المحور بإحكام إلى قاعدة صلب يتم تركيبها على قاعدة خرسانية متينة وتزود بمسامير ضبط منسوب.
- كراسي المحور المستخدم يجب أن تتحمل أى عدم إستقامة فى ضبط محاور وحدة التهوية فى حدود ٣-٥ درجات وتكون مزودة بماسورة على الجانبين للتأكد من إزدواجية الغلق للمسمار الداخلي للمحور المثبت بعامود إدارة الوحدة وتزود كذلك بمانع المياه فى حالة إنعدام الإستقامة.
- أجهزة تزييت كراسي المحاور تتركب فى مكان ملائم يسهل الوصول إليه لإجراء أعمال التفتيش والتزييت لها.
- تكون كراسي 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 التقسيه بنظام تزييت موجب ويزود صندوق التروس بحاكم تسرب للزيت وتدار الوحدة بمحرك كهربي من النوع المقفل يبرد بالمروحة TEFC أفقي المحاور ثابت السرعة لخدمة مستمرة.
- يكون إنتقال طاقة الحركة من المحرك الكهربي إلى مخفض السرعة عن طريق مجموعة طارات وسيور حرف (V) مع وجود شبك حماية لعدم التلامس أثناء الدوران وبراعي 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 الكهربي بمقدار ٢٠ ٪ عن أقصى قدرة ممتصة بواسطة وحدة التهوية عند أقصى غمر ممكن للفرش.

٣-٧ متطلبات التصنيع

- تثبيت على الحوائط الخرسانية الحاجزة الرأسية ألواح لمنع الطرطشة التى تمنع وصول أي رذاذ ماء إلى منطقة الخدمة ومسار الدخول إلى مجموعة الإدارة وكراسي المحور.
- تزود ألواح منع الطرطشة بمانع تسرب كاوتش لإحكام تثبيتها على عامود الإدارة.
- يركب على قنوات الأكسدة مابين لمنسوب غمر وحدة التهوية.

- تزود القنوات بعوارض Baffles للتحكم فى التجانس داخل القنوات.
- تزود القنوات بهدارات خروج مفصلية ذات طارة إدارة (ويمكن إدارتها بمحرك) للتحكم فى منسوب المياه ويصنع الهدار من ألواح مقواة بأعصاب تقوية عند الضرورة ومثبت به مفصلات على اللوح السفلي للهدار كمركز للدوران Pivoting ويجب أن يكون ضبط المنسوب فى حدود ± 10 بوصة (٢٥سم).
- يصنع إطار حول هدار الخروج لتبطين فتحة الخروج من ألواح من الصلب الغير قابل للصدأ بسمك ٠,٥٠ بوصة (١٢,٥ مم) من أسفل وبسمك ٠,٢٥ بوصة (٦,٣ مم) من الجوانب وتثبت فى الخرسانة مع وجود شرائح حاكمة للتسرب من مادة مطاطية.
- لوحة التشغيل لوحدة التهوية تزود بحماية ضد التحميل الزائد وقصر الدائرة.

٤-٧ خامات التصنيع

- تصنع أسلحة فرش التقلاب من صلب ذو قوة تحمل عالية للإجهادات ومعالج ضد التآكل بفعل سوائى المجارى.
- يصنع الهدار من ألواح الصلب الغير القابل للصدأ وبسمك ٤مم على الأقل.
- تغطي وحدة التهوية بطبقتين من الالبيوكسي بعد عمل المراسمة والتغطية الأولية بالبرايمر.
- وحدة الإدارة تعالج ضد العوامل الجوية باستخدام دهان الانامل.
- عامود الإدارة وطارة التشغيل لهدار الخروج تصنع من الصلب عالى الشد.
- مسامير الربط ولينات التركيب وشرائح التثبيت تصنع من الصلب المجلفن أو الصلب غير قابل للصدأ.
- أعمدة محاور الأنبوب والفلنشات تصنع من الحديد الزهر المرن.

الفصل الخامس: تصميم الأعمال الكهربائية

الفصل الخامس

تصميم الأعمال الكهربائية

١. المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات رفع الصرف الصحى

تستخدم فى محطات رفع الصرف الصحى محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين:

- أ- محركات كهربائية إستنتاجية ذات قفص سنجابى وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٢٠٠ كيلو وات ويجوز تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام دوائر التحكم الذكية فى تشغيل المحركات (Smart motor control system) .
- ب- محركات كهربائية إستنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدرات التى تزيد عن ٢٠٠ كيلووات.

١-١ درجات العزل لملفات المحركات الكهربائية Elect. Motors Winding Insulation

تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (class F) على أن يكون الارتفاع 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).

وبوضح الجدول (٥-١) درجات الحرارة المسموح بها لدرجات العزل المختلفة

جدول (٥-١) درجات الحرارة المسموح بها طبقاً لدرجات العزل المختلفة للمحركات

Insulation used for motors:		
Class	Maximum Temp.	Materials used
Y	90°C	paper, silk, Cotton, Wood without Impregnated
A	105°C	Cotton, silk, paper Suitably impregnated Wire, enamel
E	120°C	fibre glass, Mica, Asbestos with suitable coating
B	130°C	Mica, glass fibre asbestos with suitable coating
F	155°C	Mica, glass, asbestos (25° higher than class B)
H	180°C	Combination of materials mica, glass fibre, Asbestos

(Enclosure Protection)

٢-١ درجة تقفيل المحركات

- بالنسبة للمحركات التى تركيب فى عنبر المحركات فوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 or IP44.
- بالنسبة للمحركات التى تركيب 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 تركيب خارج المباني (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP55.
- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من
- النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP68.
- ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذى يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء.

جدول (٥-٢) كود درجات الحماية IP طبقاً للمواصفات القياسية العالمية IEC

الرمز	الرقم الأول	الرقم الثانى	الرمز
حماية ضد الأجسام الصلبة	حماية ضد المياه	لايوجد حماية	لايوجد حماية
١	أجسام ذات قطر أكبر من ٥٠ مم	سقوط المياه رأسياً	١
٢	أجسام ذات قطر أكبر من ١٢ مم	سقوط المياه من أعلى بزاوية ١٥°	٢
٣	أجسام ذات قطر أكبر من ٢.٥ مم	سقوط المياه من أعلى بزاوية ٦٠° (مياه الأمطار)	٣
٤	أجسام ذات قطر أكبر من ١ مم	سقوط المياه من كل الاتجاهات	٤
٥	حماية تامة ضد الأتربة	ضخ المياه من كل الاتجاهات (خرطوم أطفال حريق)	٥
٦	حماية تامة لعزل أي جزء مهما كان حجمه	ضخ المياه بقوة كبيرة من جميع الاتجاهات	٦
٧		التعوض في للغمر	٧
٨		الاستمرار فى العمل مغموراً	٨

٣-١ شمعات التسخين للملفات Anti Condensation Hooters.

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.

١-٤ كراسى الارتكاز للمحركات Bearings

- أ - عند إستخدام المحركات التى تتركب رأسياً "فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلح من النوع (Thrust).
- ب - جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر افتراضى ١٠٠ ٠٠٠ ساعة تشغيل.

١-٥ تصنيع المحركات Construction

- أ - فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush Lifting Device) مع وجود حلقات قصر أو تصنع مجموعة من الفرش بحيث تتحمل التآكل فى حالة الحمل الكامل للمحرك لمدة ٥٠٠٠٠ ساعة تشغيل.
- ب- فى حالة استخدام المحركات ذات القفص السنجاى فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار المكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس على الجودة.

١-٦ القدرات المقننة للمحركات Motor Ratings

يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة:

$$P = \frac{\omega \cdot Q \cdot H}{\eta_p \times 102}$$

حيث:

- ω = كثافة المياه المتداولة (كجم / لتر) .
- P = القدرة المستهلكة على عامود إدارة الطلمبة (كيلو وات) .
- Q = معدل التصريف للطلمبة (لتر / ثانية) .
- H = الرفع المانومتري الكلي للطلمبة (متر) .
- η_p = الكفاءة الكلية للطلمبة عند نقطة التشغيل .

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated power) فإنه يجب الأخذ في الاعتبار وجود معامل خدمة / معامل امان (service factor/ Safety Margin) قيمة من ١٥-٣٠% من أقصى قدرة مستهلكة (Max. Power) علي مدي التشغيل للظلمية .

٧-١ بدء الدوران للمحركات Motor Starting

عند بدء دروان المحرك التأثيرى فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذى يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأى فترة دوران ويصل تيار البدء I_{1st} إلى حوالى ٦ أضعاف أو أكثر من قيمة تيار الحمل الكامل I_{In} ولهذا يجب إنقاص تيار البدء خصوصاً إذا كان المحرك سوف يأخذ فترة طويلة فى بدء الدوران.

المحركات التأثيرية صغيرة القدرة حتى حوالى ١٥ حصان - يمكن بدؤها مباشرة بدون أى وسيلة بدء وتسمى Direct on Line Starting خصوصاً إذا كان المحرك يبدأ دورانه بدون حمل ثم يتم تحميله بعد الدوران - وكذلك عندما لا يكون المحرك متكرر البدء Multi Starting والمحرك الأكبر من ذلك أو المتكرر البدء أو التى تبدأ دورانها بحمل كبير العزم عند البدء - يجب أن تستخدم وسيلة لبدء الدوران بهدف إنقاص تيار بدء المحرك وهذا يعنى أيضاً إنقاص التيار على الشبكة الكهربائية بما تحتويه من محولات توزيع وكابلات وخطوط نقل ولوحات توزيع وخلافه.

وطرق بدء الدوران للمحركات التأثيرية يمكن إستنتاجها من المعادلات التالية :

حيث أن تيار دخل المحرك عند البدء I_{1st} يمكن حسابه من المعادلة :

$$I_{1st} = I_o + I'_{2st}$$

والجمع السابق للتيارات يكون اتجاهياً .

ويتم حساب I'_{2st} طبقاً للدائرة المكافئة المقربة من العلاقة:

$$I'_{2st} = V_1 / [(r_1 + r_2') + j (X_1 + X_{20}')]$$

وعلي ذلك فإن إنقاص I'_{2st} ينقص بالتالى I_{1st} لأن I_o ثابت تقريباً - ويتم الإنقاص بخفض V_1 بأي طريقة أو زيادة أي من مقاومات أو ممانعات المعادلة السابقة الخاصة بحساب I'_{2st} .

إلا أنه من الخطأ جداً زيادة x'_{20} -لأنه برغم أن التيار سوف ينخفض إلا أن العزم سوف ينخفض هو الآخر .

وأهم طرق بدء الدوران الشائعة الاستخدام ما يلي:

أ- طريقة بدء المحرك ذو حلقات الانزلاق

مقاومة في العضو الدائر Rotor Resistance

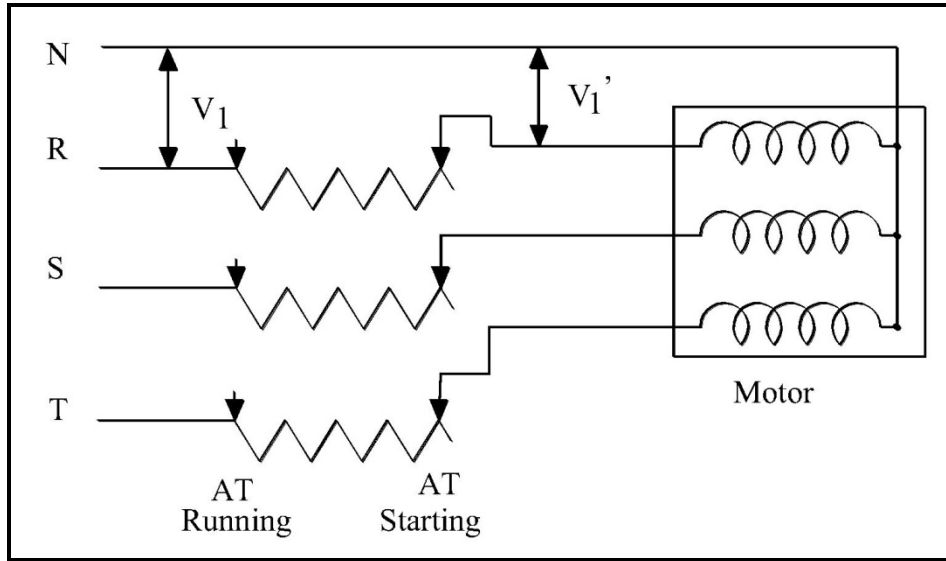
هذه الطريقة لبدء الدوران لا تستعمل إلا مع المحركات ذات حلقات الانزلاق ذو العضو الدائر الملفوف Wound Rotor ولا يجب أن تستعمل أي طريقة أخرى مهما كانت مع هذا المحرك - لان هذا المحرك تم تصنيعة بنظام العضو الدائر الملفوف (وهو غالي الثمن عن النوع ذو القفص السنجاب) خصيصاً لكي يعطي عزم بدء دوران عالي طوال فترة تغيير السرعة عند البدء ولكي يستطيع تشغيل الاحمال ذات عزم بدء الدوران العالي مثل الطلمبات وبالتالي لا يجب استخدام أي طريقة أخرى لان كل الطرق الأخرى سوف تسبب خفض عزم المحرك خلال فترة البدء وهذا لا يجب عمله للمحرك ذو العضو الدائر الملفوف.

ب- طرق بدء محرك قفص السنجاب

في هذا المحرك يجوز استخدام أي من الطرق التالية وجميعها تؤدي الي نقص عزم المحرك خلال فترة البدء وللأسف لا مهرب من هذا العيب.

ب- ١ مقاومة في العضو الثابت Stator Resistance

في هذه الطريقة يتم توصيل مقاومة مادية متغيرة في كل خط من خطوط تغذية المحرك كما بالشكل.



شكل (٥-١) البدء باستخدام مقاومات فى العضو الثابت

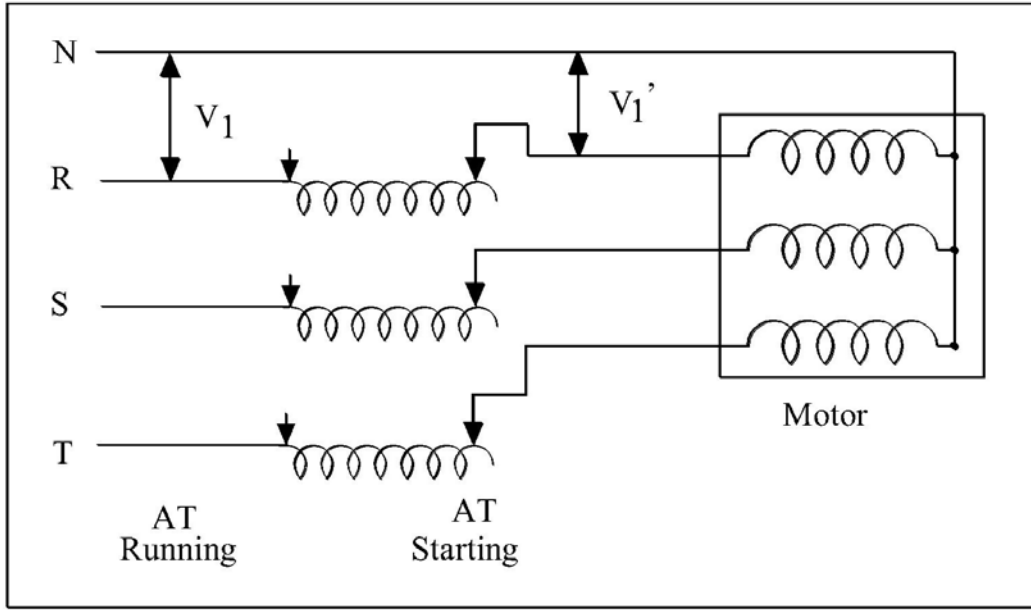
وبيعيب هذه الطريقة بالتالى:

- القدرة العالية المفقودة فى مقاومات البدء.
- نقص عزم البدء الذي يتناسب مع مربع الجهد

وتتميز هذه الطريقة برخص ثمنها.

ب-٢ ممانعة فى العضو الثابت Stator Reactance

فى هذه الطريقة تستبدل المقاومات المستخدمة فى الطريقة السابقة بممانعات توصل بالتوالي مع المنبع كما فى شكل (٥-٣٦) - ولكي يكون حجم هذه الممانعات صغيرا يجب أن تلف ملفاتها على قلب حديدي من رقائق الصلب السليكوني - حيث تصبح بشكل محول الثلاثة أوجه - بملف لكل وجه تخرج منه عدة نقاط لإمكانية تغيير عدد لفات كل ممانعة وبالتالي تغيير قيمة الممانعة بإنقاصها مع زيادة السرعة وتخرج من دائرة المحرك عندما يصل الي أعلى سرعة.



شكل (٥-٢) البدء باستخدام ممانعات فى العضو الثابت

فى هذه الطريقة أيضا يكون العيب هو خفض عزم البدء.

أما مزايا هذه الطريقة فتتركز فى الخفض الكبير فى القدرة المفقودة فى وسيلة البدء مقارنة بطريقة مقاومات العضو الثابت السابقة على الرغم من أن سعرها أعلى من المقاومات وهي من الطرق الشائعة الاستخدام مع المحركات متوسطة القدرة.

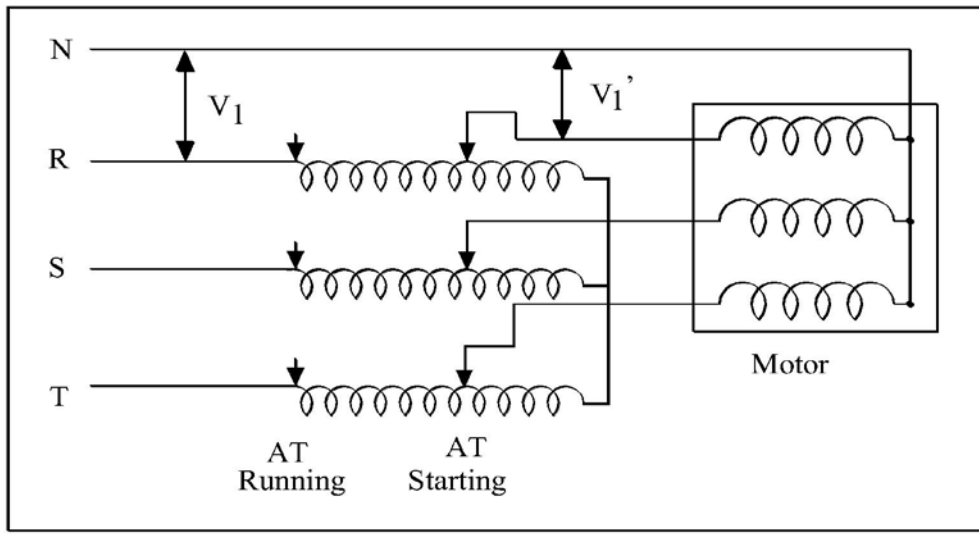
ب-٣ استخدام محول أوتو Auto Transformer

فى هذه الطريقة يستخدم محول أوتو لخفض الجهد المسلط على المحرك عند البدء ومع زيادة السرعة يتم زيادة الجهد بالتدرج الناعم أو على عدة نقاط Tapping - وعندما يصل المحرك الى أقصى سرعة له يكون الجهد قد وصل الى القيمة المقننة وعندها يمكن فصل المحول عن المنبع لتوفير القدرة التي يستهلكها المحول وإن كانت عبارة عن قدرة اللاحمل له إلا أن تيارها يكون بمعامل قدرة صغير مما يخفض من معامل القدرة الإجمالي من الشبكة.

ويلاحظ إن هذا المحول يشبه فى التكوين ممانعات الطريقة السابقة إلا أنه يكون أكبر منها حجما وتكلفة لنفس المحرك لأن ملف المحول ومجاله المغناطيسي يصمم على جهد وجه من المنبع بالكامل - أما ملف الممانعة فيصمم لجزء من جهد الوجه وبالتالي تكون عدد لفات ملف الممانعة

أقل من عدد لفات ملف محول أوتو مما ينقص من كمية النحاس المستخدمة فى الملفات مع الممانعة - كما أن المجال المغناطيسي الناتج من ملف الممانعة يكون أقل من المحول لنقص عدد اللفات مما يجعل كمية الحديد السليكوني فى حالة الممانعة أقل منه فى حالة المحول.

ويتميز محول أوتو بأن جهد الخرج منه يبقى ثابتاً مع تغير تيار المحرك وخلال فترة البدء مما يمكننا بسهولة من الحصول علي أي جهد مطلوب بثبات - ولهذا تستخدم هذه الطريقة مع المحركات كبيرة القدرة - ويتم توصيلها كما بالشكل (٥-٣٧).



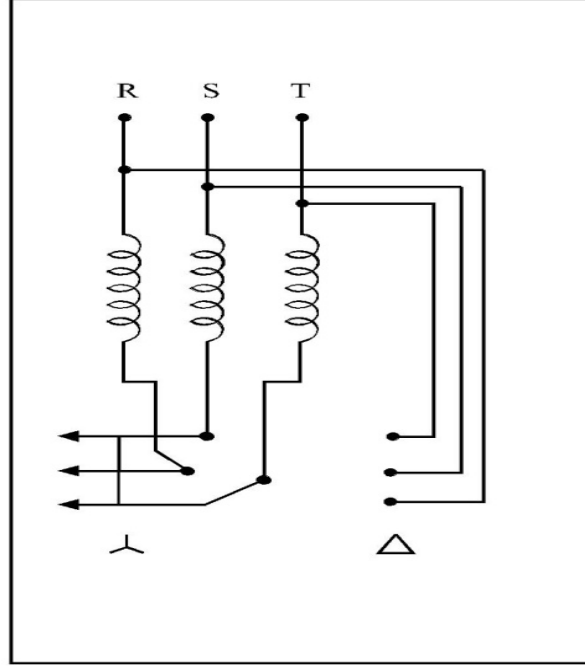
شكل (٥-٣) البدء باستخدام محول أوتو

ب-٤ باستخدام مفتاح نجمة / دلتا Star / Delta Switch

هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة لبساطة تكوينها وقلة تكاليفها وعدم وجود أي قدرة مفقودة فيها لأنها مجرد مفتاح توصيل. إلا أنه يجب التأكد عند اختيارها أن المحرك يعمل علي المنبع المتاح والمحرك موصل دلتا - فمثلا إذا كان المحرك مدون عليه جهد التشغيل ٢٢٠/٣٨٠ فولت - يجب أن يكون جهد المنبع ٢٢٠ فولت ثلاثي الأوجه - أما إذا كان المنبع ٣٨٠ فولت ثلاثي الأوجه فإن المحرك يجب أن يكون مدون عليه جهد التشغيل ٦٦٠ / ٣٨٠ فولت - أو ٣٨٠ فولت دلتا - لأنها تعني نفس الجهود.

وفي هذه الطريقة تخرج الأطراف الستة لملفات المحرك الثلاثي الأوجه ويتم توصيلها بالمفتاح - ويمكن استخدام مفتاح بسيط مع المحركات الصغيرة عبارة عن مفتاح سكينه قلاب ثلاثي الأوجه

يتم توصيله كما بالشكل (٣٨-٥) عند البدء توصل السكينة جهة اليسار فتصبح ملفات المحرك متصلة نجمة - وبعد زيادة سرعة المحرك يتم تعديل التوصيل يدويا جهة اليمين وتصبح ملفات المحرك فى وضعها الطبيعي موصلة دلتا الي المنبع.

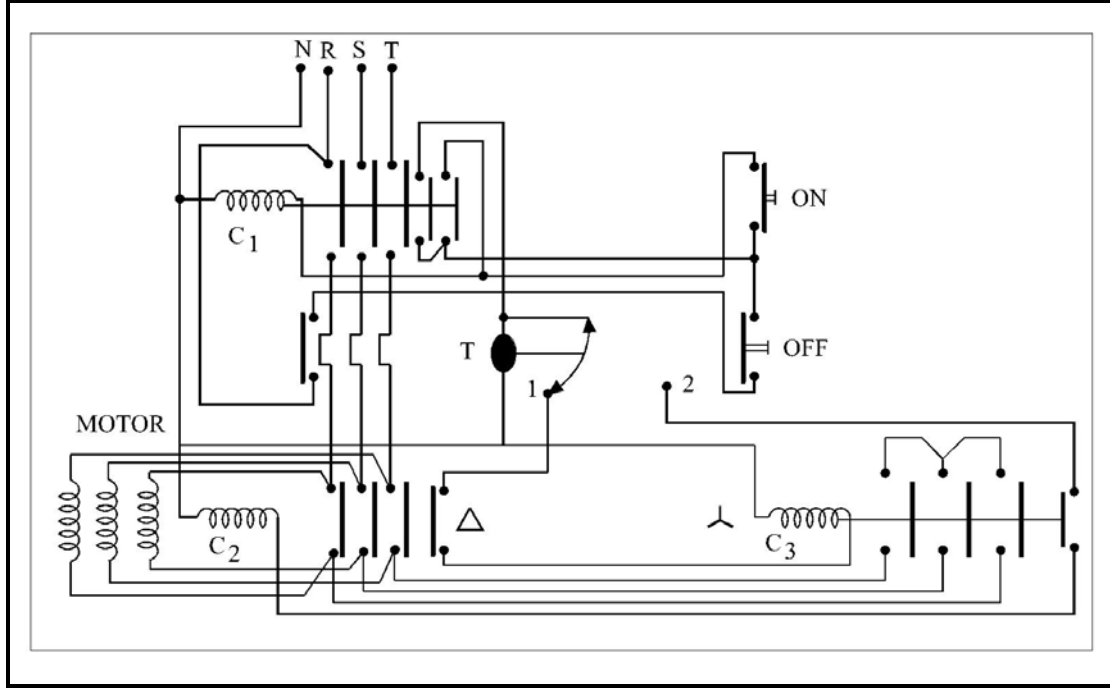


شكل (٥-٤) البدء باستخدام سكينة نجمة/دلتا

إلا أنه مع المحركات الأكبر قدرة يجب أن تتم عملية نقل التوصيل من نجمة إلى دلتا أوتوماتيكيا فى زمن محدد وثابت ومناسب لكل محرك يتم ضبطه عن طريق مؤقت زمني Timer - لأنه إذا بقي المحرك زمنا طويلا وهو موصل نجمة فإن تياره يكون أكبر من التيار المقنن وذلك عندما يكون حمله كبيرا قرب الحمل الكامل - وينقص التيار إلى القيمة الطبيعية المناسبة عند التعديل إلى دلتا.

وفي الطريقة الأوتوماتيكية هذه الموضحة فى الشكل (٣٩-٥) يستخدم عدد ثلاثة كنتاكتور مع أحدهم جهاز حماية Over Load وجهاز مؤقت زمني - ومفتاح Push Button ON - OFF ويكون الكونتاكطور C1 هو الرئيسى والذى يوصل المنبع الى المحرك عند الضغط على المفتاح ON وفى نفس الوقت يوصل الكونتاكطور C3 الذى يقوم بتوصيل المحرك نجمة - وبعد الزمن

المحدد يقوم التايمر بفصل الطرف (1) فاصلا كنتاكتور النجمة - وموصلا الطرف (2) ليوصل كنتاكتور الدلتا C2 - الذي يبقى موصلا مع الكنتاكتور الرئيسى طوال فترة تشغيل المحرك.



شكل (٥-٥) نظام اتوماتيكي نجمة دلتا باستخدام الكنتاكتور

ب-٥ بادئات الحركة الناعمة soft starting

يعد بادية الحركة الناعم من البادئات الممتازة فى جميع الحالات التي تحتاج الى عزم كبير نسبيا لبدء الحركة حيث إن العزم يتناسب مع مربع الجهد ($T=KU^2$) و بادية الحركة الناعم يقوم بضبط جهد البدء . فمثلا فى حالة ستار / دلتا يكون جهد البدء فى حالة الستار $(U/\sqrt{3})$ مما يودى الى إن العزم المتاح $(T/3)$ اى ثلث العزم المقنن للمحرك عند بدء الحركة اما فى حالة بادية الحركة الناعم يمكن ضبط عزم البدء المناسب للتغلب على العزم الميكانيكى فى بداية حركة المحرك.

ويصمم بادية الحركة الناعم لايصال المحرك التاثيرى ذو القفص السنجاى الى السرعة الاعتبارية (Nominal speed) اثناء البدء و كذلك تخفيض سرعته تدريجيا للوقوف دون تحركات مفاجئة وبدون التسبب فى هبوط كبير فى الجهد او زيادة التيارات القصوى . حتى مع الاحمال ذات القصور الذاتى العالى.

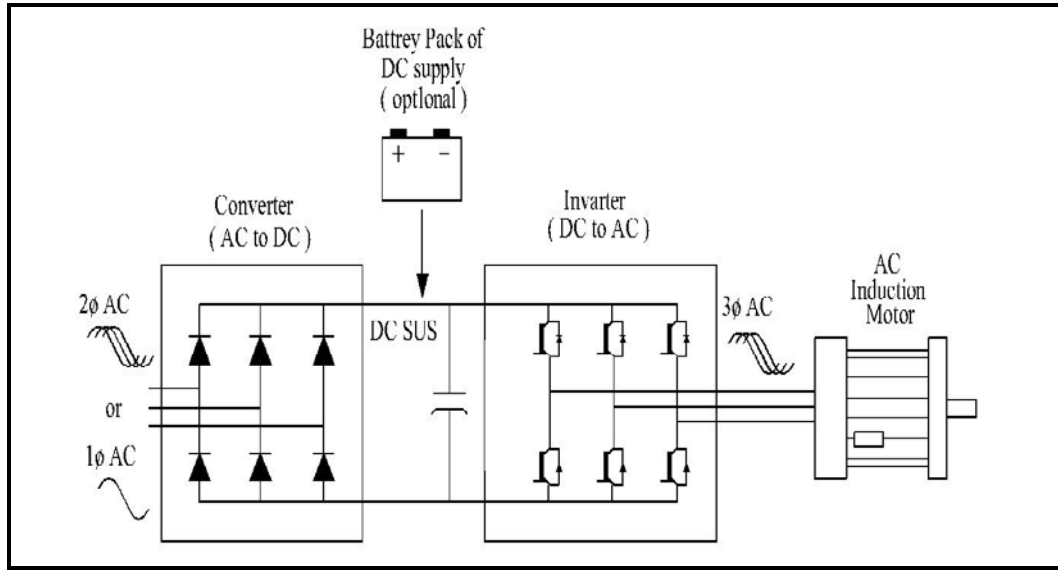
طريقة العمل: يتكون الجهاز من مجموعة من الكروت الالكترونية و ذلك للتحكم و توصيل القوى للمحرك. تتكون دوائر القوى من اثنين من الثيريتثورات فى وضع متعاكس (BACK TO BACK) وهو يعرف ايضا باسم الترياك و ذلك لكل فازه ويتم تغيير قيمة الجهد عن طريق تغيير زمن توصيل هذه الثيريتثورات خلال كل نصف دورة للجهد ويقل جهد الخرج كلما زاد زمن الاشتعال ويتم التحكم فى هذه المنظومة عن طريق معالج دقيق (microprocessor) بالاضافة الى بعض الخصائص الاخرى كالمراقبة والحماية للمحرك.

فوائد استخدام بادئات الحركة الناعمة .

- تقليل تيار البدئ الذي يصل الى ٨٠٠% من التيار المقنن الى ٣٠٠%.
- تقليل عزم البدء الى الحد المناسب للحمل.
- تقليل الاجهادات على المنظومة الميكانيكية (صندوق التروس. السيور. الخ...).
- امكانية زيادة عدد مرات بدء التشغيل فى الساعة.
- تقليل تكاليف التوصيل (٦ كابلات فى حالة توصيل ستار / دلتا + ٣ كونتاكتور) علاوة على استخدام مقطع اقل للكابلات.
- الايقاف التدريجى الذي يمنع حدوث انزلاقات السيور فى الطلمبات الحلزونية و الدوران العكسى للطلمبات والغلق العنيف لمحابس عدم الرجوع وظاهرة المطرقة المائية Water hammer فى حالة استخدامه مع طلمبات المياه أو الصرف الصحى.
- ضمان إعتمادية المنظومة الكهربائية فى حالة التغذية بالمولدات الكهربائية نتيجة عدم سحب تيار بدء تشغيل عالي.

