منتـدى خـبراء تـكـنـولـوجـيـا المـيـاه

Water Technology Experts forum (WTEF)

مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis

(الجـزء الأول)

جمع وتـقـديم

كيميائى/ وليد السيد محمود

تعريف بمنتدى خبراء تكنولوجيا المياه

إن الواقع المائي العربي يفرض تحديات كبيرة أمام الحكومات والشعوب العربية،حيث أن معظم الدول العربية باتت مصنفة تحت خط الفقر المائي، مما يعني ان نصيب الفرد العربي من موارد المياه المتجددة أقل من ألف متر مكعب في العام، وهو من أقل المعدلات في العالم, بالإضافة إلى ان (65%) من تلك الموارد منبعها من خارج اراضي الوطن العربي، وتشير الدراسات إلى ان حصة الفرد العربي من المياه في تدني متزايد مع الزمن، مما ينذر بنقص حاد في القدرة على تلبية المتطلبات التنموية الأساسية.
وحيث أن الأمن المائي هو الرافد الرئيسي للأمن الغذائي والتنمية الصناعية والاقتصادية والرفاهية الاجتماعية, فعلى جميع الحكومات والشعوب العربية ان تدرك خطورة تفاقم الفجوة المائية الناتجة عن الشح المتزايد في المياه في الوقت الذي يتنامى فيه الطلب عليها، وأن الأزمة المائية العربية باتت وشيكة, وأن الطموحات والخطط التنموية العربية أصبحت في مهب الريح, الأمر الذي يتطلب مشاركة قوية من المتخصصين لايجاد حلول مبتكرة من اجل العمل على وضع حلول لتلك الازمة .

رؤية المنتدى

أن يكون منتدى خبراء تكنولوجيا المياه أكبر صرح علمي عربي في مجال المياه يلتقي من خلاله خبراء المياه العرب لتبادل الخبرات وبناء القدرات.

رسالة المنتدى

المساهمة في الارتقاء بقطاع المياه في الوطن العربي, والعمل على تحقيق الاستدامة المائية العربية من خلال رفع مستوى الوعي لدى الحكومات والشعوب العربية بمشكلات وقضايا المياه, ومد جسور التواصل بين الخبراء والمختصين والعاملين في مجال المياه, في جميع أنحاء الوطن العربي، بهدف تبادل الخبرات، وبناء القدرات، وتكامل الجهود، ومناقشة الأفكار, وتبادل الرؤى حول كافة الموضوعات التي تخص مجال المياه.

الاهداف

1. ايجاد الحلول الملائمة اقتصاديا وفنياً لتوفير كميات المياه التي تكفي لتلبية المتطلبات البلدية والزراعية والصناعية في القطر العربي.
2. تطوير نظم معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي للحفاظ على الصحة العامة والبيئة واعادة استخدامها كمورد غير تقليدي ومتجدد للمياه.
3. التعاون بين أعضاء المنتدى لإيجاد المعلومات والحلول للمشكلات التي تواجههم وتوفيرالبرامج والدورات التدريبية والوظائف الملائمة لهم.
4. التعاون الفني مع الجهات المعنية بالشأن المائي في مختلف دول العالم بهدف نقل وتوطين الخبرات والتقنيات في المنطقة العربية.
5. توفير المعلومات والخبرات والوثائق اللازمة لتحسين المستوى الفني والإداري لأعضاء المنتدى ولا يسمح بنشر أو طلب أو تداول أي وثائق أو معلومات أو كتب لها حقوق نشر محفوظة لافراد أو جهات عربية أو أجنبية.

سلسلة دورات المفاهيم الاساسية لمعالجة المياه

هى سلسلة علمية متخصصة في مجال علوم المياه والتى يقدمها محاضرون خبراء متطوعون في منتدى خبراء تكنولوجيا المياه من اجل نشر العلم والمعرفة .

فالعلم مثل اللغة له أساسيات ومفاتيح ...

إن أدركها الشخص استطاع ممارسة هذه اللغة ...

وكلما زادت الحصيلة اللغوية تحدث الشخص بمهارة أكبر واستطاع الاندماج مع متحدثى هذه اللغة...

كذلك علوم المياه – مثل أى علم – له مفاتيح ومفاهيم أساسية ينبغى لمن أراد ممارسة هذا المجال فهم هذه المفاتيح والمفاهيم واستيعابها...

وهذه السلسلة العلمية سيتم فيها سرد المفاهيم الأساسية التى تساعد المبتدئ في خوض هذا المجال الشيق فى صورة مبسطة...

إنها سلسلة لا غنى عنه لكل كيميائى يعمل فى هذا المجال أو يريد الإلتحاق به...

إن الغرض من هذه السلسلة هو إعداد جيل كبير من الخبراء لسد هذا الثغر فى وطننا العربى.

نسأل الله أن ينفع بها...

اهداء ..

أهدي هذه السلسلة لكل أعضاء مجموعة منتدى خبراء تكنولوجيا المياه على صفحة التواصل الإجتماعى الفيس بوك وعلى رأسهم المهندس محمد خليفة صاحب العطاء اللامحدود.
أهديها إلى معلم الأجيال الذى أضاء سماء العرب بالمعرفة العلمية ... الدكتور مصطفى محمود رحمه الله ...
أهديها إلى معلم الأجيال الذى ساهم فى إدخال علوم البحار فى مصر بكده وعرقه وإخلاصه ... الدكتور حامد جوهر رحمه الله ...
أهديها إلى أستاذ التنمية البشرية الدكتور إبراهيم الفقى رحمه الله والذى فجر فينا ينابيع الطاقات الإيجابية ... ودلنا على معانى الأمل وهزيمة الإحباطات ...
أهدى هذه السلسلة إلى الذين تمتلأ قلوبهم بحب الأمة العربية والإسلامية ...
أهديها لمن يزرعون أزهار الأمل وسط الصحراء القاحلة ...
أهديها لمن يحملون مشاعل النور والحرية لمجتمعاتهم ...
أهديها لمن علمونا أن العلم هو طوق النجاة وسط البحرالهائج ...
أهديها لمن عرَّفوا لنا السعادة بأنها مساعدة الآخرين ...
أهديها لمن جعلوا تقدم أمتهم هو هدفهم الأسمى ...
أهديها إلى الشموع التى تضىء من أجل الآخرين ...
أهديها للمهتمين بالبحث العلمى ونقله إلى بلاد العرب من جديد ...
إنه الجزء الأول من كورس "مناقشات علمية حول كيمياء التناضخ العكسي" .. نسأل الله أن ينفع بها ...
ولا ننسى أن ننسب الفضل - بعد الله - لأسرة أعضاء منتدى خبراء تكنولوجيا المياه وعلى رأسهم المهندس محمد خليفة مدير المنتدى وصاحب أكبرمكتبة ألكترونية متخصصة فى العالم العربى فى مجال تكنولوجيا المياه ثم أخص بالشكر الدكتورالحسن الصادق المسئول عن تنظيم الكورسات والدورات التدريبية فى المنتدى، فهو - بجانب إسهاماته العلمية - صاحب التصميمات الجميلة لمنشورات الدورة ... كما أخص بالشكر المهندس رياض عبد الفتاح الذى أثرى الدورة بخبراته العملية والصورالتوضيحية ... كما أخص بالشكر المهندس محمد بسيونى ومساهماته فى اطلاعنا على المحاضرات الخاصة بالمهندس محمد موسي ... كما أتوجه بالشكر للدكتور محمد شلتوت الذى أطلب منه أن يسمح لى بأن أصفه بأنه كان مثل الربان الماهر الذى يقود السفينة ويوجه دفة ومسار الدورة التدريبية فى الإتجاه الصحيح بنصائحه وخبراته العلمية والعملية والتى بإذن الله ستسجل فى صفحات تقرؤها الأجيال تلو الأجيال ...
ونتوجه بالشكر والتقدير إلى الخبراء الذين ساهموا بصورة مباشرة فى إخراج هذه السلسلة بمشاركاتهم الثمينة ونصائحهم الغالية ... نذكرمنهم على سبيل المثال لا الحصرفى لوحة شرف متوجة بماء الذهب ليعلم القاصى والدانى كم تجود أرض العرب بالمخلصين والعلماء المجتهدين الذين يبغون رفعة هذه الأمة ونهضتها العلمية ...
ويحق لنا أن نفرح كلما تقدمت أمتنا للأمام ...
وإليكم أسماء الخبراء والمهندسين والكيمائيين والبيولوجيين المشاركين فى الدورة ...

أسماء المهندسين المشاركين بخبراتهم فى كورس
" مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى - الجزء الأول"

والذى تم القاؤه فى جروب "خبراء تكنولوجيا المياه" بتاريخ 2017/2/1 تحت إدارة المهندس محمد خليفة والمهندس الحسن الصادق راعى الكورسات العلمية على الجروب.

1- المهندس أحمد همام. 2- المهندس الحسن الصادق. 3- المهندس أحمد مشهور.
4- المهندس أيمن عونى. 5- الدكتور أبو عزت. 6- المهندس أحمد ممدوح.
7- المهندس أحمد عويس. 8- المهندس أحمد عثمان. 9- المهندس أحمد محمود.
10- المهندس أحمد محمود حسين. 11- المهندس أبو محمد. 12- المهندس أمين الخولى.
13- المهندس أحمد الربيعى الربيعى. 14- المهندس السيد عبد الحميد. 15- المهندس أسامة المصرى.
16- المهندس إيهاب على. 17- المهندس أحمد حسين الناجى. 18- المهندس أبو خالد مكرم.
19- المهندس أحمد سمير. 20- المهندس أحمد حسن أحمد. 21- المهندس أحمد صفوت.
22- المهندس أحمد إبراهيم. 23- المهندس أيمن الشريف. 24- المهندس أبو مصطفى.
25- المهندس ابراهيم عيسى. 26- المهندس ثائر السعيد. 27- المهندس جهاد حمزة.
28- المهندس حسن عقيل. 29- المهندس حسن النجدى. 30- المهندس حسام خالد.
31- المهندس حمدى السيد. 32- المهندس حسين فوزى. 33- المهندس حامد أحمد.

أسماء المهندسين المشاركين بخبراتهم فى كورس
" مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى - الجزء الأول"

والذى تم القاؤه فى جروب "خبراء تكنولوجيا المياه" بتاريخ 2017/2/1 تحت إدارة المهندس محمد خليفة والمهندس الحسن الصادق راعى الكورسات العلمية على الجروب.

34- المهندس خالد على. 35- المهندس خالد خطيب. 36- المهندس خالد طاهر النجار.
37- المهندس رياض عبد الفتاح. 38- المهندس سعيد عادل. 39- المهندسة سُمية.
40- المهندس سيد مصطفى. 41- المهندسة سارة محمد طلعت. 42- المهندس شعبان أنانى.
43- المهندس أحمد محمود صبرى. 44- المهندس صلاح محمد. 45- المهندس صلاح أبوريتاج.
46- المهندس صلاح محمد. 47- المهندس صفوت فيليبس. 48- البروفيسور طه جاويش.
49- المهندس فرج على. 50- المهندس قربابى الجيلانى. 51- المهندس كريم صقر.
52- المهندس Kareem El-Naghia. 53- المهندس كمال النحاس. 54- المهندس كريم محمود.
55- المهندس عمر عبده البرعى. 56- المهندس عادل بدوى. 57- المهندس على الشيب.
58- المهندس عادل عبد الحليم السلايمة. 59- المهندس عمرو منير. 60- المهندس عدلى السيد.
61- المهندس عبد الرحيم أبو على. 62- المهندس عبد الله شعبان. 63- المهندس عمار اسماعيل.
64- المهندس عاطف طنطاوى. 65- المهندس عمرو حسن. 66- المهندس عاطف جاد.
67- المهندس عزت. 68- المهندس غنيم أحمد. 69- المهندس جهاد حمزة.

أسماء المهندسين المشاركين بخبراتهم فى كورس
" مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى - الجزء الأول"

والذى تم القاؤه فى جروب "خبراء تكنولوجيا المياه" بتاريخ 2017/2/1 تحت إدارة المهندس محمد خليفة والمهندس الحسن الصادق راعى الكورسات العلمية على الجروب.

70- المهندس محمد سلام. 71- الدكتورمحمد شلتوت. 72- المهندس منتصرعليوة.
73- المهندس مجدى السمان. 74- المهندس محسن كامل. 75- المهندس محمد بسيونى.
76- المهندس محمد طه. 77- المهندس محمد الكحلاوى. 78- المهندس محمد السُكري.
79- المهندس محمد توفيق. 80- المهندس محمد قطب. 81- المهندس محمد طارق.
82- المهندس محمد حشيش. 83- المهندس محمد البارودى. 84- المهندس محمد سلام.
85- المهندس محمد زكى. 86- المهندس محمد المصرى. 87- المهندس محمد صلاح .
88- المهندس محمد الخطيب. 89- المهندس محمد حسن عبد الباقى. 90- المهندس مدحت زكى.
91- المهندس محمد حسين. 92- المهندس محمود البكل. 93- المهندس محمد موسي.
94- المهندس محمد على. 95- المهندس محمد عبد الجواد. 96- المهندس معتزKasmber.
97- المهندس Maidi moon. 98- المهندس محمد أبو اسماعيل. 99- المهندس مروان صبحى.

أسماء المهندسين المشاركين بخبراتهم فى كورس
" مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى - الجزء الأول"

والذى تم القاؤه فى جروب "خبراء تكنولوجيا المياه" بتاريخ 2017/2/1 تحت إدارة المهندس محمد خليفة والمهندس الحسن الصادق راعى الكورسات العلمية على الجروب.

100- المهندس محمد مسعود. 101- المهندس محمد صابر. 102- المهندس محمود خير الدين.
103- المهندس مدحت محمد طلبة. 104- المهندس ناجى سعيد. 105- المهندس هشام معوض.
106- المهندس وليد بيشو. 107- المهندس وائل حجازى. 108- المهندس وليد إمام.
109- المهندس يحيى زكريا. 110- المهندس يحيي الباشا. 111- المهندس يوسف محمد.
112- المهندس ابراهيم محجوب. 113- المهندس محمد زكريا. 114- المهندس شادى السيد.
115- المهندس سيف محمود. 116- المهندس محمد حمدى. 117- المهندسة نيفين أحمد.
118- المهندس محمد النجار. 119- المهندس طارق مصطفى. 120- المهندس السعيد رضا.
121- المهندس مصطفى محمود.

المقدمة ..

من بطون الكتب والمواقع العلمية ... ومن بين ثنايا المحاضرات القيمة والكورسات العربية والأجنبية بجانب نصائح الخبراء المحترمين على صفحتنا الموقرة – منتدى خبراء تكنولوجيا المياه – على مدى الشهوروالأعوام السابقة، تم تجميع هذه المادة العلمية لنقدمها لكم فى سلسلة بعنوان : "مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى – الجزء الأول" ..

وفى هذا السلسلة إضافة قوية لخريجى الجامعات من الكيميائيين والمهندسين والمبتدئين فى مجال تحلية المياه فضلاً عن العاملين بهذا المجال ...
هى سلسلة نرجو أن يستفيد منها الجميع لأنها تجمع بين المادة العلمية والمجال العملى على أرض الواقع ... حاولنا بتوفيق من الله تبسيطها لتكون متاحة للجميع ...
هى سلسلة تصف وحدة التناضح العكسي وتتألف من جزئين ... الجزء الأول ... والذى نحن بصدده ... يتحدث بدايةً من مياه التغذية ومروراً بالمعالجة الإبتدائية بكل ما فيها من مغامرات علمية ... والجزء الثانى يبدأ بطلمبة الضغط العالى ثم التحلية بالأغشية وينتهى بالمعالجة النهائية ... وستتعرض السلسة من حين لآخر للمشاكل والتساؤلات التى دائماً تُطرح وسيتم سرد اقتراحات الخبراء لمعالجتها...
وكعادتنا على المنتدى ... سيتم إنزال المادة العلمية على هيئة منشورات يومية ... ثلاثون منشور للجزء الأول ... بجانب المنشورات الإستثنائية ... يعنى سنتسغرق أكثر من شهر... وسيتم التعليق عليها من قبل الخبراء ... فنرجو منهم ابداء المقترحات أوالإضافات العلمية المفيدة أوالتعليقات المناسبة على كل منشور والتى ستؤخذ فى الحسبان بعد ذلك ... بل سيتم تجميع وتدوين هذه المنشورات وإضافة التعليقات القيمة مع ذكرأسماء المهندسين الذى تفضلوا بالمشاركات ... نعم إن شاء الله سيتم تجميعها فى فايل ضخم ليكون مرجعاً أساسياً يرجع إليه المختصون فى عالمنا العربى ... وكلما زادت إضافات ولمسات الخبراء زادت من قيمة هذه السلسلة ...
نجاح هذه التجربة ستكون بفضل الله أولاً ثم بفضل مشاركاتكم وابداء مقترحاتكم ...

كيميائى/ وليد السيد محمود
القاهرة – 25 يناير 2017

الفهرس

اسم الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	7
النقاش الأول: مقدمة فى إستخدام التناضح العكسي(Reverse osmosis) ما هى الفكرة العلمية للتناضح العكسي؟ ماهى استخدامات التناضح العكسي؟ ما هى أهم عيوب التناضح العكسي؟ ما هى أهم مزايا التناضح العكسي؟	10
النقاش الثانى: مفاهيم وتجارب أساسية فى علوم المياه: التوصيلية الكهربية (Electrical conductivity) - الأملاح الذائبة الكلية (TDS) – الأُس الهيدروجينى(pH) - القلوية Alkalinity – العسر(Hardness) - المواد العالقة الصلبة الكلية (TSS) - العكارة (Turbidity).	19
النقاش الثالث: القدرة على الأكسدة والإختزال(ORP).	27
النقاش الرابع: مؤشر كثافة الطين (الطمى)SDI) (Silt density index).	34
النقاش الخامس: حساب الLSI وال (DSI&S) ... وقياس احتمالية تكون القشور من كربونات الكالسيوم ... وتكون القشور على ممبرينات الذيل وتفريغ المقطع الصوتى للمهندس أحمد همام لطبيعة سريان المياه داخل الأغشية وأسباب تكون القشور فى نهايات الأغشية ومتوسط الcross flow.	46
النقاش السادس: المراحل المختلفة (الخطوط العريضة) لمحطة التناضح العكسى ... ماهى أهمية المعالجة الأولية (Pretreatment section)؟ ... وبداية أولى مراحل المعالجة الأولية.	62
النقاش السابع: طبيعة مياه التغذية ... نظرة شاملة ... (الجزء الأول) ... مياه التغذية أوالمياه الخام (Feed water or raw water) ... وتواجد الحديد والمنجنيز.	70
النقاش الثامن: طبيعة مياه التغذية ... نظرة شاملة ... (الجزء الثانى) - اتساخ الأسطح (الفاولينج) (Fouling).	80
النقاش التاسع: محتويات مياه التغذية وأحجامها وترشيحها.	86
النقاش العاشر: الخطوط العريضة للمعالجة الأولية (Pretreatment) والتحاليل المعملية المرتبطة بمياه التغذية.	95
النقاش الحادى عشر: بين المعالجة الفيزيائية والمعالجة الكيميائية.	100
النقاش الثانى عشر: إضافة المروقات.	108
النقاش الثالث عشر: تجربة الكؤوسJar test .	119
النقاش الرابع عشر: تعقيم المياه واستخدام الكلور.	132
النقاش الخامس عشر: تعقيم المياه بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية.	155
النقاش السادس عشر: الفلتر الرملى - العقيق - الإختبارات التى تُجرى على الزلط والميديا.	164
النقاش السابع عشر: الغسيل العكسي للفلاتر الرملية .	186
النقاش الثامن عشر: ظاهرة تحوصل (وتحجر) الرمال فى الفلاتر الرملية.	199
النقاش التاسع عشر: الفلاتر المؤكسدة (الفلتر الرملى الأخضر وفلترال(Birm .	204

اسم الموضوع	رقم الصفحة
النقاش العشرون: تصميم الفلاتر الرملية.	212
النقاش الحادى والعشرون: الفلتر الكربونى.	225
النقاش الثانى والعشرون: تيسير المياه ومنع تكوين القشور (إضافات أولية وإضافات الأنتى سكيل).	244
النقاش الثالث والعشرون: المُيسر (السوفتنر) Softener (الجزء الأول).	253
النقاش الرابع والعشرون: المُيسر (السوفتنر) Softener والحسابات الخاصة به.	267
النقاش الخامس والعشرون: الفلاترالدقيقة (الميكرونية) (فلاتر الكارتريدج).	277
النقاش السادس والعشرون: التعقيم وأنواعه وتعقيم فلاتر الكارتريدج وتغييرها.	286
النقاش السابع والعشرون: إضافة نازع الكلور.	292
النقاش الثامن والعشرون: تحضير الكيماويات وحساب الجرعات المطلوبة.	299
النقاش التاسع والعشرون: أمثلة عملية على المعالجة الإبتدائية:	310
الحالة الأولى: ارتفاع مفاجىء لل SDI .	311
الحالة الثانية: تواجد بعض الطحالب فى تنك الأنتى سكيل!	313
الحالة الثالثة: ظهور الفاولينج على فلاتر الكارتريدج!	314
الحالة الرابعة: معالجة مياه لها TOC تصل إلى 10 جزء فى المليون!	315
الحالة الخامسة: ظهور كبريتيد الهيدروجين بعد الفلاتر الرملية!	316
الحالة السادسة: ظهور الطمي على الفلاتر الرملية!	320
الحالة السابعة: تكون القشورعلى الأغشية كل 20 يوم مع إضافة أنتى سكيل قوى!	323
الحالة الثامنة: ارتفاع العكارة إلى NTU 12 فى تنك التغذية وعلاقته بالحديد!	328
تجميع خاص بموضع الحديد والمنجنيز وطرق المعالجة.	331
النقاش الثلاثون: أنا مياه التغذية! (قصة المعالجة الإبتدائية فى سطور وختام الكورس)	344

يمكنكم الوصول الى الموضوع بالنقر عليه ..

وللعودة الى الفهرس مرة أخرى اضغط على السهم العلوى ▲ بأسفل يسار الصفحة.

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
1
النقاش الأول
BRINE
WATER
BRINE
WATER
BRINE
WATER
مقدمة حول
التناضح العكسى
Reverse Osmosis
OSMOSIS
Water flows from low
concentration of salts to
higher concentration.
$\pi_1 < \pi_2$
$P = \Delta\pi$
$P > \Delta\pi$
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الأول

مقدمة فى إستخدام التناضح العكسى (Reverse osmosis)

فى بداية رحلتنا مع سلسلة التناضح العكسي وفى هذا البوست الأول سنسأل 4 أسئلة ... وهى: ما هى الفكرة العلمية التى بُنيت عليها تلك التقنية؟ وما هى استخدامات التناضح العكسى؟ وما هى أهم مزاياه؟ وأهم عيوبه؟

ما هى الفكرة العلمية للتناضح العكسى؟

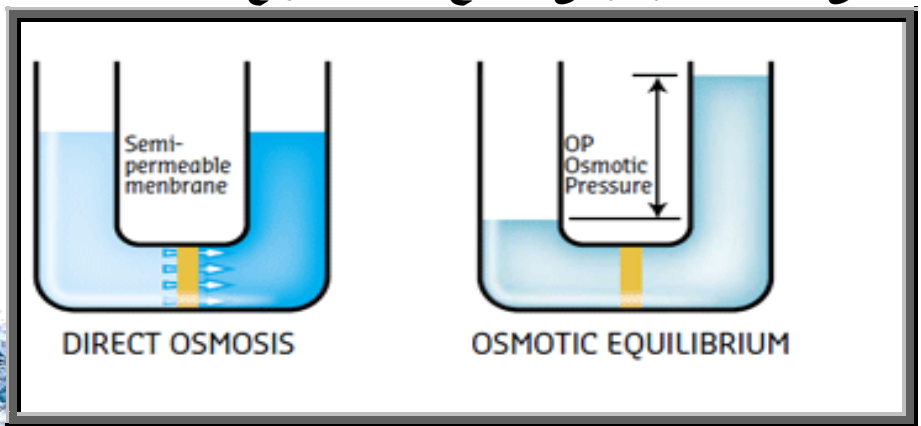
معالجة المياه هى عبارة عن عدة عمليات متتالية الغرض منها إزالة الشوائب الموجودة فى الماء للحصول على ماء يناسب الغرض الذى سوف يستخدم من أجله ... والتناضح العكسى أو الأسموزية العكسية أو الRO) Reverse osmosis) هى إحدى طرق المعالجة والغرض منها تحلية وتنقية المياه ...

التناضح العكسي هو طريقة لفصل الأملاح (أو تحلية المياه) فصلاً فيزيائياً بالإعتماد على ما يُسمى بالأغشية membranes وليس على التسخين، بمعنى آخر أنها تقنية شبيهة ب"المنخل" أو الsieving mechanism حيث يسمح بمرور المذيب solvent وهو الماء ويحجزالأملاح وهى الsolute ... وعملية الحجز نفسها هى عملية فيزيائية بحتة لا دخل للكيمياء فيها!

ومن الروتينيات أنه عندما نشرع فى شرح معنى التناضح العكسى والفكرة العلمية المبنية عليه فيجب أن نوضح معنى الخاصية الأسموزية فى الأساس (أو التناضح) ... وحتى نفهم الخاصية الأسموزية نقول:

نأتى بغشاء شبه منفذ Semi-permeable membrane أو ما نسميه أيضاً غشاء اختيارى النفاذية والذى يتكون من ملايين الثقوب الصغيرة جداً التى تسمح بعبور نوع محدد من الذرات أو الجزيئات أوالأيونات خلاله عن طريق الإنتشاروطبقاً لنظرية المنخل(Sieving theory)، ثم نأتى بوعاء على حرف U كما بالشكل التالى ونضع هذا الغشاء فى منتصفه(بالجزء السفلى) لنُقسِّم الوعاء إلى طرف أيمن وطرف أيسر.

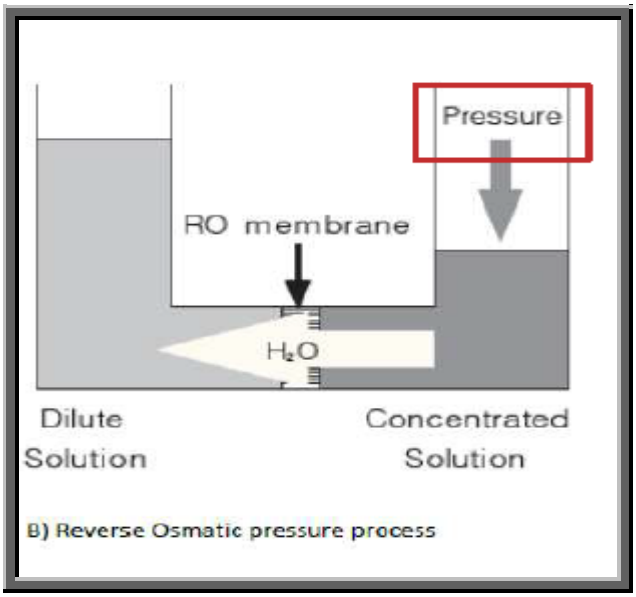
نضع يا شباب فى الطرف الأيمن محول ملحى له تركيز عالى من الأملاح ونضع فى الطرف الأيسر محلول ملحى منخفض التركيز فى الأملاح .... ماذا تتوقع أن يحدث؟؟؟

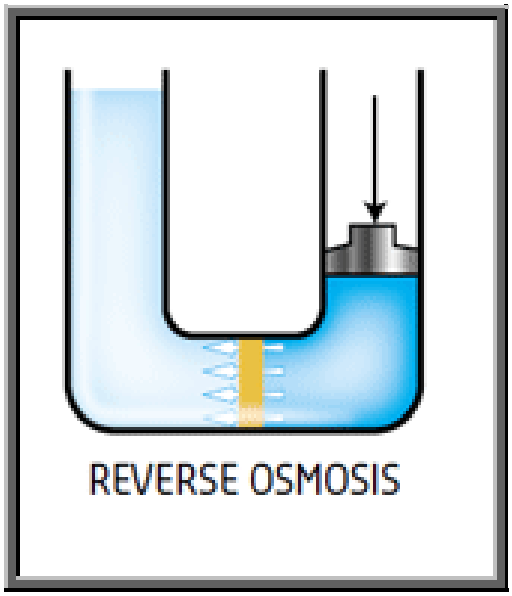


ما يحدث هو أنه سيتم عمل اتزان بين المحلولين حتى يتساوا فى التركيز ... فتنتقل المياه من الطرف الأيسر الذى يحتوى على أملاح أقل إلى الطرف الأيمن الذى يحتوى على أملاح أكثر فتعمل على تخفيفه فيقل التركيز حتى يتساوى الطرفان فى التركيز وهو ما نطلق عليه الإتزان أو الإتزان الأسموزى Osmotic equilibrium.... وهذه هى الخاصية الأسموزية!
كما أن القوة المحركة للمياه فى هذه الحالة هى ما نسميه قوة الضغط الأسموزى..
وبالطبع الخاصية الأسموزية لا نستطيع من خلالها الحصول على مياه محلاة ومنخفضة فى الأملاح لذا نلجأ إلى ما يُعرف بالتناضخ العكسى أوالأسموزية العكسية أوعكس ما ذكرناه!

فما هو التناضخ العكسى؟؟

هو جعل المياه تنتقل من التركيز الأعلى فى الأملاح إلى التركيز المنخفض (أى عكس الإتجاه الطبيعى فى الخاصية الأسموزية) بمعنى آخر هو "إجبار" المياه على التحرك العكسى من منطقة المياه الخام المالحة إلى الوسط الأقل ملوحة باستخدام قوة أقوى من الضغط الأسموزى، ومن هنا يتبين لنا أنه من المؤكد أننا نحتاج إلى قوة دافعة خارجية تمارس على الطرف الأيمن لدفع المياه عبر الغشاء الشبه منفذ إلى الطرف الأيسر كما بالشكلين التاليين:





وهذه هى فكرة التناضخ العكسى!
تم تطبيق ذلك عملياً فى وحدات التناضخ العكسى بأن جعلنا الطرف الأيمن من الأنبوبة التى على حرف U تمثل مياه التغذية التى تحتوى على الأملاح بتركيزات عالية وباستخدام طلمبة ضغط عالى high pressure pump على هذه المياه تمر خلال أغشية شبه منفذة تتحمل هذا الضغط وموضوعة داخل مجموعة من الأوعية تسمى أوعية الضغط أو الفيزلات Vessels وهذه الأغشية لها طبقات بمسام صغيرة جداً جداً تسمح بمرورالمياه دون الأملاح والبكتيريا والفيروسات لتخرج إلى الطرف الأيسر وهى المياه المنتجة والتى ستُستخدم بعد ذلك فى الشرب أولأغراض أخرى.
أظن أن المسألة كده وضحت إن شاء الله...

والأغشية شبه المنفذة أبسط مثال لها هو "ورق السلوفان"، وفى محطات التناضح العكسى يتم استخدام بعض الأنواع لصنع الأغشية (أوالممبرين) مثل أسيتات السيليلوز أو البولى أميد كما سنتحدث عنها بعد ذلك فى الجزء الثانى من السلسلة.
والمياه الناتجة من المعالجة بالأغشية تنقسم إلى قسمين:
1- مياه معالجة تحتوى على نسبة ضئيلة من الأملاح وهى البيرميت Permeate وسُميت بذلك لنفاذها من الغشاء.
2- مياه تحتوى على نسبة عالية جداً ومُركزة من الأملاح وتسمى الReject water والتى تم حجزمكوناتها من أملاح وغيره خلف الأغشية ويتم التخلص منها ...
وسيتم شرح ذلك أيضاً بالتفصيل بعد ذلك فى الجزء الثانى من السلسة إن شاء الله ...

ماهى أهم استخدامات التناضح العكسى؟

الإجابة: الوحدات الكبيرة للتناضح العكسي أو الMacro reverse osmosis تستخدم فى تحلية مياه البحر(Sea or saline water) والمياه متوسطة الملوحة (Brackish water) ومياه الآبار(Ground or well water) ومياه الصرف (Waste water) أحياناً.
واستخدام المياه المنتجة فى: أغراض الشرب - الغلايات (المراجل) البخارية وتوليد البخار فى محطات القوى Steam power station - الإستخدامات الصناعية - الإستخدامات الغذائية (كالمياه الغازية) - الإستخدامات الطبية (كمياه غسيل الكلى) – مصانع أشباه الموصلات Semi conductors ... إلى آخره.
وهناك وحدات صغيرة للتناضح العكسي Micro reverse osmosis تستخدم مع الفلاتر المنزلية وإن كان عليها بعض المحاذير كما سنوضح فيما بعد.

ما هى أهم عيوب التناضح العكسى؟

1- مياه التغذية دائماً تحتاج إلى معالجة أولية (ابتدائية) بما فيها المعالجة الفيزيائية والكيميائية مما يرفع من تكاليف المشروع.
2- حساسية الأغشية عند سوء استخدامها أوعدم المعالجة الأولية بطريقة جيدة.
3- تكلفة الأغشية مرتفعة كما أنه لا يُمكن تخزين كثيرمن هذه الأغشية لأكثرمن عام فى المتوسط لقصر عمرها الإفتراضى.
طبعاً لوعقدنا مقارنة بين التناضح العكسي والتقنيات الأخرى نجد أنه هو الأفضل ... لذا من النادرالنظر إلى عيوبه ، والعالم كله الآن يتجه إلى هذه التقنية الرائعة ... وإليك مزاياه ...

ما هى أهم مزايا التناضح العكسى؟

1- لا يحتاج التناضح العكسي إلى تسخين المياه فهو يوفرالطاقة بنسبة حوالى 60% مما يُستهلك في وحدة التبخير الحرارى كما أن عدم اللجوء للتسخين يقلل من التآكل والترسبات.
2- يتم استخدام نصف المساحة التى تستخدم فى وحدة التبخير الحرارى.
3- تكاليف انشاء وتشغيل التناضح العكسي أقل بكثير من التبخير الحرارى.
4- ملوحة المياه المنتجة من 300 – 500 جزء فى المليون فى المتوسط وهى مناسبة لماء الشرب وقد تكون أقل من ذلك فيتم خلطها بمياه أكثر ملوحة.
5- مرونة سعة الوحدات من عدة لترات إلى عشرات الآلاف من المتر المكعب يومياً.

6- خفة الأغشية وسهولة تغييرها.
7- مناسبة لمياه الآبار التى تحتوى على أملاح ذائبة كلية حتى 10000 جزء فى المليون، أو مياه البحار حتى 40000 جزء فى المليون.
8- تقليل المواد الصلبة الذائبة TDS بنسبة إزالة تصل إلى 99%.
9- تقليل المواد الغروية والبيولوجية بنسبة إزالة تصل إلى 98%
10- إزالة معظم المياه الصلبة بنسبة إزالة تصل إلى 98%
11- إزالة الخلايا الميكروبية من بكتيريا وفيروسات بصورة شبه كلية.
12- إزالة أى مواد مشعة (مثلها مثل تكنولوجيا النانو).
13- إزالة المركبات النيتروجينة والنترات والتى تزيد فى المياه الجوفية التى تجاورالأراضى الزراعية حيث يتم استخدام المخصبات الزراعية والأسمدة (لا تُزيلها تكنولوجيا النانو) ، وقد يرجع وجود هذه المركبات نتيجة لمخلفات الصرف الصحى والصناعى أو مخلفات وروث الحيوانات... ويُعتبر التناضح العكسى أفضل طريقة لإزالة النترات حيث يتخلص منها بنسبة 97% ، بجانب أننا يمكننا استخدام الريزين أو الراتنج Resin حيث يتم التبادل الأيونى مع الكلورايد وغيره.

المشاركات على النقاش الأول: مقدمة فى إستخدام التناضح العكسي

مشاركة المهندس عمرعبده البرعى:

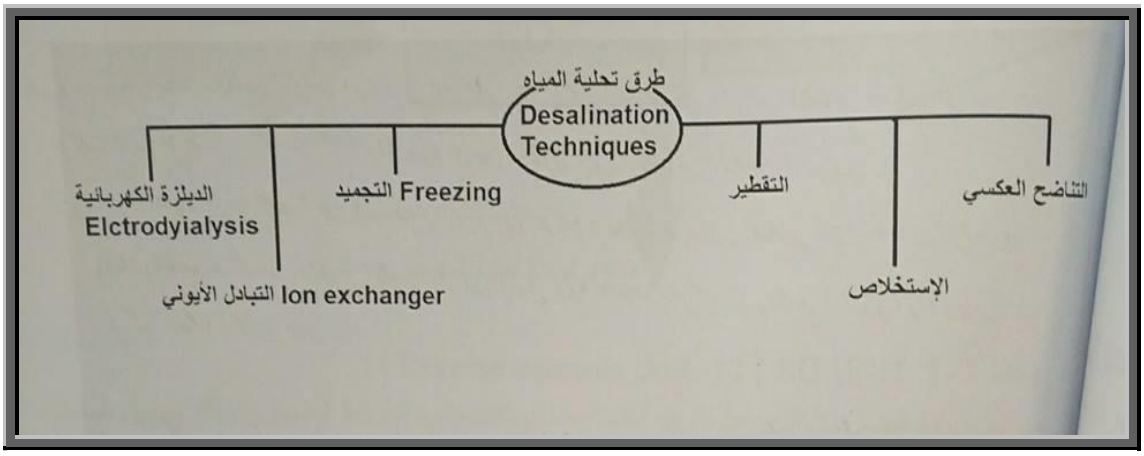
الأسموزية هي انتقال الماء من التركيز الأقل للملح إلى التركيزالأعلى حتى يحدث الاتزان فعندما نستخدم ضغط أعلى من الضغط الأسموزي يحدث العكس ينتقل الماء من التركيز الأعلى للملح إلى التركيز الاقل.

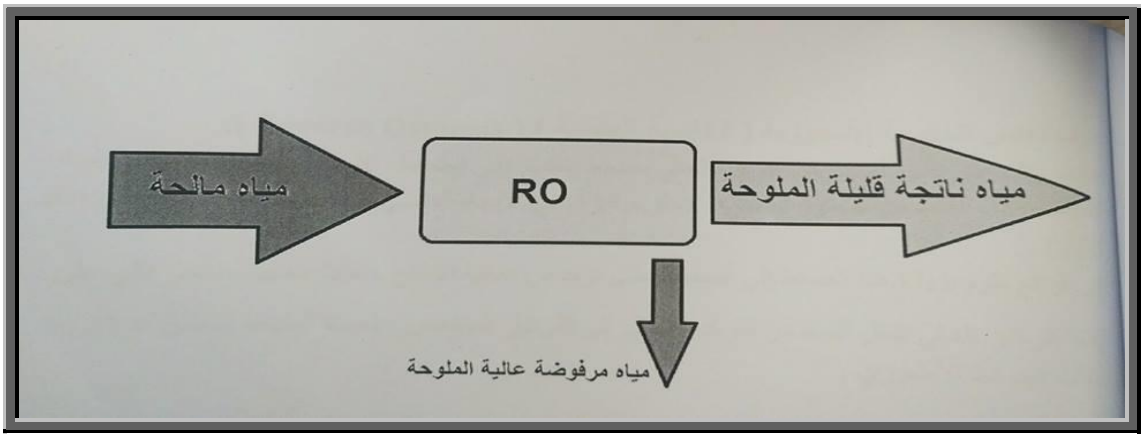
مشاركة المهندس عادل بدوى فى جوابه على السؤال التالى: " مالفرق بين one stage RO system و two stage RO system؟

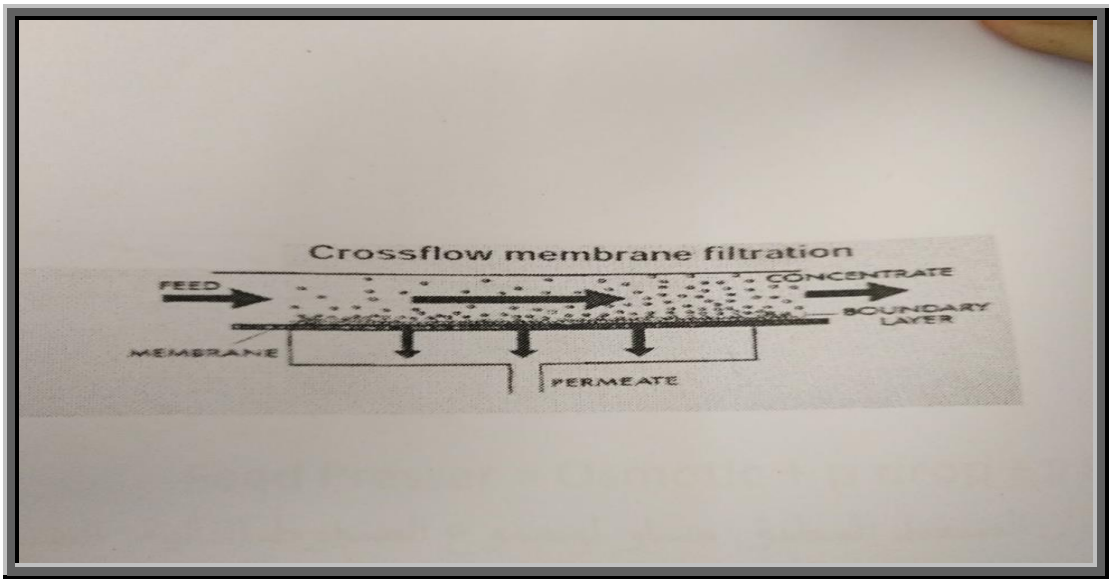
الفرق في تصميم محطة المرحلة الواحدة الإعتماد علي مبدأ المنتج والريجيكت وهنا للريجيكت بيطلع في الدرين(Drain) مباشرةُ ... أما في حالة المرحلتين الاختلاف بيكون في المرحلة التانية حيث مياه الريجيكت بتاعت المرحلة الأولي بتدخل المرحلة التانية وبتكون بالنسبه ليها مياه تغذية ومنها بيطلع منتج وريجيكت نهائي للدرين وهكذا لكل المراحل.
تنبيه:(سيتم شرح مفصل لذلك فى الجزء الثانى من الكورس).

مشاركة المهندس رياض عبد الفتاح عوض:

طبعاً عملية التناضح العكسي أوعكس الخاصية الأسموزية هي إحدى تقنيات تحلية المياه وهومايسمى مصطلح Desalination techniques حيث هو عبارة عن عملية لفصل الأملاح.
انظر إلى الصورتين التاليتين:







ومن الناحية التطبيقية يتم ضخ مياه التغذية المالح في وعاء مغلق يُسمى vessel حيث يضغط الماء المالح ويُضغط خلال مجموعة من الأغشية وعندما يمر جزء من الماء العذب عبرالغشاء خلال التدفق المستمر للمياه فإن جزء من المياه يمر من خلال الغشاء مخلفة ورائها جسيمات الرجيكت reject particles وهذه الجسيمات لا تبقى راكدة accumulated على سطح الغشاء بل تنجرف بفعل التدفق المستمر لتيارالريجيكت reject.

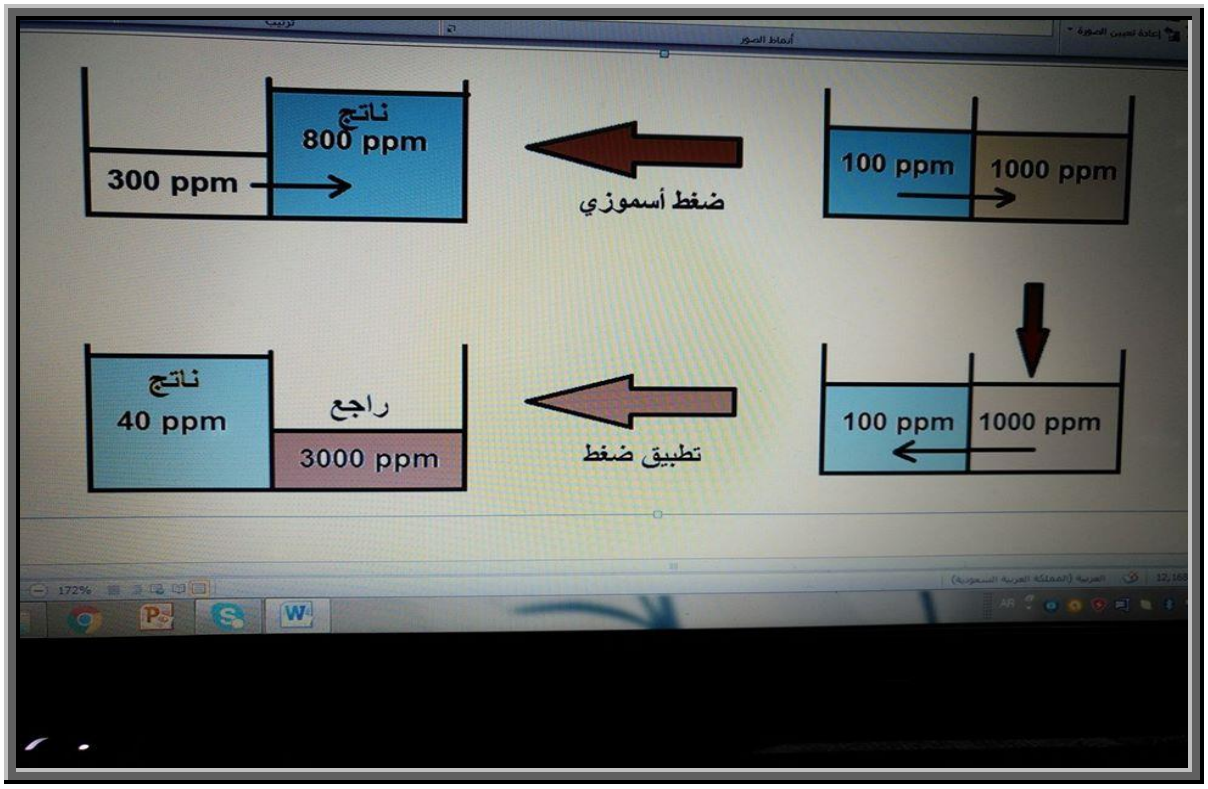
حيث عدم التخلص من الrejectيزيد الترسبات ويتراوح كمية المياه المتخلص منها من 20 إلى 70 % من مياه التغذية ويسمى هذا المحلول المطرود reject حيث هناك محبس على خط الرجيكت يتحكم بالنسبة المئوية لتدفق ماء التغذية الداخل ويسمى محبس التركيز العالي.

وفى سؤال وُجه للمهندس رياض عن ضبط التدفق الخاص بال permeate and reject فقال:

نعم له ضبط معين يعتمد على الrecoveryأو"نسبة الإسترداد" حيث عندما تضبط تدفق الرجيكت سوف تضبط ال recovery ... وهناك أنظمة في ال RO يكون هناك صمام تحكم على الرجيكت حيث يتحكم أوتوماتيكيا بزيادة التدفق أوإنقاصه حسب النسبة المطلوبه ولكن نحن بهذا نكون قد خرجنا عن موضوع النقاش ...

وأكمل المهندس رياض حديثه:

السؤال القوي لماذا نلجأ إلى تطبيق ضغط عالي في منطقة التركيز العالي عن طريق غشاء شبه منفذ لنحصل على مياه محلاه ونحن نستطيع أن نضع غشاء شبه منفذ وننتظر مرورالماء من التركيزالمنخفض إلى التركيز العالي طبعاً تمت الإجابه عليه من قبل السيد وليد سابقاً ... ولكن نوضح ذلك بهذه الصورة كمثال:

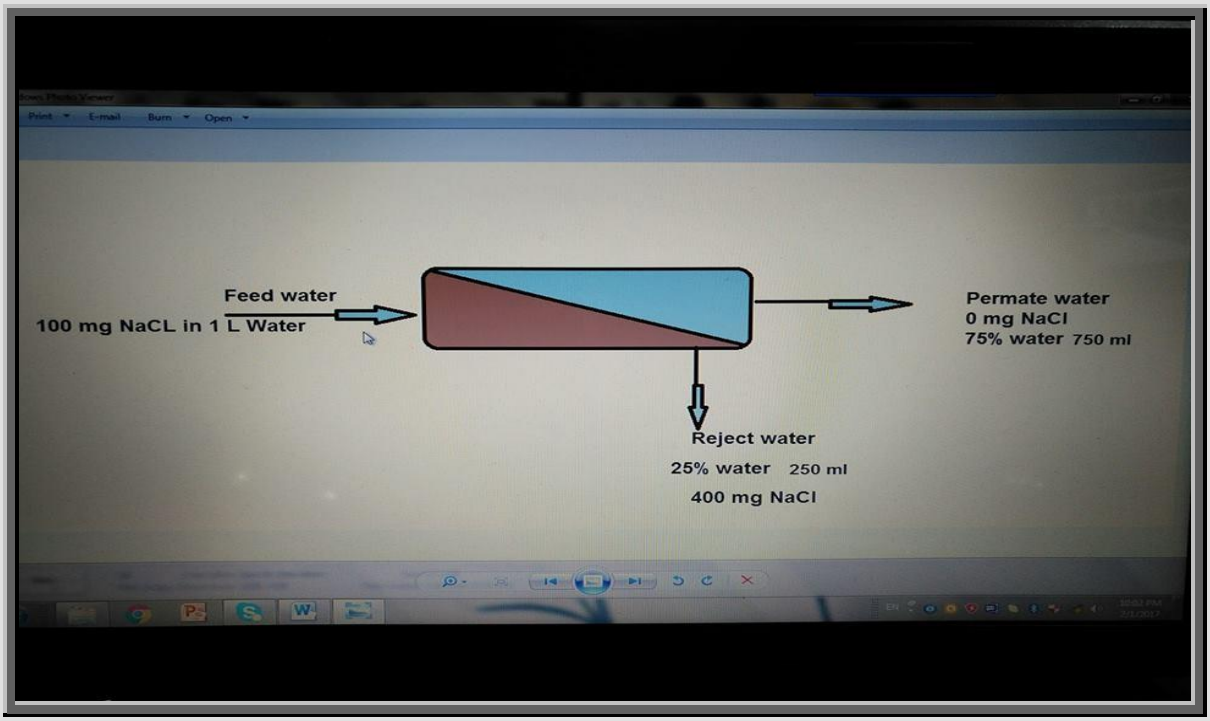


عندما تنتقل المياه من التركيز المنخفض إلى التركيز العالي عبرغشاء شبه منفذ بالخاصية الأسموزية دون تطبيق ضغط يؤدي إلى تخفيف التركيز العالي من الأملاح فإن ذلك يأخذ وقتاً طويلاً جدا للحصول على ماء قليل التركيز بتأثيرالضغط الأسموزي فقط فلذلك إبتكر العلماء طريقة للحصول على ماء قليل التركيز جدا وبكميات عالية ومستمرة تلبي الإحتياجات الصناعية

وذلك بتطبيق ضغط أعلى من الضغط الأسموزي على المياه العالية التركيز وبالتالي تنتقل إلى المنطقة الأقل تركيز وبكميات كبيرة ...
لذلك تم إبتكار خاصية التناضح العكسي ...
نأتي لشرح المثال الموجود بالصورة السابقة:
في الصورة الأولى وعاء تم وضع غشاء شبه منفذ فيه يفصل بين محلولين الأول أملاحه 100 ppm والثاني من الجهة الأخرى محلول أملاحه 1000 ppm ... ونلاحظ بعد فترة طويله بالخاصية الأسموزية الطبيعية إنتقال الماء من التركيز المنخفض إلى التركيز العالي وبالتالي حصلنا على مياه ذات تركيز منخفض أملاحها 800 ppm وبعد فترة طويلة جداً ...
ولكن في الرسم الثاني عندما طبقنا ضغط على منطقة الماء ذو الأملاح العالية حصلنا إنتقل الماء بشكل معكوس من التركيزالعالي إلى التركيز المنخفض وبكميات كبيره وبوقت قصير وبنسبة أملاح أقل لهذا السبب تم إبتكار خاصية التناضح العكسي ... تحصل على مياه بكميات كبيرة وبسرعة كبيرة وبتركيز قليل ... نشكر الله الذي ألهم الإنسان الإبتكار والإختراع ليلبي إحتياجاته فسبحان الخالق العظيم ... طبعاً هذا مجرد مثال توضيحي فقط ...

ويُكمل المهندس رياض حديثه:

مثال توضيحي آخر مطبق على غشاء التناضح العكسي الشبه منفذ لتوضيح كيفية تطبيق الضغط على الغشاء الشبه منفذ بشرح التدفق والأملاح ... انظر الصورة القادمة:



عندما يدخل الماء وفيه نسبة أملاح مثلاً 100 ppm أو(100 mg /L) ...هذا يعني أن الماء فيه 100 mg من الملح لكل لتر ماء ... لتر الماء عندما يدخل للوحدة فإن كمية كبيرة منه تنفذ خلال الغشاء الشبه منفذ بنسبة 75% ... يعني بكمية 750 مل ... ولكن الأملاح لاتنفذ من خلال الغشاء وبالتالي تكون نسبتها في المياه ال permate أو ماتسمى المياه المحلاه أو المنتجة صفر ... وهذه طبعاً نسبة نظرية حيث تنفذ بعض الأملاح خلال الغشاء ... وبالتالي تخرج

الأملاح في خط الرجيكت مع كميات قليلة من المياه حيث نسبة مياه الرجيكت 25% يعني بكمية 250 مل ... وبتركيز أعلى 400 mg /L.
(وهذا فقط مثال توضيحي فقط لتوضيح ماذا يحدث لو دخل ppm100 من الأملاح).

🗣وتم توجيه سؤال إلى المهندس رياض كالتالى:"ارتفاع ملوحة المياه المركزة كعيب من عيوب ال RO ... هل هذا يعتبر مؤثر سلباً على البيئة" ؟فتفضل بالإجابة على السؤال وقال:

🗣هناك طرق معالجه تمكنك من الإستفادة من هذه المياه المركزة بأقصى حد ممكن يعني مثلاً تدخل مياه التغذية على وحدة Ro ثم الناتج يدخل لوحدة RO أخرى... فالreject الخارج من وحدة الRO الأولى يرجع ويخلط مع مياه التغذية والreject لوحدة الRO الثانية يذهب إلى وحدة waste water حيث يخلط مع مياه الwaste الصناعية ويدخل في مراحل معالجة منها وحدة RO أيضاً لكن خاصة بالأملاح العالية بحيث يذهب الreject للRO إلى بركة تبخير... حيث أن إلقائها في الأرض يؤثر سلباً على البيئة الخارجية وعلى المياه الجوفية لأنها تحتوي على نسب أملاح ونيترات وشوائب ومخلفات بكتيرية وعضوية تؤثر على البيئة.

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
2
النقاش الثانى
مفاهيم
وتجارب أساسية
فى علوم المياه.
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثانى

مفاهيم وتجارب أساسية فى علوم المياه

قبل الدخول فى الحديث عن كيمياء التناضح العكسي يجب أن نتذكر جيداً بعض المفاهيم والتجارب الأساسية التى سنستخدمها مراراً فى حديثنا.
وما سيأتى هو تعريفات ببعض المصطلحات والمفاهيم ... ومن أراد الإستزادة فنحيله إلى الكورس الذى تم عمله على الجروب بعنوان:

"كورس المفاهيم الأساسية فى علوم المياه والتحاليل الخاصة بها"
وهذا هو الرابط الخاص بالكورس:
/https://www.facebook.com/groups/waterexperts/1258954780782417

اخترنا من هذه الأساسيات عشرة مفاهيم ، منها سبعة ثم شرحها بالتفصيل فى كورس المفاهيم الأساسية، وهى بالترتيب: التوصيلية الكهربية ، الأملاح الذائبة الكلية ،الرقم الهيدروجينى ، القلوية ، العسر، المواد العالقة الصلبة الكلية ، العكارة ... وسنشرحها هنا بإيجاز قصير ... وأضفنا ثلاثة قياسات أخرى أغفلناها فى كورس المفاهيم الأساسية ولزم ذكرها هنا فى موضوع التناضح العكسى فى ثلاث بوستات منفصلة ألا وهى ال ORP وال SDI وال LSI (أوS&DSI)... والآن نتركك تعيش مع بعض التعريفات (تابع التعليقات) ...

المفهوم الأول: التوصيلية الكهربية (Electrical conductivity):

التوصيل الكهربى للمحلول المائى هو قدرته على توصيل التيار الكهربى (الألكترونات)، وهو يعكس كمية الأملاح المتواجدة وبالأخص الأملاح الغير عضوية (الأيونات) ، ويتم قياس التوصيل الكهربى بجهاز ال Conductivity meter ، والوحدة المستخدمة هى الميكروسيمنز/سم Microsiemens/cm (أوالميكرومهو Micro mho فى تسمية أخرى).

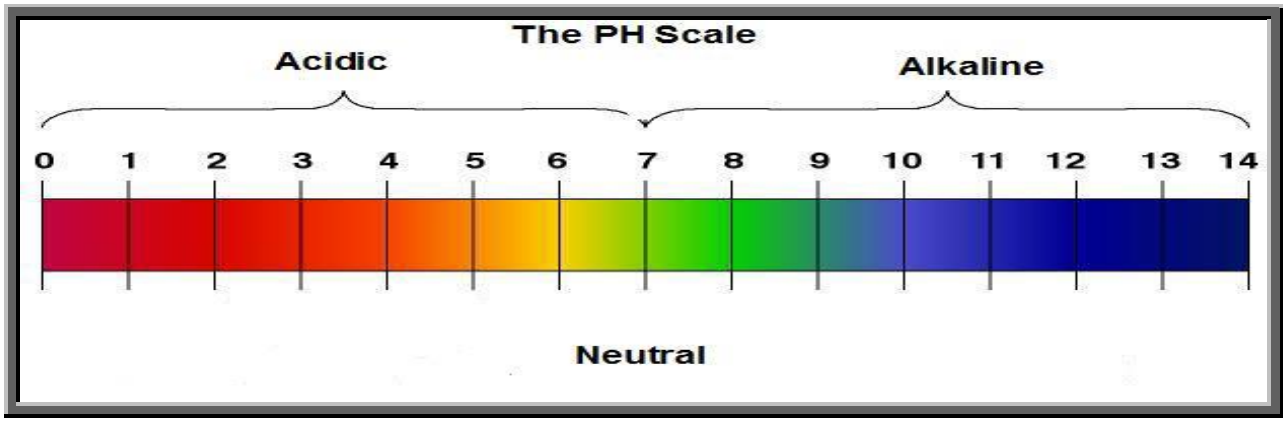
المفهوم الثانى:الأملاح الذائبة الكلى (TDS) (Total dissolved salts):

من خلال التوصيلية الكهربية يتم قياس الأملا ح الذائبة فى الماء عن طريق المعادلة التالية:
TDS= Conductivity x Factor (for each type of water)
وهذا الفاكتور طريقة تعيينه تم توضيحه فى كورس المفاهيم الأساسية ويُقاس بالppm.

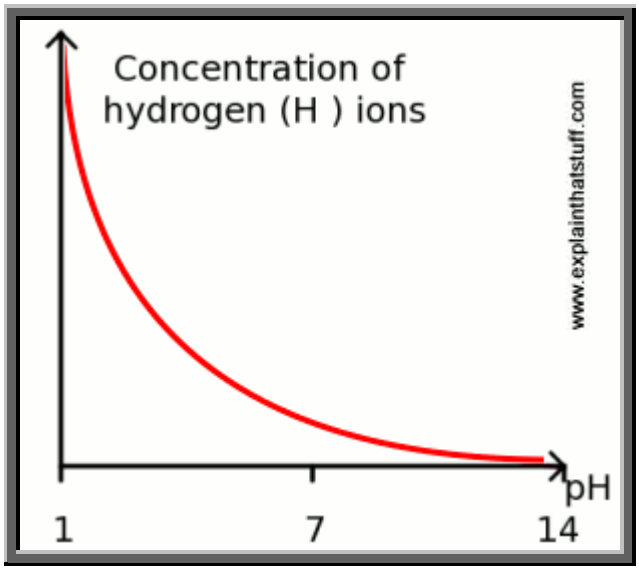
المفهوم الثالث: الرقم الهيدروجينى:

يتم التعبيرعن الرقم الهيدروجيني بأنه القيمة السالبة للوغاريتم تركيز الهيدروجين الموجب فى الماء كالتالى:

$pH= - \log [H^+]$, so pH= (0 to 14)



- يُعبِرالرقم الهيدروجيني عن درجة الحامضية أو القاعدية فى الماء فالقيمة مابين صفر - 7 تعنى أن الوسط حمضي ، والقيمة مابين 7- 14 تعني أن الوسط قاعدى وكلما اتجهنا يميناً بعد القيمة 7 دل ذلك على زيادة القاعدية وكلما اتجهنا يساراً قبل القيمة 7 دل ذلك على زيادة الحامضية وكلما اتجهنا للمنطقة الوسطي فإننا نتجه إلى الحالة المتعادلة وأقصى حالات التعادل هى الرقم 7.
- كلما ارتفعت قيمة ال pH قل تركيز أيون الهيدروجين كما بالشكل التالى:



- يتم قياس الpH بعدة طرق أهمها جهازpH meter.

مداخلة للمهندس عادل عبد الحليم:

- يتم قياس التوصيلة الكهربائية ونسبة الأملاح الذائبة الكلية والسلينيتي(Salinity) بوساطة جهاز من شركة هاك الأمريكية يسمى CO 150 Conductivity meter ويتم قياس درجة الحموضة بوساطة جهاز من شركة هاك الأمريكية يسمى EC 10 pH Meter.
- تتم معايرة جهاز قياس درجة الحموضة بواسطة محاليل لها درجة حموضة 4 و 7 يمكن شرائها جاهزة من شركة هاك الامريكية أوتكون على شكل بودرة يتم حلها ب 50 مل من الماء منزوع الأيونات حيث يمكن معايرة الجهاز بنقطة واحدة (درجة حموضة 7)أونقطتين (درجة حموضة 4 و 7) . نبدأ بالمحلول 7 بعد الضغط على زر المعايرة Calibrate بعد قراءة المحلول يعطيك اشارة للانتقال للمحلول الثاني ومن بعدها يقوم الجهاز بعمل حساب ال slope

واذا كانت نتيجة الslope ضمن الحد المقبول يطلب منك الجهاز تخزين المعايرة بعدها ينتقل مباشرة لقياس العينات ...

- وباستعمال محاليل خاصة تركيز 1000 ملجم / لتر يتم عمل معايرة لجهاز فحص التوصيل الكهربائي ... انظر صورالجهازين:

صورة الpH meter

صورة الElectrical conductivity

المفهوم الرابع: القلوية Alkalinity:

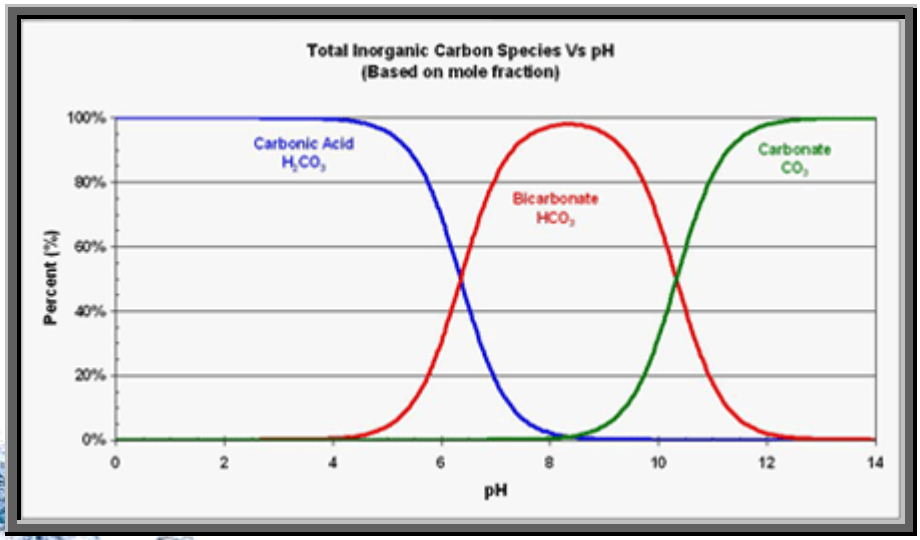
تشير القلوية إلى قدرة الماء على معادلة الحمض (أو بمعنى آخر قدرتها على اكتساب بروتون موجب مثل أيون الهيدروجين H^+).
والقلوية الكلية يعبر عنها فى المعتاد بمجموع تركيزات ثلاث مركبات أساسية وهى البيكرونات والكربونات والهيدروكسيل:

Total alkalinity =
= HCO_3^-(Bicarbonate) + (CO_3^{--}) Carbonate + (OH^-) Hydroxyl ion

* الجدول التالى يبين العلاقة بين الرقم الهيدروجينى للماءpH وتواجد المركبات السائدة التى تسبب القلوية:

pH	Dominant Compounds
4.4 or less	CO_2 (or carbonic acid H_2CO_3)
4.4 – 8.2	CO_2 and bicarbonate
At pH= 8.2	No CO_2 , bicarbonate
8.2 to 14	Bicarbonate decreases & Carbonate increases

* ومن الجدول السابق نلحظ انعدام أيون الهيدروكسيل فى المياه الطبيعية ، وتواجده يدل على وجود نشاط بشرى وتدخله فى البيئة ، وأوضح مثال هو إضافة هيدروكسيد الصوديوم NaOH إلى الماء والتى ترفع قيمة الpH.
* وانظر إلى الرسم البيانى التالى الذى يُعبر عن تركيز حمض الكربونيك والبيكربونات والكربونات مع زيادة الpH.



***ملاحظات هامة لمعلوماتك:**

1- ترتبط مسببات القلوية وهى أيونات الهيدروكسيدات والكربونات والبيكرونات بالشقوق القاعدية الموجبة مثل الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم وغيرها.

2- المياه الطبيعية لها pH ما بين 6 - 9 ، لذا يكون المركب السائد المسبب للقلوية هو البيكربونات، ويتواجد على هيئة بيكربونات الكالسيوم أو المغنسيوم ... إلخ.

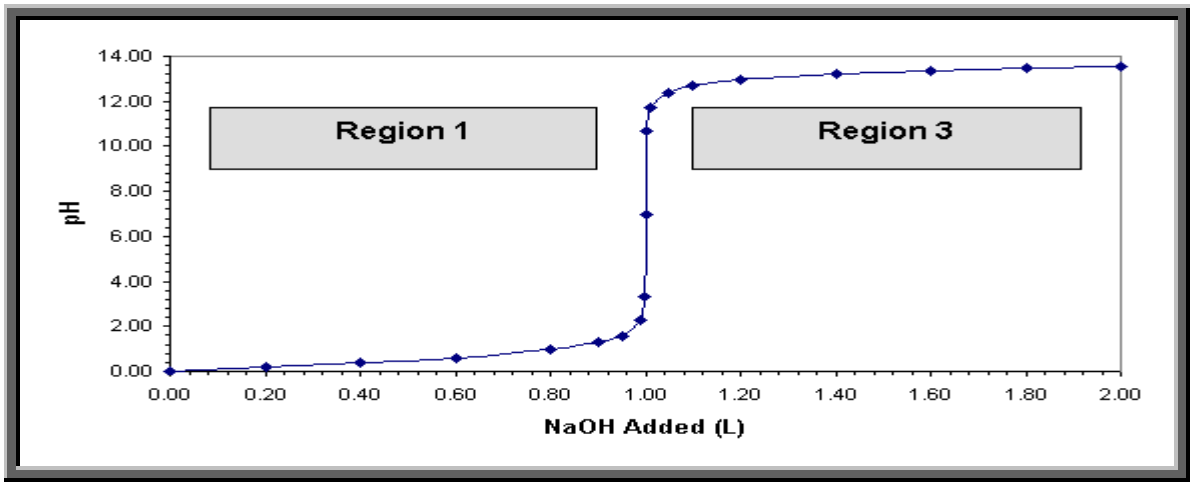
3- فى معظم المياه السطحية يرجع سبب القلوية إلى وجود كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ بسبب الرشح من الصخور والتربة، كما أن الحجر الجيرى يحتوى على كميات ضخمة من كربونات الكالسيوم بجانب ذوبان ثانى أوكسيد الكربون من الجو.

*** بالنسبة لأيون الهيدروكسيل (OH^-):**

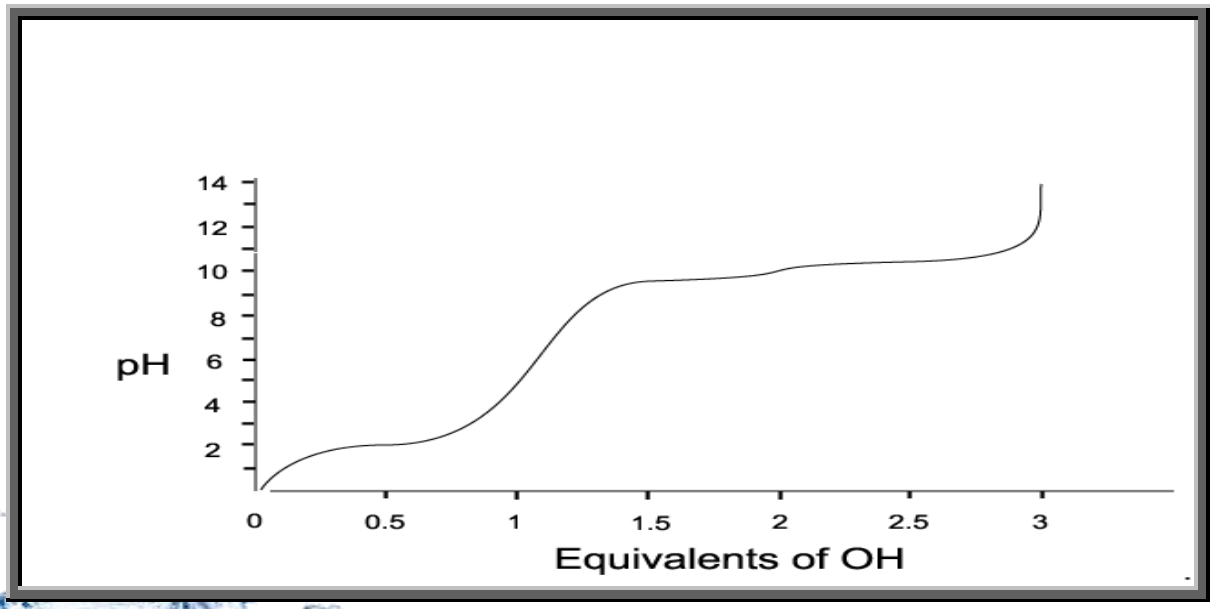
كلما زاد تركيز أيون الهيدروكسيل ارتفعت قيمة الpH لمعادلته أيون الهيدروجين الموجب كما فى التفاعل التالى:

$$2H^+ + OH^- \rightarrow H_2O + \text{excess of (OH)}$$

لاحظ الرسم البيانى التالى والذى يوضح تأثير إضافة الهيدروكسيل إلى محلول له pH تساوى صفر:



*** وهذه علاقة بين تركيز الهيدروكسيل والpH:**



سؤال:

كى تتضح الفكرة ...هل الm-alkalinity هى التى تحدد أن القلوية ناتجة عن وجود الهيدروكسيد والp-alkalinity هى التى تحدد أن القلوية ناتجة عن الكربونات والبيكربونات؟

الإجابة

ببساطة إذا لم تتواجد الp-alkalinity (أى عند إضافة الفينول فثالين يصبح لونه Colorless يعنى أن الرقم الهيدروجينى أقل من 8.2) ... معنى كده أنه لا يوجد ولا كربونات ولاهيدروكسيد تقريباً ... واحتمال وجود أو عدم وجود البيكرونات سيتم معرفتها عندما نضيف الميثيل أورانج ... وإذا كان هناك قيمة للp-alkalinity يعنى الفينول فثالين يعطى لون pink يعنى أن الرقم الهيدروجينى أكبر من 8.2 ... معنى كده إنه ممكن يكون فيه أيون هيدروكسيد أو كربونات أو الإثنين معاً ... وقد يتواجد معهما البيكربونات أيضاً وحنعرفها كما قلنا من المثيل أورانج.

وحتى نحسب تركيزات الثلاث أنواع بالppm نرجع إلى الجدول الذى شرحناه بالتفصيل فى كورس المفاهيم الاساسية ونذكرك به هنا ...

Alkalinity Relationships

Result of P/M or P/T Alkalinity Test*	Hydrate Alkalinity (OH) Equals:	Carbonate Alkalinity (CO_3) Equals:	Bicarbonate Alkalinity (HCO_3) Equals:
P = 0	0	0	M
P = M	M	0	0
P = ½ M	0	M	0
P < ½ M	0	2P	M–2P
P > ½ M	2P–M	2(M–P)	0

*Note: Because the endpoints for methyl orange and total alkalinity indicator are nearly identical (pH 4.6 and pH 4.5, respectively) the industry uses both indicators interchangeably for reading total alkalinity. **Therefore, the values for M and T can be interchanged in the table above.**

المفهوم الخامس: العسر:

يرجع العسر لتواجد أيونات الكالسيوم والماغنسيوم فى الغالب وقد يرجع لوجود عناصر أخرى بتركيزات أكبر من المعتاد بسبب التلوث مثلاً ومن الممكن ادخالها فى حساب العسر الكلى للماء بعد تعيين نسبة كل عنصر (مثل Mn, Sr ,Ba , Fe ,Al) وهى عناصر polyvalent Cations.

ويبقى الكالسيوم والمغنسيوم اللاعبان الأكبران فى إحداث العسر للتأثير الضعيف الذى تلعبه بقية العناصرالسابقة ، لذا تم الإتفاق على أن العسر الكلى هو مجموع تركيزى الكالسيوم والمغنيسوم ووحدته الجزء فى المليون أو بالأدق ملليجرام لكل لتر.

المفهوم السادس: المواد العالقة الصلبة الكلية Total suspended solids (TSS):

المواد الصلبة العالقة فى الماء هى مواد غير ذائبة فى الماء والتى لا تمر من فلتراو ورقة ترشيح filter paper له مسامية (0.45 µm)، والزيادة من هذه المواد تسبب زيادة فى عكارة الماء Turbidity ، وتتضمن الكائنات الحية المجهرية (كالطحالب والبلانكتون)

والمواد العضوية غير الحية (مثل الناتجة من تحلل الكائنات الحية) ، والمواد الغيرعضوية (مثل حبيبات الرمال والطمى silt and clay وبعض أملاح المعادن).
تُقاس المواد العالقة الصلبة الكلية بوحدة بالجزء فى المليون ppm أوبالأدق ملليجرام لكل لتر.

سؤال من أحد الزملاء: ما هى طريقة قياس ال TSS؟؟

الإجابة:
إليك الفكرة العامة للاختبار:
1- أخذ وزنة أو حجم معين من العينة (متجانسة) فى وعاء (بيكر) نظيف وجاف.
2- ترشيح العينة المأخوذة على فلتر (Standard filter paper) له (pore size = 0.45µm) ووزن wt_1، ومتصل بـsuction flask حيث يتم ترشيح ال(suspended bacteria & solids) على الورقة وسحب المياه عبرها.
3- يتم اضافة 10 مللى من الماء المقطر على ورقة الفلتر 3 مرات.
4- يتم وضع ورقة الفلتر بعدها فى فرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية.
5- يتم تبريد ورقة الترشيح ووضعها فى desiccator ثم وزنها wt_2.

$$\text{Wt of TSS } (wt)_{mg} = wt_2 - wt_1$$

$$\text{TSS (mg/l) (ppm)} = (\text{wt/sample volume}) \times 1000000$$

يفضل تكرارالتجربة والحصول على repeatability للوزنة من 0.1 – 0.2 ملجرام.
وهذه فيديوهات على اليوتيوب توضح إجراء اختبارالTSS:
https://www.youtube.com/watch?v=4tQNDyS2xRE
https://www.youtube.com/watch?v=ardijOF3_Ek

المفهوم السابع: العكارة Turbidity:

هى أيضاً مؤشرلنقاوة المياه وكمية المواد الصلبة العالقة ويتم قياسه عن طريق جهاز قياس العكارة Turbidity meter، والوحدة المستخدمة هى الNTU وهى اختصارل Nephelometric turbidity unit.

وإليك ثلاث قياسات مهمة فى وحدات التناضخ العكسي وهى بالترتيب:ORP- SDI- LSI أو S&DSI ، وسيتم سردها فى ثلاث بوستات متتالية ...
تابعونا ونريد مشاركاتكم المثمرة ...

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
3
النقاش الثالث
WTEF
Reducing agent
Oxidized
القدرة
على الأكسدة والأختزال
Oxidation and Reduction
B
Reduced
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثالث

المفهوم الثامن: القدرة على الأكسدة والإختزال(ORP)

ماهو الORP؟

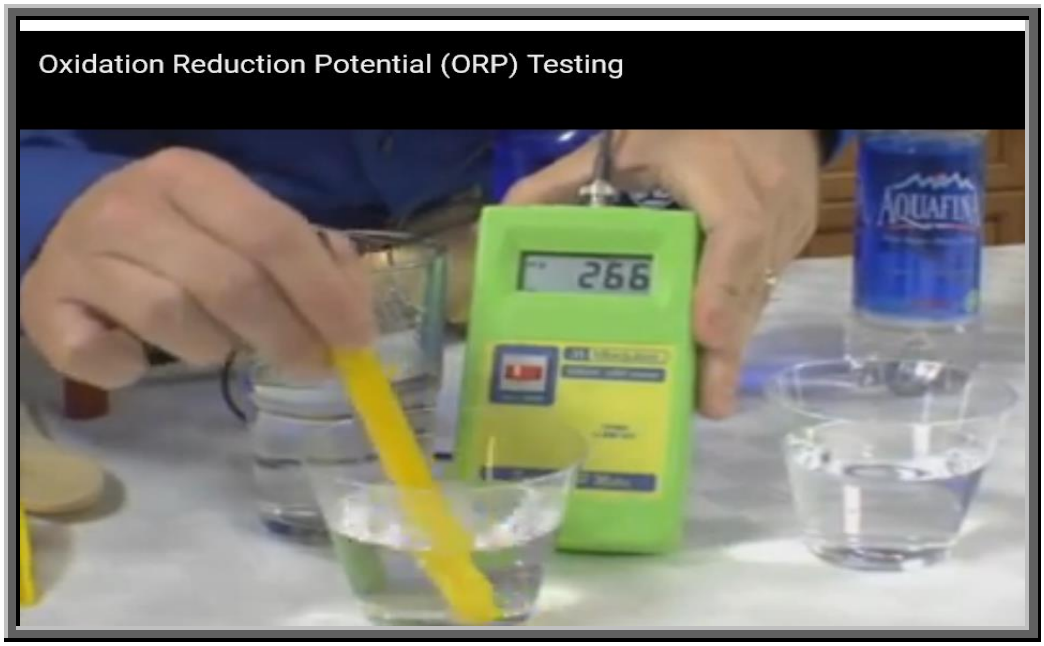
هو اختصار ل Oxidation reduction potential أو Redox potential وجهاز الORP أو Redox monitoring هو جهاز يقوم بقراءة المواد المؤكسدة والمختزلة فى الماء.

ما هى وحدة قياس الORP؟ وما هى أهمية قياس قيمة الORP؟

وحدة القياس هى المللى فولت(millivolt (mv.
وأهمية قياس قيمة الORP نختصرها فى الأمور التالية:
1- فى التناضح العكسى عندما نضيف الكلورأوأى مادة مؤكسدة فى المعالجة الأولية بغرض التطهيرمن البكتيريا والميكروبات أوأكسدة الحديد والمنجنيز كما سنوضح فى المعالجة الكيميائية بعد ذلك ... يتم إزالة الكلور بمواد معينة قبل الدخول على الأغشية لأنه يقوم بأكسدتها واتلافها (وأشهر مثال لنازع الكلور هو مركب SMBS)، فعندما نستخدم جهاز الORP قبل الدخول على الأغشية فإننا نتأكد بذلك من عدم وجود كلور وأنه تم إزالته بصورة 100%... (وعند مرور الكلورعلى الأغشية نلاحظ تلف أول الأغشية بالأكسدة لأنها فى أول الخط).
2- الORP هو مؤشرهام لقدرة الماء على القيام بعملية الأكسدة (مثل وجود مركبات الكلورأوصوره المختلفة أوالبرومين المختلفة أوالأوزون أوالأوكسجين الذائب) والتى تقوم بأكسدة الملوثات وبالتالى تطهير الماء disinfection من الميكروبات والبكتيريا كتطهيرمياه الشرب وتطهيرأبراج التبريد، كما أنه مؤشرهام فى التنبؤ بالقيام بالعملية العكسية وهى الإختزال للمواد والمركبات الكيميائية المختلفة.
نعم ... هو مؤشر جيد لتنظيم ومراقبة اضافة الجرعات dosing لهذه المواد المطهرة المؤكسدة فى وحدات التنقية أوالتناضح العكسى وغيرها ... وفى نفس الوقت مؤشر جيد فى عملية نزع الكلور قبل الدخول على الأغشية ...
3- يعتبر الORP مؤشر مهم يستخدم أيضاً فى محطات الصرف الصحى لتقييم كفاءة المفاعلات وظروف المياه الهوائية والغير هوائية Aerobic , anaerobic , anoxic وعمل متابعة ومراقبة جيدة monitoring لعمليات إزالة الأمونيا والفوسفور والمركبات الكبريتية أو ما نسميه الBNR أوإزالة المواد المغذية البيولوجية Biological nutrients removal فى عملية انتاج البيوجاز Biogas وهذا ليس مجاله الآن.

كيف يتم قياس الORP؟

يتم عن طريق جهاز الORP meter وهو عبارة عن حساس sensor مثبت فى Probe ويغمس فى العينة كما بالشكل التالى:



ويوصل الsensor بخلية الكتروكيميائية electro-chemical cell تحتوى على الكترودين ، حيث تحدث الأكسدة عند الأنود الموجب (عادة ما يصنع من قرص أو حلقة من البلاتينيوم أوالذهب أوالفضة) ويُسمى بالindicator electrode والإختزال عند الكاثود السالب (عادةً ما يكون سلك فضة ومُحاط بملح ألكتروليتى يولد جهد كهربى صغير وثابت ويُقارن بالجهد الكهربى ويُسمى بالReference electrode... والتيار الكهربى المتولد بعد ذلك عند ألكترود البلاتينيوم عند قياس العينة، أى أن القراءة هى عبارة عن فرق الجهد والذى يُحسب من معادلة نرنست Nernst equation والجماعة بتوع الكيمياء الكهربية يحفظون ذلك ...
والأجهزة الحديثة تضع الألكترودين معاً فيما يسمى بالprobe كما وضحنا فى الصورة السابقة والتى يتم غمسها فى العينة، ونكرر ... قراءة الجهاز بالمللى فولت (وفى الصورة السابقة نجد أن قراءة الجهاز عند 266 مللي فولت).
فإذا كان المؤشر فى الإتجاه الموجب دل على وجود مواد مؤكسدة (مثل الكلورأوالأوزون) ولو كان فى الإتجاه السالب دل ذلك على وجود مادة مختزلة (أوحدوث عملية تخمر fermentation) ... هذا ويجب أن نتجنب المياه الجارية عند القياس بسبب تأثيرها على القراءة.

ملاحظات على الORP:

1- كلما زادت قيمته بالموجب دل على زيادة المادة المؤكسدة والقدرة على التطهير.
2- التطهير يحدث عندما تقوم المادة المطهرة بأكسدة غشاء الخلايا الميكروبية بنزع الألكترونات منها فيؤدى إلى تحطيمها وتصبح leaky أى يحدث تسريب لمحتويات الخلية إلى الخارج بعدما تم تدمير جدار الخلية فيؤدى ذلك إلى الموت السريع.
3- المياه التى تدخل إلى وحدات التناضح العكسي لها ORP فى حدود 150 – 300 مللي فولت ، وفى حالة الكلورة نجد أن نسب الكلور صغيرة جداً عند ORP = 150 لدرجة أنه يُمكن اهمالها فإذا زادت القيمة عن 350 أو 400 ميللى فولت فيجب أن تتوقف الوحدة لمنع دخول

الكلورعلى الأغشية ... وفى بعض الوحدات تعطى alarm أو تتوقف الوحدة أوتوماتيكياً أو ما نسميه instantaneousal shutdown ...

ما هى المواصفات العالمية لل ORP فى مياه الشرب وحمامات السباحة؟

1) – Drinking water: 650 millivolts (max) (WHO). (1972)
2) – Germany: 750 millivolts (max) (for public pools).
ويجب عمل معايرة وتنظيف لل Sensor بصفة دورية لتكون ال fouling عليه ...

كيف يتم معايرة جهاز الORP؟

تتم معايرة الجهاز على أقصى تقدير كل أسبوع ...
يتم عمل معايرة Calibration أو Validation للإطمئنان على سلامة قراءة الجهاز عن طريق استخدام محاليل قياسية فرق الجهد له معلوم ... والوضع فى الإعتبارعدة ملاحظات:
1- تثبيت درجة الحرارة. 2- تثبيت الpH بخلط هذه المحاليل مع محاليل بفرBuffer.
3- السماح بوجود فرق فى قراءة الجهد Tolerance بزيادة أو نقصان بدرجة معينة.
مثال-1: محاليل كوينهيدرون Quinhydrone:
يتم إضافة 3 جرام منها فى 500 مل من محلول بفر pH=4.01، ويتم التقليب لمدة 15 دقيقة وفرق الجهد الناتج يجب أن يكون:

Potential @ 20°C = + 265.1 mv $\pm$ 5 mv

مثال-2: محاليل كوينهيدرون Quinhydrone:
يتم إضافة 3 جرام منها فى 500 مل من محلول بفر pH=7.0، ويتم التقليب لمدة 15 دقيقة وفرق الجهد الناتج يجب أن يكون:

Potential @ 20°C = + 87 mv $\pm$ 5 mv

وأى انحراف shift فى القراءة يؤخذ فى الحسبان عند قراءة العينة ...
والمعايرة تتم بنقطة واحدة أونقطتين (وهذا أفضل) ثم نعمل تأكيد Validation بمحلولين آخرين أو أكثر نسميها Checking solutions ... وتوجد محاليل آخرى مثل Zobell's solution وLight solution لها فرق جهد معلوم.
البديل للمعايرة – وهو بديل أفضل عملياً – هو قياس عينة قياسية تحتوى على كلورمعلوم التركيز وليكن 0.1 – 0.2 جزء فى المليون ... ثم نقرأ قيمة الميللى فولت المقابلة ... وتكون هذه النقطة هى ال set point ... فإذا زادت القراءة عن هذه القيمة دل ذلك على وجود زيادة فى تركيز الكلور ... وهذه الطريقة يتم عملها لكل جهاز لأن كل جهاز له القراءة الخاصة به ...

تنظيف الألكترود:

من كثرة الإستعمال ... يحدث أن يُغطى الألكترود البلاتينى أوغيره بطبقة من الكيماويات أو اتساخ بطبقة بيولوجية Biological fouling فيحدث حيود فى القراءة فى فرق الجهد يصل إلى 30 -50 ميللى فولت ... ولذلك نلجأ إلى تنظيف الprobe دورياً ... ويتم ذلك تبعاً لتوصية الشركة المصنعة للجهاز... فمثلاً يتم غمسه فى مياه عذبة مع قطرات قليلة من الصابون ومسح سطح الألكترود بقطعة من القطن برفق أو نقع الألكترود ربع ساعة فى محلول حمض الهيدروكلوريك 1 نورمال ثم غسله بماء عذب وهكذا...

لماذا يجب قياس الpH بالتزامن مع قياس الOPR؟

تتواجد مركبات الكلورين فى الماء على عدة أشكال تبعاً للpH والجدول التالى يوضح بعض الأمثلة:

At pH = 7.5	Hypochlorous acid (HOCl): Hypochlorite ion (OCl^-) = 50 : 50
At pH < 7.5	كلما قل الرقم الهيدروجينى عن 7.5 زادت نسبة ال(HOCl) وقلت نسبة ال(OCl^-) (أى زادت قراءة الORP الموجبة) وبالتالى فهو مؤشر على زيادة قوة الأكسدة وزيادة قوة التطهيرللماء (لأن حمض الهيبوكلوراس أكثر كفاءة فى التطهير)
At pH > 7.5	كلما زاد الرقم الهيدروجينى عن 7.5 قلت نسبة ال(HOCl) وزادت نسبة ال(OCl^-) (أى قلت قراءة الORP الموجبة) وبالتالى فهو مؤشر على ضعف فى قوة الأكسدة وضعف فى قوة التطهيرللماء وبالتالى يجب أن يتم تخفيض الرقم الهيدروجينى أونضيف زيادة من الكلورين
At pH = 6.0	96.5% of free chlorine = HOCl
At pH = 8.5	10 .0% of free chlorine = HOCl

ملاحظات عملية هامة:

1- ليس لأن قراءة الORP منخفضة فإن الكلورين منخفض فقد يكون على هيئة أيون الهيبوكلورايت(OCl^-) بسبب ارتفاع الpH فيعتقد الأستاذ فى الوحدة أن الكلورين تحت النسبة الآمنة ... وعندما يضيف الحمض لأسباب سنذكرها بعد ذلك فإن الpH تنخفض ويتحول الكلورين إلى صورة هيبوكلوراس له تأثير خطيرعلى الأغشية.

2- اختبار الDPD يعطى لك مؤشر على الكلورين الحُرالذى يمكن أن يتحد بالملوثات أويقتل الميكروبات ، لكنه لا يوضح نسبة ال Hypochlorous acid فى الماء والذى يعتبرأكثر فاعلية كما ذكرنا، ولذلك نلحظ أن اختبارDPD لا تتأثر نتائجه بالpH لأنه يقيس كل الكلورين الحر ... فكان لا بد اقتران التحليلين ببعضهما....

كما لابد من اقتران هذين التحليلين بتحليل الكلورين ووجوده من عدمه فى الماء ونسبته لو كان موجوداً حيث يتم ذلك باستخدام مركب الDPD كما ذكرنا فى كورس المفاهيم الأساسية.

3- اختبار الORP لا يعطى مؤشراً على تركيز الكلورين فى الماء بل يعطى فقط القدرة على الأكسدة وهو مقياس غير مباشر لكفاءة الفلتر الكربونى وفاعلية الSMBS واللذان يزيلان الكلور قبل الأغشية كما سنتحدث بالتفصيل بعد ذلك ....

هذا وسيتم شرح المزيد عن الORP عندما نتحدث عن مشاكل الأغشية فى الجزء الثانى ...

المشاركات على النقاش الثالث: القدرة على الأكسدة والإختزال

1- مشاركة المهندس محمد طه:

- في حالة تشغيل وحدات التناضح العكسي يجب ألا تتعدى قيمة ال ORP ال 300 mv في مياه التغذية وفي حالة الزيادة يجب ايقاف الوحدة والتخلص من الكلورالمتبقي في مياه التغذية حفاظاً على الأغشية.
- الوحدات التى تعمل بنظام اسكادا لو زاد الORP بسبب زيادة الكلورعن حد معين يتم إيقاف الوحدة تلقائياً (أوتوماتيك).

2- مشاركة المهندس أحمد الربيعى الربيعى:

هناك نواتج عرضية من تفاعل الكلورين مع الماء من جهة والمواد الموجودة فية بنسب قليلة من جهة أخرى تسبب ظهور نواتج عرضية مشتقة بشكل أساسي من الكلورين تعد من أهم مصادر أمراض السرطان وحاليا الطريقة الوحيدة للقضاء على هذة المركبات هي اضافة مادة SMBS وهو ملح غذائي مختصر لصوديوم ميتا بايوسولفيت على الأغلب لأن الشركات المصنعه المشهورة تضيف له مواد أخرى غير معروفة لزيادة فعاليته والطريقة الحالية لمراقبة مستوى ارتفاع وانخفاض نواتج هذه التفاعلات هو جهاز ORP أونلاين والمستوى الخطر لماء الشرب بشكل عام لايتجاوز 400 وعلى الاغلب 200 في أغلب الدول الأوربية ... وهناك العديد من الأبحاث ظهرت في الدول المتقدمة تدعو الى الابتعاد عن الكلورين في التعقيم واستخدام التقنيات الاخرى (الأوزون أوالأمواج الصوتيةأوأشعة جاما وغيرها) لكن أغلب هذه التقنيات غير فعالة بشكل كافي يفي بمتطلبات تشغيل وحدات المعالجة والاستمرارية في العمل.

3- مشاركة المهندس فرج على:

إضافة بسيطة بعد إذن المهندس وليد ... معادلة ذوبان غاز الكلور في الماء:
عندما يُضاف غاز الكلورين إلى الماء يتحلل حسب التفاعل التالى:

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrows HOCl^- + Cl^-$$

والناتج الرئيسى من تفاعل التحلل هو الHOCl- وهو مايسمى بحامض الهيبوكلوراس (Hypocchlorous acid) حيث أن هذا الحامض أقل تطايراً من الكلورين بمائة ألف مرة ... ثم يتحول من جديد وتحت ظروف الحموضة والحرارة المعينةغلى أيون الهيبوكلورايت حسب التفاعل التالى:

$$HOCl^- \leftrightarrows H^+ + OCl^-$$

4- مشاركة من المهندس رياض والمهندس ثائر السعيد وملخص مناقشتهما والتعليق عليها:

يتم تركيب جهاز الORP بعد الفلتر الكربونى للإطمئنان على عدم وجود كلورين أوبعد إضافة الSMBS قبل الأغشية أوفى المنطقتين معاً ... وبعض الشركات تركب جهازORP ثالث قبل الفلتر الكربونى لمتابعة أداء الفلتر ... وإن كان ذلك من المبالغة ... كما أن البعض لا يضيف SMBS مادام هناك فلتر كربونى إلا إذا تم اكتشاف كلورين بعد الفلتر لضعف أداؤه مع الزمن (سيتم تفصيل ذلك بعد ذلك) وفى النهاية يجب التأكد من عدم وجود كلورين قبل الدخول على الأغشية ...

كما يجب عدم الإعتماد فقط على أجهزة الORP فقط ... بل يجب فحص الكلورين الحر.

سؤال أحد الزملاء على المنتدى:

عندى جهاز ORP وسوف استخدمه قبل أغشية التناضخ العكسي لا أريد ان يدخل الكلور على الأغشية ... هل من الممكن إفادتى بالحد الأقصى (الميللى فولت) الذى يتم معايرة الجهاز عليه من أجل إعطاء الإنذارالمطلوب؟

تفضل بالإجابات بعض المهندسين ... والخلاصة أنه كان هناك تفاوت فى الآراء فى الحد الأقصى لقراءة الجهاز وهذا يرجع كما قلنا أن كل جهاز له قراءة خاصة به ... وسنستعرض آراء جميع المشاركين:

1- من 350 – 450 ميللى فولت (حيث يتم فتح محبس ال Drain قبل مضخة الضغط العالى إذا وصل للحد الأقصى). (مهندس حسن النجدى)

2- فى الغالب 300 – 400 ميللى فولت حسب نوع الغشاء ... ويتم قياس الكلورين أيضاً بعد حقن الSMBS (ليكون أقل من 0.1 جزء فى المليون) (مهندس كريم صقر).

3- حد أقصى 350 ميللى فولت وفى هذا المدى لا يوجد كلورين (مهندس عادل بدوى).

4- حد أقصى 200 ميللى فولت تبعاً للمانيوال الخاص بالFilmtec membrane (مهندس عبد الله شعبان).

5- غالباً 300 ميللى فولت (مهندس خالد خطيب).

6- لا يزيد عن 500 ميللى فولت وهو يعادل 0.1 جزء فى المليون من الكلور الحُر.

7- قراءه ال orp بتختلف حسب المياه الخام المستخدمة ... وبالتالي حضرتك تقيس ال orp للمياه الخام التي عندك بدون أي اضافات (خاليه من الكلور)... والرقم الذى سيقرؤه الجهاز سيكون هو الحد الاقصي الذى ستعمل عليه وتضبط ال set point علي رقم أعلي من الحد الأقصي بقيمة قليلة (1 ميللى فولت مثلاً) (مهندس محسن كامل).

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
4
النقاش الرابع
مؤشر كثافة الطين (الطمى)
Silt density index (SDI)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الرابع

المفهوم التاسع: مؤشر كثافة الطين (الطمى)

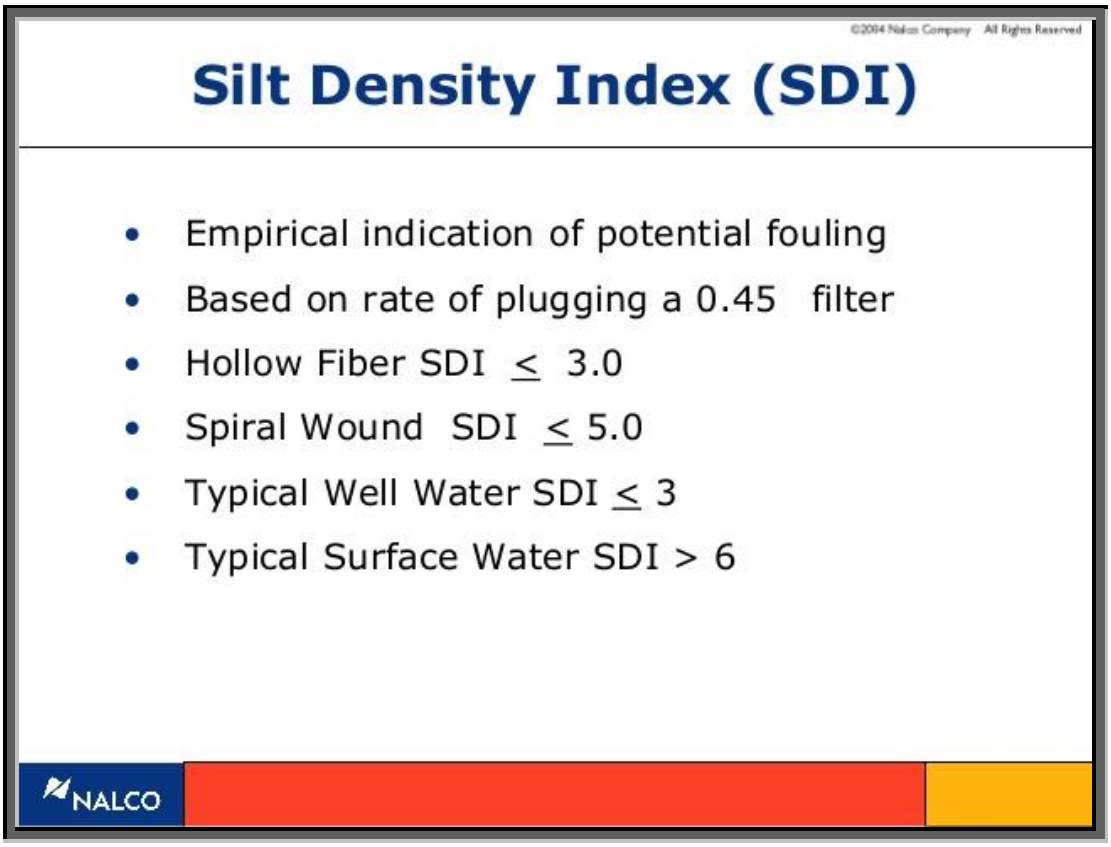
Silt density index (SDI):

ذكرنا الTSS والعكارة Turbidity وهنا سنتحدث عن الSDI وهو أيضاً مؤشر للمواد الصلبة العالقة وإن كان الTSS أكثر شمولاً من العكارة والSDI ولكن لا يُغنى أحد عن الآخر.
وإلى السادة المهتمين نقول:

- الSDI أو معامل قياس كثافة الطين (أو الغِرِيَن) هو اختبار يتم كمؤشرتجريبى empirical لكمية المواد المعلقة والغروية فى المياه وربطها بقدرتها على تلويث الأسطح الصلبة بالfouling أوالإتساخ (خاصةً على أغشية التناضح العكسي وأغشية النانو والمبدلات الحرارية وغيرها) مما يسبب انسدادها ... ولذلك هى تعبيرعن امكانية انسداد الأغشية Plugging potential أولقدرة الماء على تكوين الfouling أو (fouling capacity of water وكلها مفاهيم لمعنى واحد.

والإتساخ Fouling ينشأ نتيجة تراكم مواد غير مرغوب فيها على الأسطح الصلبة ويرجع إلى عدة أسباب منها تكون القشور scales من أملاح الكالسيوم أوالماغنيسوم أوالسيليكا أوبسبب المواد الصلبة المعلقة مثل الطمى silt والطحالب والمواد الغروية أو بسبب المواد العضوية مثل الزيوت والشحوم.

- يُسمى هذا المُعامل أيضاً ال Fouling Index (FI) أوال Colloid index (KI) والإختبار معتمد فى الASTM وهى ال The American Standard for Testing Material برقم 4189.
- عدم قياس الSDI فى البداية وأخذها فى الإعتبارقبل تنفيذ الوحدة يسبب مشاكل جسيمة جداً فى الوحدة بعد ذلك وأهمها مشاكل فى الأغشية وقد لا يجدى معها الغسيل الكيميائى.
- اختبار الSDI أيضاً يعتبر مؤشر هام على كفاءة عملية الفلترة وإزالة المواد المعلقة فى المعالجة الأولية لوحدة التناضح العكسي وغيرها.
- لا توجد علاقة مباشرة بين مقياس الSDI والعكارة turbidity ولكن نستطيع أن نقول لو ماء التغذية له عكارة أقل من 1 NTU فإن إمكانية حدوث الFouling يكاد يكون منعدماً على أغشية التناضح العكسي ويكون الSDI أقل من 5 (ولا يُمكن تعميم هذه القيم).
- لو ماء التغذية له SDI أقل من 3 فإن حدوث الFouling يكون منخفضاً أيضاً.
- كل نوع من أغشية التناضح العكسى يتم التوصية له ب SDI معين ... فمثلاً أغشية الhollow fiber يُسمح له بدخول ماء ب SDI أقل من أو يساوى 3 ... وأغشية ال Spiral wound يُسمح له بدخول ماء ب SDI أقل من أو يساوى 5 ... ويجب فى كل مرة الرجوع إلى توصيات الشركة المُصنعة للأغشية ...
- المياه السطحية النموذجية لها SDI أكبر من 6 ... ومياه الآبار النموذجية لها SDI أقل من أو يساوى 3.



- **مياه البحر قد تصل إلى SDI = 200 لكثرة المواد العالقة خاصةً المنطقة الشاطئية ولذلك تحتاج إلى معالجة إبتدائية بإضافة coagulants مع وضع فلاتر المالتى ميديا (الرملية).**
- **يتم قياس ال SDI أيضاً فى محطات تنقية مياه الشرب قبل وبعد المرشحات (الفلاتر) خاصة الفلاتر الرملية لمعرفة كفائتها ويجب أن تكون أقل من 3.**

•وهناك أربع حالات لل SDI_{15}:

SDI < 1	يستمر الغشاء لمدة عدة سنوات بدون تلوث بالColloidal fouling
SDI < 3	يتم تنظيف الغشاء كل عدة أشهر
SDI 3 - 5	يتطلب تنظيف الغشاء باستمرار لوجود مشكلة الfouling
SDI > 5	مرفوض ويتطلب الأمر معالجة إبتدائية

وإليكم فكرة مبسطة عن الإختبار المعملى للSDI:

فكرة الإختبار:

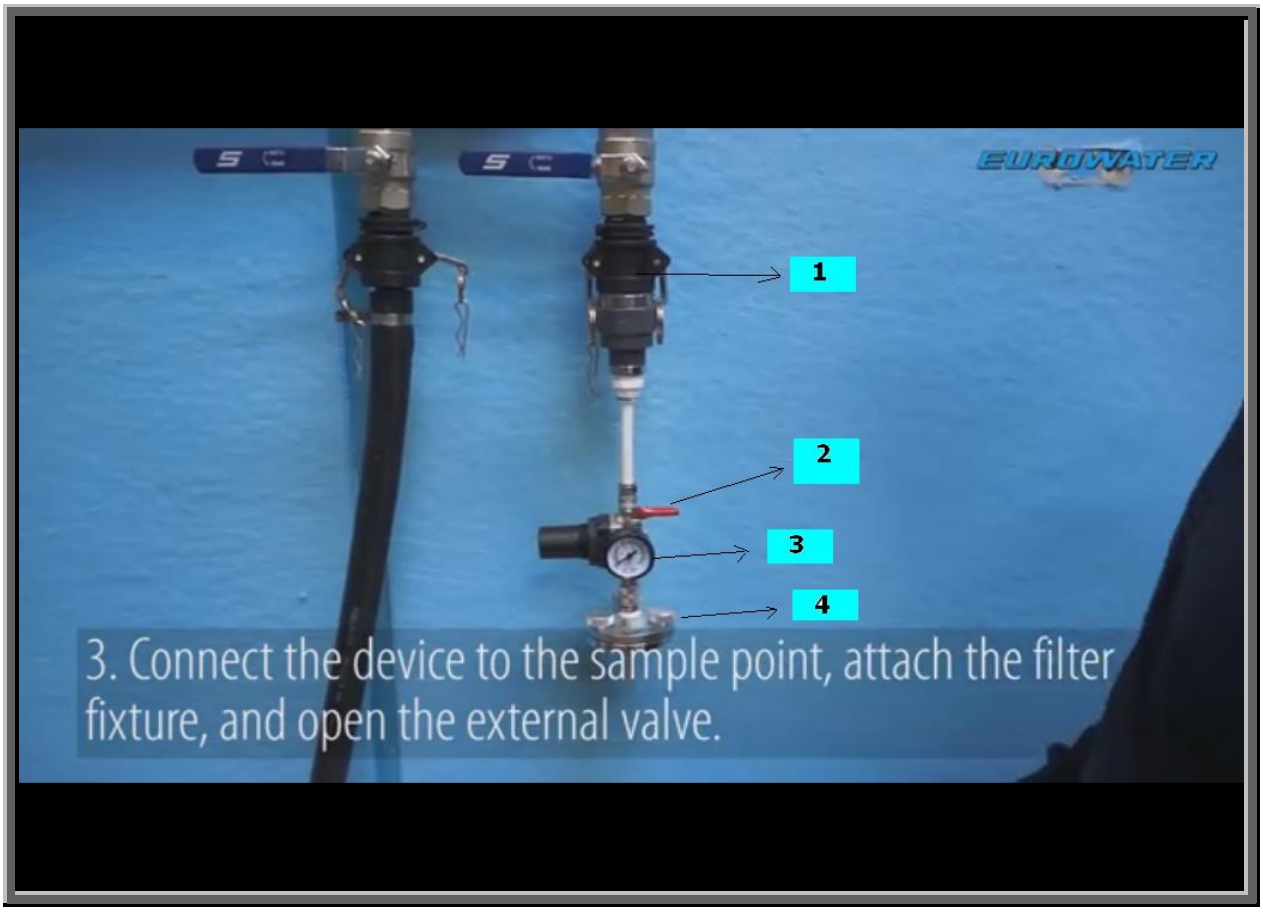
الإختبار بسيط جداً ويعتمد على قياس الزمن اللازم لفلترة 500 مل من ماء تغذية الوحدة عبر فلتر معين (الفلتر له حجم pore size 0.45 µm وقطر 47 mm diameter) بضغط ثابت واستقبال الماء فى cylinder مدرج وأخذ قياسات معينة وحساب الSDI من معادلة سنذكرها فى النهاية ، وبالطبع يطرأ تغيير فى الفلتر مع مدة سريان الماء خلاله فالإختبار يعبر عن معدل الإنسداد Plugging للفلتر.

كيفية إجراء الإختبار وذكر بعض الملاحظات:

فضلنا أن نشرح التجربة بالصور لحظة بلحظة ، وقد أتينا بالصور من فيديو على اليوتيوب يوضح كيفية إجراء تجربة الSDI والرابط كالتالى (ويُفضل مشاهدته فى النهاية حتى تثبت فى الذهن). ومن أحب إضافة تعليقات أخرى فليتفضل...

https://www.youtube.com/watch?v=Y-JU3w5Fyb0

انظر الصور التالية أولاً:
هذه هى صورة الجهاز الذى يتم تركيب الفلتر فيه ويمر الماء من خلاله



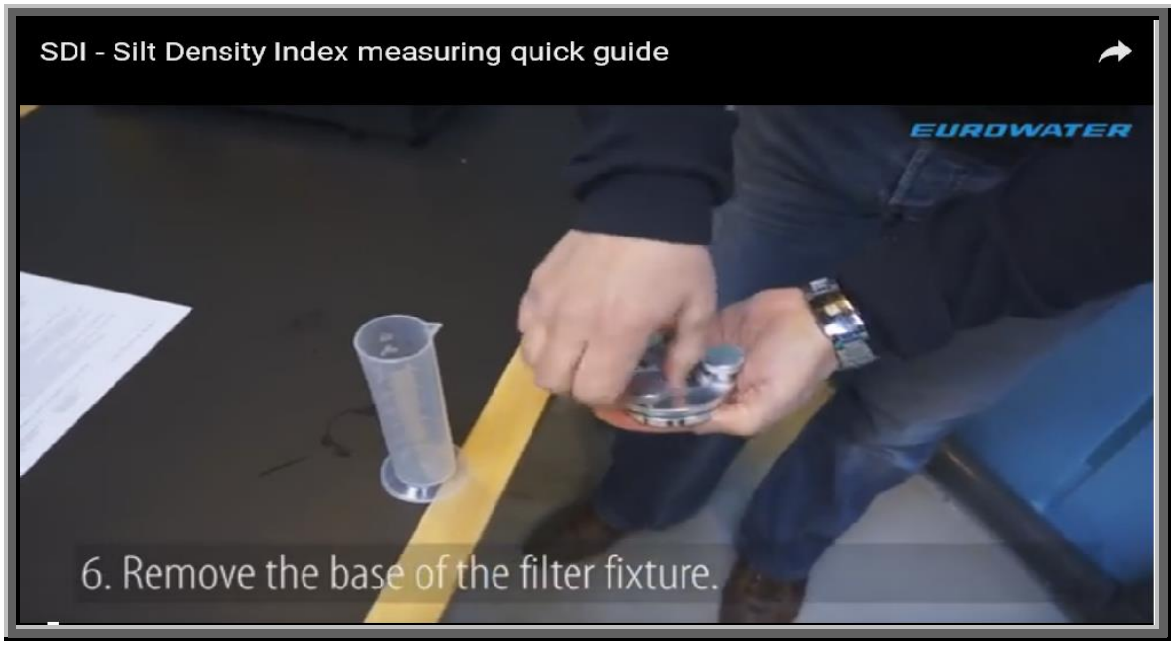
لاحظ أن:

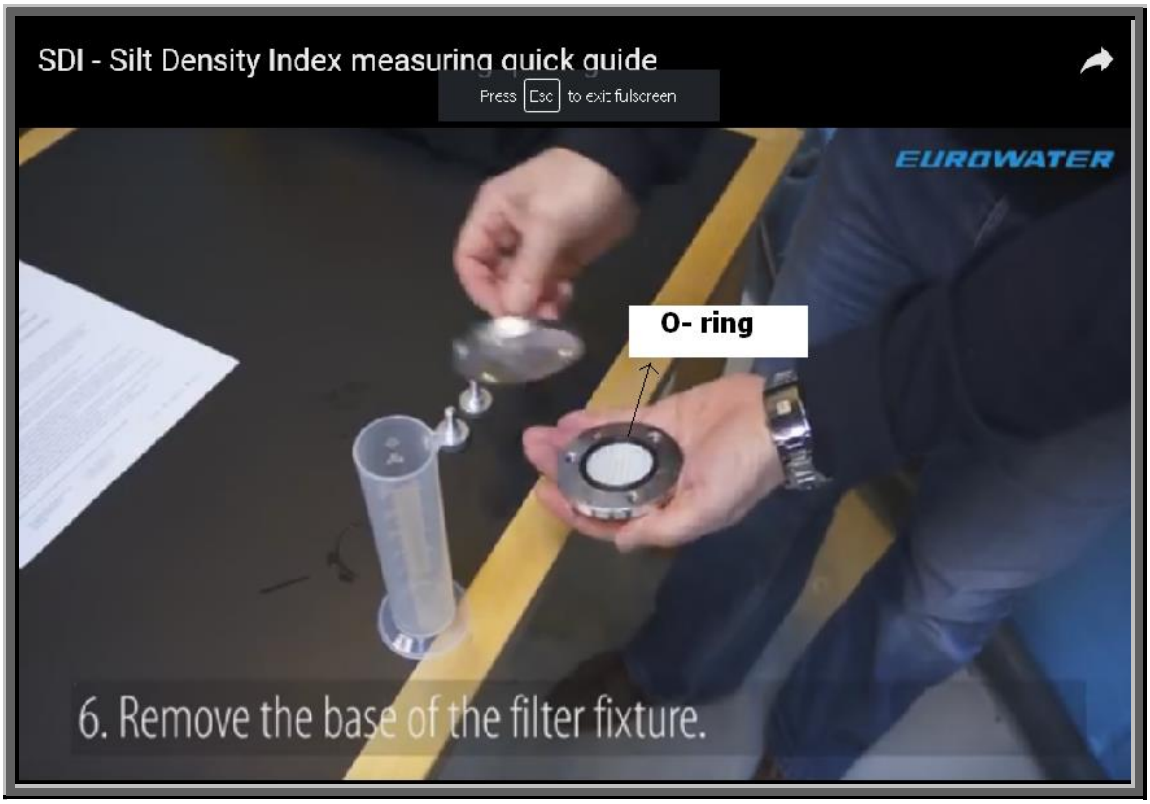
1- مياه المصدر تأتى من أعلى وعبر الوصلة رقم (1) فى الصورة والتى نسميها Sample point أو مكان العينة ويحكم مرورها صمام (أو جزرة) أو ال external valve أو needle valve أو الصمام الخارجى الذى يظهر على الصورة باللون الأزرق ومكتوب عليه حرف الS.
2- جهاز اختبار ال SDI وهو مانسميه SDI Measuring apparatus والذى يتكون من وصلة تثبت فى الsample point (الوصلة السوداء) ثم العمود الأبيض يليه الجزرة الحمراء رقم (2) أو الInternal valve أو الصمام الداخلى والذى يسمح بمرور المياه إلى الفلتر ثم مقياس الضغط رقم (3) online pressure gage ثم الconnector الذى يثبت فيه ال filter fixture رقم (4) والذى بدوره يحوى ورقة الترشيح (Filter paper) لذا يسمى أيضاً حامل ورقة الترشيح (Filter holder).

الخطوات فى إيجاز:

1- قبل تركيب جهاز الSDI على خط العينة يتم غسل الخط أولاً (Flushing) على الأقل مدة 10 دقائق.
2- التأكد من أن جميع الوصلات محكمة لا يوجد بها تسريب Leak ، ويُمكن استخدام شريط التيفلون للتأكيد على إحكام الوصلات.
3- تثبيت الجهاز على الخط وفتح المياه من الصمام الداخلى لمدة 60 ثانية (لتنظيف الجهاز).

4- غلق الخط مرة أخرى وفك ال Filter fixture من الconnector وحله لوضع ورقة ترشيح جديدة بها (مع الأخذ فى الإعتبار الربط عليه باحكام واستخدام O-ring والتى تظهر بالصورة على هيئة حلقة سوداء فوق ورقة الترشيح لمنع أى تسريب).





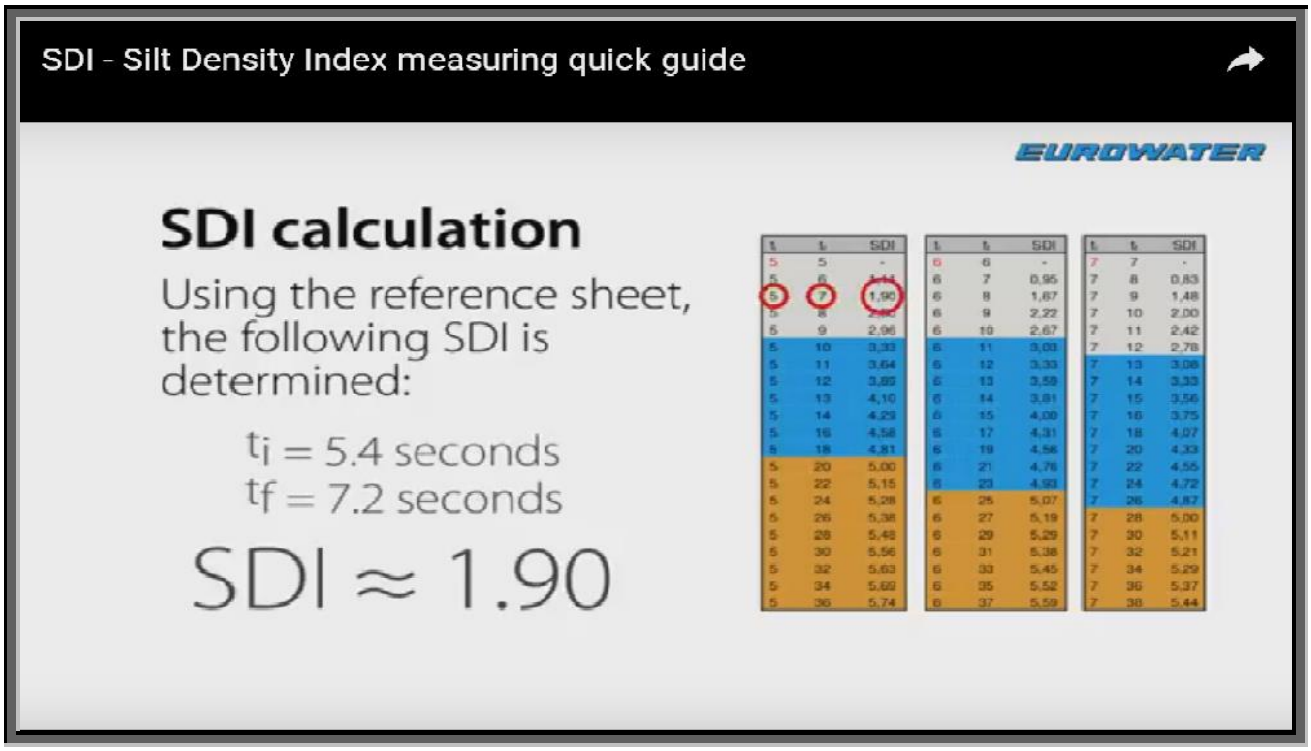
5- نغلق الصمام الداخلى مرة أخرى ونزيل ال filter fixture ثم نضع ورقة ترشيح جديدة ثم نعيد تثبيت ال filter fixture مرة أخرى فى الخط ونفتح الصمام الداخلى (الجزرة الحمراء) مع ضبط الضغط عند 0.21 MPa وهو يكافىء 2.1 bar أو 30 psi بواسطة ال pressure regulator مع استخدام مضخة Pump للوصول إلى هذا الضغط ، ويجب ان يكون ضغط مياه التغذية أكبر بالطبع من 2 بار. وهكذا فقد تم عمل ضبط للSystem ولكن يجب تغيير ورقة الترشيح بثانية جديدة حتى تكون نظيفة تماماً وجاهزة للقياس.

6- نغلق الصمام الداخلى ونزيل الfilter fixture مرة أخرى لنغير ورقة الترشيح ، ونثبته مرة أخرى ويكون معنا مخبار مدرج 500 مللى graduated cylinder وstop watch، ثم نبدأ القياس.

7- نسمح للماء بالسريان طوال فترة التجربة (لذلك نستخدم ماء بكميات كبيرة)، وبعد 5 دقائق نملأ الcylinder ب 500 مل ونحسب الزمن المستغرق فى ذلك وهو t_i.

8- نستمر فى السماح لسريان الماء عبر الفلتر وبعد ال15 دقيقة نملأ الcylinder مرة أخرى ب 500 مل ونحسب الزمن المستغرق فى ذلك وهو t_f إشارة إلى الfinal ، ونلاحظ أن الزمن تغير عن الزمن الأول (يزيد خاصة كلما زاد الإتساخ Fouling).

لحساب الSDI يمكن اللجوء إلى ال Reference sheet كما بالصورة بفرض أن الزمن الأول أخذ 5.4 ثانية ، والزمن الثانى أخذ 7.2 ثانية ، فإن ال SDI تسوى تقريباً 1.9.



9- بدون اللجوء إلى الreference sheet يُمكننا حساب الSDI ببساطة من المعادلة التالية:

$$SDI_{15} = \frac{\%Plugging}{Time(\min)} = \frac{\left(1 - \frac{t_i}{t_f}\right) \times 100}{15}$$

Where:

SDI_{15} = Silt density index (after 15 minutes).

t_i = initial filtration time (in seconds).

t_f = final filtration time (in seconds).

Time (T) = Elapsed time (Interval between two readings) = 15 minutes in most cases.

ولنأخذ نفس المثال السابق:

بفرض أن الزمن الأول أخذ 5.4 ثانية ، والزمن الثانى (بعد 15 ثانية) أخذ 7.2 ثانية ، فإن ال SDI تساوى تقريباً 1.7.

مثال آخر من محاضرات المهندس محمد موسى:

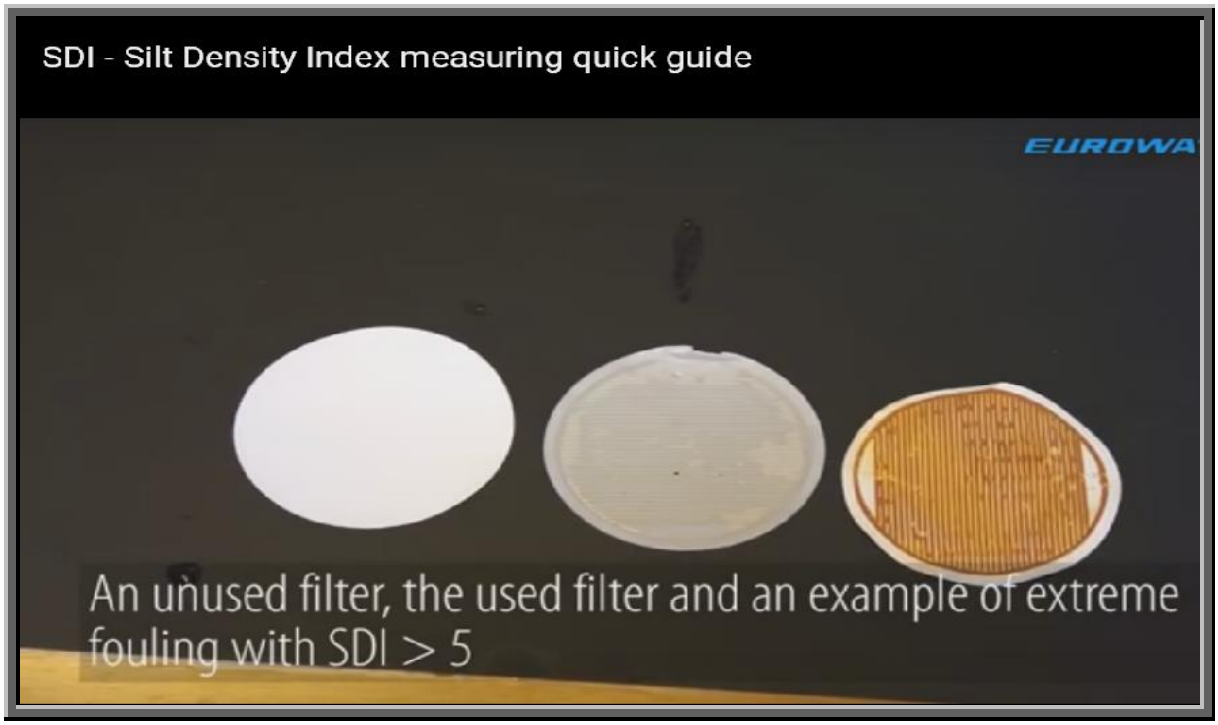
عند قياس الSDI من خروج الفلترالميكرونى وُجد أن الزمن الأول 19 ثانية ... والزمن الثانى 26 ثانية ... احسب معامل كثافة العكارة.

الإجابة:

SDI = [(1-19/26) x 100]/15 = 1.79

ملاحظات:

1- درجة الحرارة لا تؤثر على الإختبار مادامت ثابتة طوال فترة الإختبار (± 1 °C).
2- تستطيع بعد الإختبارالكشف على ورقة الفلتر وملاحظة ال Fouling، والصورة التالية توضح ورقة فلتر غير مستعملة (على اليسار) وورقة فلتر مستعملة لعينة ب SDI منخفض (فى الوسط) وورقة فلتر مستعملة لعينة ب SDI أعلى من 5:



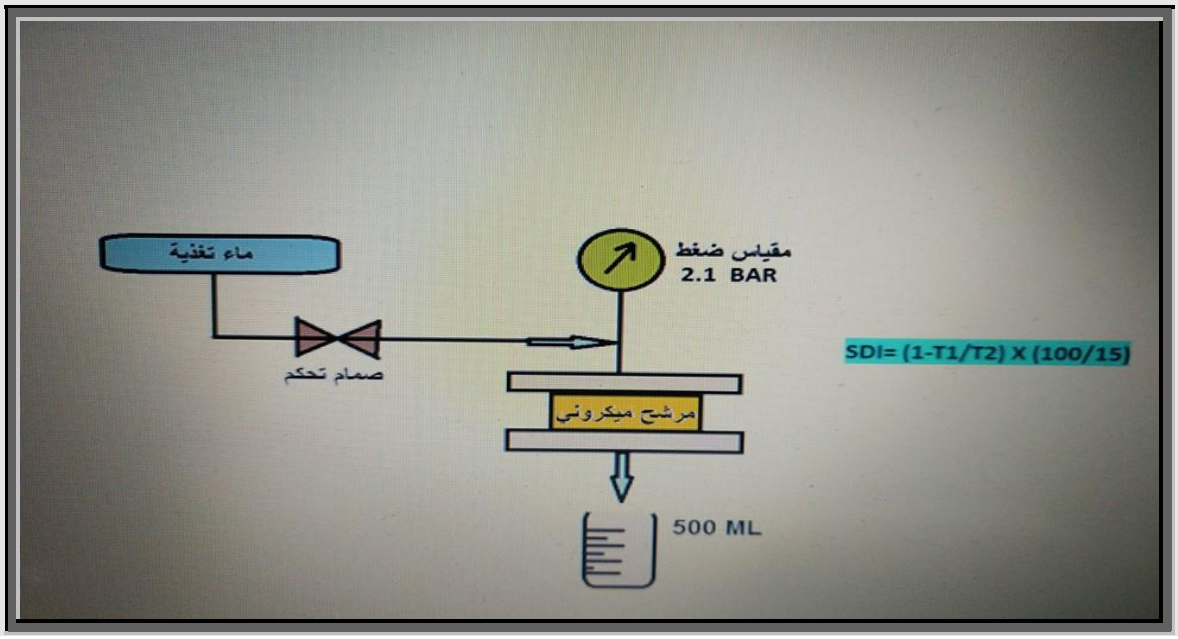
3- يجب إعادة القياس 3 مرات حتى نتأكد من ثبات النتائج ... ويُفضل تكرارها يومياً أو حسب تلوث المياه المواد العالقة وغيرها.
4- يُمكن تطبيق هذا الإختبار على الماء الذى له عكارة أقل من1.0 NTU لكنه غير مناسب للماء النقى جداً Ultrafilterate أوالخارج من وحدة الRO.

الجدير بالذكر أنه يوجد الآن أجهزة تحليل للSDI أونلاين على الخط فى الوحدة توفر المجهود للعاملين فى المعمل وتتبع نفس طريقة الASTM برقم D4189، ولو فيه أحد من الإخوة اشتغل عليه .. ياريت يعطينا نبذة عنه.

المشاركات على النقاش الرابع: مؤشر كثافة الطين SDI

مشاركة المهندس رياض عبد الفتاح:

هذا رسم توضيحي لتوصيل إختبار SDI:



وهناك أمر أريد أن أطرحه وهو أنه من خلال قراءة ال sdi نستطيع أن نعرف النسبة أوالمدى الذي يمكن أن ينسد به غشاء الRO عن طريق تطبيق معادلة نسبة الإنسداد أو معامل الإنسداد وهي

Plugging factor (PF) = [SDI/6.7] x 100

وهذه القيمه لا تحدد إنك تعمل غسيل أم لا لعمل غسيل لل RO يجب أن تظهر على الRO أمور معينه لن نذكرها الآن لعدم تشتيت الموضوع ولكن ال PF يحدد لك إذا إستمريت على قيمة الSDI هذه بعد فترة كم ستكون عندك نسبة الإنسداد فهو كمؤشر إستباقي يقول لك أنه بقيمة الSDI هذه إذا بقيت بهذه القيمه بعد فترة سيكون عندك إنسداد بنسبة كذا ...

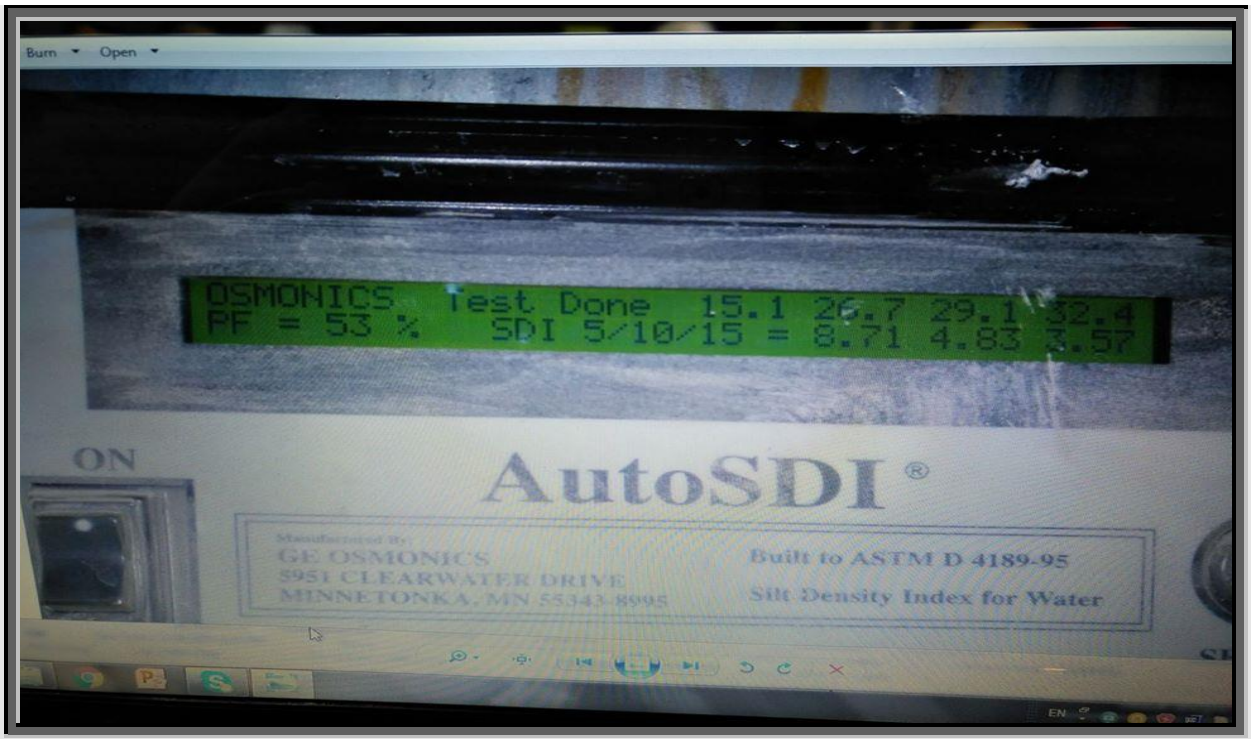
وفى الصورة التالية مثال لشاشة جهازال "Auto SDI"الذى يحسب الSDI أون لاين أوتوماتيكياً:

حيث يعطي ثلاث قراءات للSDI على الشاشة كما هو ملاحظك : قراءة بعد 5 دقائق وأعطت 8.71 وقراءة بعد 10 دقائق وأعطت 4.83 وقراءة بعد 15 دقيقة وأعطت 3.57 حيث يتم إعتماد القراءة الثالثة ...

