برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني تشغيل مياه

دور الكيماويات في المعالجة – الدرجة الثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي 2015-7-1 V1

الفـهـرس

مراحل عملية التنقية بمحطات المياه	٢
التنديف Flocculation	٥
الترســـــــــــيب	٨
تشغيل المروقات	٩
مشكلات التشغيل:	١٠
منظومة حقن الشبة	١١
تحضير محلول الشبة في أحواض الإذابة:	١١
الكلـــــــــور	٢٠
موازين الأسطوانات	٢٥
ارشادات التشغيل القياسية لعنبر الكلور:	٣٣
أجهزة الكلور	٣٣
جهاز الكلور ذو الضغط السالب:	٣٧
تشغيل وإيقاف أجهزة الكلور	٣٨
ظاهرة تكون الثلج على جدران عبوات الكلور	٣٩
ج. أجهزة إضافة الكلور (المبخرات – أجهزة الحقن بمكوناتها – المواسير)	٣٩
١ .مبخر الكلور	٣٩
٢. أجهزة حقن الكلور:	٤١
الكشف عن تسرب غاز الكلور	٤٣
أولاً أجهزة الحماية الشخصية:	٤٣
ثانياً أجهزة الحماية العامة	٤٨
إضافة الكلور بأمان عند تطهير المروقات أو المرشحات:	٥١
معدات الإنقاذ هامة في حالة الخطر وأهمها:	٥٢

مراحل عملية التنقية بمحطات المياه

اعمال تجميع المياه وتشمل المأخذ ومواسير التوصيل والمصافي بأنواعها لحجز الاعشاب والاغصان والنياتات وخلافه والتي يمكن ان تسد او تتلف معدات المحطة. واخيرا طلمبات المياه العكرة.

١. اعمال التنقية وتشمل ازالة الشوائب والطحالب بالترسيب باستخدام المروبات والكلور المبدئي وكذلك ازالة المواد الدقيقة والكائنات الحية الدقيقة بالترشيح.
٢. اعمال التطهير بغرض القضاء على البكتريا والكائنات الحية الدقيقة المتبقية وذلك بإضافة الكلور النهائي.
٣. اعمال التخزين والتوزيع بتجميع المياه المنقاه في خزانات ارضية ثم ضخها لشبكة التوزيع بواسطة طلمبات الضغط العالى او طلمبات المدينة.

كما تستخدم عملية التهوية للتخلص من الروائح ولأكسدة بعض المواد، ولإزالة الحديد والمنجنيز من المياه

وتحتاج الشوائب المعلقة الصغيرة في الماء الى عملية ترويب وتنديف للتخلص منها:

يقصد بلفظ الترويب (coagulation)، المرحلة الأولى لتكون غرويات غير قابلة للذوبان في الماء، أما لفظ التنديف (flocculation)، فيعني المرحلة التالية للترويب وهي تكوين الندف (flocs) الأكبر حجماً، والتي ترسب لثقل وزنها.

وعليه فالترويب والتنديف عملية ضرورية في معالجة المياه، ويرجع ذلك أساساً إلى وجود هذه الجسيمات الدقيقة المعلقة في الماء وغير القابلة للترسيب في وقت مناسب، ولكن يمكن تحويلها إلى أجسام أكبر وأثقل وزناً بواسطة إضافة مروبات كيماوية (Coagulants) وخلطها مع الماء.

وتحمل هذه الجسيمات الدقيقة شحنة كهربائية سالبة، وبالتالي يحدث تنافر بينها لتماثل شحناتها، وهكذا تبقى متباعدة عن بعضها، أي معلقة في الماء. لذلك تستخدم المروبات لتساعد على تجميع هذه الجسيمات وترسيبها بسرعة.

١. انواع المروبات:

تستعمل مواد كيماوية (Coagulants) في عمليات ترويب المياه، من أهمها:

- سلفات (كبريتات) الألمونيوم (الشبه).
- كلوريد الحديديك.
- سلفات (كبريتات) الحديديك.
- سلفات (كبريتات) الحديدوز والجير.

كما تستعمل مواد أخرى كمساعدات مروبات من أهمها:

- السيليكا المنشطة (سليكات الصوديوم).
- عوامل التثقيل (مثل طين البانتونايت).
- البولي الكتروليتات.

وتتم عملية الترويب بإضافة مادة أو أكثر، حسب خواص المياه ومكوناتها، وتؤثر درجة قلوية المياه تأثيراً مباشراً في كفاءة الترويب وجرعة المادة المروبة، وكل مادة من هذه المواد لها درجات معينة من ال PH تكون كفاءتها خلالها أكبر ما يمكن.

والشبة هي أكثر مواد الترويب استعمالاً، وهي تتفاعل مع القلوية الموجودة في الماء طبيعياً أو القلوية المضافة (إذ يجب توفير مستوى معين من القلوية لحدوث التفاعل) مكونة جسيمات ندفية جيلاتينية هلامية القوام من أيدروكسيد الألومنيوم، والتي لها خاصية تجميع المواد العالقة.

"سلفات الومنيوم + بيكربونات كالسيوم= ايدروكسيد ألومنيوم + سلفات كالسيوم + ثاني اكسيد الكربون"

ونتيجة لأن الندف المتكونة من أيدروكسيد الألومنيوم تحمل شحنة كهربية موجبة، فإنها تتعادل مع جسيمات العكارة ذات الشحنة السالبة في مدى لا يتجاوز ثانية أو ثانيتين بعد إضافة الشبة (وهذا هو السبب في ضرورة الخلط السريع التام للحصول على ترويب جيد)، ويعتبر هذا التعادل بين الشحنتين الكهربائيتين علامة على بدء الترويب، وتلتصق جسيمات العكارة بندف ايدروكسيد الألومنيوم، وتكون جسيمات اكبر حجماً وأثقل وزناً ذات شحنة كهربائية متعادلة وهي ما تسمى بالندف (Flocs) ثم تتصادم الندف الدقيقة وتتماسك معاً مكونة ندفاً أكبر قابلة للترسيب وتسمى هذه العملية بالتنديف.

وتضاف مساعدات المروبات لتحسين عملية الترويب حيث تساعد على:

- تكوين ندف أقوى وأكثر قابلية للترسيب.
- الحفاظ على سرعة الترويب.
- الإقلال من كمية المروبات المستخدمة.
- خفض كمية الروبة المنتجة.

وتسمى كمية الشبة المضافة للمياه الخام لتكوين أكبر وأثقل ندف بالجرعة المؤثرة (Optimum dose) ويتم تحديد هذه الجرعة عن طريق التجارب المعملية باستخدام اختبار الكأس (Gar Test) كما سيرد بعد قليل.

تحضير المحاليل

- يتم إذابة وتخفيف المروبات (أو مساعداتها) بالمياه بمحطة التنقية لتكوين محاليل ذات تركيز يتناسب مع وسيلة الإضافة المتاحة قبل إضافتها للمياه الخام
- في المحطات الكبرى يتم تخصيص مبنى للكيماويات مستقل لتحضير وتجهيز محاليل الترويب (الشبه) يشمل أحواض الإذابة، طلمبات الحقن، شبكات مواسير ووسائل الإذابة وسيور ناقله وأوناش وخزانات للتخزين المؤقت.
- تشمل التجهيزات الكاملة لتغذية المروبات على خزانات لتحضير المحاليل تستعمل لخلط وتخفيف المواد الكيماوية، طلمبات نقل، وخطوط مياه التخفيف وخطوط مواسير المحاليل، وموازين مختلفة، ومعدات تقليب وخلط.
- تتم عملية إذابة الشبه إما ميكانيكيا أو باستخدام التقليب بالهواء.
- يجب أن تكون كافة التجهيزات المستعملة لتحضير وتجهيز وضخ وتخزين كيماويات المعالجة (الشبة) مصنوعة من مواد خاصة تقاوم تأثير هذه الكيماويات.

ج. إضافة الجرعات

عند إذابة أو تخفيف المروب يجب معايرته وضبط التركيز ويتم استخدام وإضافة محلول المروب للمياه الخام عند نقطة الحقن (في غرفة الخلط السريع).

وتستخدم للإضافة عادة طلمبات حقن الشبه "طلمبة التغذية بالمحلول" وأكثر أنواع الطلمبات شيوعاً هي طلمبة المعايرة (Dosing Pump) وتسمي كذلك لأنها تضخ مع كل شوط (مشوار أو لفة) حجما معينا معايراً بدقة من المحلول. ومن الأنواع التي تستعمل على نطاق واسع طلمبة المعايرة ذات الغشاء المرن (Diaphragm) أو ذات المكبس (Plunger) وكلتاهما تدار كهربائيا ولها سرعات أو مشاوير متغيرة ويمكن ضبطها يدويا أو أوتوماتيكيا أثناء إيقافها أو دورانها (سيتم شرحها فيما بعد).

الخلط (التقليب) السريع Rapid (Flash) mixing

ويعني بها خلط محلول المروب (الشبة) المضاف إلى المياه الخام العكرة. ويعتبر الخلط أو التقليب السريع من أهم خطوات عملية الترويب فهو ضروري جدا لتوزيع المروب (الشبه) توزيعا منتظما في كل أجزاء المياه.

والتلامس الأول للمروب (الشبه) مع المياه الخام تعتبر أكثر الفترات الزمنية حرجاً في عملية الترويب بأكملها، ذلك أن تفاعل الترويب يحدث بسرعة وفي جزء من الثانية، ولذلك فمن الضروري أن يتلامس المروب (الشبه) والجسيمات الغروية فوراً، ويجب تقليب المياه بسرعة لعدة ثوان لضمان تلامس جزئيات المروب تماما مع الجسيمات العالقة.

وهناك أنواع من المعدات والتجهيزات التي تستعمل لتوفير الخلط السريع وتشمل:

- الخلاطات الميكانيكية
- الطلمبات والموصلات
- الخلط الهيدروليكي

تستعمل الخلاطات الميكانيكية للخلط السريع من النوع المروحي أو الدوار أو التوربيني لما لها من سمات تحكم ، وتركب غالبا هذه الخلاطات الميكانيكية في غرف أو صهاريج صغيرة حيث يتم التحكم في عملية الخلط عن طريق تغيير سرعة الخلط، ومدد المكث في هذه الغرف قصيرة جداً ولا تتعدى عادة دقيقة واحدة (وغالبا ما تكون أقل من ٣٠ ثانية)

يتم أحيانا تركيب الخلاطات (القلابات) الميكانيكية على خط مواسير مباشرة وتسمي في هذه الحالة "خلاطات في الخط"، وتختلف عن الخلاطات من نوع الطلمبات في إمكانية ضبطها لإعطاء المقدار الصحيح من طاقة الخلط حيث أنها لا تتطلب صهريجا أو غرفة منفصلة. ويلزم تحديد موقع الخلاط في الخط بحيث لا تحدث عملية التنديف داخل خط المواسير وإنما تحدث في غرفة تالية لخط المواسير مباشرة.

يتم الخلط الهيدروليكي باستخدام عوارض (Baffles) أو باختناق للصمامات (Throttling Valves) تؤدي إلي زيادة سرعات للمياه الجاري تنقيتها بدرجة كافية تسبب انسياب مضطرب (Turbulent Flow) يعمل علي التقليب والمزج السريع.

التنديف Flocculation

هي عملية ملازمة لعملية الترويب (إضافة المروب والخلط السريع) الغرض منها تكبير حجم الندف بالتقليب البطيء لتصادم الجزئيات الدقيقة ببعضها والتصاقها معا. تتكون وحدة التنديف من حوض للتقليب البطيء، وحيث أن عملية التنديف أبطأ بكثير من عملية الخلط السريع فإن حوض التنديف أكبر نسبيا.

ونظرا لأن الندف (Flocs) هشة تماما فلذلك يجب أن يجرى التقليب ببطء وبسرعة تصرف بطيئة بما لا يفتت الندف ولا يكسرها.

تشغيل عملية الترويب / التنديف

هناك ثلاث خطوات أساسية في تشغيل عملية الترويب / التنديف:

- اختبار الجرعات
- إضافة الكيماويات
- مراقبة فعالية العملية

أ. اختبار الجرعات

يجب إجراء سلسلة اختبارات معملية بمعمل محطة التنقية لتحديد أكفأ جرعة اقتصادية فعالة من المروب (الشبه) (Optimum Dose) ويسمي عملية اختبار الجرعات (Jar test) ولإتقان هذه المهمة يجب قياس وتسجيل بعض خواص المياه الخام المؤثرة في عملية التنقية:

- درجة الحرارة
- درجة التأين الإيدروجينى pH
- القلوية
- العكارة بوحدات NTU

وفيما يلي تأثير كل من هذه الخواص على عملية الترويب والتنديف:

درجة الحرارة:

كلما انخفضت درجات الحرارة كان التنديف أضعف وأقل جودة (قد يستلزم الأمر في هذه الحالة زيادة جرعة المروب)

درجة التأين الإيدروجينى pH:

القيم العالية أو المنخفضة نسبيا لها أثر في فعالية عملية الترويب والتنديف، وتتفاوت قيم درجة التأين الإيدروجينى المثلي وفقا للمروب المستعمل وظروف المياه الخام

القلوية:

تتفاعل الشبه مع قلوية المياه حيث يتكون إيدروكسيد الألومنيوم الذي يبدأ عملية الترويب. (وفي بعض نوعيات المياه الخام) فإن القلوية المنخفضة نسبياً تحد من هذا التفاعل وتضعف عملية التنديف، وفي مثل هذه الحالات تضاف كيماويات تزيد من قلوية المياه

العكارة:

كلما كانت عكارة المياه الخام مناسبة كلما زادت فرصة تكون ندف ملائمة، فلا تعني قلة العكارة مثلا سهولة في تكوين الندف (وفي بعض نوعيات المياه الخام المطلوب تنقيتها قد يتم اللجوء إلى إضافة البنتونايت – عكارة صناعية – للمياه الخام ذات العكارة المنخفضة وذلك حتى تزداد فرصة تكون الندف).

وفي تصميم بعض طرق التنقية يتم استخدام طريقة (الروبة المعادة Returned sludge) إلى المروقات بهدف زيادة فرص تكوين الندف مع تحقيق بعض الوفر في استخدام المروب.

من المهم إيضاح أن فعالية المروب قد تتغير مع تغير خواص المياه الخام بما يؤثر على عملية الترويب والتنديف ولذلك يجب أن يتم إجراء اختبار الجرعات Jar test يومياً وكلما تغيرت خواص المياه الخام.

مراقبة فعالية العملية:

يعتبر اختبار الجرعات هاماً للغاية في عملية التحكم في التشغيل نظراً لأنه يعطي دلالة عن النتائج المتوقعة إلا أن تشغيل محطة التنقية على النطاق الكامل قد لا يتطابق تماما مع هذه النتائج ولذلك يتطلب الأمر مراقبة الأداء الفعلي للمحطة لمراجعة الآتي:

- الخلط السريع الملائم
- التنديف البطيء
- مدة التنديف الملائمة
- نوعية المياه المروقة

يبني الترويب الناجح على الخلط السريع التام للمروب مع المياه الخام ورغم أن الترويب يحدث في أقل من ثانية واحدة إلا أن غرفة الخلط قد تهيئ مدة مكث تتراوح بين ٢٠–٤٠ ثانية، ويجب أن يكون الخلط مؤديا إلى الانتشار الكامل للمروب في كل غرفة الترويب.

ومن المهم للغاية إيضاح أنه في خلال الثواني الأولي من إضافة المروب (الشبة) يجب أن تختلط مع المياه الخام اختلاطا كاملا (مع كل قطرة مياه) لبدء تكوين ندف فعالة وإلا فإن كفاءة العملية كلها قد تهبط وتتناقص ابتداء من هذه النقطة ويتضح تأثير الاستعمال الخاطئ للمروب عند هذه النقطة وعادة ما يتم تصحيح هذه المشكلة – في حالة حدوثها – إما بتعديل نقطة الإضافة (نقطة الحقن) أو طريقة الخلط وذلك لضمان حدوث أكبر عدد ممكن من تصادم الجسيمات في المياه العكرة مع بعضها البعض لتوفير الفرصة لتكوين الندف ثم تجمعها مع بعضها البعض تمهيدا لترسبها بعد ذلك.

ويعتبر ظهور أي من الظواهر الآتية دليلا علي قلة كفاءة هذه العملية

- ندف صغيرة جداً (للغاية).
- تكون بقع.
- عكارة عالية في المياه المرسبة.
- انسداد المرشحات وتكرار غسيلها على فترات متقاربة اكثر من اللازم.

وإذا ظهر أي من تلك الظواهر السابقة فإنه يجب على القائم بالتشغيل أن يتحرى عن:

- مدي ملاءمة عملية الخلط السريع
- مدي البطء في التنديف
- طول مدة التنديف

ويتطلب التنديف الملائم خلطا طويلا لطيفا ويجب أن تكون طاقة الخلط كبيرة بما يكفي لجعل الجسيمات المروبة تتلامس باستمرار بعضها مع بعض ولكن بدون سرعة زائدة يمكن أن تؤدي لتفتت الجسيمات التي تكونت ولهذا السبب تصمم عادة أحواض ومعدات التنديف لتهيئة سرعات خلط أعلي تلي الترويب (إضافة المروب) مباشرة، وسرعات أبطأ مع استمرار سريان المياه في الحوض، وتظهر الجسيمات الجيدة من الترويب والتنديف على هيئة وشكل: قشور ثلجية دقيقة أو تشبه ندف صوفية معلقة في مياه رائقة جداً ويجب ألا تبدو المياه مغيمة أو ضبابية، وإذا ظهرت أيا من الظواهر الأربع للخلط غير الملائم السابق إيضاحها فيتم فحص سرعة قلابات التنديف.

يستغرق تكوين جسيمات ندفية كبيرة وثقيلة بعض الوقت، ويجب أن يوفر حوض التنديف مدة مكث تتراوح بين ٢٠ إلى ٤٠ دقيقة. وينتج عن الترويب والتنديف الفعال مياه مروقه ذات خواص عالية الكفاءة من حيث العكارة وترسيب الطحالب الموجودة في المياه الخام وينتج عنها بالتالي استخدام فعال للمرشحات حيث تتم عملية ترسيب كاملة ذات كفاءة عالية في المروقات.

ويتم مراقبة المياه الناتجة للتحقق من نوعيتها. وجسيمات الندف التي قد تهرب مع خروج المياه من المروقات إلى المرشحات قد تسد المرشحات تماما وتزيد من تكرار غسيلها – مما يؤدي إلى فقد في إنتاج المياه نتيجة تكرار عمليات غسيل المرشحات بسبب ذلك وإذا حدث ذلك وتكرر فإنه يلزم عمل الآتي:

- مراجعة جرعة المروب (الشبه).
- مراجعة عملية الخلط السريع.
- مراجعة سرعة تكون الندف وشكلها وطريقة تجمعها.
- مراجعة سرعة الترسيب.

الترســـــــــيب

عملية الترسيب تلي عملية الترويب / التنديف، وبحدوث هذه العملية تتم عملية الترويق، وتتم بإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب والتي تشمل الرمل والطمي والحصى والرواسب الكيميائية والملوثات والندف ،وتتم في حوض الترسيب تهيئة المياه المروقة للدخول إلى المرشحات لإجراء عملية الترشيح.

عملية الترسيب ذات الكفاءة العالية تساعد على إنتاج مياه مروقة بأقل عكارة ممكنة وتقلل إلى حد كبير من المواد العالقة التي يجب أن تزيلها المرشحات وبالتالي تساعد على زيادة ورفع كفاءة عملية الترشيح.

تجري عملية الترسيب (طبقا لتصميم محطة التنقية) في أحواض الترسيب أو في حيز الترسيب في المروقات وهي ذات تصميمات وأشكال مختلفة قد تكون مستطيلة أو مربعة أو دائرية وغالبا ما تكون المروقات الدائرية ذات تغذية في مركزها.

