جامعة حلب
كلية الهندسة التقنية
قسم تقانات الهندسة البيئية
مقرر تنفيذ واستثمار محطات المعالجة
السنة الرابعة

ملخص مقرر
تنفيذ و استثمار محطات معالجة مياه الشرب

مدرس المقرر: الدكتورة ناهد فرهود

إعداد الطالب:
محمود علبي

العام الدراسي:2009-2010

وسائل التحكم والحماية فى محطات معالجة مياه الشرب

أولاً : وسائل التحكم

الغرض الرئيسي من استخدام نظام تحكم في محطات معالجة مياه الشرب هو ضبط بعض العناصر الرئيسية بالمحطة لإمكان السيطرة على تشغيل الوحدات المختلفة لضمان الحصول على أدائها الأمثل في مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة، ويكون حساساً لأي إعاقة أو توقف أو اختلاف لمسار أي عملية من عمليات التشغيل الأساسية. كما أنه يساعد مسؤول التشغيل على تحليل ودراسة البيانات المنتجة وتمكنه بالتالي من العمل على تحسين طرائق التشغيل والأداء وتوفير التكاليف.

1- التحكم فى تشغيل مآخذ المياه:

أ- تستخدم بلوكات حاجزة في عزل المأخذ، و كذلك للتحكم في عمق منسوب سحب المياه من المأخذ.

ب- تستخدم البوابات الحاجزة والسكورة اليدوية للتحكم في عزل أي أنبوب سحب.

2- التحكم فى تشغيل مضخات سحب المياه العكرة:

أ- تستخدم مؤشرات منسوب مياه حجرة السحب وأجهزة الفصل التلقائي لمجموعات المضخات عند انخفاض المنسوب عند حد الخطر.

ب- تستخدم سكورة السحب والدفع اليدوية أو الكهربائية لعزل المضخات في حالة الطوارئ أو الصيانة.

ج- تستخدم عدادات تدفق المياه على خطوط الدفع الرئيسية للتحكم في سرعة المياه

3- التحكم فى تشغيل المروقات:

أ- تستخدم بوابات الدخول اليدوية كهدارات متحركة للتحكم في كميات دخول المياه العكرة للمروقات، وكذلك ضبط معدلات التحميل على المروقات.

ب- تستخدم الهدارات الثابتة على مخارج المروقات للتحكم في أحمالها الهيدروليكية.

ومعدلات تحميل المروقات، وتساعد على التحكم في ضبط جرعات وكميات الكيماويات المضافة من المخثرات والكلور.

4- التحكم في تشغيل المرشحات:

أ- تستخدم عوامات فوق سطح المرشحات للتحكم في ثبات منسوب المياه فوق الوسط الترشيحي.

ب- تستخدم عدادات ومنظمات التدفق للمياه المرشحة للتحكم في سرعة ومعدلات الترشيح.

ج- تستخدم عدادات قياس فاقد الضغط خلال الوسط الترشيحي للتحكم في تحديد فترة عمل المرشح وتحديد موعد إعادة غسيله وبالتالي المحافظة على كفاءة المرشحات.

a. التحكم في تشغيل الخزانات الأرضية:

أ- تستخدم البوابات اليدوية لعزل أجزاء من الخزان عند الطوارئ ولأعمال الصيانة الدورية.

ب- تستخدم عوامات ومؤشرات المنسوب للتحكم في كميات المياه المتداولة داخل المحطة.

b. التحكم في تشغيل مضخات المياه المرشحة:

أ- تستخدم مؤشرات منسوب مياه حجرة سحب المضخات وأجهزة الفصل التلقائي لمجموعات المضخات عند انخفاض المنسوب عند حد الخطر.

ب- تستخدم سكورة السحب وسكورة الدفع اليدوية أو الكهربائية أو الهيدروليكية لعزل المضخة في حالات الطوارئ أو الصيانة.

ج- تستخدم عدادات التدفق والضغط للتحكم في سرعة المياه وكمية المياه المنتجة.

ثانياً : وسائل الحماية

الغرض الرئيسي من استخدام نظم ووسائل الحماية في محطات معالجة مياه الشرب هو حماية وسلامة جميع منشآت ومكونات ووحدات الإنتاج والأفراد ومياه الشرب ذاتها معاً ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة واستمرارها في الأداء للعمل والإنتاج بأحسن كفاءة ممكنة.

1- حماية المأخذ الخارجي:

1- تحديد حرم المأخذ حماية للمياه من التلوث.

2- تحديد مستوى سحب الماء الخام من المصدر بحيث يكون على عمق لا يقل عن 50 سم من سطح المياه لتجنب الزيوت، ولا يزيد عن 2 متر لتجنب السحب من مناطق تكون فيها المياه ذات خواص

رديئة (ذات تركيز مواد معلقة وعكارة كبيرة) و تحتاج لكميات كبيرة من الكيماويات كالمخثرات لمعالجتها.

3- تركيب عوامات أو حواجز خاصة عند المدخل لمنع دخول الزيوت والمواد العائمة للمحطة.

4- تثبيت مصافي خشنة وأخرى دقيقة لمنع دخول أعشاب لوحدات المعالجة.

5- يستخدم سور و درابزونات مناسبة لحماية المأخذ والأفراد معاً.

2- حماية المروقات والمرشحات الرملية والخزان الأرضي وحجرات السحب:

1- تستخدم وسائل العزل المناسبة للأحواض لحماية المنشآت وحماية المياه من أخطار التلوث.

2- تستخدم وصلات فائض ارتفاع منسوب المياه للمروقات والمرشحات الرملية والخزانات لحمايتها من الغرق.

3- تستخدم الأسوار أو الدرابزونات والأغطية لحماية الأفراد وحماية المياه من سقوط الملوثات بها.

3- الحماية من الكيماويات والكلور.

1- توفير استخدام وسائل التداول الكيميائية.

2- توفير وسائل التهوية والإضاءة والتحطيم للغازات السامة (الكلور، الأوزون،..).

3- تستخدم وسائل التنبيه والإنذار والأمان.

4- توفير وسائل الخروج (الهروب) للأفراد عند الطوارئ.

4- حماية المضخات ومواسير التوزيع.

1- تستخدم سكورة عدم رجوع لحماية المضخات وضمان عدم رجوع المياه في حالة التوقف الفجائي لمحرك التشغيل (انقطاع التيار الكهربائي للمحركات الكهربائية).

2- تستخدم أجهزة الحماية ضد المطرقة المائية لحماية المضخات عند التوقف الفجائي للمضخات.

3- تستخدم سكورة التخلص من الهواء عند المستويات العالية لمواسير التوزيع لحمايتها من الانفجار عند تكوين فقاعات هوائية كبيرة وسرعة تحركها.

5- حماية المحركات والمعدات الكهربائية.

1- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربائي أو زيادة التيار أو انخفاض الجهد.

2- استخدام وسائل الإنذار والنبيه عند سخونة المحركات أو المعدات أو نقص الزيوت بها لحمايتها من التلف.

6- حماية الأفراد.

توفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين في المجالات المختلفة وإتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية في جميع مجالات ومراحل العمل في محطة المعالجة لمياه الشرب. وتوفير وسائل الإنقاذ والعلاج في حالات الطوارئ.

تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية لمحطات معالجة مياه الشرب

شروط تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

عند البدء بالتنفيذ يجب الأخذ في الاعتبار كل ما جاء بالكودات السورية للخرسانة المسلحة وميكانيك التربة والأساسات والأنابيب من البولي ايتلين وغيرها.

مع مراعاة الآتي:

1- الاطلاع على مستندات المشروع وتخطيط أماكن الوحدات

2- تحديد صفر الموقع

3- تحديد أولويات التنفيذ طبقاً لمناسيب التأسيس

4- استخدام شدات مناسبة للحصول على سطح خرساني أملس

5- العناية باستدراك السوك الخرسانية للهدارات واستقامتها وضبط أفقيتها تماماً

6- التأكد من مناسيب الدخول والخروج لجميع الوحدات

7- متابعة البرنامج التنفيذي وتوجيه المتعهد نحو أي تأخير أو عمل غير مطابق للمواصفات حتى يمكن تدارك التأخير واستمرار العمل طبقاً للبرنامج التنفيذي.

8 - يجب إعداد وعمل المخططات النهائية للموقع العام طبقاً لما تم تنفيذه بالطبيعةAs built drawings .

1- يجب عند تنفيذ المرشحات الرملية ذوات بلاطات ترشيح مركب بها فوانى بلاستيكية مراعاة مايلى:

1- مراجعة أبعاد القطع الحديدية لبلاطات الترشيح بعد تجميعها وتربيطها بأحكام.
2- تكون هذه القطع سهلة الفك والتجميع
3- تنظيف القطع جيداً بعد كل صبة مع العناية بغسيل وتنظيف مسامير الرباط.
4- تشكيل وتربيط حديد تسليح بلاطات الترشيح في الخارج وتنقل (التقفيصة) إلى داخل القطع.
5- وضع الجسم الخارجي لفواني الترشيح داخل تقفيصة حديد التسليح وتربط جيداً بكل عناية قبل الصب.
6- مراجعة الأبعاد بين فواني الترشيح قبل صب الخرسانة المسلحة.
7- استخدام بحص الفولية المخصوص في الخرسانة المسلحة ويجب أن لا تقل نسبة الأسمنت في الخلطة عن 400 كغ اسمنت/ متر مكعب.
8- فك القطع بعد الصب ب 48 ساعة بعناية تامة.
9- تنقل البلاطات يدوياً داخل أحواض المعالجة بالمياه التي أعدت لذلك وترص طولياً وعرضياً بكل عناية فوق بعضها وتغمر بالمياه لمدة لا تقل عن أسبوع.
10- يعاد نقل البلاطات يدوياً بعد معالجتها وتوضع داخل أحواض الترشيح بوساطة حبال التيل أو بطريقة مناسبة لا تؤثر على سلامة البلاطات.
11- تستبعد البلاطات التالفة (غير مستوية السطح، الملتوية،..).
12- قبل رص البلاطات داخل أحواض الترشيح تراجع المناسيب وتضبط أفقية الحوائط الحاملة للبلاطات.
13- عدم السماح بالسير المباشر فوق بلاطات الترشيح بعد رصها على الحوائط الحاملة لها.

2- يجب عند تنفيذ المرشحات الرملية ذوات بلاطات ترشيح خرسانة سابقة الصب ذات فتحات مراعاة مايلى:

1- تصب هذه البلاطات بالموقع وتكون على شكل مخروط من عند الرأس ونصف أسطوانة بها ثقوب من على الجانبين أو طبقاً للرسوم التنفيذية.
2- تكون هذه القطع سهلة الفك والتجميع
3- تغمر البلاطات بالمياه داخل أحواض خاصة لمدة لا تقل عن سبعة أيام.
4- ترص البلاطات في صفوف منتظمة داخل أحواض الترشيح فوق السطح المعد للتركيب وتضبط أفقية الصفوف قبل التثبيت فوق المجاري.

5- يتم تثبيت بين البلاطات بمونة أسمنتية لا يقل عيارها عن 400 كغ اسمنت/متر مكعب.

6- عدم السماح بسير العمال بعد رص البلاطات.

7- يتم تحديد سمك طبقات الوسط الترشيحي المختلفة بلون ظاهر طبقاً للمخططات.

8- تفرد طبقة الوسط الترشيحي السفلية يدوياً دون استخدام أي آلة حديدية لعدم تجريح البلاطات مع مراجعة المناسيب بصفة مستمرة لإحكام سمك الطبقات.

وللمحافظة على العمر الافتراضي للمنشآت الخرسانية المائية يتم عزلها وفقاً لما يلي:

9- عزل داخلي فقط في حالة كون المنشأ أعلى من منسوب المياه الجوفية.