وكما تلاحظون في الشاشة بالصورة القادمة قراءة PF = 53% والتي تحدثنا عنها والتي تسمى معامل الإنسداد أو نسبة الإنسداد ... حيث لو طبقنا وعوضنا قيمة ال SDI في المعادلة

PF = 3.57/6.7 X 100 = 53%

والذي قام الجهاز بحسابه أوتوماتيكياً ...



تعقيب من المهندس يحيى الباشا على معادلة معامل الإنسداد:

أقصي قيمة يمكن قياسها لل SDI هي:

SDI 5 minutes - 20
SDI 10 minutes - 10
SDI 15 minutes - 6.67

وهي التي عندها يحدث انسداد كامل للغشاء 100% خلال فترة الاختبار وعندها تصل قيمة t final أكبر ما يمكن ...

ولذلك عند حساب plugging factor هو يعتمد على قيمة SDI 15 والتي أقصي قيمة لها هو 6.7 وبالتالي فإن نسبة انسداد الغشاء هو ناتج قسمة نتيجة SDI 15 على أعلي قيمة أي عند 100 % وهي 6.67.

تعقيب من المهندس رياض:

أحسنت زميلنا الكريم على توضيح الرقم الثابت 6.7 في معادلة ال plugging factor فعلا لو عوضنا في المعادلة التي ذكرتها سابقاً وكانت قيمة SDI= 6.7
فإن قيمة الPF = 6.7/6.7X100 تعطينا 100% وبالتالي فالرقم 6.7كما ذكر الزميل هي أكبر قيمه يصل لها SDI حتى يعطي 100%.

4- تعقيب المهندس محمد الخطيب:

15 دقيقة ترمز إلى الوقت بين تعبئة الإناء الأول والإناء الثانى ... وأعلى قيمة للSDI_{15} هى 6.67 وذلك لأن قيمة الtf لو كانت عالية جداً بسبب التلوث الكبير بالمياه ... يعنى بفرض أن قيمتها مالا نهاية فتكون قيمة الكسر ti/tf تساوى الصفر وتصبح قيمة الSDI_{15} هى 6.67.

من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

لا توجد أى علاقة بين ارتفاع الTDS وارتفاع قيمة الSDI ... فهذا يتعامل مع المواد الذائبة والأخير يتفاعل مع المواد المعلقة الغير ذائبة.

مداخلة من المهندس أحمد همام:

جدول يوضح كيفية اختزال قيمة الSDI فى مياه التغذية Raw water (بفرض أن SDI تم أخذها فى زمن أقل من 5 دقائق وليس 15 دقيقة).

RAW WATER SDI	PRETREATMENT REQUIRED TO ACHIEVE SDI < 5
Greater than 10 - 20 (plugs in less than 5 - 10 minutes)	Clarification, MMF, CF, +/- Dispersant
7 - 8 TO 10 - 20	MMF (with polymer addition), CF, +/- Dispersant
5 TO 7 - 8	MMF, CF, +/- Dispersant
Less than 5	CF, +/- Dispersant

تعقيب:

بعض المراجع ذكرت أن الSDI تصل إلى 200 فى مياه البحر عند الشواطىء ... وإليك البيان من خلال المعادلة:

$$SDI_{15} = \frac{\%Plugging}{Time(\min)} = \frac{\left(1 - \frac{t_i}{t_f}\right) \times 100}{15}$$

Where:

SDI = Silt density index (after 0.5 minutes).

بفرض أن البسط 100 لأن t_f عالية جداً (مالانهاية) والمقام 0.5 فتكون النتيجة 200

"To avoid fouling by suspended solids, some form of feedwater filtration is required. Groundwater usually has very low SDI values, and cartridge filtration is often sufficient. However, surface water or seawater may have an SDI of up to 200, requiring flocculation, coagulation, and deep-bed multimedia filtration before RO treatment".

addition of a flocculating chemical such as alum or a cationic polymer, may be required. The target SDI after filtration is normally less than 3–5. Groundwaters usually have very low SDI values, and cartridge filtration is often sufficient. However, surface or seawater may have an SDI of up to 200, requiring flocculation, coagulation, and deep-bed multimedia filtration before reverse osmosis treatment.

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
5
النقاش الخامس
وقياس احتمالية تكون
القشور من كربونات الكالسيوم
الـ LSI والـ (S&DSI)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضخ العكسى

النقاش الخامس

المفهوم العاشر: الLSI وال (S&DSI)
وقياس احتمالية تكون القشور من كربونات الكالسيوم

التعريفات:

احتمالية تكوين القشور Scaling potential هى طريقة تستخدم كمؤشرلاحتمالية حدوث ترسبات Scaling من كربونات الكالسيوم،كما أنها مؤشر لحدوث التآكل Corrosion لذا فهى هامة جداً للكيميائيين العاملين بوحدات التناضخ العكسى والغلايات وغيرها ، ويُعبرعنها بنوعين من القياسات وهما الLSI وال(S&DSI).

1- قياس الLSI (لانجيلير) هو اختصار ل Langelier saturation index ، ويستخدم مع المياه التى لها TDS أقل من العشرة آلاف 10000 مجم/ لتر، مثل المياه متوسطة الملوحة (Brackish water).

2- قياس ال(S&DSI) وهو اختصار ل Stiff & Davis stability index ، ويستخدم مع المياه التى لها TDS أكبر من العشرة آلاف 10000 مجم/ لتر، مثل مياه البحار والمحيطات والخلجان المالحة كالخليج العربى.

3- الجدير بالذكر أنه توجد معاملات أخرى تتنبأ أيضاً بميل المياه لتكوين رواسب أوالتسبب فى التآكل مثل: Ryznar Index ، Larson-Skold Index وإن كانت أقل استخداماً.

حساب الLSI:

يتم حساب الLSI من المعادلة التالية (وبعد تحليلات معملية للمياه):

$$LSI = pH_{(measured)} - pH_{sat}$$

علماً بأن pH هو الرقم الهيدروجينى المعروف لمياه التغذية حيث يتم قياسه بالpH meter.

أما الpHsat فهو الرقم الهيدروجينى عند حالة التشبع بكربونات الكالسيوم Saturation pH ويتم حسابه بطرق مختلفة من معادلات معينة بمعلومية نتائج قياسات البارمترات التالية:

1- تركيز الكالسيوم $(Calcium\ hardness)_{as\ CaCO3}$.

2- القلوية الكلية (M-Alkalinity) (أوأحياناً تركيزالبيكربونات).

3- الأملاح الكلية الذائبة TDS بالppm.

4- درجة الحرارة بالفهرنهايت أوالمئوية.

وسنذكرهنا أبسط المعادلات والتى ذكرها المهندس أيمن عونى على صفحة الجروب وهى:

$$pH_{sat} = [9.3 + A + B] - [C + D]$$

حيث أن A,B,C,D ثوابت يمكن الحصول عليها من خلال الجدول التالى:

DATA FOR RAPID CALCULATIONOF THE LANGELIER AND RYZNAR INDICES

A			C		D	
Total Solid (ppm)		A	Calcium Hardness (ppm $CaCo_3$)	C	M.O. Alkalinity (ppm $CaCo_3$)	D
50 – 300		0.1	10-11	0.6	10-11	1.0
400 – 1000		0.2	12-13	0.7	12-13	1.1
			14-17	0.8	14-17	1.2
B			18-22	0.9	18-22	1.3
			23-27	1.0	23-27	1.4
Temperature			28-34	1.1	28-35	1.5
°F	°C	B	35-43	1.2	36-44	1.6
			44-55	1.3	45-55	1.7
32-35	0-2	2.6	56-69	1.4	56-69	1.8
36-42	2-5	2.5	70-87	1.5	70-88	1.9
43-49	6-9	2.4	88-110	1.6	89-110	2.0
50-56	10-13	2.3	111-138	1.7	111-139	2.1
57-63	14-17	2.2	139-174	1.8	140-176	2.2
64-71	18-22	2.1	175-220	1.9	177-220	2.3
72-80	23-27	2.0	221-270	2.0	221-270	2.4
81-89	28-32	1.9	271-340	2.1	271-350	2.5
90-99	33-37	1.8	341-430	2.2	351-440	2.6
100-111	38-43	1.7	431-550	2.3	441-550	2.7
112-121	44-49	1.6	551-690	2.4	551-690	2.8
121-132	50-55	1.5	691-870	2.5	691-880	2.9
133-145	56-63	1.4	871-1000	2.6	881-1000	3.0
146-161	64-72	1.3				
162-178	73-81	1.2				

- Obtain the value of A , B , C and D from above table
- $pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D)$
- Langelier (Saturation) Index = pH - pH_s (LI)
- Ryznar (Stability) Index = 2 pH_s – pH (RI)

- If RI is less than 6.0 Alkaline scale will precipitate
- If RI mor than 7.0 corrosion will proceed unhindered by scale formation
- A RI between 6.0- 7.0 indicates that a mixture of scale and corrosion will be foumd in the plant.

ونأتى الآن على تقييم نتائج الLSI ودلالات كل قيمة كما فى الجدول التالى:

النتائج وتقييمها:

LSI	وصف الحالة وتقييم مياه التغذية
< 0.0	المياه لم تصل إلى مرحلة التشبع بكربونات الكالسيوم وتكون ذائبة فى الماء ولا حاجة لإضافة مضادات الترسيب Antiscales
- 2.0 to - 0.5	التسبب فى تآكل خطير serious corrosion
- 0.5 to 0	تآكل ضعيف مع عدم امكانية تكون قشور
0.0	المياه فى حالة اتزان (بداية التشبع) ولا يوجد امكانية لتكون القشور
> 0.0	المياه فى حالة فوق التشبع super saturation بالنسبة لكربونات الكالسيوم وبداية لامكانية تكون قشور من كربونات الكالسيوم (أو الCalcite) وكلما زادت القيمة عن الصفر زادت امكانية تكون القشور وتم التوصية بإضافة Antiscales بتركيزات أكبر
0.0 to < 0.5	تكون قشور ولكن بنسبة ضعيفة كما يحدث تآكل بنسبة ضعيفة أيضاً
0.5 to 2.0	امكانية تكون قشوربقوة مع عدم حدوث تآكل

وسنذكر المثال العملى الذى تفضل به المهندس أيمن عونى ... وكانت المعطيات كالتالى:

$pH_{measured}$ = 8.2, TDS = 380 ppm , Temprature = 85°F = 29.4°C,
Calcium hardness $_{as\ CaCO3}$ = 225 ppm,
Total alkalinity $_{as\ CaCO3}$ (M-Alkalinity) = 250 ppm

والإجابة:

TDS = 380 ppm ➔ A= 0.2
Temperature = 29.4 °C ➔ B= 1.9
Calcium hardness $_{as\ CaCO3}$ = 225 ppm ➔C= 2.0
Total alkalinity $_{as\ CaCO3}$ (M-Alkalinity) = 250 ppm ➔ D=2.4
بالتعويض فى المعادلة:

$$pH_{sat} = [9.3 + A + B] - [C + D] = 9.3 + 0.2 + 1.9 - [2.0 + 2.4] = +7$$
$$LSI = pH_{(measured)} - pH_{sat} = 8.2 - 7.0 = +1.2$$

توجد طريقة حساب أخرى لن نتعرض لها تستطيع الإطلاع عليها فى الASTM برقم 3739 والجدير بالذكرأن هناك العشرات من المواقع التى تقوم بحساب الLSI أون لاين فقط بعد ادخال المعلومات السابقة.

ملاحظات لحضراتكم:

1- قلنا أن الLSI عندما تساوى صفر فإنه لا مجال لتكون القشور وللأمانة الكلام النظرى شىء والعملى شىء آخر ... قد تتكون القشور مع الزمن أو نتيجة لقياس خاطىء لمفردات الLSI أو لتغير طبيعة المياه الخام ... ونلاحظ أن تكون القشور يكون عادةً فى نهايات الأغشية أو ما نسميها أغشية الذيل Tail membranes كما سنوضح فى مشاركات الأصدقاء.

2- عندما نجد قيمة الLSI مرتفعة فإنه يتم خفضها بخفض قيمة الرقم الهيدروجينىpH بإضافة حمض (الهيدروكلوريك أوالكبريتيك) كما سيأتى فى المعالجة الكيميائية، والقيمة المستهدفة التى تناسب التناضخ العكسي هى 0.2- والتى تشير إلى نقطة ما تحت التشبع كما ذكرنا ، ولو كانت القيمة أعلى من نقطة الخطر يتم إضافة أنتى سكيل.

3- بعض الشركات أحياناً تخبرنا بأن ال antiscale يعمل بفاعلية عند قيمة موجبة للLSI حتى القيمة 2.5، لذا يمكن الإستغناء عن إضافة الحمض والإبقاء على الرقم الهيدروجينى كما هو عند LSI = +1.8.

سؤال أحد الزملاء:

ما قيمة الAعندما تكون الأملاح الكلية TDS أكبر من 1000 لأنها غير مذكورة بالجدول السابق؟ ...

والإجابة:

إليكم المعادلة العامة والتى تقول:

$A = (Log10\ [TDS] - 1) / 10$

فإذا كانت الأملاح الذائبة الكلية 2500 جزء فى المليون مثلاً فإن قيمة الA يتم حسابها كالتالى:

$A = (Log_{10}\ [TDS] - 1) / 10$

$= 0.239$

وإليكم المعادلات كاملة والتى تحسب A,B,C,D:

$A = (Log_{10}\ [TDS] - 1) / 10$

$B = [-13.12 \times Log_{10}\ (^{o}C + 273)] + 34.55$

$C = Log_{10}\ [Ca^{2+}{}_{as\ CaCO3}] - 0.4$

$D = Log_{10}\ [alkalinity_{\ as\ CaCO3}]$

حساب الS&DSI):

تفضل بتقديم الطريقة المهندس عبد الرحيم أبو على:

يتم حساب الS&DSI من معادلة مشابهة لمعادلة الLSI وهى:

$$S\&DSI = pH_{(measured)} - pH_{sat}$$

$$pH_{sat} = pCa + pAlk + "K"$$

$$pCa = -\log_{10}[Ca^{2+}{}_{as\ CaCO3}] \text{ , } [Ca^{2+}] \text{ in mg/l as } {}_{as\ CaCO3}$$

$$pAlk = -\log_{10}[Alk_{as\ CaCO3}] \text{ , } [Alk] \text{ in mg/l } {}_{as\ CaCO3}$$

وهذه الحسابات من المرجع التالى:

62 E. Curcio and E. Drioli

$$S\ \&\ DSI = pH - pH_s \quad (3.16a)$$

$$pH_s = pCa + pAlk + K \quad (3.16b)$$

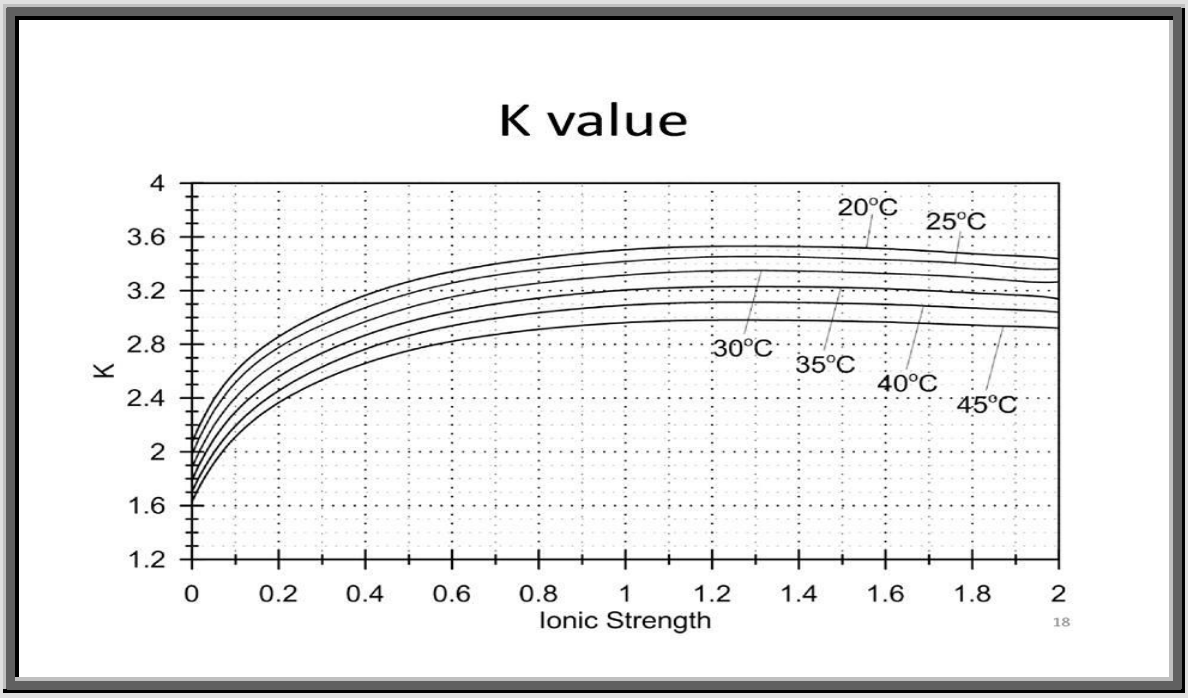
where pH_S is the pH level at which the water is in equilibrium with $CaCO_3$, pCa $= -\log_{10}[Ca^{2+}$ as $CaCO_3]$, pAlk $= -\log_{10}$[alkalinity of $CaCO_3$], $pK_2 = -\log_{10}$ (ionisation constant of HCO_3^-), $pK_s = -\log_{10}$ (solubility product of $CaCO_3$), K is the ionic strength constant at 25°C.

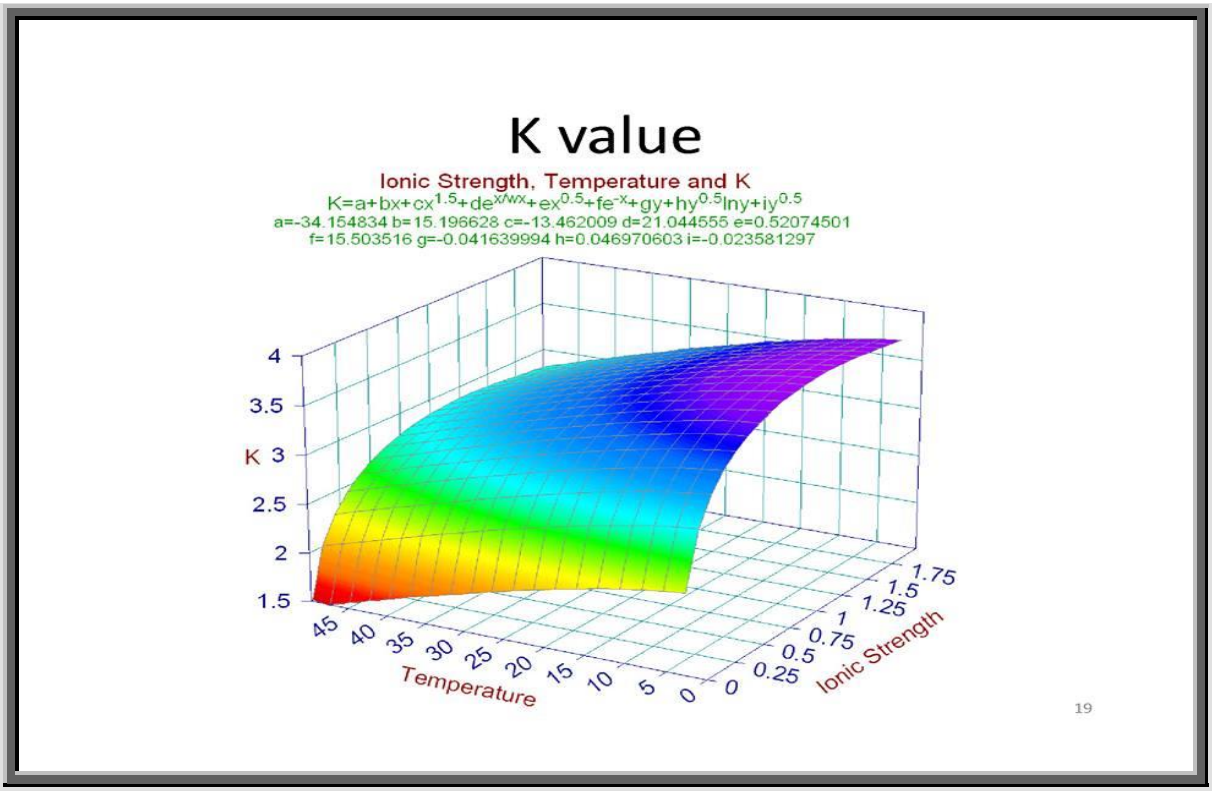
ونلاحظ أن ال"K" دالة فى 2 بارامتر:

1- درجة الحرارة.

2- القوة الأيونية للماء Ionic strength.

وبمعلومية الإثنين يتم معرفة قيمة ال "K" من خلال الرسم البيانى التالى:





والسؤال هنا ... كيف نحسب القوة الأيونية Ionic strength لمياه التغذية؟؟
تم التوصية من خلال الإختبار 4582 فى الASTM بتحليل نسب كل الأيونات السائدة فى المياه وهى على الأقل كالتالى:

$$Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}$$

ولحساب القوة الأيونية لمياه التغذية نستخدم المعادلة التالية:

$$I_f = 1/2\ [\Sigma M_i Z_i^2]$$

M_i = molar concentarion of each ion التركيز المولارى لكل أيون
Z_i = Charge of each ion شحنة كل أيون

ونلاحظ أن:
1- القوة الأيونية تساوى نصف مجموع حاصل ضرب تركيز كل أيون فى شحنته مرفوع للأس2.
2- الأيون متعدد الشحنات مثل الكالسيوم والمغنيسيوم يُساهم فى زيادة ملحوظة فى القوة الأيونية عن الأيون وحيد الشحنة مثل الصوديوم والكلور.
3- عند تحليل الأيونات بوحدة الجزء فى المليون ppm يتم تحويلها إلى التركيز بالمولار ... فمثلاً الكالسيوم لو كان تركيزه فى مياه البحر 600 جزء فى المليون فإن تركيزه المولارى 0.015 ...ويتم ضربه فى شحنته مرفوعة للأس 2 ... يعنى 2 x2 =4 ... وهكذا مع بقية العناصر... وبعد حساب ال I_f نستطيع معرفة القيمة "K" من المنحنى السابق عند درجة حرارة معينة ... وبمعلومية ال pCA وال pAlk وال pH المقاس للعينة يتم حساب الS&DSI.
والقيم الموجبة أيضاً تدل على ميل المياه لعمل ترسبات من كربونات الكالسيوم والتى تدمر أغشية التناضح العكسى.

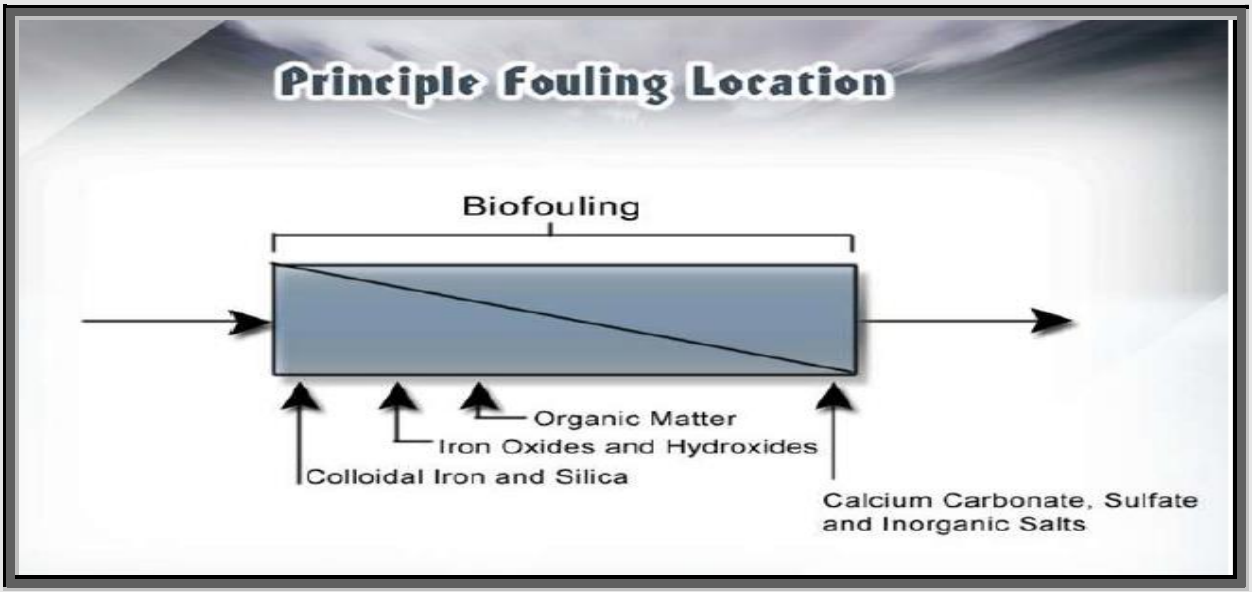
المشاركات على النقاش الخامس: المفهوم العاشر: الLSI وال (S&DSI)

مداخلة المهندس ثائر السعيد:

رأيت في مثال الحسابات أننا نقوم باستخدام المدخلات من الماء الخام الداخل إلى المحطة مثل TDS= 380 ملجم/لتر وباقي المدخلات التي تم ذكرها في المثال الحسابي ... سؤالي هنا: فرضاً لوأن المدخلات أعطت نهاية حسابية تبين أنه لا يمكن حصول ترسيب في الممبرينات وهي معطيات لماء خام داخل للمحطة ...هذا الحساب ينطبق على الممبرين الأول أم جميع الممبرينات بمافيه ممبرينات الذيل؟؟؟ يعني هل الcharecters للماء نفسها من أول ممبرين حتى آخر واحد حتى نعمم نتيجة حسابLSI للماء الخام(الذي ينطبق على أول ممبرين) على ممبرينات الذيل ....الرجاء الإفادة. ...

رد المحاضر:

سؤالك فى محله يا هندسة ... حيث أن ممبرينات الذيل تتعرض لمياه مركزة الأملاح ومن ضمنها أملاح الكالسيوم كما يظهر فى الصورة التالية... وقد يكون هذا هوالسرفى أننا نرى دائماً ترسبات الكالسيوم تكون فى نهاية الأغشية حتى لو كان معامل لانجيلير = صفر أوأقل فى البداية ... كما أن جرعة الأنتى سكيل تحدد حسب مياه التغذية ولكنها قد تكون غير كافية مع تركز الأملاح فى نهايات أوعية الأغشية ... الموضوع ده جدير بالدراسة وملاحظة الخبراء وياريت حد يفيدنا من ممارساته وملاحظته الطويلة مع الاغشية.



مداخلة المهندس أحمد همام:

تتلخص الحلول في التغلب على ترسيبات الكالسيوم والماغنسيوم فى تخفيض الأس الهيدروجيني pH واستخدام مانع ترسيب أملاح مناسب (أنتى سكيل) وتخفيض معامل الاستخلاص دون المساس بكمية المياه المنتجة وذلك عن طريق عمل brine recycle

سؤال أحد الزملاء:

ما هو معامل الاستخلاص؟

رد المهندسة سُمية:

معامل الاستخلاص هو:

Recovery ratio = product flow / feed flow × 100

مداخلة المهندس عمرو منير:

للحفاظ عليها نتحكم فى نسبة الاسترجاع حيث تبدأ بالتناقص مع تقدم عمرالممبرين حفاظاً عليها ونمنع الترسبات بذلك.

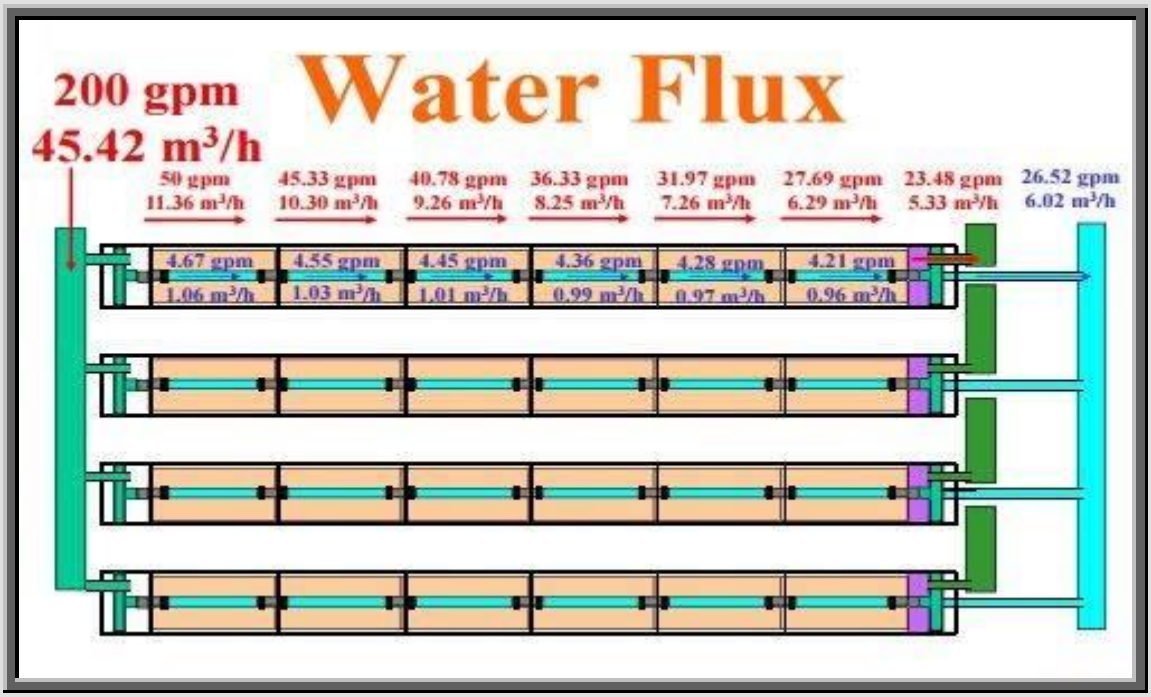
مداخلة المهندس أحمد همام: وشرحه لطبيعة سريان المياه داخل الأغشية وأسباب تكون القشور فى نهايات الأغشية بفيديوهات تم تفريغها وإضافة بعض الصور التوضيحية:

"هذا وقد أحببنا ذكرها هنا بالرغم من أن هذا الجزء سيتم شرحه بالتفصيل فى الجزء الثانى من الكورس ... ونقول للمبتدئين لا تنزعجوا فسوف يكون الحديث عن الأغشية أكثر وضوحاً بعد ذلك ..."

السؤال الأول: ما هو السر فى أن المناطق الأمامية من الأغشية (أو المراحل الأولى إن كان يوجد أكثر من مرحلة من الفيزلات التى تحوى الأغشية) تكون عُرضة للإتساخ fouling بالمواد العالقة أوالصدأ أوأوكسيدات المعادن metal oxides أوالاتساخ البيولوجى Biofouling أكثرمن غيرها؟؟؟

السؤال الثانى: لماذا أغشية الذيل (ممبرينات الذيل الموجودة فى النهايات) تكون عُرضة لتكون القشور scales أكثر من المناطق المتقدمة فى الأغشية؟

نعطى مثال توضيحى كما بالصورة التالية:



نجد فى الصورة 4 فيزل ... كل فيزل يحتوى على 6 أغشية ... معدل دخول مياه التغذية 45مترمكعب/الساعة ... ومعدل الخروج للمياه المنتجة (البيرميت) 6.02 مترمكعب/ ساعة لكل فيزل (مجموع خروج البيرميت من كل غشاء فى الفيزل الواحد) ... وبما أنه يوجد 4 فيزلات فإن المياه المنتجة الكلية تساوى (6.02 x 4) = 24.08 متر مكعب/ساعة.

كى نفسر السؤال الأول والثانى يجب ذكر أمران وهما: معدل تدفق المياه Water flux والتدفق المستعرض cross flow (مياه التغذية التى تسرى موازية للغشاء).

أولاً: تدفق المياه water flux: وهى كمية المياه المنتجة (البيرميت) الخارجة من كل غشاء (أو الفيزل أو الوحدة بأكملها) باللتر لكل ساعة على مساحة سطح الممبرين ... وهو مؤشر لحدوث الانسداد plugging بالفاولينج (الاتساخ) ... وكلما زاد معنى ذلك زيادة كمية المياه التى اخترقت سطح الغشاء وزادت كمية المواد التى تسبب الاتساخ على سطحها...

وفى الشكل السابق نلاحظ أن الأغشية المتقدمة (فى بدايات الفيزل) هى التى تعانى من الانسداد أكثر لأن الwater flux أكبر ما يمكن بالمقارنة بما يحدث فى نهايات الأغشية أوالذيل ... (0.96 مترمكعب لكل ساعة تغذية الغشاء الأول مقابل 1.06 مترمكعب لكل ساعة)

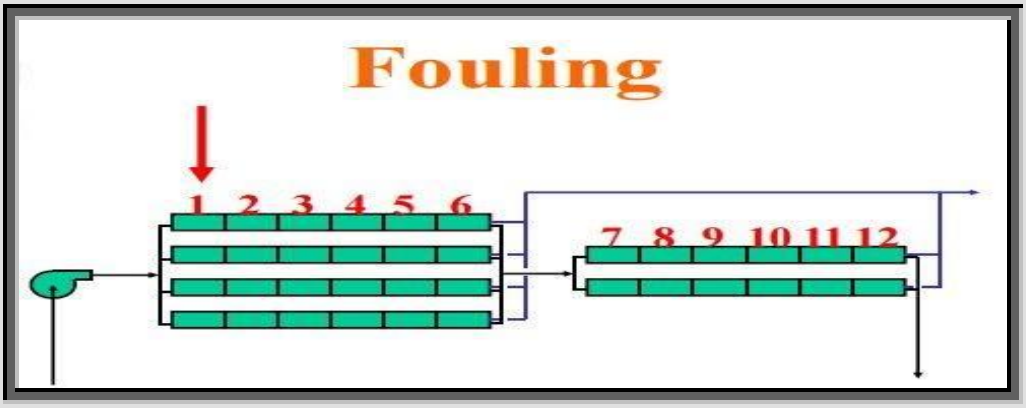
بافتراض أن مساحة سطح الممبرين 37 متر مربع:

Water flux (1) =1.06 m^3/h = 1060 lL/h / 37 = 28.7

Water flux (2) = 0.96 m^3/h = 960 lL/h / 37 = 25.9

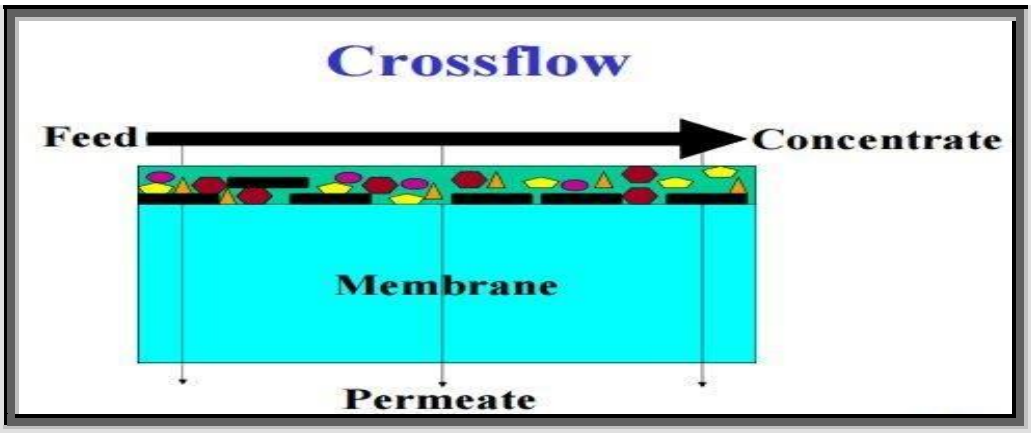
(إذاً القاعدة ... كلما زاد الwater flux زادت كمية الماء العابرللأغشية وزادت كمية المواد التى تسبب الإتساخ على الأغشية وزاد معدل الانسداد).

لذا فالمناطق الأمامية من الأغشية (أو المراحل الأولى) تكون عُرضة للإتساخ fouling أكثر من أغشية الذيل.

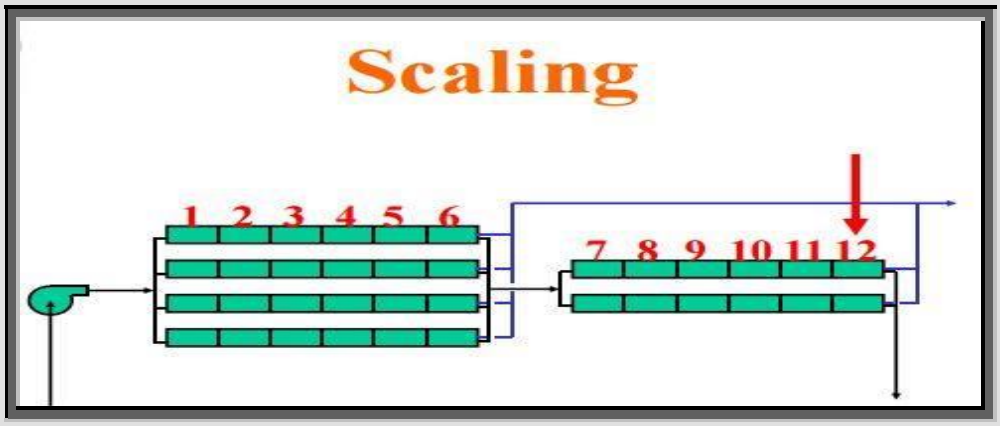


ثانياً: التدفق المستعرض cross flow:

مياه التغذية التى تسرى موازية للغشاء كما بالصورة التالية تقوم بعمل shear force للطبقة المجاورة وهى سطح الغشاء فتعمل عملية كسح أو "الكنس" أوال sweeping لكل الجزيئات الموجودة على السطح (وأهمها الأملاح التى تسبب القشورمثل أملاح كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم) ... وكلما زادت زاد معدل التدفق زاد من كسح الجزيئات ... وكلما قلت قلت من كسح الجزيئات وأصبح هناك فرصة لحدوث ترسبات لهذه الأملاح على الأغشية.



نرجع إلى الشكل الأول فنجد أنه فى بدايات الفيزل يكون الcross flow عالى ومعدل كسح الأملاح قوى (11.36 متر مكعب/ساعة) فيصعب استقرار وترسب الأملاح وتكون القشور فى هذا المنطقة بالمقارنة مع مناطق الذيل (6.29 مترمكعب/ساعة) مما يقلل الshear force وتجد الأملاح بيئة للترسب وتكون القشور.



تعقيب المهندس سعيد عادل:

كلام ممتاز ... أضيف جزءاً على القشورscales ... هناك عامل اسمه concentraion polarization وهو أن الأملاح تتركز كلما اتجهت إلي ممبرينات الذيل نتيجة أن نسبة كبيرة من المياه تُزال من ممبرينات المقدمة أو ما أشرت عليه بالflux وهذا يؤدي إلي تكوين scales دائماً فى ممبرينات الذيل ...

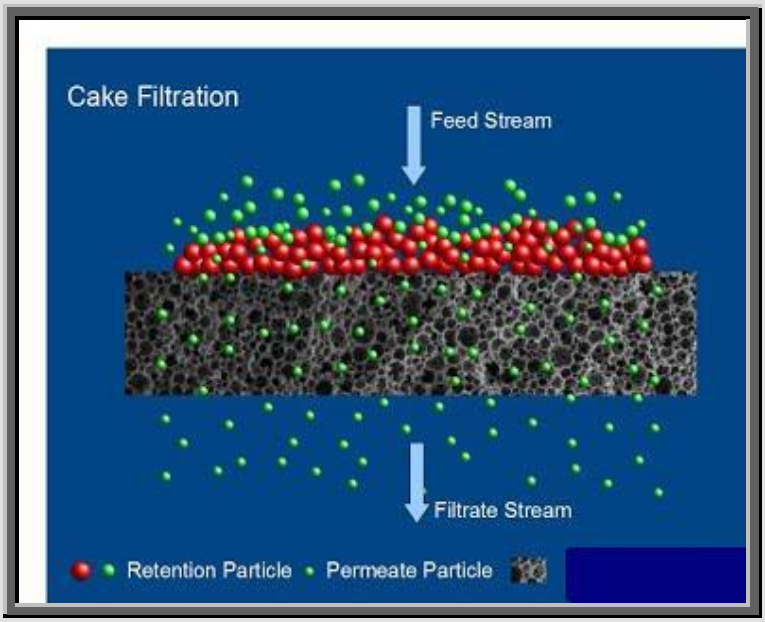
سؤال لأحد الزملاء تعقيباً على حديث المهندس أحمد همام: ما هو متوسط أقلcross flow للأغشية؟؟

رد المهندس أحمد همام فى فيديو تم تفريغه وإضافة صورتوضيحية إليه كالتالى:

"يوجد نوعين من الFlow للمياه فى أنظمة الأغشية فى التناضح العكسي:

النوع الأول من الflow: ما نسميه ال Dead end filteration أو السريان المعتاد Conventional filteration ... وما يحدث فيه أن الكمية الداخلة من المياه تساوى الكمية الخارجة ... يعنى: Q1 = Q2 ... ومثال لذلك الفلاتر بأنواعها مثل الفلتر الكربونى وفلاتر الكارتريدج أو وحدة الميسر(السوفتنر) ... وفى الأغشية هو ما يمرعبرالغشاء ويخرج من

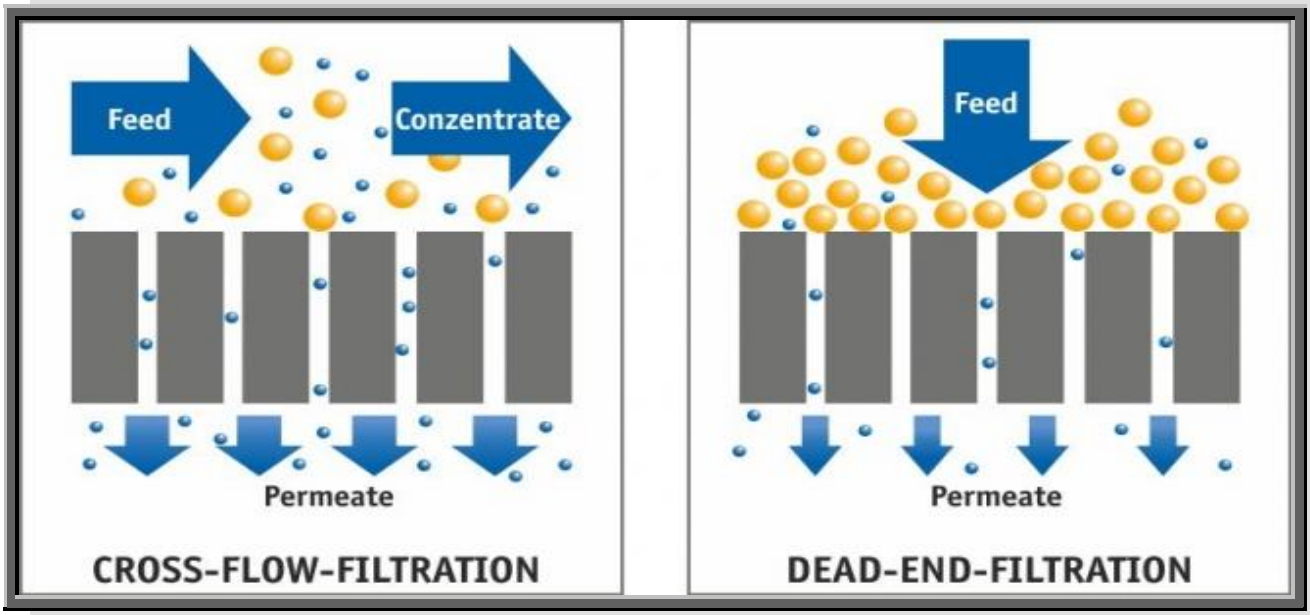
الجهة المقابلة وهو ما يسمى بالبيرميت Permeate يعنى اتجاه السريان يكون عمودياً على الغشاء ... ويتم حجز وتراكم المواد العالقة وغيرها على الغشاء فيما يسمى بكيك الفلتر (Filter cake) ... انظر الصور:

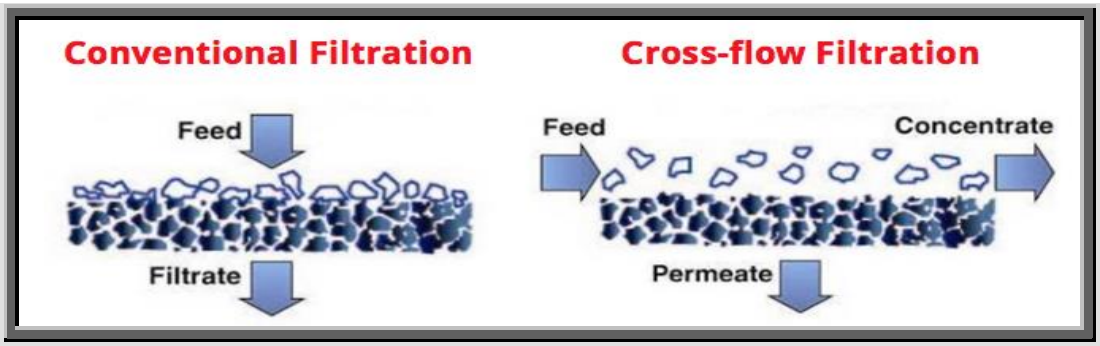


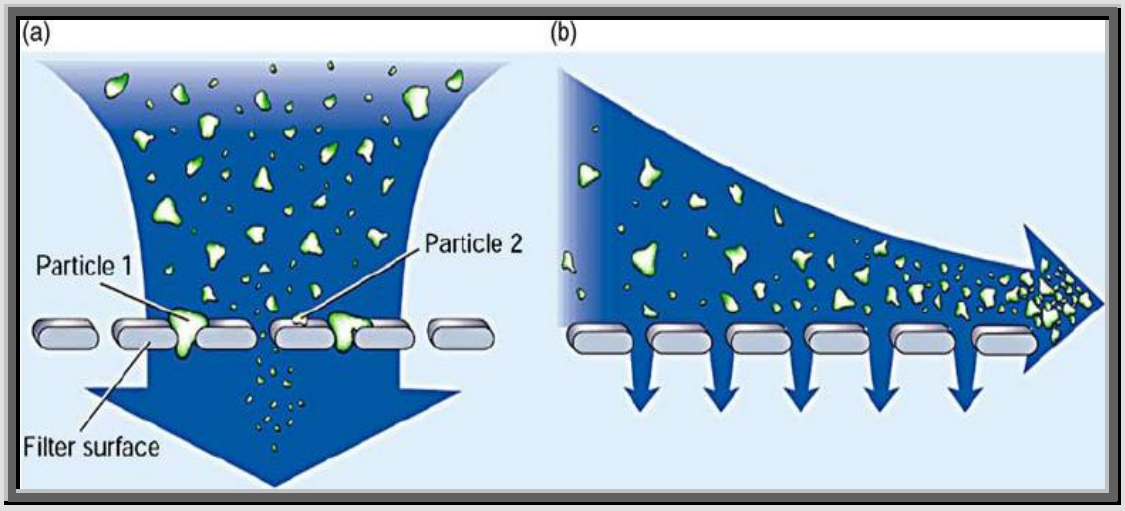
النوع الثانى من الflow: ما نسميه Cross flow filteration وهو سريان مياه التغذية بموازاة الغشاء ... وتتركز فيه الأملاح وهوالBrine أوالConcentrate ... لذا فإن المياه تنقسم إلى 2 streams ... الأول وهو البيرميت الذى يخترق الغشاء والثانى وهو الماء الذى يسير بموازاة الغشاء وتتركز فيه الأملاح مع الوقت:

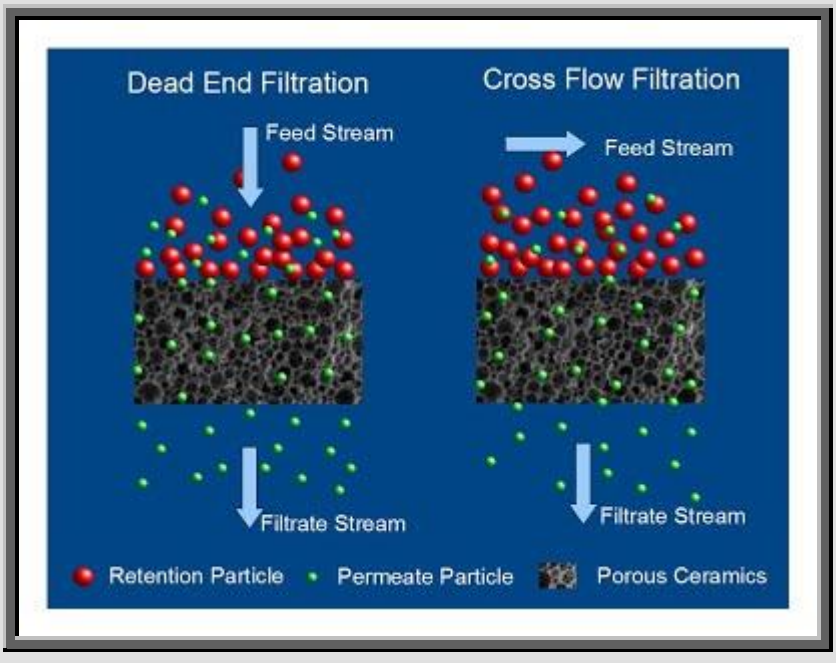
$$Q_1 = Q_{permeate} + Q_{brine}$$

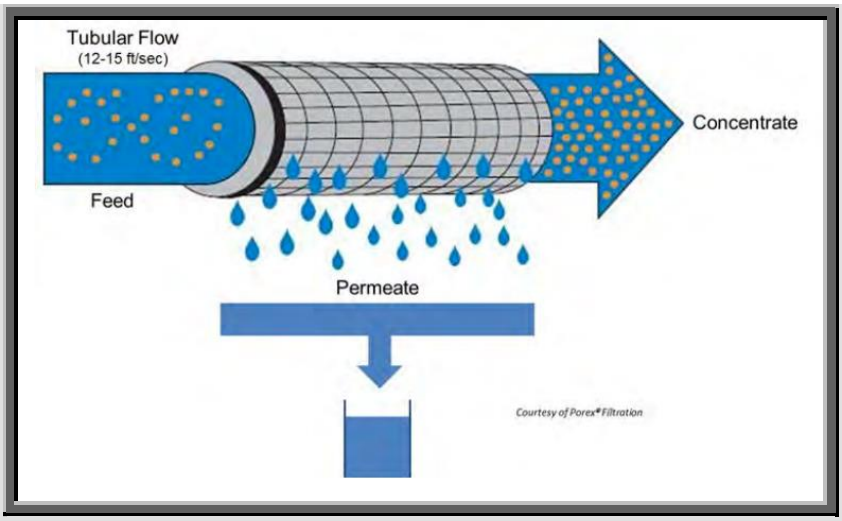
انظر الصور التالية التى توضح ما قلناه:



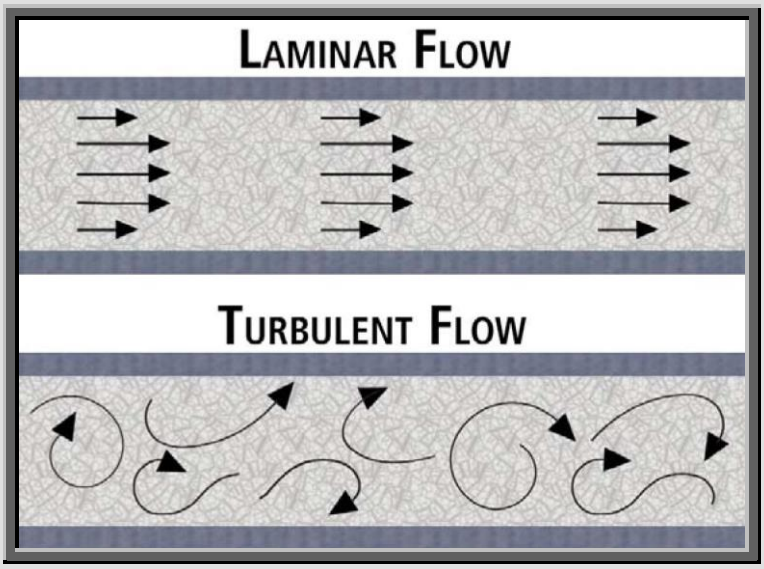

Conventional Filtration
Feed
Filtrate
Cross-flow Filtration
Feed
Concentrate
Permeate


(a)
(b)
Particle 1
Particle 2
Filter surface

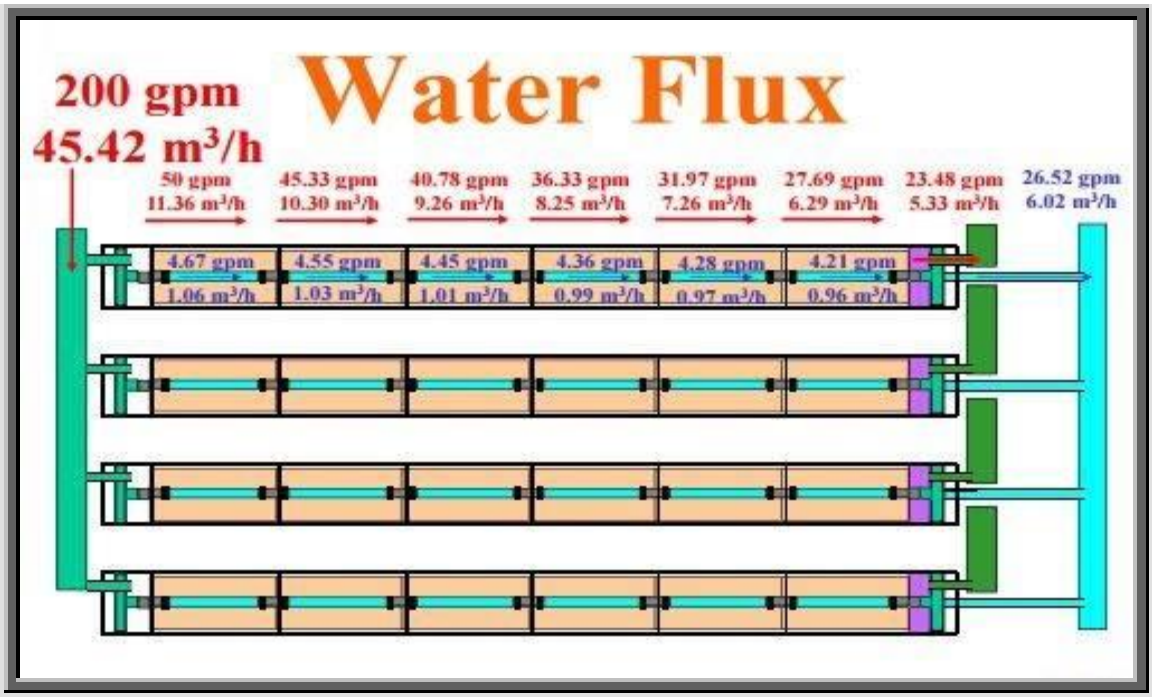

Dead End Filtration
Feed Stream
Filtrate Stream
Cross Flow Filtration
Feed Stream
Filtrate Stream
Retention Particle
Permeate Particle
Porous Ceramics



طبعاً البيرميت يتخلل الغشاء ويخرج منه ... (أما الrecovery فهو كل الماء المنتج الذى يخرج من الوحدة ...)
وما يحدث فى مُجمع الأغشية أن ال brine أوالConcentrate الخارج من منطقة الغشاء الأول يعتبر تغذية feed للغشاء الثانى وهكذا ...
وفى الأغشية الحلزونية الملفوفة spiral wound membrane يتكون تيار سريع هائج turbulent flow بسبب الcross flow يتكون على أثره قوة الshear force التى تعمل كنس (أو كسح) للجسيمات particles فى الماء (مثل مجرى النهر الذى يكسح الجسيمات والعاوال من المجرى فلا يساعدها على الترسيب) وهو عكس التيار الlaminar flow الهادىء الذى يسبب استقرار هذه الجسيمات على القاع ... وبالتالى كلما قل الcross flow قل الturbulence وقلت الshear force وأصبح هناك مجال أيسر فى ترسب الجسيمات على القاع ...



ومن خلال الصورة التالية سنذكر بعض الأمور لنجيب على السؤال المطروح وهو قيمة الcross flow:



1- فى أول غشاء نجد أن البيريمت = 1.06متر مكعب/ساعة ، وأن الfeed = 11.36 متر مكعب/ساعة ... لذا فإن نسبة البيرميت إلى الfeed = 10:1.
2- يقل الfeed (الذى يعتبر ال concentrate عند دخوله على الغشاء التالى ويعبر عن الcross flow) فيصبح 10.30مترمكعب/ساعة ... ويكون البيريمت الخارج من هذا الغشاء الثانى = 1.03 مترمكعب/ساعة.
3- وفى نهاية الفيزل نجد أن البيرميت = 0.96 مترمكعب/ساعة ، وأن الconcentarte =5.33 يعنى بنسبة 5.5:1 تقريباً ... ومن هنا نقول أننا لا نستطيع أن نحدد قيمة ال cross flow ... نظراً لأنه يعتمد على نوع الغشاء وطوله ... فهناك Sea water membrane وهناك brackish water membrane ... وهناك 4 inch و 8 inch ... إلخ
لكن ما نستطيع قوله أننا نحدد نسبتها إلى البيرمييت ... وفى المعتاد لا يجب أن تقل نسبة الconcenrate إلى البيرمييت permeate عن 1:5 ... وكل شركة مصنعة للأغشية تعطيك هذه النسبة أو تقول لك أن أقل concentrate لا يقل عن كذا متر مكعب / ساعة ...

مشاركة المهندس أحمد محمود:

فيه تجربة ثانية كى أحدد ميل المياه لتكوين قشور وخاصة فى خطوط الشبكات أو الغلايات الصناعية وهى اختبار الحجر الجيرى Marble test.
1- يتم أخذ عينة 25 مل من المياه المراد قياس التكلس لها وصبها فى دورق عيارى.
2- يتم قياس كل من الأس الهيدروجينى (pH) والقلوية الكلية للعينة (Total alkalinity).
3- يتم وضع قطعة من الحجر الجيرى Marble مع العينة المأخوذة فى الدورق العيار لمدة 24 ساعة.
4- يتم قياس الأس الهيدروجينى والقلوية الكلية للعينة فى النهاية.
إذا زادت قيم الأس الهيدروجينى والقلوية الكلية فتكون المياه أكثر ميلاً لتكوين قشور.
أما إذا قلت قيم الأس الهيدروجينى والقلوية الكلية فإن المياه تميل للتآكل.

سؤال أحد الزملاء:

كم وزن قطعه الحجر الجيري بالنسبه للعينة ال 25 مل ؟

رد المهندس أحمد محمود:

أى وزن وليكن 10جرام.

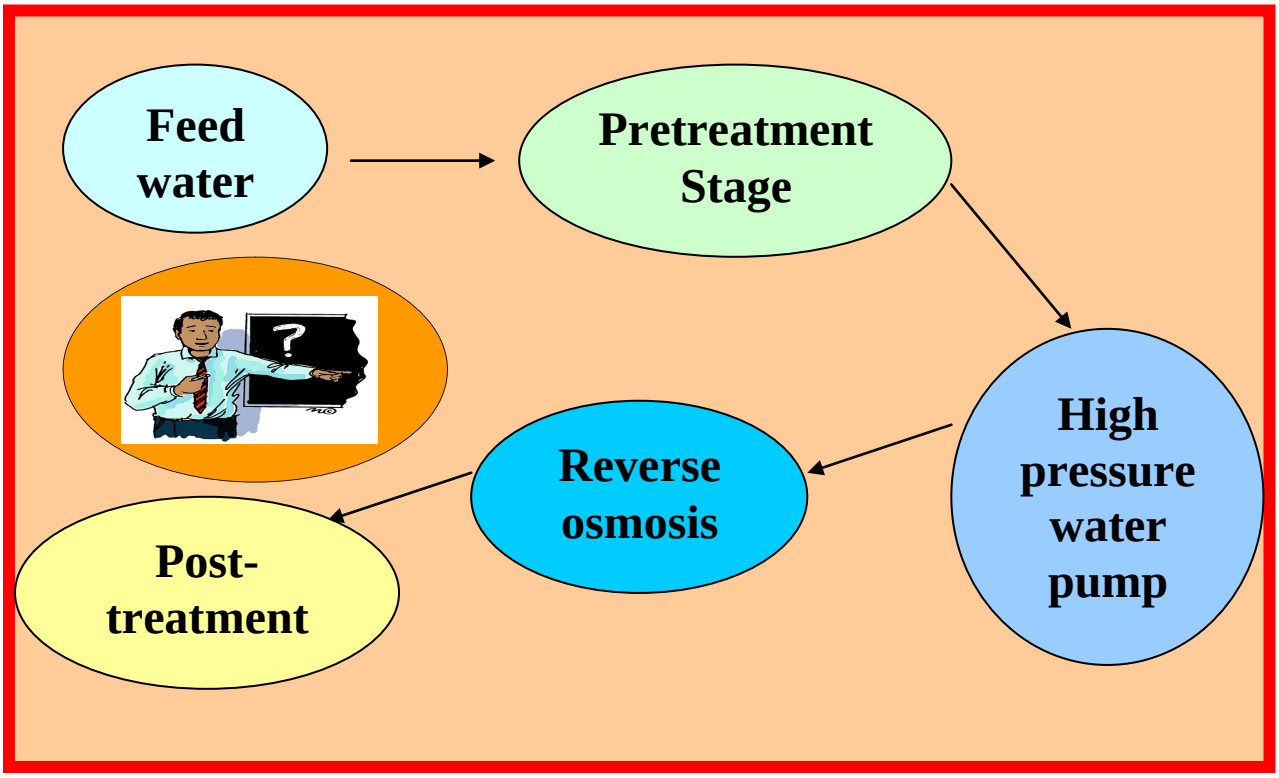
WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
6
النقاش
السادس
المراحل المختلفة
لمحطة التناضح العكسى
- ماهى أهمية المعالجة الأولية
- مياه التغذية أو المياه الخام
- بداية أولى مراحل المعالجة الأولية.
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش السادس

المراحل المختلفة (الخطوط العريضة) لمحطة التناضح العكسى

فى هذا البوست سنتعرف فى إيجازعلى المراحل المختلفة لمحطة التناضح العكسي وأهمية المعالجة الأولية وشرح للشبكات والفلاتر الكبيرة التى تحجز المواد والعوالق الكبيرة فى مياه التغذية... هو بوست خفيف نلتقط فيه الأنفاس قبل الدخول فى الجد!
تبدأ أول مرحلة بمياه التغذية (Feed water) والتى تخضع لمعالجة أولية (إبتدائية لها (Pretreatment stage) وتشمل المعالجة الفيزيائية والكيميائية ثم تدخل على مضخة الضغط العالى (High pressure water pump) ومنها إلى وحدة التناضح العكسي (Reverse osmosis) حيث يتم استخدام الأغشية لتخرج منها المياه صافية (Permeate water) ... ثم تدخل على المعالجة النهائية (Post treatment) بجانب المياه التى تم تركيز الأملاح فيها وهى الRejected water أو الBrine water ... هذا باختصار شديد وقد تم تجميع هذه الخطوط العريضة فى الصورالتالية:



ماهى أهمية المعالجة الأولية (Pretreatment section)؟

نقول بكل قوة إن المعالجة الأولية هى مفتاح النجاح فى وحدة التناضح العكسى RO!
فهى تعمل على زيادة كفاءة وعمر وحدات التناضح العكسى R.O ، وعدم الإهتمام بهذه المرحلة يسبب مشاكل الاتساخ (Fouling) فى الأغشية بأنواعها المختلفة بما فيها ترسب

الكائنات الحية ونموها عليها بجانب مشكلة تكون قشور الأملاح على الأغشية ومن ثم تدمير الغشاء Membrane degradation.
هل اجراءات الحماية بالمعالجة الأولية تكلف؟؟ ... نعم تكلف ... لكنها أفضل من خسارة تلف الأغشية بكل المقاييس فكان لا بد منها ...

ولكى نحدد كيف تكون المعالجة الأولية يجب معرفة:

1- تركيب مياه التغذية وطبيعة مكوناتها.
2- مواصفات المياه المطلوبة.

بداية أولى مراحل المعالجة الأولية:

تؤخذ المياه من المصدرثم تبدأ عملية المعالجة الأولية فتمرر على شبكات أوفلاتر ميكانيكية تسمى شبكات تصفية عوالق البحر Screening system وتكون عادةً متدرجة الفتحات قبل فتحة ماسورة مأخذ المياه والغرض منها لإزالة العوالق الكبيرة (Debris) مثل البلاستيكات والأوراق والنباتات ... إلخ ، وهذه الشبكات والفلاترالأولية مهمة بالأخص مع مياه البحر المفتوح أو مياه الصرف التى تحتوى على عوالق كبيرة.
ويجب مراعاة أخذ المياه من مكان لا يتواجد به عوالق كثيرة (كأن لا يكون قريباً من السطح أو قريباً من القاع).
ويتم وضع المياه بعد ذلك أحياناً فى خزان يسمى خزان مياه التغذية ويُضاف إليه المادة المعقمة (كالكلورين) والمادة المروقة (Coagulant) لأغراض سنذكرها بعد ذلك فى المعالجة الكيميائية بالتفصيل.
وهذه أمثلة لشبكات التصفية:
1- Bar screen: عبارة عن قضبان حديدة توضع رأسياً وبين كل قضيب والآخر حوالى 1- 3 بوصة (حوالى 2.5 - 8 سنتيمتر) ...وهذه صورة للBar screen:

2- الشبكة المسافرة Traveling screen :
سُميت بذلك لوجود شبكة mesh تتحرك باستمرار لتمسك بالعوالق الكبيرة كأوراق الشجر وأعشاب البحر وبقايا القمامة والبلاستيكات، وهى كثيراً ما تستخدم مع مياه الصرف.
وهذه صور توضح هذا النوع من الشبكات ...

وهذه فيديوهات على اليوتيوب توضح عمل الtraveling screen بطرق متعددة:

https://www.youtube.com/watch?v=FMWNMNrfzC4

https://www.youtube.com/watch?v=RIKWqed-k7c

https://www.youtube.com/watch?v=htbYLFNPq18

البوستات القادمة بإذن الله فى الجزء الأول من رحلتنا مع التناضخ العكسي ... سوف نتعرف على طبيعة مياه التغذية ومحتوياتها وكيف تؤثر هذه المكونات على وحدة التناضخ العكسى بدايةً من المعالجة الإبتدائية وما تحتوى عليه من فلاتر وخلافه والمعالجة الكيميائية المطلوبة لتجنب آثار هذه المكونات، كما نرى آثار هذه المحتويات على الأغشية ... فتابعونا ...

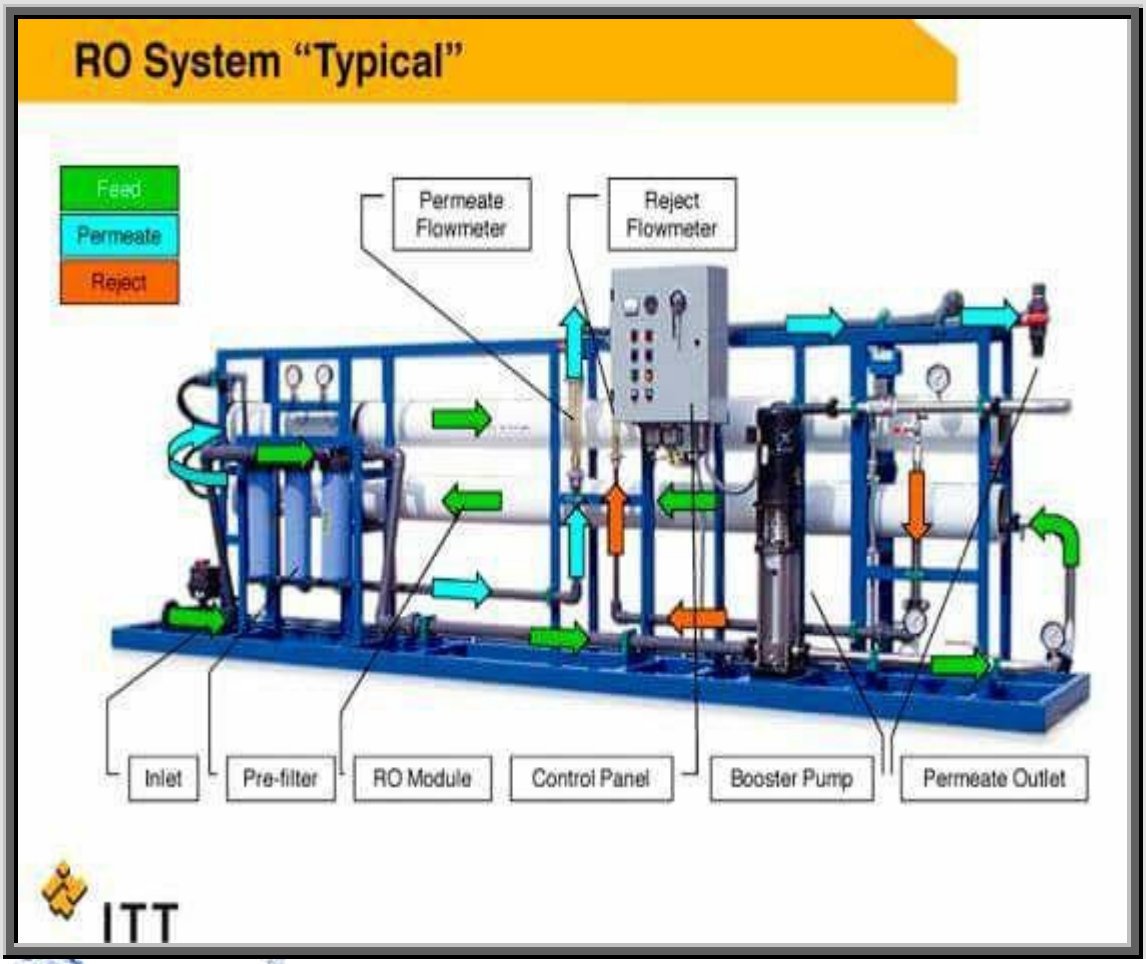
المشاركات والمداخلات على النقاش السادس:
المراحل المختلفة (الخطوط العريضة) لمحطة التناضح العكسى

مداخلة للمهندس محمد بسيونى تضع قاعدة هامة جداً:

كنت حابب أقول أنه ليس هناك تصميم ثابت لمحطات تحلية مياه البحر ولكن هناك عوامل تؤثر في تصميم محطات معالجة وتحلية المياه وهي تحليل المياه تحليل كيميائي كامل لمعرفة خواص هذه المياه وكذلك تحليل البكتريولوجي للمياه وكذلك لابد من معرفة مواصفة المياه المطلوبة وكذلك كميتها يعني الخلاصة ليس هناك ثوابت في تصميم المحطات إنما هناك مراحل أساسية كما أشارالمهندس وليد ... وهذه المراحل تختلف مكوناتها في كل محطة ... والجدير بالذكر أن محطات التناضح العكسي RO تختلف مكوناتها علي حسب نوع الصناعات المستخدمة بها مثلاً صناعة الدواء والمواد الغذائية لها مكونات تختلف عن المكونات في مصانع الأسمنت من هنا دائماً أقول ليس هناك محطتين في مصنعين متجاورين يشبهان بعضهما في المكونات ...

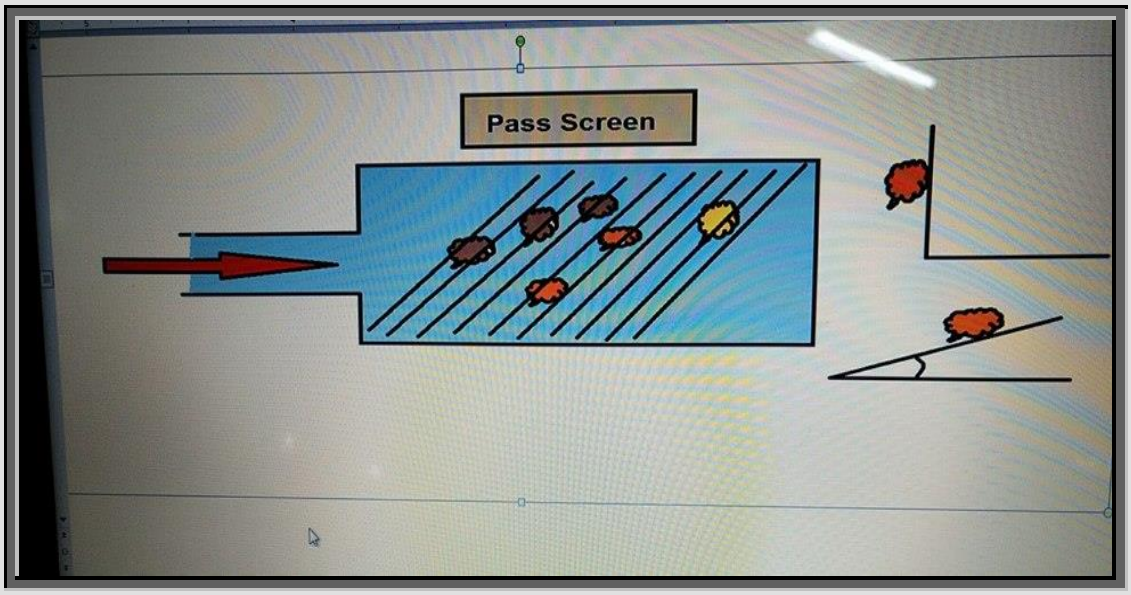
مشاركة المهندس "أبو محمد":

هذه صورة توضح الشكل العام لمحطة التناضح العكسيRO:

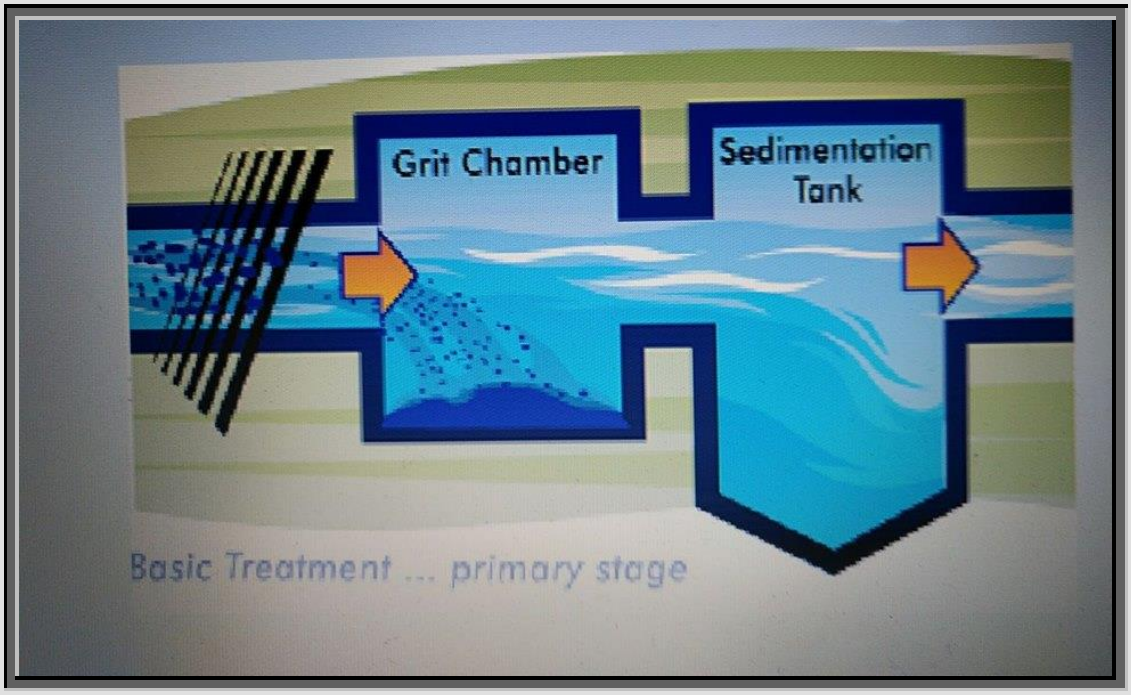


مشاركة المهندس "رياض عبد الفتاح":

إستخدام ال(Screen (pass screen كنوع من المعالجات يسمى Primary treatment وهو نوع من المعالجات المبدئية في وحدات الwaste treatment ... حيث يقوم بالتخلص من المواد الصلبة العالقة الكبيرة ... Cause suspended solid حيث يكون بشكل مائل بزاوية حتى لا تنزل ال Solid وتتجمع بأسفل الشبك وتسد فتحاته وبعد تجمع المواد الصلبة عليه تزال بواسطة كاشطة من الأسفل للأعلى ... وهذه صوره لل pass screen

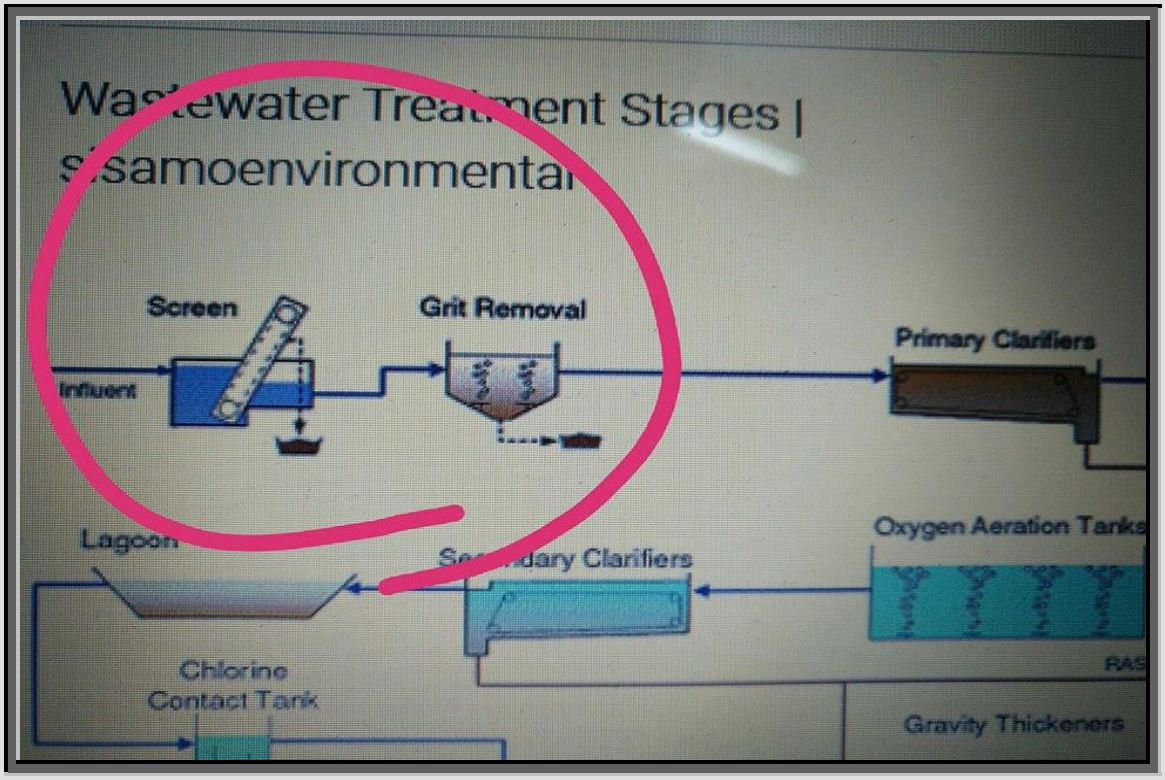


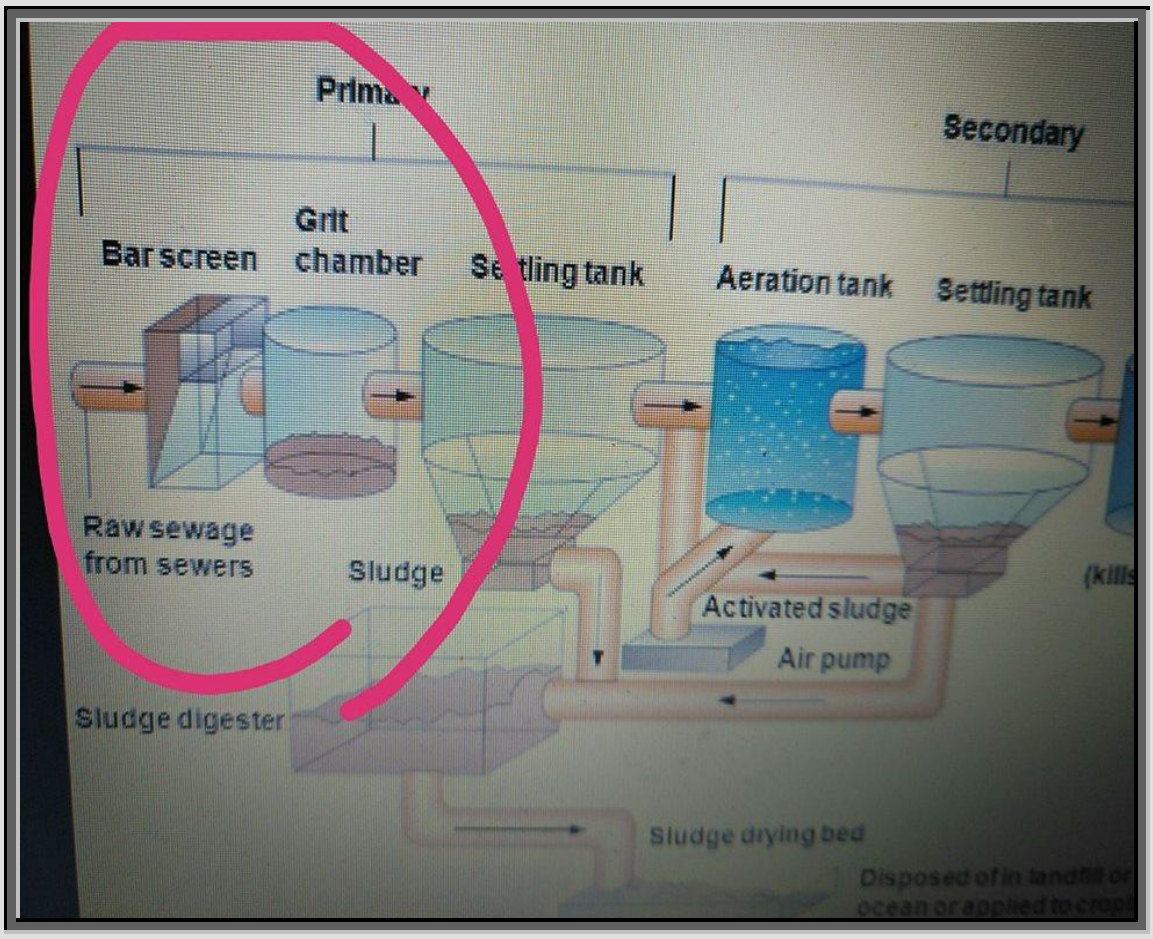
وبعد ال screen يمكن تركيب Grit chamber وهو عبارة عن تنك ترسيب بعد الscreen لإمساك العوالق والأتربة الصغيرة التي عدت من ال screen وهذه صورة توضيحية له:

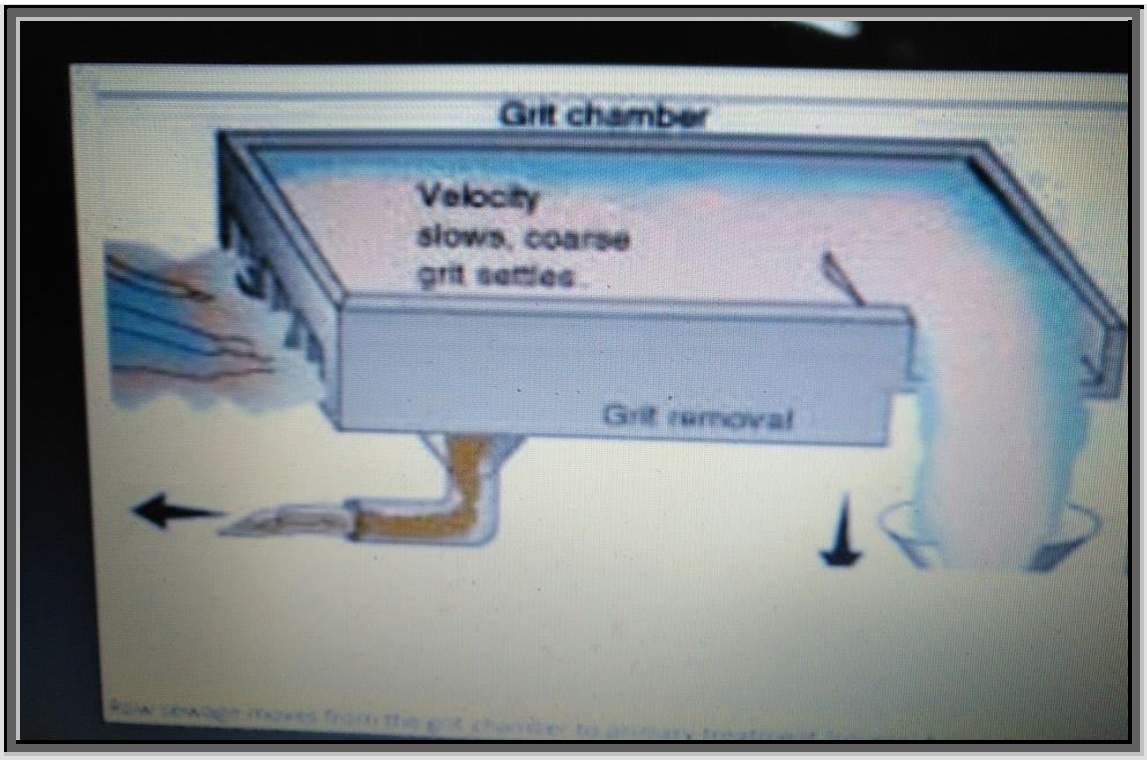


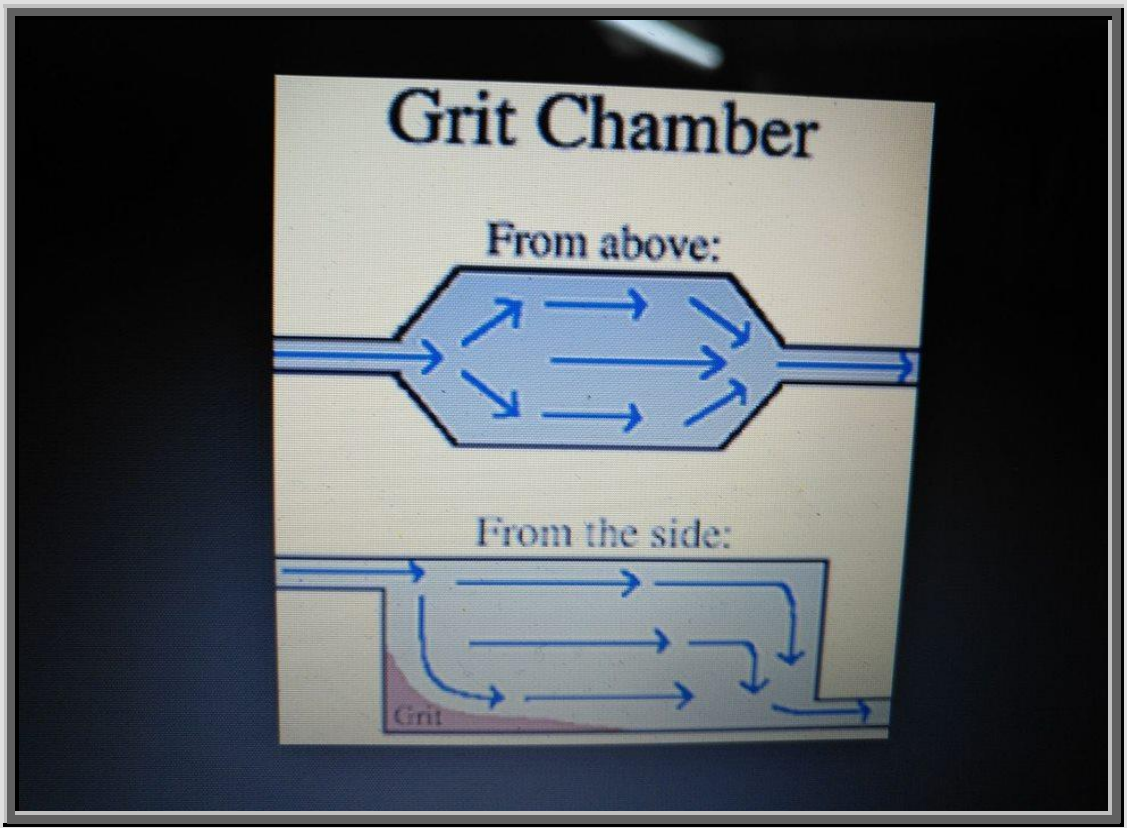
وهذا يعتبر نوع من المعالجات المبدئية خصوصاً وحدات waste treatment حيث أن هذه العملية تزيل 70% من ال Organic وال suspended solid.

وهذه بعض الصور التوضيحية للscreen وال Grit champer:






Grit chamber
Velocity
slows, coarse
grit settles
Grit removal


Grit Chamber
From above:
From the side:
Grit

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis
7
النقاش السابع
Membrane sandwiches
Brine
2 Pre-treatment system
طبيعة مياه التغذية
(الجزء الأول)
Feeding water (part 1)
Salt water
Fiberglass membrane element
1 Seawater supply
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش السابع

طبيعة مياه التغذية ... نظرة شاملة ... (الجزء الأول)

مياه التغذية أو المياه الخام (Feed water or raw water):

قبل انشاء أى وحدة لمعالجة المياه بكافة أنواعها، يجب علينا معرفة ما تحويه مياه التغذية (Feed water) من خصائص ومكونات، وبناءً على التحليل المعملى الكامل نتوقع المشاكل التى قد تحدث بسبب تواجد هذه الأشياء أو عدم تواجدها، وفى حديثنا هذا والخاص بالتناضح العكسى نهتم جداً بهذا الأمر حفاظاً على الأغشية membranes فضلاً عن الفلاتر والمرشحات ... وهكذا نستطيع أن نقرر بطريقة صحيحة كيف تتم المعالجة الأولية التى تسبق المعالجة بالأغشية ...

يُطلق على مياه التغذية أيضاً المصدر source أوintake water وتنقسم إلى open intake مثل التى تؤخذ من مياه البحر أو well intake مثل التى تؤخذ من المياه الجوفية والآبار.

وفى هذا البوست والبوست القادم سنُجرى عملية "تشريح" لمياه التغذية لنتعرف على مكوناتها المختلفة ... ولأخذ تصورعام عن ما يُمكن أن تسببه هذه المكونات من متاعب عبر مراحل التناضح العكسى ... كما سنضع تصور عام لشكل المعالجة الأولية قبل الدخول على الأغشية ...

سنتحدث عن الأملاح المختلفة وخطورتها فى تكوين القشورScales وتراكم الإتساخ Fouling على الأسطح ...

سنتحدث عن المواد الجزيئية (العوالق) وتفرعها إلى نوعين ... المواد الجزيئية الصلبة المعلقة TSS ... والمواد الغروية Colloids والفرق بينهما ...

سنتحدث عن الكائنات الدقيقة وأنواعها ...

سنتحدث عن الغازات الذائبة فى المياه ...

وفى بوست لاحق سنتحدث ببساطة عن أحجام هذه المكونات المختلفة ... وأحجام المسام للفلاتر المختلفة وأغشية التناضح حتى نحدد متى يتم حجز المكون الفلانى عبر التقنيات المختلفة ...

وفى النهاية سنضع بين أيديكم "مسودة" أو درافت draft للتحاليل المعملية التى يتم إجراؤها على مياه التغذية فى بداية الأمر وقبل تصميم الوحدة ... ثم نضع مسودة أخرى بأهم التجارب الدورية (Periodic tests) التى يتم قياسها على مياه التغذية لمتابعة أى تغيرات تتطرأ على طبيعة المياه .... وبهذا فنكون قد انتهينا من موضوع مياه التغذية لنكمل مشوار المعالجة الإبتدائية حتى ننهى الجزء الأول من السلسلة ...

ولنبدا الآن رحلتنا مع مياه التغذية وما تحويه من أسرار ...

مكونات مياه التغذية:

مياه التغذية التى أمامك قبل دخول الوحدة تحتوى فى المُجمل على الآتى:
1- ملوثات غير عضوية (أيونية) (Ionic) وأهمها الأملاح.
2- المواد الجزيئية (العوالق)، وتشمل:
أ- المواد العالقة الكلية TSS. **ب- المواد الغروية Colloidal.**
3- المواد العضوية.
4- الكائنات الدقيقة.
5- غازات ذائبة.
وإليك بعض التفاصيل الهامة:

1- ملوثات غير عضوية (أيونية) (Ionic):

وهى تشمل الشقوق الموجبة (Cations) والسالبة (Anions) للأملاح المختلفة ، وخذ أمثلة على ذلك:

Cations: Ca, Mg, Na, Ba, Sr, Si, Fe, Ar, Mn
Anions: Cl, SO_4, CO_3, HCO_3, F, Br

تتحد هذه الأيونات الموجبة بالسالبة لتكون أملاحاً مختلفة كأملاح الكالسيوم وأكاسيد المعادن:

Calcium carbonate ($CaCO_3$) – Calcium sulphate (Gypsum) ($CaSO_4$) – Magnesium chloride ($MgCl_2$) – Iron oxides –Manganese oxides – Barium sulphate ($BaSO_4$) – Strontium sulphate ($SrSO_4$) – Calcium fluoride (CaF_2) – Silicate (SiO_2) – Calcium fluoride (CaF_2) – Calcium phosphate ($CaPO_4$) …etc

وهذه الأملاح الغير عضوية هى المسئولة عن ملوحة المياه.
(تظهر ملوحة المياه فى الطعم بوضوح بعدما يتعدى أيون الكلورايد 250 جزء فى المليون).

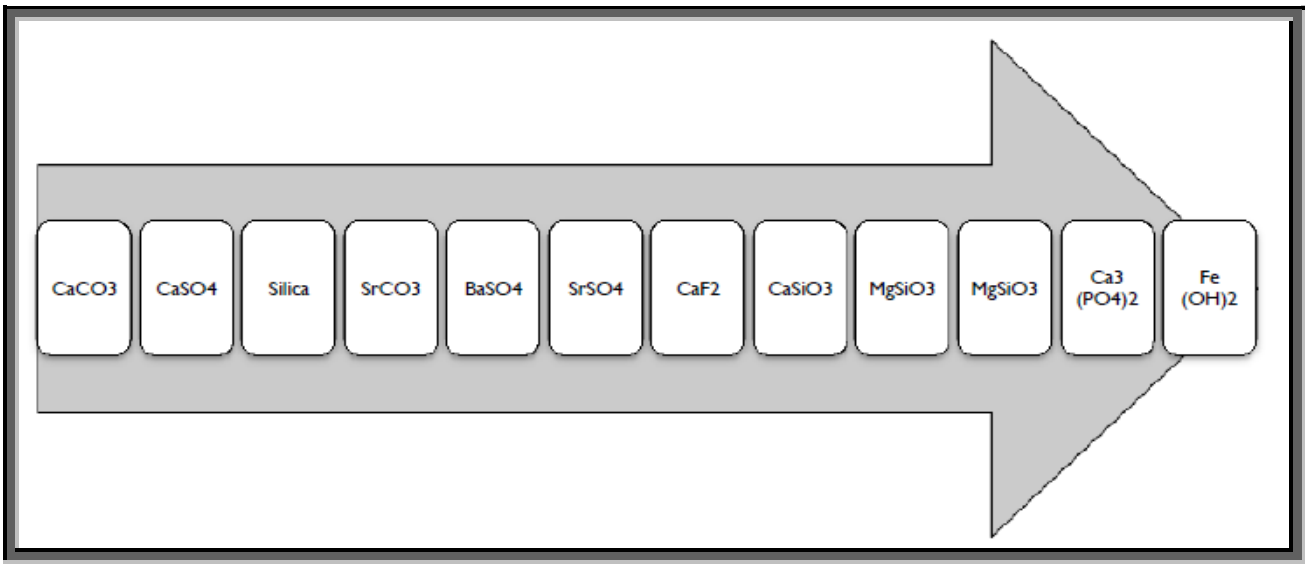
ما هى تأثيرات هذه الأملاح؟

تأثير هذه الأملاح يتلخص فى تكون القشور(Scaling) والتسبب فى التآكل (Corrosion) وتراكم الإتساخ أو ما نطلق عليه الفاولينج (Fouling) على المُعِدة أوالماكينة.

والقشورscales عبارة عن ترسبات من هذه الأملاح على الأسطح وهذا يظهر جداً خاصة فى الأملاح التى تسبب العسر وهى أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم ... وهذه أمثلة للأملاح التى تسبب تكون القشور:

$CaCO_3$, $CaSO_4$, Silica, then CaF_2, $Ca_3(PO_4)_2$, $BaSO_4$, $SrSO_4$

وإليك صورة توضيحية تبين ترتيب الأملاح التى تتراكم على أغشية التناضخ العكسي ويظهر فيها أن أسرعها أملاح الكالسيوم:



وتتميز هذه الأملاح بأنها شحيحة الذوبان Sparingly soluble salts، وطبعاً ملح لا يذوب بسهولة فى الماء مُعرض أن يترسب ويكون القشور (يعنى احتمالية تكون القشور له عالية ونطلق على هذه الإحتمالية ال Scaling potential) ...

خطورة القشورأنها تترسب على الأغشية فتسد مسامها وتقلل من كفائتها ، كما أن هذا الانسداد يزيد من الضغط على هذه الأغشية فتتلف ...

ونذكر هنا عاملين مهمين يؤثران على ال Scaling potential وهما:

1- العامل الأول: اختلاف درجات الحرارة:

وهو يؤثر على امكانية تكون القشور ويجب أن تكون درجات الحرارة فى مدى معين لا تزيد أو تقل عنه وهذا أيضاً يختلف من ملح لآخر.

وإليك – أخى الكريم – جدول يبين ترسب بعض الأملاح مع اختلاف درجات الحرارة:

نوع الملح	بداية الترسب
$CaSO_4$	> 100 ° C
$Ca(OH)_2$	> 80 ° C
$CaCO_3$	> 60 ° C

نلاحظ أن أول ما يترسب هو ملح كربونات الكالسيوم، كما ننوه أن هذه الأملاح تترسب فى درجات حرارة أقل إذا وصلت إلى مرحلة التشبع (Saturation).

2- العامل الثانى هوتركيز الأملاح:

امكانية تكون القشور تزيد مع زيادة تركيز الأملاح فى المياه (ازدياد معدل التشبع Saturation).

تواجد الحديد والمنجنيز:

مع حديثنا عن الأملاح الغير عضوية فى مياه التغذية كان لزاماً علينا ذكر الحديد والمنجنيز ... العدوان اللدودان اللذان يسببان المشكلات على الدوام!!

كما قُلنا أن كربونات الكالسيوم هى من أخطر أنواع القشور ... وذلك بجانب أملاح العناصر الإنتقالية فى الجدول الدورى (Transition metals) وأهمها أملاح الحديد والمنجنيز وهما يسببا أخطر أنواع الفاولينج (أخطر من الفاولينج البيولوجى الذى تسببه الكائنات الحية الدقيقة).

يتواجد الحديد والمنجنيز عادةً فى المياه الجوفية حيث يندرالأوكسجين والذى من فوائده القيام بأكسدة هذين العنصرين ... وفى المعتاد يقل تركيز المنجنيز عن الحديد بصورة كبيرة.

يتواجد الحديد فى الماء طبيعياً على أيون الحديدوز الثنائى Ferrous (Fe^{2+})، أما أيون الحديديك الثلاثى Ferric (Fe^{3+}) فهو غير ذائب فى الماء فى الpH المتعادلة ويترسب فى القاع، نفس الشىء فى المنجنيز ... فهو يتواجد فى الحالة الثنائية على هيئة Manganous ion (Mn^{2+}).

وتواجد الحديد والمنجنيز بكميات كبيرة أكبر من المواصفة العالمية يسبب مذاق به صدأ (rusty) كما أنه يسبب تراكم صبغات على الملابس والأطباق عند غسلها.

وهنا نذكر تأثير الحديد والمنجنيز على أغشية التناضخ العكسي فنقول:

1- يسبب الاتساخ على الممبرين فيما يسمى Iron and manganese fouling (على الأغشية المتقدمة كم شرحنا من قبل).

2- يزيد من فرق الضغط على الأغشية لانسداد ثقوبها كما سنوضح بعد ذلك.

3- يزيد من التوصيلية الكهربية فى المنتج.

انظرإلى الصور القادمة ... كيف تكونت الصبغات على الأغشية بفعل أيونات الحديد والمنجنيز (والصورة تفضل بتقديمها أحد المهندسين الأفاضل على الجروب من قبل) ونلحظ أنها أعطت صبغة برتقالية.

وكى نزيل الحديد والمنجنيز من المياه يتم عمل واحدة من الوسائل التالية (أوالدمج بين بعضها تبعاً لتركيز الحديد) والفكرة العامة هى أكسدة الحديد والمنجنيز الثنائى الشحنة ليصبح ثلاثى الشحنة قابل للترسيب ويتم ترشيحه فى الأحواض أو على الفلاتر الرملية وغيرها قبل الدخول على الأغشية ، وإليك هذه الوسائل:

1- الأكسدة بالكلور: (بإضافة غاز الكلورين أوهيبوكلوريت الصوديوم).

2- الأكسدة ببرمنجنات البوتاسيوم: يتم إضافتها فى تنك تخزين مياه التغذية وتحدث الأكسدة فى وقت أقصر من استخدام الكلور.

3- الأكسدة بالأوزون وهى أقوى وأسرع وأفضل الطرق ... كما أنه لا يحتاج إلى التخلص منه بعد ذلك ويستخدم عادة مع الحديد والمنجنيزالمرتبط بالمواد العضوية أو الHumic acid والذى ينتج من تحلل المواد العضوية للكائنات الحية.

4- استخدام الفلاترالمؤكسدة مثل الفلتر الرملى الأخضر وفلتر البيرم.

5- الأكسدة بالهواء Air ثم بالمعالجة البيولوجية: ويتم ذلك فى أبراج الأكسدة (أبراج التهوية) كما يحدث فى بعض محطات معالجة مياه الشرب حيث يستخدم الهواء Air blower لأكسدة الحديد والمنجنيز ... ويتكون البرج من عدة مستويات لزيادة فرصة اتحاد العنصرين بالهواء ثم ينتقل الماء إلى المرشحات (الفلاتر) ويتم تنمية نوع من البكتيريا الخاصة تعمل على أكسدة الكمية المتبقية فى الماء (معالجة بيولوجية) ثم يعقم الماء بالكلور.

وسيتم شرح بعض هذه الطرق الكيميائية بالتفصيل بعد ذلك فى رحلتنا العلمية عبروحدات التناضح ...

مداخلة الدكتورمحمد شلتوت:

فاعلية الصودا الكاوية المضافة قبل عملية التهوية وليس بعدها لرفع ال pH لسرعه أكسدة الحديد و المنجنيز و فى نهايه المعالجة لضبط الpH للمياه المنتجة و التى يخفضها الأنتى سكيل

ملحوظة: عند أكسدة الحديد وتحوله من ثنائى إلى ثلاثى مترسب (ترتفع معه درجة اللون والعكارة فى المياه الخام أضعاف ما كانت عليه) ... ويظهر ذلك فى تنك تغذية المياه بعد الأكسدة ... وقد تفضل أحد الزملاء على المنتدى (م/محمد الخالد) برفع الصورة التالية لتنك تغذية مياه (والمصدر بئر جوفى) ... ويظهر لنا الخزان ولون الحديد:

وهكذا ننتهى من بند الأملاح التى أشرنا إليها إشارات سريعة لندخل على المكون التالى فى مياه التغذية وهى المواد الجزيئية العالقة ...

من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

غالباً ما يكون الحديد موجوداً فى مياه الآبار هو حديد ثنائى ذائب على صورة بيكرونات الحديدوز Fe(HCO$_3$) ferrous bicarbonate:

وعند الأكسدة بالأوكسجين الذائب يتم التفاعل التالى حيث يترسب هيدروكسيد الحديديك الثلاثى:

$$Fe(HCO_3)_2 + O_2 \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 2CO_2 + H_2O$$

لمعالجة الحديد والمنجنيز هناك طريقة تم تطويرها بواسطة (المهندس/ محمد موسي) وأثبتت كفاءة خلال 4 سنوات من التشغيل ...

تعتمد هذه الطريقة على حرمان التفاعل من الأوكسجين حتى لا يتم ترسيب هيدروكسيد الحديديك ... وتُعد هذه الطريقة فعالة فى الحفاظ على الأغشية حتى عند التركيزات العالية من الحديد (4 جزء فى المليون) ... وتعتمد هذه الطريقة على عزل المنظومة عن الهواء الجوى تماماً مع عدم وجود خزانات فى المنظومة منعاً لتسرب الأكسجين الجوى للمياه ... ويتم حقن الـSMBS ... وهو عامل مختزل قوى كى يتفاعل مع أى أوكسجين موجود داخل المنظومة وذلك وفقاً للتفاعل التالى:

$$Na_2S_2O_3 + H_2O \rightarrow 2NaHSO_3$$

$$2NaHSO_3 + 0.5\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

وقد تم إطالة مدة الغسيل الكيميائى لفلتر البيرم فى الوحدة (والحديث للمهندس محمد موسي) من 17 يوم إلى 4 أشهر تقريباً.

2- المواد الجزيئية (العوالق):

وهى تشمل مجموعتين:
أ- المواد العالقة الكلية TSS. ب- المواد الغروية Colloidal.
وإليكم بعض التفاصيل ...

أ- المواد العالقة الكلية TSS :

وهى تزيد فى البحر كلما اقتربنا من الشاطئ نتيجة للمواد التى تنقلها مياه الأنهار إلى المصبات أو نتيجة نحر التيارات البحرية للصخور وحركة الأمواج الشاطئية التى تسبب إثارة للرمال والطين.

أمثلة على المواد العالقة:

- كائنات حية مجهرية: الطحالب العالقة – البلانكتون (كائنات حية مجهرية) ، وهى تسبب تكون طبقات حية bio-fouling على أغشية الRO ، كما أنها تكون طبقات غير حية Biofilm بسبب افرازالبكتيريا لبعض المواد فى هذه الطبقة بجانب بقايا البكتيريا الميتة.
- مواد عضوية: وهى مواد ناتجة من تحلل الكائنات الحية.
- مواد عالقة غير عضوية: مثل الرمال والحبيبات الطينية Silt and clay.

ملاحظات:

1- الفيتو بلانكتون أهم المصادر التى تساهم فى زيادة العكارة فى البحار المفتوحة، وهى كائنات دقيقة ذاتية التغذية تتكون من خلية واحدة ولا تكون مستعمرات مثل الطحالب، كما أن ال (slit & clay) أهم الأسباب الرئيسية فى ظهور العكارة فى منطقة الشاطىء، أما فى المياه الجارية فإن المواد العضوية هى السبب الرئيسى فى ظهور العكارة.

2- تواجد الكائنات الحية السابق ذكرها فى مياه البحر معناه قابلية للإلتصاق والنمو على الأسطح أو حفر ثقوب فى الخشب أو البلاستيك أو حتى الخرسانة ، والحل يكون بإضافة مواد تقتل هذه الكائنات مثل أيون النحاس أو عمل دهانات واقية يدخل فيها عنصر النحاس أيضاً أو إضافة الكلورين فيما يعرف بعملية الكلورة.

ب- المواد الغروية Colloidal:

وهى نوع خاص من الجزيئات المعلقة ذات أحجام صغيرة تقع بين المواد الذائبة Dissolved salts وبين المواد العالقة Suspended solids وتدخل أيضاً فى مجموعة العوالق والبعض يضم الكائنات الميكروبية الدقيقة إليها ... وقطرالمواد الغروية صغير بالمقارنة بالمواد الصلبة العالقة حيث تتراوح ما بين 0.001 µ m -10 ... لو أكبر من ذلك تسمى suspension ولوأصغر من ذلك تسمى محلولاً أى محلول واحد (one solution).

(وهذا جزء نظرى لمن أراد فهم الغرويات):

المواد الغروية أو الcolloids هى نوع من المحاليل يحدث فيها الآتى ... جزيئات دقيقة مادة تسمى dispersed phase أو الdispersed substance أوال Colloidal particles

تنتشر فى مادة أخرى تسمى dispersion medium أو الdispersion phase أو الcontinuous phase ... والمادة أوالوسط الذى يتم الإنتشار فيه حجمه بالطبع أكبر من حجم المادة المنتشرة فيه ولكنها ليست بالكبر التى تجعلنا نراها بالعين المجردة ولكن يلزمنا الميكروسكوب لرؤيتها ... الغرويات لها أنواع تبعاً لطبيعة المادة المنتشرة وطبيعة المادة المنتشرة فيها المادة الأولى ... فلو كانت جزيئات السائل فى الصلب أو الغاز فتسمى أيروسولات Aerosols ولو كانت جزيئات الغاز منتشرة فى السائل فتسمى فومfoam ولو كانت جزيئات سائل منتشرة فى سائل آخر فتسمى مستحلبemulsion ... وما يهمنا هنا هو انتشار الجزيئات الصلبة التى تتراوح أحجامها ما بين 1 – 0.001 ميكرون كما قلنا فى الماء ويسمونها sol أى solid فى liquid ولو كان السائل هو الماء فنسميها hydro colloid أو hydro sol).
والمواد الغروية مسئولة أيضاً عن عكارة المياه وتسبب مشاكل خاصة فى وحدة الضغط الأسموزىRO وهى واحدة من أهم مسببات الإتساخ Fouling للأغشية حيث تتراكم عليها وتغلق المسام، لذا يجب التخلص منها بعملية الcoagulation أو ال Flocculation فى البداية كما سنعرف بعد ذلك ... والأمثلة على المواد الغروية عديدة وعادة ما تكون من مواد طينية تتكون أساساً من سيلكات الألمونيوم أو الحديد مثل Colloidal iron – colloidal silica.

3- المواد العضوية:

تنقسم المواد العضوية إلى ذائبة ومعلقة وتسبب ما يُعرف بالإتساخ العضوى (Organic fouling) على الأغشية – كما سيأتى بعد ذلك – وتسبب بذلك قلة الإنتاج وتصعب إزالتها بالغسيل الكيميائى.
ويتم التخلص منها بعدة طرق سيتم شرحها بعد ذلك ... وإليك اختصار لها:
1- الفلاترالرملية مع عامل الترسيب Coagulant حيث يتم تجميع المواد العضوية العالقة ثم تُحجز على الفلتر الرملى.
2- حقن الكلورين ليتم تكسير المواد العضوية وتترسب على سطح الفلاتر الرملية.
3- استخدام الفلتر الكربونى (وهو من أنسب الطرق) حيث تعمل حبيبات الكربون الموجودة على سطح الفلتر على امتزاز المركبات العضوية وإن كان سيقلل من عمرالفلترالإفتراضى ...
والطرق السابقة ممتازة جداً فى إزالة المواد العضوية حتى بتركيزأقل من 3 جزء فى المليون ... وسوف نقوم بعمل بوست استثنائى فى نهاية هذه السلسلة لوضع حلول لمياه تغذية تحتوى على حوالى10جزء فى المليون زيوت وشحوم والمطلوب دخولها على أغشية التناضح ... فتابعونا..

4- الكائنات الدقيقة:

وتتضمن البكتيريا والطفيليات والفيروسات (وقد تم إدراجها بعيداً عن الطحالب لأن الأخيرة - وإن كانت وحيدة الخلية – إلا أنها تتجمع فى مستعمرات كبيرة فى المعتاد وتنضم لمجموعة المواد العالقة الكلية TSS وتؤثر فى زيادة العكارة).
تتضمن الكائنات الدقيقة أيضاً مجموعة البروتوزوا (الكائنات الأولية)(Protozoa) مثل البراميسيوم واليوجلينا والأميبا والأوليات الطفيلية كالبلازموديوم.

5- الغازات الذائبة:

المياه الطبيعية وغير الطبيعية تحتوى على غازات ذائبة بنسب متفاوتة حيث تتمتع بقابلية كبيرة على إذابتها... ويعتمد تركيزها على عدة عوامل مثل الضغط والحرارة والعمليات الحيوية التى تقوم بها الكائنات الحية إلى غير ذلك من العوامل التى ليس لها مجال للحديث عنها فى هذا المقام.

وإليك أمثلة على هذه الغازات:

Oxygen (O_2) – Hydrogen sulphide (H_2S) – Chlorine (Cl_2) – Carbon dioxide (CO_2) – Nitrogen (N_2).

والمعادلة التالية توضح كيفية إذابة غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الماء حيث يتحول إلى بيكربونات وأيون الهيدروجين (أو حمض الكربونيك):

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H^+ + HCO_3^-$$

وتركيز الغازات بالزيادة أو النقصان يسبب مشاكل عديدة ومنها التآكل Corrosion كتواجد مركبات الكبريت وثانى أوكسيد الكربون أو يسبب تواجد بيئة لا هوائية (Anaerobic)عند نقص الأوكسجين وهكذا...

بعد الإيجازالخاص بمكونات مياه التغذية ومحتوياتها الأربعة ... سنتحدث فى البوست القادم (الثامن) عن موضوع الإتساخ (Fouling) على الأسطح بشىء من التفصيل وقد لفتنا النظر إليه فى عبارات خاطفة من قبل ...

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
8
النقاش
الثامن
طبيعة مياه التغذية
(الجزء الثانى)
اتساخ الأسطح (الفاولينج)
(Fouling)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

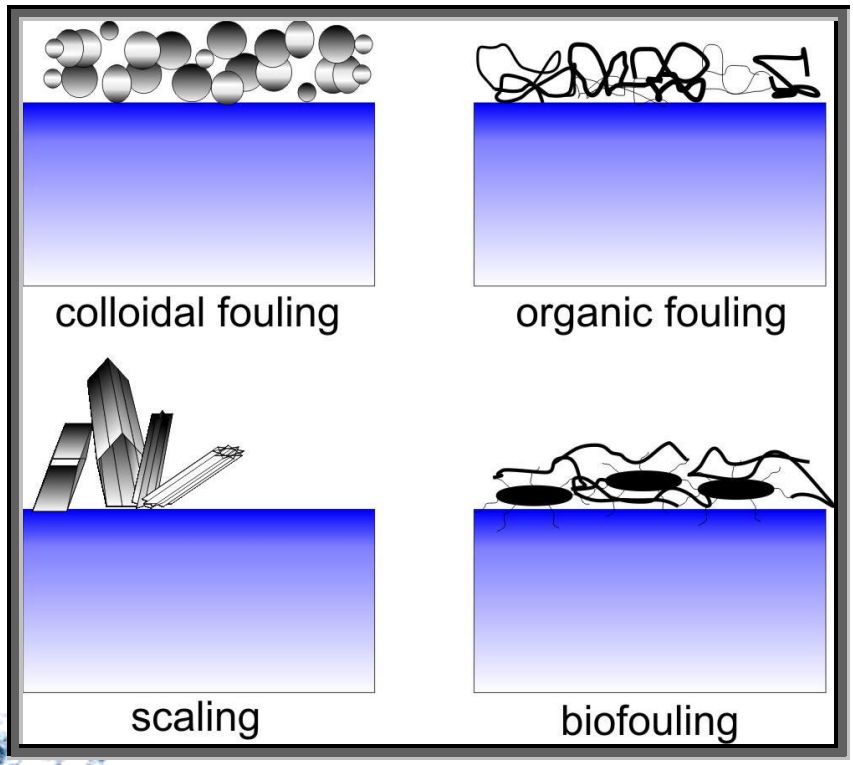
النقاش الثامن

طبيعة مياه التغذية ... نظرة شاملة ... الجزء الثانى

اتساخ الأسطح (الفاولينج) (Fouling)

ذكرنا فى البوست السابق (البوست السابع) ما تحتويه المياه من مكونات ... وذكرنا أربعة أقسام وهى الأملاح والمواد المعلقة (الصلبة والغروية) والكائنات الحية الدقيقة والغازات الذائبة ....
كما ذكرنا مشكلة القشور التى تتكون من أملاح مختلفة مثل أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والمشاكل التى يسببها الحديد والمنجنيز...
وفى هذا البوست نستكمل أحد المشاكل التى تحدثها بعض المحتويات فى مياه التغذية وهى مشكلة الإتساخ Fouling ... بجانب تفريغ الفيديوالهام الذى تفضل به المهندس أحمد همام عن اماكن ترسبات الفاولينج وأمكان ترسب القشورعلى الأغشية.
معنى الFouling ببساطة هوعبارة عن تراكم مواد غير مرغوب فيها على الأسطح الصلبة كأغشية التناضح العكسي والمبدلات الحرارية والخطوط والتربينات وغيرها وتسبب تقليل كفاءتها والوظيفة المنشودة منها بجانب التسبب فى مشاكل التآكل مع مرور الوقت...
وهذا الإتساخ يتكون نتيجة 4 مصادر ...

مصادر الFouling أوأنواع الإتساخ Foulants:



1- الأملاح الذائبة المختلفة وقد ذكرناها من قبل وهى التى تترسب وتكون القشور(Scales) وذكرنا عدة أمثلة لها مثل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والسيليكات الصلبة وبجانب الاتساخ الذى تحدثه أملاح الحديد والمنجنيز فى صورة أوكسيدات وهيدروكسيدات وغيرها.

2- مواد معلقة أو جزيئية (Silt or suspended or particulate):

أ- بيولوجية (مثل الطحالب والبكتيريا) والتى تكون طبقة بيولوجية (حيوية) تسمى Biofilm وهى طبقة جيلاتينية تتكون رُبما فى أول عشر دقائق على المرشح من بداية تشغيله وتسمى أيضاً بالطبقة القذرة Dirty skin.

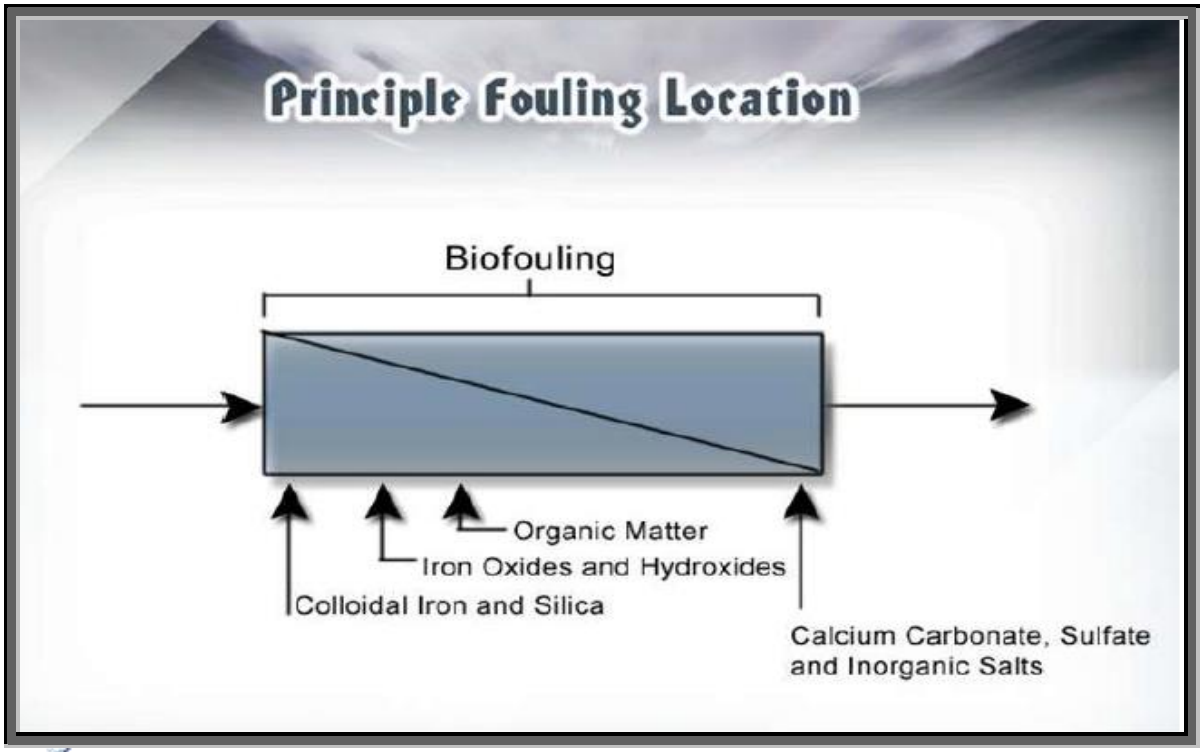
ب- أملاح معلقة (مثل نواتج تآكل الحديد) أومواد غروية (مثل الحديد الغروى والسيليكا الغروية).

3- كائنات حية (Biofouling): مثل البكتيريا والدياتومات والفطريات ، ويعيبها صعوبة إزالتها بالمواد الكيماوية لمقاومتها الكبيرة ... كما أنه إن لم تُزال كليةً فستعاود التكاثر من جديد لتكون طبقات حية جديدة.

4- مواد عضوية (Organic fouling): مثل الزيوت والشحوم oil and grease وتدخل فيها الNOM وهى اختصار ل natural organic matter أو المواد العضوية الطبيعية، أو بسبب الأنتى سكيل العضوى أوالمواد المروقة العضوية organic dispersants أوالبولى إليكترولايت (Poly-electrolytes) وهى مواد تضاف للمعالجة الكيميائية.

انظر أخى الكريم إلى الأغشية التى تعرضت للبيوفاولينج:

وهناك نوع شائع يسمى (Composite fouling) يتضمن عدة مصادر من المذكورة آنفاً مع بعضها ويُطلق عليه أيضاً ال(Multiple fouling) أو متعدد الاتساخ.
والصورة التوضيحية التالية توضح أنواع ال Fouling وأماكن ظهورها على غشاء التناضح العكسي فمثلاً نجد أن الإتساخ البيولوجى يتكون فى الطبقة الخارجية ويسمى External foulants ... بينما تترسب أملاح الكالسيوم والكبريتات وتكون القشور فى نهاية منطقة الغشاء (أو الذيل) ، والمواد التى تسبب الإتساخ داخل الغشاء تسمى Internal foulants.



والإتساخ سيتم شرحه أكثر بشىء من التفصيل مع تقديم الحلول فى الجزء الثانى عندما نتحدث عن الأغشية ومشاكلها...

المشاركات على النقاش الثامن:
طبيعة مياه التغذية ... نظرة شاملة ... الجزء الثانى
اتساخ الأسطح (الفاولينج) (Fouling)

مشاركة المهندس أبو محمد:

طرق تحديد نوع الإنسداد في اغشية التناضح العكسي

اولا: عند نقص الكمية وزيادة الأملاح وزيادة فرق الضغط فهذا يعنى إنسداد ملحى للأغشية وتكون Scal

ثانيا: عند نقص الكمية ونقص الأملاح وزيادة فرق الضغط فهذا يعنى إنسداد بيولوجى للأغشية وتكون Fouling

ثالثا: عند زيادة الكمية وزيادة الأملاح وثبات فرق الضغط فهذا يعنى أكسدة للأغشية

رابعا: عند ثبات الكمية وزيادة الأملاح وثبات فرق الضغط فهذا يعنى مشكلة O-ring

طرق المعالجة

اولا: في حالة الإنسداد الملحى للأغشية وتكون قشور (سكال) بسبب مشاكل ترسب أملاح الكربونات (كالسيوم - ماغنسيوم) يتم الغسيل باستخدام حمض الهيدروكلوريك مع الالتزام قيمة البى اتش = 2 .

أما إذا كانت الأملاح عبارة عن ترسب أملاح الكبريتات (كالسيوم - ماغنسيوم) فإنه يتم عمل الغسيل باستخدام الإديتا بتركيز (0.1 %) مع الإلتزام بضبط قيمة البى اتش =12 ودرجة حرارة محلول الغسيل = 30 درجة مئوية
أما بالنسبة لحالة ترسبات الحديد فإنة يتم عمل غسيل للأغشية باستخدام حمض السيتريك مع الالتزام بقيمة البى اتش 2-3 .

ثانيا: في حالة الإنسداد البيولوجى للأغشية وتكون الفولينج بسبب ترسب أكسيد السيليكا - المركبات العضوية - الكائنات العضوية) فإنه يتم الغسيل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 % مع الالتزام بقيمة البى اتش = 11.5 ودرجه حرارة محلول الغسيل 30 درجه مئويه

ثالثا: في حالة أكسدة للأغشية فإنه يجب مراجعة نسبة الكلور أو أى عامل مؤكسد بمياه التغذية والعمل على معالجة المشكلة قبل تفاقمها ومراجعة أنظمة الحماية بالمحطة لأن الأكسدة تعنى تأكل مسام الأغشية ومرور الأملاح منها

رابعا: عند زيادة الأملاح فقط مع ثبات كمية المياه المنتجة وثبا ت فرق الضغط المحطة فإنه يتم قياس أملاح كل فيزل منفردا لتحديد موقع المشكلة بعدها يتم عمل بروبنج تست لمعرفة موقع المشكلة داخل الفيزل وبعدها يتم تغيير الكونكن الداخلى او الاوو - رنج .

مشاركة المهندس صلاح محمد:

Figure 8 show symptoms and position of different types of fouling

Type of Foulant/ Problem	Probable Location	Pressure Drop	Feed Pressure	Salt Passage
Metal Oxide Fouling (e.g. Fe,Mn,Cu,Ni,Zn)	1st stage lead elements	Rapid increase	Rapid increase	Rapid Increase
Colloidal Fouling (organic and/or inorganic complexes)	1st stage/ lead elements	Gradual increase	Gradual increase	Slight increase
Mineral Scaling (e.g. Ca, Mg, Ba, Sr)	Last stage/ tail elements	Moderate increase	Slight increase	Marked increase
Polymerized Silica	Last stage/ tail elements	Normal to increased	Increased	Normal to increased
Biological Fouling	Any stage, usually lead	Marked increase	Marked increase	Normal to increased
Organic Fouling (dissolved NOM)	All stages	Gradual Increase	Increased	Decreased
Antiscalant Fouling	2nd stage most severe	Normal to increased	Increased	Normal to increased
Oxidant damage (e.g Cl2, Ozone,KmnO4)	1st stage most severe	Normal to decreased	Decreased	Increased
Hydrolysis damage (out of range pH)	All stages	Normal to decreased	Decreased	Increased
Abrasion damage (carbon fines, etc)	1st stage most severe	Normal to decreased	Decreased	Increased
O-ring leaks (at interconnectors or adapters)	Random (typically at feed adapter)	Normal to decreased	Normal to decreased	Increased
Glue line leaks (due to perm pressure > feed pressure in service or standby)	1st stage most severe	Normal to decreased	Normal to decreased	Increassed
Glue line leaks (due to closed permeate valve while cleaning or flushing)	Tail element of a stage	Increased (based on prior fouling and high delta P	Increased (based on prior fouling and high delta P	Increased

Note: Pressure Drop is defined as the Feed pressure minus the Concentrate

ولهذا كانت المعالجة الأولية من الأهمية بمكان بغرض الحفاظ على الأغشية فى التناضح العكسى وهو شعار كل عامل بالوحدة!

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
9
النقاش
التاسع
محتويات مياه التغذية
وأحجامها وترشيحها
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش التاسع

محتويات مياه التغذية وأحجامها وترشيحها

بعد التعرف على أهم محتويات المياه ... أحببنا ذكرأحجامها فى جدول مع إعطاء أمثلة كى تتضح الصورة للجميع ... ثم عقبنا بجدول ثانى وضحنا فيه الوسائل المختلفة التى يتم من خلالها حجز هذه المكونات ثم وضع استنتاجات وملاحظات نهائية ...

الجدول الأول: أحجام المكونات الأساسية فى مياه التغذية

Size (diameter) الحجم	Notes ملاحظات
50 – 75 µm	شعر الإنسان Human hair
2 – 200 µm	تتضمن هذه المجموعة الآتى: 1- المواد المعلقة الغير عضوية مثل الرمل sand والطين clay والطمى silt. (Sand > 75 µm & silt and clay < 75 µm) 2- الكائنات المائية وحيدة الخلية Unicellular مثل الطحالب algae والفيتو بلانكتون phytoplankton والبروتوزوا Protozoa والأخيرة كائنات أولية أكبر من البكتيريا فى المعتاد (وتتراوح بين 5 – 500 ميكرون) ، منها الغير ضار ومنها الضار الطفيلى (Parasites) وأهم أمثلتها الأميبا والبراميسيوم واليوجلينا والجياردیا Giardia والكريبتو Crypto. هذا إلى جانب بيض اللارفا (اليرقات) Larvae eggs والزوبلانكتون Zooplankton.
> 1 µm	تتضمن هذه المجموعة البكتيريا (مثل الستافلوكوكاس (Staphylococcus
< 0.5 - 1 µm	تتضمن هذه المجموعة المواد الصلبة الغروية المعلقة Colloids.
0.01 – 0.5 µm	تتضمن هذه المجموعة الفيروسات Viruses والتى يصغر حجمها عن البكتيريا ب10 إلى 100 مرة
0.001 – 0.01 µm	تتضمن هذه المجموعة أملاح العسر ومسببات اللون والمبيدات pesticides
< 0.001 µm < 1 nm	الأملاح

ملحوظة:
الميكرومتر = 1000 نانومتر، كما أننا نطلق على الميكرومتر "الميكرون" micron .

ولكى تتضح الصورة كاملة خذ هذا الجدول والذى يبين لك أنواع الفلترة فى الجزء الأيسر ومدى ترشيحها للمكونات الموجودة فى المياه والجزء الأيمن يحتوى على المكونات السابق ذكرها وأحجامها فى المتوسط ... نقرأ الجدول ثم نستنتج الملاحظات:

الجدول الثانى: نظم الترشيح و مكونات المياه

Filtration system	Diameter	Human hair	50 – 75 µm
Sand filtration (Particulate filtration)	> 5 - 20 µm	Sand – clay – silt– Algae – phytoplankton – zooplankton – parasites – protozoa	2 – 200 µm
Micro-filtration (MF)	till 0.1 µm (= 100 nano m)	Bactria	> 1 µm
Ultra-filtration (UF)	till 0.01 µm (= 10 nano m)	Colloids	< 0.5 - 1 µm
Nano-filteration	till 0.001 µm (= 1 nano m)	Viruses	0.01 – 0.5 µm
Reverse Osmosis (RO)	< 0.001 µm (< 1 nano m)	Color – hardness – pesticides	0.001 – 0.01 µm
		Salts	< 0.001 µm < 1 nm

ومن الجدولين السابقين نستنتج أن:

1- شعر الإنسان حوالى 50 – 75 ميكرون كما قلنا، وبالتالى فهو يحجز فى أول مرحلة وهى الفلتر الرملى ، بجانب المواد المعلقة الأخرى وقد ذكرنا مثال لشعر الإنسان لنتخيل دقة المكونات الأخرى.