في أحواض الترسيب المستطيلة يكون اتجاه سريان المياه فيها واحد موازيا لطول الحوض (تصريف خطوط مستقيمة)، وفي المروقات الدائرية ذات التغذية من المركز يكون اتجاه سريان المياه قطريا من المركز إلى المحيط الخارجي (تصريف قطري) وطبقا للتصميمات التي تأخذ في الاعتبار الاحتفاظ بالسرعة المطلوبة وتوزيع التصريف لمنع تكون التيارات والدوامات التي تعوق عملية الترسيب، وعادة ما تصنع من الصلب أو الخرسانة المسلحة وينحدر القاع انحداراً محسوبا لتسهيل تجميع وإزالة الروبة الناتجة من عملية الترسيب وبصفة عامة توجد دائما أربعة مناطق هي:

منطقة الدخول: حيث تدخل منها المياه بسرعة معينة محسوبة طبقا للتصميم وتتوزع فيها المياه توزيعا منتظما.

منطقة الترسيب: حيث تتم فيها عملية الترسيب اللازمة للمواد العالقة والندف السابق تكونها وتجمعها. وهي اكبر مناطق الحوض.

منطقة الخروج: حيث تخرج المياه الرائقة ومنها إلى المرشحات. وقد تستخدم حواجز بها ثلمات على شكل حرف V لتوفير خروج هادئ للمياه الرائقة بحيث لا تحمل معها ندفا تنتقل الى المرشحات.

منطقة الروبة: تتجمع فيها كل الرواسب والروبة المتجمعة والتي يمكن صرفها والتخلص منها بعد ذلك.

تتأثر عملية الترسيب بعدة عوامل اهمها:

- حجم الحبيبات وطريقة توزيعها فكلما زاد حجمها ووزنها زادت كفاءة الترسيب.
- شكل الحبيبات كلما اقترب شكلها من الشكل الكروي كان ترسيبها اسرع واكفأ.
- كثافة الحبيبات فكلما زادت كثافتها زادت كتلتها بالنسبة لحجمها وزادت سرعة رسوبها وبالتالي كفاءة الترسيب.
- درجة حرارة الماء كلما ارتفعت درجة حرارته قلت كثافته ولزوجته وبالتالي زادت سرعة الرسوب وزادت كفاءة الترسيب.
- الشحنة الكهربية للجسيمات والتي تكون دائما سالبة وعند معالجة المياه بالشبة موجبة الشحنة يحدث تجاذب بين الجسيمات الموجبة والسالبة مما يساعد على ترسيبها وزيادة كفاءة الترسيب.
- سرعة سريان الماء في الحوض كلما قلت سرعته زادت كفاءة الترسيب.
- مدة بقاء الماء في الحوض (مدة المكث) كلما زادت المدة زادت كفاءة الترسيب.

مدة المكث = حجم حوض الترسيب معدل التصرف على خلال الحوض

– النسبة بين طول وعرض حوض الترسيب في الاحواض المستطيلة وذلك لإقلال وجود مناطق راكدة عند زيادة عرض الحوض.

تشغيل المروقات

يجب مراعاة كيفية التحكم في تصريف المروق (أو معدل سريان المياه).

يجب أن يكون الصمام المركب على جهاز قياس التصرف مفتوحا بالكامل إلا في حالة إيقاف المروق.

يجب أن يتم توزيع المياه العكرة على المروقات الجاهزة للعمل والتشغيل.

يجب التحكم في كمية المياه المروقة بواسطة عدد محدد من طلمبات المياه العكرة في حالة عطل جهاز قياس التصرف.

في حالة إيقاف أو تشغيل طلمبة مياه عكرة يجب على القائم بالتشغيل في عنبر المياه العكرة إبلاغ القائم على التشغيل في الكيماويات والمروقات والمرشحات.

عند بدء التشغيل يجب عمل الآتي:

– يجرى المعمل اختبار الجرعات (Jar test) ويتم تحديد جرعة الكلور والشبه.
– يجب اختبار قوة تركيز محلول الشبه لتحديد مدى ملاءمته لتصرف المياه.
– فتح بلف الدخول (بحيث لا يتعدى ٧٠% من تصرف المياه التي تم تصميم المروق عليها) ويتم زيادة كمية المياه الداخلة إلى المروق بالتدريج
– تراجع جرعات الشبه.
– تراجع عملية إضافة الكلور المبدئي.
– يتم ضبط معدل إضافة الكيماويات – الكلور المبدئي والشبه.
– يتم تصريف الروبة بالمعدلات المقررة طبقاً لتصميم المروق.
– يتم مراقبة عمليات: التنديف، الترويب، الترسيب.
– عند إعادة بدء تشغيل المروقات (بعد توقف للصيانة) يجب عمل الآتي:
– مراجعة جميع الوحدات الرئيسية مثل:

- المواسير
- الصمامات
- الكوبري الكاسح
- تزييت وتشحيم جميع الوحدات المطلوب تزييتها وتشحيمها.
- إدارة كوبري الكاسح لدورتان متتاليتين لتنظيف قاع المروق من الروبة وكل المواد العالقة به.
- الكشف على جميع الصمامات وفتحها وغلقها للتأكد من سلامة عملها ويتم الكشف على مواسير صرف الروبة.

- مراجعة جميع وحدات إضافة الكيماويات.

مشكلات التشغيل:

الندف الرديئة التكوين ودوائر القصر في المياه (Short Circuit) من المشكلات الشائعة في عملية الترسب، وكلاهما يقلل من نوعية المياه المروقة ويزيد من تحميل العكارة على المرشحات.

الندف الرديئة التكوين والتي تكون غير متماسكة ومفككة لا تترسب بسهولة وتنتج عن الترويب والتنديف الرديء والخلط السريع الغير صحيح والمروبات أو الجرعات غير الملائمة.

ويعطى اختبار الجرعات المعلومات الكافية اللازمة للتغلب على هذه المشكلات مع مراجعة عملية الترويب والتنديف والترسيب على النحو الذى سبق إيضاحه.

أما عن دوائر القصر في المياه (وهي الانحراف عن مسار التصرف المعتاد خلال المروقات أو أحواض الترسيب) والوصول إلى مكان الخروج من المروق في زمن أقل من الزمن اللازم طبقا لتصميم المروق.

للتغلب على هذه المشكلة يتم إعادة تدوير الروبة السابق ترسيبها من عملية الترسيب (بهدف زيادة الجسيمات مما يؤدى لزيادة تصادمها وتجمعها وزيادة نمو الندف وتجمعها بحيث تثقل وتترسب بطريقة أكثر كفاءة وفاعلية). كما ان الخلط الردئ للمروب مع المياه الخام يمكن أن يؤدى إلى تكوين بطئ للندف ولذلك يجب أيضا مراجعة عملية الخلط في مثل هذه الحالات.

إزالة الروبة:

تتجمع الروبة مع إتمام عملية الترسيب، ويجب أن يتم إزالتها دوريا للأسباب الاتية:

- منع تداخلها مع المياه المروقة وإعادة تعكيرها.
- منع تكاثر البكتريا التي تسبب طعما ورائحة غير مقبولين للمياه.
- تفادى شغل حيز كبير من الحوض ، يخفض من كفاءة تشغيله ، مع انخفاض نوعية المياه المنتجة لانخفاض مدة المكث

وتتم عملية إزالة الروبة من المروقات (أو أحواض الترسيب) طبقاً للتصميمات المختلفة بها سواء بالطرق اليدوية أو الميكانيكية أو هيدروليكيا (كباري كسح الروبة – أو أنابيب تجميع الروبة... الخ.

روبة الشبة:

روبة الشبة ذات شكل جيلاتيني لزج تحتوى على المواد التي تم ترسيبها وتكون محتوية على الندف المرسبة من إيدروكسيد الألومنيوم.

من الطرق الشائعة للتخلص من الروبة هو ضخها في برك مصممة لهذا الغرض وتترك لتجف إلى أن يتم إزالتها للتخلص منها نهائياً على أن التخلص من الروبة في برك قد لا يلائم المحطات الكبيرة ذات الإنتاجية الكبيرة.

وحديثاً هناك طرق مستخدمة للتخلص من الروبة الناجمة عن الشبه عن طريق تركيزها وتجفيفها باستخدام أنظمة طرد مركزي (Centrifuge) ليتم الاستفادة من الروبة الصلبة الناتجة بطرق متعددة عن طريق ضغطها. باستخدام مرشح الضغط (Filter Press) ويمكن استعمالها كسماد عن طريق معالجاتها باستخدام الجير على سبيل المثال.

منظومة حقن الشبة

تتكون منظومة حقن الشبة عادة بالمحطات من العناصر الآتية:

١. خزان الشبة المركزة (أو خزان التذويب في حالة استخدام الشبة الصلبة)
٢. منظومة طلمبات النقل والتدوير
٣. خزانات التخفيف
٤. طلمبات حقن الشبة (والمعدات المساعدة وتشمل محابس الأمان وخامدات النبضات)
٥. خطوط الحقن
٦. نقطة الحقن

تحضير محلول الشبة في أحواض الإذابة:

يتم إضافة الشبة في صورة سائلة او صلبة بتركيز معين للمياه العكرة المطلوب معالجتها وبعد إضافة جرعة الكلور المبدئي بمسافة وزمن كافي لتحقيق التلامس المطلوب بين الكلور والماء.

أ. في حالة الشبة الصلبة:

يتم نقل الأجولة يدوياً أو ميكانيكيا إلي داخل أحواض خشبية وبها فتحات وفراغات طويلة وتكون مغلقة داخل أحواض الإذابة ذات أحجام معايرة يتم بعدها فتح المياه أعلي الأحواض الخشبية خلال مجموعة فواني أو رشاشات حتي تصل إلي حد معين يتم بعدها تشغيل قلابات مروحية كهربائية لإتمام عملية الإذابة.

ب. في حالة الشبة السائلة:

- يتم نقلها من أحواض التخزين بواسطة طلمبات خاصة إلي داخل أحواض الإذابة من خلال مواسير من البلاستيك القوي – u p v c–.
- يتم تجهيز جميع أحواض الإذابة بمقياس مدرج لتحديد كمية المياه أو المحلول الموجودة به ويمكن الاستعانة بالأجهزة الحديثة للقياس مع معايرتها بصفة دورية.
- يقوم المعمل بأجراء الاختبارات اللازمة لتحديد درجة التركيز المطلوبة لمحلول الشبة وهي في محطات مياه القاهرة تتراوح بين ١٠% إلي ٢٠% ويقوم المعمل كذلك بالتأكد من تركيز الأحواض بصفة دورية كلما تكررت عملية الإذابة.
- كما يقوم المعمل بتحديد جرعة الشبة المناسبة طبقا لنتائج الاختبارات الدورية.

يتم تحضير محلول الشبة بطريقتين (وزنية، حجمية) كالآتي:

١. الطريقة الوزنيـــة:

مثال١: استعمال شبة صلبة زنة ١٠جرام وإذابتها في ١٠٠ مللي ماء يعطي محلول تركيز ١٠% (أي أن كل ١٠٠مللي ماء يحتوي علي ١٠ جرام مادة صلبة).

مثال ٢: استعمال شبة سائلة بإضافة ٢٠ جرام ويتم إكمالها إلي ١٠٠ مللي ماء يعطي محلول تركيز ١٠%.

ومن هنا نلاحظ أن المادة الفعالة للشبة السائلة تمثل٥٠% من الشبة الصلبة.

لذا نستهلك السائلة بضعف كمية الشبة الصلبة لنفس التركيز.

٢. الطريقة الحجميـــة:

كما هو معروف فأن الحجم = الكتلة

الكثافة النوعية

الكثافة النوعية للشبة السائلة في حدود ١,٣٧ جم

مثال ١: لتحضير محلول ١٠% من الشبة السائلة.

٢٠جم ---------- ١٠٠مللي ------ ← محلول تركيز ١٠%

الحجم = ٢٠ = ١٤,٥٩ مللي شبة سائلة تكمل إلي ١٠٠ مللي ← محلول تركيز ١٠%

١,٣٧

ملحوظة: إذا وزنت ١٤,٥٩ مللي شبة سائلة = ٢٠جرام.

معايرة مضخة الشبة

هناك دائماً فرق يظهر مع تشغيل طلمبات حقن محلول الشبة وعليه يلزم من حين لآخر إجراء عملية معايرة لها لضمان التحكم في إضافة الجرعات المناسبة للشبة ، هذا الفرق قد يزاد مع الوقت لظروف مختلفة.

وهناك تدريجات مختلفة علي طلمبات الحقن تدل علي معدلات التصرف المختلفة بعض منها يتراوح بين صفر إلي ١٠٠% من التصريف وبجانبه معدل تصريف الأقصى للطلمبة. والبعض الأخر مدرج بين صفر إلي رقم نهائي معين وبجانبه معدل تصريف لكل درجة من التدريج (مثلا كل شرطة تمثل عدد معين من اللترات في الدقيقة).

ولإجراء المعايرة الدورية يتم تشغيل الطلمبة (أو فرع من الطلمبة) علي درجات مختلفة تبدأ من ٥ إلي ١٠إلي ١٥. وهكذا حتي نهاية التدريج وحساب التصريف الأسمى لكل منها وقياس كمية التصريف الفعلية بواسطة مخبار مدرج عند نقطة الإضافة في خلال زمن قياس محدد باستخدام ساعة إيقاف Stop Watch وتسجل القراءات الفعلية أمام كل تدريج ويمكن رسم منحني لكل فرع من الطلمبة أو عمل جدول يبين تدريج الطلمبة والتصريف المقارن لكل درجة.

وعلي سبيل المثال:

إذا وجدنا أن عند تدريج ٣٢ من الطلمبة وهو ما يوازي ٢٠لتر / دقيقة إسميا يعطي تصريفا قدرة ١٨,٥لتر / دقيقة فقط فيسجل في الجدول تدريجات مختلفة وأمام كل تدريج قراءة فعلية تسهل علي القائم بالتشغيل وعمالة سرعة ضبط الكميات المطلوبة بدقيقة.

اعداد محلول الشبة

١. تأكد ان جميع المحابس في وضعها الصحيح
٢. يتم توصيل التيار الكهربي للأجهزة لبدء التشغيل.
٣. تأكد من نظافة حوض تحضير الشبة ،ثم اضف الشبة الصلبة في الحوض على الشبكة الخشبية.
٤. افتح محبس دخول المياه حتى المنسوب المطلوب وقم بتشغيل الخلاط المطلوب.
٥. اترك الشبة والماء يمتزجان حتى يتكون محلول متجانس ثم قم بإيقاف الخلاط.
٦. تأكد من تركيز المحلول عن طريق المعمل.
٧. افتح محبس خروج المحلول من الحوض وكذلك افتح محبسي السحب والطرد للطلمبة.
٨. اضبط تدريج الطلمبة حسب ما يحدده المعمل ثم يتم تشغيل طلمبة حقن الشبة.
٩. يتم مراقبة وصول المحلول الى موزع الشبة عند المروقات.
١٠. يتم التأكد من تجهيز حوض آخر بالمحلول وبالتركيز المطلوب.
١١. يتم ايقاف الطلمبة عند وصول ارتفاع المحلول ١٠سم من قاع الحوض واستخدام الحوض الجاهز للاستخدام.

وسوف نستعرض من خلال هذا الجزء طلمبات حقن الشبة والمعدات المساعدة على اعتبار أن هذه الطلمبات من أهم الأجزاء في منظومة حقن الشبة بالمحطات.

٧-٢ طلمبات حقن الشبة

لإتمام عملية حقن الشبة يتم استخدام طلمبات خاصة بذلك ويوجد منها نوعان رئيسيان هما:

٧ ٢ ١ ذو الغشاء أو الرق (الدايفرام)

ويتميز بوجود رق أو غشاء مرن وهو الذي يدفع السائل (الشبة المخففة) إلى المروقات لمعالجة المياه. وهذا النوع على اتصال مباشر أو ملامسة للمادة الكيميائية المضافة (السائل المخفف).

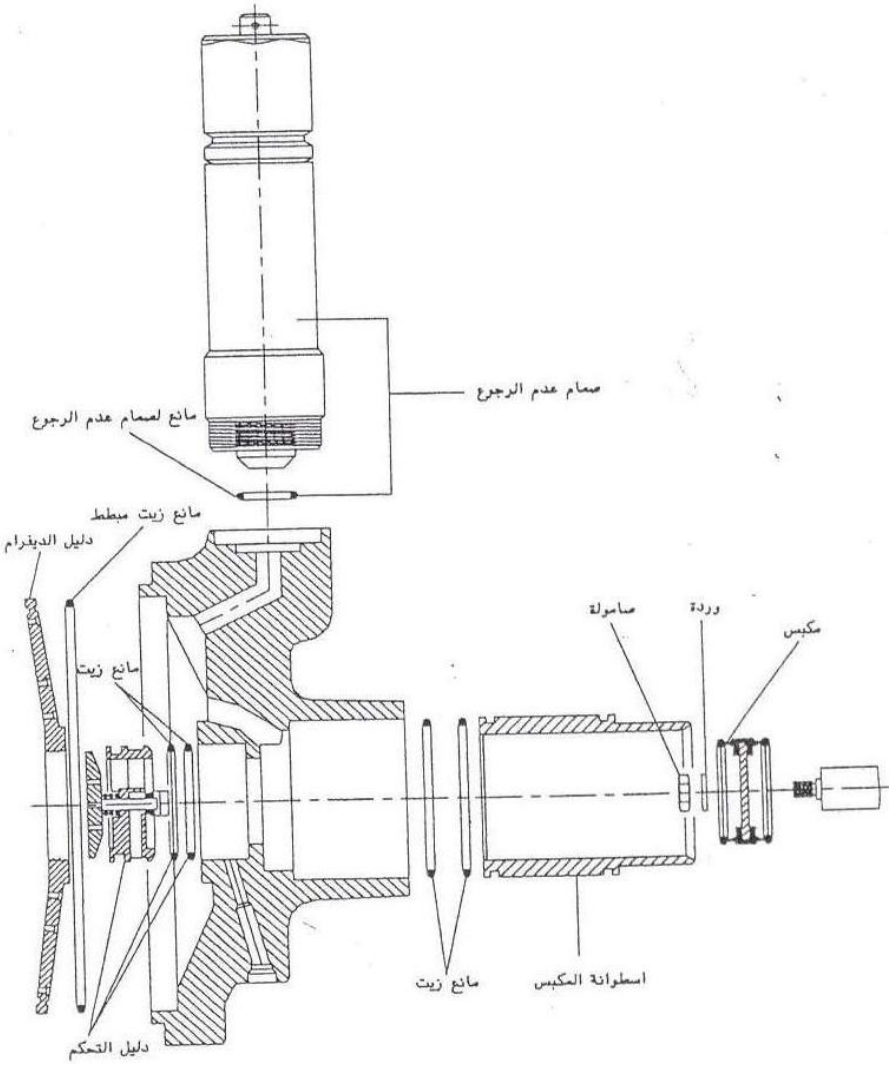
نظرية تشغيل الطلمبة ذات الغشاء أو الرق

وهي نفس الحركة الميكانيكية للطلمبات ذات المكبس ماعدا الجزء النهائي وهو مكون من ثلاثة أجزاء رئيسية كالآتي:

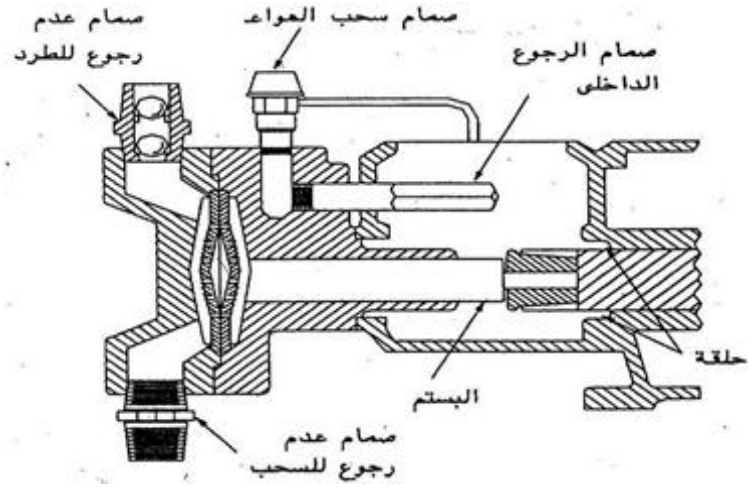
- مجموعة من صمامات عدم الرجوع للسحب والطرد
- مجموعة الطلمبة: وتتكون من دليل غشاء ومانع زيت مبطط ودليل تحكم واسطوانة المكبس.