10- عزل داخلي وخارجي في حالة وجود المنشأ في حدود منسوب المياه الجوفية.

❖ شروط تنفيذ الأعمال الميكانيكية والكهربائية

1- الشروط العامة:

عند تنفيذ الأعمال الميكانيكية والكهربائية لمحطات معالجة مياه الشرب يراعى الأخذ بالاعتبار العناصر التالية:

1- قبل تركيب المعدات والمهمات يجب:

1- مراجعة الأعمال المدنية المنفذة للتأكد من الأبعاد التصميمية الموجودة في المخططات التنفيذية والمناسيب والميول وكافة عناصر التشطيبات المدنية المبينة بالمخططات والمواصفات الخاصة بهذه الأعمال. كما يراعى مراجعة أبعاد ومحاور الفتحات ومناسيبها والمتطلبات اللازم تحقيقها لتركيب المعدات الميكانيكية خلال هذه الفتحات وذلك طبقاً للمخططات التفصيلية التنفيذية للأعمال الميكانيكية.

2- الإشراف على تنفيذ المعدات طبقاً للأبعاد المحددة بمعرفة الصانع حسب الكتالوجات والمخططات المعتمدة، وضبط أفقية واستواء الأسطح.

3- تنظيف الأحواض والقنوات وجميع الوحدات المدنية من أي بقايا لأعمال الإنشاء والبناء أثناء التنفيذ.

4- مراجعة المعدات الميكانيكية كنوعية وكمية ومطابقتها مع أمر التوريد من حيث الطراز وشهادة المنشأ وشهادات الاختبار، والتأكد من مكونات وأجزاء المعدات ومطابقتها مع قائمة المحتويات والرسم التفصيلي الميكانيكي.

5- مراجعة المعدات ظاهرياً للتأكد من عدم وجود كسر أو تلف نتج أثناء أعمال النقل. والعناية باستدراك السوك الخرسانية للهدارات واستقامتها وضبط أفقيتها تماماً.

2- أثناء تركيب المعدات والمهمات يجب:

1- وضع خطوات تركيب المعدات مع الأخذ في الاعتبار ترتيب تركيب المهمات بالنسبة لبعضها حيث تبدأ أعمال التركيب بمهمات الرفع (بالروافع والونش) ثم المهمات المركبة في المناسيب السفلية ثم الأعلى وهكذا، ويجب مراجعة ذلك مع التعليمات الواردة في كتيب التركيبات للموردين والمصنعين.

2- مراعاة ضبط محاور ومناسيب المعدات قبل التثبيت على القواعد الخاصة بها وتنفيذ الوصلات بين المهمات.

3- التأكد من تركيب السكورة من حيث اتجاه حركة الإغلاق والفتح وترتيب وضعها واتجاهاتها (اتجاه السهم على السكر).

4- مراجعة جميع الأجزاء المطلوب تزيتها وتشحيمها واستخدام الزيوت والشحوم طبقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

5- مراجعة التوصيلات الكهربائية بين المهمات الميكانيكية ولوحات التشغيل والتحكم.

6 - مراجعة ضبط مناسيب مداخل ومخارج الوحدات مع ضبط هدارات الخروج باستخدام ميزان القائمة.

3 - بعد إتمام تركيب المعدات والمهمات يجب:

1- بعد انتهاء أعمال التركيب وقبل البدء في التشغيل يجب إدارة كل معدة لفترة قصيرة للتأكد من اتجاه الدوران.

2 - تجري تجارب الاختبار بالموقع طبقاً للطرائق المعتمدة.

3- تبدأ فترة التشغيل لتجارب الأداء والتي يجب أن لا تقل عن 72 ساعة بدون توقف، وفي حالة نجاحها بدون مشاكل أو معوقات يحرر محضر الاستلام الأولي ويبدأ احتساب فترة الضمان لهذه المهمات من هذا التاريخ.

2- شروط تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية

1- تركيب المضخات:

1- قبل البدء في تركيب المضخات يجب أولاً التأكد من سلامة المضخات بعد عملية الشحن والنقل إلى الموقع والاطمئنان إلى عدم وجود كسور أو شروخ بجسم المضخة، أو أية أعطاب في أي جزء فيها.

2- يجب مطابقة البيانات المدونة على بطاقة البيانات للمضخة بالبيانات والمواصفات الموجودة في التعاقد.

3- من الضروري الحصول على المعلومات الكاملة عن التركيب الصحيح للمضخة شاملاً جميع التفصيلات الخاصة بالمواسير ومناسيب المياه المقابلة وظروف التشغيل العظمى والدنيا المقترحة من كتيب الشركة صانعة المضخة ، ويجب تنفيذ قاعدة المضخة التي سيتم تركيبها عليها طبقاً لتعليمات الشركة، والمحافظة على درجة الاستواء والمنسوب الخاصة بالقاعدة الخرسانية التي سيركب عليها الهيكل الصلب.

4- يجب إعطاء العناية الكافية لعملية ضبط المحاور لتقليل عملية الصيانة الدورية، ويمكن عن طريق استخدام وصلات مرنة تخفيف الآثار المترتبة عن عدم الضبط

5- يجب إتباع كتيبات تعليمات الصانع بدقة عند ضبط المحاور مع تجنب استخدام كراسي المحور سريعة التآكل والأعطال.

6- يجب أن لا تعامل المضخة على أنها وسيلة لتثبيت الأنابيب ويجب العناية عند تركيب نظام الأنابيب لمحطة الضخ والتأكد من أنه لا توجد إجهادات تنتقل إلى فتحات المضخة (والتي تماثل المشاكل -الناتجة عن عدم ضبط المحاور إن لم تزد عليها) والتي تتسبب في كسر الأجزاء المصنوعة من المسبوكات.

7- يجب مراعاة مستوى تركيب المضخة بالنسبة لمنسوب مياه السحب وأن يكون هناك أنابيب سحب مستقلة لكل مضخة في حالة محطة متعددة المضخات.

8- إذا كان هناك خط سحب مشترك للمضخات فإنه يجب ملاحظة أن أقصى ميل هيدروليكي لأنابيب السحب يحدث عند أقصى ظروف للتشغيل مع عدم النزول بالضغط في أنبوب السحب المشترك في أي نقطة منها عن القيمة التي تكون عندها أي مضخة في وضع الاستعداد للتشغيل تحت ضغط سحب أقل من الضغط الجوي مما يؤدي إلى تسرب الهواء خلال الجوانات الساكنة وتختنق المضخة تماماً بالهواء وتصبح غير جاهزة للتشغيل عند الحاجة إليها حيث تحتاج في هذه الحالة إلى إعادة تحضير.

9- يجب مراعاة وضع أنابيب السحب داخل الحجرة الرطبة والتأكد من مناسيبها طبقاً للتصميم حتى لا يؤدي عدم تغطية فوهة السحب بالمستوى الملائم الأدنى إلى تكوين فقاعات هواء مغلقة داخل المضخة ينتج عنها فقد التحضير أثناء دوران المضخة.

10- يجب تجنب وجود ضغط سحب عالي على المضخة سواء بتغيير منسوب التركيب المحدد لها أو استخدام أنابيب ذات معامل احتكاك مرتفع أو وجود خنق على جانب السحب سواء نتيجة وجود انسداد في مدخل السحب أو سكر سكينة غير مفتوح تماماً حتى لا يؤدي ذلك إلى حدوث تكهف بالمضخة مما يتسبب في تآكل السطح المعدني للمضخة بفعل تكوين جيوب بخار داخل السائل تتراكم على الأسطح المصمتة للمضخة.

2- تركيب المحركات الكهربائية

1- من الضروري قبل التركيب مراجعة المحركات والتأكد من عدم تعرضها للتلف نتيجة تخزينها بطريقة غير مناسبة لمدة طويلة.

2- يجب ملاحظة عدم وجود مظاهر للصدأ بالمحرك قبل التركيب.

3– يجب قياس مقاومة ملفات المحرك للتأكد من عدم تأثرها بالرطوبة أثناء التخزين ويجب أن لا تقل المقاومة عن 1 ميغا أوم ، وإذا قلت عن ذلك فيجب تجفيف الملفات تماماً وإعادة القياس.

4- يجب التأكد من أن أمكنة التركيب للمحركات آمنة وليست معرضة للاشتعال أو المخاطر أو ظروف التآكل إلا إذا كانت المحركات مصممة للعمل في هذه الظروف.

5- يجب التأكد من إزالة أية أتربة أو ترسبات على أجزاء المحركات قبل التركيب مع مراجعة نقاط الارتكاز والتوصيل وحلقات الانزلاق للتأكد من سلامتها وعدم تعرضها للتآكل أو الكسور.

6– يجب الكشف على شحم الكراسي الخاصة بالمحركات (ما عدا الأنواع المحكمة والمصممة للعمل على مدى العمر الافتراضي للمعدة) والتأكد من صلا حيته أو تغييره إذا لزم الأمر.

7- يجب تركيب المحركات على قاعدة صلدة ومستوية لتجنب حدوث الاهتزازات وفي المعتاد فإن القاعدة تتكون من فرش من قطاعات الصلب المحملة على عتبة خرسانية مسلحة ويجب مراعاة أن تكون مسامير الرباط متناسبة بعناية وأن يتم تجميع الفرش بحيث يكون السطح أفقي ومنضبط المحاور(الاستقامة) عند وضعه على العتبة الخرسانية.

8- في حالة ارتفاع تكلفة عمل الفرش الصلب فإنه يمكن الاستعاضة عنه عن طريق تثبيت المحرك مباشرة بالقاعدة الخرسانية باستخدام حشوات يتم إدخالها بالخرسانة تصنع من الحديد الزهر ذات قمة ناعمة و بها ثقب طولي مسلوب ويكون جسمها ذو شقوق لضمان أحسن تثبيت بالخرسانة. ويتم ربط الحشوات بأرجل المحرك ويتم تحميل المحرك نفسه على القاعدة الخرسانية بغرض الضبط السليم، وتضبط المحورية (الاستقامة).

9- الحركات الكبيرة ذات المحاور المحمولة على قاعدة تصنيع، عادة تورد لها فرش ذو هيكل سفلي من الحديد الزهر لتحميله مباشرة على قواعد من الخرسانة المسلحة المعدة لذلك.

❖ تابع لتركيب المحركات الكهربائية

1- ضبط المحورية

2- بدء التشغيل

1- ضبط المحورية :

1- الضبط الدقيق هو مطلب أساسي إذا ما أريد تجنب أعطال الكراسي المحورية والوصلات المرنة ، ويتم ربط المحورية بين المحرك والمضخة قبل ربط الوصلات.

2- يجب أن تكون أوجه الوصلات متوازية وتراعى أية أبعاد للفواصل بين الأوجه طبقاً لتعليمات الشركة الصانعة.

3- يتم اتصال المحركات ذات كراسي الارتكاز المزدوجة مع المضخة عن طريق وصلة مرنة في المعتاد، والهدف منها أيضاً التقليل من انتقال حمل الصدمات لكرسي الارتكاز.

4- يتم اتصال المحركات ذات كراسي الارتكاز المفرد مع المضخة عن طريق صلدة الاتصال حيث لا يمكن استخدام الوصلة المرنة نظراً لأن هذه المحركات غير مصممة لكي تتحمل الدفع السفلي الناتج من وزن العضو الدوار للمحرك.

5- يكتمل التركيب الميكانيكي للمحرك عندما يتم توصيل نصفي وصلة الاتصال ويلزم إجراء المزيد من الفحص قبل توصيل التيار ويجب التأكد من أن هواء التبريد للمحرك يمر دون عوائق (لا تعترضه أية عقبات) سواء من مداخل الهواء أو ممرات خروج العادم حيث أن الفراغ غير الكافي بين مداخل الهواء والحوائط المجاورة ينتج عنها حرارة زائدة.