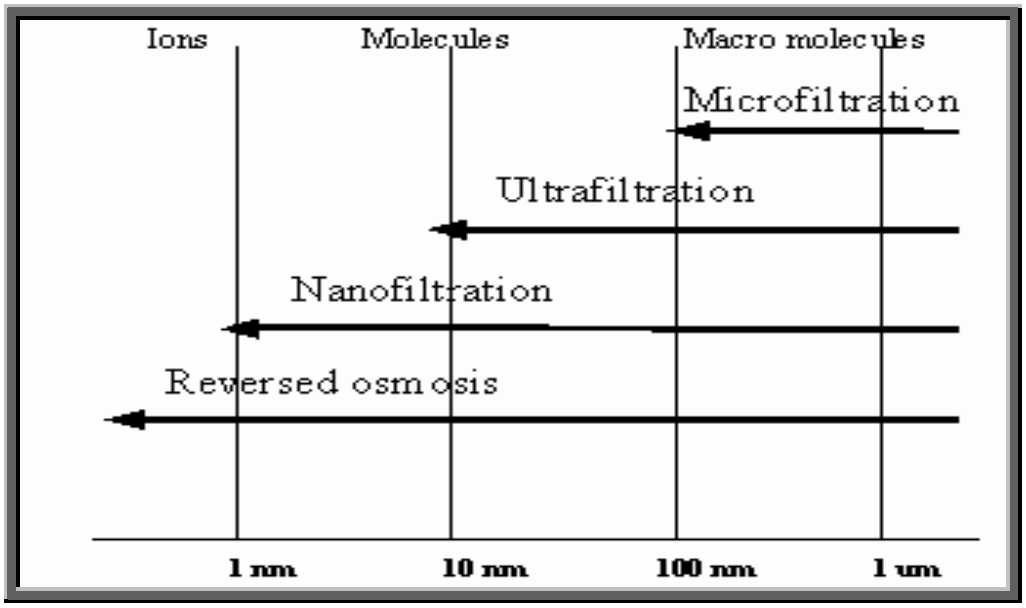
2- يتضح أيضاً أن الفلتر الرملى يحجز الكثير من البكتيريا (قد يصل الفلتر إلى 5 ميكرون فى بعض الأنواع ... وبعض البكتيريا تصل إلى هذا الحجم وإن كان ذلك نادراً) ... بجانب بعض المواد الغروية الكبيرة الحجم ولكنه لا يحجز الفيروسات والأملاح الذائبة.

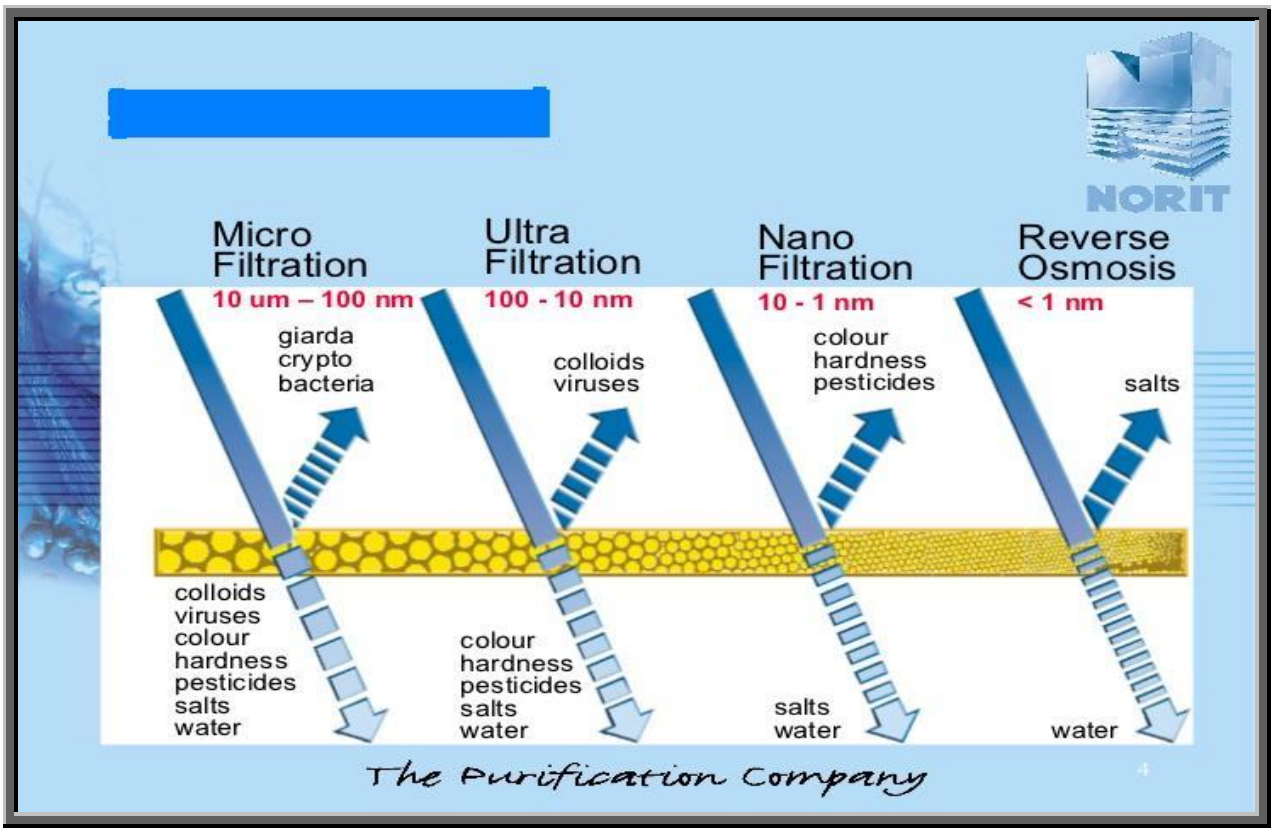
3- الفلترة الميكروية Micro-filtration تزيل باقى الأنواع من الكائنات الأحادية كالطحالب والبكتيريا والطفيليات بجانب الرمال المتبقية والطين والطمى والمواد الغروية ، وتزيل جزء من الفيروسات (الأكبر من 0.1 ميكرون) أما الفيروسات الأصغر فلا تستطيع حجزه.

4- الفلترة القصوى Ultra-filtration تزيل الفيروسات وبالطبع ما هو أكبر من الفيروسات.

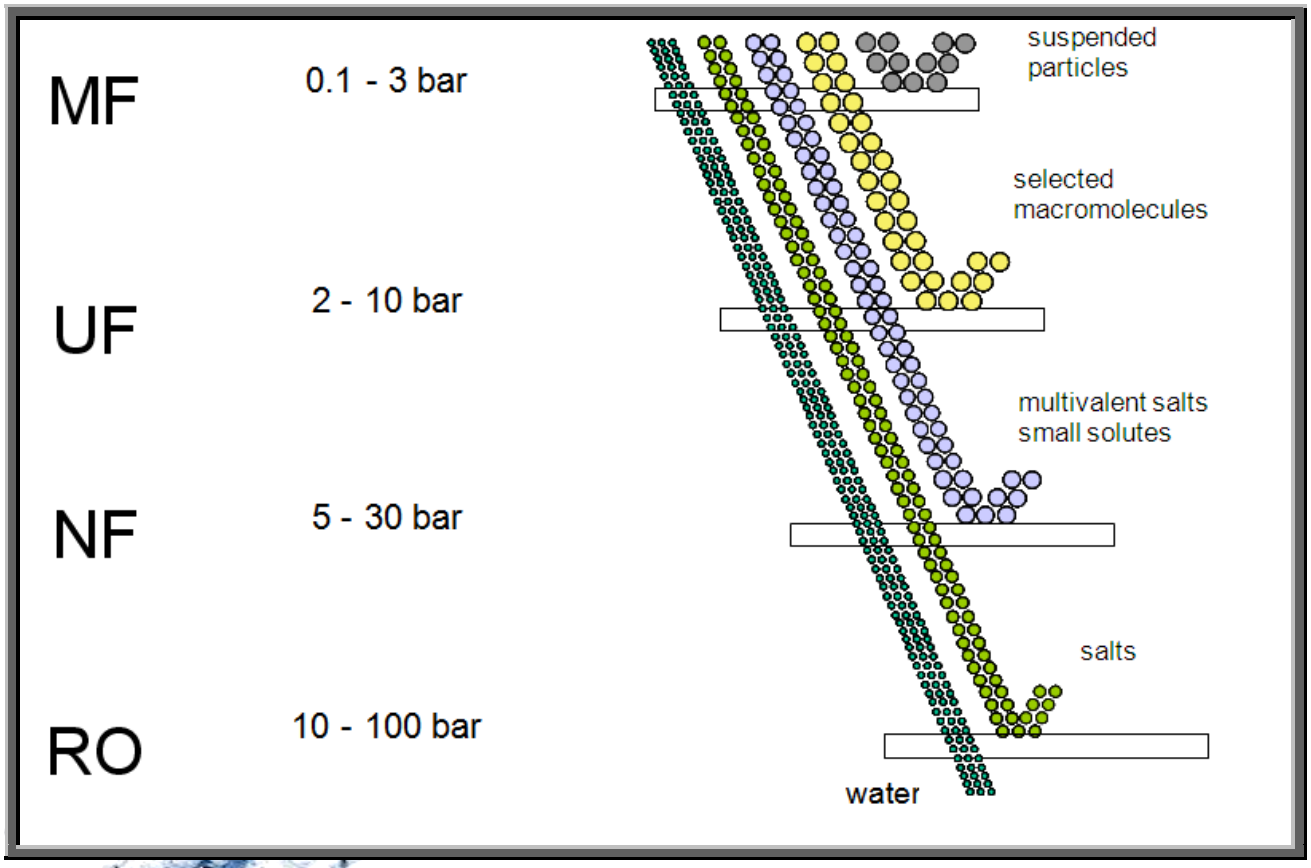
5- الفلترة النانوية Nano filtration تزيل اللون ومسببات العسرومعظم الأملاح التى نسميها multi-valents salts لذا فهو مفيد فى إزالة العسر(أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم) كما أنه يزيل المبيدات ... بجانب أنه لايحتاج لضغوط كبيرة مثل التناضح العكسي.
6- التناضح العكسى يزيل الأملاح بنسبة تصل إلى 99% أو أكثر ، لذا يتم تسمية المعالجة بالتناضح العكسي "Hyper filtration".
التحلية بالتناضح العكسيRO يزيل جميع الملوثات السابقة ماعدا الغازات، لذا نقوم بعملية نزع الغازات فى مرحلة ما بعد الRO وهو جزء الPost-treatment.
وإليك قاعدتين هامتين فى حجز الأملاح والغازات فى أغشية التناضح العكسى:
1- الجزيئات التى لها وزن جزيئى molecular weight أكبر من 200 يتم حجزها بالكامل بدون أية مشاكل.
2- كلما زادت الشحنة الأيونية كلما زادت كفاءة الأغشية فى حجزها ...
فمثلاً: الصوديوم (Na^+) الذى له شحنة موجبة واحدة أى mono-valent لا يتم حجزه بنفس القوة التى يُحجز بها الكالسيوم (Ca^{++}) والذى يحمل شحنتين أى divalent وهكذا...
ولأجل ذلك لا يتم حجز الغازات جيداً عبر الأغشية ... فمثلاً ثانى أوكسيد الكربون(CO_2) وزنه الجزيئى صغير (44) وليس عليه شحنات مُعتبرة عند ذوبانه فى الماء ... وبالتالى يمر مع المياه المنتجة Permeate ويسبب انخفاض جزئى فى قيمة الرقم الهيدروجينى لانتاجه حمض الكروبونيك (H_2CO_3).

وإليك هذه الصور التى تزيدك من الأمر وضوحاً:

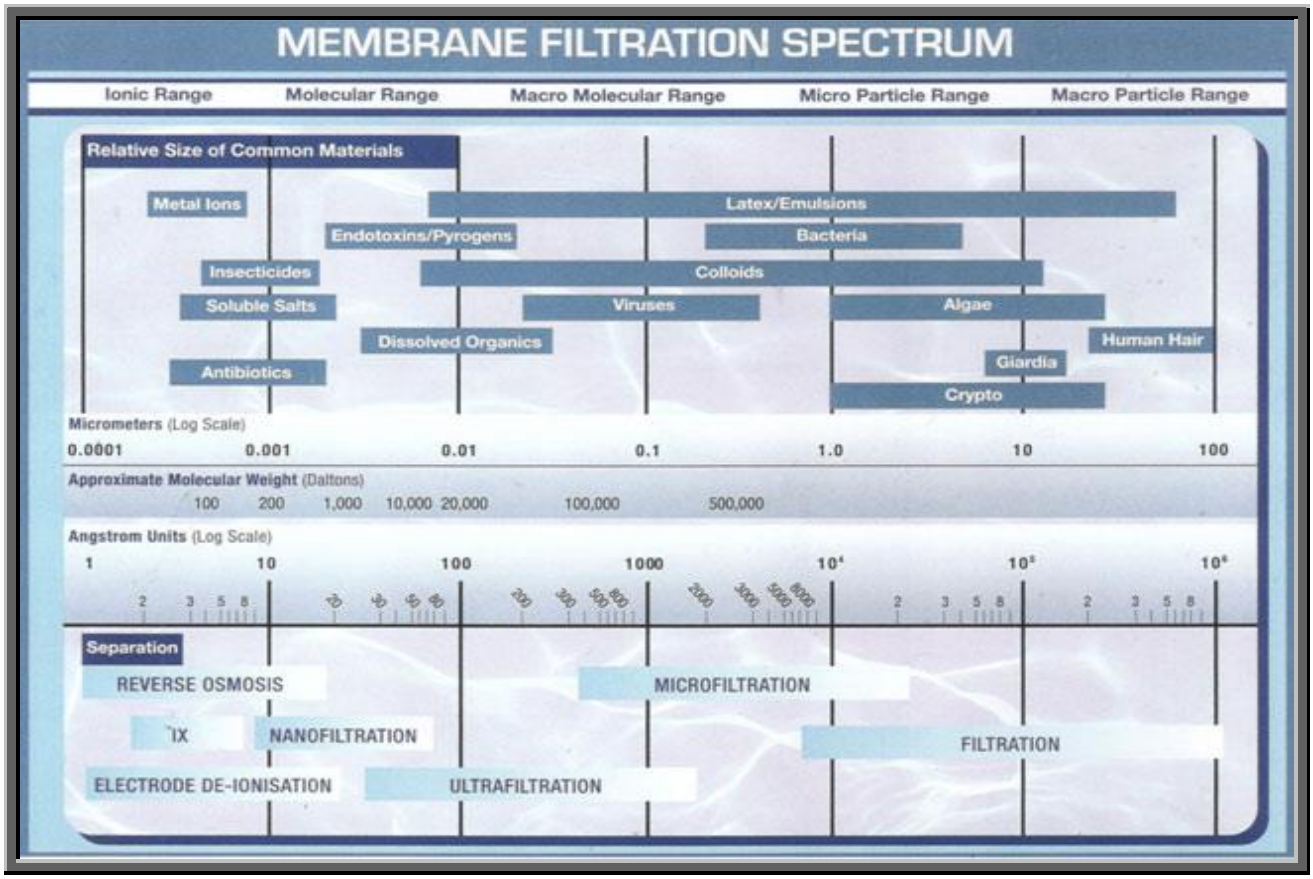




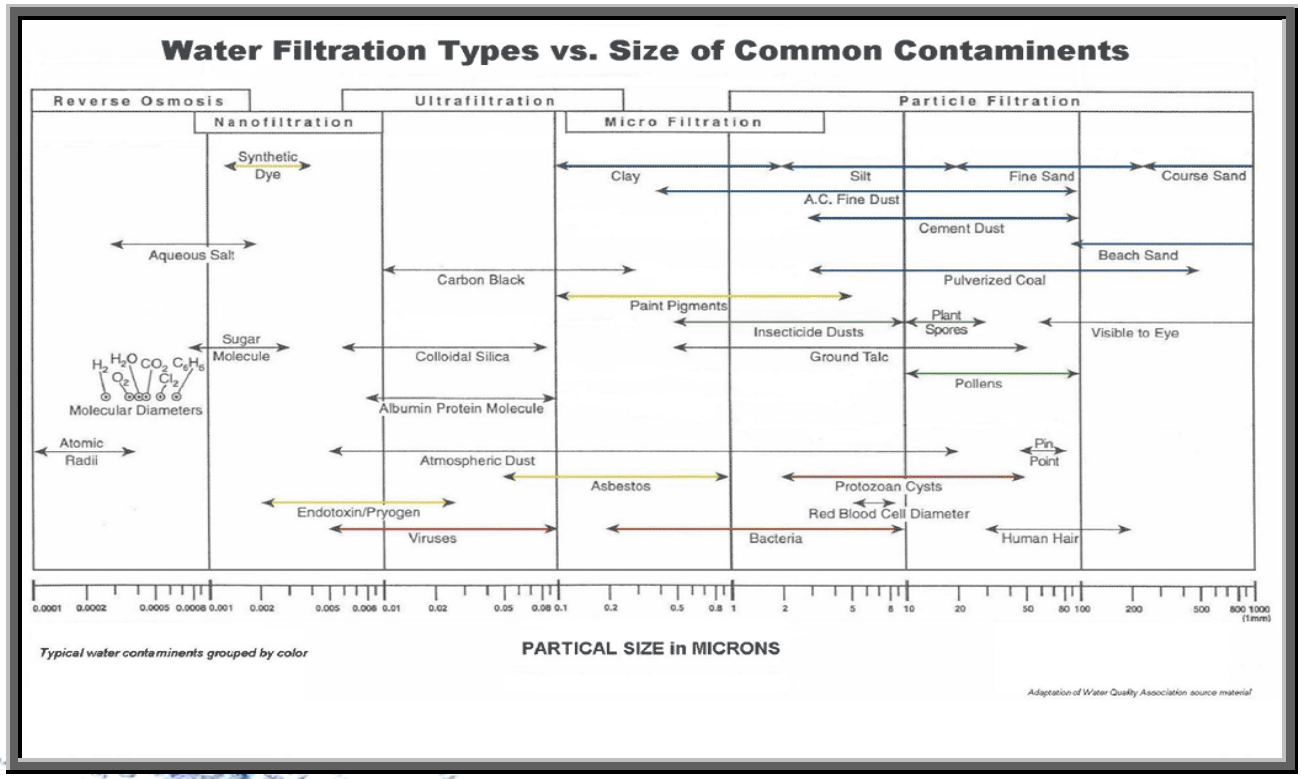
والصورة التالية توضح الضغوط المستخدمة فى كل تقنية (ونلاحظ زيادة الضغط المطلوب كلما صغر حجم ال Pore size وحجم المادة المفلترة)



وهذه صورة أخرى توضيحية تبين أحجام المكونات فى المياه وطرق الفلترة المناسبة لها:



وهذه صورة أخرى:



المشاركات على النقاش التاسع:
محتويات مياه التغذية وأحجامها وترشيحها

سؤال أحد الزملاء:

الفلترة القصوى والفلترة النانوية تكون أيضاً فى مراحل المعالجة الأولية أم بعد خروج المياه من RO ... وهذه التقنية موجودة بالفعل فى مصر وإلا لا؟

الإجابة:

أغشية النانو بديل عن التناضح العكسي وإن شاء الله سنتحدث عن الفرق بينهما بعد ذلك ... أما الفلترة القصوى (أوالدقيقة جداً أو ما نسميه الUltra-filtration) فيتم استعمالها فى آخر مرحلة من المعالجة الأولية أحيانا قبل التناضح العكسي لأغراض معينة كالأغراض الطبية أو كنوع من الرفاهية فى فلاتر مياه الشرب ... والمعتاد استخدام الفلترة الميكرونية (حتى 5 ميكرون) فى الفلاتر المنزلية ووحدة التناضح وسنذكر ذلك بالتفصيل فى وقت لاحق.

سؤال أحد الزملاء:

ما هى العلاقة بين الشحنة الأيونية وعملية الفصل على سطح الأغشية؟؟ ولماذا كلما زادت الشحنة زادت كفاءة الفصل؟ أرجو التوضيح ...

الإجابة:

رداً على استفسار المهندس الفاضل عن توضيح ما العلاقة بين الشحنة الأيونية وعملية الفصل على سطح الأغشية ... وبالفعل لم يتم توضيحها جيداً فى البوست ... وإليكم البيان فى توضيح مبسط:

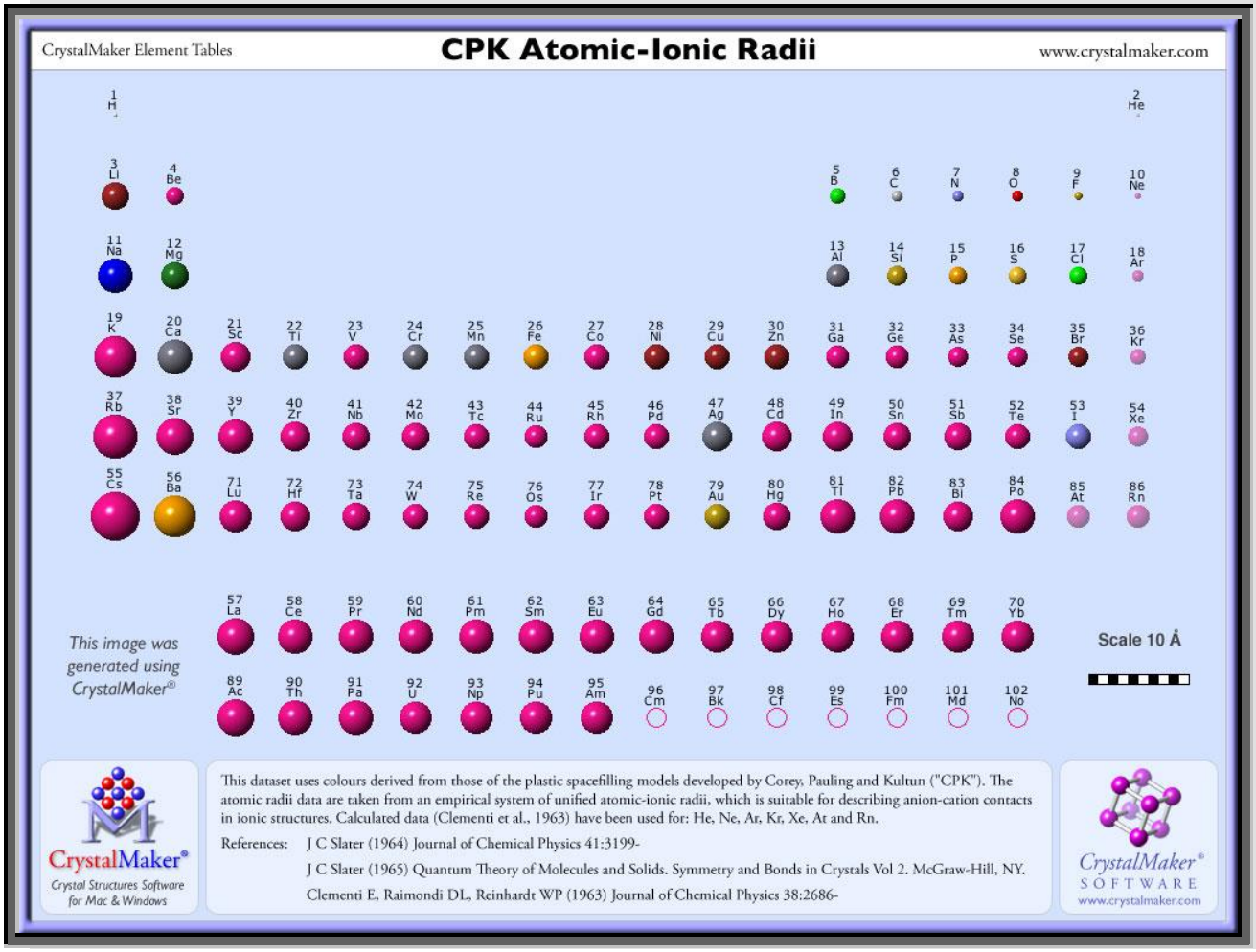
أولاً: لا يجب أن نخلط الأمور بين العمليات الفيزيائية والعمليات الكيميائية ... فلا تذهب أذهاننا إلى دخول الكيمياء فى عملية الفصل ... فأغشية التناضح العكسي فى تعريفها من البداية هى عملية فصل فيزيائى بحت ...

ثانياً: بما أننا نتحدث عن أن الفصل فيزيائى فيجب أن تتجه تفسيراتنا إلى حجم المواد المفلترة ... وهو صلب موضوعنا فى هذا البوست.

ثالثاً: فى بداية دراستنا للكيمياء وتعريف الذرة والأيونات وأحجامهما ... علمنا أن الذرة تحتوى على بروتونات موجبة فى النواة والكترونات سالبة تطوف حولها فى مدارات ...

وعند دراسة حجم الذرة atomic radius نجد أنه بملاحظاتنا للجدول الدورى نجد أن حجم الذرة يقل كلما اتجهنا يميناً وهذا بسبب زيادة عدد البروتونات الموجبة فى الذرة والتى تجذب الالكترونات إليها أكثر فينكمش حجم الذرة ... وبالطبع فإن حجم ذرة الصوديوم الأحادية التكافؤ (آخر مدار فيه الكترون واحد) يكون أكبر من حجم ذرة الماغنيسيوم الثنائى التكافؤ ... والألمونيوم ثلاثى التكافؤ يكون حجم ذرته أصغرمن حجم ذرة الماغيسيوم ثنائى التكافؤ وهكذا .... وكذلك ترى فى الرسم التوضيحى القادم والذى اعتبره توضيحاً شافياً لأحجام الذرات فى الجدول الذرى ... انظر مثلاً إلى الكالسيوم بالرغم من أن له مدار زائد عن الصوديوم إلا أن حجم ذرته يزيد قليلاً عن حجم ذر ة الصوديوم ... وبالتالى عندما يفقد الكترونين فى مداره الخارجى يتقلص حجمه ليكون فى مستوى الصوديوم أو أقل منه ... والمعلوم ان تحديد حجم

الذرة بالبيكو (10 أس سالب 12) بيكون صعب جداً وتراه يختلف من مرجع لآخر ... ولكننا نتحدث عن النسبة والتناسب بين حجم الذرات ...
وهكذا كلما قل حجم الذرة زادت نفاذيتها خلال غشاء التناضخ العكسي ... أرجو أن تكون الإجابة واضحة ...



<u>وانظر إلى الصورة التالية وهى أكثر إيضاحاً لحجم الذرات والأيونات:</u>

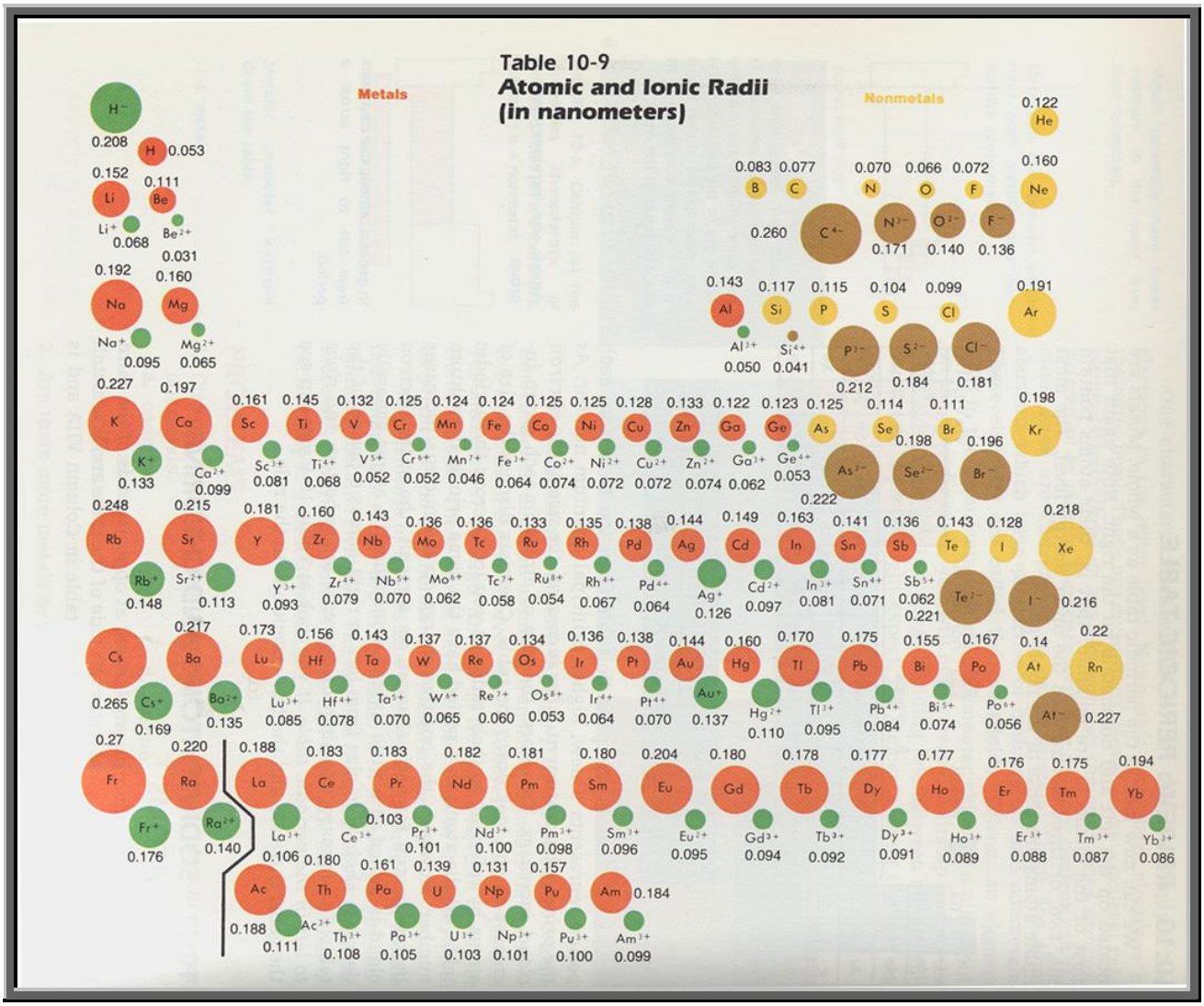


Table 10-9
Atomic and Ionic Radii
(in nanometers)
Metals
Nonmetals

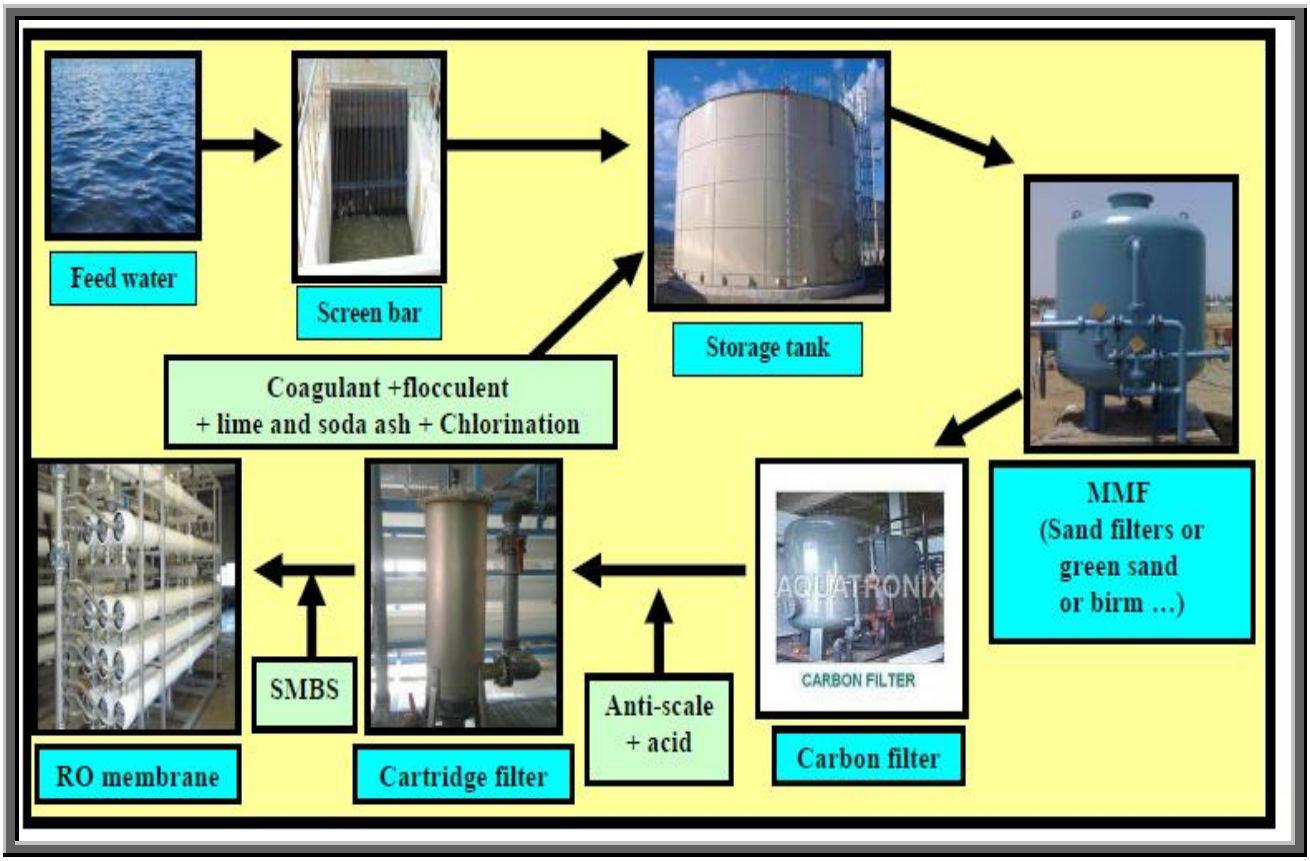
WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
10
النقاش
العاشر
المعالجة الأولية
(Pretreatment)
وما هى أهم التجارب الدورية
التى يتم قياسها على مياه التغذية ؟
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش العاشر

الخطوط العريضة للمعالجة الأولية (Pretreatment) والتحاليل المعملية المرتبطة بمياه التغذية

كما قلنا ... تعتبر المعالجة الأولية بنظام الRO من الأجزاء المهمة جداً والمكلفة فى نفس الوقت (فقد تصل إلى 60% من التكاليف الشرائية للوحدة).
تضم المعالجة الأولية عدة نقاط تندرج تحتها المعالجة الفيزيائية (الميكانيكية) والمعالجة الكيميائية:
1- الفلترة الأولية Pre-Filtration.
2- الفلترة الدقيقة (النهائية):Micro-filtration .
3- إضافة كيماويات وتتضمن: عملية الترويق والتصفية عبرال Flocculation أوالcoagulation بإضافة مواد معينة – عملية التطهير Sterilizing بإضافة مطهرات كالكلورين لقتل الكائنات الدقيقة أواستخدام الأشعة فوق البنفسجية – إضافة مزيلات الكلورين قبل الدخول على الأغشية – إضافة مانع الترسيب antiscalant – إضافة الحامض لخفض الpH – اضافة الجير ورماد الصودا.
والمعالجة الفيزيائية فى المعالجة الأولية تتداخل خطواتها مع المعالجة الكيميائية ... بمعنى أننا ممكن نضيف كيماويات قبل الفلترة ونضيف بعد الفلترة ثم نلجأ إلى الفلترة مرة أخرى وهكذا كما سنشرح بالتفصيل.
وإليك صورة هامة عن أبرزالخطوط العريضة للمعالجة الأولية قبل الدخول على أغشية التناضح العكسي يجب أن تضعها فى ذهنك كى تكتمل الصورة ...مع ملاحظة أنه قد توجد بعض التغييرات والإضافات أو التبديل أو الغاء بعض البنود تبعاً لمواصفات المياه وخبرة العاملين كما سيتبين بعد ذلك ...



وإليك الآن جدول عبارة عن درافت draft للتحاليل المعملية التى يتم إجراؤها على مصدر المياه قبل بداية إنشاء وحدة التناضخ العكسى ومن خلال هذه التجارب والغرض من التحلية يتم تصميم الوحدة من حيث مكونات المعالجة الأولية ونوع الأغشية والمعالجة النهائية ... إلخ

Water analysis of feed water for reverse osmosis station

Sample identification: ……
Type of feed source: …… (Sea water – gulf – ground water …etc)
Name of feed source: ……..(Ex: Arabian Gulf – Siwa oasis …etc)
Physical & chemical analysis:
Temperature: ….°C Color: …… Taste: ……. Odor: …….
pH: …… Electrical conductivity: ….. µ Siemens/cm TDS: ……mg/l
TSS: ….. mg/l Turbidity: …. NTU SDI: ….. LSI (or S&DSI): …..
Concentration: (mg/l or ppm as $CaCO_3$):

COD:…….
BOD: …….
Dissolved oxygen: …….
Oil & grease: …….
TOC: …….
Total alkalinity (m-alkalinity): …….
Bicarbonate: …….
Carbonate: …….
Hydroxide: …….
Total hardness: …….
Calcium hardness: …….
Ca: …….
Mg: …….
Na: …….
K^+ …….
SO_4: …….
H_2S: …….
Free chlorine (residual): …….
Total chlorine: …….
Cl^-: …….
SiO_2 (Soluble): …….
SiO_2 (Colloidal): …….
Fl^- (fluoride): …….
Total N_2 (Kjeldahl): …….
TON (total organic nitrogen): …….
Bacteria count/ml: …….

Fe^{3+}: …….
Fe^{2+}: …….
Mn^{2+}: …….
Al: …….
Hg: …….
Pb: …….
Cd: …….
Cr: …….
Cu: …….
Sr: …….
Ni: …….
As: …….
B: …….
Zn: …….
Ba: …….
Co: …….
CN: …….
NO_3: …….
NO_2: …….
NH_4: …….
PO_4: …….
Pesticides: …….
Other ions: …….

Remarks: ……..
……
……....
Analyzed by: …….
Date: …….

وما هى أهم التجارب الدورية (Periodic tests) التى يتم قياسها على مياه التغذية فى محطة التناضح العكسي؟

Periodic tests applied on Feed water

- pH.
- Conductivity &TDS.
- Temperature.
- Turbidity.
- SDI.
- Hardness.
- Alkalinity.
- Chlorine.
- Silica.
- Iron.
- Manganese.
- Aluminum.

HOW REVERSE OSMOSIS WORK
WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis
11
النقاش الحادى عشر
PURIFIED WATER
بين المعالجة الفيزيائية والمعالجة الكيميائية!!
WASTE
MEMBRANE
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الحادى عشر

بين المعالجة الفيزيائية والمعالجة الكيميائية

ذكرنا من قبل أن المعالجة الأولية أوالإبتدائية قبل الدخول على أغشية التناضح العكسى تتداخل خطواتها مع المعالجة الكيميائية ... بمعنى أننا ممكن نضيف كيماويات قبل الفلترة ونضيف بعد الفلترة ثم نلجأ إلى الفلترة مرة أخرى وهكذا ...
وقد تم تعديل مادة الكورس بناء على نصائح الخبراء على الصفحة ... فكنا فى البداية سنتحدث عن المعالجة الفيزيائية بالفلاتر ثم نتحدث عن المعالجة الكيميائية ... ولكن بعض الزملاء – وعندهم الحق – أن القفز من مرحلة لأخرى ثم الرجوع إلى مرحلة متقدمة سوف يعرض القُراء وخاصة الزملاء الجُدد إلى التشتت ... لذا سيتم سرد طرق المعالجة بترتيبها فى المعالجة الإبتدائية وليس بناءً على التقسيم العلمى ... وستكون رحلتنا على النحو التالى :
1- إضافة المروقات (المواد المخثرة) مثل الكوأجيولانت Coagulant أوالفلوكيولانت Flocculent.
2- تجربة الكؤوس لتحديد أنسب الأنواع والجرعات من المواد المروقة.
3- التخلص من أملاح العسرباستخدام وحدة السوفتنر أوإضافة الجير مع رماد الصودا...
4- إضافة غاز الكلورين أوهيبوكلورايت الصوديوم أوالأوزون أواستخدام الUV بغرض التعقيم وقتل الميكروبات الضارة.
5- شرح الفلاتربأنواعها (الفلترالرملى – فلتر الرمل الأخضر – فلتر البيرم – الفلترالكربونى – الفلاتر الميكرونية (الكارتريدج).
6- التخلص من أملاح العسر بإضافة كيماويات لمنع الترسيب وتكوين القشور Scales وأهمها:إضافة حمض (Acidification) أوإضافة مانع الترسيب أو مانع التكلس (Antiscales) أوScale inhibitor ...
7- إضافة نازع الكلورمثل الصوديوم ميتا باى سالفيات (SMBS) قبل الدخول على الأغشية
ونرجو أن يكون هذا الترتيب مناسب وبالطبع سنتعرض لتفاصيل فى كل مرحلة وبعض التعديلات فى تصميم وحدة المعالجة ...
والآن: ما هى المعالجة الكيميائية؟ وما هى طرق المعالجة الفيزيائية؟؟
المعالجة الكيميائية ببساطة هى إستخدام طرق كيميائية أوإضافة مواد كيماوية معينة لعدة أغراض ... والإضافة تكون قبل عملية الترشيح بالفلاترأو بعدها كما سنتحدث.
حسابات تحضير الكيماويات وتخفيفها وجرعة الحقن (Dosing) أو ما يسمونه "بالتجريع" ، يعتمد على مصدرالعينة (Feed) وخصائصها (بناء على تحليلها) مثل الpH ، والTDS والTSS ... إلخ ، وتوصيات الشركة المنتجة للكيماويات ونوع المادة الكيماوية نفسها وكل ذلك يتم أثناء تصميم الوحدة كما سنتحدث بعد ذلك بالمعادلات ...
يتم إضافة الجرعات بواسطة طلمبة حقن الكيماويات Dosing pump، ولعل أحد الخبراء من مهندسي الميكانيكا أو الكهرباء يعطينا كورسات عن طبيعة مضخات حقن الكيماويات ومضخات الضخ والرفع وهى من المكونات الأساسية فى محطات معالجة المياه.

المعالجة الفيزيائية : تتمثل بالأخص فى عملية "الفلترة Filtration" أوالترشيح ... وفى البوستات السابقة أخذنا فكرة عن مياه التغذية والتحاليل المعملية المطلوبة ، وبناءً عليه تم أخذ القرار تصور خطوات المعالجة الإبتدائية قبل الدخول على أغشية التناضح العكسى ... وقد بدأنا بالفلترة الأولية ... فى البوستات السابقة وتحدثنا عن الشبكات والشبكات المسافرة ... وسنتحدث عن الفلترة الأكثر دقة ... ببساطة نقول أن الفلترة هو مرور المياه عبر ممرات ضيقة التى تتمثل فى الفلاتر (المرشحات) لإزالة العوالق ، والمياه المفلترة (Clear filtered water) يتم تجميعها فى خزان أوتضخ مباشرةً إلى المراحل التالية من وحدات التناضح العكسي ...

ماذا الذى سيترتب عليه إذا لم نقم بعملية الفلترة؟

ستترسب العوالق على الأغشية على هيئة Fouling وبالتالى سينخفض معدل انتاج الماء ويتبعه ذلك زيادة فى ضغط المحلول (الماء الداخل على الأغشية) نتيجة لانسدادها ويسبب ذلك تلف فى الأغشية ويقلل من عمرها الإفتراضى كما سنتحدث بعد ذلك.

متى يتم اللجوء إلى الفلترة؟

يعتمد ذلك على قيمة ال SDI والعكارة turbidity بجانب نوع الغشاء المستخدم فمثلاً:
1- عند استخدام غشاء من نوع spiral wound module (كما سيتم شرحه بعد ذلك) فإنه فى الأعم يمكن ادخال مياه عليه لها SDI أقل من 5 ، ولو كانت أكبر من هذه القيمة فيتم اللجوء إلى الفلترة بالفلاتر الرملية.
2- عند استخدام غشاء من نوع fine- fiber module فإنه يُمكن ادخال مياه عليه لها SDI أقل من 3 أو عكارة أقل من 0.2 NTU وذلك لأن لها حساسية عالية للfouling.
ولتقليل العكارة أو الSDI نلجأ إلى تقنيات لإزالة المواد المعلقة Suspended solid عن طريق الفلترة.
والأفضل بالطبع (بل الصحيح) هو وضع فلاتر كارتريدج ميكرونية بحجم ال 5 ميكرون أو أقل بعد فلاتر الميديا (الفلاتر الرملية).
3- المياه الجوفية لها نسبة عكارة أقل بكثير من المياه السطحية ومن الممكن جداً أن تكون فلاترالكارتريدج كافية ، والسبب فى ذلك هو طبيعة الأرض الرملية والجيولوجية والتى تؤدى دور الفلاتر الرملية فهى تعتبر فلاتر طبيعية 100%! ... وإن كان فى كلامنا بعض التحفظات لأن مياه الآبار قد ترتفع بها نسبة العوالق فجأة لأسباب سنذكرها بعد ذلك.
4- بالنسبة للمياه التى لها عكارة كبيرة وSDI_5 قد تصل إلى 20 مثل المياه السطحية فإننا نلجأ إلى Coagulation أو الFlocculation وهى طرق معروفة لترويق المياه سنشرحها بالتفصيل فى البوست القادم ، وهذا طبعاً بجانب استخدام الفلاتر الرملية وغيرها.

ما هى مراحل الفلترة؟

نعيد عليكم جزءاً من الجدول الخاص بتقنيات الفلترة المختلفة والمواد التى تزيلها كل تقنية ... وفى الإعادة إفادة:

Filtration system	Diameter	Human hair	50 – 75 µm
Sand filtration (Particulate filtration)	> 5 - 20 µm	Sand – clay – silt– Algae – phytoplankton – zooplankton – parasites	2 – 200 µm
Micro-filtration (MF)	till 0.1 µm (= 100 nano m)	Bactria	> 1 µm
Ultra-filtration (UF)	till 0.01 µm (= 10 nano m)	Colloids	< 0.5 - 1 µm
Nano-filteration	till 0.001 µm (= 1 nano m)	Viruses	0.01 – 0.5 µm

1- مرحلة الفلترة العادية (المعتادة) (الفلاتر الوسيطية) أو "فلاتر الميديا" أو "المتعددة الميديا أو الطبقات" ((Multi media filtration) أو ال(MMF): يتم فيها استخدام الفلاتر المعتادة مثل الفلاترالرملية والكربونية وتعمل حاجة اسمها particulate filtration وهى فلترة الجسميات الكبيرة نسبياً حتى نصل إلى 15- 20 ميكرون فى المتوسط ،فإذا أضفنا مادة مروبة Coagulant فإننا نستطيع تجميع المواد العالقة التى تصل إلى 5-10 ميكرون مع بعضها لتصل إلى 200 ميكرون أوأكبرويتم حجزها أيضاً فى فلاتر الميديا.

2- مرحلة الفلترة الدقيقة (Micro filtration) (MF) أو وحدة ال MCF (Micron cartridge filter) : وهى آخر مرحلة فى المعالجة الأولية يتم فيها استخدام الفلاتر الخرطوشية أوالمسماة ب(فلاتر الكارتريدج) Cartridge filter أو(الشمعات) مثل الفلاتر القطنية ... وهى عبارة عن فلاتر أسطوانية تقوم بفصل العوالق الصلبة الدقيقة الى لم تفصل فى المرشحات السابقة ، وتحجز أحجام أقل من 0.1 ميكرون:

ومن الممكن استخدام مجموعات من هذه الخراطيش أوالشمعات مع بعضها (أى فلاتر متعددة الشمعات) (Multi cartridge) لزيادة كفاءة الفلترة وتثبت فى عبوات مصنوعة من الفولاذ غالباً.

3- مرحلة الفلترة القصوى (الدقيقة جداً)(Ultra filtration):

وهى الفلاتر التى تحجز المواد الدقيقة جداً وتصل إلى 0.01 ميكرون (أى 10 نانو) أو حتى أقل مثل الفيروسات... وشرح هذه الفلاتر سيكون فى البوستات التالية بالتفاصيل التى أرجو أن لا تكون مملة ...

المشاركات على النقاش الحادى عشر:
بين المعالجة الفيزيائية والمعالجة الكيميائية

مشاركة المهندس رياض عبد الفتاح وحديثه عن تجميع المياه الخام فى خزانات:

قبل أن نبدأ بمرحلة ال filtration في العمليات الصناعية الكبيرة يتم تجميع مياه المصدر كالبئرمثلا في خزانات تجميع تسمى "service tank" لها مواصفات معينة ومتصلة بحساسات مختلفة (Sensors) لضبط التدفق ودرجة الحرارة وهناك وحدات معالجة يتم تجميع المياه فيها في خزانات أرضية تسمى "holding pit" كما في وحدات معالجة مياه الصرف "Waste water treatment".

ومن المهم تجميع المياه في خزانات لمجارات العمليات الصناعية حتى تفى كميات من المياه بالغرض في حال توقف مضخة البئرعن العمل أو حدوث أي مشكلة فيجب توفير كميات من المياه كإحتياطى لتلبي السحب الكبير والمتواصل... وخزانات تجميع المياه " service tank... هي كبداية للتمهيد لعملية الفلترة الأولية prefiltration ... حيث يتم جلب الماء من المصدروتجميعها في خزانات أحجامها حسب مدى الإستهلاك.

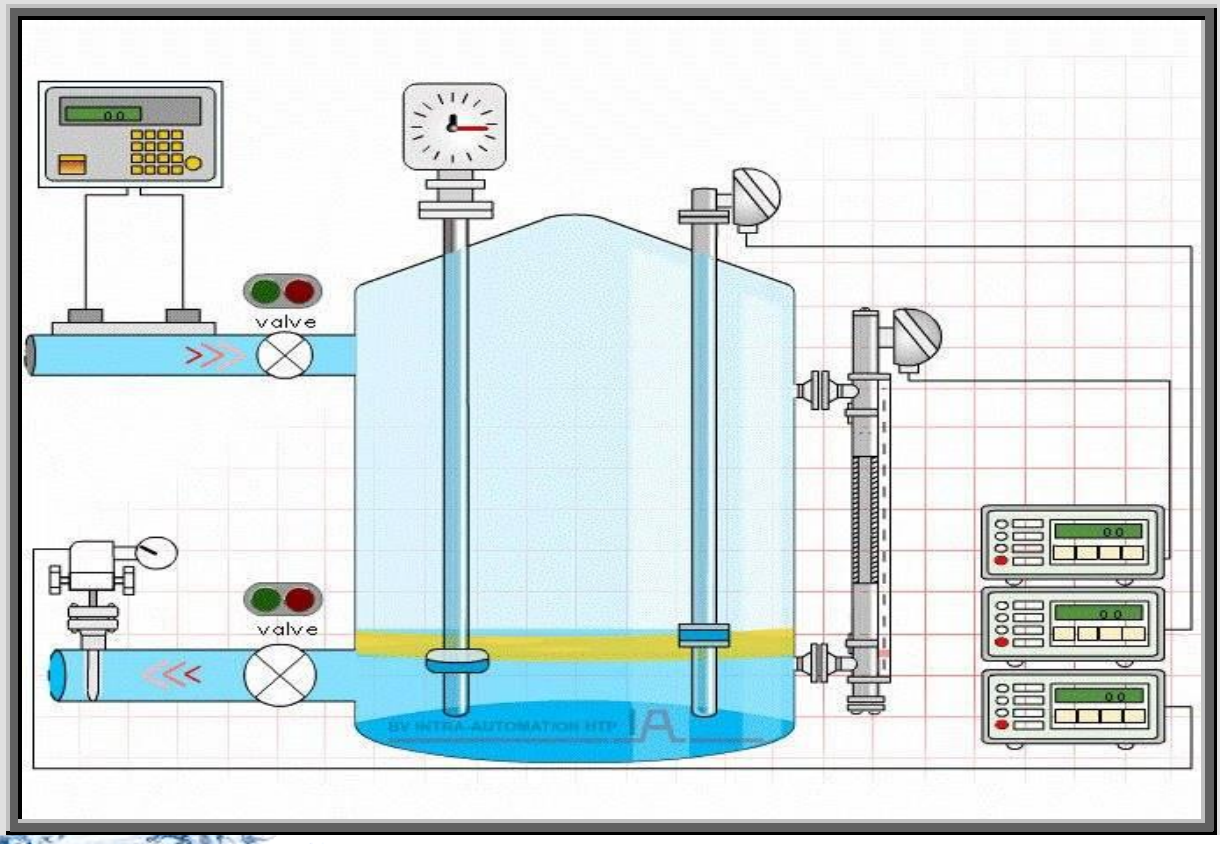
ماذا يوجد على الخزانات؟

1- مقياس المستوى حيث إما يكون (level indicator) (LI) أو (level indicator) (LIT) (transmitter).

2- مقياس لدرجة الحرارة.

3- صمامات للتحكم بتدفق الداخل والخارج Control valve.

وهذه صورة لل service tank وكما نلاحظ مقياس للمستوى LI حيث تستطيع مشاهدة المستوى على نفس ال tank كنظام مسطرة تأخذ القراءة مباشرة:

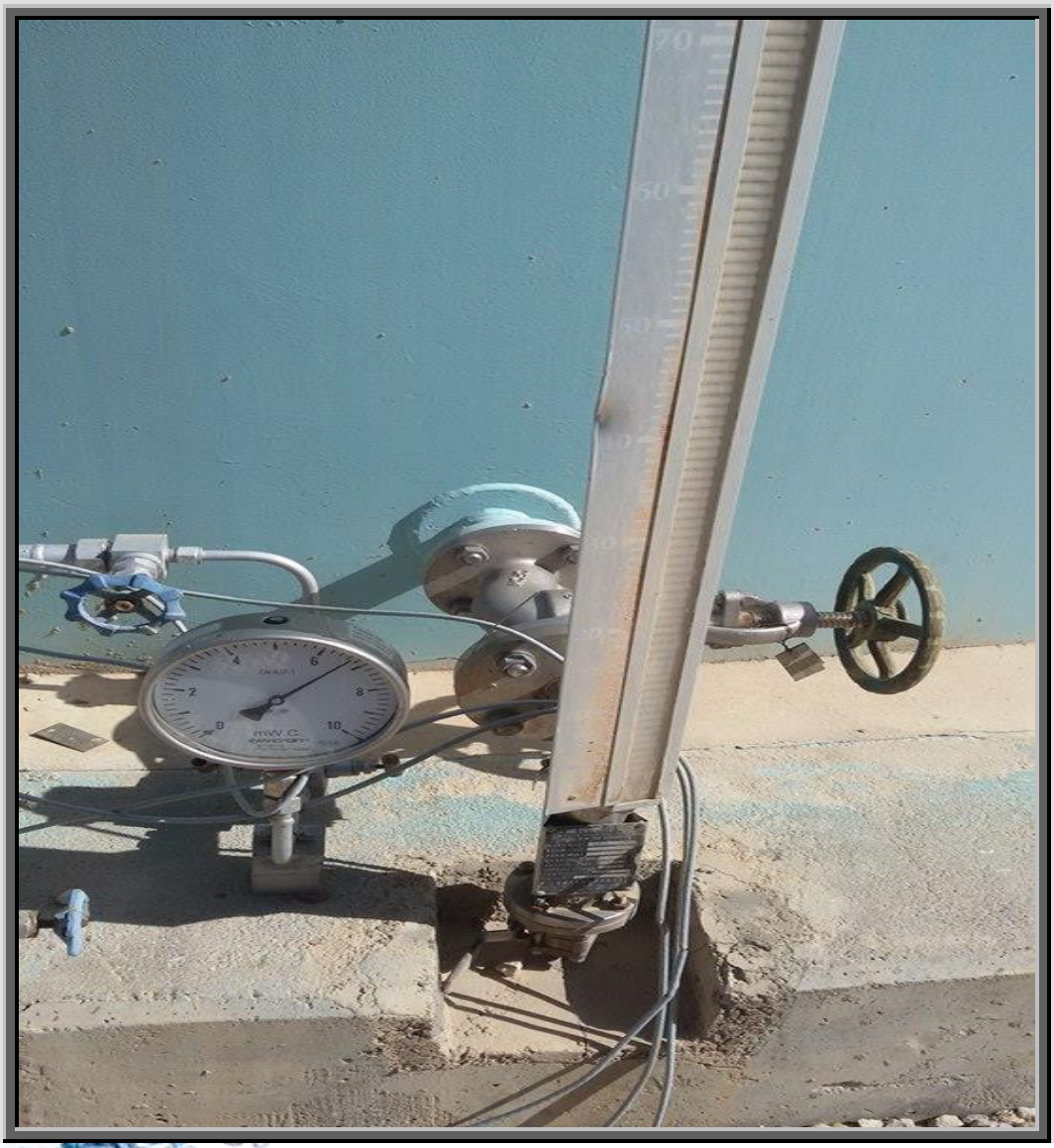


وأما عن نقل هذه القراءات لغرفة التحكم فيكمل المهندس رياض حديثه:

وهناك مقياس مستوى يرسل قيمة قياس المستوى كإشارة لقسم التحكم control room حيث تعرض على شاشة screen لمتابعة المستوى حيث يتم تقسيم مستوى الخزان إلى منخفض(LOW L) ومنخفض جداً (LL LOW LOW) ومرتفع (HEIGHT HI) ومرتفع جداً (HEIGHT HEIGHT HH) ومقياس لدرجة الحرارة temperatuer indicator TI تستطيع مشاهدته مباشره على الخزان أو TIT temperatuer indicator transmeter بحيث ينقل إشارة إلى غرفة التحكم لمشاهدة ومتابعة درجة الحرارة على الشاشة ... كما ويوجد صمامات تحكم على المدخل والمخرج إما ان تكون يدويه بمعنى التحكم بها من أرض الموقع أو يكون عليها مايسمى (motorize valve) يتم التحكم به من غرفة التحكم بالإغلاق والفتح وقد يكون الفتح للصمامات بشكل كلي أو بشكل جزئي بنسبة مئوية محددة ...

وقد يكون موصولاً أيضا على الخط الداخل للخزانات مقياس لل free chlorine ومقياس لل pH و لل TDS...

وهذه صوره لمقياس المستوى على نفس ال (TANK) (level indicator) (LI):

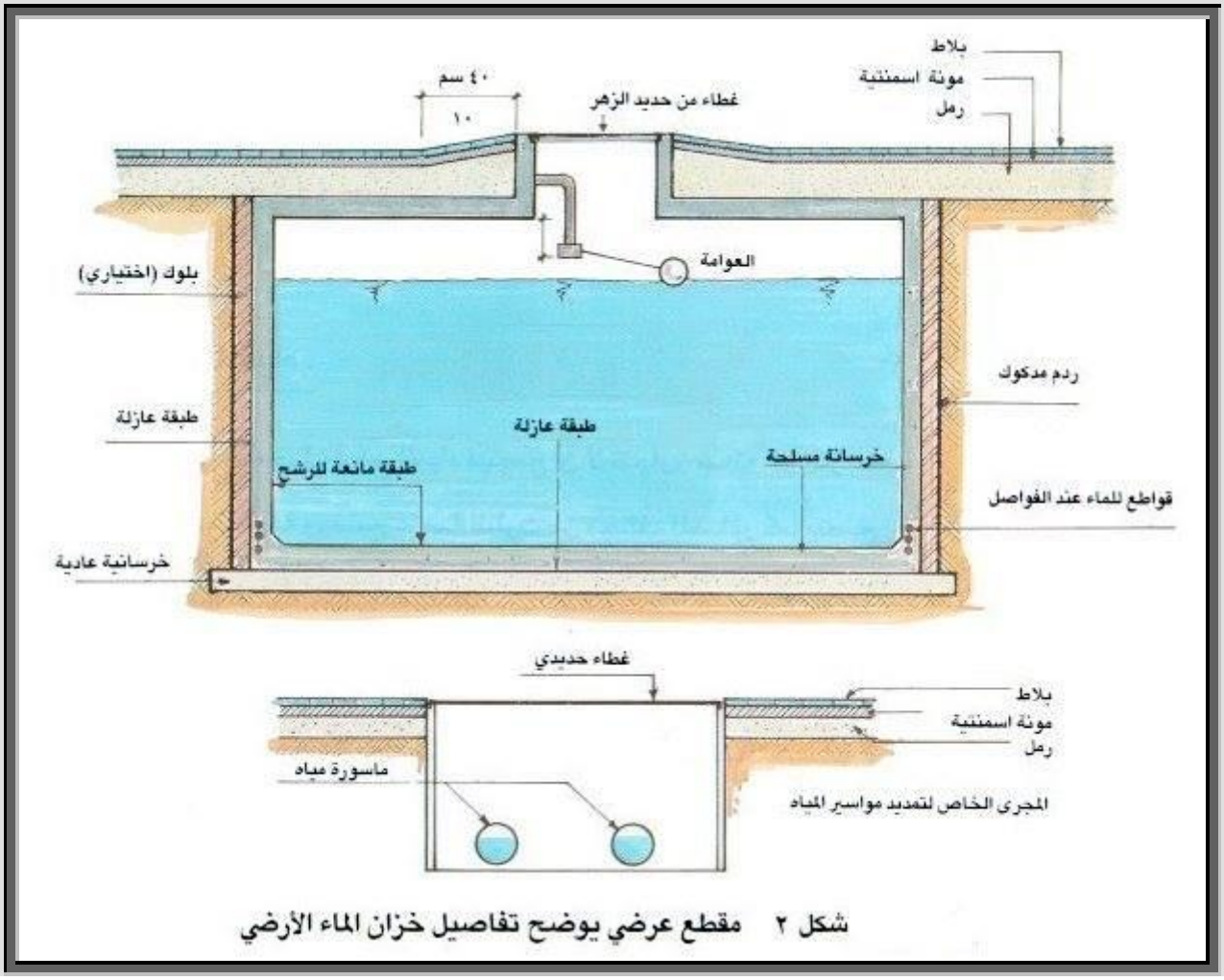


وهذه صوره ل (LIT) (level indicator transmitter):

وهذه صورة لصمام يتم التحكم به يدوياً من الموقع على مدخل ال Tank:

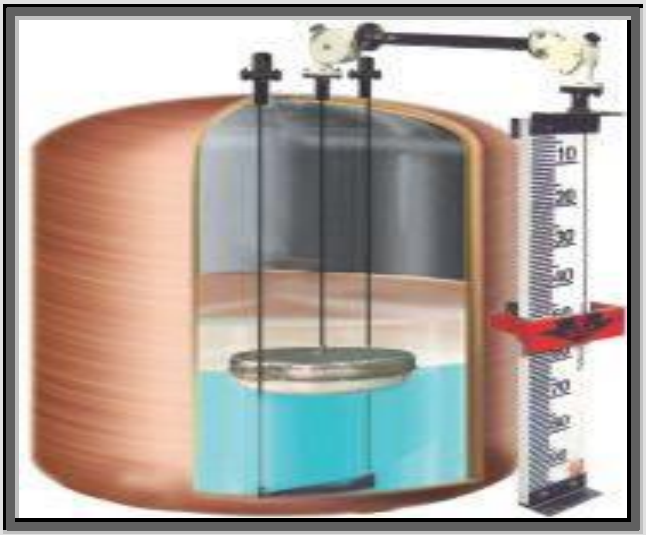
وهذه صورة للخزان الأرضي ونلاحظ كيف تكون معزولة بطبقات داخلية مقاومة للصدأ ومقاومة لعوامل الأكسدة ومقاومة للتسريب أوالتهريب ومنها ما يكون متصل بحساسات

sensors للحرارة والpH والTDS، ومتصلة بنظام عوامة للتحكم بالمستوى ومتصلة بمقياس للمستويات داخل الخزان ...



شكل ٢ مقطع عرضي يوضح تفاصيل خزان الماء الأرضي

وهذه صورة لمؤشر القياس Level indicator:



WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
12
النقاش
الثانى
عشر
إضافة
المروقات
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثانى عشر

إضافة المروقات

إثراءً لهذا البوست نطلب من حضرات المهندسين إعطاء أمثلة على المروقات التى يستخدمونها فى وحداتهم وخبراتهم فى هذا المجال ... بجانب إعطاء أمثلة لمعالجة الحمأة المترسبة بعد عملية الترسيب ... والآن سيتم شرح قصة المروقات ... وفى البوست القادم (الثالث عشر) تجربة الكؤوس Jar test ...وفى البوست الرابع عشروالخامس عشرسنتحدث عن التعقيم والكلورة ثم ندخل بعد ذلك فى الفلاتر ... نسأل الله التوفيق.

وتلخيصاً لما سبق وفيما يتعلق بمعالجة المواد العالقة والعكارة فى مياه التغذية نذكرعدة أمور هامة ...

الأمر الأول: كلما زادت المواد العالقة (TSS) أوالعكارة Turbidity أوقيمة الSDI فى مياه التغذية كلما اضطررنا إلى إضافة المزيد من وحدات وطرق المعالجة ... تبدأ بالفلاتر الميكرونية (MMF) أو الفلاترالدقيقة فإذا زادت العكارة نلجأ إلى الفلاترالرملية فإذا زادت العكارة قد نُزيد من عدد الفلاتر السابقة أو نلجأ إلى إضافة المروقات قبل الفلاترحتى تترسب المواد العالقة علي الفلاتر فتحجزها ... فإذا زادت العكارة أكثر وأكثر نلجأ إلى أحواض أوتنكات ترسيب (Sedimentation tanks) قبل الفلاتر حيث يتم ترسيب المواد العالقة ومعها المواد الغروية بمساعدة المروقات ... لتصبح حجمها أكبروكتلتها أكبر فتستقر فى القاع بواسطة الجاذبية الأرضية أوتتجمع فى حبيبات أكبر من حجمها لتمر على الفلاتر الرملية (فلاترالميديا) فتحجزها ... وهكذا ...

الأمر الثانى: كل نوع من الأغشية يتم التوصية له بSDI معين فمثلاً فى حالة استخدام الغشاء الملفوف حلزونياً (Spiral wound module) – كما سنشرح الأنواع بالتفصيل فى الجزء الثانى من السلسلة – نستطيع ادخال مياه عليه لها SDI أقل من 5 فى الأعم ... وفى حالة استخدام الشعيرات المجوفة (Fine fiber module) يمكن للأغشية أن تستقبل مياه لها SDI أقل من 3 وذلك لسهولة انسدادها عن الأولى ... ونرجع ونقول كل نوع من الأغشية يتم التوصية له بSDI معينة ... وعلى هذا الأساس نصمم المعالجة الأولية للوصول إلى الرقم المطلوب ...

الأمر الثالث: مياه التغذية النظيفة الخالية تقريباً من العوالق ... العكارة فيه أقل من 1NTU والSDI أقل من 3 (أو5) ... لا نحتاج إلى فلاتررملية لأن امكانية حدوث الفاولينج على الأغشية تكاد تكون منعدمة ... وقد نلجأ فقط إلى الفلاترالميكرونية الدقيقة ... وأوضح مثال لهذا النوع مياه البلدية أو الCity water.

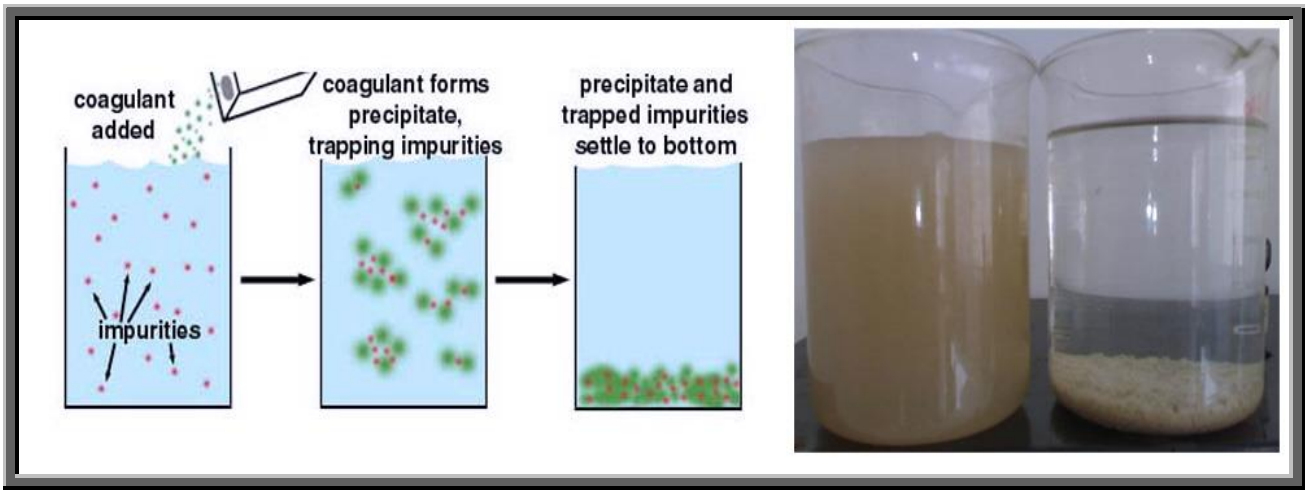
الأمر الرابع: إذا زادت العكارة عن 1NTU وزادت الSDI_5 عن 5 إلى 10 معنى ذلك أننا يلزمنا وضع فلتر(أو فلاتر) رملية ... وقد نضيف المروقات إذا لزم الأمر ...

الأمر الخامس: فى حالة زيادة العكارة عن 3NTU أوالSDI_5 عن 10 فلزاماً يجب استخدام المروق قبل الفلاتر ...

وقد تصل الSDI_5 إلى 20! كما يحدث أحياناً فى شواطىء البحرالهائج ذو الأمواج المتلاطمة والتى تهيج الرمال والرواسب من القاع بجانب زيادة الملوثات نتيجة النشاط البشرى ... وفى بعض الأحيان تصل العكارة إلى 1500 NTU وقد تزيد على 2000 NTU مثل مياه النيل الأزرق - والمهندسين فى السودان يعلمون ذلك – وقد تصل المياه الناتجة بعد المعالجة المعتادة إلى 30- 50 NTU وهذا خارج المواصفة وفى هذه الحالة نلجأ كما قلنا لأحواض الترسيب وإضافة المروقات ... بجانب عدد من الفلاتر الرملية ووحدات الUF ...
وبالطبع ... ما سبق ليست قوانين صماء لا يُمكن تغييرها ... بل تتغير بطبيعة المياه وخبرة المهندس وتوصية الشركات المصممة لوحدات المعالجة ... والقاعدة الحقيقة تقول أن أهم شىء أن يدخل الماء على الأغشية بالمواصفات المطلوبة ...
والآن نقول ... قد ذكرنا كلمة المروقات ... المروقات ... المروقات ... فماهى المروقات وما هو الترويق وكيف يتم؟؟؟

الترويق Clarification:

يَقصد بها إزالة المواد العالقة الصغيرة من المياه سواء أكانت صلبة أوغروية بجانب بعض الملوثات العضوية وغير العضوية والبكتيريا والفيروسات والمواد الملونة حتى يتم الحصول على مياه نقية رائقة ... وإزالة هذه الجزيئات الصغيرة يتم عن طريق تجميعها فى كتل أكبر حجماً ووزناً فتسقط إلى القاع بفعل الجاذبية ... والوحدة التى تتم فيها هذه العملية هى الClarifier ... وسقوط هذه المواد على القاع يسمى ترسيب Sedimentation أو Settling ... والمادة المترسبة تسمى Sludge أوالحمأة ... هذا باختصار وببساطة ...



ماذا يحدث لو أغفلنا هذه الخطوة؟؟

اغفال هذه الخطوة مع ارتفاع الSDI فى مياه التغذية ... يتسبب فى مرورالمواد العالقة بكميات كبيرة فى انسداد أغشية التناضخ العكسي وارتفاع فى فرق الضغط على ال Vessels (دلتا P بين الدخول والخروج) ويسبب تلف فى الأغشية وفقد كفاءتها بجانب زيادة فى ملوحة المنتج لتسرب الأملاح إليه.

تتم عملية الترويق باستخدام عدة طرق وهى:

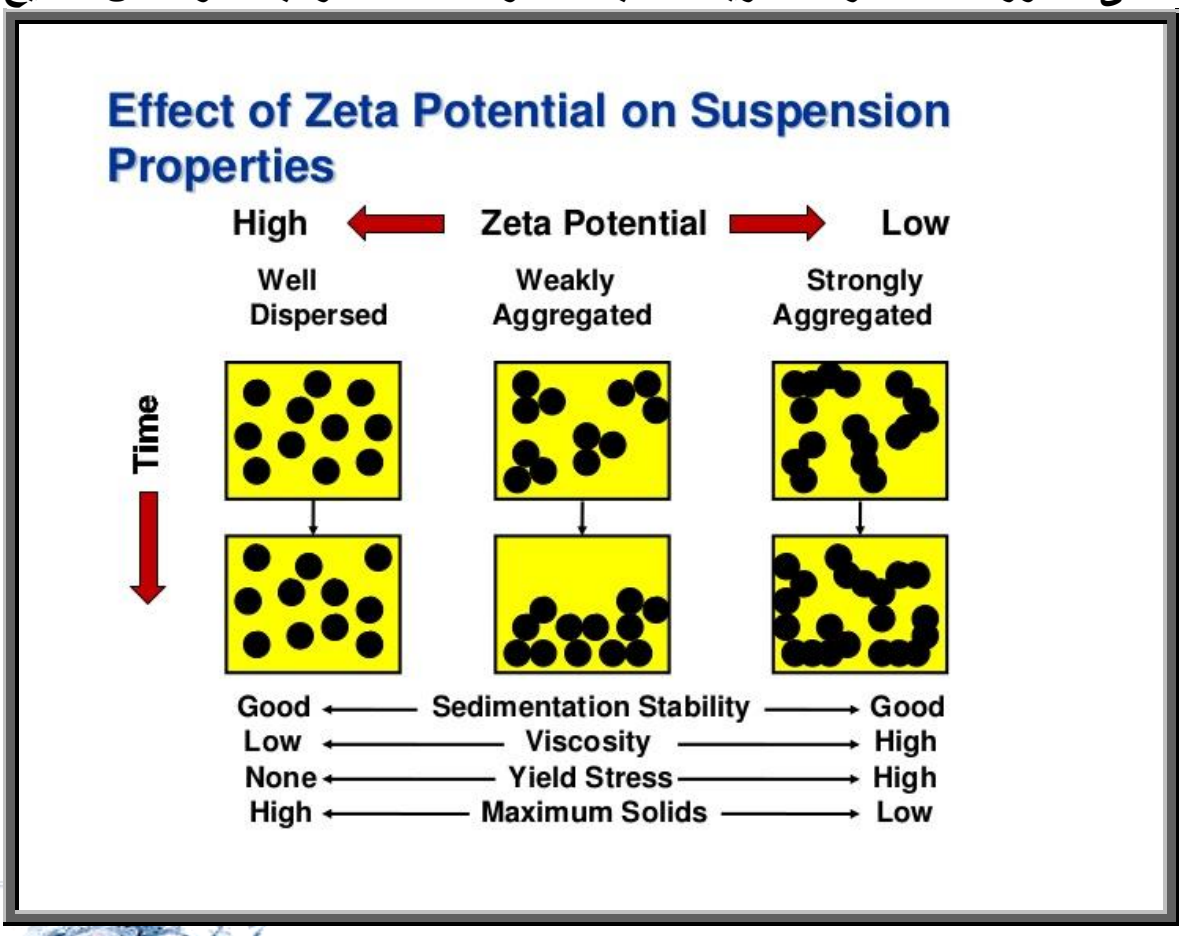
الطريقة الأولى: الترويق الطبيعى (الذاتى) (Plain sedimentation):

وهو ترسب المواد العالقة فى القاع مع مرورالوقت بما لها من وزن أقوى من دفع الماء(أو مقاومة الماء) ... ويحدث ذلك طبيعياً بدون تدخل منا ... فقط وفر المكان الذى تستقر فيه المياه بعيداً عن الحركات المائية أوالأمواج.

وبالطبع هذه الطريقة غيركافية لترسب كل المواد العالقة ... وذلك لما يلى:

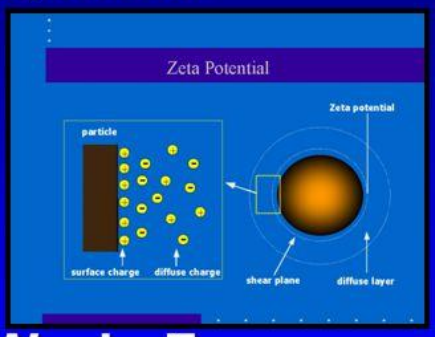
يرجع ذلك لدقة حجمها ووزنها فتتغلب عليها مقاومة الماء (قوى دفع الماء) والتى اتجاهها إلى أعلى بينما ثقل المواد العالقة يكون اتجاهها إلى أسفل .... كما أنه تتواجد قوى تنافر طبيعية بين هذه الجسيمات وبعضها تمنعها من التجمع وزيادة وزنها ... وقوى التنافرهذه أو الElectrostatic forces يرجع إلى أن هذه الجسيمات العالقة تحمل شحنات سالبة على سطحها ... وتماثل الشحنات يسبب التنافر ويمنع التجمع ... وبالمناسبة قوى التنافر هذه يسميها العلماء جهد زيتا (ZP)... وأما القوى التى تجمع هذه الجسيمات مع بعضها تسمى قوى فاندرفالز Vander's Waals التى درسناها فى الكلية ... هذه القوى تعمل فى عكس اتجاه الأستاذة زيتا ... فلو استطعنا تقليل زيتا عن قوى فاندر فالز اجتمعت المواد العالقة مع بعضها البعض وثقل وزنها وتغلبت على مقاومة الماء ... وسقطت بفعل الجاذبية إلى القاع ... وقلت الTSS فى المياه ... وتقلصت قيمة الSDI ... هذه العملية هى فكرة الترسيب والمواد التى تساعد على ذلك هى المروقات.... وتشمل عملية الترويب والتنديف ...

نلاحظ فى الصورة أنه كلما زادت "زيتا" أصبحت المواد العالقة أكثر تباعداً والعكس صحيح:



Settling Forces

Zeta Potential refers to the electrostatic potential generated by the accumulation of ions at the surface of the colloidal particle. It can help you understand and control colloidal suspensions



van der Waals Force- van der Waals forces are weak attractive forces that hold non-polar molecules together. They tends to pull molecules together and forms flocs.

van der Waals in action

الطريقة الثانية: الترويب (التخثير) (التجلط) (التجميع) Coagulation:

تتم عن طريق إضافة مواد كيماوية معينة مروقة تسمى المروبات أو المواد المُخثرة (أو الكوأجيولانت) coagulants ... والهدف منها الإسراع من الترسيب أو مساعدة المواد المعلقة الغير قابلة للترسيب الطبيعى على تجميعها فى مواد أكبر فى حجمها فيزيد وزنها وتسقط على القاع ... كل ذلك بالطبع بهدف إزالة العكارة من المياه والوصول إلى ال SDI المطلوب ...

الطريقة الثالثة: التلبيد أو(التنديف) أو(الدمج) (التجبن) Flocculation:

يتم فيها إضافة مواد كيماوية مثل عملية الترويب ... وهذه المواد تسمى المواد المُلبدة أو الفلوكيولانت Flocculants.

لذا تُطلق المواد المروقة (Clarifying agents) على الإثنين ... المواد المُروبة (الكوأجيولانت) والمواد المُلبدة (الفلوكيولانت) ...

والأسئلة التى تطرح نفسها ... ما الفرق بين الCoagulation والFlocculation؟ وما الذى يترتب على العمليتين؟ وهل يُمكن استخدام الطريقتين معاً؟ وما هى المواد الكيماوية المستخدمة فى الطريقتين؟؟؟ وماهى الكمية المطلوب إضافتها من هذه المواد؟

الفرق بين ال Coagulation وال Flocculation:

Coagulation:

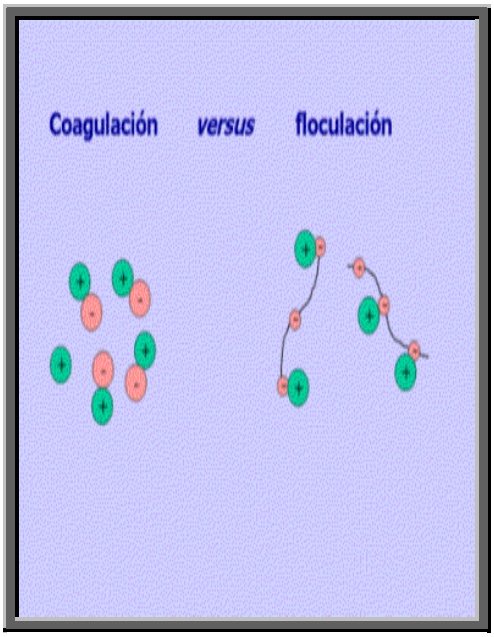
جسيمات المواد العالقة الصلبة الصغيرة والجسيمات الهلامية الغروية والتى لا تترسب بسهولة والتى تحمل شحنات سالبة على سطحها ... يتم التعامل معها بإضافة جزيئات الكوأجيولانت إليها والتى تحمل شحنات موجبة (أى الكاتيونات) مثل الألمونيوم ثلاثى الشحنة(Al^{3+}) كما سنذكر بعد ذلك ... وتكون النتيجة كما نرى بالصورالتالية تجمع جسيمات المواد العالقة حول جسيمات الكوأجيولانت الموجبة الشحنة ... وهذه التجمعات تسمى "النُدَف" بضم النون وفتح الدال!!! فإذا أردنا تجميع هذه النُدَف فى مجموعات أكبر نلجأ إلى الفلوكيولانت ...

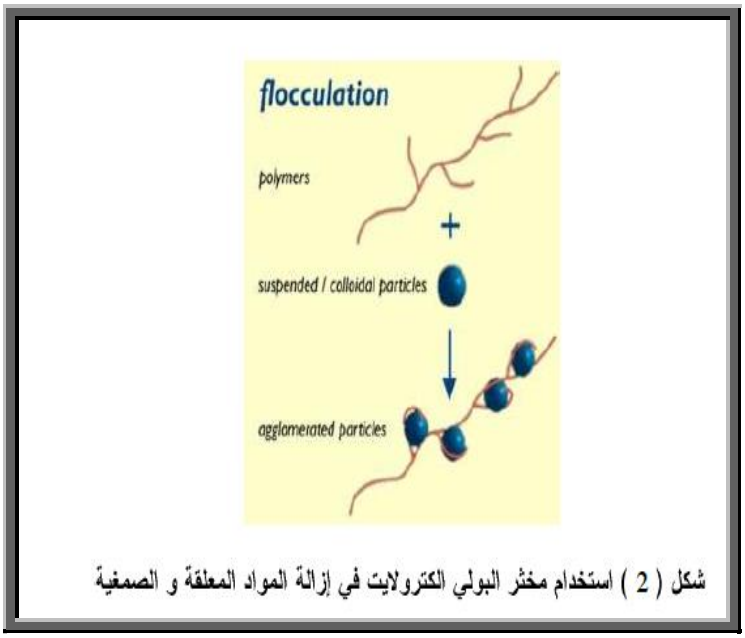
Flocculation:

يتم هنا إضافة مواد كيماوية مساعدة لعملية الترويق مثل البوليمر طويل السلسلة (كالبولى أكريميلايد) والذى إذا أضيف إلى الماء فإنه يحمل شحنات موجبة على سطحه ... فيجمع الندف التى تكونت فى عملية الcoagulation فى مجموعات أكبرأو ندف كبيرة حيث يشكل جسور بينها أويجمعها على هيئة عناقيد مثل عناقيد العنب أوالclusters أوتتجمع فى النهاية مثل الfloc أوالflakes فتشبه رقائق الكورن فليكس ... يثقل وزنها فتنزل فى القاع فى عملية الترسيب ...

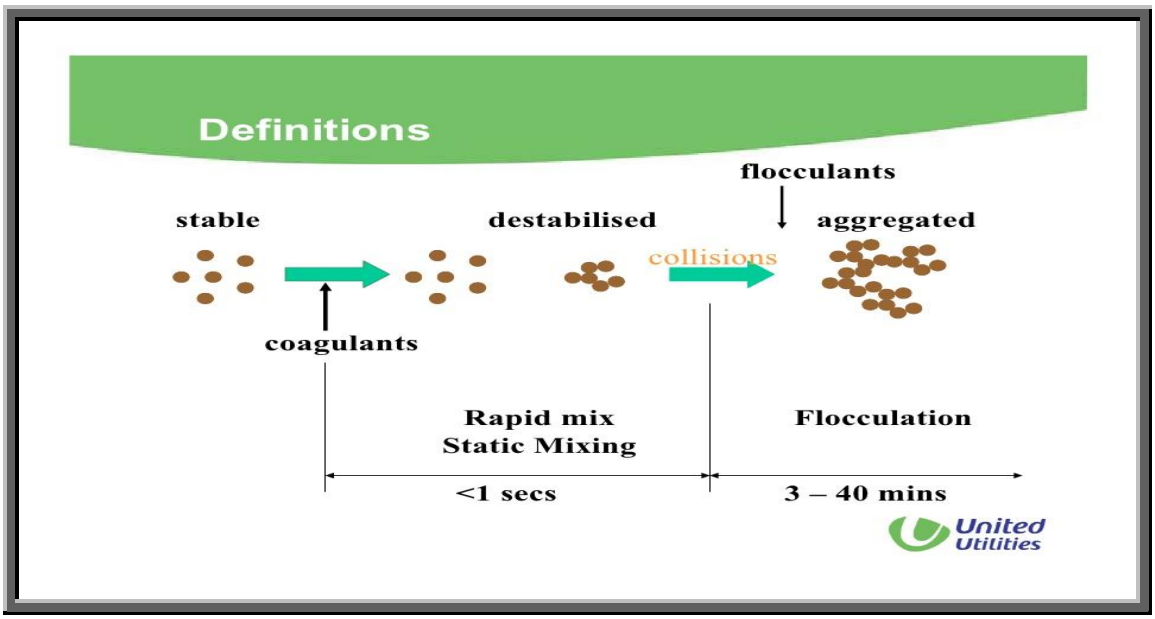
والأفضل عمل عملية تقليب بطىء لزيادة تلاقى الندف أثناء تكوين الFlocs.

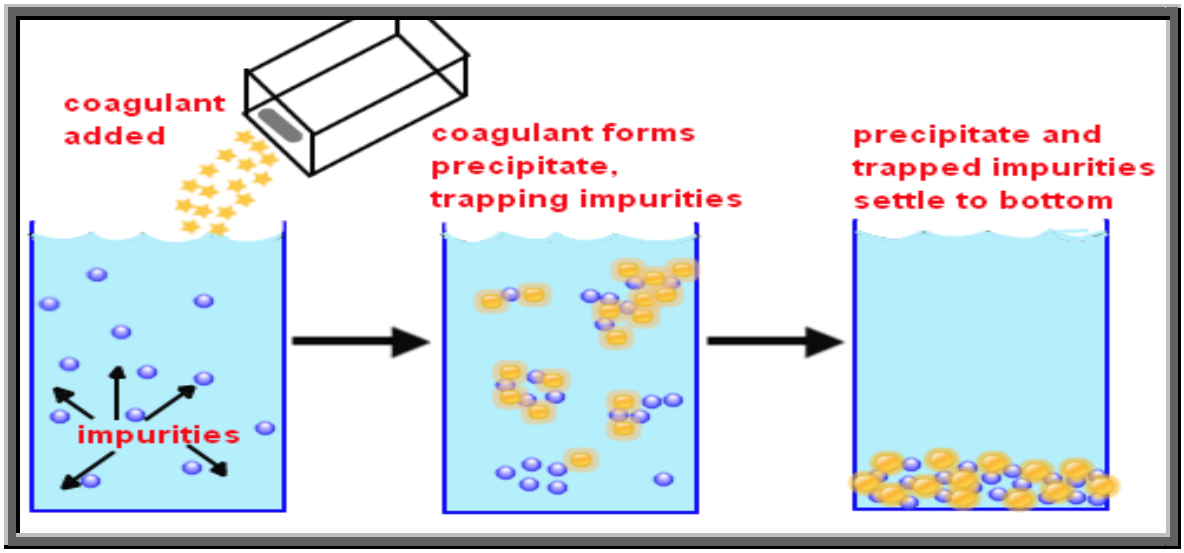
والصور التالية توضح الفرق بين ال Coagulation والFlocculation:

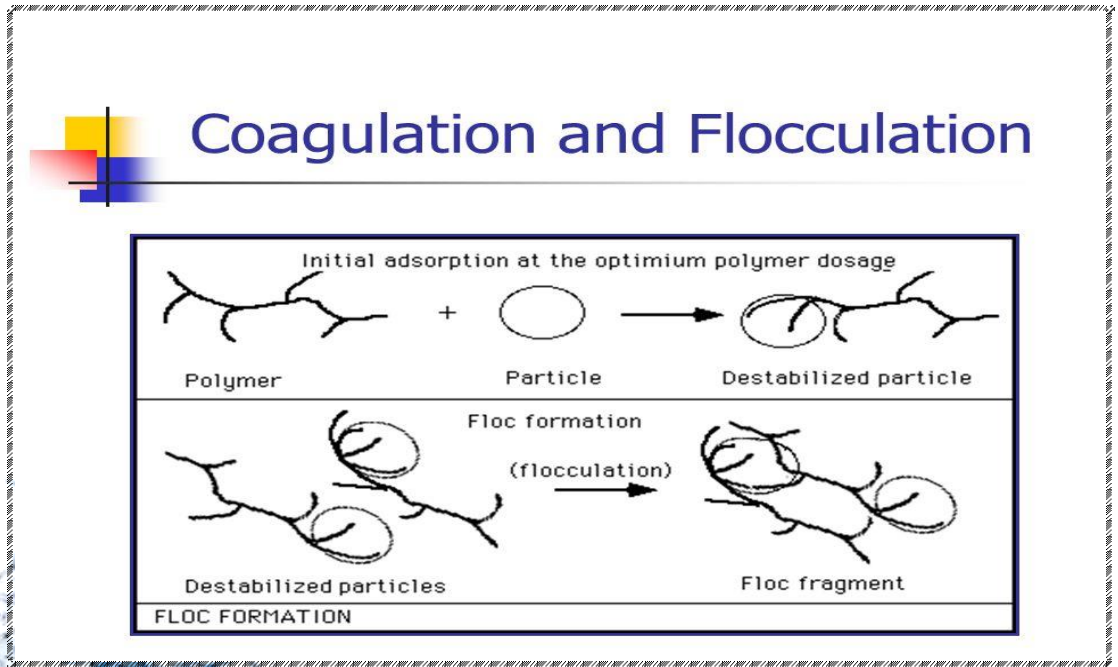


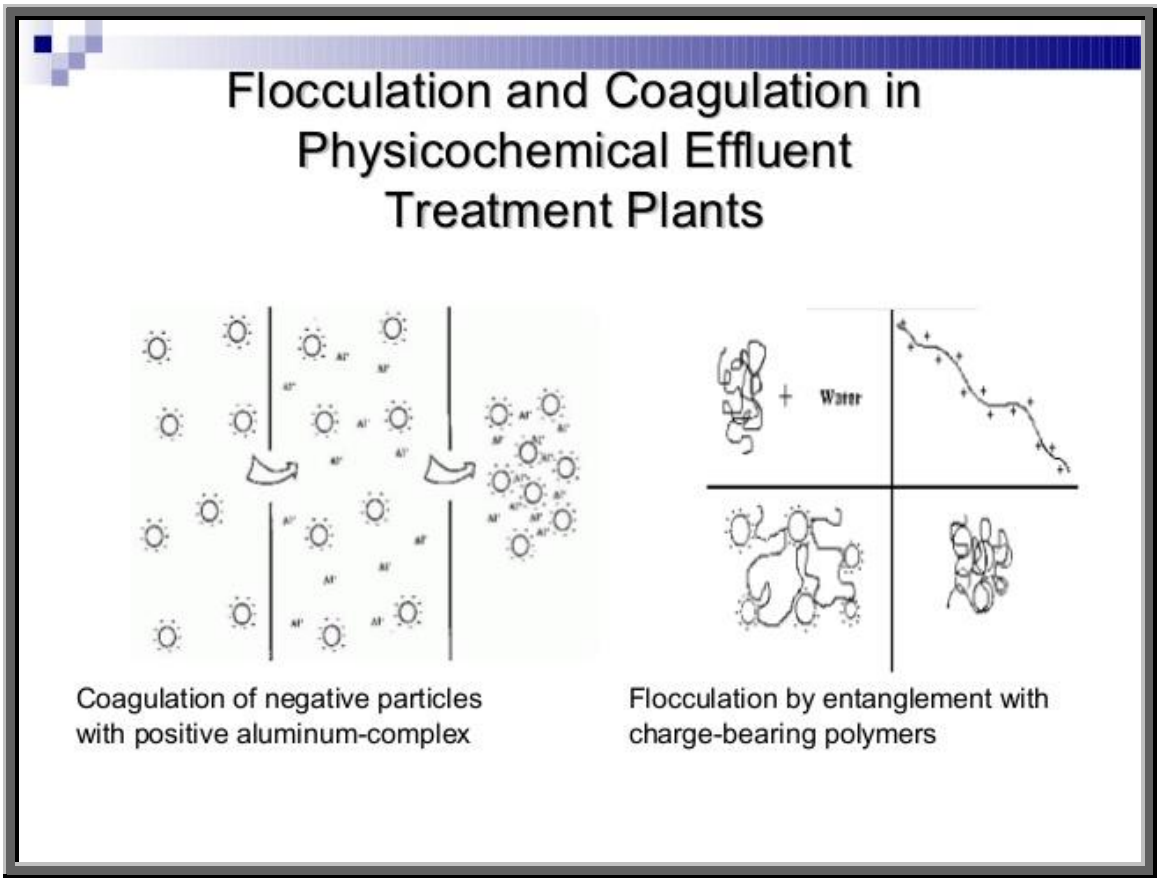


شكل (2) استخدام مخثر البولي الكترولايت في إزالة المواد المعلقة و الصمغية


Definitions
flocculants
stable
destabilised
aggregated
collisions
coagulants
Rapid mix
Static Mixing
Flocculation
<1 secs
3 – 40 mins
United Utilities


coagulant added
coagulant forms precipitate, trapping impurities
precipitate and trapped impurities settle to bottom
impurities


Coagulation and Flocculation
Initial adsorption at the optimium polymer dosage
Polymer
Particle
Destabilized particle
Floc formation
(flocculation)
Destabilized particles
Floc fragment
FLOC FORMATION



ملاحظات:

1- بعض المصادر العلمية للأسف لا تفرق بين ال coagulation وال Flocculation.

2- أحياناً بعد الFlocculation يمكن استخدام عملية عكس عملية الترسيب وهى عملية الطفو flotation أوالتعويم بالهواء حيث نسمح للمواد المُجمعة بالطفوعلى سطح الماء عن طريق ادخال فقاقيع من الهواء ... ومن فوائده التقليل من احتمال الانسداد فى الفلاترالتى تسببها المواد المجمعة ... ويناسب تعويم الهواء بصورة خاصة إزالة الطحالب ومسببات اللون والجزيئات الأخف وزناً والتى تقاوم الترسيب والانفصال عن المياه.... ولكن هذه الطريقة لا تتناسب مع المواد العالقة الكبيرة مثل الطمى والطين والتى لا يسهل طفوها فوق سطح الماء لذا نستخدم عملية الترسيب معها سواء فى تنكات الترسيب أوالترسيب على فلاترالميديا الرملية ...

3- تأخذ عملية الCoagulation ثوانى قليلة أما ال Flocculation فيأخذ من 3- 40 دقيقة فى المتوسط .

4- الجسميات العالقة التى تجمعت بعد إضافة الكوأيجولانت تكون فى حالة عدم استقرار Destabilization لاصطدامها مع بعضها فيأتى الفلوكيولانت ليقوم بتجميع هذه الجسيمات مثل الكيس الذى يحوى الكرات ويقلل حركتها وتصادمها ...

5- إضافة المادة المروقة تساعد على التخلص بنسبة كبيرة من العناصر الثقيلة مثل البورون والكلورايد والكادميوم والرصاص والحديد والمنجنيز والكروم الثلاثى.

6- إضافة المادة المروقة يتم فى مرحلة المعالجة الإبتدائية قبل المرورعلى فلاتر الMMF أو الفلاترالرملية ...وعندما تُضاف المادة المروقة فتتجمع المواد العالقة مع بعضها فيزيد حجمها فى هذه المرحلة ثم تمررعلى الفلاتر فتحجزها ... كما أنه يُمكن حقن الكوأجيولانت فى الخطوط

– أى Online – وفى هذه الحالة يجب اختيار نوع معين سريع ويقوم بوظيفته بسرعة لأن الوقت ليس فى صالحه!

7- وجد أيضاً أن عملية الترويق تزيل البكيريا والفيروسات بكفاءة تصل من 90 – 99% ، ولكن يجب الأخذ فى الإعتبار أن الميكروب المترسب لم يتم القضاء عليه لذلك تعتبرالمواد المترسبة (الحمأة) (أوال Sludge) خطرة صحياً إلى درجة كبيرة قد تسبب الحالات الوبائية وتحتاج معالجة من نوع خاص (فى مجال معالجة الصرف ...وياريت الإخوة الزملاء المتخصصين يلقوا الضوء على هذه المعالجة فى هذا البوست) ...

8- ينصح الخبراء بإضافة كواجيولانت فى مكان بعيد عن الوحدة أو فى تنك حتى يزيد وقت المكث فى المياه retention time ويقوم بدوره على أكمل وجه ...

9- يمكن استخدام طريقة الCoagulation أوflocculation منفردين ولكن من الشرح السابق نستنتج أن الدمج بين العمليتين بالتأكيد يعطى نتائج أفضل وأسرع (كما نقول ... زيادة الخير خيرين!) (ومثال على ذلك: استخدام كلوريد الحديديك (كوأجيولانت) مع بوليمر(فلوكيولانت).

10- كلما ازدادت عدد الشحنات الموجبة على الكوأجيولانت زادت فعاليته وقابليته فى جذب المزيد من الجسميات العالقة السالبة الشحنة أو ما نسميه "Relative coagulation power" فمثلاً الحديد الثلاثى التكافؤ والألمونيوم الثلاثى (Fe^{3+},Al^{3+}) أقوى من الأيونات أحادية التكافؤ (مثل الصوديوم Na^{+}) بحوالى 700- 1000 مرة، وأقوى من الأيونات الثنائية (مثل الكالسيومCa^{2+}) بحوالى 50- 60 مرة كما تقول المراجع العلمية ...

11- فى حالة ما إذا كانت مياه التغذية ساخنة يتم الإمرارعلى برج تبريد بعد خطوة المروقات وقبل الإمرار على الفلاتر) ... وهذا يتم عادة مع مياه الآبار العميقة ... ربما نفرد له كورس آخر فى معالجة مياه الآبار ومياه التبريد وأبراج التبريد ...

12- يتم استقبال المياه القادمة من المأخذ وتسحب بطلمبات رفع إلى وحدات التصفية ... ويستعمل محلول الشبة مثلاً فيخلط مع المياه العكرة ويكون الخلط إما فى حوض مجهز بقلاب ميكانيكى أويُحقن بمحلول الشبة قبل دخوله إلى أحواض الترسيب فى مواسير طرد In-line.

انظر إلى هذه الفيديوهات التى توضح عملية الترويق:

https://www.youtube.com/watch?v=FA2B_XVMXt4

https://www.youtube.com/watch?v=5uuQ77vAV_U

أنواع المروقات:

1- أملاح الحديد مثل:كلوريد الحديديك ($FeCl_3$) أوكبريتات الحديديك $Fe_2(SO_4)_3$ أوكبريتات الحديدوز مع الجير المطفئ($FeSO_4 + Ca(OH)_2$) ...

2- أملاح الألمونيوم مثل الشبه (Alum) وهى كبريتات الألمونيوم $Al_2(SO_4)_3.nH_2O$ وتكون على هيئة صلبة أو سائلة ... أوالبولى كلوريد الألمونيوم Polyaluminium chloride (PAC) ($Al(OH)_x.(Cl)_y$).

3- البوليمرات العضوية Organic polymer.

مناقشة عمل المروبات (الكوأجيولانت):

أملاح الألومنيوم والحديد فى المياه مع البيكربونات أوالماء تعطى هيدروكسيد الألمونيوم أوهيدروكسيد الحديديك وهى عبارة عن كتل جيلاتينية تحيط بها المواد العالقة وتهبط تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلى القاع ... وإليك التفاعلات:

$FeCl_3 + 3HCO_3$ (at pH 5.5-6.5) $\rightarrow Fe(OH)_3 + 3CO_2 + 3Cl^-$

$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$ (at pH 5.5-6.5) $\rightarrow 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4$

$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$ (at pH 5-7) $\rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4$

ونستنتج من هذه التفاعلات أن الpH تقل نتيجة تكون حمض الكبريتيك أوحمض الهيدروكلوريك ... لذا يُنصح بإضافة مادة قلوية كى تعادل الpH وتضبطه من 6 – 8 مثل بيكربونات الصوديوم أو الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) أو كربونات الكالسيوم (فالشبة تعمل عند pH=7-6 وتكون هيدروكسيد الألمونيوم كما سبق وأن ذكرنا)...

$6NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 3Na_2SO_4 + 6H_2O + 6CO_2$

النوع الأول من أملاح الحديد لا يفضل بسبب تلويثه لمياه الشرب ... كما أن كلوريد الحديديك لا يذوب بسهولة ويترسب على الفلترالرملى ... كما أنه ضار بالأغشية ... إضافة إلى أنه يخرج أحياناً من الأغشية ويظهر فى المياه المنتجة ...

الشبة تعطى نتائج أفضل من كلوريد الحديديك ولكن النوعان يحدثان اتساخ كبيرعلى الأغشية بأكاسيد هذه المعادن (Metal oxide fouling) ... ويحدث انسداد سريع جداً فى الأغشية وارتفاع فى الضغوط ... لذاعملياً لا يفضل هذان النوعان ... بل نلجأ إلى الكوأجيولانت البوليمر العضوى ...

والبوليمر العضوى عادة ما يكون بولى إليكترولايت Poly-electrolyte حيث سلسلة الكربون الطويلة Long chain carbon مثل البولى أكريملايد Polyacrylamide يذوب فى الماء ويحمل مجموعات نشطة active group مثل الأمينات أو الكبريتات أو النيتروجين أو السيليكا النشطة أو طمى البانتونايت ... وتعدد الشحنات الموجبة عليه يجذب الجسيمات العالقة السالبة الشحنة كما قلنا ...

توجد أنواع كثيرة من المروقات تحمل أسماء تجارية مثل (Nalco 8103) ... والمهم هنا أننا عرفنا فكرة العمل ...

ويجب عند اختيار البوليمر أن يكون متوافق compatible مع مادة الغشاء وأيضاً مع الأنتسكيلنت أو مانع الترسيب وإلا فالعاقبة غير محمودة – انظر المداخلات بعد البوست القادم).

وأما تحديد جرعة المروق فيأتى بناء على التحاليل المعملية وبتوصية من الشركة المنتجة للمادة المروقة حيث تحدد النوع والكمية المطلوبة ...

حدود إضافة جرعة الشبة على سبيل المثال تكون ما بين 15 – 40 جزء فى المليون ويجب أن يكون يتبقى جزء من المروق فى الماء بعد عملية الترويق بحوالى 0.1 جزء فى المليون حتى نضمن عدم وجود مواد عالقة ... يشبه ذلك تواجد الكلورين المتبقى فى المياه بعد عملية الكلورة لضمان التعقيم التام ...

أما معملياً ... فخبراء المياه يقومون بعمل تجربة معملية هى اختبار الكؤوس Jar test حيث تجرى من خلاله اختبارات لمعرفة نوع المروق المناسب والجرعة المناسبة (كم ملجم/ لتر) والبوست التالى سوف يتم شرح مبسط للإختبار فتابعونا ....

الفيديو التالى مفيد جداً ... يتحدث فيه عن الكوأجيولانت والفلوكيولانت والتأثير على الpH وانخفاضها نظراً لسحب الأيونات المسببة للقلوية:

https://www.youtube.com/watch?v=yKg-iFnQ7Ec

من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

تصميم تنك الCoagulation:

يُعد الوقت الأفضل لعملية الترسيب Retention time هو من 20- 40 دقيقة ... كما يجب أن لا تزيد سرعة سريان مياه التغذية عن 30 قدم/ساعة حتى تتم عملية الترسيب بكفاءة.

ولحساب الحجم المطلوب لتنك الترسيب نرجع إلى المعادلة التالية:

Volume of coagulation tank (V) =

= flow rate (Q) x retention time t (hr)

بفرض أن معدل السريان 60 متر مكعب/ساعة ، وأن الRetention time 30 دقيقة:

$$V = 60 \times (30/60) = 30\ m^3$$

يعنى نحتاج إلى حجم التنك أن يكون فى حدود 30 متر مكعب (نلاحظ أننا قسمنا الt على 60 لتحويلها بالساعات).

ويجب أن يحتوى الخزان على حواجز وممرات ...ومن فوائد ذلك :تقليل سرعة المياه الداخلة إلى الخزان ... مما يسهل عملية فصل الجزيئات الثقيلة.

يجب استخدام تنك الCoagulation إذا كانت نسبة العكارة مرتفعة (NTU > , SDI > 5).

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
13
النقاش
الثالث
عشر
تجربة
الكؤوس
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثالث عشر

تجربة الكؤوس Jar test

نذكر الجميع بأننا فى بداية رحلتنا مع الأسموز العكسي أوالتناضح العكسي تحدثنا عن بعض المفاهيم فى علوم المياه ومعالجتها كالSDI والORP والLSI ... وتعرفنا على مكونات مياه التغذية وأهمية عمل تحليل كامل لها كى نستطيع تصميم المعالجة الأولية تبعاً للمعطيات ... ثم ذكرنا جزء من الفلاتر الأولية والشبكات التى تحجز المواد العالقة الكبيرة ... وفى البوست السابق دخلنا فى قصة المروقات والكوأجيولانت والفلوكيولانت ثم ذكرنا فى عبارة خاطفة عن اختبار الكؤوس وهو قصتنا فى هذا البوست ... ويتبقى تعقيم المياه باستخدام الكلور وغيره لمياه التغذية قبل أن ندخل على أنواع الفلاتر المختلفة ...
وقتاً سعيداً مع تجربة الكؤوس ...

الهدف من اختبار الكؤوس:

معرفة أفضل ظروف لترسيب المواد العالقة فى المياه عن طريق محاكاة Simulation لعملية الcoagulation أوالflocculation فى وحدة المعالجة ...
هذه الظروف تتضمن أفضل نوع من الكوأجيولانت أوالفلوكيولانت وأفضل تركيز وجرعة منهما (أوالمزج بين الإثنين وبأفضل نسبة) وأفضل درجة حرارة وأفضل pH وأفضل قلوية Alkalinity وأفضل سرعة بالقلاب (الميكسر) Mixer لعمل التقليب stirring والذى يُقاس بعدد اللفات فى الدقيقة (rpm) (Round per minute).

فكرة التجربة:

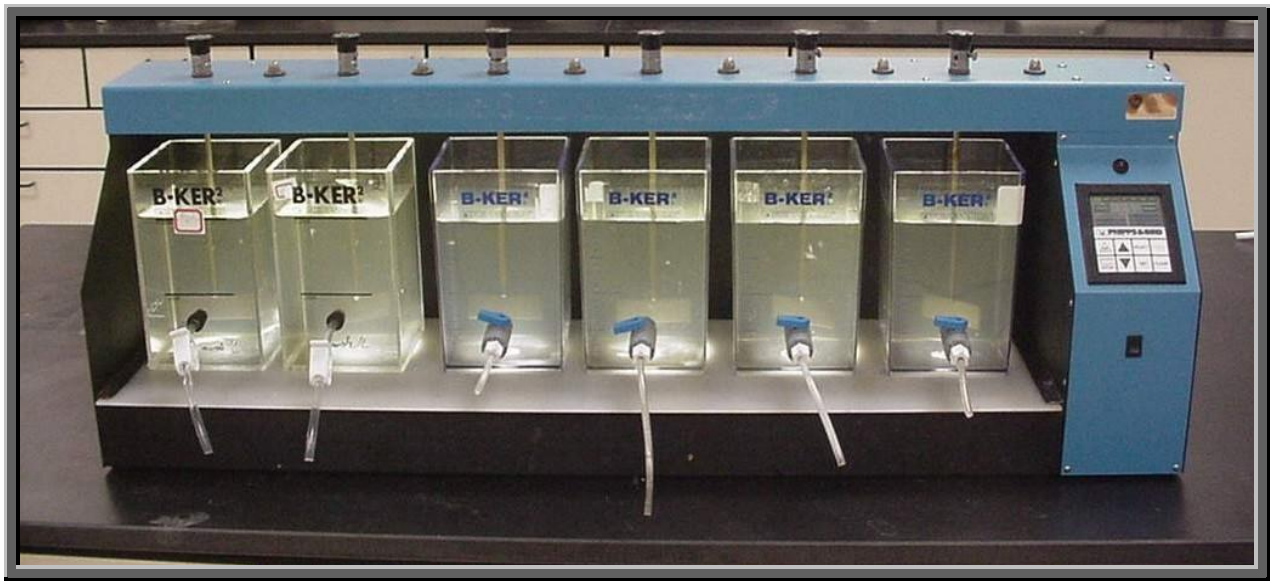
يتم استخدام عدة كؤوس بالمعمل نملأها بمياه التغذية ونضيف على كل كأس جرعات مختلفة ومتدرجة من المروق أونثبت الكوأجيولانت ونضيف جرعات مختلفة من الفلوكيولانت ... أو نثبت الجرعة ونغير من أى بارامتر آخر مثل الpH أو القلوية أو درجة الحرارة أوسرعة القلاب ... إلخ ، إما أن نحاكى ظروف وحدة المعالجة نفسها أو ننظر أى الظروف هى الظروف المُثلى ثم نصمم ظروف الوحدة بناء على هذه الإستنتاجات ... فى النهاية ... نخرج بأفضل الظروف التى تعطينا عكارة معينة (3 - 5 NTU مثلاً).

الخطوات:

انظر الفيديوهات أولاً:

https://www.youtube.com/watch?v=-lEssfS0lZA
https://www.youtube.com/watch?v=OWvM33L0-j4

وهذه صور للإختبار:



1- نحضرفى المتوسط 4 - 6 كؤوس أوjars أو مخبارات مدرج Measuring cylinders أو Bottles بأحجام وأشكال ثابتة حجمها 1000 أو 500 مل.

2- يتم إجراء عدة إختبارات على المياه محل الدراسة مثل درجة الحرارة والpH والقلوية والعكارة والكلورين ... إلخ.

3- نضع 1000 مل أو 500 مل من المياه فى كل كأس مع تشغيل قلاب (Stirrer) فى المحاليل.

4- تحضير محلول المروق (الكوأجيولانت) stock solution وليكن الشبة (Alum) بنسبة 1%.

5- يتم تشغيل القلاب أولاً بسرعة معينة (180 لفة فى الدقيقة) بعد إضافة جرعات الكلور المبدأى السابق تحديده فى تجربة نقطة الإنكسار Breaking point لمدة دقيقتين (والتى سيتم شرحها فى البوست التالى) .

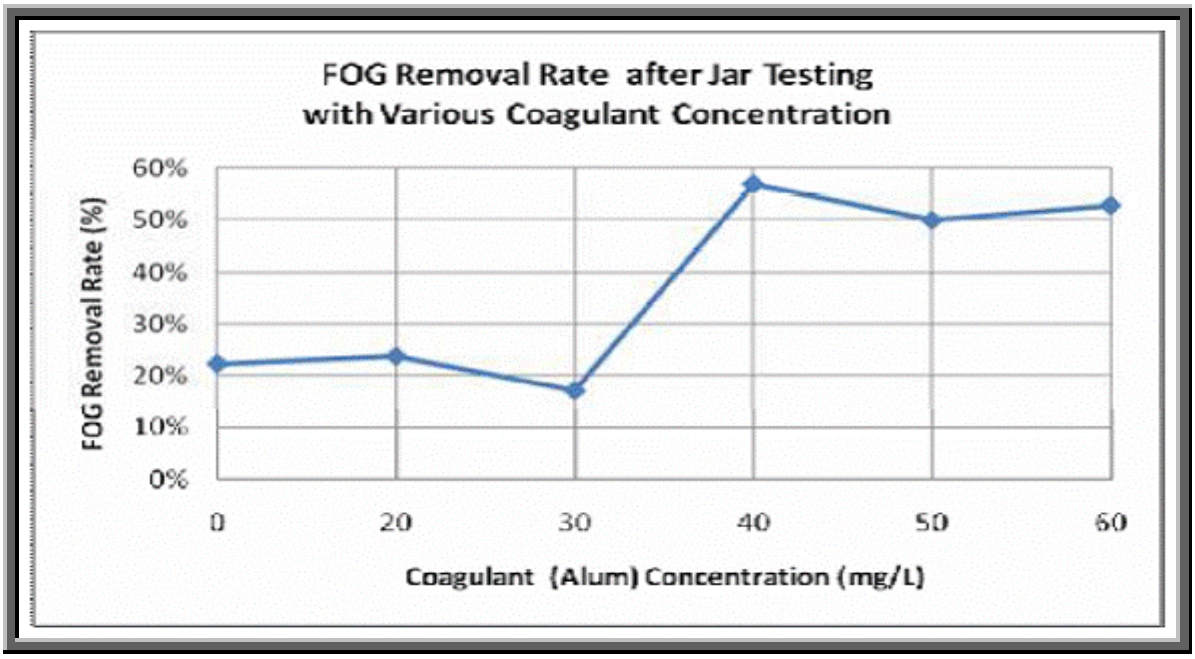
5- نضيف المروق على كل كأس بجرعات مختلفة متدرجة مثل 5 مجم/لتر، 10 مجم/لتر، 15 مجم/لتر، 20 مجم/لتر، 25 مجم/لتر، 30 مجم/لتر ... إلخ ... وعمل تقليب للمحاليل السابقة

بسرعة وزمن يُحاكى ما يحدث فى وحدة المعالجة ... فمثلاً لو كنا نقوم بعمل تقليب فى الوحدة بعد إضافة المروق مدة 35 دقيقة ونسمح بالترسيب لمدة ساعة ونصف قبل المرورعلى الفلاتر الرملية وبسرعة تقليب كذا rpm ... نفعل نفس الشىء فى التجربة بالتحكم فى الزمن وسرعة القلاب.

مداخلة الدكتورمحمد شلتوت:

ملحوظة صغيرة فى تجربه الكئوس زمن التقليب بطئ أوسريع يعتمد على gradiant velocity ويطلق عليها الG value وهى تعتمد على نوع القلاب الذى يُركب فى المحطة.

6- فى النهاية ننظر أى وعاء أعطى مياه أكثر نقاء وأقل عكارة وأعلى نسبة كلورين متبقى وأكبرراسب أوfloc وذلك عن طريق قياس نسبة الرواسب لحجم الكأس بجانب التحاليل الأخرى مثل الpH والتوصيلية والألمونيوم المتبقى (فى حالة الشبة) والكبريتات ... إلخ
والنتيجة المُرضية هى التى يتم اعتمادها ...
من الممكن من التجارب السابقة أن نرسم علاقة بين العكارة والجرعات ونحدد أفضل جرعة من المنحنى ونسميه منحنى الأداء ... انظر فى الصورة القادمة تجد أفضل تركيز عند40 جزء فى المليون حيث تكون الزيادة بعدها لا تؤثر إلا تأثيراً ضعيفاً جداً ...



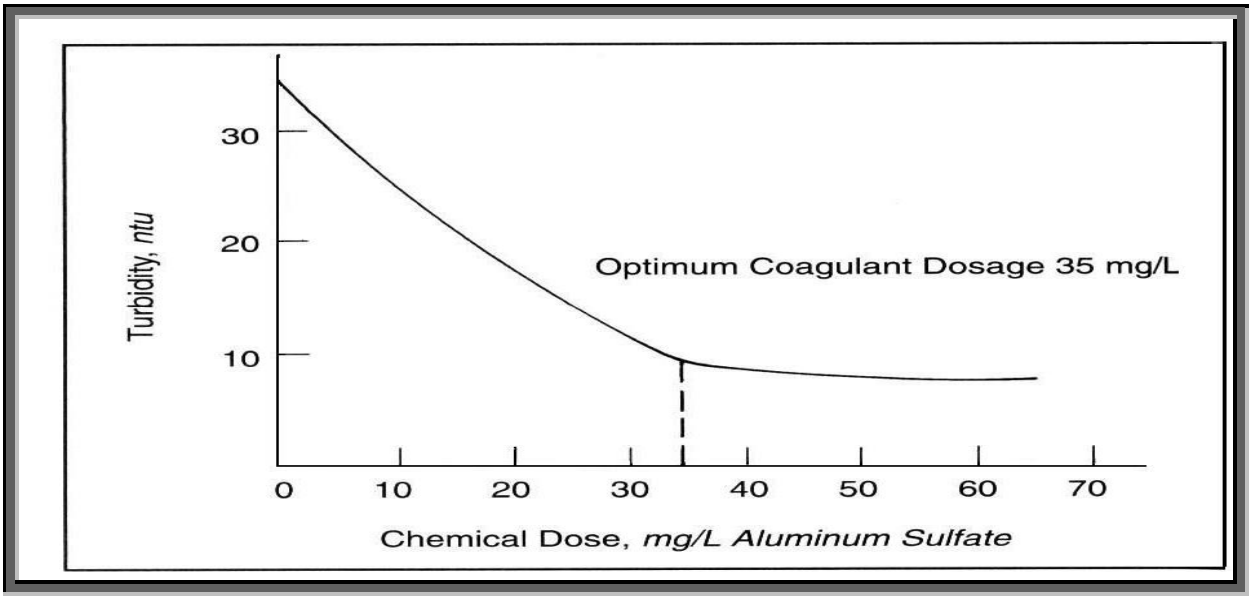
إذا لم نحصل على نتيجة جيدة نعيد الإختبارونغيرمن الجرعات أو فى أى بارامتر آخر بما فيه نوع المروق أو تغيير الpH بإضافة حمض الكبريتيك أوالصودا الكاوية ... ولا شك أن ذلك يعتمد على خبرة المهندس وممارسته المستمرة لهذه التجربة ...

متي يتم عمل اختبار الكؤوس؟؟

يتم إجراء هذا الإختبار كل شهر ... أسبوع ... يوم ... تبعاً لعدة عوامل كالتغير فى طبيعة المياه ... فمياه البحرالشاطئية كثيراً ما قد تتغيركل ساعة وتتغيرمعها العكارة والSDI ... كذلك فى حالة تغيير طلمبة الحقن أوتغييرالقلاب وبالتأكيد عند تغييرالمادة المروقة ...

ما هى أهم مميزات تجربة الكؤوس؟

أهم ميزة لهذه التجربة هو توفير المال ... فعن طريقها نتجنب إضافة جرعات زائدة Overdosing تكلف مادياً بدون أى فائدة ... والتى قد تؤدى أيضاً إلى التأثير على جودة المياه المنتجة ... وإليك مثال واضح من تجربة الكؤوس على عينة مياه ... حيث يوضح الشكل البيانى العلاقة بين الجرعة ودرجة العكارة كنتيجة اختبارعلي عينة مياه باستخدام مروب بتركيزات مختلفة... ومن الشكل نلاحظ أن الجرعات فوق 35 جم / م^3 تعطي تحسن طفيف في درجات العكارة لا تتناسب وكميات المروب المستهلكة من الناحية الاقتصادية .
لذا فان الجرعة 35 جم /م^3 هي الجرعة المثالية فى مثل هذه الحالة.



من فضل حضراتكم ... نريد تحديد أفضل pH وأفضل جرعة للشبة لعينة العكارة فيها كانت 15 NTU من خلال تجربة الكؤوس:

Jar test I

	1	2	3	4	5	6
PH	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
Alum dose (mg/l)	10	10	10	10	10	10
Settled turbidity (TU)	11	7	5.5	5.7	8	13

Jar test II

	1	2	3	4	5	6
PH	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Alum dose (mg/l)	5	7	10	12	15	20
Settled turbidity (TU)	14	9.5	5	4.5	6	13

الحل بالمقلوب:

pH 7.5 and Alum dose 5

المشاركات على النقاش الثانى عشر والثالث عشر:
إضافة المروقات وتجربة الكؤوس

سؤال: جهد مشكوريا باشمهندس ... ولكن هذه التجربة تتم في معالجة المياه السطحية لتنقية مياه لأغراض الشرب ... ولكن هل تقام هذه التجربه في حالة تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي في المعالجة الأولية قبل مراحل التحلية باستخدام الشبه ؟؟؟؟؟

الجواب: أحيانا مياه البحرالشاطئية تصل الSDI لها نسبة عالية بسبب هيجان البحر فنحتاج فعلاً لمروق ... وقتها لا يمكن الاعتماد فقط على الفلاتر ...واختيار المروق يعتمد على الخبرة أونتائج تجربة الكؤوس ... وطبعاً فى هذا الكورس نتعامل مع أسوأ حالات المياه حتى يتم تغطية كل المواضيع...

مشاركة المهندس محمد على:

فى تجربة الكؤوس يتم اضافة الكميات ودرجة التقليب بطريقة المحاولة و الخطأ try and error حتى الوصول للكمية المثالية والنوع المثالى.

سؤال: ماذا يعني توافق البوليمر مع الأنتيسكيلنت؟

الجواب: الرد بأن هناك أنواع من الكوأجيولانت الموجب (أو الكاتيونى) يُضاف إلى ماء البحر فى الوحدات الأولية قبل التناضح العكسى تتفاعل مع الأنتى سكيل الذى يُضاف بعد الفلاتر الرملية ويكون فاولينج على الأغشية ... وأوضح مثال له هو الأنتيسكيل من نوع Flocon 260 ... والبديل له والمتوافق مع الكوأجيولانت الكاتيونى هو الFlocon 40 ولكن يجب قبل استخدامه الرجوع إلى تحاليل المياه الكاملة لمياه التغذية لأن الFlocon 40 ليس له تأثير قوى فى منع تكون قشور السلفايد Sulfide ..... ممنون جداً لتفاعل الأصدقاء ...

ومن محاضرات المهندس محمد موسي بشأن هذا الموضوع:

بعض الأحيان يحدث تفاعل بين الكوأجيولانت والأنتسكيل منتجاً مادة هلامية شبيهة باللبان (العلكة) تسبب مشاكل كبيرة فى الأغشية ... لذلك يجب أن تكون الشركة المنتجة للأنتسكيل هى التى تنصح باستخدام نوع معين من الكوأجيولانت لتفادى تلك المشكلة.

مشاركة المهندس قربابى الجيلانى:

جرعة المروب تعتمد على:
1- نوعية المياه الخام. 2- تركيز المواد الصلبة العالقة.
3- توزيع حجم الجسيمات ومحتوى المادة العضوية. 4- درجة الحرارة وال:pH.
ومن الإضافات الكيماوية لاحظت فى إحدى محطات التناضح العكسي اضافة anti-algae ضد الطحالب يشبه ما يُضاف إلى المسابح (حمامات السباحة) ... ويُضاف بعد مرحلة حوض الإبانة (الترسيب) لأن القنوات والفلاتر كلها في الخارج ومُعرضة للشمس (حرارة) وحوض الإبانة (أوالترسيب) يُضاف له المخثر (الكوأجيولانت) وهو كبريتات الألومنيوم والفلوكيولانت (المُكتل) والكلور .

وعن التساؤل الذى يقول متى نستخدم الكوأجيولانت ومتى نستخدم الفلوكيولانت ومتى نستخدم الإثنان معاً كان رأى الخبراء:

مشاركة الدكتورمحمد شلتوت:

الشبه نفسها بتعمل coagulation وflocculation والإضافات الثانية يُطلق عليها المخثرات المساعدة coagulants aids ... لتحسين كفاءة الترويق والتنديف والترسيب وفى شركات مياه الشرب فى معالجة المياه السطحية نستخدم فقط الشبه ولا نستخدم المخثرات المساعدة لانه غير مصرح بها من وزارة الصحة لأن النواتج المتبقية فى المياه لا نستطيع قياسها ... ولكن فى الRO نظراً لأنه يزيل كل ما هو متبقى وكذلك الأملاح فلا يوجد مشكلة من استخدام المخثرات المساعدة تلك ... وكنا مسبقاً نستخدمه فى بعض محطات المياه وكانت جرعة الشبه تخفض الى الربع.

حوض الشبه المخففة تركيزه لا يقل عن ٢٠ % لكى لا تفقد الشبه قدرتها.

والأصل هوتجميع حبيبات العكارة معاً للحصول على ندفه مستديرة ولها كثافة عالية spherical وdensity high وهذا يتم بواسطة اضافات كيميائية وضبط بعض العوامل الفيزيائية ...

الإضافات الكيميائية مثل الكلورالابتدائى ووظيفته ضبط الpH المثلى لعمل الشبه وإضافة الشبه نفسها والتقليب السريع لخلط مجمل الشبه بمجمل المياه العكرة ليتكون هيدروكسيد الألمونيوم ويلى ذلك التحكم فى العوامل الفيزيائية وهو التقليب البطئ لعمل الندف الدقيقه وباستمرارية التقليب البطئ وتقليل السرعات وزياده التحميل السطحى لتمكين الندف المتكونة من الترسيب قبل دخولها إلى المرشحات ...

وهناك كثير من مساعدات التخثير لجعل الندف كروية و مترابطة و ذات كثافة عالية ومنها العضوى وأبسطها "طمى الكولين" ... ونستخدمها دائما فى حال إذا ما كانت عكارة المياه الخام قليلة حيث تساعد فى تجميع الندف المتباعدة معاً وتحسن الترسيب ...

مشاركة المهندس أحمد عثمان:

الشبة .. تعمل منفردة فقط فى وسط pH 5.5 حتى تعطى أعلى كفاءة ... ويكون محلول الشبة 10% والحقن يكون فى التقليب السريع 30- 120 ثانية والتقليب البطيء من 15- 20 دقيقة والترسيب فى خلال ساعتين ...

مشاركة المهندس كمال النحاس:

بإضافة الشبة للماء العكر وانتشارها فيه بالتقليب السريع تتفاعل مع الأملاح الموجودة (القلوية) ويتكون هيدروكسيد الألومنيوم القابل للترسيب والحامل لشحنات موجبة تعادل إلي حد ما الشحنات السالبة التى تحملها الجسيمات العالقة الغروانية (colloids) ويكون ذلك فى pH من ٦,٥ حتى ٨ تقريباً.

وهذه هي عملية ال coagulation التي يتم خلالها احداث حالة عدم استقرارللجسيمات العالقة لتكون قادرة علي التجمع والترسيب ... تتبع هذه العملية عملية ال flocculation التى يصاحبها تقليب بطيء لنمو الندف وتجمع هيدروكسيد الألومنيوم بالجسيمات العالقة ...

ونحتاج إلي اضافة محسنات أومايسمي coagulants aids عند الحاجة للأغراض التالية: (ضبط ال pH - زيادة العكارة - زيادة القلوية (الأملاح التي تتفاعل مع الشبة لإنتاج هيدروكسيد الألومنيوم)).

مشاركة المهندسة سمية:

1- نعم ممكن الشبه تؤدي الغرضين الترويب (coagulation) والتنديف (flocculation) وذلك في المياه الخاصة بالشرب لأنها آمنة صحياً ... ومثال علي ذلك عند ما زادت العكارة بنسبة عالية في مياه النيل وأصبح لون المياه أصفرغامق ... وكان السبب فى اللون الأصفر سيول محملة برمال ورواسب صخرية (عاصفه رملية) من السودان إلي داخل مصر أثرت علي كل روافد النيل لدرجه أدت الي انقطاع المياه في بعض المحطات... لكن المحطات التي بها امكانيات تم فقط زيادة نسبة الشبه ppm بها وطبعاً بناء علي اختبارالجارمع سرعة سحب الروبة ...

2- أما فيما يتعلق بمياه الصرف وبخاصه الصرف الصناعي فنفضل عمل اثنان من الأحواض أحدهم ترويب والآخرتنديف واختيارالمواد لكلا الحوضين بناءً علي تجربة الجار(Jar test) وهي التي تحدد أي من المواد سواء شبه أوالفريك كلوريد أوالبولي أكرلاميد أفضل استخداماً ... وهناك ملاحظة هامة البولي أكريلاميد منه أنواع تنفجرحبيباته ويتم تفاعله ويعطي نتائج ممتازة في أقل وقت وهناك من يأخد وقتاً ويعمل تكتلات فلابد من عمل اختبار الجار لأن لكل نوع مياه صرف صناعي ظروف خاصة حسب كل صناعة ولما تحتويها الماء من رواسب لمواد كيميائية وغيرها ... إلخ.

ولا يمكن دخول البوليمر في مياه الشرب لأنه غير آمن صحياً ... ونستخدم الشبة فقط ... وفي الظروف العادية نسبه العكارة تصل من 30 إلي 40 NTU ونحقن لها شبه بنسبه 28 جم لكل متر مكعب ... أما في حاله السيول سابقة الذكر فقد وصلت نسبه العكارة إلي 400 NTU فتم حقن 45 جم شبه لكل متر مكعب...