وعند حدوث الحركة الميكانكية في مشوار السحب بواسطة الكرنك وذراع التوصيل فإنه يحدث تفريغ عن طريق المكبس مما يؤدي إلى فتح صمام عدم رجوع السحب ودخول السائل المخفف إلى الحيز اللازم لكمية التصرف المطلوبة

بواسطة الغشاء (الدايفرام). وفي مشوار الضغط يتم قفل صمام عدم رجوع السحب وفتح صمام عدم رجوع الطرد ويضغط المكبس على الغشاء (الديفرام) دافعا أمامه كمية المحلول المطلوبة كما هو موضح بالشكل التالي:



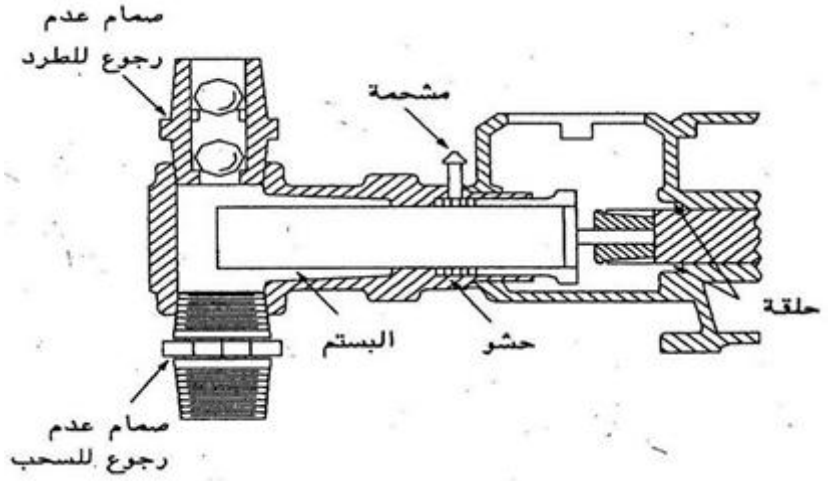
الحركة الميكانيكية للطلمبة ذات الغشاء (الرق)



طلمبة حقن الشبة ذات الرق

٧ ٢ ٢ ذو المكبس

يتميز ذو المكبس بتركيبه الذي يتميز بالبساطة وسهولة الصيانة بالإضافة إلى ان هذا النوع يعطي تصرف عالي



طلمبة حقن الشبة ذات المكبس

تشغيل الطلمبات ذات المكبس:

نوضح فيما يلي وصف سريع لهذه النوعية من الطلمبات من حيث بياناتها ونظرية عملها وأسلوب توصيلها في دائرة العمل.

بيانات الطلمبة:

في الغالب تكون البيانات كالتالي (على سبيل المثال):

- الإنتاج: Dosparo Milton Roy
- الطراز Milroyal ©
- الموديل PMRCL 112 HC5 CSX
- السعة: (٤٩٣٠ لتر / ساعة)
- قطر المكبس: (١١٢,٧مم)
- السرعة: ١١٢ مشوار / دقيقة

٧ ٢ ٣ حقن الشبة في دائرة العمل:

تقوم طلمبة حقن الشبة بسحب الشبة المخففة من أحواض الإذابة وضخها إلى أحواض المروقات.

ويتم سحب الشبة المخففة من أحواض الإذابة عن طريق ماسورة السحب وهي عادة تكون من البلاستيك (P.V.C) ومركب عليها صمام للسحب وذلك لسهولة التحكم في أعمال الصيانة اللازمة للخزانات (حوض الإذابة والطلمبة). ويجب أن يكون خط مواسير السحب من أسفل حوض الإذابة ويكون قطره أكبر من قطر خط الطرد مع الأخذ في الاعتبار قيمة (NPSH) للطلمبة وهو الضغط الموجب للسحب ويجب ألا تتعدى هذه القيمة عن الحد المسموح به في كتالوج تشغيل الطلمبة. كما يوجد صمام عدم رجوع بخط الطرد وهو مركب على خط طرد الطلمبة.

ويوجد صمام أمان يستخدم على خط الطرد لحماية خطوط المواسير إذا حدث قفل أو سد في خطوط الطرد أثناء تشغيل الطلمبة ويتم توصيله على خزان الإذابة ويكون ضغطه أعلى من ضغط الطلمبة بقليل.

تشغيل طلمبات حقن الشبة

٧-٤-١ الاحتياطات الواجب إتباعها قبل تشغيل الطلمبة

يجب اتخاذ عدة احتياطات قبل البدء في تشغيل طلمبة حقن الشبة كالآتي:

١. التأكد من أن علبة المضخة ممتلئة بالزيت إلى المستوي الصحيح
٢. التأكد من ضبط المضخة عل التصرف المطلوب للجرعات المحددة
٣. التأكد من أن كاتمات الصدمات ممتلئة بالهواء
٤. التأكد من أن كل الصمامات والمحابس في وضعها السليم
٥. التأكد من أن خط سحب المضخة مغمور بالمحلول
٦. التأكد من أن صمام تنفيس الضغط يعمل وذلك بإغلاق خط الطرد لفترة قصيرة بعد تشغيل الطلمبة

٧-٤-٢ ضبط جرعة الشبة

يتم ضبط جرعة الشبة طبقا لنسبة العكارة في المياه ويعاد ضبط جرعة الشبة كلما تغيرت العكارة في المياه بالتنسيق بين مشرف التشغيل وكيميائي المعمل ولا يتم عملية ضبط الجرعة مرة واحدة بل يلزم المتابعة المستمرة لها حسب توجيهات المعمل لتقليل استهلاكها مع المحافظة على أعلى نسبة جودة للمياه ولو أمكن مثلا تقليل استهلاك الشبة فإن ذلك يوفر كثيرا من تكاليف التشغيل

طريقة حساب جرعة الطلمبة

بفرض أن طلمبة الشبة تعطي ٥١٤ جالون / ساعة عند مشوار ١٠٠% من المكبس ولنفرض أن المعمل حدد جرعة الشبة ٣٠جم/م٣ لمروق يعطي ٥٠٠٠ م٣/س

فتكون كمية الشبة الصلبة المطلوبة = ٥٠٠٠*٣٠=١٥٠٠٠٠ جم/ساعة

وبما أن الشبة المستعملة سائلة بتركيز ١٠% (١٠جم شبة صلبة / ١٠ مل ماء)

تكون كمية الشبة المطلوبة =١٥٠٠٠٠*١٠/١٠٠

= ١٥٠٠٠٠٠ مل/ساعة

=١,٥م٣/ساعة

مكبس الطلمبة يعطي ٥١٤ جالون / ساعة عند مشوار ١٠٠%

=٥١٤*٣,١٨ لتر/ ساعة

=١,٩٥م٣/ساعة

لكي نحصل على جرعة ١,٥م ٣ / ساعة فإنه يلزم ضبط المشوار بنسبة

=(١,٥*١٠٠)/١,٩٥=٧٦%

وحيث ان أقصى مشوار للمكبس مقسم إلى ١٠٠ قسم (علامة) فيتم ضبط المشوار للمكبس على العلامة (٧٦)

ملحوظة: جالون أمريكي = ٣,٨ لتر

خطوات حساب جرعة الشبة

لحساب كمية الشبة التي يجب إضافتها في الساعة إلى المياه العكرة باستخدام طلمبة الحقن فيجب تحديد فتحة تصريف الطلمبة كالآتي:

$$\text{فتحة التصريف} = \frac{\text{كمية المياه العكرة (م٣/س)} * \text{الجرعة جم/م٣} * ١٠٠}{\text{تركيز الشبة (جم/لتر)} * \text{سعة الطلمبة (أقصى تصريف) (لتر /س)}}$$

وبفرض أن كمية المياه العكرة التي تدخل بيارة التوزيع تساوي ٢٠٠٠ م٣ /ساعة وتركيز محلول الشبة المعد للاستخدام ١٠% والجرعة المطلوبة ٢٥ جم/م٣ ، سعة طلمبة الشبة ١٢٠٠ لتر /ساعة.

فتكون كمية الشبة المطلوبة في الساعة= ((٢٠٠٠*٢٥)/١٠)*١٠٠= ٥٠٠٠٠٠ مل= ٥٠٠ لتر

وبالتالي فإنه يتم ضبط الطلمبة على فتحة مقدارها= (٥٠٠*١٠٠)/١٢٠٠ = ٤١,٦ % تقريبا

أي أن الطلمبة تضبط على ٤١,٦% من سعتها ٥٠٠ لتر / ساعة بجرعة قدرها ٢٥ جم/م٣ لكل ٢٠٠٠ م٣ مياه

٧-٤-٣ معايرة طلمبة حقن الشبة

نظرا لأهمية طلمبات حقن الشبة وتشغيلها المستمر والاعتماد عليها في ضبط الجرعة المطلوبة لعملية الترسيب داخل المحطة فإنه ينصح بإجراء عملية المعايرة لطلمبات حقن الشبة كل ٣ شهور على الأقل.

الهدف من معايرة طلمبات حقن الشبه: كما ذكر في الجزء الخاص بعمليه تشغيل الكيماويات بالمحطة وكيفية ضبط الجرعات فإنه لضبط الجرعة يتم ضبط طلمبة الشبة على قيمة الشوط المطلوب والتي تحسب من المعادلة

$$\text{فتحة التصريف} = \frac{\text{كمية المياه العكرة (م٣/س)} * \text{الجرعة جم/م٣} * ١٠٠}{\text{تركيز الشبة (جم/لتر)} * \text{سعة الطلمبة (أقصى تصريف) (لتر /س)}}$$

ولذلك فإن التغيير في التصرف الأقصى للطلمبة يكون له أثر بالغ في تغيير الجرعة وكمية الشبة المضافة ومن الممكن أن يتغير التصرف للطلمبة لأى سبب من الأسباب من وقت لآخر مع تشغيل الطلمبة نتيجة لعدة عوامل منها تغيير بعض الأجزاء الداخلية بها أو التعديل في الميكانزيم الخاص بالطلمبة وفي بعض الأحيان وكنتيجة لعملية المعايرة الدورية للطلمبة يتم اتخاذ إجراء بعمل عمرة وصيانة شاملة للطلمبة نتيجة ملاحظة تغيير جذري وملحوظ في تصرفها يؤثر على ضبط جرعة الشبة

الأدوات المطلوبة لعملية معايرة طلمبة الشبة:

أ. تانك شفاف دائري أو مربع سعة (٢٠ – ٤٠ لتر) مدرج حسب الحجم (لتر)
ب. ساعة إيقاف

طريقة المعايرة:

أ. يتم توصيل سحب تانك المعايرة بحوض التخفيف للشبة ويكون خط الطرد للطلمبة ثابت على نقطة الحقن المعتادة وذلك لضمان عدم التغيير في ظروف التشغيل العادية للطلمبة

ب. يتم ملئ تانك المعايرة الشفاف بالكمية المطلوبة من الشبة (في حدود ٢٥ لتر)

ج. يتم تشغيل طلمبة حقن الشبة المراد معايرتها بعد ضبط الشوط على قيمة ٢٥%

د. بعد التشغيل وملاحظة استقرار سطح السائل بالتانك يتم بدء تشغيل ساعة الإيقاف بعد تسجيل المنسوب للبداية

هـ. قبل الوصول إلى قاع التانك وعند علامة محددة يتم تسجيل وقت النهاية بواسطة ساعة الإيقاف

و. بذلك يتم تحديد الكمية المستهلكة والزمن ويمكن بذلك حساب التصرف المطلوب للطلمبة (لتر / ساعة)

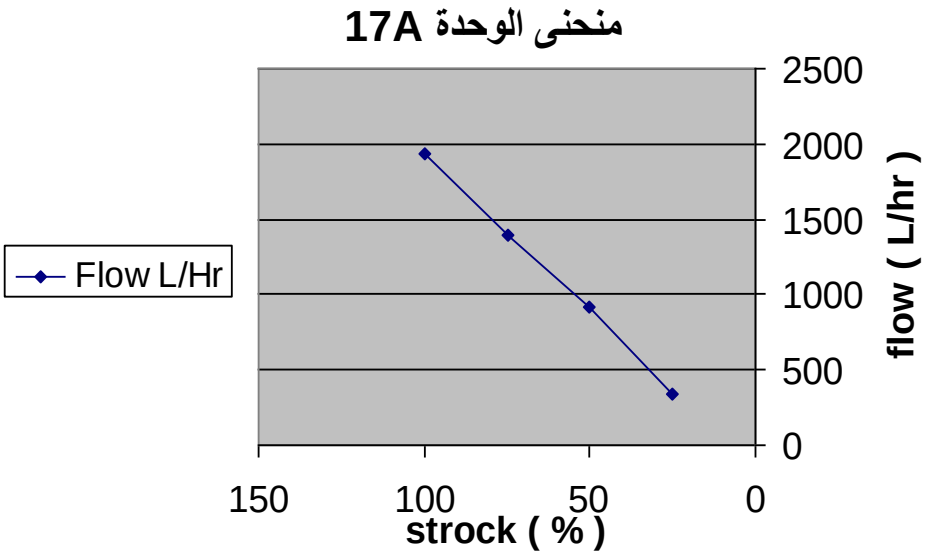
ز. يتم تكرار الخطوات السابقة من (ب إلى ح) على أشواط ٥٠% & ٧٥% & ١٠٠% وبذلك يتم على منحنى الأداء للطلمبة ويتم رسم المنحنى على (Excel Sheet)

ح. القراءات المسجلة والجداول:

يتم تسجيل نتائج المعايرة في جدول كالتالي:

الشوط (%)	٢٥%	٥٠%	٧٥%	١٠٠%
التصرف(ل/س)				

ط. مثال عملي لشكل منحنى الأداء لطلمبة حقن شبة:



ي. تحليل نتائج عملية المعايرة:

من أهم النقاط التي يتم النظر إليها في نتائج المعايرة هو:

١. شكل المنحنى مقارنة بآخر منحنى للطلمبة عند معايرتها

٢. أقصى تصرف محسوب عند شوط ١٠٠%

تحتوى الشبة بنوعيها (صلبة وسائلة)على بعض الرواسب التي تؤثر على كفاءة تشغيل منظومة الشبة مما يستلزم اجراء بعض اعمال الصيانة لأحواض تخفيف الشبة والفلاتر والخطوط لذلك يلزم عمل الاتي:

- يتم فك الفلتر (المركب على خط سحب طلمبات حقن الشبة) بصفة مستمرة ويتم ازالة اى رواسب به وغسله بالماء.
- يتم غسيل احواض تخفيف الشبة دوريا لإزالة الرواسب منها وذلك بتفريغ الحوض ودعك جوانب وقاع الحوض بالفرشاة وغسلها بالماء.
- يتم ضخ مياه نقية لعدة دقائق يوميا بخط مواسير طرد طلمبات حقن الشبة وحتى المروقات بهدف ازالة أي رواسب به اولا بأول، وفي حالة حدوث سدة بالخط يتم فك الوصلة المسدودة وازالة الرواسب منها واعادة تركيبها مرة اخرى.

تخزين الكيماويات

- تتوفر المروبات مثل الشبة في شكل سائل او صلب
- يتم تخزين الكيماويات في مناطق جافة جيدة التهوية ذات درجة حرارة مناسبة.
- يتم تخزين الكيماويات الصلبة في عبوات سليمة تخزن فوق منصات بعيدة عن الاماكن الرطبة ووفقا لاشتراطات التخزين السليم
- يتم تخزين الشبة السائلة داخل خزانات خرسانية او معدنية مبطنة ومغطاة بالكاوتشوك.
- يتم الاحتفاظ بمساعدات المروبات داخل عبواتها في مخازن مغطاة جيدة التهوية ذات درجة حرارة مناسبة

استلام سيارات الشبة السائلة والصلبة

سيارات الشبة السائلة:

يتم استلام كميات الشبة السائلة الواردة للمحطة بطريقة سليمة ويتم حساب الكمية الواردة فعليا بتكعيب الكمية وقياس التركيز ويقوم المعمل بحساب الحجم والوزن ومطابقته بالوارد بإذن الشبة الواردة.

بمعنى أن يتم الحصول على عينة من الشبة السائلة الواردة للمحطة ويتم قياس الكثافة لها باستخدام جهاز الهيدروميتر ومطابقة النتائج مع الوارد بمستندات الكمية

ثم يتم حساب حجم الشبة الواردة بمعلومية مساحة الخزان السطحية وقياس ارتفاع كمية الشبة الواردة بالخزان ويكون الحجم = المساحة السطحية * الارتفاع

الوزن = الحجم * الكثافة

سيارات الشبة الصلبة

يتم رفع عينات من الشبة الصلبة الموردة ومقارنة النتائج مع كراسة الشروط والمواصفات للشبة المطلوبة وبعد التأكد من مطابقتها يتم توزيعها على مخازن المحطات وتقدير الكمية بواسطة كارت الوزن للسيارة او بعدد الاجولة ووزن الجوال لمعرفة الكمية التي تم توريدها.

الكلـــــــور

يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب بغرض:

١. **التطهير:** قتل البكتيريا الضارة والمسببة للأمراض
٢. **القضاء** على مشاكل الطعم والرائحة
٣. **الأكسدة:** أكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد والمنجنيز والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين

عملية تطهير المياه:

هي أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهي التي تضفي علية صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض المعدية ولا يمكن للترشيح مهما كان بطيئا ان يحجز كل ما في الماء من بكتريا وكائنات دقيقة. لذلك كان لابد من وجود طريقة للتخلص من هذه الكائنات الحية التي تسبب الامراض.

ومن أقدم طرق التطهير التي عرفها الإنسان، التعقيم بتسخين الماء حتى درجة الغليان ولكنها اقتصاديا لا تستخدم إلا في الاستخدامات المحدودة جدا بالمنازل، لذا كان لابد من وجود أو استحداث وسائل أخرى أكثر فاعلية للكميات الكبيرة من المياه، وأيضا لتتناسب مع نظام الإمداد بالمياه الذى يحتوي على مكونات قد تكون في حد ذاتها من العوامل التي قد تساعد على نمو البكتريا وتكاثرها

الشروط الواجب توافرها في المواد المطهرة:

١. أن تكون قاتلة للجراثيم ولا تؤثر على صحة الإنسان
٢. أن تكون رخيصة الثمن ومتوفرة محليا أو يسهل استيرادها طوال العام
٣. استعمالها سهل ومأمون
٤. سهلة التخزين والتداول بأمان

العوامل المؤثرة في عملية التعقيم

تتاثر عملية التعقيم بعدة عوامل اهمها:

١. درجة تركيز الاس الهيدروجيني PH حيث يسرى مفعول الكلور الحر في الماء الحمضي او المتعادل بسرعة اكبر منها في الماء القلوي لذا يفضل ان تكون قيمة الPH للماء اقل من ٨،٥.
٢. تؤثر العكارة على تغلغل الكلور في الماء لاختفاء الكائنات الحية الدقيقة داخل جسيمات العكارة فيصعب القضاء عليها.
٣. وجود الامونيا العضوية قد يمنع تكوين الكلور الحر المتبقي.
٤. تقل قدرة الكلور على قتل البكتريا في درجات الحرارة المنخفضة.
٥. تحتاج عملية التطهير الى فترة تلامس لا تقل عن ١٥ – ٢٠ دقيقة للكلور الحر.

يتم إضافة الكلور للمياه بإحدى طريقتين:

– إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائد.

– إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية الدقيقة.