6- التأكد من أن الأغطية قد تم رفعها وأن أية أبواب يجب أن تظل مفتوحة أثناء تشغيل المحرك.

7- يجب مراجعة جميع المهمات المساعدة للمحرك مثل ضواغط الهواء وعداد سرعة اللفات والمردات الخارجية والفلاتر ومجسات ذبذبة الكراسي أو درجات الحرارة لها، ومهمات تدوير زيت الكرسي قد تم تثبيتها بإحكام.

8- يجب أن يتم اختبار مقاطع الكابلات والموصلات للقوى والتحكم للمحركات بدقة طبقاً للتصميمات الموضوعة لها وأن يتم التأكد من جهد التشغيل لها ومطابقته لهذا التصميم.

9- يجب الاهتمام بنهايات التوصيل للكابلات وتثبيتها بطريقة فعالة وايجابية لضمان التوصيل الجيد للكهرباء.

10- من الضروري توصيل مسامير الأرض الخاصة بالمحركات بعناية حسب تعليمات الجهات المختصة ومقترحات الشركة الصانعة.

11- يجب مراعاة قواعد الأمان ومنع الحريق وأخطار الانفجار.

2- بدء التشغيل:

1- بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فإنه يلزم عمل فحص إضافي للتأكد من أن كراسي الارتكاز جيدة التشحيم وأن نظام التبريد يعمل بكفاءة وأن مداخل الهواء ومخارجه لا تعترضها أية عوائق ويتم توصيل التيار إلى جميع مروح التهوية التي قد تكون بها إدارة منفصلة للتأكد من أنها تدور في الاتجاه الصحيح.

2- التأكد من أن اتجاه دوران مروحة التبريد للمحرك في الاتجاه الصحيح حسب التوصيف الموضح بدائرة التوصيل وبالنسبة لاتجاه الدوران للمحرك نفسه طبقاً للمبين بلوحة البيانات للمحرك أو على جسم المحرك.

3- عقب إجراء الفحص الأولي للمحرك بعد التركيب وبعد تشغيل المحرك وتحميله فإنه من المفضل فحص والتأكد من معدل الاهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مؤشرات القياس والسرعة.

3- لوحات التحكم للمحركات MCC

1- قبل البدء في أعمال التركيب يجب مراجعة الرسومات المصدرة من الشركة الصانعة وكذلك رسومات العقد ومطابقتها.

2- يجب إعطاء الانتباه للموقع الذي ستركب به اللوحة وعلاقتها بمسارات الكابلات.

3- يجب الأخذ بعناية للتخطيط لدخول الكابلات المستقبلية قبل تركيب اللوحات.

4- عندما تكون اللوحات من النوع الذي يركب على الأرض يجب إعطاء العناية لتوفير قاعدة مستوية دائماً.

5- يجب الأخذ في الاعتبار الارتفاع الكلي للوحة ومقارنته بارتفاع المبنى الذي ستركب به.

6- من المهم مراعاة التهوية للوحات حيث أن ذلك يؤدي لأن تعمل اللوحات في درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها.

7- ضرورة الأخذ بالاعتبار إمكانية الوصول إلى أجزاء لوحة التحكم للمحركات بحرية للقيام بعمليات الصيانة الوقائية والدورية ولتسهيل الكشف على الأعطال الممكنة.

8- يراعى تركيب لوحات التحكم للمحركات في أماكن قليلة الاهتزازات ويتم تثبيتها رأسياً وبإحكام حتى لا تتأثر مكونات اللوحة ويجب إحكام ربط المسامير والصواميل ونهايات التوصيل قبل بدء تشغيل اللوحة.

9- يجب ترقيم أطراف الكابلات (للقوى والتحكم) الواصلة والخارجة من لوحة التحكم طبقاً للأرقام المبينة بالمخططات التفصيلية للوحات وذلك لتسهيل وضمان سلامة التوصيل.

10- يجب إبعاد تنفيذ مسارات الكابلات عن أي أجزاء أو أجسام ساخنة مثل شبك المسخنات ومجموعة المقاومات، وإذا تعذر ذلك فيجب استخدام كابلات مقاومة للحرارة.

11- يجب مراعاة عدم تجريح كابلات التوصيل مثل المسامير وغيرها.

12- يجب الالتزام عند مد الكابلات بالعدد المحدد طبقاً لمخططات التصميم وذلك لمنع الحرارة الزائدة والتي تؤثر على كفاءة الكابلات.

13- يجب إعادة وضع علامات الترقيم والتحذير والأمان والأغطية المختلفة بعد إتمام التركيب.

14- يجب العناية بتأريض جميع أجزاء لوحة التحكم.

15- قبل توصيل التيار إلى لوحة التحكم يجب أخذ الخطوات التالية:

a. إجراء اختبار مقاومة العزل على جميع النهايات وقضبان التوزيع، ويراعى عزل أو فصل أجهزة القياس والتحكم الحساسة قبل توزيع الضغط العالي.
b. تشغيل جميع التبائط المغناطيسية يدوياً للتأكد من أن جميع الاجزاء المتحركة تعمل بحرية.
c. مراجعة أطراف الربط الكهربائي للتأكد من سلامة التشغيل لها.
d. فصل التوصيلات المؤقتة التي تتطلبها أعمال النقل للوحات.
e. مراجعة مقننات المرحلات على الاحمال الفعلية للوحة التحكم طبقاً للوحة بيانات المحركات العاملة والموصلة على اللوحة.
f. مراجعة أزمنة التشغيل للأجهزة الزمنية.
g. تنظيف جميع الأجزاء الداخلية للوحة.
h. اختبار عمل جميع دارات التحكم والحماية.

4- المحولات:

1- قبل البدء في أعمال التركيب يجب مراجعة المحولات للتأكد من عدم وجود أي عطب أو كسر نتيجة للنقل ويراعى بالنسبة للمحولات المغمورة في الزيت مراجعة مستوى الزيت وأي تسرب يكون قد حدث بها.

2- يجب الفحص الدقيق للدهانات الخاصة بالمحولة وملاحظة أية عيوب بها.

3- يجب فحص أطراف التوصيل للمحولات وملاحظة وجود أية عيوب ميكانيكية بها.

4- يجب فحص التوصيلات والملفات لملاحظة أية عيوب بالعزل الخاص بها.

5- يجب إعطاء العناية الكافية لفحص الراتنج الخاص بالمحولات الجافة حيث أنه من السهل حدوث شروخ أو خدوش بها والتأكد من سلامتها قبل التركيب.

6- بالنسبة للمحولات المغمورة في الزيت يراعى وجود ممرات للزيت المتسرب وذلك لتجميع الزيوت المترسبة مع الأخذ في الاعتبار احتمال حدوث شروخ أو ثقوب مؤثرة في الخزان الرئيسي للمحول.

7- يحدد شكل وحجم ونوع الخامات المستخدمة في إنشاء مأوى المحول المملوء بالزيت حسب معدل التخلص من الحرارة التي تنجم عن استعمال النار في الزيت الخاص بالمحول.

8- يجب تركيب جميع أنواع المحولات الجافة داخل المباني وبحيث تحاط بإطار معدني متصل بالأرض(أو حائل شبكي معدني).

5- لوحات التوزيع:

1- قبل البدء في أعمال التركيب يجب التأكد من وجود المخططات والتعليمات الصادرة من الشركة الصانعة للوحات التوزيع، والتي تعطي إرشادات التركيب الخاصة بها.

2- يجب التأكد من نظافة وجفاف الحجرة التي سيتم تركيب اللوحات بها والتخلص من أية مخلفات موجودة بها.

3- يجب التأكد من إغلاق وتغطية أية خلايا غير مستخدمة في لوحة التشغيل والتي قد تترك كاحتياطي.

4- يجب المحافظة على نظافة وجفاف جميع العوازل الموجودة باللوحة وتغطيتها خلال أعمال التركيب.

5- يجب مراعاة الطريقة الصحيحة أثناء المناولة والتعتيق وأن يتم التحميل من النقاط المحددة بواسطة الشركة الصانعة.

6- يعتمد التركيب السليم للوحات التشغيل وضمان سلامة التشغيل بدرجة كبيرة على دقة تنفيذ القواعد الخاصة بهذه اللوحات.

7- أنسب طريقة لتنفيذ قواعد لوحات التوزيع هي قطاعات الصلب المدفونة في الأرضية أسفل هذه اللوحات.

8- تركب لوحة التشغيل فوق القاعدة عن طريق التثبيت المباشر على الهيكل الصلب للقاعدة بعد ضبط منسوبها.

9- إذا كانت اللوحات الكهربائية موردة على هيئة أجزاء يتم تجميعها في الموقع فإنه يراعى البدء في التركيب بالأجزاء الوسطى من اللوحة ثم تركب الأجناب على التوالي وذلك لضمان عدم تراكم الأخطاء التي لا يمكن ملاحظتها عند حدوث عدم توافق بين أجزاء اللوحة المختلفة. ويراعى ترك مسامير الرباط بين الأجزاء غير محكمة الرباط إلى حين الانتهاء من تجميع الأجزاء.

10- بعد إتمام التركيب للوحة يتم مراجعة والتأكد من أن جميع مكونات اللوحة القابلة للسحب يمكن إخراجها بسهولة وكذلك فتح وغلق الأبواب والأغطية للخلايا المكونة للوحة.

11- يتم إدخال الاجهزة والمكونات التي تورد مفككة للحفاظ عليها أثناء النقل في أماكنها المحددة ويتم توصيلها بعد الانتهاء من تركيب وتثبيت اللوحة.

12- يراعى عند توصيل الكابلات من وإلى اللوحة تجنب وجود انحناءات شديدة أو عصر بالكابل وتركب نهايات الكابلات بما لا يسمح بوجود اجهادات أو شد زائد على أطراف الكابل بعد توصيلها وتراعى الأقطار الدنيا للالتواءات لهذه الكابلات طبقاً للقياسات المحددة لها بالمواصفات القياسية.

13- يراعى أن يتم توصيل الأرضي الخاص باللوحة إلى جميع الأجزاء المعدنية باللوحات وأغلفة أجهزة القياس والتحكم ونقاط الأرضي للمفاتيح وذلك عن طريق الرباط أو البرشمة ولا يسمح باللحام إطلاقاً ويجب أن يكون سلك الأرضي مستمراً ويثبت بإحكام إلى الأرضي الرئيسي عن طريق الرباط أو البرشيم أيضاً.

14- الأخذ بعناية للتخطيط لدخول الكابلات المستقبلية قبل تركيب اللوحات.

15- عندما تكون اللوحات من النوع الذي يركب على الأرض يجب إعطاء العناية لتوفير قاعدة مستوية دائماً.

16- يجب الأخذ في الاعتبار الارتفاع الكلي للوحة ومقارنته بارتفاع المبنى الذي ستركب به.

17- من المهم مراعاة التهوية للوحات حيث أن ذلك يؤدي لأن تعمل اللوحات في درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها.

18- بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فإنه يلزم عمل فحص إضافي للتأكد من أن كراسي الارتكاز جيدة التشحيم وأن نظام التبريد يعمل بكفاءة وأن مداخل الهواء ومخارجه لا تعترضها أية عوائق ويتم توصيل التيار إلى جميع مروح التهوية التي قد تكون بها إدارة منفصلة للتأكد من أنها تدور في الاتجاه الصحيح.