مشاركة المهندس أحمد محمود حسين:

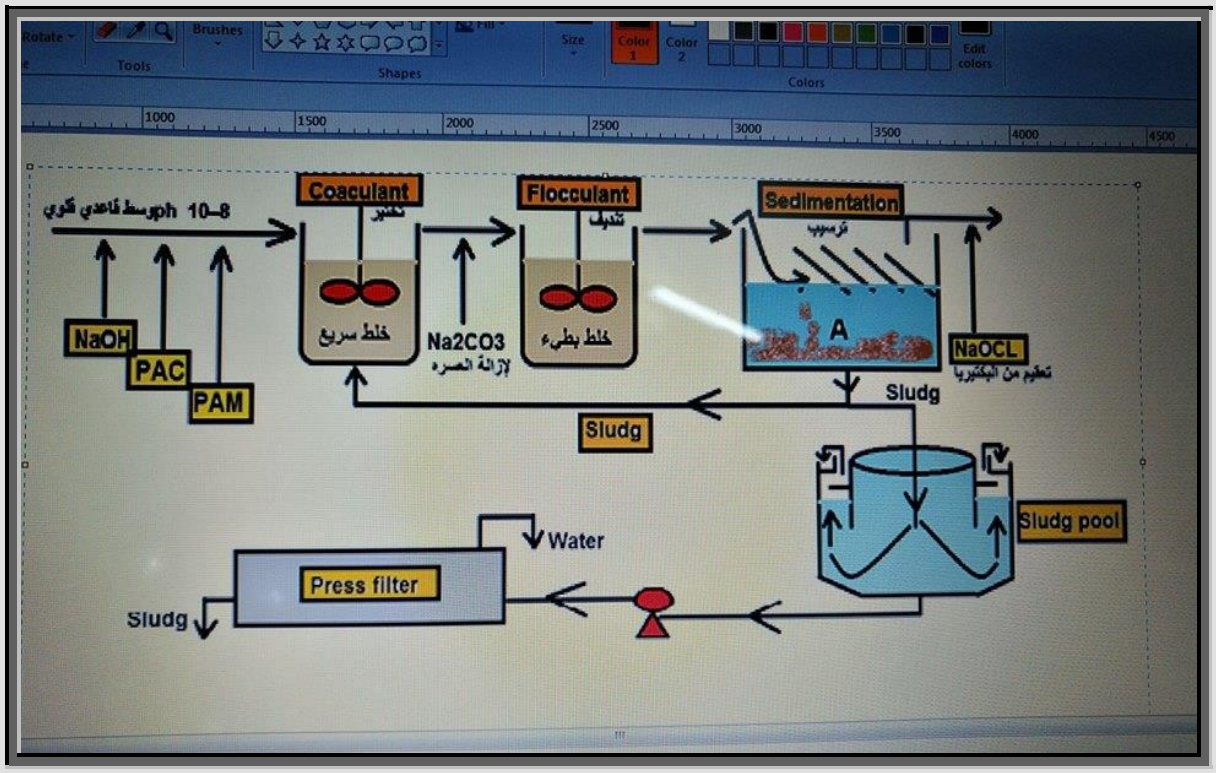
اختبار ال jar test هام جداً فى محطات تنقية مياه النيل لاحتوائها على عكارة متغيرة خلال العام.

مشاركة المهندس عدلى السيد:

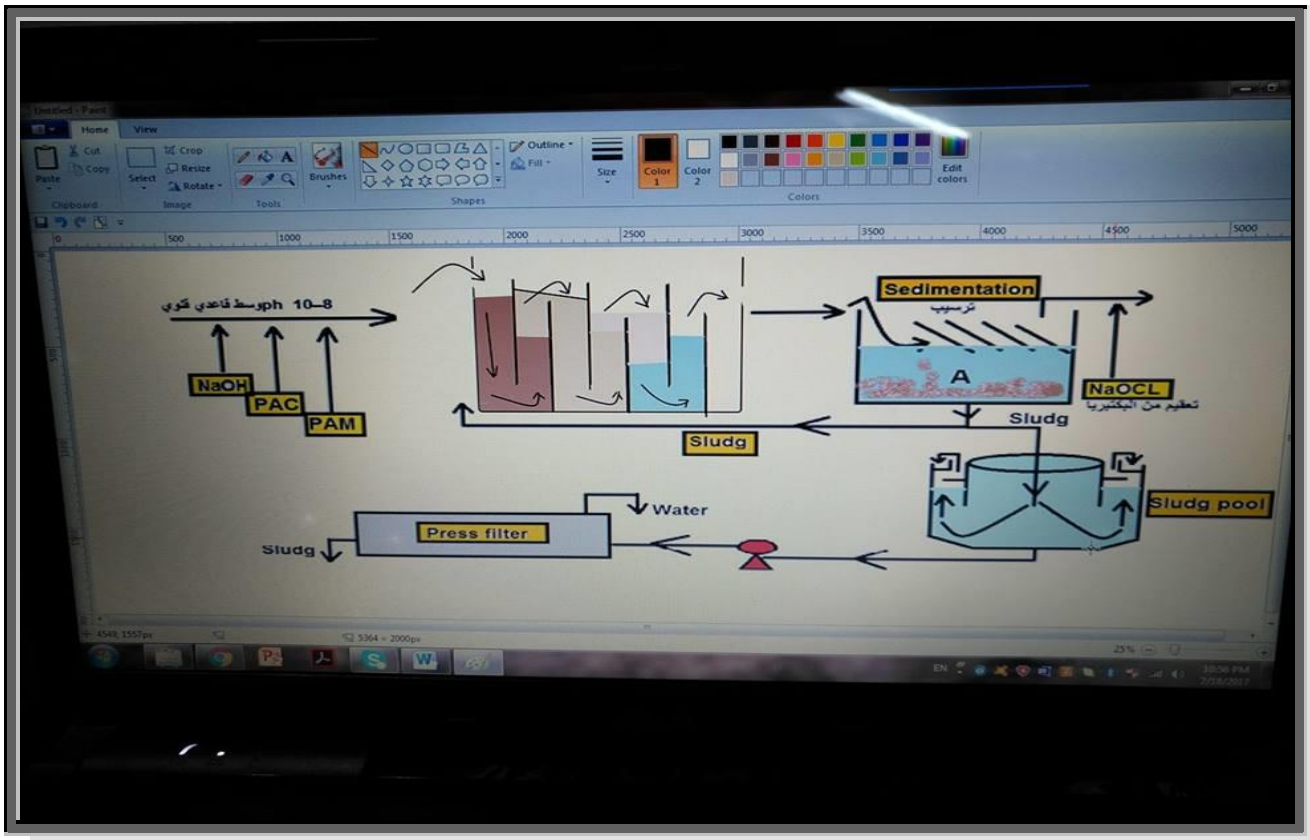
سؤال مهم جداً والاجابة عليه باختصارتبدأ بسؤال آخر ... هو لماذا يتم استخدام تلك المواد؟ أولاً : يختلف اختيار تلك المواد بناءً على المجال المستخدم فيه هل تنقية أم تحلية أم معالجة أم أم ... إلخ ... وبناءً عليه فى حالة التنقية للمياة السطحية يتم استخدام المادة المروبة فقط للوصول إلى الغرض منها وهو التخلص من العكارة فقط وفى حالة قيامها بالغرض المطلوب يتم الاكتفاء بالمروب فقط مع الأخذ فى الاعتبار "جهد زيتا" لتحديد أنسب جرعة مع أنسب جهد وفى حالة معالجة الصرف الصناعى أوماشابهه يتم المعالجة للتخلص من المواد العالقة والمواد الصلبة والأحمال العضوية سواءً الكيماوية أوالبيولوجية ... استخدام المروب متبوعاً بالمندف ويتم اختبارعمل التجارب اللازمة قبل وبعد استخدام المواد للتأكد من مدى فاعليتها والجرعة المطلوبة وبناءً على ماسبق يعتمد اختيارالمروب منفرداً أوملحوقاً بالمندف بناءً على الغرض من المعالجة ويتم تحديد ذلك من خلال التجارب التى تحدد الكفاءة للاستخدام للمروب أم المروب مع المندف ...

مشاركة المهندس رياض عبد الفتاح وخبرته الكبيرة فى معالجة المياه الصناعية واستخدام المروقات وفوائد ال(PAC):

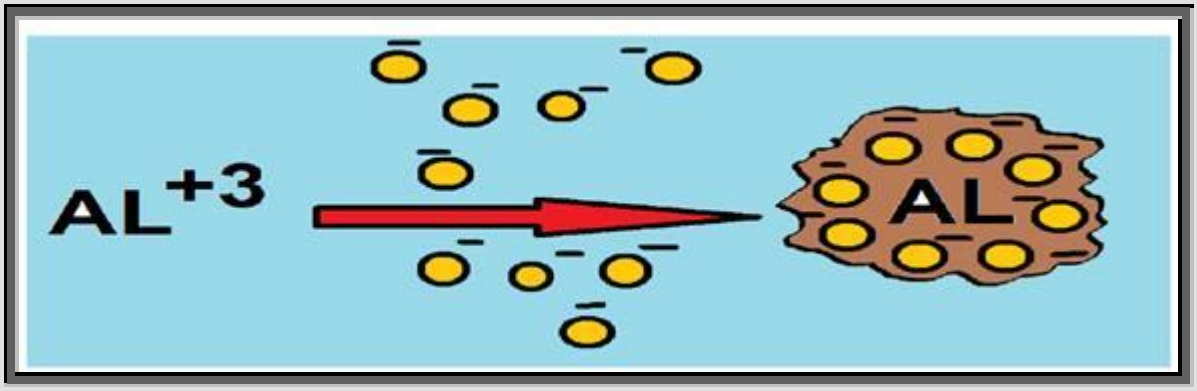
هذه وحدة معالجه waste water tretment لمعالجة المياه الصناعية الناتجة من reject RO و Back wash for sand and GAC filter وRegeneration demi unit يعني كل المياه الناتجة من رجكت الRO ومياه الغسيل العكسي للفلاتر الرملية والكربونية ومياه تنشيط وحدات التبادل الأيوني يتم تجميعها وتوجيهها إلى وحدةال wast water treatment حيث تصل نسبة الأملاح إلى 14000 ppm ونسبة العكارة إلى فوق 20NTU حيث يتم حقن NaOH هيدروكسيد الصوديوم لرفع ال pH بحيث يكون مابين 9.5 إلى 10.5 مع إضافة مادة مخثرة (كوأجيولانت) Poly aluminum chloride (PAC) مع إضافة poly acrylamide (PAM) ويتم خلطها جميعاً في وحدة الكوأجيولانت لتخثيرها حيث الوسط القلوي مهم جداً في عملية فعالية التخثير ثم يتم إضافة الصوديوم كاربونيت لإزالة العسرة ثم تدخل على الخلط البطيء لتكوين الندف الكبيرة (الفلوكيلانت) ... وطبعاً كانت تحدث بعض التعكرات في وحدة الترسيب فتم الإستغناء عن الخلط السريع والخلط البطيء ودمجهم في غرفة واحدة مقسمة لمجموعة من الغرف الصغيرة الطولية بحيث يمر الماء المخلوط بالصوديوم هايدروكساید والمخثر من خلال هذه الغرف من أعلى ثم من أسفل حتى يصل لوحدة الترسيب وأثبتت فعاليتها بحيث كانت مثل الشكل التالي:



فأصبحت عملية التخثير والتنديف في وحدة واحدة حيث تم إزالة الخلاطات وتطبيق نظام الغرف وقد أثبتت كفائتها ...

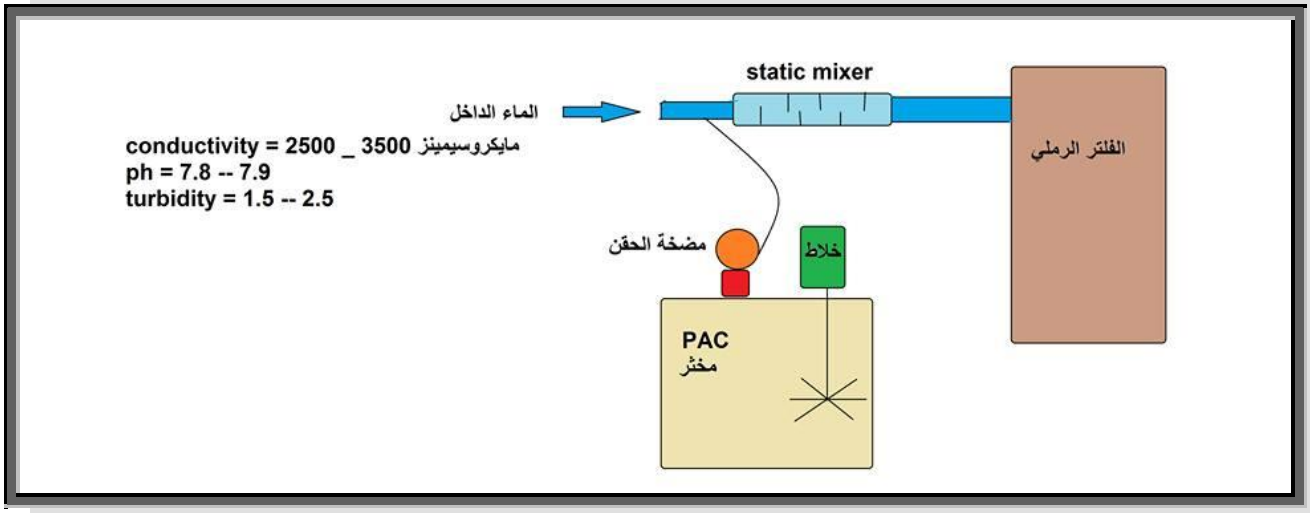


لاحظ الفرق بين الصورتين ... أنه كانت عملية ال coagulation وال flocculation من نظام خلاطات للتحريك ... إلى نظام مرور الماء من خلال غرف أو دهاليز من أعلى وأسفل
طبعا تم إستخدام ال PAC كمخثر(Poly aluminum chloride) (حيث المادة الفعالة هى AL^{+3}) ... والمادة الفعالة تكون مشحونة بشحنة موجبة : تعمل على تجميع الحبيبات الدقيقة السالبة الشحنة ...



ومن مميزات إستخدامه :
1- مجاله واسع لطول سلسلته كبوليمر وسهولة ذوبانه في الماء.
2- فعال على نطاق ودرجة الحموضة أوسع مقارنة مع الشبه حيث نطاق الحموضة (5 ــ 8).
3- ولا يحتوي على كبريتات مثل الشبة التي بعد فترة من المعالجة يمكن تسبب روائح وتآكل .
4- فعاليتها في تكوين الـ Flocs عند درجات الحرارة المنخفضة والعادية أفضل من الشبه
5- اقتصادي سعره (أقل من الشبة).

ويضاف ال PAC كمخثر قبل وحدة الفلاتر في عمليات معالجة أخرى حيث يضاف مباشرة إلى مكسر(أنبوب خلط) يسمى static mixer داخل على الفلتر الرملي حيث تكون نسبة العكاره قبل الفلتر الرملي مابين 1.5 - 2.5 ... وهذه صورة توضح كيف يتم حقن المخثر PAC مع الماء في static mixer على الخط الداخل على الفلتر الرملي حيث نسبة الأملاح مابين 2900 إلى 3000 ppm ... ونسبة العكاره مابين 1.5 إلى 2.5 NTU ... ونلاحظ شيء مهم للغاية وهو تنك المخثر ال PAC يجب أن يكون عليه خلاط (mixer) يعمل بإستمرار ويتوقف دقيقتين بين كل خلط وآخر فضروري أن يبقى بإستمرار تحريك لمادة ال PAC داخل تنك التحضير ...



بالنسبة التساؤل الخاص بالمروق المستخدم فى المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصناعى لشركة بترول ...؟؟ كان رأى الخبراء:

مشاركة المهندس حمدى السيد:

يجب عمل تحليل كامل للمياه حتى تستطيع أن تحدد أيهما أفضل للمعالجة لأن المخلفات يجب تحديده فى المقام الاول.

مشاركة المهندس أحمد حسن أحمد:

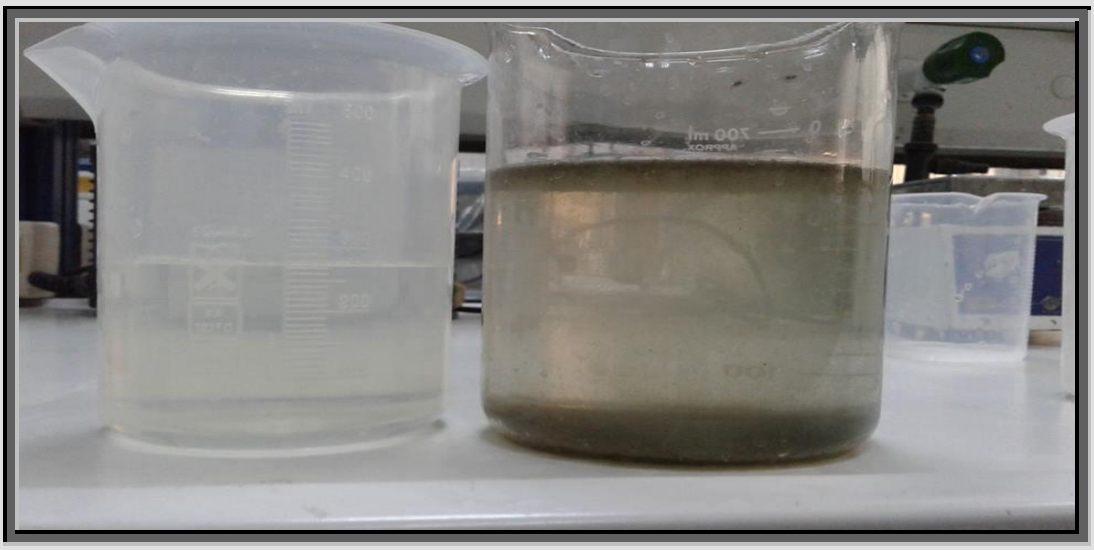
لازم يكون فيه تحليل كامل بالإضافة الي عمل jar test لمعرفة أفضل نوع coagulant.

مشاركة المهندس محمد حسن عبد الباقى:

الcoagulant أنواع من العضوى وغير العضوىOrganic و inorganic ... والأنواع الغيرعضوية الشائعة والأكثر استخداماً فى مصر: الشبة - كلوريد الحديديكferric chloride والأنواع العضوية هى:polyDADMAC - Polyamines.

والcoagulant المستخدم عن تجربة فى مياه صرف شركات البترول هوال polyDADMAC والpolyamin ... لكن نتائج ال polyDADMAC نتائجه أفضل ... وهو عبارة عن cationic polymer ...وهذه المركبات العضوية معدلات استهلاكها أقل بكتير من الشبه وكلوريد الحديديك وليس له أضرارعلى الطلمبات أوالنظام (System) عموماً ... ويعيبها سعرها المرتفع ...

والصورة التالية هى مياه صرف شركة بترول قبل وبعد استخدام ال polyDADMAC:



مشاركة المهندس حسين فوزى:

أنا استخدمت polyacrylamide مع alum وأعطانى نتائج جيدة.

مشاركة المهندس عدلى السيد:

بالتجارب للصرف الصناعى المختلط بالزيوت وخلافة يفضل استخدام الفيرك كلوريد ملحوقاً بالبولى أكريليميد معتمداً على الأس الهيدروجينى.

مشاركة المهندس سيد مصطفى:

الفيرك كلورايد.

مشاركة المهندس أحمد سمير:

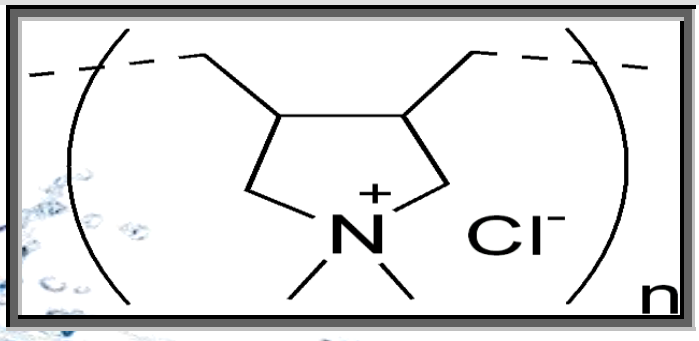
Ferric chloride + polymer polydadmac.

مشاركة المهندس رياض عبد الفتاح:

أثبتت مادة الpoly aluminum chloride (PAC) كفائتها في عملية الترويب حيث في معظم العمليات الصناعية التي شهدتها كان يستخدم ال (PAM) للترويب وكان يستخدم الصوديوم كاربونيت للتعامل مع العسرة حيث هذه المواد كانت تزيد العكورة ... وبقيت الPAC التي أثبتت جدارتها في عمليات الترويق حيث تُضاف إما لتنك الخلط بخلاط أوبواسطة نظام الغرف ثم لوحدة الترسيب أوإضافتها مباشرة على أنبوبة خلط على خط الداخل إلى وحدة الفلاتر.

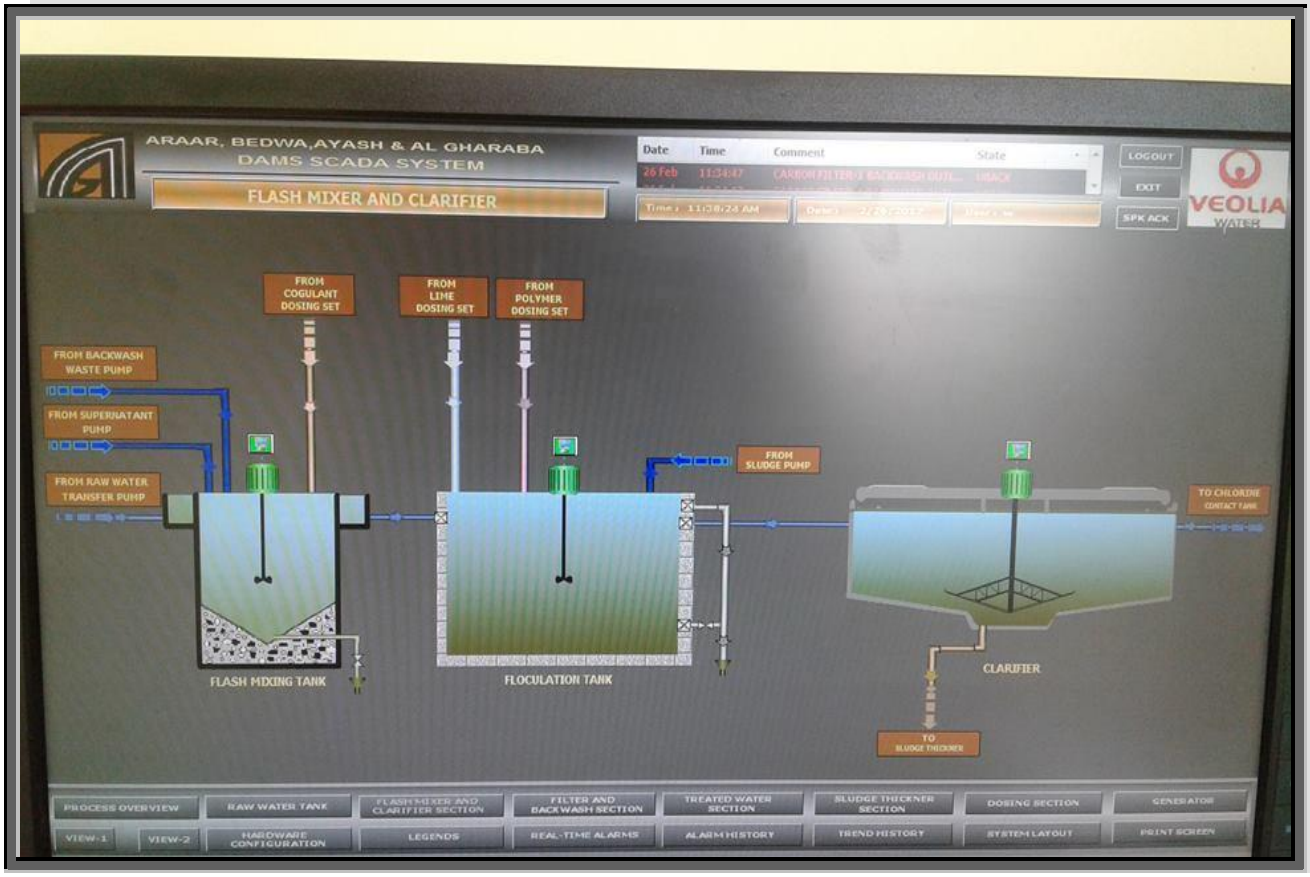
تعليق:

الpolyDADMAC هو اختصار لPolydiallyldimethylammonium chloride ورمزه كالتالى:



مشاركة المهندس معتز Moataz Kasmber:

هذه محطة تنقية مياه سطحية يتم إضافة الكوجولنت والبوليمر والجير المطفئ:



سؤال أحد الزملاء عن استخدام الشبة وظهور الألومنيوم فى مياه البيرمييت لوحدة التناضح العكسي:

فى وحدة التناضح التى أعمل بها استخدم مروق وأضيف شبة وتركيز الألومنيوم بعد المروق 0.025 جزء فى المليون ...ونفس الرقم فى مياه تغذية الRO ... وتركيز الألومنيوم فى الريجيكت 0.018 ... وتركيز الألمونيوم فى المياه المنتجة 0.08 جزء فى المليون ... يعنى نسبته فى المياه المُحلاة أعلى من الريجيكت ...مع أن باقى الأملاح فى الريجيكت مضروبة فى 10 ... هل هذا طبيعى أم لا؟؟

رد المحاضر:

الألمونيوم فعلاً أصغر فى الحجم ...لذا فهو يمر بصورة أكبر من الأيونات الأخرى وقد ذكرنا السبب من قبل (راجع النقاش التاسع فى الرد على الأسئلة) ...
(يتم قياس النسب الصغيرة من الألومنيوم التى تقدر بالppb أو الجزء فى المليون عن طريق جهاز الأتوميك Atomic باستخدام الفرن الجرافيتى Graphite furnace أو بجهاز الICP أو بأجهزة هاك HACH.

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
14
النقاش
الرابع
عشر
تعقيم المياه
واستخدام
الكلور
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الرابع عشر

تعقيم المياه واستخدام الكلور

أيها الأحبة ... هذا البوست من أطول البوستات نظراً لدسامة المادة العلمية من جهة بسبب مشاركة عدة زملاء بخبراتهم الطويلة فى ذلك الموضوع ولأن اختيار نظم التعقيم محل مناقشة بين الكثيرين من جهة أخرى ... ومن جهة ثالثة فإن مستقبل الكلورة أصبح غامضاً فى دول العالم المتقدم!
ونطلب من الخبراء أن يدلوا بدلوهم فى عدة أمورشائكة كى نخرج من هذا البوست بتصورات نهائية نضعها فى ذاكرة الجروب لتكون عوناً للعاملين والأجيال القادمة ...
أيها الزملاء الأعزاء يتم تعقيم المياه بعدة طرق أهمها إضافة بعض الكيماويات مثل الكلوربأنواعه أوالأوزون أواستخدام الأشعة فوق البنفسجية ...
وفى هذه البوست سنركز على إضافة الكلورين إلى مياه التغذية ... وسنتحدث عن أنواعه وكيفية حساب الجرعة المطلوبة من خلال تجربة نقطة الإنكسارأو الBreak point والإجابة على عدة تساؤلات بجانب وضع مشاركات المهندس رياض والمهندس محمد شلتوت والدكتورأبو عزت ...
من الممكن أن يتم إضافة الكلورعلى مرحلة واحدة أومرحلتين ... مرحلة مبدأية ومرحلة لاحقة ... تبعاً لجودة المياه ... فإذا كانت المياه تحتوى على بكتيريا بنسب كبيرة ونسبة من الحديد والمنجنيز والمركبات النيتروجينية (كالأمونيا والنيتريت) وهذه المكونات تستهلك جزءاً كبيراً من الكلور يفقد قوته فى التعقيم (كل جرام أمونيا يأكل حوالى 8.9 جرام كلوركما أشار الدكتور محمد شلتوت على الجروب من قبل) ... فيتم حقن كلورفى مرحلة مبدأية "صادمة" أو "Shock dosage" قبل إضافة المروق لقتل البكتيريا وأكسدة الحديد والمنجنيزوالأمونيا واللون والطعم والرائحة وخفض الpH (اللازم لعمل الكثير من المروقات) ... وقبل الدخول على الفلاتر نضيف كلورمرة أخرى حتى نتأكد من وجود كلورمتبقى فى مراحل المعالجة الأولية ... ثم ننزعه من المياه قبل الدخول على الأغشية ...ثم نعيد إضافته فى المرحلة النهائية بعد خروجه من الأغشية إلى المستهلك ... هذا هو الإطار العام ...وفى الأمور أمور ... والآن أيها الأحبة ندخل فى التفاصيل ... تابعوا التعليقات ... وقتاً طيباً مع علماؤنا ...

1- إضافة غاز الكلورين أو هيبوكلورايت الصوديوم Sodium hypochlorite بغرض التعقيم:

أولا:لماذا نضيف الكلورين أوهيبوكلورايت الصوديوم؟؟

يتم إضافة الكلورين (وهو من مجموعة الBiocides أوالمبيدات البيولوجية) بغرض تعقيم disinfection الFeed water قبل مرحلة الدخول على الفلاتر (مثل إضافته فى خزان مياه التغذية)، كما أننا نضيفه فى المعالجة اللاحقة بعد الخروج من وحدة الRO لتصل المياه معقمة

إلى المستخدم، نصل بذلك إلى ما يسمونه بال**Zero bacteria** ... وهذا هو الأصل ... مع عدة استثناءات سنذكرها فى حينها!

وإضافة الكلور فى المرحلة الإبتدائية هى خطوة مهمة جداً فى منع تكون التلوث البيولوجى أو ما نسميه الإتساخ البيولوجى **biological fouling** على ميديا الفلاترأوالأغشية بعد ذلك، حيث أن هذا الوسط يعتبر ممتازاً لتكاثر هذه الكائنات على هيئة مجتمعات أومستعمرات متكاملة تتكون على هيئة خيطية أو طينية لزجة **slime**،والسر فى أننا نقول أنه وسط ممتازهو أن المواد الغذائية **nutrients** الخاصة بهذه الكائنات تتركز فى هذه المنطقة مع الأملاح الأخرى ... فتشجعها على النمو، وهذا النمو الحيوى بدوره يقلل من كفاءة الأغشية حيث يسبب انسداد فى المسام فلا تستطيع المياه اختراقه إلا بصعوبة وبالتالى يؤدى إلى خفض كمية المياه المُحلاة المنتجة وارتفاع فى ضغط الدخول على الأغشية ويؤدى إلى تلف الأغشية فى النهاية،

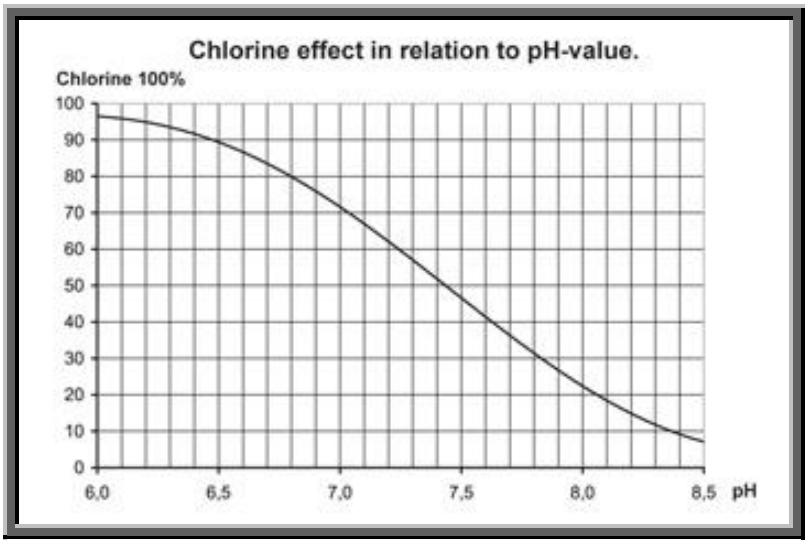
(لذا عند ظهور الإتساخ الحيوى **Biological Biofouling** على فلاتر الميديا الرملية أو على الأغشية فإننا نقول أن هناك خللاً فى الغالب فى عملية التعقيم وفى إضافة الكلورين).

وخطوة الكلورة هامة فى التخلص من الحديد والمنجنيز المتواجدان بنسبة كبيرة كما قُلنا ... فهو يعمل على أكسدة الحديد لمنع ترسبه على الأغشية بجانب منعه من تكون بكتريا الحديد الضارة ...

إضافة الكلور أيضاً يعمل على اختزال الألوان الموجودة فى المياه **(color reduction)** وأكبر مسبب لها تواجد المواد العضوية ... كما يختزل طعم ورائحة المياه ويعمل على أكسدة كبريتيد الهيدروجين ، هذا إلى جانب أكسدة المواد العضوية التى تترسب بعدها على الفلاتر...

تأثير زيادة نسبة الكلور على الـ**pH**:

كلما زاد تركيز الكلور قلت نسبة الـ**pH** والعكس صحيح ... انظر الرسم البيانى:



ما هى صور الكلورين المتاحة؟ وماذا يحدث عند حقنها فى المياه؟ وما هو الوقت الكافى كى تقوم بعملها فى قتل الميكروبات؟ وماهى النسبة المطلوبة من الكلورين المتبقى؟

الكلورالمُضاف له عدة صور ... إما أن يكون غاز الكلورين يتم تعبئته فى أسطوانات ، أويكون على هيئة هيبوكلورايت الصوديوم(NaOCl) **Sodium Hypochlorite** أوهيبوكلورايت

الكالسيوم ($Ca(OCl)_2$) Calcium Hypochlorite أو يكون على هيئة ثانى أوكسيد الكلورين(ClO_2) Chlorine dioxide ويحدث لهذه المركبات تحلل مائى hydrolysis لتتحول إلى حمض الهيبوكلوراس Hypochlorous acid (HOCl) والذى بدوره يتحلل إلى أيون الهيدروجين وأيون الهيبو كلورايت (OCl^-) Hypochlorite ion ... فى تفاعل عكسي ... وحمض الهيبوكلوراس وأيون الهيبوكلورايت هما العملان المؤكسدان فى الماء... وإليك التفاعلات التى تلخص ما ذكرناه:

$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$ (at pH > 3)

$NaOCl + H_2O \rightarrow HOCl + NaOH$

$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow 2HOCl + Ca(OH)_2$

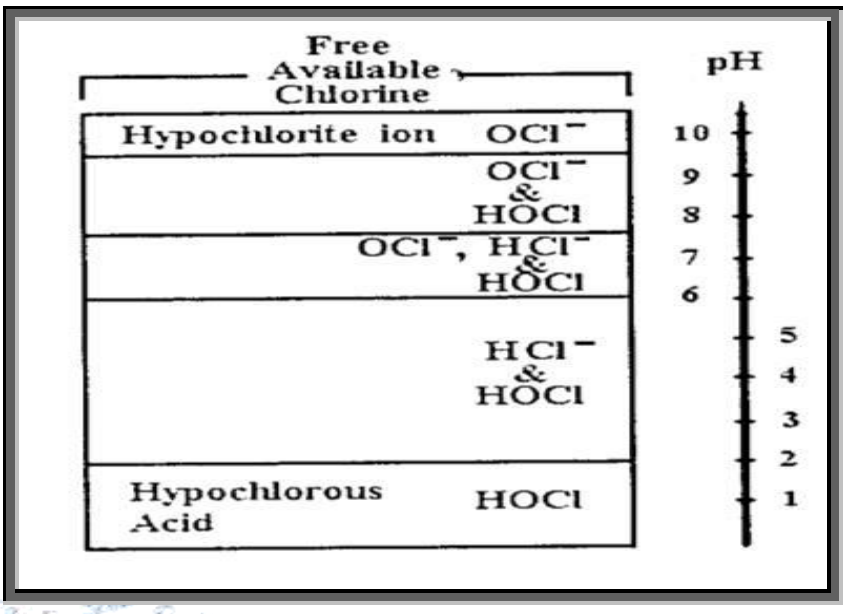
$HOCl \leftrightarrows H^+ + OCl^-$

رأى الخبراء فى استخدام هيبوكلورايت الكالسيوم فى محطات التناضخ العكسى:

بالرغم من كفائته إلا أنه يُنصح بعدم استخدامه خاصة مع ارتفاع نسبة الكالسيوم فى مياه التغذية وذلك للحفاظ على الأغشية من تكون القشور والبديل هوغاز الكلورين أوهيبوكلورات الصوديوم سواء فى المعالجة الإبتدائية أوالنهائية.

وإليك رسم بيانى لأشكال الكلورين فى الماء تبعاً للpH:

ونلحظ زيادة فى أيون الهيبو كلورايت (OCl^-) كلما ارتفعت الpH تجاه الوسط القاعدى ...وزيادة فى حمض الهيبوكلوراس Hypochlorous acid (HOCl) كلما انخفضت الpH تجاه الوسط الحامضى ...وكلا الإثنين هما العاملان المؤكسدان فى المياه ... دورهما الرئيسى قتل البكتيريا بجانب أكسدة الحديد والمنجنيز وكبريتيد الهيدروجين والمواد العضوية ومسببات اللون فى المياه ...



ما يفعله الكلورين هو أكسدة الحديد الثنائى ليتحول إلى هيدروكسيد الحديديك الثلاثى $Fe(OH)_3$ كما يؤكسد المنجنيز إلى ثانى أوكسيد المنجنيز $Mn(OH)_2$ وهذه النواتج قابلة للترسيب على الفلاتر الرملية ... كما يجب إطالة زمن التلامس بين الكلورين والحديد والمنجنيز حتى نتأكد من ترسب هذه الأملاح، وزيادة زمن التلامس يكون بواسطة استخدام تنكات خلط أو مواسير بلاستيك على هيئة coil.

وفى حالة التركيزات العالية من الحديد والمنجنيز لا يُنصح باستخدام الكلور فى الأكسدة لأننا نحتاج إلى pH عالية لاتمام الأكسدة (وسيظهر ذلك جلياً فى حديثنا عن الفلاترالمؤكسدة).

بعض مياه الآبار تحتوى على نسبة حديد أعلى من الطبيعى فتتم المعالجة بوضع المياه فى خزان تهوية أولاً حيث يؤكسد فيها الحديد عن طريق دفع هواء أسفل الخزان بجانب إضافة الكلورين مع الصودا الكاوية.

مثال: لو الحديد 1.8 جزء فى المليون يتم المعالجة بالطريقة السابقة ، فإذا قل مثلاً ل 0.2 جزء فى المليون لا نستخدم الصودا الكاوية.

زمن التفاعل مع خلايا الكائنات الميكروبية:

وتفاعل الكلور مع مكونات الخلية ليس لحظياً ، إنما يأخذ وقتاً نسميه reaction time ، لذا فإننا نحتاج لوقت كافى ليتم التفاعل وهذا الوقت نختصره بالCT أو الContact time أو زمن التلامس ... وعادة ما يتراوح هذا الزمن ما بين 20 – 30 دقيقة حتى يقتل جميع الميكروبات (أو معظمها!).

وفى المعالجة الأولية يجب أن نحافظ على تركيز الكلور المتبقى فيما بين 0.5 – 1.0 على طول الخط بدايةً من المصدر intake أو تنك التخزين الأولى حتى إضافة نازع الكلور كما سيأتى.

تعقيب الدكتور محمود شلتوت:

لتعيين زمن التلامس نضع جداول لكل لنوع من ال microorganisms ودائماً بنشتغل على Gardia و criptosparidia لأنها تحتاج لتركيزات عالية وزمن تلامس كبير ... والCT تعتمد على ال pH ودرجة الحرارة ونوع الميكروب ونوع المعقم.

والعمل مع المعقم يلزم الحرص الشديد خصوصاً لو فيه by products تتكون.

سؤال: هل بالفعل الكلور قادر على قتل كل الميكروبات المسببة للأمراض فى المياه ؟؟؟

الجواب قد يكون صادماً للبعض ... لا يعتقد أحد منا أنه بعد إضافة الكلور فإن كل الميكروبات الضارة فى المياه تموت فى الحال وتصبح المياه آمنة تماماً ... هناك معايير وضوابط وظروف تؤثر على كفاءة تعقيم المياه ...

تأثير الكلورعلى الميكروبات يعتمد على عدة عوامل ... منها درجة الحرارة ودرجة الpH وتركيز الكلور نفسه ... وفترة التلامس Contact time بين الكلور والكائن الحى والعكارة التى دلت الأبحاث على أنها تقلل من كفاءة الكلور فى قتل الجراثيم وأخيراً نوع الكائن الحى نفسه ... وهذا ما سنركز عليه الآن ...

كما قلنا أن هناك بكتيريا وهناك فيروسات وهناك بروتوزوا ...

كل قسم من هذه الأقسام يضم عشرات المئات من الأنواع وكل نوع له مقاومته الخاصة بالكلور، فهناك بعض الكائنات يكفى لقتلها تركيز قليل جداً من الكلور لا يتعدى 0.5 جزء فى المليون

وفترة تلامس لا تتعدى الثوانى المعدودة ... وكائنات أخرى تحتاج لقتلها إلى أكثر من 24 ساعة وتركيز 100 جزء فى المليون!
هذه المعلومات قد تم التوصل إليها بناءً على الدراسات والبحوث العلمية والخبرات العملية ...
إذا أخذنا البكتيريا والفيروسات فنجد أن قتلها فى المُجمل يحتاج لتركيز لا يتعدى ال1 جزء فى المليون من الكلورلمدة أقصاها 20 – 30 دقيقة ... وهذا باستثناءات نادرة جداً ...
ولكن لو دخلنا على البروتوزوا نجد أنها تحتاج ربما ساعات عديدة لقتلها وباستخدام تركيزات مضحكة من الكلورين !! والجدول التالى يعطى أمثلة على ماقلناه:

Pathogen	Species	Chlorine (mg/l)	Contact time (min)	Inactivation
Bacteria	Escherichia coli	0.5	< 0. 5	99.99%
	Salmonella typhi	0.05	20	99.2%
Virus	Hepatitis	0.41	< 1.0	99.99%
	Polio	0.5	12.72	99.99%
Protozoa	Entamoeba histolytica	2.0	10	99%
	Giardia intestinalis	1.5	10	99.9%
	Cryptosporium parvum	80	90	99.9%
	Toxoplasma gondii	100	1440	-

نلاحظ أن آخرنوعين من البروتوزوا له مقاومة عالية جداً ضد الكلورين بالمقارنة بالبكتيريا والفيروسات ...
طيب ما الحل؟؟ الحل ببساطة يكمن فى المعالجة الفيزيائية بالفلترة... حين تعلم أخى الكريم أن الفلتر الميكرونى الدقيق (1 micron) كافى لحجز هذه الكائنات والتى تتراوح ما بين 5- 500 ميكرون ... وإليك أحجام الأنواع السابق ذكرها من البروتزوا:

Protozoa	Size (micron)
Entamoeba histolytica	15 – 60
Giardia intestinalis	8 – 15
Cryptosporium parvum	2 – 6
Toxoplasma gondii	> 10

من المعلومات السابقة يتبين لنا أن الفلاترالرملية تحجز جزء من البروتوزوا وبالباقى يتم حجزه فى الفلاتر الدقيقة التى تصل إلى 1 ميكرون.
وبالنسبة للعكارة ... فإنها تؤثر بالفعل على كفاءة الكلور فى قتل الجراثيم كما دلت الأبحاث ... فالمواد العالقة تعمل كغطاء shield يحمى عدد من البكتيريا والفيروسات والطفيليات مثل الجيارديا والكريبتوسبوروديوم اللذان يسببان مشاكل فى الأمعاء والجهاز الهضمى ... نعم

يحميها من الكلور القاتل ... ولذا ينصح الخبراء والجهات المختصة أن لا تزيد العكارة عن 1NTU بأى حال من الأحوال أو أن يتم اللجوء إلى غلى المياه قبل الشرب.

أسئلة تتبادر إلى الذهن ... لماذا نضيف الكلور قبل الفلاتر والتى بدورها تحجز البكتيريا؟؟ بمعنى ... لماذا نلجأ إلى المعالجة الكيميائية مادامت المعالجة الفيزيائية والميكانيكية بالفلاتر تفى بالغرض؟

الجواب ببساطة ... إضافة الكلور كما ذكرنا ضرورى لحماية ميديا الفلاتر نفسها من تكون ال biological fouling عليها، كما أن الفلاتر تزيل البكتيريا ولكن بنسبة لا تصل إلى 100% إضافةً إلى أنها لا تحجز الفيروسات والريسومات الأدق فى حجمها ... وبالتالى إذا لم نضيف الكلوروأعتمدنا فقط على الفلاترفستمر نسبة من البكتيريا بجانب الفيروسات وتدخل على عشها الجميل وبيتها المفضل وهى الأغشية!

سؤال آخر مشابه يتبادر إلى الذهن أيضاً... قلنا أن أغشية الRO تحجز البكتيريا والفطريات والفيروسات حتى أجسام الكائنات الحية الدقيقة الميتة! لأن حجمها أكبر من ثقوب الأغشية (pores) وتصل قطرها إلى0.0001 ميكرون ... يعنى أن المياه الناتجة من الوحدة تكون خالية من هذه الكائنات... فلماذا نقوم بعملية التعقيم أو الكلورة مرة أخرى فى المرحلة اللاحقة (post treatment) بعد الRO؟؟

والجواب أيضاً ببساطة:

1- نعم ... الماء الخارج من محطات التناضح العكسى خالى من البكتيريا والفيروسات ومسببات الأمراض، لكن يحتاج الماء إلى معقم كالكلورأوالأوزون لتأمين وصوله عبر الشبكات إلى المستخدم أو المنازل خاصة لو كانت تمرعبر مسافات طويلة ومن الجائز حدوث تلوث فى الخطوط أو الخزانات بصورة أو بأخرى.

2- أغشية التناضح العكسي بعد فترة من بداية التشغيل وبسبب وجود ضغط مستمرعليها تتعرض لاتساع فى ثقوبها الصغيرة تسمح بمروربعض الكائنات الدقيقة ... وهذا الأمر يجب وضعه فى الحسبان.

ملاحظات أخرى:

1- تركيز الكلورين الحُر المتبقى يجب أن يكون حوالى 0.8 – 1 جزء فى المليون فى النهاية، ويتم استخدام قلاب (أو خلاط) سريع أو بطىء لعمل خلط جيد بين المياه والكلورين (أو هيبوكلورايت الصوديوم) كما ذكرنا من قبل فى تنك التخزين أو تنك الترسيب.

2- من الممكن إضافة مادة أخرى بدلاً من الكلورين وهى الDBNPA وهى اختصارل...
2, 2 dibromo -3 - nitrilo propioamide
وهو لا يؤثر على الممبرين بمعنى أننا لن نضطر لإزالته قبل دخول المياه على الممبرين ولكن يعيبه ثمنه المرتفع بالنسبة للكلورين.

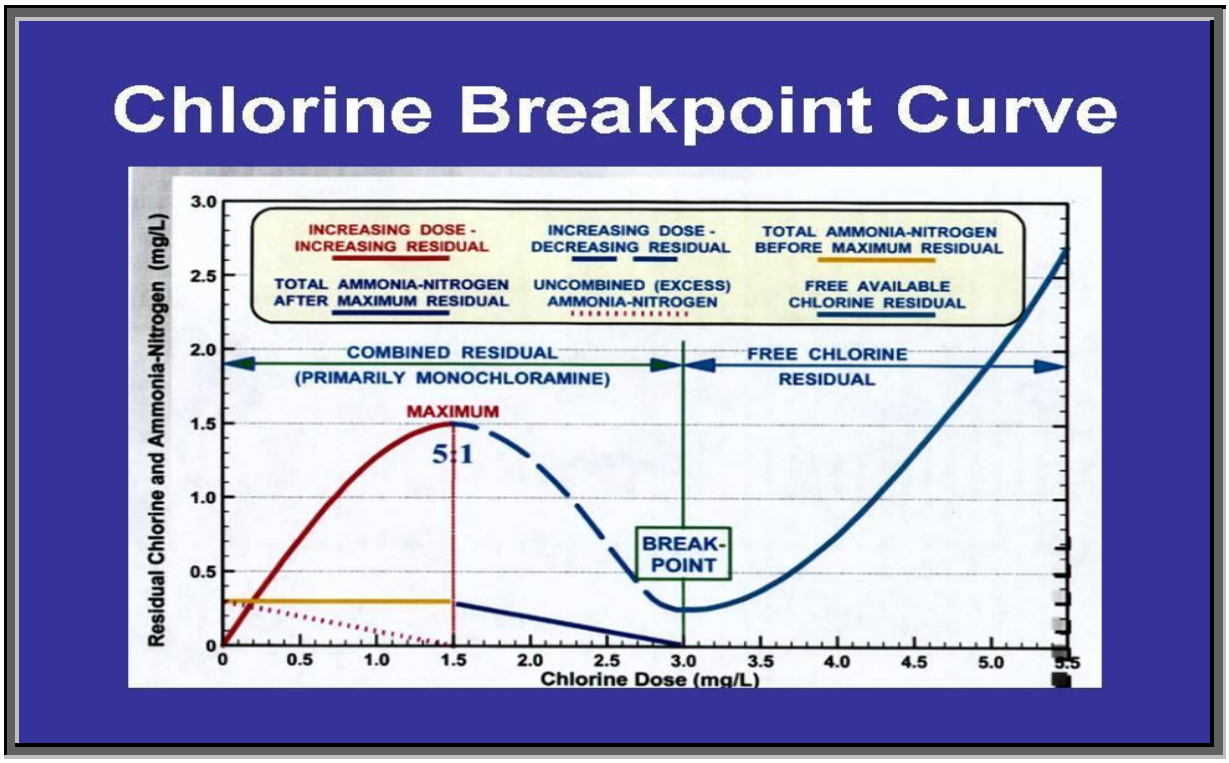
3- تلجأ بعض الوحدات لإضافة كبريتات النحاس (Copper sulphate) بغرض التطهير وبتركيز من 0.1 إلى 0.5 جزء فى المليون ، ويجب الوضع فى الحسبان أن تكون الpH منخفضة لمنع ترسب الCopper hydroxide ... وإن كان هذا الخيار نادر الإستخدام ...

تعقيب الدكتور محمد شلتوت:

كبريتات النحاس للتحكم فى النمو الطحلبى وليس التعقيم المباشر ولها مخاطرها فى عمل الfouling.

ماهو الإحتياج الكلوريني؟ (Chlorine demand)؟

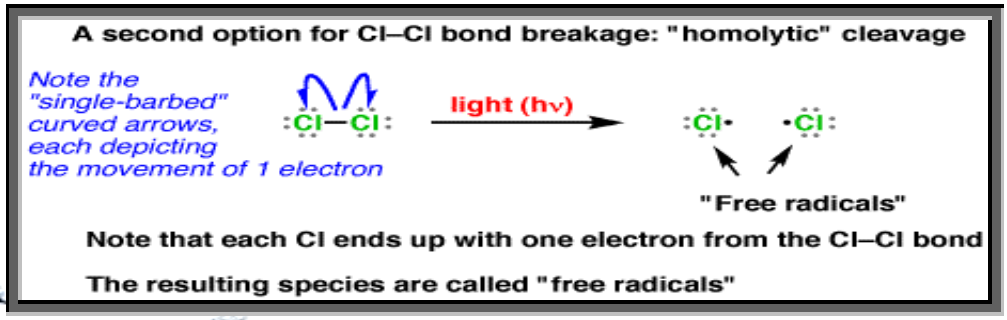
هذا السؤال معناه كم كمية الكلورالمطلوبة للقيام بعمله فى المياه المعالجة بدايةً بقتل الكائنات المجهرية ومروراً بأكسدة الحديد والمنجنيز وكبريتيد الهيدروجين (إن وُجد) وانتهاء بإزالة المواد العضوية وترسيبها على الفلاتر الرملية.
كيف نعرف قيمة الChlorine demand؟ بمعنى آخر ... كيف نحدد جرعة الكلور المبدأية أوالجرعة المطلوبة للتطهير؟؟؟
تحديد جرعة الكلور يتم عن طريق اختبار ظريف اسمه الBreak point أو نقطة الإنكسار أو التكسير ... فعندما نبدأ فى إضافة الكلورين إلى المياه ... يبدأ فى الإجهاز على الميكروبات والمواد العضوية والحديد والمنجنيز والأمونيا والنيتيرت والسلفايد ... إلخ ... ويكون مشتقات الكلورايد ... يعنى يصبح كلورين متحد Combined chlorine ... عند نقطة معينة بعد أن تنتهى هذه المكونات من المياه ... لا يجد الكلورين شيئاً يتحد معه ... فيصبح حراً أو "متبقى" Residual chlorine ... هذه النقطة تسمى نقطة الإنكسار ... وكلما أضفنا كلورين بعدها يزيد تركيز الكلورين المتبقى بلا فائدة له ... وفى الرسم البيانى التالى يتضح لنا ان تركيز الكلورين يجب أن يصل إلى 3 جزء فى المليون حتى نصل إلى درجة التعقيم وانتهاء أكسدة المواد المذكورة ... وبالتالى نسعى إلى إضافة الكلورين فى المياه المعالجة حتى نصل إلى هذه النسبة ... ثم نضيف جزء إضافى حتى نصل إلى كلورين متبقى 0.5 – 1 جزء فى المليون ... تبعاً للمواصفة وحتى نتأكد من التعقيم الدائم ... بحيث مثلاً لو بكتيريا رجعت تنمو مرة أخرى فسيقوم الكلورين المتبقى بقتلها فى الحال!
وكما هو واضح وجود الكلورين المتبقى residual chlorine يؤكد لنا أكسدة كل الحديد والمنجنيز وباقى المواد العضوية.



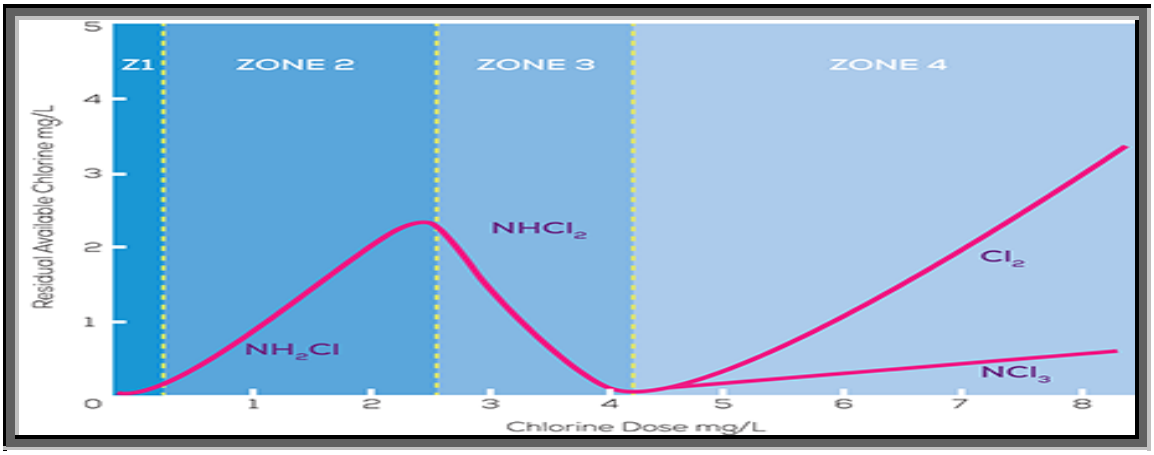
فكرة اختبار نقطة الإنكسار:

نأتى ب 10 – 12 زجاجة معتمة اللون ... ونضع فيها 1000 أو 500 مل من مياه المصدر (Intake water) ... ونضيف جرعات مختلفة من الكلورين بتركيزات مختلفة (مثلاً 1 ،2 ، 3، 4 جزء فى المليون) وعند درجة حرارة وpH معينة ... ونقوم بإغلاق الزجاجات غلقاً محكماً بعد الإضافة مباشرةً حتى لا يطير الكلور ... وكل ربع ساعة نعمل رج للزجاجات... وبعد نصف ساعة (أو انتهاء فترة التلامس contact time والتى تختلف من عينة لأخرى ويرجع ذلك لخبرة المحلل ...وقد تصل إلى ساعتين ... كما توجد معادلات لحساب هذا الوقت) نقوم بقياس الكلورين المتبقى بالDPD ...ونرسم العلاقة بين جرعة الكلورالمضافة والكلورالمتبقى لنستنتج نقطة الإنكسار.

ملحوظة: نختارزجاجات بنية اللون لأن الكلور المتبقى يتكسر فى ضوء النهار (بالأشعة فوق البنفسجية ويتحلل إلىFree radicals من الكلوراید كما بالشكل التالى:



ونسأل حضراتكم الآن سؤالاً تنشيطياً بعدما ذكرنا اختبار ال Chorine demand: من خلال الرسم البيانى التالى ومع إضافة الكلور متى يبدأ ظهور الكلور الحُر فى المياه؟ وما هى الجرعة المناسبة التى يجب حقنها ؟



تعليقات الخبراء على تجربة نقطة الانكسار:

تعليق الدكتور محمد شلتوت:

- المنطقة الأولى هى تفاعل الكلور مع المختزلات (وهذا المثال ليس على العموم).
- زمن التجربة هو زمن المكث كما هو فعلى فى المحطة يعنى زمن بقاء الماء بالخزان.
- بدايةً يتفاعل الكلورمع المواد المختزلة مثل الحديد الثنائي وغازكبريتيد الهيدروجين والنيتريت وغيرهم من المختزلات ولا يظهر كلور حرولا متحد وعند رفع جرعة الكلور يتفاعل مع الأمونيا يكون المنوكلورامين والداى والتراي وهذا هو الكلورالمتحد وهومعقم ضعيف ولكن ميزته الثبات ... وعند زيادة الاضافة تتكسرمركبات الكلورامين إلى نيتروجين وماء وحمض هيدروكلوريك و بزيادة الإضافة نصل لنقطة الانكسار وتكون هيبوكلوراس أسيد وهيبوكلوريت أيون المعقم القوى ...

تعليق المهندس عبد الرحيم أبو على:

يبدأ ظهور الكلور الحر في الماء عند تركيز حوالي 4.2 ملجم لكل لتر ولكي نحافظ على نسبة كلور حر في المياة نستخدم كلور بتركيز 5.5 ملجم لكل لتر على حسب فهمي.

مشاركة المهندس إيهاب على:

مبدئياً يتم عمل التجربة باختيار 6 جرعات تصاعدية للكلور وتطبيقها على جهاز الJar test والأقدرعلى اختيار هذه الجرعات هو كيميائى المحطة لأنه بالطبع يعلم متوسط الجرعات التشغيلية ... ويتم اختيار جرعات تبدأ من تحت المتوسط إلى أعلى ... يبدأ التفاعل فى المرحلة الأولى بأكسدة Organic Matter والحديد والمنجنيز ستجد الجرعات الصغيرة تقف عند هذه المرحلة فى الجرعات الأكبر ... يستمر التفاعل وتتكون مركبات الكلورامين ثم بزيادة جرعة الكلور تتكسر هذه المكونات ... وجميع المراحل السابقة تكون مركبات الكلور فى صورة كلور متحد ... الجرعات التى تصل إلى مرحلة نقطة الانكسار ... وهى النقطة التى يبدأ عندها تكون الكلور الحر وتكون كل الزيادة فى جرعة الكلور بعد ذلك زيادة مضطردة فى نسبة الكلور الحر ... نفترض أن الجرعات السابقة كانت 4 - 6 - 8 -10 - 12 – 14... وكانت أفضل النتائج بين

8 و 10 مثلاً ... يتم إعادة التجربة على جرعات تبدأ من 7 - 8 - 9 - 10 – 11 وهذا سوف يعطيك نقطة الانكسار الصحيحة التى يتم ضبط التشغيل عليها + 0.5 مجم / لتر
والإعادة ليست لتحديد نقطة الانكسار فقط ولكن لتصويب أى خطأ قد يكون حدث فى التجربة الأولى.

مشاركة المهندس أحمد صفوت:

باختصار ... تحضر مجموعة عينات وليكن 6 عينات كل عينة 1 لتر ... ويتم إضافة جرعات كلور مختلفة ولتكن (١&٢&٣&٥&٧&٨&٩) جزء فى المليون وتتركها 30 دقيقة فترة التلامس وتقيس الكلور المتبقى وترسم علاقة بيانية بين تركيز الكلور المحقون والكلور المتبقي على الأفقى كمية الحقن والرأسي الكلور المتبقي سيظهرعندك منحنى له نقطتان انكسار هيزيد الكلور فى بادئ الامر ثم ينخفض ثم يزداد مرة أخرى وهذه ستكون نقطة الانكسار المطلوبة وسيكون الكلورالمتبقي فى ازدياد دائم بعدها ...
(المنحني الأفقي يدون به قراءات الكلور المضاف فور إضافته وفي المنحني الرأسي بدون قراءة الكلور الحر بعد 30دقيقة).

المهندسة سُمية:

مع الحفاظ علي درجه الحرارة لا تزيد عن 25 درجة مئوية تقريباً ... ونسجل القراءات علي رسم بياني و بناخذ نقطة الانكسار وهى أنسب جرعة كلور

المهندس أبو مصطفى:

تجربة break point تتم علي المياه الخام ... نختار حجم ثابت لعدد من الزجاجات المعتمة مع إضافة جرعات من الكلور تصاعديه بالملي جرام في اللتر وليكن عشر زجاجات حجم لتر وجرعات من واحد ملي جرام الي عشرة ملي جرام أو حسب طبيعة المياه واستهلاكها للكلور ونقيس الكلور المتبقي بعد فترة تلامس مماثلة للمحطة ونقوم برسم بياني بين التركيز المضاف في الأفقي والكلور المتبقي بالرأسي سوف تظهر نقطة انكسار بعد تصاعد ثم ترتفع مرة أخري تعتبر هذه الجرعة المناسبة ...

مداخلة الدكتور محمد شلتوت:

الوقت المتروك هو زمن المكث أى بقاء المروقات لأن المطلوب من الكلورالابتدائى تعقيم ميديا المرشحات وتقليل الحمل البكتيرى إلى أقصى قيمة ... وطريقة حساب زمن المكث سهلة جداً وهو زمن ملئ المروقات أو تحسب من حجم المروقات و معدل التدفق وطبعا الزجاجات المستخدمة تكون بُنيه اللون ... والكلورالمركز يكون من نفس طبيعة الكلورالمستخدم بالمحطة يعنى لا يُستخدم كلورغاز فى الوحدة ثم يأتى ويستخدم هيبوكلوريت الصوديوم التجربة.
واستخدام الكلور الغاز فى التجربة يتم جلبه من السربنتينه وراء الاسطوانة (أو الماسورة النحاس ... حيث نفتح الكلور فى زجاجة بها ماء بس يحقن الكلور تحت سطح الماء أو من خلف الانجكتور).... وتحدد تركيزه بالأيوديد و تحفظه فى زجاجة بنية فى الثلاجة عند كل استخدام.

مداخلة المهندس منتصر عليوة:

رغم الخطورة لكن فكرة لا بأس بها.

مشاركات هامة للخبراء على موضوع تعقيم المياه واستخدام الكلور:

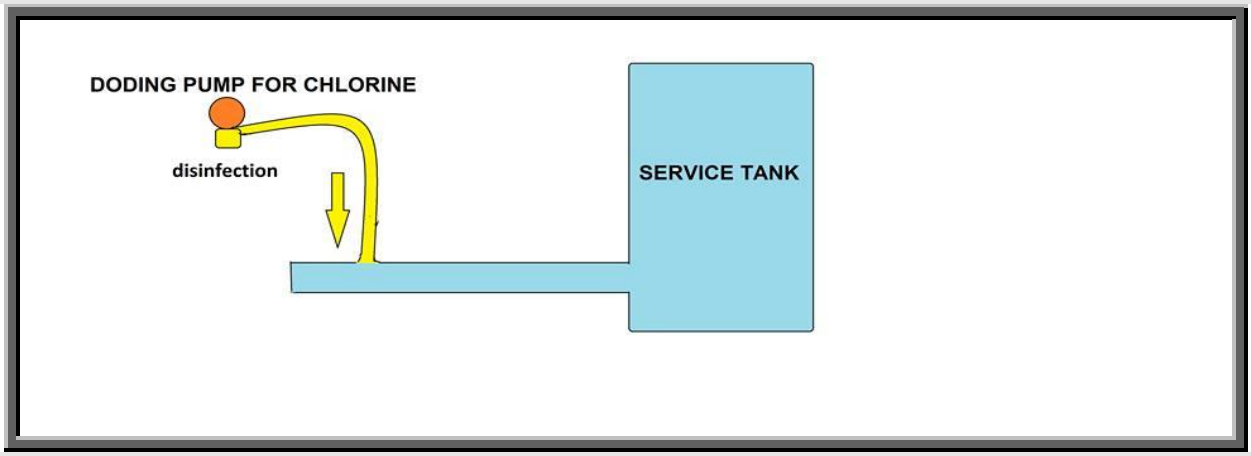
مداخلة للمهندس عماد حمدى فى حالة إضافة الكلورين بعد الفلترالرملى:

"... واذا اضفنا الكلورين بعد الفلتر الرملي إذن تأكد إنك ستحصل علي كوارث داخل الفلاتر الرملية ومن قبلها خزان مياة التغذية ومن قبلها الخطوط التي تربط المياه من مصدرها إلي خزان التغذية... ولهذا يجب حقن الكلورين بعد مضخات الآبار أوالبحر مباشرة حتي نحصل علي الآتي(خطوط و خزان و فلاترملية) خالية من البكتيريا والسلالات البكتيرية ... لكن لابد من قياس نسبة الكلور بعد الفلاتر الرملية للتأكد من عدم وجود بكتيريا. ملحوظة:إذا تم حقن كلور بنسبه كبيرة في الخطوط وعند قياس نسبة الكلور بالمياة بعد الفلاتر الرملية ولم نجد اي قراءة للكلور... إذاً هناك سلالات بكتيريا ولابد من عمل صدمه لهم ..."

وفى التعليقات القادمة ترجمنا كلام الدكتورأبو عزت فى تعقيب هام له على مسألة الكلورة والإتجاهات الحديثة فى منعه وإيجاد البدائل ... كما ذكرنا حديث المهندس رياض عبد الفتاح فى عملية الكلورة وتعقيب المهندس محمد شلتوت ... جزاهم الله خيراً ... ومن الممكن أن يشاركنا الخبراء فى مسألة الكلورة الإبتدائية مع وجود العكارة العالية هل يُفضل أم لا ... يُفضل للتخلص من البكتيريا والحديد والمنجنيز والمواد العضوية وتيسيرعمل المروق ... أم لا يُفضل لإتحاده ببعض هذه المواد لتكون نتائج التفاعل مواد مسرطنة ...

مشاركة المهندس رياض مع بعض الملاحظات القيمة له (والشكر موصول له):

يقول المهندس: سوف نتحدث عن تعقيم الماء (disinfection) داخل خزانات التجميع: عملية تطهيرالمياه هي أهم خطوة من خطوات معالجة المياه فهي التي تضفى عليه صفة الصلاحية وتؤمنه ضد الأمراض والمواد العضوية والمواد المؤكسدة ... يتم إضافة المادة المُعقمة على الخط الداخل قبل دخول الماء إلى خزانات التجميع (Service tank) ومن أكثر المواد المعقمة استخداماً الصوديوم هيبوكلورايت (Sodium hypochlorite) انظر الصورة الموضحة:



عندما يدخل هيبوكلورايت الصوديوم (Sodium hypochlorite) (NaOCL) إلى الماء يصبح الكلورالحرالفعال النشط Free available chlorine (FAC) هوالذي يهاجم ... والكلورين الحرالمتبقي أو(Free residual chlorine (FR أوالResidual chlorine هوالذي يجنبنا إعادة التلوث بحيث يكون تركيزه في الجالونات من (6- 12 %) وعند نقطة الحقن يجب أن يكون تركيزه ppm(5- 10) ، حيث يتحد جزء منه مع الكائنات المجهرية ويستهلك ويبقى تركيز ppm (0.5 - 1.2أو2.00) وهو مايُسمى الكلورين الحرالمتبقي .

الهدف من إضافة الهايبوكلورايت :
1- تدميرأي تكون بكتيري ويُسمى ذلك تطهيراً (disinfection).
2- أكسدة الحديد والمنجنيز بحيث يحولهم إلى رواسب .
3- يزيل المركبات المسببة للطعم والرائحة بحيث يؤكسدها .
كيف يحدث ذلك؟؟
1- يتفاعل مع المواد العضوية (reaction with organic compound) حيث يؤكسد المواد العضوية ... والدلالة على ذلك إنخفاض اللون ... ولكن لايضاف الكلور بتركيز عالي في حالة مياه الشرب إذا كان تركيز المواد العضوية عالي في الماء والسبب أن الكلور يتفاعل مع الأحماض العضوية (humic acid) ويشكل تراى هالو ميثان Trihalomethanes وإختصاره THMS وهي مادة مسرطنة وخطيرة على الصحة ...
لذلك عندما يكون لديك تركيز عالي من المواد العضوية وكان لديك جرعة عالية من الكلور يمكن أن يكوِّن هذه المركبات فالأفضل إزالة المواد العضوية قبل الكلورة لكي تتجنب المنتجات الجانبية للتطهير...
طرق إزالة المواد العضوية :
1- الترويب مثلا بإضافة كلوريد الحديد (كوأجيولانت).
2- إستخدام الكربون المنشط الذي له خاصية الإمتزاز للمواد العضوية.
3- التبادل الأيوني.
معادلة التفاعل : عندما نحقن الكلور يكون عندنا نوعين فى الماء (ذكرنا ذلك من قبل) :
1- حمض الهيبوكلورايت. 2- أيون الهيبوكلوريت.

$$NaOCl + H_2O \rightarrow HOCl$$
$$HOCl \rightarrow H^+ + OCl^-$$

حيث HOCL حمض هيبوكلورايت ضعيف يتفكك وهو أحد شكلين من أشكال الكلور الحرالمتبقي :
وهو الأكثر فعالية في عملية التطهير(مؤكسد قوي وينفذ خلال جدار خلايا البكتيريا) ، حيث فعاليته أعلى مع إنخفاض الـ (pH) فكلما كان الوسط اقرب للحامضية زاد حامض الهيبوكلورايت وكلما كان الوسط اقرب للقاعدية زادت فعالية أيونات الهيبوكلوريت ... كما أن درجة الحرارة لها تأثير بالرغم من أن درجة حرارة المياه المنخفضة تحتفظ أكثر بالكلور إلا أن الحرارة العالية أكثر فاعلية ، حيث يتفكك إلى :
(OCl^-) أيونات الهيبوكلورايت وهوالشكل الثاني من أشكال الكلورالحرالمتبقي وتأثيره في عملية التطهير تعادل 1% فقط من تأثير حمض الهيبوكلوريت (تتفاعل مع أنزيمات خلايا البكتيريا وتدميرها).
كما يتفاعل الكلورمع المواد الغير عضوية مثل الأمونيا (NH_4) ... فيتكون الكلوروأمين chloramine، الذي يتفاعل مع ال HClO وينتج ال N_2 وبالتالي يعمل على إزالة الأمونيا ...

$$NH_3Cl + HOCl + H_2O \rightarrow N_2 + H_3O^+ + Cl$$

معقم آخر:هو Calcium hypochlorite، في صورة محلول أو أقراص، بدلاً من الكلور، في تنقية المياه لسهولة استعماله، وهو مع الماء يعطي التفاعل التالي:

$$Ca(OCl)_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2HOCl$$
$$HOC1 \rightarrow HCl + O^-$$

تعقيب: (ذكرنا عدم استحبابه فى أغشية التناضخ للخوف من تكون قشور الكالسيوم).
هناك معقم آخر وهو غاز الكلور (Cl_2) حيث يتفاعل في الماء ويتحول إلى حمض الهيبوكلوريت:

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCL$$

ومايهمنا هو تركيزالكلورالحرالمتبقي في الخزان والذي يكون مابين (0.5 ــ 1.2) جزء في المليون لتنقية المياه، وتضاف كمية كافية من الكلور، تكفي لتنقية المياه، ويتبقى بعد 20 دقيقة من إضافتهن 0.2 إلى 2.00 مجم/لتر (جزء في المليون) على الأقل من الكلور الفعال المتخلف(المتبقى) Residual chlorine، ووجود هذه النسبة يدل على أن كمية الكلور المضافة كانت كافية لقتل الميكروبات الحساسة، مع تبقي جزء منه كاحتياط وقائي، ضد احتمالات التلوث الأخرى...

ويستمر المهندس رياض فى حديثه:

"يجب عدم إضافة الكلورعلى مصدر المياه إذا كانت العكارة عالية لأنها تعتبر مسرطنة"
"لذلك يجب في عمليات إنشاء مصانع المياه أن تكون العكاره في مياه المصدر أقل مايمكن لتفادي عملية السرطنه من إضافة الصوديوم هايبوكلورايد ... وإذا كانت العكارة عالية أو ما يسمى بالمواد العضوية يجب أن تكون هناك عمليات تخثير(كوأجيولانت بإضافة مروقات كما ذكرنا من قبل) وترويب (فلوكيولانت) ثم ترسيب (sedimentation) ... قبل إدخالها على الفلاتر..."
"ولكن في عمليات معالجة المياه للإستخدام الصناعي لايهم الأمر لأنه لإستخدام صناعي يعني مثلا مصانع الألبسة وشركات توليد الطاقه الكهربائية بواسطة البخار steam أما في مصانع المياه فالموضوع حساس جداً ..."

ملخص للتعقيب الهام للدكتورمحمد شلتوت:

{الصوديوم هيبوكلوريت يرفع ال pH ويؤثرعلى جودة المخثر (الكوأجيولانت) ... ونحن نحتاج إلى خفض الpH قبل المخثر ... لذلك الكلورالغاز أفضل ...
فالصوديوم هيبوكلوريت قلوى تصل ال pH له إلى حوالى ١٢ (الصوديوم هيبوكلورايت 6.2% لها pH= 12.8 تقريباً) ... وعند إضافته للمياه الخام ترفع ال pH لها وتكون بقيمة لا تسمح بعمل المخثر لأن القيمة المثلى مثلاً لعمل كبريتات الألمونيوم (الشبة) تكون فى الوسط الحامضى ... وغاز الكلور يتم حقنه قبل اضافه كبريتات الألمونيوم لعمل أكسدة و تعقيم وازالة الألوان والرائحة وأيضا لخفض ال pH المياه الخام لعمل أفضل للمخثر ... ولكل مخثر optimum pH لابد أن تؤخذ فى الاعتبار ونجهز الماء الخام للاستفاده القصوى من المخثر ... أيضاً كبريتات الحديد وكلوريد الحديد بتعمل فى pH منخفض.
وضبط جرعة الكلور تتم عن طريق منظم و طبعاً التركيز المتعامل معه بيكون ١٠٠% على المياه الخام ... والمنظم بيكون بالجرام/ساعة ... وبمعلومية المياه الخام بالمتر مكعب/ ساعة يتم ضبط المنظم ... وقبل ذلك بيتم تحديد الجرعة معملياً بتجربة الbreak point بإضافة جرعات كلور متزايدة على كميات من المياه (لترمن المياه الخام بزجاجات بنيه اللون) وتركها مدة زمنية تمثل زمن المكث فى أحواض استقبال المياه الخام وبعدها نقيس الكلورالحرالمتبقي ...ولايزيد الكلور الحر المتبقى المطلوب بعد الإضافة عن 0.3 ملجرام / لتر لأنها لو زادت عن تلك القيمة و زاد زمن المكث كثيراً ... وذلك حتى لا تنخفض الpH ولوانخفضت قيمة الpH

مع وجود pre coursers وهى الhumic,falvic acids يتكون التراى هالوميثان والذى يصعب إزالته فيما بعد ..} انتهى كلام المهندس محمد شلتوت.

تعقيب:

هيبوكلورايت الصوديوم درجة الpH له فوق ال12 والشبة تعمل فى حدود pH 5-7 ولذلك لا يجب إضافة الهيبو مع الشبة.

تعقيب المهندس عزت عن الكلورة وقياس الكلورين:

الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض هى أهم المخاطر التى تواجه امدادات مياه الشرب،وتهتم الدول النامية بتطهير المياه وتأمين الامدادات عن طريق كلورة المياه، بغرض منع انتشارالامراض التى مصدرها المياه، ويتعلق تدمير الكائنات المسببة الامراض مباشرة بتركيز الكلور وبوقت التلامس.

فكرة التجربة :

$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$

1- يتم اختزال الكلور عن طريق المواد المختزلة:

2- تكوين مركبات Chloroamine

3- تكسير مركبات Chloroamine

4- الكلور الحر free chlorine

يحرر الكلور اليود من محاليل يوديد البوتاسيوم عند pH أقل من 8 ، ويعاير اليود المتحرر ضد محلول ثيوسلفات الصوديوم مع استخدام النشا عند pH من 3- 4 وذلك لأن التفاعل لايتم عند الوسط الهيدروجينى العادى نتيجة الأكسدة الجزئية للثيوسلفات الى سلفات.

$Cl_2 + 2KI \rightarrow KCl + I_2$

التداخلات المحتملة:-

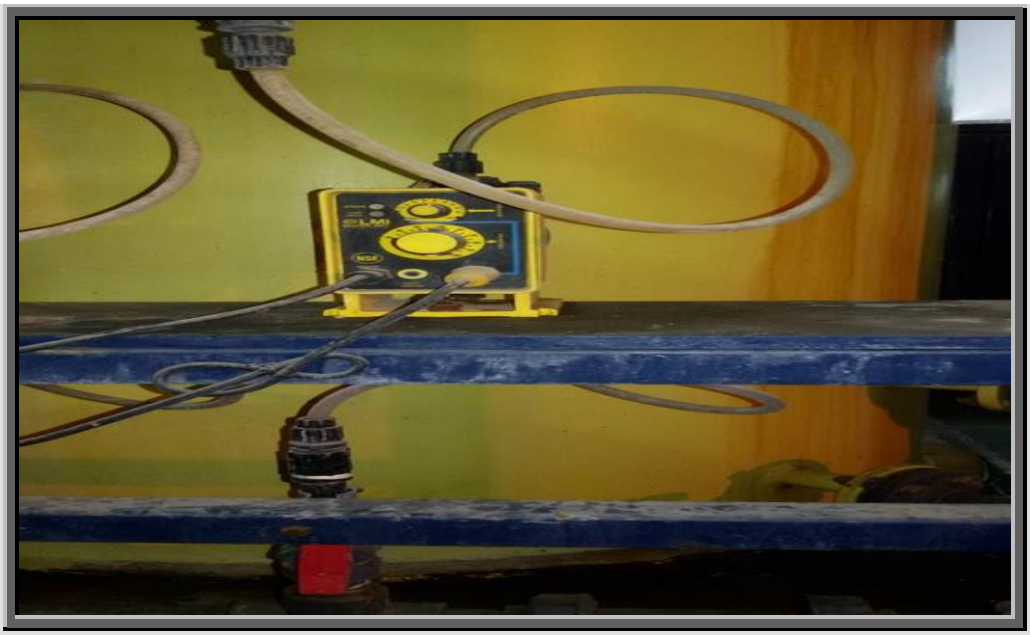
- يستخدم حمض الخليك (الأسيتيك) فقط فى المعايرة لأنه من الأفضل أن يكون الوسط حمضى لأن بعض أشكال الكلورالمتعدد لا تتفاعل عند pH 7 ،أما حمض الكبريتيك فيزيد من التداخلات وحمض الهيدروكلوريك لايستخدم اطلاقا.
- يراعى استخدام نفس الحجوم والكميات من الحمض ويوديد البوتاسيوم.

ويوجد طريقتين لتقدير الكلور :-

1- طريقة التقدير اللونى : باستخدم محلول DPD.

2- طريقة المعايرة (الطريقة المذكورة سابقاً):- Iodometric method.

تفضل المهندس رياض برفع الصور التالية لمضخات الكلور:



STROKE
LOW LEVEL
LMI
MILTON ROY
SPEED
STROKE
EXT
NSF

تعقيب الدكتور أبو عزت فى مسألة استخدام الكلور(مترجمة من بوست سابق له على الجروب ليتسنى للجميع قراءتها):

{بخصوص الأكسدة عن طريق الكلورأوالأوزون ... فالدراسات الحديثة فى العالم الخاصة بوحدات تحلية المياه تؤكد أن الأكسدة تدمر معظم الأغشية المُصنعة من البوليمر Polymeri-based سواء أكانت أغشية التناضح العكسي أوأغشية النانو ... حتو ولو كنا متأكدين من أنه لايوجد أى آثار للمادة المؤكسدة قبل أغشية التناضح فإنه مازل هناك آثار خطيرة فى استخدام المادة المؤكسدة ... وقد تم التأكيد (من الأبحاث العالمية) أن المادة المؤكسدة تعمل لى تفكيك المركبات العضوية من صورتها المعقدة (فى مياه البحر مثلاً) إلى صورة أبسط تشجع البكتيريا على النمو على أغشية التناضح العكسى لتكون الإتساخ البيولوجى (البيوفاولينج)! ... واستنتاجا من ذلك فإن المواد المؤكسدة لا توضع ضمن قائمة المعالجة الجيدة للمياه ... والبديل؟؟؟

البديل هو استخدام عملية الترويق (الكواجيولانت أو الفلوكيولانت) خاصةً مع المياه المفتوحة open water ويتم ذلك فى تنك يُسمى الFlocculation tank ومنه إلى تنك الترسيبsedimentation tank ثم التعقيب بفلاتر رملية (والنوع المضغوط أفضل من النوع الذى يعتمد على الجاذبية وسيتم توضيح ذلك فى البوستات القادمة) ...

يستمر الدكتور أبو عزت فى كلامه:

وتنك الترسيب يتم وضعه بين فلاترالميديا (الرملية) وتنك ال flocculation (وعادةً ما تصل أحجام الفلوك floc إلى أكثر من 250 ميكرون).

والبديل الثانى هو استخدام وحدة الDAF بدلاً من تنك الترسيب وذلك لمواجه حدوث ازدهار فى نمو الطحالب وتكرر هذه الظاهرة ...} انتهى كلام الدكتور ... وقد ذكر بالإسم مدينة بأسبانيا تستخدم هذه الطريقة بدون كلورة ...

تعقيب:

وحدة الDAF هى وحدة تطويف بالهواءالمنحل (الذائب) ... وهو اختصار لDissolved air floatation ... وهى إزالة فيزيائية للمواد الصلبة من المياه ويستعمل لتطويف الدهون والزيوت والشحوم والمواد الصلبة للحمأة والحمأة النشطة ... وتتكون من خزان خاص يتم فيه إذابة الهواء الجوى تحت ضغط للوصول إلى مرحلة التشبع saturation (2.8-5.5بار) وعند تحررالضغط يتم ادخال المياه على حوض التطويف فتظهر فقاعات صغيرة جداً قد تصل من 80 إلى 100 ميكرون حيث تقوم بدفع المواد الصلبة باتجاه إلى أعلى ...ليتم كشطها بوسائل ميكانيكية ... هذا باختصار وإن كان هناك بعض التفاصيل والتصميمات الأخرى ليس لها مجال الآن.

تعقيب المهندس أحمد محمود:

أتفق مع الدكتور أبو عزت أن الكلورة خطيرة على الأغشية وتحتاج لاحتراس عالى ... ويتم التحكم فى دورها بتغييرالرقم الهيدروجينى لمياه التغذية لقتل البكتيريا (تكون أقل من 6.5 أو أكبر من 8.5) ... ونحن نعمل فى محطة تحلية من آبار بالقرب من ساحل البحر وألغينا الكلورة الإبتدائية وعملية الترويق Coagulation بدون أية مشاكل حدثت للأغشية مدة 7 سنوات.

وحول موضوع أكسدة الحديد والمنجنيز بالكلور وبطريقة التهوية إليكم آراء الخبراء فى هذا الموضوع:

وكانت الاستفسارات كالتالى:

زمن التلامس الأمثل بين الكلور (بأنواعه) مع الحديد والمنجنيز لعمل أكسدة ... عند ارتفاع نسبة الحديد و المنجنيز واضطرارنا إلي عمل تانك تهوية aeration tank وحقن كلورين وصودا كاوية: ما هى مدة بقاء المياه بتانك التهوية؟ ما نسبه حقن الكلورين لنسبه 1.8 حديد ؟ ما نسبه حقن الصودا الكاويه لنسبه 1.8 حديد ؟ هل يضاف الكلورين و الصودا الكاوية في تانك واحد ؟ وإليكم تعليقات الخبراء:

المهندس أسامة الصرى:

الموضوع بسيط وأنا فعلاً جربته ... وهو يعتمد على حقيقة علمية وهى أن الكلور تزداد قدرته على الأكسدة ... ويستطيع أكسدة الحديد والمنجنيز تماماً عند أس هيدروجينى من 8.5 إلى 9 يعنى نرفع إلى 8.5 ... ثم نضيف الكلور ثم نقوم بالترشيح ثم تخفض ال pH إلى 7.5 بإضافة حمض مع مراعاة أن المياه الجوفية الخام يجب أن تكون خالية من الأمونيا.

والأكسدة تتم فى أقل من 3 دقائق ...

وعند أس هيدروجينى 9 يتم أكسدة كل المركبات العضوية (Organic matter) فى المياه الجوفية بلا استثناء ومن بينها الفينول ...

وتم ترجمة حديث المهندس أحمد مشهور وقد أتى بعدة شروح من مراجع أجنبية بخصوص هذا الموضوع وكانت أهم النقاط كالتالى:

التهوية فى المعالجة الإبتدائية طريقة فعالة جداً فى التخلص من الحديد والمنجنيز ... ويتم عملها بعدة طرق ... وأقدم الطرق هى تركيب ال "Venturi" والذى يثبت على البئر حيث يتم ضخ الهواء مع خط الماء عن طريق تنك ضغط يسبب سحب للهواء... ويلى ذلك تنك صغير يعطى الهواء الوقت الكافى لأكسدة الحديد والمنجنيز ... كما يكون فيه فتحة vent للتخلص من أى هواء زائد ثم تمر المياه الخالية من الحديد والمنجنيز إلى الفلاتر ...

والطريقة الأكثر فعالية هى التى يتم فيها استخدام تنك واسع مغلق Closed aeration tank ويتم ضخ الهواء فيه من ضاغط للهواء Air compressor ونقطة ضخ الهواء تكون فى الثلث الأعلى من التنك حيث تتم الأكسدة بسرعة بمجرد دخول المياه للتنك ... حيث تدخل خلال جيوب الهواء المضغوط pockets of compressed air المتواجدة فى هذه المنطقة ثم تنتقل المياه إلى الفلاتر التالية ويتم التخلص من باقى الحديد عبر الفلاتر المؤكسدة.

درجة الpH مهمة جداً فى عملية التهوية المذكورة ... فكما ذكرنا أن الpH العالية مطلوبة لتسهيل عملية الأكسدة ... ولذلك نقوم برفه الpH عن طريق إضافة صودا كاوية caustic soda أو soda ash أو نمرر المياه على فلتر الكالسيت.

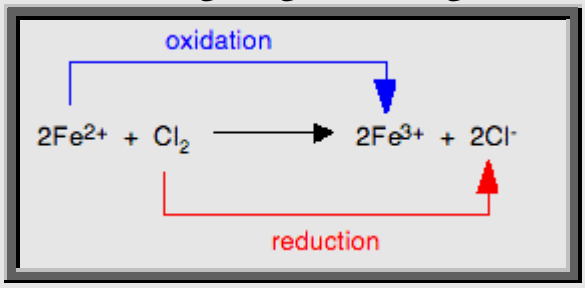
أم بخصوص عملية الكلورة فى إزالة الحديد والمنجنيز فالكلور مؤكسد قوى مثل الهواء ولكن يحتاج إلى وقت أطول لاتمام مهمته بعكس الهواء ... وهذا الوقت نسميه Residence time.

تتم الكلورة بإضافة حبات من هيبوكلورايت الكالسيوم Calcium hypochlorite dry pellet chlorinator ... داخل البئر نفسه ... أو يتم حقن الكلورين مع خط مياه التغذية (تحت ضغط) ... كما يتم توفير تنك بعدها هو retention tank لتوفير الزمن اللازم لاتمام العملية ... (والموصى به هو مالا يقل عن 20 دقيقة).

ويتبع عملية الكلورة الفلاتر المؤكسدة مثل عملية التهوية ... ولا شك أن الخيارات متعددة ... لكن مع الكلور لا نستخدم فلتر البيرم ... كما أن الفلتر الكربونى يعمل جيداً فقط إذا كانت نسبة المنجنيز منخفضة ... فهو يزيل الكلور ويزيل المنجنيز معها.

وعند حقن الكلور يتم حقن المواد التى ترفع الpH بالتوازى معها ...

انظر تفاعل الكلور مع الحديد الثنائى لتحويله إلى ثلاثى مترسب:



تعقيب المهندس أحمد همام:

من العوامل المؤثرة على أكسدة الحديد: القلوية ودرجة الحرارة والمواد العضوية وبعض المواد المحفزة لعملية الأكسدة كالنحاس والكوبالت ... وكذلك المواد المثبطة لعمليات الأكسدة

كالكبريتات والكلوريدات ... وما سيأتى بالفعل (Case study بجامعة أوترخت بهولندا بالاشتراك مع معهد المياه باليونسكو).
وتفضل المهندس أحمد برفع صور للبحث المنشور عن الطرق المستخدمة فى إزالة الحديد من المياه الجوفية مثل الأكسدة والكلورة والأكسدة بالأوزون أو برمنجنات البوتاسيوم أو بفوق أكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide (مع التهوية أو بدون) ... والأكسدة البيولوجية أو باستخدام السوفتنر (Zeolite softening) أو باستخدام السيلكات والبولى فوسفات ... إلخ

<u>وإليكم هذه الأوراق الهامة:</u>

Iron Removal Methods

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
1. Oxidation, precipitation and filtration			
(a) Oxidation by aeration	• Fe <5 mg/l and little or no organic matter or other reducing agents • As pre-oxidation step to save chemical costs when Fe >5 mg/l	• No chemicals required • Simple in operation • Partly removes CO_2, H_2S and CH_4 present	• Ineffective in cases of low pH, and high Fe and Mn concentrations or when Fe is organically complexed • Initial cost is high
(b) Oxidation with chlorine	• Beneficial to remove Fe and Mn in one step • Optimum pH 6.8-8.4 (Kothari 1988)	• More rapid oxidation than aeration especially under conditions of organic matter interference • Less expensive and more effective than $KMnO_4$ • Can also be used for disinfection	• THM formation • Chloro-derivatives can cause taste and odour problems • Require safe handling and storage of chlorine and chlorine compounds

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
(c) Oxidation with chlorine dioxide	• Effective when iron is organically complexed or ammonium concentration is high • Reacts more rapidly with Mn than chlorine	• No THM formation	• Costlier than chlorine • Possible health effects of by-products • Not used for iron removal only
(d) Oxidation with potassium permanganate	• Fe <5 mg/l • More efficient at pH >7.5	• Less equipment and capital investment compared to chlorine • Efficient; rapid and complete reaction • Reacts with H_2S, cyanides, phenols, and other taste and odour-producing compounds	• Difficult to control • Overdose (≅ 0.05 mg/l) may produce a pink colour • Ineffective for high iron concentrations • More expensive than chlorine and ozone
(e) Oxidation with Ozone	• Effective even when the iron is organically complexed	• Powerful and effective oxidant • Multi-purpose applications of ozone e.g. disinfection, color removal, taste and odour control • No THM formation	• High initial capital and operating costs • May oxidise Mn^{2+} to MnO_4^- resulting in a pink colour • Formation of unwanted by-products e.g. BrO_3^-
(f) Oxidation with hydrogen peroxide	• Very effective when iron is organically complexed	• Faster oxidation • Forms dense, easily settled solid • Cheaper than ozone • Leaves no residue	• Formation of AOC
(g) Biological iron removal	• Recommended for groundwater with acidic or neutral pH	• Higher filtration rate • Longer filter run • Reduced capital and O&M costs	• Sensitive to process conditions (pH and temperature dependent) • Ineffective in presence of NH_4^+ and H_2S

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
2. Ion exchange (Zeolite softening)	• Suitable for individual water supply scheme with <5 mg/l of Fe • Removes dissolved Fe and Mn together with hardness • Used as a polishing step in some plants/ household use after municipal treatment	• Softening occurs with exchange of Ca^{2+} and Mg^{2+}	• Possibility of resin/zeolite fouling or loss of exchange capacity in presence of O_2 due to iron precipitation • High capital cost • Requires skilled personnel • Ineffective for colloidal or complexed iron
3. Stabilisation or Sequestering process (with polyphosphates and silicates)	• Fe should be <1 mg/l • For distribution system corrosion and deposition inhibition • Practical in controlled use only	• Complexes iron and holds it in solution and the consumers do not notice its presence • No sludge generation	• More expensive than Cl_2 and $KMnO_4$ • Phosphate introduced may stimulate biological growth; May require chlorination to prevent bacterial growth • Cold water only (complex break down when heated) • Polyphosphate complexes may degrade after 48-72 hours
4. Lime softening/ Limestone bed filtration	• Pre-aerated water with pH >9.5 and sufficient alkalinity (>20 mg/l as $CaCO_3$).	• Beneficial when a large amount of softened water is required	• Not cost effective unless lime treatment is also required for hardness reduction • Increased sludge problems
5. Manganese greensand process	• Removes Fe and Mn by combination of sorption and oxidation • Max Fe + Mn <10 mg/l • H_2S <2-5 mg/l • Optimum pH 6.2-8.0	• H_2S can be removed together with Fe and Mn	• Higher head loss, shorter run time • High O&M costs ($KMnO_4$ regeneration) • Not suitable for larger water treatment plants

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
6. In-situ oxidation (sub-surface removal/ Vyredox method)	• By infiltrating oxygen-rich water into the ground through a well	• No chemicals • Abstraction-infiltration ratio of groundwater is high	• Potential for contamination of aquifer • Clogging of the aquifer, corrosion of well screen • Excessive bacterial growth may occur around the well.
7. Membrane processes	• NF/RO - to remove dissolved iron • MF/UF - to remove iron flocs	• Can be combined with the removal of other constituents e.g. hardness and THM precursors	• High capital and O&M costs • MF/UF membranes require frequent cleaning

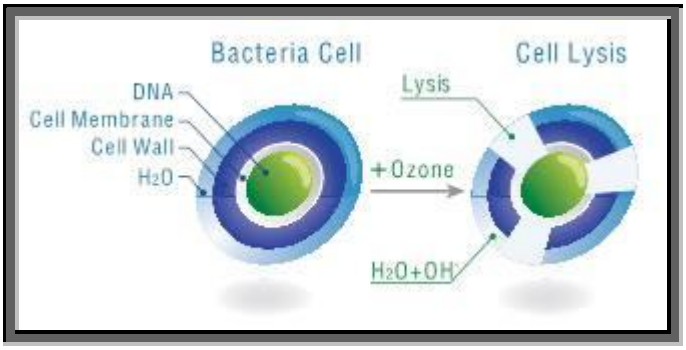
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
15
النقاش
الخامس
عشر
oxygen
oxygen
oxygen
تعقيم المياه
بالأوزون والأشعة
فوق البنفسجية
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضخ العكسى

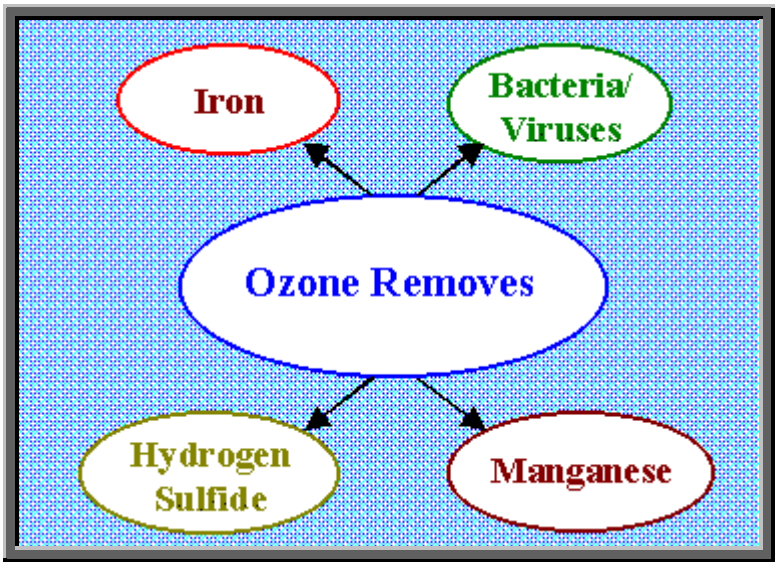
النقاش الخامس عشر

تعقيم المياه بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية

بدأنا رحلتنا فى كورس التناضخ العكسى بشرح مبسط لعدة تعريفات على رأسها تعريف التناضخ العكسى نفسه أوالأسموزية العكسية ... وتم شرح اختبارالORP وال SDI وحساب الLSI ومدلول هذه الاختصارات فى تقييم مياه التغذية ... ثم تحدثنا عن طبيعة المياه ومكوناتها وبدأنا المعالجة الإبتدائية بالشبكات والفلاتر التى تحجز المواد العالقة الكبيرة ثم تحدثنا عن المروقات (الكوأجيولانت والفلوكيولانت) وتجربة الكؤوس التى تحدد أفضل نوع وجرعة للمروقات وأفضل ظروف للمياه للتخلص من المواد العالقة بالترويق والترسيب ... ثم تحدثنا عن التعقيم والكلورة ... وهنا سنستكمل موضوع التعقيم بذكر نبذة صغيرة عن استخدام الأوزون والأشعة الفوق بنفسجية سيتم شرحها بصورة أكبر فى الجزء الثانى من الكورس عندما نتكلم عن المعالجة النهائية ... وسنذكر فى السياق مشاركة البروفيسور طه جاويش والدكتور أبو عزت وتعقيب المهندسين الأفاضل على هذا الموضوع ... وسنخرج من هذه المناقشة بعدم استحباب استخدام الأوزون من الأصل فى المعالجة الأولية ... وسنذكر الأسباب ... وننتهى من قصة التعقيم لنبدأ رحلة جديدة عبر عالم الفلاتر ... ونحن مازلنا تحت العنوان العام ألا وهو "المعالجة الإبتدائية للمياه الخام قبل الدخول على أغشية التناضخ العكسى" ...
وقتاً سعيداً مع التعليقات ونطلب من حضراتكم التفاعل من خلال خبراتكم العملية على أرض الواقع ....
الأوزون عامل مؤكسد أقوى وأسرع من الكلورين لكن يتفكك أسرع من الكلورين، وهو أخطر على الأغشية من الكلورين ... وكلاهما خطر!
والأوزون عبارة عن ثلاث ذرات أكسجين ... وإليك صورة توضح لك كيف يخرب الأوزون جدار الخلية الميكروبية ويوقف النشاط الأنزيمى لها وعملية التمثيل الغذائى حتى يصل إلى النواة والDNA.



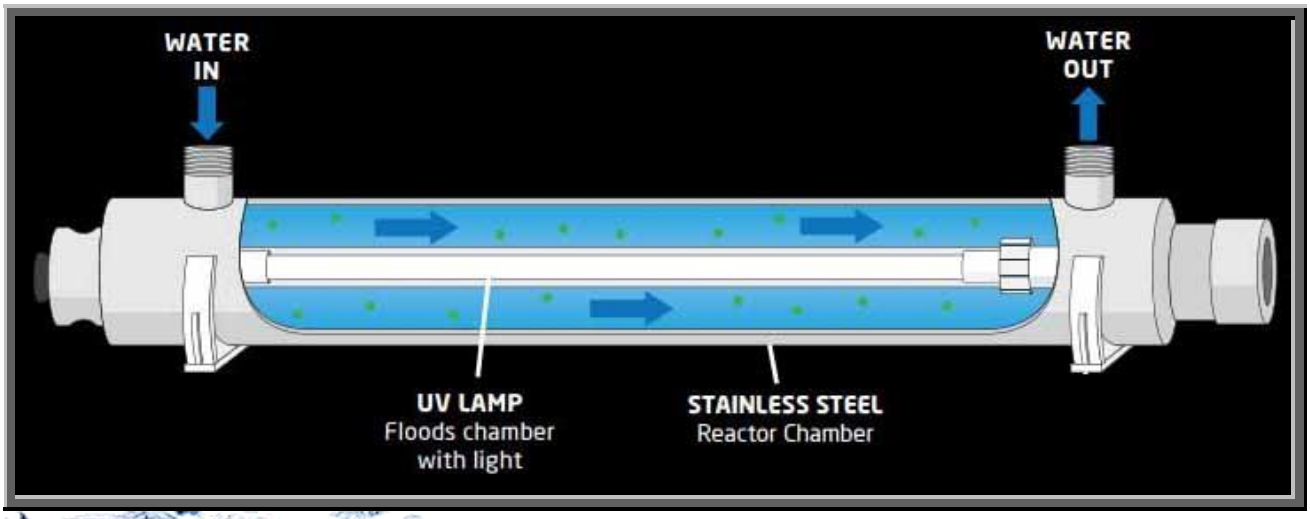
أما بالنسبة للفيروسات مثل فيروس شلل الأطفال وفيروس الكبد الوبائى يستطيع الأوزون من خلال خاصية الانتشار diffusion أن يخترق الغلاف البروتينى (الكبسولة الخارجية التى تحمى الفيروس) ويحطمها بالأكسدة ثم يدخل على الحمض النووىRNA الخاص بالفيروسات ويحطمه ... ويقول المتخصصون: 0.4 ملجم/ لتر من الأوزون فى المياه كافية لقتل البكتيريا والفيروسات والفطريات فى أقل من 5 دقائق ...



التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية:

الأشعة فوق البنفسجية أوالUltra violet تقضى على غالبية الفيروسات والجراثيم والديدان الميكروسكوبية بنسبة 99.9% ... ومن مميزاتها أنها تعتبر طريقة فيزيائية وليست كيميائية ... فلا حاجة لاستخدام مضخات حقن الكيماويات ولا لشراء أو تخزين الكيماويات ... ومن المميزات أيضاً ان هذه الأشعة لا تؤثر فى كيميائية المياه وبالتالى لا يوجد لها آثار جانبية مثل الآثار التى تنجم عن استخدام الكلور أو الأوزون ... كما أن التكلفة التشغيلية لها منخفضة مقارنة بالتعقيم الكيماوي ... ومن أهم المميزات أن الأشعة فوق البنفسجية تعقم المياه فى الحال ولا تحتاج إلى فترة تلامس Contact time كى يتم التفاعل بعكس ما يحدث مع الكلورين ولذا يمكن استخدام الماء فوراً بدون انتظار بعد استخدام الأشعة فوق البنفسجية... وهذه معلومة هامة جداً لمن يستخدمون الUV مع الفلتر المنزلى ... المهم أن تكون المياه رائقة لأن المواد العالقة تؤثر بالسلب على عمل الأشعة ...

يُمكن تركيب UV قبل فلتر الكارتريدج فى وحدة المعالجة الأولية للتناضخ العكسي مع التوصية بشراء UV machine من الشركات ذات السمعة العالية لضمان أعلى كفاءة.



آخر كلامنا عن الأوزون فى المعالجة الإبتدائية قد يكون صادماً ... إقرأ ما يلى:

بالنسبة للمعالجة بالأوزون فى المرحلة الإبتدائية فى وحدة التناضح العكسي فسنسرد عليك آراء البعض ونرد عليه فى النهاية لأن كلامهم فى الحقيقة "نظرى بحت"... فهم يقولون:

يُمكن استخدام الأوزون فى المعالجة الإبتدائية وبما أنه مادة مؤكسدة كالكلورين فيجب إزالته قبل دخول المياه على الأغشية، كما أنه يتسبب فى تكون البرومات Bromate (BrO_3^-) (المسبب للسرطان حتى عند تركيزات منخفضة جداً) والذى يتكون عن طرق تفاعل أيون البروميد Br^- الذى قد يتواجد فى الماء معه كما فى التفاعل التالى:

$$Br^- + O_3 \rightarrow BrO_3^-$$

(يتواجد أيون البروميد Br^- فى مياه البحر بنسبة تصل لحوالى 65 جزء فى المليون كما أنه يتواجد فى المياه الجوفية) ... ولذا ينصح الكثير من الخبراء بعدم استخدام الأوزون فى التعقيم إلا بعد قياس البروميد فى المياه.

ويستمر أصحاب الرأى القائل بالمعالجة بالأوزون فى وحدات المعالجة الأولية فى حديثهم:"كى نتلافى مشكلة الأوزون فى المعالجة الإبتدائية ممكن وضع هذه الحلول وهى:

1- وضع لمبة UV قبل الأغشية لتكسير الأوزون (بجانب تكسير البرومات).

2- وضع فلتر كربونى لامتصاص الأوزون تماماً قبل الدخول على الأغشية بجانب (اختزال البرومات وتكسيره).

3- وضع فلتر كربونى ثم فلتر كارتريدج 1 ميكرون ثم انهاء بلمبة UV..."

شكراً لهذه المحاولات !! ولكن على أرض الواقع نقول أنه لا يُفضل الأوزون فى المعالجة الأولية من الأساس! وإليك الأسباب:

1- الأوزون تكلفته عالية جداً ، كما أننا سنستخدمه بكميات كبيرة وبتكاليف باهظة لنُعقم مياه سوف يتم اهدار كمية كبيرة منها تصل لحوالى 70% منها بعد الخروج من الأغشية (أى أننا عقمنا مياه لن نستخدمها) ... زى ما بنقول ... رمينا الفلوس على الأرض!.

2- حتى لواستخدمنا الأشعة فوق البنفسجية UV فى تكسيرالأوزون والبرومات فسيكون تأثيرها ضعيف جداً نظراً لطبيعة المياه فى هذه المرحلة التى تمتاز بوجود العكارة والأملاح والتى تؤثر على كفاءة أشعة الUV وبالتالى لن نتخلص من جميع مركبات الأوزون وسيدخل على الأغشية وتحدث الكارثة!

3- لو افترضنا جدلاً أننا سنعالج بالأوزون فيجب عمل تنك تخزن فيه المياه مع اضافة الأوزون إليه لنزيد فترة التلامس Contact time للتأكد من التعقيم الكامل قبل الدخول على الأغشية وهذا عملياً فى الغالب لا يتم.

لذا فالخيارالأسلم أمامنا هو استخدام الكلورأو الUV وإن كان الأخير ليس بقوة الكلور وقد ذكرنا السبب فى ذلك وهوالعكارة المحتملة فإن كانت المياه منخفضة العكارة فلا بأس بوضعها ... والبعض قد يضيف الUV مع الكلورة ويضعها قبل فلتر الكارتريدج.

وللأمانة العلمية أيضاً نقول:الأوزون فى درجة الحرارة العادية والظروف العادية يختفى بعد حوالى نصف ساعة على أقصى تقدير ولا يكون له متبقى فى الماء ... فلو كان الوقت بين إضافة الأوزون وبين دخول المياه للأغشية أكثر من ذلك فلا تأثيرعلى الأغشية ، ولكن لماذا نضع أنفسنا فى هذا الخيار بجانب التكلفة العالية؟

وهذا الجدول من شركة Lenntech يوضح ال half life time للأوزون وهو يعتمد على عدة عوامل منها درجة الحرارة والpH والTDS والكربونات والبيكربونات والمواد العضوية الطبيعية:

Table 1: half-life of ozone in water at different temperatures: Dissolved in water (pH 7):

Temperature ° C	Half life time (minutes)
15	30
20	20
25	15
30	12
35	8

وعندما يكون الhalf life time للأوزون عند 30 درجة مئوية هو 12 دقيقة ... يعنى هذا أن كل 12 دقيقة يختفى 50% منه ... واختفاؤه هو فى الحقيقة تحوله إلى الأوكسجين العادى الأكثر استقراراً.

مشاركات الخبراء على البوست الخامس عشر: تعقيم المياه بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية

مداخلة المهندسDjoo Baza:

المحطة التي أعمل بها فيها UV قبل الممبرن ومواصفات مياه التغذية جيدة جداً.

مشاركة البروفيسورطه جاويش (عن معالجة المياه بالأوزون):

الأوزون هوغاز يستخدم للتعقيم، من مزاياه أنه يتطلب وقتاً أقصر لاتمام العملية ويتطلب جرعات قليلة، ويستخدم على نطاق واسع كوسيلة تعقيم أساسية في أجزاء كثيرة من العالم، وهو لا ينتج مواد عضوية مهلجنة مباشرة (من مشتقات مخلفات التعقيم) إلا اذا تواجدت أيونات البروميد ... وأما قيود استعماله أنه غاز غير مستقر ... ويجب أن يتم تصنيعه في الموقع ... كما أنه يلزم في هذه الحالة وجود معقم ثانوي (كالكلور) ... لأن الأوزون لا يمنع من عملية اعادة تكاثرالبكتيريا ولا يحافظ على المياه معقمة لفترة طويلة كنظيره الكلور... يعني ... مما لا شك فيه أن التطهير والتعقيم بالأوزون آمن إلا في وجود البروميد ... لكن تفكك الأوزون سريع ... ولا نأمن تكاثر وعودة الميكروبات للمياه مما يستوجب تأمين المياه بجرعة تأمينية من الكلورين حتي خمسة من عشرة جزء فى المليون.

تعليق المهندس شعبان عنانى:

"فى حالة وجود أيونات البروميد بالماء يجب استخدام أقل نسبة مسموح بها من غاز الأوزون حتى لا يتفاعل مع البروميد وفى هذه الحالة يجب التركيز على المعالجه الأولية بالكلور".

تعليق المهندس عادل بدوى:

"جزا الله الدكتور كل خير ... لكن أحببت أن أضيف أمر بسيط لإتمام عملية التعقيم والتخلص الكلي من البكتريا ... يجب أن تكون العملية كالآتي: تعقيم بالكلورين لقتل البكتريا ثم تعقيم بال UV لمزيد من عملية القتل ثم تعقيم بالأوزون حتي نتخلص من كل بقايا خلايا البكتريا الحية والميتة حيث أن الأوزون لديه القدرة علي تفتيت والتخلص من البكتريا نهائياً ... وقد ذكرت العمليتين: الكلور والUV حتي أقلل من ضخ الأوزون حتى لا يتفاعل مع عنصر البروميد ويكون برومات في المنتج".

ودارت مناقشة مثمرة بين المهندسين كالتالى:

<u>المهندس عادل بدوى:</u> بالنسبه لتكون البرومات فتكونها ليس بسبب الأوزون وحده فهناك عوامل أخرى مثل درجة الحرارة والpH وعنصر البروميد في الماء الخام ثم الأوزون وكل هذه الأمور في الإمكان التحكم بها ... بالنسبه للpH من الممكن أن أتحكم فيها بالزيادة وبالنقصان بالحامض والقاعدة ... وبالنسبه للبروميد فإن الغشاء (الممبرين) قادرعلى أن يتخلص بجزء كبير منه ... بمعني أننا لوخفضنا الTDS لأقل مايمكن (مثلاً 5 جزء فى المليون) فهذا معناه أننا تخلصنا من العناصرالكيميائية الموجودة في الماء الخام ومن ضمنها عنصر البروميد ... وأما درجة الحرارة فالتحكم فيها عن طريق وحده تبريد ولهذا فأنا أفضل المعالجة بالأوزون ... والسبب أن الأوزون من المستحيل بعد استخدامه ظهور بكتيريا في المنتج النهائي عن تجارب واقعية ولا توجد آثار جانبية له ... ولو تكلمنا بصورة عامة عن

المعالجة فالافضل أن نبدأ بالكلور قبل الRO وبي الUV بعد الRO ثم المعالجة النهائية تكون بالأوزون في المنتج النهائي.

المهندس رياض عبد الفتاح: ولكن عندما تنتج مياه للشرب فإن نسبة الأملاح التي ذكرتها وهي 5 لايُمكن أن تكون مواصفة قياسية لمياه الشرب وبالتالي يلجأ لعمل خلط لمياه البلدية المفلترة بطريقة Bypass blending ...وبالتالي يرجع أيون البروم بقوة ... ولكن هناك مصانع للمياه لا تلجأ للخلط بل تضيف أملاح معينة يسمى بنظام الحقن الكيماوي للمنتج النهائي لرفع نسبة ال TDS وبالتالي تضمن عدم وجود أيون البروم بنسب عالية ... ولكن المشكلة أن عملية الحقن الكيماوي لأملاح معينة للمياه الخارجة من الRO عملية مكلفة جداً لذلك كانت تجربة لمصنع مياه كى يتفادى عملية الحقن الكيماوي المكلفة هو بضبط الأوزون أقل مايمكن وإدخال المياه مباشرة من تنك الناتج النهائي لوحدة UV لتكسيرالأوزون وتفادي تكون البرومات المسرطن ... الأوزون لايستخدم في المعالجة الأولية ... يستخدم في المعالجة النهائية...

إضافة الأملاح بعض المصانع بشكل عام يتم حقن أملاح مثلا كلوريد الصوديوم وغيرها.

المهندس عادل بدوى: بالنسبه للأملاح المستخدمة: (كالسيوم كلورايد - ماغنيسيوم سالفيت - بوتاسيوم باي كربونيت - صوديوم بايكربونيت) ... وطريقه التراكيز والحقن تبعاً للمواصفة التى تريدها(كم كيلوجرام/ لكل لتر) وتبعاً لضخ المضخة ... وهذا النوع من المياه يطلق عليه المياه المعدنية وهي عادة ما تكون عبوات صغيره مثل 1.5 لتر و250 مل و 330 مل وهكذا ...

المهندس عمرو حسن: المشكلة ليست فى البروميد إن كانت نسبة الأملاح بعد ال RO قليلة جداً أقل من 10 ppm ...ويتم اضافة كيماويات لزيادة الأملاح وضبط ال pH ...وبعدها عملية التعقيم بالأوزون فلا يوجد هناك أي مشكلة ولو حتى يوجد أيون البروميد في المياه الخام المشكلة وهو أن بعض المحطات بعد الRO يتم خلط المياه الخام المحتوية على أيون البروميد مع ال permeate لتقليل تكلفة الكيماويات فهنا تأتي المشكلة في التعقيم بالاوزون.

المهندسة سُمية: لدي تعليق ... بالنسبه للتعقيم كما ذكرت: كلور ... UV ... أوزون ... عند تصميم محطة نختار التعقيم بناء علي المنتج النهائي ... فى ماذا سيتسخدم؟ لوسيتم ضخه في شبكة المنازل أوالفنادق ...إلخ ... فسيتخدم الكلور ... لأن الكلورمدة بقائه طويلة تصل إلي وصوله للصنبوروتحافظ علي المياه بدون تلوث من المواسير ... وإذا كان المنتج مياه والتي تباع في جراكن في المناطق الريفية و الصحراوية فيتم التعقيم بال UV ومده بقائه قصيرة ... أما اذا كان مشروع زجاجات مياه معدنية معبئة ... إذا عقمنا ب UV فقط فسينتهي تأثيره قبل خروج المنتج للمستهلك فلذلك الأفضل استخدام الاثنين UV وأوزون لأن الأوزون هنا سيكون في المياه المنتجة بعد التعقيم ب UV وأقصد أنني أمررمياه خالية من آي مؤثر قد ينتج ضرر بالتعقيم بالاوزون ... وأخيراً أقصد أن الأوزون ما دام في زجاجة محكمة الغلق وتم عزلها عن أي مؤثر خارجي يستمر تعقيمه لمده شهر ... وخلال هذه المدة إذا تم فتح الزجاجة ينتهي تأثيره خلال اليوم.

المهندس عمرو حسن: كلامك صحيح مهندسة سُمية ... في شبكات المياه للبيوت يتم استخدام الكلورلأن تكلفته أقل في مواجهة الكميات الهائلة من المياه ... وأيضا لأنه يظل فترة أكثر من الأوزون وبالتالي يحافظ على المواسيرمن تكاثر البكتيريا أما الأوزون في زجاجات

المياه ولو محكمة الغلق فالأوزون يتفكك تلقائياً ولا يحتاج إلى هواء أووسط لأنه غير ثابت كيميائياً ... فيتفكك إلى الأوكسجين الجوي الثابت كيميائياً خلال 30 دقيقة.

المهندس عادل بدوى: صحيح الكلور فعال ومدة بقائه طويلة لكن مشكلته أنه غير صحي ومسبب لأمراض خطيرة في حالة مالم تتم ازالته بواسطة فلتر كربون أو SMBS.

المهندسة سُمية: مهندس/عادل ... كلام حضرتك صحيح لكن النسبة التي تصلنا قليلة جداً واذا زادت عن الحد المسموح فيظهر ذلك في الطعم فمن الممكن استخدام فلتر منزلي يحتوي علي شمعة كربونية لازاله الكلور.

المهندس رياض عبد الفتاح:في معالجة مياه الشرب ... المياه المعبأه لا يُفضل إضافة الكلور في الناتج النهائي ... فقط يتم إضافة الأوزون للمنتج النهائي ... لما يسببه الكلور من مشاكل صحيه نتيجة تخزين قوارير المياه المعبأه التي تصنع من البولي كاربونيت وغيرها من المواد البلاستيكية التي تتفاعل مع الكلور ... وتسبب أضرار صحية خصوصاً عند تعرض هذه القوارير المعبأه بما فيها من كلورلأشعة الشمس أو الحرارة أوالرطوبة ... فهناك دول تمنع إضافة الكلور في المنتج النهائي وتعطى مخالفة على من يضيف الكلورفي المنتج النهائي!

مناقشة بالنسبة لمعالجة مياه الكلى واستخدام الUV:

المهندس مدحت زكى: فى أنظمه شركة فرزنيوس لمعالجة مياه الكلى لا يوجد أشعة فوق بنفسجية ولا أوزون لعدم وضع permeate water فى ال product tank ... ويتم عمل rinse لل RO loop على الأقل كل ستة ساعات ... ووجود ال UV يعمل على رفع Endo toxin وهى غير ملائمة للاستخدمات الطبية.

المهندس محمد بسيونى: في معظم شركات الأدوية يتم وضع UV لتعقيم المياه المنتجة والتي سوف تدخل علي الانتاج ...وللتغلب علي مشكلة ال endo toxin يتم وضع فلتر ميكرونى 0.2 بعدها.

تعليق الدكتور أبو عزت (مترجم):

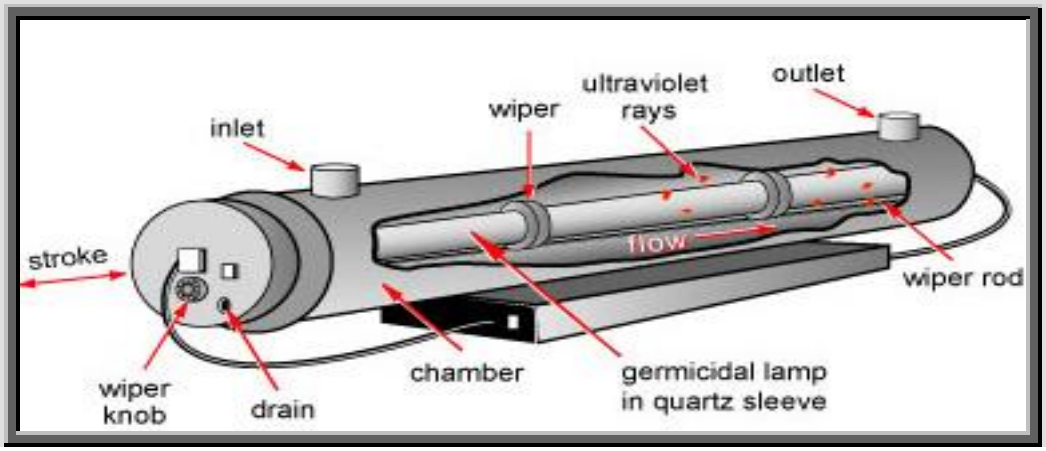
فى حالات قليلة يستخدم المهندس فى الوحدة الأوزون كمؤكسد للمواد العضوية (Organic matter" قبل إضافة الكوأجيولانت ... وهذه الطريقة لا تفُضل حالياً لأن أكسدة المواد العضوية فى بداية معالجة المياه يؤدى إلى تكون مواد الTHM's والHA's وهى منتجات ثانوية مسببة للسرطان.

إضافة إلى ذلك فإن الأوزون يستخدم قبل الGAC أو الGranular activated carbon أو يستخدم قبل عملية الأكسدة المتقدمة Advanced oxidation مع مواد أخرى لتفكيك الملوثات القليلة التركيز والمبيدات micropollutants and pesticides ويتم امتزاز هذه المواد المتكسرة (المُنحلة) على الفلتر الكربونى (سيتم شرحه مع الفلاتر).

مداخلة المهندس محمد قطب:

أحببت أن أضيف العوامل المؤثرة على كفاءة ال UV باختصار ... مثل الحديد الذى نسبته يجب أن تكون أقل من 0.3 ppm حتى لا يسبب تلف لل sleeve ويقلل من نفاذ الأشعة للماء ... أيضاً العسورة hardness التى لو زادت عن 120 ppm ستسبب ايضاً تلف ال sleeve ... والعكارة التي لو زادت عن 1 NTU ستسبب حماية وتغليف للخلايا البكتيرية.

تعقيب: الSleave فى جهاز الأشعة فوق البنفسجية هى أنبوبة الكوارتز التى تحمى لمبة الأشعة فوق البنفسجية من تدفق المياه والتغير فى درجة الحرارة ... إلخ ... ويجب أن تكون نظيفة حتى لا تعيق نفاذ الضوء إلى المياه ... أنظر إلى الصورة التالية:



وتفضل المهندس محمد قطب برفع هذه الصورة التى توضح تأثيرات بعض البارامترات على كفاءة الUV:

Parameter	Influence / Effect	Limits
UV Transmittance	Measure of absorption of UV light, UVT can affect system sizing requirements	> 75% UVT @ 254nm
Iron	Can affect both UVT and sleeve fouling	< 0.3 ppm (0.3 mg/L)
Hardness	Can cause sleeve fouling	< 120 ppm (7 gpg)
Turbidity	Can shield pathogen, post UV contamination	< 1 NTU
Tannins	Can affect UVT and system performance	< 0.1 ppm (0.1 mg/L)

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
16
النقاش
السادس
عشر
الفلتر
الرملى
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش السادس عشر

الفلتر الرملى

نذكر الجميع بأننا مازلنا فى مرحلة المعالجة الأولية فى محطة التناضح العكسي وقبل الدخول على الأغشية ... وقد ذكرنا فى البوستات السابقة متى نلجأ إلى الفلترة ومتى نضيف المواد المخثرة لترويق المياه وتقليل الSDI والعكارة turbidity واستعرضنا سريعاً أنوع الفلترة والفلاتروهو ما سنبدأ به بالتفصيل فى هذا البوست...
أنت أمام مجموعة من الفلاتر التى يجب أن تفك شفرتها وتعرف مكوناتها لتكون أكثر دراية بتكنيك الفلترة وترويق المياه ...نبدأ بالفلاتر الرملية بأنواعها لنتعرف على محتوياتها بشيء من التفصيل ... ثم ننتقل إلى الفلترالكربونى ثم الفلاترالخرطوشية (الميكرونية) الدقيقة....
وفى هذا البوست سنتحدث عن الآتى:
الفلتر الرملى وأنواعه ومكوناته والطبقات التى يحتوى عليها ... سنتحدث عن طبقة فحم الأنثراثايت ... عن طبقة الرمل ... عن طبقة الحصى ... طبقة العقيق الأحمر ... وسنفرد بوستات خاصة عن فلتر الرمل الأخضر وفلتر البيرم ... الغسيل العكسى للفلتر الرملى ... ظاهرة تحوصل الطبقة الرملية بالفلتر وأسبابها وعلاجها... وكيفية تصميم الفلترالرملى ... ونطلب من الخبراء إضافاتهم الثمينة ومشاركاتهم الهامة... تابعوا التعليقات ...

الفلتر الرملى:

الفلترالرملى هو أكثر الفلاتر انتشاراً وشهرة وفائدته هوالتخلص من العكارة (المواد المعلقة كالطين والطمى والمواد الغروية كالسيليكا الناعمة وأكاسيد المعادن كالصدأ بجانب الفضلات العضوية) ... فهو يتخلص من حوالى 60 - 75% من المواد الصلبة المُعلقة TSS والعكارة Turbidity... وهذه صور للفلاتر الرملية:

فلاتر رملية لفصل الشوائب الدقيقة الصلبة في مرحلة المعالجة الأولية

مم يُصنع الفلتر الرملى؟؟

جسم الفلتر الرملى يُصنع من الحديد الصلب أو من خيوط بلاستيكية مقواة بالفيبر جلاس fiberglass أو(الألياف الزجاجية) ويتحمل ضغط تشغيلى حتى 8.5 بار فى المتوسط.

جسم الفلتر الرملى يحتوى على:

1- فتحات لدخول المياه الخام (Raw water inlet).

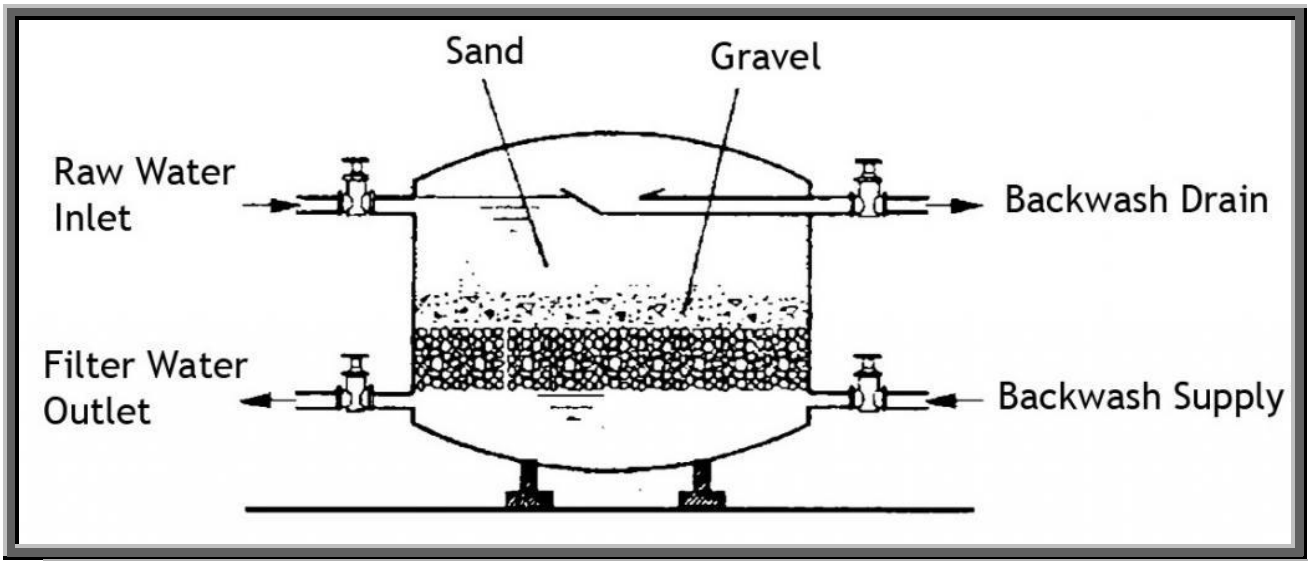
2- فتحات لخروج المياه المفلترة (المرشحة) (Filtered water outlet).

3- مجموعة مواسير وصمامات تسمح لعملية الغسيل العكسي عند الحاجة.

4- شبكة للتوزيع المنظم لسريان الماء.

5- الصمام والتحكم الأتوماتيكى (Control valve): وهو الجزء المهم في الجهازوالذي يتحكم بعمل الجهاز بشكل أوتوماتيكي كامل أما الصمام فهو عبارة عن صمام سداسي أورباعي يقوم بالتحكم بمراحل عمل الجهاز من مراحل الخدمة والغسيل العكسي والغسيل العادي.

أنظر الصورة التوضيحية التالية:



ما هو محتوى الفلترالرملى أومانطلق عليه "الحشو الداخلى" أو"الميديا"؟

إذا دخلنا فى محتوى الفلتر الرملى من الداخل سنجد الآتى:
الفلتر الرملي قد يحتوى فقط على حبيبات الرمل (رمل الكوارتز أو السيليكات) وهو الفلتر الرملى العادى (Sand media) ويسمى mono-medium filtration أو نجده يتكون من ثلاث طبقات ويُطلق عليه "الخلية" أو المرشح ثنائى الوسط Dual media filter أو الMultimedia filter (MMF) أو المتعدد الطبقات، وهذه الطبقات (أو المواد الوسيطة) لها درجات مسامية مختلفة حسب درجة النقاوة المطلوبة وتنقسم إلى:
أ- طبقة حبيبات فحم الأنثراثيت (Anthracite coal) (الطبقة العلوية)، لإضافة كفاءة أكبر للفلترة ... والأنثراثيت نوع من الفحم يتميز بلمعانه وهو غير نشط أو غير فعال إلا لوظيفة الفلترة ... يعنى لا يقوم بامتزاز أى مكونات (كالكلورمثلاً) بعكس الفلترالكربونى النشط الذى سنتحدث عنه بعد ذلك ونضعه بعد الفلتر الرملى ... (انظر إلى فحم الأنثراثايت بالصورةالتالية):

ب- طبقة الرمل الناعم (Fine sand).
وفى الطبقتين السابقتين يتم فصل العوالق (لذلك سُمى ثنائى الوسط) (فحم الأنثراثيت للجسيمات الكبيرة) (coarse suspended solid) والرمل للجسيمات الأصغر حجماً (finer suspended solid).

يعنى لو سُئلت ما هى ال filtration media فى الفلتر الثنائى الوسط؟ فستقول الرمل مع حبيبات فحم الأنثراثيت.