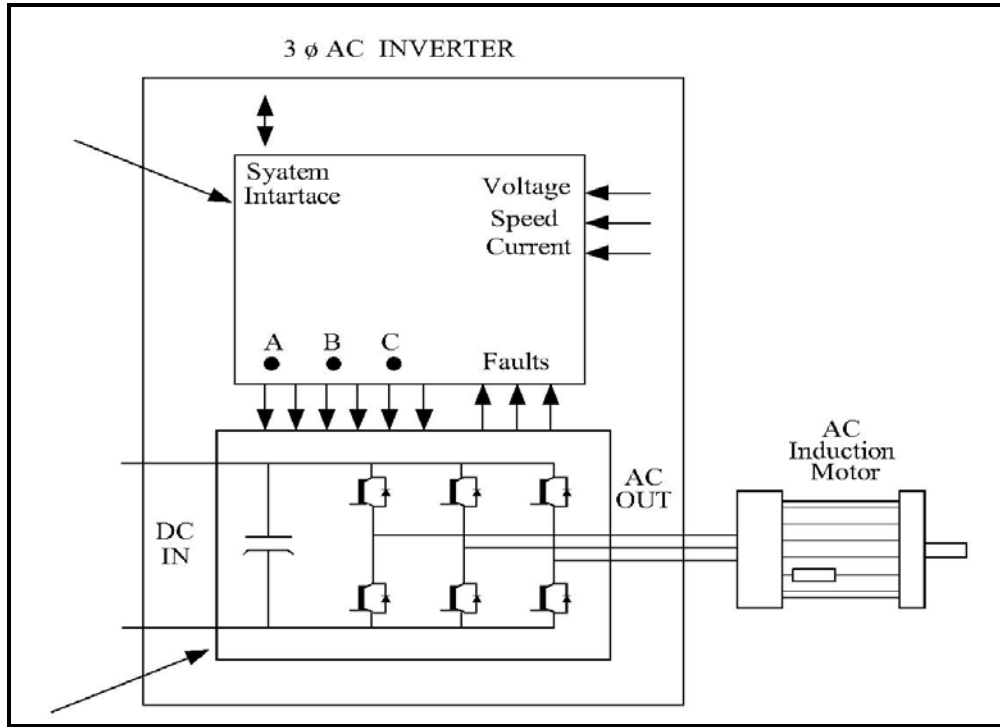
٨-١ التحكم فى سرعة المحرك التأثري AC Motor Drive

بما أن جهد وتردد الشبكة ثابتين ، لذلك فإن التحكم فى المحرك التأثري تعتمد على توليد موجات ذات تردد متغير وجهد متغير. على الرغم من وجود أنواع مختلفة من أنظمة قيادة المحرك التأثري إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي الطريقة التي تستخدم فى تركيبها مبدلة وقالبة (converter-inverter) كما فى الشكل (٥-٤٠).



شكل (٥-٦) نظام قيادة لمحرك تأثيري ثلاثي الطور

تحتوى المبدلة converter على مقوم ثلاثى الطور يقوم بتحويل جهد الشبكة المتردد الثلاثى الطور الى جهد مستمر (DC voltage) وتقوم القالبية (inverter) بتشكيل جهد متردد ثلاثى الطور بتردد و جهد متغيرين من الجهد المستمر . ويسبب طبيعة بنية القالبية . فان المحرك التاثيرى الثلاثى الطور يمكن ان يتلائم بسهولة للعمل من منبع جهد متردد احادى الطور، او ثلاثى الطور، او منبع جهد مستمر ويطلق اسم القالبية inverter على انظمة التحكم فى المحرك التاثيرى لان القالبية تشكل العنصر الاساس فى قيادة المحرك وبين الشكل (٥-٤١) قالبية الجهد النموذجية المشكلة من مرحلة قدره (power stage) ووحدة التحكم (control unit) ومكثف كبير او علبة مكثفات تتراوح قيمتها من $2 \times 10^3 \mu f$ حتى $2 \times 10^4 \mu f$



شكل (٧-٥) قالبة جهد ثلاثية الطور

أ) مرحلة القدرة (power stage)

تتألف مرحلة القدرة من ثلاثة موحّدات زوجية أو نصف جسرية (half ' Hbridge) ، تستطيع تمرير تيار القدرة اللازم لكل طور من أطوار المحرك. ويتم التحكم بهذه الموحّدات عن طريق منظومة ، داخلة فى الدائرة التحكمية ، لتشكيل موجة جيبية ثلاثية الأطوار. ولأن مرحلة القدرة هي التي تمرر التيار الذي يسحبه المحرك ، لذلك تصمم حسب قدرة المحرك المراد قيادته.

ب) وحدة التحكم Control Unit

وحدة التحكم وأنظمتها عوامل مهمة فى تحديد استجابة السرعة أو العزم وفي بعض الوظائف الأخرى المتعلقة بالتحكم فى المحرك. تقوم وحدة التحكم بتنفيذ منظومة التحكم ، وبتطبيق الخيارات المطلوبة ، وإصدار إشارات التبديل الى مرحلة القدرة.

ويمكن القول أن التقدم الكبير الذي دخل على طرق التحكم بالمحرك الاستتاجي يرجع الى تطور الكترونيات التحكم. ولقد سهلت تقنيات التحكم الرقمي تنفيذ منظومات التحكم وصنع منظومات

اكثـر تعقيداً. بالإضافة الي أنها مهدت الطريق لتعديل منظومة التحكم برمجياً دون اللجوء الي إعادة تصميم الدوائر من جديد.

(ج) القالبات الترددية Inverters

هو جهاز متكامل متخصص للتحكم بالمحركات التى تعمل على التيار المتردد مهما كانت قدرة المحرك وذلك كوسيلة للتحكم فى سرعة المحرك المتصل بالطلـمبة وبالتالى تغيير التصرف للطلـمبات، وأدى ظهوره إلى إلغاء جميع الطرق السابقة فى التحكم فى المحركات مثل بدء التشغيل

عن طريق المقاومة (starting resistance) أو عن طريق المحولات الأولية (auto transformers) لأنه عن طريق الأنفرتر أستطعنا التحكم بالتردد والجهد.

مميزات الجهاز

١. وجود برامج ضمن هذا الجهاز للتحكم بسرعة المحرك من ١ دوره بالدقيقة إلى أعلى من طاقة المحرك أحياناً تصل إلى ١٠ أو ٢٠ ضعف من سرعة المحرك الأسمية.
٢. وجود برامج ضمن الجهاز تقوم بحماية المحرك من الكثير من الأخطار أشهرها.
 - أنقطاع أحد الاطوار (الفازات).
 - إنقلاب احد الاطوار.
 - الحمل الزائد على إستطاعة المحرك.
 - إرتفاع درجة حرارة المحرك فوق الحد المسموح المعير من الجهاز.
٣. وجود شاشة إما متحركة أو ثابتة على الجهاز تقوم بإظهار الكثير من البارامترات أشهرها
 - سرعة الدوران الحاليه.
 - الامبير المسحوب من المحرك أثناء العمل.
 - الاخطاء التى حدثت أثناء العمل والتى تسببت بإيقاف المحرك الفجائى.
 - اتجاه دوران المحرك لليمين واليسار.
٤. وجود جهاز مدخل احادى ٢٢٠ ف ومخرجه ثلاثى ٣٨٠ ف
٥. تفعيل الكثير من البارامترات المتحكمـة بالمحركات والتى تقوم بإنجاز العمل المطلوب منها حسب الحاجة والمكان الذى يعمل المحرك ببيئته

٦. يعمل الجهاز بجهد من ٢٢٠ إلى ٤٦٠ ف
٧. قفل قسم البارامترات بكلمة سر.
٨. إذا أخطئ المبرمج للجهاز يستطيع إرجاع القيم إلى ضبط المصنع بسهولة.

بعض الاستخدامات الإضافية للجهاز

بالإضافة إلى ما جاء عاليه ينبغي الإشارة إلى العديد من استخدامات الأنفرتر على النحو التالى:

١. التحكم فى سرعات المحركات فى وسائل الرفع وتغيير السرعات لمحركات الطلمبات بغرض تغيير التصرف.
٢. تستخدم الأنفرتر بشكل عام للحصول على خرج ثلاثى الطور من تغذية احادية الطور

- تغذية الأنفرتر

تستخدم تقنية التغذية التقطيعية فى تأمين التغذية المناسبة للأنفرتر وبحجم مناسب وسوف نشرح فيما يلى تقنية التغذية التقطيعية:

- وحدة التغذية التقطيعية (Switching Power Supply)

تعتبر وحدة التغذية التقطيعية من أهم المكونات الرئيسية لأغلب الأجهزة الحديثة (PC, PLC Inverter) وذلك بتقديم الجهود المناسبة لكل جزء منها وتتم صناعة وحدة التغذية عن طريق مجموعة من وحدات التغذية التقطيعية.

- أهم مميزات وحدة التغذية التقطيعية

١. تعمل فى مجال واسع من جهود الدخل من ٨٠ فولت AC إلى ٢٥٦ فولت AC.
٢. تحتل حجم أصغر من مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية بنسبة ٦٠%.
٣. مردودها أكبر مقارنة مع مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية حيث تبلغ من ٨٥% إلى ٩٨% بينما فى وحدات التغذية التقليدية لا تتجاوز ٤٥% بسبب حدوث فواقد فى المحول.
٤. وزنها أخف من وحدات التغذية التقليدية.

٥. لها مناعة قوية ضد الضجيج (التدخل الراديوى Radio frequency Interference)

٦. استخدام الترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابه المعزولة (IGBT)

حيث : IGBT (Insulator Gate Bipolar Transistor) ويقوم هذا الترانزستور بتقطيع التيار المستمر إعتداداً على فكرة التعديل لعرض النبضه ويستخدم لذلك وحدة التحكم والمراقبة التى تتلقى التغذية العكسية من خرج المنظم وتقوم بملاحظة تغيير الجهد بواسطة Vco على خرج الترانزستور IGBT

٩-١ مهمات التحكم و الحماية للمحركات

يعتبر المحرك التائيرى ذو القفص السنجابى من اكثر المعدات القوى الكهربيه احتياجا الى تنظيم ادائها. عادة ما يتم التحكم فى هذه المحركات ، عن طريق بادئات الحركة (المقومات) و على المختص إن يأخذ فى الاعتبار نقاط اساسية تفى بالتحكم والحماية التامة للموتور و للعاملين على تشغيله وصيانته. وقد عرفت المواصفات القياسية العالمية IEC60-947 الوظائف التى يجب إن تحققها بادئات الحركة (motor starters) كالتالى :

١- العزل عن مصدر التغذية

٢- وقاية المحرك.

٣- توصيل وفصل التيار .

٤- ضمان التوافق بين خواص الوظائف الثلاثة السابقة .

١ العزل عن مصدر التغذية isolation

تضمن وظيفة العزل إن لا يحدث اى تسريب للجهد على الشبكة فى حالة إن يكون الجهاز يؤدى وظيفة العزل فى الوضع off وبهذا يتم حماية العاملين بالصيانة ولاجهزة من المخاطر الناتجه عن الجهد المتسرب كما انه فى حالات كثيرة من الممكن - كعامل امان اضافى - يتم غلق الجهاز فى الوضع off عن طريق وضع قفل او مفاتيح لضمان عدم التعشيق بواسطة شخص غير مسئول بينما لايزال عامل الصيانة يؤدى وظيفته . ويمكن تحقيق وظيفة العزل، حسب المواصفات القياسية IEC 60-947-3 باستخدام:

▪ سكاكين تعمل بدون حمل off load switch

- سكاكين تعمل على الحمل on load switch

٢ وقاية المحرك motor protection

دائماً ما تشتمل وقاية المحرك طبقاً الى IEC 60-947 على الآتي :

- جهاز الوقاية من تيارات قصر الدائرة الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي يزيد عن عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك.
- جهاز الوقاية من زيادة تيار الحمل الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي بقيمة حتي عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك وذلك في الوقت المناسب لضمان عدم إرتفاع فى درجة حرارة ملفات المحرك الأمر الذي قد يؤدي إلي إنهيار عزل الملفات.
- حالات خاصة مثل إنهيار عزل الملفات وإنعكاس إتجاه دوران المحرك وإرتفاع درجة حرارة ملفات المحركوهكذا.

- أجهزة محددة الوظيفة : مثل القواطع ، ريليهات الوقاية وريليهات المراقبة.
- أجهزة ذات وظائف متعددة والمزودة بخواص الوقاية.

أ) الوقاية من زيادة الحمل

هذا النوع من ريليهات زيادة الحمل هي الأكثر إنتشاراً بين الريليهات المستخدمة فى الصناعة وتوفر مستوي عال من الوقاية ضد حالات زيادة الحمل قصيرة أو طويلة الوقت. يمكن إستخدام هذه الريليهات بنظم التيار المتردد والتيار المستمر وغالباً ما تكون لها المواصفات الفنية التالية:

- تشغيل وضبط ووقاية ثلاثية الأقطاب.
- تعويض درجة حرارة الجو المحيط بحيث لا يؤثر تذبذب الحرارة علي الأداء العام للريلاي.
- الوقاية ضد التشغيل علي فازه واحدة ، الأمر الذي يمنع المحرك الخاضع للوقاية بهذا الريلاي من الدوران بتغذية من فازه واحدة فقط من أوجه مصدر التغذية.
- زمن بدء المحرك.
- إعادة تشغيل الريلاي بعد الفصل يدوياً أو آلياً.

- وجود تدرج مناسب لتيار الحمل الكامل (FLC) للمحرك ، الأمر الذي يسمح بضبط الريلاي كنسبة من تيار الحمل الكامل كما هو معطى بلوحة بيانات المحرك.
- الضبط

يحتاج ريلاي زيادة الحمل للضبط ليتواءم مع التطبيقات المختلفة وذلك لتحقيق وقاية صحيحة للمحرك ويتم تحقيق عملية الضبط بتحريك مؤشر الضبط علي واجهة الريلاي ويضبط هذه المؤشر مقدار ميل العنصر ثنائي المعدن الذي يسبب فصل الريلاي. يحتوي الريلاي علي تدرج مدرج بنسب من تيار الحمل الكامل للمحرك ويضبط المؤشر تيار الحمل الكامل للمحرك المنصوص عليه فى لوحة بيانات المحرك.

- تعويض درجة حرارة الجو المحيط

يتم تجهيز الريلاي بعنصر ثنائي (Bimetal) المعدن إضافي يعمل معاكساً للعنصر ثنائي المعدن الأساسي وذلك للتخلص من تأثير درجة حرارة الجو. عند درجة حرارة عالية للجو المحيط وبدون مرور تيار بالمحرك يميل العنصر الأساسي ثنائي المعدن بمقدار معين ويعمل العنصر الإضافي ثنائي المعدن (المعوض) بحيث يزيح نقط الفصل بنفس مقدار ميل العنصر الأساسي. وهذا يعني أن تيار المحرك الذي يتسبب فى فصل عنصر زيادة الحمل له نفس القيمة بصرف النظر عن درجة حرارة الجو المحيط.

- الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية

يحتوي ريلاي زيادة الحمل علي تقنية تسبب فصله فى حال حدوث سقوط لإحدي فازات مصدر التغذية (وقاية ضد التشغيل بفازتين). فى إستخدامات التيار المتردد أحادي الوجه أو فى إستخدامات التيار المستمر لابد من توصيل الثلاثة دوائر بريلاي زيادة الحمل علي التوالي ليمر نفس التيار فى كل عنصر من العناصر الثلاثة . وكل بديل يمكن فى هذه الحالات إستخدام ريلاي زيادة الحمل بدون تقنية الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية.

■ زمن بدء المحرك

لابد أثناء مرحلة بدء حركة المحرك أن يسمح ريلاي زيادة الحمل بمرور تيارات بدء الحركة اللحظية عالية القيمة دون فصل ولكنها لابد أن تفصل الدائرة بسرعة إذا ما إستمرت هذه التيارات العالية لفترة زمنية طويلة. ولضمان الاختيار الصحيح لريليايات زيادة الحمل ، عرفت المواصفات القياسية IEC 60-947 ثلاثة تقسيمات لأنواع الفصل لريليايات زيادة الحمل الحرارية كالاتي:

■ الريليايات Class 10

هذا النوع من الريليايات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ١٠ ثوان.

■ الريليايات Class 20

هذا النوع من الريليايات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٢٠ ثانية.

■ الريليايات Class 30

هذا النوع من الريليايات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٣٠ ثانية.

علماً بأن كل محرك تحتوي بياناته إما علي زمن بدء التشغيل أو الـ Class المناسب للتشغيل.

ب) الوقاية من تيارات قصر الدائرة

لتفادي تلف المعدات لابد لأي جهاز وقاية من تيارات قصر الدائرة أن يكون قادراً علي إكتشاف وكذلك الفصل السريع لأي تيارات عطل ذات قيم عالية قبل أن تصل الي قيمتها القصوي. من أمثلة أجهزة الوقاية :

■ الفيوزات

■ القواطع الكهربائية

كما يمكن أن تزود الأجهزة متعددة الوظائف مثل القواطع الكهربائية للمحركات والكونتاكتورات بخواص وقاية من تيارات قصر الدائرة.

■ الفيوزات Fuses

لا يوصى باستخدام الفيوزات فى وقاية المحرك حيث أثبتت التجربة أن الفيوز ، إن عاجلاً أو آجلاً ، سوف يحترق ويكون من اللازم إحلاله (وفي هذه الحالة يجب إستبدال الثلاث فيوزات وليس فيوز واحد). ولا يمكن ، فى الواقع ، ضمان أن الإحلال سوف يتم بفيوز له نفس خواص الفيوز الأصلي والذي يحقق توافق أجهزة الوقاية ومن ثم فإنه يفضل إستبعاد إستخدام الفيوزات فى وقاية المحركات خاصة وانها علي المدي الطويل تكون تكلفتها أعلى من القواطع نتيجة تغييرها المستمر.

■ القواطع الكهرومغناطيسية Magnetic circuit breakers

تحتوي هذه القواطع علي جهاز فصل مغناطيسي علي كل من الفازات يكتشف ويفصل تيارات قصر الدائرة العالية بقيم فى حدود سعة قطع القاطع وبذلك يتم حماية نظم القوي الكهربائية من تأثير تيارات الأعطال.

وعادة ما تحتوي القواطع الكهربائية علي مجسات منفصلة علي كل فازة بحيث ينتج عن عمل أي من الفواصل المغناطيسية أحادية الفازة فصلاً آلياً متزامناً للأقطاب الثلاثة . كما إن بعض القواطع المخصصة لحماية المحركات تحتوي علي حماية ضد تيار القصر.

٣ التحكم فى توصيل وفصل التيار Power switching

تمكن هذه الوظيفة من توصيل وفصل أي معدة قوي كهربية إضافة الي إنها تستخدم أحياناً ، عند التحكم فى المحرك ، في تغيير قيمة الطاقة الكهربائية المغذاة للمحرك وذلك بغرض تنظيم سرعته وعزمه... وهكذا.

يمكن تحقيق هذه الوظيفة ، اعتماداً علي احتياجات التطبيق ، باستخدام :

- منتجات كهروميكانيكية : مثل الكنتاكتورات وبادئات الحركة اليدوية للمحرك.
- منتجات إلكترونية : مثل بادئات الحركة الناعمة Soft starters ومغيرات السرعة /
مغيرات التردد (وقد سبق شرحها تفصيلاً فى الفصل ٢-٢-١-٧).
- توصيل وفصل التيار بعمليات On – Off

صممت أجهزة التوصيل والفصل للتحكم فى تغذية المحركات أو أي من معدات القوي الكهربائية عن طريق عمليات توصيلها وفصلها عند الحاجة. وتمثل الكونتاكطورات أكثر الأجهزة شيوعاً فى تأدية هذه الوظيفة. ويمكن لهذه الوظيفة أن تتحقق عن طريق منتجات متعددة الوظائف مثل قواطع المحركات والكونتاكتورات القاطعة

▪ الكونتاكطور الكهرومغناطيسي Electromagnetic contactor

يمثل الكونتاكطور جهاز توصيل وفصل ميكانيكي يتم التحكم فيه بواسطة مغناطيس كهربي . عند تغذية ملف الكونتاكطور الكهرومغناطيسي تغلق أقطابه الرئيسية Power Contact ومن ثم توصل الدائرة بين مصدر التغذية الكهربائية والحمل الخاضع للتنظيم (محرك ... وهكذا) . ويتكون المغناطيس الكهربي من جزئين : المغناطيس الثابت والحافظة المتحركة . تحمل الحافظة أقطاب التوصيل والفصل الرئيسية وكذلك ايه نقاط مساعدة التي يمكن تحميلها علي الكونتاكطور الكهرومغناطيسي.

▪ النقاط المساعدة Auxiliary contacts

للنقاط المساعدة العديد من الوظائف حيث تستخدم النقطة المساعدة من النوع (المفصول عادة N/O) غالباً لتأكيد وجود التغذية الكهربائية لملفات الكونتاكطور. كما تستخدم النقاط المساعدة لتحقيق التحكم التتابعي والتشابك (الربط) الكهربي ووظائف الإشارة.

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية من النقاط المساعدة.

▪ نقاط توصيل مساعدة لحظية مفصولة (مفتوحة الأقطاب) عادة N/O:

تفصل (تفتح أقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسي وتفصل (تفتح أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بالتيار الكهربى.

▪ نقاط توصيل مساعدة لحظية معشقة (مغلقة الأقطاب) عادة N/C :

تعشق (تغلق الأقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسي وتفصل (تفتح أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بالتيار الكهربى.

▪ نقاط توصيل مساعدة لحظية تحويلية C/O:

تحتوي هذه النقاط المساعدة علي نقطة توصيل N/O ونقطة توصيل N/C يعملان بالنظام المعرف لكل منهما أعلاه . لهذه النقاط المساعدة التحويلية ثلاثة أنواع من الأطراف (أي أن لها طرف مشترك).

إضافة الي ذلك تجهز الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية بنقاط مساعدة زمنية (عادة من النوع C/O) التي تتبدل حالتها إما عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي أو فصل التيار عنه ولكن بعد مرور فترة زمنية . وغالباً ما يمكن ضبط فترة التأخير الزمنية بواسطة مستخدم الكونتاكتور الكهرومغناطيسي.

▪ مخمدات الطاقة المختزنة Coil Suppressor

عند إيقاف عمل ملف الكونتاكتور تتحول الطاقة المختزنة ($1/2 Li^2$) فى الملف الي صورة جهد. يتسبب هذا الجهد فى إحداث تداخل (interference) مع عمل أجهزة التحكم الآلي. يتم إستخدام أجهزة مخمدات الطاقة المختزنة Coil Suppressor للحد من قيمة الجهد مما يقلل أو يمنع التداخلات.

أنواع مخمدات الطاقة المختزنة :

- دائرة RC
- Varistor or bidirectional diode
- Diode (fly wheel diode)
- عوامل إختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسي

لابد من الأخذ فى الإعتبار العوامل التالية عند اختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسي المناسب ويتم اختياره حسب المواصفات القياسية العالمية IEC 60-947:

- طبيعة ونوع الحمل : قيمة تيار الحمل وجهده. خواص بدء حركة الحملالخ.
- أي حالات تشغيل خاصة : عدد مرات تكرار دورة التشغيل فى الساعة ، هل يتم التعشيق علي تيار الحمل أو بدونه ، نوعية الاستخدام ، نوع التوافق المطلوب ، العمر الافتراضي المطلوبالخ.
- العوامل الجوية المحيطة : درجة حرارة الجو المحيط ، معدل الرطوبة...الخ.

تعتمد أهمية كل من العوامل السابقة علي التطبيق. وفيما يلي بعض امثلة التطبيق المختلفة:

(أ) التحكم فى حمل ممثل بمقاومة أومية AC-1 :

تقع هذه النظم فى مجال استخدام الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-1 المخصصة عادة لأحمال بعدد قليل من تكرار دورات التشغيل فى الساعة.

(ب) التحكم فى محرك تأثيري بحلقات أنزلاق AC-2 (Slip ring motor) :

يستخدم فى هذه التطبيقات كونتاكتورات كهرومغناطيسية من النوع AC-2 (التي تسمح ببدء الحركة والتعشيق بدائرة العضو الدوار أو العضو الثابت والضبط دقيق المراحل للمحركات التأثيرية بحلقات تزلج).

(ج) التحكم فى محرك تأثيري ذي قفص سنجابي AC-3/4 (Squirrel cage motor):

يستخدم فى هذه التطبيقات إما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-3 (التي تقطع تيار الحمل الكامل FLC للمحرك) وإما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-4 (التي تقطع تيار خنق العضو الدوار). وفي هذه الحالة ، لا يتحدد التأثير الحراري علي

الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بتيار التشغيل المستمر للحمل ولكنه يعتمد علي خواص بدء الحركة للمحرك أو فرملته وعدد مرات تكرار عمليات بدء / إيقاف الحمل فى الساعة. وعليه فإن أهم عاملان لاختيار هذا الكونتاكتور الكهرومغناطيسي هما نوعية إستخدام التطبيق وعدد مرات تكرار دورة التشغيل.

(د) التحكم فى أحمال تأثيرية Reactive loads ذات تيارات إندفاع عالية عند توصيلها علي مصدر التغذية:

تتمثل هذه الأحمال التأثيرية فى الملفات الابتدائية للمحولات ودوائر تحسين معامل القدرة (المكثفات). يجب أن تكون سعة التعشيق (Making Capacity) للكونتاكتور الكهرومغناطيسي قادرة علي استيعاب تيارات الإندفاع هذه دون حدوث إرتداد غير مسموح به للأقطاب الرئيسية بالكانتاكتور الكهرومغناطيسي وبدون حدوث المخاطر المصاحبة مثل إلتهام الأقطاب.

وعليه فإن سعة التعشيق (Making capacity) تصبح أهم عوامل اختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسي فى هذه التطبيقات.

٤ ضمان التوافق Coordination

■ تعريف التوافق

تتطلب أساسيات التوافق ، تجانس معدات الوقاية الرئيسية من قصر الدائرة (فيوزات أو قاطع) مع جهاز تعشيق وفصل مناسب (كونتاكتور كهرومغناطيسي) والريلاي المصاحب للوقاية الحرارية من زيادة الحمل. وبهذا التوافق نضمن أفضل طرق تشغيل وحماية المحرك، ويتم التوافق عن طريق إختبارات معملية لمكونات بادئات الحركة معاً وليس علي حدة وذلك لمعرفة أداء المجموعة بعد فصل التيارات الغير إعتيادية.

■ أنواع التوافق

تم توصيف هذه الأنواع من التوافق بالمواصفات القياسية IEC 60-947-4 وهي تحدد درجة التلف بالمعدة المسموح به والناتج عن قيم محددة من قصر الدائرة.

■ نوع التوافق رقم ١ Type 1 coordination:

(سابقاً التوافق درجة a ومعرف بالمواصفات القياسية السابقة IEC 292-1) لابد لمعدات الوقاية الكهربائية فى حالات قصر الدائرة من فصل العطل دون حدوث أية خطورة على المنشأة أو الأفراد. وبعد فصل العطل لا يمكن إعادة التشغيل إلا بعد قيام فني على مستوى عالي جداً من الكشف على المكونات السابقة.

■ نوع التوافق رقم ٢ Type 2 coordination :

(سابقاً التوافق درجة c ومعروف بالمواصفات القياسية السابقة IEC 292-1) لابد لمعدات الوقاية الكهربائية فى حالات قصر الدائرة من فصل العطل دون حدوث أية خطورة على المنشأة أو الأفراد . وبعد فصل العطل لا يجب أن تعاني المعدات اية تلفيات أو أي تغيير فى الضبط ومن ثم فإنه يمكن إعادة إدخالها الخدمة. من المفهوم أنه لا يسمح بإحلال أي من معدات الوقاية خلال الإختبارات فيما عدا الفيوزات التي لابد من إحلالها ، بينما فى حالة القواطع فإنه يعاد توصيلها.

مما سبق فإنه يوصي باستخدام التوافق رقم ٢ حيث أنه يضمن إستمرارية التشغيل للمحركات حتي بعد حدوث فصل لتيار القصر بالإضافة الي أنه لا يحتاج الي مستوى عال من فني الصيانة ومن ثم ضمان عمل المحرك. علماً بأن أي نوع من أنواع التوافق يجب أن يتم تقديمه فى جداول من مصنعي بادئات الحركة ولا يمكن أن يتم عن طريق استخدام كونتاكتور من ماركة وقاطع تيار (أو ريلاي زيادة الحمل) من ماركة أخرى.

■ التوافق الكامل

المقصود بالتوافق الكامل ، طبقاً للمواصفات القياسية IEC 60 947-6-2 أنه فى حالات قصر الدائرة لابد أن تكون مجموعة معدات القطع والوقاية قادرة على فصل العطل دون خطورة كما يجب ألا تتأثر المعدات ولا أن يحدث إلتحام فى الكونتاكتورات وهي أعلى وأفضل أنواع التوافق.

Switchgear

٢. معدات التشغيل الكهربائية

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

وفيما يلي تعريف لهذه المعدات

أ- أجهزة التشغيل ذات السياج المعدني (Metal enclosed)

وهي أجهزة التشغيل المجهزة داخل غلاف معدني خارجي موصل بالأرض .

وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها.

ب- أجهزة التشغيل داخل المحتوي المعدني (Metal clad)

وهي أجهزة التشغيل التى يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها
سياج معدني موصل بالأرض ، ويراعى وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية
باللوحة:

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

ج - قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

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

د- قواطع التيار المركبة داخلياً Indoor circuit breakers

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

Outdoor circuit breakers

هـ - قواطع التيار المركبة خارجياً

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

Switches

و - المفاتيح

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

Disconnectors أو Isolators

ز - فواصل الدائرة

وهي أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكياً تعطي فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربى عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربائية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهماً (أقل من 1/2 أمبير) حيث يكون فرق الجهد عبر طرفي كل قطب غير ذي قيمة.

Circuit breaking

ح - قطع الدائرة

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

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

High Voltage Switchgear

١-٢ معدات تشغيل الضغط العالي

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

تكون اللوحات ذات سياج معدني metal enclosed أو محتوي معدني metal clad وعمليا فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات تبيت فى مقصورة (أو حجرة) واحدة فى حالة اللوحات ذات المحتوي المعدني . وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الآتية :

- سحب رأسي
 - سحب أفقي
 - استخدام فاصل دائرة أو مفتاح بين قاطع الدائرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل.
- فى حالة قواطع الدائرة ذات المحتوي الزيتي 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 الأفقي.
- فى حالة القواطع الغازية فإنه يمكن استخدام إما السحب الرأسى أو السحب الأفقي.
- 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 أمانة 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.

Interlocking & Padlocking

٢-١-١ الرباط والغلق

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

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

Types of circuit breakers

٢-١-٢ أنواع قواطع الدائرة

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالى هي :

Oil circuit breaker

أ- قاطع التيار الزيتي

وينقسم إلى :

- قاطع تيار مغمور كلياً فى الزيت Bulk oil c.b.
- قاطع تيار قليل الزيت Minimum oil c.b.

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

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

ب- قاطع التيار الهوائي المغناطيس Magnetic air circuit breaker

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

ج- قاطع التيار التفريغى Vacuum circuit breaker

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازلة مفرغ منها الهواء وتكون إحدى الملامسات مثبتة بنهاية التوصيل للقاطع والأخرى حرة الحركة فى إتجاه محوري ، 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 خامه الملامس المناسبة.
- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربى.

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠مم للجهود حتى ١١ ك .ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مثلتها فى الأنواع الأخرى من القواطع ويحقق هذا النوع أعلي كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدوده تيار القطع المقنن وللقدرة العالية على الأحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أي صيانة خلال عمر التشغيل لها ولا يوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال.

Sulphur hexa fluoride . SF6 – cb

د- قاطع التيار الغازي

ويحتوي على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالي ٣ بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدني ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة فى مسار القوس الكهربى مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدي إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربى وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF2& SF4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلي 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 (٣-٥) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار .

جدول (٥-٣) مقارنة بين أنواع قواطع التيار المستخدمة فى الضغط العالي

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
١	توصيل وفصل التيار حثي Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصة إطفاء هادئة للشرارة لعدة أنصاف دورة وهذا ينتج عنه قيمة مهملة تلاطم التيار Current Chopping ومن ثم دفع جهد مهمل - Voltage Surge	حيث ان الزيت عازل جيد فإن إطفاء الشرارة (القوس الكهربى) يكون أكثر فعالية عن القاطع الهوائي وهذا يعطي فترة شرارة أقصر درجة أعلى لتلاطم التيار ويكون الارتفاع فى الجهد محسوساً لكن قيمته غير كافية 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 طريقة إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الزيتي أو التفريغي.
٢	توصيل وفصل التيارات السعوية 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 كافية للتأكد من قطع التيار السعوي بلا عودة للشرارة.	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريغية سريعة جداً وهذا يعطي قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السعوية	نظراً للخواص سالبة الكهرباء فإن الفجوة التوصيلية يعاد تأينها بسرعة وهذا يحقق قطع بلا

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
				حتى الحمل الكامل للتيار المقنن للقاطع.	عودة للشرارة.
٣	المسلوك الميكانيكي	المواصفات القياسية تتطلب تحقيق ١٠٠٠ عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة بري للملامسات مهمة . التزييت المنتظم خلال هذه الفترة يجب أن أخذه فى إعتبارات التصميم.	المشوار القصير للفصل والتوصيل ومتطلبات الطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء ميكانيكي قوي قادر على الموافقة مع عمر طويل بدون صيانة لهذه القواطع . ويتم فى المعتاد ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل على الأقل دون الحاجة إلى الصيانة.	متطلبات الطاقة تقع بين تلك الخاصة بالقاطع الزيتي والخاصة بالقاطع التفريغي ومعظم الطاقة المطلوبة تلزم لإطفاء الشرارة وتزيد هذه الطاقة بزيادة مقنن القاطع وتتطلب هذه القواطع الصيانة على فترات تصل إلى ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل فى المعتاد.	
٤	الاختلاف فى القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	التواجد السريع لقوس كهربى ذو تيار كبير فى منطقة الشرارة arc - chute ينتج عنه ضغط عالي وموجات	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربى ينتج ضغط عالي جداً داخل	تكون الزيادة فى كثافة البخار الفلزي المنتج خلال حدوث القوس الكهربى فى منطقة التلامس متزامنه مع	الضغط الداخلى المتكون خلال فترة العطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الإستاتيكي المعتاد

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
		تصادميه يجب أخذها فى الاعتبار فى البناء الميكانيكي للقاطع مما يزيد فى التكلفة.	جهاز التحكم فى الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الاطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدني ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان . وإستخدام خزان إسطواني تجعل إحتواء هذه الزيادة فى الضغط امر بسيط.	التيار ولا يوجد إرتفاع عام فى الضغط داخل القاطع.	وتكون غرفة العازل مصممه للسماح بذلك.
	(ب)إنبعاث غازات العادم.	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقة من منطقة الشرارة تخلق ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل ووجود خنادق تسمح	تندفع كميات متوسطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة حاجزة بالسطح العلوي للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات	القاطع تام الاحكام وجميع الأبخرة الفلزية المنتجة خلال القوس الكهربى (الشرارة) تتكثف فورياً ولا يوجد إنبعاث من أي نوع	القاطع مغلق كليه ومن ثم لا يوجد إنبعاث للغاز وقد يتفكك بعضه إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذه يتم إمتصاصها

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
		بالاندفاع الأمن لهذا الهواء	وفصلها عن الزيت.	لهذه الأبخرة.	بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.
	(ج) التأثير على قواعد تثبيت القواطع. (د) توليد الضوضاء	وبيل جداً وبيل	وبيل معتدل	مهمل مهمل	خفيف خفيف
٥	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للاشتعال فإن غازات الاحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوي على درجة قليلة من إحتمال الحريق.	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالي إنبعاث غازات قابلة للاشتعال هيدروجين - أستلين - ميثان الخ) خلال هذه العملية تحوي مخاطرة حدوث الحريق. والتصميمات الجيده للقواطع نادراً ما تعطي زيادة فى الغازات تسمح بالحريق إلا إذا حدثت أخطاء جسيمة . ويجب مراعاة وجود ضوابط	مخاطر حدوث الحريق مهمة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أي مصدر يحتمل وجودها	كالسابق فى القواطع التفريغية III

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
			واحتياطات ضد الحريق إذا إستخدمت هذه القواطع فى بيئات يكون تأثير الحريق فيها رخيماً.		
٦	متطلبا الصيانة (أ) الصيانة الروتينية	تشتمل الصيانة الروتينية فى القواطع التقليدية على النظافة والترتيب للأجزاء الميكانيكية مع فحص الملامسات وجهاز التحكم فى الشرارة والوسط العازل والإحلال 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 التغذية العمومية . ويلزم تغيير الزيت دورياً فى حالة قواطع التيار الزيتية فى الإستخدام المتكرر أكثر من أي إعتبار آخر والانواع قليلة الزيت تحتاج إلى العناية أكثر منها فى الأنواع المغمورة كلياً.	والعوازل الكهربائية وربما ملامسات القاطع لملاحظة حدوث البري. ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفى حالة اللوحات العمومية للتغذية فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الافتراضي للقواطع بينما فى حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يومياً) فإنه قد يلزم إجراء الاحلال كل عدة	متكررة وفى الغالب فإن دوره صيانه كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا إنه يلزم إجراء فحص بصري بصورة منتظمة . ويجب مراعاة ضوابط أمنية فى حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصصية.	

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
				سنوات.	
	(ب) صيانة بعد العطل Post - Rault	يقترح عادة ان تجري الصيانة بعد عملية الفصل للعطل فى أقرب فرصة لذلك لامكان استعادة حالة القاطع للمستوي المعتاد والأمن.		ليس من الضروري اجراء هذه الصيانة ومن المستحسن ان يجري التفتيش على القواطع التى جري تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتيه فى فترة التشغيل العادية.	مماثلة للقواطع التفريغية.
٧	المناسبة لظروف البيئة الخطرة والتشغيل المتكرر	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.		مناسبات خاصة فى ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة اكثر تكرارية فى حالة القواطع قليلة الزيت.	لا يحتاج إلى صيانة متكررة إلا أنه يجب إعطاء عناية للأجزاء الميكانيكية فى حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عالية.

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
٨	إمكانات التشغيل (أ) التوصيله الأرضية المتكاملة Integral Fault – making earthing Facilities	نادراً ما يكون لها هذه الخاصية وعند اللزوم تستخدم وحدات تأريض منفصلة.	يسهل إمداد القاطع بتأريض تكاملي فى حالة القواطع ذات السحب الرأسى.	تزود بهذه الخاصة فى حالة القواطع الثابتة . اما فى حالة القواطع القابلة للسحب فتكون كالحالة المبينة فى II , I	كالسابق فى I , II على حسب نظام السحب رأسى أو أفقى.
	(ب) إمكانية إجراء إختبار الحقن - Injection test	تحتاج الي نوع قاطع التيار عن اللوحة ثم ادخال عصا الاختبار الى مقتبس الفصل.	فى حالة القواطع الثابتة يتم تزويدها بفتحات اختبار تمكن من ادخال عصا الاختبار بينما تكون الدائرة ارضية وفى الانواع القابلة للسحب تكون كما فى I , II	كالسابق فى I , II	
٩	تصميم مبني للوحات	يتوقف عرض المبني على حسب عمق depth مجموعة التشغي Switch – gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات فى خلفية اللوحة وممر عريض امام اللوحة لاعطاء فسحة لامكان سحب قاطع التيار وصيانته . ويترتب على الاحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل على	فى حالة القواطع الثابتة لا تحتاج فى التصميم إلى وجود فسحة للسحب أو الصيانة ومن ثم يكون عرض المبني اقل منها فى	مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازية تكون ذات قواطع قابلة للسحب ويحتاج فى إنشاء المبني الى ترك فراغ لهذا الغرض ولكن	

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
		الارضية خلال التشغيل انشاء قواعد مكلفة وقوية . كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني أكسيد الكربون أو استخدام نظم اخري كالرشاشات او الغاز فى حالة وجود احتمال للحريق واذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فانه يتم تقسيم لوحات التشغيل الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبني عبر المبني لتخفيض مخاطر تدمير اللوحة فى حالة حدوث الحريق . يعتمد طول المبني على عرض كل وحدة (خلية) فى مجموعه التشغيل بالاضافة الى الفراغ اللازم لحوائط الحريق (ان وجدت) ومسارات قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلال يكون أقل في حالة القواطع المغمورة فى الزيت عنها فى القواطع الهوائية أو قليلة محتوي الزيت.	حالة القواطع القابلة للسحب. ويكون التحميل على الارض خفيفا ولا يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات لمكافحة الحريق وحيث أن عرض الخلايا صغير فإن طول المبني أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقلل بدرجة ملموسة تكلفة المبني.	حالة القواطع القابلة للسحب فإن المباني تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات	إحتمال الحريق يكون مهماً ولا يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المباني بالتالي أكثر اندماجا وبساطة.

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
				مكافحة الحريق تظل قائمة وبالتالي مباني أكثر إقتصاداً.	

٢-١-٣ بناء اللوحات فى الضغط العالى (H.V) Switchboard Construction

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

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

٢-٢ معدات تشغيل الضغط المنخفض Low Voltage Switchgear

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها واختبارها طبقاً للمواصفات القياسية

IEC 157-1 لسنة ١٩٧٣ وتعديلاتها وهناك بعض الإعتبارات للمواصفات السارية والتي يجب الأخذ بها وهي:

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

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

(ج) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقننات الحرارية

Temperature – rise limitations / Thermal ratings

- يوضح الجدول (٥-4) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P1 له القدرة على إختبار نوعي O – CO عند أقصى مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P2 له القدرة على إختبار نوعي O – Co – Co والفارق

الفصل الخامس: تصميم الاعمال الكهربائية

- الجوهري بين الفئتين P1 , P2 أنه فى حالة قاطع الدائرة فئة P1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعي مع تقليل ظروف الخدمة بينما فى الفئة P2 فإنه 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 تجري هذه الأختبارات فى نفس ظروف العمل التى سوف يكون عليها عند التركيب للخدمة.
 - يحدد الجدول (٥-٥) حدود الإرتفاع فى درجة الحرارة طبقاً لمواصفات IEC ويراعى دائماً أن الإرتفاع فى درجة الحرارة للملامسات لا تؤدي إلى إعطاب العزل أو الإجزاء المجاورة للملامس.

٢-٢-١ المقنن الحراري والمقنن داخل المحتوي لقواطع التيار

Thermal rating & enclosed rating

وهو سعة القاطع بالإمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهي التيار الحراري المقنن للأجهزة الغير مغلقة والمزودة بفواصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تتجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الأجزاء الحدود المقرره فى الجدول السابق (٥-٥) . وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبة داخل لوحات التشغيل. ويعرف المقنن داخل المحتوي enclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار الحراري المقنن داخل القواطع المغلقة ، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ ساعات تشغيل عندما يتم تركيبة داخل محتوي ذو مواصفات محددة دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقرره المبينة بالجدول (٥-٥) . وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوي والذي يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحراري للقاطع وللحصول على تشغيل مرضي 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 ومرضي لمعدات التشغيل الكهربائية فإنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبة بها.

وعلى ذلك يجب أن يعطي 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 المرضي فى ظروف العمل الفعلية.

جدول (٤-٥) فئات أداء قصر الدائرة

Short-Circuit Categories IEC 157-1 has two categories of short-circuit performance outline in table 12.2		
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 (٥-٥) يوضح حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقا لمواصفات IEC

Type of material description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxillary contacts):	
Copper	45° C
silver or sillver-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
Terminal 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 experssion "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 reaictance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-laced contacts. 1. Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. 2. To be specified according to the properaties of the metals used and limited by the neceasly of not causing any damage to adjacent parts 3. The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material la impaired 4. Limited solely by the neceasly of not causing any damage to insulatin materials 5. The temperatureriae limit of 70° c is a value bassed on the conventional test a C.B used or tasted under installation conditions may have connection the type, hature and disposition of which will not be the asmeas 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.	

٢-٢-٢ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت

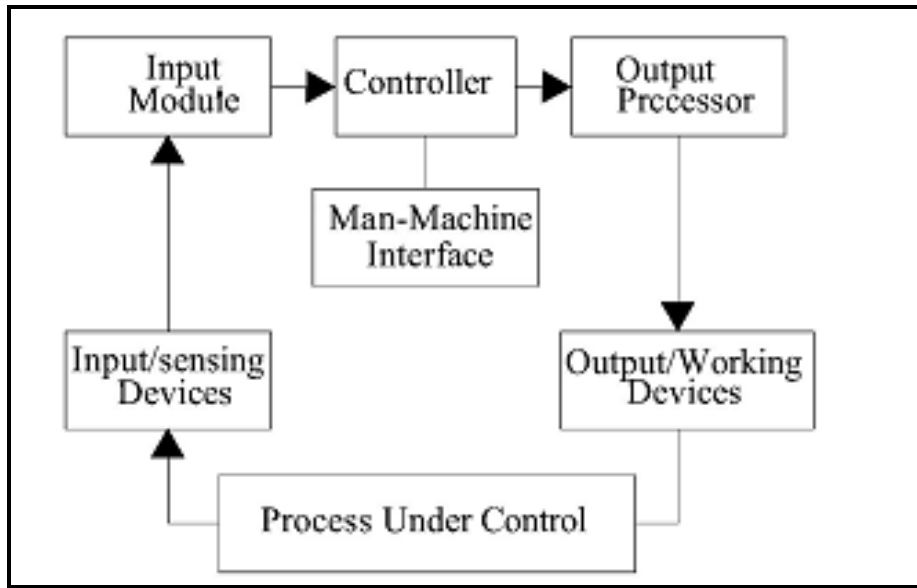
تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ١.٥م ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران على أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخرى المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوي جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها وبراعي تزويد كل خلية بباب خلفي من الصاج ذو فاتيح وعلي أن تركيب 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 الامامي للوحة ولا يظهر منها على السطح الا أجهزة القياس ذات الطراز الغاطس واکر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبتة على عوازل من الصيني أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولا يسمح بارتفاع درجة الحرارة لقضبان التوزيع عن ٤٠ درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥ درجة مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات فى قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم على الا يتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١ مم² من المقطع وعلى الا تقل هذه المساحة عن ٢٥٠ مم² كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بمتبعتها بسهولة ويكون لون كل وجه على حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالي وقضيب التعادل باللون الأسود على ألا يتغير مقطع النحاس الأساسي فى جميع أجزاء اللوحة.

٢-٣ نظام التحكم الأتوماتيكي (Automation system)

يحتوي أي نظام بإشراف المتحكم المنطقي المبرمج PLC علي العناصر الأساسية التالية:

- التطبيق أو العملية الخاصة بالمستخدم.
- أجهزة الإدخال مثل المفاتيح أو أزرار التشغيل
- وحدات الإدخال التي تعمل كواقي بيني Protective interface وكمحول إشارات.
- المتحكم المنطقي المبرمج PLC الذي يحتوي علي نظام الإتصال ووحدة المعالجة المركزية ومصدر التغذية.
- برنامج التطبيق الخاص بالمستخدم (أو المنطق المعرف بواسطة المستخدم).
- وحدات الخرج التي تعمل كوحدة وقاية بينية وكمحول إشارات.
- أجهزة الخرج مثل الإضاءة والملفات اللولبية Solenoids وبادئات حركة المحركات.
- الـ interface بين الإنسان والآلة للبرمجة ومراقبة نظام التحكم والعمليات.



شكل (٧-٥) نظام تحكم اتوماتيكي متكامل

المتحكم المنطقي المبرمج PLC

يستخدم الـ PLC وحدات المعالجة الإلكترونية لمعالجة البيانات علماً بأن تشغيل المعدات المبنية بهذه التقنية لا يعرف برسم الدائرة الكهربائية كما يحدث فى دوائر التحكم التي تتصل مكوناته بأسلاك حسب دائرة كهربية معينة بل يعمل حسب برنامج يتم تحميله فى ذاكرة وحدة المعالجة المركزية. ويعتبر المتحكم المنطقي المبرمج المكون الأساسي لنظم التحكم الأتوماتيكي الإلكترونية.

تعريف الـ PLC

الـ PLC عبارة عن آلة إلكترونية متخصصة فى أعمال التحكم فى الزمن الحقيقي ومراقبة العمليات الصناعية. ينفذ الـ PLC مجموعة من التعليمات تخزن فى ذاكرته على شكل برنامج هي:

- يمكن توصيل الـ PLC مباشرة الى مجسات وأجهزة تفعيل من خلال وحدات الإدخال والإخراج بمواقع التشغيل.

- يتم تصميم الـ PLC للعمل فى البيئة الصناعية القاسية (درجة حرارة وإهتزازات وانقطاعات دقيقة ، بأزمنة قصيرة جداً فى التيار وسوء الجهد الكهربى والتداخل وغيرها).
- وأخيراً فإن الـ PLC مترجم بلغات تم تطويرها خصيصاً لمعالجة وظائف التحكم الاتوماتيكي وبشكل لا يحتاج الى مستوى عال من معرفة مسبقة بالبرمجة عند التركيب والتشغيل.

التركيب الأساسى

التركيب الأساسى لـ PLC يعتمد على ثلاثة عناصر وظيفية أساسية ويتم التوصيل الكهربى بين هذه العناصر باستخدام نظام توصيل إلكترونى وتقوم وحدة تغذية القوى بإمداد المتحكم بالجهود اللازمة لتشغيله.

المعالج CPU

المعالج أو وحدة المعالج المركزى CPU مصممة فى الأساس لمعالجة التعليمات التى تكون البرنامج العامل للتطبيق لكن إضافة إلى هذه المهمة الأساسية ، يقوم المعالج بأداء الوظائف التالية:

- إدارة المداخل / المخرج.
- مراقبة وتشخيص أداء الـ PLC بواسطة مجموعة من الاختيارات تبدأ مباشرة مع بدء عمل الـ PLC أو بشكل متكرر أثناء عمل الـ PLC.
- التحادث مع طرف البرمجة أثناء الكتابة الأولية والتعديل بالبرنامج وكذلك أثناء عمل المعالج لمراجعة أو إحداث ضبط البيانات.
- التحادث مع أنظمة أخرى (نظم المراقبة والتشغيل SCADA ، مبرمجات صناعية أخرى...).

يقوم بتنفيذ هذه الوظائف معالج دقيق واحد أو عدة معالجات دقيقة من خلال Firmware (برنامج على رقيقة الذاكرة التى تقرأ فقط ROM) يتم برمجتها مسبقاً داخل نظام التحكم أو الذاكرة. وتعرف هذه الرقيقة ROM وظائف الـ PLC ولا يمكن للمستخدم الوصول إليها.

الذاكرة الخاصة بالمستخدم

يتم توجيه الذاكرة الخاصة بالمستخدم لتخزين التعليمات المكونة لبرنامج التشغيل لنظام الأتمتة وكذلك للبيانات التي قد تكون :

- معلومات يراد تطويرها أثناء دورة التشغيل للتطبيق . وهذه هي الحالة عندما يتم المعالجة بواسطة وحدة المعالجة المركزية CPU وتخزين النتائج لإستخدامها فى مرحلة تالية. ويسمى هذا النوع من البيانات بالمتغيرات الداخلية أو الكلمات الداخلية.
- معلومات لا تتطور أثناء التشغيل ولكن يمكن تعديلها عندما يري المستخدم ذلك ضرورياً كالحالة فى رسائل الإظهار وقيم الضبط وهكذا وهذه الكلمات ثابتة.
- جداول صورة الدخول / الخروج والتي يصير تحديثها بواسطة المعالج فى كل عملية فحص للبرنامج.

إن العنصر الأساسي فى الذاكرة هي الحرف (Bit) والتي يمكن أن تأخذ أحد قيم المنطق صفر أو ١ ، ويتم تجميع هذه الحروف مع بعضها لتكون كلمات (١٦ حرف) او لتكون بايت (٨ حروف) وكل من الكلمات أو البايت يتم تمييزها بعنوان.

ويتم التعبير عن حجم الذاكرة إما بالكيلو كلمة (١ كيلو كلمة = ١٠٢٤ كلمة = ١٠٢٤ كلمة) أو بالكيلو بايت وهذا التعبير ينطبق علي كل من ذاكرة البرنامج أو ذاكرة البيانات ويتم استخدام نوعين من الذاكرة فى الـ PLC :

- الذاكرة الحية أو الذاكرات من النوع RAM (الذاكرة التي يتم الوصول إليها عشوائياً). ويمكن قراءة محتويات هذه الذاكرات وكذلك تعديلها ولكنها تفقد مع فقد جهد التغذية (ذاكرة من النوع المتطاير). ومن ثم فإن هذا النوع من الذاكرات يحتاج الي بطارية كمصدر بديل الجهد ، ويتم استخدام الذاكرات الحية أثناء كتابة وتنقيح البرامج وكذلك لتخزين البيانات.
- الذاكرة الميتة والتي يتم الحفاظ علي محتوياتها (ذاكرة من النوع الغير متطاير) مع فقد جهد التغذية . ويمكن القراءة فقط لمحتوي هذا النوع من الذاكرات.

إعادة الكتابة علي هذا النوع من الذاكرات يحتاج أولاً لمسح كامل للبيانات الموجودة عليها باستخدام وسائل أكبر من إمكانيات الـ PLC وذلك باستخدام الأشعة فوق البنفسجية (في الذاكرات من النوع EPROM) أو بوسائل كهربية (للذاكرات من النوع EEPROM).

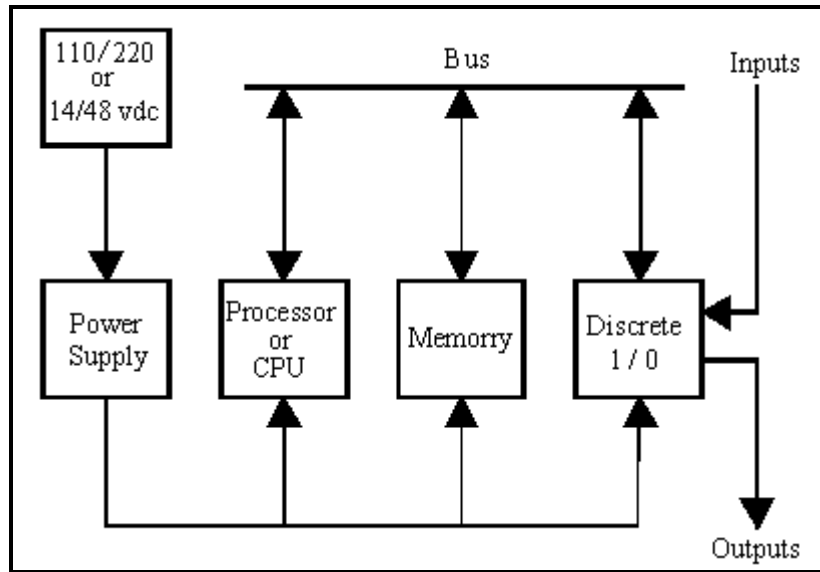
وقد تم تصميم هذا النوع من الذاكرات لتخزين البرامج بعد الوصول الي المرحلة الأخيرة من التنقيح.

وذاكرة البرنامج تحتوي ضمن كارت أو عدة كروت والتي يتم إدخالها داخل الـ PLC أو داخل وحدة تمديد الذاكرة . أما ذاكرة البيانات، وفي حالات معينة ذاكرة البرنامج ، تتكامل علي كارت الـ PLC وتسمى On board memory.

وحدات الإدخال / الإخراج للإشارات الغير متصلة (Discrete I/O)

تمكن وحدات الإدخال / الإخراج (I/O) للإشارات الغير متصلة من توصيل الـ PLC مباشرة مع بيئتها الصناعية وذلك بإيجاد interface بين العملية الصناعية و الـ PLC جميع وحدات الإدخال / الإخراج لها دور مزدوج وذلك بشكل عام كالتالي:

- وظيفة الـ interface وذلك لإستقبال وتحويل الإشارات من العالم الخارجي (مجسات ، وراير التشغيل....الخ) ثم الإشارات مرة أخرى الي العالم الخارجي (التحكم فى أجهزة الفصل والتعشيق ، إشارات ، ولمبات ...الخ). ويتم تصميم مهمات الـ interface بخصائص مثل العزل الجلفاني أو العوازل الضوئية وذلك لحماية الـ PLC من ضوضاء التداخل.
- وظيفة الإتصال وذلك لتبادل الإشارة مع وحدة الـ PLC المركزية علي قضبان المدخل والمخرج



شكل (٥-٨) التركيبة الأساسية الـ PLC

القضبان الإلكترونية Bus

القضبان الإلكترونية عبارة عن مجموعة من الموصلات التي تخلق إتصال بين الوحدات المختلفة فى الـ PLC ، وتأخذ القضبان فى الـ PLC المكون من وحدات منفصلة Modular PLC ، شكل لوحة دوائر إلكترونية مطبوعة ومثبتة علي قاعدة الحامل لتوصيل مقابس ليدخل عليها وحدات الـ PLC المختلفة : لمعالج وإمتداد الذاكرة ووحدات الإدخال / الخرج ووحدات الذكاء.

ترتب القضبان علي شكل مجموعات مختلفة وكل مجموعة مصممة لتحمل نوع من البيانات:

- قضبان بيانات لإشارات الإدخال / الإخراج.
- قضبان العناوين لعناوين الإدخال / الإخراج.
- قضبان التحكم لإشارات الخدمة مثل نبضات التزامن وإتجاه تبادل البيانات وصحة التبادل وهكذا.
- قضبان لتوزيع الجهود من وحدة مصدر التغذية بالتيار.

وحدة التغذية بالتيار Power Supply

يوفر مصدر التغذية بالتيار ، المغذي من مصدر تيار متردد ٢٢٠/١١٠ فولت أو من مصدر تيار مستمر ٤٨/٢٤ فولت ، الجهود الداخلية التي تستخدم داخل الـ PLC ووحداته ولضمان مستوي الأمان اللازم يحتوي مصدر التغذية بالتيار أجهزة التي تستكشف الهبوط فى الجهد واختفاء الجهد وكذلك لمراقبة جميع جهود الداخلية.

وعند حدوث عطل يمكن لهذه الأجهزة أن تحدد أفضلية أوضاع الرجوع إلي الوضع الأصلي Fall – back position بشكل تلقائي.

أساس التشغيل

شكل التعليمات

التعليمات هي الأوامر التي يجب أن ينفذها معالج الـ PLC . وبذلك فإنها تخبر المعالج " ماذا يجب أن يعمل" و " بأي أدوات يجب أن يقوم بالعمل".

معالجة التعليمات يتكون البرنامج من مجموعة من التعليمات. ويقوم المعالج بتنفيذ التعليمات حسب البرنامج Firmware الذي يتم قراءته من الشريحة ROM، وذاكرة النظام وذلك بعد تحديد شفرة التشغيل والحصول علي عناوين المتغيرات من ذاكرة البيانات . وتحتوي برنامج Firmware علي جميع الدالات اللازمة لكل من التعليمات التي يمكن للمعالج إدارتها. ويمكن إستخدام نتيجة معالجة التعليمات مباشرة لتحديث المتغير أو يمكن تخزينها بالذاكرة لتستخدم فيما بعد. وبعد معالجة أحد التعليمات يقفز المعالج آليا إلى التعليمات التالية.

ويختلف زمن المعالجة حسب طبيعة التعليمات وطراز الـ PLC ويمكن لهذا الزمن أن يكون صغيراً مثل بضع مئات من النانو ثانية (النانو ثانية = ١ / ١٠^٩ من الثانية) وذلك للتعليمات البسيطة مثل إختيار حالة حرف أو تغييره من الحالة صفر الي الحالة ١ أو أن يكون الزمن طويلاً مثل عدة عشرات من الميكرو ثانية (الميكرو ثانية = ١ / ١٠^٦ من الثانية) وذلك للتعليمات الأكثر تعقيداً.

دورة الـ PLC

زمن الدورة فى الـ PLC وهو الزمن اللازم للتنفيذ الكامل للبرنامج. و هذا الزمن يعتمد مباشرة علي عدد وطبيعة التعليمات المطلوب معالجتها.

وتحتوي الدورة علي ثلاثة مراحل يتم تنفيذها علي النحو التالي:

- إكتساب حالات جميع وحدات الإدخال.
- معالجة (أو فحص) البرنامج.
- تحديث جميع الخرجات.

ويتم إعادة هذه العملية آلياً ما لم يعطي أمر ايقاف. ثم يتم متابعة حالة المدخلات فى بداية كل دورة وذلك لتفادي أية مشاكل خلال أعمال المعالجة. ويتم عمل ذلك بتخزين صورة من المدخلات وتظل فى حالة ثابتة طوال باقي زمن الدورة أينما كانت حالتها فى الواقع والتي يمكن أن تتغير خلال نفس الدورة . ويتم تحديث المخرجات فى آخر الدورة عندما يتم التحديد الكامل لجميع الاشارات الي العالم الخارجي. يتم إكتساب المدخلات وتحديث المخرجات ضمناً أي أن ذلك يتم بدون الحاجة الي تدخل من المستخدم.

تركيبة المعالجة

الـ PLC مجهز بمعالج واحد من النوع أحادي - الواجب ويقوم بتنفيذ البرنامج به بطريقة تتابعية . وتعتبر هذه التركيبة أحادية المعالج أحادية الواجب بسيطة للتشغيل وتبقى مناسبة لجميع التحكم الأتوماتيكي المبسطة ومتوسطة التعقيد.

Earthling

٢-٤ التأسيس

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 أرضي نحاس عادي أو ضفيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع أبواب لوحة التوزيع والأجهزة المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوي لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس الخ.

٢-٤-١ مكونات نظام التأسيس

يمكن الحصول علي أرضي مناسب باستخدام أسياخ أرضي Earth rods (واحد أو أكثر) يدفن في التربة بغرض تحقيق التماس مع الأرض وتتوفر في هذه الأسياخ بأشكال مستديرة المقطع يمكن ربطها ببعضها البعض عن طريق جلبة Coupling بغرض الحصول علي الطول المناسب للسياخ ، تغرس الاسياخ فى الأرض بواسطة الدقة للوصول الي طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية المنخفضة وبالتالي الحصول علي مقاومة أرضية منخفضة وللحصول علي مقاومة كلية أقل تستخدم عدة أسياخ توصل علي التوازي بواسطة موصلات أرضي.

في حالة التربة الجافة الخالية من الرطوبة تحاط الأسياخ بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم أو كبريتات المغنسيوم أو كبريتات النحاس او إضافة برادة الحديد علي ألا يكون هناك اتصال مباشر بين المواد الكيماوية والأسياخ حتي لا يتسبب ذلك فى تكوين طبقة من الصدأ العازل.

يتم توصيل سلك التأسيس بالأسياخ عن طريق مسامير الرباط أو الكبس أو اللحام بالكهرباء ولا يسمح باستخدام لحام القصدير .

يتم تزويد نظام الأرض بغرف تفتيش من الخرسانة سابقة الصب أو البلاستيك ذات غطاء يتحمل الأحمال الثقيلة وذلك بغرض الوصول الي نقاط التوصيل عند إجراء القياسات أو أعمال الصيانة.

سيخ أرضي

سيخ أرضي يتكون من عمود من الصلب مغطي بطبقة من النحاس بسمك ٢.٥ مم حيث أن الصلب مادة تتحمل الدق عليها كما أنها لها رأس مدبب بشكل معين ليسهل من اختراقها للتربة كما أنها مغلفة بطبقة من النحاس لتكون عازل للقضيبي الصلب لحمايته من التآكل كما يلاحظ أن السبخ به قلاووظ من الطرفين ليسهل من عملية تزويد طوله عن طريق الجلبة.

ROD DETAIL

CAT . NO.	WGT (kg) PER ROD	SHANK DIA (B)	THREAD DIA (A)	DIM LEGTH (mm)	NOMINAL DIA (Inch)
RB 205	1.53	14.2	5/8	1200	5/8
RB 210	1.88	14.2	5/8	1500	5/8
RB 235	3.79	14.2	5/8	3000	5/8
RB 305	2.19	17.2	3/4	1200	3/4
RB 310	2.73	17.2	3/4	1500	3/4
RB 335	5.44	17.2	3/4	3000	3/4

جلبة

جلبة توصيل مكونة من سبيكة نحاس معالجة ضد التآكل كما أنها تتحمل الصدمات والطرق عليها كما أنها جيدة التوصيل كهربياً وتستخدم لتوصيل الأسياخ الأرضي بعضها البعض.

مسمار دق

مسمار دق مصنوع من الصلب القوي يستخدم فى دق الاسياخ وذلك بعد توصيله بالسبخ عن طريق الجلبة والدق علي المسمار بمطرقة.

٢-٤-٢ بئر الأرضي

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

يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢ بوصة تدفن داخل الأرض بطول ٤ م أو حتي تصل الى 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 ٢ سم من الطول المحوري للماسورة.

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

ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادي ويربط بأعلى الماسورة حيث تتركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح باستخدام اللحام.

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

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

٢-٥ 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 الكهربائية المستخدمة ولحساب هذه القيم يرجع فى ذلك إلى كود التركيبات الكهربائية بند (٦-٤)، (٦-٨).

٣. المحولات الكهربائية

Distribution Transformers

محولات التوزيع

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون 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 الإستاتيكي من الأجهزة التى يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسي تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنتين أو أكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٣-١ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي:

- النوع الأول Liquid Filled وفيه يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوى مملوء بالسائل والذي يمنحها التبريد والعزل 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 وأخري تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أو المركبات الهيدروكربونية.

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

٢-٣ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالي القدرات المقننه شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا جدول رقم (٦-٥).

Tapings

٣-٣ التقسيمة

تشتمل ملفات الضغط العالي للمحولات على تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالي والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغيرات فى الجهد الأولي للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوي للمستهلك فى الحدود المقننة. ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن المنبع قبل تغيير الأقسام.

Windings

٤-٣ ملفات المحولات

يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا ويحمل كل شعب ملفين ملفوفين محوريا ، ويكون الملف الثانوي (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا من القلب الحديدي ويكون الملف الابتدائي (الضغط العالي) من الخارج وتوضع هذه التركيبية 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 مهوي لإحتواء الأجزاء الحية.

جدول (٦-٥) 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.

Performance

٣-٥ أداء المحولات

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الأولية هي 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 وما يتطلبه من تكلفة مباني والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة الحرارة الجو وذلك بالإضافة الى التكلفة الأولية.

Losses

٣-٦ الفواقد فى المحولات

- تمثل فواقد اللاحمل وفواقد الحمل فى المحول فقد فى الكفاءة وهي السبب فى الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول. وتتحوّل 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 والنواتج عن فواقد اللاحمل فى حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.

- تعتمد تكلفة فواقد الحمل على معامل الحمل (L.F.) وهي لا تختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة فى حالة المحولات المغمورة فى الزيت أما فى حالة المحولات المغمورة فى مواد مقاومة للحريق فان هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا.

- تقل الفواقد فى المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة.

- ويبين الجدول التالي رقم (٥-٧) مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعى إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخرى قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

Temperature Rise

٧-٣ الإرتفاع فى درجة الحرارة

- فى الأجواء المعتدلة يكون الفرق فى الإرتفاع فى درجة الحرارة المسموح لها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية فى التركيبات.

- تؤدي الزيادة فى درجة الحرارة فى الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة على لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد على الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.

- فى حالة المحولات التى تتركب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فإنه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الإعتبار النزول بقدراتها إلى القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانة أماكن صغيرة جدا فإنه من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصيصا لدرجات الحرارة العالية والمغمورة فى السوائل السيليكونية.