19- التأكد من أن اتجاه دوران مروحة التبريد للمحرك في الاتجاه الصحيح حسب التوصيف الموضح بدائرة التوصيل وبالنسبة لاتجاه الدوران للمحرك نفسه طبقاً للمبين بلوحة البيانات للمحرك أو على جسم المحرك.

20- عقب إجراء الفحص الأولي للمحرك بعد التركيب وبعد تشغيل المحرك وتحميله فإنه من المفضل فحص والتأكد من معدل الاهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مؤشرات القياس والسرعة.

21- إن مراجعة المعدات الميكانيكية كنوعية وكمية ومطابقتها مع أمر التوريد من حيث الطراز وشهادة المنشأ وشهادات الاختبار، والتأكد من مكونات وأجزاء المعدات ومطابقتها مع قائمة المحتويات والرسم التفصيلي الميكانيكي.

22- التأكد من تركيب السكورة من حيث اتجاه حركة الإغلاق والفتح وترتيب وضعها واتجاهاتها(اتجاه السهم على السكر).

23- مراجعة جميع الأجزاء المطلوب تزيتها وتشحيمها واستخدام الزيوت والشحوم طبقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

24- مراجعة التوصيلات الكهربائية بين المهمات الميكانيكية ولوحات التشغيل والتحكم.

25 - مراجعة ضبط مناسيب مداخل ومخارج الوحدات مع ضبط هدارات الخروج باستخدام ميزان القائمة.

❖ نظام إدارة الامداد بمياه الشرب:

1- أهداف نظام إدارة العمل المتكامل في مؤسسات قطاع المياه

1- إدارة أعمال إمداد المياه بأعلى مردود بحيث يتم تأمين المياه بكمية كافية وبشروط مستقرة ثابتة قدر الإمكان مع الأخذ بعين الاعتبار محدودية مصادر المياه المتاحة.

2- تأمين إدارة عمل أمينة وثابتة أثناء تشغيل مصادر المياه المختلفة بتراكيبها المعقدة من التأسيسات والمنشآت المائية ومشتملاتها.

3- التشغيل الإقتصادي الأمثل فيما يخص مصادر المياه.

4- تأمين المحافظة على جودة مياه الشرب بالمراقبة والتحكم اعتباراً من مأخذ المياه وحتى نهايات شبكات توزيع المياه إلى المستهلك.

5- تأمين المعالجة السريعة وبوثوقية عالية للكم الكبير من المعلومات التي يتم جمعها عن نظام الإمداد بالمياه وإدارتها.

2- شرح نظام إدارة العمل المتكامل:

ونبين فيما يلي شرحاً يبين بعض تفاصيل هذا النظام:

آ ـ تأسيسات الإمداد بالمياه وصيانتها:

1 ـ أنواع منشآت الإمداد بالمياه:

تتكون منشآت إمداد المياه بشكل عام من المنشآت التالية:

1 ـ منشآت مآخذ المياه (منشآت التخزين ـ الآبار مع خطوط النقل الخ...).

2 ـ منشآت محطات المعالجة (منشآت التهوية- أحواض التخثير ـ أحواض الترسيب ـ منشآت الترشيح الرملي ـ منشآت تعقيم).

3 ـ منشآت النقل (محطات ضخ ـ خطوط نقل مياه أو انفاق نقل مياه الخ....).

4 ـ منشآت التوزيع (خزانات ـ خطوط توزيع ـ وصلات مشتركين ـ أجهزة قياس الخ...).

2 ـ مهام منشآت الإمداد والتوزيع والهدف منها وتدابير صيانتها:

إن الهدف من تمديد خطوط شبكات المياه هو نقل المياه إلى المستهلكين مع تأمين الاعتبارات التالية:

1- المحافظة على كميات المياه المنقولة والحيلولة دون تسرب جزء منها.

2- المحافظة على نوعية المياه المنقولة من الوجهة الكيميائية والفيزيائية والجرثومية.

3- نقل وتوزيع المياه وفقاً لمتطلبات الإستهلاك في أية حالة من حالاته من حيث كمية المياه والضغط المياه المتوفر.

4- تأمين المناورة بالحد الأدنى من كميات المياه والضغط في حالات الطوارئ التي تتعرض لها منشآت مصادر المياه وتؤدي إلى توقفها عن الإنتاج جزئياً أو كلياً.

✓ تأمين سلامة خطوط الإمداد:

من الممكن أن نلخص فيما يلي بعض التدابير الوقائية الأساسية الواجب إتباعها للمحافظة على سلامة المياه داخل خطوط الإمداد:

1- التأكد من حسن تنفيذ عمليات الغسيل في محطات التنقية قبل إمرار المياه عبر شبكات التوزيع.

2 ـ الحد من تعرض المياه إلى الهواء حتى لا يحصل انتقال للأجسام الممرضة إلى المياه.

3 ـ معالجة الكسور والأعطال في الشبكة بسرعة.

4 ـ تجنب حدوث ضغط منخفض في الشبكة للحيلولة دون خطر دخول مياه ملوثة من محيط الأنابيب الخارجي.

5 ـ تزويد المياه قبل توزيعها بمادة مؤكسدة مثل Cl2 بما لا يقل عن 0.1 ملغ/ليتر مع الإشارة إلى ضرورة اجراء عملية تعقيم للخطوط قبل وضعها في الخدمة بتركيز 10 إلى 100 ملغ/ليتر من مادة الكلور Cl2 ولمدة من 6 إلى 24 ساعة وذلك خصوصاً في حال تواجد بكتريا الحديد.

6 ـ مراعاة أن تكون مواد صنع القساطل ضعيفة التأثر بنوعية المياه المنقولة بداخلها حيث من الممكن ان تشمل شبكات المياه عادة مجموعات من القساطل المصنعة بمواد مختلفة.

7 ـ وضع خطة فعالة لمكافحة الهدر والكشف عن التسربات الفيزيائية.

8 ـ تحديد مسارات الخطوط بدقة ووضع المخططات اللازمة لتسهيل عمليات الصيانة وترتيبات أعمال تنفيذ الخطوط مع الجهات الخدمية الأخرى والاستفادة من هذه المخططات لبناء النماذج الرياضية بهدف إعداد خطط التشغيل لأنظمة تزويد المياه وفقاً لحالات افتراضية متعددة.

9 ـ تطبيق النظم الحديثة في تصميم الشبكات مثل نظام التوزيع الكتلي Block Sys.

وكمثال محدد ضمن نظام تأسيسات التزويد بالمياه ولدراسة تأمين المياه بشكل متوازن مع التشغيل والصيانة المبسطة والسهلة لتأسيسات شبكة توزيع باستخدام طرق التصميم الحديثة.

✓ تأمين سلامة وصيانة خزانات المياه:

- إن الخزانات تشكل جزءاً هاماً من شبكة الإمداد وأياً كان نوع هذه الخزانات برجية، أرضية، مطمورة، أو ظاهرة يتوجب على الجهة المعنية بتأمين المياه الكشف على الخزانات بشكل دوري لفحص هيكلها الإنشائي ولمراقبة أية ظواهر تشقق في حالة الخزانات الخراسانية أو أية ظواهر للتآكل والصدأ في حالة الخزانات المعدنية وبحيث تترافق هذه الكشوفات مع القيام بصيانة وقائية للتجهيزات الهيدروليكية والكهربائية وأجهزة القياس وأجهزة متممة مركبة عليها مثل أجهزة التهوية، أو التعقيم او المعالجة الكيميائية وبحيث تحافظ هذه الصيانة الوقائية على دوام جاهزية هذه المنشآت والتأكد من كتامتها وإغلاقها بشكل جيد.

- وحيث أن الجزء الهام من الخزانات بالنسبة لعملية إمداد المياه هي حجرات التخزين فإن الحفاظ على جاهزية هذه الحجرات وحسن كتامة وإحكام الممرات والفتحات المؤدية إلى داخلها يلعب دوراً هاماً في الحفاظ على سلامة المياه المخزنة والمعدة للتوزيع والحيلولة دون السماح لأية مادة مؤذية بالتسرب إلى داخلها والتسبب بتخريب مخزونها من المياه وتهديد سلامة المستفيدين منها ويفضل أن يتكون تصميم الخزان من أكثر من حجرة واحدة لتهسيل عمليات الصيانة.

- وتشير الخبرات الفنية في هذا المجال إلى أن تنظيف حجرات التخزين يجب ان يتم سنوياً وبشكل كافي وخاصة بالنسبة للجدران والأعمدة والأرضية أي جميع السطوح الملامسة للمياه المخزونة وذلك تبعاً لطبيعة المياه المخزنة والظروف المناخية وحالة المنشآت حيث تترسب كميات مواد مختلفة وبنوعيات مختلفة مثل (الحديد، الكربونات، الطمي، السليس، الكلس، المواد العضوية، وجود نباتات أو أحياء في بعض الحالات النادرة). حيث من الممكن أن تسيء هذه الترسبات إلى نوعية المياه بشكل ملحوظ وان يعقم الخزان بعد التنظيف بمادة الكلور بتركيز بحدود 30 غ/م3 أو بإملاء الخزان بالمياه المعقمة بالمادة نفسها بتركيز 10غ/م3 لمدة 24ساعة.

- تأمين صيانة وسلامة محطات الضخ والتجهيزات الكهربائية والميكانيكية:

ومن الممكن أن تصنف أعمال الصيانة المتبعة عالمياً في هذا المجال إلى الفئات التالية:

1- الصيانة اللاحقة: وتتم هذه الأعمال بعد حدوث انحراف أو عدم انتظام في عمل آلات محطة المعالجة.

2- الصيانة الوقائية: وتتم هذه الصيانة بهدف المحافظة على استمرار العمل بالقيام بالتفتيش الدوري للوقاية من وقوع الحوادث بالقيام بالإصلاح أو تبديل قطع الغيار. ويبين الجدول رقم (3) فكرة حول مهام الصيانة الوقائية المتبعة في بعض مؤسسات المياه العالمية.

3- الصيانة بالتفتيش المستمر: وهي الصيانة بمعرفة الوقت اللازم للإصلاح والاستبدال من خلال التفتيش المستمر والمنتظم وبإجراء التحريات وأخذ القياسات اللازمة.

4- الصيانة بالإنتاج : تتضمن العناية الوقائية بهدف زيادة فاعلية الإنتاج لتجهيزات المحطات.

5- الصيانة التحسينية : وتتضمن هذه الفئة الإجراءات اللازمة لإطالة العمل الفني المفيد للآلة وتحسين الأجهزة ذاتها وجعلها أكثر متانة وأسهل صيانة.

6- الصيانة المقدمة : وتتم في مرحلة التصميم والتنفيذ حيث يتم اعتماد واختيار تجهيزات ومعدات متينة وقوية وسهلة الصيانة حيث تكون في هذه الحالة أعمال الصيانة بعد التركيب أكثر كفاءة وفاعلية، وإن اعتماد واختيار التجهيزات يعتمد على الخبرات السابقة في أعمال التشغيل والصيانة لآلات ومحطات مشابهة.

ويتوجب اختيار طريقة الصيانة المناسبة بعناية وفقاً لما يلي:

1 - أهمية المنشأة ومدى تأثير الحوادث التي من الممكن أن تتعرض لها هذه المنشأة على عمل باقي المنشآت.

2 - إمكانية أو صعوبة توقيف هذه التجهيزات عن الخدمة وبالتالي تأثيرها على عملية الإمداد بالمياه.

- **تتلخص الفوائد التي من الممكن أن تجنى من تطبيق الصيانة الوقائية على تجهيزات محطات المعالجة بما يلي:**

1- خفض حجم النتائج السلبية الناتجة عن قطع المياه في حال توقف التجهيزات عن العمل.

2- خفض احتمال الحوادث وزيادة العمر الفني للآلات.