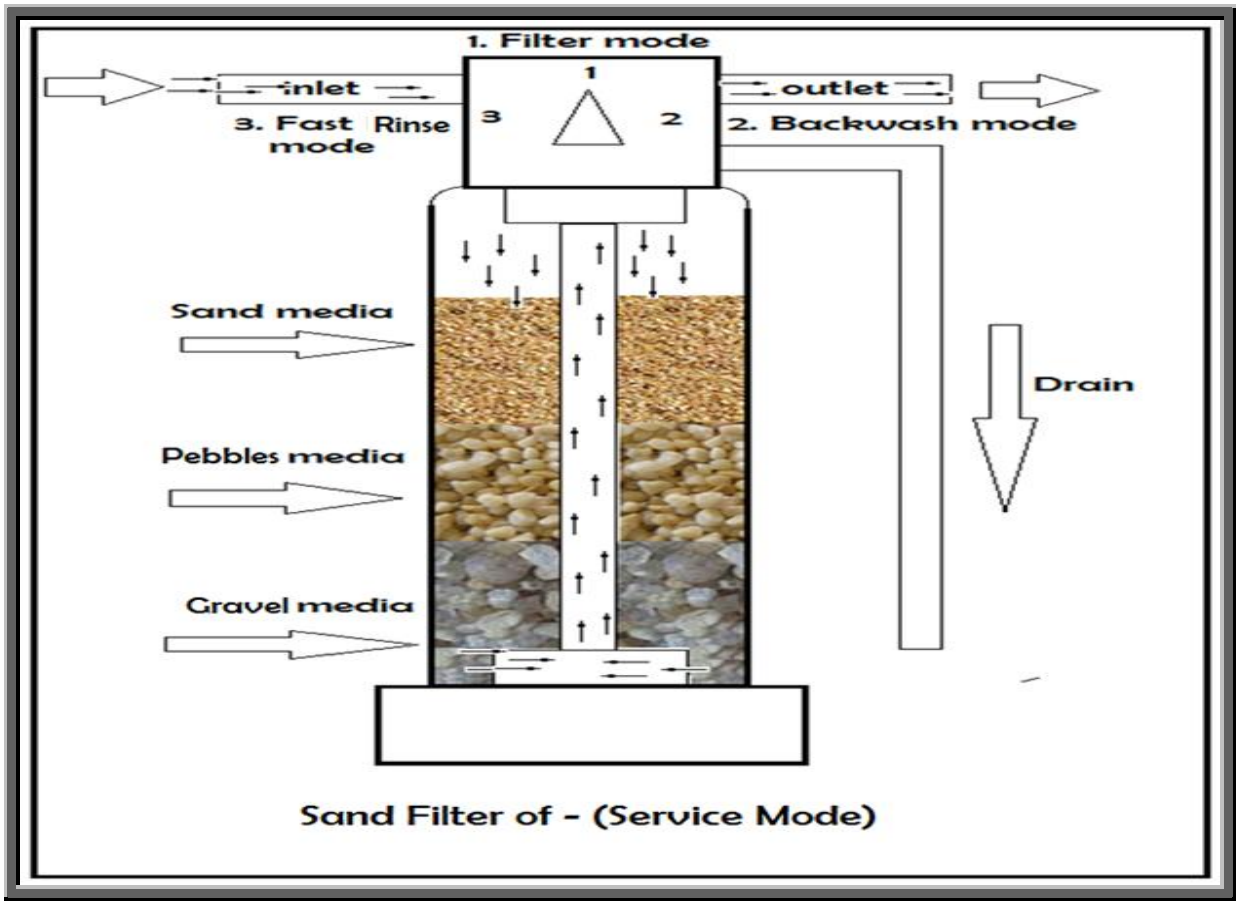
فإذا أردنا عقد مقارنة بين الفلترالثنائى الوسط والفلتر الرملى العادى نقول:

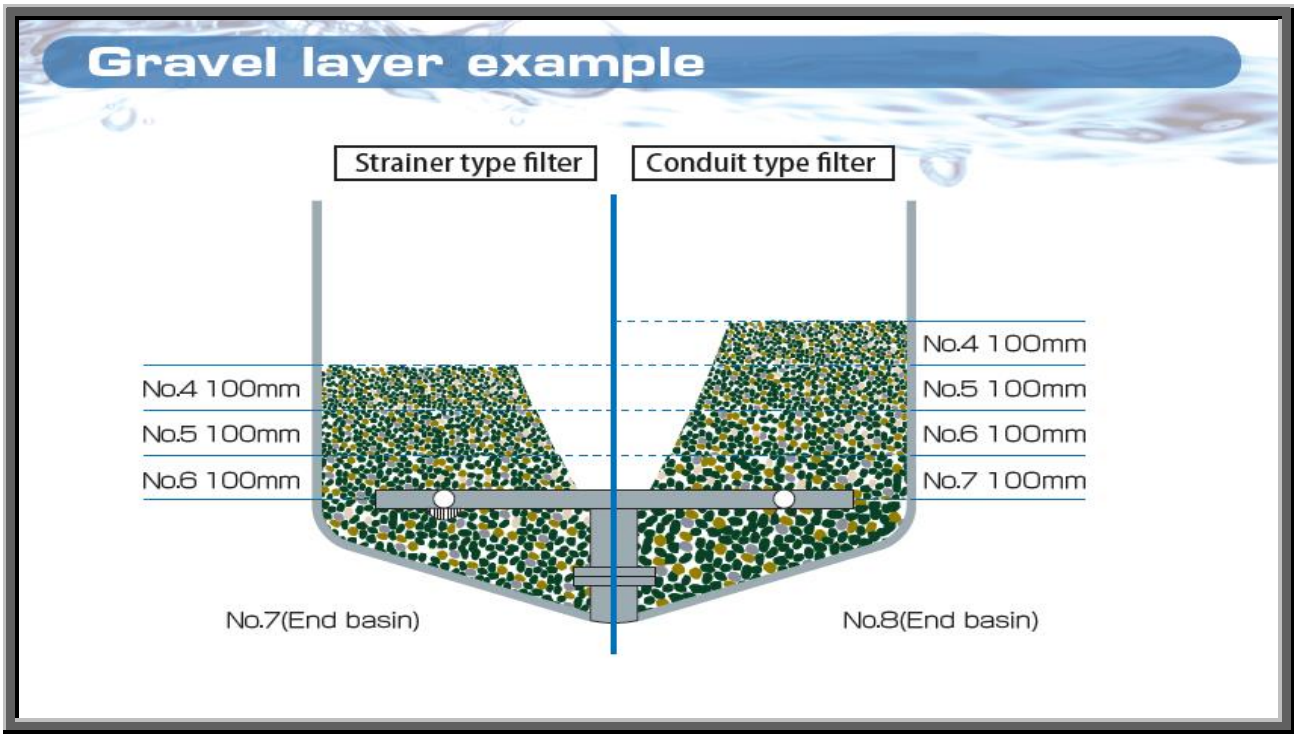
1- الفلترة أسرع وأكثركفاءة فى الفلترالثنائى عن الفلتر الرملى العادى.

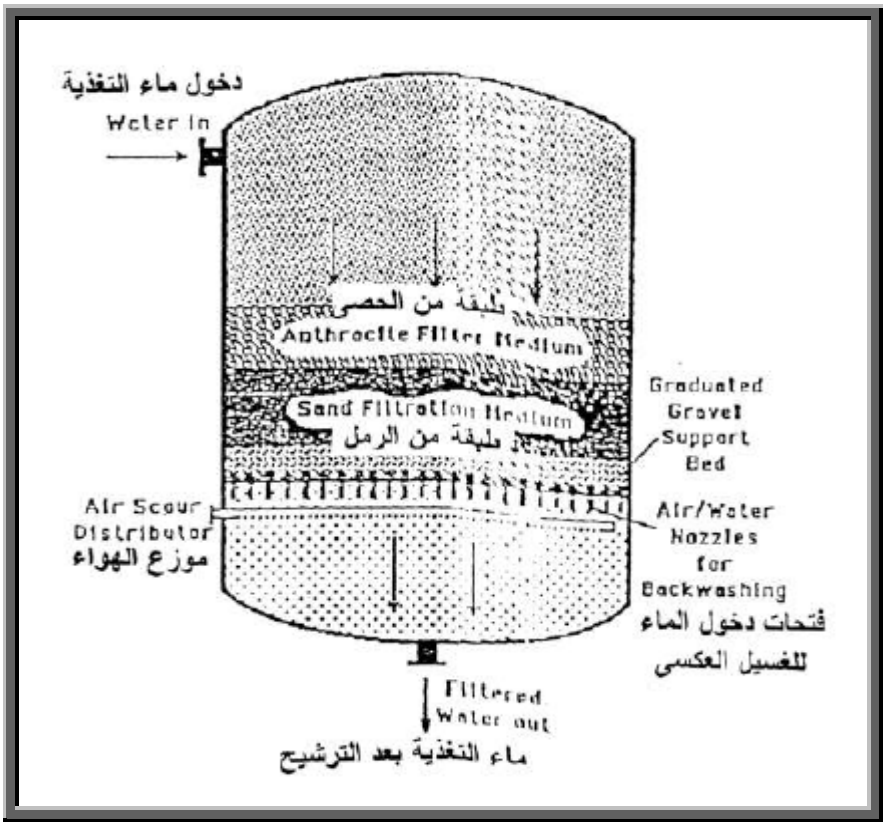
2- سعة تحميل الإتساخ (fouling) أو ما نسميه الDirt loading capacity(DMF) أكبر فى الفلتر الثنائى الوسط عن الفلتر الرملى العادى أى أنه له مقدرة أكبرعلى الإمتلاء بالfouling من الفلتر الرملى العادى وهذا بسبب كفاءته فى الفلترة.

وإليك الطبقة الثالثة بعد الأنثراثيت والرمل وهى:

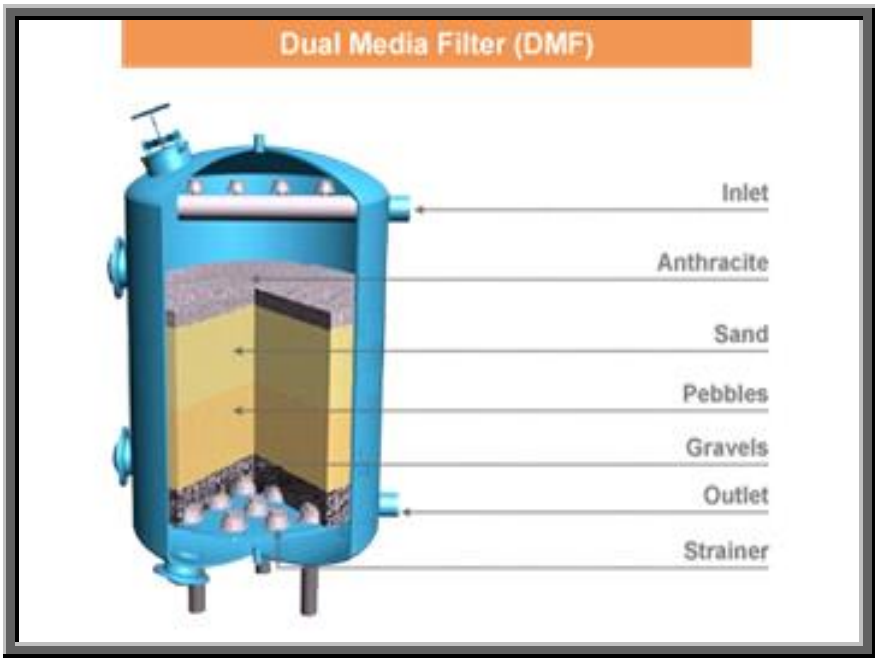
ج- طبقة الحصى (Gravel): وهى طبقة أساسية لا يُمكن الإستغناء عنها توضع فى قاع الفلتر الرملى فوق الموزعات السفلية المخصصة لجمع المياه (Collectors) ووظيفتها تثبيت الطبقتين السابقتين خاصةً خلال عمل الغسيل العكسي للخلية (Back washing) وعزل الرمل عن الموزعات حتى لا تنزل فتسد فتحاتها وتقلل من معدل السريان ، كما تمنع مرور الرمل أيضاً من خلال الموزعات، وقد تتكون طبقة الحصى هى نفسها من عدة طبقات مختلفة الأحجام (طبقتين أو ثلاثة) (منها طبقة الحصى ذو الحجم الصغير pebbles ثم طبقة الحصى ذو الحجم الكبيرGravels) يتراوح حجمها من 2 إلى 50 مللم كما بالصور التالية:







وهذه صورة أخرى للفلتر ثنائى الوسط والذى يحتوى على فحم الأنثراثيت ثم طبقة الرمل ويليه الحصى الصغير الحجم ثم الحصى الكبير.



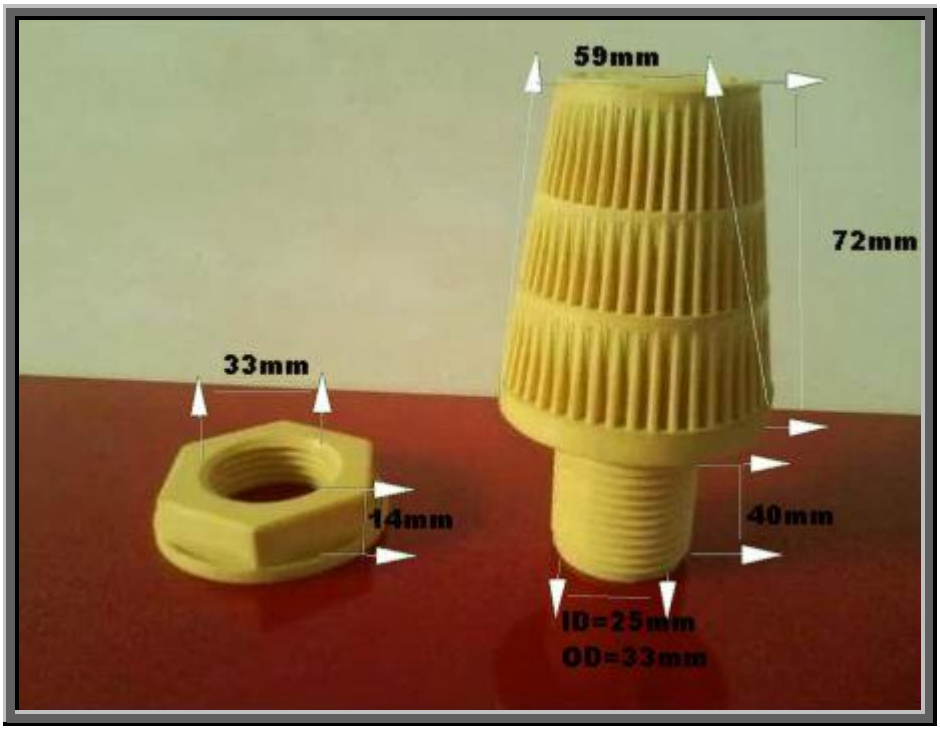
وهذه صورة مكبرة للحصى Gravel:

وفى أسفل الخلية (أو الفلتر الرملى) يوجد غرفة لتجميع المياه المفلترة أوالCollector خلال مصافى أو(Under drainage) أو نوزل ومنها إلى الفلاتر الأخرى.

موضوع فوانى الفلترة (Strainers) أو النوزلNozzles:

النوزل: هى مصافى تتواجد فى قاع الفلتر وتسمح بنزول المياه فقط دون ميديا الرمل حتى لا تخرج إلى الفلاتر الأخرى والأغشية ... وفى نفس الوقت تستخدم فى ادخال الماء والهواء المضغوط فى عملية الغسيل العكسي – كما سنبين بعد ذلك – وتعمل على التوزيع الجيد للمياه أثناء الغسيل فلا تتكون مسارات أو مجارى محددة دون المناطق الأخرى فى الفلتر ...ويتم

اختيار نوعها وحجم فتحاتها تبعاً لتصميم الفلتر والميديا المتواجدة ... انظر الصورالتالية وإلى منظر فوانى الفلترة على قاع الفلتر الرملى:



هذا وسيتم مناقشة المشاكل التى تحدث مع الفوانى ونحن فى حديثنا عن الغسيل العكسي فى البوست القادم فتابعونا ...

وإليك ملاحظات عن الكلام السابق:

- **كثافة الأنثراثيت حوالى 1.4 بينما الرمل يصل إلى حوالى 2.6.**
- **طبقة الحصى لا تعد من الطبقات التى تقوم بالفلترة ، لذا فإن الفلتر الذى يحتوى على طبقة فحم ورمل وحصى لا يسمى ثلاثى بل يسمى ثنائى Dual media filter وذلك لأن طبقة الحصى ليس لها دور فى الفلترة إنما وجودها للتدعيم وتثبيت الطبقات الأخرى فقط (يعنى Supporting bed).**
- **يُمكن استخدام فحم الأنثراثيت كفلتر منفرد (طبقة واحدة) بدون رمل ثم يتم الدخول على فلتر الرمل.**
- **بعض الشركات تضع طبقة فحم الأنثراثيت تحت طبقة الرمل بتصميم مختلف.**
- **من مميزات الأنثراثيت أن له مقاومة عالية للإحتكاك والقشط – سرعة غسيل عكسي عالية دون ضياع – معدل تدفق جيد مع إزالة ممتازة للمواد المعلقة – لا يسمح بالتصاق مركبات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد عليه – يعمل فى درجة pH من 3 إلى 12– مقاوم قوى للحرارة.**
- **المميزات السابقة للأنثراثيت أضافت إليه مميزات أخرى منها: تقليل مرات الغسيل العكسى – توفير فى كمية الماء اللازمة للغسيل العكسى – الفقدان فى الضغط يكون أقل – فترة خدمة أطول – سعة أكبر للفلترة – تكاليف عمل أقل.**
- **يستخدم فلتر الmultimedia فى معالجة المياه ومياه الصرف.**

• قد لا نستخدم فلتر رملى واحد بل أكثر من فلتر (قد نصل إلى 15 فلتررملى أوأكثر تبعاً للإحتياج وطبيعة مياه التغذية) ونسمى مجموعة الفلاتر هذه بالMulti-filter فإذا كان يحتوى الفلتر الواحد على عدة طبقات Layers فنسميه multimedia filter (MMF) أوmixed media أو deep-bed multimedia filtration أو الفلتر العميق المتعدد الأوساط.

وقد نضع الفلاتر على مرحلتين فنقول primary multimedia filter و secondary multimedia filter.

• نلاحظ أنه تبعاً لترتيب الميديا من أعلى لأسفل أن محتوى الفلترالرملى يتدرج من الخشن coarse إلى النعومة والدقة fine لذلك نسمى هذا التدرج "Coarse to fine graduation" وهذا التدرج فى الحقيقة يسمح بحجزالمواد العالقة الكبيرة أولاً ثم حجز المواد العالقة الأدق finer particles فى الطبقات التالية شيئاً فشيئاً.

أنواع الفلاتر الرملية:

يوجد نوعين من الفلاتر الرملية (تبعاً لمعدل سرعة الفلترة (Rate of filtration) وهما:

1- فلتر رملى سريع (Rapid sand filter) وينقسم إلى نوعين هما: فلتر رملى سريع بفعل الجاذبية Rapid gravity sand filter وفلتر رملى سريع مضغوط Rapid pressurized sand filter ، وتصل سرعة الفلترة فيه من 0.4 – 20 مترمربع/ساعة (يتم خفضها فى حالة زيادة فى نسبة الfouling فى مياه التغذية).

2- فلتر رملى بطىء(Slow sand filter) ، وتصل سرعة الفلترة فيه من 0.04 – 0.4 مترمربع/ساعة.

وإليك التفاصيل:

1- الفلتر الرملى السريع (Rapid sand filter) (RSF) وهو أشهر الأنواع والتى تم شرحها فى هذا البوست سواء أكان أحادى الطبقة أو ثنائى الطبقة أو متعدد الطبقات وهو مناسب كما ذكرنا لإزالة العكارة عن طريق المعالجة الفيزيائية.... بجانب بعض البكتيريا وجزء من المواد العضوية، كما أنه فعال فى إزالة جزء من الحديد والمنجنيز... كما يتم عمل الغسيل العكسى لهذا النوع ، ويكون سريان الماء فيها من أعلى لأسفل بفعل الجاذبية (Gravity)، فيسمى Rapid gravity sand filter وتنك الفلتر يُصمم بحيث يكون مفتوح open، أو يتعرض لضغط فيسمىRapid pressurized sand filter (وهو الأكثر شُهرة) ... وتنك الفلتر يصمم بحيث يكون مغلق Closed ومصنع من الستانلس ستيل وتكون الفلترة فى هذه الحالة أسرع.

2- إليك توصية منظمة الصحة العالمية فى أن الفلترالرملى السريع يقلل العكارة لأقل من 1 NTU وفى الغالب لأقل من 0.1 NTU:

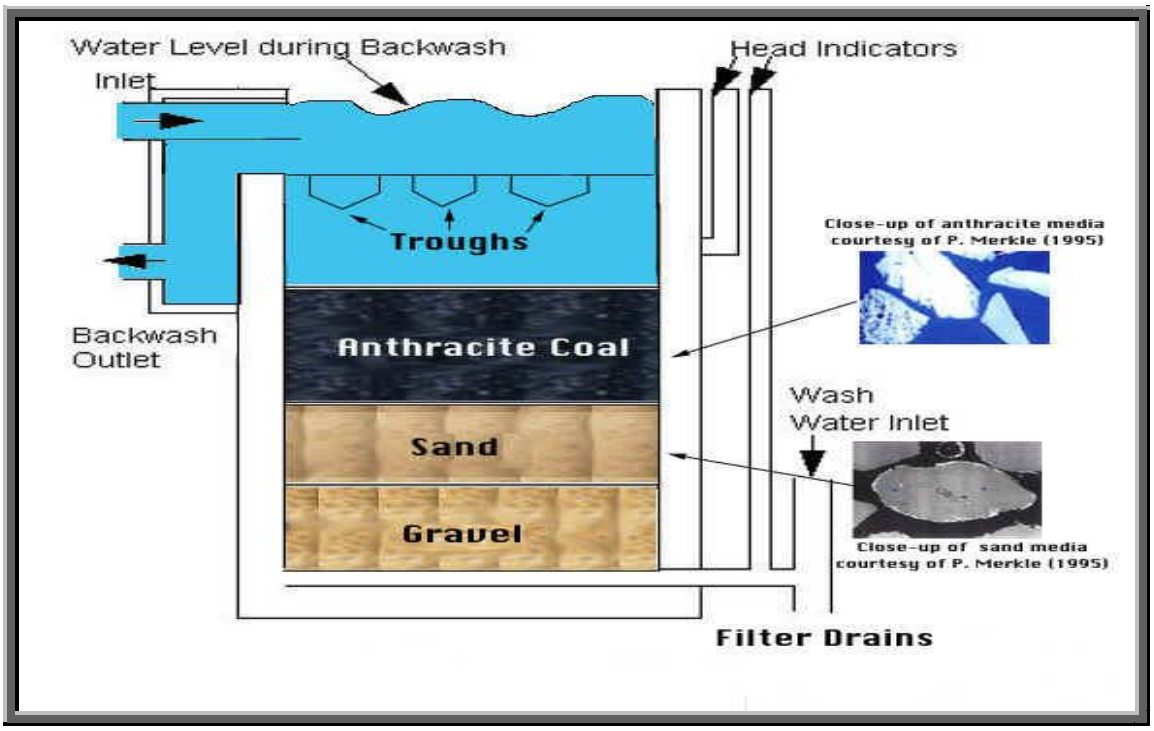
[A well-operated RSF reduces turbidity to less than 1 NTN and often less than 0.1 NTU] (WHO 1996).

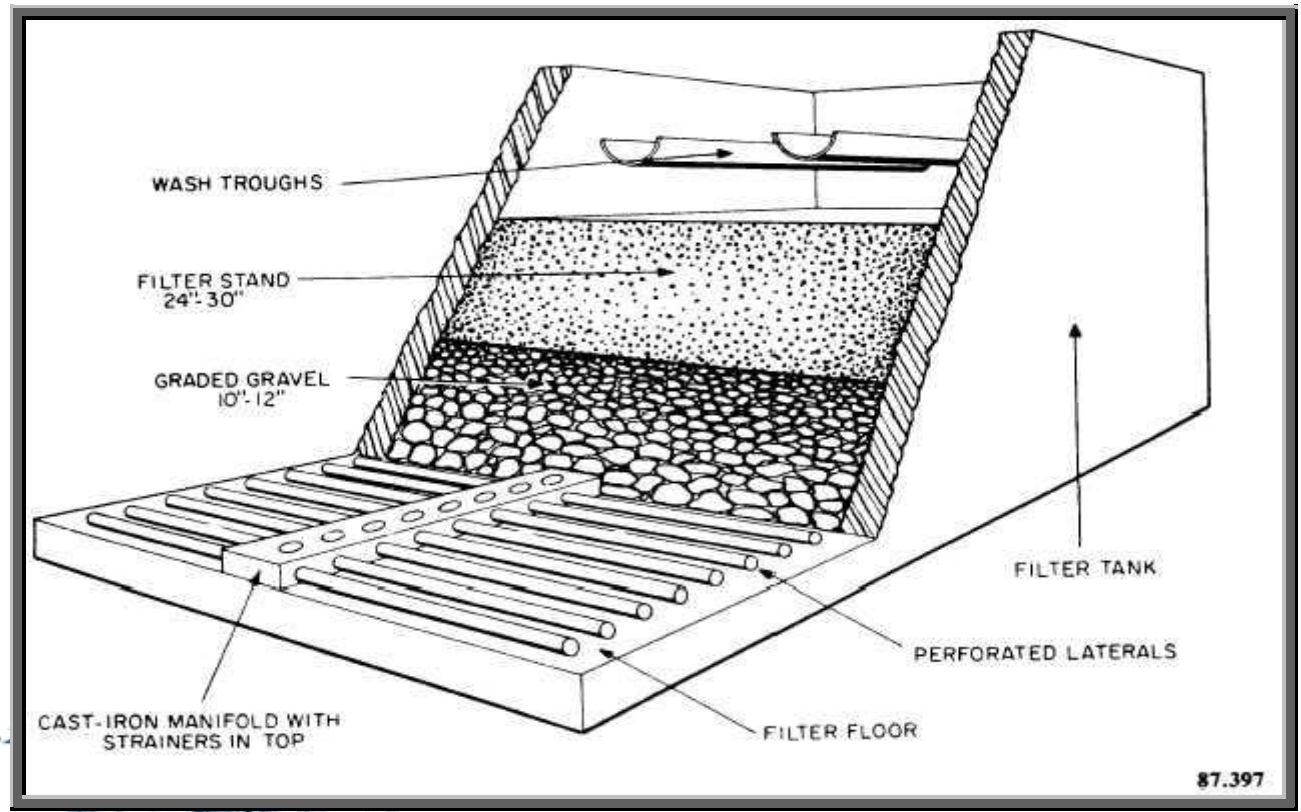
3- بالنسبة للضغط الذى يقع على الفلتر الرملى نقول أن الفلتر الرملى السريع (RSF) يصل ضغطه إلى 0.5 بار... بينما الفلتر الرملى المضغوط (Pressurized sand filter) أكثر

شهرة ويتراوح ضغطه بين 2 – 8 بار والأفضل أن لا يقل فى الأخير عن 4 بار ويُصنع جسم الفلتر من الخرسانة المُسلحة (Reinforcement concrete).

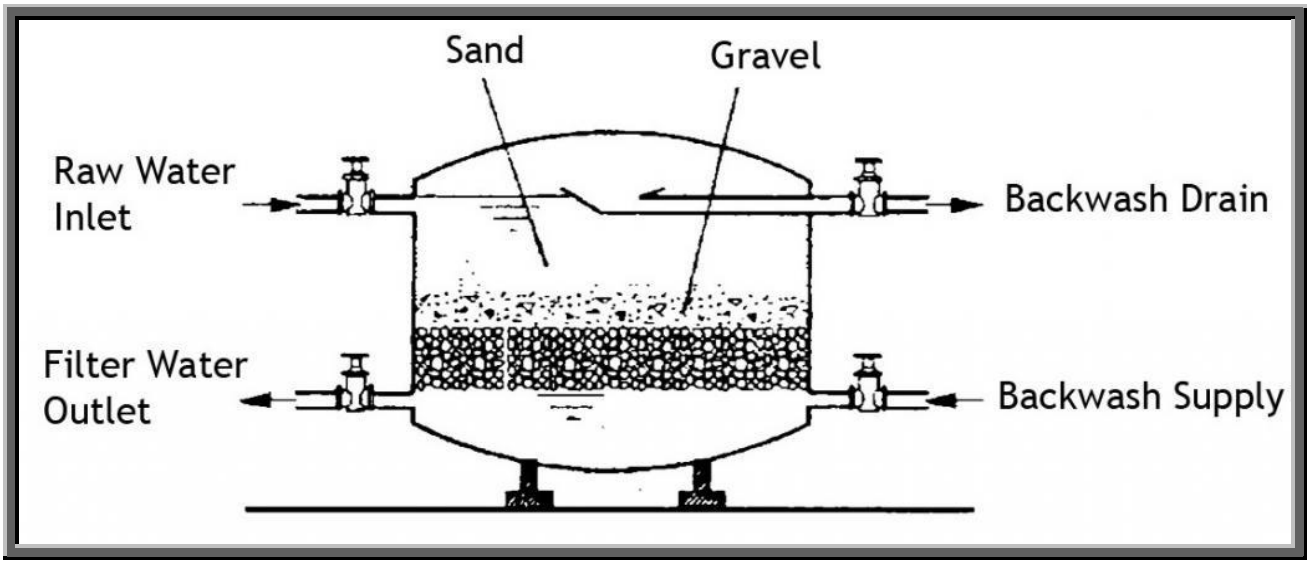
4- الفلتر الرملى السريع من عيوبه أنه لا يُزيل البكتيريا والفيروسات والفلورايد والزرنيخ والأملاح والمواد العضوية ... بجانب أنه يحتاج إلى غسيل عكسي كل 24 – 72 ساعة فى المتوسط كما سنشرح بعد ذلك ...

وهذه صور للفلتر الرملى السريع بفعل الجاذبية:



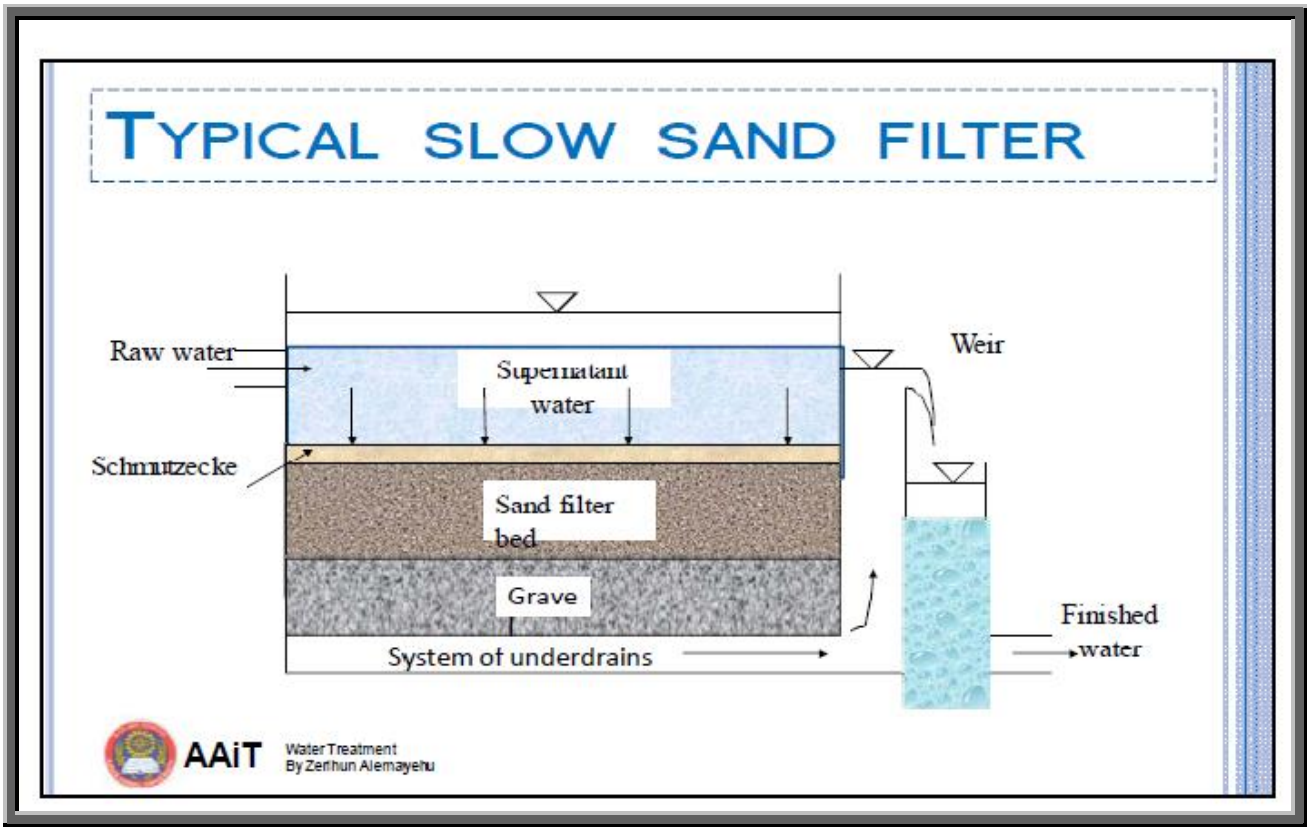


وهذه صورة الفلترالرملى المغلق المضغوط:



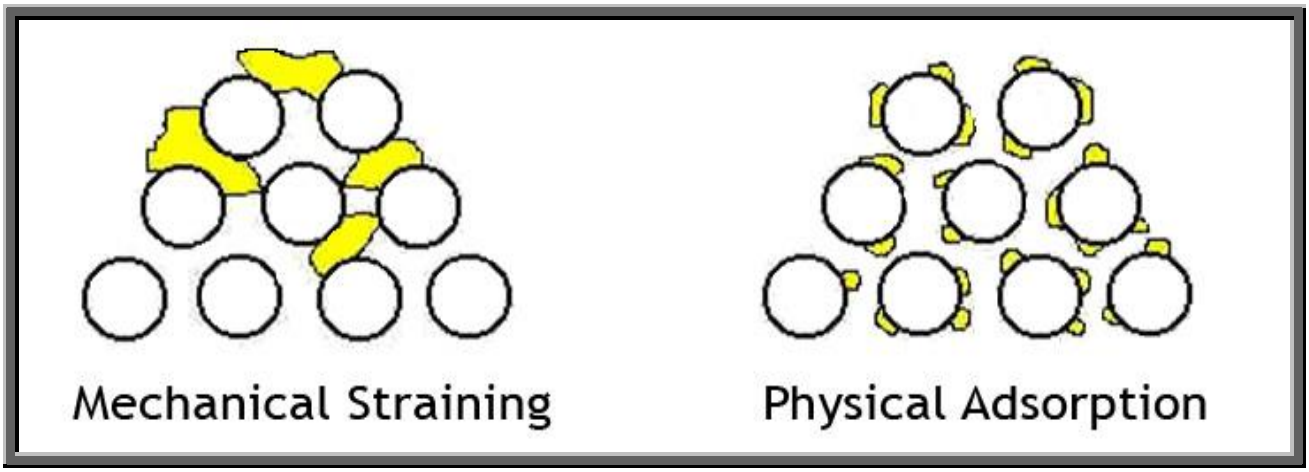
2- فلترة بطيئة Slow sand filtration (SSF) وهو مناسب للمعالجة البيولوجية وإزالة البكتيريا ، حيث تنمو على السطح (أوالطبقة العليا) طبقات جيلاتينية لزجة تتألف من بكتيريا وفطريات وبروتوزوا وبعض يرقات الحشرات المائية وهذا النمو البيولوجى يسمى علمياً بال "Schmutzdecke" ، ولكن مع زيادة النمو البكتيرى عن حد معين فإن كفاءة الفلتر تقل ويقل معدل السريان بسبب حدوث انسداد ونضطر إلى معالجة هذا الأمر لإعادة كفاءة الفلتر وهذا ليس له مجال هنا.

انظر الآن إلى صورة الفلتر الرملى البطىء:



كيف تتم عملية الفصل فى الفلاتر؟؟

•باختصار نقول أن عملية الفصل تنقسم إلى:
1- فصل ميكانيكى (Mechanical straining) ويحدث فى الطبقات العليا حيث يتم حجز المواد العالقة الكبيرة فى الماء بين المسام وحبيبات الرمال.
2- فصل فيزيائى (Physical straining) حيث يتم امتزاز المواد العالقة الأصغرعلى سطح المادة الوسيطة بالفلتر نتيجة لقوى فاندر فالز (Vander Waals forces) بين المواد العالقة وحبيبات الرمال ويساعد أيضاً على هذا الالتصاق بالرمال اضافة المواد المروقة (الكوأجيولانت والفلوكيولانت قبل المرور على هذه الفلاتر كما سبق وأن ذكرنا ...



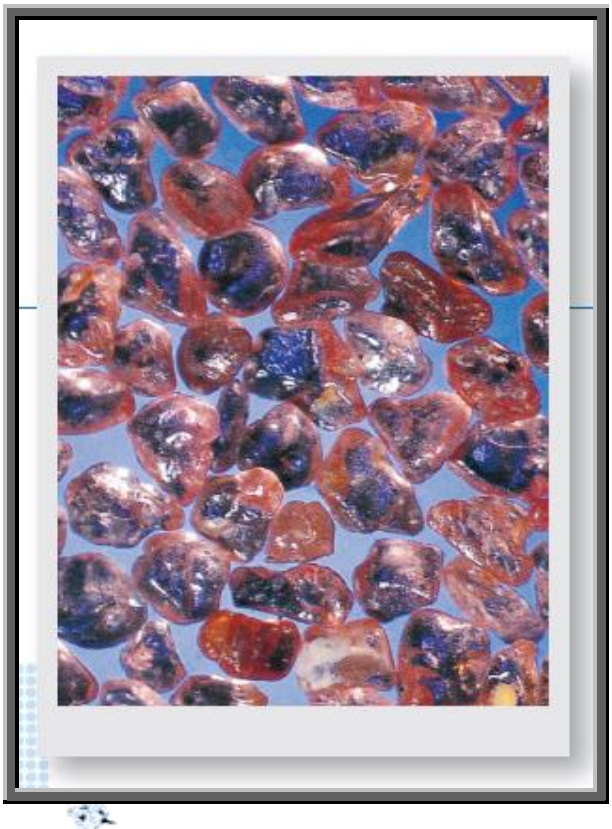
طبقة العقيق الأحمر Garnet:

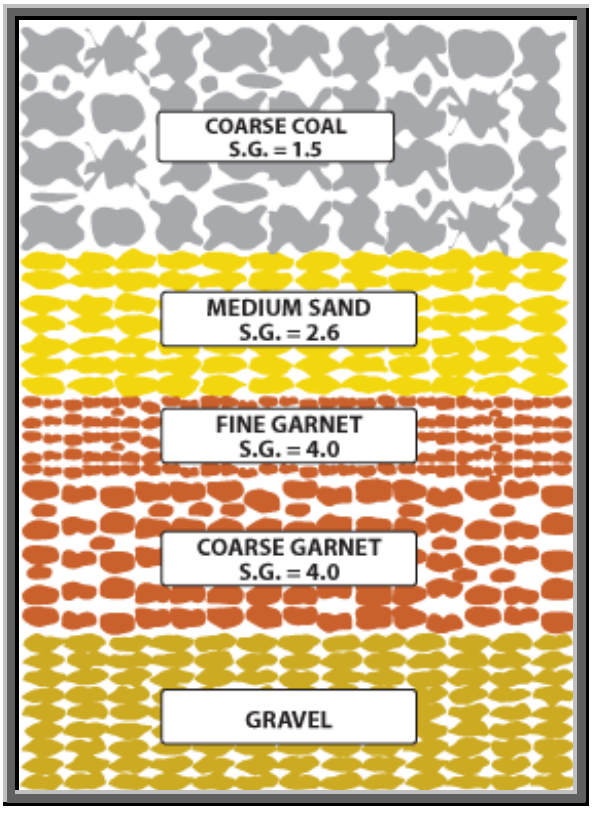
•أحيانا توضع طبقة من رمل العقيق الأحمر Garnet تحت طبقة الرمل وفوق الحصى (وهو مجموعة من معادن السيليكات)، وتسمى الفلترة فى هذه الحالة (Tri-media filtration) لوجود 3 ميديا بالفلتر (الفحم والرمل والعقيق).
• كثافة العقيق أكبر من الرمل (يصل لحوالى 3.6 بينما الرمل يصل إلى 2.6 كما قلنا) ولكن له حجم أكبر من الرمل.
• أفضل تركيبة لطبقة العقيق هى المكونة من طبقتين:
1- طبقة من الحبيبات الدقيقة (Fine garment) بحجم 0.4 mm – 0.4 ويفلتر مواد عالقة حتى 10 ميكرون.
2- طبقة من الحبيبات الكبيرة coarse garment بحجم 1.7 mm – 1.4، وتحت هذه الطبقة طبقة الحصى gravels.
ونلاحظ أن ترتيب الطبقات بعكس الطريقة المعتادة فالطبقة الناعمة fine هى الطبقة العليا والcoarse فبالأسفل وهى بذلك تعمل على زيادة كفاءة الفلترة والتخلص من المواد العالقة وزيادة سرعة التدفق للمياه.
• تستخدم طبقة العقيق garnet كدعامة أيضاً بجانب طبقة الحصى ويكون لها حجم أكبر بكثير من الحجم المستخدم فى الفلترة ، ويكون الترتيب كالتالى: طبقة العقيق الخاص بالفلترة ثم طبقة عقيق خاصة بغرض التدعيم ثم طبقة الحصى.

• إليك مثال للتركيب الكيميائى للعقيق garnet بالنسب المئوية:

[SiO_2 = 38.6, Al_2O_3 = 22.6, Fe_2O_3 = 33.0, MgO = 2.3, MnO_2 = 2.1, CaO =1.4]

وهذه صور لل Garnet sand:





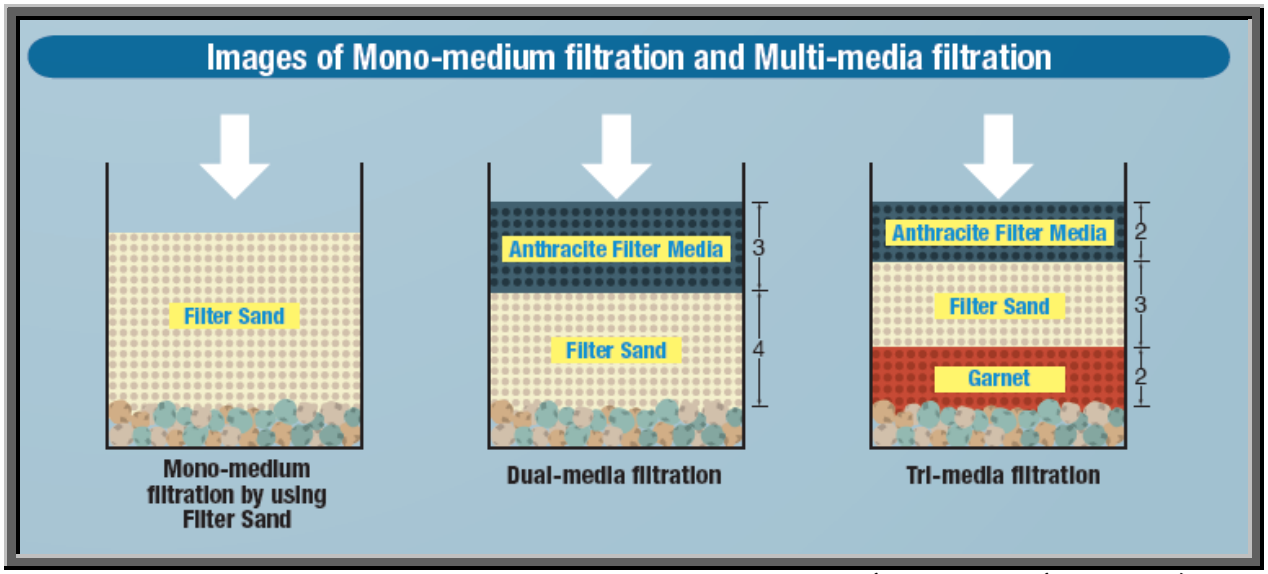
سؤال طرحه أحد الزملاء:

ما هو دور العقيق الاحمر (Garnet) في عملية الفلترة ؟؟ وإذا كان دوره فيزيائياً كالرمل . ... هل يمكن استخدام fine gravel من أي نوع بنفس قطر العقيق الاحمر؟

أجاب المهندس محمد الخطيب:

تتميز بقوتها وتحملها وكفاءتها العالية في عملية الترشيح بحيث تصل دقة الترشيح إلى 10 ميكرون و 20 ميكرون .. حيث تعتبر هذه الطبقة أصغر وأثقل من fine sand ... وبالتالي ستكون بالأسفل وتقوم بعمل ترشيح نهائي للمكونات الدقيقة.

وهذه صورة توضيحية تبين الفرق بين الmono, dual, tri-media filtration تختصر ما ذكرناه آنفاً:



بالنسبة للميديا نأخذ بالنا من أمرين وهما:

1- الارتفاع الموصى به لكل ميديا من قبل الشركة الموردة Typical bed depth.

2- اتجاه سريان المياه الموصى به typical direction of fluid flow ، هل هو من أعلى لأسفل downward أو من أسفل لأعلى upward.

الإختبارات التى تُجرى على الزلط والميديا:

الزلط مهمته- كما قُلنا - أنه وسط حامل للرمل والميديا ويحافظ عليها ... فهو بمثابة دعامة ... ويتم عمل عدة اختبارات على الزلط والميديا للتعرف على كفاءتها ومطابقتها للمواصفات المطلوبة ... وإليك اختصار لهذه الإختبارات:

1- اختبارات شكل الزلط وكسر الزلط:

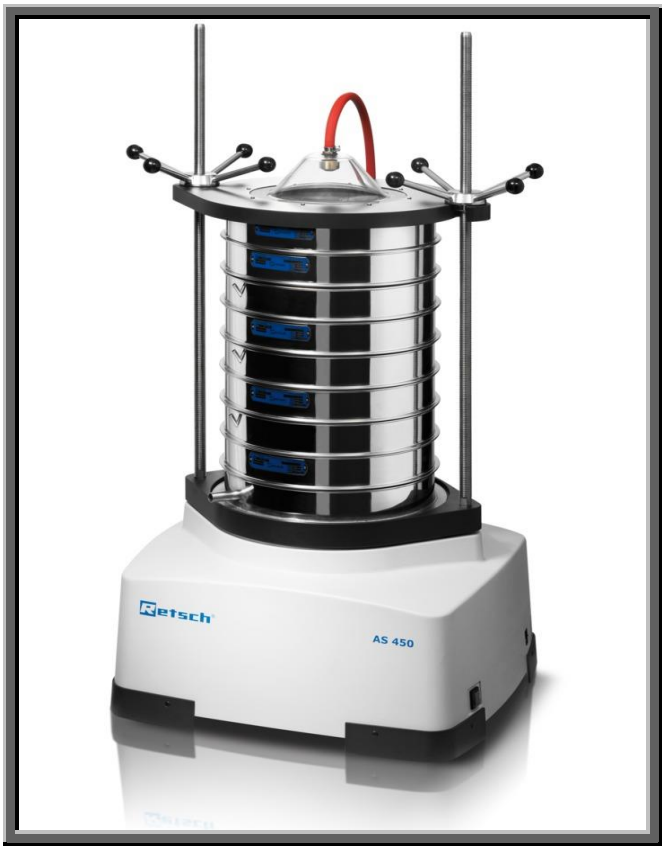
بالعين المجردة يتم فحص انتظام الإستدارة للزلط بقدرالإمكان ... قياس أبعاد الزلط يدوياً بالمسطرة أو بالقدمة الورنية (ونأخذ تقريباً 20حبة زلط على الأقل لحساب متوسط الأبعاد ومقارنتها بالمطلوب) ... اختبار كسر الزلط (يجب أن لا يتعدى 5% من مجموع الزلط) ... كل ذلك يكون بالعين المجردة ...

2- اختبارالمناخل للأقطار: وهى اختبار متقدم بعض الشىء يتم عمله للزلط وللميديا وفيه أيضاً نتأكد من مطابقة أقطارالزلط والرمل للمواصفات المطلوبة ... فمثلاً لو حجم الزلط مطلوب أن يكون 5 سم ... فيتم استخدام منخل بهزاز Shaker ولهذا المنخل ثقوب 5 سم أيضاً وما يحجز فوق المنخل الحجم المطلوب وما يمر فيكون أصغر من ذلك ويجب أن لا يتعدى نسبة معينة طبقاً للمواصفات (2% فى المعتاد) ... وهكذا.

يقول الدكتور محمد شلتوت بأنه يتم أخذ قطاعات من الميديا من خمس أماكن (الأربعة جوانب والوسط) وذلك بواسطة ساحب عينات يشبه الحربة ثم نجرى عملية الغربلة للميديا عبر المناخل ... وهذا الإختبار يسمونه Mud ball volume ... وحجم الميديا التى يتم اختبارها يكون فى حدود 25 لتر...
والعالم الأجنبى Brouckaert هو وزملاؤه قد وضعوا لنا دلالات نتائج الإختبارلخصناها لحضراتكم فى هذا الجدول:

النسبة المئوية بالحجم (للميديا المحجوزة)	حالة الميديا
أقل من 1%	الميديا نظيفة تماماً
0.1 – 0.5%	الميديا فى ظروف جيدة
0.5 – 1.0%	الميديا نظيفة إلى حد ما
1 – 5%	الميديا فى حالة سيئة
أكبر من 5%	يجب تغييرالميديا

3- اختبارالفاقد بالماء: يتم عمله للميديا وأحياناً للزلط ... حيث يتم أخذ عينة منها وتوضع فى فرن تجفيف لمدة ساعتين ... ثم يقاس وزن العينة بعدها (بعد تبريدها) ثم يتم غسلها عدة مرات بالمياه حتى نرى المياه صافية تماماً بدون أى عكارة ثم نضعها فى فرن التجفيف مرة أخرى وبعدها نقيس الوزن لنعرف نسبة الفاقد من الميديا بحساب فرق الوزنتين (حيث يجب أن لا تتعدى 1% فى المعتاد).
4- اختبارالفاقد بالحمض: يتم عمله للميديا بنفس الطريقة السابقة ولكن بنقع العينة فى محلول مركز من حمض الهيدروكلوريك HCl لمدة 24 ساعة ونزن الميديا قبل النقع وبعد النقع ... والمفترض أن لا يكون الفاقد أكثر من 5% من وزنها ... وبالطبع الفاقد مع الحمض أكبر من الفاقد مع الماء).
وإليك صور لجهاز المناخل:



مداخلة المهندسة سُمية:

يتم عمل الاختبارات لمعرفة مقاسات الرمل عن طريق مناخل مقاس الفتحات لها معلومة ونبدأ بأقل حجم ثم ما يليه ... إلخ ... ونقوم بوزن العينة قبل الفرز ثم وزن كل مقاس علي حدة ...

ملاحظة:

أساسً يكون عندي فلتر معلوم حجم الطبقات ومحتاج أعرف هل الحجم اختلف أم لا وبناءً عليه اختار مقاسات المناخل التي يتم استخدامها.

المشاركات على النقاش السادس عشر: الفلاتر الرملية

مداخلة المهندس الحسن الصادق:

هذه صورة لنموذج مقطع لتركيب مرشح المياه كنت صورتها بنفسى أثناء مرورى على محطات المياه ... وواضح فيها طبقات الرمل والزلط على البلاطة الاسمنتية الموجود فيها الفونيا:

وهذه صورة لمرشح رملى من بداية الملئ بالمياه:

تعقيب: هذا الفلترالرملى من النوع المفتوح.

استفسار من المهندس عادل بدوى:

نغتنم فرصة وجود دكتور الحسن الصادق في موضوع البكتريا الموجودة في هذه الفلاتر كيف تنشأ وكيف يمكن التخلص منها ...

رد الدكتور الحسن الصادق:

الحقيقة أنه من المعروف أن الترشيح لا يعمل بكفاءة كبيرة لإزالة البكتريا والفيروسات وحبيبات الطين وذلك لصغر مقاسها والذى يقل عن الميكرون الواحد ... وبذلك لا تنتج مرشحات الرمل السريعة مياه صالحة من النواحى البكتريولوجية ... لذلك لابد من مرورالمياه الخام اولاً على المروقات التى تتم بها عملية الترويب والتنديف التى يتم جمع فيها الجزئيات الدقيقة وترسيبها قبل مرورها إلى مرشحات الرمل .. وبالتالى فإن المرحلة التالية للترشيح هى التطهير باستخدام الكلور حتى يتم القضاء على البكتريا الموجودة بالمياه فى حالة محطات مياه الشرب ... أوتمرير المياه على فلتر ميكرونى فى محطات R.O كما سبق بشرح المهندس وليد.

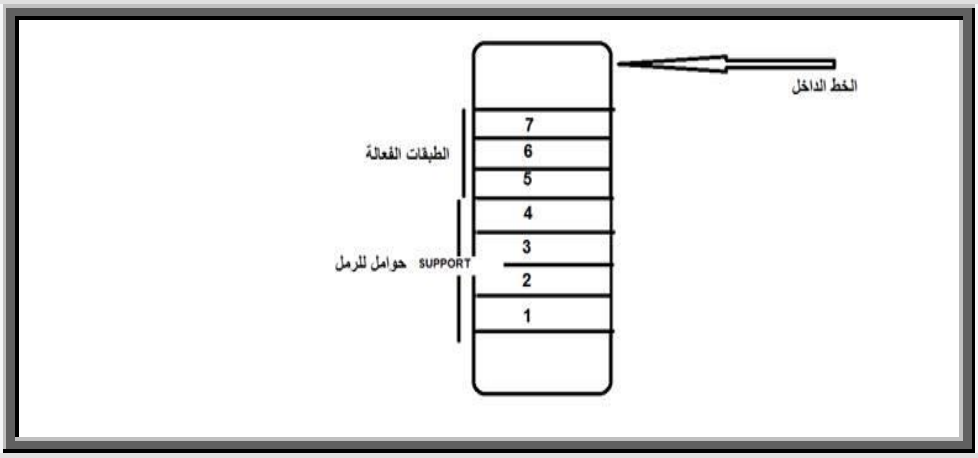
مداخلة المهندس رياض عبد الفتاح بشرحه المستفيض:

فلتر رملي متعدد الطبقات من حيث حجم الميديا:

1 - Support - Gravel : عبارة عن حصى ... وهي تقريبا 4 طبقات فوق بعض تبدأ من أسفل الفلتر وتستخدم كدعامة وحوامل للرمل المكون للطبقات العليا .

2- (Silica sand) عبارة عن طبقات من الرمل في الجزء العلوي من الفلتر، وهي عبارة عن 3 طبقات.

3- الطبقة العلوية الأخيرة هي الأكثر فعالية ،حيث مساميتها من (0.5 - 0.45) mm وهى أصغرطبقة من حيث حجم الحبيبات ، حيث المواد الصلبة التي يتخلص منها حجمها يقارب 0.1 mm

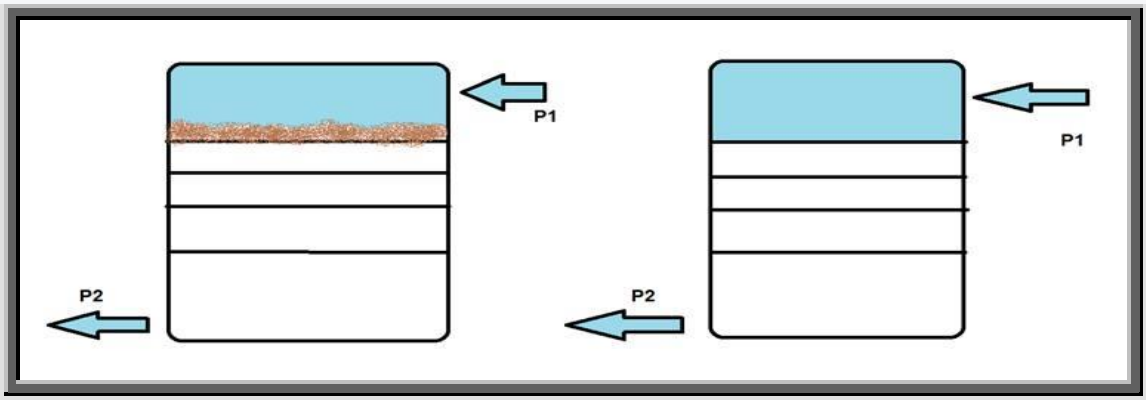


طبعا ترتيب الطبقات بحيث تكون أصغر طبقة من حيث حجم الحبيبات في الجزء العلوي ...

ومعظم الشوائب تمسكها الطبقة العلوية يتم عمل backwash عند فرق ضغط 0.6 Bar الطبقات العليا وخاصة أعلى طبقة تمسك الجزيئات الصغيرة جداً (Particles) ، وعند بداية عمل الفلتر الرملي، تترسب أكبر حبة من المواد الصلبة في السطح العلوي للطبقة العلوية ، والأقل حجما ممكن أن ينفذ للطبقة السفلى ، ولكن تبقي في قسم الطبقات العلوية.

تتكون طبقة من الشوائب على سطح وسط الترشيح و تسمى "كيكة الترشيح" و التي تعتبر الوسط الحقيقي لعملية الترشيح حيث تتم من خللها عملية الفلترة بشكل فعال وتتكون هذه الطبقة بعد مرورقت قصير من بدء عملية الترشيح ... ومع مرورالوقت والاستمرار في عملية

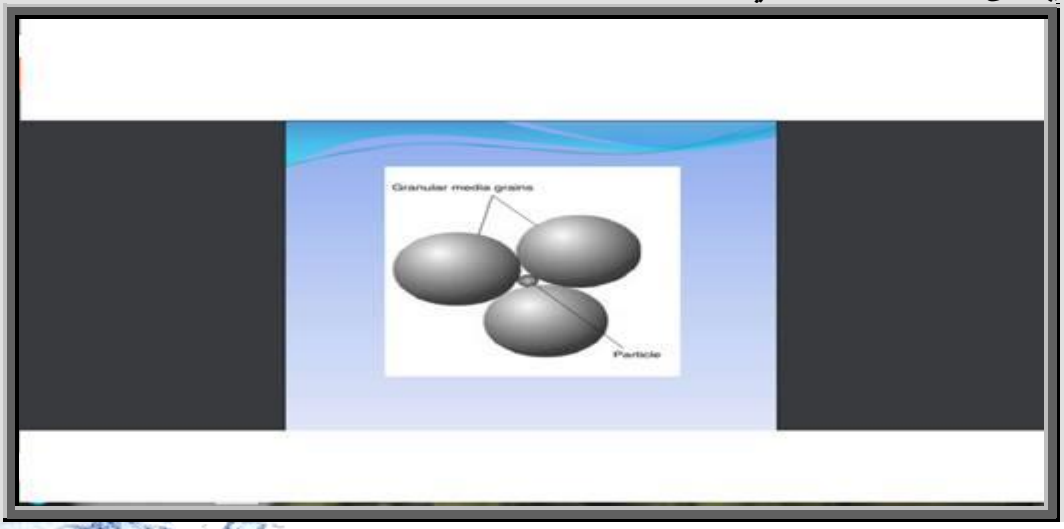
الفلترة تصبح هذه الطبقة عائقاً لعملية الفلترة حيث أنها تسبب ارتفاعاً ملحوظاً في فاقد الضغط كما تسبب انخفاضاً واضحاً في تدفق الماء Flow rate من خلال الفلتر.
وكلما زاد الوقت قل حجم العوالق المترسبة ،وتعمل طبقة دقيقة تمسك ما سيأتي عليها، ونفس الوقت يرتفع فرق الضغط على الفلتر(DP) (Differential pressure) ،حيث هذه الطبقة تزداد مع الزمن فتعمل ممانعة لمرور المياه ،وإذا وصل فرق الضغط (0.5 - 0.6) bar هنا يكون الفلتر بحاجة إلى غسيل عكسي .



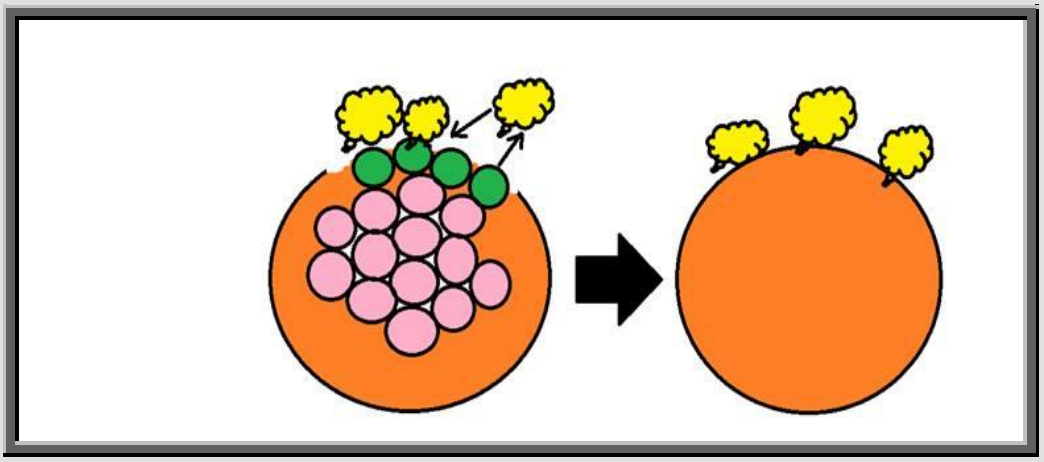
وعملية الفلترة تزيل:

75% from TSS and 60 % Turbidity

ويُمكن توضيح عملية الترشيح فيزيائياً و تفسيرها حسب التالي :
1 - التصاق بعض المواد العالقة على سطح الحبيبات – حبيبات الرمل و الأنثراسايت – و يساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب عوامل التخثير التي يتم إضافتها للفلتر وكذلك مسارات الماء المتعرجة خلل طبقات الرمل التي تزيد من قوة الطرد المركزية .
2- ترسيب بعض المواد العالقة في فجوات الرمل.
3 - تعمل فجوات الرمل كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الحجام الكبيرة نسبيا .
4 .تتكون طبقة هلامية على سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة وما يحتمل وجوده من كائنات حية دقيقة ويساعد ذلك على اصطياد وحجز المواد العالقة.
معظم عملية الفلترة تتم في هذه الطبقة الهلامية التي تلعب دوراً هاماً في الترشيح .
اختلاف الشحنات الكهربائية الساكنة على سطوح كل من حبيبات الرمل و دقائق المواد العالقة مما يؤدي إلى تجاذبها و بالتالي التصاقها وحجزها .



هناك خاصية أخرى تحدث للفلتر الرملي ... وهي خاصية الإمتزاز أو "الإدمصاص" Adsorption ... فماذا يحدث في الإمتزاز؟
1- ذرات المادة المازة الموجودة في قلبها أو وسطها تترابط مع بعضها بروابط مختلفة إما أيونية أو تساهمية أو معدنية حيث تكون الذرات في قلب المادة المازة محاطة بذرات من نفس النوع ... ولكن ذرات المادة المازة على السطح ، لا تكون محاطة كلية بذرات من المادة الممتزة وبذلك يمكن أن تجذب مواد ممتزة أخرى .
2- وجود "قوى فاندرفال" الذي يعتمد على أن الذرات دائما تسعى للإرتباط مع بعضها .
3- اختلاف الشحنات الكهربائية الساكنة على سطوح كل من حبيبات الرمل ودقائق المواد العالقة مما يؤدي إلى تجاذبها و بالتالي التصاقها وحجزها ... حيث أن حبيبات السيليكا لها القدرة على عمل إدمصاص للجزيئات الدقيقة بحيث تلتصق بها وبالتالي تقل العكارة .



توضيح بسيط للفرق بين الإمتصاص والإدمصاص:
الفرق بين الإمتزاز (الإدمصاص) adsorption والإمتصاص absorption:
الإمتزاز: هو تجمع مادة ما على أسطح حبيبات مادة مازة ، بحيث تتراكم ذرات أو جزيئات الممتز في المائع على سطح مادة صلبة تسمى (ماز).
أما الإمتصاص : هو تداخل وإنتشار المادة في السائل أو الصلب لتشكل محلول .

ويُكمل المهندس رياض شرحه:

الفلتر الرملي (sand filter): الهدف منه التقليل من العكرة بإزالة المواد الصلبة (Remove the suspended solid and Reduce Turbidity) ... والتي يُمكن أن تكون إحدى المواد التالية:
1- دقائق التراب والرمل والتي تختلط بالماء خلال مروره في طبقات الأرض أو خلال عمليات الضخ و النقل والتخزين .
2- المواد الغروية والتي هي عبارة عن مخلفات عضوية ناتجة عن تحلل البقايا الحيوانية و النباتية في الماء .
3- الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا والفطريات والطحالب والديدان والتي قد تُرى بالعين المجردة رغم أنها غير ذائبة في الماء .
4- المواد العضوية المسببة لتلون الماء مثل الأصباغ والأحبار وغيرها .
5- المواد غيرالعضوية مثل مركبات الحديد والمنجنيز التي لا تذوب في الماء و تسبب لوناً وطعماً غيرمرغوب فيه.

حيث يكون الحديد والمنجنيز بصورة ذائبة (Dissolved) ويكون على شكل أكاسيد حديد ومنجنيز ثنائية ذائبة ويتم أكسدته لأيون ثلاثي قابل للترسيب (Mn_2O_3) و(Fe_2O_3).
وهناك بعض الأمور نذكرها عن الفلتر الرملي مفتوحة للنقاش:
1- حجم الميديا في الفلتر الرملي يعادل 60 % من حجم الفيزيل.
2- تصل نسبة الفلترة للفلاتر الرملية من (40 - 60) ميكرون.
3- كلما زاد قطرالفلتر قل العدد المطلوب من الطبقات لزيادة المساحة السطحية.
4- يفضل حجم حبيبات الرمل في الطبقة العليا أن تكون من: (0.8 - 1.2) mm ... وأن لايقل عن 0.7 mm حيث كلما قل حجم حبيبات الميديا زادت جودة الفلتر ولكن تزداد سرعة الإنسداد.
5- كلما زاد عمق الفلتر زادت جودة الفلترة.
6- لو كان حجم الميديا في الطبقة العليا مثلاً 0.4mm يعني أقل من 0.7 mm.

<u>من مزايا الفلتر الرملي:</u>
1 - كفاءة أعلى. 2- يجعل عُمر فلتر الكارتريدج أطول.

<u>من عيوب الفلتر الرملي:</u>
1- الإنسداد السريع.
2- نقص في تدفق الداخل وينتج عنه نقص في الإنتاج ... لكن لو إلتزمنا بحجم حبيبات في الطبقة العلوية من (0.7 - 1.2) mm مثلاً فتكون المميزات: سرعة الناتج أعلى.
وتكون العيوب: 1- كفاءة الفلتر أقل. 2- عمر الكارتدرج أقل.
وهذا يعتمد على طلب العميل!!
هذا نذكر الفضل لله ثم للمهندس محمد موسى في إثرائنا بهذه المعلومات القيمة وكذلك المهندس محمد بسيوني ...

من محاضرات المهندس محمد موسي:

القطر الأمثل لحبيبات الرمل التى تعطى كفاءة عالية فى عملية الترشيح هو 0.7 ميلليمتر (الأقطار الأقل تسبب انسداد فى الطبقات بمعدل أكبر).
سرعة سريان المياه داخل الفلتر الرملى يجب أن لا تقل عن 15 متر مكعب/ساعة ... وذلك حتى لا تقل انتاجية المحطة ... كما يجب أن لا تزيد عن 20 متر مكعب/ساعة حتى لا يحدث انخفاض فى كفاءة الفلتر ... وكلما قلت قيمة الSDI يحدث زيادة فى سرعة المياه والعكس صحيح.
إذا تم استخدام سرعات أعلى من المسموح به فى أثناء تشغيل الفلتر ...يُمكن أن تحدث ظاهرة الChanneling والتى تؤدى إلى انعدام كفاءة الفلتر ... كما يُمكن أن يحدث تقليل فى حجم الميديا نتيجة ارتفاع الضغوط والتى تؤدى إلى تآكل حبيبات الرمل والتى يُمكن أن تهدد الأغشية إذا مرت عليها.

من محاضرات المهندس محمد موسي أيضاً:

يُمكن أن يصل العمر الافتراضى للفلتر الرملى إلى 20 عاماً.

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
17
النقاش
السابع
عشر
الغسيل
العكسى
للفلاتر الرملية
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش السابع عشر

الغسيل العكسى للفلاتر الرملية

• من مميزات الفلتر الرملى هو إمكانية عمل غسيل لـه (Back washing) وإعادة استخدامه والتخلص من المواد المحجوزة التى ملئت طبقات الرمال وتجميعها فى drain خاص.
• يتم غسل الفلتر الرملى بصورة دورية فيما يُعرف بالBack washing وباستخدام مياه التغذية Feed water.

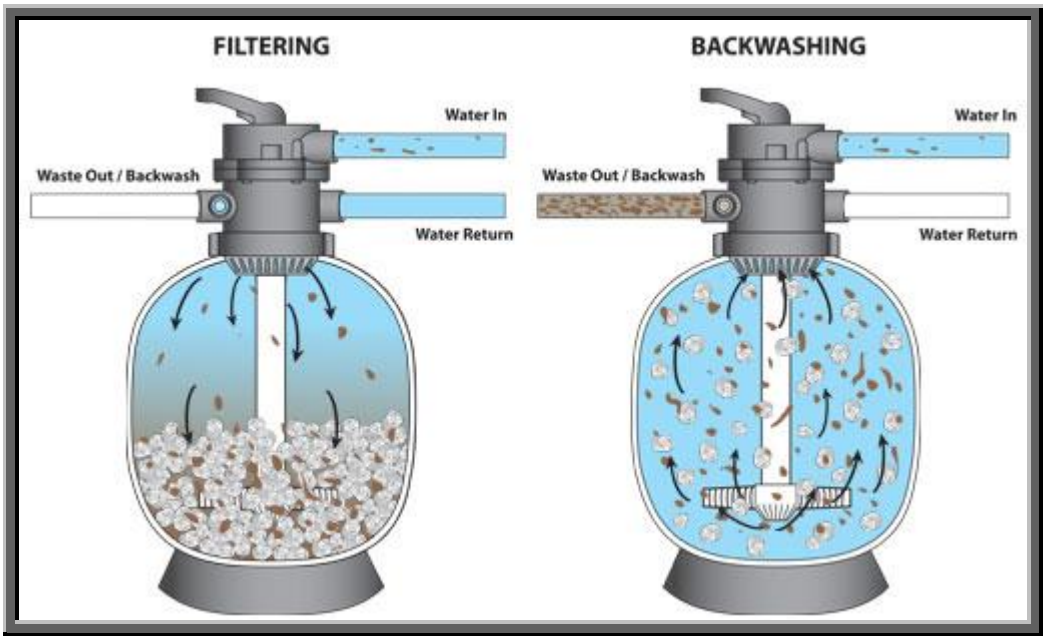
• متى يتم عمل الغسيل العكسي للفلتر الرملى؟

جواب الخبراء: فى الحقيقة ... المدة الزمنية بين عمليات الغسيل العكسي تعتمد على جودة ونوعية مياه التغذية بجانب ضغط التغذية ومعدل السريان، والمدة المثلى تتراوح ما بين 24 – 72 ساعة تبعاً لطبيعة مياه التغذية ... وقد نضطر لعمل الغسيل كل 8 ساعات ... وهناك من يكررالغسيل العكسى كل أسبوع لتقليل النفقات ... كما أن البعض يُفضل وضع أكثرمن فلتر رملى ... واحد فى التشغيل وآخرفى الغسيل حتى نضمن انتاجية 24 ساعة ... حيث أن الغسيل العكسى يستغرق حوالى ساعة ...
(يجب الكشف عن فرق الضغط بين الدخول والخروج بجانب اجراء اختبار الSDI والعكارة، لو فرق الضغط بين الداخل والخارج(Delta P > 7-8 psi أو 0.6 – 0.5 بار) يتم عمل غسيل عكسي للفلتر) ... وذلك للحفاظ على طلمبة الضغط العالى(HPP) من دخول المواد العالقة إليها ...هذا ويُنصح باستخدام الهواء بجانب الماء فى عملية الغسيل العكسى وذلك لعمل خلخلة للمواد التى تسبب الإتساخ ... أنظر إلى توصية منظمة الصحة:

"Air is injected additionally to support the cleaning process"
(*WHO* 1996).

ويجب أن يكون هناك انتظام فى توزيع الهواء فى المرشح الرملى ويتحقق ذلك بالكشف عن سلامة الفوانى ومسارات الهواء ونظافتها وعدم انسدادها بالفاولينج مثلاً مع مراعاة أن يكون ضغط البلاور سليم ...
ويتم استخدام بلف valve أوتوماتيكى أو Head control يعمل بtimer بدلاً من اليدوى ليقوم بالغسيل العكسي وهذه صورة له:

وهذه صورة لعمل غسيل عكسى للفلتر الرملى:
الصورة على الجانب الأيسر توضح عملية الفلترة العادية ، وعلى الجانب الأيمن نرى عملية الغسيل العكسى حيث نتخلص من الشوائب المحجوزة ونقلها إلى الخط المكتوب عليه:
."Waste out\ backwash"



ويتم تركيب حساس sensor على بعض الفلاتر الرملية الحديثة وعندما يصل فرق الضغط حداً معيناً يرسل الحساس أمراً أوتوماتيكياً لعمل الغسيل العكسي ... يسمى هذا النوع "فلترالتنظيف الذاتى أوالأوتوماتيكى" أو "Self –cleaning type" ... أنظر إلى الفيديو التالى:
https://www.youtube.com/watch?v=uVasiChrlD8

وقد يتبادر إلى الذهن موضوع ترتيب الطبقات وتأثير الغسيل العكسي عليها، فنقول أن الغسيل العكسى عندما يتم فإن الكثافات هى التى تحكم عملية ترتيب الطبقات بحيث لا يسبب خلط بينها إلا بقدر يسير جداً وهذا القدراليسير يساعد أيضاً على زيادة كفاءة الفلترة حيث يوفر مساحة أكبر للتلامس more contact time.
وفى نهاية الغسيل العكسى يتم عمل غسيل للفلتر (Flushing) من أعلى لأسفل ... (عكس اتجاه الترشيح) ... هذا وتجدرالإشارة إلى أنه توجد توصيات خاصة بكل ميديا بخصوص معدل سرعة الغسيل العكسى backwash rate بالنسبة للماء والهواء يجب الإلتزام بها.

وتبعاً ل UNEP فإن الكميات الكبيرة من ال sludge المتولدة من عملية الغسيل العكسي تحتاج إلى معالجة قبل إلقاؤها إلى البيئة المحيطة وقد تحتاج إلى عمل أحواض ترسيب Stabilization ponds.

{Clearly, relatively large quantities of *sludge* are generated through *backwashing* and require some form of treatment before discharge into the environment} (UNEP 1998).

وهذا فيديوهات على اليوتيوب تبين كيف عمل الغسيل العكسى:

https://www.youtube.com/watch?v=3o16tAr5ZHY

https://www.youtube.com/watch?v=-_iJfx5BQrk

كيف نمنع خروج الميديا من الفلتر الرملى من المنطقة العلوية أثناء الغسيل العكسي؟؟

1- عمل مسافة حوالى 50 – 60 سم فراغ بين سطح الميديا (أعلى طبقة سواء طبقة الرمل أو الأنثراثيت) ومنسوب فتحة خروج مياه الغسيل العكسي.
2- التأكد من عدم وجود تسريب أو كسر فى الموزعات العلوية.
3- التأكد من تصفية المياه قبل الغسيل العكسى إلى المستوى المطلوب فى الفلتر الرملى ... مع ملاحظة تنك التصريف drain أن لا يزيد منسوب المياه فيه عن حد معين وإلا فمع تشغيل بلاور الهواء مثلاً فإن مستوى سطح الميديا سيرتفع ويخرج.
4- عدم ادخال مياه إلى الفلتر بقوة أكبر من المطلوب ... وعملياً يتم التحكم فى ذلك عن طريق:
- فتح محبس الغسيل العكسي فى البداية تدريجياً مع المتابعة (فى حالة اليدوى).
- تقليل ضغط المضخة أو استبدالها (ولكن يجب الانتباه أن التقليل الزائد عن الحد يؤدى إلى ترسب العكارة مرة أخرى على الميديا وتكون ال mud balls.
5- بعد الانتهاء من الغسيل العكسي وتوقف الهواء ... نبدأ بادخال المياه مع غلق بلف خروج الغسيل وفتح الvent للسماح بأن يحل الماء محل الهواء ... وعند الامتلاء بالماء يتم غلق ال vent ثم فتح بلف خروج الغسيل تدريجياً حتى تصل إلى معدل السريان المطلوب ... وبهذا نمنع خروج أى ميديا من الفلتر ... وهذا بدلاً من التحكم فى معدل السريان من بلف الخروج والدخول ... وهى طريقة عملى مُجربة.
6- وضع شبكة mesh فى أعلى الفلتر ... ولكن لو ارتفعت الميديا بشكل كبير فسيتولد ضغط قد يؤدى إلى كسر الpipes الناقلة لمياه الغسيل العكسي.
7- الكشف عن تكون كرات الطين (mud balls) وتحوصل الميديا – كما سنبين بعد ذلك – والذى يؤدى إلى زيادة حجمها ويرتفع مستوى سطح الميديا بدون أن نشعر ويسهل خروجها.
8- أحياناً يكون بلاور الهواء نفسه أقوى من اللازم ويؤدى إلى رفع مستوى الميديا.
9- أثناء الغسيل العكسي يتم أخذ عينات من مياه المخرج للتأكد من عدم خروج الميديا.

فى حالة تلف أو حدوث كسر فى المصافى (النوزل):

ذكرنا من قبل أن قاع الفلترالرملى يحتوى على مايسمى بالفوانى (أو النوزل) (أو المصافى) ... وفائدتها أنها تسمح بمرور المياه دون ميديا الرمال حتى لا تخرج إلى الفلاترفى المراحل التالية وتسبب الإنسداد والمشاكل المعروفة فبدلاً من حجز المواد العالقة فى مياه التغذية نزيد الطينة بلة ونضيف إليها رمال الفلتر... ومن فوائد النوزل أيضا أننا نستخدمها فى ادخال الماء والهواء المضغوط فى عملية الغسيل العكسي وهى تعمل على التوزيع الجيد للمياه أثناء الغسيل فلا تتكون مسارات أو مجارى محددة دون المناطق الأخرى فى الفلتر ...وقلنا أنه يتم اختيار نوعها وحجم فتحاتها تبعاً لتصميم الفلتر والميديا المتواجدة ...

ونذكرك أخى الكريم بشكل النوزل فى قاع الفلتر الرملى:

حدوث عطب أو كسور فى النوزل يرجع إلى انقضاء العمرالإفتراضى لها ... أو يرجع إلى زيادة فى ضغط الهواء أو الماء الذى يمر عبرها فى عملية الغسيل العكسى عن الحد المسموح به أو يرجع إلى استخدام فوانى من نوع غير جيد لا تتحمل الضغوط العالية فيحدث وأن تنكسر وتمر عبرها ميديا الرمال مع المياه المعالجة (وطبعاً نجد أن الTSS تزيد فى الاختبارالمعملى) ... وتظهر هذه الرمال فى فلاتر الكارتريدج وللخبراء آراء فى علاج هذه الأمور...

اصلاح النوزل يتم عن طريق تفريغ الفلتر من الميديا والكشف عن جميع النوزل وتغيير التالف منها ...

ولكى نضمن عدم حدوث هذه الظاهرة يجب عدم رفع ضغط الهواء والماء أثناء الغسيل العكسى عن الحد المسموح به وغالباً ما يتم حساب هذه الضغوط عن طريق معادلات خاصة ... أو يتم عمل غسيل عكسى لأكثر من فلتر فى نفس الوقت لتوزيع الضغط أو يتم استخدام نوزل من أنواع جيدة تتحمل الضغوط الشديدة.

ملاحظة واستنتاج:

يُلاحظ فى بعض حالات كسر النوزل هو خروج الميديا فى البداية بطريقة سريعة ولكن مع عدم إصلاحها ومع مرور الوقت قد تتكون بعض الترسبات عل فتحات النوزل وتزيد حجمها فتقلل (أوتمنع) مرور الميديا مرة أخرى فيعتقد الرجل فى الوحدة أن المشكلة كانت عابرة وحُلت ...

الأسوء من ال mud ball هو حدوث تشققات cracks لميديا المرشحات وهذه مرحله متأخرة وفيها يسلك الماء هذه الشقوق ولا يحدث الترشيح ...

سؤال أحد الزملاء:

هل فرق الضغط علي الفلتر يمكن يتسبب في كسر الفوانى أوالنوزل (Nozzles) أثناء التشغيل؟

المهندس عادل بدوى:

فرق الضغط أكيد يؤثر ويؤدي إلي تكسير النوازل والفواني وربما أدى لتكسير البيبات (Pipes) الناقلة للمياه خصوصاً إذا كانت مصنوعة من البلاستيك

المشاركات على النقاش السابع عشر: الغسيل العكسي للفلاتر الرملية

المهندس عادل بدوى:

وجود الهواء ليس أساسي ولكن هو عامل مساعد في عمليه الغسيل.

المهندس خالد خطيب:

أتوقع وجود الهواء ضرورياً حيث يساعد على تقليب المادة وبالتالي تموضع جيد وسطح نوعي أفضل.

المهندس أحمد محمود:

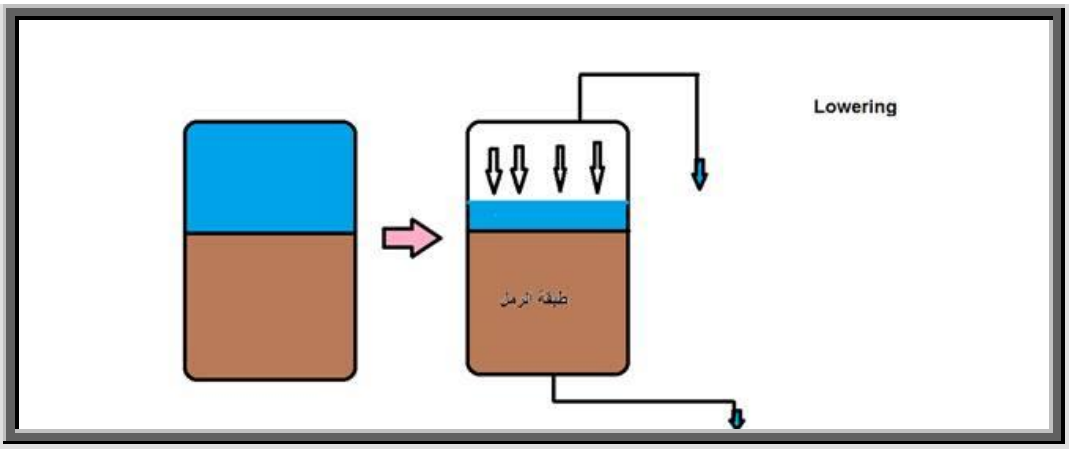
نجاح عملية الترشيح وللمحافظة على أداء الفلتر وعملية الغسيل العكسى له يعتمد على تنفيذه بصورة سلمية ... كثير من المشاريع يتم السرعة فى التنفيذ مما يؤدى إلى ظهور مشاكل أثناء التشغيل منها النوزلز بتتفكك وتخرج مع مياه الغسيل وكذلك سمك طبقات الميديا أحيانا يكون أكثر من التصميمى.

المهندس رياض عبد الفتاح يتحدث عن الغسيل العكسي للفلاتر الرملية:

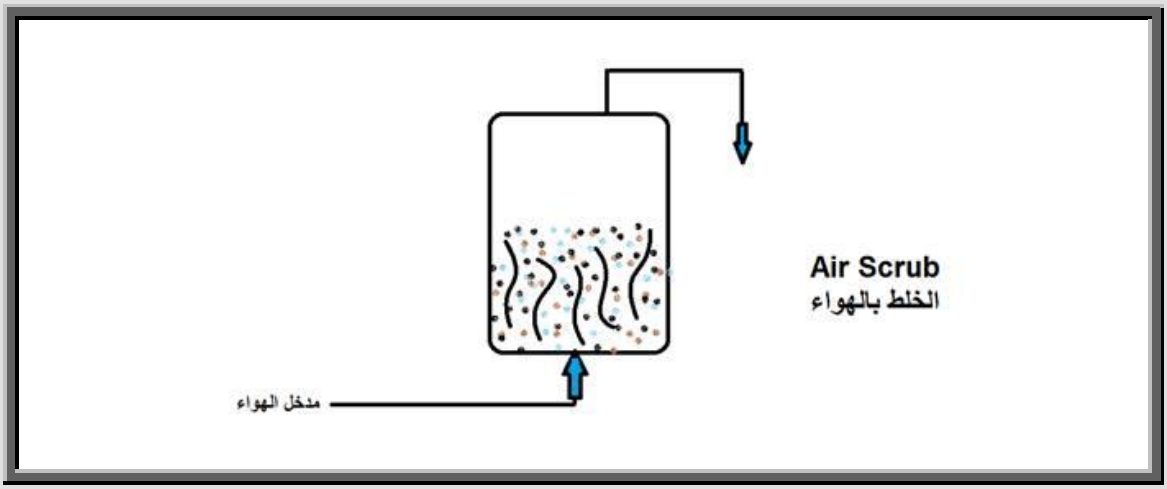
بعد إنسداد الفلتر الرملي (sand filter) لتراكم الشوائب والمواد الصلبة ... يرتفع فرق الضغط عليه Differential pressure والذي يعبر عنه فرق الضغط ما بين الخط الداخل والخارج ... في هذه المرحلة يكون الفلتر الرملي بحاجة لغسيل عكسي .

خطوات الغسيل العكسي (Backwash):

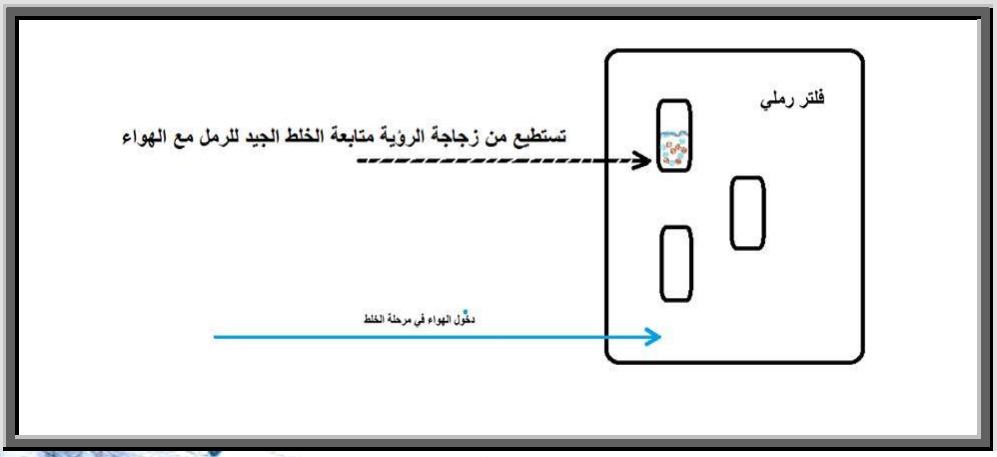
1- (Lowering Drain) : تصريف المياه داخل الفلتر : يتم تصريف كمية من المياه داخل الفلتر حتى يسهل من الخطوة القادمة وهي لخلخة الرمل وتحريكه بحيث يكون مستوى الماء فوق مستوى طبقة الرمل بشيء بسيط .



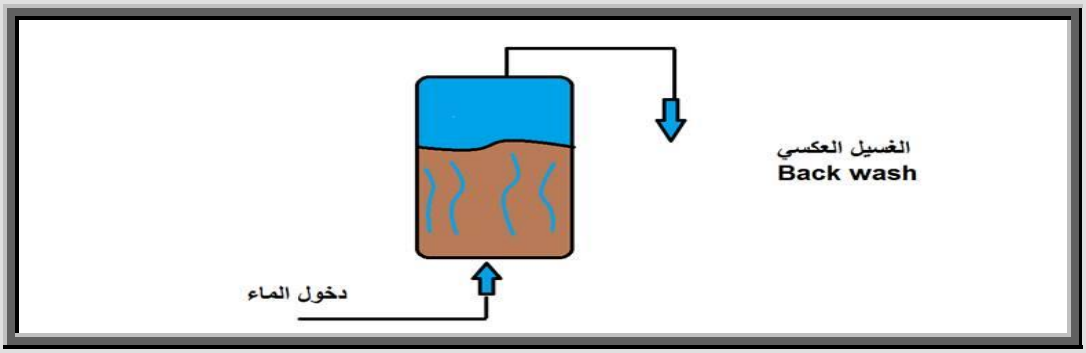
2- وهـــي (air scrub) (Air Scavenging) أو (الخلـــط بـــالهواء) :
عملية إدخال الهواء من الأسفل للأعلى لتحريك حبيبات الرمل مع المواد العالقة لسهولة إزالة المواد العالقة .



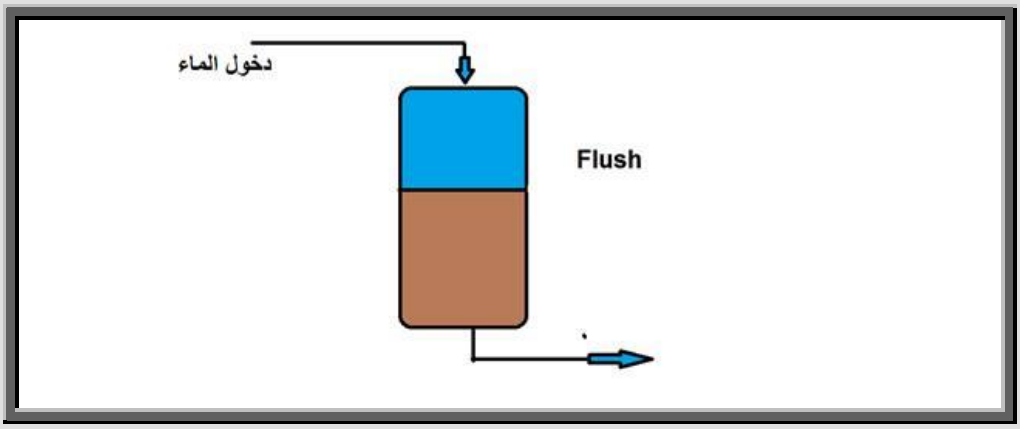
طبعاً يجب مراعاة عند إدخال الهواء بأن لايكون بضغط عالي جداً لأن هذا يمكن أن يكسر الموزعات السفلية للفلتر ... وعملية ضغط الهواء قد تكون مباشرة من بلورات أويتم تخزين الهواء في خزان هواء عن طريق ضواغط الهواء (Compressors) ثم يفتح محبس الهواء الداخل.
ملاحظة مهمة جداً في مرحلة الخلط وهي أنه يفضل تركيب زجاجة رؤية على الفلتر لمشاهدة ومتابعة الخلط في هذه المرحلة وهل الرمل يتقلب مع الهواء بشكل جيد أم لا.



3- الغسيل العكسي (Back wash) وهي الخطوة الهامة في العملية :
تتم عملية الغسيل العكسي، من خلال مرور المياه من أسفل الفلتر إلى أعلى تدريجياً لإزالة المواد العالقة، حتى تصل الى قنوات التصريف، ويتم المحافظة على معدل تدفق ثابت لماء الغسيل العكسي ، حيث يؤدي ذلك إلى تمدد حشوة الرمل والحصى من 15 - 35 % من سمك الحشوة الأصلية... ويجب أن يراعى تدفق لماء الغسيل بحيث لا يؤدي إلى تسرب حبيبات الرمل والأنثراسايت إلى قنوات التصريف.
يؤدي تمدد الحشوة إلى اصطدام الحبيبات بعضها ببعض مما يؤدي الى خروج المواد العالقة، المتخثرة مع ماء الغسيل الى المجرى المخصص لذلك.



4- مرحلة الشطف (Flush) : حيث يتم إدخال الماء للفلتر الرملي من الأعلى للأسفل لتمهيد الطبقة الرملية وتهدئتها وغسيلها حتى يصل مستوى عكارة الماء الخارج أقل من 0.1 NTU.



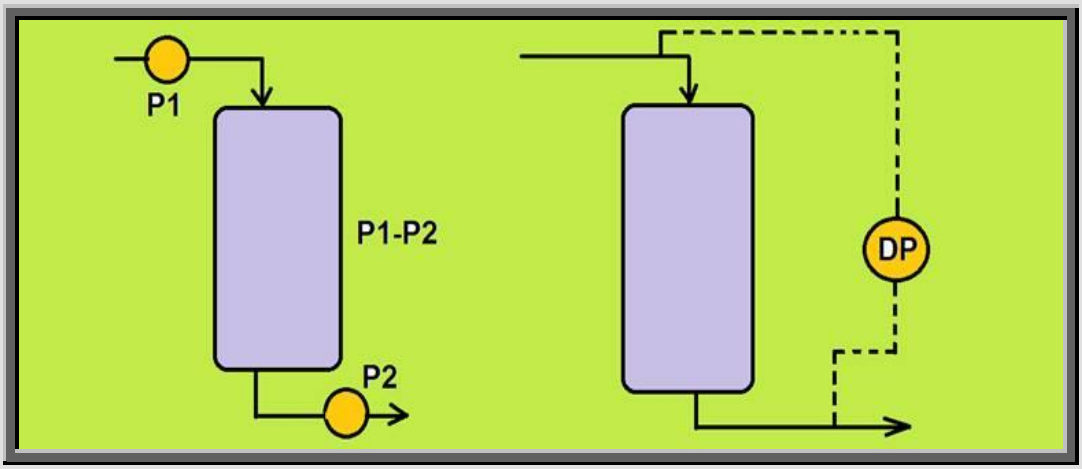
ويُكمل المهندس رياض عبد الفتاح كلامه عن الغسيل العكسي:

آثار التأخر في الغسيل العكسي للفلاتر :
1- يقلل من تدفق الإنتاج.
2 - حدوث Caking أو تكتل وتكون قنوات للفلتر(ال Channeling).
إجراءات ما بعد تشغيل وحدة الفلاتر :
بعد دخول الفلاتر في الخدمة بساعة تقريباً يتم أخذ القراءات التالية :
1- أخذ قراءة التدفق (Flow) الداخل على الفلتر ويقاس بالـ (m^3/hr) ويتم ضبطه حسب ما تحدده الشركة المصنعة بالاعتماد على حجم الفلتر وعدد الطبقات التي فيه .
2- أخذ فرق الضغط Deferential pressure مابين المياه الداخلة على الفلتر والخارجة منه ... ويتم أخذ القراءة من ساعة الضغط الموجودة على الخط الداخل P_1 والخط الخارج P_2 وحساب الفرق بينهم (P_1-P_2) ، أوأخذ قراءة ساعة فرق الضغط DP التي تأخذ من خط الداخل

والخارج ، وفي الغالب إذا وصل فرق الضغط DP للفلتر الرملي ما بين(0.5 – 0.6) بار يحتاج إلى Back wash حيث نستطيع إدخاله back wash manual أويدخل وحده أوتوماتيكياً Auto ، وفي نفس الوقت الذي يدخل فيه الفلتر Back wash ، يدخل الفلتر الثاني الجديد بالخدمة.

أما الفلتر الكربوني يدخل Back wash عندما يصل فرق الضغط له (0.8) bar أو عندما يقطع ساعات معينة .

3- التشييك على مضخات المخثر (PAC) وال (SMBS) والخلاطات في العمل .



تمدد الطبقات خلال ال back wash تكون من (30 - 40) % من العمق ونعني بعمق الفلتر هو المسافة أوإرتفاع الإسطوانة بين نصفي الكرة العلوية والسفلية للفلتر ... وفي التوصيات الشائعة للفلاتر يكون العمق (150 سنتيمتر) ... ويترك في الغالب لعملية ال back wash نصف الفلتر فارغاً.

وهناك قانون لحساب كمية المياه المطلوبة لل back wash

كمية المياه المطلوبة لل back wash = السرعة الخاصة بال back wash

يجب أن يكون سرعة مرور المياه في ال back wash من 40 - 50 متر / ساعة

بالنسبة للمياه الخارجة من ال back wash يتم تجميعها في حجرة تحت الأرض تسمى neutralization pit ثم يتم ضخ هذه المياه إلى وحدة تسمىwaste water treatment حيث تحتوي هذه الوحدة على holding pit (حجرة أرضية) يتم ضخ مياه ال back wash إليها لبدء معالجتها ثم تنتقل المياه إلى وحدة الترويب حيث يضاف مخثر coagulant (PAC) وصوديوم هيدروكسايد لرفع ال pH وليساعد على الترسيب ثم تنتقل المياه لوحدة الترسيب sedimentation unit ... وتخرج المياه الصافية من أعلى الوحدة وتدخل إلى تنك تجميع ثم تدخل هذه المياه إلى وحدة الفلاتر ملتيميديا فلتر ثم تدخل لوحدة ultra filtration ويتم تجميعها لتدخل على وحدة RO ويتم تجميعها وإعادة إستخدامها مرة أخرى في العمليات الصناعية.

من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

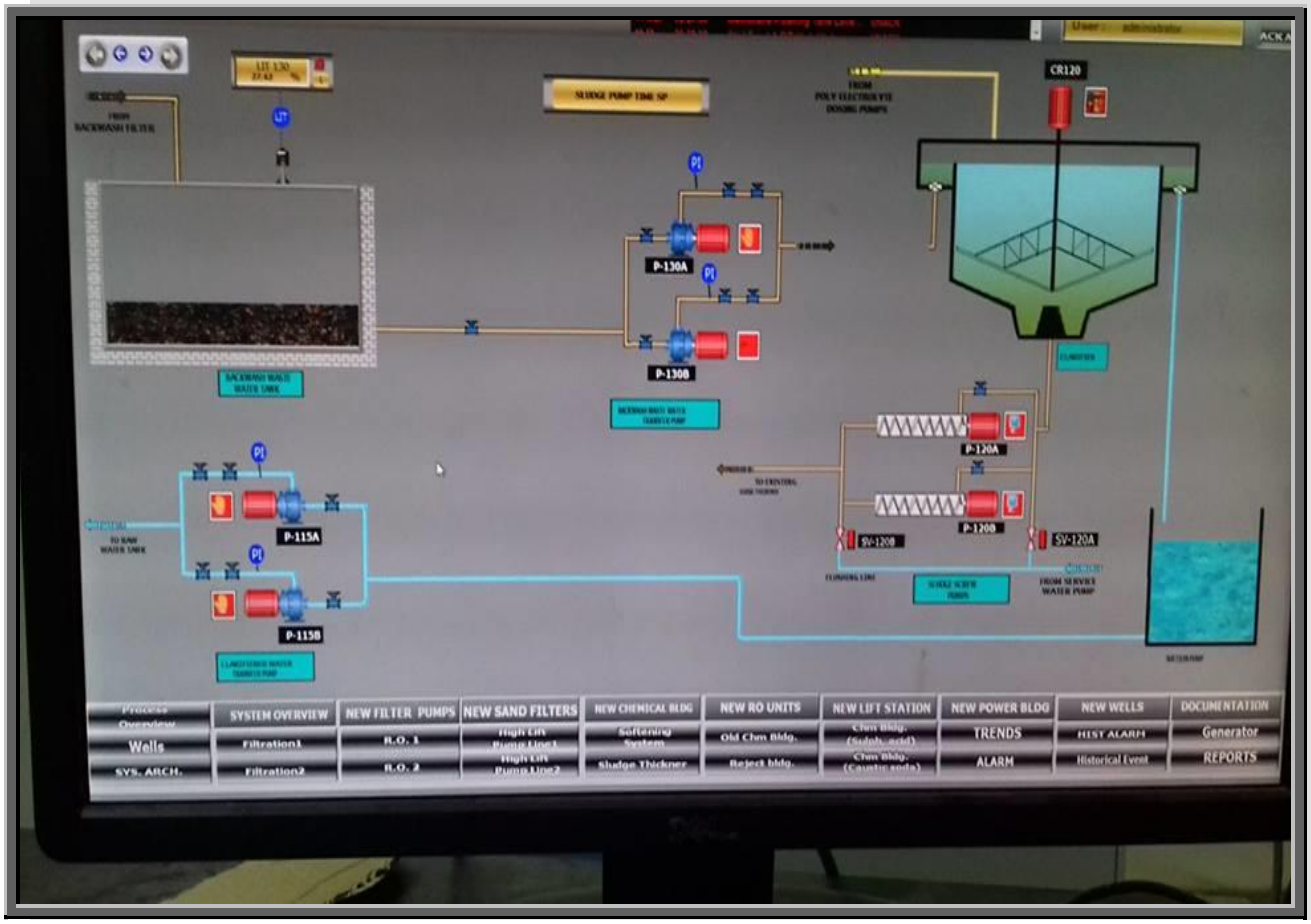
يجب أن تكون سرعة عملية الغسيل العكسي من 40 – 50 متر/ساعة ... مع ملاحظة أنه يحدث تمدد للميديا بنسبة 30-50% ... لذلك يجب أن لاتزيد سرعة التدفق أثناء الغسيل العكسي عن 40 متر مكعب/ساعة ... كما يجب ترك نصف الفلتر Vessel فارغاً حتى لا يحدث فقد فى الميديا.

سؤال أحد الزملاء:

كيف يتم تصريف المياه الخارجة من الغسيل العكسى والملوثة بالعوالق؟

رد المهندس على الشيب:

يتم تجميع مياه الغسيل العكسي فى خزان ثم نقلها إلى Clarifer لإعادة معالجتها واستخدامها مره أخري لتقليل كمية المياه المهدرة كما بالشكل التالى:



ودارت مناقشات حول المياه المستخدمة فى الغسيل العكسي:

بالنسبة لغسيل الفلاتر الرملية بمياه الريجيكت والمياه المُحلاة (البيرمييت):

الدكتور محمد شلتوت:

مياه الرجكيت الحمل الملحى بها كبير ... ومن الممكن أن تسبب تكلس الميديا و بها ملوثات غير عضوية ... واحتمال تكون بها بعض الملوثات العضوية ... مما قد يسبب نمو بكتيرى وبكده نكون عملنا تلوث للميديا ...كما أن مياه الريجيكت يكون خالياً من الكلورين وفى الغسيل العكسى نستخدم كميه مناسبه من الكلور لا تقل عن ٠,٥ لضمان عدم نمو بكتيرى.

ومن المُمكن أن نستخدم المياه الخارجة من السوفتنر(المُسير) فى عمل الباكوش للفلتر الرملى لأن المياه الخارجة منه قليلة العسر ولن تسبب مشاكل فى الرمل ... وهذا طبعاً بدلاً من مياه الريجيكت كثيرة الملوثات والكالسيوم ... وأيضاً بدلاً من مياه البيرميت نظراً لتكلفتها العالية واستخدامها الغيراقتصادى.

المهندسة سُمية:

أحياناً نقوم بعمل الغسيل العكسي بمياه الرجيكت لتقليل التكلفة ...

ممكن استخدام مياه الريجيكت وليس بها أي خطورة اطلاقاً لكن بعد عمل الباك ووش اعمل رينز من 5 إلي 10 دقائق بمياه برميت الفلتر الرملي ... وعند التشغيل الملوحة هتكون عالية نوعاً ما بسبب ان مياه الريجيكت ملوحتها مرتفعة في البداية ... بعد ذلك سترجع إلى المعدل الطبيعي مرة أخري.
وأيضاً بيكون عندي تحليل لمياه الريجيكت إذا كان استخدمها في الغسيل سيسبب لي مشاكل فاستخدم من برميت الفلتر الرملي نفسه ...

المهندس عادل بدوى:

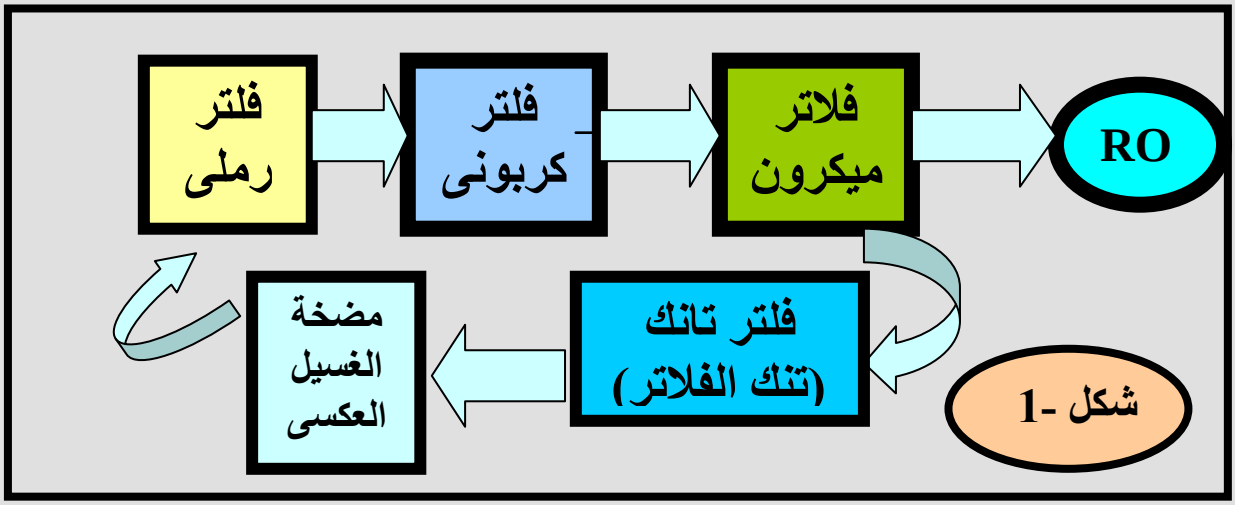
لا يمكن استخدامها لأن مياه البراين بها أملاح وعناصر كيميائية عالية جداً ... اضافة لاحتوائها علي البكتريا ... ومن المُمكن أن تستخدم إذا أجريت لها معالجة أولية.

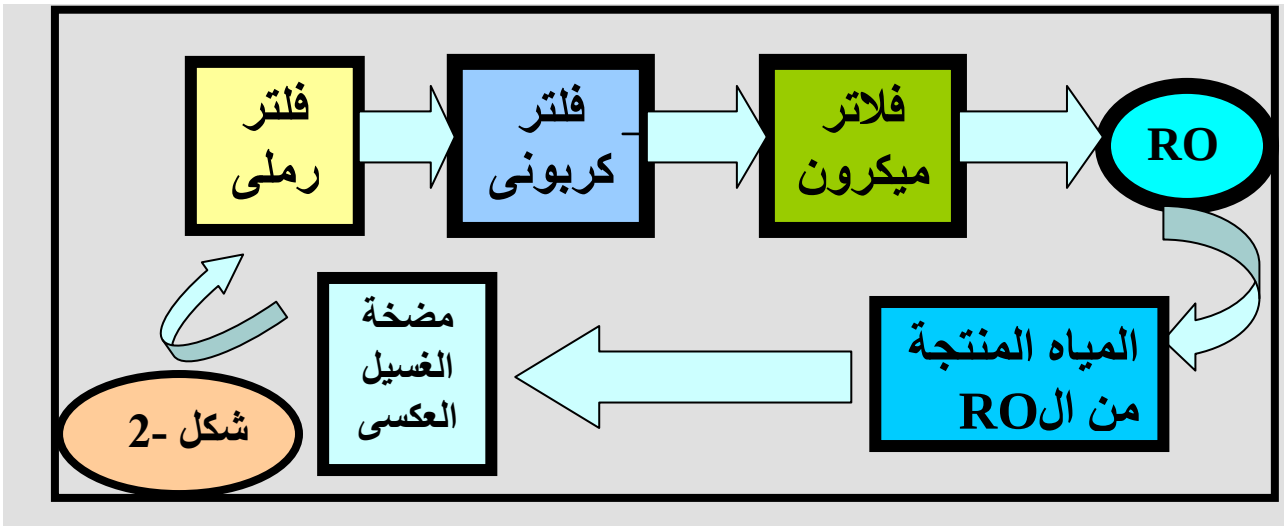
المهندس محمد الخطيب:

استخدامها سوف يسبب مشاكل التكلسات بالميديا .. لا يُنصح استخدام هذه المياه بمعظم استخدماتنا البشرية ... حتى أن مُعظم المراجع تتطلب مياه ذات عكارة منخفضة لعمل الغسيل العكسي ... لكن الأفضل من ذلك كله التجربة في الموقع.

المهندس رياض عبد الفتاح:

لايفضل إستخدام ال reject في عملية ال back wash للفلتر الرملي ... يُفضل إستخدام المياه الخارجة من وحدة الفلاتر (الشكل رقم - 1) أو مياه البرودكت الناتجة من وحدة ال RO (الشكل رقم - 2)...حيث هناك محطات تستخدم مياه الفلاتر ... وهناك محطات تستخدم مياه ال RO ...
انظر الرسم:





من محاضرات المهندس محمد موسي:

يُمكن استخدام ال rejected water فى الغسيل العكسي حيث أنها خالية تماماً من العوالق ... ويتم تخزينها بكمية كافية فى تنك مخصوص ... ولكن نظراً لأنها تكون ذات قيمة TDS عالية ... فيتم شطف الفلتر بعدها بمياه قليلة الأملاح لتقليل الملوحة فى الفلتر ... وذلك مهم لأن الأملاح العالية تسبب عدم استقرار فى الضغوط كما أنها ترفع الTDS فى بداية تشغيل المحطة بعد عملية الغسيل العكسي.

من فوائد عملية الشطف (Rinse) بعد عملية الغسيل العكسي أنه يعمل على تثبيت الميديا وترتيبها ...

بالنسبة لغسيل الفلاتر الرملية بمياه البيرميت المنخفضة الأملاح (المياه المنتجة من وحدة التناضح العكسي):

المهندس محمد مسعود:

لا ... هذا سيكون استهلاك مياه بدون فائدة ... يتم غسيل الفلتر بمياه عادية وأهم شئ قليلة العكارة فقط وبعد الغسيل يتم فتح محبس الدرين لمدة خمس دقائق أوعشرة حتى يستقر الفلتر وتستقر الميديا ويعود الفلتر لوضع الترشيح الطبيعى ولأنه بعد الغسيل يكون هناك ارتفاع بسيط فى نسبة العكارة ... ولن يجدى بشئ غسيل الفلتر بمياه منزوعة الأملاح لأنه بعد فترة بسيطة سيمتلئ بمياه مرتفعة الأملاح وهى المياه الخام.

المهندس محمود عمر خير الدين:

من الأفضل مياه فيد (feed) مأخوذة من بعد الفلتر الرملى فى خزان خاص ونعمل بها غسيل عكسي ... ومن الممكن ماء ريجكت اذا كان من الصعب توافر مياه فيد.

المهندس أحمد محمود:

يتم غسيل الفلاتر بمياه مرشحة عادية قليلة العكارة حيث أنه فى بعض المحطات يتم إنشاء خزان ملحق يتم جمع جزء من المياه المفلترة به لاستخدامها فى الغسيل العكسى حين الحاجة لذلك

المهندس أحمد محمود صبرى:

الأفضل مياه التغذية واذا كانت عالية الشوائب يفضل الصرف reject.

المهندس خالد خطيب:

أعتقد لا من الناحية الاقتصادية.

المهندس سعيد عادل:

لو مياه التغذية بها عكارة قليلة يُمكن استخدامها فى الغسيل العكسي ... وإلا يتم عمل تنك للمياه المفلترة لتستخدم فى الغسيل العكسي لزيادة كفاءة الغسيل بجانب معدل السريان للمياه (الفلو) ... كما أن المياه يجب أن تحتوى على كلورين لتقليل الحمل البيولوجى Biological load.

سؤال أحد الزملاء:

سؤال لو سمحتم ... كيف يتم حساب قدرة المضخات والبلاورات الخاصة بالغسيل العكسي للفلتر الرملى البطئ وبالذات فى الاحجام الكبير slow sand filter وليس الاستيل Steel او البريشريز(Pressurized)؟

رد المهندس محمد الخطيب:

لا يوجد للفلتر الرملي البطيء غسيل عكسي .. أما النوع السريع rapid .. يتم حسابه على ضوء أنواع الميديا المستخدمة وعددها ... وأيضاً طريقة الغسيل ... من حيث وجود الهواء من عدمه ... هناك معادلات طويله لحساب ذلك .. تعتمد على كثافة الميديا وحجمها والزمن والتمدد الذي تحتاج لاتمام عملية الغسيل.

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
18
النقاش
الثامن
عشر
تحوصل
الرمال فى
الفلاتر الرملية
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثامن عشر

ظاهرة تحوصل (وتحجر) الرمال فى الفلاتر الرملية (ميديا الفلاتر الرملية)

وهى ظاهرة يظهرفيها ازدياد حجم حبيبات الرمال مثلاً من 0.8 مم إلى أكبر من 40 مم.

العلامات الدالة على تحجر الميديا:

1- عدم حدوث تأثير من الغسيل العكسي على الميديا.

2- طلمبة الhigh pressure بعد الفلاتر وقبل الدخول على الأغشية تتوقف بسبب أن الضغط القادم إليها ضعيف.

الأسباب والعلاج كما يراها الخبراء:

1- انقضاء العمر الإفتراضى للميديا (الرمال) ... وفى هذه الحالة يُنصح بتغييره ... ويتم تغيير الميديا كل عامين ونصف فى المتوسط تبعاً للاستهلاك وطبيعة المياه الخام ... والعمر الإفتراضى تحدده دائماً الشركة المصنعة قبل أن يسوء حالة الميديا من جهة ولابتزاز العميل من جهة أخرى!

وتغييرالميديا يتم بفتح الفلتر وسكب الميديا أو يكون هناك " طبة" فى منتصف الفلتر من أسفل ويتم فكها يدوياً لافراغ الميديا ... ومن الممكن أن يستخدم ضغط مياه من أعلى للمساعدة فى تفريغ الميديا أو يتم بمكانس شفط للأحجام الكبيرة من الميديا... أو يتم عمل غسيل عكسي مع فتح الhead لتخرج الميديا من أعلى وإن كان ذلك يحتاج لتحمل نتائج سكب الميديا على جانبى الفلتر!

فإذا كانت الميديا متحجرة يتم تكسيرها أولاً باستخدام هيلتى مثلاً (Drill hilti) أونقعها فى محلول مخفف من الصودا أو الحامض قبل تفريغها ...

لينك عن تفريغ الميديا للفلتر الرملى (للمهندس أحمد محمود)
https://www.facebook.com/ahmed.elfashny.5/videos/1177081962409187/

2- الإحتمال الأكبر هو وجود الطمى (Silt) أوال(Mud) أوالمواد الصلبة بنسب عالية فى مياه التغذية فتتراكم هذه المواد الصلبة فى الفلتر الرملى وتتحد بميديا الفلتر لتكون كرات طينية mud balls خاصةً مع عدم الغسيل الكافى أو مع الإفراط فى تشغيل المرشح أكثر من اللازم والنتيجة أنها تمنع مرور المياه فى مناطق وتسرع من مرورها فى مناطق أخرى فتزيد سرعة الترشيح high velocity filtration مع الانتشار غيرالمتساوى أوالمتكافىء خلال الميديا وبناءً على ذلك تقل كفاءة الفلتر ويقل عمرالميديا الافتراضى وجودة المياه الناتجة.
ومن أفضل المعالجات الكيماوية هى التى تستخدم فى حل مشكلة كرات الطمى هى فوق هيدروجين الأوكسجين Hydrogen peroxide:
"Chemical remediation processes demonstrated longer lasting mud ball remediation effects. Hydrogen peroxide showed the most potential as a suitable solution to the mud ball problem and showed an improvement in the aesthetic aspects of the filter media …"
ويتم نقع الميديا فى 10% من الهيدروجين بيروكسيد من 6- 12 ساعة حيث نملأ 40% من حجم الفلتر بهذه المادة المؤكسدة ثم يتم عمل غسيل وشطف بالمياه.
3- حقن الفلتر ببوليمر لعملية الترويق (Coagulants) ... أحد أسباب تحجر الميديا.
4- توقف المحطة لفترات طويلة مع عدم وجود مياه داخل الفلتر.
5- ارتفاع نسبة الحديد فى مياه التغذية (خاصة لو كان المصدر بئر جوفى)، ويتم علاج ذلك بإضافة الكلور فى المياه الخام (بشرط استخدام مزيل الكلور قبل الدخول على الأغشية كما سيتم شرح ذلك بالتفصيل) أو يتم باستخدام فلتر الرمل الأخضرأوبالإثنان معاً بجانب عملية التهوية التى شرحناها من قبل عندما تحدثنا عن الحديد فى مياه التغذية.
6- تباعد الفترة الزمنية فى عمل الغسيل العكسي سبب آخر لتحجر الميديا.
7- عدم عمل الغسيل العكسى بالطريقة الصحيحة فمثلاً: فترة الغسيل قصيرة (يُفضل فى المعتاد من 45 إلى 60 دقيقة والغسيل rinse العادى فى حدود 10 – 15 دقيقة) - عدم استخدام بلاورأو ضاغط (كومبريسور)الهواء أثناء العملية – أو ضعف فى ضاغط الهواء – عدم كفاية الماء المستخدم فى الغسيل (يُنصح بكمية معينة من الماء لكل فلتر بوحدة الجالون لكل دقيقة أو مترمكعب لكل دقيقة، لذا يُفضل استخدام مضخة قوية تفى بهذا الحجم أو استخدام مضختين ، كما يُفضل عمل الغسيل العكسي لكل فلتر على حده إذا كان هناك أكثر من فلتر حتى يتم استخدام المياه المطلوبة فى الغسيل).

<u>الوقاية والعلاج كما يراها الخبراء:</u>
1- التخزين الأولى فى خزان قبل المرورعلى الفلاتر الرملية حتى تترسب حبيبات الطمى ويتم سحبه من القاع بطريقة الdrain flow، كما توضع شبكة strainer على ماسورة الدخول لهذا الخزان.
إذا كان الطمى هو السبب فعلاً وتفاقمت المشكلة فينصح بتغيير الميديا كما ذكرنا.
2- يتم إجراء الإختبارات على الميديا من فترة لأخرى ... ومنها اختبار ال mudball.

3- عدم القيام بالغسيل العكسى Bach washing على الوجه الصحيح ، فمثلاً يجب مراقبة دورة الغسيل ومواعيدها الصحيحة، كما يجب الإهتمام بخطوة عمل الهواء العكسيair scrub قبل الغسيل العكسي وهى خطوة هامة لعمل خلخلة لحبيبات الرمال بطريقة متجانسة يسهل بعدها التخلص من الإتساخ (Fouling) والطمى والعوالق فى الخطوة الثانية وهى عملية الغسيل العكسي Backwashing وتكون من أسفل لأعلى، كما يجب أن يكون تدفق الماء فى مرحلة الغسيل العكسي قوى نسبياً لزيادة كفاءة الغسل، فإذا كان ضعيفاً لضعف المضخة أو قصر وقت الغسيل فيحدث أن يتجمع ويتكتل الFouling والعوالق بين حبيبات الرمل ومع الزمن يحدث لها تجلط.... كل هذه الأمور توضع فى الحسبان.

4- قد ترجع ظاهرة تحوصل الرمال إلى ترسبات من كربونات الكالسيوم (خاصةً إذا كانت مياه التغذية غنية به ... وهذا يُعلم من تحاليل مياه التغذية) فتترسب على الرمال، ويظهر ذلك جلياً عند إضافة حمض الهيدروكلوريك فيحدث فوران (Effervescence) فى الميديا المتحوصلة وهذا أيضاً ينصح فيه بتغيير الميديا.

ومما يساعد على ترسب كربونات الكالسيوم هو أن بعض حبيبات الفلتر لا تتحرك أثناء عملية الفلترة ويرجع ذلك إلى أن الفلترلم يُصمم بطريقة صحيحة ولذا يسهل ترسب الملح عليها.

5- قد يرجع ذلك إلى وجود بكتيريا فى مياه التغذية تكون مواد صمغية على حبيبات الرمل وتجمعها ، ويقترح النقع فى هيبوكلورات الصوديوم وهذا الإحتمال بعيد.

قد يكون اللجوء أحياناً إلى الغسيل الكيميائى بالرغم من تكلفته العالية أحد الحلول (وينصح الخبراء بعمل مثل هذا الغسيل الكيميائى كل 6 شهورأو سنة حسب الإحتياج) إما باستخدام الصودا الكاوية لو كانت الرواسب زيتية فإذا كانت غير ذلك فإنه يتم استخدام حامض الهيدروكلوريك أو النقع فى الكلور المركز لمدة 24 ساعة والأخير كثيراً ما يعطى نتائج جيدة.

ننتظر مداخلاتكم القيمة ...

مداخلة المهندسة سُمية:

أيضاً من المشاكل التي تواجه المشغلين هي وجود طبقة من الرمل مقاسها صغير جداً فتلتصق مع بعضها البعض وتعمل علي الاقلال من سرعة ترشيح المياه بين الطبقات ... ويظن المُشغِل أن هناك رواسب أومشكله بالنوزل ... لكن المشكلة هي سابقة الذكر... يظن البعض أن كلما زادت طبقه الرمل ذوالحجم الصغير جداً كلما حصلنا علي أعلي نتيجة فلترة ... لكنها منظومة متكاملة من أحجام متدرجة ... بدايةً من الزلط فوقها مقاسات متدرجة من الرمل ... والذي يتحكم في المقاسات هي تحليل المياه كما ذكرالمهندس وليد ... وهناك نقطة هامة أيضاً ذكرها المهندس وليد في حاله وجود طمي نضع اسكرينه screen علي المياه قبل دخولها الي الفلتر الرملي لتلافي حدوث المشاكل المذكورة.

المشاركات على الثامن عشر:
ظاهرة تحوصل (وتحجر) الرمال فى الفلاتر الرملية (ميديا الفلاتر الرملية)

سؤال طرحه أحد الزملاء:

كيف أعرف العمر الإفتراضى لتغيير الميديا مع العلم أن مياة التغذية عبارة عن مياه بلدية City water ناتجة عن RO ولم يتم تغير الميديا منذ أكثر من 5 سنوات ويتم عمل باك ووش (غسيل عكسي) مرتين فى الأسبوع:

إجابة الخبراء:

الدكتور محمد شلتوت:

انا لم أر ميديا يتم تغييرها بوقت معين على الرغم من كفاءتها ... نحن فى محطات المياه الحكومية نزود الميديا فقط عندما تقل بسبب عمليات الغسيل اذا كانت الميديا الموجودة بالفعل ذات كفاءة أى لايوجد mud ball ويكون لها أحجام بكفاء جيدة good effective size وتماثل uniformity.
يعنى الميديا لا يتم تغييرها إلا بعد الاختبار لتوفير النفقات... ويتم عمل خطة لاختبار كفاءة الميديا المختلفه على فترات زمنية مناسبة لا يتم ربطها بالزمن أبداً.

المهندس محمد بسيونى:

تغييرالميديا يرجع لكفائة الفلتر وهل الفلتر بيعمل بنفس الكفاءة؟ مع أن هناك شبه إجماع علي أن خمس سنوات فتره جيدة للتغيير ... ورأيي الشخصي أن تغيير الميديا يرجع إلي طبيعة عمل الفلتر ونوع المياه الداخلة علي الفلتر وقيمة ال SDI لهذه المياه ... يعني ببساطة كل فلتر وله ظروفه في التغيير ... ولا يوجد شيء ثابت ... ولا يوجد محطتين ظروف التشغيل فيهما متشابهان أبداً.

المهندس أحمد محمود:

عمر الميديا يعتمد على طريقة التصميم واختيار المقاسات المناسبة والتنفيذ الصحيح وطريقة التشغيل والغسيل العكسى وأهم من ذلك المعالجة الأولية التى تسبق مرحلة الترشيح من ترويق وترسيب.

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
19
البوست التاسع عشر
الفلاتر المؤكسدة
الفلتر الرملى الأخضر
وفلتر البيرم
منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش التاسع عشر

الفلاتر المؤكسدة

(الفلتر الرملى الأخضر وفلترال Birm)

الفلاتر المؤكسدة (Oxidizing filters) هى الفلاتر التى تقوم بأكسدة بعض العناصر الذائبة لتحولها إلى راسب وترشحه فى نفس الوقت (وهذا بالطبع بجانب عمل الكلورين المُضاف على مياه التغذية)... وأشهر هذه الفلاتر هو الفلتر الرملى الأخضر وفلتر البيرم (Birm) ... وإليك التفاصيل ... تابعوا التعليقات ...

الفلتر الرملى الأخضر:

- **يتم استخدام الفلتر الرملى الأخضر Manganese green sand filter فى إزالة الأملاح الثقيلة كالحديد (الحديدوز والحديديك) الذائب والغروى ... بجانب المنجنيز الذائب والزرنيخ والتركيزات المنخفضة من كبريتيد الهيدروجين من المياه خاصة مياه الآبار... حيث يتم أكسدة هذه العناصر وفى مدى واسع من الرقم الهيدروجينى pH (من 6.2 – 8.5) ... كما أنه لا يتأثر بإضافة الكلورين.**
- **وعاء الفلتر يُصنع من الفايبر جلاس أو الحديد المعزول أو الاستانلس مثل الفلاتر الرملية ...**
- **الفلتر الرملى الأخضر عبارة عن حبيبات مادة الزيوليت Zeolite المشتقة من معدن الجلوكونايت (Glauconite) وهو عبارة عن iron potassium phyllosiliscate الذى يمتاز بلونه الأخضر فى حال جفافه (dried) ، وهذه الحبيبات مغطاة بطبقة من أكسيد المنجنيز manganese oxide التى تكونت بفعل أكسدة المنجنيز بواسطة محلول برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ... وهذا السطح يعتبر ملعباً لأكسدة هذه العناصر... حيث يتم أكسدة الحديد فى الماء بالمنجنيزبثانى أوكسيد المنجنيز، ويسمون هذه الطريقة طريقة إزالة المنجنيز بالمنجنيز Manganese to manganese! كما يسمون هذا الفلتر أيضاً MnO_2-filter.**
- **بما أن الفلتر الرملى الأخضر يعمل على أكسدة الحديد والمنجنيز بجانب وظيفته فى الترشيح فإن هذا الفلتر يطلق عليه الفلتر المؤكسد Oxidizing filter وهو يحول الحديد والمنجنيز (الثنائى) الذائب إلى (ثلاثى) مترسب (أى يتحول من Divalent إلى Trivalent).**
- **هذا الفلتر- كما قلنا - قد تم معالجته بمحلول برمنجنات البوتاسيوم Potassium permanganate ($KMnO_4$) ليكون طبقة من ثانى أكسيد المنجنيز(MnO_2) تؤكسد الحديد والمنجنيز المذابان وتحولهما إلى مادة صلبة وهى يتم التخلص منها عبر الغسيل العكسي.**
- **نختصر لك التفاعلات التى تتم فى الفلتر الرملى الأخضر فى 4 مراحل:**

كما ذكرنا أن الفلتر الرملى الأخضر يتكون من مادة الزيوليت Zeolite ونرمز لها بالحرف Z، وأن الNaZ هو مادة الفلترالرملى الأخضر حيث يرتبط بعنصر الصوديوم ...

1- عنصر الصوديوم الموجود على الزيوليت يتم استبداله بالمنجنيز الثنائى كما يلى:

Exchange: $NaZ + Mn_2^{+} \rightarrow MnZ + 2Na^{+}$

2- يتم معالجة السطح ببرمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ ليتحول المنجنيز إلى منجنيز ثنائى على هيئة ثانى أوكسيد المنجنيز:

Generation: $MnZ + KMnO_4 \rightarrow ZMnO_4 + K^{+}$

3- يقوم ثانى أوكسيد المنجنيز على سطح الزيوليت بأكسدة الحديد الثنائى والمنجنيز الثنائى فى مياه التغذية إلى حديد ثلاثى مترسب ومنجنيز ثلاثى ورباعى مترسب (حيث أن الأكسدة هى فقد الألكترونات):

Degeneration: $ZMnO_4 + Fe^{2+} \rightarrow ZMnO_3 + Fe^{3+}$

والحديد الثلاثى المتكون يكون على هيئة هيدروكسيد أو أوكسيد:

$Fe2+ = Fe(OH)_3 + Fe_2O_3$

$ZMnO_4 + Mn^{2+} \rightarrow ZMnO_3 + Mn^{3+} + Mn^{4+}$

4- ثالث أوكسيد المنجنيز المتكون على الزيوليت يتم تنشيطه مرة أخرى بالKMnO4 ليكون جاهزاً لأكسدة المزيد من الحديد والمنجنيز:

Regeneration: $ZMnO_3 + KMnO_4 \rightarrow ZMnO_2$

- يتم عمل غسيل عكسى تماماً مثل الفلاتر الرملية المعتادة بالمياه والهواء ، كما يتم عمل إعادة تنشيط للرمل regeneration فى حالة بداية فقد القدرة على الأكسدة واختزال طبقة أكسيد المنجنيز على السطح باستخدام محلول Potassium permanganate مرة أخرى والذى استهلك فى عملية أكسدة هذه المعادن (وهناك من يلجأ إلى التنشيط بالكلورين أويستخدم الإثنين معاً البرمنجنات مع الكلورين) ...

ويُنصح فى النشرة الخاصة بالفلتر بتركيز معين من البرمنجنات فى محلول لكل قدم مكعب من الرمل الأخضر، وهذه النسبة فعالة جداً فى تنشيط الرمل الأخضر.

وياريت لو حد عنده معلومات وخبرة فى هذه العملية يفيدنا فيها ...

- بالطبع يجب زيادة عدد مرات الغسيل العكسي والregeneration كلما زاد تركيز الحديد والمنجنيز أو ارتفع حجم المياه المستهلكة (كما فى حمامات السباحة).

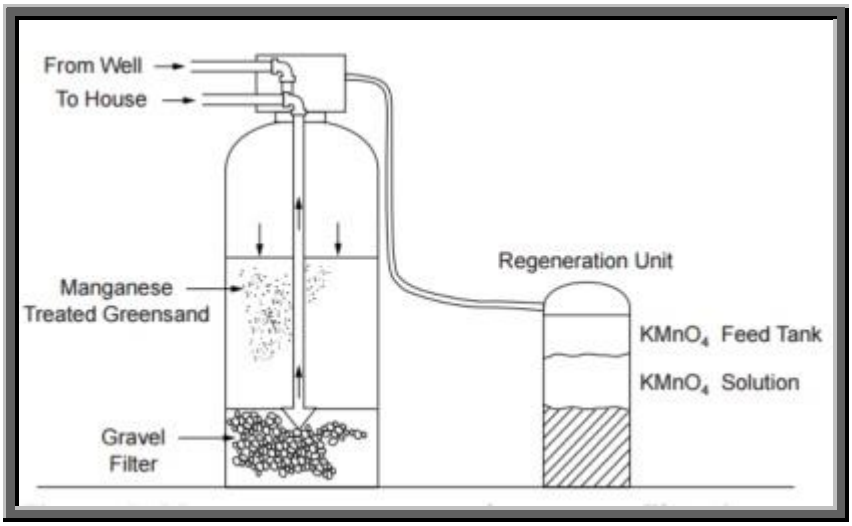
وهذا فيديو يشرح كيفية عمل الغسيل العكسي للفلتر الرملى الأخضر بعد عمل أكسدة للحديد والمنجنيز:

https://www.youtube.com/watch?v=JHGexA3GEO0

- يتم دمج هذا النوع مع طبقة فحم الأنثراثيت بدلاً من الفلتر الرملى العادى، ليكون نظام الميديا الثنائية dual media بجانب طبقة الحصى.

وهذه صورة للفلتر الرملى الأخضر:

ونلاحظ فى الصورة اقتران الرمل الأخضر مع الحصى فى الفلتر gravel بجانب تنك البرمنجنات الذى يستخدم فى عملية ال regeneration.



مداخلة الدكتور محمد شلتوت:

تنشيط الجرين ساند:

Manganese Greensand

Manganese greensand is naturally occurring glauconitic greensand coated with manganese resulting in a purple-black media. The intended use is as a catalyst to precipitation of iron, manganese and hydrogen sulfide. Greensand is continuously regenerated (CR) with $KMnO_4$ (potassium permanganate) and/or chlorine. Greensand may also be intermittently regenerated (IR) with $KMnO_4$. CR capacity is 350 parts per million (ppm) per liter when regenerated with 50 – 100g of potassium permanganate per cft. and is calculated by $KMnO_4$ demand; where iron = 1:1, manganese = 1:2, and hydrogen sulfide = 1:4 ppm. That translates as removal of 350 ppm iron alone, 175 ppm manganese alone, or 90 ppm hydrogen sulfide alone. IR has half the capacity of CR or 175 ppm. It's common practice to place a 400 mm layer of anthracite on top of the greensand in CR applications.

Density	*(kg/dm³):*	*1,35*
Bed depth	*(mm):*	*750 - 900*
Service flow	*(m/h):*	*5 - 12*
Backwash flow	*(m/h):*	*30 - 35*
Reg. Level		*1,5 – 3 g $KMnO_4$/ ltr MG*

• سؤال الإخوة الأفاضل دائماً: متى نلجأ إلى استخدام الفلتر الرملى الأخضر؟

والجواب ... يوصى باستخدام هذا النوع عند تركيزات من الحديد والمنجنيز تقع بين 3 - 10 جزء فى المليون أما التركيزات الأقل من ذلك فيكفى معها الفلتر الرملى والأكسدة بالكلور أوالتهوية ... فإذا زاد تركيزهما عن 10 جزء فى المليون فإننا نلجأ أيضاً إلى الأكسدة الأولية بالكلور لمياه التغذية قبل مرحلة الفلترة. (ونستخدم غاز الكلورين أوهيبوكلورايت الصوديوم).
يُراعى أيضاً فى عملية الكلورة زيادة وقت التلامس contact time بين الكلور ومياه التغذية لضمان أقصى أكسدة ... وسنذكر ذلك حين نتحدث عن الكلورة ...
وهذه صورة لعبوة الرمل الأخضر التى تنتجها أحد الشركات...