جدول (٧-٥) يبين مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة (١٠٠٠ ك. ف. أ)

	Losses In Kilowatts at operating tamperature								
	No load	1/4 Load		1/2 Load		3/4 Load		Full Load	
Oil	2.6	No load	2.8	No load	2.8	No load	2.8	No load	2.8
Askarel		Load	0.6	Load	2.3	Load	5.2	Load	9.1
Silicone		Total	3.4	Total	5.1	Total	8.0	Total	11.9
dry – type, 150°	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2
		Load	0.8	Load	3.3	Load	7.4	Load	13.2
		Total	4.0	Total	6.5	Total	10.6	Total	16.4
Epoxy dry- type	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2
		Load	0.7	Load	3.0	Load	6.7	Load	11.8
		Total	3.9	Total	6.2	Total	9.9	Total	15.0

جدول (٥-٨) جدول الارتفاع في درجة الحرارة للمحولات الجافة

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

جدول (٥-٩) حدود الارتفاع في درجة الحرارة للمحولات المغمورة في الزيت

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

Loading Guide

٣-٨ دليل التحميل للمحولات

- 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 تعدي 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 معينه من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التى يعمل عليها فى الوضع العادي للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأي إنشاءات جديدة.

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

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

- يبين الجدول رقم (٥-١٠) دليل التحميل للمحولات المغمورة فى الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠°م.

- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينة أو تحديد القدرة المقننة المطلوبة لمحول يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحنى للعلاقة بين K_1, K_2 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٢٥).

جدول (٥-١٠) دليل للمحولات المغمورة فى الزيت

K_1 = Initial load power as a fraction of rated power K_2 = Permissible load power as a fraction of rated power greater than unity) T = Duration of K_2 in hours Θ_a = Temperature of cooling medium (air or water)						
Note K_1 = (S_1 / S_r) and $K_2 = S_2 / S_r$ where S_1 is the initial load power S_2 = Is the permissible load power and S_r is the rated power						
Values of K_2 for given values K_1 and t						
	$K_1 = 0.25$	$K_1 = 0.50$	$K_1 = 0.70$	$K_1 = 0.80$	$K_1 = 0.90$	$K_1 = 1.00$
$t = 0.5$	+	+	<u>1.93</u>	<u>1.83</u>	<u>1.69</u>	1.00
$t = 1$	<u>1.89</u>	<u>1.80</u>	<u>1.70</u>	<u>1.62</u>	1.50	1.00
$t = 2$	<u>1.59</u>	<u>1.53</u>	1.46	1.41	1.32	1.00
$t = 4$	1.34	1.31	1.27	1.24	1.10	1.00
$t = 6$	1.23	1.21	1.10	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	1.00	1.07	1.05	1.00
$t = 24$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ONAN and ONAF transformer : $\Theta_a = 20^\circ C$						
Note	In normal cyclic duty the value of K_2 should not be greater than 1.5. the values or K_2 greater than 1.5, <u>underlined</u> , apply to emergency duties The + sign indicates that K_2 is higher than 2.0.					

Fire Resistance

٩-٣ مقاومة الحريق

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

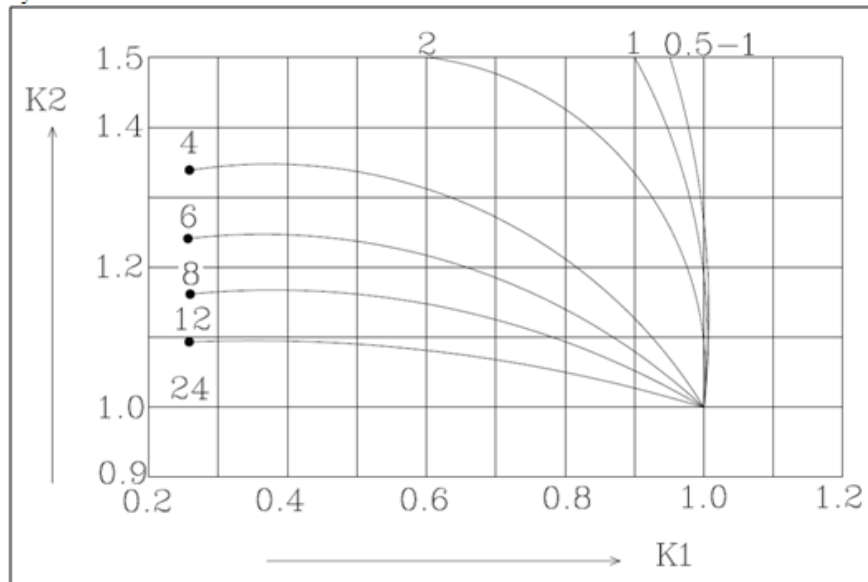
- يبين الجدول رقم (٥-١١) نقطة الإشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها على البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذي يمكن إعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلى ذلك فيجب الأخذ فى الإعتبار التأثير

السام للأدخنة المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخرى عند مقارنة الأفضلية.

يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا هاما حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة مأوى المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلي والآخر إشعاعي والمكون الأول أكبر فى القيمة ويعتبر مقياسا لمدي التدمير الذي يلحق بأسقف مباني الأيواء ولهذه المحولات بينما يبين المكون الثاني التأثير التدميري للحريق على الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

- ويوضح الجدول رقم (٥-١٣) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق.

Assuming the same service life as for continuous operations 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 :

- K1 : initial load referred to rating
- K2 : max, permissible load referred to rating
- I : duration of K2 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 in the Transformer with a load cycle involving overloads, the height of the latter and the nature of the load cycle should be stated

شكل (٩-٥) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق

جدول (١١-٥) نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق

Material*	Fire point (°C)
Silicone liquid	360
Midel 7131	310
Cast resien	350
Class (II)	+
* For comparison purposcs mineral oil is 170°C Askarel is non-flammable	
+ These designs are virtually lire proof	

جدول رقم (١٢-٥) قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق

Material	RHR	
	Convactive (Kw/m)	Radiative (Kw/m)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	--	--

Connections

١٠-٣ التوصيلات

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهي جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتى يمكن الحصول على الجهد الأحادي.
- ويتم توصيل الملفات الابتدائية وهي جانب الضغط العالي بتوصيلة دلتا (Δ) حتى يمكن تلاشي التوافقيات الثلاثية.
- التوصيلات الشائعة الإستخدام هي كالأتي طبقا للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الابتدائية والثانوية Dy11, Dy 5 Or Dy 7 وتعتبر التوصيلة Dy11 أو ما يماثلها هي الأكثر شيوعا فى العالم.
- ويبين الشكل رقم (١٠-٥) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخرى الممكن الحصول عليها.

فى 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 الابتدائية (الضغط العالى) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذي 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 لا يمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازي أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى آخر.

THREE-PHASE TRANSFORMER CONNECTIONS				
Connection IEC 60076	Vector diagram		Connection diagram	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary
0				
5				
6				
11				

شكل (٥-١٠) مجموعات شائعة الاستخدام فى محولات التوزيع

Terminals

١١-٣ نهايات التوصيل

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات على هيئة جراب من راتنج الإيبوكسي يحوي مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.
- بالنسبة لنهايات التوصيل للضغط العالي فانها إما أن تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالي المعزولة بالورق.
- أو صندوق كابلات هوائي فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإنكماش بالحرارة.

Cooling

١٢-٣ تبريد المحولات

- تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٥-١٣) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد.
- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعي الذي يمر فوق الأسطح الساخنة لمفات 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 تؤدي 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.).
 - يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعي 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 الأحرف الأولى 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 طبيعيا أيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة على ذلك هي 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 فى حالة زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطريقة بأنها ONAN/ ONAF وبذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.

- عند إستخدام طلبية 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 العادي لهذا الخزان، ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافي إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلي الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضي أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى توضع على هيئة مجموعات (Banks) على جانبي الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها فى حالة إستخدام الأنابيب. وتستخدم فى الوقت الحالي خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرقيقة (١.٢م) عميقة التعرّيج للحصول على أعلي كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات.

جدول (٥-١٣) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز لدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

<u>Kind of Cooling medium</u>	<u>Symbol</u>
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non- Flammable synthetic insulating liquid.	L
Gas	G
Water	W
Air	A
<u>Kind of Circulation</u>	
Natural .	N
Forced (Oil not directed).	F
Forced – directed Oil.	D

٣-١٣ تهوية مأوى المحولات Ventilation of Transformer enclosure

- المحولات التى تعمل داخل مكان مغلق من المحتمل أن تصل إلى درجة حرارة أعلى عند نفس الحمل من تلك التى تعمل فى الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضروري لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الاعتبار 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 لا تعتمد على كفاءة أداء وصيانة هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.

- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف على الأتي:

- أ- الفواقد الكلية للمحول.
- ب- المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج).
- ج- المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية.
- الوضع المثالي لفتحة دخول التهوية يكون منخفضا وأسفل خط التماثل C.L لردياتير المحول مع وضع المحول أقرب ما يمكن منها.
- فتحة خروج التهوية تكون عالية يراعى 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 مساوياً مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الآتية:

$$A = 0.06 * P$$

حيث

• P = فقد الكلي المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات

• $A =$ المساحة مقدرة بالمتر المربع.

كما يمكن إستخدام العلاقة

$$AL = 0.188 \frac{P}{\sqrt{H}}$$

حيث

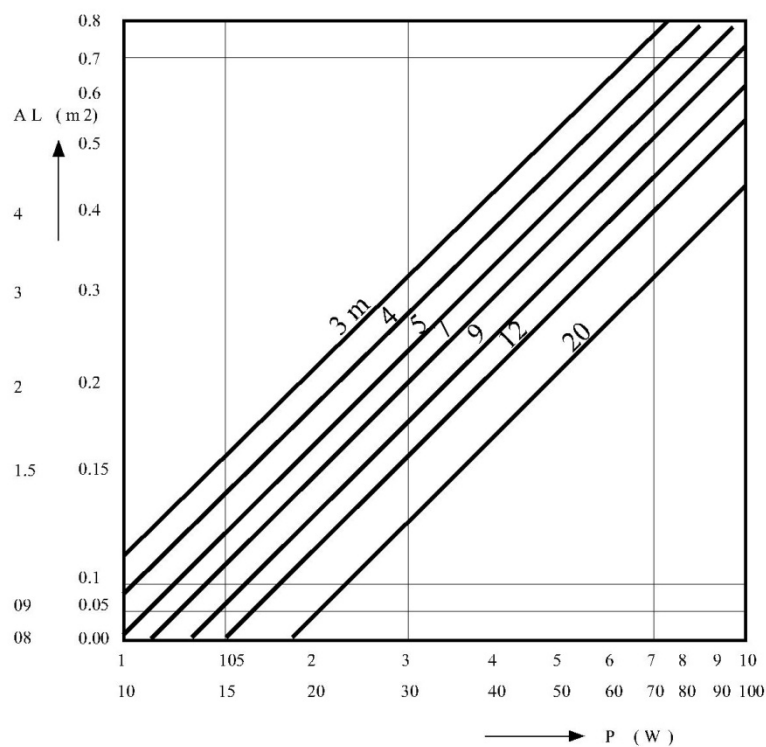
• $AL =$ مساحة مقطع كل من فتحتي التهوية (دخول - خروج) بالمتر المربع.

• $P =$ الفقد الكلي للمحول (بالكيلو وات).

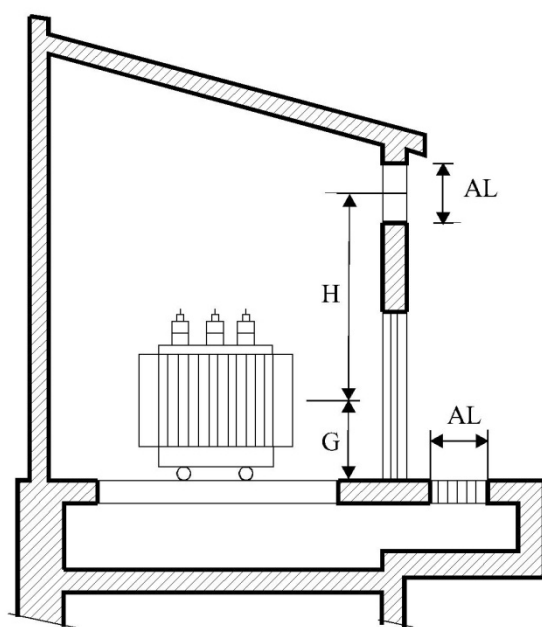
• $H =$ المسافة بين منتصف المحول إلى منتصف فتحة الخروج (بالمتر).

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

والشكل رقم (٥-١١) يوضح نوموجرام تحديد مساحتي دخول وخروج الهواء. والشكل رقم (٥-١٢) يوضح تركيب المحولات فى مأوي مغلق.



شكل (٥-١١) نـومـوجـرام تحـديـد مـسـاحـة فـتـحـتي دـخـول وـخـروج الـهـواء لـلـمـحـول



شكل (٥-١٢) تركيب المحولات في مأوى مغلق

Insulation Strength

٣-١٤ قوة (شدة) العزل للمحولات

يتم إختبار مستوي قوة العزل للمحولات والتي يجب أن يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوي ٧٥ كيلو فولت للمحولات التى تتركب داخل الغرف ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق كابلات . وعند مستوي ٩٥ كيلو فولت للمحولات التى تتركب على الأعمدة أو خارج المباني ويتم توصيل التيار الكهربى لها عن طريق الخطوط الهوائية.

Parallel Operation

٣-١٥ تشغيل المحولات على التوازي

- يعنى التشغيل المرضي للمحولات على التوازي أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقيق هذا الشرط فانه يلزم أن تكون المحولات الموصلة على التوازي متساوية فى الأتي:

- نفس النسبة التحويلية للجهد.
- نفس إزاحة الوجه.
- نفس قيمة الممانعة.

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

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

- هناك نقاط أخرى يجب أخذها فى الإعتبار عند التشغيل على التوازي وهي:

- أ- يمكن أن تتغى الممانعة للمحولات بين $\pm 10\%$ من القيمة المضمونة طبقا لإختبار الممانعة. وعلى ذلك فانه يمكن وجود محولين بهما نفس قيمة الممانعة طبقا للأختبار رغم إختلافهما فى الممانعة بما يقرب من 20% .

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

ج- بالنسبة للمحولات التى لها نظام تقسيم لمدي يزيد عن ١٠٪ فإنها تحتاج إلى أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدي.

وعلاوة على ما سبق فانه يوجد تفاوت كبير بين منتجي المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما يترتب عليه تغيير ملحوظ فى خواص المحول.

Transformers Protection

٣-١٦ حماية المحولات

تزود المحولات بالحمايات الآتية:

Differential Protection

٣-١٦-١ الحماية ضد التفاوت

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

٣-١٦-٢ الحماية ضد عطل الأرضي 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 أرضي داخلي حيث أنه فى هذه الظروف فقط فان خرج محولات التيار لا تعطي مجموع صفر مما يتسبب فى سريان تيار فى دائرة المرحل.

٣-١٦-٣ الحماية ضد عطل الأرضي غير المقيد

Unrestricted Earth Fault Protection

يعطي محول تيار (CT) واحد مركب على نقطة التعادل للملفات الموصلة على هيئة γ مقياسا للحماية ضد عطل الأرضي ولكن المرحل فى هذه الحالة يعمل أيضا فى حالة حدوث اعطال خارج المحول.

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).

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

يتم تركيب مرحل بوخلز فى الأنبويه الموصلة بين خزان الزيت الرئيسى للمحول وخزان الإستعواض ويوجد عادة فى المحولات المغمورة فى الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ ك.ف.أ. فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة فى الوضع العادي أو مغلقة فى الوضع العادي 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 تعطي تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت فى المحول وتعمل العوامة الأخرى عندما يكون هناك إنبعاث مفاجئ للغاز داخل المحول وذلك فى حالة وجود عطل خطير أو إحترق فى ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح فى هذه العوامة عادة الى دائرة لقط Trip Circuit فى لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتي تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ فى الاعتبار أنه بدء تشغيل المحول فإنه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقايع الهواء الموجودة بالزيت والتي قد تعمل على تشغيل مرحل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

Pressure – Relief Devices

٣-١٦-٦ أجهزة تنفيث الضغط

يركب الجهاز على غطاء او جدران الخزان الرئيسي 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.

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

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فان مبيّن 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 ما يمكن من ملفات الضغط المنخفض.
- ب- الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق فى درجة الحرارة بين الملفات واعلي منسوب الزيت.

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

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبيّن لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب على التوصيلة الحية لأحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفه الثانوي الى ملف حراري ملفوف على المخدات الخاصة بجهاز القياس ، وتقوم بمقاومة معايرة بضبط التيار فى 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 ما يمكن لملفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التى تتغير بتغير درجة حرارة الملفات.

- يتم توصيل مبيّنات درجة الحرارة الى 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.

٤. الكابلات الكهربائية

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 مضروباً فى مقاومة الموصل.

وعلى ذلك فان

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

حيث

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

$$I = \text{التيار المار فى الموصل (أمبير)}$$

$$R = \text{مقاومة الموصل (أوم)}$$

- الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فوق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أو أرض) حيث تتناسب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلفة لموصل الكابل.
- تتناسب كمية الحرارة المناسبة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول

الى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المناسبة الى الوسط المحيط فى
وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل

أي أن :

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

حيث θ = الانسياب الحراري فى الثانية

- بتطبيق قانون أوم فان الانسياب الحراري يمكن أخذه كآلاتي:

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

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

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

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

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

أو

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

ملاحظة :

في 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 الحرارة 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 الآتي:

- أ- تقييد قيمة المقاومة R للموصل باختبار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.
- ب- تقييد أقصى شدة تيار مسموح بها I_{max} عند مساحة مقطع محددة للموصل.

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

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

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

يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات:-

- كابلات ممددة فى الهواء.
- كابلات ممددة فى الارض.

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 العادي لا تتجاوز 35°C ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو 25°C بالنسبة للكابلات الممددة فى الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر 60°C 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 النحاسي 85°C .

- يوضح الجدول (٥-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممددة فى الهواء.

- يوضح الجدول (٥-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C والممددة فى الأرض.

- يوضح الجدول (٥-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممددة فى الهواء.

- يوجد الجدول (٥-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممددة فى الأرض.

- يوضح الجدول (٥-١٨) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XLPE فى درجة حرارة للوسط المحيط 25°C .

جدول (٥-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة PVC والممددة في الهواء

Current ratings and protection for cables laid in air with rubber, PVCX or paper insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition). Art. 152'

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single-core cables		Twin-core Cables		There 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
mm ²	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 (٥-١٥) 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'

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single-core cables		Twin-core Cables		There 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
mm ²	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	205	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	--	--	580	500
400	985	900	--	--	615	500
500	1130	1000	--	--	--	--
625	1300	--	--	--	--	--
800	1500	--	--	--	--	--
1000	1700	--	--	--	--	--

جدول (٥-١٦) 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 fuse
mm ²	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	62	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 (٥-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممددة في الأرض

Current ratings and protection for cables laid in the ground with cross linked polyethylene) insulated conductors

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single-core cables		Twin-core Cables		There 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
mm ²	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 (٥-١٨) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE أو PVC في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م

Current rating in multi-core cables laid in air at an ambient temperature of 25°C				
Number of cores	Current per core in A			
	Rubber or PVC – Insulated cables		(XLPE) Insulated cables	
	1.5 mm ²	2.5 mm ²	1.5 mm ²	2.5 mm ²
6	15	21	18	25
7	14	19	17	24
8	13	18	16	23
10	12	16	14	20
12	11	15	13	19
14	10	14	12	18
16	10	13	12	17
19	9	12	11	16
24	8	11	10	14
30	7	10	9	13
37	7	8	8	11

Derating Factors

٢-٤ معاملات الخفض

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 هي :

- 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 أسطوانة.

الفصل الخامس: تصميم الاعمال الكهربائية

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

- يستخدم الجدول (٥-١٩) كدليل عملي 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 أن 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.

**جدول (٥-١٩) دليل عملي لمعاملات الخفض في حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط -
تأثير مجموعة الكابلات - المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة - تأثير لف
الكابلات على البكرات**

De-rating factors for the variation in ambient temperature exceeding 25°C										
Temperature (°C)			25	30	35	40	45	50	60	70
De-rating factor	XLPE	11	1	0.95	0.91	0.87	0.82	0.76	0.65	0.50
De-rating factor	PVC	12	1	0.93	0.85	0.76	0.65	0.50		

De-rating factors for grouping of cables lay in air										
Number of cables					2	3	4	5	6	
Clearance equal to cable diameter			XLPE	13	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83	
Cables type			PVC	14	0.81	0.78	0.77	0.75	0.73	

De-rating factors for grouping of cables <u>laid</u> direct in the ground (depth up to 70 cm, distance between cables up to 10 cm)											
Number of cores and size of the conductor				Number of cables							
Single Core	Three and four cores			2	3	4	5	6	7	8	9
		15	XLPE	0.90	0.82	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
		16	and	0.88	0.80	0.75	0.71	0.68	0.66	0.64	0.62
		17	PVC	0.87	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58

De-rating factors for variation to the heat resistivity of the soil								
Specific heat resistivity of the soil (°C.cm/W)				50 (damp)	100	150	200 (very day)	
De-rating factor	XLPE and PVC			18	1	0.8	0.7	0.6

De-rating factors for cables on racks								
Number layers on racks			1	2	3	4	5	
De-rating factor	XLPE and PVC		19	0.56	0.38	0.32	0.27	0.24

Voltage drop

٤-٣ التنزيل فى الجهد

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:

بحد أقصى ٥٪ لنظم الانارة

وبحد أقصى ٢٪ لنظم القوى.

- ويمكن حساب التنزيل فى الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهي للدائرة وفى معظم الحالات فان الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفى بالتحديد التقريبي على الوجه الآتي:

أ- بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta v = 2.I.L. \frac{r}{1000}$$

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الأقطاب)

I التيار المقنن بالأمبير

L طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

ب- بالنسبة للتيار المتردد أحادي الوجه

$$\Delta v = 2.I.L. \frac{r \cos \phi}{1000}$$

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

I التيار المقنن بالأمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

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

ج- بالنسبة للتيار المتردد ثلاثي الأوجه

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

حيث Δv النزول فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الوجه ونقطة التعادل)

l التيار المقنن بالأمبير

l طول الكابل بالمتر

r مقاومة الكابل بالأوم / الكيلو متر

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

ملاحظة :

القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (X) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهي الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠مم² أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فانه يتم حساب النزول فى الجهد كالآتي:

(١) بالنسبة للتيار المتردد أحادي الوجه

$$\Delta v = 2.1.1. \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

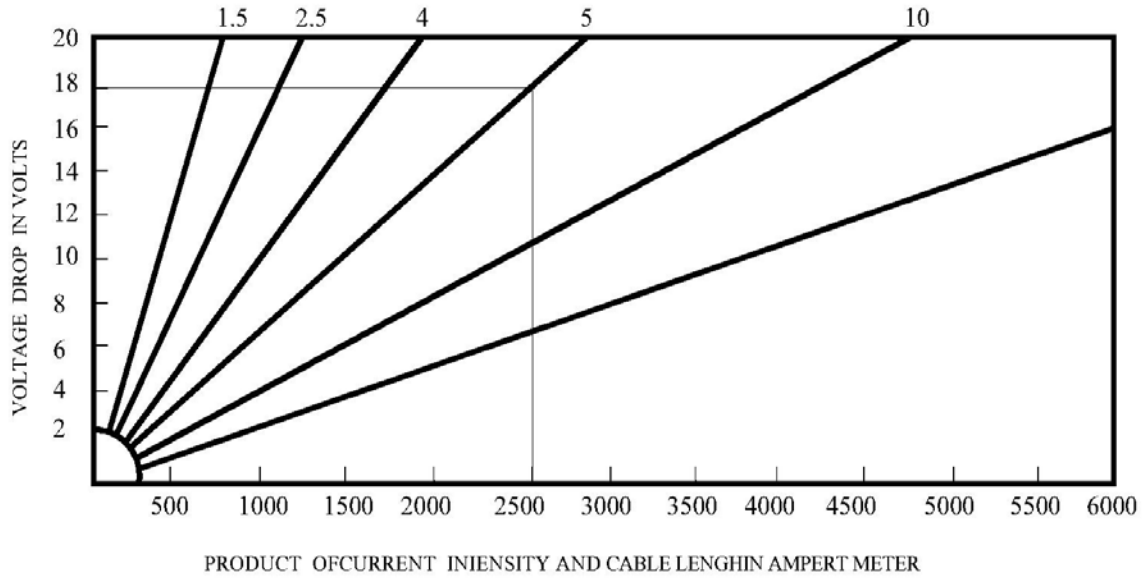
(٢) بالنسبة للتيار المتردد ثلاثي الأوجه.

$$\Delta v = \sqrt{3}.1.1. \frac{r \cos \phi + \chi \sin \phi}{1000}$$

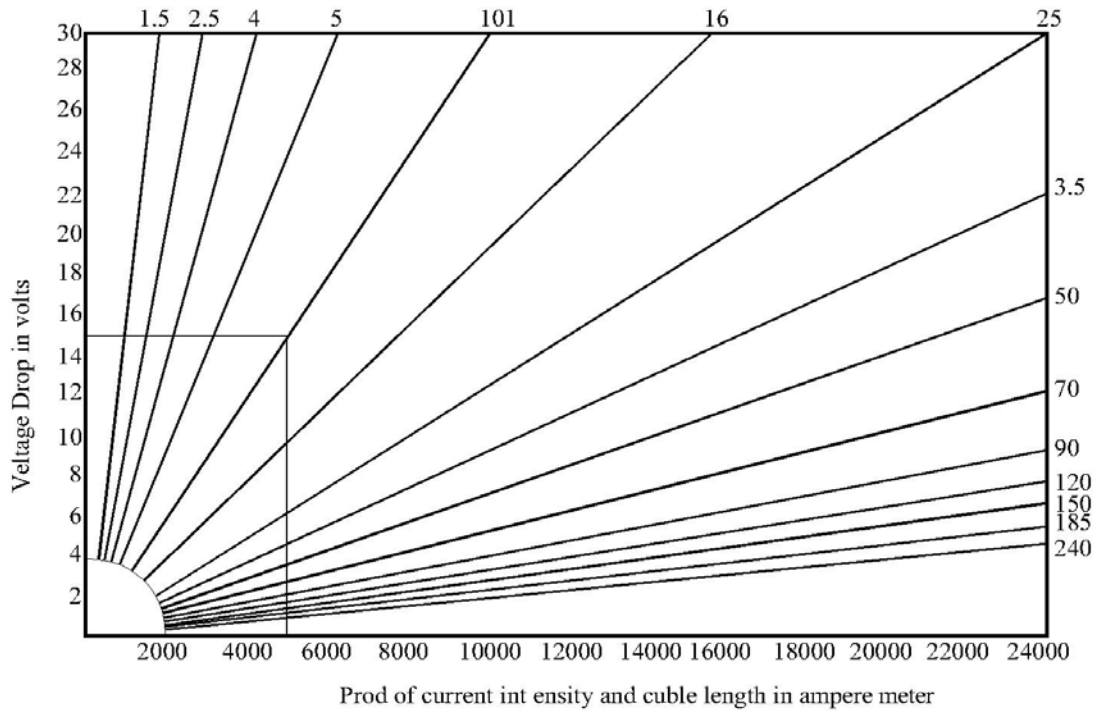
حيث X ممانعة الكابل بالاولم / الكيلو متر .

ويمكن أخذها 0.1 أولم / الكيلو متر

- للتطبيق العملي يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (١٣-٥) ، (١٤-٥)



شكل (١٣-٥) نوموجرام حساب الفقد في الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجه الواحد عند معامل قدرة واحد صحيح



شكل (٥-١) نوموجرام حساب التنزيل في الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد
ثلاثي الوجه عند معامل قدرة ٠,٨

٤-٤ تيار القصر للكابلات

٤-٤-١ تيار القصر الحراري المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC

Thermal short circuit rating of Pvc

يتم حساب تيار القصر الحراري المقنن من العلاقة

$$IK = \frac{109}{\sqrt{t}} \cdot q$$

حيث IK = تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t = وقت مرور تيار القصر بالثانية.

q = مساحة المقطع الأسمي للموصل النحاسي بالمم المربع.

وتسري هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ - ١٥٠°م ويبين الشكل (٥-١٥) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

٤-٤-٢ تيار القصر الحراري المقتن للكابلات المعزولة بالـ XLPE

Thermal short circuit rating of XLPE

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

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

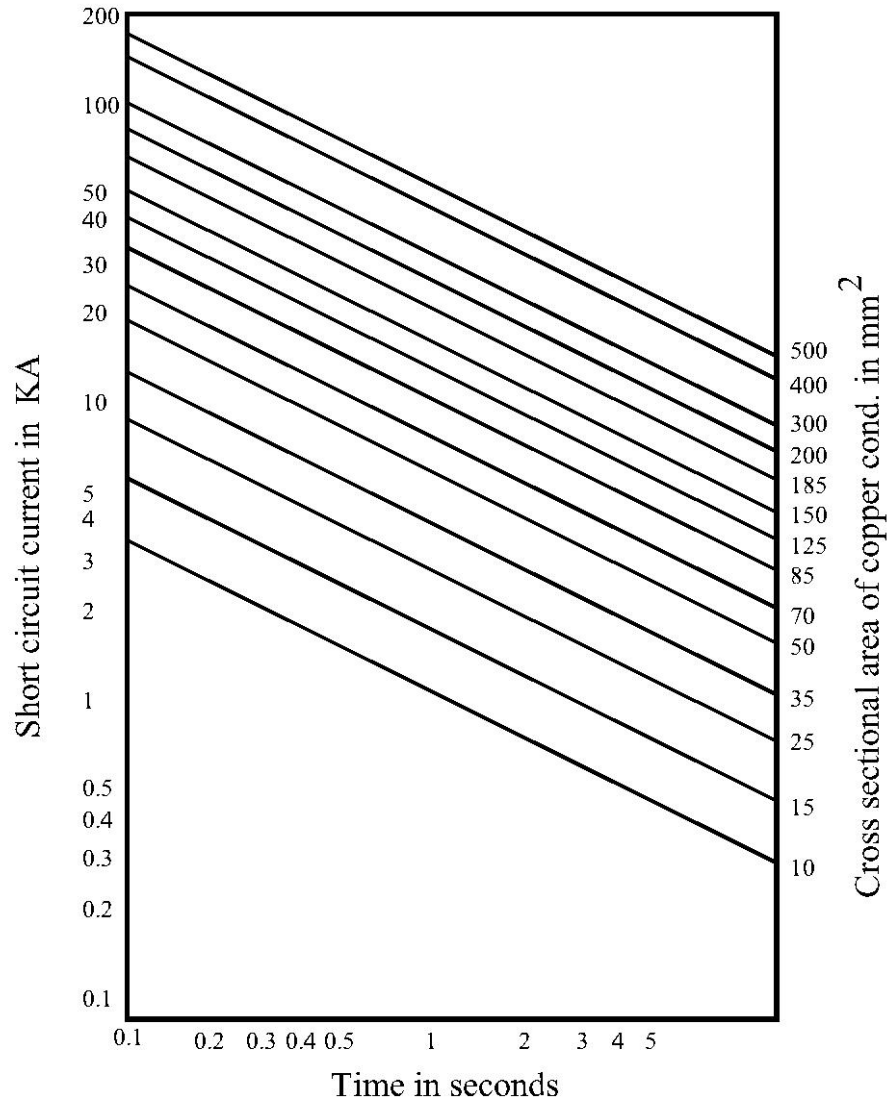
حيث IK تيار القصر المقتن بالكيلو أمبير

t زمن مرور تيار القصر بالثانية

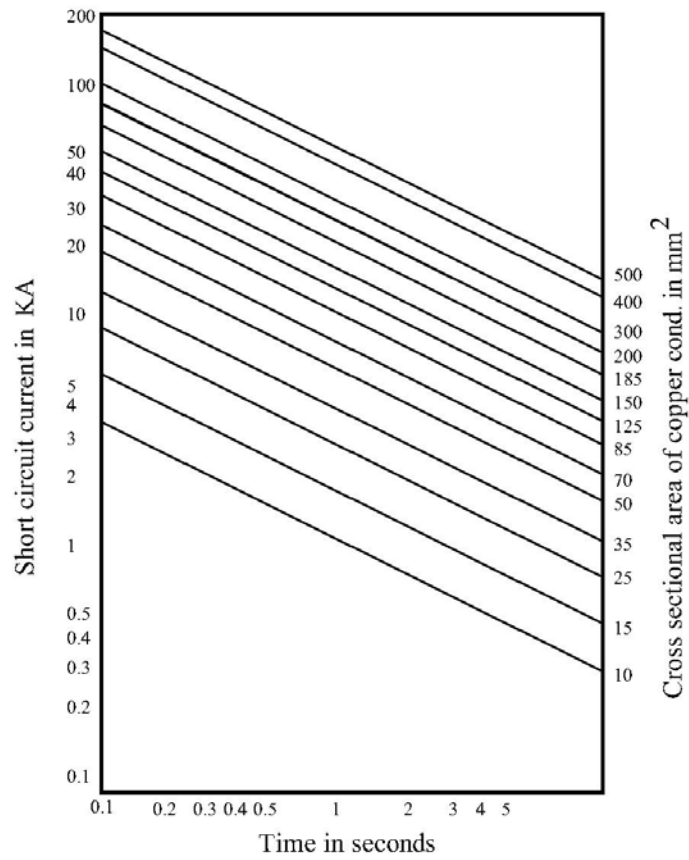
q مساحة مقطع الموصل الاسمي مم مربع

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

وبين الشكل (٥-١٦) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.