3- تحسين إدارة مخزون قطع الغيار اللازمة لهذه المحطات وخفض كميات المخزون المطلوبة والمحافظة على الموجودات من قطع الغيار.

4- خفض تكاليف تشغيل الآلة خلال فترة عمرها الفني.

إلا انه توجد هنالك عدة ظواهر يجب الانتباه إليها ويستلزم في حال وصول تجهيزات المحطات إلى مرحلتها أن يتم التوقف عن عمليات الصيانة واللجوء إلى الاستبدال وتتلخص هذه الظواهر فيما يلي:

1- ارتفاع معدل الأعطال وعدم اقتصادية تشغيل الآلات.

2- صعوبة تأمين قطع الغيار اللازمة.

3- عدم إمكانية الاصلاح من الوجهة الفنية.

4- انخفاض الأداء وصعوبة تأمين السلامة أثناء التشغيل.

5- ارتفاع نفقات التشغيل بسبب انخفاض المردود.

صيانة محطات معالجة مياه الشرب

الهدف الرئيسى للصيانة

تهدف صيانة أية منشأة (أو آلة) بشكل رئيس إلى تحقيق استثمار هذه المنشأة وفق ما تم تصميمها من أجله قدر الإمكان، وذلك خلال فترة عمرها الافتراضي . ويتم ذلك بإجراءات عديدة يتحقق من خلالها :

1- الإقلال من الإصلاحات الطارئة.

2- الإقلال من زمن توقف المنشأة عن العمل بسبب الأعطال المختلفة.

3- إطالة فترة بقاء المنشأة في الخدمة لتصل إلى عمرها الافتراضي، أو لتتجاوز ذلك العمر في بعض الأحيان.

4- أداء المنشأة لوظيفتها حسبما تم تصميمها لذلك.

- أنواع الصيانة

1- الصيانة الوقائية (أو الدورية) :

تعتبر من أهم أنواع صيانة المنشآت بشكل عام ، وتهدف أساساً إلى درء حدوث الأعطال في المنشأة (الآلة) . وهي تتم عادةً دون إيقاف المنشأة عن العمل ، وتجرى غالباً على فترات ثابتة محددة مسبقاً .

من أهم عمليات الصيانة الوقائية :

التفتيش – التنظيف – التزييت والتشحيم – بعض الإصلاحات البسيطة .

2- الصيانة التصحيحية:

ضمن هذا النوع من الصيانة يتم إعادة إصلاح الأجزاء المعطوبة من المنشأة (الآلة) وإعادتها إلى وضعها الأصلي قدر الإمكان . ويتطلب هذا عادةً إيقاف الآلة عن العمل أثناء الصيانة . ويدخل ضمن هذا النوع أيضاً ما يدعى الصيانة الطارئة أو الصيانة في حالة الانكسار

3- الصيانة التوقعية أو التنبّؤية:

وهي عمليات الصيانة التي تجرى عادةً نتيجة ملاحظة أو قياس حالات غير طبيعية أثناء عمل المنشأة (الآلة)، كالاهتزاز ، أو الضجيج الزائد ، أو الحرارة الزائدة . ويدعى هذا النوع أيضاً أحياناً الصيانة الظرفية

4- الصيانة التبديلية :

يجرى هذا النوع من الصيانة عندما يتقرر تبديل جزء أو عنصر رئيس عادةً من المنشأة(الآلة) ، نظراً لتواتر أعطاله ، أو عدم إمكانية إصلاحه .

5- الصيانة التحرّية:

يجرى هذا النوع من الصيانة عادةً على الأجزاء الساكنة (غير المتحركة) المصممة للأمان أو الحماية (كأجهزة الإنذار عن الحريق ، أو مِجسات الغازات الخطرة كغاز الكلور، أو بعض عناصر القيادة والتحكم الآلي) . ويكتسب هذا النوع من الصيانة أهمية خاصة في منشآت مياه الشرب ، لأن تعطل بعض أجزاء منظومات الحماية قد يكون له تأثيرات خطرة . يتم تحديد فترات إجراء هذه الصيانة استناداً إلى تعليمات الشركة الصانعة وخبرة فريق الصيانة العامل . ويدعى هذا النوع من الصيانة أيضاً الصيانة الوظيفية أو صيانة كاشفات العطل

6- الصيانة التشغيلية:

وهي الإجراءات المتخذة للتغلب على المشاكل الناجمة أثناء التشغيل، والتي غالباً ما تتم دون إيقاف العملية التشغيلية ودون إصلاحات مادية (فعلية) وإنما بتعديلات في أسلوب التشغيل .

7- الصيانة المؤجّلة :

تجرى ضمن هذا النوع عمليات الصيانة التي كان يجب إجراؤها في وقت معين، إلا أنها لم تنفذ وقتذاك بسبب نقص التمويل، أو عدم توفر القطع التبديلية، أو إعاقات أخرى . وتكتسب هذه الصيانة أهمية متزايدة كلما تأخر تنفيذها عن وقتها المقرر.

- الإدارة المتكاملة للصيانة

تعرف الإدارة المتكاملة للصيانة بأنها مجموع إجراءات تخطيط وبرمجة وتنفيذ عمليات صيانة مختلف المنشآت بشكل اقتصادي يحقق الاستثمار الأمثل للمنشأة لأطول فترة ممكنة وبما لا يؤثر سلباً على البيئة المحيطة.

ويمثل المخطط الرمزي (1) التطور الزمني لبرامج إدارة الصيانة في الفترة 1940 – 2005.

من 1940 وحتى 1950	من 1950 وحتى 1975	**من 1975 وحتى 2005**
- إصلاح حين انكسار الآلة أو العنصر **- صيانة وقائية دنيا بتكاليف زهيدة**	**- جاهزية أفضل للمنشأة** **- عمر أطول للعنصر** **- تكاليف محدودة للصيانة** **- إهمال التأثيرات البيئية** **- صيانة وقائية متوسطة بتكاليف محدودة**	**- جاهزية أفضل واعتمادية عالية للمنشأة** **- عمر أطول للعنصر** **- إجراءات أمان أكبر** **- جودة أفضل للعنصر بتطوير مواد حديثة جديدة** **- عدم الإضرار بالبيئة** **- ميزانية للصيانة المتكاملة قد تأتي في أعلى سلم تكاليف الاستثمار** **- صيانة شاملةمتطورة باتجاه التكامل، وتكاليف مخصصة عالية.**

الجدول (1) : تطور بعض مفاهيم وأهداف الصيانة خلال الفترة 1970-2005.

عام 1970	عام 2005
أ- تهدف الصيانة إلى المحافظة على التجهيزات بحالة سليمة.	أ- تهدف الصيانة إلى ديمومة عمل التجهيزات.
ب- تهدف الصيانة الوقائية إلى منع حدوث الانهيارات.	ب- تهدف الصيانة الوقائية إلى تحاشي، أو الإقلال من النتائج السلبية للانهيارات.
ج- تهدف الصيانة بشكل رئيس إلى تحقيق جاهزية المنشأة بأقل التكاليف.	ج- تهدف الصيانة إلى تأمين السلامة الفردية، وحماية البيئة، وتوفير في الطاقة، إضافة إلى تحقيق جاهزية المنشأة بأقل التكاليف.
د-معظم التجهيزات تصبح أكثر عرضة للحوادث وللانهيار كلما تقادمت.	د- معظم الحوادث والانهيارات لا تحدث بالضرورة كلما تقادمت التجهيزات.
هـ- يجب توفر معلومات كافية عن معدلات انكسار (قصور)الآلة قبل تطوير برنامج صيانة ناجح.	هـ- القرار حول انهيار الآلة يتخذ غالباً بناءً على معلومات غير كافية حول معدلات الانكسار.
و-تواتر عمليات الصيانة التوقعية يجب أن يعتمد على تواتر الانهيار و أهمية العنصر أو كليهما	و- تواتر عمليات الصيانة التوقعية يجب أن يعتمد على الفترة المؤدية إلى الانهيار، وهذه الفترة هي الزمن المنقضي بين اكتشاف احتمال الانهيار وحدوثه فعلاً، والتي قد تتراوح بين ثوان معدودات وبضعة أشهر ، حسب نوع الآلة أو العنصر
ز-الحوادث، أو الانهيارات الخطرة لمجموعة معدات أو لمنظومة ما هي نتيجة سوء الحظ، أو القضاء والقدر ، وبالتالي فهي ليست خاضعة للسيطرة.	ز- معظم حالات الحوادث، أو الانهيارات الخطرة يمكن تفاديها بإجراءات بسيطة، وخاصة في المنظومات المزودة بتجهيزات للحماية.
ح- إدخال التحسينات في تصميم آلة قاصرة هو الطريق الأسرع والأرخص لرفع أدائها.	ح- في معظم الحالات يمكن رفع أداء آلة قاصرة بتحسين ظروف عملها وصيانتها.
ط- الشركات الصانعة هي المرجع الوحيد في وضع إرشادات وبرامج صيانة المعدات التي	ط- الشركات الصانعة، وكذلك العاملون أنفسهم في الصيانة هم القادرون معاً على تطوير برامج صيانة

تنتجها.	فعالة

- **التعليمات الأساسية العامة للسلامة الفردية :**

1- لبس قفازات واقية مناسبة عند صيانة أية معدّة أو منشآة ذات تلامس مباشر مع نواتج التصفية ، أو مع الرواسب.

2- التصرّيح عن أية جروح أو خدوش التي يتعرض لها أثناء العمل مهما كانت بسيطة، ومعالجتها بالإسعاف الأولي .

3 - عدم التدخين قرب المناطق الحاوية على مواد قابلة للاشتعال، أو في الأماكن المحصورة

4- عدم الدخول إلى أي مكان مغلق أو محصور (مصرف أو حيّز مغلق) إلا بعد التأكد من وجود كميات كافية من الأكسجين داخله، وخلوه من الغازات السامة (Cl2).

5- في الاحوال كافة لايجوز الدخول إلى أي حيز مغلق مهما كان وضعه إلا بعد ارتداء الألبسة الواقية (الخوذة ، والقفازات، وحزام التعليق، والحذاء المطاطي).

6- التحقق من وجود زميل أو أكثر بانتظار خارج المكان المحصور الذي يعمل على صيانته وعلى اتصال دائم معك أثناء تأديتك المهمة.

7- وضع لافتات تحذير، ، وحواجز حماية وإرشاد ،حين صيانة المصارف أو أية منشآة أخرى للمياه ضمن الطرق العامة أو الأرصفة، بحيث يتسبب الحد الأدنى الممكن لإعاقات المرور أثناء عمليات الصيانة .

8- عدم محاولة بذل الجهد الزائد لرفع حمولات أكثر من طاقتك، وأخذ الحيطة والحذر أثناء نقللك لأية حمولة من مكان إلى آخر .

9- استعمال خزانتين منفصلتين واحدة لملابس العمل، والأخرى لملابس الخروج .

- خطوات تطبيق الصيانة الصحيحة في منشأة:

1- تحديد الآلات والأجهزة المراد صيانتها .

2- تحديد جميع عمليات الصيانة من واقع تعليمات المورد أو المصّنع الموجودة في كتالوجات الصيانة .

3- عمل الجداول الخاصة بعمليات الصيانة حسب نوع الصيانة المطلوبة .

4- استحداث خطة الصيانة .

5- اختيار وتدريب العمالة الفنية .

6- توفير قطع الغيار .

7- توفير العدد والأدوات .

8- استحداث نظام تسجيل المعلومات : نظام أمر العمل .

9- تنظيم أعمال الصيانة وتوزيع المسؤوليات . 10- مراقبة تنفيذ خطة الصيانة .