أولاً إضافة الكلور بجرعات عالية ثم إزالة الكلور الزائدة:

والمقصود بذلك إضافة الكلور بجرعات زائدة عن حد الطلب، وبهذا نضمن الحصول على كفاءة وفاعلية عالية لعملية التطهير وممكن أن نضطر إلى ذلك في حالة الطوارئ أو إذا ما كان هناك شك في حدوث تلوث بكتيري لمصدر المياه (أثناء الحرب مثلاً). أو انتشار وباء معين (مثل الكوليرا).

وتتميز هذه الطريقة بالآتي:

– كفاءة وفاعلية عالية لتأثير الكلور على البكتريا.

– أكسدة الكلور للمواد العضوية التي قد تتواجد في الماء.

– الحد من الطعم والرائحة التي قد توجد في الماء.

– إبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تقاوم الجرعات العادية للكلور، على أنه يلزم إزالة الكلور الزائد بعد التأكد من تمام قتل الكلور للبكتريا.

ثانياً إضافة الكلور بعد تحديد النسبة بواسطة التجارب المعملية:

" Break Point" تحديد احتياج الكلور باختبار

احتياج الكلور هو مقياس لمقدار الكلور الواجب إضافته لوحدة الحجم من المياه تحت شروط محدودة للأس الأيدروجيني ودرجة الحرارة وفترة التلامس حتي يتم التفاعل كاملاً بجميع مواد الكلور القابلة للتفاعل في الماء ويتحقق من وجود كلور حر متبقي، ويحسب احتياج الكلور بأنه الفرق بين كمية الكلور المستخدم والكلور المتبقي في المياه عند نهاية فترة التلامس.

ومن المهم القيام دورياً باختبار احتياج الكلور في المعمل لتحديد كمية الكلور الواجب إضافتها بغرض التطهير ولتحقيق نسبة كلور متبقي بالماء، وهذه الجرعة تتغير بتغير نوعية المياه ونسبة الملوثات بها.

الكلور المستهلك:

عند إضافة الكلور للمياه التي تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية فإنه يتفاعل معها ويؤكسدها.

ويطلق على هذه العملية "حد الطلب للكلورين".

ويعرف الكلور المستهلك بأنه الفرق بين كمية الكلور المضافة للماء وكمية الكلور المتبقي (الحر والمتحد) في الماء بعد انتهاء فترة التلامس.

جرعة الكلور:

تعرف جرعة الكلور بأنها أقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفي للقضاء على الكائنات الحية، وينتج عنها كلور متبقي في حدود معينة (٠,٢ ملجم/ لتر ماء).

ويتم تحديد الجرعة المثلي للكلور عن طريق تجارب معملية حسب نوعية المياه المراد معالجتها.

ويمكن القول أنه: إذا أضفنا كمية الكلورين اللازمة لحد الطلب + كمية الكلورين اللازمة للتطهير فإننا نحصل على ما يسمي بجرعة الكلور.

الكلور المتبقي:

هناك نوعان من الكلور المتبقي:

١. الكلور المتبقي المتحد:

ينتج عن إضافة قدر من الكلور يكفي فقط للاتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء. وعلى الرغم من أن تلك البقايا المتحدة لها قدرة أكسدة تفوق قدرة الكلور الحر، إلا أن فعاليتها كمادة مطهرة تقل عن فعالية الكلور الحر.

٢ .الكلور المتبقي الحر:

ينتج عن إضافة الكلور إلى الماء بالقدر الذي يزيد عن الكلور المتحد وهو أكثر فعالية كمادة مطهرة.

وتتوقف كمية الكلور المتبقي على عدة عوامل أهمها:

١. درجة الحرارة.
٢. الزمن الذي مضي بعد إضافة الكلور.
٣. جرعة الكلور.
٤. درجة تركيز الأس الهيدروجيني.
٥. كمية المواد والشوائب التي قد تتواجد في الماء.

٦-٢-٦ أماكن إضافة الكلور في محطات التنقية:

يمكن إضافة الكلور إلى الماء في أكثر من موقع في محطات التنقية تبعاً لحالة كل محطة وكذلك تبعاً لصفات الماء المعالج في كل حالة وتبعاً لتجارب وخبرات المشرف على التشغيل.

إضافة الكلور المبدئي Prechlorination

أي حقن الكلور بعد عملية تجميع المياه من المصدر مباشرة وقبل الدخول إلى عملية التنقية (المروقات والمرشحات).

وتتميز هذه الطريقة بالآتي:

- خفض تعداد البكتريا في الماء قبل وصولها إلى المرشح مما يخفف الحمل البكتيري على المرشح.
- تطهير رمل المرشح نظراً لمرور المياه بما فيها من كلور في مسام الرمل أثناء عملية الترشيح.
- كفاءة عالية في إزالة اللون من الماء.
- نقص في كميات الكيماويات المروبة إذا أضيف الكلور قبل أحواض الترويب.
- كفاءة عالية في إزالة الطعم والرائحة من الماء.
- الحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة داخل المرشح.

ب. إضافة الكلور النهائي Post chlorination

أي إضافة الكلور إلى الماء بعد مرحلة الترشيح أي عند مدخل خزان المياه النقية، وهي طريقة سهلة في تشغيلها ويكون الكلور أكثر فاعلية على البكتريا بسبب خلو الماء من أي عكارة أو شوائب.

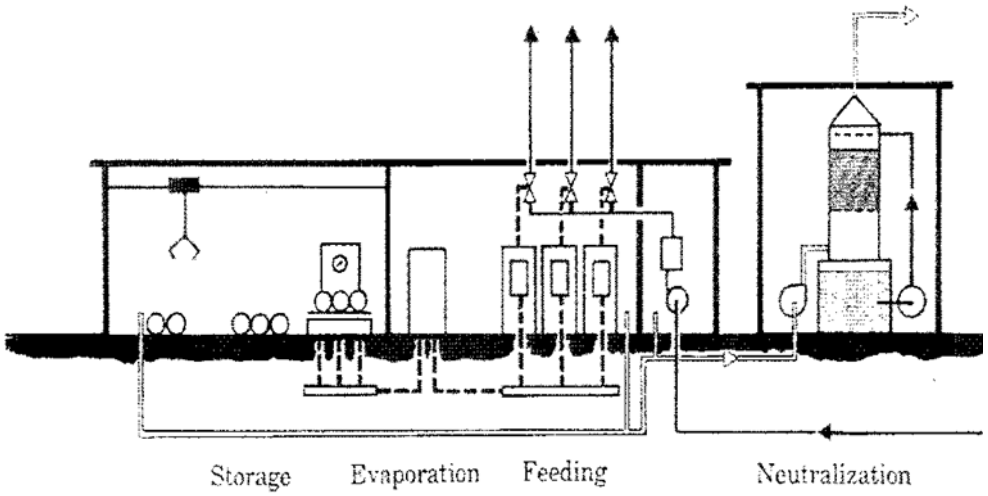
يضاف جرعة زائدة من الكلور النهائي في الخزانات الملحقة بالمحطات وذلك لضمان خروج الكلور بنسبة معينة مطلوبة إذا كانت شبكات مواسير التوزيع تمتد إلى مسافات بعيدة ويخشي من تواجد البكتريا في الأطراف البعيدة منها وحتي يصل الكلور ولو بنسبة ضئيلة إلى آخر متر في الشبكة.

ج. إضافة الكلور في أكثر من موقع Multiple

وهذه الطريقة تتبع إذا كانت المياه رائقة والتلوث البكتيري عالٍ نسبياً إذ يحسن في هذه الحالة إضافة الكلور في أكثر من نقطة على مسار الماء في محطة التقية لضمان كفاءة عملية الكلورة كما تستعمل هذه الطريقة إذا خزنت المياه المرشحة في خزانات مكشوفة ففي مثل هذه الحالة يجب إضافة الكلور في مخارج المياه من الخزانات المكشوفة.

٦-٣ منظومة الكلور

نظام الكلور: نظام التعقيم والأمان الموجود في معظم محطات تنقية المياه والذي يبدأ من الأسطوانة حتي نقطة الحقن والشكل رقم (١) يوضح الرسم التخطيطي لأجزاء النظام ومحتوياته.



شكل رقم (١)

وكما هو واضح من الرسم التخطيطي أن مكونات النظام كما يلي:

١. مخزن أسطوانات الكلور.
٢. غرفة الأجهزة.
٣. غرفة التعادل.
٤. خطوط الكلور حتي نقاط الحقن.

٦-٣-١ عنبر أسطوانات الكلور (المخزن)

يحتوي عنبر أسطوانات الكلور على الآتي:

- أسطوانات الكلور ومعدات النقل والوزن.
- خطوط التغذية وملحقاتها.
- مراوح التهوية.
- حساسات تسرب الكلور.

(أ) أسطوانات الكلور ومعدات النقل والوزن:

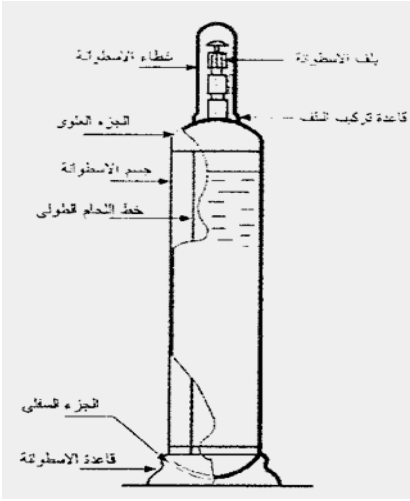
أسطوانات الكلور هي الوعاء الذي بواسطته يمكن تداول غاز الكلور من مصنع الإنتاج والتعبئة إلى مكان الاستخدام سواء كان في محطات تنقية المياه أو المصانع التي تستخدم هذا الغاز مثل مصانع النسيج التي تستخدمه في إزالة الألوان.

وغالباً يتم شحن الكلور في أسطوانات سعة واحد طن (٨٠٠ كجم)، وأسطوانات سعة ٥٠ كجم. وتحتوي أي منهما على كلور غاز وبالضغط يتحول لسائل مضغوط ويتحول إلى الغاز مرة أخري عند استخدام الصمام العلوي بالنسبة للأسطوانات سعة واحد طن.

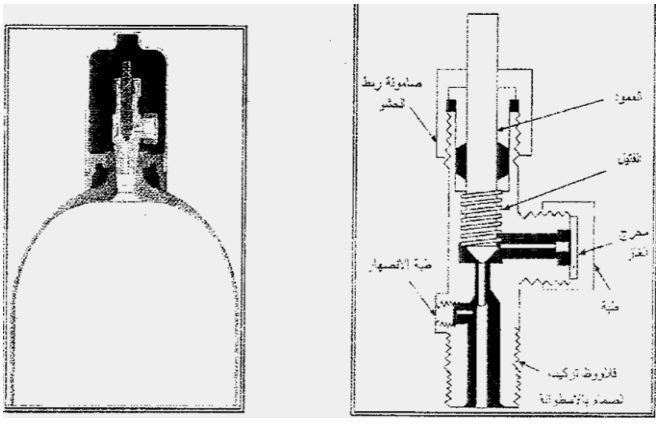
تصنع أسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم من الصلب وتزود بصمام خاص وغطاء واقي لحماية الصمام من الصدمات. (شكل رقم ٢)

وتصنع الصمامات القياسية التي تزود بها أسطوانات الكلور من النحاس الفسفوري الأصفر، ويصنع ساق الصمام من معدن الألمونيل (سبائك نيكل) – (شكل رقم ٢). وتزود تلك الصمامات بسدادة (طبة) معدنية قابلة للانصهار بحيث ينصهر عند درجة حرارة ٧٠–٧٥ْ م لتحرير الضغط الزائد عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة.

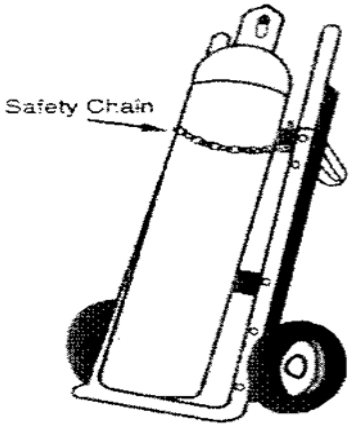
الأسطوانات سعة ٥٠ كجم:



شكل رقم (٢) أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم



شكل رقم (٣) صمام (محبس) أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم

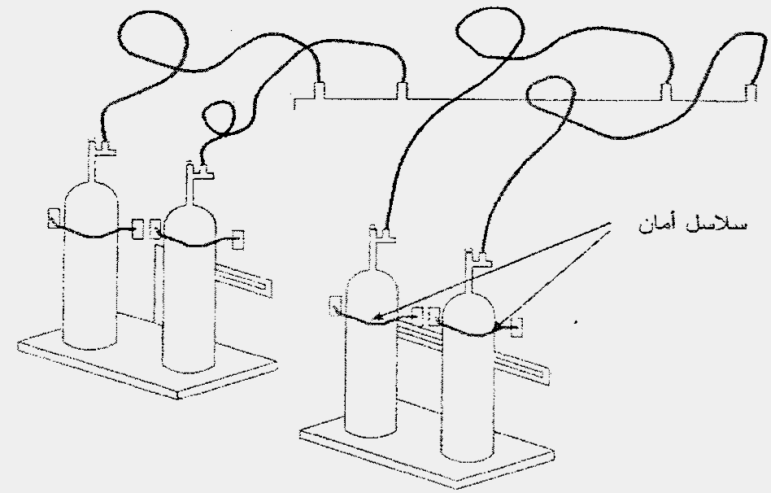


شكل رقم (٤)

تداول وتخزين الأسطوانات سعة ٥٠ كجم:

عند نقل أو تحميل أسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم ينبغي تأمينها وعدم تركها تسقط أو تصطدم بالأسطوانات الأخرى ويستخدم لذلك عربة جر يدوية بعجل وسلسلة أمان شكل رقم (٤٥). ويفضل إن أمكن تواجد اثنين من العمال المدربين معاً عند تداول أسطوانات الكلور لتحريكها بأمان بتدويرها (لفها) على حافتها السفلية. هذا ولا ينبغي نزع الغطاء الواقي للأسطوانة إلا عندما تكون معدة لتوصيلها بجهاز إضافة الكلور.

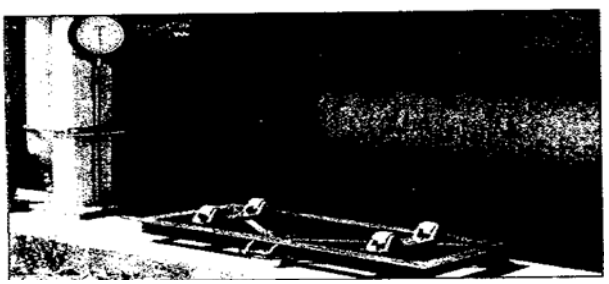
تخزن أسطوانات الكلور سعة ٥٠ كجم في وضع رأسي، وترتب بحيث يتطلب تحريك الأسطوانات أقل قدر من التداول. ويراعي في مكان التخزين أن يكون جيد التهوية، ومحميا من الأشعة المباشرة للشمس أو من البرودة الزائدة. ولحماية الأسطوانات من السقوط تستخدم سلاسل أمان تثبت في الجدار وتوضع حول الجسم الخارجي للأسطوانة.



شكل رقم (٥) تثبيت الأسطوانات بالسلاسل حماية لها من السقوط

موازين الأسطوانات:

كما هو موضح بالشكل رقم (٦) توجد عدة أنواع من الموازين بغرض وزن الأسطوانة قبل وبعد الاستخدام كنوع من المراقبة والتسجيل والتأكد من تفريغ الأسطوانة للحد المطلوب.



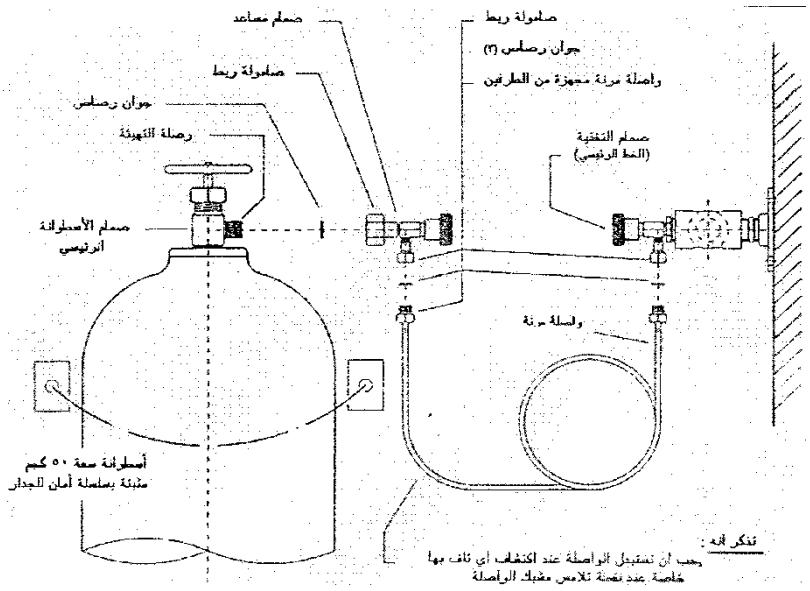
شكل رقم (٦) توصيل الأسطوانات سعة ٥٠ كجم:

إن الطريقة المثلي لعمل توصيلات بصمام أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم تكون باستخدام: قفيز (مشبك ماسك)، واصلة ضبط (تهيئة)، جوان من الرصاص، وصمام احتياطي.

عند عمل التوصيلات باستخدام الوصلات القلاووظ بدلاً من المشابك الماسكة، يلزم استخدام مفتاحي ربط (إنجليزي). يستخدم مفتاح الربط الكبير مع الواصلة بينما يستخدم المفتاح الأصغر للمساحة المربعة للماسورة.

خطوات توصيل الأسطوانة (باستخدام المشبك والواصلة) انظر شكل (٧):

- قم بتأمين الأسطوانة في وضعها الرأسي.
- انزع الغطاء الواقي للأسطوانة.
- انزع الطبة من تجويف فتحة الخروج.
- استبدل الجوان الرصاص القديم بآخر جديد بعد تنظيف تجويف فتحة الخروج.
- ضع القفيز الماسك فوق الصمام ثم ادخل وصلة الضبط (التهيئة) داخل تجويف فتحة الخروج. واحكم ربط مسمار المشبك مقابل الحلقة الرصاص.
- يتم فتح صمام الكلور لإطلاق ضغط الكلور بحذر شديد مع اختبار الشبكة للتأكد من عدم وجود أي تسرب.

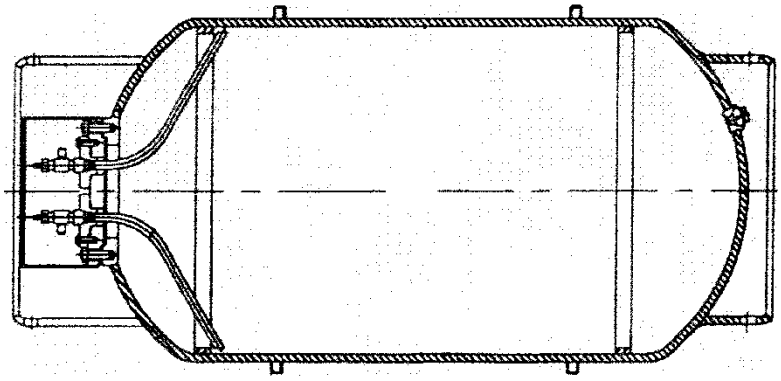


شكل رقم (٧) توصيل أسطوانة كلور سعة ٥٠ كجم

الأسطوانات سعة واحد طن:

تصنع الأسطوانة سعة واحد طن (الشكل رقم ٨) من الصلب سمك ١٣مم وملحومة طوليا من الداخل والخارج بلحام كهربي، وتحاط الأسطوانة بإطارين من الحديد لحماية جسم الأسطوانة من الارتطام بالأرض. كما يوجد إطار آخر حول بلفي الأسطوانة للحفاظ عليهما أثناء النقل والتداول، وعدد ٦ طبقات أمان (ثلاث بكل جانب)، ولها صمامان. والفرق الوحيد بين صمامات تلك الأسطوانة وصمامات الأسطوانة سعة ٥٠ كجم هو عدم وجود الطبة القابلة للانصهار. والطبة مصنوعة من مادة تنصهر عند درجة حرارة ٧٠ – ٧٥°م لتحرير الضغط الزائد عند الارتفاع الشديد لدرجة الحرارة.