فلتر البيرم (Birm filter):

مثل الفلتر الرملى الأخضر ... يزيل الحديد والمنجنيز من الماء بالأكسدة ...

ما هو البيرم؟؟ ومم يتركب؟؟

البيرم هو اختصارلإسم الطريقة وهى Burgess Iron Removal Method، وهو فلتر يشابه الفلتر الرملى حتى فى تصميم بعكس فلاتر الجرين ساند لها تصميم مخصوص ...
منه المضغوط Pressurized ومنه الgravity filter، يتم تصنيعه من نوع من معدن البيوميس الطبيعى Natural pumice mineral أو سيليكات الألمونيوم التى تم تطعيمها حتى قرب التشبع بأملاح الmanganous salts حيث تم بعدها أكسدة طبقة الmanganous ببرمنجنات البوتاسيوم $KMNO_4$ لتتحول إلى طبقة صلبة من أكسيد المنجنيز manganese oxide ... وهو أمر مشابه للفلتر الرملى الأخضر ...

ماذا يجب أن أعرف أكثر عن فلتر البيرم؟؟؟

1- فلتر البيرم يزيل الحديد من المياه حتى 10 جزء فى المليون فى الأعم ... بجانب أنه يزيل المنجنيز وإن كان النسب الكبيرة من المنجنيز لا ننصح بها مع هذا الفلتر كما سنوضح بعد قليل.
2- فلتر البيرم يزيل أيضاً الزرنيخ (Arsenic) ولكن ليس بفاعلية كبيرة ...
3- مادة البيرم نفسها هى عامل حفاز غير ذائب فى تنشيط تفاعل الحديد مع الأوكسجين الذائب وتحوله كما قُلنا إلى حديد ثلاثى يترسب على حبيبات البيرم.
ولنأخذ مثال فى مياه الآبار ... عادةً ما يكون الحديد على هيئة كربونات الحديدوز الذائبة Ferrous carbonate (Fe^{2+}) نتيجة لزيادة ثانى أوكسيد الكربون الذائب وهو ملح لا يُمكن فلترته ... وعند أكسدة الحديدوز يتحول إلى حديديك ثلاثى على هيئة هيدروكسيد $Fe(OH)_3$ مترسب على حبيبات الفلتر حيث يسهل حجزه.
4- كما ذكرنا فى الفلاتر الرملية أن معدل الفلترةfiltration rate والتحميلloading rate يجب وضعها فى الحسبان ... فلو كانت العكارة كبيرة فيجب أن نبطىء معدل الفلترة فى الفلاتر الرملية ... وهى تقاس بالمتر المكعب مياه فى الساعة لكل متر مربع من سطح الفلتر ... هذا فى الفلاتر الرملية ... أما فلتر البيرم ... فمع زيادة تركيز الحديد فى مياه التغذية يجب أن نقلل من سرعة الفلترة ونطلق عليها هنا السرعة الخطية Linear velocity ... كما أن تصميم الفلتر يكون تبعاً للكمية المطلوب انتاجها .. كما سنتحدث فى تصميم الفلاتر ...

من عيوب فلتر البيرم:

نسبة الأوكسجين الذائب ينبغى أن يساوى 15% من كمية الحديد والمنجنيز ، فإذا كانت النسبة أقل يتم عمل تهوية للمياه aeration أو حقن هواءair injection.
بالنسبة للpH يجب أن تكون 6.8 أو أعلى لأكسدة الحديد فإذا كانت أقل من ذلك يتم إضافة مواد ترفع الpH قبل فلتر البيرم مثل الكالسيت أو الSoda ash.
بالنسبة للمنجنيز يجب أن تكون الpH من 8- 9 حتى تتم الأكسدة ... ولكن فى حالة وجود حديد فيجب أن لانصل إلى 8.5 وذلك لأن فوق هذه الدرجة يتكون الحديد الغروى colloidal iron والذى من الصعب فلترته.
لذا فالأسلم إن وجد المنجنيز فيُنصح باستخدام فلترالرمل الأخضر green sand خاصة لو كان هناك نسبة كبيرة من المنجنيز (أعلى من 0.05 جزء فى المليون).
يجب تجنب وجود هذه المواد التالية فى المياه لأنه يؤثر على كفاءة فلتر البيرم ... بل قد يؤدى إلى وقف نشاطه...البولى فوسفاتPoly phosphate ... كبريتيد الهيدروجين الذى يُعرف من رائحته التى تشبه البيض الفاسد ... المواد العضوية (يجب أن لا تزيد عن 4 - 5 جزء فى المليون) ... مادة التانين Tannin ... الكلورين (يجب أن لايزيد عن 0.5 جزء فى المليون) ... وقد يتم اللجوء إلى وضع فلتر كربونى قبل فلتر البيرم لإزالة الكلورين وإن كانت النصيحة إذا وجدت هذه المواد يتم اللجوء فى الأصل إلى الفلتر الرملى الأخضر ... لذا فإن التحليل المعملى الأولى من الأهمية بمكان قبل أن نقرر شراء نوع الفلتر ...
لا يجب إضافة أى كيماويات إلى مياه التغذية إلا بعد عمل إختبار compatibility مع مادة الفلتر.

من مميزات فلتر البيرم:

1- كفاءة ممتازة فى إزالة الحديد.
2- نفس ظروف معالجة الحديد هى هى نفسها ظروف معالجة المنجنيز (باستثناء الpH).
3- لا يحتاج إلى إعادة تنشيط Regeneration بكيماويات ولا شىء لأنه يستخدم الأوكسجين الذائب الموجود فى مياه التغذية ليؤكسد المعادن المذكورة وجزيئات المعادن المؤكسدة المتراكمة عليه ... إنما يتطلب فقط غسيل عكسي بصفة دورية مثل الفلتر الرملى العادى لإزالة الرواسب عليه وماء الغسيل يكون ماء المدينة (ماء البلدية City water) ... وتخرج مياه الغسيل منه برتقالية داكنة اللون ...
4- يعمل فى مدى واسع من درجات الحرارة.
5- لا يُستهلك مع الوقت ...لذا فهو أفضل من الناحية الإقتصادية.
6- له صلاحية طويلة مادام ظروف التشغيل سليمة مع تجنب وجود المواد الكيماوية السابق ذكرها يُمكن أن يعيش فلتر البيرم مدة 5- 10 سنوات تبعاً للإستخدام وطبيعة المياه.
7- لايوجد كارتريدج أو شمعات يتم تغييرها.
ولذلك ... نستنتج أن مياه التغذية يجب أن تحتوى على أوكسجين ذائب ... كما أن الpH على الأقل يجب أن تكون فى حدود 6.8 لإزالة الحديد، و 7.5 لإزالة المنجنيز.
http://www.riversands.com.au/filter-media-specifications

ورداً على السؤال الذى طُرح فى الجروب فى كيفية إخراج الميديا فى فلاتر إزالة الحديد ... حيث أن الفلتر من الفيبرجلاس ليس له إلا فتحة علوية واحدة بعرض 6 بوصة ...ومن أسفل لا يوجد إلا فتحات خروج المياه ... فكان تلخيص أجوبة الخبراء كالتالى:
1- قد توجد فتحة فى قاع الفلتر يتم فكها ويخرج منها الميديا (كما فى الفلتر الرملى العادى)... كما أن استخدام الغسيل العكسي بتدفق عالى يجعل الميديا تخرج من أعلى.
2- استخدم خرطوم 1.5 بوصة بطول حوالى 3- 5 متر وركب فيه ماسورة 2- 3 متر واملأها بالماء مع سد الخرطوم من الناحية الاخرى حتى نحافظ على الماء داخل الماسورة.
3- ادخل الماسورة من الفتحة العلوية للفلتر حتى تدخل داخل الفلتر وهنا تدخل المياه فى الخرطوم والماسورة بسريان متوسط مع خرطوم آخر لسحب الميديا (بالخاصية الشعرية) أو تستخدم الغسيل العكسي (لتدخل المياه من أسفل الفلتر) مع تحريك الماسورة داخل الميديا أثناء الغسيل وغلق المحبس العلوى حتى تخرج الميديا من الفتحة العلوية.
كن حريصاً ألا تنقص المياه داخل الميديا لأن ذلك يعوق حركة الميديا بواسطة الماسورة بالطبع.
وكلما نقصت كمية المياه داخل الفلتر يتم عمل غسيل عكسي لبُرهة حتى نحافظ على كمية المياه داخل الفلتر ... وفى خلال نصف ساعة يتم خروج الميديا بأكملها من الفلتر...
يتم ادخال خرطوم مياه فى الفتحة العلوية بسريان مياه متوسط وخرطوم آخر يتم سحب الميديا (بالخاصية الشعرية).

المشاركات على النقاش التاسع عشر: الفلاتر المؤكسدة

المهندس حسام خالد:

فلتر البيرم يفضل أن يكون فى أول مراحل التنقية قبل فلترالرمل والكربون أو فى آخر مراحل الفلترة قبل التحلية مباشرةً ... ولو في حقن كلور فى مياه التغذية يُفضل استخدام البيرم فى أى ترتيب رمل - كربون - بيرم .. وشكراً للجميع.

المهندس عصام طنطاوى:

عندى إضافة بسيطة فى عملية التنشيط للفلترالرملى الأخضر ... التنشيط إما يكون بسحب كمية مناسبة من البرمنجنات فى وقت معين و ذلك بغمروتخلل محلول البرمنجنات و تلامسه مع الفلتر الرملى ليحقق التنشيط (يُشبه تنشيط الميسر) ... وطبعاً يحدث ذلك أثناء توقف الفلترأويُمكن حقن البرمنجنات online بنسب محسوبة حسب نسبة الحديد والمنجنيز فى المياه الخام بواسطة طلمبة حقن مناسبة لكمية الحقن ... ونقطة الحقن تكون قبل الفلترالرملى الأخضر ... ويتم الحقن أثناء عمل الفلتر ... أى لا يتم توقف الفلترلعمل تنشيط.

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
20
النقاش العشرون
Diameter
تصميم الفلاتر الرملية
Height
Inch
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش العشرون

تصميم الفلاتر الرملية

فى رحلتنا العلمية ونحن نتجول فى وحدات المعالجة الأولية للتناضح العكسي ... تحدثنا أيها الأحبة فى البوستات الأخيرة عن الفلاتر الرملية ومكوناتها وأنواعها ... وتحدثنا عن الفلاتر المؤكسدة كالفلتر الرملى الأخضر وفلتر البيرم ... وكيفية عمل الغسيل العكسي للفلاتر وتعرضنا لمشكلة تحجر الميديا فى الفلاتر الرملية ...
وفى هذا البوست سننتهى من موضوع الفلاترالرملية لنستكمل حديثنا بعد ذلك عن الفلاتر الأخرى وبعدها ننتقل إلى جزء جديد من المعالجة الكيميائية لننتهى من الجزء الأول من الكورس ...
فى هذا البوست سنتحدث عن كيفية تصميم فلتر رملى Sand filter خلال 5 خطوات (مع الإجلال والتقدير للمهندسين الذين أمدونا بها وعلى رأسهم الكيميائى خالد على) ، ومن أراد الإطلاع على مقطع الفيديو فإليكم الرابط على قناة water life للمهندس رياض عبد الفتاح ... كما سنشرح كيفية إيجاد وزن الميديا وإيجاد معدل السريان المناسب من وإلى الفلترالرملى ... وقتاً سعيداً ...
مقطع الفيديو للمهندس خالد على: كيف تصمم فلتر رملي خلال 5 خطوات؟؟
https://www.youtube.com/watch?v=U6RFK4vXxF0&app=desktop

مقطع الفيديو للمهندس خالد على: كيف تحدد قطر دخول وخروج الفلتر بمعادلة واحدة؟؟
https://www.youtube.com/watch?v=qFJpADKfPsY&feature=share

كيفية تحديد حجم الفلتروحساب وزن الميديا المطلوب لملىء الفلتر الرملى:

بالنسبة لتحديد حجم الفلتر:

المقصود من تصميم الفلتر الرملى هو حساب قطره وارتفاعه ... وبالتالى حجمه ... القطر هو الDiameter ، والإرتفاع هو ال Height، ويتم ذلك بناء على معدل الإنتاج المطلوب (كم متر فى الساعة) ...
الكلام التالى ينطبق على الفلتر الرملى سواء أكان فى منظومة ترشيح Filtration system وحدها أو مًقترناً بفلتر شمعة (كارتريدج) أو فلتر كربونى ... أو فى وحدة متكاملة للتناضح العكسى ... إلخ

مواصفات Standard الفلترالرملى (سواء المصنع من الحديد الصلب أو الفيبر جلاس) كالتالى: (مع العلم بأن البوصة = 2.54 سم):

Diameter (inch)	Height (inch)	Diameter (inch)	Height (inch)
10	54	21	65 (or 62)
13	54	24	72
14	65	30	72
16	65	36	72
18	65	48	72

(ملحوظة: توجد أحجام أكبر للفلاتر الرملية من السابق ذكرها ولكننا نحن هنا بصدد إعطاء مثال لحسابات الفلتر).

<u>وإليكم الخمس خطوات فى حساب حجم الفلتر:</u>

1- بافتراض أننا نريد انتاجية من الفلتر الرملى بمعدل 10 متر مكعب / ساعة ... نحول أولاً هذا الرقم إلى وحدة الgpm وهى الGallon per minute ... وذلك بالضرب فى 4.4:

Flow rate = 10 x 4.4 = 44 gpm

2- نحسب مساحة سطح الفلتر أو Filter surface area (FSA) وذلك بقسمة معدل السريان الذى حصلنا عليه من الخطوة الأولى على معدل الفلترة Filtration rate أوما نسميه سرعة الفلترة (Filtration speed) أو معدل التحميل (Loading rate) والذى وحدته gpm/ ft^2 ، وقبل ذكرالمعادلة ... إليك قيم معدل الفلترة تبعاً لجودة المياه (من خلال تجربتى ال SDI المعملية والعكارة Turbidity):

Filtration rate (Loading rate) (gpm/ft^2)	Turbidity NTU	ملاحظات
4	10 – 20	المياه شديدة العكارة
5	5 – 10	متوسطة العكارة
6	1 – 5	عكارة قليلة
7	< 1	منعدمة العكارة تقريباً (خارجة من Ultra filtration)

لو افترضنا أن مياه التغذية لها عكارة = 2 NTU (مثل الBrackish water)، معنى ذلك أن معدل الفلترة = 6 جالون لكل دقيقة، ويتم التعويض فى المعادلة التالية:

FSA (Filtration surface area) (ft^2) =

= flow rate (gpm) / filtration rate (gpm/ft^2)

= 44 / 6 = 7.3 ft^2

3- بما أننا عرفنا مساحة السطح (وطبعاً مساحة الدائرة = ط نق2 (علماً بأن ط ثابت يساوى 3.14) (ونرمز له بالرمز باى pi ، نق = نصف القطر(ونرمز له بال r أى radius) ... فنستطيع الآن معرفة نصف القطر:

r^2 = FSA/ pi = 7.3 / 3.14 = 2.33 ft

(والآن نستنتج قيمة نصف القطر ثم نحول من القدم إلى البوصة):

r = 1.52 ft = 18 inch

4- بما أن نصف القطر = 18 بوصة ... يعنى القطر (Diameter) = 2 x 18 = 36 ... ومن جدول مواصفات الفلتر الرملى السابق نستنتج أن حجم الفلتر هو 36 فى 72 بوصة ارتفاع ...

5- نطبق عملى ... محتاج أعمل فلتررملى على نظام RO كى يعطينا إنتاجية 25 متر مكعب/يوم ، علماً بأن الRecovery = 50% ... ما هى كيفية الحساب؟؟

الجواب: بما أن الrecovery = 50% أى أن المياه الrejected = 50% أيضاً ... فإننا يجب أن نصمم فلتر رملى يعطى 50 متر مكعب فى اليوم لأن نصف هذه الكمية هو المطلوب ... نطبق إذاً الحسابات السابقة:

25 m^3/ day give about 2 m^3/hour

Flow rate = 2 x 4.4 = 8.8 gpm

FSA (Filtration surface area) (ft^2) =

= flow rate (gpm) / filtration rate (gpm/ft^2) = 8.8/6 = 1.47

(باعتبار أن العكارة من 1 – 5)

r^2 = FSA/ pi = 1.47 / 3.14 = 0.47 ft, r = 0.68 ft = 8.2 inch

Diameter = 8.2 x 2 = 16

ومن جدول مواصفات الفلتر الرملى نستنتج أن حجم الفلتر هو 16 فى 65 بوصة ارتفاع ...

ويُمكن تطبيق هذه الحسابات للأحجام الأكبر...

ونرجو أن تكون الحسابات واضحة ومفهومة ... ومرحباً بأى إضافة أو تعليق مفيد ...

ملاحظات:

1- الموصى به لارتفاع الفلتر الرملى هو فى حدود 60- 120 بوصة (وهو رقم معتمد من قبل الشركات العاملة فى معالجة المياه ومنظمات المراقبة على جودة المياه).

2- نصيحة من الخبراء ... لو وجدنا أن قطر الفلتر أكبر من اللازم (وهذا غير عملى) فنلجأ إلى استخدام فلترين أو أكثر وهكذا لتخفيف الضغط على الفلتر الأول... يمر الماء على الأول ثم الثانى وهكذا.

3- لو نريد سرعة وفاعلية أكبر للفلتر يُمكننا إضافة coagulant لتقليل العكارة ... ولكن فى هذه الحالة سيزيد معدل الترسبات على الفلتر وسنحتاج إلى المزيد من عدد مرات الغسيل العكسى وقد نصل إلى مرتين أو أكثر يومياً ... كما أن التقليل من معدل الفلترة يقلل التكاليف ونحصل على منتج بجودة أفضل.

3- يُنصح بتصميم أرجل المرشحات الرملية الكبيرة بعيدة عن المركز ... يعنى تكون بالقرب من المحيط.

4- لاعلاقة بين نسبة الأملاح الذائبة TDS بكميات الميديا إنما حجم الفيزل يكون تبعاً للمياه المطلوب معالجتها ونسبة العكارة فى ماء التغذية كما أوضحنا.

5- حجم الميديا فى الفلتر حوالى 55 – 70% فى المتوسط من حجم الفلتر ... ولتحويلها إلى وزن يراعى كثافة كل ميديا كما سيأتى...

طريقة أخرى:

لو افترضنا أن العكارة فى المياه الخام NTU 8 ... معنى كده أننا سنحتاج إلى معدل تدفق 5 متر مكعب من المياه لكل متر مربع مساحة من الميديا فى الساعة (ويتم اختيار طلمبات التدفق على هذا الأساس) ...

طيب وبعد كده نسأل عن كمية المياه المطلوب انتاجها فى الساعة ولتكن 40 متر مكعب فى الساعة وبعملية الحساب بالمقص زى ما أخدنا فى ابتدائى حنقول:

بما أن 5 متر مكعب مياه تمر خلال متر مربع واحد من الميديا فى الساعة

لذا فإن 40 متر مكعب مياه تمر خلال (كم) متر مربع من الميديا فى الساعة ؟؟؟

لذا فإن المساحة المطلوبة = 40 / 5 = 8 متر مربع.

ومن هذه المساحة (8 متر مربع) نستطيع إيجاد نصف قطر دائرة الأسطوانة من خلال المعادلة المعروف:

مساحة الدائرة = ط نق^2 = 3.14 x نق^2

حيث أن ط ثابت = 3.14، نق = نصف قطر دائرة الأسطوانة.

نق = نصف القطر = 1.6 متر تقريباً.

أنظر أيضاً إلى الرابط التالى لمزيد من الأمثلة والتوضيح:

http://watertreatmentbyme.blogspot.com.eg/2016/01/sand-filter-design.html

مداخلة المهندس أحمد همام:

أقصى عكارة لمياه التغذية للفلاتر الرملية لا يجب أن تتعدى NTU 7 وفى حال ما إذا كانت القيمة أكبر من ذلك يجب استخدام المروقات وأحواض الترسيب.

كما أن اقصى كفاءة لازالة العكارة للفلتر الرملي تتراوح من 70 : 80 %

تعقيب:

"في حالة زيادة عكارة العينة عن NTU 7 نعمل علي أقل معدل فلترة وهو 5- 4 متر مكعب في الساعة لكل متر مربع من سطح الفلتر ويمكن حقن مادة معامل تجلط أو تجبن flocculant agents&Coagulant لزيادة فاعلية الفلتر ولكن قد نضطر لعمل غسيل عكسي مرة أو مرتين يومياً وذلك يجب أخذه في الاعتبار لتحديد مصدر وكمية المياه المطلوبة للغسيل بالاضافة إلي الوقت المستقطع من خدمة الفلتر في عملية الغسيل" وما ذكرناه آنفاً من زيادة العكارة عن 7 للتوضيح بمثال فقط ...

بالنسبة لحساب وزن الميديا:

ببساطة نقول:

1- حجم الأسطوانة = مساحة الدائرة x الإرتفاع = ط نق^2 x الارتفاع

حيث أن ط ثابت = 3.14، نق = نصف قطر دائرة الأسطوانة ، والإرتفاع هو ثلثى ارتفاع الأسطوانة.(ويُنصح بملىء ثلثى الأسطوانة فقط بالميديا كى نتجنب خروج الرمل أثناء الغسيل العكسي)

2- الكثافة = الوزن/ الحجم

أى أن كثافة الميديا = وزن الميديا المراد حسابه / حجم ثلثى الأسطونة

أى أن وزن الميديا المراد حسابه = كثافة الميديا (كجم/م^3) x حجم ثلثى الأسطوانة.

وعادةً ما تكون طبقة الزلط فى الفلاتر الرملة المضغوطة لا تقل عن 15 سم فوق الموزعات السفلية المخصصة لجمع المياه، كما أن طبقة الرمل فوقها لا يجب أن تقل عن 50 سم ولاتزيد عن 1.2 متر وذلك لتحقيق الكفاءة المطلوبة ،وفحم الأنثراثيت أيضاً فى حدود 30 سم.

كثافة الرمل أو الحصى يتم الحصول عليها من خلال البيانات الخاصة والتى تأتى مع الشراء أو ما يسمونه ال MSDS وهو اختصار لل Material safety data sheet.

3- يمكن حساب وزن كل ميديا تبعاً لكثافتها. وهذه أمثلة للكثافات المختلفة:

Media	الكثافة النوعية Specific gravity
Anthracite coal	1.4 – 1.75
Sand	2.55 – 2.65
Manganese sand	2.4 – 2.7
Fine garnet (for filtration)	3.8 – 4.3
Coarse garnet (for filtration)	3.8 – 4.3
Gravel	2.5

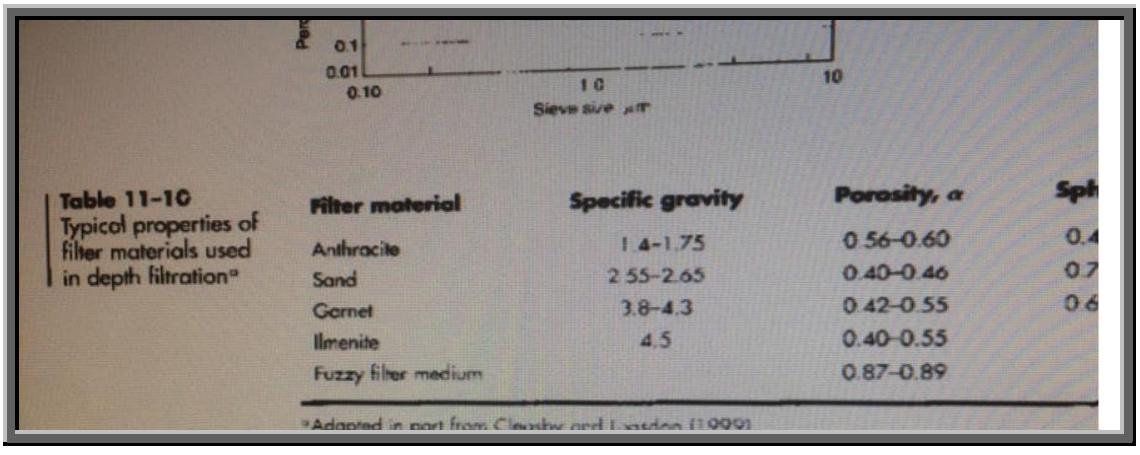


Table 11-10
Typical properties of filter materials used in depth filtration[a]

Filter material	Specific gravity	Porosity, α	Sph
Anthracite	1.4–1.75	0.56–0.60	0.4
Sand	2.55–2.65	0.40–0.46	0.7
Garnet	3.8–4.3	0.42–0.55	0.6
Ilmenite	4.5	0.40–0.55	
Fuzzy filter medium		0.87–0.89	

[a]Adapted in part from Cleasby and Logsdon (1999)

ونرجو من الإخوة الأفاضل أعطاؤنا أمثلة عملية للحسابات السابقة ...

كيفية تحديد قطر دخول وخروج فلتر رملي بمعادلة واحدة (الوصلات piping):

نجد فى الداتا شييت Data sheet الخاصة بجهاز التحكم فى معدل السريان (Head control) للفلتر الرملى والذى يُثبت فوق الفلتروصورته بالشكل التالى ... نجد فيه أن الجهاز يعطى average flow يساوى كذا ... مترمكعب على الساعة ، وأن ال maximum flow يساوى كذا مترمكعب على الساعة ... فما معنى ذلك الكلام؟

بفرض أننى أريد 100متر مكعب/ ساعة ... ما هى قيمة معدل السريان للدخول على الفلتر والخروج منه؟

الإجابة: تبعاً لقطر الماسورة (Diameter of pipe) وليكن "D" بالبوصة ... يتم حساب متوسط معدل السريان والحد الأقصى لمعدل السريان كالتالى:

Average flow m^2/hour (in the pipe) =D^2 x 4.5

Maximum flow m^2/hour (in the pipe) =average x 1.3

مثال(1): لو الماسورة 1 بوصة فإن متوسط معدل السريان والحد الأقصى لمعدل السريان:

Average flow m^2/hour = 1 x 1 x 4.5 = 4.5 m^2/hour

Maximum flow m^2/hour =average x 1.3 = 4.5 x 1.3 = 5.9 m^2/hour

مثال(2): لو الماسورة 3 بوصة فإن متوسط معدل السريان والحد الأقصى لمعدل السريان:

Average flow m^2/hour = 3 x 3 x 4.5 = 40.5 m^2/hour

Maximum flow m^2/hour =average x 1.3 = 40.5 x 1.3 = 52.6 m^2/hour

وبعملية عكسية لو عارف معدل السريان يمكننى أن أحدد قطر الماسورة المطلوب ...

وبهذا نكون قد انتهينا من الفلترالرملى لندخل فى البوست القادم على الفلتر الكربونى ونحن فى رحلتنا مع مراحل التناضح العكسى ... شكراً لكم على حسن المتابعة ...

المشاركات على النقاش العشرون: تصميم الفلاتر الرملية

المهندس أحمد همام:

الجدول التالى يبين الفرق بين الفلتر الرملى السريع (المضغوط) والفلتر الرملى البطىء:

Characteristics	Rapid Sand Filter	Slow Sand Filter
Filtration rate [m/h]	5 - 15	0.08 - 0.25
Media effective size [mm]	0.5 - 1.2	0.15 - 0.30
Bed depth [m]	0.6 - 1.8	0.9 - 1.5
Run length	1 – 4 days	1 – 6 months
Ripening period	15 min - 2 h	Several days
Regeneration method	Backwashing	Scraping
Maximum raw-water turbidity	Unlimited with proper pretreatment	10 NTU

مداخلة المهندس غنيم أحمد:

أسهل وأسرع طريقة لتصميم الفلتر الرملى بمعادلة واحدة وخطوة واحدة:

قُطر الفلتر بالبوصة =

الجذر التربيعى ل[(4*معدل السريان المطلوب بالمتر المكعب/ ساعة) / (3.14 * معدل الفلترة) *39.37]

حيث أن 3.14 هى الثابت "باى"

حيث أن معدل الفلتره من 12: 18 متر مكعب فى الساعة على المتر المربع.

لو NTU من 5 – 15 فإن معدل الفلترة = 15

لو NTU أصغر من 5 فإن معدل الفلترة = 18

لو NTU أكبر من 15 فإن معدل الفلترة = 12

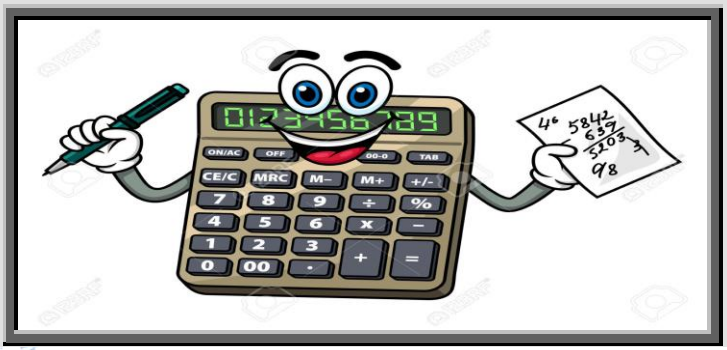
مثال عملى:

مطلوب تصميم فلتر رملى يعطى 10 مترمكعب/ساعة ... ونسبة العكارة 7 NTU

قطر الفلتر بالبوصة = الجذر التربيعى ل{(4 x 10)/ 3.14 x 15} x 39.37 = 36.2 بوصة

لذا فإن قطر الفلتر = 36.2 بوصة

الفلتر المطلوب هو 36 x 72

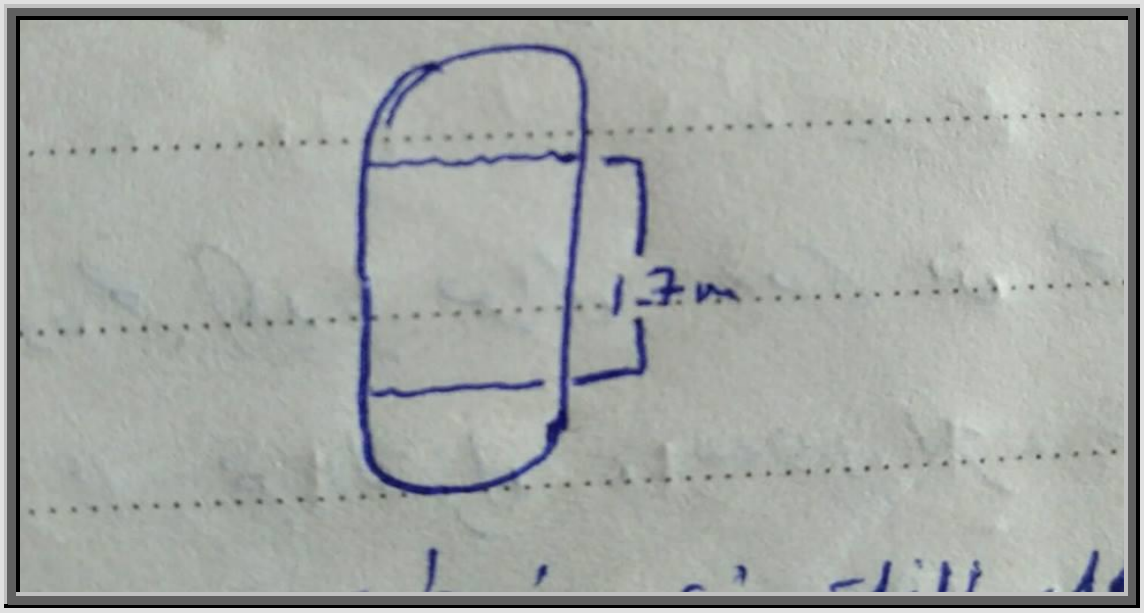


مداخلة المهندس رياض عبد الفتاح:

محاولات تصميمية للفلتر الرملي (sand filter):

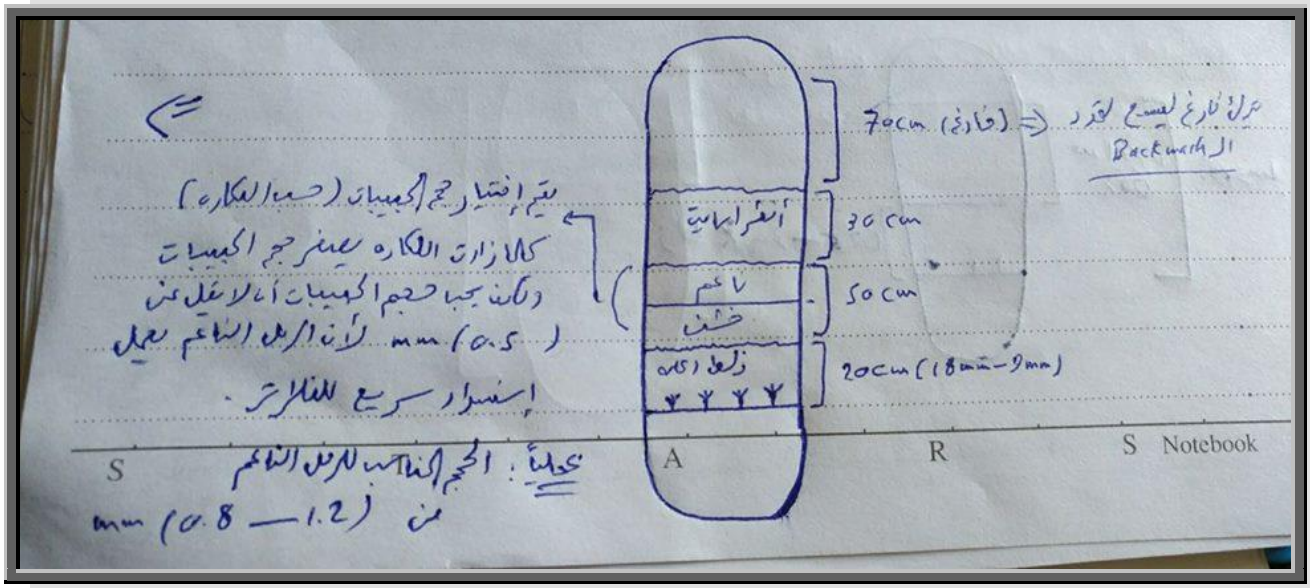
فلتر رملي مضغوط (sand filter pressure)

1- يجب أن يكون قياس الإرتفاع من اللحام العلوي إلى اللحام السفلي 1.7 متر (أى 170 سم)

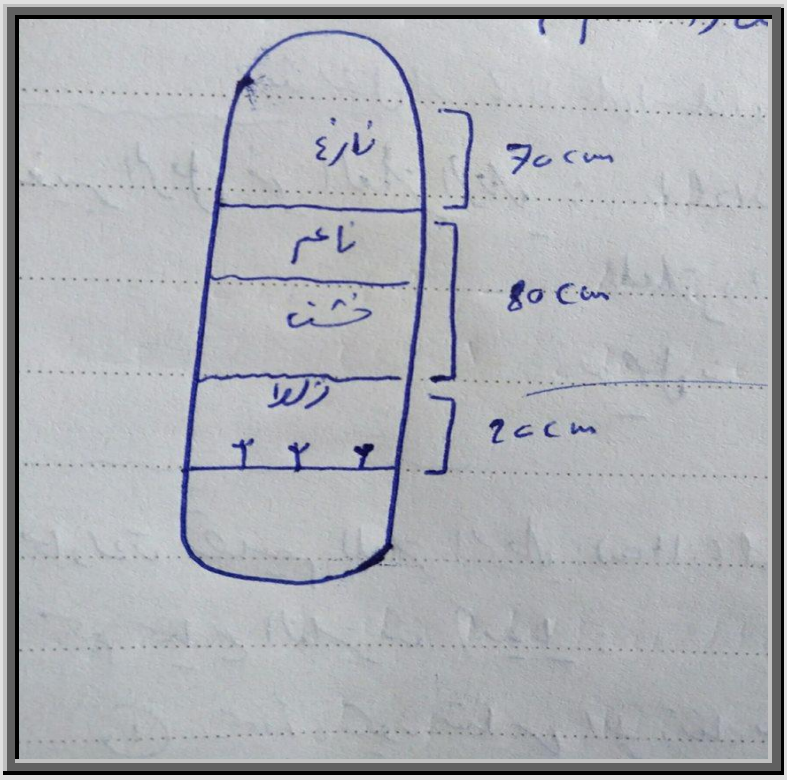


2- الموزعات تكون في مستوى اللحام السفلي للفلتر... فيتم وضع طبقة من الزلط تقدر ب(20 سم) كطبقة دعامة حيث قطر الزلط (18 مم) و(9مم) وهذه الطبقة غير عاملة في الفلتر ... مجرد دعامة حيث تغطي الموزعات بإرتفاع 20 سم ... ثم طبقات الرمل خشن ورمل ناعم مجموع إرتفاعهم 50 سم ثم طبقة أنثراسايت (30 سم) ... ويُترك فارغ 70 سم ليسمح بتمدد ال back wash.

بالنسبة للرمل الناعم يتم إختيار حجم الحبيبات حسب العكارة ... حيث أنه كلما زادت العكارة يصغر حجم الحبيبات ولكن يجب حجم الحبيبات أن لايقل عن 0.5 مم لأن الرمل الناعم يعمل إنسداد سريع للفلاتر ... وعملياً الحجم المناسب للرمل الناعم: (1.2 - 0.8 مم)



3- إذا لم نرد إضافة طبقة أنثراسايت من المُمكن أن نزيد من طبقة الرمل (الخشن والناعم) وهناك ملاحظة: هناك آراء تقول بإضافة 10 سم فوق ال 20 سم زلط كدعامة ...

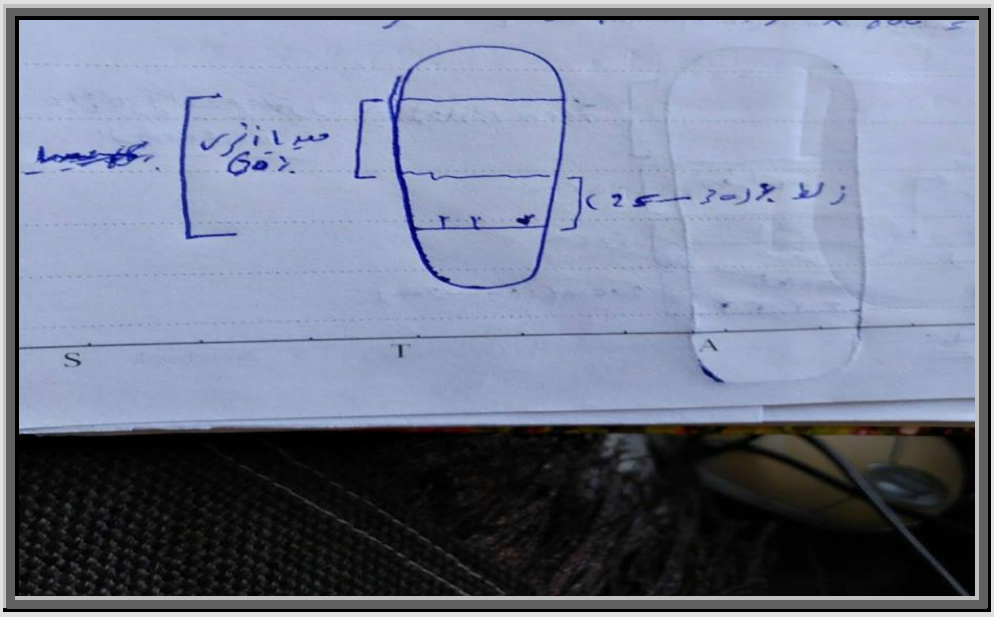


4- حجم الميديا داخل الفلتر الرملي: يكون حجم الميديا حوالي 60 % من حجم الفيزل (vessel) مثال:

حجم الفزل = 1400 لتر

حجم الميديا = 1400 x 0.6 ≈ 800 لتر

إذاً حجم الزلط = 800 x (30- 20 %) = 240 لتر



5- أفضل سرعة فلترة (10 - 20 متر/ ساعة) وكلما زادت العكارة فالأفضل تقليل سرعة الفلترة قريب من (10 متر/ ساعة) ... وسرعة الفلترة تسمى (velocity of water) عن طريق تحديد السرعة المناسبة للمياه الداخلة وحجم الميديا المناسبة وبالتالي حجم الفلتر ...
ويُمكن حساب عدد الطبقات في الفلتر حسب المعادلة:

$$Q = A.N.V$$

Q flow rate of feed water

حيث أن:

Q = flow rate of feed water
A area مساحة سطح الفلتر بالمتر مربع

ويُمكن إيجادها عن طريق المعادلة:

$$A = Q/V$$

مساحة سطح الفلتر بالمتر المربع
N= number of filtration عدد الطبقات
V= velocity of water should be from (10 - 20 m/hr)
من المساحة السطحية للفلتر نستطيع إخراج نصف قطر الفلتر:

$$A = 3.14 \times r^2 \rightarrow r^2 = A/3.14$$

وحجم الميديا يكون حوالي 60% من حجم الفيزل ... وكلما زاد قطر الفلتر الرملي قل العدد المطلوب من الطبقات لزيادة المساحة السطحية.
ويعتمد تصميم الفلتر الرملي على:

1- المياه المراد فلترتها. 2- العكارة. 3- الطبقات.
4- الجزء الفارغ من الفلتر. 5- الغسيل العكسي.

وحول سرعة مرور المياه:
كمية المياه بحاجة لمساحة سطح مناسبة تُعبرعنها بالسرعة ... حيث أن حدود السرعة المسموح بها من (10 - 12 متر/ساعة) ... وكلما زادت ال SDI فالأفضل أن يقترب التصميم من السرعة الأقل (10 - 12متر/ساعة) ... وكلما قلت ال SDI يمكن زيادة سرعة الفلترة والأفضل السرعات البطيئة.

وهذه صورة استرشادية بأوزان ... تفضل بتقديمها المهندس خالد على:

الإستخدام / مقاس الفيزل	فلتر المالتى ميديا	الفلتر الرملى	الفلتر الكربونى	فلتر إزالة الحديد والمنجنيز brim	السوفتنر
10"* 54"	٢٥ كجم زلط ٢٥ كجم رمل ٥ كجم كربون	٢٥ كجم زلط ٥٠ كجم رمل	٢٥ كجم زلط ١٥ كجم كربون	٢٥ كجم زلط ١ قدم ميديا	٥٠ لتر ريزن
13" * 54"	٣٥ كجم زلط ٣٥ كجم رمل ١٠ كجم كربون	٣٥ كجم زلط ٨٠ كجم رمل	٣٥ كجم زلط ٢٥ كجم كربون	٣٥ كجم زلط ١,٥ قدم ميديا	٧٠ لتر ريزن
14" * 65"	٦٠ كجم زلط ٦٠ كجم رمل ١٥ كجم كربون	٥٠ كجم زلط ١٢٥ كجم رمل	٥٠ كجم زلط ٣٥ كجم كربون	٥٠ كجم زلط ٢,٥ قدم ميديا	١٠٠ لتر ريزن
16" * 65"	٨٥ كجم زلط ٨٥ كجم رمل ٢٠ كجم كربون	٧٥ كجم زلط ١٧٥ كجم رمل	٧٥ كجم زلط ٤٥ كجم كربون	٧٥ كجم زلط ٣,٥ قدم ميديا	١٢٥ لتر ريزن
18 "*65"	١٠٠ كجم زلط ١٠٠ كجم رمل ٢٥ كجم كربون	١٠٠ كجم زلط ٢٠٠ كجم رمل	١٠٠ كجم زلط ٦٠ كجم كربون	١٠٠ كجم زلط ٤,٥ قدم ميديا	١٧٥ لتر ريزن
21"*62"	١٢٥ كجم زلط ١٢٥ كجم رمل ٣٠ كجم كربون	١٢٥ كجم زلط ٢٥٠ كجم رمل	١٢٥ كجم زلط ٧٥ كجم كربون	١٢٥ كجم زلط ٥,٥ قدم ميديا	٢٠٠ لتر ريزن
24"*72"	٢٠٠ كجم زلط ٢٠٠ كجم رمل ٤٥ كجم كربون	٢٠٠ كجم زلط ٣٥٠ كجم رمل	٢٠٠ كجم زلط ١٠٠ كجم كربون	٢٠٠ كجم زلط ٧ قدم ميديا	٣٢٥ لتر ريزن
30"*72"	٢٧٥ كجم زلط ٢٧٥ كجم رمل ٧٥ كجم كربون	٢٧٥ كجم زلط ٥٠٠ كجم رمل	٢٧٥ كجم زلط ١٥٠ كجم كربون	٢٧٥ كجم زلط ١٢ قدم ميديا	٥٠٠ لتر ريزن
36"* 72"	٤٠٠ كجم زلط ٤٠٠ كجم رمل ١٠٠ كجم كربون	٤٠٠ كجم زلط ٧٥٠ كجم رمل	٤٠٠ كجم زلط ٢٢٥ كجم كربون	٤٠٠ كجم زلط ١٦ قدم ميديا	٧٠٠ لتر ريزن
48"* 72"	٧٠٠ كجم زلط ٧٠٠كجم رمل ١٧٥ كجم كربون	٧٠٠ كجم زلط ١٣٥٠ كجم رمل	٧٠٠ كجم زلط ٤٠٠ كجم كربون	٧٠٠ كجم زلط ٢٩ قدم ميديا	١٢٢٥ لتر ريزن
63"*67"	٧٥٠ كجم زلط ٧٥٠ كجم رمل ٢٥٠ كجم كربون	٧٥٠ كجم زلط ١٣٥٠ كجم رمل	٧٥٠ كجم زلط ٥٢٥ كجم كربون	٧٥٠ كجم زلط ٣٤ قدم ميديا	١٦٠٠ لتر ريزن
63"*86"	١٢٠٠ كجم زلط ١٢٠٠ كجم رمل ٤٠٠ كجم كربون	١٢٠٠ كجم زلط ٢٥٠٠ كجم رمل	١٢٠٠ كجم زلط ٧٢٥ كجم كربون	١٢٠٠ كجم زلط ٥٠ قدم ميديا	٢٤٠٠ لتر ريزن
63"*116"	١٨٠٠ كجم زلط ١٨٠٠ كجم رمل ٥٠٠ كجم كربون	١٨٠٠ كجم زلط ٣٠٠٠ كجم رمل	١٨٠٠ كجم زلط ١٠٠٠ كجم كربون	١٨٠٠ كجم زلط ٦٧ قدم ميديا	٣٣٠٠ لتر ريزن
63"*144"	٢٢٠٠ كجم زلط ٢٢٠٠ كجم رمل ٦٠٠ كجم كربون	٢٢٠٠ كجم زلط ٣٧٥٠ كجم رمل	٢٢٠٠ كجم زلط ١٣٠٠ كجم كربون	٢٢٠٠ كجم زلط ٨٣ قدم ميديا	٤٢٠٠ لتر ريزن

والصورة التالية لميديا الفلاتر المختلفة وكثافة كل ميديا و سرعات الترشيح وسرعة الغسيل العكسى و استخداماتها تقدم بها الدكتور محمد شلتوت:

Media	Density kg/dm³	Service m/h	Delta p bar	Peak Service m/h	Delta p bar	Bed depth mm	Back wash m/h*	Use	Limits
Anthracite	0,80	12	0,1	12,5	0,1	600-900	35	Sediment	
Birm	0,75	8	0,1	13	0,1	750-900	25	Fe, Mn, H_2S	Dissolved oxygen
Corosex	1,60	12	0,1	15	0,15	600-700	25	Neutralization	Hardness &
Calcite	1,60	7,5	0,1	15	0,15	600-700	25	Neutralization	alkalinity
Filter AG	0,40	8	0,1	12	0,2	600-900	20	Sediment	Alkalinity
Garnet	2,25	12	0,15	25	0,1	250+	65	Sediment	Chlorine
GAC Cl	0,40	8	0,1	13	0,1	600+	20	Chlorine	Large paricles
GAC Organ	0,40	2,5	0,1	7,5	0,1	900+	20	Organics VOCs	
KDF 55	2,75	35	0,1	75		250+	70	Chlorine, H.	Flow rate
KDF 85	2,75	18		35		250+	70	metals	TDS>150, BW GPM
Greensand	1,35	5	0,15	12	0,3	750-900	30	Fe, Mn, H_2S	TDS>150, BW GPM
MTM	0,44	7,5	0,1	12,5	0,1	600-900	20	Fe, Mn, H_2S	Regenerant
Multi-media	1,47	25	0,4	40	0,8	900+	35	Fe, Mn, H_2S	Regenerant
Pyrolox	2,0	12	0,1	15	0,1	600+	65	Sediment	Dissolved oxygen
								Fe, Mn, H_2S	BW GPM
Sand	1,6	7,5	0,1	12	0,1	450-700	45	Sediment	

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
21
النقاش
الحادى
والعشرون
الفلتر الكربونى
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الحادى والعشرون

الفلتر الكربونى

الفلتر الكربونى أو الكربون النشط Activated carbon أواختصاراً نقول(AC) ...الغرض منه امتصاص الكلورين سواء أكان ذلك فى مصدر مياه التغذية نفسها أو تم إضافته ، أيضاً يمتص مركبات الكلورامين Chloramines ولكن بكفاءة أقل من الكلور ، كما أنه يزيل الرائحة الكريهة والغريبة إلى حد كبير...
(انتبه! عملياً الفلتر الكربونى يمتص الكلورين فى حالة ما إذا كان تركيزه منخفض (فى حدود 0.5 جزء فى المليون) وهذا يعمل بجانب الصوديوم ميتا باى سلفايت كما سيأتى فى المعالجة الكيميائية ... أما أن يزيد عن هذه القيمة فهناك شك فى امتصاص كل الكلورين ... ولذلك نلجأ إلى الصوديوم ميتا باى سلفايت ... ونتمنى من الزملاء التعليق على ما ذكرناه من واقع التجربة العملية وأن يكون موضوع النقاش ...
الفلتر الكربونى يحتوى على كتل كبيرة نسبياً من الفحم النشط يجعل له القدرة على استيعاب الملوثات بالمقارنة بطبقة الأنثراثيت التى قد توضع فى قمة الفلتر الرملى كما ذكرنا والتى ليس لها تأثير إلا على عملية الفلترة.
أيضاً الفلتر الكربونى يزيل جزء من الكبريت والمعادن الثقيلة كالرصاص والنحاس ويزيل نسبة كبيرة جداً من المواد العضوية ومن ضمنها المبيدات الحشرية (لكن بالطبع لا يُزيلها بالكلية).
والفلتر الكربونى عديم الفائدة فى إزالة بعض المواد كالزرينخ السام والفلورايد والأملاح الذائبة TDS كما أنه لا يزيل الفيروسات ...
الفلتر الكربونى يكون على هيئة حبيبات نشطة activated grains أو مدمج compact (أقراص أو ألواح مضغوطة).
وإليكم صورللفلاترالكربونية:

شكل (8) فلاتر فحمية أوتوماتيكية

ما هى ميكانيكية عمل الفلترالكربونى؟

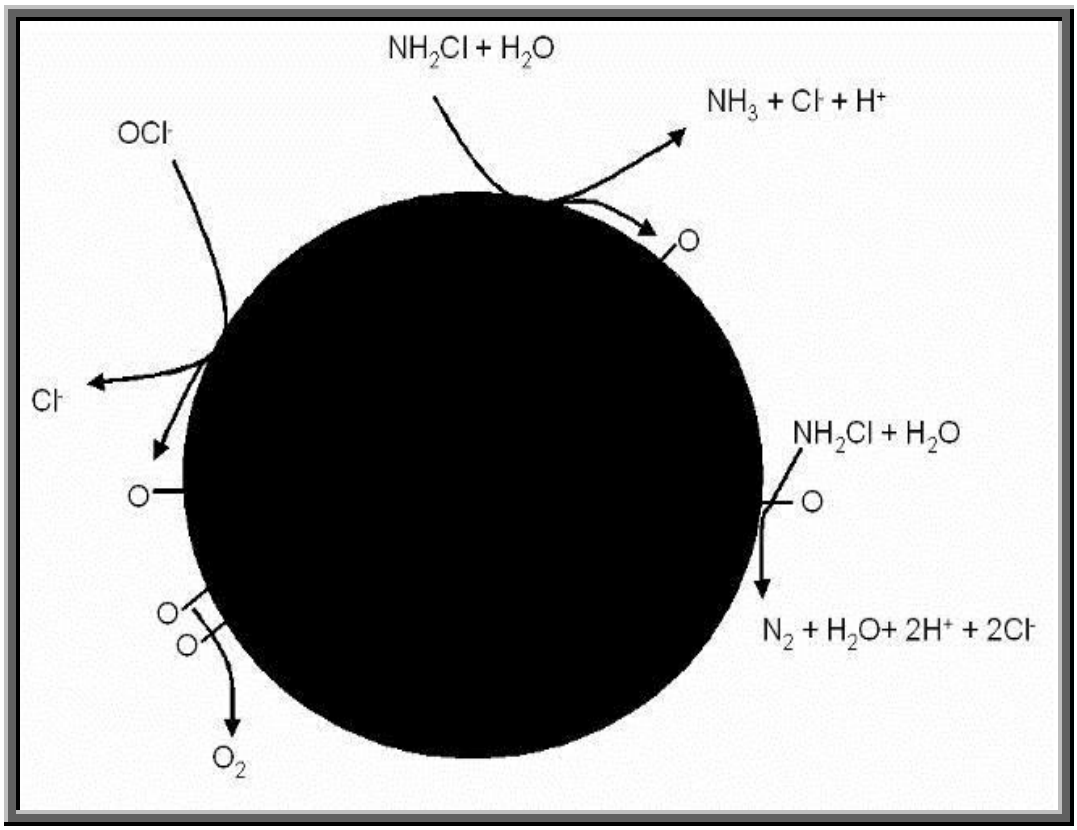
نـذكركم بمـا قلنـاه مـن قبـل: "الكلـور المُضـاف إمـا أن يكـون غـاز الكلـورين، أوعلـى هيئـة هيبوكلورايت الصوديوم Sodium Hypochlorite أوهيبوكلورايت الكالسيوم Calcium Hypochlorite، ويحـدث لهـذه المركبـات تحلـل مـائى hydrolysis لتتحـول إلـى حمـض الهيبوكلوراس Hypochlorous acid (HOCl) والذى بدوره يتحلل إلى أيون الهيدروجين وأيون الهيبو كلورايت Hypochlorite ion (OCl^-) ... فى تفاعل عكسي ...
وحمض الهيبوكلوراس وأيون الهيبوكلورايت هما العملان المؤكسدان فى الماء..."
يعتمد الفلتر الكربونى فى آلية عمله على امتزاز المواد المذكورة ثم التفاعل مع بعضها لتتكون مركبات أخرى يسهل التخلص منها ... ففى عملية إزالة الكلور Dechlorination يحدث وأن تنتقل الألكترونات من على سطح الكربون إلى الكلورين فيتحول إلى كلورايد ليس له القدرة على الأكسدة كما فى التفاعلات التالية:

$$C^* + 2\ Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 4\ HCl + CO_2$$
$$C^* + ClO^- \rightarrow Cl^- + CO$$

(علامة النجمة فوق ذرة الكربون للدلالة على نشاط سطحه)
أيضاً تجد تفاعلات على سطح الفلترالكربونى لمركبات الكلورامين Chloramines (NH_2Cl)
حيث تنتج الأمونيا والكلورايد وغاز النيتروجين كما بالتفاعلات التالية:

$$NH_2Cl + H_2O + C^* \rightarrow NH_3 + Cl^- + H^+ + CO^*$$
$$2NH_2Cl + CO^* \rightarrow N_2 + H_2O + 2H^+ + 2Cl^- + C^*$$

وإليك صورة توضيحية لما يحدث على سطح الفحم النشط فى الفلتر الكربونى:



والجدول التالى يعقد مقارنة مبسطة عن المواد المُزالة بواسطة الفلتر الكربونى والتناضخ العكسي، وأرجو من الجميع ابداء ملاحظاتهم:

What is removed? Reverse Osmosis v. Carbon Filtration

Water May Contain:	"Reverse Osmosis / Carbon Combination"	"Carbon Block or Activated Carbon"
Bad/Foul Taste	Removes	Improves
Odor	Removes	Improves
Turbidity	Removes	Reduces
Organic Compounds*	Removes	Removes
Chlorine & THMs	Removes	Removes
Bacteria	Removes	May Control Growth
Viruses	Removes	Will Not Remove

Cysts	Removes	Removes Some
Parasites	Removes	Removes Some
Arsenic	Removes	Will Not Remove
Heavy Metals	Removes	Removes Some
Dissolved Solids	Removes	Will Not Remove
Fluoride	Removes	Will Not Remove

ملاحظات هامة:

1- إذا حدثت مشكلة فى كفاءة الفلاتر الرملية (أو لم يتم عمل الغسيل العكسى بطريقة صحيحة) فإن الرواسب sediments ستصل إلى الفلتر الكربونى وتعمل سدد block على سطح الكربون وتقلل من كفاءته فى امتصاص المواد المذكورة ، كما أن ضغط المياه الخارج من الفلتريقل وبالتالى يحدث drop pressure على طلمبة الضغط العالى والتى بدورها تغذى الأغشية وقد تتوقف عن العمل.

2- من عيوب الفلتر الكربونى الذى يتكون من حبيبات نشطة أنه مجرد دخول المياه المحتوية على الكلورين فى أعلى الفلتر ، فإن الكلورين يتحول سريعاً إلى كلورايد فلا يكون هناك مجال للتعقيم بعد ذلك خاصة المواد العضوية التى تتراكم على الفلتر فى النهاية حيث تعتبرغذاءً جيداً لنمو الكائنات الميكروبية مرة أخرى ... كما أن هذا الفلتر أحياناً يكون حبيبات صغيرة من الكربون فى القاع والتى من الممكن أن تنتقل إلى أغشية التناضح العكسى وتكون Fouling لذا فالفلاتر التى تلى الفلتر الكربونى – وهى الفلاتر الميكرونية – لها أهمية كبيرة فى حجز المواد العالقة المتبقية بجانب حبيبات الكربون التى قد تخرج من الفلتر الكربونى ...

تنشيط الفلتر الكربونى (Regeneration of carbon):

من الممكن تنشيط الفلترالكربونى من حين لآخرللتخلص من المواد المُمتزة عليه من كلورين ومواد عضوية ومبيدات وغيرها من المركبات الكيميائية، ويتم ذلك عن طريق:

1- عمل غسيل عكسى مثل الفلاترالرملية.

2- المعالجة الحرارية thermal treatment فوق 800 درجة مئوية أو استخدام البخار الساخن Steam وهذه المعالجة تعتبر من أفضل الطرق وتعطى نتائج جيدة.

3- المعالجة الكيميائية وهى ليست فعالة بجانب أنها مُكلفة ، وأهم أمثلتها استخدام مواد عالية الpH مع حرارة تصل إلى 100 درجة مئوية مثل الصودا الكاوية NaOH أو برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ أو يتم نقع الفحم فى Hydrogen peroxide ثم تسخينه عند درجة حرارة عند 100 لمدة ساعة أو ساعتين ... طبعاً ذلك يكون بتوصية من الشركة المنتجة للفلاتر ... ونرحب بمشاركاتكم فى هذا الأمر ...

المشاركات على الحادى والعشرين: الفلتر الكربونى

من تلخيصات المهندس محمد بسيونى لمحاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

تصميم الفلتر الكربونى:

يتم تصميم الفلترالكربونى تبعاً لعاملين وهما:

1-Particle size.حجم الحبيبات

2-Cotacting time.زمن التلامس

وهذا قانون عملى يوضح طريقة حساب عمق طبقة الكربون عن طريق معرفة قطر الحُبيبة:

$D = 1500 \times S$

Where D= depth of carbon in the film (mm).

S= Particle size in (mm).

1500 = Particulate factor.

مثال: احسب عمق طبقة الكربون المستخدمة فى فلتر كربونى إذا علمت أن حجم الحبيبات = 0.6 مم

الإجابة:

$D = S \times 1500 = 0.6 \times 1500 = 900 \text{ mm} = 90 \text{ cm}$

ويُلاحظ أن حجم الحبيبات وعمق الطبقة بينهما علاقة طردية ... أى أنه كلما زاد حجم الحبيبات كلما زادت الحاجة إلى زيادة عمق الطبقة وبالتالى زيادة كمية الكربون ... لذا فكلما قل حجم حبيبات الكربون كلما قل عمق الطبقة المستخدمة وزادت كفاءة الفلتر وكانت أفضل من الناحية الإقتصادية.

ويُمكننا أيضاً حساب عمق طبقة الكربون من خلال زمن التلامس Contact time:

تعرف أخى الكريم أن السرعة الخطية = المسافة على الزمن ولذلك:

$D = \text{depth of carbon in the film} = V \times t$

حيث أن t هى زمن التلامس السطحى وتتراوح ما بين 6 – 30 دقيقة ... (وإذا أردنا مضاعفة زمن التلامس فيجب تزويد حجم الفحم إلى الضعف) ... وهنا سوف نسحب حساباتنا على أساس أن زمن التلامس 10 دقائق.

بالنسبة للV فهى السرعة الخطية Linear velocity ... ونموذجياً تكون بين 5 – 20 متر فى الساعة ... ويتم حسابها من العلاقة التالية بمعرفة معدل السريان Q (متر مكعب/ ساعة) ومساحة السطح S بالمتر المربع:

$V = \text{Linear velocity} = Q \text{ (flow rate } m^3/h) / S$

مثال: لو كان التدفق $Q = 60\ m^3/h$ وكانت مساحة السطح 5 سم2 فإن السرعة الخطية تساوى:

$V = 60/5 = 12\ m/hr$

وبالتالى عمق الطبقة الكربونية (مع زمن تلامس 10 دقائق) كالتالى:

$D = V \times t = 12 \times (10/60) = 2 \text{ meter (depth)}$

لذا نقول: كى نحقق زمن تلامس10 دقائق يجب أن تكون عمق طبقة الفحم 2 متر.

ومن عيوب الفلترالكربونى أنه كلما زاد محتوى الكربون الكلى TOC اضطررنا إلى التغيير بعد فترات زمنية متقاربة.

شرح المهندس رياض عبد الفتاح للفلتر الكربونى بمزيد من الإضافات والمعلومات القيمة:

الكربون في الفلتر الكربوني له تسميات منها (GAC) وهي إختصار ل Granular Activated Carbon ... ويسمى (ACV) وهو إختصار ل Activated Carbon

تعقيب الدكتور محمد شلتوت:

وفيه ال BAC أو الBowder activated carbon ... يُضاف إلى ال feed water ويُتخلص منه فى ال coagulation لتخفيض الحمل العضوى العالى.

ويُكمل المهندس رياض عبد الفتاح:

الكربون يتميز بمساميته العالية التي تعتمد على مبدأ الإدمصاص حيث مسامية الحبيبات من (60 - 80 %) التي هي نفسها الفراغات الداخلية للحبيبات ... وتكون مقاس هذه الحبيبات من (8 - 30) mesh.

{تعريف بسيط لوحدة ال mesh:هي وحدة قياس تمثل عدد الفتحات في الإنش (البوصة) الطولي من المنخل حيث نحدد عدد الفتحات في الإنش الواحد الذي يساوي 2.6 سم ...حيث حجم الفتحة الواحدة هو حجم حبة الرمل التي علقت عليها ولم تنفذ ... وزيادة عدد الmesh يعني زيادة عدد الفتحات في الإنش الواحد من المنخل وبالتالي تزداد دقة الحبيبات ... يعنى تقل أقطارها ... وتكون أقطار الحبيبات في الغالب أقل من 1مم حيث تكون مجموعة مناخل فوق بعضها من الأعلى للأسفل بحيث المنخل أو الفتحات الأكبر في الأعلى ... وتوضع فيه العينة ثم يجري تخليلها بواسطة هزاز ميكانيكي لفرز الأحجام المختلفة من الحبيبات والمنخل الواحد عبارة عن هيكل له فتحات يتم من خلالها فصل المقاسات المختلفة من الرمل عن بعضها البعض ... وطبعاً لكل منخل رقم mesh خاص به يعادل رقم قطر الحبيبات بالمليمتر ... وإليك مثال: حجم الحبيبة mesh 30 تعادل قطر الحبيبة 0.595 مم.

ويُكمل المهندس رياض عبد الفتاح:

مبدأ عمل الفلتر الكربونى : يعتمد على مبدأ الإدمصاص (Adsorption) لأن المساحة السطحية له عالية وسبب مساحته السطحية العالية أن حلقات الكربون المنشط غير منتظمة وغير متكاملة وخاصة من الحواف وعشوائية توزيع حلقات الكربون المنشط يؤدي لتواجد ثقوب (فجوات) متنوعة الحجم ومتفاوتة في الشكل ... انظر الصورة التالية:

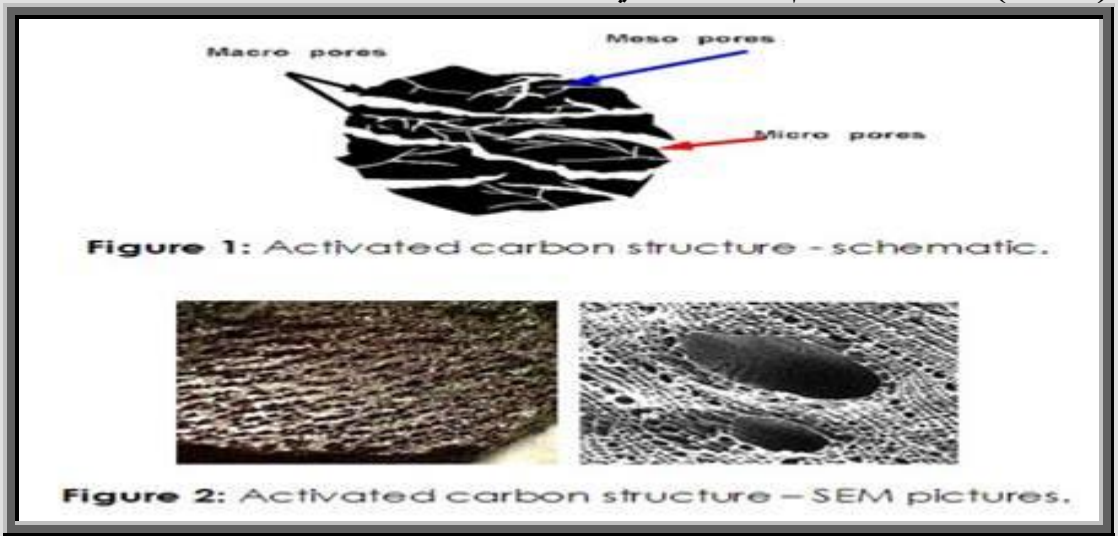


Figure 1: Activated carbon structure - schematic.

Figure 2: Activated carbon structure – SEM pictures.

وهناك معلومة جميلة أدهشتني! ... المساحة السطحية للجرام الواحد من الكربون المنشط (مجموع الفراغات) تصل إلى 21000 متر مربع ... بمعنى أن 5 جرام من الكربون المنشط تساوي في مساحتها ملعب كرة قدم ... تخيل 5 جرام تضعها في كف يدك من الكربون المشط في داخله مساحة ملعب كرة قدم فلا أستطيع إلا أن أقول سبحان الله العظيم الذي أحكم وأحسن كل شيء خلقه ...

ويقوم الفلتر الكربوني بإدمصاص مايلي :

1- إدمصاص الكلور. 2- إدمصاص المواد العضوية التي تشكل الطعم والرائحة للماء .

الكربون المنشط يمتز الملوثات:

1- إمتزاز كيميائي: تكون روابط بين المادة (الكربون المنشط) والمادة الممتزة الملوثات من خلال المجموعات الذرية الموجودة على السطح .

2- إمتزاز فيزيائي: من خلال الفراغات والفجوات الموجودة حيث تنتقل المادة الممتزة بين الفراغات حتى تصل للسطوح الداخلية للفجوات .

والصورة الآتية هى رسم مكبر يبين الفراغات والتجاويف في داخل الحبيبة:

أهمية الفلتر الكربوني :

1- إزالة الكلور من الماء.

2- المركبات العضوية المتطايرة Volatile organic compound (VOC).

3- إزالة الطعم والرائحة من الماء remove the odor and taste.

4- التخلص من جزء من الرواسب والعوالق الصلبة التي تترسب من الفلتر الرملي (Sandfilter).

السؤال المهم ... لماذا يتم عمل Back Wash للفلتر الكربونى :

1- للتخلص من المواد الصلبة العالقة والتي نفذت من الفلتر الرملي .

2- إعادة تحريك الـ (bed) من التكتلات (خلخلة الكربون) .

ولا يستطيع الفلتر الكربوني التخلص من الكلور بواسطة مرحلة الـ (Back wash) بل يبقى عالقاً به وكذلك المواد العضوية ... بل يبقى الـ GAC يعمل إدمصاص للكلورين حتى يصل لمرحلة التشبع ولا يصلح معه ال Back Wash ... بل يتم التخلص من الكلور والمواد العضوية العالقة به عن طريق حرق الكربون عند درجات حرارة عالية جداً تصل إلى 1000 درجة مئوية .

ويتم معرفة أن الكربون إستهلك في المختبر عن طريق فحص (TOC) ، ويتم معرفة أن الكربون إستهلك في الواقع عند خروج الكلورمن الفلتر الكربوني دون أن يمسكه.

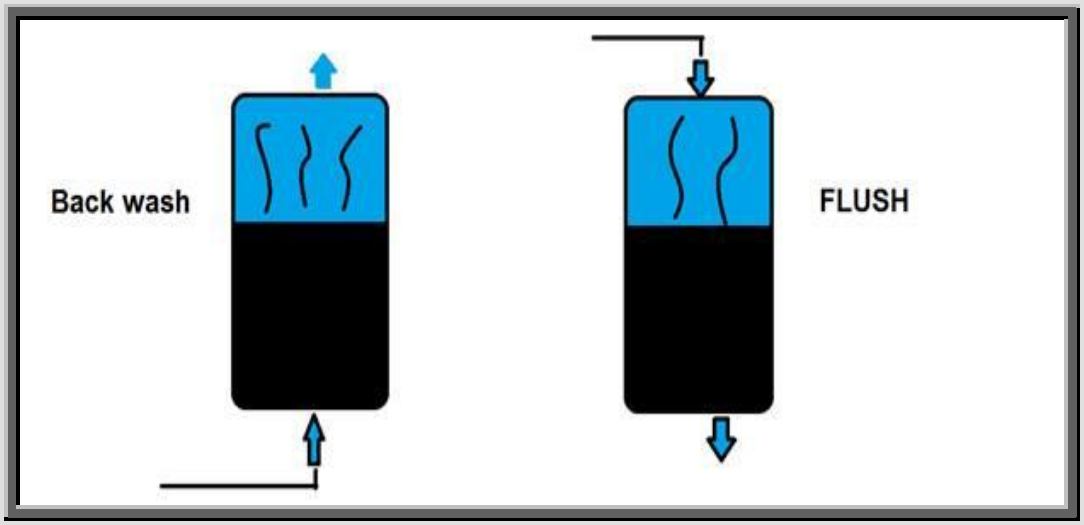
متى يحين وقت دخول الفلتر الكربونى Backwash:

عندما يصل فرق الضغط له (0.8بار) أو عندما يقطع ساعات عمل معينة .

خطوات الـ Back Wash للفلتر الكربونى :

1- عملية الـ Back Wash .

2- عملية الـ Flush الشطف.



آثار التأخر في الغسيل العكسي للفلاتر :

1- يقلل من تدفق الإنتاج.

2 - حدوث Caking أو تكتل وال Channeling (تكون قنوات بالفلتر)

سؤال أحد الزملاء:

أليس وضع الفلتر الكربوني في المعالجة الأولية قبل وحدات الRO يعتبر هدراً اقتصادياً طالما وحدات التناضح العكسي تؤدي العمل ... بايسلفيت الصوديوم تكفي في هذه المرحلة من المعالجة ... ولكن وجوده في المعالجة النهائية ضرورياً؟؟؟؟

ردالمهندس محمد الخالد:

الهدف الرئيسي برأيي للفلتر الكربوني هو امتزاز مركبات الكلور في الماء وبالتالي حماية الأغشية من أكبر ضرر يمكن أن تتعرض له وهو الكلور... والكربون له فوائد أخرى غير التخلص من مخلفات الكلورة كما ذُكر في البوست ...

تعقيب:

الكورس يتعامل مع كل الوحدات التى من الممكن أن نستخدمها فى المعالجة الأولية ويفترض أسوأ الظروف فى طبيعة مياه التغذية ... وقد لا نلجأ إلى الفلتر الكربونى فعلاً ونكتفى بالصوديوم مياتا باى سلفايت تبعاً لطبيعة المياه ...

سؤال أحد الزملاء:

ماذا عن الغسيل العكسي للفلاتر الكربونية بمياه بها كلور؟؟

ردالمهندس رياض عبد الفتاح:

الشرط أن لا يكون بها كلور.

سؤال أحد الزملاء:

هل يوضع الفلتر الكربونى قبل الميسر "السوفتنر" أم بعده؟

ردالمهندس رياض عبد الفتاح:

قبل السوفتنر يجب أن يكون فلتر رملي لتقليل العكورة وإزالة المواد الصلبة العالقة TSS لأن أي مواد عالقة ومواد صلبة دقيقة وعكارة بدون فلتر رملي سوف تدخل على السوفتنر وتتراكم عليه وبالتالي تقلل كفاءته في عملية التبادل الأيوني وبعد الفلتر الرملي يجب إضافة فلتر كربوني لإزالة أي كلورين أو مواد عضوية حيث الكلورين دخوله على حبيبات السوفتنر يسبب تدمير لهذه الحبيبات (سيتم شرح ذلك عند الحديث عن السوفتنر) ... نستخلص القول فلتر رملي ثم فلتر كربوني ثم السوفتنر.

تعقيب المهندس محمد بسيونى:

أنا عندى في المحطة وفي معظم المحطات التي تعمل في شركات الأدوية والتي يوجد بها فلتر كربوني نشط يكون الترتيب كما ذكر للمهندس رياض ... فلتر رملي فلتر كربوني سوفتنر.

تعقيب المهندس وليد إمام بإضافة جديدة:

تمام يوجد بعض المحطات الكربون قبل السوفنر ... ولكن فى محطة استلمتها كان فلتر الكربون بعد السوفتنر ولأن الريزن فى هذا السوفتنر مُخصص للعمل فى وجود الكلور وأيضاً يعمل على تعقيمه ... ولكن أنا أرشح عمل الكربون قبل السوفنر.

تعقيب المهندس محمد بسيونى:

أنا عندى تحفظ في أن الكلور يعقم السوفتنر ... لأن نسبة الكلور المسموح بها أنها تمر علي الريزن حوالى 0.5 ppm ... وفي بعض أنواع المياه الكلور بيوصل الي ppm2 وهذا علي حسب الحمل البكتيري الموجود في المياه ... وهذه النسبة من الكلور تعتبر عالية أنها تمر علي الريزن الموجود في السوفتنر ... لذلك يفضل وضع فلتر الكربون النشط قبل السوفتنر.

المهندس عادل عبد الحليم السلايمة:

يتم منع نمو البكتيريا على الفلتر الكربوني بإضافة الفضة.
فقد قرأت في بعض الأبحاث أنه نتيجة تراكم المواد العضوية التي يزيلها الفلتر الكربوني يشكل وسطاً جيداً لنمو البكتيريا لذلك يتم اضافة الفضة للفلتر الكربوني لمنع نمو البكتيريا.

المهندس صفوت فيلوبس:

أنا شغال جديد فى معالجه مياه الdemin وهذا الفلتر عندي موجود على skid ال RO ... يعني المياه تدخل الUltrafilteration ثم إلى الفلتر الكربوني ثم الRO.

المهندس محمد الخالد تفضل برفع صور لبحث يتعلق بصناعة الكربون النشط وفيها الإشارة إلى الرقم اليودى (الأيودين) لقياس كفاءة الفحم النشط :

تحضير كاربون منشط من قشور جوز الهند والمواد المضافة (النايلون 6.6) بوساطة الكربنة الإنصهارية الجافة في الوسط القاعدي

عمر موسى رمضان و رغيد يوسف غزال و ميادة محمود علي
جامعة الموصل – كلية التربية - قسم الكيمياء جامعة الموصل – كلية طب الأسنان – قسم العلوم الأساسية

(NJC)

(تاريخ الاستلام 25/ 10/ 2004) (تاريخ القبول 20 /11/ 2005)

الخلاصة

تضمن البحث دراسة إنتاج الكاربون المنشط من قشور جوز الهند مع بعض المضافات والتي اشتملت على النايلون 6.6 حيث تمت عملية الكربنة عن طريق خلط نسب معروفة من المادة الأولية مع نسب متغيرة من النايلون ونسبة ثابتة من هيدروكسيد الصوديوم إذ أتممت العملية عن طريق الصهر في الحالة الصلبة وبمعزل عن المذيبات ، حيث سيتفكك النايلون ويحرر جذور امينية وكربوكسيلية بإمكانها الارتباط مع سلاسل الكاربون لغرض زيادة إستقطابيتها وهذا ما دلت عليه نتائج الدراسة ، لقد تم تقدير عند اليود وإمتزاز صبغة المثيلين الزرقاء وقياس الكثافة ومحتوى الرطوبة ومحتوى الرماد .

Abstract

The research work involve preparation of activated carbon from coconut shell in the presence of some additive (Nylon 6.6) .Carbonisation was conducted by mixing a known weight of the feedstock with variable quantity of the additive . Sodium hydroxide was mixed with the feed in a ratio of 1:2 . Carbonisation completed using fusion in solid state in the absence of solvents. Feedstock and mainly Nylon were decompose thermally in to diamine dioxide salt .These radicals may be connected with the survice of activated carbon aiming to increase polarity ,This was found from the reaction it self . Physical and Chemical analysis was connected such as density, humidity and ash content.

المقدمة

الكاربون المنشط مادة مسامية عانت أثناء إنتاجها خللا في تركيبها البلوري يؤدي هذا الخلل إلى ظهور مسامات غير مستقرة من ناحيتي الطاقة أو الفعالية والتي تكمن وراء القدرة العالية للكاربون المنشط على الإمتزاز ، وقد تبين أن الكاربون المنشط له مساحة سطحية تتراوح بين (300- 2000m^2/gm) وقد يصل إلى (5000m^2/ gm) في بعض النماذج المحضرة [1,2] .

ويمكن تصنيف فعالية الكاربون المنشط إلى أربعة أقسام وهي الإمتزاز وتفاعلات السطح والتبادل الأيوني و الترشيح الميكانيكي [3].

ويصنف الكاربون المنشط إلى نوعين من ناحية الشكل وهما الكاربون ذو الشكل الحبيبي و الكاربون المسحوق ، إذ يستخدم النوع الأول لإمتزاز الغازات والنوع الثاني لتنقية المواد السائلة [4].

يحضر الكاربون المنشط من المواد ذات المحتوى الكاربوني العالي كالخشب والفحم البني والداكن والفحم البترولي والمخلفات السيليلوزية وبعض المواد العضوية مثل البوليمرات [5] .

يعتبر الخشب احد المواد التي تدخل في إنتاج الكاربون المنشط ويعرف على انه مادة طبيعية يدخل في تركيبها السيليلوز واللكنين والهيمي سيليلوز ، وقد تم إجراء دراسات عديدة على الخشب أهمها الإسالة لإنتاج المواد البتروكيمياوية والوقود الصناعي وقد تم تحضير الكاربون المنشط من العديد من المصادر التي تعتمد على الخشب كمادة أولية [6].

National Journal of Chemistry, 2005, Volume 20, 457 -463

توضع المادة الأولية المهيئة بشكل مسحوق في وعاء من الفولاذ المقاوم للصدأ ثم تضاف المادة المكربنة (هيدروكسيد الصوديوم) والمادة الرابطة (مادة النايلون الصناعية) بنسب (0.1 : 2 : 1) ، (0.2 : 2 : 1) ، (2 : 1 : 0.3) ، (0.4 : 2 : 1) على التوالي ويتم مجانسة الخليط جيدا وبعد ذلك يسخن إلى درجة حرارة (300) ^{5}م لمدة نصف ساعة مع التحريك المستمر .

جـ. عملية الكربنة النهائية والتنشيط :

بعد إتمام الكربنة الابتدائية لقشور جوز الهند ترفع درجة الحرارة إلى(550^{5}م + 25) ^{5}م لمدة ساعة ونصف أخرى بحيث يصبح الزمن الكلي للعمليتين ساعتين لغرض إتمام عملية الكربنة وتنشيط نماذج الكاربون المحضرة بعدها يبرد إلى درجة حرارة المختبر .

د. تنقية الكاربون المنشط :

يغسل الكاربون المنشط عدة مرات بالماء المقطر من اجل الحصول على نماذج خالية من المادة القلوية ثم يغسل بمحلول (10%) حامض الهيدروكلوريك لإزالة أي اثر للايونات ، يغسل بعدها بالماء المقطر ثانية لحين التأكد من خلوه من الآثار الحامضية ، يجفف النموذج عند درجة حرارة (110) ^{5}م ويسحق جيدا وبعد ذلك يحفظ بمعزل عن الهواء .

2. القياسات الخاصة بتعيين فعالية الكاربون المنشط :-

أ. قياس المساحة السطحية الداخلية بطريقة إمتزاز اليود من محلوله المائي :[15]

تعد هذه الطريقة من الطرق المعروفة والشائعة لإعطاء معلومات عن المساحة السطحية الداخلية للكاربون المنشط ويعبر عنها بعدد الملغرامات من اليود الممتزة من المحلول بوساطة (1) غم من الكاربون المنشط إذ يؤخذ (1) غم من الكاربون المنشط ويضاف إليه (10مل) من محلول (5%) HCl ثم يسخن لمدة نصف ساعة بعدها يبرد إلى درجة حرارة المختبر ويضاف إليه (100 مل ، 0.1 N) من محلول اليود ويرج لمدة نصف ساعة بوساطة جهاز الرج الكهربائي ثم يرشح ويؤخذ (50 مل) من الراشح ويسحح مع محلول (0.1 N) ثايوسلفات الصوديوم اللامائية بوجود دليل النشأ ويحسب حجم ثايوسلفات الصوديوم من السحاحة .

ويتم حساب الرقم اليودي (I.N.) من خلال المعادلات الآتية :-

$$X = A - [2.2B * V]$$

$$A = N_1 * 12693$$

$$B = N_2 * 126.93$$

إذ أن :-

X = وزن اليود(مقاسا بالملغرامات) الممتز من قبل الكاربون المنشط .

V = حجم ثايوسلفات الصوديوم من السحاحة .

تمكن الباحثان (Sato and Yamaguchi) من إنتاج الكاربون المنشط من إضافة بعض القواعد إلى مادة اللكنين أو مشتقاتها ومن ثم معالجة الناتج حراريا عند درجة حرارة (600) ^{5}م وكان الناتج ذو مواصفات إمتزازية عالية [7] .

وحضر (Bone) كربون منشط حيبي من تفاعل الأخشاب المرنة مع خلات الصوديوم عند درجة حرارة (450) ^{5}م وتنشيط النواتج المكربنة بخاريا عند درجة حرارة (1000)^{5}م[8] .

وحضر (Takase) الكاربون المنشط من المواد السيليلوزية المتمثلة ببقايا الأوراق المهملة عن طريق تسخينها تحت جو خامل لحين إتمام عملية الكربنة وتنشيط الناتج حراريا وبخاريا بوجود غاز ثاني أوكسيد الكربون [9] .

وحضر (O'Grady and Wennerbery) الكاربون المنشط من مفاعلة الفحم البترولي مع زيادة من هيدروكسيد البوتاسيوم عند درجة حرارة (500 - 400) ^{5}م وكان الناتج ذا مساحة سطحية كبيرة تصل إلى (2500) م^{2} \غم [10] .

وتمكن (Ogasawara) وجماعته من تحضير كاربون منشط من التكسير الحراري لإطارات السيارات التالفة في درجات حرارية متنوعة في مفاعل عمودي ، ثم يتم إجراء عمليتي الكربنة والتنشيط [11] .

وقد حضر الغنام وجماعته كاربون منشط من المواد القيرية باستخدام البولي اثيلين عالي الكثافة كمادة مضافة إلى المادة القيرية عن طريق الأكسدة التكاثفية بوساطة تيار من الأوكسجين (الهواء) وعند(350) ^{5}م لمدة ثلاث ساعات ثم الكربنة باستخدام زيادة من NaOH عند (550) ^{5}م لمدة ثلاث ساعات [12] .

واستطاع رمضان وجماعته من تحضير كاربون منشط من المواد القيرية المتخلفة من عمليات تكرير النفط الخام من مصافي المنطقة الشمالية عن طريق الأكسدة باستخدام (V_2O_5) وتيار من الهواء عند (350)^{5}م لمدة ثلاث ساعات ، يلي ذلك عملية كربنة باستخدام زيادة من هيدروكسيد الصوديوم عند (550^{5}م + 25) لمدة ثلاث ساعات [13] .

وتمكن الغنام وجماعته من تحضير كاربون منشط من أخشاب التوت (Morus Nigra) باستخدام زيادة من هيدروكسيد البوتاسيوم عند(550 ^{5}م + 25) لمدة ثلاث ساعات [14] .

الجزء العملي

1. تحضير الكاربون المنشط :-

أ . تهيئة المادة الأولية :

أخذت المادة الأولية من (قشور جوز الهند) بهيئتها الطبيعية الجافة ، ثم طحنت وحولت إلى مسحوق لتتفاعل مع المادة المكربنة بالكامل وللحصول على نتائج جيدة .

ب. عملية الكربنة الابتدائية :

المجلة القطرية للكيمياء--2005المجلد العشرون
National Journal of Chemistry, 2005, Volume 20, 457 -463

في قنينة حجمية سعتها (5) مل وتدك المادة بلطف ودقة لغرض التخلص من المسامات بين الجزيئات بحيث يشغل الكاربون المنشط حجمها مع ملاحظة جعل دقائق الكاربون بمستوى واحد عند حد العلامة ثم يتم وزن الكاربون الموجود في القنينة بميزان حساس وتحسب الكثافة كما يلي :-

الكثافة = الكتلة\ الحجم (غم\ سم^3)

النتائج والمناقشة

إن معظم العمليات والطرق التي تم اعتمادها في الأدبيات لتحضير وإنتاج الكاربون المنشط من مواد أولية مناسبة عن طريق كربنتها بعوامل الكربنة المعروفة مثل الكبريت وحامض الكبريتيك وحامض البيركلوريك وغيرها أو بواسطة الأملاح المكربنة مثل خلات الصوديوم وبعض القواعد كهيدروكسيد الصوديوم وكافة طرق الكربنة كانت تعتمد على مبدأ إزالة الهيدروجين من المواد الكاربونية في أوساط تحتوي على مذيبات وفي دراستنا هذه تم كربنة المادة الأولية (قشور جوز الهند) ذات المحتوى اللكنيني العالي عن طريق خلطها وهي جافة بهيدروكسيد الصوديوم لغرض إزالة الهيدروجين على هيئة ماء والتخلص منه حراريا أي إن عملية الكربنة في هذه الحالة هي عملية صهر اندماجي يعقبها عملية فقد للماء والغازات الأخرى حيث تم الحصول على كتلة سوداء يتم غسلها وتنشيطها بالحوامض المعدنية ويوضح الجدول الآتي القياسات التي تم إجراؤها على نماذج الكاربون المنشط التي تم تحضيرها :

N_1 =التركيز ألعياري لمحلول اليود (0.1N).
N_2 = التركيز ألعياري لمحلول ثايوسلفات الصوديوم (0.1N) .

ويتم حساب الرقم اليودي من المعادلة الآتية :-

$$I.N. = X/M \ .D$$

إذ أن :-

M = وزن نموذج الكاربون المنشط المستخدم.
D =معامل التصحيح(قيمة قريبة من الواحد) .

ب . قياس المساحة السطحية الخارجية بطريقة إمتزاز صبغة المثيلين الزرقاء من محلولها المائي[16] :-

تعد هذه الطريقة أيضا من الطرق الشائعة وتتضمن وزن (0.1) غم من الكاربون المنشط الذي تم تحضيره يوضع في دورق مخروطي ويضاف إليه كمية معلومة من تركيز (20ppm) من محلول الصبغة ثم يوضع في جهاز الرج الكهربائي لمدة (24 ساعة) في درجة حرارة المختبر يلاحظ اختفاء لون الصبغة وعند ملاحظة ثبات لون الصبغة يفصل المحلول بطريقة الترشيح ثم يؤخذ المحلول الرائق ويوضع في خلية امتصاص وتقاس الامتصاصية عند طول موجي (665) نانوميتر ، ثم يتم حساب تركيز الصبغة الممتزة من قبل الكاربون المنشط من خلال المنحني القياسي المعد بأخذ عدة تراكيز مختلفة من صبغة المثيلين الزرقاء (5 , 10 , 15 , 20 , 25ppm) وتم قياس الامتصاصية لها عند نفس الطول الموجي المذكور أعلاه ورسم خط بياني بين قيم الامتصاصية والتركيز ، ثم يتم إسقاط قيم الامتصاصية لمحاليل الصبغة الممتزة من قبل الكاربون المنشط .

3. إجراء بعض القياسات على نماذج الكاربون المنشط :-

1. قياس محتوى الرطوبة :-

تتضمن هذه الطريقة تعريض الكاربون المنشط لجو المختبر لمدة (24) ساعة ثم يجفف بدرجة حرارة (110)^{o}م لمدة ساعتين ، ثم يبرد ويوزن ومن خلال فرق الأوزان تم حساب محتوى الرطوبة على هيئة نسبة مئوية [17] .

ب . قياس النسبة المئوية للرماد :-

يؤخذ(1) غم من نموذج الكاربون المنشط ويوضع في جفنة خزفية ثم يتم تسخينه في فرن درجة حرارته (1000) ^{o}م لمدة ساعة ، يبرد بعد ذلك إلى درجة حرارة المختبر في حاوية مجففة (desicator) ويحسب وزن النموذج المتبقي الذي يمثل وزن الرماد وتحسب من خلالها النسبة المئوية له [18] .

جـ . قياس كثافة الكاربون المنشط [19]:-

توضع كمية معينة من الكاربون المنشط

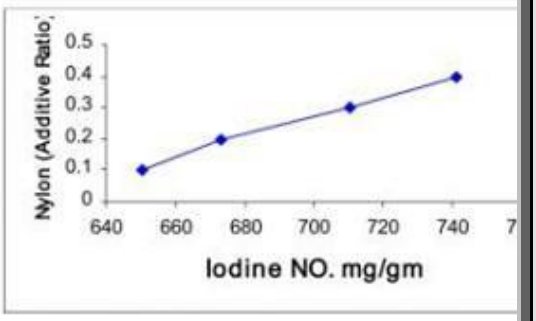
لقد اعتمدت فكرة الكربنة في الجدول أعلاه على إضافة مادة رابطة بنسب قدرها(10 – 40 %) من النايلون (6.6) نسبة إلى المادة الأولية واعتمد في ذلك على فكرة تفكك النايلون وإزالة الهيدروجين من النظام الكربوني تحت الدراسة ثم إعادة ربط الأجزاء المتكونة بثنائي الأمين الحر أو ثنائي الحامض على شكل ملح ونعتقد هنا إن عملية الكربنة حدثت بفعل هيدروكسيد الصوديوم ولكن بفعل أملاح الصوديوم الثنائية لحامض الاديبيك أيضا ولوحظ أن المسامات الخارجية ذات الحجوم الكبيرة في سطح الكاربون تزداد برفع كمية النايلون المضافة وهي على عكس البولي اثيلين في دراسة سابقة أما إمتزاز اليود قيمة لا بأس بها تقدر بثلثي النموذج التجاري من شركة (BDH) المعروفة وبدأت بالزيادة حتى وصلت إلى ثلاثة أرباع النموذج التجاري عند النموذج (D) في الجدول.

ويمكن القول إن استخدام النايلون وتنشيطه وارتباطه بالوحدات التركيبية للكاربون المنشط وإذا ما نظرنا إلى الكثافة نجد انه يزداد تدريجيا ويتذبذب أحيانا ويعود السبب في ذلك إلى صعوبة الفصل بين المجاميع والوسط الناقل لها ، أما محتوى الرطوبة لها فازداد تدريجيا مما يدل على الفاعلية ، ومحتواها من الرماد كان شبه ثابت لان تغيره كان ضمن مدى واطئ ، ويمكن ملاحظة ذلك في الأشكال (1 - 5) .

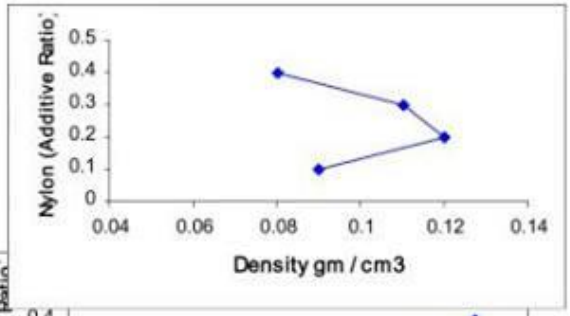
إذا ما قارنا بين الأنواع المنتجة بالطرق التقليدية واستخدامها في إزالة الغازات في الأقنعة ومادة ساندة للحفازات بالكاربون المنشط الذي تم تحضيره في هذه الدراسة ونعتقد انه يصلح لكافة الأغراض التي يستخدم فيها الكاربون المنشط بالطريقة أعلاه اخذين بنظر الاعتبار الوقت والكلفة في الإنتاج أي السهولة في إنتاجه ، فضلا عن إن هذه الأنواع من الكاربون المنشط التي حضرت تكون خالية من الكبريت والنتروجين والمواد السامة المختلفة وقد تكون ذو فائدة كبيرة عند استخدامها مع المواد الصيدلانية أو الصناعات الغذائية وسيتم في دراسة لاحقة استخدام الحامض لوحده أو الأمين لوحده لملاحظة قابلية الكاربون المنشط ونقاوته وخلوه من المواد السامة والطيارة لكي يمكن استخدامه طبيا .

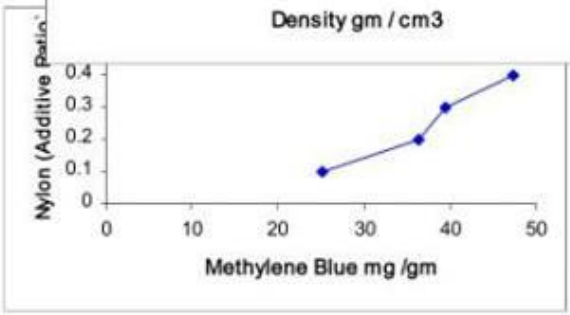
شكل (3) الرماد

شكل (5) الرطوبة



شكل (2) صبغة المثيلين الزرقاء





شكل (1) الايودين

National Journal of Chemistry, 2005, Volume 20, 457 -463 المجلة القطرية للكيمياء--2005المجلد العشرون

Samples	Ratio of wood : NaOH: Nylon:	Iodine NO. mg/gm	Methylene Blue mg /gm	Ash %	Density gm / cm^3	Humidity %
A	1 : 2 : 0.1	650.2	25.1	0.42	0.09	7.5
B	1 : 2 : 0.2	673.1	36.3	0.53	0.12	7.1
C	1 : 2 : 0.3	710.0	39.5	0.49	0.11	7.8
D	1 : 2 : 0.4	740.7	47.3	0.51	0.08	8.1
B.D.H		908	90	3.2	0.325	0.8

تعقيب المهندس محمد الخالد على البحث الذى رفعه:

أريد أن أركز على نقطة هامة ذُكرت في البحث وهي تنقية الكربون النشط حيث تم غسيله أولاً بماء مقطر ثم حمض HCL ثم بالماء المقطر ... لاحظ من خلال نتائج التجارب الأربع الواردة في البحث بأن الرقم اليودي يرتفع مع زيادة نسبة النايلون في الفحم النشط وعليه يمكن تحديد كفاءة الفحم وقياسها طردياً مع نسبة النايلون المضاف.

مداخلة المهندس قربابى الجيلانى:

يستعمل الفحم الفعال أيضاً في المعالجة النهائية ... بعد الأسموز العكسي تخرج المياه قليلة الأملاح ... فمنها مايستعمل للمُعدات وجزء منها للاستعمال البشري فتمر المياه الاسموزية على وحدة تشبه الفلتر تعمل على زيادة بعض المعادن meniralisation ثم هذه المياه تمرر على وحدة الفحم الفعال لنزع بعض الطعم نتيجة المرور على الوحدة السابقة ثم مباشرة الى الاستهلاك.

مداخلة المهندس ابراهيم عيسى :

البعض يقول أن الفلتر الكربونى يقلل النمو البكتيري ... وهذا غير صحيح ... وكما هو معلوم للقاصى والدانى أن الفلتر الكربونى يشجع النمو الميكروبى خاصةً فى الثلث السفلى البعيد عن الكلور المدمص ... والكربون هو أهم مادة غذائية لجميع أنواع البكتيريا لأنه يعتبر غذاء عظيم macronutrient لها ... لذلك يوصى بتعقيم الفلتر دورياً. وإذا ترك الفلتر الكربونى بدون تعقيم وكان مستوى الكلور لا يصل إلى أسفل نقطة فيه ... فبالتالي ستنمو إعداد مهولة من البكتيريا ... والتعقيم يكون على حسب نوع ال housing فإن كان من مادة مقاومة للحرارة مثل الاستانلس ستيل كان التعقيم بالبخار أو المياه الساخنة وإن كان من ماده الفايبرجلاس كان التعقيم بجرعة عالية من الكلور ... وفى بعض الأماكن

يستخدموا الهيدروجين بيروكسيد خصوصاً فى مصانع الأدوية والأغذية وطبعاً محطات إنتاج مياه الغسيل الكلوي ومياه الشرب كذلك.

🗣تعقيب المهندس محمد بسيونى على المهندس ابراهيم عيسى :

أنا أؤيد رأي المهندس ابراهيم عيسى في نمو البكتريا في الجزء السفلي من الفلتر الكربونى وأؤيد رأيه أيضاً في طريقة التعقيم للفلتر الكربوني بناءاً علي تجارب عملية.

🗣تعقيب الدكتور محمد شلتوت على المهندس ابراهيم عيسى :

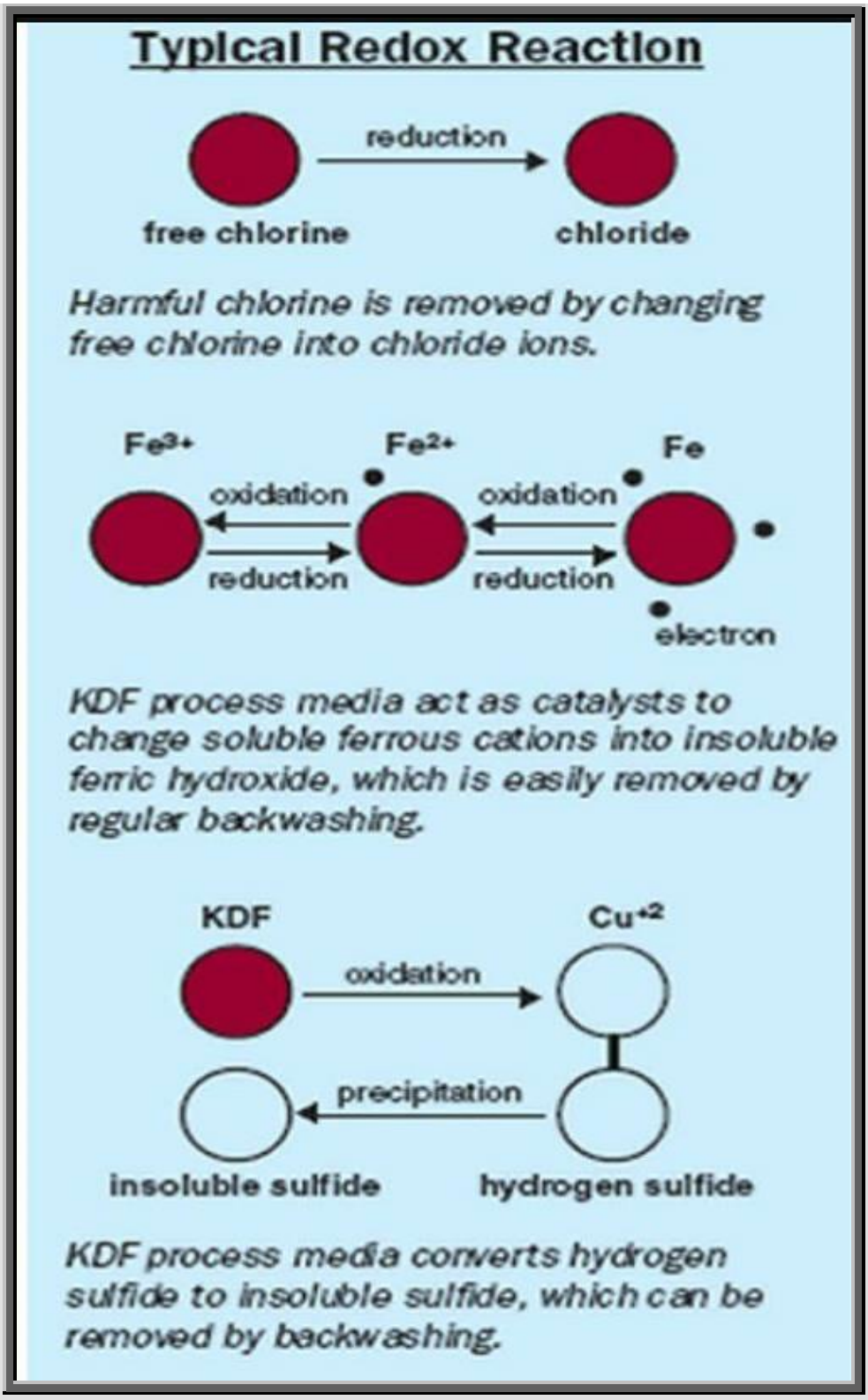
حرق الكربون يكون فى جو مشبع بغاز خامل لعدم الأكسدة فى وجود الاكسجين.

🗣تعقيب المهندس محمد الخالد على مداخلة ابراهيم عيسى بخصوص تعقيم الفلتر الكربونى:

ممكن اضافة مادة ال KDF مع الكربون النشط لتحد من النمو الجرثومي على الوسادة الكربونية في الفلتر الكربوني وهي مادة مؤكسدة.

KDF Water Filter Media for Primary Water Treatment and Industrial Treatment Processes.

KDF Process Media are used for a variety of pretreatment, primary water treatment, and industrial treatment processes. They are generally used in place of, or in conjunction with, granular activated carbon filters, even carbon block or inline filters. KDF water filter media extend the life of granular activated carbon (GAC) while protecting the carbon bed against fouling by bacterial growth.


Typical Redox Reaction
reduction
free chlorine
chloride
Harmful chlorine is removed by changing free chlorine into chloride ions.
Fe3+
Fe2+
Fe
oxidation
oxidation
reduction
reduction
electron
KDF process media act as catalysts to change soluble ferrous cations into insoluble ferric hydroxide, which is easily removed by regular backwashing.
KDF
Cu+2
oxidation
precipitation
insoluble sulfide
hydrogen sulfide
KDF process media converts hydrogen sulfide to insoluble sulfide, which can be removed by backwashing.

سؤال من أحد الزملاء:

هل يستخدم الفحم المنشط فى تقليل ملوحة المياه ... أى لغرض ادمصاص الصوديوم والأملاح الذائبة فى الماء؟ وما طريقة قياس الكلورين فى الماء؟

رد المهندس رياض عبد الفتاح:

الفحم المنشط لايقلل من نسبة الملوحة في الماء.

وقياس الكلورين بطريقتين:

1- طريقة لونية بإستخدام كاشف حيث يتم وضع مقدار معين في وعاء صغير شفاف مخصص لفحص الكلورين وهذا الوعاء يحتوي على تدريج لوني أصفر تزداد غماقة اللون الأصفر بزيادة التركيز ويتم وضع الماء به ثم إضافة 5 نقاط من الكاشف وتحريك الوعاء قليلا ثم مقارنة اللون الذي يظهر بالوعاء الشفاف باللون المدرج القياسي المكتوب عليه تركيز الكلورين.

2 - هناك طريقة عن طريق جهاز رقمي حيث يكون للجهاز عبوتين زجاجيتين شفافتين ... واحدة للمياه بدون كاشف لتصفير للعينة والعبوه الثانية الزجاجية يوضع بها الكاشف ثم توضع في الجهاز ويقرأ مباشرة ويعطيك القراءة رقمية

وهذا فيديو لشرح ما تم ذكره على قناة Water life:

https://www.youtube.com/watch?v=gvSUiQibDpY

وهناك طريقة أخرى لقياس الكلورين خصوصاً في المياه الخارجة من الفلتر الكربوني بواسطة جهاز الأكسدة والإختزال حيث يتم تركيب الحساس على الخط ويعطي قراءة بال ORP oxedation reduction potential وهو معاير ويعطي قراءة بالميللي فولت mv (راجع النقاش الخاص بال ORP).

سؤال من أحد الزملاء:

الفحم أعتقد لايزيل الكلورامين لكن يزيل الكلور الحر.

الرد:

هذا يعتمد على مصدر الفحم النشط وصناعته ... فهناك كربون نشط مخصص لإزالة الكلورامين بكفاءة ... ويكون مصدره إما من الخشب أو الcoconut...

Table 2. Commercially available catalytic activated carbons

	Type	Reference/description
Carbon A	Coal-based	Company technical bulletin; "...a virgin activated carbon that has been manufactured to develop catalytic functionality..."; US Patent 5,338,458
Carbon B	Wood-based	Company product data bulletin; "...high-activity powdered activated carbon specifically designed to remove chloramine..."; US Patents 4,624,937; 6,699,393; 6,706,194; 7361280
Carbon C	Coconut-based	Company technical bulletin; "...surface modified during manufacture..."

"Granular Activated Carbon From Coconut ShellWaleed Chemist For Chlorinated By-Products and Trihalomethanes
GC 12x30SCI is a virgin activated carbon which is granular in form. Made from selected grades of coconut shell, its enhanced

microporosity makes it particularly well suited for the removal of most organic compounds, chlorinated by-products such as chloroform and chloramines and other trihalomethanes (THMs). It is also ideally suited for the removal of oxidizing agents such as chlorine and ozone from process water. Its superior level of hardness makes it cleaner than most other carbons and gives it longer life expectancy. Certified by the NSF, it is suitable for drinking water and food grade applications".

ويجب أن تكون الشركة الموردة أمينة مع المشترى ...

تعقيب الدكتور محمد شلتوت:

يجب مراعاة عدة شروط عند استخدام الكربون فى امتصاص الكلورامين ... زمن تلامس مناسب ... كمية مناسبة لكمية المياه المنتجة ... فامتصاص الكلورامين صعب بالمقارنة بامتصاص الكلور الحر ... والأفضل وضعه بعد المرشحات مباشرة عند خفض الحمل العضوى لان العكارة تؤثر على كفاءة الادمصاص ... وأيضاً قبل إضافة الكلور النهائي لعدم استهلاك الفحم فى امتصاص الكلورين.

مداخلة المهندس محمد طه:

من مشاكل الفلتر الكربوني أنه لا ينزع كل الكلور لأنه بيمتز على السطح الخارجي لحبيبات الكربون فيحدث تشبع للحبيبات فيمر جزء من الكلور مع مياة التغذية ... كما أن بعض الحبيبات تتفتت وتمر مع مياه التغذية.

تعقيب الدكتور محمد شلتوت:

ولذلك نضيف SMBS بنسب أقل وبعد الفلتر الكربون نركب فلتر ميكرونى لمنع وصول بواقى الكربون إلى الممبرين

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
22
النقاش
الثانى
والعشرون
تيسير المياه ومنع
تكون القشور
Mg
Mg
Mg
Ca
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثانى والعشرون

تيسير المياه ومنع تكوين القشور Scales

قصة إزالة العسر(أملاح الكالسيوم والماغنسيوم) والطرق المستخدمة فى ذلك يحدث فيها أحياناً تعدد آراء و"لخبطة" بين العاملين فى الوحدة ... أحببنا هنا أن نقَّعِد القاعدة ونضع أولاً الخطوط الأساسية ليندرج تحتها نقاشنا عن إزالة العسر...

إخوانى الكرام:

الأملاح التى تترسب فى الأغشية أهمها كربونات الكالسيوم ... وهى ذائبة فى مياه التغذية ولكن مع زيادة تركيزها إلى درجة التشبع خاصةً فى المراحل الأخيرة فى الأغشية (أغشية الذيل) تتحول إلى رواسب كلسية على الأغشية وتسدها.

يتم مقاومة حدوث ترسبات الأملاح وتكوين القشور Scales على أغشية التناضح العكسى وغيرها عن طريق استخدام عدة طرق ... إما حضرتك تتخلص منها قبل الدخول على الأغشية فتضيف كيماويات ... هذه الكيماويات تعمل على ترسب لهذه الأملاح ليتم التخلص منها قبل الدخول على الأغشية ... وأبسط الأمثلة على ذلك إضافة الجيرالمُطفأ ورماد الصودا على مياه التغذية ... أو حضرتك تضع وحدة قبل الأغشية تزيل أملاح الكالسيوم والماغنسيوم ... هذه الوحدة تسمى المُيسرأو (سوفتنر) Softener ... أو حضرتك تضيف نوع آخر من الكيماويات تعمل على عدم ترسب هذه الأملاح لتبقى ذائبة فتمر فى الأغشية ولا تترسب عليها وتخرج مع الماء المطروح (الريجيكت) ... وأشهرهذه الكيماويات هى الأحماض ومانع الترسيب (الأنتى سكيل) ... وقد يغنى السوفتنرعن حقن الأنتى سكيلنت فى أغلب الحالات ... بمعنى أننا نستطيع أن نقول أن أحدهما هو بديل الآخر ... وسنعطى السوفتنر حقه فى البوستين القادمين إن شاء الله ...

وهناك طريقة أخرى لن نتطرق إليها لأن لها الكثير من العيوب وأهمها أن المياه المنتجة يتبقى فيها جزء من العسر... كم أن الpH لهذه المياه تكون متغيرة ومتذبذة ... وهذه الطريقة تسمى Dealkalization with weak acid cation exchange resin.

وطريقة أخرى هى وضع أغشية نانومترية قبل أغشية التناضح لإزالة عسر الكالسيوم والمغنيسيوم ...

أمرين يجب أن تضعهما نصب عينيك:

1- فى العموم ... كلما اتجهت قيمة الpH إلى القاعدية (فوق 7 باتجاه 14) زادت امكانية ترسب الأملاح المسببة للعسرعلى هيئة كربونات وهيدروكسيدات (مثلاً هيدروكسيد المغنسيوم يحتاج إلى pH أعلى من 10 حتى يترسب)

2- كلما اتجهت قيمة الpH إلى الحامضية (تحت 7) كلما زاد منع هذه الأملاح من الترسب وزاد من ذوبانيتها ... (فى كثير من الأحوال يُمكن تحت pH=6 مرور أملاح العسر إلى الريجيكت بدون أنتى سكيل)

على ضوء النقاط السابقة نستطيع الكلام فى أى أمر فى عملية منع تكون ترسبات الأملاح وإزالة العسر...

ونبدأ أولاً بالكيماويات التي تعمل على ترسيب الأملاح والتخلص منها قبل الدخول على الأغشية ... ثم نتحدث عن الكيماويات التى تمنع ترسب الأملاح لتمر وتخرج مع الريجيكت (وهى الأحماض والأنتى سكيل) ... ثم ننتهى بالميسر "السوفتنر" ونستفيض فى الحديث عنه لأهميته وتفاصيله الكثيرة ومشاكله ...
وقتاً مثمراً مع قصة العسر وعملية منع ترسبات القشور ...

1- تيسير المياه بإضافة الجير المطفئ (هيدروكسيد الكالسيوم) $Ca(OH)_2$ أو ال lime water مع رماد الصودا (كربونات الصوديوم):

هذه العملية ممتازة عندما يزيد العسر فى المياه عن 500 جزء فى المليون حيث يكون اضافة الحمض أو الأنتى سكيل أو إضافة وحدة الميسر (السوفتنر) غيرعملى مع هذه القيم المرتفعة لأنه يتطلب تنشيط شبه يومى كما سنتحدث بعد ذلك ... لذا تأتى هذه الطريقة لتزيل الجزء الأكبر من العسر ... ثم يكون للمصمم اختيار الوسائل الإضافية ...
تسمى هذه العملية بـClark's process ويتم فيها إزالة الكالسيوم والمغنيسيوم بإضافة هيدروكسيد الكالسيوم (الجير) الذى يحول يرفع قيمة الpH فيتحول ثانى أوكسيد الكربون إلى بيكربونات ثم إلى كربونات والمرتبط بها الكالسيوم ليترسب على هيئة كربونات الكالسيوم ... كما يترسب المغنسيوم على هيئة هيدروكسيد مغنسيوم $Mg(OH)_2$ ... لذا فهى عملية معاكسة للأنتى سكيلنت حيث أن الأخير يمنع ترسب هذه الأملاح ... وإليك التفاعلات:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$$
$$Mg\ (HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 \rightarrow 2Mg(OH)_2 + 2CaCO_3 + 2H_2O$$
$$Mg\ SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2Mg(OH)_2 + CaSO_4$$
$$Mg\ Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCl_2$$

وعملية الترسيب تتم فى تنك ترسيب عندما نضيف هذه الكيماويات على المياه الخام قبل الدخول فى المراحل التالية ...
وهى عملية فعالة أيضاً فى إزالة العديد من العناصر الأخرى كالباريوم والاسترانشيوم إضافةً إلى الكائنات الميكروبية والمواد العضوية الذائبة خاصةً عندما يتم اقترانها مع عملية الFlocculation.
وبجانب الإضافة السابقة للجيرنضيف كربونات الصوديوم أوما نسميه بال Soda ash أورماد الصودا للتخلص من أملاح الكالسيوم الأخرى التى لا تتأثر بإضافة الجير مثل كلوريد الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم:

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CaCO_3$$
$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3$$

وبهذا ففى نهاية العملية نكون قد "قللنا" من نسبة أملاح الكالسيوم والمغنسيوم الموجودة فى الماء بالترسيب بنسبة قد تصل إلى 85- 90 % ... ولكن مازال هناك كمية من الأملاح المسببة للعسر مازالت متبقية ويجب التخلص منها بالطرق الأخرى المذكورة.
لذا لا يُمكن الاعتماد على هذه الطريقة فقط دون الاعتماد على الطرق الأخرى ...
وهناك طريقة ذكرها المهندس مجدى السمان على المنتدى كالتالى:

"فى بعض المحطات يستخدم مفاعل بديل عن المروق ويتم وضع فيه كمية من الرمل الناعم جداً حوالى 250 كجم ومع استخدام هيدروكسيد الصوديوم يتم ترسيب العسر على ذرات الرمل وبعد 15 يوم يتم استخراج الرمل من المفاعل ... وتكون كميته 15 طن ... كل هذة الكمية عبارة عن عسر".

2- إضافة الحمض Acidification:

كى نأصل الموضوع بكلام علمى ... يجب أولاً الرجوع إلى مفهوم لانجيريه LSI ... ونتذكر سوياً المعادلة العامة لحسابه والتى تقول:

$$LSI = pH_{(measured)} - pH_{sat}$$

وذكرنا أن الpH الأولى فى المعادلة هى التى تم قياسها بالجهاز فعلياً ...
وأن الpH$_{sat}$ هو الرقم الهيدروجينى عند حالة التشبع بكربونات الكالسيوم ... ويتم حسابها عن طريق المعادلة التالية:

$$pH_{sat} = [9.3 + A + B] - [C + D]$$

وذكرنا أن ال A هو ثابت يشير إلى الأملاح الكلية الذائبة TDS (يزيد مع زيادة الأملاح).
وأن ال B ثابت يشير إلى درجة الحرارة (يقل مع زيادة الحرارة والعكس صحيح).
وأن ال C ثابت يشير إلى عسر الكالسيوم (يزيد بزيادة نسبة العسر والعكس صحيح).
وأن ال D ثابت يشير إلى القلوية الكلية (M-Alkalinity) (يزيد مع زيادة القلوية والعكس صحيح).
ونذكركم بالجدول الخاص بقيم الLSI ودلالاتها:

LSI	وصف الحالة وتقييم مياه التغذية
< 0.0	المياه لم تصل إلى مرحلة التشبع بكربونات الكالسيوم وتكون ذائبة فى الماء ولا حاجة لإضافة مضادات الترسيب Antiscales
- 2.0 to - 0.5	التسبب فى تآكل خطير serious corrosion
- 0.5 to 0	تآكل ضعيف مع عدم امكانية تكون قشور
0.0	المياه فى حالة اتزان (بداية التشبع) ولا يوجد امكانية لتكون القشور
> 0.0	المياه فى حالة فوق التشبع super saturation بالنسبة لكربونات الكالسيوم وبداية لامكانية تكون قشور من كربونات الكالسيوم (أو الCalcite) وكلما زادت القيمة عن الصفر زادت امكانية تكون القشور وتم التوصية بإضافة Antiscales بتركيزات أكبر
0.0 to < 0.5	تكون قشور ولكن بنسبة ضعيفة كما يحدث تآكل بنسبة ضعيفة أيضاً
0.5 to 2.0	امكانية تكون قشوربقوة مع عدم حدوث تآكل

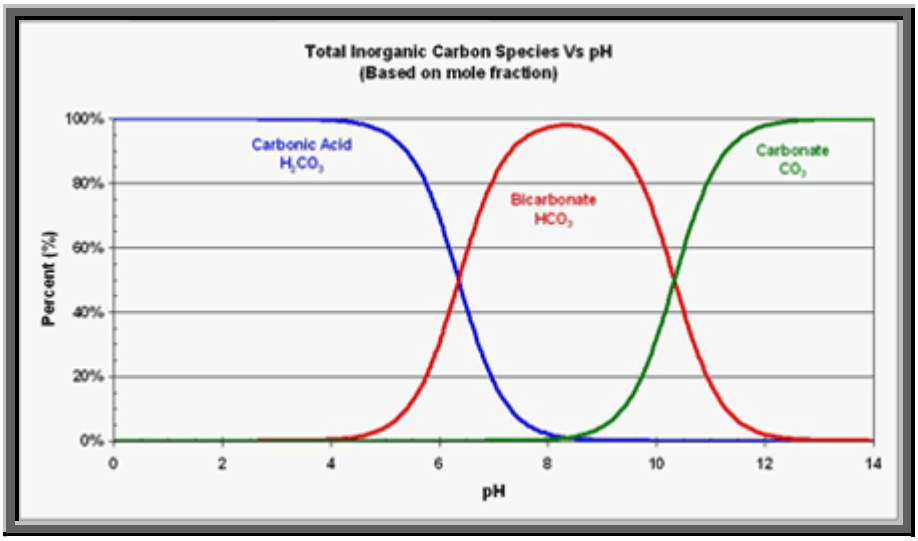
ممكن نركز يا شباب ...
من المعادلات السابقة نستنتج الآتى:
معامل لانجيريه LSI يزيد كلما زاد الرقم الهيدروجينى للعينة (يعنى كلما زادت القلوية).
كلما زادت الكالسيوم قلت قيمة الpH$_{sat}$ كلما زاد ال LSI وأصبح موجب أكثر والعكس صحيح.

كلما زادت القلوية الكلية تزيد قيمة ال D قلت قيمة الpH_{sat} وزادت ال LSI وزادت احتمالية تكون القشور.
فى ضوء ما ذكرناه ... عند إضافة الحمض ... اطلب منكم – أخوانى الكرام – أن تستنتج ما يطرأ على قيمة الLSI وبالتالى ميل المياه لتكوين الترسبات الكلسية ؟؟؟

المهندس خليل كاظم:

عند اضافة الحمض سيقل الpH و بالتالي تقل LSI وبالتالي لن يحدث ترسبات ... ✓✓✓

(ونفس الكلام ينطبق على معامل ال Stiff and davis saturation أو (S&DSI) ... راجع البوست الخامس ...).
يتم استخدام مضخة حقن أحماض لخفض الpH إلى حدود 6.5 – 5.5 تبعاً للتوصية الشركة المصنعة للأغشية... وهذا بالفعل يساعد على نظافة الأغشية ومنع انسدادها حيث يمنع ترسب الأملاح وتحديداً كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ويزيد من ذوبانيتها بجانب الأملاح الأخرى ويعتبرهذا الملح من أخطرالأملاح فى المياه الجوفية والسطحية... وهويترسب بسهولة عند pH أكبر من 8 ...
نذكر حضراتكم بالرسم البيانى الخاص بتركيز الكربونات والبيكربونات وحمض الكربونيك:



بفرض أن مياه التغذية عند pH=8.5 ...عند إضافة الحمض تقل الpH ونتجه معاً تجاه اليسار ... فتقل احتمالية تكون أملاح الكربونات Carbonate (التى تزيد كلما اتجهنا يميناً) ... فتزيد أملاح البيكربونات Bicarbonate ومع الزيادة فى الحمض تزيد نسبة حمض الكربونيك Carbonic acid (الذى يتكون من ثانى أوكسيد الكربون وماء) ...
إذاً تحت رقم هيدروجينى 8 علمنا وأطمأننا أنه لا يوجد كربونات ...
والبيكرونات المتواجدة عندما تدخل الأغشية تحت الضغط العالى تتكسر إلى ماء وثانى أوكسيد الكربون والذى يمر عبر الأغشية إلى المياه المنتجة (حيث أن أغشية التناضخ ليس لها القدرة على حجز الغازات الذائبة) ولذلك تنخفض الpH للمياه المنتجة...
و"بفرض" حدوث تفاعل بين حمض الهيدروكلوريك (أو حمض الكبريتيك) مع كربونات الكالسيوم فتكون نتائج التفاعلات كالتالى:

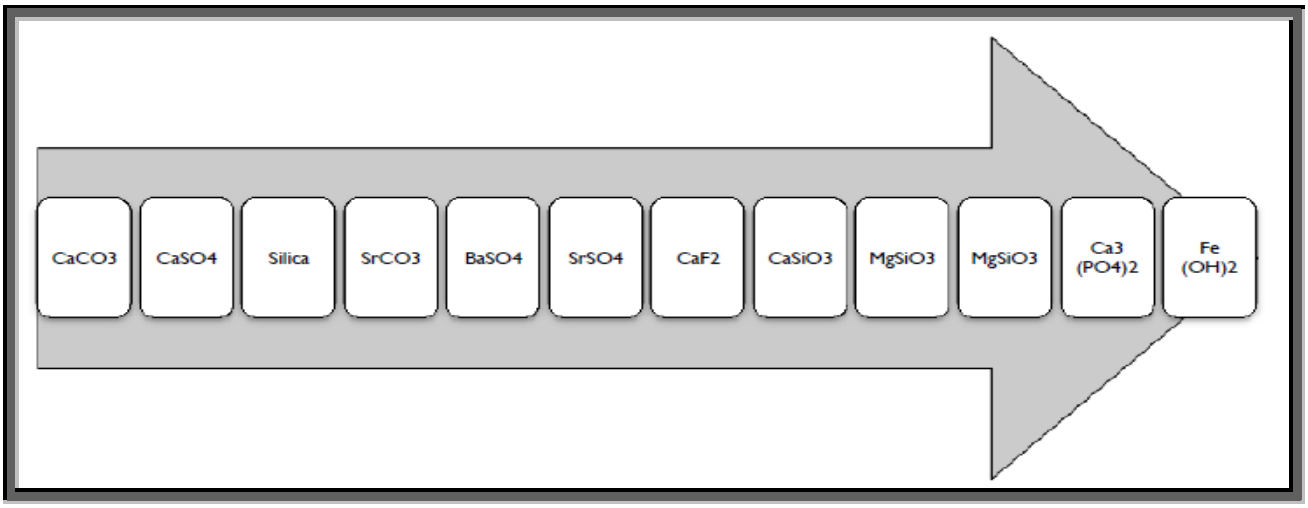
$$CaCO_3 + HCl \rightarrow CaCl_{2\ (dissolved)} + Ca(HCO_3)2$$

نلاحظ أن أملاح الكلوريدات والبيكربونات الناتجة ذائبة تماماً فى الماء.

وحمض الهيدروكلوريك (HCl) يعتبر نموذجى فى نظام الRO ويسمى أيضاً muriatic acid ...والبعض لا يُفضل استخدام حمض الهيدروكلوريك ...بل يستخدم حمض الكبريتيك ... لأن أقصى نقاوة لحمض الهيدروكلوريك تكون فى حدود 37 % ويحتوى أحياناً على شوائب وأملاح (مثل الحديد الذى يسبب ضرر بالغ فى انسداد الأغشية أو قد يحدث تواجد أحياناً للكلورين الذى يتلف الأغشية) والتجربة العملية هى خير دليل على رأى هؤلاء وهؤلاء ...
انظر إلى تفاعل كربونات الكالسيوم مع حمض الكبريتيك:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HCO_3$$

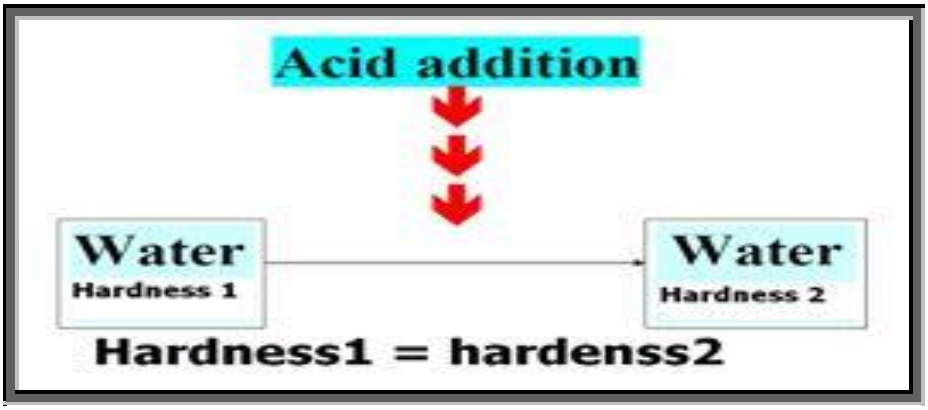
وتتكون كبريتات الكالسيوم ...
وللأمانة العلمية ... التفاعلين السابقين نادران الحدوث نتيجة أن الحمض المحقون فى المعالجة الإبتدائية يكون بنسب قليلة جداً ... مهمته الأساسية فقط خفض الpH للتأكيد على عدم وجود كربونات وتحولها إلى بيكرونات ذائبة كما قلنا وليس التفاعل معها ...
وبفرض أن هذه التفاعلات تحدث فإن نواتجها أملاح كلوريدات تكون ذائبة فى الماء أو كبريتات لها سرعة فى الترسب أقل من كربونات الكالسيوم ... انظر للرسم التالى الذى يبين ذلك ... وقد شرحناه من قبل:



وهناك أنواع من الأنتى سكيل مخصصة للتعامل مع كبريتات الكالسيوم بكفاءة أعلى من كربونات الكالسيوم ... باختصار تم تيسير المهمة على الأستاذ أنتى سكيل فبدلاً من مواجهة عدو شرس وهو كربونات الكالسيوم ... وضعنا أمامه عدو أضعف وهو كبريتات الكالسيوم!
ومما سبق يتبين لنا أن إضافة الحامض بالفعل تسهل عمل الأنتى سكيل وتزيد من كفاءته.
(بعض الشركات فى الوقت الحالى منعت إضافة الحامض تماماً واعتمدت على تطوير الأنتسكيل بغض النظر عن pH).
ومما سبق أيضاً يتبين لنا أن من عيوب استخدام حمض الكبريتيك امكانية تكون قشور على هيئة كبريتات مثل كبريتات الكالسيوم وكبريتات الباريوم وكبريتات الاسترانشيوم ... وإن كانت هذه الأملاح أقل فى ترسبها من كربونات الكالسيوم ... والحقيقة كما ذكرنا أن هذه التفاعلات لاتتم بصورة كبيرة ... وتبقى خبرة العاملين بالوحدة وطبيعة المياه الخام هى الأساس ...
كما لا يُفضل إضافة حمض عضوى كحمض السيتريك Citric acid لأنه سيكون عاملاً فى تكوين الOrganic fouling على الأغشية ...

نقطة هامة:

من النقاش السابق يتضح لنا أن إضافة الحمض لا يُقلل العسر (الكالسيوم والمغنيسيوم) كما يعتقد البعض ... لأن تركيزهما فى الماء لا يتأثر ... وكل ما يفعله الحمض هومنع ترسبهما ... وتحويلهما إلى صورة ذائبة ... لذا فقياس العسرمعملياً قبل وبعد إضافة الحمض تقريباً متساوٍ.



ويتم حقن الحمض قبل فلاتر الMMF مع مياه التغذية فى حالة استخدام المروق للمساعدة فى أداء وظيفته... أومع الأنتى سكيل قبل فلاتر الكارتيردج أو بعده ...

3- إضافة الأنتى سكيل (مانع الترسيب) أو Anti-scales (Scale inhibitor):

1- الأنتى سكيل له وظيفة عكس وظيفة المروق ... فهو يتم استخدامه لعمل تأخير تكون بلورات الأملاح الغير عضوية (كالكربونات والكبريتات والسيليكات) ومنع ترسيبها على الأغشية (بالتحديد على مسام الأغشية) والحفاظ علي هذه الأملاح فى صورة ذائبة أورغوية غير متماسكة ومتنافرة وغير قالبة للإلتصاق بالأسطح لتحجز قبل الأغشية وهى فى صورتها الذائبة لتخرج مع مياه الريجيكت Salt reject ... ولذلك يُسمى الأنتى سكيل أيضاً بالمشتت (Dispersant)...
2- عدم إضافة مانع الترسيب يؤدى إلى ترسب الأملاح على مسام الأغشية فيحدث بها سدد فتفسد (وقد تسد هذه الأملاح الأغشية فى أسابيع قليلة) ونضطر إلى تغييرها بسرعة ...
3- اختيار نوع مانع الترسيب يعتمد على تحاليل المياه وجودتها وقد يصل العسر إلى عشرة آلاف جزء فى المليون! ... لذا فرجاء ... رجاء ... رجاء ... يجب التحليل المبدأى لمياه التغذية! لاختيار نوع المعالجة المناسبة ونوع الأنتي سكيل ...(فكل ملح له مانع القشور مناسب له) ...
4- يتم تحديد الجرعة كما ذكرنا تبعاً للشركة الموردة Supplier وهى التى تحدد ذلك بناءً على برنامج خاص بها ومنتجها وتبعاً لعدة معطيات الخاصة نوعية مياه التغذية وسرعة تدفقها والrecovery rate والpH المناسبة...إلخ.
5- من المهم جداً أن يكون الأنتى سكيلنت بكل أنواع يُطرح مع مياه الريجيكت بالكلية ولا يؤثر على أداء الأغشية.
6- يتم حقن مانع الترسيب بعد فلاترالMMF وقبل فلاتر الكارتريدج أوبعدها ... أما الحمض – كما قلنا - يتم حقنه قبل فلاتر الMMF مع مياه التغذية فى حالة استخدام المروق للمساعدة فى أداء وظيفته... أومع الأنتى سكيل قبل فلاتر الكارتريدج ...

من محاضرات المهندس محمد موسي:

فى حالة وجود حديد أو منجنيز فى المياه يجب حقن أنتى سكيل قبل فلاترالكارتريدج.