شكل (٥-١٥) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)



شكل (٥-١٦) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة XLPE (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)

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

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

٥. محطة التوليد الكهربائي

٥-١ مقدمة

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

٥-٢ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تتناسب تشغيل جميع الطلمبات والأجهزة العاملة بمحطة المعالجة.

٥-٣ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

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

٥-٤ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الأشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطمبة وقود مع شاحن هواء جبري (Turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقاً لموقع المحطة ومدى توفر مياه التبريد.

بادئ الإدارة : كهربائياً أو بالهواء المضغوط

ترتيب الإسطوانات : طبقاً للقدرة والمساحة المتاحة يتم الإختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة / د حسب ذبذبة التيار (f) (٥٠ ذبذبة / ث) وعدد أزواج أقطاب المولد الكهربائية (P) طبقاً للمعادلة :

$$f = \frac{P \cdot N}{60} \text{ Hz}$$

وتؤخذ السرعات كالآتي:

للمحركات أقل من ٣٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٥٠٠ ل/د

أكبر من ٣٠٠ كيلو وات حتي ٦٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٠٠٠ ل/د

أكبر من ٦٠٠ كيلو وات حتي ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/د

أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٦٠٠ ل/د

٥-٥ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحركات

- تقدر متطلبات الهواء بحوالي ٠.٠٧ م^٣ / دقيقة / حصان فرملي من قدرة المحرك
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل
- عند إستخدام شاحن هواء جبلي (Turbo charger) يراعى توفر طول مستقيم لا يقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.
- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالاضافة إلى عزل إهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك

- مراعاة العزل الحراري لمواسير العادم ومخفض الصوت الشكمان silencer لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتي لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل.

- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيداً عن أي مواد قابلة للاشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم.
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطرة مره ونصف قطر مواسير العادم على الأقل 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 تؤدي 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 ٠.٢٥ إلى ٠.٤٥ كجم /سم^٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى ردياتير وقيمص تبريد المحرك.
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوي للردايتير أقل من ١٠٠°م لمنع التكهف فى مضخة مياه التبريد وزيادة كفاءتها.
- سرعة مياه التبريد بين ٠.٦م/ث و ٢.٥م/ث بينما تكون من ٠.٦م/ث إلى ١.٩م/ث فى حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية.
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أو عكرة) عند تحديد السرعات فى مواسير دورة التبريد.

٥-٦ نظام الوقود

التخزين الرئيسى

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفي 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 أعلي أو اسفل مستوي السطح الأرض،
- يصنع خزان الوقود من الواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود.
- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلي 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 تحقيق عمليات التشغيل الآمن.
- مواسير تهوية الخزان.
- فتحة القياس
- صمام تصافى أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات.
- طلبات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية إلى الخزانات اليومية.
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير المجلفن) أو الصلب أو النحاس.

التخزين اليومي

- يوضع الخزان اليومي 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 فواني رشاشات حقن الوقود وطمبات الحقن.
- تزود الفلاتر بمصافي سلكية بأبعاد ٠.٣ مم.
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير استخدام أى منهما لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال الفلتر التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك.

٥-٧ نظم بدء الإدارة

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين:

- كهربياً (بطارية + بادئ الحركة) للمحركات حتى قدرة ١٥٠٠ ك.وات.
- بالهواء المضغوط للمحركات ذات القدرة أكبر من ١٥٠٠ ك.وات.

بدء الإدارة كهربائياً

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة

- تفضل البطاريات ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلّة تكلفتها عن البطاريات النيكل كاديروم.
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨°م للمحافظ على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات.
- يجب إستعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادئ الحركة.
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد ، وذلك بالاضافة إلى مولد التيار المستمر الذي يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات.

بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعى إتباع الأتي عند إستخدام هذه الطريقة:

- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧كجم /سم^٢ إلى ١٦ كجم /سم^٢ من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم.
- يراعى أن يكون حجم خزانات الهواء طبقا لكمية الهواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة ، وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجوى. ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات.
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكنة إحتراق داخلى تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار.
- يجب توفر ضاغط هواء إحتياطي يعمل بمحرك كهربائي.

الفصل السادس

شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية
والتنفيذية - اعمال التصميمات المعماري والانشائي
الاعتبارات البيئية والصحية

الفصل السادس

شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية والتنفيذية - التصميم المعماري والانشائي - الاعتبارات البيئية والصحية

١ - مراحل المشروع التصميمية والتنفيذية

من المعلوم أن مشروعات المياه والصرف الصحي سواء أعمال الشبكات او الخطوط الناقلة او محطات الروافع و محطات تنقيه مياه الشرب او محطات الروافع و محطات معالجه الصرف الصحي تمر بمراحل انتاج وهي:

• مرحلة إعداد مستندات الطرح

ويقصد بها المستندات التي يقوم بأعدادها الاستشاري المصمم وتتضمن الرسومات قوائم الكميات والمواصفات الفنية لبنود الأعمال و الشروط العامه و الخاصة

• مرحلة طرح الأعمال

ويقصد بها المرحلة التي يتم فيها طرح مستندات الاعمال علي المقاولين المتخصصين لدراسة الأعمال محل المشروع دراسة تامه و التحقق من كل المتطلبات ويسمح خلال هذه الفترة بأن يقوم المقاول بتكليف استشاري (كأستشاري مقاول) يقوم بمساعدته والدعم الفني للمقاول ويقوم بدراسة الأعمال واستيضاح ما يتطلب ايضاحه والاستفسار من الاستشاري المصمم عما قد يكون مبهما وغير واضحاً ومن ثم تعد الاستفسارات والردود الرسمية عليها من المالك و/او الاستشاري المصمم بمثابة مستند رسمي مكمل لمستندات طرح العطاء بل ويجب أن تكون أولويتها في ترتيب أهمية و أولوية ترتيب مستندات العطاء في درجة متقدمة و أن ما بها من معلومات يجب و يلغي ما قد يكون قد سبق في مستندات الطرح .

ومن المفترض خلال هذه الفترة أن تنتفى إليه شبهة فنية للمقاول في قدرته على استيفاء الأعمال محل الطرح و تنفيذها متكامله بلا اي خلل مهما قد يكون قد شاب مستندات الطرح من نقص او عدم اكتمال او خلل او عدم ملائمة خامات او مهمات او بيانات

فنية لأي اعمال للتنفيذ بالنظر لطبيعته و منطقة المشروع و بصورة تضمن تشغيلها فينا وبصورة أمنه تحقق الهدف التشغيلي للمالك منها.

ويفضل خلال هذه المرحلة أن يتقدم المقاول في عطائه ببعض الرسومات التوضيحية لنطاق الاعمال تظهر قدرته وقدره استشاريه على فهم و ادراك حدود الاعمال محل الطرح و يعد هذا ضروريا و ملزما في حالة مشروعات التصميم والبناء Design and build

● مرحلة رسو العطاء

يقوم المالك وحده او يعاونه الاستشاري المصمم أو استشارى أعمال الإشراف علي التنفيذ ويفضل أن يكون الاستشاري المصمم هو نفسه استشاري الإشراف على التنفيذ بإعداد التعاقد مع المقاول الذي تم الترسيه عليه موضحا به كافة الالتزامات و ترتيب أولويات بنود مستندات الطرح والمدد الزمنية المستحقات المالية .

● مرحلة التنفيذ

من المعلوم أن المقاول مسئول مسئولية تامه غير منقوصه هو واستشاريوه (استشاري المقاول) عن أعداد الرسومات التنفيذية Construction Drawings و التشغيلية Shop Drawings والتفصيلية Detailed Drawings اثناء و قبل الشروع في التنفيذ و بما يضمن للمالك امكانية تنفيذ كافة الاعمال بلا خلل او نقص او يحد من اداء المشروع لوظيفته و ايضا الرسومات طبقا للمنفذ بعب انتهاء التنفيذ As Built Drawings و هذه الرسومات جميعها تتضمن درجات من الإيضاح والبيان لكل بنود وعناصر و خامات و مهمات المشروع تبعا للحاجة بحيث تضمن هذه الرسومات اكتمال التنفيذ بما يحقق الهدف من المشروع متضمنه كافة الأعمال و الإجراءات و المحاذير مع ضرورة الاخذ في الاعتبار كافة المستجدات التي قد تنشأ نتيجة ظهور انشطه محيطه بنطاق المشروع او تغير طبيعته التربة او الاعمال المساحية او الظروف البيئية جميعها أو تغير ظروف تحيط بالمشروع أو حدوث مستجدات لم تكن منظورة وقت إعداد مستندات الطرح للعطاء او وقت إعداد مستندات العطاء بمعرفه استشاري المقاول (قبل الترسيه)، وفيما يلي بيان بمستندات اللازمة لكل مرحلة من مراحل الاعمال.

٢- إعداد مستندات الطرح

تحتوى مستندات العطاء التى يتم طرحها وإعدادها بمعرفة الاستشارى المصمم على المعلومات الفنية المبدئية (concept design) عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتى تعتبر الحكم الذى يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند إليها عند الإقتضاء علاوة على الردود على الاستفسارات و العرض الفني للمقاول تبعا لأولوية و ترتيب المستندات.

٣- مكونات مستندات الطرح

تتكون مستندات الطرح من المجلدات الآتية

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

٣-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لا بد وأن يتضمن هذا المجلد الآتى:

- أ- الدعوة الى المناقصة.
- ب- نموذج العطاء.
- ج- تعليمات الى مقدمى العطاءات.

أ- الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة الى المناقصة فى صفحة أو صفحتين بوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيرها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات. كما يتم الإعلان عن هذه المناقصة فى الصحف اليومية (جريدتين واسعتى الانتشار) طبقا لمتطلبات القانون المعمول به لدى المالك.

الفصل السادس: شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية والتنفيذية - التصميم المعماري والانشائي - الاعتبارات البيئية والصحية

ب- نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموجودة التى بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم الى صاحب العمل والتى تسهل أعمال المقارنه الفنية أو السعرية وذلك لتكافؤ الفرص بينهم.

ت- تعليمات الى مقدمى العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمى العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتى تساعد على ترتيب محتويات العطاءات ترتيباً قياسياً طبقاً لنموذج العطاء، حيث تحتوى هذه التعليمات على البنود التى تغطى الأتى:

- تعاريف
- عرض المتقدمين فى العطاءات
- مستندات العطاء
- إجراءات العطاء
- الاعتبارات الواجبة للعطاءات
- تعليمات البريد
- التأمين الإبتدائى والتأمين النهائى
- نموذج التعاقد بين المالك والمقاول
- تعليمات إضافية

٢-٣ اليوم الأعمال

Tender Drawings

أ - رسومات العطاء

تعبر الرسومات عن العلاقة بين المكونات المختلفة للمنشأ، حيث توضح أماكنها وأبعادها. ويجب أن تكون الرسومات كاملة الى حد كبير ودقيقة ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليها الأبعاد الكافية و المناسب المطلوبة.

حيث تعتبر دليل المقاول فى تقديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له فى أعمال الإنشاء والتنفيذ، كما تحتوى على رسومات توضيحية لكل الاعمال الصحية و المعمارية و المدنية و الكهروميكانيكية تبعا للتخصصات التصميمية بالمشروع.

ب- المواصفات الفنية

تعتبر المواصفات الفنية مكمل للرسومات التصميمية حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات وتوضح جودة الخامات والمهات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية للأعمال المطروحة. وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد وتعد هذه المواصفات طبقاً للتقسيمات الآتية:

المواصفات المدنية، أعمال الموقع، أعمال الخرسانة، الأعمال التكميلية Masonary الأعمال المعدنية، الأعمال الخشبية، العزل والحماية، الأبواب والشبابيك، أعمال خاصة (Special Works)، المعدات، الأثاث، إنشاءات خاصة (Special Construction)، نظم الربط (Conveying Systems)، الأعمال الميكانيكية، الأعمال الكهربائية.

ج- جداول الكميات التقديرية

- تحتوى جداول الكميات التقديرية على بنود الأعمال ووصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبة عليه سواء بالوحدة أو بوحدة المساحة أو وحدة الحجم أو بالمقطوعة أو بالوزن ، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود.
- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل على حده.
- يشترط فى هذه الجداول أن البند الذى لا يقوم بتسعيره المقاول يعتبر محملاً سعره على باقى أسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلى سعر لهذا البند من العطاءات الأخرى عند تقييم هذا العطاء فى لجنة البت والترسيه.
- تعتبر الكميات المدرجة فى جداول الكميات تقديرية، ويتم المحاسبة طبقاً للمنفذ تبعا للقانون.

د- 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 الصيغة أن يكون لصاحب

العمل حق صرف هذا التأمين لصالحه عند أول إشعار للبنك بذلك ولا يعتد بأى اعتراض من المقاول أو الاستشارى، وكذلك ضرورة استمرار هذا التأمين لיתزامن 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) وإدارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منه.

- وصف موجز واضح للمشروع.

- زمن التنفيذ المتوقع الإنتهاء خلاله ويعتبر هذا الجزء هام جداً، حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أو تمديد العقد أو ما شابه ذلك.

- السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أو سعر لكل بند من بنود الأعمال أو سعر مقطوعية لكل بند أو مجموعة بنود متشابهه من الأعمال حسبما يتم الاتفاق عليه.

- شروط دفع عن طريق المستخلصات الدورية تبعاً لتقدم الأعمال وما يتم الاتفاق عليه من خصم نسبة معينة تتراكم لحين الاستلام الإبتدائى وما يتم خصمه كنسبة من الدفعة 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 الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

و - شروط التعاقد

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

ز - الشروط العامة

تغطى الشروط العامة حقوق والتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات المهندس الاستشارى المشرف على التنفيذ (إن وجد) وأعمال ومسئوليات مدير المشروع.

وأهم بنود محتويات هذه الشروط العامة ما يلى:

تعريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل :

المالك - المقاول - مقاول الباطن - المهندس المشرف - العمل - المشروع - مستندات العطاء -
البوم الرسومات - بدء التنفيذ للمشروع - موعد الانتهاء من المشروع.

الحقوق والمسئوليات

يتم توضيح الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف بشئ من التفصيل لكى يفهم كل طرف مدى حقوقه ومسئوليته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولى الباطن الذين تمتد إليهم حقوق ومسئوليات المقاول الأساسى.

العمل بآخرين

بصفة عامة فإن للمالك الحق فى القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أو بواسطة مقاول آخر منفصل تابع له.

لذلك فإن المشاكل الناجمة عن التداخل أو تعاون الجهود والتي يمكن أن تؤثر على أعمال الآخرين يتم إضافتها وتوضيحها فى الشروط العامة.

فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بشئ من التفصيل سواء سلمياً أو بالتحكيم.

الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء فى المشروع وتاريخ الانتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتي بناء عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للانتهاء من المشروع والذي يجب إعتمادها من الاستشارى (إن وجد) والمالك أو من يمثله والتي بموجبها يتحدد أى تأخير فى العمل وأسبابه ومدى استحقاق المقاول لتمديد الزمن طبقاً لهذا التأخير أو مدى خصم غرامات التأخير عليه طبقاً للحالة، ويجب أن يتم توضيح الظروف القهرية التي تكون خارجة عن الإرادة والتي يتعطل فيها العمل.

المستخلصات والدفع

يتم توضيح طريقة إعداد المستخلصات طبقاً لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها والمدة اللازمة لمراجعتها من المالك أو من يمثله من الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها فى مراحل المراجعة المختلفة .

ويجب توضيح أن موافقة المالك على صرف هذه المستخلصات لا تعتبر موافقة منه على قبول العمل.

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

عند إنتهاء الأعمال جميعها يتم عمل المستخلص النهائى بعد قيام المقاول بتسليم شهادة مخالصة الى المالك بأنه قد تسلم جميع حقوقه المالية وليس له الحق فى الرجوع على المالك بأي صورة من

الصور، وأحياناً كثيرة يتم عمل إتفاق بين كل من المالك والمقاول بتنازلهما عن جميع الدعاوى المرفوعة من كل منهما على الآخر قبل الموافقة على المتسخلص النهائى.

إجراءات التسليم المؤقت (الإبتدائى)

يتم التسليم الإبتدائى للمشروع كما يلى:

- بعد إتمام الأعمال وذلك بقيام المقاول أو من يمثله بإخطار المالك كتابة بأن كافة الأعمال وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التى تتم بمعرفته وفى حضور المالك أو من ينوب عنه والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المنفذة (As Built Drawings) يتم اثبات ذلك فى محضر تجارب للمشروع.
- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التى يتفق عليها بين المالك والجهة التى سوف تتسلم المشروع لتشغيله والانتفاع به أو إذا ما كان المقاول هو الذى سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- فى حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول بإعادة التجارب على نفقته الخاصة حتى نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.
- يتم التسليم المؤقت (الإبتدائى) للانتفاع بالمشروع وتشغيله وإثبات أى ملاحظات أو أعمال ناقصة لم تتم وذلك بكشف للملاحظات وبحيث لا تكون لهذه الملاحظات أى تأثير على تشغيل المشروع والانتفاع به وفى حالة ما إذا كان المقاول لم يقدّم بتوريد أى من الأجهزة المساعدة أو قطع الغيار أو إعداد الرسومات أو أى مستندات يتعهد المقاول أو من يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.
- يكون للمالك الحق فى خصم مبالغ أو تعليلتها بالأمانات من مستحقات المقاول نظير نهو وإتمام هذه الأعمال أو استمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد إنجاز المقاول لكافة هذه الالتزامات.
- فى حالة ظهور أى جزء من أجزاء العمل معيبة أو تالفة خلال سنة الضمان فعلى المقاول استبدال المعيب أو التالف أو القيام بإصلاحها فى حالة ثبوت جدوى هذا الإصلاح على

حسابه الخاص وفى حالة رفضه يتم الإصلاح خصماً من مستحقاته أو طبقاً لما ينظمه العقد فى هذا الخصوص ويمتد ضمان الجزء المستبدل لمدة سنة من تاريخ الاستبدال.

التسليم النهائى

- قبل الإنتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة التزاماته يقوم المقاول بإخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة الاستلام النهائى بحيث تتضمن الجهة المالكة والجهة المستفيدة من المشروع والتي قامت بالتدريب على التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان والمقاول والاستشارى (إن وجد).
- فى حالة ظهور أى أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائى حتى يفى المقاول بجميع الالتزامات المقررة طبقاً للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمتد فترة الضمان تبعاً لذلك.
- متى اسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أو تعديلاتها التى تضاف أثناء التنفيذ للمشروع واتضح للجنة أن المقاول أنهى جميع التزاماته يتم تحرير محضر الاستلام النهائى موقعاً من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة على التشغيل مستقبلاً والمهندس المشرف على التنفيذ (إن وجد).
- لا يخل هذا التسليم النهائى بمسئولية المقاول بمقتضى القانون المدنى المصرى.
- بعد إتمام التسليم النهائى يعمل المستخلص الختامى بين المالك أو من ينوب عنه وبين المقاول أو من يمثله وطبقاً للموضح فى البند سابقاً.

التأمين

توضح الشروط العامة المجالات التى يلزم تغطيتها بالتأمين على الأعمال والعمال بما فيهم موظفى المقاول والاستشارى والمالك المعينين بالمشروع والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق ... الخ لدى شركة تأمين مقبولة من المالك وإصدار شهادات التأمين باسم المالك وتوضح أيضاً التعويض المناسب لكل حالة، كما تغطى جميع التزامات المالك والمقاول والطرف الثالث ويتم إرسال شهادات التأمين الى طرفى التعاقد.

التغيرات

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للأعمال التى تتغير فى العقد ومدى الوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته الى أو خصمه من مدة العقد وكذلك التغيير المطلوب لإضافته الى أو خصمه من قيمة العقد وذلك دون التأثير على وثيقة التعاقد نفسها.

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

تصحيح الأعمال

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

إلغاء العقد

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

س- الشروط الخاصة المكملة

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

٥- طرح الاعمال

يلزم على مقدمى العطاء المتنافسين القيام بمعاينة المشروع معاينة نافية للجهالة والاطلاع على مستندات طرح العطاء بإصدار مجموعة من الاستفسارات التى تهدف إلى إيضاح

الاعمال سواء عن طبيعة المشروع ومكوناته وعن كافة مستندات طرح العطاء - ويلزم على المالك و استشاري المصمم الرد على كافة هذه الاستفسارات بوضوح وبلا غموض و يحق له ان يعدل و يصوب ما دعت الحاجة شريطة اخطار كافة المتناقصين بهذه التعديلات و هذا يشمل الخامات و البيانات و التصميمات و كافة بنود الاعمال لكافة التخصصات الهندسية كما و انه يحق للمقاول اعادة الاستفسار اكثر من مره وصولا به في النهاية لادراك طبيعه المشروع و يحجب عنه اى لبس قد ينشأ من تعارض أو تضارب معلومات أو بيانات بما يمكنه من وضع اسعار عطائه بصورة سليمة تعكس اداركه للمشروع ومكوناته.

كما يمكن قيام المتناقص و استشاريه بتضمين عرضه الفني للعطاء بنماذج من تصميماته و رسوماته التنفيذية المقترحه و يعد هذا ملزما في حاله المشروعات المطروحة بنظام التصميم و البناء Design and Build .

٦ - التنفيذ

بعد رسو العطاء يكون من واجبات المقاول- بنفسه - اعادة دراسة المشروع بكافة مكوناته و بنوده و مقوماته و التأكد من الملائمة الكاملة لتنفيذ جميع الاعمال و تشغيلها بامان محققه الهدف المرجو من المشروع للمالك و بلا ضرر منها او علي ما حولها من ممتلكات و افراد و مرافق و عليه الافصاح للمالك عن ايه مشكلاته تنفيذه قد يراها أو مستجدات قد تمنع تحقيق المروع لهدفه او تنفيذه او قد تؤثر على سعره (والتي تدرس بمعرفه لجان متخصصة لبيان احقيته من عدمه للتعديلات السعرية claims) كما يحق للمقاول التقدم بمقترحات او تعديلات على التصميم بما يحقق مفهوم الهندسة القيمييه value engineering و لا يخل بالتعاقد او القوانين المعمول بها و التي تم الطرح والترسيه بموجبها و بخاصة ما قد يودى هذا التعديل إلى وفر في تكاليف الاعمال المتعاقد عليها أو سهولة في التنفيذ أو تحسين اداء المشروع لوظيفته المطلوبة او نجاحه و يمكن اذا ارتأت الجهة الطارحه - المالك - ذلك و وافقت عليه فيجب ان يتضمن هذا المبدأ في مستندات التعاقد قبل الطرح و ينص عيه صراحه ان هذا المبدأ من مبادئ التعاقدات الدولية و الفيديك و الهندسة القيمييه معمول به و بالتالي يحق للمقاول أن يصرف له مقابل الوفر المتحقق ما قيمته ٥٠% من هذا الوفر على أن تكون ال ٥٠% الاخرى من نصيب المالك

ويلزم أن يقوم المقاول باستكمال مايلى بمعرفته او بمعرفه استشاريوه والتي تصدر بمعرفته و كأنه هو من قام بأعداد التصميمات بنفسه و تصبح مسئوليته عنها خالصه عليه و علي ان تعتمد من المالك او استشاري الاشراف علي التنفيذ :

- تقديم البرنامج الزمني التفصيلي للاعمال باحد البرامج و بما في ذلك جميع الاعمال الحقلية و التصميمية التالية.
- القيام باعادة جميع الاعمال المساحية والتحقق منها و رصد اي تغيير قد يطرأ لها او عليها أو حولها من منشآت او ممتلكات او مرافق بما قد يؤثر علي تحقيق المشروع لمتطلبات التشغيل الامن و التام و المحقق للهدف منه. و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدى .
- القيام بإعمال الجسات التأكيديه للتحقق من إيه حيود قد يطرأ علي الجسات الاسترشادية الواردة بمستندات الطرح و ما بها من توصيات . و الذي في حاله حدوثه يقدم للمالك لتقييمه و البت فيه و توجيه المقاول بالرأي الفني و اثره المالي و التعاقدى
- ٤- اعادة تصميم المشروع والتحقق من ملائمة للوظيفة المطلوبه منه بصورة أمنه فنيا و تشغيليا وبما يحافظ على الافراد و الممتلكات والمرافق في نطاق الإعمال
- ٥- تقديم النوت الحسابية في جميع التخصصات المؤيده لذلك بعد اقتراح التغير أن وجد.
- تقديم الرسومات التنفيذية و التشغيلية والتفصيلية تبعاً لما يضمن له التنفيذ الجيد للاعمال او ما قد يطلبه منه اضافه المالك .
- تقديم الكتالوجات والبياناتو جداول الضمان و كافة المعلومات عن كافة التوريدات و المهماتو خلافه .
- انتاج رسومات طبقاً للمنفذ بعد انتهاء اعمال التنفيذ و تراجع وتعتمد من المهندس المشرف (المالك أو استشاري الإشراف على التنفيذ)

و يسن لاستشاري الإشراف التنفيذ (سواء كان هو عينه المصمم او لا) دراسة مقترحات المقاول وتقييمها فنيا وماليا و الوصول إلى توصيات بشأنها حتى لو ادت إلى تعديلات أو تغييرات أو تطوير و من ثم عرضها على المالك لاتخاذ الصواب بشأنها الذي يضمن نجاح المشروع وتحقيقه لاهدافه.

وتتضمن نطاق الاعمال المنتجة من المقاول ما يلى:

Detailed/ Shop Drawings

أ - الرسومات التفصيلية

نظراً لعدم احتواء الرسومات التصميمية للتفاصيل الدقيقة الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفة، لذلك يجب على المنفذ بعد رسو العطاء (المقاول - مقاول الباطن - المورد - المصنع ...) إعداد رسومات تفصيلية دقيقة واضحة تحتوى على كل المعلومات التفصيلية اللازمة للتنفيذ بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الإداء والجداول المتضمنه الخامات للمكونات وطرق التركيب ونظام التشغيل التى سيتم إعتماها واستعمالها وتسليم هذه الرسومات الى الاستشارى أو المالك للاعتماد. ويظل المقاول مسئولاً وحده عن دقة الرسومات و مابها من معلومات فنية او تحديد للخامات او المواد او المهمات المدنية و الكهروميكانيكية وملائمتها للتنفيذ من عدمة.

As Built Drawings

ب - الرسومات طبقاً للمنفذ

يجب أن يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة الأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقاً لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمها الى المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشدها بها فى أعمال الصيانة والتشغيل.

٧- الاعمال المعمارية

٧-١ الموقع العام

يجب توزيع الوحدات بالموقع العام لمحطات التنقية بطريقة تسمح بتوافر العناصر التالية:

- مراعاة عمل مطالع (Ramp) فى الأرصفة .
- مراعاة أن يكون إرتفاع الارصفة بوجه عام مناسب وغير مرتفع حتى لا يعوق إستخدامه من السيارات فى حالات الطوارئ .
- يضاف غرفة أمن بجوار المداخل الفرعية للمحطة .
- توفير المسطحات الخضراء بين وحدات المحطة فى الموقع العام.
- تزويد موقع المحطة بمصدر كهرباء (خط كهرباء عمومى) إضافى ليكون إحتياطياً فى حالة أى عطل فى الخط الرئيسى وتوصيل هذا الخط بالمبانى والوحدات الهامة وبممرات

الهروب، ليعمل أوتوماتيكيا عند أى إنقطاع بالخط العمومى وبما يتماشى مع تصميم أعمال الكهرباء.

- مراعاة الجانب الجمالى فى عمل سور الموقع وتصميم ابراج الحراسة الخاصة بالموقع.
- يراعى الاعتماد قدر الأمكان على الإضاءة الطبيعية و التهوية الطبيعية فى وحدات المباني .
- يتم تحديد المواصفات الخاصة بمواد التشطيب والخامات المستخدمة داخليا (داخل المباني) وخارجياً (واجهات المباني والفراغات الخارجية) كل فراغ حسب وظيفته .
- يراعى إستخدام مواد نهو (بالذات الخارجية فى الواجهات) التى يسهل صيانتها، أن تكون غير مكلفة إقتصادياً، وبفضل إستخدام مواد وخامات طبيعية لذلك .
- الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذى يسمح بدخول وخروج السيارات والمعدات وعمل المناورات اللازمة لذلك، مع مراعاة ربط مناسب الطرق والأرصفة مع مناسيب المنشآت التى سيتم تنفيذها (ولا يقل عرضها عن 6 متر بخلاف الأرصفة)
- وجود غرفة الأمن والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسى للمحطة.
- يتم تنسيق وحدات المحطة بطريقة تسمح بسهولة الحركة داخل المحطة بين وحداتها المختلفة وللاقتصاد فى خطوط المواسير المختلفة.
- فى حالة إنشاء مباني سكنية للعاملين يجب أن تكون وحدات سكن العمال والمشرفين والمهندسين بعيدة عن وحدات التنقية ويفضل أن يكون لها مدخل مستقل محاط بسور خاص مع دراسة اتجاه الرياح لتفادى التعرض للغازات إذا حدث تسرب لغاز الكلور.
- يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذية - الرى - الصرف الصحى - غسيل الوحدات و تجميع مياه الفائض - الكهرباء القوي -الإنارة - الاتصالات - مقاومة الحريق.
- وجود أماكن لانتظار السيارات.

فيما يلى توضيح بعض الشروط الواجب إتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتى يراعى فيها الناحية الجمالية (تنسيق الألوان والارتفاعات)

٢-٧ عنبر المضخات

- يراعى سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحي الاقتصادية.

- مراعاة أن تكون المسافة مناسبة بين كمره الونش وأوطى نقطة بكره السقف بحيث لا تعوق التشغيل الآمن خاصة فى حالة وجود ونش بعربة متحركة عرضياً.
- مراعاة التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.
- مراعاة وجود درابزينات حول السلالم وأماكن رفع ونزول المعدات وأى فتحات أخرى.
- يجب أن تكون مجارى الكابلات غاطسة بالأرضيات ومغطاه بأغطية منسوبها مع أرضية العنبر ولها مقابض متحركة.
- يجب أن تكون أرضية عنبر المضخات من النوع السيراميك المقاوم للأحماض والحوادث من السيراميك بالارتفاع المناسب.

٣-٧ مبنى المحولات والتوليد

- مراعاة أن تكون أبعاد المبنى مطابقة لمواصفات هيئات وشركات وزارة الكهرباء.
- مراعاة وجود أبواب مبنى المحولات على السور الخارجى وعلى احدى الطرق الرئيسية أو الفرعية يسهل الوصول إليها.
- مراعاة الارتفاع المناسب بين كمره الونش وأعلى وأوطى نقطة فى كمره مبنى التوليد.
- مراعاة التهوية والإضاءة داخل الوحدة.
- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشأ والأرضيات غير قابلة للانزلاق وأن تكون أغطية مجارى الكابلات مع نفس منسوب الأرضية.

٤-٧ الورش والمخازن

- مراعاة أن تكون المسافة مناسبة بين كمره الونش وأوطى نقطة لكمرة السقف.
- مراعاة التهوية والإضاءة الكافية.
- قريبة ما أمكن من غرف خلع الملابس.
- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشأ والأرضيات غير قابلة للانزلاق وعمل مجارى الكابلات فى منسوب الأرضية ولها مقابض متحركة

٥-٧ مبنى الكيماويات والكلور

- سهولة دخول وخروج السيارات الحاملة للمهمات واسطوانات الكلور وأدوات الصيانة.
- الفصل السادس: شروط الطرح والعطاءات ومراحل المشروع التصميمية والتنفيذية - التصميم المعماري والانشائي - الاعتبارات البيئية والصحية

- يلزم استخدام مواد التشطيب المضادة للكيماويات بعمل الأرضيات من السيراميك المقاوم للأحماض و كذلك الحوائط بالارتفاع المناسب ولا يقل عن جلسة الشبابيك.
- يلزم أن تكون القواعد الحديدية الحاملة للأسطوانات مزودة بأربعة درافيل دوارة (عجل حديد) لكل أسطوانة وعلى أن تبعد القواعد مسافة لا تقل عن ١,٠٠ متر من الحوائط الجانبية لتسهيل الحركة وضبط وضع الأسطوانة والصمامات على وضع التشغيل السليم.
- يفضل عمل ونش علوى (مونوريل) بمسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة فى كمرة المبنى لكل صف اسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات الساقطة فى مدخل مبنى الكلور مع مسار كمرة الونش وعلى ارتفاع مناسب لسهولة تداول الاسطوانات من سطح السيارات.
- يجب أن تمتد كمرة الونش خارج المبنى لمسافة كافية تسمح بالتحميل والتفريغ الآمن.
- عمل تصميم جيد لشبكة مضخات الصودا الكاوية الخاصة بالتعادل بحيث يسهل الكشف عليها دورياً.
- عمل مجارى خرسانية ذات أغشية سهلة الرفع لممر مواسير حقن الكلور من النوع الـ PVC أو ما يماثله.
- يلزم أن تكون فتحات التهوية بارتفاع يزيد على ٥٠سم من أرضية مبنى الكلور وبفتحة لا تقل عن ٣٥×٣٥ سم وعلى أن لا تزيد المسافة بين كل فتحتين على ٢.٠٠ متر.
- فى حالة وجود غرفة معادلة غاز الكلور المتسرب يلزم أن تكون فتحة الباب لها من الخلف خارج العنبر وأن يكون ارتفاع الشفطات الموجودة بهذه الغرفة من ناحية عنبر الاسطوانات وعلى نفس منسوب صمامات تشغيل الاسطوانات العاملة.
- يجب توافر الشروط الآتية فى قاعدة برج التعادل:
 - أن تكون القاعدة الخاصة بتثبيت برج التعادل بارتفاع لا يقل عن ٢.٠٠ متر من أرضية مبنى الكلور.
 - أن تكون الحوائط الداخلية معالجة بمواد مقاومة للأحماض.
 - أن تكون الفتحة العلوية الخاصة بتثبيت البرج مبطنة بمادة مطاطية (كاوتش) مانعة لتسرب الهواء.