عند وضع الأسطوانات سعة ١ طن في أماكنها، يتم ضبط ومحاذاة الصمامات بحيث يكونا على خط رأسي أحدهما فوق الآخر، وبذلك يكون الصمام العلوي جاهزا لسحب غاز الكلور والسفلي لسحب الكلور السائل.



شكل رقم (٨) أسطوانة كلور سعة واحد طن

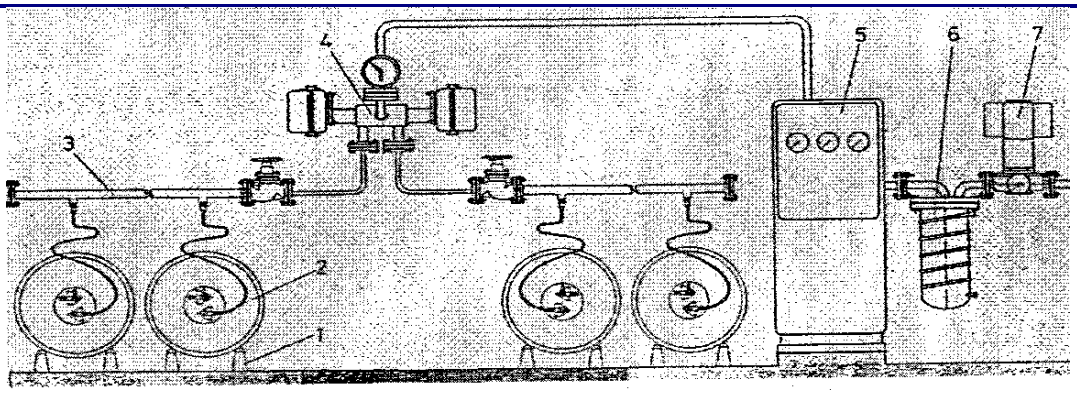
تداول وتخزين الأسطوانات سعة واحد طن:

يتم تحريك ونقل هذه الأسطوانات بواسطة قضيب متين ورافعة (ونش ذو قدرة لا تقل عن ٢ طن) وتنطبق على تلك الحاويات نفس شروط التخزين العامة الخاصة بالأسطوانات سعة ٥٠ كجم، فيما عدا أن الأسطوانات سعة واحد طن ترص أفقياً على قواعد خاصة تمنع تدحرجها. ويحظر رصها فوق بعضها.

ب. خطوط التغذية وملحقاتها

خطوط التغذية العامة هي خطوط نقل الكلور بداية من محبس أسطوانة الكلور، حتي نقطة حقن الكلور بخط المياه (الحاقن)، مارة بكل من (جهاز التحويل الأوتوماتيكي، المبخرات، الفلتر، مصيدة الرطوبة، محبس تخفيض الضغط). وسوف نتناول في هذا الباب الملحقات التالية:

١. محابس الأسطوانة.
٢. جهاز التحويل الأوتوماتيكي.
٣. الفلتر ومصيدة الرطوبة.
٤. محبس تخفيض الضغط.



شكل رقم (٩) شكل يوضح ترتيب ملحقات خطوط التغذية في النظام

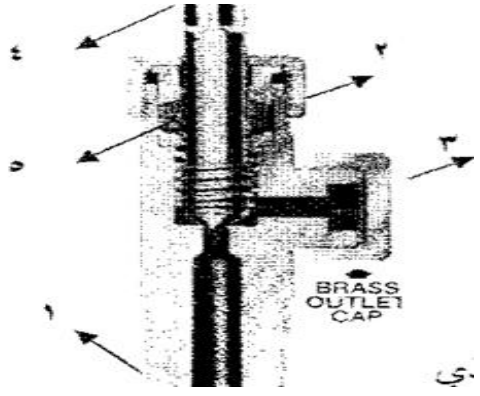
١. دعامة حاملة للأسطوانة.
٢. أسطوانة الكلور ١ طن.
٣. خط التغذية الرئيسي.
٤. جهاز التحويل الأتوماتيكي.
٥. المبخر (في حالة استخدام سائل الكلور).
٦. الفلتر ومصيدة الرطوبة.
٧. محبس تخفيض الضغط.

١. محابس أسطوانة الكلور:

يعتبر محبس أسطوانة الكلور أهم جزء في الأسطوانة لأنه يمثل صمام الأمان الأول في نظام الكلور. والفرق الوحيد بين صمامات تلك الأسطوانة وصمامات الأسطوانة سعة ٥٠ كجم هو عدم وجود طبة قابلة للانصهار. وعامة يتركب المحبس من:

جسم المحبس: يصنع من النحاس الفسفوري الأصفر وبه الآتي:

- قلاووظ مسلوب لتركيبه في الأسطوانة (١).
- قلاووظ آخر لتثبيت مجموعة الحشو والفتيل والعامود (٢)
- قلاووظ ثالث لتركيب وتوصيل وصلة خروج الكلور (٣).
- الفتيل: يصنع من مادة المونيل وهي سبيكة من الصلب الذي لا يصدأ. وهو الذي يتحكم في كمية الكلور المسحوب عن طريق فتح وغلق الأسطوانة بواسطة المربع الخاص بالفتيل (٤).

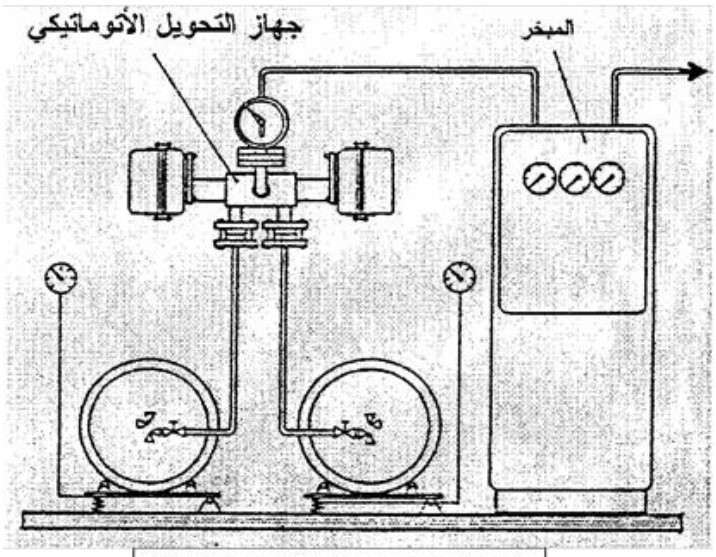


مجموعة الحشو (مانع التسرب):

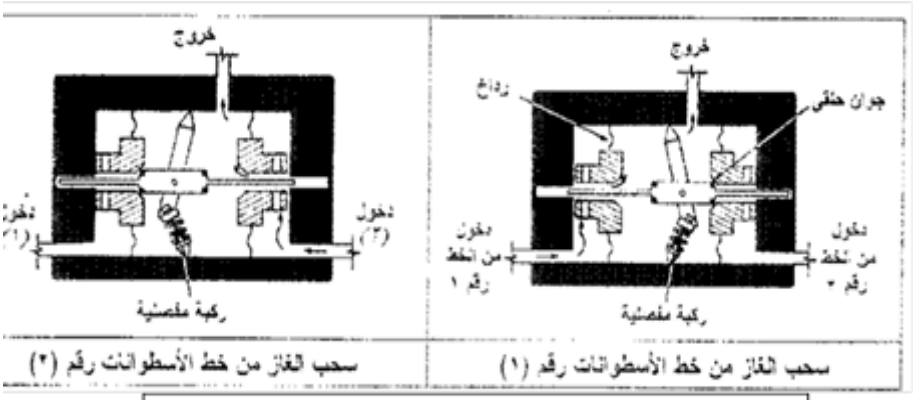
تبدأ مجموعة الحشو (٥) بوردة نحاس توضع خلف قلاووظ الفتيل حول العامود ويعقبها ثلاث حلقات تيفلون محدبة من الخارج ويقابل هذا التحدب تقعر في جلبة نحاس مركب عليها جوانان من الكاوتش المبروم لمنع التسرب بين الجلبة والعامود. وتنتهي الجلبة بفلانشة تضغط عليها صامولة زنق لمنع مجموعة الحشو والعامود من الخروج من جسم الصمام بقوة ضغط الكلور.

٢. جهاز التحويل الأتوماتيكي:

نظراً لأهمية غاز الكلور في عملية معالجة المياه بمحطات المياه لذا يراعي توفير كمية كافية من أسطوانات الكلور داخل مخزن الكلور تكفي لاستمرارية التشغيل لمدة حوالي شهر. مما يلزم معه تصميم مخزن لأسطوانات الكلور بحيث توضع الأسطوانات على صفين كل صف له خط سحب رئيسي، ويتم تجميع خطي سحب الكلور على جهاز التحويل الأوتوماتيكي الذي يعمل بالكهرباء (يمكن التحكم فيه يدويا في حالة انقطاع التيار) ويقوم بدوره في التحكم في سحب الكلور من أحد الصفين عن طريق إشارة من مبين الضغط لكل صف. وذلك حتي نضمن استمرارية التشغيل دون توقف. الشكل رقم (١٠) يوضح وضع جهاز التحويل في النظام والشكل رقم (١١) يوضح نموذج لأحد أنواعه من ناحية فكرة عمله



شكل رقم (10) وضع جهاز التحويل في النظام



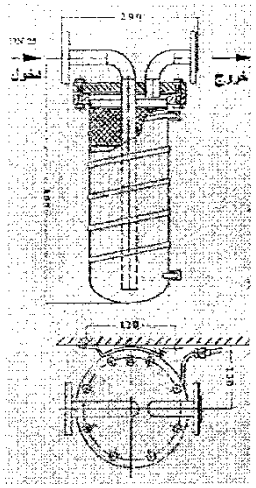
شكل رقم (11) نموذج يوضح مكونات جهاز التحويل وطريقة عمله

٣. الفلتر ومصيدة الرطوبة:

الفلتر ومصيدة الرطوبة عبارة عن وحدة واحدة يتم خلالها:

١. فصل غاز الكلور المتكثف المتكون لأي سبب وتحويله إلى بخار.
٢. حجز الرواسب والشوائب التي تتواجد في الأسطوانة أثناء سحب الكلور.

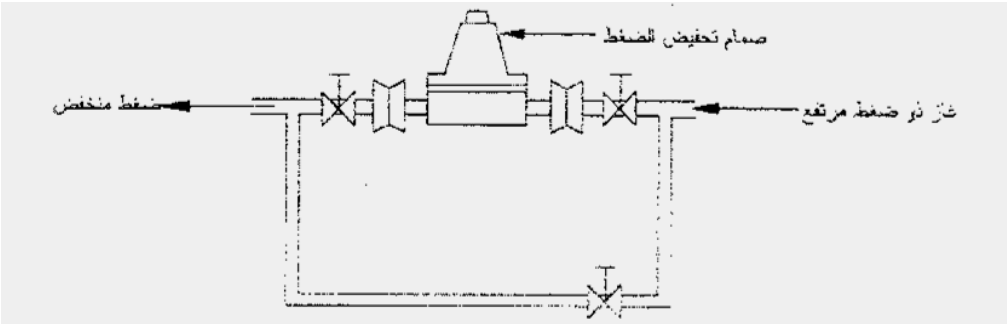
ويتم ذلك عن طريق ماسورتين داخل جسم الوحدة إحداهما للدخول وتصل إلى قرب القاع والأخرى للخروج قصيرة عند قمة الوحدة. فعند مرور الغاز محملا بالشوائب أو به رطوبة يترك الغاز هذه الشوائب بالقاع ويتبخر ويخرج من ماسورة الخروج الموجودة عند قمة الوحدة كما هو موضع بالشكل (١٢).



شكل رقم (١٢)

٤. محبس تخفيض الضغط:

يستخدم محبس تخفيض الضغط في الحفاظ على دخول ضغط الغاز إلى جهاز الحقن بقيمة ثابتة أي المحافظة على ضغط التشغيل ثابتاً حتي لا يتأثر الجهاز بالمشاكل التي تحدث بسبب التغيرات في درجة حرارة الكلور والتي تنتج عنها تغير في ضغط الغاز الداخل إلى جهاز الحقن.



شكل رقم (١٣)

ج. مراوح التهوية:

يتم تركيب عدد كافي من مراوح التهوية في مخزن الكلور وأيضاً في حجرة حقن الكلور، وذلك لتغير الهواء باستمرار الذي قد يتلوث نتيجة تسريب بسيط لا يحس به نظام الأمان أو نتيجة تسريب يحدث أثناء تغيير الأسطوانات الفارغة. وغالباً توضع هذه المراوح على منسوب منخفض نظراً لأن كثافة الكلور أكبر من كثافة الهواء. كما يتم عمل مجاري

لتجميع الكلور المتسرب في أرضية مخزن الكلور نظراً لأنه أثقل من الهواء ويتم سحبه منها من خلال تشغيل نظام الأمان.

د. حساسات تسرب الكلور:

يتم تركيب عدد كافي من حساسات كشف التسرب في مخزن الكلور وحجرة أجهزة الحقن وتعمل هذه الحساسات على تشغيل نظام الأمان عند تسرب الكلور فوق النسبة المسموح بها وإيقاف مراوح التهوية عن طريق إرسال إشارة إلى لوحة التحكم الكهربية. ويلاحظ أنها تركب على الجدار بالقرب من سطح الأرض (بارتفاع حوالي ٣٠ سم من سطح الأرض) وذلك لكون غاز الكلور أثقل من الهواء.

٦-٣-٢ تعليمات التشغيل والأمان الخاصة بمخزن الكلور:

في هذا الجزء سنحاول التركيز على بعض النقاط الهامة التي يجب مراعاتها أثناء التعامل مع مهمات مخزن الكلور ولا غني عن الإلمام بها حتي نصل إلى أفضل تشغيل وأكبر درجة أمان للعاملين.

أولاً تخزين الأسطوانات:

١. عند تخزين الأسطوانات أو استخدامها يجب عدم تعرضها لأشعة الشمس المباشرة لأنها تعمل على ارتفاع درجة حرارة جسم الأسطوانة وبالتالي رفع ضغط الغاز داخلها مما قد يؤدي إلى انفجار الأسطوانة.
٢. يجب ترك الأسطوانات بعد وضعها على قواعدها أثناء التغيير أو التخزين لمدة زمنية قد تصل إلى ٨ ساعات قبل استخدامها حتي تستقر درجة حرارة الأسطوانة.
٣. يجب وضع الأسطوانة في مكانها الصحيح بحيث يكون محبس الأسطوانة في وضع رأسي لسهولة التشغيل والصيانة.
٤. ينبغي العلم أن الأسطوانة التي تحتوي على أي كمية من الكلور سواء في حالته الغازية أو السائلة. تمثل خطراً دائماً ويجب التعامل معها في حذر وعناية فلا تدع الأسطوانات تسقط على الأرض ولا تجعلها تتخبط في بعضها البعض وكذلك لا تستعمل مغناطيسا حاملا في نقلها ولا تحاول استخدام حبل أو جنزير لهذا الغرض.
٥. عند إعادة الأسطوانات الفارغة فلابد من غلق الصمامات وإجراء اختبارات تسرب الكلور عليها والتأكد من أن أغطية محابس الأسطوانات وكذلك الصواميل في مكانها قبل إرسال هذه الأسطوانات الفارغة لإعادة ملئها.
٦. يجب مراعاة أن تكون أغطية حماية الصمامات للأسطوانات دائماً في مكانها إلا إذا كانت الأسطوانة في حالة الاستعمال بالفعل وبمجرد أن تفرغ الأسطوانة فلابد من غلق الصمامات فوراً لمنع دخول الماء والمواد الغريبة. ولا ينبغي دحرجة الأسطوانات أو الاعتماد عليها كدعامات أو مساند للأجسام الثقيلة أو استخدامها في أي غرض يختلف عن الغرض الأصلي.

ثانياً تشغيل الأسطوانات:

١. يستخدم المحبس العلوي لسحب غاز الكلور والمحبس السفلي لسحب سائل الكلور قبل مروره إلى المبخر (Evaporator) حتي يتحول إلى غاز وإزالة أي نسبة رطوبة في الغاز قبل دخوله لجهاز حقن الكلور.
٢. في حالة استخدام الكلور في حالته الغازية يجب عدم تفريغ الأسطوانة بالكامل حتي لا يتم سحب هواء رطب إلى جهاز حقن الكلور مما يسبب مشاكل بالجهاز.

٣. في حالة استخدام الكلور في حالته السائلة يجب عدم تفريغ الأسطوانة بالكامل أيضاً حتي لا يتم سحب الشوائب المترسبة بقاع الأسطوانة فيؤدي إلى انسداد الأجهزة وخطوط المواسير.
٤. يجب مراعاة أن تفتح صمامات الأسطوانات ببطء ويحظر استخدام أي عدد أو مفاتيح أخري غير تلك التي وردها أو يعتمدها منتجو الأسطوانات.
٥. يجب توفر معدات طوارئ لإصلاح أماكن تسرب الغاز وتشتمل هذه المعدات على كلابات (أفيزات) وجوانات تسد أماكن التسرب والصمامات التالفة ووسائل أخرى تؤدي نفس المهمة.
٦. يجب على الفني المسئول عن مراقبة أجهزة الكلور أن يحتفظ في جيبه بزجاجة بلاستيكية صغيرة بها محلول النشادر وهي تشبه زجاجة القطرة فعند رش المحلول على مكان التسرب تتكون سحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم فتساعده على اكتشاف مكان التسريب وعلاج الموقف قبل أن يتطور.

ثالثاً تجنب ظاهرة الصقيع:

١. يبقى أن نعلم أن الكلور يوجد في حالته السائلة داخل الأسطوانة نتيجة للضغط، وعندما يفتح ويسمح بمرور الغاز من الصمام العلوي لها يخف الضغط في الأسطوانة ويتحول بعض الكلور السائل إلى الحالة الغازية، ويندفع إلى الخارج خلال الصمامات والوصلات إلى الماسورة المجمعة، أي أن الكلور يؤخذ من الأسطوانات على هيئة غاز يمر خلال الأنابيب ثم يصل إلى جهاز الحقن.
٢. عندما يتحول السائل إلى غاز نتيجة لفتح صمام الأسطوانة، ينخفض الضغط داخل الأسطوانة وتنخفض حرارة السائل نتيجة لذلك، وإذا سحب الغاز بسرعة كبيرة فسوف يقل الضغط بسرعة أيضاً وبناء عليه تنخفض درجة الحرارة بسرعة ولدرجة ظهور الجليد على الجدار الخارجي للأسطوانة وحول الصمام، وقد يؤدي هذا التجمد إلى تعطيل تدفق الكلور من الأسطوانة.
٣. يراعي عند التشغيل أن لا تزيد كمية سحب الكلور من الأسطوانات سعة ٨٠٠ كجم عن ٩ كجم/ ساعة وذلك عندما يكون السحب مستمراً، وللحصول على درجات أعلى من السحب فيمكن توصيل أسطوانات إضافية حسب الطلب، ولا ينبغي تحت أي ظرف من الظروف أن توضع أسطوانات الكلور في حمام مائي ساخن أو تتم تدفئتها بأي طريقة بهدف زيادة السحب من غاز الكلور.
٤. يمكن سحب كميات أكبر من الغاز عندما تستخدم الأسطوانات لفترات تشغيل قصيرة متقطعة بدون التعرض لخطر التجميد وكثيراً ما يمكن الحصول بهذه الطريقة على ثلاث أو أربعة أضعاف الكمية العادية تبعاً لطول فترة التشغيل التي تتم فيها معالجة المياه.
٥. يجب مراعاة أنه إذا كانت درجة الحرارة داخل أسطوانات الكلور مرتفعة والكلور في داخلها يتعرض لضغط مرتفع نتيجة لذلك، بناء عليه فسوف يخرج الغاز إلى خط المواسير تحت الضغط المرتفع بينما تكون حرارة خط المواسير ووحدة التحكم أقل من حرارة الغاز في الأسطوانات، لذا فإن غاز الكلور سوف يتحول مرة أخري إلى سائل بفعل انخفاض درجة الحرارة ولهذا ينبغي مراعاة أن تكون درجة الحرارة في أسطوانات الكلور دائماً أقل منها في المواسير المجمعة وفي وحدة التحكم على الأقل أو تعادلها وتكون في حدود ١٨-٢٠ درجة مئوية ويجب المحافظة على ثباتها.
٦. العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة وكمية الكلور المسحوبة:

مادام هناك كلور في صورة سائلة بالأسطوانة فالضغط داخل الأسطوانة يعتمد فقط على درجة حرارة الوسط المحيط (ولا تعتمد على كمية السائل بالأسطوانة)، حتي يستهلك السائل بالأسطوانة وعندئذ يبدأ الضغط في الانخفاض حتي الدرجة التي يجب أن يستبدل عندها الأسطوانات (غالباً عند ١ بار يتم التغيير بأخري مملوءة).