6- من الممكن الإستغناء عن إضافة الحامض فى حالة وجود أنتي سكيل قوى أو فى حالة انخفاض أملاح العسر فى المياه الخام والpH مثالية.

7- مانع الترسيب فى الغالب يتراوح ما بين 1.5 – 4 مجم/لتر (1.5- 4 جم/متر مكعب تغذية) أو يزيد على هذه النسبة تبعاً لطبيعة الأملاح فى مياه التغذية ...ومن الممكن استخدامه حتى مع التركيزات العالية من العسر (1000 جزء فى المليون مثلاً) ... وحسابات الأنتى سكيل سيتم إن شاء الله فى نهاية الكورس.

8- يُنصح بالأنتى سكيلنت لوكان الريكافرى(Recovery) أو المياه المنتجة من الأغشية فوق 35% وسنتعرض لهذه المفاهيم بالتفصيل فى الجزء الثانى من الكورس...

قصة الأنتى سكيل مع الpH!:

نضع هنا قواعد لعلاقة الأنتى سكيل مع الpH ... فنقول أن يوجد عدة حالات:

1- أنواع من الأنتى سكيل لا تعمل إلا فى pH منخفضة ... لذلك يتم إضافة حمض معها (ويتم تقليل الLSI).

2- أنواع من الأنتى سكيل لها pH أصلاً منخفضة (قد تصل إلى 2 – 2.5) وتقوم مقام الحمض.

3- هناك أنتى سكيل قلوى يرفع الpH ويعمل على عدم ترسيب أملاح الكالسيوم والمغنسيوم بآلية خاصة (بالرغم من أن ارتفاع الpH يسبب الترسيب).

3- أنواع لا علاقة لها بالpH وتعمل بنفسها بغض النظر عن الpH ... خاصة لو كانت رغبة العميل عدم إضافة أى حمض قبل الأغشية.

مداخلة المهندس محمد النجدى:

كل مادة كميائية لها pH تكون فعالة عندها ... بمعنى عند pH معين بتكون هذه المادة فى أقصى نشاطها ... فعلى سبيل المثال يوجد أنتى سكيل بيعمل عند pH أقل من 6 وهذا غالباً يكون للمياه البراكش (Brackish water) ...وأنواع أخرى بتعمل عند pH عالية(8 - 8.5) ونعرف ذلك من خلال MSDS للمادة المستخدمة (يجب على المورد تقديمها للعميل)... وهذا فى الغالب يكون مع مياه الأملاح العالية ... وهذا كله يرجع إلى تصميم المحطة والمادة اللى بينصح بها المصمم طبقاً إلى التحاليل التفصيلية للمياه الخام ...

من أمثلة الأنتى سكيل:

من أمثلة موانع الترسيب (SHMP) Sodium hexameta phosphate والفوسفات العضوى Organophosphate وهو أفضل وأكثر ثباتاً من الأول ... بالإضافة لعشرات الأنواع الأخرى.

وأغلب أنواع موانع الترسيب هى مواد بوليمر تأخذ أسماءً تجارية Brand or trade name تبعاً للشركة التى تنتجها مثل:

Nalco – Flocon – bci – CMDC – SWTC - Osmotech – Gensys – Le – bw 30 – PTPO 1000 – MD 220 - PC 196

مثال مشهورللأنتى سكيل هومركب البلجراد (الإسم التجارى لمتعدد الكربوكسيلات) للتحكم فى ترسبات كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنيسيوم ...
أيضاً البولى أكريلات Polyacrylates سيتخدم فى منع قشور السيليكا ... لأن لها قدرة تشتيت قوية Dispersion quality.

المشاركات فى النقاش الثانى والعشرين:
تيسير المياه ومنع تكوين القشورScales

سؤال تم طرحه فى النقاش:

ذكرنا أن إضافة الحمض لمياه تغذية التناضح العكسي لا يؤثر فى قيمة العسر(أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم) ... لأن تركيزهما فى الماء لا يتأثر ... وكل ما يفعله الحمض هومنع ترسبهما ...
السؤال الآن ... قيمة العسر قبل إضافة الأنتى سكيل وبعده .. هل لا تتأثر أيضاً؟

الجواب:

المهندس أبو محمد:

لا تتغير.

المهندس أحمد مشهور:

لا تتغير أيضاً من خلال التجربة ، هو يساعد فقط على منع الترسب في الأغشية كما تفضلتم من قبل.

المهندسة سارة محمد طلعت:

قيمة العسر بعد اضافة الأنتي سكيل تبقي نفس قيمة العسر قبل وضعه وتبقي كما هي.

المهندس عماد حمدى:

القيمه للعسر واحدة قبل وبعد إضافة الأنتي سكيل.
المادة الوحيدة التي تؤثر في قيمة العسرهى حبيبات الريزن ... إنما الأنتي سكيل هي مادة لمنع تكون قشورعلي الخلايا فقط ... ولهذا يكون مطلوب من رجال التشغيل بالمحافظة علي حقن النسب المطلوبة من مادة الأنتي سكيل لعدم تكون قشورعلي مدارالوقت ...

والآن إلى المُيسر أو السوفتنر ...

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
23
النقاش
الثالث
والعشرون
المُيسر (السوفتنر)
Softener
(الجزء الأول)
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثالث والعشرون

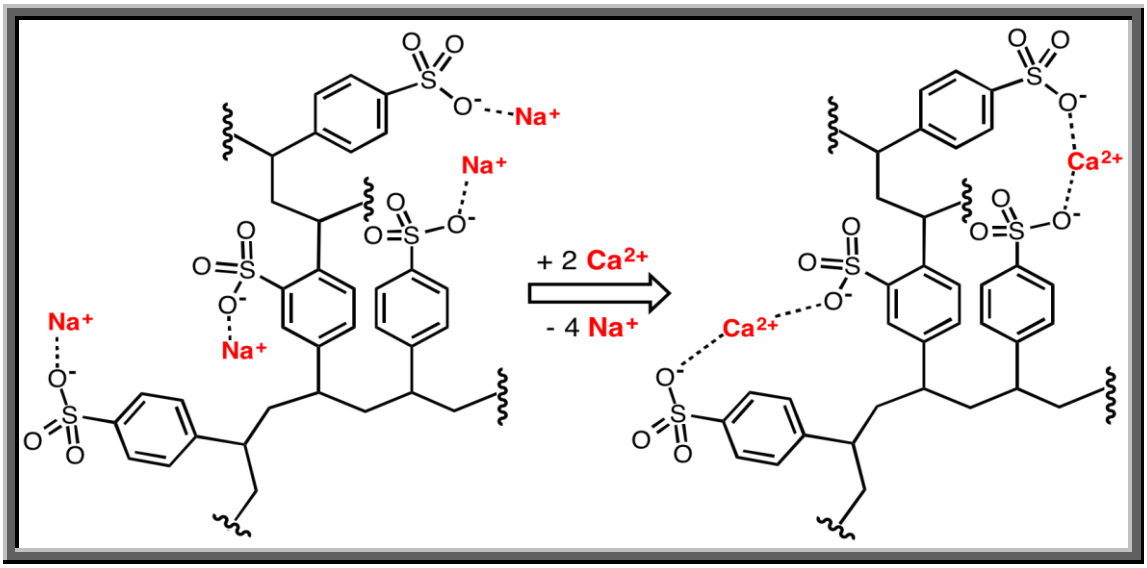
الميسر (السوفتنر) Softener

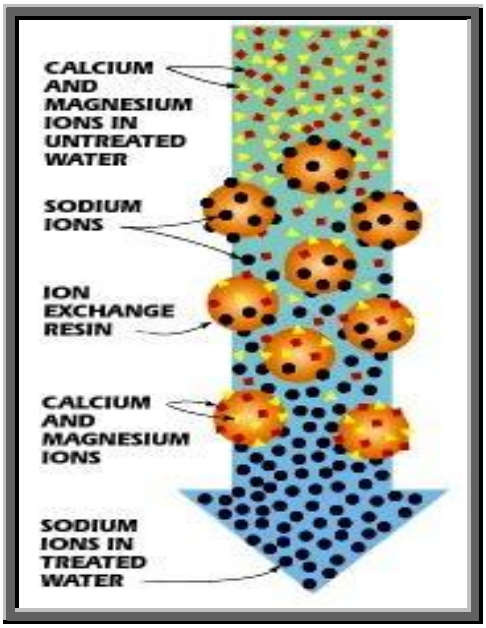
(الجزء الأول)

هو طريقة من طرق منع ترسب الأملاح على أغشية التناضح العكسى نلجأ لها كى نتخلص من الأملاح التى تسبب ترسبات وتكوين القشورعلى أغشية التناضح العكسى ...
وحدة السوفتنرأو"الميسر" هى وحدة من اسمها نستنتج أنها تحول المياه العسرة إلى مياه يسرة أو soft ... بمعنى أنها تقوم بإزالة الأملاح المسببة للعسر ... وأهمها أملاح الكالسيوم والمغنسيوم التى على هيئة كربونات أوبيكربونات أوكلوريدات أوكبريتات أونيترات بجانب الأملاح الأخرى ...
وقتاً سعيداً مع السوفتنر ...

الفكرة التى يعتمد عليها السوفتنر:

الفكرة العلمية هى طريقة تبادل الأيونات (التبادل الأيونى) Ion exchange ... فالأملاح تتكون من شقوق أو ما نسميه الشوارد ... تتكون فى الأصل من شقين ... الشق الحامضى السالب (الأنيونات)(Anions) مثل الكربونات CO_3^{--} أو البيكربونات HCO_3^- أو الكلوريد Cl^- أو الكبريتات SO_4^{--} أوالنيترات NO_3^- ، والشق القاعدى الموجب (الكاتيونات) (Cations) مثل أيون الكالسيوم Ca^{++} والمغنيسيوم Mg^{++} والصوديوم Na^+ ...
وطريقة التبادل الأيونى ion exchange يتم بالإمرارالمبادلات الأيونية والتى تستخدم مواد مسامية خاصة تسمى الراتنجات (أو الريزن) Resin تمتص أيونات الأملاح فى الماء وتبادلها مع أيونات أخرى غير ضارة وموجودة على الريزن نفسه ... لذا يُسمى ion exchange resin ... والسوفتنر يُطلق عليه "المُيسر" ... وهو على هيئة أسطوانة كبيرة تصنع من الفيبر جلاس أوالحديد ... تشبه الفلاتر السابق ذكرها ...
فمثلاً ... يتم استبدال الكالسيوم والمغنيسيوم فى الماء (وهى عناصرغيرمرغوب فيها تسبب القشور) بعنصر الصوديوم الموجود على الريزن ... وهو عنصر ليس له ضرر على الأغشية حيث أنه لا يترسب أو يكون قشور ...
ما يحدث حقيقةً أن الريزن يفضل الإرتباط بالكاتيونات ذات الشحنة الموجبة الأقوى(مثل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم) عن الكاتيونات ذات الشحنة الموجبة الأضعف (مثل الصوديوم) ... فعندما تمرالمياه التى تحتوى على الكالسيوم والمغنيسيوم على الريزن فإن الريزن "يطرد" كاتيونات الصوديوم الضعيفة بلا رحمة ويلقيها فى المياه ويتحد بكاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم ... انظر الصورة التالية وهى توضح تبادل الأيونات على أحد أنواع الريزن فيتم طرد 4 ذرات من الصوديوم من على سطح الريزن والإتحاد بذرتى كالسيوم متواجدة فى الماء:





لماذا تم اختيارعنصر الصوديوم تحديداً؟؟

كما قلنا أن عنصر الصوديوم ليس لـه ضررعلى الأغشية ولا يترسب كما أنـه لا يُمثل خطورة على صحة الجسم بالمقارنة بالكالسيوم والمغنسيوم ... وتم اختياره أيضاً لانخفاض ثمنه.

متى يُنصح بوحدة السوفتنر فى المعالجة الأولية قبل الدخول على أغشية التناضخ العكسى؟؟

على الرغم من إمكانية إزالة أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم وباقى الأملاح التى تسبب القشور بإضافة الأنتى سكيلنت إلا أن الكثيرين من خبراء معالجة المياه ينصحون بضرورة استخدام وحدة السوفتنر أيضاً وقد يكون بديلاً عن الأنتى سكيل.

ما هو الريزن؟ وما هى وظيفته؟

الراتنج أوالريزن هى مادة مُصنعة غير قابلة للذوبان فى الماء تكون فى الغالب مادة عضوية بوليمر تحمل على سطحها أيونات قابلة للتبادل مع أيونات أخرى عند تلامسها ... وفى الغالب يتكون الراتنج من مادة بولى ستيرين داى فينيل بنزين (Polystyrene divinylbenzene) والذى يكون ما يشبه حبات أو خرزات Beads كما بالشكلين التاليين:

ووظيفة الريزن هو إزالة الشق القاعدى الموجب من الأملاح أو إزالة الشق الحامضى السالب ... أو إزالة الشقين الموجب والسالب ... واستبدال هذه الشقوق بشقوق أخرى متواجدة على سطح الريزن وليس لها أضرار ...
والريزن يحسب باللتر وليس بالوزن ... كما سنتحدث فى الحسابات بعد ذلك ...
انظر الصورة ... نوع من الراتنجات يُباع باللتر:

والريزن يتم وضع مواصفات له تبعاً لتوصيات الشركة المنتجة ... فمثلاً يتم كتابة أقصى ضغط ممكن أن يتحمله الريزن ... وأقل وأقصى درجة حرارة ... إلخ ... والعاملون بالوحدة يجب أن ينتبهوا إلى هذا الأمر فمثلاً هناك ريزن لا يتحمل درجة حرارة فوق ال45 درجة مئوية ... بينما بعض المياه الخارجة من الآبار تتعدى ال50 درجة مئوية ...

أهم أنواع الراتنجات المستخدمة فى المعالجة الأولية فى وحدة التناضخ العكسي:

سنقتصر هنا على أهم نوع يفيدنا فى المعالجة الأولية للتناضخ العكسي وهو ريزن التبادل الكاتيونى القوى (راتنج زيوليت الصوديوم) (NaZ):

Strong cation exchange resin

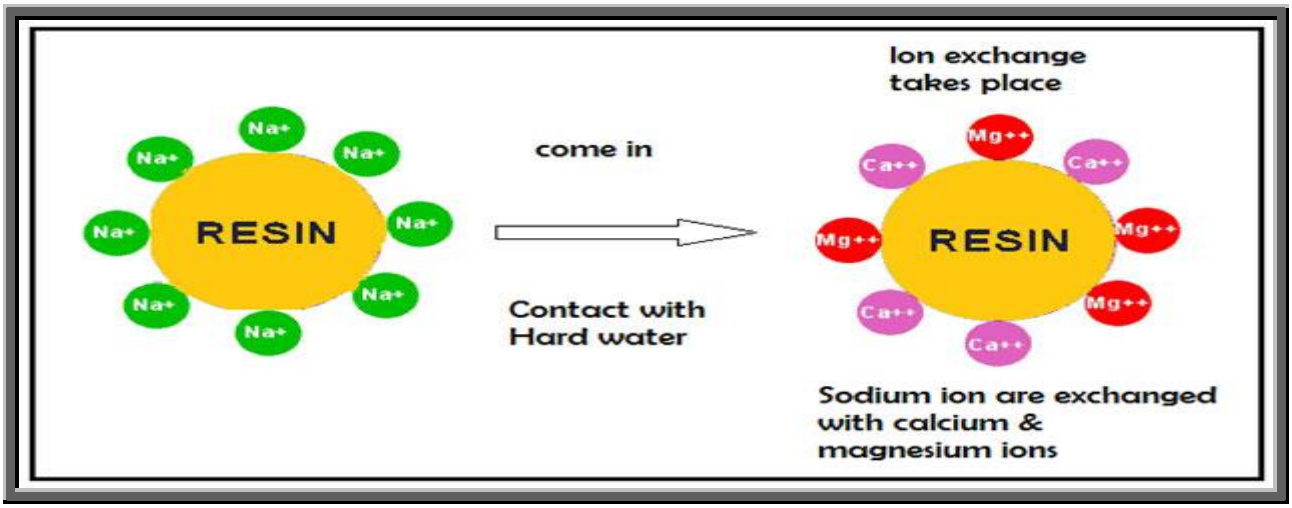
والشق الموجب الفعال فى الراتنج هنا هو الصوديوم Na^+ ... وعندما تمرر المياه على السوفتنر من أعلى لأسفل (وهى مرحلة التشغيل أو الخدمة Service) يحل الصوديوم محل الكالسيوم والمغنيسيوم فى المياه ويحل الكالسيوم والمغنسيوم محل الصوديوم على سطح الريزن ... أى يحدث تبادل أيونى ion exchange ويقل عسر المياه والذى يسببه عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم ...

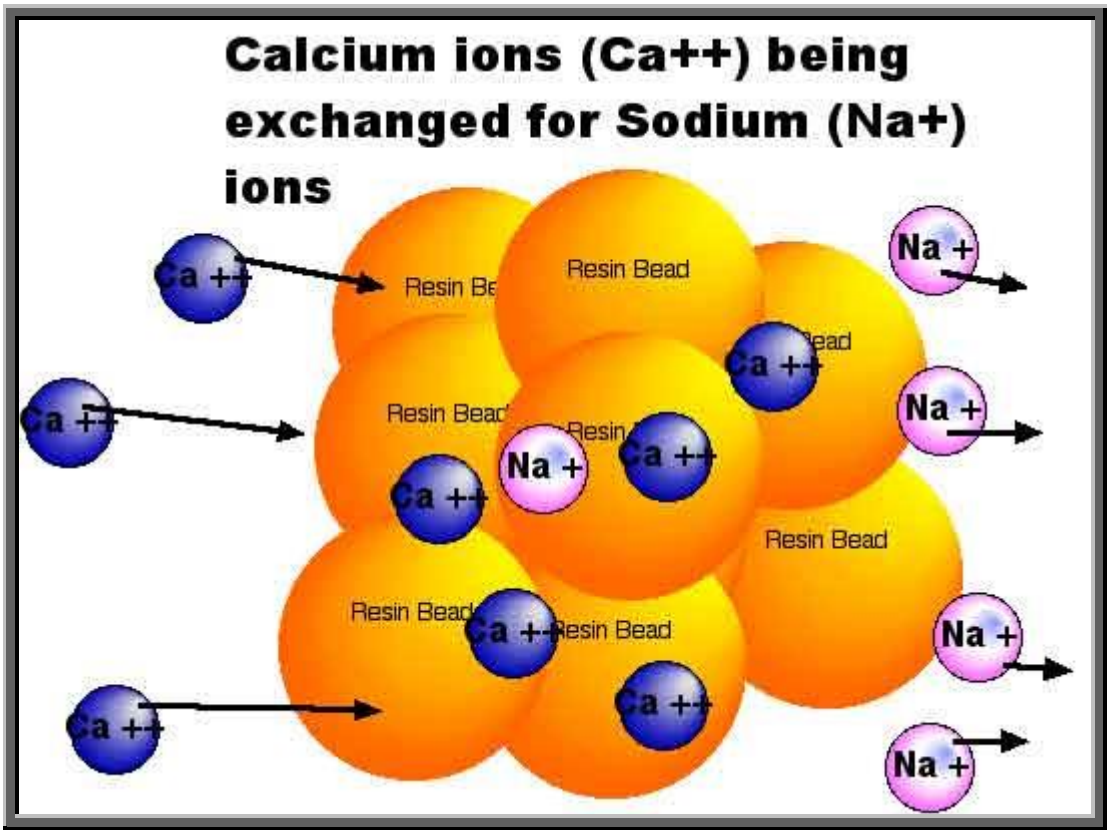
$$\{CaSO_4+CaCl_2+CaHCO_3\} + nNaZ \rightarrow CaZ + \{Na_2SO_4+NaCl+NaHCO_3\}$$

$$\{MgSO_4+MgCl_2+MgHCO_3\}+nNaZ \rightarrow MgZ+$$

$$+ \{Na_2SO_4+NaCl+NaHCO_3\}$$

انظر الصور التالية لمزيد من الإيضاح:





ما هى خطوات أو مراحل التنشيط للسوفتنر(Regeneration)؟؟

إعادة التنشيط أو ما نسميه إعادة الشحن بعنصر الصوديوم معناه أننا نأتى بأيونات الصوديوم مرة أخرى كى تحل محل الكالسيوم والمغنيسيوم على سطح الريزن والذى تشبع بهما فى وقت الخدمة أو التشغيل ... ولننظر الآن إلى مراحل التنشيط:

المرحلة الأولى:

عمل الغسيل العكسى (Back washing) للريزن من أسفل لأعلى حيث يسبب توسعة وتفرقة جزيئات الراتنج بعضها عن بعض بجانب فصل الأملاح والشوائب التى قد تكون عالقة بها

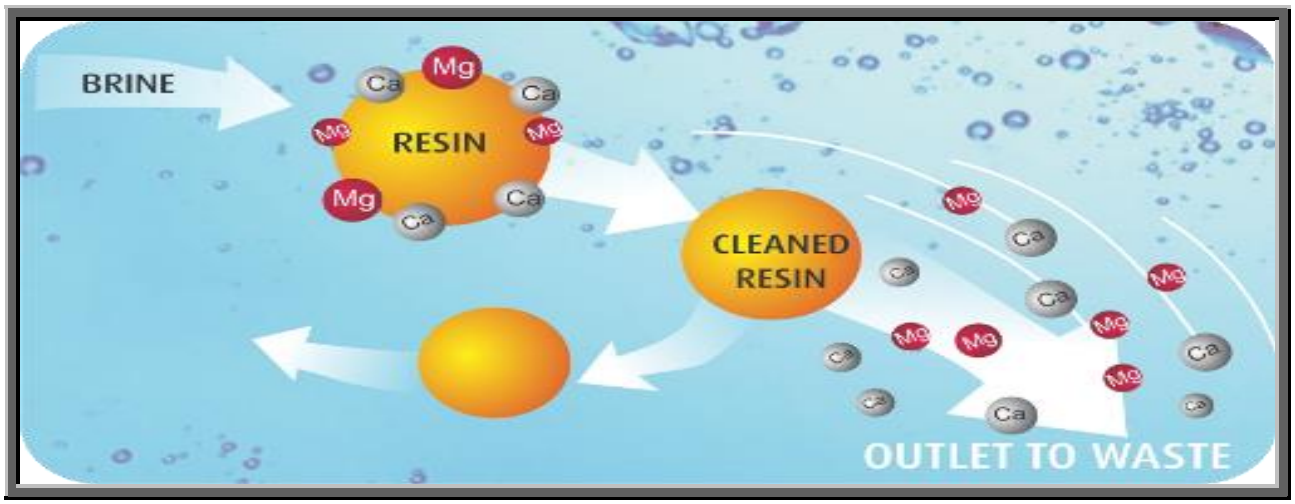
(تشبه هذه العملية الغسيل العكسى الذى تحدثنا عنها فى الفلاتر الرملية) .. وهى مرحلة ميكانيكية بحتة ... تخرج منها مياه محملة بالشوائب إلى خط الصرف ... وتستغرق هذه المرحلة تقريباً من10- 40 دقيقة تبعاً لحجم الريزن ... وهذا يرجع للخبير بوحدته.

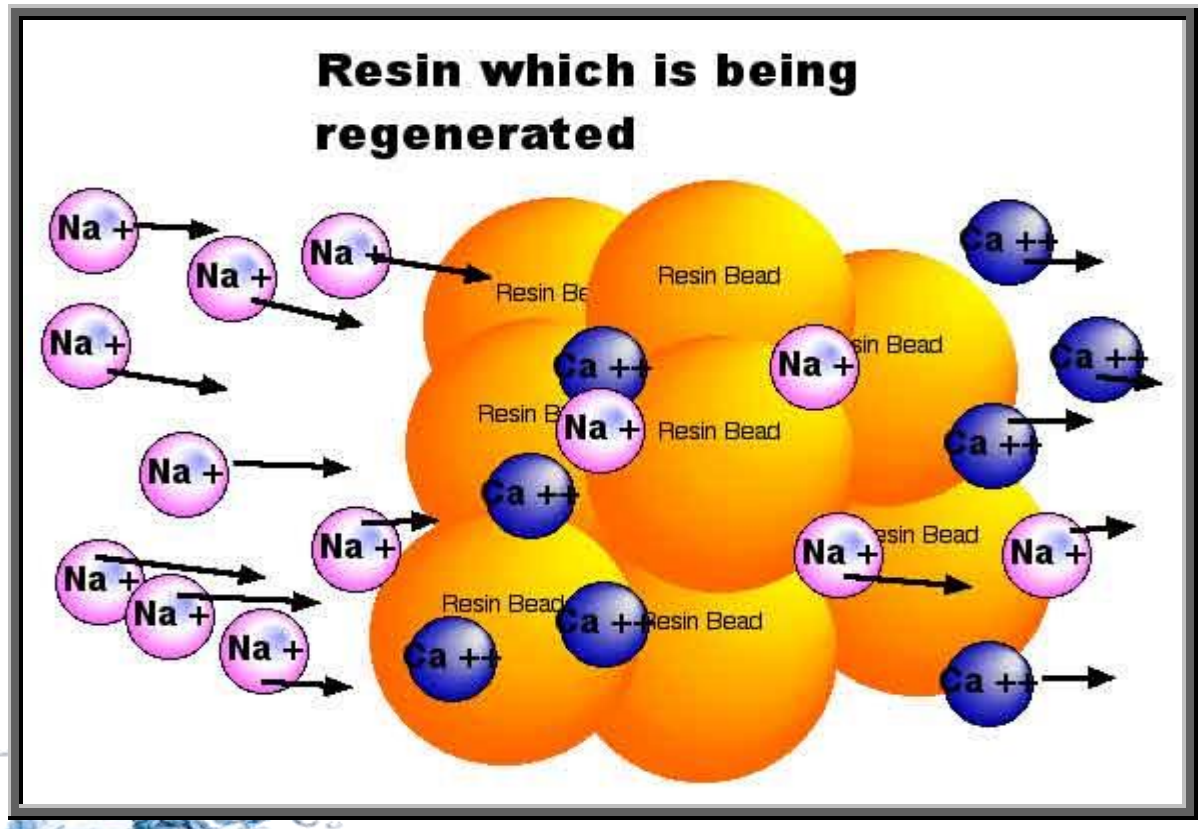
المرحلة الثانية:

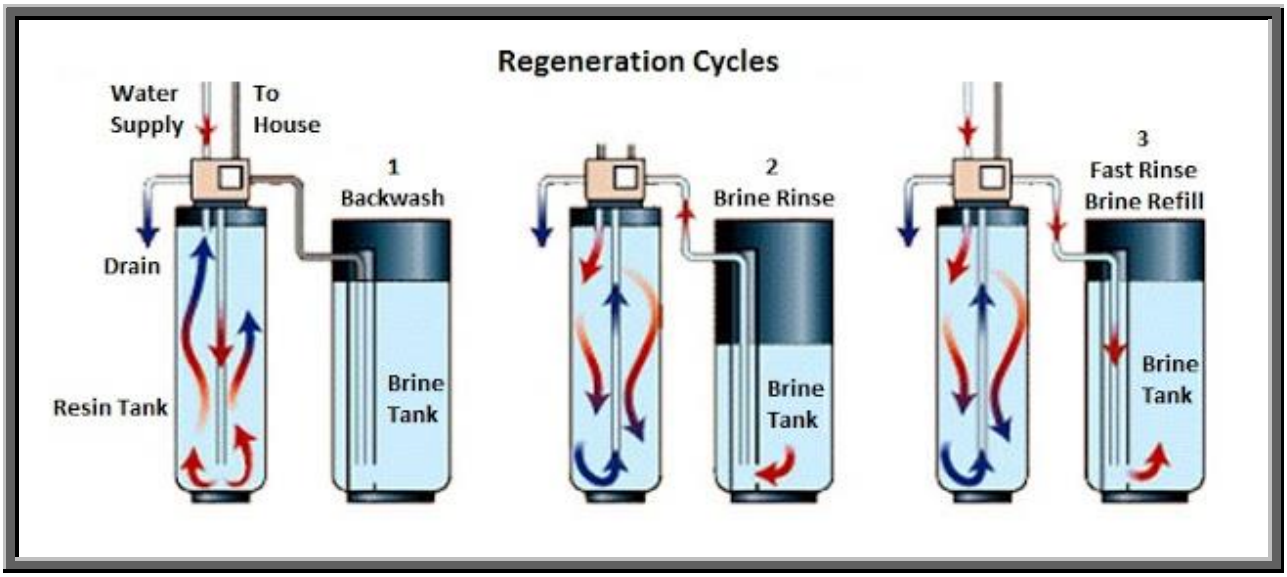
إعادة الشحن أو التنشيط Brine and slow rinse ... حيث يتم غسل الراتنج ببطء بمحلول ملحى من كلوريد الصوديوم بحقنه بضغط (1-2 بار حد أدنى) من أعلى لأسفل ليحل الصوديوم محل الكالسيوم والمغنيسيوم على الريزن ... إقرأ المعادلة ثم إقرأ بعض الملاحظات الهامة بعد ذلك ...

$$\{CaZ + MgZ\} + nNaCl \rightarrow nNaZ + \{CaCl_2 + MgCl_2\}$$

قد تتسغرق هذه المرحلة 35 دقيقة فى المتوسط ... انظرالصور التالية:







المرحلة الثالثة:

مرحلة الشطف أو الكسح ... حيث يتم عمل غسيل بطىء Slow Rinsing لمدة نصف ساعة ثم غسيل سريع Rapid Rinsing لمدة حوالى ربع ساعة من أعلى لأسفل للتأكد من التخلص من أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم والكلورايد المتبقية من المحلول ... ويجب أن لا يقل وقت الشطف عن زمن معين وإلا ظهر العسرعند بداية تشغيل السوفتنر بعد التنشيط ... كما يُفضل عند بداية تشغيل السوفتنر بعد التنشيط قياس قيمة العسر.

المرحلة الرابعة:

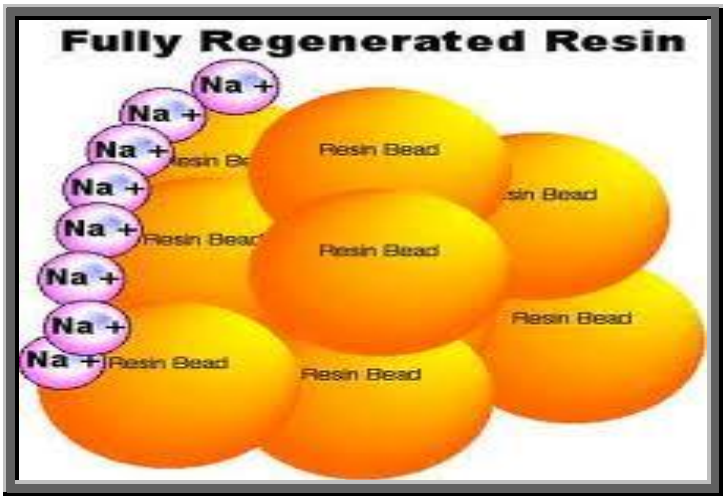
تستغرق هذه المرحلة حوالى ثلث ساعة ... حيث يتم إعادة ملء تنك الملح Refilling بالمحلول الملحى ليكون جاهزاً بعد ذلك لعمل إعادة التنشيط للريزن مرة أخرى ... هذا وتستغرق عملية إعادة التنشيط برمتها حوالى ساعتين.

وتتم عملية التنشيط فى المتوسط كل 3 – 6 أيام تبعاً لكمية المياه والعسر الكلى لها ... وشعر بذلك عند ملاحظة ارتفاع العسر الكلى فى المياه المنتجة فلابد إذاً من إعادة التنشيط وشحن الصوديوم (وهناك بعض النظم الحديثة تضع "حساس" sensor يختبر أداء الريزن ويعطى إشارة إلى ضرورة عمل إعادة التنشيط) ...

ملاحظات مهمة فى مراحل التنشيط للسوفتنر:

1- المرحلة الثانية (مرحلة الشحن أومرحلة التنشيط) تتم ببطء حتى نعطى الفرصة والوقت للأملاح بالتبادل ... والأفضل حبس المحلول الملحى داخل السوفتنر مدة ساعة أو ساعتين.

2- ما يحدث هوأن كاتيونات الصوديوم الموجبة – وإن كانت ضعيفة الشحنة بالمقارنة بكاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم إلا أنها بكثافتها وكثرتها بالبلايين مع وجود ضغط تصبح لها القدرة على إزاحة الأعداد القليلة من كاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم التى احتلت مكانها على سطح الريزن ... فيتم طرد الغزاة مرة أخرى ويعود الصوديوم إلى أرض الوطن "ليرتبط بسطح الريزن" ... انظر للريزن وقد أعيد تنشيطه وارتباطه بذرات الصوديوم ...



3- بعد انتهاء مرحلة التنشيط نجد أن أيونات الصوديوم حلت محل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجودة على سطح الريزن وبهذا فيكون الريزن على استعداد تام للقيام بهمته مرة أخرى.

4- المحلول الملحى المستخدم ...هو كلوريد الصويوم وهو ملح الطعام العادى (NaCl) ينبغى أن يكون فوق التشبع (Super saturation) ... ونصل إلى هذه المرحلة بإضافة كلوريد الصوديوم فى تنك الملح Brine tank مع التقليب المستمر حتى نلاحظ أن الملح المُضاف لا يذوب فى المحلول وترسب على القاع ... معنى ذلك أن المحلول لا يستطيع إذابة المزيد من الملح ... وبهذا نصل إلى درجة "فوق التشبع" ... وهى تقريباً يعادل 360 جرام على اللتر من الماء ... ثم يتم تخفيفها لنصل إلى محلول كلوريد الصوديوم 10% ... وفى المتوسط يحتاج كل لتر ريزن حوالى 100 – 150 جرام من ملح كلوريد الصوديوم ....
(يتم استخدام أقراص ملح أو على هيئة ملح خشن أوملح الطعام العادى).

5- ضخ المحلول الملحى إلى السوفتنر من تنك الملح يكون بواسطة مضخة أو بواسطة injector وينظم ذلك Head controller سواء أكان يدوى manual بمحابس يدوية أو أتوماتيك Automatic ... ويتم برمجته بعدة معلومات للتحكم فى عملية التنشيط (مثل سمك وصلات الدخول والخروج – كمية المياه المطلوبة – أوقات مراحل التنشيط الأربعة وذلك تبعاً لحجم الريزن) ...

وتنتهى عملية التنشيط إذا كان الماء الخارج من السوفتنر له عسر كلى أقل من 5 جزء فى المليون ... معنى ذلك أن أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم قد تم التخلص منها تقريباً من على سطح الريزن وحل محلها الأستاذ صوديوم ...

انظر إلى الفيديو التالى عن عمل إعادة التنشيط يدوياً:
https://www.youtube.com/watch?v=i6PTf9xam7U
وهذه الفيديو جميل جداً عن عمل السوفتنر:
https://www.youtube.com/watch?v=7he0Z1snrHg
وهذا الفيديو عن تغيير الريزن:
https://www.youtube.com/watch?v=QCQstRzh6VI

حساب حجم الملح المطلوب لتنشيط الريزن فى السوفتنر:

المهندس أيمن عونى أجاب مشكوراً من قبل عن السؤال التالى وخلاصة الكلام:
بالنسبة لحساب الملح ... القاعدة تقول : "كل لتر ريزن يحتاج من ١٠٠ الي ١٥٠ جرام ملح" ... يعني ال ١٠٠ لتر ريزن يحتاج ١٥ كيلو ملح ... (بعض المانيولات الخاصة بالريزن وصلت كمية الملح إلى 200 جرام).
وبالنسبة لخزان الملح يجب أن يكون حجمه يماثل حجم الريزن بمعني لو ١٠٠ لتر ريزن يكون خزان الملح ١٠٠ لتر ... وكمية الملح الذى يُضاف إليه يجب أن تكفي ثلاث تنشيطات وذلك لضمان الحصول علي أعلي تركيز للملح ... وكذلك يجب أن تكون كمية المياه ثلاث أضعاف كمية الملح المستخدم يعني بالنسبة لل ١٠٠ لتر ريزن ...فكمية الملح التي تُضاف أول مرة ٤٥ كيلو (15 x 3) ... وكمية المحلول المطلوبة ٤٥ لتر وبعد كل غسلة ستحتاج إلي اضافة ١٥ كيلو ملح ويفضل أن يكون حجم الملح في خزان الملح لايقل عن نصفه لضمان الحصول علي تركيز محلول ملحي عالي ليكون محلول الملح بتركيز ٢٥ ٪
والملح أصلاً يذوب بدون تقليب خلال مدة من ٤ إلي ٦ ساعات ...(أي ملح كلوريد صوديوم بأي شكل يذوب بالنقع ولا يهم التقليب ... المهم يكون ملح نقي سواء ملح مجروش أو ملح أقراص).

تعليق المهندس محمد حشيش:

الأفضل عمل قلاب لإذابة الملح.

ويكمل المهندس أيمن عونى حديثه:
فمثلاً 4000 لتر ريزن يمكن تنشيطه بحوالى 600 كيلوجرام ويتم إذابتهم فى 2000 لترمياه ثم تدخلهم علي الريزن خلال فترة من ٤٥ الي ٥٠ دقيقة (فترة النقع) ... بعد ذلك ... تشطف الريزن للتخلص من الملح الزائد حتي تكون نسبة الأملاح الكلية متساوية في الدخول والخروج وتقيس العسر إن شاء الله تجده من (صفر – ٥) جزء في المليون.
والخياران التاليان صحيحان (تضع كمية من الملح فى خزان الملح تكفي لثلاث تنشيطات أو تضع كمية من الملح تعادل نصف حجم تانك الملحوالأخير أفضل). انتهى كلام المهندس أيمن عونى.

ما هى الأسباب الأخرى فى زيادة العسر فى المياه المنتجة (7- 8 جزء فى المليون مثلاً أو أكثر) ؟؟

ذكرنا أن انخفاض أداء السوفتنر يرجع فى الأصل لاستنفاذ أيونات الصوديوم والذى يتطلب عمل إعادة تنشيط ... وهناك بعض الأسباب الأخرى نوجزها فى النقاط التالية:
1- ضغط الماء على السوفتنر ليس فى حدوده الطبيعية (فى المتوسط 2.5 – 4 بار).
2- عمل التنشيط بطريقة خاطئة: (عدم عمل غسيل عكسي أوعدم استكمال الوقت المحدد له – عدم وصول الملح فى تنك الملح إلى التركيز المطلوب أوأن مضخة سحب الملح لا تعمل بصورة جيدة أو أن سحب كمية قليلة من الملح غير كافى للتنشيط ... خاصة لو كانت كمية الريزن كبيرة – عملية الشطف بعد التنشيط لا تسير على ما يرام).

3- مشكلة فى الHead controller مثل تسريب فيه أوأن الماسورة الداخلية ليست محكمة داخل هذا الhead وهى الرايزر(Riser) وهى ماسورة طويلة تمتد من قاع السوفتنر إلى البلف الخاص بالHead وتخرج منها المياه المنتجة لأعلى أو تسريب من الأورينج -O) (ring أو الspacer وغيرها فى منظومة الخطوط (Piping ... والعاملون فى هذا المجال له دراية كبيرة بهذا الكلام.

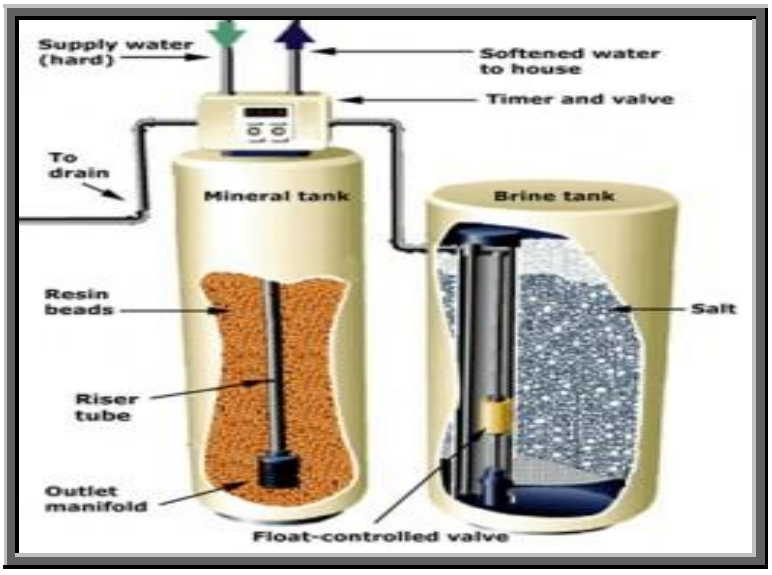
السبيسر spacer هى قطعة من البلاستيك مقسمة إلى فتحات ... كل فتحة تقوم بتوزيع المياه فى مكان معين (أثناء التشغيل العادى أو أثناء سحب الملح أو أثناء الغسيل العكسي أو عمل bypass ... إلخ).

والهيد كنترول مثبت فيه بوردة كهربية تعطى الأوامر للجزء الميكانيكى ...

4- تهريب من خط الbypass بسبب مشكلة فى المحبس الخاص به مثلاً.

وفى النهاية ... عدم الوصول إلى قيمة العسر المطلوب يؤثر على عمر الأغشية فى التناضح العكسي.

صورة الرايزرRiser داخل السوفتنر:



صورة الأورينج O-rings وال spacer الموجودة داخل الhead control:

هذا النوع من الريزن وهو الريزن الكاتيونى Cationic resin أثبت كفائته حيث أنه يزيل الأملاح بدرجة تصل إلى أكثر من 97% ... ليس فقط أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم ولكن كل الأيونات التى تحمل شحنتين موجبتين أو أكثر حيث يتم إزالتها عبر السوفتنرمثل الحديد الثنائى الذائب والمنجنيز الثنائى الذائب والباريوم (Ba^{2+}) والاسترانشيوم(Sr^{2+}) ... المهم أن تكون الأملاح ذائبة ليحدث التأين والتبادل الأيونى ... وبالتالى نستنتج أن الحديد أو المنجنيز فى الحبيبات الصلبة أو الغروية من الصعب إزالتها عبر السوفتنر.
وأملاح الصوديوم الناتجة لا تسبب العسر ولا تترسب مع التغير فى درجة الحرارة أو الpH... ويتم التخلص منها فى أغشية التناضخ العكسي مع الreject ... ومن المفترض أن تقل قيمة العسر الناتجة إلى أقل من 2 جزء فى المليون فى المتوسط ... وتسمى هذه العملية "تيسير المياه" water softening ...
وضغط التغذية يكون ما بين 2.5 – 4 بار ...
وأما الخط الجانبى Bypass فمعناه خط يأتى من مياه التغذية ولا يمرعلى السوفتنر بل يتم خلطه بالمياه المنتجة من السوفتنر ... وفائدة ذلك أن المياه المنتجة تكون خالية تماماً من العسر ... وأحياناً يتطلب أن يكون هناك جزء من العسر للمياه المنتجة ... فنقوم بخلط جزء من مياه التغذية معها لرفع العسر بعض الشىء ...

لو لوحظ بداية زيادة فى العسر فى المياه المنتجة (5 جزء فى المليون مثلاً أو أكثر) ماذا يعنى ذلك؟؟

معنى ذلك أن الريزن يحتاج إلى تنشيط regeneration ... حيث أنه تشبع بأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها وضعفت قوته تدريجياً فى عملية التبادل الأيونى لاستنفاذ العنصر الفعال شيئاً فشيئاً وهو أيون الصوديوم ...

سؤال مهم: كم أعلى درجة فى العسرHardness يستطيع أن يزيلها الريزن فى السوفتنر؟؟

الإجابة كالتالى: من شرح الريزن وكيفية عمله يتبين لنا أن الريزن بامكانه إزالة الأيونات المسببة العسر بأى نسبة حتى ولو كانت كبيرة ... ولكن المشكلة لو كان العسر كبير فإن تشبع الريزن بأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم سيكون أسرع واستهلاك الصوديوم على الريزن سيكون أسرع ... وبالتالى سنضطر إلى تكرار عمل الغسيل العكسى وإعادة التنشيط مرات أكثر بجانب استخدام كميات كبيرة من الملح ومياه الغسيل مما يزيد من التكلفة واهدار المياه المستخدمة بصورة أكبر ...
طيب ... ما الحل؟؟ يوجد عدة اقتراحات وهى ...
1- زيادة كمية الريزن وبالتالى حجم الفيزل Vessel لكى ترفع من سعة الوحدةCapacity ، وإن كان هذا الحل لن يوفر الملح ومياه الغسيل لأن الاستهلاك يكبر مع كبر حجم الريزن بالتأكيد.
2- عمل نظام 2 فيزل كما بالشكل بحيث يسمح بتشغيل واحد فى الخدمة والثانى فى التنشيط ... وبهذا فإننا نضمن انتاج مياه على مدار 24 ساعة بدون توقف.

3- استخدام نظام 2 فيزل مع بعضهما أى Twin system مثل التوأم وهى نفس فكرة ال-2 vessles وصورته كالتالى:

4- استخدام التقنيات المساعدة فى إزالة العسر كإضافة الجير فى بداية الوحدة كما ذكرنا أو إضافة الحمض والأنتى سكيل أو اللجوء إلى تقنية الأغشية النانوية لمعالجة العسر حيث أن المعالجة بالريزن والتبادل الأيونى أصبح تقنية قديمة وخاصة مع العسر المرتفع ... فإذا أردنا التخلص من الأملاح الأخرى غير أملاح العسر لجأنا إلى التناضح العكسي.

وعملياً نقول: الأفضل استخدام التقنيات السابقة مع السوفتنر إذا كان العسر أكبر من 500 جزء فى المليون ... فنلجأ مثلاً لإضافة الأنتي سكيل.
ولنا فى السوفتنر جزء ثانى فتابعونا ...

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
24
النقاش
الرابع
والعشرون
المُيسر (السوفتنر)
Softener
(الجزء الثانى)
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الرابع والعشرون

الميسر (السوفتنر) Softener والحسابات الخاصة به (الجزء الثانى)

فى هذا البوست نكمل المناقشات والاستفسارات حول الميسر (السوفتنر) لنتهى من قصة العسر والقشور وندخل بعدها على فلاتر الكارتريدج وإضافة الSMBS والحسابات الخاصة بالكيماويات ثم بعض البوستات الإستثنائية لننتهى من رحلتنا الأولى لنتوقف عند محطة "طلمبة الضغط العالى والأغشية" بالجزء الثانى إن شاء الله ...
وقتاً سعيداً مع تكملة موضوع السوفتنر ...

ما هى أهم عيوب السوفتنر؟

1- زيادة عنصر صوديوم فى المياه المنتجة وآثارها الضارة خاصة لو كانت تستعمل لمياه الشرب ... حيث يظهر الطعم المالح بجانب الأضرار الصحية الأخرى ... والبعض يستخدم كلوريد البوتاسيوم KCl بدلاً من كلوريد الصوديوم ولكن يعيبه ارتفاع ثمنه.
2- حتمية وضع فلتر قبل السوفتنر مع وجود حبيبات الطمى فى مياه التغذية أو بكتيريا الحديد أوالألوان الناتجة عن الصدأ وغيره وذاك لتلافى الإتساخ fouling على حبيبات الريزن وحدوث سدد مما يؤدى إلى ضعف كفاءة السوفتنر.
3- صرف المياه المالحة إلى الأرض يؤدى إلى التأثير على تلوث المياه الجوفية بالأملاح وتغير جودتها.

ما هى كيفية معرفة كفاءة أو مدى صلاحية الريزن بالسوفتنر؟

الاختبار السريع هو تجربة العسر الكلى بواسطة الEDTA للمياه الخارجة من السوفتنر كفيلة بمعرفة كفاءة الريزن (تم شرحها فى الكورس الخاص بالمفاهيم الأساسية فى علوم المياه والتحاليل الخاصة بها) ... لو اللون تحول إلى أزرق دل ذلك على عدم وجود عسر... ولو تحول إلى Pink دل ذلك على وجود العسر كما بالشكل التالى:

فلو كان فى النسب المطلوبة فلا بأس وإن كان أعلى من ذلك فهناك مشكلة بالريزن أو فى الهيد كنترول أوربما تم أخذ العينة بعد التنشيط مباشرةً.

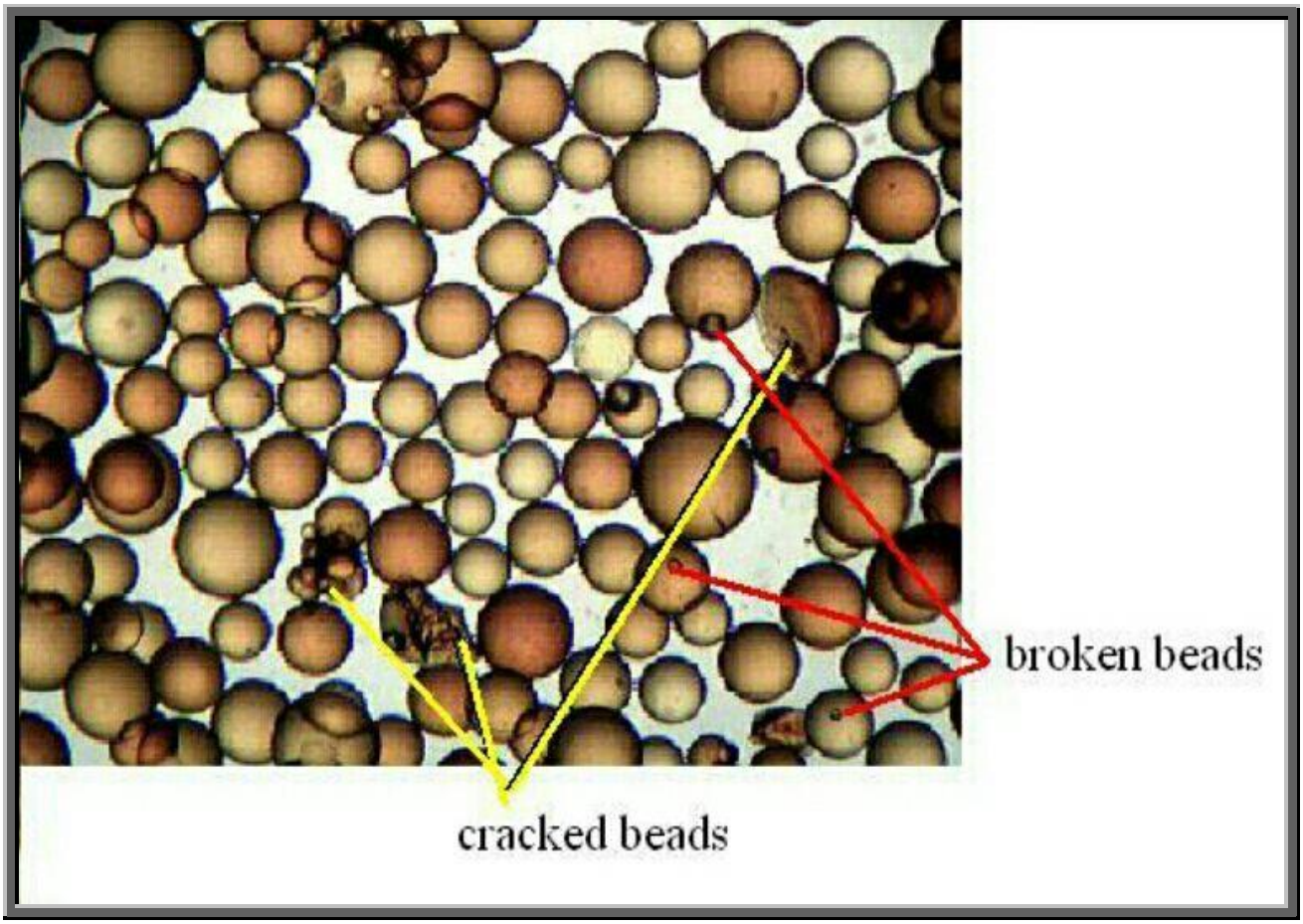
الإختبار البطىء يتم معملياً ... ومن النادر اللجوء إليه لأنه يأخذ وقتاً ومجهوداً بداية من فك السوفتنر وإخراج الريزن ... واستخدام عمود طويل Column ووضع الريزن فيه حيث يتم اشباعه بالعسر ثم تنشيطه بكلوريد الصوديوم وحساب كفاءته بالنسبة المئوية % (الطريقة تستطيع أن تطلع عليها فى مجلد التجارب القياسية ASTM برقم 1782 للريزن الكاتيونى).

مشاركة المهندس محمد طارق:

العمر الافتراضي 6 سنوات وبعدها الكفاءه تقل وطبعا كل شىء متعلق بالاستخدام.

مشاركة المهندس Maidi Moon:

الريزين يبلغ من العمر أكثر من 10 سنوات (معدل التلف السنوي للريزين 2 - 10 %)
والمعالجة المسبقة ماقبل السوفتنر لها أهميتها ... فهى تشير بشكل أولي إلى عمر الريزين ... التصفية ونزع شوارد الحديد (إذا كانت موجودة) ... وكذلك نزع الكلور الحر ... وضبط شروط استخدامه من ناحية درجات الحرارة ...
ويمكن عمل اختبار سريع تحت الميكروسكوب ... ومقارنة ريزن مستعمل بآخر حديث وملاحظة الحبيبات المنتفخة أوالمتكسرة والشكل العام للريزين المستخدم وحساب نسبة الضرر الحاصل ... هذا بشكل اولي وسريع ... انظر الصورة التالية للتوضيح:



سؤال: هل نستطيع معرفة كفاءة السوفتنر من خلال قياس الأملاح الذائبة الكلية TDS؟

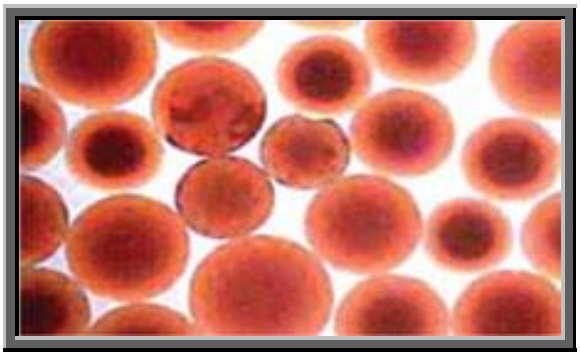
الإجابة: ما يبين كفاءة السوفتنر هو اختبارالعسرقبل وبعد ... فقد يصل العسرفى المياه المنتجة إلى أقل من 2 جزء فى المليون كما ذكرنا ... أما اختبارالTDS فلا يعطى أى دلالة على كفاءة السوفتنر... والتفسير ببساطة شديدة أنه لا يحدث تغيير يذكر فى قيمة الTDS لأننا لم نقوم بعملية إزالة للأملاح الكلية ... فقط استبدلنا أيونات مكان أيونات ...
وفقط نحب أن نقول أن هذا الكلام ينطبق على نوع الريزن المذكور سابقاً ... لأن هناك أنواع من الريزن نستطيع معرفة كفائتها من خلال قياس ال TDS وهو النوع الذى يزيل كل الأملاح ويسمى بال mixed bed ... ويقوم بعمل demineralization والمياه الناتجة تسمى demi-water ولنا فيه حديث إن شاء الله فى موضع آخر ...

لو الأملاح الكلية الذائبة TDS الخارجة من السوفتنر مختلفة عن الداخلة ... ما التفسير؟؟

التفسير الأساسى هو عدم الشطف الجيد Rapid rinsing بعد عمل التنشيط ... فيتم مراجعته أو إطالة مدته حتى يصبح الTDS فى الماء الخارج مثل الداخل ...

أحياناً مع مرور الوقت لا يعطى التنشيط داخل الفيزل النتائج المطلوبة ... يعنى تقل كفاءة الريزن حتى بعد التنشيط ... فما آراء الخبراء؟؟

اخترنا لكم 4 آراء:
1- استبدال الريزن القديم بريزن جديد ونلجأ إلى هذا الحل فى النهاية.
2- اخراج الريزن من السوفتنرونقعه فى محلول ملحى مشبع من ملح الطعام (25 كجم لكل 100 لتر ماء) لمدة ساعتين وارجاع الريزن مرة أخرى إلى الفيزيل ... كفاءته فى الغالب ستكون جيدة.
3- عمل غسيل كيميائى باخراج الريزن ونقعه مدة حوالى 12 ساعة فى حمض هيدروكلوريك 6- 8% بحجم 3 أضعاف حجم الريزن ... وفى حالة الإتساخ بالحديد Iron fouling يحول الحمض ال الحديديك الثلاثى المترسب إلى حديدوز ثنائى ذائب ...(وبعض الأبحاث تفضل أن يكون الحمض دافئاً ... يتم بعدها الغسيل العكسي ثم التنشيط) ... انظر لصورة الريزن المتسخ بالحديد:



4- بعض الشركات أوصت بوضع مواد معينة مع المحلول الملحى بنسبة معينة تساعد فى إعادة كفاءة الريزن.
(هذا والجدير بالذكر أنه يجب إضافة كمية الريزن بنسبة 10% سنوياً لتعويض الفاقد منه أثناء فترات التنشيط والخدمة).
وبالطبع كل هذه الحلول وغيرها نرجع فيها أولاً لتوصيات الشركة المنتجة بجانب خبرات العاملين فى هذا المجال ...

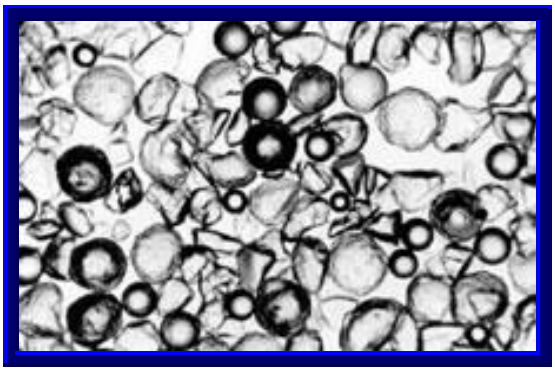
ما العمل عند ظهور بكتيريا بكميات كبيرة وارتفاع ال Total bacteria count أوالTFC فى المياه الناتجة من السوفتنر؟

الإجابة من المانيولات الخاصة بالسوفتنر بجانب رأى الخبراء:
يحتاج هذا السوفتنرإلى تعقيم وفى الغالب أن ذلك يحدث عند عدم تشغيل السوفتنرلمدة أو المباعدة بين فترات التنشيط Regeneration ومبدأياً يجب معرفة كمية البكتيريا فى مياه التغذية ... وأما تعقيم السوفتنر فيكون بطرق متعددة نذكر منها:
1- تعقيم أولى لمياه التغذية بإضافة كلورقبل السوفتنر بالنسب المطلوبة للتعقيم (وبالطبع يجب إزالته قبل الدخول على السوفتنر وسنفسر لماذا بعد قليل).
2- عند التنشيط بالملح (15- 25% كلوريد صوديوم) يُفضل عمل نقع Soaking للريزن فى المياه المالحة لمدة لا تقل عن نصف ساعة ... فالتركيز العالى للأملاح يمنع النمو البكتيرى.

3- تعقيم كيميائى بإستخدام هيدروكسيد الصوديوم NaOH أثناء التنشيط بالملح ونقعه مع الملح مدة نصف ساعة ثم الشطف الجيد لإزالة آثار الصودا الكاوية (بمتابعة الpH).
4- تعقيم كيميائى بالهيدروجين بيروكسيد (H_2O_2) تركيز 2% بدلاً من هيدروكسيد الصوديوم.
5- تعقيم كيميائى بحمض البيرأسيتيك(Peracetic acid) وهو أكثر كفاءة من المواد السابقة كما أننا لا نحتاج منه تركيز عالى (فقط 0.2%) بالمقارنة بالصودا الكاوية.
ويتم استخدام الكميات التالية من حمض البيرأسيتيك للسوفتنر تحديداً: 57 جرام من الحمض لكل قدم مكعب من الريزن (2 جرام/ لتر) عند درجة الحرارة العادية ... ويتم ادخاله للسوفتنر من أسفل Bed وقياس تركيزه من فتحة الخروج effluent حتى يصل إلى تركيزه إلى 10% من تركيزه فى الدخول ... عندئذ ... نتوقف وننقع الريزن فيه لمدة 30 – 60 دقيقة وهو ما نسميه الcontact time ... بعدها نغسل بماء مقطر حتى نتخلص من أى آثار للحمض ... ثم نقوم بعمل إعادة تنشيط مرتان للسوفتنرDouble regeneration.

هل يصلح الكلورين لتعقيم الميسر (السوفتنر)؟

كما ذكرنا أننا نضيف الكلور إلى مياه التغذية فى المعالجة الأولية بغرض التعقيم ثم نزيله قبل الدخول على السوفتنر ... وإليكم السبب ...
الكلور سوف سوف يعقم السوفتنر ... وبما أنه عامل مؤكسد قوى يؤثر على المطاط والبلاستيكات (ومن ضمنها الريزن)! فإن له آثار خطيرة على الريزن ... ويعمل على تدميره!
ذكرنا أن الريزن (أو الراتنج) يتكون من مادة البولى ستيرين داى فينيل بنزين Polystyrene divinyl benzene (PDVB) ...وعندما نضيف الكلور فإنه يؤكسد الDVB ويكسر روابطه فتنتفخ حبات (خرزات) الريزن وتتحول إلى كتلة جيلاتينية عديمة الفائدة ويقل الضغط داخل السوفتنر وتتكون الشقوق والقنوات Channeling عبر الريزن ... ويقل الحجم الإفتراضى للريزن (والمفترض أن يكون فى حدود عشر سنوات) ... انظر الصورة التى توضح الريزن الذى تم تدميره بواسطة الكلور:



لذا لا يُمكن استخدام الكلور فى تعقيم السوفتنر بطريقة مباشرة ... ولكن نعقم المياه أولاً قبل الدخول ثم نزيل الكلور تماماً ثم ندخل المياه إلى السوفتنر.
وإزالة الكلورين يكون بوضع فلتر كربونى يزيل الكلور بنسبة 100% أو نمرره على طبيقة من الفحم النشط Bed of activated carbon ... أو نضيف كيماويات مثل الصوديوم سالفايت أوالصوديوم باى سلفايت ... وإن كانت الكيماويات غير فعالة جداً فى إزالة مركبات الكلورامين ...

والخبراء قالوا أنه يجب أن لا يزيد الكلور الداخل إلى السوفتنر بأى حال من الأحوال عن 1 جزء فى المليون (والأفضل أن لا يزيد عن 0.5 جزء فى المليون) ... وعند 2 جزء فى المليون يبدأ تخريب حبات الريزن بسرعة.

الحسابات الخاصة بالميسر Softener:

من أهم الحسابات التى سنذكرها هنا هى حساب كمية الريزن المطلوبة ... أو كمية المياه المنتجة (المطلوبة) من وحدة سوفتنر موجودة بالفعل ... وقد تفضل المهندس أيمن عونى بشرح هذه الحسابات وتم اختصارها كالتالى:
مبدأياً نقول أن الريزن يتم حسابه باللتر (وليس الكيلو) ... يعنى عند شراؤه وكتابة الطلبيات يكون الطلب باللتر ...
القانون العام أو المعادلة تقول:

$$\text{حجم المياه المنتجة بالمتر مكعب يومياً} = \frac{\text{كمية الريزن باللتر} \times \text{كفاءة الريزن Capacity}}{\text{العسر الكلى فى مياه التغذية (مجم/لتر)}}$$

بالنسبة لكفاءة الريزن Cationic exchange capacity تختلف من نوع إلى آخرويُمكن الحصول عليه من خلال الData sheet الخاصة بالريزن (كم لتر ريزن يزيل كم جرام/لتر عسر كلى عندما يمرالماء عليه) ... وفى المتوسط أن واحد لتر من الريزن يزيل من 40 – 60 جرام عسر من الماء ... وأحياناً يتم ضرب قيمة معطاة فى الداتا شيت فى معاملات تصحيح correction factors ... أول معامل عبارة عن تركيز كل الكاتيونات على تركيز الصوديوم ... ومعامل التصحيح الثانى عبارة عن الTH أو العسر الكلى Total hardness ... وياريت حد يعطينا مثال عملى على ذلك قابله فى عمله ...
بالنسبة لقياس العسر الكلى فهو مجموع تركيزات الكالسيوم والمغنيسيوم بالملى جرام/لتر (ارجع للتعريف والتحليل فى كورس المفاهيم الأساسية) ...
أمثلة عملية:
نريد معرفة حجم الريزن المطلوب داخل السوفتنر لمياه عسرها الكلى 150 جزء فى المليون ... والمياه المطلوب انتاجها 45 متر مكعب/ساعة ... (علماً بأن هذا واحد لتر من الريزن يزيل 55 جرام عسر) ...
الإجابة:
المياه المطلوبة = 45 متر مكعب / ساعة = 45 x 24 = 1080 مترمكعب/يوم
لذا حجم الريزن المطلوب باللتر = حجم المياه x العسر(مجم/لتر مقسوماً على كفاءة الريزن بالملليجرام)
=1080 x 150 / 55000 = 2.945 مترمكعب = 2.945 x 1000 لتر = 2945لتر...
(لاحظ أن الكفاءة بالجرام قد تم تحويلها إلى ملجرام ... كما أن المتر المكعب = 1000 لتر).
لذا فنحن نحتاج إلى 2945 لتر ريزن لكى نزيل عسر 150 جزء فى المليون بانتاجية مياه 45 متر مكعب/ساعة ...

ومن الممكن عكس العملية من خلال المعادلة السابقة ... بمعنى أننا فعلياً عندنا ريزن بحجم معين ونريد أن نحسب كمية المياه التى سيعالجها من العسر حتى تخرج روحه إلى مرحلة التنشيط التالية!

فلو كان عندنا 100 لتر ريزن ... وكفاءة الريزن 55 جرام/لتر... والعسر 80 جزء فى المليون تكون حجم المياه المنتجة بالمتر مكعب بين التنشيط الأول والذى يليه كالتالى:

حجم المياه المنتجة بالمتر مكعب يومياً = كمية الريزن باللتر x كفاءة الريزن Capacity
العسر الكلى فى مياه التغذية (مجم/لتر)

المعادلة بالإنجليزية كالتالى:

Water volume between two regeneration =
= resinvolume (L) x capacity (g/L) = (100 x 55)/ 80 = 68.75 m^3
Total hardnessof feed water (mg/L)

وهذا يعنى أن المياه المنتجة بين كل تنشيطين 68.75 متر مكعب ...

المشاركات فى النقاش الرابع والعشرين:
"الميسر" أو السوفتنر

سؤال أحد الزملاء:

قلت فى الشرح أن قابلية ارتباط الريزن بالكالسيوم والمغنيسيوم أكبر من الصوديوم اذاً كيف تتم عملية اعادة الصوديوم ليحل محل الكالسيوم والمغنيسيوم في عملية التنشيط ؟؟؟؟؟

الرد:

أحد أساتذتنا الكرام فى علم الكيمياء قال لنا أن المثل الذى يقول " الكثرة تغلب الشجاعة" يطبق فى الكيمياء أيضاً!!

ذكرنا فى الشرح هذه الكلمات:

{ما يحدث هوأن كاتيونات الصوديوم الموجبة – وإن كانت ضعيفة الشحنة بالمقارنة بكاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم إلا أنها بكثافتها وكثرتها بالبلايين مع وجود ضغط (1- 2 بار حد أدنى) تصبح لها القدرة على إزاحة الأعداد القليلة من كاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم التى احتلت

مكانها على سطح الريزن ... فيتم طرد الغازة مرة أخرى ويعود الصوديوم إلى أرض الوطن "ليرتبط بسطح الريزن" ...}

مداخلة المهندس محمد الخالد:

أريد أن أضيف هنا أيضاً بأن عكارة الماء تؤثر سلباً على فعالية الريزين ونحن من خلال التجربة ... وجدت بأنه الحلايات (السوفتنر) المسبوقة بفلتر رملي وفلاتر 5 ميكرون تعطي أداء أفضل من التي يسبقها فقط فلاتر قطنية 20 ميكرون ... وهذه صورة لفلتر رملي وفلاتر قطنية 5 ميكرون قبل السوفتنر

مداخلة الدكتور محمد شلتوت والمهندس محمد الخالد:

يحدث ارتفاع بسيط فى التوصيلية الكهربية بعد الخروج من السوفتنر.

مداخلة المهندس محمد عبد الرحيم:

من الأمور الضارة جداً بالريزن وتؤدى إلى تكسيره وجود كلور فى المياه المغذية له.

مداخلة المهندس"Fares Elahlam":

من مشاكل السوفتنر أنه يعمل علي زيادة أملاح الصوديوم ولذلك يُنصح بعدم الشرب منه ولانعدام أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه.

مداخلة المهندس محمد عبد الرحيم:

الماء الخارج من السوفتنر غير صالح للشرب لأنه يحتوى نسبة صوديوم عالية وهذا يؤدى تخزين الماء فى الجسم و زيادة ضغط الدم.

مداخلة المهندس قربابى الجيلانى:

من المشاكل أن المسير يتجدد من أعلى ومن أسفل يكون التجديد ضعيف.

رد المهندس محمد الخالد:

يمكن التغلب عليها بزيادة زمن الbrine.

سؤال أحد الزملاء:

لو عندي سوفتنر قبلRO ... هل ينفع أن أُنشطه بمياه الريجيكت للRO دون اضافة صوديوم كلوريد علي أساس أنه سيكون مصدر للصوديوم؟

رد الدكتور محمد شلتوت:

الريجكت فيه من الملوثات ما لا يسمح بإستخدامه فى تنشيط السوفتنر.
أولا التنشيط يكون بمحلول ملح فوق التشبع والريجكت مهما كان لا يكون كذلك ... الريجيكت به مكونات أخرى مثل كبريتات الكالسيوم والماغنسيوم ... ومن الممكن أن تترسب على حبيبات الريزن و تفقده فاعليته ... كما أنه فى حال استخدام حامض لخفض الpH قبل الRO تكون مياه الريجيكت حامضية مما قد تؤثر على طبيعه الريزن الذى يعمل عند مدى pH معينة و الريجيكت قد يحتوى على مواد عضوية وبكتيريا مما قد تكون بؤرة تلوث تؤثر فيما بعد على ال RO وتكون Biological fouling.
انتبه لأنه من الممكن كى توفر فى مرحلة تدمر مجمل المنظومة!!

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
25
النقاش
الخامس
والعشرون
فلاتر
الكارتريدج
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الخامس والعشرون

الفلاتر الدقيقة (الميكرونية) (الخرطوشية) (فلاتر الكارتريدج)

بعد أن تعرضنا للفلاتر الرملية بأنواعها والفلاتر الكربونية ... بقى أن نتعرض للفلاتر الدقيقة الميكرونية (أو الخرطوشية) أو فلاتر الكارتريدج (Cartridge) واختصاراً نقول "C.F" أو فلاتر الشمعات (Candle filter)... وهى مرحلة تسبق مباشرةً الدخول على أغشية المحطة لذا تسمى pre-filters. (كما يستخدم فى خطوط التبريد قبل الأجهزة الحساسة التى لا تتحمل أى مواد عالقة).

وقتاً سعيداً ومثمراً مع فلاتر الكارتريدج ...

فلتر الكارتريدج خاص بفلترة للمواد الدقيقة وهو يساوى أمان وحماية للأغشية وطلمبة الضغط المرتفع من الجزيئات المعلقة الكبيرة نسبياً والتى ربما مرت من الفلتر الرملى والكربونى بجانب المواد المعلقة الصغيرة التى لا تستطيع الفلاتر الرملية حجزها ... فهى تعتبر بمثابة تأكيد على نقاء المياه قبل الدخول على الأغشية.

وكارتريدج الفلاتر الدقيقة يشبه الشمعات فى الفلاتر المنزلية ولكنها أكبر فى وحدات التناضح العكسى ، ويتم استبدالها من حين إلى آخر.

يتكون هذا النوع من ألياف مجوفة hollow fiber من بوليمر كالبولى بروبيلين أو من ألياف قطنية على هيئة خيوط ملفوفة أو مضغوطة (مُدمجة) تحت درجة حرارة تحجز العوالق ولها قطر معين تبعاً للاحتياج أويتم تصنيعها من السيراميك الغير عضوى Inorganic ceramic materials.

تبطن الأجزاء الداخلية المعرضة للماء فى الفلاتر بالإيبوكسي لمنع التآكل وأما الأسطح التى يتعذرتبطينها بالإيبوكسي مثل المسامير والصواميل وغيرها فتصنع من مواد مقاومة للتآكل.

🗣من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

يوجد نوعان من فلاتر الكارتريدج وهما:

1- فلاتر طبيعية normal: ولها كفاءة 85% ... يعنى تحجز حوالى 15% من الشوائب.

2- فلاتر مُطلقة absolute: وهى تحجز حوالى 99% من الشوائب لجودة ودقة التصنيع.

الشمعات الخاصة بالفلاتر الدقيقة لها عدة مقاسات مثل 1 ،3، 5 ، 10 ، 25 ميكرون والحقيقة أن الوصول إلى 1 ميكرون لمياه الشرب يعتبر نوع من الرفاهية! ... كما يوجد مقاس 0.1 ميكرون لأغراض معينة.

وهذه الصور التالية لفلاتر الكارتريدج:

فلتر
كارتريدج

مداخلة المهندس حمدى السيد:

المُسمى الأصح ... الوعاء الحاوى ... أو Filter housing ... بالتوفيق.

وهذه صورة لوحدة RO ... أنظر إلى الفلترالخرطوشي الفضى (5 ميكرون) بجانب تنكين الSMBS الذى سنتحدث عنه فى البوستات القادمة (ونلاحظ عدم وجود فلتر كربونى لأن ال SMBS هوالبديل فى هذه الوحدة التى يعمل فيها هذا الأستاذ):

تنقسم الفلاتر الدقيقة إلى فلاتر ميكرونية (Micro filters) تصل إلى 3 - 5 ميكرون وربما إلى 0.1 ميكرون لحجز كل المواد الصلبة المُعلقة المتبقية من الفلاتر الرملية بما فيها باقى البكتيريا ... ويطلق عليها وحدات الMCF وهى اختصار لMicron cartridge filter، ثم تأتى الفلاتر الدقيقة جداً (Ultra filters) ... فهى لحجز جميع المواد الغروية والتى تصل إلى 0.01 ميكرون أو 0.001 م ميكرون ....
من الممكن وضع فلتر ميكرونى ثم وضع فلتر دقيق جداً لمزيد من الرفاهية كما قلنا! أو بناءً على الغرض من المياه المنتجة ...

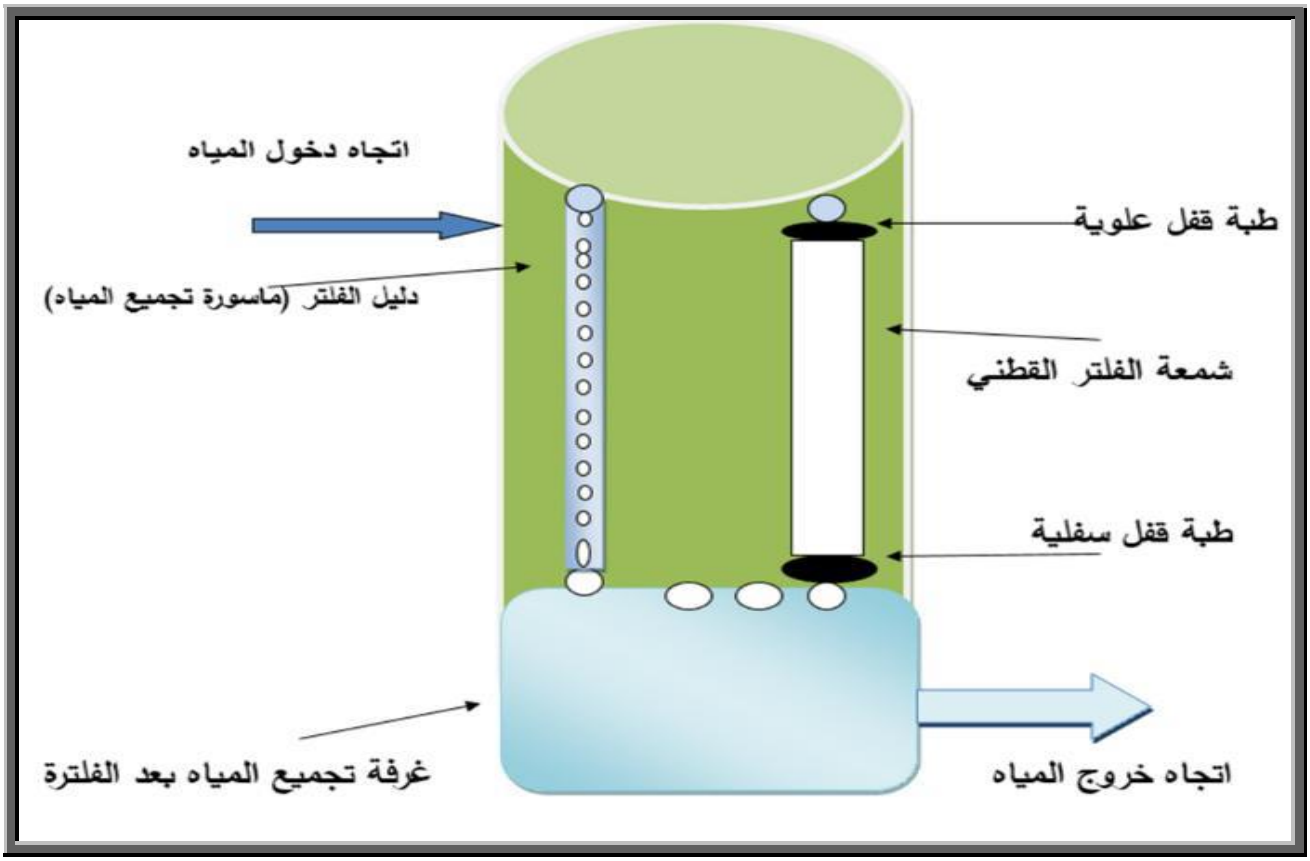
مم يتكون هيكل (أو وعاء) الفلاترالخرطوشية الدقيقة؟

عادة ما يتكون هيكلها من الإستانلس ستيل أو الصلب الفولاذ المقاوم للصدأ ... أو بلاستيك البولى بروبيلن والبولى كربونايت والذى يتحمل الظروف القاسية من التغير فى درجات الحرارة والضغط.

الفلتر القطنى (Cotton filter):

الفلترالقطنى هو أشهر أنواع فلاترالكارتريدج الذى يتكون من خيوط من البولى بروبيلين فى المعتاد ... لإزالة الرمل والتراب والصدأ والشوائب ، وتتراوح مساميتها من 1 إلى 50 ميكرون (وفى المعتاد 5 ميكرون مثل الفلتر القطنى المنزلى).

صورة توضيحية للفلتر القطنى:



انظر إلى الشمعات المنزلية التى تثبت فى فلاترالكارتريدج الصورة:

وعند استعمال الفلاتر الدقيقة يجب الإهتمام بعدة أمور أهمها:

موديل الفلتر- قراءة المانيوال أو ال data sheet الخاصة بالفلتر - طول الفلتر - عدد الشمعات - سهولة إزالة الخراطيش لتغييرها أو تنظيفها - درجة حرارة التشغيل - تحمل الضغط (من3 - 10 بار) (وفى المتوسط 7 بار) وأقصى ضغط (10 بار) - مفاتيح ضبط الضغط وقياسه - مدخل ومخرج الفلتر والصمامات عليه - الحد الأقصى لمعدل التدفق - حجم الأنابيب ...

من محاضرات المهندس محمد موسي والتعليق عليها:

عند تصميم فلاتر الكارتريدج يجب أن لا تزيد قيمة ال hydraulic load عن حد معين ... وكلما زاد قطر الشمعة زادت كفائتها فى فصل الشوائب.

فلتر كارتريدج السيراميك Ceramic cartridge filter (CCF):

نوع من فلاتر الكارتريدج رخيصة الثمن وفعالة جداً فى إزالة الجزيئات الصغيرة حتى 0.5 ميكرون من مواد عالقة وبكتيريا ... ويستخدم فى المنازل وفى وحدات المعالجة للتناضخ العكسى ...

يصنع من جزيئات صغيرة جداً من مادة السيراميك على هيئة حبيبات السيليكا الدقيقة التى تمت معالجتها والتى كان مصدرها فى الأصل من الأرض الدياتومية أو الDiatomaceous earth التى تكونت على قاع البحر نتيجة لموت ملايين الملايين من الدياتومات النباتية وتراكمها على القاع ، وهى كائنات وحيدة الخلية تشبه الطحالب وتتكون جدرانها من السيليكا ...

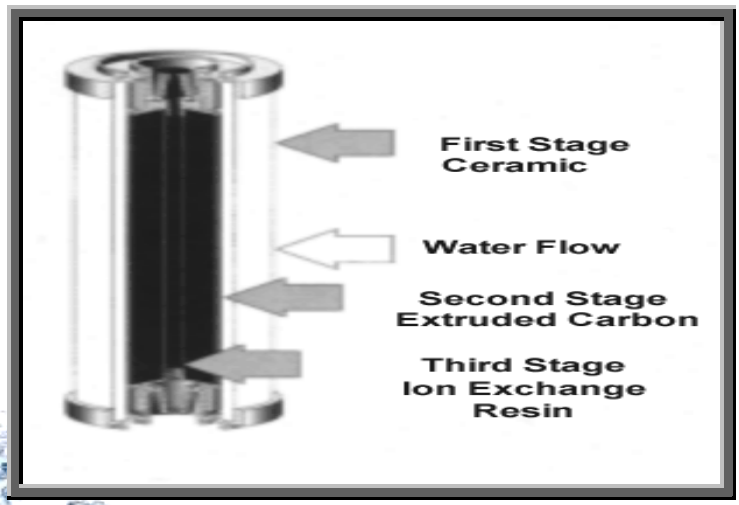
فى تقنية أفضل ... يتم دمج مادة السيراميك مع مرحلتين ليتكون الفلتر من 3 مراحل وهى:

1- المرحلة الأولى: مادة السيراميك وكما قلنا أنها تزيل ... حتى أنها تزيل 99% من البكتيريا وعادة ما تطعم بفضة حتى تمنع نمو البكتيريا فيعتبر ذلك نوع من التعقيم الذاتى self-sterilizing وهويزيل أكثر من 99% من البكتيريا بما فيها بكتيريا السالمونيلا والكوليرا والE.Coli.

2- المرحلة الثانية: كربون نشط لإزالة الكلورين والمواد العضوية والمبيدات الحشرية والزراعية وغيرها.

3- المرحلة الثالثة: راتنجات التبادل الأيونى Ion exchange resin لإختزال الرصاص والفلورايد وبعض الأملاح والمعادن الثقيلة ولكن ليس بالطبع بقوة أغشية التناضخ العكسى.

انظر الصورة:



يمكن تنظيف فلترالسيراميك عدة مرات من العوالق التى تحجز عليه بفرش ناعمة Brushing بجانب عمل الغسيل العكسى ... ومن الممكن عمل تعقيم باستخدام مياه ساخنة وصابون ...
كما يفضل تركيب فلتر كارتريدج قبله لتخفيف الحمل عليه ...
فلتر الكالسيت أيضاً هو نوع من أنواع فلاتر الكارتريدج ... سنذكره عندما نتحدث عن المعالجة النهائية بعد الخروج من الأغشية لأهميته فى هذه المرحلة ...

تعليق هام من المهندس سعيد عادل:

فلتر السيراميك لا يفضل استخدامه للأسباب التالية:
1- معدل السريان داخله قليل لذلك نحتاج لعدة فلاتر منه.
2- طريقة تنظيفه صعبة جداً وتأخذ وقتاً طويلاً.
3- قد يتعرض للكسر أو التآكل ويسقط كقطع فى المياه.

المشاركات على النقاش الخامس والعشرون:
فلاتر الكارتريدج

مشاركة المهندس حامد أحمد:

يوجد نوعان من شمعات الكارتريدج فلتر ... النوع الأول الفلترالقطني وهو عبارة عن خيوط ملفوفة قطنية حلزونياً ... النوع الثاني فلتر البولي بروبلين ... وشمعات الفلتر المستخدم في المعالجة الأولية يكون غالباً 5 ميكرون ويكون طول شمعة الفلتر "30 أو "40.
شمعة الفلتر "30 تعطي فلو flow 3 m^3/hr
والشمعة "40 تعطي فلو flow 4 m^3/hr

تعليق المهندس محمد على:

اصطلاحا نحن متفقون أن ال 10 " ينقي و يعطي تصرف 1 متر مكعب ساعة

ويُكمل المهندس حامد أحمد:

عدد شمعات الفلتر وكذلك حجم الشمعة يجب أن يكون متناسباً مع الفيد فلو المطلوب.

استفسار من أحد الزملاء:

لدي فلتر خرطوشي شمعاته 40 دقته 5 ميكرون يحتوي على 14 شمعة كم التدفق الذي يستوعبه هذا الفلتر؟؟؟ والنوعان الذي نستخدمهم هي شمعات قطنية "خيطية" والنوع الآخر شمعات سيللوزية ...

رد المهندس محمد على:

14 x 4 = 56 مترمكعب/ساعة تقريباً.

رد المهندس حامد أحمد:

الفلو تقريباً من 55-60 مترمكعب/ساعة

مشاركة المهندس حمدى السيد (ترجمة مشاركته إلى اللغة العربية وهى مأخوذة من موقع Lenntech):

فى جزئية لم تتطرق إليها المناقشة وهى الFilter rating أو تصنيف الفلاتر:
يتم تصنيف الفلاتر تبعاً لمقدرتها على إزالة الجسيمات من السائل (أو المياه) والتى لها حجم معين ... وتوجد عدة طرق للتصنيف لتحديد كفائته ... والتصنيف تبعاً لحجم الثقوب Pore size ratings: وهو يشير إلى حجم الجسيم أو الكائن الحى الذى يتم حجزه بواسطة ميديا الفلتر ... فمثلاً فلتر 10 ميكرون لها القدرة على حجز جسيمات بحجم 10 ميكرومتر.
وإليك الطريقتين:
1- التصنيف المُطلق Absolute rating: تشير إلى أكبر جسيم زجاجى دائرى أو ال glass beads (بالميكرومتر) والذى يمر خلال الفلتر تحت الظروف المعملية ... وهو يُعطى إشارة لحجم الفتحات فى الفلتر.
2- التصنيف تبعاً للحد الأدنى من فلترة الجسيمات الصلبة Nomianl rating ... نقول 90% من فلتر 10 ميكرون.

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
26
النقاش
السادس
والعشرون
مفاهيم التعقيم
وتعقيم فلاتر
الكارتريدج
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش السادس والعشرون

التعقيم وأنواعه وتعقيم فلاتر الكارتريدج وتغييرها

قبل أن نتحدث عن تعقيم الفلاتر الميكرونية الدقيقة سنأخذ فكرة عامة وهامة عن التعقيم والفرق بين: Cleaning – sanitizing – disinfection – sterilizing.
نقرأ أحياناً عن بعض الشركات المتخصصة فى النظافة والتعقيم تُطلق على نفسها تعبيرظريف وهوcompany log -6 ... فما معنى ذلك؟ ونقرأ أحياناً فى الكاتالوج أو المانيوال الخاص بالفلاترالميكرونية أوفلاتر الكارتريدج أنه يتم تعقيمها بخطوات فى حالة الsanitization وخطوات أخرى فى حالة الsterilization ...فما معنى ذلك؟
لكى نضع حداً للحيرة "المعتادة" التى تنتاب بعض الزملاء أحببنا إعطاء فكرة عن هذه المصطلحات السابقة والتى تتعلق بالتعقيم ... وإليكم التوضيح:
1- عندما تأتى بقطعة قماش (أو خرقة) لتنظف بها سطح من الأسطح من المواد الدخيلة (Foreign matter) كالأتربة dust وما شابهها من القاذورات المرئية... فإن هذه العملية تسمى تنظيف cleaning وهى أبسط عمليات النظافة.
2- عملية الSanitization أو ال Disinfection هى درجة أقوى فى عملية التعقيم يتم من خلالها إختزال (أو تقليل) أعداد الكائنات الدقيقة (الميكروسكوبية) (Micro-organisms) وبالأخص البكتيريا والفطريات ... ولكن لا يحدث تأثير على الفيروسات أو الspores وهى البكتيريا التى تستطيع أن تحمى نفسها من المؤثرات الخارجية بوضع غشاء أو غلاف حول جسمها.
ويتم تطبيق ذلك عند تعقيم الأسطح المختلفة ومع تعقيم الهواء.
3- عملية الSterilizing هى درجة من التعقيم أقوى من السابقة ، ويتم من خلالها القضاء التام على جميع الكائنات الميكروسكوبية بما فيها الفيروسات والSpores.
ويتم تطبيق ذلك مع الصناعات الغذائية والطبية ومعدات الجراحة ومعدات معامل التحاليل وغيرها والتى تتطلب تعقيم من نوع عالى جداً.
4- كمية الإحتواء على الكائنات الدقيقة يُطلق عليها "الحمل البيولوجى" أو المحتوى الحيوى (Bio-burden) أو (Microbiological- burden)، وفى حالة الsanitization أو ال disinfection يتم التخلص من 99.999% من المحتوى الميكروبيولوجى ، ويسميها الأجانب 5-log نظراً لوجود 5 تسعات ... والبعض أحياناً يُفرق بين الsanitization والdisinfection فيقول أن الأولى يحدث فيها التخلص من 99.99% من المحتوى الميكروبيولوجى (أى 4-log) ، والثانية 99.999% (أى 5-log)!!
مرحلة الsterilizing يتم التخلص من 99.9999% من المحتوى الميكروبيولوجى (أى 6- log) ... وبعض الشركات بالغت وقالت أنه يصل إلى 99.99999999 (أى 10-log)! يعنى تقريباً 100%.
5- العمليات السابقة كلها تندرج تحت مفهوم الDecontamination أو إزالة الملوثات.

كيف يتم عمل الSanitization؟

يتم عملها بواحدة من عدة طرق ، وإليك عدة أمثلة:
1- استخدام صابون اليد مع تدفق مياه ساخنة لمدة 20 ثانية.
2- استخدام الصابون السائل للأسطح وغيره.
3- استخدام مواد مطهرة أخرى.

كيف يتم عمل الSterilizing؟

يتم ذلك باستخدام تقنيات عالية تندرج تحت البنود التالية:
1- تعقيم فيزيائى (Physical): ويستخدم فيه الحرارة (كالغليان أو النقع فى مياه ساخنة لمدة معينة أو استخدام خط بخار ساخن steam عند 120- 135درجة مئوية أو استخدام البخار الساخن فى جهاز الأوتوكلاف Autoclave عند درجة حرارة حوالى 125 درجة مئوية) ... أو يتم استخدام طاقة إشعاعية مثل الأشعة فوق البنفسجية UV أو استخدام طريقة الفلترة (الترشيح) أو استخدام ضغوط عالية high pressure لفترة طويلة.
2- تعقيم كيميائى (Chemical): ويتم استخدام مواد كيميائية غازية أو سائلة بنسب معينة كما سنذكر بعد قليل.
3- تعقيم فيزيوكيميائى (Physiochemical): حيث يتم الجمع بين التعقيم الفيزيائى والكيميائى.
أمثلة للمواد الكيماوية التى تستخدم فى التعقيم (منها الغازية والسائلة):
Ozone – halogens (chlorine gas or sodium hypochlorite or chlorine dioxide) – sodium bicarbonate – Hydrogen peroxide (H_2O_2) – Hydrogen peroxide with formalin – Phenols – alcohols (ethanol – iso-propanol(IPA)) –aldehydes (Formaldehyde – phthaldehyde) – glycols(propylene glycol – triethylene glycol) – ethylene oxide – Quaternary ammonium (quats)(Ammonium and water) – acetic acid – per-acetic acid (acetic acid with hydrogen peroxide) –citric acid – nitric acid – hydrochloric acid – phosphoric acid –caustic (NaOH) – hot caustic – heavy metals – detergents.
لذا عندما نستخدم الكلوين فى عملية كلورة الماء ويتبقى كلورين حُر(free chlorine) فى المياه نستطيع أن نقول أنا عملنا sterilizing للمياه وهى أدق من كلمة disinfection أو الsanitization ... وإن كان البعض يتجاوز فى هذه المصطلحات ... ولا يهمنا ذلك كثيراً والمهم نتيجة التعقيم!!!

ما المقصود بمصطلح الCIP؟

هو اختصارل"Clean – in – place" لنظافة وتعقيم المكان أوالأسطح الداخلية للمواسير والأوعية والفلاتر وغيرها عن طريق أحد مواد التعقيم السابق ذكرها.

بالنسبة لتعقيم فلاتر الكارتريدج الميكرونية:

يتم التوصية من قبل الشركة المنتجة للفلاتر الكارتريدج بتنظيف الفلاتر أو غسلها بسوائل كيماوية معينة وعادة ما تكون لها أسماء تجارية ، ويتحتم ذلك عند ظهور رائحة كريهة فى الفلتر (من أعلى مثلاً) نتيجة تراكم الفاولينج ويتم علاجها بمحاليل معينة مثل السابق ذكرها وتبعاً للتوصيات.
كما يتم التوصية بتخزين هذه الفلاتر فى محاليل معينة مثل الصودا الكاوية أوحمض الستريك أو الإيثانول ... إلخ ... وتكون متوافقة مع أجزاء الفلتر كالO-ring ... وبتركيزات معينة ... ويتم الغسيل النهائى final rinse بمياه نظيفة بكثرة لإزالة أى آثار للمادة المنظفة أو المُعقمة... وعند انسداد الشمعات يُمنع من غسيلها بل يجب استبدالها بشمعات جديدة مع مراعاة إحكام الإغلاق عليها ...

من محاضرات المهندس محمد موسي:

خطوات الغسيل الكيميائى لفلاتر الكارتريدج:
1- غسيل بحمض مثل حمض الستريك.
2- غسيل بقاعدة مثل الصودا الكاوية.
3- الغسيل بsmbs أو الصوديوم ميتا باى سلفايت.
مع ملاحظة أنه لا يجب إعادة استخدام الفلتر أكثر من 3 مرات ... وذلك حتى لا تكون الأغشية مَعرضة لمرور الرمال نتيجة قلة كفاءة الفلتر.

مداخلة المهندس سعيد عادل:

بالنسبة للفلاتر ... عملية تعقيم الفلاتر تكون فقط للفلاتر البكتيرية مثل السيراميك وال poly sulphone ether وال pvfd ... ويتم التعقيم باستخدام مياه ساخنة عند 85 درجة مئوية لمدة نصف ساعة ... وبعدها يتم عمل الintegrity test للتأكد من سلامة الفلتر قبل وضعه فى الخدمة (service) ... وهذا التعقيم يتم عدة مرات ... وبعده الفلتر يتغير.
أما الفلاتر الكارتريدج بجميع أنواعها PP بتستبدل لأنها من الأساس ليست مقاومة للكيماويات chemical resistant أو مقاومة لدرجة الحرارة thermal resistant ... ودائماً مُعرضة لل fiber migration وهى الخطوط البيضاء التي تظهر فى زجاجات المياه المعبئة.

تغيير الفلاتر الدقيقة:

يتم تغييرشمعات الكارتريدج للفلاتر كل فترة وهذه الفترة تعتمد على رأيين أساسيين للخبراء ... وقبل أن نستعرض الرأيين ... يجب أن نكون على دراية بما يحدث فى فلاتر الكارتريدج ...
عندما تستخدم سيادتك فلتر الكارتريدج ... ومع مرور الأيام ... تكشف على الفلتر تجد لونه تغير ... (نجد ذلك واضحاً أيضاً فى الفلتر القطنى المنزلى) ... السبب هو تراكم المواد العالقة والإتساخ على السطح الخارجى لشمعة الكارتريدج وربما داخلها ...وهذا فى حد ذاته شيء يدعونا للإطمئنان حيث أن الفلتر يكون بحالة جيدة وؤدى وظيفته فى حجز المواد العالقة على أكمل وجه ... كما أن ثقوب الفلتر تصبح أكثر ضيقاً وأقل مسامية فتزيد كفاءة الفلترة ولاخوف من المياه الناتجة ... لكن مع الوقت يحدث الخطر وهو انسداد الفلتر شيئاً فشيئاً فيقل تدفق المياه منه وتقل الإنتاجية ... ويحدث فرق فى الضغط بين الدخول على الفلتر والخروج منه ... وهو علمياً يسمى بضغط التوقف تبعاً لمعادة برنوللى ....

عرفنا ماذا يحدث للفلتر أثناء استخدامه ... فكيف يكون التصرف؟؟
الرأى الأول يقول:
إذا كان هناك زيادة فى الفرق فى الضغط (دلتا P) عن حد معين بين الدخول على الفلتر والخروج منه) (وهو 15 psi) (أو 1 بار) والذى يدل على انسداد الفلاتر (Block) بالمواد العالقة أو الفاولينج فيزيد الضغط على الدخول ويقل عند الخروج (ونلحظ أيضاً انخفاض معدل السريان فى الخروج عن المعتاد) وطالما جسم الفلتر سليم وفرق الضغط لم يصل لهذه القيمة فلا داعى لتغييرالشمعة.
الرأى الثانى أصوب فى نظرالكثيرين وهو يقول:
إذا مر على الفلتر زمن معين أوكان فرق الضغط قريباً من الواحد بار فُينصح بتغييره (بجدول زمنى) حيث أن طول المدة يساعد على نمو البكتيريا على سطحه وداخله ويكون مستعمرات لزجة تستطيع الإحساس بها عندما تغير الفلتر وتلمس سطحه ... وبالتالى يؤثر ذلك على جودة المياه الناتجة ... والجدول الزمنى يبدأ فى المتوسط من 15 يوم أو حد أقصى 8 أسابيع ... وبعض الشركات المنتجة تحدد ميعاد التغييرعند فلترة كم جالون أو متر مكعب من المياه ويعتمد ذلك كما قُلنا فى الأصل على طبيعة مياه التغذية ...
يمكننا أيضاً قياس كفاءة الفلتر بواسطة اختبار الSDI الذى ذكرناه فى أوائل السلسة ... وبحيث لا تزيد قيمة ال(15) SDI عن 3.
وعند استبدال الفلاتر الدقيقة نراعى أمور أهمها:
1- شطف وعاء الفلتر تماماً بالمياه لإزالة كل المواد الغريبة بداخله خاصة الرمال والتأكد من عدم وجود رمال داخل وصلات المواسير (PVC) المثبت عليها الشمعات لمنع دخولها على الأغشية بعد التشغيل .
2- بعد تثبيت الشمعات الجديدة يتم شطف الفلاتر مدة 10 دقائق والتخلص من المياه الخارجة من الفلتر قبل دخولها على الأغشية لمنع دخول أى ألياف من الفلاتر الدقيقة إلى الأغشية.

مشاركات الخبراء حول تغيير فلاتر الكارتريدج:

مشاركة المهندس حامد أحمد:

يتم تغيير شمعات الفلتر غالباً في أحد الحالتين:
1- فرق الضغط علي شمعات الفلتر ١بار أو علي حسب توصيات المصنع.
2- إذا لم يعطِ فرق ضغط بعد شهر ونصف ... يتم الشطف علي الشمعات وإذا كانت بحالةٍ سيئة يتم تغيرها أو إذا كانت بحالة جيدة يتم تغييرها علي ثلاثة أشهر أوعلي حسب توصيات المصنع

استفسار أحد الزملاء:

ما هو الوقت المناسب لتغيير الفلاتر الشمعات؟ ... بغض النظر عن متابعة فرق الضغط (الزيادة عن واحد بار) ... وما تأثير فترة السدة الشتوية للنيل علي الفلاتر الشمعات من حيث تغييرهم خلال هذه الفترة ... وهل لها طريقة للغسيل الكيميائي لها في حالة انسدادها وما هي الطريقة؟

رد المهندس أحمد الربيعى الربيعى:

بالنسبه الى العمر التشغيلي للفلتر المايكروني يعتمد على عدة عوامل عند تغييره مثل: نسبة الانسداد في مسامات سطح الفلتر والتي تؤدي إلى انخفاض في انتاجية الفلتر أو ظهور رائحة كريهة نتيجة حدوث تلوث بايولوجي فيها أوعدم الاستيفاء بمتطلبات العمل كظهور فحص SDI

بقيم عالية أوحدوث تسريب للماء الغير مفلتر ليختلط مع الماء المفلتر وخاصة عند الأطراف .
طرق اعادة تنشيط الفلتر كيمياوياً غير مجدية لا من الناحية الاقتصادية أوالتشغيلية.

استفسار من أحد الزملاء:

أريد تفاصيل عن الpsi.

رد المهندس عماد حمدى:

Psi هى وحدة لقياس الضغط الجوى ... والواحد بار = 14.6 psi.

مشاركة المهندس قربابى الجيلانى:

فلتر ميكرونى من البولى بروبلين بمسامية 5 ميكرون لعمل ترشيح دقيق لكافة الشوائب والعوالق ... وتعمل هذه المرحلة على فصل الشوائب والصدأ والرمل والطمى وأية مواد أوأجسام غير ذائبة بالمياه من جراء استعمال الخزانات والشبكة المتهالكة.
وهذه فلاتر ل 1،5 ميكرون:

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
27
النقاش السابع والعشرون
إضافة نازع الكلور
منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضخ العكسى

النقاش السابع والعشرون

إضافة نازع الكلور

عملية إزالة الكلور Dechlorination process يا أساتذة قبل دخول المياه على الأغشية من الأهمية بمكان لأنه مادة مؤكسدة ويسبب ضرر على الأغشية فهو يعمل على أكسدتها فتتلف وتتكون ثقوب تمر من خلالها الأملاح إلى المياه المنتجة ... يعنى يحدث تسريب leakage إلى المياه المنتجة.

ويكفى أن نقول: أن نسبة 1 جزء فى المليون من الكلور خلال ساعة واحدة قد تُتلف الأغشية!

تابع التعليقات ...

(بعض الأغشية الحديثة مقاومة للكلورين ويذكر لك مثلاً أنه يتحمل كلورين 1 جزء فى المليون لمدة 1000 ساعة).

<u>يتم إزالة الكلور بطريقتين وهما:</u>

1- تثبيت الفلتر الكربونى بعد فلاتر الميديا كما سبق وأن ذكرنا.

2- إضافة نازع الكلور(مزيل الكلور).

والمركبات المشهورة هى الصوديوم باى سلفايت Sodium bisulphite SBS ($NaHSO_3$) والذى يُباع على هيئة سائل بتركيز 30- 40% تقريباً أوالصوديوم ميتا باى سلفايت Sodium meta bisulphite SMBS ($Na_2S_2O_5$) والذى يُباع على هيئة مادة صلبة عندما تذوب فى الماء تتحول إلى المركب الأول كما سنبين...

وتستخدم مواد أخرى بدلاً من الSBS مثل الصوديوم سلفايت أوثانى أوكسيد الكبريت SO_2 ولكنه ليس بكفاءة الSMBS.

ملاحظات:

1- يتم إضافة الSMBS بعد فلاتر الكارتريدج غالباً وإن كان هناك سوفتنر أزلنا الكلور قبل الدخول عليه نظراً لخطورته على الريزن كما قلنا.

(البعض يُفضل – وعنده الحق – فى إضافته بعد فلتر الكارتريدج وذلك للحفاظ على الفلتر ومنع تكون الBio fouling لوجود الكلور خاصة فى حالة عدم امتصاص الفلتر الكربونى لكل الكلور الموجود فى المياه كما يلجأ البعض إلى وضع الفلتر الميكرونى قبل الفلتر الكربونى لضمان مرور الكلور على الفلاتر الكارتريدج وإن كنت لا أفضل ذلك) ... والنقاش مفتوح فى هذا الأمر.

2- الغرض منه ازالة الكلور المتبقى residual chlorine ومركبات الchloramines لأنها تؤثر على الأغشية بالأكسدة (أكسدة السيليوز) كما قلنا وتعمل على تحللها وتدميرها حتى ولوكانت بنسب قليلة وزمن تلامس قصير! كما أن نازع الكلور يتسبب فى طرد الأوكسجين الذائب فى المياه.

3- عند إضافة الSMBS فى الماء يحدث الآتى:

يتكون الSBS وهوال Sodium bisulfite مع تصاعد أبخرة مهيجة للعين والبشرة كالتالى:

$$Na_2S_2O_5 + H_2O \rightarrow 2NaHSO_3$$

والذى بدوره يختلط بال Hypochlorous acid كالتالى:

$2NaHSO_3 + 2\ HOCl \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl + NaHSO_4$ (Sodium bisulphate)
أو يتفاعل مع الكلورين كالتالى:

$NaHSO_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow NHSO_4 + 2HCl$

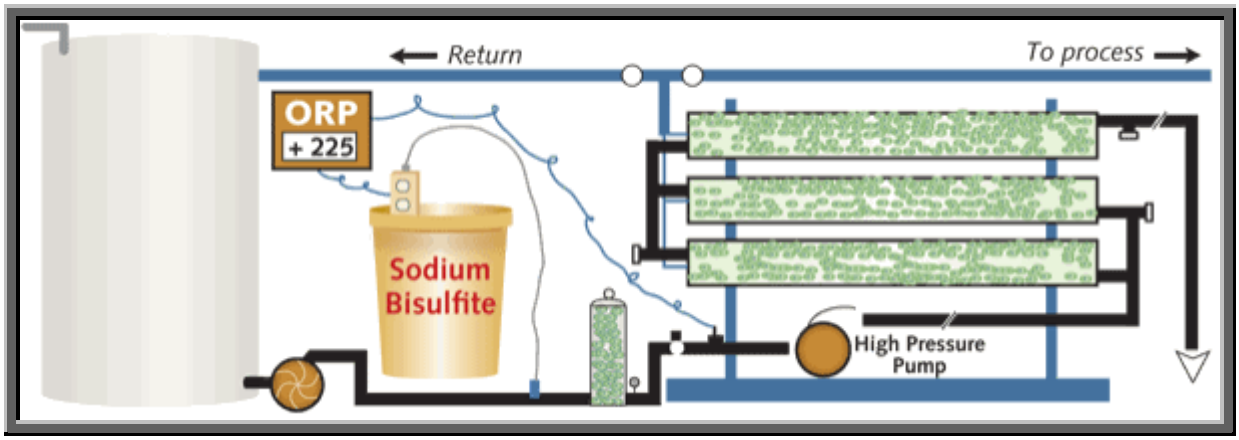
ومن مميزات الSBS هو أن نواتج التفاعل الجانبية (byproducts) بجانب الSBS المتبقى يتم إزالتها بسهولة عبر أغشية الRO.

4- نسبة الSBS من (30 – 40%) والجرعة المناسبة تبعاً لحجم المحطة وتوصيات الشركة المنتجة.

5- هذه المادة – أى الSBS – لا تؤثر على الممبرين بعد ذلك ولكن فقط ترفع التوصيلية بجانب أنها تؤثرعلى جودة المياه خاصة إذا زادت عن الكمية المطلوبة ... فهى تنزع الأوكسجين المذاب وتعمل على إيجاد بيئة مناسبة لنمو البكتريا اللاهوائية Anaerobic bacteria ... وفى نفس الوقت تعمل على خفض الأوكسجين عن نسبها المعتادة ... وبالتالى تقلل إمكانية تكون البايوفاولينج ... لذا فإن ضبط النسبة مهم جداً.

6- بعد نقطة إضافة مزيل الكلور يتم قياس الكلورين للتأكد من الوصول إلى Zero concentration (والجهاز السريع هو الRedox أوORP الذى ذكرناه آنفاً).

لاحظ الصورة التالية ... نرى إضافة الSBS بعد خروج المياه من الفلاتر ومرتبط به جهاز الORP للتأكد من انعدام الكلور قبل الدخول على طلمبة الضغط العالى ومن ثم الأغشية ...



7- قد تقل كفاءة الSMBS نتيجة لتخزينه مدة طولية ولذا يجب اختبار كفاءته بالتجربة السابقة (أى الORP) وأقصى حد لتخزينه هو من أربعة إلى ستة أشهر ويكون فى مكان جاف.
وبالنسبة للSBS وهى بالطبع تتواجد على هيئة محلول فإن ال Solution life لها كالتالى:

Concentration of SBS wt%	Solution life
10	1 week
20	1 month
30	6 month

8- SMBS مادة فعالة لكن يعيبها أنها تساهم فى نمو البكتيريا التى تسد الأغشية وتقلل من أدائها وبالأخص بكتيريا اختزال الكبريت(SBRs) Sulfur reducing bacteria حيث يعتبر

الباي سلفايت فى هذه الحالة غذاءً شهياً لهذه البكتيريا مما يزيد فى نموها ، وهذه البكتيريا تتزايد بصورة ملحوظة فى الوسط المائى اللاهوائى (مع انعدام الأوكسجين) ولذا كما قلنا أن من عيوب الSBS هو تفاعله مع الأوكسجين مما يزيد من احتمالات تكاثر البكتيريا اللاهوائية والتى تتراكم على الأغشية.

9- يجب أن لا تزيد الجرعة عن الحد المسموح به أو الموصى به.

10- نظرياً البعض يقول أن 1.47 جزء فى المليون من الSBS يعادل 1 جزء فى المليون من الكلورين والبعض يقول 1.34 بدلاً من ال1.47 ... المهم عملياً نقول أن 1.8 إلى 3 جزء فى المليون من الSMBS مطلوب لكل ا جزء من المليون من الكلورين ... يعنى تقريباً 3 أضعاف نسبة الكلورين التى تم حقنها، ويجب السماح لهذا التفاعل بالإكتمال لمدة 20 ثانية على الأقل قبل الدخول على الأغشية (ويُفضل استخدام ميكسرMixer أو خلاط).

11- يجب أن لا تخزن الماء التى تم نزع الكلور منها Dechlorinated water فى تنكات لمنع أى نمو بكتيرى محتمل مرة أخرى قبل الدخول على الأغشية.

12- صورة الSMBS:

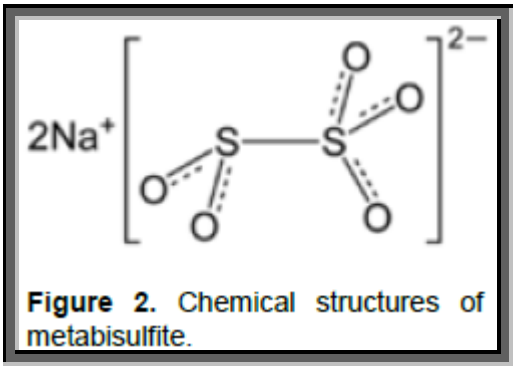


Figure 2. Chemical structures of metabisulfite.

13- لو كان الفلتر الكربونى ضامن لنزع كل الكلور فالبعض يفضل عدم استخدام الSMBS لتكلفته العالية والبعض يُفضل وضع عدة فلاتر كربونية بدلاً من إضافة الSMBS مادام هناك تأكد من نزع الكلور بالكلية (وإن كان يجب الأخذ فى الاعتبار احتمال حدوث مشكلة فى الفلتر الكربونى ...فكيف يكون الحال؟ هل نوقف الوحدة حتى يتم إصلاحه أو تغييره؟).

14- يتم استخدام الSMBS أيضاً فى حفظ أغشية التناضخ العكسى كما سنتحدث فى الجزء الثانى من السلسلة.

15- إضافة الSBS أوالSMBS بعد فلاتر الكارتريدج صحيح وقبل الأغشية مباشرة ... ولكن علينا أن نحذر ... بعض أنواع الأنتى سكيل (مضادات القشور) يهاجمها الكلورين الحر خاصة لو كانت نسبته كبيرة إلى حد ما ... وبالتالى فى هذه الحالة يتم حقن الSBS قبل إضافة الأنتى سكيل.

المشاركات على النقاش السابع والعشرين: إضافة نازع الكلور

استفسار أحد الزملاء:

هل يجب وضع جهاز الORP أم يُمكن قياس الكلور الحُر بالطريقة العادية بجهاز الDr كل نصف ساعة مثلاً أو أكثر عن طريق أخذ عينة قبل الأغشية من الSample valve؟

الرد:

جهاز الORP لـه مميزات تفوق قياس الكلورين الحُر بمراحل ... بعض الوحدات تركب الORP ... ويتم عمل Shut down أوتوماتيكاً للوحدة إذا زاد فرق الجهد عن حد معين ... راجع المناقشة الخاصة بذلك فى بداية الدورة ...

استفسار أحد الزملاء:

هل من الممكن الإستغناء عن الفلترا لكربونى ونستخدم بديل له وهو الSMBS؟

رد المهندس محمد بسيونى:

رأيى الشخصي ممكن جداً ... لكن إن لم يكن عندك طعم ولا رائحة لمياه التغذية ... كما أنه لابد أن تكون قيمة ال TOC قليلة جداً ... مع أني أفضل الاثنين مع بعض بحيث يوضع الكربون فلتر أولاً ثم تكون مرحلة SMBS قبل الممبرين مباشرةً.

مداخلة المهندس محمد الخطيب:

في المحطات الصغيرة يتم استخدام الفلتر الكربوني ... وفي المحطات الكبيرة يتم استخدام الSMBS ... وهذا يعتمد على التكلفة.

مداخلة المهندس رياض عبد الفتاح :

المواد المضافة بعد خروج الماء من الـ (GAC) :

يتم إضافة مادة صوديوم ميتا باي سلفيت(SMBS)($Na_2S_2O_5$) وذلك للتخلص من أي بقايا للكلور الخارج من الـ (GAC) ... حيث يكون مادة صلبة (Powder) يذوب في الماء في تنك التحضير، فيتحول إلى صوديوم باي سلفيت ($NaHSO_3$) (SBS)،الذي بدوره يتفاعل مع الكلور الحر ويزيله، عن طريق تحويله لمركب آخر .

خطوات التفاعل :

1- ينحل مركب صوديوم ميتا باي سلفيت($Na_2S_2O_5$) بشكل جيد في الماء ويتحول إلى صوديوم باي سلفيت ($NaHSO_3$)

$$Na_2S_2O_5 + H_2O \rightleftharpoons 2NaHSO_3$$

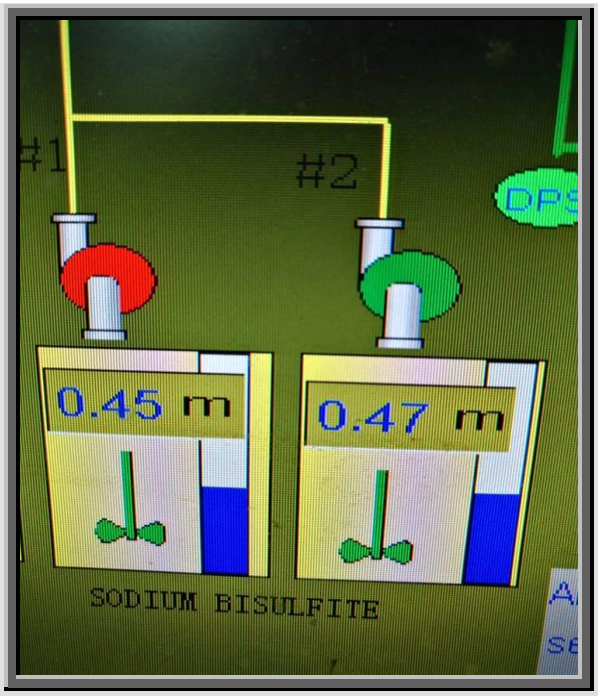
2- يتفاعل الـ صوديوم باي سلفيت ($NaHSO_3$) مع الكلور الحر HOCL ويزيله بتحويله لمركب آخر ...

$$HOCl + NaHSO_3\ (SBS) \rightarrow HCl + NaHSO_4$$

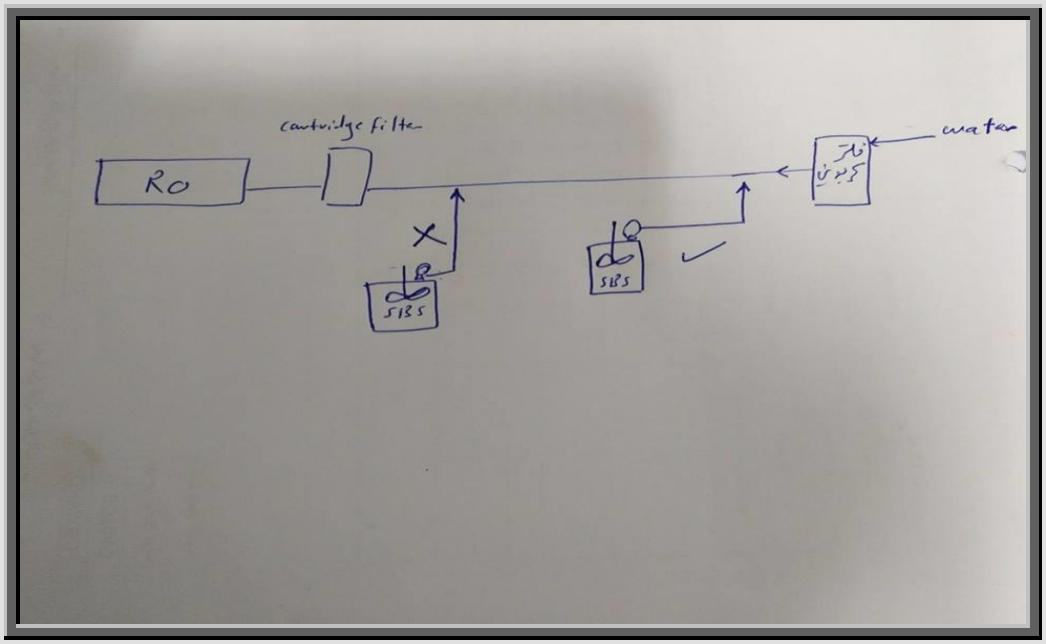
حيث ينتج باى كبريتات الصوديوم ($NaHSO_4$)

ويُضيف المهندس رياض عبد الفتاح:

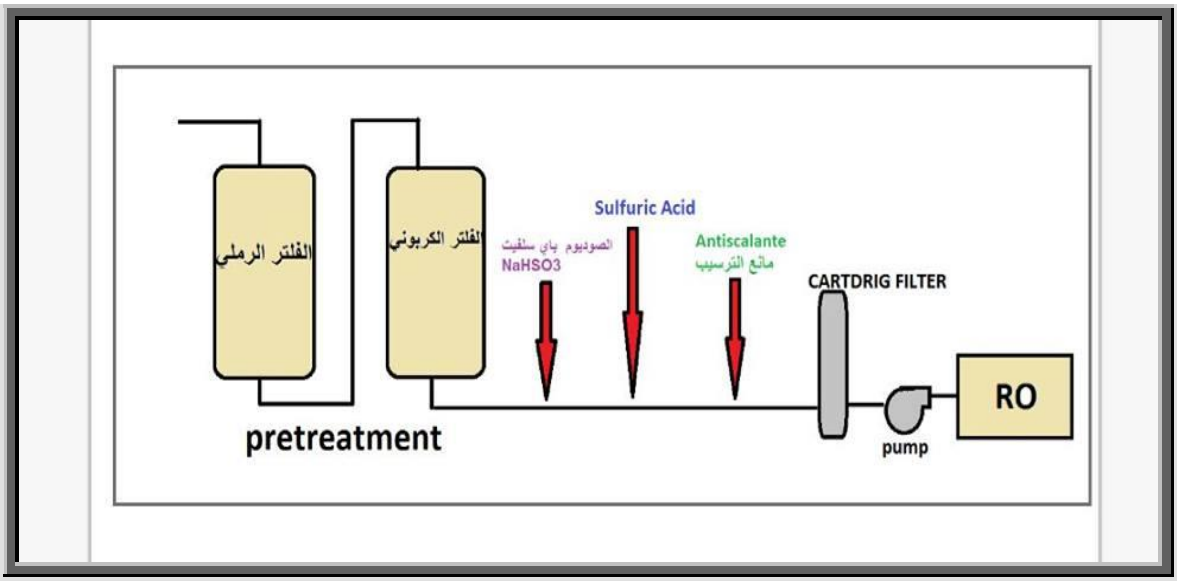
هناك نقطة مهمة جداً بالنسبة لل SMBS ... وهو عند إذابته في تنك التحضير يجب أن يبقى الخلط مستمر له داخل التنك وذلك بتركيب خلاط mixer على التنك حيث نجعله يعمل ثم يتوقف ربع ساعة ثم يرجع للعمل وهكذا.



وهناك نقطة مهمة أخرى وهي أنه يجب أننا نحقن ال SBS في أبعد نقطة عن ال RO بعد الفلتر الكربوني وقبل الكارتدرج فلتر حيث أن طول الخط يسبب فترة تفاعل أطول مابين الSBS والكلورين وبالتالي كفاءة أكبر في إزالته.



وأنا أؤيد كلام المهندس محمد بسيوني في أنه يفضل أن يكون فلتر كربوني وSMBS بحيث يتم إضافته بعد الفلتر الكربوني خصوصاً في وحدات المعالجة الضخمة والكبيرة كزيادة ضمان وأمان لعدم تسرب أي كلورين لوحدة التناضح العكسي والذي يكلف وحدات المعالجة الكبيرة مبالغ كبيرة مقارنة بوحدات المعالجة الصغيرة ... وشركات توليد الطاقة الكهربائية تستخدم في وحدات المعالجة عندها هذا النظام.



وهناك أمر آخر وهو أن ال smbs يستخدم أيضا لإزالة الأكسجين الذائب في الماء الذي من الممكن أن يتحد مع الحديد ويكون رواسب الحديد على الممبرينات.

تعقيب المهندس محمد الخطيب:

ربما يستخدم الفلتر الكربوني لسبب آخر .. لكن لا يمكن أن نعمم لشيء ذكر في محطة واحدة ... أنا أتحدث عن شركات مختصة في معالجة المياه وشركات عالمية في تصنيع الأغشية ولها خبرة واسعة وليست محطة واحدة ... وهذه الشركات قامت بتركيب العدد الضخم من المحطات من مختلف العالم .. وتقول أن الفلتر الكربوني أو SMBS وحده فعال جداً في ازالة الكلور.

المصادر:

1- كتاب DOW الصفحة 67.

2- كتاب reverse osmosis design process and applicatioons for engineer الصفحة 137.

التعقيب:

وهكذا تتعدد الآراء فى مجال تحلية المياه ولا شك أن ذلك من أهم المميزات وهو تعدد البدائل وفى النهاية ... والغاية المنشودة هى أن تخرج المياه كما يريدها المستخدم وبدون مشاكل بغض النظر عن طريقة المعالجة!

WTEF
مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
28
النقاش
الثامن
والعشرون
تحضير الكيماويات
وحساب الجرعات
المطلوبة
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش الثامن والعشرون

تحضير الكيماويات وحساب الجرعات المطلوبة

أسئلة تُطرح دائما:
كيف أحدد نوع الكيماويات؟ وكيف أحدد الجرعات اللازمة؟ كيف أضيف الكيماويات؟ وما هى المعادلات التى تدخل فى هذه الحسابات؟
إليك الخطوات الأساسية فى التعامل مع الكيماويات المختلفة... فقط مزيد من التركيز مطلوب مع السطور القادمة والحسابات المطروحة! ... الآلة الحاسبة ياريت تكون جاهزة مع ذهن حاضر ... ونطلب من الزملاء متابعة الحسابات ... وإضافة مداخلات قيمة تثرى المناقشة ... تابعوا التعليقات ...

أولاً: تحديد نوع الكيماويات وتركيزها المطلوب فى المياه:

ذكرنا من قبل أهم الكيماويات التى تُضاف فى وحدة الROسواء فى المعالجة الأولية أو النهائية وكان أهمها:
1- المروق. 2- الكلور. 3- نازع الكلور (مثل الSMBS).
4- مضاد القشور(الأنتى سكيل). 5- الحمض.
لو أخذنا مثال للأنتى سكيل ..فمبدأياً نقول: بناءً على استعراض المشروع بعمل projection بتفاصيل المحطة والتحليل الكامل لمياه التغذية بما فيها الأملاح الكلية الذائبة ومعدل التدفق والpH ودرجة الحرارة والضغوط ونسبة الريكفرىRecovery فى النهاية بعد الخروج من الأغشية ونوع الأنتيسكيل نفسه فإن الشركة المصممة للوحدة والشركة الموردة للكيماويات هما من يحددان فى الأصل النوع المطلوب من الكيماويات وهى التى توصى بالجرعة المطلوبة بالppm بناءً على المعطيات المُقدمة ،وفى المُعتاد يعطوا sheet خاص بذلك، ومن الممكن تحديد هذه التركيزات أيضاً بالخبرة الطويلة أو بالبرامج الألكترونية (Soft ware).
<u>فمثلاً:</u>
الشركة الموردة للكيماويات المضادة للقشورantiscale تحدد نوعه وتوصى بالجرعات المطلوبة (بالppm) بناءً على الأملاح الكلية فى مياه التغذية TDS وهكذا....

تمام كده ... الشركة الفلانية أعطتنا التوصيات بنوع الكيماويات وعرفنا التركيز المطلوب وجوده فى المياه ... والخطوة التالية هى تحديد كم من الوزن أو الحجم سوف يتم إضافته كى نصل إلى التركيز المطلوب فى المياه وهل سنضيف المادة الكيماوية على هيئة مادة صلبة (بودرة) أو سائل بالحقن ... ويتم حقن السوائل على تنكات أوأون لاين (On-line) عبر الخطوط حيث تسرى المياه ...

ثانياً: تحضير الكيماويات وحساب الجرعات المطلوبة (Dosing):

حتى لا "يتوه" القارىء ... سنذكر خطة الشرح فى العمليات الحسابية وهى كالتالى:

1- لو عندنا مادة صلبة سيتم إضافتها بكمية معينة إلى المياه فى الوحدة ...
2- لو عندنا نفس المادة الصلبة وتم إذابتها فى حجم معين من المياه النقية ونريد أن نضيفها إلى المياه فى الوحدة ...
3- نريد تحضيرسوائل بنسبة مئوية معينة من الكيماويات الصلبة.
4- نريد تخفيف الكيماويات السائلة لتحضير نسب أقل.
5- حساب جرعة الكيماويات السائلة المطلوبة والمعلومة التركيز والكثافة للوصول إلى تركيز معين فى مياه الوحدة (بالppm) ... أو لو تم إضافة هذه المادة بجرعة معينة ... كم نتوقع أن يكون التركيز فى مياه الوحدة (عملية معكوسة).
6- كيفية ضبط مضخة حقن الكيماويات.

الحالة الأولى: حساب الجرعة المطلوبة للمواد الكيماوية الصلبة التى ستُضاف إلى المياه:

لحساب الجرعة للمادة الكيماوية أو "عملية التجريع" أو الكمية المستهلكة من هذه المادة يجب أولاً معرفة كمية مياه التغذية الداخلة إلى المحطة فى الساعة.
مثال توضيحى:
نريد اضافة أنتى سكيل للمياه بحيث نحقق 4 جزء فى المليون (كما وصت الشركة المنتجة) علماً بأن المياه الداخلة إلى المحطة تُقدر ب35 متر مكعب/ ساعة ... ماذا نفعل؟
يجب توحيد الوحدات كخطوة أولى ... فنقول 4 جزء فى المليون تعادل 4 مللى جرام/ لتر ...
يعنى تعادل 4جرام/ مترمكعب (حيث أن المتر المكعب = 1000 لتر).
لذا فإن كمية الأنتى سكيل المطلوبة فى الساعة = التركيز المطلوب x عدد الأمتار المكعبة
= 4 x 35 = 140 جم/ ساعة.
ومن هنا يتبين لنا أننا علينا إضافة 140 جرام وزن من الأنتى سكيل خلال الساعة لنحصل على تركيز 4 جزء فى المليون.
(وهذا بافتراض أن نقاء المادة الكيماوية 100% فإذا كانت غير ذلك علينا وضع ذلك فى الحسبان عند الحساب).
ما تم حسابه هو وزن المادة الكيماوية فى الحالة الصلبة المطلوب إضافتها للمياه ... فماذا لو كانت سائلة ... أو كانت صلبة تم إذابتها فى محلول مائى منها ... كيف نحسب الإضافة؟؟ هذه هى الحالة الثانية ...

الحالة الثانية حساب الجرعة المطلوبة للمواد الكيماوية الصلبة التى ستُضاف إلى المياه بعد أن تم إذابتها فى حجم معين من المياه النقية:

يجب معرفة حجم الماء السارى فى اليوم أو فى الساعة والذى نُعبرعنه بعدة وحدات مثل(المتر المكعب/ يومياً) ، ونريد أن نعرف المطلوب ... نضيف كم لتر من الكيماويات يومياً أو فى الساعة حتى نصل إلى التركيز المطلوب بالppm فى المياه المعالجة...أو بمعنى آخر لو اضفنا حجم معلوم من اللترات يومياً ... كيف يمكننا حساب ما وصلنا إليه من تركيز لهذه الكيماويات فى المياه المعالجة...

وإليك تكملة للمثال السابق ... باعتبار أن عبوة صلبة من الأنتي سكيل (20 كيلو) تم اذابتها فى برميل 200 لتر ونحن نريد إضافة 140 جرام منه فى الساعة ... فكيف تتم الحسابات؟

تركيز الأنتى سكيل المذاب فى لتر واحد فى هذا البرميل =200/20= 0.1 كجم/لتر = 100 جرام/ لتر

يعنى فى البرميل كل لتر فيه 100 جرام أنتى سكيل ... ونحن نريد إضافة 140 جرام فى الساعة إذا المفروض نأخذ كام لتر من هذا البرميل لإضافة 140 جرام فى الساعة؟؟

بعملية المقص سنعرف أننا سنحتاج إلى إضافة 1.4 لتر فى الساعة من المادة الكيماوية المذابة فى البرميل كى نحقق تركيز 4 جزء فى المليون.

والخطوة النهائية هو ضبط الطلمبة الخاصة بالأنتى سكيل على هذه القيمة وهى إضافة 1.4 لتر فى الساعة ...

طيب لو عندك طلمبة مصممة على حقن 2 لتر فى الساعة بدون تغيير هذا الرقم ... حل ذلك يكون بتقليل تركيز الأنتى سكيل (تخفيفه) ليناسب هذا الحقن ...

وهذه الطريقة إذا كنا نتعامل بالوزن ...

والآن سنعرف كيف نحضر تركيزات معينة بالنسب المئوية من الكيماويات الصلبة ... وهى الحالة الثالثة ...

الحالة الثالثة: تحضيرسوائل بنسبة مئوية من الكيماويات الصلبة:

نبدأ بهذا المثال: تحضير محلول صودا كاوية بتركيز 7% من الصودا الكاوية الصلبة ... فماذا نفعل؟؟؟ وكم نضيف من المادة الصلبة إلى الماء (وليكن تنك (أو خزان) 100 لتر)؟

الإجابة:

الموضوع سهل جداً ... حضرتك تضيف 7 كجم إلى 100 لتر من الماء الخالى من الكلور مع التقليب...

لذا فتركيز الصودا الكاوية بعد التخفيف = (7 كجم/ 100 لتر) x 100 = 7 %

وبهذا نستطيع استخراج المعادلة العامة الظريفة التى تقول:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الصلبة بعد الإضافة للماء} = \frac{\text{وزن المادة الصلبة بالكجم}}{\text{عدد لترات المياه}} \times 100$$

وبهذا فقد استطعنا تحضير صودا كاوية 7% موضوعة فى خزان أو تنك الحقن ...