- ويبرز الدور المهم لعمليات الصيانة في تحقيق الأهداف الآتية :

1- المحافظة الدائمة على الحالة الجيدة للآلة والمعدات وضمان حسن الأداء وبالتالي جودة الإنتاج

2- الإقلال من حدوث الأعطال وما تسببه من خسارة اقتصادية لعملية الإنتاج نتيجة لتوقف الإنتاج وتكاليف إعادة التشغيل .

3- زيادة العمر الافتراضي للآلات وبالتالي الحصول على عائد اقتصادي أكثر جدوى .

4- تحقيق ظروف تشغيل مستقرة وبالتالي زيادة شروط ومناخ السلامة الصناعية لمواقع العمل .

تنقسم أعمال الصيانة حسب نوع العمل إلى الآتي :

ا- الصيانة الوقائية:

هي مجموعة الفحوصات والخدمات التي تتم بصفة دورية وحسب خطة زمنية موضوعة (تحدد من قبل مصنعي الآلة أو من قبل الفنيين ذو الخبرة القائمين بالصيانة) لمعالجة القصور إن وجد قبل وقوع العطل أو التوقف عن العمل.

وتتم عمليات الصيانة الوقائية يوميا وأسبوعيا وشهريا حيث الفحص الدوري الظاهري لأجزاء ووحدات الآلة وأجراء عمليات التنظيف والتشحيم والتزيت وتغير بعض الأجزاء البسيطة إذا لزم ذلك .

2- الصيانة التصحيحية أو العلاجية المخططة:

هي مجموعة العمليات التي تتم لإصلاح الآلات حسب خطة زمنية موضوعة (تحدد من قبل مصنعي الآلة أو من قبل الفنيين ذو الخبرة القائمين بالصيانة) ويتم فيها :

1- تغير الأجزاء التالفة أو الأجزاء التي انتهى عمرها الافتراضي .

2- إجراء عمليات الإصلاح على بعض الأجزاء بهدف إعادة استعمالها مرة أخرى مثل إصلاح الجزء المتآكل أو المتشقق جزئيا باللحام

3- إجراء عمليات الضبط والمعايرة لبعض أجزاء الآلة التي تحتاج إلى ذلك .

4- الصيانة الاسعافية أو الطارئة : هي مجموعة العمليات التي تتم لإصلاح الآلات نتيجة لحدوث تلف مفاجئ يؤدي إلى وقوف الآلة الغير مخطط لها . وعادة ما يكون سبب هذا العطل من عدم إتباع تعليمات المصّنع (

التشغيل الخاطئ) أو عدم تطبيق الصيانة الوقائية الصحيحة .

- خطوات تطبيق الصيانة:

1- تحديد الآلات والأجهزة المراد صيانتها :

يتم حصر جميع مكونات المنشأة التي تحتاج إلى صيانة وترتيبها حسب الأهمية. في جدول أولي يوضح مواصفات المكونات وعددها وموقعها في المنشأة وغيرها من المعلومات المهمة اللازمة للتعرف على كل مكون من مكونات المنشأة .

2 -التأكد من توفر جميع كتالوجات المصّنع. :

إن توفر جميع كتالوجات المصّنع الخاصة بالتشغيل والصيانة وقطع الغيار لجميع المكونات المراد عمل الصيانة لها من أهم الأمور التي يجب عدم إغفالها في تطبيق عمليات الصيانة . إذ أن المصّنع عادة ما يقوم بذكر جميع التعليمات المهمة التي تخص طريقة التشغيل الصحيحة وعمليات الصيانة وقطع الغيار في هذه الكتالوجات . وفي حالة عدم وجود كتالوجات المورد أو المصّنع يتبع الآتي:

1- مخاطبة المورد أو المصّنع للحصول على الكتالوجات اللازمة .

2- في حالة تعذر الحصول على الكتالوجات أو أن وقت الحصول عليها طويل فانه يتم مخاطبة أو زيارة أي منشأه مماثلة ومحاولة الحصول على خطه الصيانة للآلات والمعدات المماثلة .

3- إن تعذر وجود منشأه مماثلة يتم الاستفادة بخبراء الصيانة الموجودين في المنشأة أو خارجها .

3 - تحديد عمليات الصيانة:

يتم الاطلاع على كل تعليمات المورد والشركة الصانعة المذكورة في الكتالوجات الخاصة بالصيانة ، لأن المصّنع أو المورد هو الجهة الموثوقة التي يستطيع فريق الصيانة الاعتماد عليها في تطبيق عمليات الصيانة الوقائية والإصلاحية وطلب قطع الغيار . ويستلزم ذلك أن يكون فريق الصيانة على إطلاع دائم ومستمر بهذه الكتالوجات وقراءتها واستيعابها قبل البدء في أعمال الصيانة والرجوع إليها كل ما دعت الحاجة لذلك .

ويقصد بعمليات الصيانة كل إجراء لابد أن يقوم به فريق الصيانة نحو جزء معين في الآلة.

4- عمل نماذج وجداول الصيانة :

بعد تحديد عمليات الصيانة يتم تفريغ عمليات الصيانة في نماذج يتم تصميمها حسب نوع الأعمال (أنظر الشكل رقم) . فالأعمال اليومية يتم تجميعها في نموذج واحد لكل آلة ، والأعمال الأسبوعية يتم تجميعها أيضا في نموذج واحد ، والشهرية وهكذا .
ويتم إعطاءها إلى فريق الصيانة للبدء في تنفيذ العمليات المذكورة فيها . ويتم إرجاعها إلى مسئول الصيانة للنظر في الملاحظات المدونة فيها إن وجد ، وإجراء اللازم نحوها ثم يتم حفظها في السجلات الخاصة بالآلة .

5- عمل خطة الصيانة:

بعد ما تم حصر جميع عمليات الصيانة المطلوبة لجميع مكونات المنشأة وتمت معرفة أنواع الصيانة لكل عملية . يتم وضع تصور مستقبلي لعمليات الصيانة بعمل خطة صيانة زمنية (شهرية- سنوية) للآلات تحدد فيها مواعيد الصيانة المختلفة لكل آله حسب تعليمات الشركة الصانعة ويراعى أيضا الآتي :

1- توفر العمالة المحلية والأجنبية
2- توفر قطع الغيار والعدد والأدوات اللازمة
3- أوقات الذروة والمواسم
4- إجازات الأعياد وإجازات الفنيين

6 -اختيار وتدريب العمالة الفنية:

من أهم العناصر التي ترفع كفاءة عملية الصيانة للمعدات وخفض تكاليفها هو عنصر العمالة المدربة لإعمال الصيانة ، فبعد استحداث خطة الصيانة يكون على مسئول الصيانة انتقاء الأفراد الذين يتوسم فيهم القدرة على استيعاب الأشياء ومكونات الوحدات والمعدات و القدرة على تمييز الأعطال وأسبابها وإصلاحها وعمل البرامج اللازمة لتدريبهم على المعدات ذاتها وعلى كيفيه إنجاز أعمال الصيانة في وقت قصير مما يقلل فترة توقف العمل كما يقلل الخسائر في الإنتاج وغير ذلك.

كما أن العمالة المدربة على الصيانة تخفض كمية قطع الغيار المستخدمة وذلك بالكشف على الوحدات ومعرفة ما يمكن استبداله وما يتم تنظيفه وإصلاحه وتركيبه بالآلة مرة أخرى.

واستخدام العمالة المدربة لأدوات الفك والتركيب يجب أن يتم دائما على أسس سليمة مما يوفر في استهلاك هذه الأدوات . كما يوفر أيضا في قطع غيار المعدات تحت الصيانة وذلك مثلا عند استخدام المطارق في الطرق على أجزاء مختلفة من الآلة بغرض الفك أو التركيب مما يؤدي إلى تلف أجزاء منها أثناء أجراء الصيانة وهذا ما تفعله العمالة غير المدربة.

- **ونستخلص من ذلك أن استخدام العمالة المدربة يؤدى إلى ما يلى**:

1- رفع كفاءة تشغيل الوحدات
2- تقليل التلفيات أثناء عملية الصيانة
3- تقليل قطع الغيار المستهلكة
4- تقليل الوقت اللازم للصيانة وإتمامه في التاريخ المحدد طبقا للجداول .
5- الاستعداد التام لمواجهة الظروف الطارئة والحالات الحرجة .

7- توفير قطع الغيار :

ولتوفير قطع الغيار لابد من اتباع خطة شراء مدروسة ومخططة تعتمد على الأتي :

ا- تحديد أنواع قطع الغيار :

يمكن تصنيف أنواع قطع الغيار حسب التالي :

1- قطع غيار أساسية في الآلة أو ثانوية .
2- قطع غيار ذات عمر افتراضي كبير أو صغير

2- تحديد حجم الاحتياج من قطع الغيار :

في البداية يمكن تحديد قطع الغيار التي يجب أن تتوفر في المنشأة من كتالوجات المصّنع الخاصة بقطع الغيار إذ أن معظم المصّنعين يقوموا بتحديد الحد الأدنى لتواجد قطع الغيار وخاصة الاستهلاكية منها في الكتالوجات الخاصة بقطع الغيار ، وفي حالة عدم وجود هذه المعلومات في الكتالوج فإنه يتم متابعة الآلات خلال ساعات تشغيلها ومن واقع ملف الصيانة الخاص بها يتم معرفة المعدلات الفعلية لاستهلاك قطع الغيار.

ويمكن حساب الكمية المطلوبة في السنة من أي جزء من الآلة حسابيا وذلك بتطبيق المعادلة الآتية :

عدد القطع المطلوبة في السنة :(العمل اليومي الفعلي X العمل الفعلية في السنة)/ متوسط العمر الاستهلاكي للجزء

3- تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار :

وبعد تحديد حجم الاستهلاك السنوي يتم تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار والذي يعتمد على قيم عديدة لابد من توفرها منها تكلفة أوامر التوريد في السنة وتكلفة التخزين وحجم الاستهلاك .

ويمكن وضع سياسة عامة لتخزين قطع الغيار لحين توفر المعلومات الخاصة بحساب المعدل الاقتصادي للتخزين ، تتلخص في أن القطع المتوفرة محليا لا يتم شراؤها وتخزينها في مخزن المنشأة لأنه يسهل شراؤها في أي وقت . أما القطع التي لا تتوفر محليا والتي تحتاج الوقت الطويل لتوريدها فانه يتم طلب المهم منها وخاصة ذات الاستهلاك الكثير وتخزينها في المنشأة لحين الحاجة . أما عن طلب القطع الأخرى فانه يتم شراؤها عندما يحين وقت الحاجة إليها حسب خطة الصيانة .

8 - العدد والأدوات:

مما لاشك فيه أن توفر العدد اللازمة لعمليات الصيانة المختلفة له تأثير مباشر في نجاح خطط الصيانة الموضوعة للموقع وتنفيذها في الوقت المحدد لها دون أي تأخير .
ويتم تحديد العدد والأدوات المناسبة واللازمة لكل عمل من واقع تعليمات المصنعين أو من واقع الخبرة والتجربة ، ويتم تسجيلها في نماذج خاصة تحفظ في السجلات الخاصة بالصيانة
بل أن وجود عدد متنوعة ومتطورة (مثلا مفاتيح هيدروليكية) يكون له التأثير المباشر في تسريع وقت فك القطعة ووقت تركيبها مرة أخرى وصيانتها ، والذي يؤدي في النهاية إلى تخفيض أوقات إنجاز عمليات الصيانة وبالتالي يزيد من أوقات التشغيل.
ولا بد من وجود أجهزة قياس متطورة (مثل أجهزة قياس الحرارة -الرطوبة -الاهتزازات .... وغيرها)، للتعرف على حالة الآلة أثناء تنفيذ إجراءات الفحص الدوري أو الصيانة التصحيحية .