٦-٧ مبنى الإدارة والمعمل

- يجب الا تقل مساحة المعمل عن متطلبات فرش الاجهزة المعملية المطلوبة لأعمال التشغيل و الصيانة و طبقا لكود التشغيل و الصيانة لمحطات تنقية مياه الشرب و معالجة الصرف الصحى .
- مراعاة قرب من المدخل الرئيسى للمحطة لسهولة السيطرة على العمل والعاملين والوصول لباقي المبانى المختلفة وتسهيل أخذ العينات سواء يدوياً أو بواسطة مضخات ومعدات خاصة.
- دراسة اتجاه الرياح لتفادى تعرض المبنى لأى غازات متسربة مع ضرورة تزويد المعمل بنظام خاص لتصريف الغازات.
- توفير التهوية والإضاءة الكافية داخل الوحدة.
- يلزم استخدام مواد التشطيبات للأرضيات من السيراميك المقاوم للأحماض والاحتكاك وكذلك الحوائط.
- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرد الغازات والأبخرة بحيث يكون منسوب هذه الفتحات أقل من منسوب سقف المعمل بمسافة كافية.
- مراعاة توافر التوصيلات الصحية الخاصة بالأحواض (مياه - صرف صحى) التى تلائم المعمل.
- يجب تغطية أسطح تراكيزات المعمل بالرخام الطبيعى أو السيراميك أو ما يماثلهم.
- يفضل أن يكون المعمل بالدور الأرضى فى حالة إنشائه مع مبنى الإدارة، وأن يكون له مدخل مستقل وأن يقسم إلى عدة معامل فرعية مثل الكيماوى والبكتريولوجى والبيولوجى والطبيعى وحجرة الغسيل وحجرة الموازين ومكاتب الكيماويين والمشرفين.

٨ - الأعمال الإنشائية

يرجع للكودات المصرية الخاصة بأعمال البناء.

٩ - الاعتبارات البيئية والصحية

من خلال الاهتمام بمشروعات البنية الأساسية والحفاظ على الصحة العامة تأتى الاشتراطات البيئية والصحية لمشروعات الصرف الصحى نتيجة تعاون بين الوزارات والجهات المعنية وذلك بغرض الاهتمام صحياً وبيئياً بهذه المشروعات ولتيم تلافى الآثار السلبية الناتجة عن عدم تطبيقها.

يعرض هذا الباب الاشتراطات الصحية والبيئية الواجب توافرها عند إنشاء محطات الصرف الصحى بهدف التوسع فى البنية الأساسية مع مراعاة المحافظة على الصحة العامة والبيئة.

أولاً: الاشتراطات البيئية والصحية الواجب مراعاتها عند إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحى

- يجب أن يكون الموقع مستوفى للاشتراطات الصحية الواردة بقرار وزير الصحة رقم ١٩٩٧/٢٧ وما يطرأ عليه من تعديلات من حيث شرط المسافة عن الكتلة السكنية وفي حالة تعذر هذا الشرط يجب أن يراعى تصميم المحطة بطريقه تضمن الحفاظ علي البيئة المحيطة والصحة العامة.
- يجب أن لا تمر مواسير الصرف على مسطحات المياه العذبة .
- يجب الحصول على موافقة وزارة البيئة على دراسة تقييم الأثر البيئى للموقع على ان يستوفى الشروط الآتية:-

- يراعى أن يكون موقع المحطة فى الجهة الجنوبية أو الجنوبية الشرقية بالنسبة للكتلة السكنية بحيث يكون معاكساً لاتجاه تيار الرياح السائدة بالمنطقة .
- تقديم طريقة التخلص النهائى من المياه المعالجة طبقاً للمعايير المتضمنة فى القوانين المعمول بها أو استخدامها طبقاً للكود المصرى لإعادة الاستخدام.
- تقديم طريقة التخلص الآمن النهائى من المخلفات الصلبة ومخلفات عملية المعالجة المختلفة.
- تقديم طريقة معالجة الحمأة وكيفية التخلص الآمن منها.
- أن يتم تقديم كيفية التعامل مع مياه الصرف الخام الداخل إلى المحطة فى حالة حدوث طوارئ تتسبب فى تعطيل المحطة بالكامل.

ثانيا: بيئة العمل

اتخاذ الاحتياطات اللازمة لحماية العمال من الانبعاثات الغازية الضارة

ينتج عن بعض عمليات معالجة مياه الصرف الصحى انبعاث غازات ضارة مثل غاز الميثان وكبريتيد الهيدروجين والذي يؤدي إلى حدوث إختناقات .

كما يمكن أن يؤدي تسرب غاز الكلور شائع الاستخدام فى تطهير مياه الصرف الصحى من الميكروبات والمسببات المرضية المختلفة إلى الاصابة بضيق التنفس وبعض أعراض الاختناق والتي قد تصل إلى الموت السريع فى حالة التعرض لجرعات عالية منها .

لذلك يجب اتخاذ الاجراءات الوقائية الآتى بيانها لحماية العاملين بالمحطة

- الرصد المستمر لنوعيه الهواء بالمحطة وداخل عنابر التشغيل .
- حظر تناول الغذاء أو التدخين إلا فى الاماكن المخصصة لذلك .
- رصد نوعيه المياه الخام للتأكد من عدم القاء مواد متفجرة أو مواد ضارة لعملية المعالجة أو العمالة داخل المحطة.
- توفير الملابس المناسبة التى تمنع وصول الكلور للجسم حيث انه يصيب الجلد بالالتهابات .
- توفير أجهزة التنفس الصناعى .
- ضرورة تزويد الموقع بأجهزة قياس تركيز الغازات المختلفة .
- يجب ان يشتمل الموقع على جهاز لقياس تركيزات الغازات السامة والخطرة ومن الافضل ان يتوفر جهاز واحد يقوم بقياس عدد من الغازات ويكون سهل التشغيل وتدريب العاملين على تشغيل الجهاز.
- زرع الاشجار حول المحطة لصد الرياح والتقاط الايروسولات والجسيمات .

الضوضاء:

- يجب الالتزام بالحدود القصوى للضوضاء للبيئة الداخلية للعمل (محطة المعالجة) والبيئة المحيطة بالسكان كما ورد بالتشريعات المصرية مع اخذ الاحتياطات الواجبة للتخفيف من الآثار المترتبة عن ذلك.

- ضرورة الالتزام باختيار معدات لا تزيد درجة الضوضاء الخاصة بها عن الحد المسموح به بالكود.

الاشتراطات اللازمة لحماية البيئة المحيطة:

- عند انشاء محطات الصرف الصحى يجب مراعاة الخطط المستقبلية للطاقت الاستيعابية للمحطات .
- التعامل مع التدفقات المفردة لشبكة المجارى .
- التعامل مع تراكم الغازات السامة و المتفجرة فى مواسير المجارى .
- إتاحة منطقة فاصلة كالأشجار او الأسيجة بين مناطق التجهيز و المستقبلات المحتملة .
- يجب الالتزام بالاشتراطات الصحية لمواقع محطات معالجة الصرف الصحى و البعد عن الكتلة السكنية
- عمل برنامج توعية صحية و بيئية للكتلة السكنية المحيطة لتجنب الحد من المخاطر المعرضون اليها
- تركيب سور (سياج) حول محيط المحطة بارتفاع كاف ومن مادة مناسبة، وله بوابه تقفل بالأقفال.
- استخدام سجل لزائري الموقع.
- إضاءة الموقع حيثما يلزم ،وحيث إن ذلك قد يمثل إزعاجا ضوئيا للجيران ،فيجب اختيار تركيبات الإضاءة مما يقلل التلوث الضوئي المحيط.
- تطبيق نظام مراقبه جودة المياه المنصرفة والرقابة الداخلية من قبل القائمين على التشغيل.

الإجراءات الملزمة للمقاولين أثناء مرحلة الإنشاء:

- تنفيذ كل اجراءات التخفيف (الواردة بعاليه فى خطة الإدارة البيئية والاجتماعية أثناء مرحلة الإنشاء) أثناء عمليات الحفر والالتزام بإجراءات التخفيف الممكنة للحد من التأثيرات البيئية والاجتماعية السلبية الهامة للوصول إلى الحدود المقبولة.
- استخراج التراخيص اللازمة لتنفيذ المشروع ومنها وزارة الموارد المائية والرى ، إدارة المرور ، هيئة السكك الحديدية ، الهيئة العامة للآثار ، وخلافه.

- إجراء التحاليل للمياه الناتجة من الحفر لتحديد مكان صرفها على مصارف أو ترع طبقاً لمعايير القانون ١٩٨٢/٤٨ وتعيلاته ، والخاص بحماية نهر النيل وفروعه وروافده والترع والمصارف والمياه الجوفية ، وتبعاً للقرارات الوزارية المحددة للحدود القصوى للملوثات.
- تنفيذ خطة الإدارة البيئية والاجتماعية بكل محتوياتها (خطة الطوارئ - الخطة المرورية - اجراءات التخفيف من التأثيرات السلبية - ادارة المخلفات الصلبة العادية والخطرة - توزيع المهام والمسئوليات ...).
- أن لا يعوق الطريق أو يدمره بل عليه حمايته وتأمينه للمشاة ، بوضع التحذيرات للمشاة سواء نهاراً أو ليلاً (علامات تحذيرية وشرائط وأنوار) ويعين عامل مسئول عن ذلك ، وأن يحافظ على البنية التحتية (خطوط انابيب الغاز وخطوط النقل أو غيرها) من الإستثمارات ذات الصلة ، يعتبر المقاول مسئولاً أمام الشركة عن أى أضرار تلحق بالطرق أو الجسور أو المباني نظراً لنقل الأحمال الثقيلة.
- إتمام الحفر ، وإعادة الردم بطريقة آمنة.
- تجنب إستخدام المعدات الثقيلة أو المقلقة للراحة ، فى مناطق محددة ، فى الليل أو فى المناطق الحساسة مثل المستشفيات أو المدارس ، تجنباً لشدة الصوت (الضوضاء).
- بالحد من أعمال البناء حتى الساعة الخامسة مساءً إذا ما أريد للمشروع أن ينفذ فى المناطق السكنية أو بالقرب منها ، تجنباً لشدة الصوت (الضوضاء) وتضرر السكان المحيطين.
- منع التلوث بالغبار والأتربة العالقة المستنشقة ، بالقيام برش المياه حتى تخمد الأتربة وفى حالات النقل على الطرق الخاصة ، يجب أن تغطى الشاحنات بالمشمع (الطريال) لمنع إنسكاب المواد وتوليد الغبار.
- بأن تستخدم المعدات المناسبة فى الحفر بحيث لا يؤثر على اساسات المنازل.
- بتوفير مهمات الوقاية اللازمة للعاملين وإلزامهم بإرتدائها وتوفير الإسعافات الأولية وإتباع كل ما جاء بقانون العمل رقم ١٢ لسنة ٢٠٠٣.
- بعدم إستخدام الإسبستوس نهائياً فى المشروعات.
- بإستخدام الطرق المحددة - خط السير - إلى موقع المشروع ، على النحو المتفق عليه مع المهندس الإستشارى وتكون المركبات بحجم مناسب للطرق ، ويجب أن يتقيد بالأحمال المنصوص عليها لمنع الأضرار التى تلحق بالطرق والجسور.

- يجب على المقاول عمل دفتر للزيارات لتسجيل الزيارات التى يقوم بها أخصائى البيئة بالشركة ومهندس الإشراف على تنفيذ المشروع ، ويطلب منهم التوقيع باليوم والتاريخ ، وأية ملاحظات لهم ، ويقدم هذا الدفتر عند الطلب للشركة القابضة للإطلاع.
- بالحفاظ على مراقبة الحركة ومراعاة إشتراطات السلامة والصحة المهنية من قبل المقاول طوال مدة العقد وهذه الإجراءات تتم تحت إشراف المهندس الإستشارى.
- الإلتزام بمطابقة مياه الصرف الناتج مع المعايير الواردة بأحكام القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ والقرار رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ والقرار رقم ١٦٩ لسنة ١٩٩٧ والقرار رقم ١٧ لسنة ٢٠٠٥ والقرار رقم ٩٢ لسنة ٢٠١٣ والقرارات الوزارية الأخرى المنظمة للصرف وما يطرأ عليها من تعديلات.
- يلزم اتخاذ كافة التدابير من تغطية الشاحنات بالمشمع لمنع انسكاب المواد وتولد الغبار بالإضافة الى استخدام المعدات المناسبة فى الحفر حتى لايتم التأثير على اساسات المنازل وخاصة القديم منها. وكذلك استخدام طرق محددة كخط سير الى موقع المشروع والالتزام بالاحمال المنصوص عليها لمنع الاضرار الى تلحق بالطرق بالاتفاق مع ادارة المرور التابعة.
- يلزم اتخاذ كافة تدابير الامن والسلامة من مهمات الوقاية اللازمة للعاملين والزاهم بارتدائها وكذلك توفير الإسعافات الاولى واتباع كل ما جاء بقانون العمل رقم ١٢ لسنة ٢٠٠٣.
- يلزم اتخاذ كافة التدابير وطبقا لأصول الصناعة فى عزل احواض المعالجة وبيارات التجميع الرئيسية بمحطات الرفع والمعالجة لمنع حدوث أى تسريب ينجم عنه تلوث التربة المحيطة.
- إلزام المقاولين بعمل كافة تدابير الامن والسلامة، انه يتم اعاقه الطرق وتدمير المرافق لعامة والممتلكات الخاصة وتأمين المشأه ووضع العلامات التحذيرية والشرائط والاضواء وكذلك تعيين شخص مسئول عن ذلك ، كما يكون من مسئولية المقاولين اعادة الاشياء الى اصلها وعن أى اضرار تلحق خلال التنفيذ او الناتجة عن سوء التنفيذ.

خطة الاستجابة للطوارئ

قد تتسبب حالات الطوارئ المحتملة في أي مشروع أو تركيب لتلفي وقوع إصابات أو خسائر في الأرواح أو تلف الممتلكات أو العرقلة داخل وخارج حدود المشروع . ويحتمل أن تنتج الطوارئ عن تشغيل غير عاد يداخل الموقع أو بسبب طرف ثالث أو بالعوامل الطبيعية . وإذا أصبحت الطوارئ خارج نطاق التحكم - ويمكنه إحداث خسائر في الأرواح والممتلكات والمنشآت المجاورة - يمكن في هذه الحالة تعريفها كطوارئ خارجية . أما الطوارئ التي يمكن التحكم فيها بالوسائل المتاحة والتي لا تمتد خارج حدود المنشأة الصناعية يمكن تعريفها كطوارئ داخلية.

أهداف خطة الطوارئ في الموقع

- ١- السيطرة على حالات الطوارئ.
 - ٢- حماية حياة الإنسان.
 - ٣- تقليل الضرر في الممتلكات والبيئة.
 - ٤- استعادة الحالة الطبيعية.
- علي أن يتم إعداد خطة الطوارئ في الموقع للتعامل مع حالات الطوارئ بفعالية، ومن ثم تفادي الطوارئ خارج حدود الموقع . وستتضمن مستلزمات تنفيذ الخطة مايلي:
- أجهزة الإنذار والكشف المبكر قبل الإنذار، إجراءات إيقاف التشغيل الغير آمن، توفير تيار كهربائي مستمر أثناء مرحلة التصميم . وستوصل كافة عمليات التشغيل الحرجة بوحدة توليد كهرباء للطوارئ.
 - حفظ مياه احتياطية لمكافحة الحريق :

- تركيب خزان مياه إطفاء أرضي
- تركيب أجهزة الكشف عن الدخان وأجهزة إنذار للحريق في عدة أماكن من المنشأة.
- تزويد المنشأة بنظام آلي للكشف عن الحريق والإطفاء.
- تعاون المنشأة مع الإدارات الحكومية المحلية في إعدادها لخطة الطوارئ

Reference

- الكود المصري لمعالجة مياه الصرف الصحي - إصدار ١٩٩٧

- **Water and Wastewater Engineering. Design Principles and Practice.** Mackenzie L. Davis. Copyright @ 2010.
- **Wastewater Engineering. Treatment and Reuse (Fourth Edition).** Metcalf & Eddy Inc. Copyright @ 2003.
- **Wastewater Treatment Plant, Planning, Design and Operation.** Sayed R. Qasim. Copyright @ 1994.

ملحق رقم (١)

(أنواع المصافى الميكانيكية)

Wastewater Screens

General Information

Screens in sewage plants retain coarse substances and thus perform several functions:

- Protection of plant components against coarse substances which would otherwise lead to adverse effects during further treatment (activated sludge process, digestion).
- Reduction of the pollution load to be treated.

Considerable importance is attached to the choice of the open space with its effect on an increased quantity of retained minute debris substances in view of further wastewater and sludge treatment (for example denitrification/nitrification, digestion, dewatering behaviour of the excess sludge).

The choice of the type of screen, such as for example front cleaned or back cleaned screen (action of the screen rake in the direction of the current or against it) is a function of, among others:

- Wastewater flow per screen (size of plant)
- Maximum water depth
- Inlet conditions
- Required discharge height
- Possible building height
- Selected open space

Table 1 supplies preliminary information regarding the above.

1. Layout Notes

The number and dimensions of screens are a function of, among other things, the wastewater flow (with its daytime fluctuations) and of the selected open space. The maximum flow speed between screen bars should not exceed 1.2 m/sec, whilst lower values are recommended in the case of coarse screens (as otherwise the screenings retention would be reduced). The minimum speed in front of the screen should not be less than 0.5 m/sec in order to avert sand deposits. Screen installations should comprise several lines. In the case of small installations, one screen with additional emergency by-pass (manually cleaned screen) is sufficient. Depending on the size of the plant and potential screenings quantity, the coarse and fine screens should be arranged in series (e. g. open spaces 40 mm / 6 mm).

1.1 Bar Rack Dimensions

The required bar rack dimensions can roughly be determined as follows:

$$b = \frac{Q \cdot (s+e)}{W \cdot v \cdot e \cdot (1 - f_B)}$$

In which:

- b = Bar rack width (m)
- s = Bar thickness (mm)
- W = Water depth (m)
- v = Admissible flow speed (m/sec)
- f_B = Assumed load factor (for clogging) (refer to DIN 19569-2, section 2.2)
- Q = Flow (m³/sec)
- e = Open space (mm)

1.2 Screen Types

In accordance with DIN 19569-2, screens are differentiated according to:

- the open space
 - Coarse screen, open space 20 mm to 100 mm
 - Fine screen, open space 8 mm to 20 mm
 - Very fine screen, open space < 8 mm
- the cleaning action
 - Front cleaned screens
 - Back cleaned screens

Manually cleaned screens) are only used as bypass screens mostly of larger open spaces.

1.3 Quantity of Screenings

The quantity of retained screenings is chiefly a function of the open space. Recommended values:

- 2 to 5 litres/P a for coarse screens
- 5 to 15 litres/P a for fine screens

Allowance has to be made for sporadic screenings incidence (according to drains), for example following storm rainfall, and has to be taken into consideration when selecting the capacity utilization factor f_B .

1.4 Screenings Dewatering

When retained by the screen, the screenings have a water contents of approximately 85 – 95% which can be reduced by the use of screenings presses. stems for this purpose.

2. Technical Data

2.1 Screens

Fig. 2 to 9 illustrate proven designs which provide a matching solution for all cases of application of screenings separation in sewage plants.

- Front cleaned screens clean the bar rack with the aid of the cleaner rake acting in the flow direction. The bar rack is inclined (75°) in the flow direction or is standing vertically.
- Back cleaned screens clean the bar rack with the aid of the cleaner rake acting against the flow direction. The bar rack is in most cases slightly inclined (approximately 5°) against the flow direction.
- screen drums clean the drum with the aid of a doctor blade, as well as based on the self-cleaning effect (the waste water flows through the screening cylinder at first from the outside to the inside and subsequently on the underside of the screen drum from the inside to the outside).

Table 1 provides some preliminary information concerning the choice of the appropriate type of screen.

2.2 Bar Racks

Bar racks consist of vertical parallel equidistant rows of bars. Screen bar profiles according to figure 1 have proved themselves. In view of the system-based penetration of the cleaner rake from downstream to the upper side, bar racks for back cleaned screens can only be supported at the base. It follows that the bar rack height for this type of screens is restricted (also refer to DIN 19554-3).

Bar racks for front cleaned screens can be designed for higher static loads also in the case of larger bar rack heights by the addition of intermediate supports. As far as all mechanically cleaned screens are concerned, the bar racks are formed of several interchangeable sections in order to be able conveniently to replace individual sections if damage has occurred.

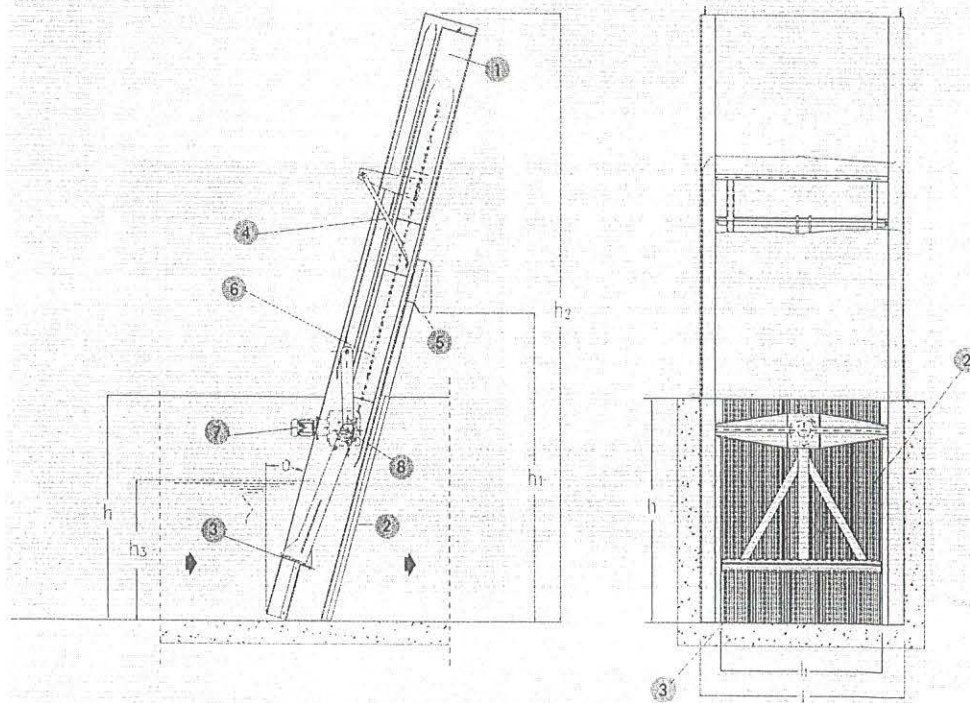
The screen cylinders are wound out of trapezoidal wedge wire into bar screen drums

The bar racks for the fine screens are manufactured from similar wedge wire sections.

2.3 Screen Control

All mechanically cleaned screens are controlled automatically with the aid of a water level differential measuring unit. If the set limit value (approximately 5 to 10 cm) is exceeded, the level differential measuring instrument (e. g. ultrasonic level measurement in front of and behind the screen) gives the order to start a cleaning cycle. In addition, the screen is switched on by a time switch also if the differential pressure switch does not respond following expiry of a given period. The cleaning cycle takes place fully automatically and stops in the rest position of the screen when the value of the level differential has dropped below the set value.

units are controlled as a function of the water level in the inlet, with additional safeguard against overflow. All automatic controls also make it possible to control operations in situ.

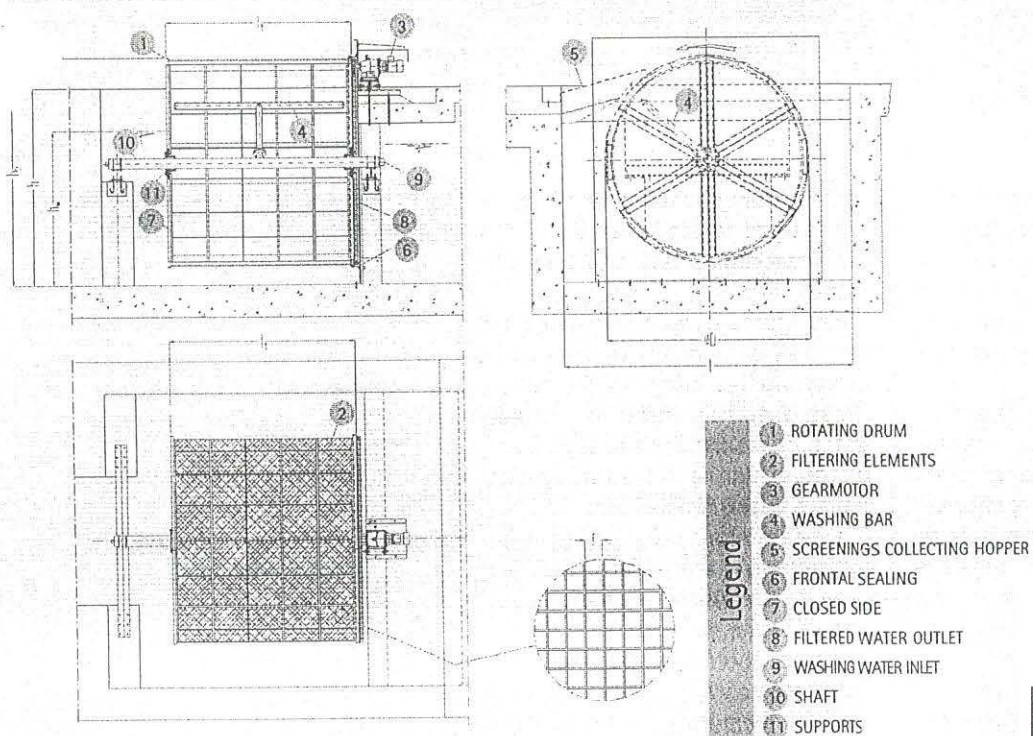


- | | | |
|--------|--------------------------------|-----------------|
| Legend | ① FRAME | ⑥ COG RAIL |
| | ② SCREEN PANEL | ⑦ GEARMOTOR |
| | ③ RAKE | ⑧ RAKE CARRIAGE |
| | ④ RAKE CLEANING DEVICE | |
| | ⑤ SCREENED MATERIAL DISCHARGED | |

SUB-VERTICAL PLANE CLIMBER SCREEN

Table 1

Specification	Suggested Screen Type
Bypass, emergency flow	Manually cleaned screen (cleaning with handrake)
Open space: very fine screen: 2,5 mm very fine screen: 6; 8 mm fine screen and coarse screen: ≥ 10 mm	front cleaned fine screen grab bar screen front cleaned headstock screen grab bar screen front cleaned headstock screen back cleaned screen
max. water depth: ≤ 1,2 m Chamber depth: > 1,2 m Chamber depth: > 4 m	grab bar screen front cleaned headstock screen back cleaned screen type RB and TRG grab bar screen front cleaned headstock screen special design cable operated bar screen



GPSR Sub-vertical plane climber screen

The sub-vertical plane climber screen GPSR type is installed on medium and large size civil or industrial wastewater treatment plants and complies with macro-screening requirements.

This screen consists of a sturdy frame properly sized, made of steel standard sections and press-bended metal sheets, a filtering screen, a rake-carriage, a gear motor, a system of cog rails, a system for rake cleaning and a dynamometric torque limiting device.

The filtering screen, inclined on the downstream, consists of a group of bars of rectangular profile fixed together to provide the required clear spacing between the bars.

The rake-carriage is equipped with a system for climbing on the vertical cog rails complete with guide rollers, cog wheels, drive, and arm with rake.

They are not necessary transmission chains, but the gearbox, installed on

rotates around the bottom dead center the rake arm rotates to the bars causing the rake teeth to engage the bars, so the rake moves upward cleaning the bars and lifting the screenings to the discharge point where it engages the scraping blade, it is cleaned and then it moves to the park position out of water.

The mechanism is designed in such a way that the rake can climb over and be free of materials encountered that cannot be removed.

After the object has been by-passed, the rake will engage again the screen and will continue the cleaning of the bars. In case the load on the rake carriage mechanism increases beyond a set value the load limiter stops the motor.

When the overload condition has been corrected, the motor can be activated again by a manual push button.

If necessary the operator can reverse

Strengths

- ABSENCE OF TRANSMISSION CHAINS;
- EASY MAINTENANCE;
- POSSIBILITY TO REACH HIGH DISCHARGE LEVEL;
- ABSENCE OF MECHANICAL PARTS MOVING IN WATER;
- STURDINESS.



GRSI Rotating drum screen

The rotating drum screen "GRSI" type for micro-screening is installed in water intake from sea, rivers or lakes, to be used in drinking water treatment systems, irrigation and for production processes.

The inlet is axial into the drum; the frontal surface of the screen is closed to impose to this flow to cross the cylindrical surface, composed of filtering elements, from outside to inside. The water flow becomes one again after the filtration and goes on along the axe of the drum, inside the screen, leaving it downstream. The screenings retained on the external side of the screen are pushed into an hopper by the washing water spraying from inside to outside of the drum.

and a filtering panel made of square net or perforated sheet;

- a fixed supporting shaft of the frame;

- two sturdy supports installed on the drum, provided with self-lubricating brasses allowing the continuous operation inside or outside water, duly sized for the support of the drum during its rotation with respect to the fixed shaft;

- a gearmotor helical gear type complete for the rotation of the drum by means of a pinion engaging with the cog rail;

- a bar for filtering surface washing in counter current, from inside to outside, complete with nozzles high pressure type;

- a screenings and washing water collecting hopper;

Strengths

- LOW MAINTENANCE THANKS TO THE ABSENCE OF MECHANICAL PARTS MOVING IN WATER.
- POWER SAVINGS AND EXPECTED LONG LIFE. THE DRUM IS STATIC DURING OPERATION AND ROTATING ONLY FOR WASHING CYCLE.
- HIGH SPECIFIC FLOW RATES.
- EFFECTIVE AND COMPLETELY AUTOMATIC CLEANING.
- LOW HEAD LOSSES.
- HEAVY DUTY CONSTRUCTION.

For obstruction-free screening of solids from polluted water and other liquid media

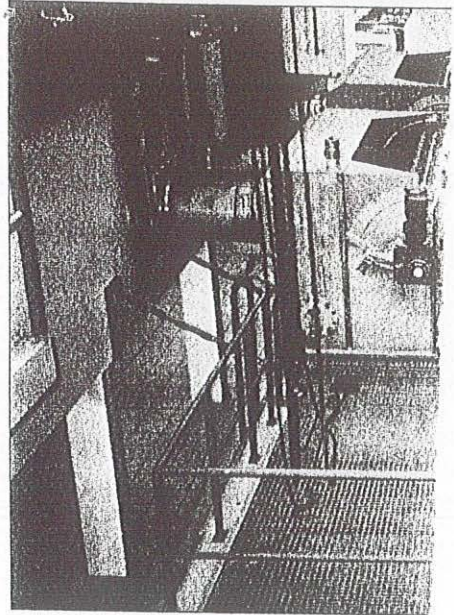
When using normal screening media, such as wire mesh, perforated metal plates etc. to retain solids, there is a risk of reducing the open mesh due to obstructions.

Thanks to the self-cleaning feature of the Rotopass, solids depositing in the gaps between the wedge-shaped wires are continuously washed out and removed by the doctor blade resp. so that they can be transported away with a minimum of water or liquid.

The polluted water fed to the Rotopass enters the steel tank through the inlet(s) and flows over the distributor blade to the screening cylinder. The water flows through this cylinder from the outside to the inside and then leaves through the bottom section. During this phase, the screen cylinder is coated with solids and debris which result in water level rise in front of the cylinder.

Due to the rotation of the screening cylinder, the solids having accumulated on the surface are carried along the cylinder's periphery and are removed by the doctor blade.