ارشادات التشغيل القياسية لعنبر الكلور:

- يتم التأكد من سلامة محابس الاسطوانات وسلامة الوصلات المرنة كذا التأكد من عمل محبسي النقل التبادلي
- يتم استخدام الكلارك في نقل الاسطوانات ، والونش العلوى في رفع ونقل الاسطوانات. ويتم مراقبة وزن الاسطوانة بواسطة الميزان.
- يتم التأكد من توافر وسلامة اجهزة الحماية الشخصية.
- يتم التأكد من سلامة منظومة الامان (برج التعادل ومشتملاته)

أجهزة الكلور

مقدمة:

تعتبر أجهزة الكلور Chlorinarors هي الوسيلة الآمنة لسحب الكلور من الأسطوانة بطريقة منتظمة يمكن بواسطتها التحكم في كمية الكلور المطلوبة لنقط الحقن المختلفة.

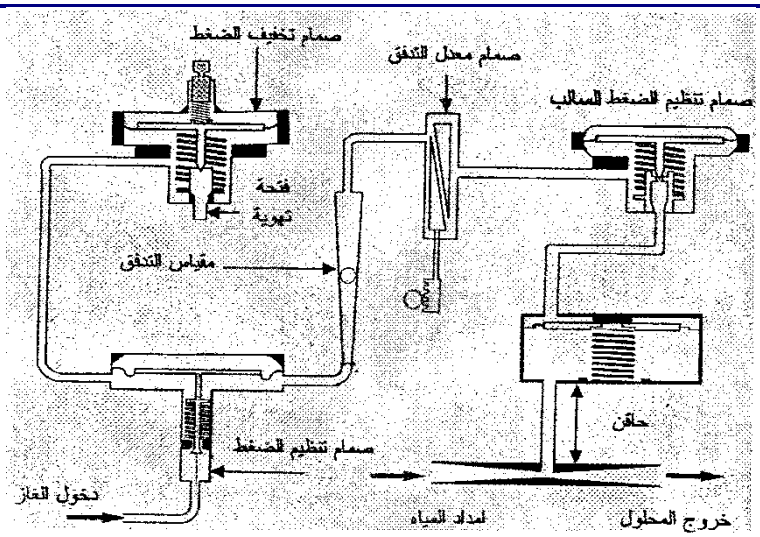
وهناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور، ويستخدم كل نوع منها أسلوباً مختلفاً في طريقة إضافة الكلور للماء المطلوب معالجته. ومن أكثرها شيوعاً واستخداماً في محطات المياه الأنواع التالية:

١. أجهزة تعتمد على ضغط الغاز الموجود في الأسطوانات (أدفانس).
٢. أجهزة تعتمد على الضغط السالب (تفريغ) (والأس أندترنان).

مكونات الجهاز:

غالباً جهاز الكلور يعمل بالضغط السالب يتكون من العناصر الأساسية التالية:

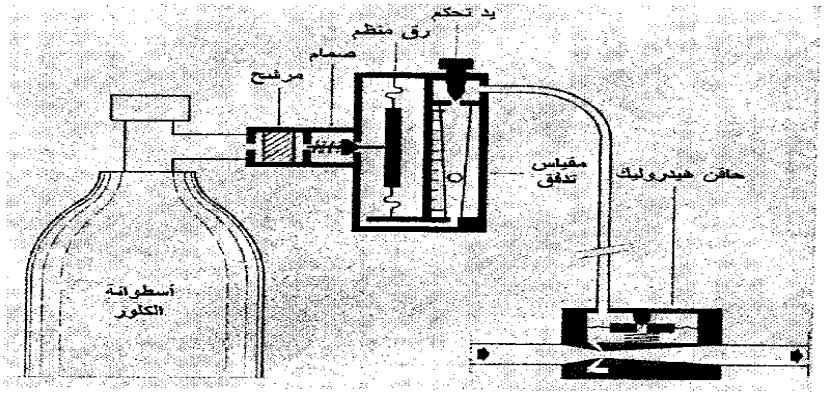
- صمامان تنظيم ضغط أحدهما سالب والآخر موجب (Regulating valve)
- صمامان تحرير ضغط أحدهما سالب والآخر موجب (Relief valve)
- وحدة قياس وضبط معدل تدفق، وتشمل: (Flow meter)
  - أنبوب بيان مدرج شفاف بداخله مؤشر عبارة عن قرص أو كرة.
  - صمام تعديل تدفق ذو الفتحة المتغيرة على شكل شق حرف ٧.
- الحاقن (Injector) ويشمل ماسورة فنشوري، وصمام عدم رجوع (Check valve) ويوضح الشكل رقم (٢٠) تلك المكونات.



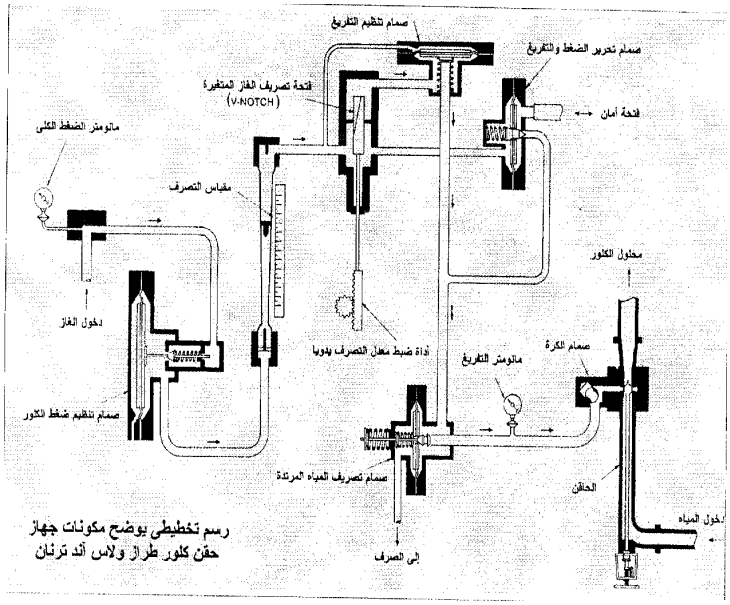
شكل رقم (٢٠) مكونات جهاز كلور يعمل بالضغط السالب

أنواع الأجهزة:

هناك أنواع عديدة من أجهزة الكلور ذات الضغط السالب، وإن كانت تتشابه جميعها في نظرية تشغيلها إلا أنها قد تختلف في مكوناتها وفي شكلها، فمنها ما هو صغير الحجم يثبت بالتعليق على الحائط (Wall-mounted Chlorinator) أو بالتركيب المباشر على فوهة الأسطوانة (Compact Chlorinator) شكل رقم (٢١)، ومنها ما هو كبير الحجم يثبت على أرضية الغرفة شكل رقم (٢٢).

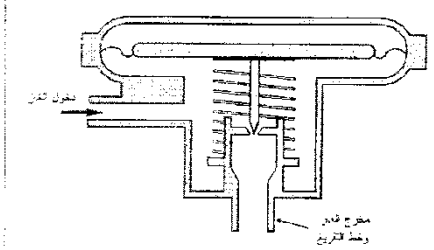
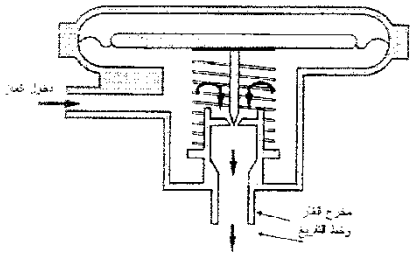
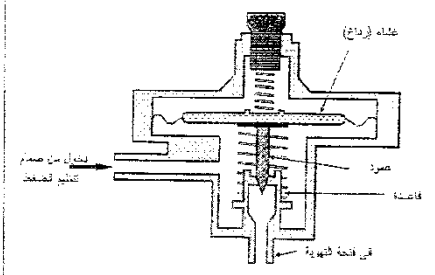
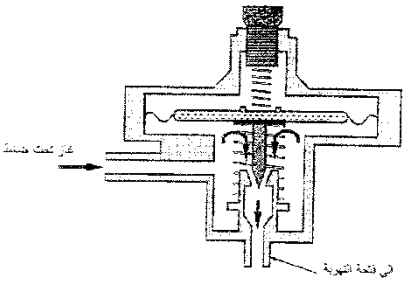
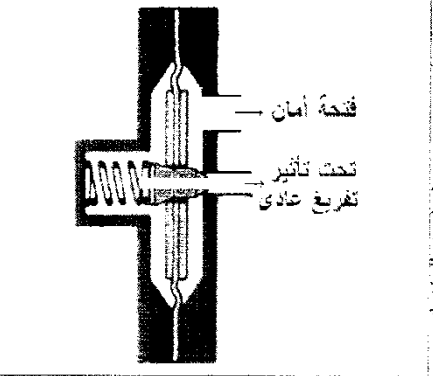
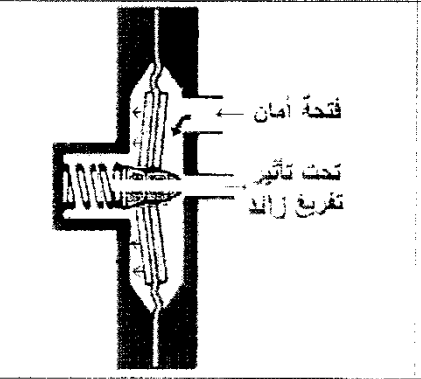


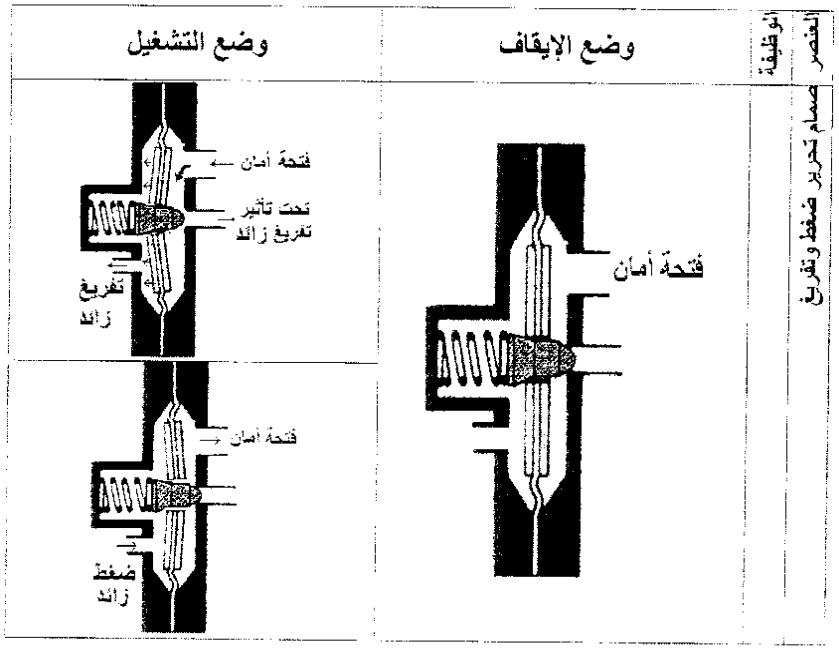
شكل رقم (٢١) رسم تخطيطي لجهاز حقن كلور مدمج (Compact)



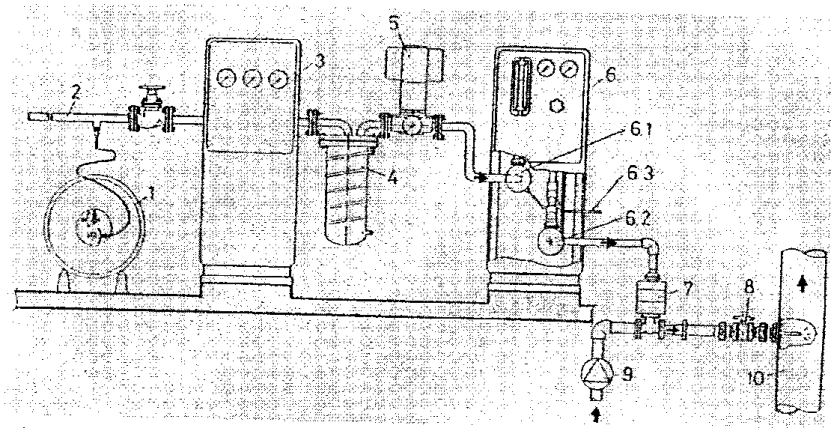
رسم تخطيطي يوضح مكونات جهاز حقن كلور طراز ولاس آند ترنان شكل رقم (٢٢)

تابع مكونات جهاز الكلور

العنصر	الوظيفة	وضع الإيقاف	وضع التشغيل
صمام تنظيم تفريغ	الحفاظ على ضغط سالب ثابت		
صمام تحرير ضغط	صمام أمان يسمح بتحرير الضغط الزائد		
صمام تحرير تفريغ	صمام أمان يسمح بدخول الهواء للنظام لتحرير التفريغ الزائد		



والشكل رقم (١٩) يوضح كيفية وضع جهاز الكلور ضمن نظام الكلور.



شكل رقم (١٩) شكل يوضح ترتيب جهاز الكلور ضمن النظام

١. أسطوانة الكلور ١ طن.
٢. خط التغذية الرئيسي.
٣. المبخر.
٤. الفلتر ومصيدة الرطوبة.
٥. محبس تخفيض الضغط.
٦. جهاز الكلور.
(٦-١) وصلة دخول الغاز.
(٦-٢) وصلة التفريغ للجيفار.
(٦-٣) وصلة أمان.
٧. الحاقن (الجيفار).
٨. وصلة حقن محلول الكلور في الخط.
٩. طلمبة المياه.
١٠. خط المياه الرئيسي.

١. أجهزة الكلور التي تعمل بطريقة التفريغ:

لتحقيق مزيد من التعديل بغرض التغلب على بعض العيوب أو القصور بأجهزة الكلور التي تعمل بالتغذية المباشرة، تمت إضافة ما يسمي بالحاقن، حيث يعمل الحاقن على إحداث تفريغ للهواء في شبكة مواسير جهاز الكلور ويوفر للكلور تلامسا وثيقا مع مصدر الماء منتجا محلول الكلور الذي يسمح تركيزه ودرجة استقراره بإضافته بأمان إلى قناة مفتوحة، أو خط مواسير مغلق أو في اتجاه خط السحب لطلمبة المياه.

ويوضح الشكل رقم (هـ) إضافة الحاقن الذي يحول النظام من التغذية المباشرة إلى التغذية بالتفريغ. ويتغلب هذا النظام على أحد عيوب نظام التغذية المباشرة بأنه لا يسمح بالتدفق العكسي للغاز أثناء التشغيل.

كما يوضح الشكل رقم (و) إضافة صمام لتنفيس الضغط والذي يبقي مغلقاً بواسطة التفريغ، فإذا زاد ضغط التفريغ يتسرب الغاز من خلاله إلى خارج المبني.

جهاز الكلور ذو الضغط السالب:

نتيجة للتطورات المتعاقبة التي أجريت على أجهزة إضافة الكلور والتي سبق ذكرها، تم إنتاج أجهزة حقن محلول كلور (كلور + ماء) تعمل تحت ضغط تفريغ كامل، يتوفر بها نظام إضافة لغاز الكلور سليم وآمن، وتعرف بأجهزة الضغط السالب.

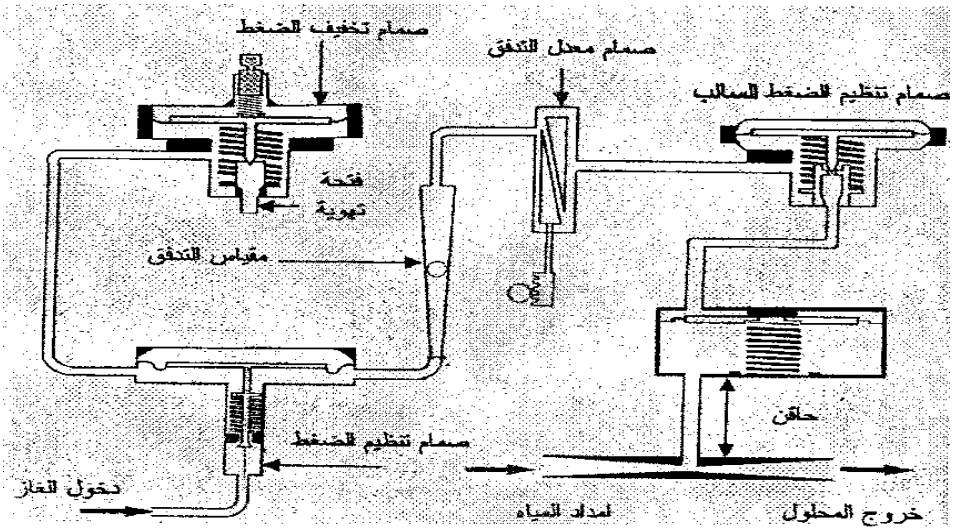
نظرية التشغيل:

يعتمد تشغيل هذه الأجهزة على الضغط السالب (التفريغ) الذي ينشأ عند إمرار المياه تحت ضغط في ماسورة ذات اختناق في مكان معين (الحاقن)، حيث تزيد طاقة الحركة وتقل طاقة الضغط فيحدث تفريغاً يعمل على سحب غاز الكلور من الفتحة الخاصة بدخوله إلى الاختناق ليمتزج بالماء مكوناً محلول الكلور الذي يتم إضافته للمياه عند نقاط الإضافة أو الحقن.

مكونات الجهاز:

غالباً جهاز الكلور يعمل بالضغط السالب يتكون من العناصر الأساسية التالية:

- صمامان تنظيم ضغط أحدهما سالب والآخر موجب (Regulating valve)
- صمامان تحرير ضغط أحدهما سالب والآخر موجب (Relief valve)
- وحدة قياس وضبط معدل تدفق، وتشمل: (Flow meter)
  - أنبوب بيان مدرج شفاف بداخله مؤشر عبارة عن قرص أو كرة.
  - صمام تعديل تدفق ذو الفتحة المتغيرة على شكل شق حرف ٧.
- الحاقن (Injector) ويشمل ماسورة فنشوري، وصمام عدم رجوع (Check valve) ويوضح الشكل رقم (٢٠) تلك المكونات.



شكل رقم (٢٠) مكونات جهاز كلور يعمل بالضغط السالب

تشغيل وإيقاف أجهزة الكلور

قبل إجراء التشغيل يجب عمل مراجعة تشغيل الآتي:

مراجعة نقطة الحقن:

١. افتح المحبس على خط محلول الكلور المغذي لخط المياه.
٢. تأكد أن ماسورة التغذية مغمورة بداخل المجري أو الخط إلى حوالي ثلث العمق.