9 - عمل واستحداث نظام تسجيل المعلومات:

لابد أن يكون لدى إدارة الصيانة نظام كامل لتسجيل كل عمليات الصيانة بكل تفاصيلها الدقيقة التي تقوم بها خلال فترة عمر الآلة . حيث أن المعلومات التي تسجل في هذا النظام هي التي تكون بمثابة المرجع الأول

والأخير لتقارير الصيانة التي يتم رفعها للإدارة وتقدير الموازنات وخطة الصيانة وشراء قطع الغيار وخطة المراقبة غيرها من الأمور التنظيمية الأخرى .

ومن الأنظمة المفيدة التي تضمن تنظيم وتسجيل عمليات الصيانة هو استخدام نظام أمر العمل :

ما هو أمر العمل ؟ :

هو الوثيقة التي تخول فني الصيانة البدء في إجراء الصيانة . ويتم إصداره من مسئول الصيانة

فوائد نظام أمر العمل :

1- توضيح العمل المراد إنجازه .

2- توضيح العمل المنجز .

3- رصد عمالة وزمن العمل المنجز .

4- رصد المواد المستخدمة في العمل المنجز .

5- رصد تكلفة العمل المنجز .

ونسرد باختصار دورة أمر العمل التي تبدأ عند الحاجة إلى إنجاز أي عمل من أعمال الصيانة المختلفة:

1- يتم أولاً تملية نموذج أمر العمل (يدويا أو آليا حسب نوع النظام المستخدم) من قبل مسئول الصيانة وتوضيح العمل المراد إنجازه .

2- ويتم إرساله إلى مشرف العمال في فريق الصيانة لإنجاز العمل . وبعد ما يقوم فريق الصيانة بإنجاز العمل المطلوب . يقوم مشرف العمال أو من ينوب عنة بكتابة العمل المنجز وقطع الغيار والمواد المستهلكة إن وجد ، وأسماء العمال وعدد ساعات العمل في الأماكن المحددة لذلك في نموذج أمر العمل المذكور .

3- ويقوم مشرف العمال بالتوقيع على صحة المعلومات وإرساله مرة أخرى إلى مسئول الصيانة الذي يقوم بالإطلاع عليه وإرساله إلى قسم التسجيل في قسم الصيانة .

10- تنظيم الأعمال وتوزيع المسئوليات :

1- التنظيم من الناحية الفنية :

إن من أفضل الأنظمة التي تضمن تنظيم أعمال الصيانة من الناحية الفنية هي عمل بطاقات وصف لجميع أعمال الصيانة الكبيرة منها والصغيرة ،(انظر الشكل) . ولا بد أن تشمل هذه البطاقات على الأقل على الآتي:

1- عناصر العمل المراد إنجازه .

2- الوقت المطلوب لإنجاز كل عنصر .

3- جميع العدد والأدوات المطلوبة لإجراء العمل .

4- عدد العمالة المطلوب لإنجاز العمل .

5- جميع قطع الغيار المتوقع احتياجها لإنجاز العمل .

2- التنظيم من الناحية الإدارية :

توضيح الهيكل التنظيمي للمنشأة لجميع العاملين في قسم الصيانة لمعرفة مسميات الوظائف في كل قسم ودرجة تبعية كل وظيفة إلى الأخرى . ويجري توزيع العاملين في قسم الصيانة على هذه الوظائف وتعريف كل موظف بمسئوليات ومهام هذه الوظيفة .

اختيار الأشخاص لأداء الأعمال ، توزيع المسئوليات والأعمال ، وإصدار أوامر العمل ... وغيرها من الأعمال التنظيمية التي تضمن سير عمليات الصيانة في المنشأة .

والجدير بالذكر أنه كلما حافظت المنشأة على تنظيم أعمال الصيانة كلما أدى ذلك إلى نجاح عمليات الصيانة في المنشأة وتحقيق أهدافها .

11- مراقبة تنفيذ الخطة:

ويقصد بالمراقبة:

1- تحديد الاختلافات بين ما تم تحديده في خطة الصيانة وبين ما تم إنجازه بالفعل : ويتم ذلك بإصدار تقرير شهري عن جميع إنجازات أعمال الصيانة ومقارنتها بالأعمال الموضوعة بالخطة مسبقا .

2- تحديد وتحليل أسباب الاختلاف : تتم دراسة أسباب الاختلافات من قبل مسئولي الصيانة (مثلا تقصير وإهمال فريق الصيانة ، نقص أو زيادة في العمالة، نقص في الأدوات والعدد ، عدم توفر قطع الغيار وغيرها)

3- ثم اتخاذ الإجراءات التصحيحية لذلك : بمجرد أن بتعرف مسئولي الصيانة عن أسباب الفروق ، فينبغي أن يتخذ جميع الإجراءات التصحيحية الممكنة لإنهاء هذه الأسباب . ويمكن رفع التوصيات ومتطلبات الإجراءات التصحيحية للأقسام المختلفة ذات العلاقة في المنشأة للمساهمة في إنهاء هذه الأسباب

▪ وظائف مهندس المصنع

تبدأ مسؤوليات مهندس المصنع مع التخطيط الابتدائي للمصنع وتشييده. وينبغي اختياره ليبدأ مزاولة مهامه بمجرد اتخاذ القرار بإنشاء المصنع ، إذ انه يختص بتخطيط السمات الأساسية للمصنع واعداد مواصفاته، وإدارة المنشأة تعتمد عليه، في جميع العقود التي تبرمها مع المقاولين لإنشاء المصنع، لتأمين ان النتائج النهائية تفي بالمتطلبات. وإعداد مواصفاته الطبيعية.

والأسلوب المتعارف عليه لإنشاء المصنع، وخاصة إذا كان متوسطا أو صغيرا، هو تكليف مهندس معماري بترجمة مواصفات المصنع إلي رسومات تفصيلية حتى يمكن التعاقد مع شركة إنشائية لتحويل المواصفات إلي مبان وإنشاءات ومنافع. ومهندس المصنع هو المسؤول أمام إدارة المصنع عن تأكيد مطابقة التنفيذ للمتطلبات.

▪ وظائف مهندس الصيانة

تبدأ مسؤولية هندسة صيانة المصنع مع إنشائه، وتستمر طول مدة عمره، وتقوم على الاحتفاظ بسجل كامل للممتلكات المادية للمصنع، بما فيها الأرض والمباني والمعدات الإنتاجية والمعدات غير الإنتاجية والمنافع، وعلى تقييم خصائص كل وحدة من وحدات المعدات، والتعرف على نقاط الضعف فيها لتحديد خطوات الصيانة الوقائية التي تلزم لإطالة عمرها، وعلى اتخاذ الإجراءات لإعادة المعدات للعمل في حالة توقفها عن العمل.

ويتكون فريق الصيانة من الميكانيكيين والكهربائيين والفنيين الآخرين والإلكترونيين، وفني تصليح المعدات وبرادي الأنابيب وغيرهم من المساعدين الأقل منهم مهارة، ويشرف عليهم مهندس صيانة. وفي كثير من الأحيان يتعاقد المصنع مع جهة خارجية متخصصة للقيام بأعمال إصلاح كبيرة.

▪ تصميم المصنع وتشييده

تتضمن معلومات تتوفر لمهندس المصنع ليستخدمها في تصميم الإنشاءات الخارجية للمصنع، التي توفر لأنشطته الداخلية الغطاء الذي تؤدى وظائفها تحته بفعالية، وذلك بالإضافة إلى قوائم المواد للمنتجات ورسومات أجزاء وقطع المنتجات وخطط التشغيل وسجلات العدد، ولوح التعليمات، وقائمة المعدات الإنتاجية، وقائمة المعدات المساعدة، ومخططات المصنع، ومعدات مناولة المواد.

وفي المصانع الكيماوية المعالجة على سبيل المثال، قد تتكون الإنشاءات الخارجية من مبان تحيط بسلسلة المضخات والشاحنات والخلاطات والخزانات لتحويل السوائل والمساحيق وفق معادلات معقدة، أساسا إلى

مذيبات ومواد مخلقة ومركبات كيماوية.

ويحتاج الأمر لدراسة الموقع الجغرافي للمصنع، بالنسبة للأحوال الجوية والمناخ ومدى ما تتطلبه من احتياطات خاصة، وكذلك الوزن الطبيعي للمنتجات وما تحتاجه من أرضيات وروافع علوية معلقة من السقف. كما يحتاج الأمر لدراسة توفير المنافع للمصنع، بما فيها القوى الكهربائية والإنارة، والتسخين، والغاز، والمياه، وتحديد مجموع الجهد والحمل الكهربائي للمعدات الإنتاجية وغير الإنتاجية التي يحتوي عليها المخطط، وحمل الإضاءة الكافية للمبنى.

- **بعض الأمور التي تراعى في تصميم مبنى المصنع**

يفضل عادة أن تكون أرضية المصنع من الخرسانة بسمك كاف، لكي تتحمل للآلات والمعدات الخفيفة والثقيلة التي يمكن أن تستعمل أثناء التركيب، كما أنها أكثر تحملا للزيوت المستخدمة في الآلات وأقل تعرض لخطر الحرائق ، ويراعى فيها أن تكون مستوية كما يفضل أن يكون المصنع في دور أرضي.

ويفضل أن يكون في سقف المبنى كمرات من الصلب لتركيب روافع بكرات فيها لحمل الأدوات والمعدات التي قد تتطلبها عمليات الإنتاج لأن وجود هذه الروافع يؤدي إلى زيادة كفاءة الإنتاج وانخفاض تكلفة عمليات المناولة وينبغي مراعاة الاستفادة بالإضاءة الطبيعية في المبنى بقدر الإمكان ولذلك يفضل طلاء السقف والجزء العلوي من الجدران بلون فاتح وطلاء الجزء الأسفل من الجدران حتى مستوى النظر بلون أغمق لمنع تأثير الوهج.

ووجود النوافذ في الأماكن المناسبة من المبنى ، ويوفر في استهلاك الكهرباء ومن المسلم به أن الإضاءة الطبيعية لا تتوفر داخل المبنى إلا إذا كانت مساحة النوافذ والإضاءة العلوية تساوي 30 % من مساحة أرضية المصنع كما بينت الممارسة الفعلية أن النوافذ الرأسية تفقد نصف كمية الضوء في ستة أشهر إذا لم يتم غسلها وتنظيفها ، وإذا كانت مائلة فإن الفقد قد يبلغ 83% وينبغي أن تكون مساحة المبنى كافية لمنع الإزدحام وتوفير الفرصة للترتيب الجيد للمواد والمهمات والمشغولات أثناء التصنيع وأن تكون مداخل المبنى واسعة بحيث تسمح بدخول وسائل النقل المستخدمة وكذلك أجزاء وقطع المنتج الكبيرة.

ومن الأمور الهامة مراعاة توفر وسائل مكافحة الحرائق وأبواب الخروج عند حدوث الحريق والتقيد باللوائح المتعلقة بالتأمين ضد الحرائق ويفضل الإستعانة في هذا الصدد برأي أحد المختصين من شركات التأمين وينبغي أن تكون الممرات واسعة وكافية بطول خط سير العمل بالمصنع وتكون جوانبها مخططة بلون فاتح وأن يمنع وضع أي شئ في هذه الممرات .

بعد تركيب المعدات ، يتم تأمين إضاءة عامة جيدة في المبنى وإضاءة خاصة للمواقع التي تحتاج لذلك بالقدر

والشدة المطلوبين لأن الإضاءة السيئة يترتب عليها تدني كفاءة الإنتاج.