As the accumulation on the cylinder increases, the level measuring device – which is available as an accessory – automatically speeds up the electric drive. As a result of doubling the number of revolutions and thus also the peripheral speed of the screening cylinder, the effective surface section is replaced and cleaned more quickly. This raises the

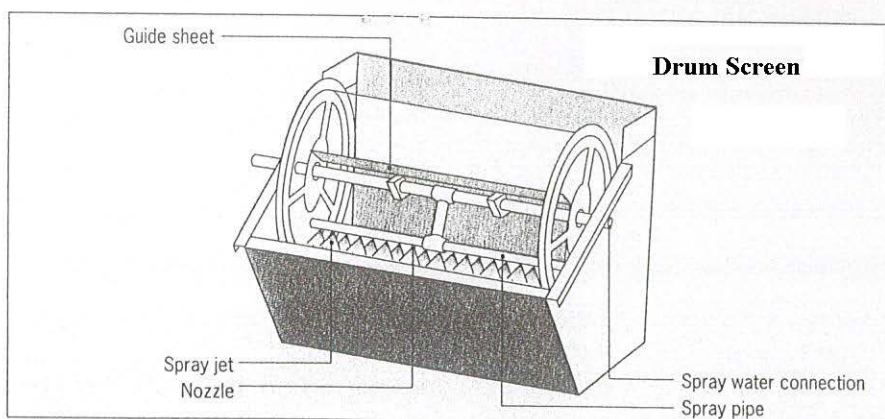


Rotopass stainless steel wedgewire screen

throughput performance of the Rotopass. If, despite twice the number of revolutions, the accumulation in front of the screening cylinder continues to increase, an alarm is triggered before the water level reaches the upper edge of the cylinder. The (waste water) feed pump can then either be switched off or a bypass can be opened.

This operation mode of the pump can be incorporated in the control cabinet. Following switch off by the alarm contact the pump starts up again after a delay.

The decisive advantages of the Rotopass include its selfcleaning ability. The constant flushing effect of the falling water (liquid medium effectively prevents any obstruction of the screen cylinder.



The diagrammatic view illustrates the self-cleaning principle of Rotopass-wedgewire screen.

Design

■ Steel tank:

Sheet metal housing is made of stainless steel, material No.1.4301/1.4541 (stainless steel 304/stainless steel 321), in the shape of a trough. The housing incorporates the components and is mounted on four legs. The flange connections are designed as loose flanges. The outflow flanges can be adapted to local conditions.

■ Type:

The inflow and outflow can be supplied in different variants arrangements, following request.

■ Dimensions:

Diameter mm	Length mm
360	500; 750; 1000
627	500; 750; 1000; 1500; 2000
1250	1500; 2000; 2500

■ Wedgewire screening cylinder:

The distortion-free screen cylinder is made of stainless steel, material No. 1.4301/1.4541 (stainless steel 304/stainless steel 321). A strand of wedge-shaped sectional wire forms a spiral round the horizontal inner support bars and is welded at the crossing points resulting in radial screen gaps.

■ Openings available (mm):

0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0

■ Drive:

Standard worm geared motor of 2 speeds, directly coupled to the screen cylinder drive shaft.

■ Doctor blade:

The scraper is pressed against the surface of the revolving cylinder and thus scrapes off the accumulated solids.

■ Spray pipe 1" including solenoid valve.

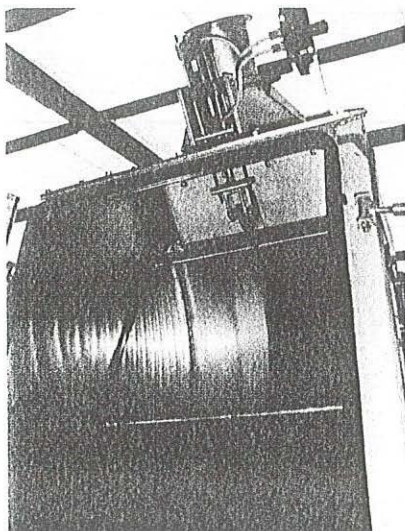
■ Seals:

In order to seal the screen cylinder against the steel tank, seals made of cast polyamide/Viton are used. PTFE seals can be supplied for an extra.

Microscreen

High-Performance Screen with Modular Design

The Microscreen is a high-performance static screen with modular design and without moving parts. It is especially suitable for separating solids containing fibers and is used for low volume flows.

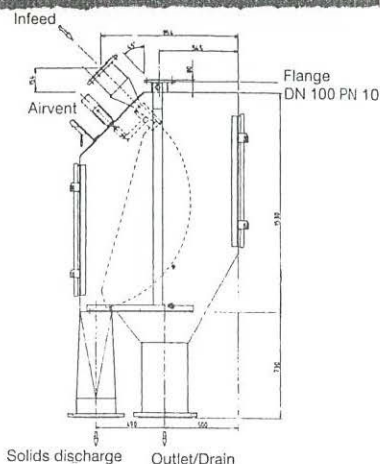
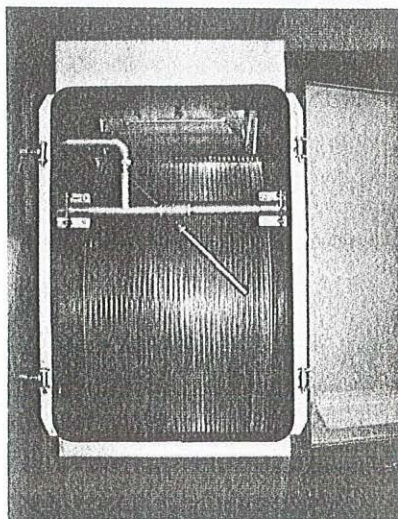


Advantages:

- Micro-screening in the range of 50 to 150 μm
- Throughput capacity of up to 35 m^3/h
- Module size 600 mm to 1620 mm
- Combination of up to three modules possible
- Self-cleaning
- Simple screen replacement
- Long-life due to minimum wear
- Low maintenance costs
- Stainless steel body and panel

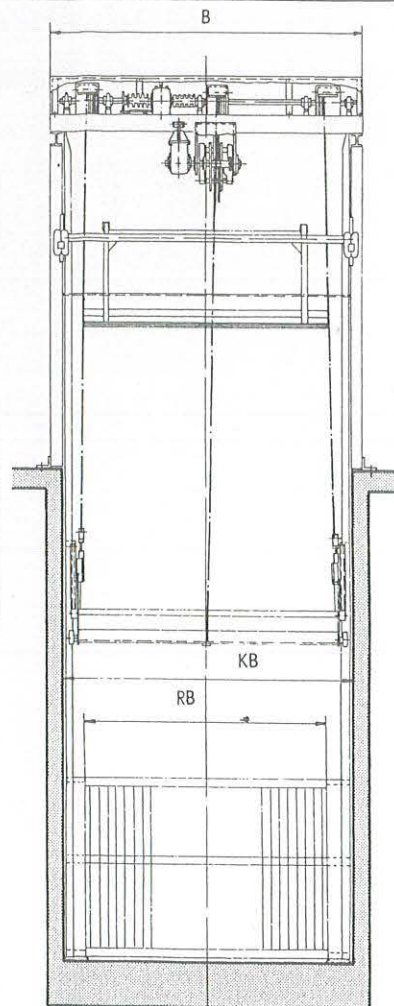
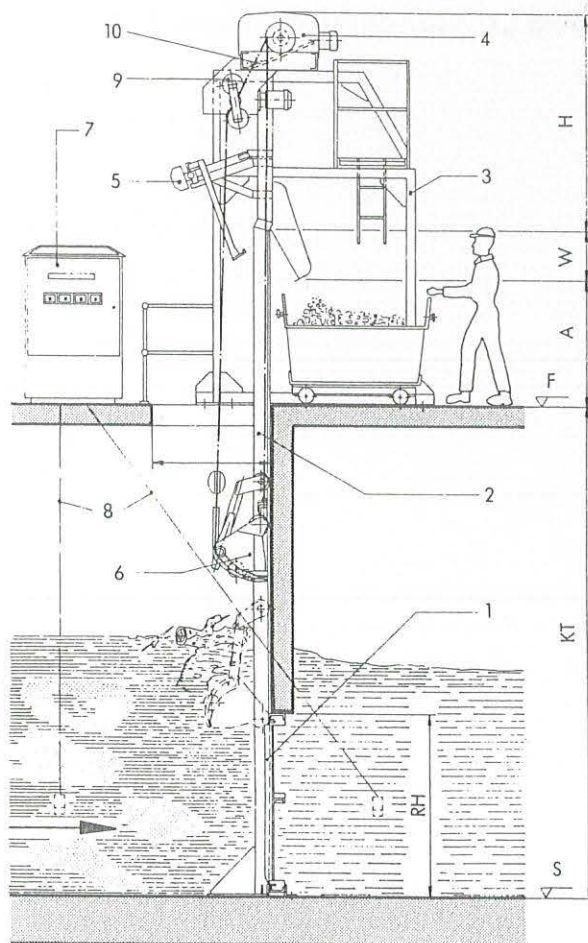
Function:

The medium is pumped onto the screen by a 4-nozzle-feeder-line. Each nozzle can be closed separately with a globe valve in order to optimize the desired throughput capacity. The inlet stream meets the screen panel tangentially and the solids are held back on the surface. The main dewatering process takes place at the upper part of the screen surface. The solids slide to the solids discharge and the filtrate is evacuated through to the outlet/drain.



Cable Operated Bar Screen

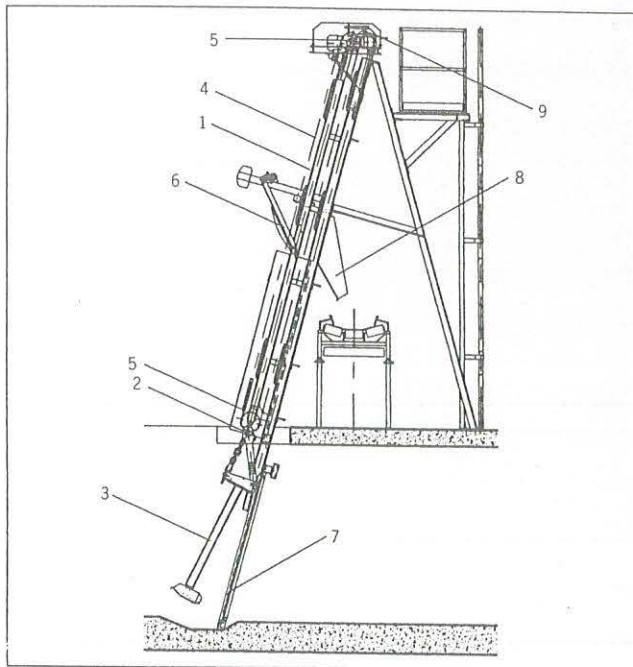
1.0



- 1 Bar rack
- 2 Screen frame with guide
- 3 Top steel frame with platform
- 4 Swivelling rollers drive
- 5 Wiper
- 6 Cleaner carriage
- 7 Control panel
- 8 Sensors for water level differential measurement system
- 9 Swivelling rollers, opening and closing mechanism
- 10 Slack rope sensor and actuator

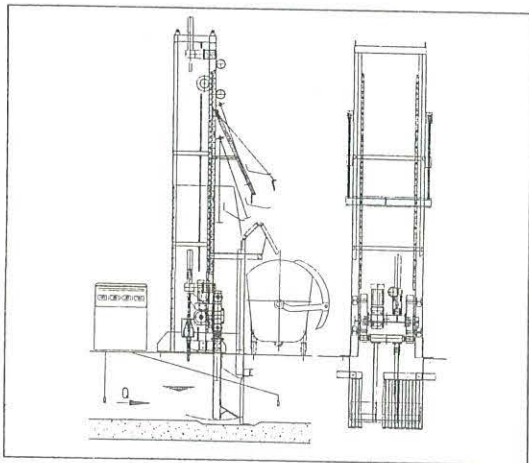
- F Operating level
- S Chamber floor
- KT Channel depth
- A Discharge height (optionally: into trough, conveyor, container)
- H approx. 2.5 m
- B Screen width = chamber width + 0.4 m
- W Chute height approx. 0.6 m
- KB Chamber width
- RB Clear bar rack width
- RH Bar rack height

Systematic: view grab bar screen



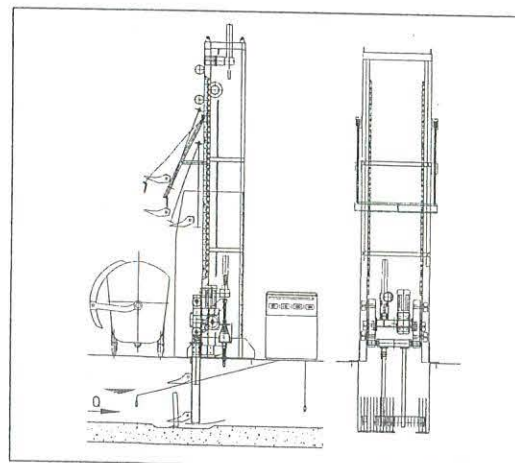
Grab Bar Screen Design

- **Frame (1):** Built of structural steel with cover plates between bar rack and discharge chute.
- **Guides (1):** Built of structural steel to guide the drive carriage. Dimensions of guides acc. to type of screen.
- **Drive carriage (2), Rake (3):** Rollers running in ball bearings; the rake is pressed against the bar rack by adjustable springs (*). Rake with replaceable tines blades. Service load of rake acc. to DIN 19569-2.
- **Chains (4), Sprockets (5):** Even at maximum water level the lower sprockets do not immerse wastewater (*). Sprockets made of steel or polyamide (type GR 10). Each chain can be tightened separately.
- **Wiper (6):** Is moving by rising of the rake. The wiper blades are adjustable and made of plastic or rubber.
- **Bar rack (7):** Installed by means of dowels; exchangeable in pieces. Bars made of flat material. Open space: 6–100 mm; Structural design is capable of withstanding 0.5 m hydraulic head (*).
- **Discharge chute (8):** Discharge height: 1,500 mm (standard); others possible.
- **Drive (9):** Geared motor flange-mounted type. Some types with intermediate drive.
- **Overload protection:** By electronic true power control (*).



Front cleaned headstock screen

open space:	(6,8) – 60 mm (and over)
chamber width:	0,6 – 4,0 m
water depth:	up to 3,2 m
length of bar rack:	0,4 – 3,4 m
chamber depth:	0,8 – 3,8 m (and over)
max. flow:	up to 36.000 m³/h



Back cleaned headstock screen

open space:	10 – 30 (40, 50) mm
chamber width:	1,4 – 3,2 m
water depth:	bis / up to 1,2 m
length of bar rack:	bis / up to 1,4 m
chamber depth:	1,0 – 2,0 m (and over)
max. flow:	3.000 – 11.000 m³/h

Screenings Washing Press Type WP

Application

The Screenings Washing Press Type WP serves for washing out soluble organic matter from coarse and fine screenings.

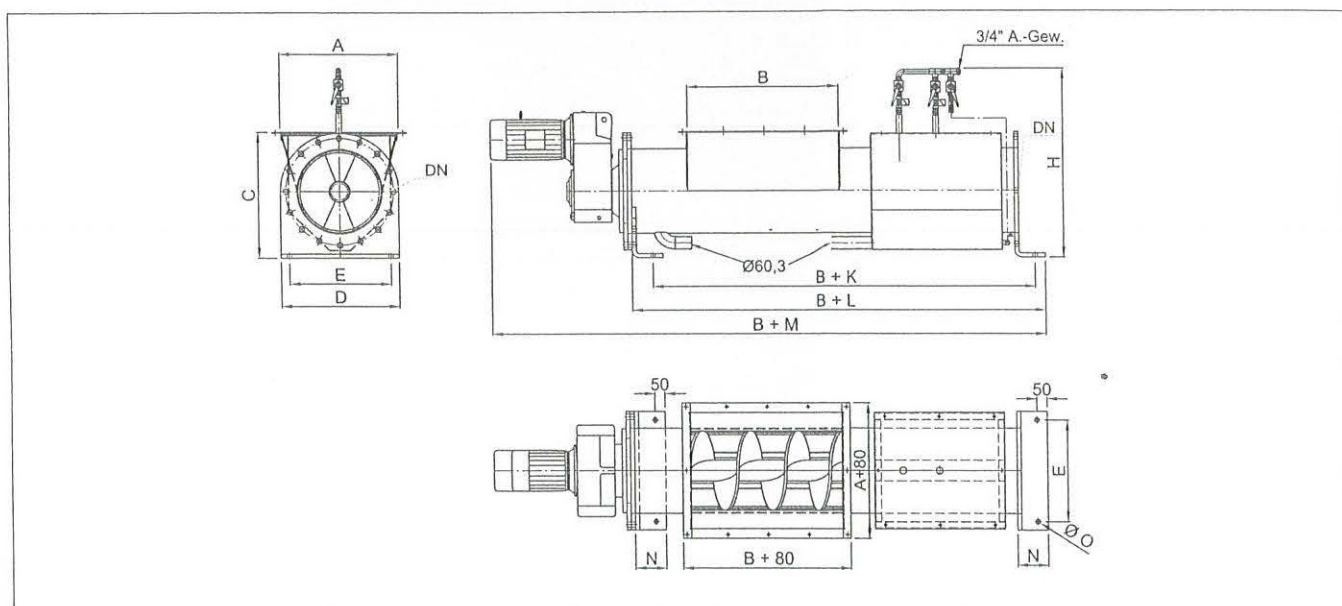
The screenings washing press is designed as screw washing press. The

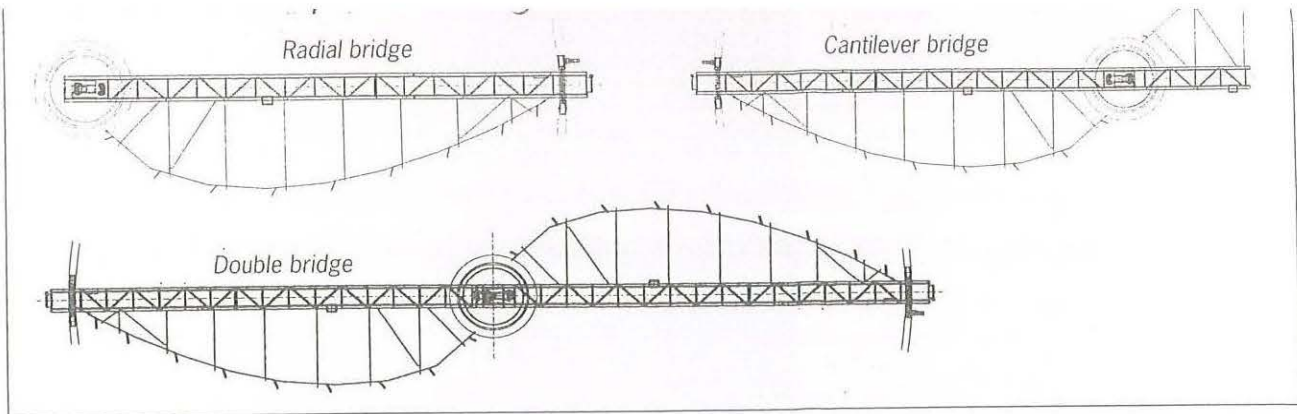
screenings to be treated will be washed out by intensive mixing. The separated organic matter will be returned together with the wash water to the waste water flow. This results in an increase of the hydrocarbon compounds in the waste water (in relation to nitrogen) and optimises thus the denitrification.

After compression, the washed out screenings can be discharged via a transportation pipe directly into a container or other transportation devices.

It is recommended to use clean filtered water as wash and spray water, e.g. filtered water from the final sedimentation.

Dimensions and Technical data:





Rundräumerbrücken werden ausgeführt als (s. Abb. 1):

- Radiusbrücken (überspannen den halben Beckendurchmesser)
- Kragarmbrücken mit Vorräumschild (Länge nach DIN 19551-1)
- Doppelbrücken (überspannen den ganzen Durchmesser)

Je nach Belastung und Spannweite werden die Brücken hergestellt in den Bauarten (s. Abb. 2):

- U-Profilbrücke
- Kantprofilbrücke
- Rohrprofilbrücke

Alle Brückenbauarten sind so konzipiert, daß die nachfolgenden Baugruppen angebracht werden können

- Bodenräumerwerke (s. 01-8012.01 PAN 4-461931)
 - nachgeschleppte Bodenräumerwerke mit oder ohne Hubwerk
 - starres Bodenräumerwerk
 - Saugräumung: s. 01-8002.01 D/E PAN 4-4614
- Schwimmschlammräumerwerke (s. 01-8013.01 PAN 4-461932) z.B.:
 - Stationäre Auffangtasche mit starrem Schild, Schaber und Tasche
 - Stationäre Abzugsrinne mit Zwangszuführung
 - Skimrinne
 - Skimrinne mit Zwangsräumung, System „Scheibenwischer“
 - Skimrinne mit Vorläuferbrücke
- Zusatzaggregate wie z.B.
 - Rinnenreinigungsgeräte
 - Schneekehr- und Fahrbahnteisungsgeräte
 - Strömungszylinder für den Einlauf

Circular scraper bridges are available as (see Fig. 1):

- radial bridge construction (spanning half the tank diameter)
- cantilever bridge with pre-scraping blade (length of bridge acc. to DIN 19551-1)
- double bridge (spanning the full tank diameter)

Depending on the load and span, the bridges are built of

- U-shaped beams
- folded profile beams
- tubular profile

All types of scraper bridges are designed to be combined with the following types of

- scraper systems
 - dragged scraper blades (without or with blade lifting gear)
 - fixed scraper blade assembly
 - suction-type sludge collector system:
- scum removal systems
 - scum removal by a rigid blade, pivoting scraper and scum hopper
 - positive scum removal with a stationary radial discharge channel
 - scum removal by skimming troughs
 - positive scum removal by a "screen wiper" system
 - positive scum removal by means of a "precursor" bridge system
- Accessories as
 - weir and channel cleaning systems
 - snow sweeping and de-icing appliances
 - influent cylinders

1. Dragged Scraper Blades

1.1 Dragged Scraper Blades without Blade Lifting Gear (See Fig. 1):

The continuous scraper blade in the approximate shape of a logarithmic spiral runs on self-adjusting rollers is connected to the bridge with tie rods and is thus dragged along the tank bottom.

Bottom end of scraper provided with an adjustable bar (acc. to DIN 19569-2).

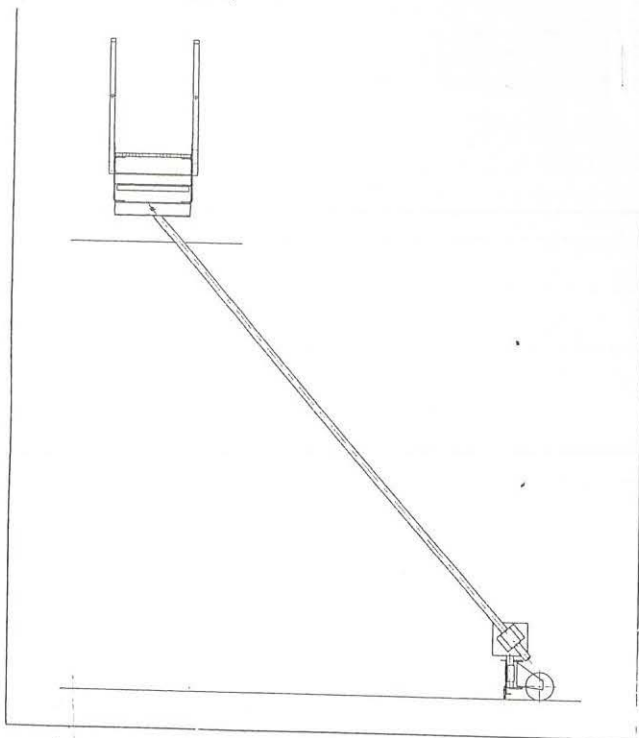


Fig. 1

1.2 Dragged Scraper Blades with Blade Lifting Gear (See Fig. 2):

In this case the scraper blade assembly is designed to be capable of being raised segmentally above the water level by a lifting gear; thus enabling inspections and repairs being performed from the bridge without draining the tank.

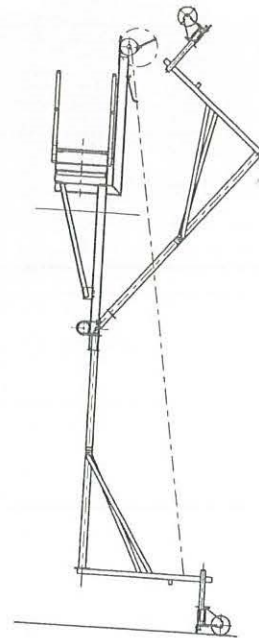
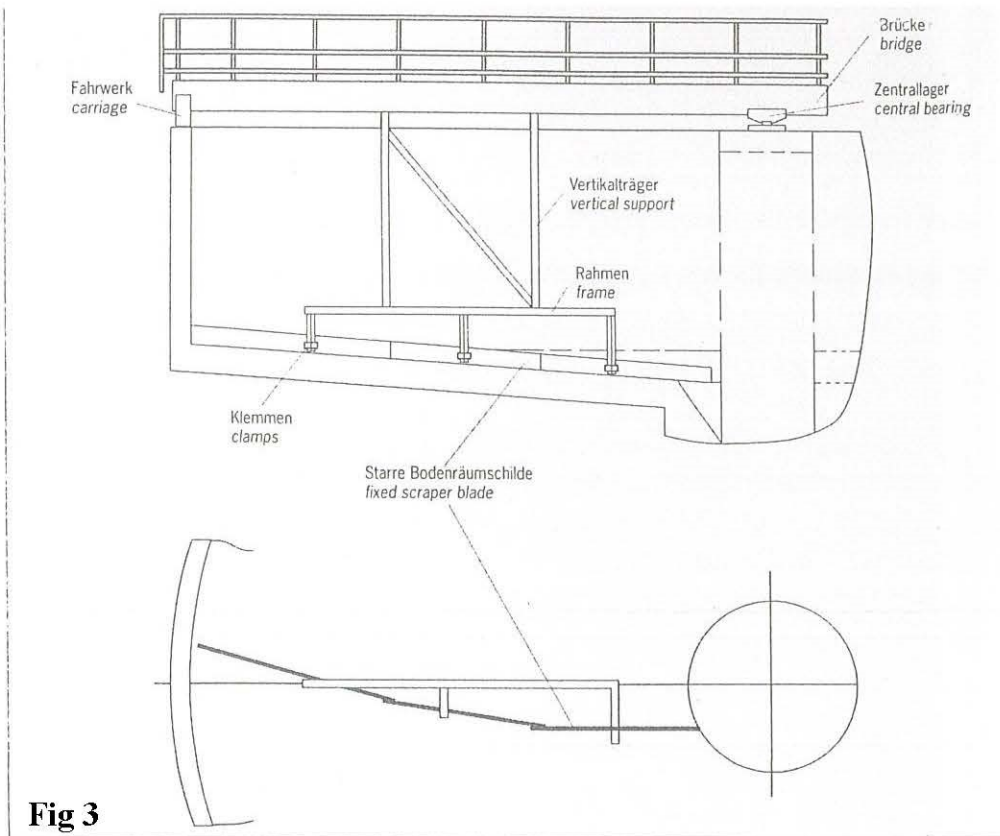


Fig. 2

2. Fixed Scraper Blade Assembly (See Fig. 3):

The continuous scraper blade in the approximate shape of a logarithmic spiral is rigidly suspended from the bridge and its distance to the tank bottom is adjustable. Hence this design does not contain any parts subject to wear and facilitates plant operation; all underwater parts are generally made of stainless steel 316.



Clarification in Rectangular Tanks

Sludge Removal by Means of Rectangular Scrapers

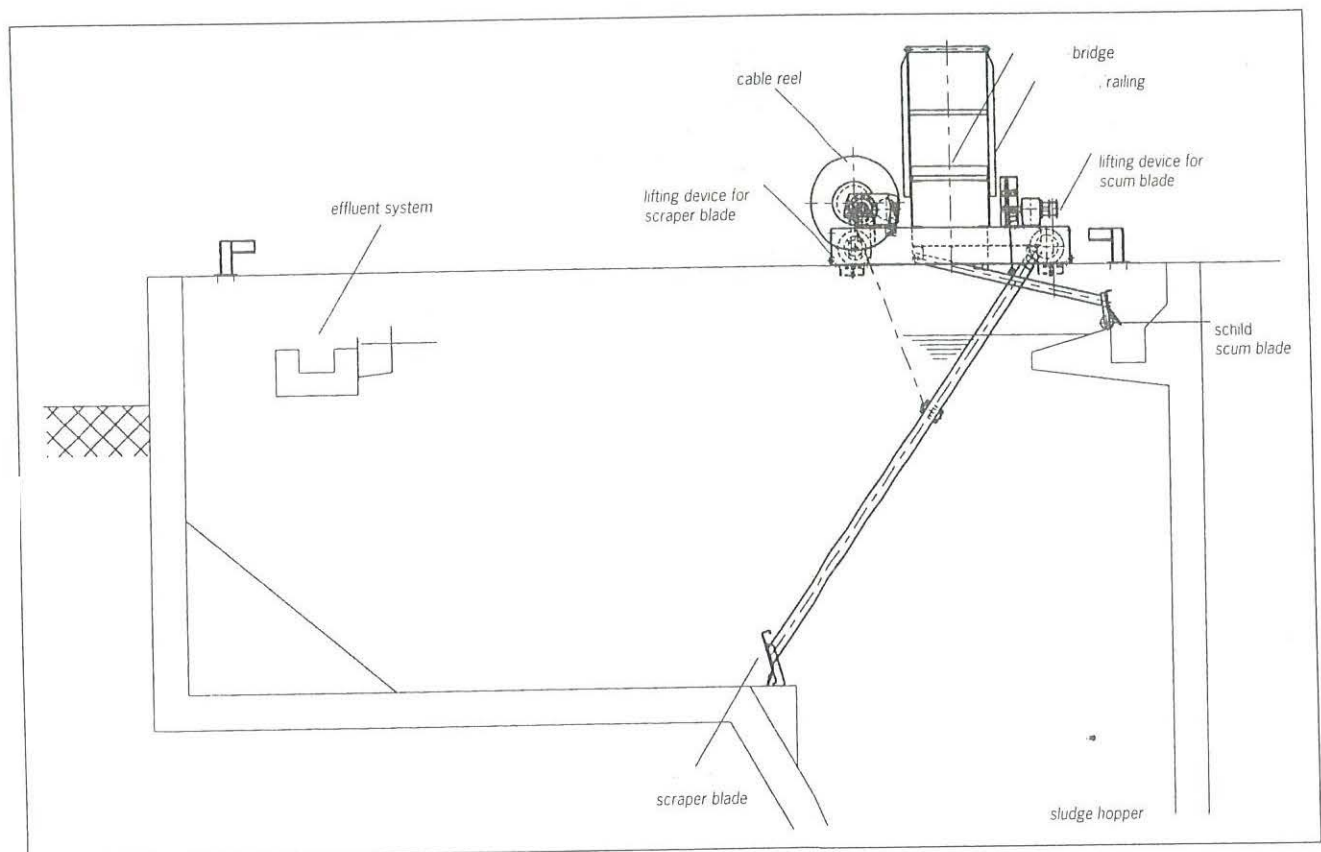


Fig.

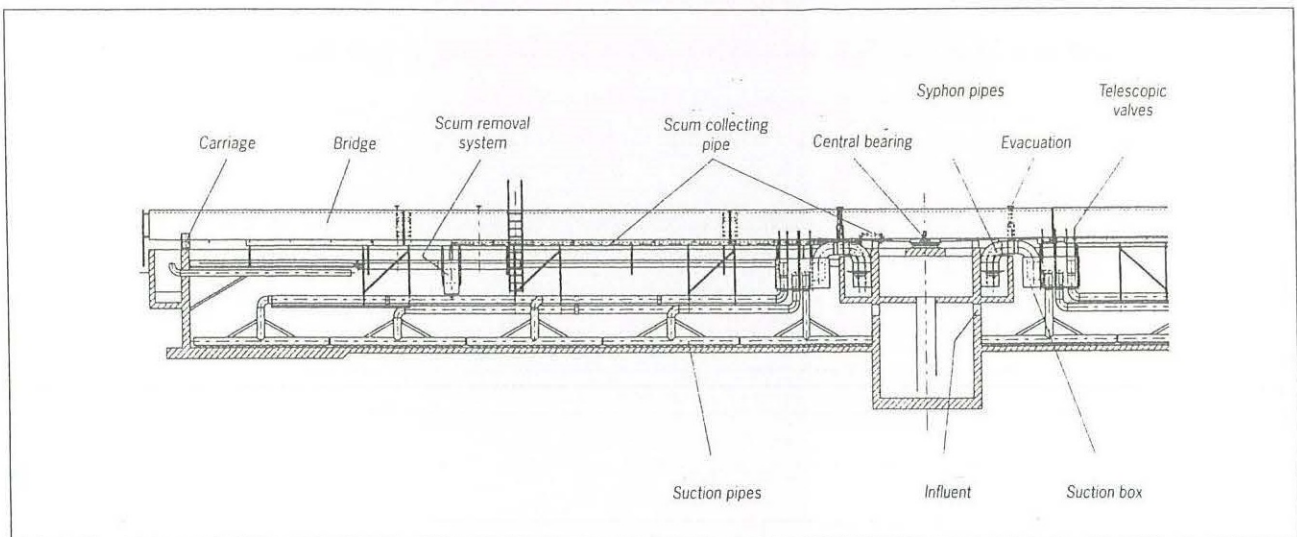


Fig. 1: Diagrammatic view of a suction-type sludge collector for circular tanks

1. General Information

When removing sludge in circular tanks, collectors with suction systems are increasingly used as alternative to blade-type scrapers, particularly in secondary sedimentation tanks. In addition to consideration being given to the technological advantages and disadvantages of both sludge removal systems, attention has also to be attached to the lower building costs of a circular tank for suction-type sludge collectors (see DIN 19552-2) compared to those for blade scrapers. As a result of the level tank bottom, as well as of the omission of the central sludge hopper, the civil structure thus proves much simpler.