مراجعة الحاقن:

١. افتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن (أو شغل طلمبة المياه).
٢. يستدل على التشغيل السليم للحاقن بوصول التفريغ إلى حوالي ١٧٠ مللي بار على مقياس التفريغ المثبت بالجهاز.
٣. إذا لزم الأمر اضبط درجة التفريغ بواسطة الطارة اليدوية الموجودة أسفل قاعدة الحاقن.
٤. أغلق محبس المياه (أو أوقف الطلمبة).

مراجعة جهاز الكلور:

- أغلق مصدر المياه إلى الحاقن.
- افتح صمام دخول غاز الكلور إلى جهاز الكلور واختبر وجود أي تسريب على أقصي معدل لتصريف الجهاز – في حالة وجود تسرب.
- افتح محبس مصدر المياه وشغل الحاقن للتخلص من الغاز الموجود بجهاز الكلور إلى أن يقرأ مقياس ضغط الجهاز صفراً.
- انزع الطبة من صمام تنظيم الضغط وشغل الحاقن لمدة ٣ دقائق على الأقل.
- أعد وضع الطبة مكانها وعالج التسرب.
- بعد المعالجة كرر التجربة.

التشغيل:

١. افتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن أو شغل طلمبة المياه.
٢. افتح صمام غاز الكلور.
٣. اضبط معدل تغذية غاز الكلور بواسطة يد التحكم.
٤. راقب ضغط غاز الكلور على مقياس الضغط، وراقب مقدار التفريغ على مقياس التفريغ.

الإيقاف:

لمدة قصيرة: أغلق محبس المياه إلى الحاقن أو طلمبة المياه.

لمدة طويلة:

١. أغلق صمام مصدر الغاز (دخول الغاز).
٢. شغل الحاقن إلى أن يقرأ مقياس الضغط صفراً.
٣. انزع الطبة من صمام تنظيم الضغط لمدة لا تقل عن ثلاث دقائق.
٤. أعد وضع الطبة.
٥. أغلق محبس مصدر المياه أو أوقف الطلمبة.

ظاهرة تكون الثلج على جدران عبوات الكلور

يكون الكلور سائلاً داخل الأسطوانات أو الحاويات عند ضغط ٦ جوى عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية تصل إلى ٨ جوى عند درجة ٣٤ درجة مئوية. عند زيادة معدلات السحب من العبوات عن المحددة سابقاً ينخفض الضغط داخلها ويبدأ الكلور السائل في سرعة التحول إلى غاز وهذا التحول يمتص حرارة من جدار العبوة مما يؤدى إلى تكثيف بخار الماء الموجود في الهواء المحيط بها وتكوين طبقة من الماء على جدران الأسطوانة وبازدياد معدلات السحب تنخفض الحرارة وتتكون طبقة من الثلج فوق الجدار يزداد سمكها مع استمرار زيادة معدلات السحب مما يؤدى إلى عزل العبوة عن الجو المحيط وعدم انتقال الحرارة إلى الكلور السائل وبالتالى عدم تحوله إلى غاز ويبدأ معدل السحب في الانخفاض حتى ينعدم تماماً. يجب تفادى تعرض العبوة للحرارة المرتفعة أو زيادة معدل السحب المقنن.

ج. أجهزة إضافة الكلور (المبخرات – أجهزة الحقن بمكوناتها – المواسير)

١ .مبخر الكلور

والمبخر هو جزء من نظام الكلور السائل حيث يقوم بتحويل هذا السائل إلى غاز الكلور، وهو يستخدم مع حاويات الكلور فقط عند السحب من المحبس السفلى للحاوية بغرض زيادة معدل السحب نظراً لأن معدل السحب من محبس الكلور الغاز في الحاوية لا يزيد عن حوالى ٢٤٠كجم/يوم.

مكوناته:

يتكون من وعاء داخلي من الصلب (غرفة التبخير) موضوع داخل حمام مائي (الوعاء الخارجي) ومزود بماسورتين من أعلا أحدهما لدخول الكلور السائل وتصل إلى قرب القاع والثانية لخروج غاز الكلور قرب قمة الوعاء. ويتم تسخين

الماء عن طريق سخان كهربائي والمبخر مزود بمبين ضغط الغاز، ومبين درجة حرارة الغاز، زجاجة بيان مستوى الماء في الوعاء الخارجي، ثرموستات للتحكم في درجات الحرارة.

صيانة مبخرات الكلور

يتم إيقاف تشغيل مبخر الكلور وتنظيف غرفة التبخير مرة كل عام على الأقل وقد يستدعى الأمر إجراء التنظيف والفحص أكثر من مرة في العام. ويلزم اتباع خطوات الصيانة بمنتهي الدقة.

يتم فحص جميع الأجزاء بالكامل فحصاً دقيقاً أثناء عملية الفك والنظافة وتغيير القطع المتآكلة أو التالفة في الحال. وفي حالة الأجزاء التي تتصل أو تلامس الكلور سواء كان في حالة سائلة أو غازية وتحتاج إل إحلال فيلزم أن تكون القطعة الجديدة مصنعة من خامات ومواد تتحمل وتقاوم التآكل من تفاعل الكلور.

أسلوب إيقاف تشغيل المبخر

- يتم تشغيل جهاز حقن الكلور
- يتم غلق محبس تغذية الكلور السائل إلى المبخر
- يتم الاستمرار في تشغيل جهاز حقن الكلور حتى يصل مبين ضغط غاز الكلور في المبخر إلى (صفر) مشيراً إلى أن الكلور السائل والكلور الغاز قد تم تفريغهما من مجموعة مواسير التوصيل وكذلك غرفة التبخير.
- يتم فصل التيار الكهربائي عن المبخر
- يغلق محبس تغذية المياه
- يتم فتح محبس تصريف المياه وتفريغ المياه الموجودة بالغرفة الخارجية (الحمام المائي).

فك المبخر لأعمال الصيانة

- بعد إيقاف تشغيل المبخر يتم فك الكابينة ونقلها جانباً
- يتم فك جزء المواسير القابل للفك والذى يوصل من خط تغذية الكلور إلى نقطة التوصيلات الداخلية للمبخر.
- يتم توصيل مصدر هواء مضغوط جاف بالتوصيلات الداخلية للمبخر لتنظيف غرفة التبخير من أية أبخرة أو غازات متبقية. ثم فك الجزء من المواسير الموصل من المبخر إلى خط الطرد.
- يتم فك وصلات أجهزة القياس من غرفة التبخير والفلانجة وكذلك كل مواسير الرباط من الفلانجة يتم رفع غرفة التبخير من غرفة الحمام المائي بوسيلة الرفع المناسبة.
- يتم نقل غرفة التبخير إلى خارج غرفة المياه ثم توضع على الأرض على أحد جوانبها لتنظيفها وفحصها.
- يتم غسيل السطح الخارجي لغرفة التبخير بالمياه وتنظيفها تماما من أية رواسب متراكمة. يتم تنظيف أو تغيير القضبان الماغنسيوم الخاصة بالحماية الكاثودية إذا كان التغيير ضروريا (إذا كانت موجودة بالمبخر).

تنظيف المبخر وإعادة التجميع

- يتم غسيل غرفة المياه بالمياه المضغوطة وتنظيفها مما قد يكون قد علق بها من رواسب متراكمة. تفحص شمعة التسخين الخاصة بسخان المياه.

- يتم غسيل السطح الخارجي لغرفة التبخير بالمياه وتنظيفه تماما من آية رواسب متراكمة. يتم تنظيف أو تغيير القضبان الماغنسيوم الخاصة بالحماية الكاثودية إذا كان التغيير ضروريا (إذا كانت موجودة بالمبخر).
- يتم استخدام البخار في نظافة جميع الأسطح لماسورة الدخول وكذلك السطح الداخلي لغرفة التبخير حتى يتم إزالة جميع المواد المترسبة.
- لتسهيل عملية نظافة غرفة التبخير توضع الغرفة مقلوبة مائلة جزئياً وذلك للمساعدة في إزالة الترسيبات الرئيسية من الغرفة
- يتم فحص جميع الأسطح الداخلية والخارجية لغرفة التبخير للكشف عن أي من مظاهر التآكل وفي حالة وجود تآكل يلزم اختبار الغرفة هيدروليكياً في المعامل المتخصصة.
- عند إعادة التجميع فأنه يلزم تركيب جوان جديد بين الغرفة والفلانجة.
- إذا كان قد سبق فك سخان المياه الكهربائي فيجب فحص الجوان قبل تركيبه وتغييره إذا كان ذلك ضرورياً.
- يتم ملء غرفة المياه حتى منسوب التشغيل.
- يتم إعادة توصيل التيار الكهربائي إلى المبخر ليتم تسخين الماء حتى درجة حرارة التشغيل.
- يتم إعادة توصيل مصدر الهواء المضغوط إلى مكانه بالمبخر مرة أخرى ومرر تيار من الهواء المضغوط حتى يتم التخلص من الرطوبة الموجودة بالمبخر
- يقفل الهواء المضغوط ويفصل ثم يتم إعادة توصيل وصلات المواسير مع التأكد من تغيير الجوانات في كل وصلة.
- يتم حماية خط الكلور السائل (قبل المبخر) بتركيب قرص انفجار وغرفة تمدد، بينما يتم حماية خط الكلور الغاز (بعد المبخر) بتركيب بلف (محبس) تخفيض ضغط. فإذا حدثت زيادة كبيرة في ضغط الكلور في الخط بين الحاوية والمبخر فإن القرص ينفجر ويمر الكلور إلى غرفة التمدد لتخفيض الضغط في النظام وعندما تمتلئ غرفة التمدد فإن جرس إنذار ينبه المشغل إلى ذلك، ويلاحظ أنه يجب استبدال قرص الانفجار بعد حدوث هذه الحالة.
- أما محبس تخفيض الضغط فإنه يقوم بوظيفتين، الأولى هي الإيقاف الأوتوماتيكي لخروج غاز الكلور من المبخر في حالة انخفاض درجة حرارة المياه داخل المبخر عن حد التشغيل المطلوب. أما الوظيفة الثانية فهي تخفيض ضغط الغاز الذاهب إلى أجهزة الحقن في حالة حدوث زيادة في هذا الضغط.
- ويجب النظر إلى الكلور السائل الموجود في المبخر وفي الخط بين الحاوية والمبخر والموجود في الحاوية نفسها كوحدة واحدة لا يجب فصلها عن بعضها، بمعنى عدم إغلاق محبس الدخول للمبخر والمحبس الاحتياطي بينما محبس خروج السائل من الحاوية مازال مفتوحاً وذلك لأنه إذا حجز جزء من السائل في الخط وحدثت زيادة في درجة الحرارة فسوف تؤدى إلى زيادة الضغط وانفجار الماسورة.

٢. أجهزة حقن الكلور:

يضاف غاز الكلور بواسطة أجهزة خاصة تسمى أجهزة حقن الكلور وهي إن اختلفت في الشكل أو طريقة التشغيل إلا أنها تتفق في الأسس الرئيسية التالية:

- تخفيف الضغط على الغاز المسال حتى يتحول إلى غاز.
- إمرار هذا الغاز في كمية محدودة من الماء لإذابته بنسبة عالية وتكوين محلول من الكلور المذاب في الماء.

- يجب أن يكون ضغط المحلول أعلى من الضغط عند نقطة الحقن بما لا يقل عن ٢٠ متر ماء لضمان كفاءة عملية الحقن.

تشغيل وإيقاف أجهزة الكلور

١,٤,٦. الإجراءات الواجب إتباعها قبل عملية التشغيل

مراجعة نقطة الحقن:

- افتح المحبس على خط محلول الكلور المغذي لخط المياه.
- تأكد أن ماسورة التغذية مغمورة بداخل المجري أو الخط إلى حوالي ثلث العمق.

مراجعة الحاقن:

- افتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن (أو شغل طلمبة المياه).
- يستدل على التشغيل السليم للحاقن بوصول التفريغ إلى حوالي ١٧٠ مللي بار على مقياس التفريغ المثبت بالجهاز.
- إذا لزم الأمر اضبط درجة التفريغ بواسطة الطارة اليدوية الموجودة أسفل قاعدة الحاقن.
- أغلق محبس المياه (أو أوقف الطلمبة).

مراجعة جهاز الكلور:

- أغلق مصدر المياه إلى الحاقن.
- افتح صمام دخول غاز الكلور إلى جهاز الكلور واختبر وجود أي تسريب على أقصي معدل لتصريف الجهاز – في حالة وجود تسرب.
- افتح محبس مصدر المياه وشغل الحاقن للتخلص من الغاز الموجود بجهاز الكلور إلى أن يقرأ مقياس ضغط الجهاز صفراً.
- انزع الطبة من صمام تنظيم الضغط وشغل الحاقن لمدة ٣ دقائق على الأقل.
- أعد وضع الطبة مكانها وعالج التسرب.
- بعد المعالجة كرر التجربة.

التشغيل:

- افتح محبس مصدر المياه إلى الحاقن أو شغل طلمبة المياه.
- افتح صمام غاز الكلور.
- اضبط معدل تغذية غاز الكلور بواسطة يد التحكم.
- راقب ضغط غاز الكلور على مقياس الضغط، وراقب مقدار التفريغ على مقياس التفريغ.

الإيقاف:

لمدة قصيرة: أغلق محبس المياه إلى الحاقن أو طلمبة المياه.

لمدة طويلة:

- أغلق صمام مصدر الغاز (دخول الغاز).
- شغل الحاقن إلى أن يقرأ مقياس الضغط صفراً.
- انزع الطبة من صمام تنظيم الضغط لمدة لا تقل عن ثلاث دقائق.
- أعد وضع الطبة.
- أغلق محبس مصدر المياه أو أوقف الطلمبة.

الكشف عن تسرب غاز الكلور

لا ينبغي تجاهل أو إهمال أي تسرب كلور. إذ أن التسربات إذا أهملت تزداد سوءاً، لذلك فإنه لابد من معالجتها فور اكتشافها.

تتوفر مع أجهزة الكلور زجاجة من سائل الأمونيا للكشف عن تسربات غاز الكلور عند الوصلات والصمامات.. إلخ. قم بتقريب قطعة قماش مبللة بمحلول الأمونيا من الوصلة أو المكان الذي يعتقد حدوث التسرب به، في حالة وجود تسرب تتكون أبخرة بيضاء تدل على اكتشاف التسرب.

يتم إغلاق مصدر الكلور في الحال وطرد الغاز المتسرب عن طريق التهوية.

لابد من تصريف غاز الكلور المتسرب إلى الهواء الخارجي. ولابد أن تكون منطقة التصرف هذه غير مأهولة وبعيدة عن مناطق العمل والممرات والنوافذ وأجهزة التهوية.

نظام الحماية والأمان

مقدمة:

علمنا في الأبواب السابقة أن غاز الكلور يعتبر غاز خانق بل ومميت عند درجات تركيز تسرب عالية بالهواء. وبناءً على ذلك وحرصاً على سلامة من يتعامل مع غاز الكلور لابد وأن يكون على دراية كاملة بكيفية تداوله وبما يفعل في مواجهة المشاكل الطارئة، ولذلك فإننا سنحاول في هذا الباب التركيز على نظم الحماية والأمان. وهناك نوعين من أجهزة الحماية والأمان:

أولاً: أجهزة حماية شخصية.

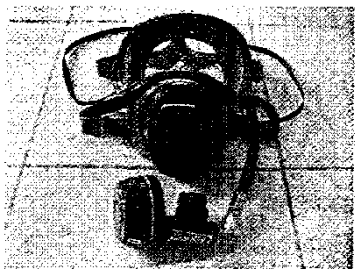
ثانياً: أجهزة حماية عامة.

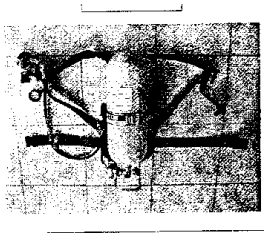
أولاً أجهزة الحماية الشخصية:

لابد أن يزود الأفراد الذين يعملون في حقل الكلور بنوع مناسب من أقنعة الوقاية والملابس الواقية وأجهزة التنفس الصناعي.

أ) القناع الواقي:

تركيبه:





١. قطعة الوجه.
٢. الخرطوم.
٣. المرشح (الفلتر).
٤. الشنطة.

١. قطعة الوجه:

قطعة من البلاستك المطاط المرن لكي تغطي رأس الإنسان ووجهه كاملا بحيث لا يظهر منه إلا الرقبة فقط. ووصفها كالتالي:

- أمام العينين يوجد فتحتين زجاجتين للرؤية وتدهنان بمادة لا تسمح بتكون شبورة من بخار الماء أثناء التنفس.
- أمام الأنف يوجد صمام يسمح بخروج هواء الزفير ولا يسمح بدخول الهواء إلى القناع من الخارج.
- أمام الفم يوجد فتحة مستديرة يركب بها خرطوم مرن ذو حلقات دائرية قابلة للانثناء.

ب) الملابس الواقية:

تشمل: ١- القفاز.

٢- المريلة أو البالطو.

١. القفاز (الجونتي):

قفاز من الجلد اللين ليحمي يد البراد من تأثير غاز الكلور عليها ولا تعطله عن أداء عمله.

٢. المريلة أو البالطو:

ملابس تصنع من البلاستيك المرن وتزود بغطاء للرأس بحيث تحمي البراد من تأثير محلول الكلور السائل إذا انسكب عليه أو تعرض لبعض الرذاذ الذي قد يقع على أي جزء من جسمه.

ج) جهاز الأوكسجين:

يستخدم للتنفس بدلاً من القناع عند العمل لفترة زمنية طويلة أو في الحالات الحرجة والخطرة جداً والتي لا يستطيع أي إنسان أن يغامر بحياته في عمليات الإنقاذ من خطر غاز الكلور الداهم وهذا الجهاز هو شبيه لجهاز الغطس تماما حيث يمد الإنسان بالأكسجين للتنفس طوال مدة عمله التي تحدد بسعة أسطوانتي الأوكسجين (الهواء).

تنبيه:

يجب باستمرار أن تكون أسطوانات الأكسجين مملوءة بصفة دائمة وبعد الاستخدام يعاد ملؤها مرة أخرى لتكون جاهزة للاستعمال في أي وقت. وكل أسطوانة يدون عليها من الذي تستغرقه قبل أن تفرغ وتعطي قبلها صفارة واضحة للبراد لكي ينهي عمله فوراً ويهرب لخارج منطقة الخطر. وعادة تركب أسطوانتين معا على قطعة من البلاستيك أو الصاج

المقوي (الحمالة) وبها حزام للربط حول الوسط وآخر على الكتف لإمكان حمل الأسطوانتين معاً. وكل أسطوانة مزودة بمبين للضغط ومخفض للضغط.

طريقة ارتداء جهاز الأوكسجين:

- ارتداء المريلة أو البالطو البلاستيك والقفاز أولاً مع تجهيز العدة التي سيعمل بها أمامه.
- ترفع الأسطوانتين وتحمل على الكتفين وتربط حزام الوسط.
- تفتح صمام خروج الأوكسجين بالأسطوانتين ويرتدي القناع الواقي ويتنفس من خلاله ليطمئن على إمكانية التنفس أثناء العمل.
- يقوم بعمله وينقذ الموقف.

تنبيه:

هذه الأعمال من الأعمال الفدائية الخطرة ولا يقوي عليها إلا الأفراد الذين لديم عزيمة قوية للإنقاذ والمدربون عليها جيداً. وأي إنسان لديه ذرة من الخوف لا يستطيع أن يؤدي عملية الإنقاذ بصورة صحيحة. لذا يجب التدريب على مختلف المواقف الصعبة فتزيد ثقة الفرد بنفسه وبعمله.

جرعات الكلور الضارة والمميتة:

إذا كانت جرعة الكلور التي يتعرض البراد أو الإنسان لها في حدود ما يمكن أن يتحمله الإنسان لمدة قصيرة كان ذلك غير ضار، أما إذا كان التعرض لجرعات عالية حتي ولو لفترة قصيرة فهناك ضرر أكيد. والجدول التالي يوضح ذلك:

م	الحالة	التركيز في الهواء (جزء في المليون)
١	المقبول والمسموح به في الهواء للتنفس لمدة ٨ ساعات عمل	١
٢	حس الرائحة بوضوح	٣,٥
٣	اختناق في البلعوم	١٥
٤	كحة مستمرة	٣٠
٥	أقصي تركيز مسموح لفترة قصيرة	٤٠
٦	التركيز الخطر عند التعرض لفترة قصيرة	٤٠-٦٠
٧	موت سريع	١٠٠٠

ومعلوم أن هناك خطر دائم من أي تسرب للكلور لذلك يجب سرعة تنفيذ احتياطات الأمان دون تباطؤ وإلا ستكون العواقب وخيمة.