والنمط المناسب المتعارف عليه للإضاءة للاحتياجات العادية هو :

5 قدم - شمعة في الأماكن غير المطلوبة فيها رؤية التفصيلات الصغيرة بسرعة .
10قدم - شمعه تعطى ضوء جيدا على السطوح ذات الألوان الفاتحة .
15 قدم- شمعه توفر الضوء المطلوب للإنتاج السريع والدقيق لجميع باستثناء الأعمال الدقيقة جدا.
20 قدم - شمعه توفر ضوء كافي للأعمال الكتابية المتوسطة.
50 -100 قدم - شمعه لأعمال التفتيش الدقيقة جدا.

تنظم طاولات العمل وطاولات التفتيش في الأماكن المناسبة للإستفاده من الإضاءة الطبيعية بقدر الإمكان، وتدرس مدى الحاجة لنوافد اضافيه ولأنواع خاصة من زجاج النوافذ .
ويتم اختيار أنواع الإضاءة الحديثة لمبات الزئبق والبخار والفلورسنت التي تحقق أحسن النتائج بأقل التكاليف.وللتوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية، يراعى تجميع الأحمال على محرك واحد واختيار القدرة المناسبة للمحرك في حالة عدم توفر الشبكة العامة ، وتركيب عدادات للتحكم في الفقد في الطاقة الكهربائية، وتحميل كل قسم بتكلفة ما يستهلك من طاقة كهربائية. ويتم التحقق من كفاءة عزل الموصلات الكهربائية ومنع السخونة الزائدة وتحسين معامل القدرة وبرمجة الأحمال لتقليل دورات الحمل.

▪ تدقيق تخطيط المصنع

ويجدر التنويه بأهمية التفكير فى التوسع عند إعداد المخطط، والأخذ في الاعتبار احتمالات التغيرات التي قد تطرأ فى المستقبل على طرازات المنتجات وتطويراتها والمواد، وحتى تصنيع منتجات جديده .

وتوجد وسيلة جيدة لتدقيق المخطط، وهى رسم أرضية المصنع بمقياس رسم صغير وتحديد مواقع الأبواب والنوافذ والقواطيع . وبعد ذلك قطع أوراق سميكة بالمساقط الأفقية للآلات والمعدات وطاولات العمل وساحات التخزين وغيرها، ومحاولة تنظيم ترتيبها على رسم أرضية المصنع بعد محاولات كثيرة حتى يتحقق الترتيب الأمثل لها من حيث الإضاءة الطبيعية والاعتبارات الأخرى التي سبق ذكرها.

ثم دراسة هذا الترتيب للتحقق من أن الممرات كافية لسهولة تدفق العمل من طاولة عمل أو آله أو محطة انتظار لأخرى، ومن وجود مساحة كافية للتوسع فى المستقبل بإضافة آلات أو أماكن عمل، ومن توفر الأمكنة لحفر

التزييت وأساسات الآلات الثقيلة ومن سلامة المواقع المختارة للخدمات.

ويراعى فى اختيار موقع المحول الكهربائي ، إن وجد ، الحل الاقتصادي لشبكة توزيع الكهرباء فى المصنع ، وأن تكون مواقع مخازن المواد الخام والمستلزمات قريبة من أرصفة استلامها من وسائل نقلها ومن الأقسام المعنية بإجراء عمليات ابتدائية عليها، وإن تخزن الأجزاء المشتراة بالقرب من الأقسام المستخدمة ، والمنتجات المنتهية بالقرب من مواقع تحميلها على وسائل نقلها للتوزيع ، وإن يكون للمواد الثمينة أو المواد التي تحتاج للحفظ فى درجة حرارة معينه أو الزيوت والمواد القابلة للإشتعال، أماكن خاصة بها.

و يزود المصنع عادة ، حسب حاجته، بورشة عدة مركزية تقوم بسن وتصليح وصنع العدد التي تحتاج إليها الأقسام المختلفة ، وتكملها وحدات عدة في كل قسم للعدد المتداولة فيه بكثرة.
ومن الأمور الهامة توفير غرف تغيير ملابس، بالقرب من مدخل المصنع ووضع ساعات ميقاتية بعدها مباشرة كذلك دورات مياه يفضل أن تكون في جناح خاص بها، وغرف استراحة للمنتجات في المصنع . ويراعى في هذه الأماكن الخدمية أن تكون كافية وخالية من الازدحام.

▪ وسائط الصيانة

من الاعتبارات الرئيسية التي يعتمد عليها تحديد وسائط الصيانة، طبيعة العمليات الصناعية، وهل هي متقطعة أو مستمرة. فإذا كانت متقطعة ويوجد يوم أو أكثر بين العمليات المتتالية، أو بين أمري إنتاج مختلفين، يمكن التخطيط لتخصيص مبلغ غير كبير للاستثمار في توفير معدات كافية للصيانة، لأن ذلك يوفر وقتا أكثر لإصلاح الآلات الإنتاجية، وبذلك يمكن أداء عمل أكثر بمعدات الصيانة، وتحقيق عائد أكبر من الاستثمار فيها. أما إذا كانت العمليات مستمرة، ولا يوجد وقت فراغ بينها أو بين أمري إنتاج، فإن الأمر يتطلب زيادة كبيرة للاستثمار في توفير وسائط كافية للصيانة، لأن الإنتاج يظل مستمرا، وإذا حدثت أعطال صيانة فإن المواد تتكدس في جميع الأماكن، وتحدث خسائر تشغيل جسيمة.
وبتوفير الاستثمار الكافي لنشاط الصيانة تتوفر الفرصة، في حالات التعطل، لتشغيل جميع إمكانيات الصيانة فورا حتى لا يكون هناك نقص أو تأخير؛ ويشمل نشاط الصيانة أيضا المباني والأرض وتدريب أفراد الصيانة.

• الموافقة على الوسائط

بعد أن يتم مهندسا المصنع والصيانة إعداد الخطط التفصيلية، يقدماها إلى إدارة المصنع لمراجعتها والتحقق من عدم إغفال أي نقطة أساسية يترتب على إغفالها عواقب خطيرة في المستقبل. ويستحسن في هذه المرحلة أن يفتح المجال لإجراء مناقشة للمقترحات المختلفة وإظهار مزايا وعيوب كل بديل من البدائل لغرض التأكد من تحقيق الإنتاجية القصوى وأقل التكاليف. وبعد الاتفاق على المعدات والآلات وبرنامج الصيانة، تبدأ الإجراءات

للاتفاق على إعداد تصميمات المباني والإنشاءات وعلى تشييد المصنع.

• برنامج الصيانة الوقائية

ينبغي الحصــول من مصنعي وموردي المعدات والآلات على الكتيبات والنشرات المتعلقة بالتشغيل والصيانة (دليل التشغيل والصيانة).

وأساس أي برنامج للصيانة الوقائية هو برنامج التشحيم المنتظم والكامل، الذي يتضمن الأعمال التي ينبغي أداؤها، وتقدير الوقت المناسب لكل آلة، والأفراد الذين يقومون بالعمل. ويتضمن برنامج الصيانة الوقائية مراجعة جميع أجزاء المنظومة الكهربائية في المصنع وتحديد أعمال الصيانة التي تجرى سنويا ونصف سنويا وأسبوعيا والأعمال المتكررة. كما يتضمن، بالنسبة لكل آله من آلات الإنتاج، المجالات التي ينبغي مراجعتها مراجعة مستمرة بسبب تعرضها للبلى أو للاحتكاك الشديدين، والإجراءات التي تتبع عند تعطل الآلة.

ومهما كانت كفاءة برنامج الصيانة الوقائية ، تحدث أعطال غير متوقعة للآلات لأن محاولة منع الأعطال تكلف كثيرا جدا ، لذلك ينبغي إعداد إجراء نمطي يتبع عند تعطل أي آله، يقوم على الاتصال السريع بين إدارة التشغيل وإدارة الصيانة حتى يمكن إعادة الآلة للعمل بسرعة. ويحتفظ ببطاقة لكل آلة لهذا الغرض يدون فيها تاريخ كل إصلاح وطبيعته والأجزاء التي ثم تغييرها والوقت الذي استغرقته عملية الإصلاح، وسبب العطل ، وحالة الآلة التي على أساسها يتم تحديد تاريخ التفتيش التالي.

• قياس فعالية أعمال الصيانة

يجرى البحث بالنسبة لجميع عمليات الصيانة، لتحديد طرقا نمطية لأداء العمليات وأوقات نمطية تتم فيها، وذلك لتحسين الأداء وخفض التكلفة حتى يمكن للمصنع مواجهة المنافسة. إلا أنه نظرا للتنوع الشديد في العمليات التي يؤديها أفراد الصيانة، بتوجيه من مهندس الصيانة، فإنه من الصعب جدا إعداد وتنفيذ طرق نمطية لعملية الصيانة الخاصة بها وقيم للأوقات النمطية لعمليات الصيانة.هذا ومن ناحية أخرى توجد حالات صيانة لها طبيعة متكررة يسهل وضع طرق نمطية ووسائل لقياس فعالية أدائها ، وأيضا توجد عمليات غير متوقعه تتطلب خبرة جديدة لأدائها، ولا تتوفر لدى قسم الصيانة طرقا نمطية لها ولا قيما نمطية لأوقات إتمامها ، ويوجد بين هذين النوعين عمليات تتطلب من مهندس الصيانة خبرة ومهارة لإعداد طرقا نمطية وأوقاتا نمطية لها. وعليه أن يسعى دائما للتوسع في نطاق هذا النوع من العمليات التي يمكن تنميطها تنميطا معقولا.

• التحسينات التكنولوجية

ينبغي أن يكون مهندس الصيانة مطلعا باستمرار على التحسينات التقنية في آلات الإنتاج ليهيئ نفسه ليكون

مستعدا دائما لمواجهة الطبيعة الجديدة لمشاكل الصيانة التي سيواجهها.

▪ صيانة المصنع بأقل تكلفة

ينبغي تحديد مسؤول عن الصيانة تحديدا دقيقا، تكون له خبرة كافية. كما ينبغي وضع نظام لتقديم تقارير تفتيش دورية وسجلات دقيقة للصيانة، والقيام بمراجعتها باستمرار والتعرف على أسباب عناصر التكلفة الزائدة والمبادرة بعلاجها، والبحث عن المعلومات الخاصة بمدى صحة ضبط المعدات والآلات وجودة حالتها. وكذلك ينبغي المحافظة على أرضيات المصنع بتنظيفها، طبقا للبرنامج، وعدم تعريضها لسقوط الزيوت أو الشحومات عليها.

وفيما يلي بعض الإجراءات التي ينبغي مراعاتها في برنامج الصيانة:

1- وضع نظام للتفتيش على الآلات والمعدات وبرنامج محدد لتنفيذه.
2- العمل على تشغيل الآلات بسعاتها القصوى.
3- تنظيم إصدار أوامر التشغيل والإيقاف، والإجراء الذي يتخذ في حالات التوقف.
4- التحقق من مواظبة وحدات الخدمات والإصلاح.
5- المراجعة المستمرة لكراسي تحميل المحاور الدائرة.
6- توفير الفرصة للمشغلين ولأفراد الصناعة للاطلاع على المعلومات الكاملة عن الآلات والمعدات التي يعِّدها مصنعوها.
7- العمل على بحث وعلاج أي اهتزازات غير عادية.
8- المحافظة على الآلات في حالة جيدة في الفترات التي لا تعمل فيها ؛ ووضع تنفيذ برنامج تشحيم لمنع الصدأ والبلى الزائد.
9- الكشف الدوري على المحركات والتوصيات الكهربائية.
10- التحقق دوريا من دقة أجهزة القياس المختلفة ، والتفتيش على الصنابير والمضخات والوصلات والتركيبات.....الخ، طبقا لبرنامج دوري ، والعمل على إجراء التصليحات بدون أي تأخير.