The influent feed and effluent facilities, as well as the various systems of scum removal are largely identical to those which are used for circular tanks with blade scrapers

Scum Removal

The function of scum removal devices is to keep the sedimentation tank surface free of floating material and thus to prevent it from escaping into the final effluent (or into further treatment stages).

The product range includes the following systems for this purpose:

1. Scum removal with the aid of rigid blade, pivoting scraper and scum collecting hopper with beach plate.

In the case of a low scum incidence (e.g. primary settlement), this system constitutes a low-cost solution. The rigid scum blade collects and moves the scum to the periphery of the tank where it is removed into a hopper. A pivoting scraper runs over the fixed collecting funnel at every revolution of the scraper bridge and moves the scum via a beach plate into the funnel. (see Fig. 4)

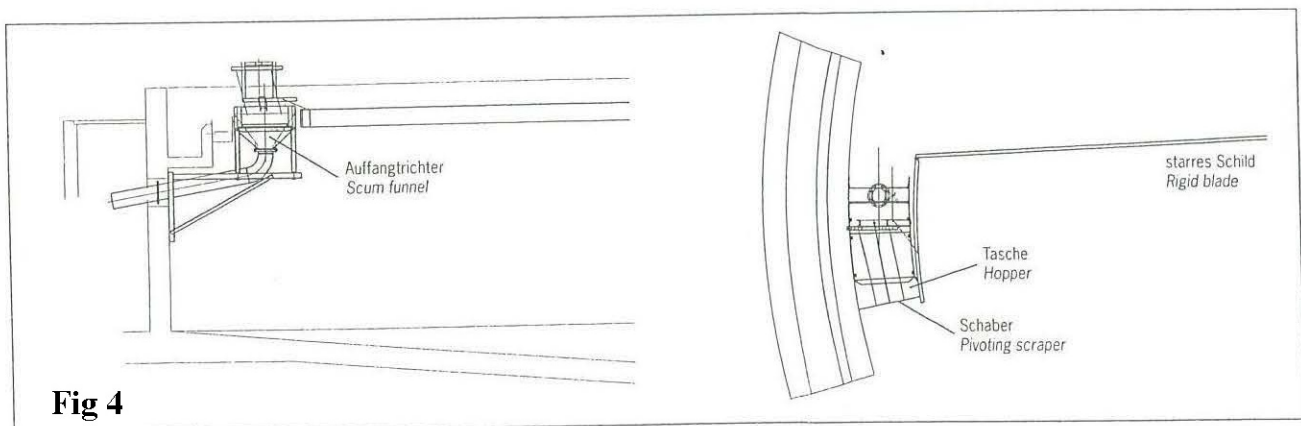
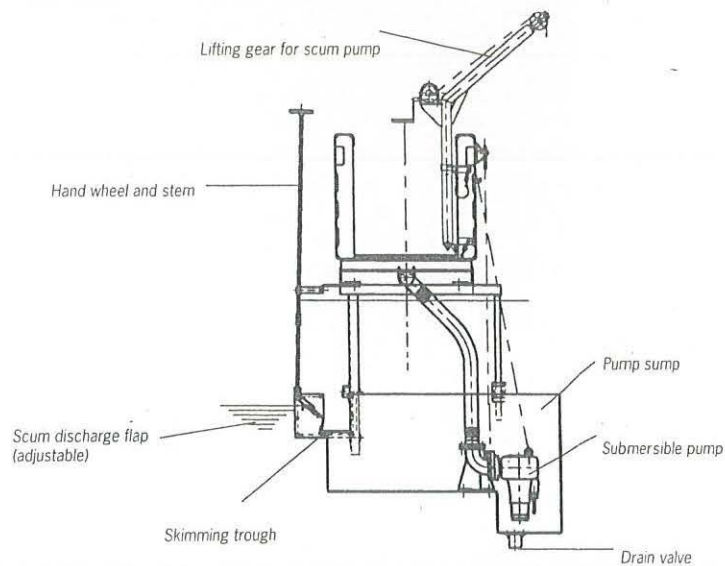


Fig 4

3. Scum removal with the aid of skimming troughs (see Fig. 5)

In the case of low floating material incidence (e.g. for primary sedimentation too), skimming troughs with adjustable inlet flaps – one of them equipped with a pump sump and a submersible pump – constitute a moderate cost solution.

The tilting inlet flaps are manually operated from the bridge with hand wheel and threaded spindle and lowered so that the scum can flow into the skimming troughs. The submersible pump removes the scum out of the skimming trough via a pressure line on the bridge and through the central bearing for further treatment. For small tanks one trough with integrated pump sump may be sufficient, in the case of larger tanks, several channels are installed with a joint pump sump.



Mammoth Rotor - Design

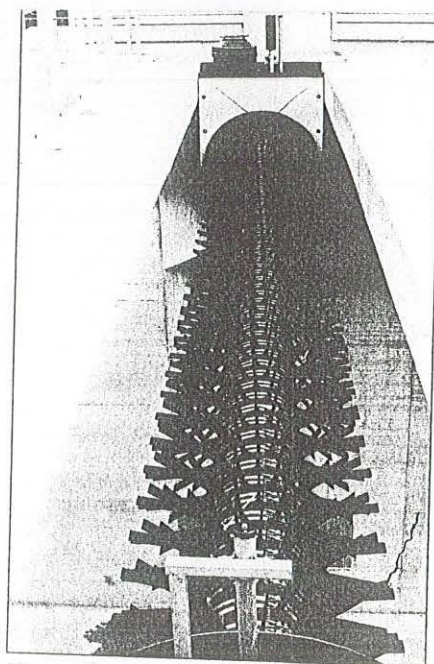
The aeration rotor of the mammoth rotor consists of a hollow shaft to which a series of aeration elements are fitted. The whole assembly of twelve axis-parallel rows of spirally arranged aeration blades, preferably made of glass fibre reinforced polyamide is slightly coiled which ensures a low noise and shock-free operation. The torque is transmitted to the aeration rotor via an elastic torsion coupling between the hollow shaft and the output shaft of the gear reducer.

The up to nine metres long rotors are seated on one side on the gear reducer shaft itself, and on the other in a moveable bearing. The drive consists of a two-stage bevel/spur gear reducer with flanged-on electric motor.

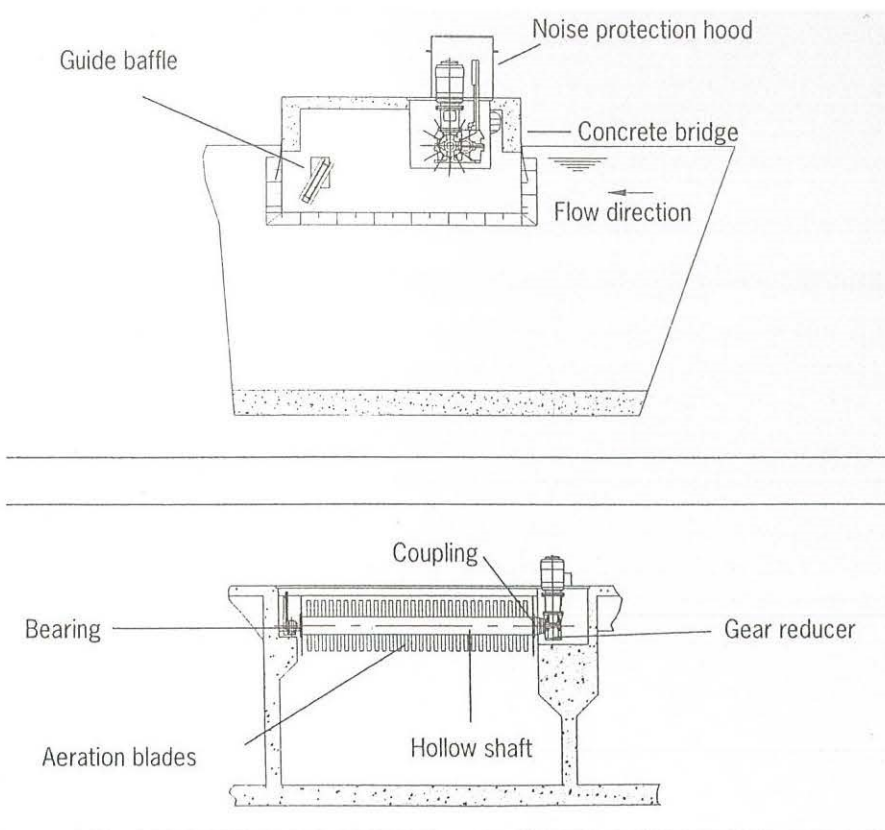
Mammoth rotors are installed below wide concrete bridges in the aeration tank, but can also be supplied in the form of units with steel bridge ready for mounting on the tank walls.

Technical data		Diameter (mm)	
		1000	700
Length	(m)	3.0 to 2 x 9.0	1.0 to 6.0
Motor cap.	(kW)	15 to 90	2.2 to 22
Rotor speed	(min ⁻¹)	72 and 72/48	85 and 85/57
Further details see graphs on page 6.			

Mammoth rotors have proved themselves for municipal as well as industrial wastewater treatment. The application spectrum ranges from the ordinary oxidation ditch for small plants to large sewage plants for cities of millions, from frequently unbalanced wastes of food production up to the problematic wastes of the pharmaceutical and petrochemical industries. In the case of plants exposed to lower loads, emphasis is on circulation, whilst higher aeration rates are called for in the case of high loads. These differing requirements can be met in an ideal manner by an appropriate combination of mammoth rotors with submersible mixers in circulation tanks.



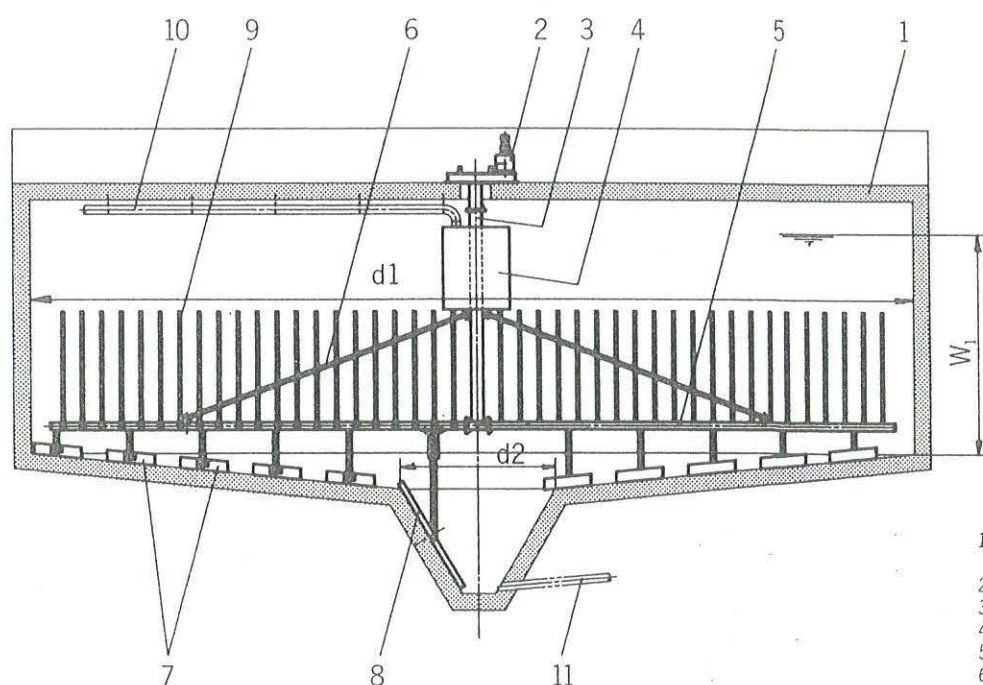
Mammoth rotor with tubular shaft and GRP aeration blades



Mammoth rotor; installation drawing

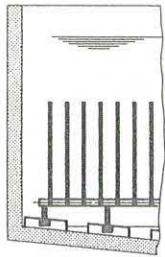
Sludge Thickener

for Sewage Treatment Plants

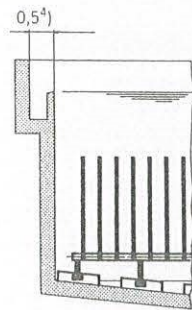


1. Bridge (optionally concrete or steel construction)
2. Central drive
3. Tubular shaft
4. Influent cylinder
5. Cross beam
6. Stayings
7. Bottom scraper blades
8. Sludge hopper scraper blade
9. Stirring rods
10. Sludge feed line (by others)
11. Sludge discharge line

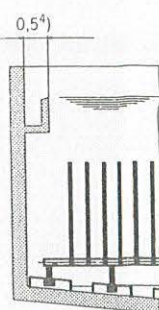
1
Without effluent channel



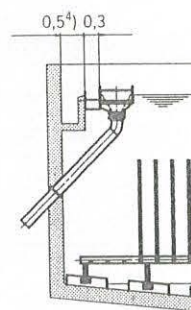
2
External channel



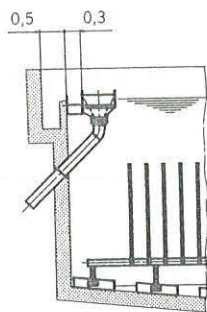
3
Internal channel



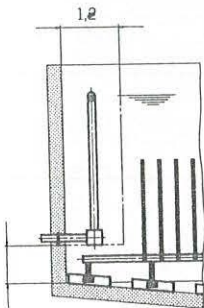
4
Internal channel with scum removal



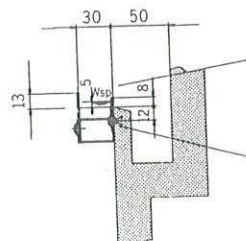
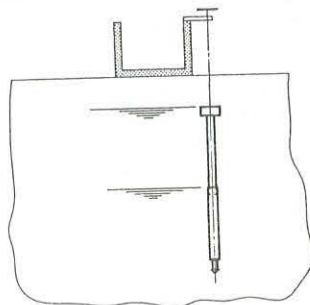
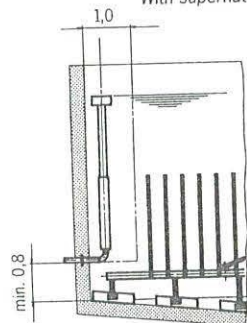
5
External channel with scum removal



6
With supernatant draw: off



7
With supernatant draw-off facilities vertically adjustable



The arrangement of overflow weir and baffle plate
acc. to DIN 19558 e. g. for rim 5

Belt Filter Press

Economy Foremost

belt filter presses are used to dewater municipal and industrial effluent sludge of diverse composition and consistency because, compared to chamber filter presses and centrifuges, the cost of machinery and construction is very low. Not only the capital investment costs, but also running costs are lower.

Flocculation of the sludge is decisive for a satisfactory working process and optimum results as regards throughput, degree of separation and dewatering of the belt filter press. High throughputs and a high solids contents in the cake at about 99% solids separation are only possible provided flocculation is at its optimum.

Operating Principle

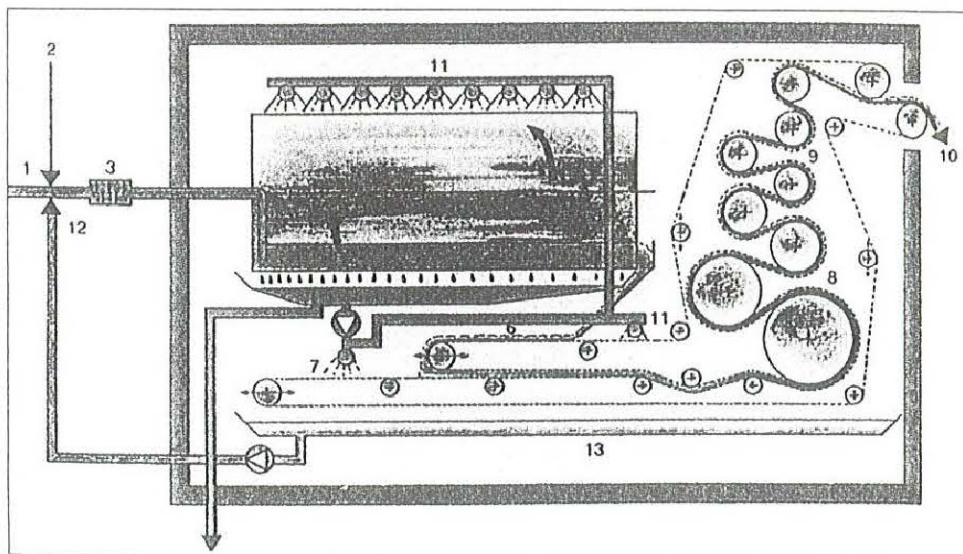
Flocculent ② is added to the sludge ① already in the inlet pipe. Flocculent is mixed in an inline mixer ③. It then enters the slowly revolving pre-dewatering drum ④. Whilst the sludge is carefully taken to the end of the drum with the aid of special fittings, it releases already a large proportion of its water through the screen fabric. The out-flowing water is collected in the filtrate tub ⑤ and is practically free from solids.

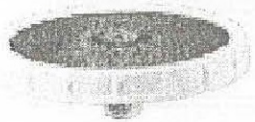
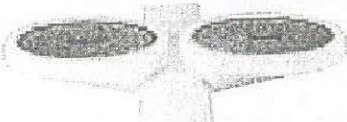
The pre-dewatered sludge slides via a chute out of the drum ④ onto the upper filter belt ⑥, is then transferred once again to the lower filter belt ⑦ and releases more water due to straining. The floc structure of the sludge spread over the filter belts can be observed here. Little experience is required in order to optimise the flocculent dosage.

Between the filter belts (⑥ + ⑦), the sludge moves to the press zone ⑧ and the subsequent felling zone ⑨. It is dewatered further by increasing stepped press and shear forces and finally ejected ⑩.

The clear filtrate from the collecting tub ⑤ is used to wash the belts with the aid of spray nozzles ⑪. Filtrate and wash water from the collecting tub ⑬ which are particularly soiled can be returned to the inlet pipe ⑫ and are then filtered once again in the dewatering drum ④.

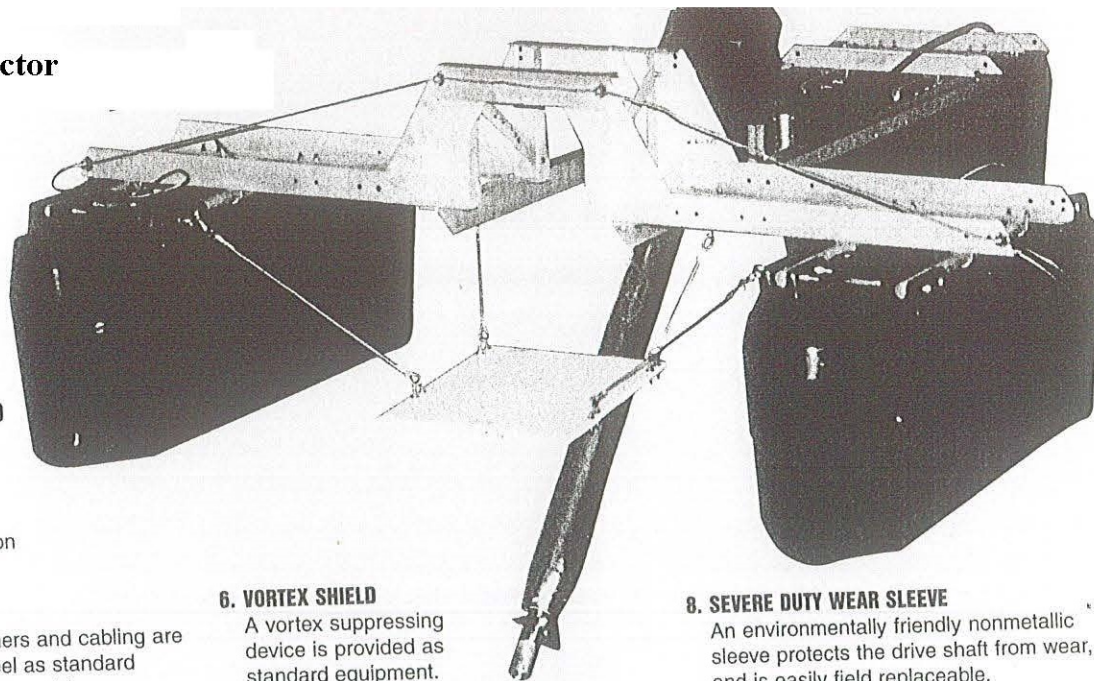
A major field of application is the dewatering of digested sludge containing a high proportion of inorganic or mineral substances. In addition, every dewaterable sludge can be dewatered with these machines. Depending on the type of disposal, whether agricultural use or going to the waste dump, post-conditioning using reactive or inert additives is possible.



Coarse Bubble Diffusers	Fine Bubble Diffusers
 SED™ Diffuser	 FlexDisc™ Diffuser (Threaded Connection)
 VariAir™ Diffuser	 FlexDome™ Diffuser (Ceramic dome replacement)
 Snap-Cap™ Diffuser	 dualair® Membrane & Ceramic Diffuser
 AirSeal™ Diffuser	
 WideBand™ Stainless Steel Diffuser	
 AirBand™ WideBand Plastic Diffuser	 FlexLine™ Tubular Diffuser

أنواع نواشر الهواء

High speed Air Ejector



1. SEVERE DUTY MOTOR (TEFC)

Each motor features a 1.15 service factor, cast iron framing, a B10 bearing life, a gasketed conduit box, and corrosion resistant hardware.

2. HARDWARE

Structural frames, fasteners and cabling are offered in galvanized steel as standard equipment or in stainless steel for maximum corrosion resistance in severe wastewater environments.

3. MOUNTING FLANGE

Made of stainless steel, it supports both the housing and motor for various mounting options. It features an adjustable angle for various water depths and can pivot the aerator out of the water for servicing.

6. VORTEX SHIELD

A vortex suppressing device is provided as standard equipment. Vortexes are prone to form when a rotating propeller device is operated with minimum submergence. The floating shield prevents vortexes from contacting the propeller, protecting the aerator from shock loads.

8. SEVERE DUTY WEAR SLEEVE

An environmentally friendly nonmetallic sleeve protects the drive shaft from wear, and is easily field replaceable.

9. PROPELLER

Specifically designed for the AIRE-O₂ Aspirator and made with only the highest quality materials, Aeration Industries' proprietary propeller is the **technological breakthrough** that places the AIRE-O₂ aerator far above the competition in quality and performance. Developed with **university and naval experts**, our propellers are designed specifically for aspirating technology and are not available anywhere else in the world. Although most competitors use propellers that are designed for stationary or propulsion applications, the AIRE-O₂'s propeller has been designed to **eliminate cavitation** and to promote maximum oxygen transfer while maximizing mixing velocities.

4. HOUSING

Made of rugged stainless steel, the housing encloses the rotating drive shaft. Large openings near the top allow atmospheric air to enter into the hollow drive shaft.

5. DRIVE SHAFT (INSIDE HOUSING)

The drive shaft is made of stainless steel and uses a universal coupling to maintain alignment. The hollow shaft extends through the housing, with both the propeller and diffuser securely affixed to it. The shaft is balanced to provide less than 0.2 Inches Per Second (IPS) vibration.

7. COMPOUND BEARING

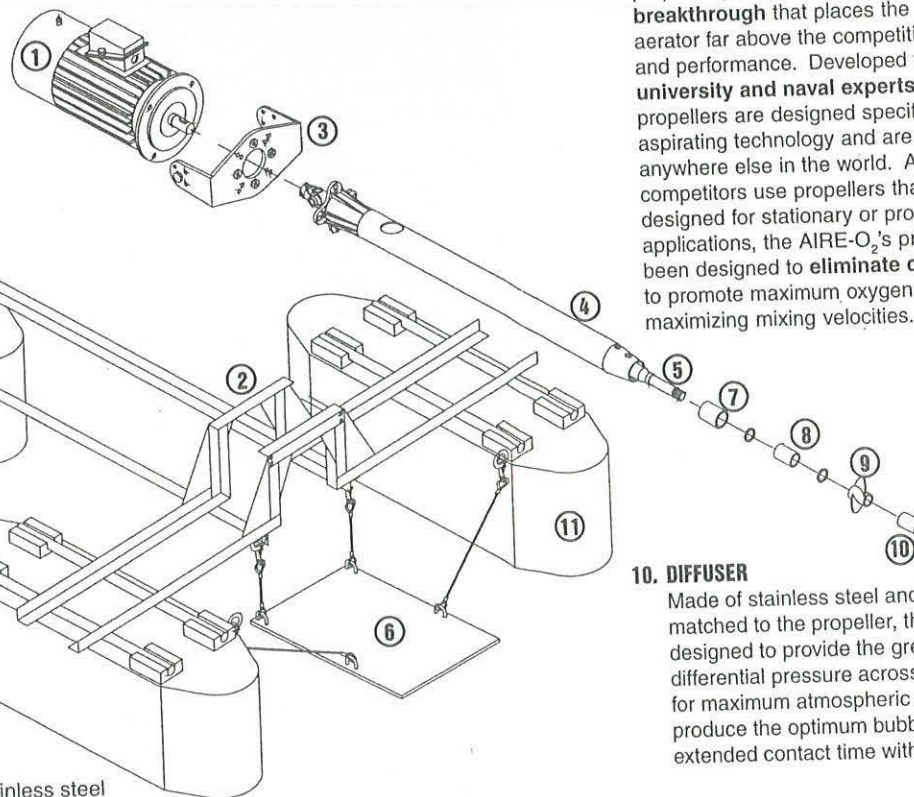
A fluted water-lubricated bearing is pressed in the lower end of the housing and can be replaced within minutes on location.

10. DIFFUSER

Made of stainless steel and geometrically matched to the propeller, the diffuser is designed to provide the greatest differential pressure across the opening for maximum atmospheric air flow, and to produce the optimum bubble size for extended contact time with wastewater.

11. FLOTATION

Lightweight, low density UV protected polyethylene shells, foam filled with close-cell polyurethane, provide positive buoyancy to 640 lbs. (290 Kg) per float.



**أسماء أعضاء اللجنة الدائمة الكود المصري لأسس تصميم وشروط
التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع**

رئيسا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – كلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / حمدي إبراهيم على
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة المنوفية	الأستاذ الدكتور / حازم إبراهيم صلاح
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	الأستاذ الدكتور / هشام سيد عبد الحليم
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	الأستاذ الدكتور / ثروت وزير ابو العرب
عضوا	أستاذ الهندسة الكهربائية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	الأستاذ الدكتور / محمد ممدوح عبد العزيز
مقرر	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / محمود محمد عبد العظيم
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة القاهرة	الأستاذ الدكتور / إيهاب محمد راشد
عضوا	رئيس قطاع التخطيط الفني بالشركة القابضة لمياه الشرب الصرف الصحي	الأستاذ الدكتور / أحمد كمال معوض
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / مها مصطفى الشافعي
عضوا	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / عمرو حسن محمد
عضوا	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري
عضوا	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / أحمد محمد عبد المجيد
عضوا	مدير عام المشروعات بشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى	الأستاذ الدكتور / عادل حسن زكي
عضوا	رئيس الإدارة المركزية للبحوث والدراسات بالهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	السيدة المهندس/هنا أحمد محمد شاهين
عضوا	رئيس الإدارة المركزية للمعايير والمطابقة وحماية المستهلك بجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي وحماية المستهلك	الأستاذ الدكتور / محمد حسن محمد مصطفى
عضوا	رئيس الإدارة المركزية لنوعية المياه بجهاز شئون البيئة بوزارة الدولة لشئون البيئة	السيدة الدكتورة / إخلص جمال الدين
عضوا	مدير إدارة مراقبة مياه الشرب والصرف الصحي بوزارة الصحة والسكان	السيدة الدكتورة / ألفيا حسين الشافعي
		الأمانة الفنية
	بمعهد الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	د. صفاء محمود راغب
	مدرس مساعد بمعهد الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	م. محمد على السعيد

اللجنة الفرعية لتنقية مياه الشرب

رئيسا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – كلية الهندسة – جامعة المنوفية	الأستاذ الدكتور / حازم إبراهيم صالح
مقرر	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / مها مصطفى الشافعي

عضوا	أستاذ باحث متفرغ بقسم بحوث تلوث المياه – المركز القومي للبحوث	الأستاذ الدكتور / محمد إسماعيل سيد بدوى
عضوا	رئيس قطاع التخطيط الفني بالشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	الأستاذ الدكتور / أحمد كمال معوض
عضوا	أستاذ الميكانيكا – كلية الهندسة – جامعة القاهرة (توفى)	الأستاذ الدكتور / ثروت وزير ابو عرب
عضوا	أستاذ الهندسة الكهربائية بكلية الهندسة جامعة القاهرة	الأستاذ الدكتور / محمد ممدوح عبد العزيز
عضوا	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الدكتور / احمد محمد عبد المجيد
عضوا	المدير الاقليمي لشركة جنرال الكتريك ووتر بروس تكنولوجي	الدكتور / محمد عبد المنعم هيكل
عضوا	مدرس مساعد – كلية الهندسة – جامعة المنوفية	المهندس / مصطفى معوض مصطفى
عضوا	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	د. اشرف كامل قرايش
عضوا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياه القاهرة الكبرى	م. حمدي محمد إبراهيم شطا
عضوا	مدير عام التصميمات الميكانيكية (سابقا) الهيئة القومية لمياه الشرب	م. فاطمة محمد قنديل
عضوا	استشاري بدار الهندسة للتصميم والاستشارات الهندسية	د. احمد طه الشافعي
عضوا	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة- المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	د. محمد عبد القادر سويدان
عضوا	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	أ.د. محمد احمد مصطفى حسن
عضوا	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضرى
عضوا	رئيس الإدارة المركزية للمعايير والمطابقة وحماية المستهلك بجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي وحماية المستهلك	الاستاذ الدكتور /محمد حسن محمد مصطفى
عضوا	أستاذ بمعهد مقاومة المواد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد
عضوا		لأمانة الفنية
	مدرس مساعد بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	المهندسة / نوران يسرى محمد

اللجنة الفرعية معالجة الصرف الصحي

رئيسا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د/هشام سيد عبد الحليم
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د/محمود محمد عبد العظيم
عضوا	أستاذ الميكانيكا كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د/ثروت وزير ابو عرب
عضوا	أستاذ الهندسة الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د/ممدوح عبد العزيز
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	أ.م.د/عمرو حسن محمد
عضوا	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبنية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	د/وليد سيد عبد الحليم
عضوا	مدير عام محطات الرفع لشركة الصرف الصحي	م/محمود إسماعيل محمد
عضوا	رئيس قطاع المشروعات بالصرف الصحي شركة مياه القاهرة الكبرى	م/مصطفى أحمد الشيمى إبراهيم
عضوا	رئيس الإدارة المركزية للبحوث والدراسات بالهيئة القومية لمياه	م/هناء احمد محمد شاهين

	الشرب والصرف الصحي	
عضوا	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	د/محمد نزية عبدالله
عضوا	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري
عضوا	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة	د. محمد عبد القادر سويدان
عضوا	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	أ.د. محمد احمد مصطفى حسن
		الأمانة الفنية
	مساعد باحث المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	م/ رحاب جمال حسن احمد
		الأستاذ الدكتور/ محمد سعيد

اللجنة الفرعية لروافع مياه الشرب والصرف الصحي

رئيسا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د/إيهاب محمد راشد
عضوا	أستاذ الميكانيكا كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د/ثروت وزير ابو عرب
عضوا	أستاذ الهندسة الكهربائية كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د/ محمد ممدوح عبد العزيز
عضوا	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	م/احمد محمد نور الدين
عضوا	مدير عام التصميمات الميكانيكية الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	م/فاطمة محمد قنديل
عضوا	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	أ.د. محمد احمد مصطفى حسن
عضوا	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري
عضوا	أستاذ بمعهد مقاومة المواد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد
عضوا	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	أ.د. محمد احمد مصطفى حسن
عضوا	الجهز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي	م. سمير إسماعيل جبر
عضوا	مدير عام المشروعات بشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى	م/ عادل حسن زكى
عضوا	مدير محطة الجبل الأصفر – الجهاز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي	م/ مشرف خليفة محمد منصور
عضوا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياه القاهرة الكبرى	م/حمدي محمد ابراهيم شطا
		الأمانة الفنية
	مهندسة بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	م/نعمة احمد صبحي احمد

لجنة الصياغة والمراجعة

رئيسا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د/ حمدي إبراهيم على
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	أ.د. إبراهيم هلال خطاب
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الإسكندرية	أ.د.محمد صادق العدوى
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د/ فكرى حليم غبريال
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	أ.د. محمد سعيد الخولى
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الزقازيق	أ.د/ ضياء صلاح الدين المنيرى
عضوا	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الأزهر	أ.د/ مدحت محمد عبد المنعم صالح
عضوا	خبير أول التصميمات الكهربائية	م / سراج محمد محمد القطقاط

م/ محسن على محمود السيد	خبير أول التصميمات الميكانيكية	عضوا
أ.د/ مها مصطفى الشافعى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
أ.د/ محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	مقررا
أ.د. عمرو حسن محمد	أستاذ ب مساعد معهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
د. أسامة فتحى محمود	أستاذ مساعد الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة الأزهر	عضوا
د. حسام مصطفى حسين	مدرس الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
الأمانة الفنية		
م.محمد على السعيد احمد	مدرس مساعد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	