والجدول السابق يوضح أن الإنسان قد يحتمل الحالة رقم ١، ٢ أما الحالة ٣ وما يليه فهي ضارة بالإنسان والحالة رقم ٧ تؤدي إلى الوفاة السريعة.

ويجب دوماً وجود جهاز الأكسجين اللازم للتنفس جاهز وبحالة تسمح للعمل به، بحيث أنه عندما يتطلب الموقف من البراد أن يعمل في وجود تسرب شديد للكلور فعليه أن يرتديه بالطريقة السابق توضيحها ومعه الملابس الواقية ومعدات العمل اللازمة (زرجينه، طبه، خابور خشب، شاكوش، جبس جاهز...) أو أي عدة يتطلبها الموقف.

الإسعافات الأولية لمصاب غاز الكلور

يهمنا هنا كيفية إنقاذ حياة زميل تعرض لجرعة من الكلور أصابته بحالة من الحالات المدونة في الجدول التالي:

م	الحالة	العلاج
١	اختناق في البلعوم أو الزور	يبعد المصاب عن منطقة التلوث واستلقاؤه في وضع مريح وليكن على ظهره في مكان دافئ، وجعله يتنفس من جهاز الأكسجين إذا كان هناك مشاكل في التنفس، ثم محاولة إعطائه مشروب ساخن (لبن)، ويتقيؤه بعد ذلك لمحاولة ذوبان الكلور من منطقة الزور.
٢	الكحة الشديدة المستمرة والتنفس السريع (الحالات ٤، ٥ بالجدول السابق)	ينقل إلى المستشفى لأخذ حقن وتوضع له أجهزة تنفس حتي يمكن أن يتنفس بسهولة وتقل الكحة.
٣	حالات الوفاة (الحالات ٦، ٧ بالجدول السابق)	إذا أمكن نقل المصاب قبل وفاته كان ذلك أفضل كمحاولة أخيرة فقد يكتب له النجاة.

احتياطات هامة:

- جميع ملابس المصاب تكون مشبعة بالغاز المركز فيجب الاحتياط لذلك.
- بعد إنقاذ الزميل المصاب إذا كان مصدر الخطورة مازال مستمراً فيجب على رجل الإنقاذ معرفة مكان الخطورة والعمل على منعه بالطرق السليمة.
- عند تعرض العين لكمية كبيرة من الكلور تغسل بكميات كبيرة من الماء لمدة ١٥ دقيقة.

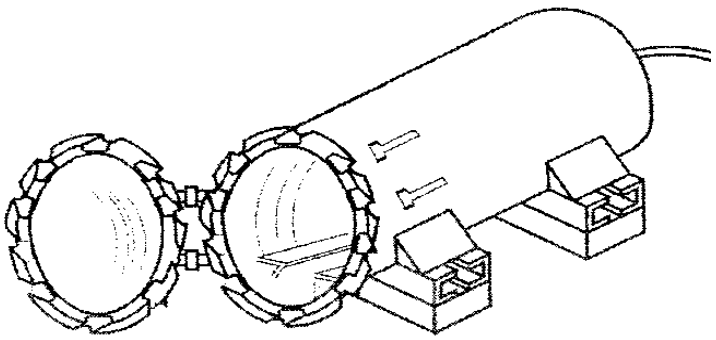
ثانياً أجهزة الحماية العامة

أ. بيارات الأمان:

وهي بيارة بعمق نحو ٣ أمتار، وتبني على شكل مربع أو دائرة من الخرسانة المسلحة ولها غطاء محكم يتسع لإنزال أسطوانة كلور بها ويوضع في هذه البيارة محلول صودا كاوية مركزة يصل تركيزه إلى ٤٠% (حسب سعة البيارة ويراعي أن يكون التركيز دائماً يزيد عن الاحتياج بمقدار ٢٥%). وتستخدم هذه البيارة عندما لا يوجد حل لمشكلة التسرب من أسطوانة الكلور إلا إعدامها بما تحوي من غاز إنقاذاً لما حولها من كارثة محققة، حيث يفتح غطاء البيارة ويتم إنزال الأسطوانة بها ويحكم غلق الغطاء مرة أخري ويتفاعل الغاز المتسرب مع الصودا الكاوية حتي ينتهي بالكامل ويتم إخراج الأسطوانة وتكهن بعد ذلك.

ب. الحاوية:

هي عبارة عن أسطوانة كبيرة مغلقة من جهة والأخرى بها غطاء ضخم يقفل بعدة مسامير قلاووظ كبيرة وفي الجهة المغلقة صمام كلور متصل بخط كلور يعمل على سحب الكلور إلى أجهزة الحقن.



شكل رقم (٢٥)

كيف تعمل الحاوية:

للاستفادة من وجود الحاوية كجهاز أمان يستخدم عند الضرورة لابد من توفر:

١. أسطوانة غاز ثاني أكسيد الكربون ممتلئة بضغط عالي. *
٢. كلارك له شوكتين طويلتين لحمل الأسطوانة طولياً.**

فائدة أسطوانات غاز ثاني أكسيد الكربون:

عندما يحدث تسرب لغاز الكلور من جسم أو بلف الأسطوانة يجب أن تسرع بتوجيه غاز ثاني أكسيد الكربون إلى مكان التسريب لأنه عندما يقل الضغط على غاز ثاني أكسيد الكربون يتحول إلى ثلج في الحال فيتجمد ويغلق مكان تسريب الكلور تماماً.

فائدة الكلارك ذو الشوكتين الطويلتين:

فهو يعمل على نقل الأسطوانة طولياً بعد إغلاق الثقب ورفعها إلى مستوي فتحة الحاوية وإدخالها بسرعة للداخل ثم يغلق غطاء الحاوية جيداً بالمسامير.

وحتي يتم كل ذلك يكون الثلج الجاف لثاني أكسيد الكربون قد بدأ يذوب ويعود غازاً ويبدأ غاز الكلور في الخروج من مكان التسريب وعندئذ يتجه إلى جهاز الحقن عن طريق بلف الحاوية ويتم التخلص من عبوة هذه الأسطوانة بالكامل بأمان تام.

ج. برج التعادل:

في النظم الحديثة لحقن الكلور أعدت الشركات المنتجة لمعدات الحقن نظم للتخلص من غاز الكلور المتسرب، يشمل غرف أو أبراج بداخلها دش من مادة كيميائية تتفاعل مع الكلور وتتعادل معه، ويشتمل النظام على المكونات التالية:

١. الخلية الكاشفة وخزان الأكتروليت.
٢. مراوح لسحب الغاز من أماكن التسريب.
٣. خزان محلول الصودا الكاوية وطلمبات لضخها إلى غرفة إعدام الغاز (البرج).
٤. غرف إعدام الغاز.
٥. لوحة تشغيل أتوماتيكية لنظام التعادل.

١. الخلية الكاشفة وخزان محلول الألكتروليت لكشف التسرب:

توجد زجاجة بها ملح إلكتروليتي يذاب في ١٠ لتر من الماء المقطر أو حسب توصيات المنتج ويصب المحلول في حوض التخزين بحيث يسع كمية من المحلول تكفي لمدة شهرين وهو مصنوع من مادة بلاستيكية شفافة، ويراجع مستوي المحلول في الحوض باستمرار حيث يوجد صمام كهربي لقياس منسوب هذا المحلول وتتساقط قطرات المحلول على أقطاب القياس لكي تكون مبللة بصفة مستمرة فعند وجود كلور متسرب يتفاعل مع المحلول ويعمل على توصيل أقطاب القياس فيعطي أمرا (اتصالا كهربيا) إلى لوحة التحكم للعمل.

تضبط القطرات بحيث تتساقط مرة كل ٢٠-٤٠ ثانية ويملأ الحوض مرة كل شهرين كما يمكن مراجعة استهلاك المحلول دورياً. وإذا تغير لون المحلول إلى اللون الأصفر الفاتح دل هذا على عدم صلاحية المحلول ويجب تفريغه وشطف الخزان (الخالي) بالماء المقطر ويملأ مرة أخري. تنظف الخلية الكاشفة ذاتها بغمسها لمدة ٢٠ ثانية في حامض نيتريك مخفف (تركيز ١٠%) ثم تنظف بالماء المقطر وتركب في مكانها.

٢. مراوح سحب الغاز:

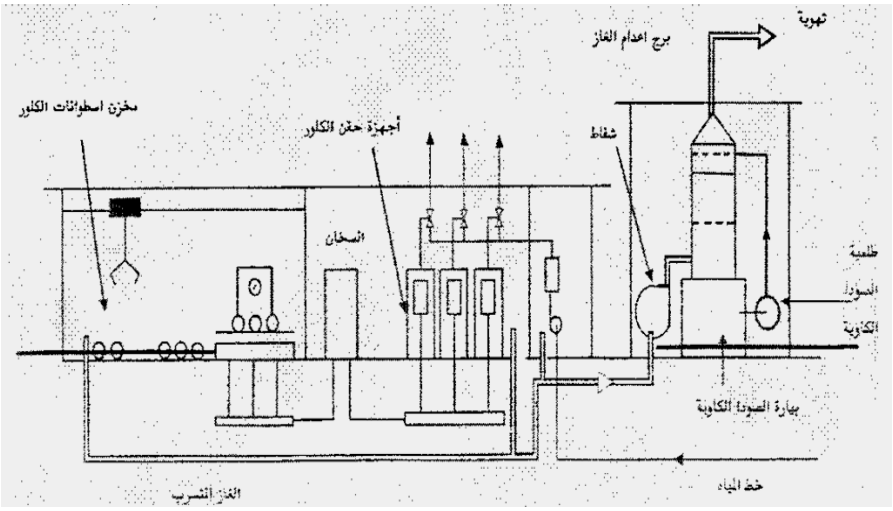
في عنبر أسطوانات الكلور وغرفة أجهزة حقن الكلور المبدئي والنهائي تركب ممرات بلاستيكية تبدأ بالقرب من سطح الأرض وبجوار الحائط وترتفع إلى أعلى ومخترقة الجدران الجانبية لتصل غرفة لوحة تشغيل أجهزة التعادل التي يوجد بها مراوح تسحب الغاز من هذه الممرات لتدفعه إلى غرفة إعدام الغاز من أسفل وهذه المراوح تعمل تلقائياً عن طريق لوحة التشغيل التي بها لوحة تشغيل متكاملة مع الكاشف عن تسريب.

٣. خزان الصودا الكاوية:

بجوار غرفة تشغيل نظام التعادل خزان أرضي مصنوع من الخرسانة وله غطاء وبداخل هذا الخزان محلول من الصودا الكاوية المركز بنسبة ٤٠% ومتصل بالخزان طلمبات ضخ محلول الصودا الكاوية إلى غرفة إعدام الغاز حيث يرش المحلول من رشاشات (دش) معدة لذلك من أعلى الغرفة المغلقة.

٤. غرفة إعدام الغاز:

هي عبارة عن بناء من الخرسانة (برج) مرتفع عن باقي مباني الغرف ومخزن الأسطوانات وتدخل مواسير الغاز إلى هذه الغرفة وتهبط إلى الكلور وتتفاعل معه وينتج من التفاعل الملح ويوجد بهذه الغرفة أشكال من البلاستيك على هيئة شرائح متقاطعة مع بعضها لتملأ الفراغ في الغرفة وفائدة هذه الشرائح المتقاطعة هي إعاقة خروج الكلور من الغرفة وتزيد من مساحة السطح التي يتقابل بها الكلور مع محلول الصودا الكاوية.



نظام حقن الكلور متكامل متضمناً نظام امتصاص غاز الكلور المتسرب شكل رقم (٢٦)

٥. لوحة التشغيل الأتوماتيكية لنظام التعادل:

هي اللوحة التي تركب بجوار طلمبات ضخ محلول الصودا الكاوية ومراوح سحب الغاز وهي متصلة بكل من:

- مخزن أسطوانات الكلور.
- غرفة أجهزة حقن الكلور المبدئي والنهائي.
- غرفة سخانات الكلور السائل (المبخرات).

وتعمل هذه اللوحة بفرق جهد ٣٨٠ فولت حيث تعمل على توصيل مفاتيح تشغيل الطلمبات والمراوح وكذلك بها أجهزة تشغيل وإيقاف تصل إلى الخلايا الكاشفة وتعمل على تشغيل المعدات المختلفة تلقائياً عند وجود تسرب محسوس كما يوجد جهاز إنذار سمعي (سرينة) للتنبيه.

إضافة الكلور بأمان عند تطهير المروقات أو المرشحات:

أ. محطات المياه هي أكثر الأماكن استخداماً للكلور سواء كان غازا أو بودرة فعندما يراد تطهير أحد المروقات أو المرشحات فتستخدم الأسطوانة سعة ٥٠ كجم لخفة وزنها فيتم توصيل خرطوم طويل من البلاستيك بالأسطوانة ويلقي الطرف الآخر في المرشح أو المروق وتفتح الأسطوانة ويتم بذلك زيادة كمية الكلور في المروقات أو المرشح مع مرور الوقت حتي التركيز الكافي للتعقيم (١٥-٢٠ جزء في المليون).

ب. لاستخدام الكلور البودرة تحدد كمية المياه ونسبة التركيز المطلوبة وعلى أساس ذلك يحدد وزن أو عدد الكراتين المطلوب استخدامها مع العلم بأن الواحدة منها تزن ٢٥ كجم.

طريقة تحضير محلول الكلور:

تحضير برميل وعدة جرادل وخرطوم مياه جارية وتوضع البودرة في البرميل وتذاب مع المياه بحيث لا تصيب البودرة الأفراد نتيجة اتجاه الهواء. وبواسطة الجرادل يبدأ في رش المحلول على الجدران أو تسكب في المياه المراد تعقيمها في أماكن مختلفة.

بعد الانتهاء من العملية تغسل جميع الأدوات المستخدمة وتنظف من بقايا البودرة الباقية.

تشغيل نظام الكلور بأمان عند تشغيل سخانات الكلور:

عندما يكون نظام حقن الكلور في بعض المحطات يعتمد على سحب الكلور في حالته السائلة من الأسطوانات فإن أجهزة الحقن لابد وأن يمر بها الكلور في حالته الغازية لهذا تغلبت شركات الإنتاج على هذه المشكلة بوضع سخانات كلور بين المصدر أجهزة الحقن وهذه السخانات تدفع بكميات كبيرة إلى أجهزة الحقن المعدة لذلك.

ووصفها كالتالي:

١. السخان عبارة عن أسطوانة مغلقة من أسفل وبها عدة سخانات كهربية وبها حماية كاثودية ومعامل أمان لما يحدث من السخانات الكهربية من أعطال وتملأ هذه الأسطوانة بالماء.
٢. داخل الأسطوانة توجد أسطوانة أخري يدخل فيها ماسورة دخول الكلور إلى قرب القاع ويخرج منها ماسورة أخري من قرب قمة الأسطوانة الداخلية.
٣. بين الأسطوانتين يوجد ماء لمنسوب معين وهذا الماء يأتي من مصدر مياه ويوجد محبس آخر لصرف المياه من السخان عندما يراد ذلك. وعلى السخان جهاز لقياس درجة حرارة المياه عند التسخين.
٤. ويتحكم في دخول الغاز إلى السخان صمام وفي الخروج صمام آخر خلفه مخفض ضغط ليحافظ على ضغط الغاز في المواسير.
٥. يوجد مبين زجاجي لمنسوب المياه داخل السخان، ودرجة الحرارة المثلي التي يعمل عندها السخان هي ٧٢° م.

وإذا لم تتم العمرات السنوية للسخان في مواعيدها فقد يحدث ثقوب في أسطوانة الكلور الداخلية نتيجة وجود رواسب على القضيب الصلب الذي يعمل كأنود (القطب الموجب) للحماية الكاثودية داخل المياه الساخنة.

أين يوجد قناعك الواقي:

القناع الواقي هو لحمايتك الشخصية من خطر أكيد لا تعلم متي يداهمك الخطر أو متي يبدأ؟

العدد اليدوية التي تستخدم في حالة الطوارئ كثيرة ونذكر منها:

الشاكوش، المفتاح البلدي والمشرشر، مفتاح الأسطوانة، الزراجين، السربنتينة، زجاجة الكشف عن الغاز، الطبب، الخوابير، الورد، مفتاح كونتاك الكلارك، مفتاح الدولاب والشنطة.

معدات الإنقاذ هامة في حالة الخطر وأهمها:

أسطوانات الأكسجين والكمامة الخاصة بها، وهذه الأسطوانات يجب أن تكون معبأة والكمامة نظيفة والأربطة والحمالة سليمة وموضوعة على الحائط بطريقة سهلة للاستخدام.

ويجب أن يكون براد الكلور مدرب وعلى معرفة تامة بقيادة الكلارك وتشغيل الونش العلوي لمخزن الأسطوانات.

الكشف الدوري على العاملين بمجال الكلور:

مرض المهنة أمر محتملا نتيجة التعرض لجرعات من الكلور المتكررة حتي ولو بقدر صغير لثواني معدودة. فالجهاز التنفسي سيعاني من الكلور إن عاجلا أو آجلا لذلك فعلى الشركات عرض العاملين بالكلور على طبيب متخصص في أمراض الجهاز التنفسي للكشف عليهم كل ستة أشهر وكتابة تقرير بحالة كل فرد.

احتياطات مواجهة التسرب:

١. كن دائماً خلف مكان التسرب وعكس اتجاه الريح.
٢. تذكر أن الكلور أثقل من الهواء.
٣. لا تستخدم المياه إطلاقًا في مواجهة أي تسرب.
٤. إبعاد جميع الأفراد عن مكان التسرب فيما عدا المسئولين عن مواجهته.
٥. يحدد مكان التسرب بواسطة قطعة قماش مبللة بالأمونيا.
٦. أي تسرب حول عمود البلف يمكن إيقافه بإحكام ربط صامولة الزنق.
٧. بالنسبة للأسطوانة يجب جعل مكان التسرب لأعلى حتي لا يتسرب الكلور السائل.
٨. يجب التعامل مع الأسطوانة الحادث بها التسرب بإلقائها في بيارة الصودا الكاوية أو إدخالها في الحاوية أو بنقلها لمنطقة معزولة لتفريغ شحنتها.

تجهيز الموقع بالأدوات والعدد الضرورية اللازمة للتعامل مع أسطوانة الكلور التي بها تحدث بها مشكلة تسرب فجائي لغاز الكلور، ووضعها في مكان متاح للأفراد وتدريب الأفراد على كيفية استخدامها، مع وضع الإرشادات اللازمة لذلك.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

مهندس / محمد غنيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
مهندس / محمد صالح	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
مهندس / يسري سعد الدين عرابي	شركة مياه الشرب القاهرة
مهندس / عبد الحكيم الباز محمود	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
مهندس / محمد رجب الزغبي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
مهندس / رمضان شعبان رضوان	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
مهندس / حسني عبده حجاب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
مهندس / سامي موريس نجيب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
مهندس / جويدة علي سليمان	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
مهندسة / وفاء فليب إسحاق	شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
مهندس / محمد أحمد الشافعي	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
مهندس / محمد بدوي عسل	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
مهندس / محمد غانم الجابري	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
مهندس / محمد نبيل محمد حسن	شركة مياه الشرب بالقاهرة
مهندس / أحمد عبد العظيم	شركة مياه الشرب القاهرة
مهندس / السيد رجب محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
مهندس / نصر الدين عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
مهندس / مصطفي محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
مهندس / فايز بدر	المعونة الألمانية (GIZ)
مهندس / عادل أبو طالب	المعونة الألمانية (GIZ)