الحالة الرابعة: تخفيف الكيماويات السائلة لتحضير نسب أقل:

مادة سائلة نقية (أكبر من 99%) نريد عمل محاليل مخففة منها قبل حقنها فى المياه...

مثال:

تحضير antiscale بتركيز 25% ... يتم بإضافة 25 لتر من الantiscale على 75 لتر ماء (خالى من الكلور) لنحصل على 25%

المعادلة العامة:

$$\text{تركيز المحلول} = \frac{\text{حجم المادة الكيماوية باللتر} \times 100}{\text{حجم الماء بالتر} + \text{حجم المادة الكيماوية باللتر}}$$

الحالة الخامسة:

وهى أهم الحالات ويتم فيها حساب جرعة الكيماويات السائلة المطلوبة والمعلومة التركيز والكثافة للوصول إلى تركيز معين فى مياه الوحدة (بالppm) ... أو لو تم إضافة هذه المادة بجرعة معينة ... كم نتوقع أن يكون التركيز فى مياه الوحدة (عملية معكوسة).

والآن نريد أن نحسب نسبة الحقن فى الماء الذى يتم معالجته (سواء فى الRO أو مياه الشرب أو مياه الصرف...إلخ)، وبالطبع نستخدم وحدة الmg/l أو ما يعادلها عُرفاً وحدة الppm).

ولحساب تركيز المادة الكيماوية فى المياه بال ppm نأتى بها من المعادلة التالية:

$$\text{حساب نسبة الحقن (الجرعة) (تركيز المادة الكيماوية فى المياه المعالجة بالppm)} = \frac{\text{الحجم المضاف باللترفى اليوم} \times \text{التركيز\%} \times \text{الكثافة النوعية للمادة الكيماوية} \times 1000}{\text{كمية المياه (مياه التغذية المحقون فيها الكيماويات) متر مكعب/يوم}}$$

$$\text{Dosage (ppm needed)} = (V_1 \times C\% \times D \times 1000)/ M^3$$

حيث أن:

الحجم المضاف باللترفى اليوم (فى البسط) هو حجم الإستهلاك اليومى للمادة الكيماوية.

كمية المياه (مياه التغذية المحقون فيها الكيماويات) (فى المقام) بالمتر المكعب/يوم وهى معدل السريان اليومى.

مثال واضح جداً:

تم حقن 18 لتر من مانع الترسيب antiscale له تركيز 25% على 2500 متر مكعب فى اليوم ... احسب الppm علماً بأن كثافة الantiscale تساوى 1.15.

الإجابة:

$$\text{نسبة الحقن (ppm)} = \frac{1000 \times 1.15 \times (100/25) \times 18}{2500} = 2.07 \text{ جزء فى المليون.}$$

مثال توضيحى بالأرقام:

لو عاوزين مادة كيماوية تُضاف إلى المياه المعالجة لنحصل على 1.8 جم/لتر علماً بأن كمية المياه المنتجة فى اليوم كانت 500 متر مكعب ... يبقى كم لتر يجب أن نضيفها من المادة

الكيماوية فى اليوم ومن ثم فى الساعة (اليوم 24 ساعة)... يعنى المجهول فى المعادلة السابقة هو الحجم المضاف باللتر فى اليوم ...
من المؤكد أنك تستطيع- أخى الكريم- حسابها بنفسك الآن ...

مضخة حقن الكيماويات (Chemical dosing pump):

1- تُصمم كل مضخة على معدل معين (Dosing rate) من الضخ ويُكتب على كل مضخة حقن قدرتها ويُعبر عنها بال Q حيث أن:

Q (Capacity) = liter/hour

يعنى لتر لكل ساعة.
من الممكن أن نسمى هذه القدرة بأنها "أقصى معدل تصريف للطلمبة".
2- لكل طلمبة مرفق معها منحنى كفاءة performance curve ... والمورد يُعطى لنا النقطة المثالية للتشغيل ... وفى المعتاد تكون هذه النقطة عند أفضل معدل سريان وأفضل ضغط وأفضل أمبير.
3- يتم تثبيت عدادت قياس التدفق Flow meter وعدادات قياس الضغط Pressure gage قبل أو بعد الطلمبة.
4- يتم التوصية بضبط الطلمبة على قيم ثابتة من ال Speed وال stroke لتحقق الغاية المنشودة من تركيز الكيماويات ...

ما هوالفرق بين الstroke وال speed؟

ببساطة نقول أن الستروك stroke هوكمية الكيماويات التى تدفعها المضخة (أو التصرف).
والسبيد speed هى سرعة الضخ (عدد النبضات فى زمن معين) فلو زادت النبضات زادت سرعة الضخ.
لو السبيد 100% يعنى أقصى سرعة ضخ.
لو الستروك 100% يعنى أننا نحقن كل كمية الكيماويات التى تستطيع أن تدفعها المضخة.
وأقصى معدل تصريف للطلمبة معناها عند سبيد وستروك 100%
لو الستروك 50% يعنى أننا نحقن نصف كمية الكيماويات.
لو السيبد 100% ، والستروك 50% معنى كده أننا نحقن بنصف قدرة المضخة (يعنى مازالت المضخة تستطيع أن تدفع ضعف كمية الكيماويات المحقونة).
لو السيبد 50% ، والستروك 50% معنى كده أننا نحقن بربع قدرة المضخة.
لو السبيد 50% & والستروك 100% معنى كده أننا نستخدم نصف سرعة المضخة لدفع كل كمية الكيماويات المطلوبة وهكذا%.
والمعادلة التالية هى أساس ضبط الطلمبة ... ونحسب منها كمية محلول المادة الكيماوية المحقونة فى الساعة (LPH):

LPH (Liter per hour) needed = speed% x stroke% x LPH Max.

حيث أن قيمة الLPH Max هى قدرة المضخة الكلية (أو أقصى معدل تصريف)... ويتم إعطاؤها من ال user manual الخاص بكل طلمبة وعادة تكتب أيضاً على جسم الطلمبة... بأن يكتب لك الOutput كام لتر فى الساعة ... وهى تعطى أقصى سبيد وأقصى ستروك.
وإليك مثال:

Speed% = 60%, stroke% = 80, LPH Max = 5100
LPH (Liter per hour) needed = (60/100) x (80/100) x 5100 = 2448

ونعطى مثال آخر ... طلمبة أقصى معدل تصريف لها 12 لتر فى الساعة ... وتم ضبط الستروك والسبيد على 50% ... فيكون ما تحققه من لترات فى الساعة = 0.5 x 0.5 x 12 = 3 لتر فى الساعة.

مثال آخرشامل:

عندى محلول هيبوكلورايت الصوديوم تركيزه 12% ... والطلمبة التى تدفعه لها أقصى معدل تصريف 12 لتر فى الساعة ... لو تم ضبط مؤشر الستروك والسبيد على الطلمبة عند 50% كما بالشكل ... وكمية المياه المراد معالجتها 83 متر مكعب فى الساعة ... ماذا تتوقع من تركيز الكلورين فى المياه بعد تشغيل المضخة؟

الإجابة:

LPH (Liter per hour) needed = speed% x stroke% x LPH Max
= 0.5 x 0.5 x 12 = 3 LPH

معنى ذلك أنه بعد ضبط السبيد والستروك على 50% أن الطلمبة تضخ 3 لتر فى الساعة... وعليك أخى الكريم تحويلها إلى الكمية التى تضخ فى اليوم بدلاً من الساعة للتعويض فى المعادلة التالية التى ذكرناها من قبل لحساب تركيز المادة الكيماوية فى المياه بال ppm:

حساب نسبة الحقن (الجرعة) (تركيز المادة الكيماوية فى المياه المعالجة بالppm) =
الحجم المضاف باللترفى اليوم x التركيز% x الكثافة النوعية للمادة الكيماوية x 1000
كمية المياه (مياه التغذية المحقون فيها الكيماويات) متر مكعب/يوم

ملاحظات عملية:

1- من الممكن بالطبع عمل العملية العكسية بأن نقول نريد تركيز معين فى المياه ومن خلالها نضبط الLPH للمضخة عن طريق تغيير السبيد والستروك.
2- من المعادلات السابقة تستنتج أنك تستطيع أن تزيد الستروك والسبيد للمضخة بتقليل تركيز المادة الكيماوية ... وذلك لأنه يتم التوصية ب minmum stroke و minmum speed.
3- اختيار الطلمبة يكون تبعاً للاستخدام فمثلاً لو كنا نريد طلمبة تصرف 10 لتر/ساعة لمادة كيماوية لا أشترى طلمبة قدرتها القصوى 10 LPH حتى لا يكون تحميل قوى عليها ... بل اشترى 20 أو 35 مثلاً ... فإذا تم تشغيل الطلمبة على 50% ستروك وسبيد فلا يكون ذلك إجهاد على الطلمبة.
4- أيضاً يجب أن تنتبه ... أن التركيز الذى ستحصل عليه من الحسابات ليس بالضرورة أن يكون هو الواقع ... فتركيز الكلورين مثلاً يخضع لعدة عوامل ... ويتم التأكد من التركيز بالتحليل المعملى بالDPD.
ونرحب بالإضافات فى هذا الموضوع مع إعطاء أمثلة وتوضيح متى نغير قيم ال speed والstroke على مضخة الحقن ؟ وعلى أى أساس؟؟

تعقيب المهندس رياض عبد الفتاح على السؤال القائل بكيفية ضبط مضخة الكلور:

كيف نضبط مضخة الكلور بحيث تعطي كمية من الكلور لتحقق هذا التركيز من الكلور الحر المتبقي؟؟
مثال : كم كمية الكلورالمطلوب حقنه في خزان بحيث نحافظ على تركيز للكلور الحر المتبقي (0.8ppm)
كمية الكلور اللازم حقنه باليوم باللتر =
حجم الخزان بالمترالمكعب x تركيز الكلور الحر المتبقي / 1000 x تركيز الهايبو قبل الحقن
حيث حجم الخزان = 1000 متر مكعب ، وتركيز الكلور الحر المتبقي اللازم = 0.8 ، وتركيز الصوديوم هايبوكلوريت قبل الحقن = 12 % w/w
لذا كمية الكلور المطلوب حقنه باللتر في اليوم = (0.12 x 1000)/(1000 x 0.8)
= 6.6 لتر/ يوم = 0.278 لتر/ ساعة
وكيفية ضبط الstroke وال speed كالتالى:
يوجد على خط السحب قبل مضخة الصوديوم هيبوكلورايت ماسورة شفافة مدرجة من خلالها نضبط التدفق الذي نريده فمثلاً في المثال المذكور كانت كمية الكلورالمطلوب حقنها باللتر في الساعة = 0.278 لتر/ ساعة فنقوم بعمل check flow بحيث نضبط سحب المضخه بهذه الكمية والتأكد من خلال الأنبوب المدرج الذي ذكرته...

مشاركات المهندس أحمد محمود بأوراق هامة عن الحسابات:

هذا مثال لاختيار طلمبة الحقن و سعة تانك التحضير والاستهلاك اليومى الكلور الابتدائى:

4. Prechlorination Dosing Set

(2 duty/2 standby) flow proportional pump
Chemical reaction = $Ca(OCl)_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2\ HOCl$
1 ppm NaOCl → 0.7 ppm HOCl(HOCL is the active part of chlorine which takes part in disinfection)
The above equation indicates that calcium hypochlorite contains theoretically 70% Chlorine. However, for practical purposes it is considered that the commercial Calcium Hypochlorite contains 65% chlorine as shown in calculations below.

Feed flow rate = 146 m^3/hr (each stream)
Chlorine dosage = 2 ppm (from Engineering practice)

Available chlorine concentration in $Ca(OCl_2)$ = 65%
Solution Density = 1.10 kg/l of 10% $Ca(OCl)_2$

$$\text{Daily chemical consumption} = \frac{\text{Dosage (mg/l) x Flow rate } (m^3/hr)}{\text{Concentration x 1000}}$$

$$= \frac{2 \times 146 \times 24}{0.65 \times 1000} = 10.8 \text{ kg/d} \quad \text{of 65\% } Ca(OCl_2)$$

$$\text{Daily Dosage} = \frac{10.8}{1.10 \times 0.1} = 98.2 \text{ LPD} = 4.1 \text{ LPH}$$

Selected pump capacity = 6.94 LPH (2 duty / 2 standby)
Selected Tank capacity = 200 Liters
Retention time = 1 day (2 pumps running)

In addition, we shall use one common preparation tank for both plants the 2 x 500 m3/d and the 2 x 1000 m3/d size shall be 200 liters where is the mixer will be installed.

7. **Antiscalent (M-50A)Dosing Set**

(2 duty/ 2 standby)

Dosage = 2-3 ppm (From Engineering practice)
Chemical concentration = 100% solution = 1000 gm/l
Density = 1.0 kg/l
Solution concentration = 20%

$$\text{Daily consumption} = \frac{3 \times 138.8 \times 24}{1000} = 10 \text{ kg/day of 100\% chemical}$$

$$\text{Daily Dosage} = \frac{10}{1.0 \times 0.2} = 50 \text{ LPD} = 2.08 \text{ LPH}$$

Selected pump capacity = 3.78 LPH
Selected Tank capacity = 200 Liters
Retention time = 2 days

8. **Acid Dosing Set**

(2 duty/ 2 standby) pH proportional pump

Dosage = 40 ppm
Chemical density = 1840 kg/m^3 (98% concentration H_2SO_4)
= 1.84 kg/l

$$\text{Daily consumption} = \frac{40 \times 138.8 \times 24}{1000 \times 0.98} = 136 \text{ kg/d of 98\% } H_2SO_4$$

$$\text{Daily Dosage} = \frac{136}{1.84} = 75 \text{ LPD} = 3.1 \text{ LPH}$$

Selected pump capacity = 3.8 LPH (2 duty/ 2 standby)
Selected Tank capacity = 200 Liters
Retention time = 1.5 days

9. **Post Chlorination**

(1 Duty/1 Standby) Dosing Pumps

Dosage = 1.0-1.5 ppm
Chemical concentration = 65% $Ca(OCL)_2$
Solution concentration = 10%
Product flow = 2000 m^3/day
Density = 1.1 kg/l

Daily consumption = $\frac{1.5 \times 2000}{0.65 \times 1000}$ = 4.61 kg/d of 65% solution $Ca(OCL)_2$

Daily Dosage = $\frac{4.61}{1.1 \times 0.1}$ = 41.9 LPD = 1.74 LPH

Selected pump capacity = 3.78 LPH (1 duty/1 standby)
Selected Tank capacity = 200 liters
Tank capacity = 4.5 days

In addition, we shall use one common preparation tank for both plants the 2 x 500 m3/d and the 2 x 1000 m3/d size shall be 200 liters where is the mixer will be installed

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
WTEF
29
النقاش
التاسع
والعشرون
أمثلة عملية على
المعالجة الإبتدائية
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

النقاش التاسع والعشرون

أمثلة عملية على المعالجة الإبتدائية

فى هذا البوست سوف نطرح بعض الأمثلة العملية والمشاكل التى تم طرحها من خلال المنتدى أو من خلال خبرات العاملين بالمجال ... نطرح الأفكار والمعلومات ... ولو كان هناك حلول فسيتم سرد بعضها والنقاش مفتوح لكم فى كل حالة... وقتاً ثميناً مع التعليقات ....

الحالة الأولى:

محطة تناضح عكسي تأخذ مياهها من آبار جوفية لها عكارة وSDI منخفضة ... وذات مرة حدث ارتفاع مفاجىء للSDI حتى وصل إلى 6... فما التفسيروما التصرف؟؟

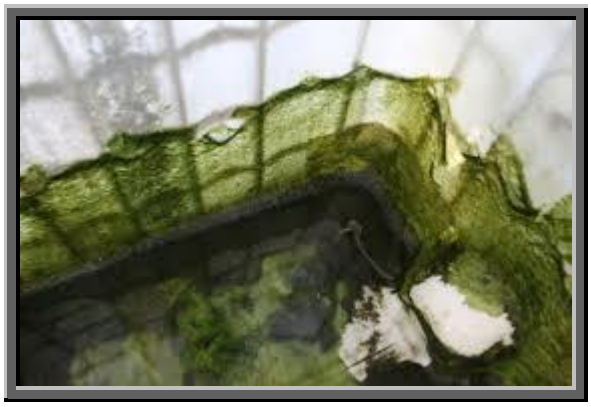
اخترنا لكم بعض آراء الخبراء مع مزيد من الإيضاحات كالتالى:

أولاً: ارتفاع الSDI معناها ارتفاع العكارة والمواد العالقة Suspended solids وقد تكون المشكلة إما فى التغذية أومشكلة فى محطة التناضح نفسها كالخلل فى نظام الفلاتر ...
يجب عمل تنظيف وغسيل(Flushing and cleaning) بشكل يومى للمنظومة لحين معرفة وتحديد المشكلة ... وذلك يتم لخزانات المصدر(البئر) وغسيل وتنظيف لخزانات المياه الخام (الروRaw) التى تدخل وحدة التناضح وتعقيمها بالكلور قبل تعبئة الخزان من جديد ...عمل غسيل عكسى للفلاترالرملية ... وقد نضطر إلى تغيير الكارتريدج خاصة لو حدث انخفاض فى

تدفق الخروج flux rate عن الحد المسموح به ... تنظيف الفيزل نفسه الحاوى لفلتر الكارتريدج.
ثانياً: لمعرفة مكان المشكلة يتم قياس العكارة والTSS والSDI فى الأماكن التالية: على رأس البئر – قبل الفلاتر الرملية وبعدها – بعد الفلاتر الميكرونية (فلاتر الكارتريديج) ...
وإليك بعض التفاصيل:
1- البئر: يتم قياس الSDI على رأس البئر ... ولوكان هناك عدة آبارعلى التوازى يتم القياس على رأس كل بئر ...مع مقارنة القراءة بالقراءات السابقة ... فإذا ظهرت العكارة عالية على بئر من الآبار فيتم عزله والتعامل معه بمعالجة خاصة أو استبداله بآبار جديدة ... ويُفضل أن تكون بعيدة عن هذا البئر لأنه عملياً نجد أن نفس المشكلة تحدث مع الآبارالقريبة.
قد تكون زيادة العكارة من البئر لطبيعة البئر نفسه وإن كان هذا الأمر ضعيفاً لأن ماء البئر المستقر تكون فيه المياه رائقة إلى حد كبير حيث أن طبيعة الأرض من تربة ورمال محيطة بها تعمل كفلتر رملى طبيعى!
قد تكون زيادة العكارة من البئر أمراً مفاجئاً ... ولكى نشرح الأسباب يجب ذكر ما يسمى بالStatic level أو(SL) ... وهو مستوى سطح الماء فى البئر تحت الظروف العادية بدون حدوث أى اضطراب كسحب المياه بمضخة الرفع ... وأفضل وقت لقياسه عند استقرار الماء بعد توقف عملية السحب من الطلمبة بعدة ساعات ... ويتم قياسه بعدة طرق ليس لها مجال لذكرها الآن ... ومن المعلوم أنه عندما نسحب مياه البئر بطلمبة فإن مستوى سطح الماء ينخفض ويأخذ وقتاً ليرجع كما كان إلى الSL حيث يتم التعويض بماء جديد من الخزان الجوفى ... وزمن التعويض هذا إن لم يأخذ كفايته بسبب السحب العالى للمياه فإن عدم الاستقرار يؤدى إلى "هيجان" للقاع ويحدث شفط للرواسب الطينية والرمال والمواد العالقة التى تم إثارتها مع المياه الخارجة من البئر... لذا يُنصح بتقليل سرعة مضخة السحب أواستبدالها بأخرى أقل فى السعة أو نقلل عدد ساعات تشغيل السحب من البئر حتى نعطى الوقت الكافى للتعويض بالمياه والوصول إلى المنسوب الأصلى أو القريب منه ... أيضاً يجب تثبيت سرعة السحب وتجنب تغيير السرعة Variable speed بقدر الإمكان لأن ذلك يسبب عدم الإستقرار ويزيد من العكارة.
2- الفلاترالرملية : احتمال حدوث كسر فى أحد النوزلNozzles الموجودة فى قاع الفلتر وهى الفتحات التى تعمل كمصفات لحجز الميديا ومنعها من الخروج مع المياه الخارجة من الفلتر .. فتترسب الميديا بقدر الجزء المكسور وتنتقل إلى الخارج مع المياه وتزيد الSDI ... وإن كان هذا الاحتمال غير وارد لأن الارتفاع فى الSDI فى هذه الحالة سيكون أكبر من 6 خاصة لو كان الكسر كبير ... كما أن هذه الميديا سوف يتم حجزها فى الفلاتر الميكرونية ولن تصل إلى محطة التناضخ إلا إذا تم تدمير هذه الفلاتر أيضاً (ويستطيع الخبير فتح الفلاترالميكرونية والكشف عن وجود ميديا مسربة إليها).
3- أمر وارد أيضاً حدوث مشكلة فى محابس الBackwash التى تخرج منها المياه بعكارتها وهى بالتحديد محبس الBackwash outlet حيث قد يحدث منه تسريب على مياه التغذية فترفع الSDI.
4- قد تكون المشكلة فى المروق وجرعته سواء بالزيادة أو النقصان (وتُعرف الجرعة المناسبة من خلال توصيات الشركة المنتجة أواختبار الJar test).

الحالة الثانية: (عُرضت على المنتدى)

سؤال طرح للمناقشة على الجروب: سبب تواجد بعض الطحالب فى تنك الأنتى سكيل على القاع والجوانب ...



الإجابة:

فى العام تنمو الطحالب فى وجود ضوء الشمس (أوالأشعة فوق البنفسجية) ووجود المواد المغذية (الفوسفورأوالنيتروجين) وركود الماء وتطاير الكلورين (المادة المعقمة المانعة لنمو الميكروبات والأحياء الدقيقة).
وفى حالتنا نجد أن تنك الأنتى سكيل عادة ما يُصنع من البولى إيثيلن الأبيض اللون طبقة واحدة ينفذ إليه ضوء النهار ... كما أنه غالباً ما يكون الأنتى سكيل "الفوسفونات" وهى مغذى رئيسى للكائنات الميكروبية ... أيضاً تخفيف الأنتى سكيل مع طول المكث فى التنك يسبب فقد فى تركيز الكلور (إن كان يوجد من الأصل) إلى الهواء الجوى.

الطرق المُقترحة بالترتيب:

1- غسل الخزان بشكل دورى بحمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl) ثم غسله بالماء جيداً.
2- منع الضوء من التسلل إلى داخله بعمل طلاء خارجى باللون الأسود وهذا مهم ومفيد جداً.
3- تخفيف الأنتى سكيل! مع زيادة ال speed والstroke للمضخة (يعنى زيادة استهلاك الأنتى سكيل) مع التوافق مع التركيز المطلوب وهذا ليكون تغير الماء سريع فى التنك ليتجدد معه الكلور.

الحالة الثالثة: (عُرضت على المنتدى)

أحد الزملاء يعمل فى محطة RO ... بعد تشغيل المحطة بأسبوع واحد حدث انسداد فى الأغشية وظهر فلتر الكارتريدج على هيئة سيئة كما نرى فى الصورة التالية ... علماً بأن الفلترالرملى يحتوى على فحم نشط فى الطبقة العُليا (وليس فحم الأنثراثيت الخامل) ... مع إضافة SBS بعد الفلترالرملى ... فى ضوء دراستنا للسلسلة ... ما هى الأسباب والحلول؟

الإجابة:

الشركة المصممة للفلتر الرملى غير متخصصة وليست على دراية بالترتيب الصحيح لمراحل المعالجة الإبتدائية ...

التفسير ببساطة هو أن وجود الكربون النشط فوق الطبقة الرملية فى الفلتر الرملى أدى بالطبع لامتصاص كل الكلورين المضاف تقريباً إلى المياه ... فنشطت البكتيريا وغيرها من الكائنات الحية وتكون الفاولينج البيولوجى (الحيوى) على الفلاترالتالية (فلترالكارتريدج والأغشية) كما أن إضافة الSBS بعد الفلترالرملى مباشرةً أكد فى الإنهاء على أى كلور! بجانب أن الكمية الزائدة من الSBS أصبحت غذاءً شهياً للبكتيريا خاصة التى تتغذى على السلفات Sulphate ...

المفترض أنه كان يجب عمل تحليل كامل لمياه التغذية (ارجع للبوستات الأولى من السلسلة) ... والغاء طبقة الفحم فى الفلتر الرملى ووضع فلتر كربونى منفصل ... أوحقن الكلورين بنسبة أكبربحيث تصل إلى فلاتر الكارتريدج بنسبة لا تقل عن 0.2 – 0.3 جزء فى المليون ثم نضيف الSBS بعد هذه الفلاتر وقبل الأغشية مباشرة ...

من أجل هذا يفضل الكثير من مصممى المعالجة الأولية إضافة نازع الكلورSMBS بعد فلاتر الكارتريدج وليس قبله ... وكل ذلك يرجع إلى خبرة المُشغل وطبيعة مياه التغذية.

مشاركة المهندس أحمد محمود:

يتم عمل chock dose لمدة 20 دقيقة كل 24 ساعة وذلك فى خزان الfilter feed pump لضمان عدم حدوث تلوث بأى حال من الاحوال.

الحالة الرابعة:

مياه تغذية لوحدة تناضح عكسي RO مصدرها مياه صرف صناعى تم إمرارها على وحدة DAF أو Dissolved air flotation ... وتخرج منها المياه بنسبة زيوت وشحوم (Oil and grease) تصل إلى 10 جزء فى المليون... وCOD & BOD أكبر من 50 جزء فى المليون ... ما الحل؟؟

DAF unit

الإجابة:

السبب الرئيسى فى العكارة هو زيادة المواد العضوية (Organic matter) ... والمياه النموذجية التى تدخل على الRO يجب أن لا يتعدى محتوى الكربون العضوى الكلى TOC لها عن 50 - 100 جزء فى البليون وبحد أقصى 450 جزء فى البليون يعنى حوالى 0.5 جزء فى المليون ... لذا فنسبة 10 جزء فى المليون عالية جداً ويجب إختزالها من ppm إلى ppb وإلا تسبت فى الإتساخ العضوى (Organic fouling) على الأغشية ...
لذا كان من عيوب استخدام المياه السطحية ارتفاع قيمة الTOC ... أما المياه الجوفية فمن مميزاتها أنها تحتوى على TOC منخفضة بجانب انخفاض العكارة والSDI إضافةً إلى الثبات الحرارى (ثبات درجة الحرارة).

الطرق المُقترحة:

1- انشاء وحدة لفصل الزيوت قبل المرورعلى المرشحات الرملية (أوفلاترالميديا) تتكون من نظام نزع الزيوت De-oiler system يستخدم طريقة الطرد المركزى Centrifuge لفصل الزيوت عن الماء.
2- استخدام كوأجيولانت أو فلوكيولانت قوى مثل ال Poly aluminum chloride PAC أو ال PAM - وقد تحدثنا عنهما فى موضوع المروقات – نستخدمه فى وحدة الDAF أو فى

تنك ترسيب منفصل بعد نزع الزيوت فى المرحلة السابقة أو استخدام هذه المروقات وترسيب المواد العضوية على فلاتر رملية... ويتم استخدام هذه المروقات مع ضبط الpH تبعاً لتوصيات الشركة الموردة للمروق وبالتالى تنخفض الBOD & COD المرتبطة بتركيز المواد العضوية ... وبعد الترسيب نكون قد تخلصنا من أكثر المواد العضوية.

3- حقن الكلورلتكسير المواد العضوية ... ولتترسب على الفلاتر الرملية.

4- استخدام الفلاتر الرملية يعد إضافة الكوأجيولانت والكلورين لترسيب المواد العضوية عليها.

5- استخدام فلتر كربونى (أو Nut (walnut) shell filter):

الفلتر الكربونى النشط يقلل المواد العضوية إلى النسبة المطلوبة ... فحبيبات الكربون فعالة جداً فى امتزاز ونزع المواد العضوية من الماء ولكن العيب الخطير أننا بذلك سنستهلك الفلتر الكربونى بسرعة ويقل عمره لفترة وجيزة مما يضطرنا إلى تنشيطه بغسله بالصودا مثلاً فى وجود البخارأوأحياناً لا يستجيب للتنشيط ... والأفضل من ذلك هو الفلتر الذى يحتوى على ميديا قشرالبندق أوالجوز أو(عين الجمل) ويسمىNut-filter.

وفلتر الNut هو نوع من الفلاتر يحتوى على أغلفة ثمار الجوز وما شابهها وهى مخصصة أيضاً لإزالة المواد العضوية فضلاً عن المواد العالقة حتى 5 ميكرون ... وتستخدم عادةً مع المعالجة الثلاثية للصرف بعد المرور على ال De-oiler أو ال Gas floatation unit ... وهى تمتز المواد العضوية على الميديا مثل الفلترالكربونى ويتم عمل غسيل عكسي لها بعد تراكم المواد عليها ...

6- استخدام فلترة ميكرونية فى النهاية Micro filtration أو Ultra filtration ...

الحالة الخامسة: (عُرضت على المنتدى)

محطة تحلية المياه بالتناضخ العكسي RO ... ظهرت مشكلة ظهور كبريتيد الهيدروجين فى مياه الإنتاج ... ومياه التغذية بئر جوفى ... يتم استخدام مروق ومرحلة تهوية بالبلاور وحقن كلورثم عملية الترسيب ... ثم الدخول على خزان التغذية (ولا تظهر رائحة كبريتيد الهيدروجين فيه إلا بعد الخروج من الفلاتر الرملية) ... وبالطبع يمر خلال الأغشية ثم تظهر فى المياه المنتجة ...

الإجابة:

أولاً: سبب ظهوركبريتيد الهيدروجين بالماء.

ثانياً:كيف يتم التخلص من كبريتيد الهيدروجين فى وحدات المعالجة الإبتدائية.

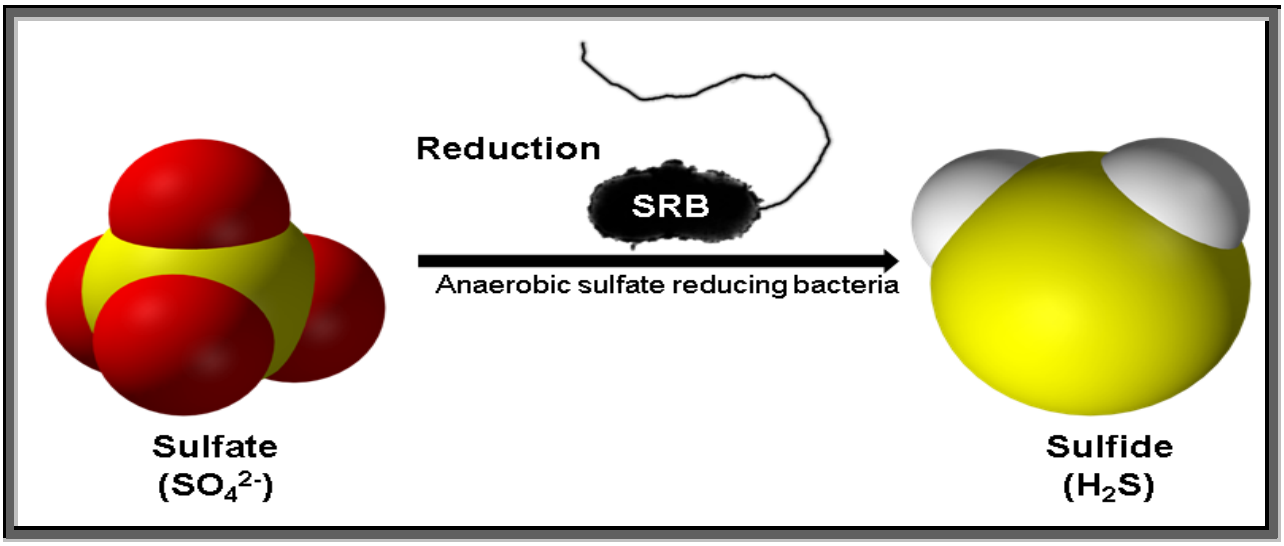
ثالثاً: سبب ظهور كبريتيد الهيدروجين بعد الفلتر الرملى على الرغم من اختفاؤه قبل الفلتر.

رابعاً: التوصيات

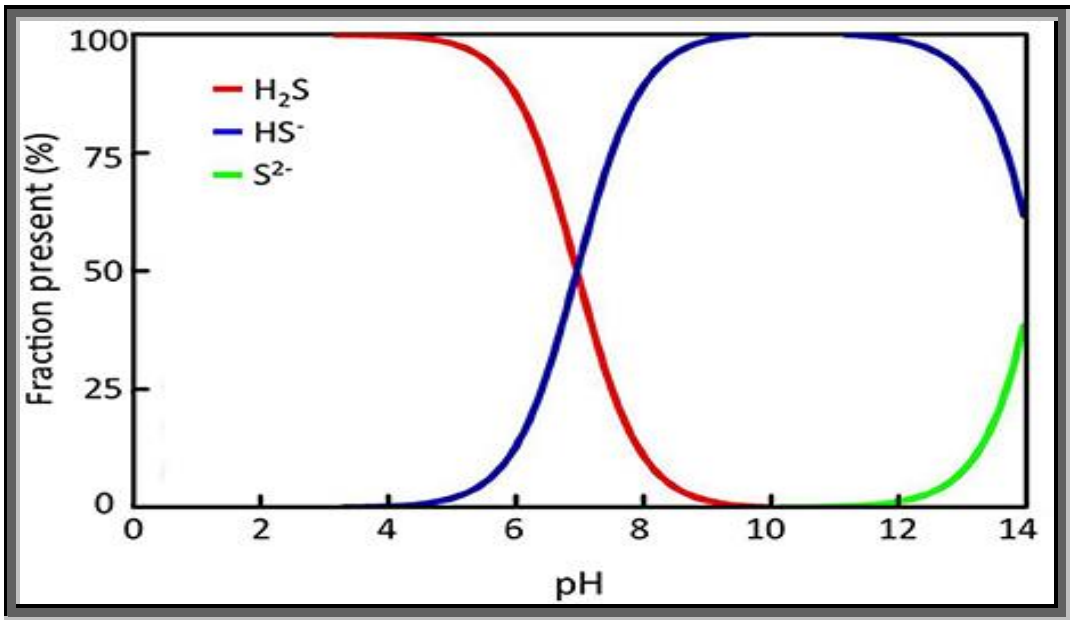
أولاً: سبب ظهوركبريتيد الهيدروجين بالماء:

1- تخزين المياه فى وسط لاهوائى: أهم عوامل تواجد كبريتيد الهيدروجين (H_2S) بالماء هو تخزين المياه فى وسط لاهوائى (خالٍ من الأوكسجين) وأوضح صورة لذلك هى مياه الآبار المغلقة حيث يكون مصدرى الأوكسجين منعدمان ... المصدر الأول هو الذوبان من الهواء الجوى تبعاً لقاعدة الإنتشارDiffusion ... والمصدر الثانى هو انعدام عملية البناءالضوئى لعدم وجود ضوء النهار فى البئر المغلق فتنشط البكتيريا اللاهوائية وخاصةً ال sulphate

sulphate الكبريتات "بتنفس" تقوم بواسطة والتى reducing bacteria (SRB) الموجودة فى المياه للحصول على الأوكسجين منها وتكسرالمواد العضوية للحصول على طاقة وتترك الكبريت على هيئة سلفايد ليكون كبريتيد الهيدروجين كناتج ثانوى... (ويتميز برائحة البيض الفاسد) وهى عملية تسمى anaerobic digestion.... انظر التفاعل:



2- الهبوط فى قيمة الpH للمياه يؤدى إلى توليد غاز كبريتيد الهيدروجين من مركبات الكبريت الأخرى ... يظهر ذلك جلياً من خلال الرسم البيانى التالى:

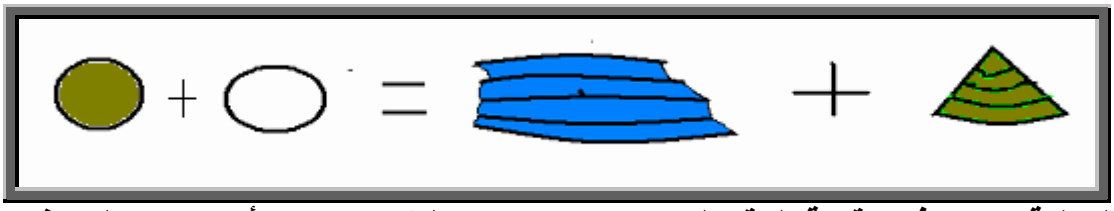


ثانياً:كيف يتم التخلص من كبريتيد الهيدروجين فى وحدات المعالجة الإبتدائية:

1- المعالجة الفيزيائية: وهى من أفضل الطرق وهى عبارة عن استخدام برج نازع للغازات (برج تهوية طارد للغازات) (Aeration tower) ، وأبسط تصميم له كما بالشكل التالى ... ادخال هواء إلى البرج عن طريق air blower من الجزء السفلى للبرج وادخال المياه من أعلى على هيئة رذاذ أو نقاط صغيرة ... وما يحدث هو أن الأوكسجين الذى يذوب فى الماء

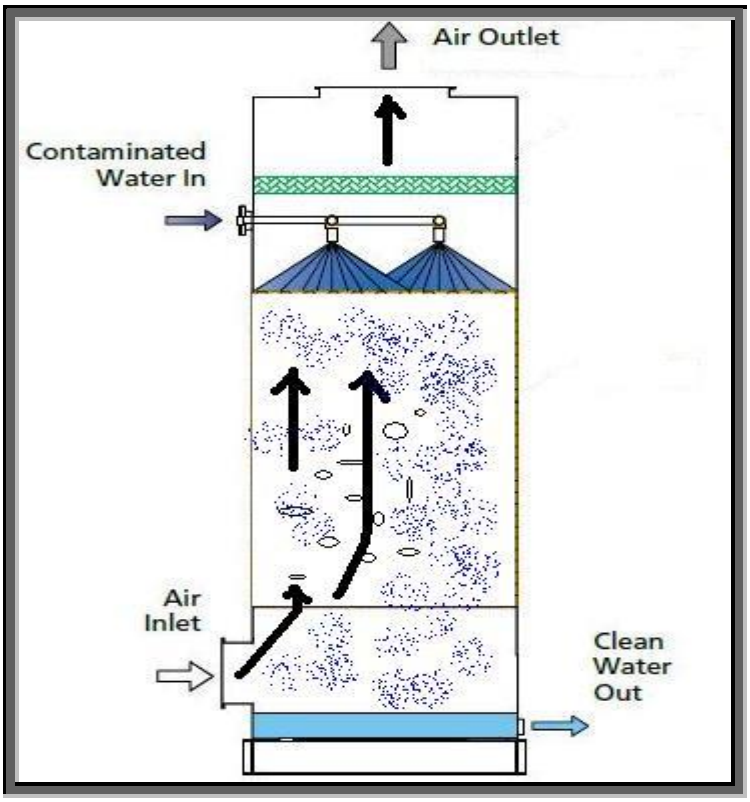
يتحد بغاز كبريتيد الهيدروجين لينتج ماء وعنصر الكبريت (فى صورة عنصر الكبريت غروى غير ذائبcolloidal sulfur يتم ترشيحه بعد ذلك فى الفلاتر):

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2S^o$$



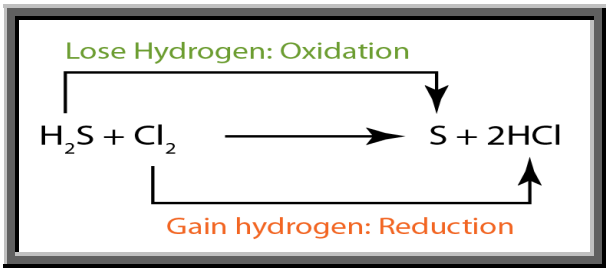
بالطبع هذه العملية يتحكم فيها قيمة الرقم الهيدروجينى وزمن التلامس مع الأوكسجين إلى غير ذلك سيتم عنه الحديث فى وقت آخر...

يتم صناعة برج التهوية من الحديد المطلى بالإيبوكسى على هيئة شكل مربع أو أسطوانى ... والصورة التالية توضح ببساطة تركيب برج التهوية:



والمعالجة بالتهوية هو ضرب عدة عصافير بطلقة واحدة ... فهى بجانب أنها تزيل كبريتيد الهيدروجين فهى تساعد فى أكسدة جزء من الحديد والمنجنيز المتواجدين فى المياه – خاصة مياه الآبار- كما أنها تساعج فى تبريد المياه الجوفية المتواجدة فى الآبار العميقة والتى تكون درجة حرارتها عالية مما يستدعى تبريدها حفاظاً على كفاءة عمليات المعالجة الأخرى.

2- المعالجة الكيميائية: إن لم تفلح المعالجة الفيزيائية بالتهوية يتم اللجوء إلى إضافة مواد كيمائية تزيل كبريتيد الهيدروجين، وأهمها الكلور... وهذه العملية أيضاً ضرب عدة عصافير بطلقة واحدة ... فالكلور يزيل كبريتيد الهيدروجين كما فى المعادلة التالية بجانب أكسدته للحديد والمنجنيز والمواد العضوية وعمل التعقيم من الميكروبات:



من الممكن أيضاً استخدام الأوزون أو برمنجنات البوتاسيوم فى نزع كبريتيد الهيدروجين ... كما أن الفلتر الكربونى هام فى نزع المتبقى من الروائح الخاصة بكبريتيد الهيدوجين وغيره.

ثالثاً: سبب ظهور كبريتيد الهيدروجين بعد الفلتر الرملى على الرغم من اختفاؤه قبل الفلتر:

ظهور كبريتيد الهيدروجين مرة أخرى بعد الفلترالرملى معناه أن الكلور الذى تم حقنه قبل الفلتر غير كافٍ لانهاؤه وهو يمر عبر أغشية التناضح العكسي التى لا تحجز الغازات ويظهر فى المياه المنتجة ... والواضح من السؤال أن الكلور الحر فعلاً يختفى بعد الفلتر الرملى فأحياناً تكون الميديا بها مواد تستهلك الكلور وينعدم أثره على كبريتيد الهيدروجين أو يزيله بمقدار ثم يظهر مرة أخرى لنمو البكتيريا من جديد ...

أو خلل فى مرحلة التهوية (إن وجدت) كأن يكون معدل التدفق للمياه عالى لا يسمح بأكسدة كل كبرتيد الهيدروجين.

رابعاً: التوصيات:

وجود برج تهوية (البلاور) فى تصميم الوحدة بعد الخروج من البئر مباشرةً وهذه طريقة مهمة جداً ... مع مراعاة عدم عمل تدفق قوى للمياه للسماح بتفاعل كل كبريتيد الهيدروجين مع الهواء

إضافة صواد كاوية وضبط الpH:

عند إضافة هيدروكسيد الصوديوم فى المرحلة الأولى يتفاعل الH_2S مع الNaOH ويكون كبريتيد الصوديوم مع ماء ويترسب على الفلتر الرملى وبالتالى يتم القضاء على الرائحة وهذه هى إحدى الطرق المستخدمة فى الDeodorization!

$$H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O$$

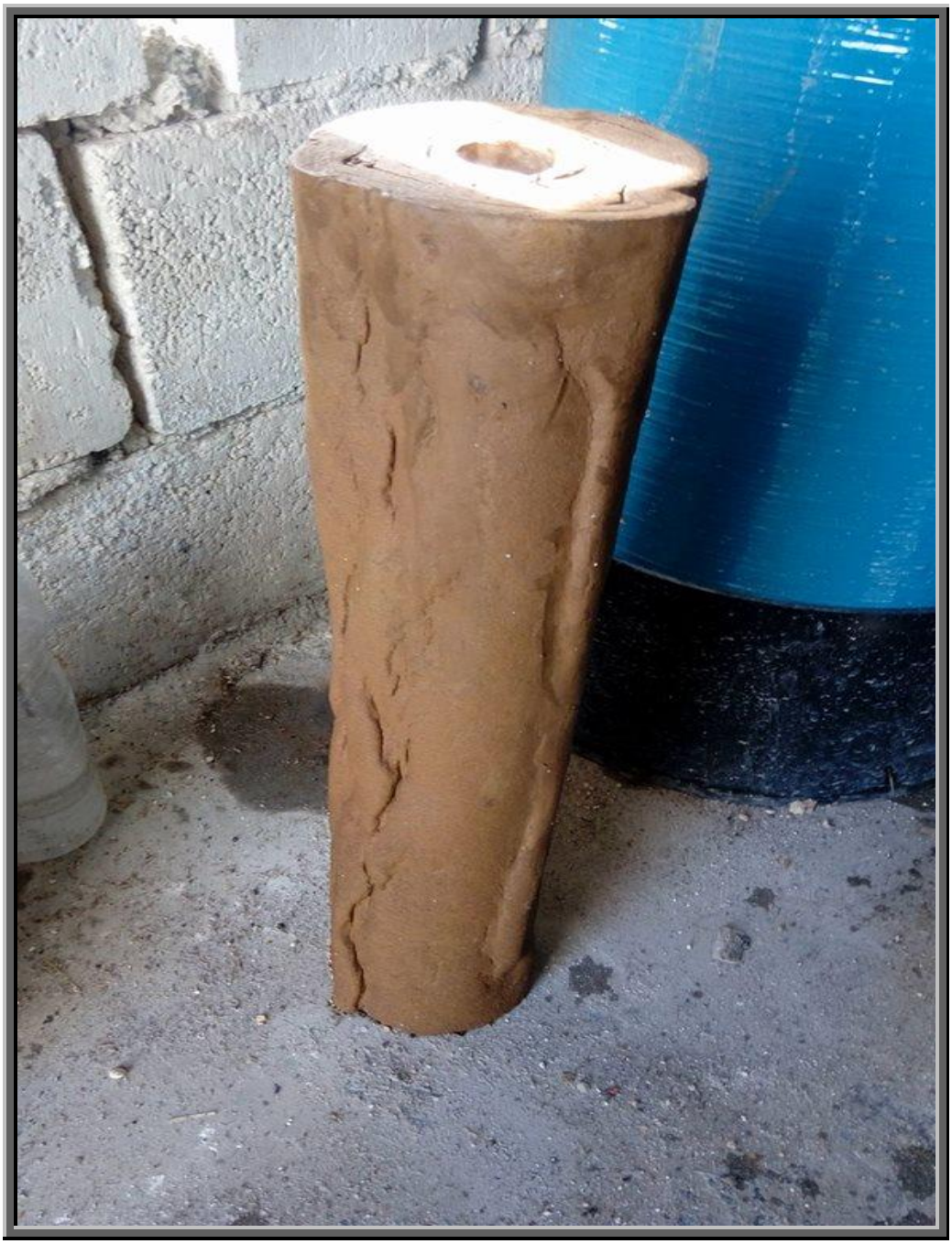
والكبريت أو الكبريتيد المترسب يتم حجزه على الفلتر الرملى مع مراعاة الغسيل العكسى للفلتر باستمرار.

زيادة نسبة الكلور المحقونة بحيث تصل بعد الفلترالرملى إلى 0.5 مجم/ لتر كلور حر كحد أدنى وهذا كافٍ بالتجربة العملية لأكسدة كبريتيد الهيدروجين ... ولمعرفة الجرعة المناسبة يتم عمل تجربة الBreak point لمعرفة النسبة المثالية المُضافة مع متابعة الكلورين أيضاً بعد الفلتر الرملى.

إضافة فلتر كربونى لإزالة ما تبقى من كبريتيد الهيدروجين.

الحالة السادسة:

نزلت هذه الحالة على الجروب وهى لزميل أخبرنا أنه تم تركيب فلتر رملى منذ حوالى 3 أشهر بصمام تحكم ... الفلاتر القطنية التى تلى الفلتر الرملى تشكل عليها طين (طمى) فى أقل من أسبوع كما بالصورة ... ونفاذيتها 20 ميكرون ... والماء الخام له عكارة مقبولة وغير مرتفعة جداً ... وعندما يتم عمل غسيل عكسى للفلتر الرملى فإن الماء الخارج يكون نظيف بدون عكارة ... ما هو التفسير؟ علماً بأن هذه المشكلة لم تكن موجودة قبل تركيب الفلتر الرملى ...



وكان رد الخبراء كالتالى:

المهندس عادل بدوى أبو محمد:

1- حدوث فرق فى الضغط بين الخارج والداخل وهذا يظهر من التغيرات التى طرأت على الفلتر كما هو موضح بالصورة ...وهذا الفرق قد حرك العكارة بكل هذه الكمية وأحدث تدمير للفلتر... والتغير فى الضغط قد يكون بسبب تغييرالميديا... حيث أن الضغوط فى وحدة التناضح العكسي كلها بداية من المياه الخام ومروراً بالفلاتر وطلمبة الضغط العالى والأغشية مرتبطة ببعضها ويتم تصميم الوحدة على هذا الأساس ... لذا يجب مقارنة الضغوط الحديثة بالقديمة قبل وضع الفلتر الرملى وذلك من خلال التقارير اليومية التى تسجل الضغوط قبل الفلتر الرملى وبعده وقبل الفلتر القطنى ... وبعده.

2- تغيير الميديا ... سبب من أسباب تغير العكارة وهى واضحة على شمعة الفلتر.

3- تغير اللون فى الفلتر قد يكون نتيجة عناصر كيميائية خاصة الحديد (وتكون الصداً).

المهندس أحمد حسين الناغى:

1- الميديا ليست جيدة ويحدث بها تفتت مع الغسيل العكسى.

2- الغسيل العكسي لا يتم بصورة جيدة وذلك فى الأغلب بسبب الضغط الغير مناسب للإنجيكتورinjector الخاص بالهيد كنترول ... ارجع للوكيل.

تلخيص اقتراحات المهندس رياض عبد الفتاح:

الخطوة الأولى:عندما يبدأ الفلتر الرملى فى العمل أول دقيقة أوأقل يخرج منه مياه بعكارة عالية والتى تجمعت أثناء التوقف (تعليق:أمر مشابه عندما تترك الصنبور يوماً أو يومين وتفتحه فتجد المياه معكرة فى البداية) ... للكشف عن ذلك يتم أخذ عينة قبل الدخول على الفلتر القطنى فى بداية تشغيل الفلتر الرملى فلو كانت المياه عكرة فهذا يدل على أن خطوة الflushing قبل التشغيل لم تتم ... وهذه الخطوة مهمة جداً خاصة مع الفلاتر الرملية الكبيرة ...

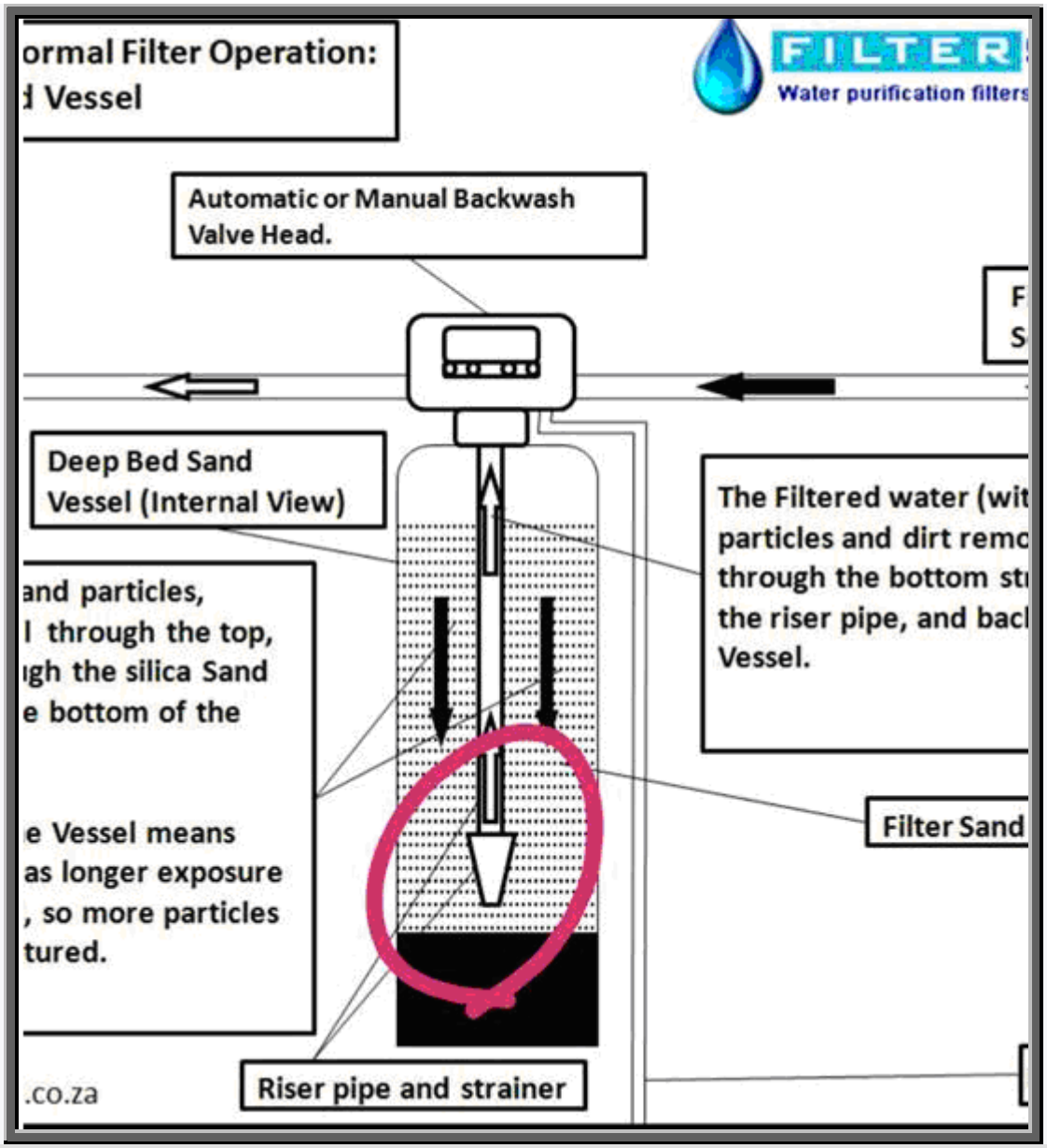
وبالفعل قد يحدث تسريب من صمام فى الفلتر الرملى مباشرةً إلى الفلترالقطنى.

تعقيب المهندس ثائر: بعض أجهزة الهيد كنترول فى الفلتر الرملى بالفعل تحتوى علىBypass داخلى ... عندما يكون الفلتر الرملى خارج الخدمة وينفذ الماء الخام (المحتوى على عكارة) قبل دخوله على الفلتر الرملى مباشرةً إلى الفلتر القطنى.

ويُكمل المهندس رياض حديثه:

الخطوة الثانية: فك الفلتر القطنى وإدخال الفلتر الرملى فى الغسيل العكسي (باك ووش) والتأكد من جميع الخطوات فى المراحل المختلفة مع ملاحظة نفاذ مياه إلى الفلتر القطنى أثناء هذه العملية أم لا ... وإذا كان هناك تسريب فالمشكلة فى صمامات التحكم ...

يُمكن عمل مراجعة للرايزر كما بالصورة التالية:



فالمشكله إما ميكانيكية داخل الفلتر وهذا يمكنك التأكد منه بفك الرأس العلوي والإطلاع على الriser وال strainer في عمود السحب للفلتر - التشييك على الرمل نفسه هل يوجد تفتت أو تكسر - التأكد من عدم هروب أي ماء خصوصاً في بداية تشغيل الفلتر الرملي أو مرحلة الback wash ويجب التأكد هل عندما يدخل الفلتر فى الخدمة بعد الغسيل يدخل مباشرة دون rinse؟

رد المهندس مجدى السمان:

بما أن المياة تخرج من المرشح وتدخل مباشرة على الميكرون فلتر بدون التخزين فى تنك ... إذن المشكلة محصورة بين المرشح الميكرون فلتر وعلى ذلك تكون المشكلة فى النوزل الموجودة فى المرشح ... فكل المطلوب منك تفريغ المرشح والتأكد من النوزل ... بمعنى أن النوزل الموجودة فى المرشح بتهرب كمية من الوسط الترشيحى ... وبما أن الميكرون فلتر عليه كمية كبيرة من الرواسب فهذا يفسر أن كمية كبيرة من النزل تحتاج لتغير ...وهذا يدل على أن نوعية النوزل غير جيدة أو طريقة تركيبها فى المرشح بها مشكلة ...

والنوزل هى مصافى صغيرة تركب أسفل المرشح وهى التى تخرج منها المياه المرشحة وهى التى تدخل منها المياة والهواء أثناء عملية الغسيل العكسى (راجع النقاش الخاص بالفلتر الرملى والغسيل العكسى).
اقتراحات أخرى: إعادة ضبط الهيد كنترول – استخدام نوزل ضعيفة – تشغيل طلمبات المياه الخاصة بالغسيل العكسي أكبر من الطاقة التصميمية.

رد المهندس أحمد محمود:

كل الأسباب السابقة ... إضافة إلى ذلك تنفيذ المرشح (الفلتر) لابد أن يكون تحت إشراف المختصين لأن بعض العمالة الفنية تخطىء فى تركيب النوزل بجانب ترتيب وسمك طبقات الرمال ...

الحالة السابعة(عُرضت على المنتدى):

أسباب تكون القشور على أغشية التناضح العكسي فى أقل من شهر مع إضافة أنتى سكيل قوى ومجمع الأغشية كان على مرحلتين على التوالى ... (يعنى ريجيكت المرحلة الأولى هو تغذية المرحلة الثانية) واقتراحات الخبراء ...

مشكلة تم عرضها على المنتدى من قبل ... واشترك فى الحلول والإقتراحات المهندسين الآتى ذكرهم:(د/ محمد شلتوت – محمد الخالد – صلاح محمد – صلاح أبو ريتاج – محمد المصرى – ابراهيم محجوب – وليد إمام – محمد زكريا – أحمد همام – محمد الخطيب – شادى السيد – سيف محمود – محمد حمدى – أحمد محمود – ماجد رفعت – أحمد سعيد – محمد أبو اسماعيل – نيفين أحمد – محمد النجار – طارق مصطفى – السعيد رضا – ثائر السعيد – مصطفى محمود).

وهذه تلخيص بالإقتراحات والحلول:

الأمرالأول:

إجراء كافة التحاليل المعملية المبدأية لمياه التغذية من جهة معتمدة موثوق فيها ... وعمل التحاليل المعملية للمياه الداخلة على الأغشية (بكل مراحلها لو كان هناك أكثر من مرحلة) والمياه المنتجة (المُحلاة) ومياه الريجيكت ... ومعرفة نسبة الrecovery والريجيكت قبل تكون القشور وبعدها ... وحساب ال LSI لمعرفة أمكانية تكون قشور الكالسيوم (علماً بأن جرعة الأنتى سكيل لا تدخل فى حساب الLSI).

المهندس أحمد محمود: تحليل القشور Scales لتحديد نوع الملح المترسب على الأغشية (كربونات كالسيوم – كبريتات ... سيليكات ... إلخ)
وهذه المشكلة حدثت معنا فى البحر الأحمر ... واكتشفت أن الأغشية فى خلال شهر من بدء التشغيل مكونة scales وكان سببها الكبريتات عالية فى مياه البئر.

المهندس مصطفى محمود: من خلال معرفة كمية المياه الخام إلى المُحلاة والريجيكت ونسبة ال Recovery ... من الممكن معرفة الملح المترسب بتحليل مياه التغذية والبيرميت والريجيكت...على سبيل المثال ...من معرفة الrecovery ... لو كل 3 لتر مياه خام تنتج 2 لتر ريجيكت وواحد لتر مياه مُحلاة ... إذاً:

3 x تركيز أملاح مياه التغذية = 2 x تركيز أملاح الريجيكت + 1 x تركيز أملاح المُحلاة

ويتم عمل ذلك لكل عنصر على حدة فى صورته الذرية أو الجزيئية مثل البيكربونات (وليس القلوية أو alkalinity as carbonate) ...وهكذا مع الكالسيوم والمغنيسيوم) ... والعنصر الذى لا يُحقق هذه المعادلة فهو محجوز فى القشور ...
و غالباً هى بيكربونات و تحولت الي كربونات غير ذائبة بفعل الحرارة الناتجة عن الضغط داخل الأغشية ... و التي تكون أعلى في المرحلة الأخيرة أو أغشية الذيل ... وإن كان كذلك فيكون الحل كالتالى:
١ـ اضافة حمض لمياه التغذية.
أو ٢ـ نقوم بعمل معالجة لازالة البيكربونات من مياه التغذية.

الأمرالثانى:

عدم وضع أنتى سكيل مناسب (والحل تغيير الأنتى سكيل واختيار شركة موثوق فيها).

الأمر الثالث:

حقن الأنتى سكيل بجرعة غير مناسبة (بالزيادة أو النقصان) ...

المهندس صلاح محمد: الزيادة تؤدى أحياناً إلى انسداد فى الأغشية نظراً لأنها تحتوى على غذاء للبكتيريا فيزيد نموها وتكون الفاولينج العضوى (خاصة فى بدايات الأغشية) ... ونقصان الجرعة لا يكفى لمنع ترسب كل الأملاح ...

(م/ محمد المصرى): أنا اعتقادي أنه لو كانت جرعة الأنتي سكيل زيادة عن المطلوب قد يكون هذا السبب فى عمل الترسبات فإذا وصلت للمرحلة التانية يكون الباقي زيادة excess فيترسب ... (قد يكون ذلك بسبب خلل فى مضخة الحقن للأنتى سكيل) أوحساب جرعة الأنتى سكيل ليست صحيحة.

(م/ محمد الخالد): في أحد المشاريع المنفذة واجهنا مشكلة مشابهة كانت الإنتاجية تضعف خلال فترة شهر تقريباً وتنخفض إلى النصف وبعد جهد جهيد تبين أن المشكلة كانت في مضخة حقن الأنتي سكيل وليس الأنتي سكيل نفسه حيث كانت تحقن حوالي 3 أضعاف الكمية نظراً لخلل فني فيها ... يعني الأنتي اسكيل كان يسبب انسداد الأغشية نظراً لتضاعف الجرعة ...

(م/ صلاح ابو ريتاج): زيادة جرعة الأنتى سكيل تؤدي إلي انسداد أول الأغشية ...

الأمرالرابع:

الحاجة إلى طرق إضافية لمعالجة العسر دون الإقتصارعلى الأنتى سكيل ... فقد تكون هناك حاجة إلى إضافة الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) مع رماد الصودا فى بداية المعالجة كما ذكرنا من قبل ... أو إضافة حمض يساعد الأنتى سكيل على أداء دوره على أكمل وجه وخفض الpH إلى 5 – 6.5 ... وكل ذلك يكون تبعاً لتوصية الشركة الموردة ونوع الأنتى سكيل ... وهل يُسمح بإضافة الحمض أم لا ...

محمد أبو اسماعيل: مجرد أنك عندما تعمل غسيل للأغشية فإنها تعمل بكفاءة ... إذاً ... أنت محتاج تقلل pH لمياه التغذية الى ٦,٥ أوأقل ... وتأكد من عدم ربط خط الرجكت مع أي خطوط غسيل فلاتر أوخطوط رجيكت من محطة أخرى لتجنب التغذية العكسية في حالة توقف المحطة ... وهذا هو السبب في الغالب بسبب تكون الأملاح علي محابس عدم الرجوع وعدم قيامها بوظيفتها.

الأمرالخامس:

إضافة مادة قلوية (كالصودا الكاوية) فى بداية المعالجة بدون إضافة حمض قبل الأغشية لخفض الpH تسبب ترسب أملاح كربونات الكالسيوم ...

الأمر السادس:

هو حساب الLSI وقد تفضل المهندس محمد زكريا بحساب الLSI فى المثال الذى طرح فى المنتدى وبناءً على التحاليل المعملية فكانت على جانب الريجيكت للمرحلة الأولى = 2.568 ... وهذه كافية لحدوث ترسبات.

الأمر السابع:

إضافة مروق يعوق عمل الأنتى سكيل:

(د/ محمد شلتوت):قد يرجع السبب إلى استخدام مروق (كوأجيولانت أو بوليمر) غير متوافق Non – compatible مع الأنتى سكيل ... ويجب الرجوع لتوصيات الشركة الموردة لكلا النوعين (المروق والأنتى سكيل) ... دائما البوليمر المستخدم فى الترويب والتنديف يتداخل مع الأنتى اسكيل.

سؤال ماذا يعني توافق البوليمر مع الأنتيسكيلنت؟ (من النقاش الخاص بالمروقات)

الجواب: الرد بأن هناك أنواع من الكوأجيولانت الموجب (أو الكاتيونى) يُضاف إلى ماء البحر فى الوحدات الأولية قبل التناضح العكسى تتفاعل مع الأنتى سكيل الذى يُضاف بعد الفلاتر الرملية ويكون فاولينج على الأغشية ... وأوضح مثال له هو الأنتيسكيل من نوع Flocon 260 ... والبديل له والمتوافق مع الكوأجيولانت الكاتيونى هو الFlocon 40 ولكن يجب قبل استخدامه الرجوع إلى تحاليل المياه الكاملة لمياه التغذية لأن الFlocon 40 ليس له تأثير قوى فى منع تكون قشور السلفايد Sulfide ...

الأمر الثامن:

واصفة الغشاء نفسه وسريان المياه فيه:

المهندس سيف محمود: مواصفة الغشاء قد لا تتناسب مع كمية الأملاح فى مياه التغذية (يتم الرجوع إلى المانيوال الخاص بالغشاء وتوصية الشركة المنتجة).

المهندس أحمد همام:ينبغى النظر إلى قيمة الCross flow filtration فى أواخر الأغشية (أغشية الذيل) ... يجب أن لا تقل بأى حال من الأحوال عن 5 مترمكعب /ساعة فى الوضع الطبيعى ... ولو قل عن ذلك فسيضعف الshear force و "كنس" الأملاح ... وبالتالى زيادة معدل الترسيب... وتتلخص الحلول في التغلب على ترسيبات الكالسيوم والماغنسيوم فى تخفيض الأس الهيدروجيني واستخدام مانع ترسيب أملاح مناسب وتخفيض معامل الاستخلاص دون المساس بكمية المياه المنتجة وذلك عن طريق عمل brine recycle.

المهندس محمد حمدى:فى أحد المحطات واجهنا مشكلة مشابهة وكان السبب يرجع أولاً إلى انسداد جزئ بخط الريجيكت للمحطة لدرجة أن مياه غسيل الفلتر الرملى كانت تدخل على أغشية الذيل مما يسبب تلف الأغشية . وقد تم التعديل على تصميم المحطة بالغاء المرحلة الثانية وجعل المحطة مرحلة واحدة بالإضافة إلى تخفيض نسبة الريكفرى ... وبفضل الله وضع المحطة مستقر إلى الآن.

المهندس وليد إمام: يحدث ذلك مع اختلاف ظروف المحطة ... فلوالإنتاجية ضعيفة على المطلوب فسيكون الفلشنج (Flushing) ليس قوياً... لمفترض وضع سوفتنر بعد المالتيميديا.

المهندس شادى السيد: حدوث ضغوط عكسية على الأغشية (مثلاً ضغط عكسي من بيارة الريجيكت حيث قد يحدث بها سدد block ويصبح صرفه ضعيف ويصبح منسوب المياه فيه عالى ...) لذا يجب متابعة آبار الصرف.

المهندس ماجد رفعت: اقتراح بخفض الpH على دخول المرحلة الثانية بحقن الحامض وحقن كمية من الأنتى سكيل لإذابة الأملاح المترسبة على هذه المرحلة.

المهندس السعيد رضا: السبب الأساسى لهذه الرواسب الكالسيوم ويظهر ذلك واضحاً فى تحليل مياه التغذية ... فالكالسيوم مازال موجود وبحالة قاعدية ... وحل المشكلة كالآتى:

أولا استخدام رماد الصودا Soda ash ... حيث تتفاعل فوراً مع الكالسيوم الذائب مكونة كربونات الكالسيوم وكربونات ماغنسيوم فى حدود ارتفاع ال pH الى 8.5

$CaCl_2 + Na_2CO_3 \rightarrow 2NaCl + CaCO_3$

$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3$

(راجع النقاش الخاص بتيسير المياه بالكورس) ...

ثم نعادل بحمض إلى أس هيدروجينى 7 ... ويُفضل أن يكون مع الحمض المضاف جرعة فوسفوريك بسيطة إن أمكن فى حدود 10 ppm لتكوين تراى كالسيوم فوسفات ... وبعد ذلك يستخدم كمية بسيطة جداً من الأنتى اسكالنت لتصل ال pH إلى 6.5 وتكون نسبة الكالسيوم فى هذه المياه من 15 الى 30 ppm.

المهندسة نيفين أحمد: يُمكن إضافة أغشية نانونية Nano-membrane قبل الأغشية لإزالة أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم.

م/ ثائر السعيد:

الفكرة: وجود عدم توازن فى الإنتاجية بين فيزلات المرحلة الأولى والثانية (إذا كان هناك أكثر من مرحلة) وقلة قيمة ال Cross flow filtration:

بالاستناد الى قراءات التدفقات على المرحلتين أن محطتنا تواجه none balance في الإنتاجية ونلاحظ أن ال majority من الproduct تكون من فيزلات المرحلة الاولى وممبريناتها ... وهذا حق كون الملوحة للخام منخفضة وتركيز الماء بالنسبة للأملاح هوالأعلى لكن هنا يكمن سر أن يكون المصمم قادراً على تطويع خبرته في تنفيذ محطة تناشد الوثوقية والكمال في أدائها ...

والflux rate العالي لكل ممبرين في المرحلة الأولى يجعل الماء الداخل الى المرحلة الأولى يعبرالممبرينات إلى الطرف المنخفض الأملاح بكمية أكبر وممكن بملوحة أعلى قليلاً من الناحية العملية عنها عن النظرية ....

هنا نقع في خطأ أنه طالما نحن نحصل على التدفق المطلوب لأيهم ان كانت أي مرحلة more loaded than the other ...

الماء المتبقي (ريجيكت المرحلة الأولى) يدخل كفيد Feed إلى المرحلة الثانية بأقل من اللازم وبالتالي الfeed flow للمرحلة الثانية يكون أقل من اللازم ودرجة ملوحته أعلى بسبب قلة كمية الحامل و وهو الماء ...

إن انخفاض التدفق يجعل عملية الترسيب أعلى بسبب أن الcross flow منخفض أي أن عملية الكسح للماء الحامل للأملاح من الطرف المالح تكون بأقل مستوى ناهيك عن الماء المالح بشكل أكبر ليس بسبب أن المرحلة الاولى طردت الأملاح بكفاءة ... لا... بل بسبب أن الماء الذي عبرأغشية المرحلة الأولى أعلى من التصميم ...

والحل ...

ادخال الماء ب pH مدروس ...
واستخدام أنتي سكالانت من شركات لها باع في هذا المجال ...
اعادة البروجكشن للمحطة بعد تطبيق throttling على البرودكت لاين للمرحلة الأولى ليتحمل كل فيزل من كل المراحل مسؤوليته في العمل والانتاجية و يتم ذلك على أن لايزيد عن 2 بار و يتم ذلك بشكل آمن بتصميم orifice على خط البرودكت ووضع pressure gauge على أن تمرر تلك الorifice التدفق المطلوب منها من خلال المعادلةQ=V.A
طبعا Q هى الفعليةالمطلوبة والمعروفة حسب البروجكشن الجديد ... وV الفعلية التي تكون من معادلة توريشللي ... وA الفعلية اللي هي المجهول في معادلتنا ومن A نقدر نعرف القطر D ولا ننسى معامل القطر Cd حسب شكل حرف الفوهة ومعامل السرعة الفعلية من معادلة برنولي cv ...
ولا ننسى اضافة فلاتر الكارتريدج (C.F) للمحطة ... يعني أفضل لأنه من الممكن أن تكون ال sedimentation ليست 100%فعالة ... وتمر من الفلاترالرملية وتؤثر ميكانيكاً على المرحلة الثانية حيث ال cross flow ليس جيداً...

طبعاً متشوق حضرتك كيف تم حل المشكلة ...!

الحل أشار إليه بعض الزملاء وبالأخص المهندس ثائر ...
وهذا الحل هوالذى توصل إليه المهندس المختص بالمشكلة وجاءت بنتائج ممتازة معه وتوقفت القشورعن الترسب ... وإليك البيان ...
الريكفرى recovery للمحطتين 75% ... فكانت مياه الريجيكت الخارجة من المرحلة الأولى تحمل أملاحاً بتركيزات أعلى من المطلوب وبمعدل سريان منخفض .. مما يسهل على الأملاح الترسب على الأغشية ...
قام المهندس بتقليل الريكفرى recovery للمرحلة الأولى من 75 % إلى 71 % بتقليل ضغط الدخول من 17.8 بار إلى 17.9 بار مع تثبيت كمية المياه المغذية feed وكانت 114 مترمكعب/ساعة ... وبالتالى فقد زادت كمية الريجيكت reject الخارجة من المرحلة الأولى بأملاح أقل تركيز حيث تم تخفيفها فتدخل هذه المياه كتغذية للمرحلة الثانية وبزيادة فى معدل السريان الذى يعادى ترسب الأملاح.
كما انخفض ضغط الخروج من 17.5 بار إلى 14.9 بار.
النقطة التى لم تصلح واقترحها المهندس ثائر هى تقليل الريكفرى فى المرحلة الأولى عن طريق تركيب محبس على خط انتاج المرحلة الأولى وعمل ضغط عكسيBack pressure على الأغشية فتقل انتاجية المرحلة الأولى ولمعادلة انتاج المرحلتين ... لم تصلح لوجود خزان الأنتاج طوله 15 متر وكان يعمل ضغط عكسي وحده حوالى 1.5 بار.

الحالة الثامنة (عُرضت على المنتدى):

وحدة RO ... مياه التغذية لها هى مياه آبار نسبة الحديد من 1.5 – 2 جزء فى المليون ... وعكارة NTU 0.3 ... يتم نقل المياه من البئر إلى تنك التغذية بدون إضافات أو تهوية ... وتزيد العكارة مع الوقت داخل التنك لتصل إلى NTU 12! ثم يتم أخذ المياه من قاع التنك إلى الفلتر الرملى ويتم إضافة الكلور والمخثر قبل الدخول على الفلتر الرملى ... وكانت النتيجة أن كفاءة الفلتر الرملى تقل مع الوقت ... وأصبحت العكارة والحديد بعد الفلتر الرملى عالية وتترسب على الفلتر الميكرونى ... فما الحل وما الاقتراحات؟ وما مدى كفاءة وضع كلور ومروق على خط السحب الخارج من تنك التغذية إلى مضخة الفلتر الرملى لأكسدة الحديد وقتل البكتيريا علماً بأن المسافة بين التنك والفلترالرملى حوالى 30 متر ... هل هى كافية لعمل الوظيفة؟ ... وما هو البديل؟ هل أضيف كلور قبل تنك التغذية لأكسدة الحديد وتخفيف الحمل على الفلترالرملى ... والمشكلة أنى إن فعلت ذلك فلابد من أخذ المياه من أعلى التنك وهى المياه الرائقة ... ولو أخذت من أسفل التنك (وهو المسار الطبيعى) فسيكون الحديد المؤكسد فى القاع وبالتالى سينتقل إلى الفلتر الرملى بتركيز أعلى كأننا لم نفعل شيئاً ... كما أنى لو عملت تهوية فى التنك ستزيد العكارة فى كل التنك وستنتقل إلى الفلتر ...
علماً بأن نتيجة مياه التغذية بها بكتيريا TPC حوالى نصف مليون ...

وهذه تلخيص بالإقتراحات والحلول:

المهندس محمد المصرى: هناك اقتراحان:
الاقتراح الأول: وضع تنك ترسيب قبل تنك التغذية ... والخط الواصل بين تانك الترسيب و تانك التغذية يكون من أعلي يعني تانك التغذية يأخذ ال overflow لتنك الترسيب... وتتم نظافة تانك الترسيب بصفة دورية باستخدام حامض الهيدروكلوريك.
الاقتراح الثانى: وضع برج تهوية (للأكسدة قبل تنك التغذية) ... وهذا أفضل من تنك الترسيب وسيحل مشكلة الحديد أكثر من التنك ...

المهندس عماد حمدى:
وضع بلاور هواء على الخط القادم من البئر مع تعديل تنك التغذية وتقسيمه بحيث يعمل بنظام التتابع ... مع حقن كلور أيضاً قبل خزان التغذية.
وبالنسبة للفلتر الرملى يتم عمل خط بلاور واستخدامه قبل عملية الغسيل العكسي.

المهندس محمد الكحلاوى:
لا فائدة من المخثر لأن العكارة جيدة جداً ... ولكن الوضع يحتاج إلى حوض تهوية (للأكسدة) حسب كمية المياه وهو سهل التنفيذ وغير مُكلف.
أما كفاءة الكلور فيتم قياس نسبة الحديد قبل دخول الفلتر الرملى لنعرف كفاءة الأكسدة.
تعقيب (تجربة نقطة الانكسار لمعرفة ال Chlorine demand يجب القيام بها لمعرفة النسبة الصحيحة المطلوبة للكلور).

المهندس يحيي الباشا:
الحل المقترح يكون بإضافة الكلورعلى طرد البئر مباشرةً ثم إضافة بوليمر على طرد خزان التخزية لتكوين فلوكيولانت حجمها كبير يسهل إزالتها بواسطة الفلتر الرملي.

ونوع البوليمر يكون أنيونى (سالب الشحنة) وليس كاتيونى ليقوم بترسيب الحديد الموجب .... وتستخدم أنواع مختلفة من البوليمرات الأنيونية (على عكس ما يعتقد الكثير من الناس أن البوليمرات المخثرة كلها موجبة) حيث تحتوي على مجموعات فعالة مثل مجموعة الكربوكسيلات والتي ترتبط بأيونات الحديد الموجبة وتكون ذات وزن جزيئى مرتفع وبها العديد من تلك المجموعات فتجمع العديد من أيونات الحديد المترسبة وتكون كافية لحجزها بواسطة الفلتر الرملي ولا تحتاج إلى تقليب سريع لعدم تكسير جزيئات البوليمر ... وهى تعمل في حدود أس هيدروجيني 8.

والمخثرات الانيونية تسمى طبقاً للمجموعات الفعالة بها وهذه أمثلة لها:

Polycarboxylate, Ployacrylamide, Polysulfonate

ويظل التركيب التفصيلي والوزن الجزيئي والتركيز خاص بالشركة المصنعة.

والحل الآخر هو إلغاء خزان التخزية تماماً وتوصيل مياه البئر مباشرةً إلي الفلتر الرملي ويفضل حقن مادة SMBS للقضاء على الأكسجين الذائب ومنع أكسدة الحديد والمحافظة عليه في صورة حديد ثنائي فالأغشية تتحمل حتى 4 مللي جرام / اللتر حديد ثنائي (يعنى 4 ppm) ... وفى هذه الحالة يجب دراسة ما إذا كانت طلمبة البئر تصلح في هذه الحالة لتحقيق أقل ضغط مطلوب لطلمبة الضغط العالي.

المهندس محمد شلتوت:

يتم عمل مرحلة تهوية وأكسدة فى برج تهوية أو داخل تنك التغذية مع إضافة كلور واستبدال الفلتر الرملى بفلتر الجرين ساند وطبقة أنثراثيت ... وهو معمول به فى المحطات عندنا.

تعقيب: لو تم استخدام فلتر البيرم فيجب أن لا ندخل الكلور عليه ... يعنى يجب التخلص من الكلور أولاً.

ولا نحتاج إلى مروق لأن العكارة جيدة فى البئر كما تحتوى على أقل مواد عضوية ولذا يُمكن إضافة كلور إلى مياه الآبار كمانريد ولا خوف من تكون التراى هالو ميثان المسرطن حيث أنه يتكون من وجود مواد عضوية تسمى humic and fulvic acids وهذه تنتج من تحلل ورق الأشجار والنباتات ... وهذا غير متوفر فى مياه الآبار ... لذلك عند قياس التراى هالو ميثان فى مياه الآبار التى تم حقن الكلور فيها نجدها منعدمة التركيز.

كذلك لا يصلح "الPAC" كمخثر فى معالجة مياه الآبار لأنه يحتوى على شحنات موجبة (كما قال المهندس يحيي).

المهندسة سُمية:

سنتحدث عن نظامين:

<u>النظام الأول</u> هى تطبيق نظام منع تعرض المياه لأي هواء أو بمعني أصح منع تعرض المياه لأي مؤكسد ... وفي هذه الحالة يُطلق عليها دائرة مغلقة ... ولايضاف تانك فيد و لا يتم حقن كلور اطلاقا لأنه عامل مؤكسد و يتم الحفاظ علي عدم تسرب أي هواء حتي وصول المياه للممبرين ... وبهذا نكون حافظنا علي الحديد في حالته الذائبة ليتم التخلص منه في مياه الريجيكت ويتعامل مع الممبرين مثل الأملاح وباقي العناصر التي يتخلص منها ... أما العكارة فليست كثيرة ويتم التخلص منها عن طريق فلتر متعدد الطبقات.

<u>النظام الثاني</u> ويُطلق عليه دائرة مفتوحة ... وهو كالاتي: حقن الكلور في وجود نسبه البكتريا ينتج THM تراي هالوميثان وهي مسببه للسرطان ... (غير وارد فى مياه الآبار) <u>والأفضل تانك تهوية و به فتحة درين (صرف) من أسفل لسحب الترسبات ثم حقن كلور ثم فلتر</u>

الساند ... أو من الممكن ان نضع فوق طبقة الساند أنثراسيت ليصبح فلتر متعدد ثم فلتر كربون يليه حقن SMBS للتاكد من خلو الماء من الكلور ثم بيرم فلتر ... مع ضبط ال pH وحقن الأنتي اسكالنت وهنا تكون المياه مناسبة للدخول علي الممبرين.

فصل خاص
بمعالجة الحديد والمنجنيز فى مياه التغذية لوحدة التناضخ العكسي

تلخيص ما جاء بالكورس فيما يتعلق بمعالجة الحديد والمنجنيز مع وضع بعض الإضافات:
1- تواجد الحديد والمنجنيز فى مياه التغذية.
2- أضرار الحديد والمنجنيز على الفلاتر وأغشية التناضخ.
3- طرق المعالجة المقترحة.

تواجد الحديد والمنجنيز فى مياه التغذية:

مع حديثنا عن الأملاح الغير عضوية فى مياه التغذية كان لزاماً علينا ذكر الحديد والمنجنيز ... العدوان اللدودان اللذان يسببان المشكلات على الدوام!!
من موقع لينتيك Lenntech:
"تركيز الحديد يختلف من مكان لآخر اختلافاً كبيراً فمثلاً فى مياه البحر يتراوح من 1- 3 جزء فى البليون (مثل المحيط الهادى) ... وفى مياه الأنهار يتراوح ما بين 0.5 – 1 جزء فى المليون ... أما فى المياه الجوفية فقد يصل إلى 100 جزء فى المليون!"
ويتواجد المنجنيز أيضاً مع الحديد خاصة فى المياه الجوفية بنسب تصل إلى 2 -3 جزء فى المليون ... وذلك بسبب ندرة الأوكسجين والذى من فوائده القيام بأكسدة هذين العنصرين ... وفى المعتاد يقل تركيز المنجنيز عن الحديد بصورة كبيرة.
يتواجد الحديد فى الماء طبيعياً على أيون الحديدوز الثنائى Ferrous (Fe^{2+}) وفى الغالب على هيئة بيكرونات الحديدوز $Fe(HCO_3)_2$ ... أما أيون الحديديك الثلاثى Ferric (Fe^{3+}) فهو غير ذائب فى الماء فى الpH المتعادلة ويترسب فى القاع، نفس الشىء فى المنجنيز ... فهو يتواجد فى الحالة الثنائية على هيئة Manganous ion (Mn^{2+}).
وعند ترسبهما فى الرسوبيات يكونا صبغة بنية مثل الشيكولاتة Chocolate-colored brown كما بالصورة التالية:

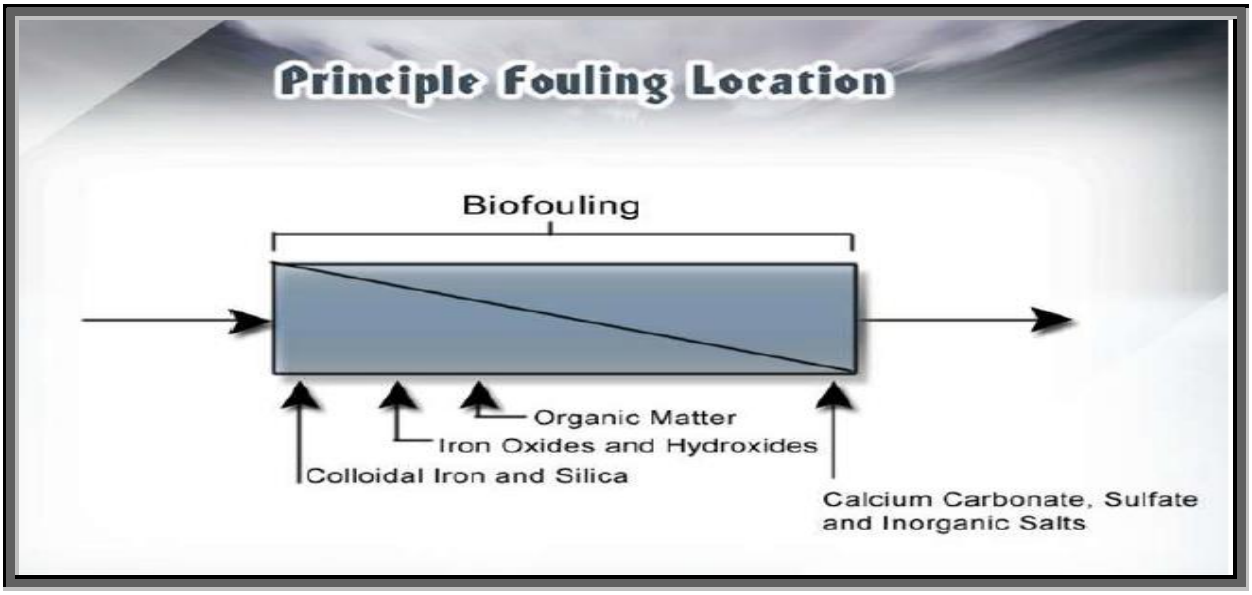
وعندما نذكر طُرق المعالجة ونحن نتحدث عن الحديد ضع فى اعتبارك أن معالجة المنجنيز تتدخل معه ... يعنى ما يحتاجه الحديد من معالجة يحتاجه المنجنيز!

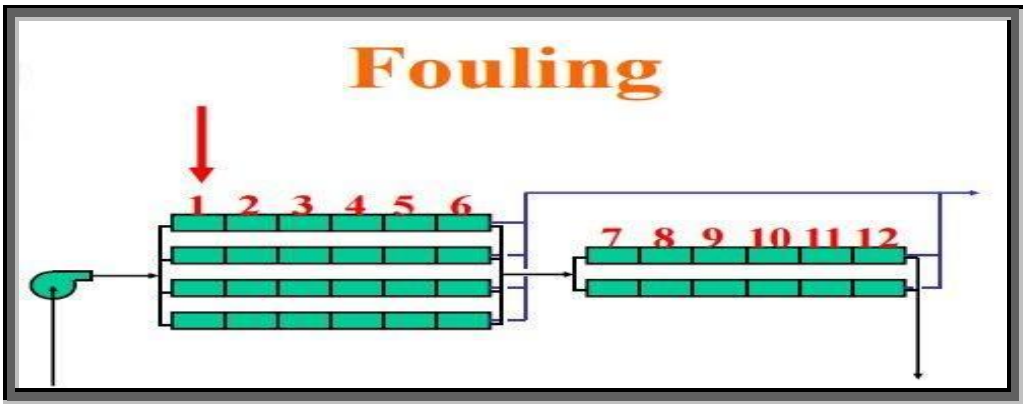
أضرار الحديد والمنجنيز على الفلاتر وأغشية التناضخ:

1- ارتفاع نسبة الحديد فى مياه التغذية يؤدى إلى تحجر الميديا فى الفلاتر الرملية خاصة مع عدم استخدام الغسيل العكسي بطريقة جيدة ... يؤدى ذلك لسدد فى الفلتر وضعف فى انتاج المياه ... ونفس الأمر يحدث مع فلاتر الكارتريدج.
2- يحدث اتساخ (فاولينج فى بدايات الأغشية بالحديد والمنجنيز) وهو من أخطر أنواع الفاولينج (أخطر من الفاولينج البيولوجى الذى تسببه الكائنات الحية الدقيقة).
انظرإلى الصور القادمة ... كيف تكونت الصبغات البرتقالية البنية على الأغشية بفعل أيونات الحديد والمنجنيز:

وتواجد الحديد والمنجنيز بكميات كبيرة أكبر من المواصفة العالمية يسبب مذاق به صدأ (rusty) كما أنه يسبب تراكم صبغات على الملابس والأطباق عند غسلها.
وهنا نذكر تأثير الحديد والمنجنيز على أغشية التناضح العكسي فنقول:
1- يسبب الاتساخ على الممبرين فيما يسمى Iron and manganese fouling فيزيد انسدادها.
2- يزيد من فرق الضغط على الأغشية لانسداد ثقوبها وبالتالى يُعرضها للتلف.
3- يزيد من التوصيلية الكهربية فى المنتج.

وعادة ما يتم تكون هذا النوع من الفاولينج فى بدايات الأغشية كما بالصورة التالية:





وتفسير ذلك كما تم شرحه بالكورس لطبيعة سريان المياه داخل الأغشية وهو ما أطلقنا عليه تدفق المياه water flux... وهو كمية المياه المنتجة (البيرميت) الخارجة من كل غشاء (أو الفيزل أو الوحدة بأكملها) باللتر لكل ساعة على مساحة سطح الممبرين ... وهو مؤشر لحدوث الانسداد plugging بالفاولينج (الاتساخ) ... وكلما زاد معنى ذلك زيادة كمية المياه التى اخترقت سطح الغشاء وزادت كمية المواد التى تسبب الاتساخ على سطحها...
وفى الأشكال السابقة نلاحظ أن الأغشية المتقدمة (فى بدايات الفيزل) هى التى تعانى من الانسداد أكثر لأن الwater flux أكبر ما يُمكن بالمقارنة بما يحدث فى نهايات الأغشية أوالذيل.

(والقاعدة ... كلما زاد الwater flux زادت كمية المياه العابرة للأغشية وزادت كمية المواد التى تسبب الإتساخ على الأغشية وزاد معدل الانسداد).
لذا فالمناطق الأمامية من الأغشية (أو المراحل الأولى) تكون عُرضة للإتساخ fouling أكثر من أغشية الذيل.

طرق المعالجة المقترحة:

كى نزيل الحديد والمنجنيز من المياه يتم عمل واحدة من الوسائل التالية (أوالدمج بين بعضها تبعاً لتركيز الحديد) والفكرة العامة هى أكسدة الحديد والمنجنيز الثنائى الشحنة (Divalent) ليصبح ثلاثى الشحنة (Trivalent) قابل للترسيب ويتم ترشيحه فى الأحواض أو على الفلاتر الرملية وغيرها قبل الدخول على الأغشية .

القاعدة العامة:
عند تركيز أقل من 3 جزء فى المليون من الحديد يكفى الأكسدة بالهواء أوالكلورة مع الفلاتر الرملية ... فإذا كان ما بين 3 – 10 لجأنا إلى الفلاتر المؤكسدة (الفلترالرملى أو البيرم).

وهناك عدة طرق لإزالة الحديد والمنجنيز نذكرها لكم الآن والخبير هو الذى يختار المناسب من هذه الطرق وهى تختلف من وحدة لأخرى تبعاً لطبيعة مياه التغذية وتصميم الوحدة:

1- الأكسدة بالهواء Aeration:

ويتم ذلك فى أبراج الأكسدة (أبراج التهوية) كما يحدث فى بعض محطات معالجة مياه الشرب حيث يستخدم بلاور الهواء Air blower لأكسدة الحديد والمنجنيز ... ويتكون البرج من عدة مستويات لزيادة فرصة اتحاد العنصرين بالهواء.
والمعادلات التالية توضح تفاعل الأوكسجين مع الحديد والمنجنيز:
وعند الأكسدة بالأوكسجين الذائب يتم التفاعل التالى حيث يترسب هيدروكسيد الحديديك الثلاثى:

$$Fe(HCO_3)_2 + O_2 \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 2CO_2 + H_2O$$

Or:

$$4Fe(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow + 8\ CO_2$$

$$4Mn(HCO_3)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Mn(OH)_3\downarrow + 8\ CO_2$$

والتهوية فى المعالجة الإبتدائية طريقة فعالة جداً فى التخلص من الحديد والمنجنيز ... ويتم عملها بعدة طرق ... وأقدم الطرق هى تركيب ال "Venturi" والذى يثبت على البئر حيث يتم ضخ الهواء مع خط الماء عن طريق تنك ضغط يسبب سحب للهواء... ويلى ذلك تنك صغير يعطى الهواء الوقت الكافى لأكسدة الحديد والمنجنيز ... كما يكون فيه فتحة vent للتخلص من أى هواء زائد ثم تمر المياه الخالية من الحديد والمنجنيز إلى الفلاتر ...
والطريقة الأكثر فعالية هى التى يتم فيها استخدام تنك واسع مغلق Closed aeration tank ويتم ضخ الهواء فيه من ضاغط للهواء Air compressor ونقطة ضخ الهواء تكون فى الثلث الأعلى من التنك حيث تتم الأكسدة بسرعة بمجرد دخول المياه للتنك ... حيث تدخل خلال جيوب الهواء المضغوط pockets of compressed air المتواجدة فى هذه المنطقة ثم تنتقل المياه إلى الفلاتر التالية ويتم التخلص من باقى الحديد عبر الفلاتر المؤكسدة.
والأكسدة تتم فى أقل من 3 دقائق ...

وعند أس هيدروجينى 9 يتم أكسدة كل المركبات العضوية (Organic matter) فى المياه الجوفية بلا استثناء ومن بينها الفينول ...
درجة الpH مهمة جداً فى عملية التهوية المذكورة ... فكما ذكرنا أن الpH العالية مطلوبة لتسهيل عملية الأكسدة وتكوين هيدروكسيد الحديد والمنجنيز... ولذلك نقوم برفع الpH عن طريق إضافة صودا كاوية caustic soda أو soda ash أو نمرر المياه على فلتر الكالسيت.
ملحوظة: عند أكسدة الحديد وتحوله من ثنائى إلى ثلاثى مترسب (ترتفع معه درجة اللون والعكارة فى المياه الخام أضعاف ما كانت عليه) ... ويظهر ذلك فى تنك تغذية المياه بعد الأكسدة ... وهذه صورة لتنك تغذية مياه (والمصدر بئر جوفى) ... ويظهر لنا الخزان ولون الحديد:

وحتى لا يتلوث تنك التغذية أو لا تزيد عكارته بعد أكسدة الحديد مما يؤثر بالسلب على المراحل التالية فهناك عدة اقتراحات:

الاقتراح الأول: وضع تنك ترسيب قبل تنك التغذية ... والخط الواصل بين تانك الترسيب و تانك التغذية يكون من أعلي يعني تانك التغذية يأخذ ال overflow لتنك الترسيب... وتتم نظافة تانك الترسيب بصفة دورية باستخدام حامض الهيدروكلوريك.
الاقتراح الثانى: وضع برج تهوية (للأكسدة قبل تنك التغذية) ... وهذا أفضل من تنك الترسيب وسيحل مشكلة الحديد أكثر من التنك ...
الاقتراح الثالث:وضع بلاور هواء على الخط القادم من البئر مع تعديل تنك التغذية وتقسيمه بحيث يعمل بنظام التتابع ... مع حقن كلور أيضاً قبل خزان التغذية.
الإقتراح الرابع:الحل المقترح يكون بإضافة الكلورعلى طرد البئر مباشرةً ثم إضافة بوليمرأنيونى لتجميع الحديد بطريقة الFlocculation على طرد خزان التخزية لتكوين فلوكيولانت حجمها كبير يسهل إزالتها بواسطة الفلتر الرملي.

ونوع البوليمر يكون أنيونى (سالب الشحنة) وليس كاتيونى ليقوم بترسيب الحديد الموجب .... وتستخدم أنواع مختلفة من البوليمرات الأنيونية (على عكس ما يعتقد الكثير من الناس أن البوليمرات المخثرة كلها موجبة) حيث تحتوي على مجموعات فعالة مثل مجموعة الكربوكسيلات والتي ترتبط بأيونات الحديد الموجبة وتكون ذات وزن جزيئى مرتفع وبها العديد من تلك المجموعات فتجمع العديد من أيونات الحديد المترسبة وتكون كافية لحجزها بواسطة الفلتر الرملي ولا تحتاج إلى تقليب سريع لعدم تكسير جزيئات البوليمر ... وهى تعمل في حدود أس هيدروجيني 8.

والمخثرات الانيونية تسمى طبقاً للمجموعات الفعالة بها وهذه أمثلة لها:

Polycarboxylate, Ployacrylamide, Polysulfonate

ويظل التركيب التفصيلي والوزن الجزيئي والتركيز خاص بالشركة المصنعة.

الاقتراح الخامس: هو إلغاء خزان التخزية تماماً وتوصيل مياه البئر مباشرةً إلي الفلتر الرملي ويفضل حقن مادة SMBS للقضاء على الأكسجين الذائب ومنع أكسدة الحديد والمحافظة عليه في صورة حديد ثنائي فالأغشية تتحمل حتى 4 مللي جرام / اللتر حديد ثنائي (يعنى 4 ppm) ... وفى هذه الحالة يجب دراسة ما إذا كانت طلمبة البئر تصلح في هذه الحالة لتحقيق أقل ضغط مطلوب لطلمبة الضغط العالي (راجع الطريقة رقم 10).

الاقتراح السادس: تطبيق نظام منع تعرض المياه لأي هواء أو بمعني أصح منع تعرض المياه لأي مؤكسد ... وفي هذه الحالة يُطلق عليها دائرة مغلقة ... ولايضاف تانك فيد و لا يتم حقن كلور اطلاقا لأنه عامل مؤكسد و يتم الحفاظ علي عدم تسرب أي هواء حتي وصول المياه للممبرين ... وبهذا نكون حافظنا علي الحديد في حالته الذائبة ليتم التخلص منه في مياه الريجيكت ويتعامل مع الممبرين مثل الأملاح وباقي العناصر التي يتخلص منها ... أما العكارة فليست كثيرة ويتم التخلص منها عن طريق فلتر متعدد الطبقات.

الاقتراح السابع: تانك تهوية و به فتحة درين (صرف) من أسفل لسحب الترسبات ثم حقن كلور ثم فلتر الساند ... أو إزالة الكلور ثم فلترالبيرم.

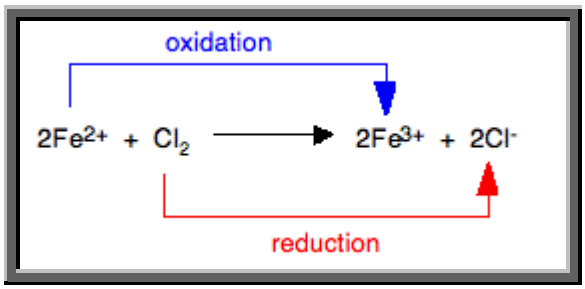
2- الأكسدة بالهواء ثم المعالجة البيولوجية:

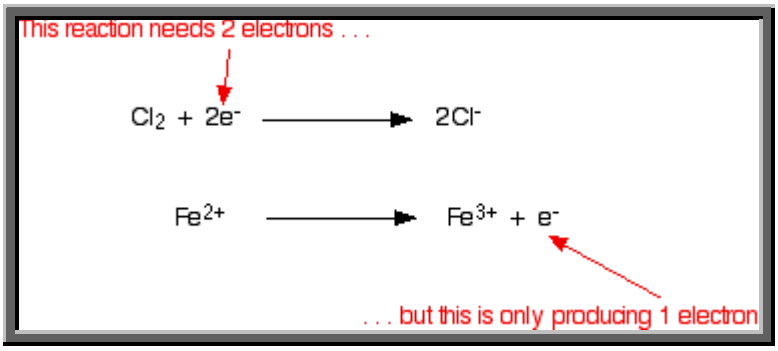
بعد عملية التهوية يتم نقل الماء إلى المرشحات (الفلاتر) ويتم تنمية نوع من البكتيريا الخاصة تعمل على أكسدة الكمية المتبقية فى الماء (معالجة بيولوجية) ثم يعقم الماء بالكلور.

3- الأكسدة بالكلور: (بإضافة غاز الكلورين أوهيبوكلوريت الصوديوم):

ما يفعله الكلورين هو أكسدة الحديد الثنائى ليتحول إلى الحديديك الثلاثى $Fe(OH)_3$ كما يؤكسد المنجنيز إلى ثانى أوكسيد المنجنيز $Mn(OH)_2$ وهذه النواتج قابلة للترسيب على الفلاتر الرملية ...

انظر تفاعل الكلور مع الحديد الثنائى لتحويله إلى ثلاثى مترسب:





وإضافة جرعة كلور أولية نسميها Shock dose بجانب إضافته قبل مرحلة الفلترة ... هى طريقة معروفة لدى العاملين فى المجال ...

ولذلك من الممكن أن يتم إضافة الكلورعلى مرحلة واحدة أومرحلتين ... مرحلة مبدأية ومرحلة لاحقة ... تبعاً لجودة المياه ... فإذا كانت المياه تحتوى على بكتيريا بنسب كبيرة ونسبة من الحديد والمنجنيز والمركبات النيتروجينية (كالأمونيا والنيتريت) وهذه المكونات تستهلك جزءاً كبيراً من الكلور يفقد قوته فى التعقيم ... فيتم حقن كلورفى مرحلة مبدأية "صادمة" أو "Shock dosage" قبل إضافة المروق لقتل البكتيريا وأكسدة الحديد والمنجنيزوالأمونيا واللون والطعم والرائحة وخفض الpH (اللازم لعمل الكثير من المروقات) ... وقبل الدخول على الفلاتر نضيف كلورمرة أخرى حتى نتأكد من وجود كلورمتبقى فى مراحل المعالجة الأولية ولقياس كفاءة الكلور يتم قياس نسبة الحديد قبل دخول الفلتر الرملى لنعرف كفاءة الأكسدة.

كما أن إجراء تجربة نقطة الانكسار فى البداية لمعرفة ال Chlorine demand يجب القيام بها لمعرفة النسبة الصحيحة المطلوبة للكلور.

كما يجب إطالة زمن التلامسContact time بين الكلورين والحديد والمنجنيز حتى نتأكد من تمام عملية الأكسدة وترسب هذه الأملاح، وزيادة زمن التلامس يكون بواسطة استخدام تنكات خلط أو مواسير بلاستيك على هيئة coil.

والكلور تزداد قدرته على الأكسدة ... ويستطيع أكسدة الحديد والمنجنيز تماماً عند أس هيدروجينى من 8.5 إلى 9 يعنى نرفع إلى 8.5 ... ثم نضيف الكلور ثم نقوم بالترشيح ثم تخفض ال pH إلى 7.5 بإضافة حمض مع مراعاة أن المياه الجوفية الخام يجب أن تكون خالية من الأمونيا.

وفى حالة التركيزات العالية من الحديد والمنجنيز لا يُنصح باستخدام الكلور فى الأكسدة لأننا نحتاج إلى pH عالية لاتمام الأكسدةإلا إذا أضفنا معها مادة قلوية مثل الصودا الكاوية.

أم بخصوص عملية الكلورة فى إزالة الحديد والمنجنيز فالكلور مؤكسد قوى مثل الهواء ولكن يحتاج إلى وقت أطول لاتمام مهمته بعكس الهواء ... وهذا الوقت نسميه Residence time.

تتم الكلورة بإضافة حبات من هيبوكلورايت الكالسيوم Calcium hypochlorite dry pellet chlorinator ... داخل البئر نفسه ... أو يتم حقن الكلورين مع خط مياه التغذية (تحت

ضغط) ... كما يتم توفير تنك بعدها هو retention tank لتوفير الزمن اللازم لاتمام العملية ... (والموصى به هو مالا يقل عن 20 دقيقة).
ويتبع عملية الكلورة الفلاتر المؤكسدة مثل عملية التهوية ...

4- استخدام الفلاترالمؤكسدة مثل الفلتر الرملى الأخضر وفلتر البيرم:

(ارجع للنقاش التاسع عشر صفحة 202) مع الأخذ فى الإعتبار هذه الملاحظات:
• الأفضل أن يتم دمج الفلتر المؤكسد مع طبقة فحم الأنثراثيت بدلاً من الفلتر الرملى العادى، ليكون نظام الميديا الثنائية dual media بجانب طبقة الحصى.
•لا يتأثر الفلتر الرملى الأخضر بالكلورين ... ولكن يجب إزالة الكلورين قبل فلتر البيرم ... وهناك من يفضل وضع فلتر البيرم قبل الفلاتر الأخرى وقبل إضافة الكلورين.

5- الأكسدة ببرمنجنات البوتاسيوم:

يتم إضافتها فى تنك ترسيب لمياه التغذية وتحدث الأكسدة فى وقت أقصر من استخدام الكلور.
6- الأكسدة بالأوزون وهى أقوى وأسرع وأفضل الطرق ... كما أنه لا يحتاج إلى التخلص منه بعد ذلك ويستخدم عادة مع الحديد والمنجنيزالمرتبط بالمواد العضوية أو الHumic acid والذى ينتج من تحلل المواد العضوية للكائنات الحية.

6- إضافة حامض:

معظم أملاح الحديد لا تترسب فى pH منخفضة ... فبإضافة الحامض نمنع ترسبها على الأغشية.

7- عمل الترويق:

بإضافة كوأجيولانت على الخط In-line coagulation ... أوإضافة كوأجيولانت ثم فلوكيولانت ثم الترسيب فى تنكات الترسيب.
وإضافة المادة المروقة تساعد على التخلص بنسبة كبيرة من العناصر الثقيلة وأهمها والحديد والمنجنيز والكروم الثلاثى.

8- استخدام الفلاتر المعتادة (الرملية أو المالتى ميديا) والفلاتر الميكرونية:

والفلتر الرملى السريع (Rapid sand filter) سواء أكان أحادى الطبقة أو ثنائى الطبقة أو متعدد الطبقات وهو فعال فى إزالة جزء من الحديد والمنجنيز...

8- تيسير المياه باستخدام المُيسر (السوفتنر):

... نجد أن الريزن (الراتنج) الكاتيونى Cationic resin قد اثبت كفائته فهو بجانب أنه يُزيل أملاح العسر (الكالسيوم والمغنيسيوم) فهو يُزيل كل الأيونات التى تحمل شحنتين موجبتين أو أكثر ومن بينها الحديد الثنائى الذائب والمنجنيز الثنائى الذائب ...المهم أن تكون الأملاح ذائبة ليحدث التأين والتبادل الأيونى ... وبالتالى نستنتج أن الحديد أو المنجنيز فى الحبيبات الصلبة أو الغروية من الصعب إزالتها عبر السوفتنر.

9- إستخدام الجير المطفىء(هيدروكسيد الكالسيوم) Ca(OH)2 (Lime softening):

حيث يتكون هيدروكسيد الحديدوز الذى يترسب فى درجة pH عالية كالتالى:

$$Fe^{2+} + Ca(OH_2) \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + Ca^{2+}$$

10- الحرمان من الأوكسجين!

لمعالجة الحديد والمنجنيز هناك طريقة تم تطويرها بواسطة (المهندس/ محمد موسي) وأثبتت كفاءة خلال 4 سنوات من التشغيل ...

تعتمد هذه الطريقة على حرمان التفاعل من الأوكسجين حتى لا يتم ترسيب هيدروكسيد الحديديك ... وتُعد هذه الطريقة فعالة فى الحفاظ على الأغشية حتى عند التركيزات العالية من الحديد (4 جزء فى المليون) ... وتعتمد هذه الطريقة على عزل المنظومة عن الهواء الجوى تماماً مع عدم وجود خزانات فى المنظومة منعاً لتسرب الأكسجين الجوى للمياه ... ويتم حقن الSMBS ... وهو عامل مختزل قوى كى يتفاعل مع أى أوكسجين موجود داخل المنظومة وذلك وفقاً للتفاعل التالى:

$$Na_2S_2O_3 + H_2O \rightarrow 2NaHSO_3$$
$$2NaHSO_3 + 0.5\ O_2 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

وقد تم إطالة مدة الغسيل الكيميائى لفلتر البيرم فى الوحدة (والحديث للمهندس محمد موسي) من 17 يوم إلى 4 أشهر تقريباً.

10- إضافة مواد تمنع ترسب الحديد Scale inhibitor Antifoulant.

من حديث المهندس أحمد همام:

من العوامل المؤثرة على أكسدة الحديد: القلوية ودرجة الحرارة والمواد العضوية وبعض المواد المحفزة لعملية الأكسدة كالنحاس والكوبالت ... وكذلك المواد المثبطة لعمليات الأكسدة كالكبريتات والكلوريدات ... وما سيأتى بالفعل (Case study بجامعة أوترخت بهولندا بالاشتراك مع معهد المياه باليونسكو).

وتفضل المهندس أحمد برفع صور للبحث المنشور عن الطرق المستخدمة فى إزالة الحديد من المياه الجوفية مثل الأكسدة والكلورة والأكسدة بالأوزون أو برمنجنات البوتاسيوم أو بفوق أكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide (مع التهوية أو بدون) ... والأكسدة البيولوجية أو باستخدام السوفتنر (Zeolite softening) أو باستخدام السيلكات والبولى فوسفات ... إلخ

<u>وإليكم هذه الأوراق الهامة:</u>

Iron Removal Methods

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
1. Oxidation, precipitation and filtration			
(a) Oxidation by aeration	• Fe <5 mg/l and little or no organic matter or other reducing agents • As pre-oxidation step to save chemical costs when Fe >5 mg/l	• No chemicals required • Simple in operation • Partly removes CO_2, H_2S and CH_4 present	• Ineffective in cases of low pH, and high Fe and Mn concentrations or when Fe is organically complexed • Initial cost is high
(b) Oxidation with chlorine	• Beneficial to remove Fe and Mn in one step • Optimum pH 6.8-8.4 (Kothari 1988)	• More rapid oxidation than aeration especially under conditions of organic matter interference • Less expensive and more effective than $KMnO_4$ • Can also be used for disinfection	• THM formation • Chloro-derivatives can cause taste and odour problems • Require safe handling and storage of chlorine and chlorine compounds

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
(c) Oxidation with chlorine dioxide	• Effective when iron is organically complexed or ammonium concentration is high • Reacts more rapidly with Mn than chlorine	• No THM formation	• Costlier than chlorine • Possible health effects of by-products • Not used for iron removal only
(d) Oxidation with potassium permanganate	• Fe <5 mg/l • More efficient at pH >7.5	• Less equipment and capital investment compared to chlorine • Efficient; rapid and complete reaction • Reacts with H_2S, cyanides, phenols, and other taste and odour-producing compounds	• Difficult to control • Overdose (≅ 0.05 mg/l) may produce a pink colour • Ineffective for high iron concentrations • More expensive than chlorine and ozone
(e) Oxidation with Ozone	• Effective even when the iron is organically complexed	• Powerful and effective oxidant • Multi-purpose applications of ozone e.g. disinfection, color removal, taste and odour control • No THM formation	• High initial capital and operating costs • May oxidise Mn^{2+} to MnO_4^- resulting in a pink colour • Formation of unwanted by-products e.g. BrO_3^-
(f) Oxidation with hydrogen peroxide	• Very effective when iron is organically complexed	• Faster oxidation • Forms dense, easily settled solid • Cheaper than ozone • Leaves no residue	• Formation of AOC
(g) Biological iron removal	• Recommended for groundwater with acidic or neutral pH	• Higher filtration rate • Longer filter run • Reduced capital and O&M costs	• Sensitive to process conditions (pH and temperature dependent) • Ineffective in presence of NH_4^+ and H_2S

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
2. Ion exchange (Zeolite softening)	• Suitable for individual water supply scheme with <5 mg/l of Fe • Removes dissolved Fe and Mn together with hardness • Used as a polishing step in some plants/ household use after municipal treatment	• Softening occurs with exchange of Ca^{2+} and Mg^{2+}	• Possibility of resin/zeolite fouling or loss of exchange capacity in presence of O_2 due to iron precipitation • High capital cost • Requires skilled personnel • Ineffective for colloidal or complexed iron
3. Stabilisation or Sequestering process (with polyphosphates and silicates)	• Fe should be <1 mg/l • For distribution system corrosion and deposition inhibition • Practical in controlled use only	• Complexes iron and holds it in solution and the consumers do not notice its presence • No sludge generation	• More expensive than Cl_2 and $KMnO_4$ • Phosphate introduced may stimulate biological growth; May require chlorination to prevent bacterial growth • Cold water only (complex break down when heated) • Polyphosphate complexes may degrade after 48-72 hours
4. Lime softening/ Limestone bed filtration	• Pre-aerated water with pH >9.5 and sufficient alkalinity (>20 mg/l as $CaCO_3$).	• Beneficial when a large amount of softened water is required	• Not cost effective unless lime treatment is also required for hardness reduction • Increased sludge problems
5. Manganese greensand process	• Removes Fe and Mn by combination of sorption and oxidation • Max Fe + Mn <10 mg/l • H_2S <2-5 mg/l • Optimum pH 6.2-8.0	• H_2S can be removed together with Fe and Mn	• Higher head loss, shorter run time • High O&M costs ($KMnO_4$ regeneration) • Not suitable for larger water treatment plants

Removal Method	Application	Advantage	Limitation
6. In-situ oxidation (sub-surface removal/ Vyredox method)	• By infiltrating oxygen-rich water into the ground through a well	• No chemicals • Abstraction-infiltration ratio of groundwater is high	• Potential for contamination of aquifer • Clogging of the aquifer, corrosion of well screen • Excessive bacterial growth may occur around the well.
7. Membrane processes	• NF/RO - to remove dissolved iron • MF/UF - to remove iron flocs	• Can be combined with the removal of other constituents e.g. hardness and THM precursors	• High capital and O&M costs • MF/UF membranes require frequent cleaning

كان ذلك تلخيصاً لأهم ما ورد فى الكورس بخصوص الحديد والمنجنيز والمعالجة الأولية قبل الدخول على الأغشية.

مناقشات علمية
حول كيمياء التناضح العكسى
Scientific discussion about the
chemistry of Reverse Osmosis
30
النقاش
الثلاثون
أنا
مياه التغذية!
قصة المعالجة الإبتدائية
لوحدة التناضح العكسي
في سطور...
منتدى خبراء
تكنولوجيا المياه
Water Technology
Experts forum (WTEF)
www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts

سلسلة مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسى

البوست الثلاثون

أنا مياه التغذية!

أنا مياه التغذية لوحدة التناضح العكسي !!! سأحكى لكم فى السطور القادمة قصتى عندما أدخل المعالجة الإبتدائية ...
أنا مياه التغذية ...يتم إجراء تحاليل واختبارات معملية مبدأية لمعرفة خصائصى الكيميائية والفيزيائية وما أحتويه على مواد مختلفة ...
أنا مياه التغذية ... أتعرض لعدة مراحل فى المعالجة الإبتدائية ... يتم تحديدها بناءً على اختبارات المعمل ... وبناءً على الإستخدامات المطلوبة منى ...
أنا مياه التغذية ... إذا كنت أحتوى على عوالق كبيرة مثل بقايا الأوراق أوالنباتات ... أو ... أو... وضعوا لى شبكات وفلاتر كبيرة لحجزها قبل الدخول على الوحدة ... أو قبل الخزان الذى سأوضع فيه والذى يسمونه باسمى "خزان مياه التغذية"!
أنا مياه التغذية ... أحتوى على عكارة ومواد صلبة بكميات مختلفة تبعاً لمصدرى ... وبناء على نتائج الSDI المعملية وتبعاً لنوع الغشاء الذى سأمر خلاله ... يجب أن تصل الSDI الخاصة بى إلى 5 أو 3 ... وكلما قلت عكارتى ... كانت معالجتى من العكارة أيسر وأسهل ... فقد أحتاج فقط إلى فلتر كارتريدج ... فإذا زادت العكارة أضطر العاملون بالوحدة لإضافة فلاتر رملية أو مالتى ميديا ... فإذا زادت العكارة عندى أكثر وأصبحت أكثر شراسة ... تم إضافة مواد مروقة (كوأجيولانت أو فلوكيولانت أو الإثنين معاً) ... وتم ترسيب عكارتى على الفلاتر الرملية أو فى أحوض ترسيب وترسبت معها جزء كبير من البكتيريا والفيروسات ...
أنا مياه التغذية ... أحتوى على أملاح قد تسبب ترسبات أو قشور على الأغشية فتسدها ... وأهم هذه الأملاح الكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من الأملاح ... ومن خلال نتائج المعمل من الTDS والعسر الكلى وحسابات الLSI أو الDSI ... إلخ يتم أخذ قرار فى كيفية التخلص من هذه الأملاح حتى تبقى الأغشية نظيفة ... قد يضيف العاملون بالوحدة فى البداية بعض الكيماويات يسمونها الجير المطفأ ورماد الصودا ليرسبوا هذه الأملاح المسببة للعسرقبل الدخول على الوحدة ... وقد يستخدمون وحدة تسمى "الميسر" أو "السوفتنر" يتخلصوا به أيضاً من هذه الأملاح ... أو يضيفوا حامض يخفض الpH والLSI أو يضيفوا موانع الترسيب (الأنتى سكيل) تمنع هذه الأملاح من الترسب على الأغشية ...
أنا مياه التغذية ... قد أكون مزعجة حقيقةً إذا كنت أحتوى على نسب عالية نسبياً من الحديد والمنجنيز فأسبب اتساخ (أو فاولينج) على الأغشية فيضطر العاملون فى وحدة المعالجة

الإبتدائية من التخلص من هذه المكونات بعدة طرق ... فقد يلجأوا إلى عملية التهوية (الأكسدة) فيتحول الحديد الثنائى والمنجنيز الثنائى الذائبين عندى إلى حديد ثلاثى ومنجنيز ثلاثى قابلين للترسيب فى أحواض ترسيب... وقد يتم استخدام الكلور بجرعة مبدأية تؤكسد الحديد والمنجنيز أيضاً ... وتضاف مع المروق ... أو يتم استخدام فلاتر مؤكسدة كالفلتر الرملى الأخضر أو فلتر البيرم ...

أنا مياه التغذية ... أدخل على وحدة المعالجة الإبتدائية ... حيث يتم إضافة كلور مبدئى لقتل البكتيريا والميكروبات وأكسدة الحديد والمنجنيزوالأمونيا والمواد العضوية وكبريتيد الهيدروجين وإزالة اللون والطعم والرائحة وخفض الpH اللازم لعمل الكثير من المروقات ثم إضافة مروقات وبوليمرات ...

والكلور يعمل على تكسير المواد العضوية لتترسب على سطح الفلاتر الرملية أو فى أحواض الترسيب مع المروق ... والباقى منها يمتصها الفلتر الكربونى ...

وعند دخولى على الفلاتر الرملية أو الفلاتر المالتى ميديا (والتى تتكون من طبقة أنثراثيت ورمل وحصى وغيرها) ... يتم حجز العوالق الصغيرة وبعض المواد الغروية والكثير من البكتيريا التى نجت من الكلور ... ثم أخرج من هذه الفلاتر ومعى الفيروسات وقد يكون معى بعض البكتيريا الصغيرة التى نجت من أهوال المعالجة السابقة يجانب احتوائى على الأملاح الذائبة وبعض المواد الصلبة والغروية ... فإذا مررت بفلتر كربونى تم إزالة المتبقى من المواد العضوية والكلور والغازات الكبريتية وجزء من المعادن الثقيلة.

وقبل الدخول على الأغشية يتم إدخالى على فلاتر الكارتريدج الميكرونية والتى تحجز الكائنات الميكروبية المتبقية كالبكتيريا والطفيليات وجزء من الفيروسات بجانب المواد الصلبة المتبقية من طين ورمل ومواد غروية ... وقد أقابل مصدر لأشعة فوق بنفسجية لقتل ما تبقى من الميكروبات إن كانت أصلاً متبقية ...

فإذا خرجت من الفلاتر الميكرونية كان معى الأملاح الذائبة وجزء من الفيروسات التى نجت من المراحل السابقة ... يتم حجزها فى أغشية التناضخ العكسي ... ولكن قبل الدخول على الأغشية يتم إضافة مادة نازعة للكلور الذى قد خرج من الفلتر الكربونى دون أن يُمتص ... هذه المادة هى الصوديوم ميتا باى سلفايت ... وذلك كى يتأكد العاملون فى الوحدة بانعدام الكلور الذى يؤذى الأغشية ... ومع هذه المادة يتم إضافة مانع ترسيب وربما يُضاف معه حامض لتقليل الpH أو توضع وحدة سوفتنر (ميسر) تأخذ منى أملاح الكالسيوم والمغنسيوم وتعطينى الصوديوم بدلاً منهما ...

وعندما أدخل على الأغشية ... تستطيع هذه الأغشية أن تنزع حوال 95 – 99 % من أملاحى ... مع الفيروسات ... لأخرج من الأغشية ومعى أقل القليل من الأملاح بجانب الغازات الذائبة التى لا تستطيع الأغشية حجزها ... نعم ... أخرج من الأغشية وقد تم تجريدى من محتوياتى وفقدت الكثير من خصوصياتى ... ثم أدخل على المعالجة النهائية حتى أصل إلى المستخدم ...

أعرف أنها كانت رحلة شاقة على نفسى وعليكم ...

وهديتى لكم فى النهاية جدول وضعته الشركات المتخصصة لخص قصة المعالجة الأولية لمياه التغذية قبل الدخول على الأغشية ...

جدول المعالجة الأولية قبل التناضخ العكسى كالتالى:

Summary of Pretreatment Options

Table 2.11 summarizes the pretreatment options when specific risks for scaling and fouling are present. It is a quick reference for "possible" and "very effective" methods. A combination of "possible" methods may also be "very effective".

Table 2.11 Pretreatment options for scaling and fouling

Pretreatment	$CaCO_3$	$CaSO_4$	$BaSO_4$	$SrSO_4$	CaF_2	SiO_2	SDI	Fe	Al	Bacteria	Oxid. agents	Org. matter
Acid addition	●							○				
Scale inhibitor antifoulant	○	●	●	●	●	○		○				
Softening with IX	●	●	●	●	●							
Dealkalization with IX	○	○	○	○	○							
Lime softening	○	○	○	○	○	○	○	○				○
Preventive cleaning	○					○	○	○	○	○		○
Adjustment of operation parameter	○	○	○	○	○	●						
Media filtration						○	○	○	○			
Oxidation filtration							○	●				
In-line coagulation							○	○	○			○
Coagulation-flocculation						○	●	○	○			●
Microfiltration/Ultrafiltration						●	●	○	○	○		●
Cartridge filtration						○	○	○	○	○		
Chlorination										●		
Dechlorination											●	
Shock treatment										○		
Preventive biocidal treatment										○		
GAC filtration										○	●	●

○ Possible ● Very effective

وإليك أخى الكريم ... بعض الملاحظات على الجدول السابق:

1- رمز الدائرة المفرغة معناها أن هذه المعالجة ممكنة.

2- رمز الدائرة السوداء معناها أن هذه المعالجة فعالة جداً.

3- عند استخدام طريقتين أو أكثر من المعالجة الممكنة فإنها تتحول غالباً إلى معالجة فعالة جداً!

مثال للتوضيح: بالنسبة لإزالة الحديد ... الأكسدة ثم الفلترة طريقة فعالة جداً في إزالة الحديد ولكنها ممكنة بإضافة الحامض فإذا تم عمل ترويق بالكوأجيولانت مع الحامض حول المعالجة إلى معالجة فعالة جداً ... وهكذا ....

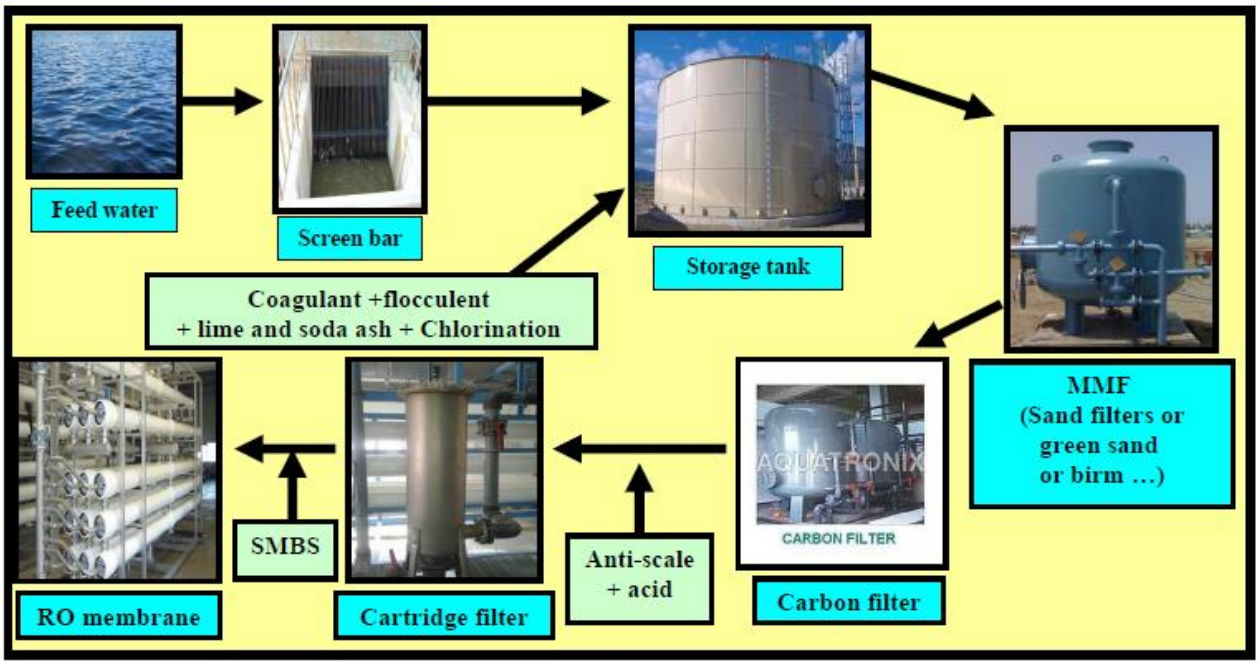
وأرى أن هذا الجدول أساسى لكل فرد يعمل فى وحدات التناضخ العكسى ... وخاصة لمصممى الوحدات وبعد الإطلاع على التحاليل المعملية لمياه التغذية....

من الجدول السابق ...وتجارب الخبراء يتضح لنا بعض الأمور الآتية:

1-عند تواجد الأملاح التالية: $CaCO_3$, $CaSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$, CaF_2 فإن أنسب علاج لها هو استخدام الميسر أو الSoftener لإزالة الشق الحامضى والقاعدى ...والحل الآخر هو إضافة مانع القشور (الأنتسكيل) وهو فعال أيضاً مع هذه الأملاح عدا كربونات الكالسيوم ... والحل معها هو إضافة حمض حيث له تأثير فعال جداً معه.

2- أكسيد السيلكون (السيليكا) أفضل حل له هو الفلترة الميكرونية أوالفلترة الدقيقة جداً (MF/UF).

3- كل المعالجات مع عنصر الألمونيوم غير فعالة إلا إذا استخدمنا أكثر من طريقة!
4- يتم التخلص من البكتيريا عن طريق الكلورة ... وهى أكثر وسيلة فعالة فى قتل البكتيريا.
5- التخلص من المواد العضوية يتم باستخدام ال Coagulation أو Flocculation بجانب ال(MF/UF) أو الفلاتر الكربونية التى تحتوى على الكربون النشط GAC وكل هذه الطرق فعالة.
8- تواجد المواد المؤكسدة يتم باستخدام مواد نازعة الكلور بجانب الGAC وهو حبيبات الكربون النشط ...
حاول أخى الكريم تطبيق ما قلناه على الأمثلة الأخرى ... ولنتذكر دوماً هذه الصورة التى تلخص قصة المعالجة الأولية لمياه تغذية التناضح العكسي:



وفى النهاية ... يسمح لى المهندس منتصر عليوة أن أستعير كلمته الثمينة على صفحة الجروب والتى لا أجد أفضل منها ... هى كلمة تلخص القصة كاملة فى سطور قليلة:

"ملاحظة سريعة وددت أن ابثها لدي العاملين في مجال تحلية المياه وبخاصة لمن يبتدئون طريقهم في هذا المجال وتقابلهم صعوبات في العمل ... ليكن في علمنا أن هذا المجال علمه واسع وبحره عميق وليس بالضرورة ما ينفذه زميل لك في مشروعه ينجح تماماً في مشروعك فكل مشروع له ظروفه الخاصة ولا يمنع ذلك من أن تستفتي من سبقك في هذا البحر ... وليكن لك ابداع في نفسك وفكرك وجرب وأخطأ ثم جرب مرة اخري وستنجح ... الاطلاع وكثرة القراءة في هذا المجال هو أول مفاتيح النجاح ثم التطبيق العملي سيعطيك الثقة في نفسك وسيثبت قدميك على الطريق ... احذر ان تسأل آخرين في حل مشكلة عندك ثم تطبق ما أشار اليك به فلا تجد النجاح لكن جرب مرة واثنين وثلاث وغير وبدل الي أن تنجح ... ولا تلتزم بمن كان خلفك في مشروعك إلا إن كنت متيقناً من صحة التطبيق الذي مضي عليه من قبلك ... وليكن لك بصمة وابداع في محل عملك ... ودوماً الجأ لله في كل أمورك حتى إن صعب عليك حل مشكلة فاسجد له داعياً أن يبصرك بحلها ..."

تعقيب المهندس رياض عبد الفتاح:

أريد أن أضيف إضافة بسيطة ... أن هناك مدمر وملوث لوحدة التناضح العكسي وكل وحدات المعالجة وهو المشغل نفسه والأخطاء التشغيلية التي يحدثها في وحدات المعالجة وهي ناتجة عن:

1- جهل في عمليات التشغيل والمتابعة.
2- إهمال في متابعة الصيانات ومعالجتها.
3- عدم الدقة في تحضير المواد الكيماوية المضافة.
4- عدم التطوير والتحسين في منظومة المعالجة.

وهكذا انتهت ولله الحمد رحلتنا العلمية واكتمل الجزء الأول من كورس "**مناقشات علمية حول كيمياء التناضح العكسي**" ... ويتبقى الجزء الثانى إن شاء الله الذى يبدأ بطلمبة الضغط العالى ثم الأغشية ومشاكلها وانتهاءً بالمعالجة النهائية ... نسأل الله التوفيق والسداد ...

وأرجو أن نكون قد وُفِقنا فى عرض السلسلة والشكر موصول لأساتذتنا الكرام وكل من ساهموا فيها بالمشاركات والإقتراحات ...

ونسأل الله أن ينفع بها وأن تكون هذه المادة إضافة جديدة فى عالم معالجة المياه ...

نسألكم الدعاء لكل من ساهم فى هذا العمل

شكراً لكم على حسن المتابعة ...
والسلام عليكم ورحمة الله ...

صدر من سلسلة المفاهيم الاساسية لعلوم المياه

1- **المفاهيم الأساسية فى علوم المياه والتحاليل الخاصة بها.**
2- **المفاهيم الأساسية فى ميكروبيولوجيا المياه .**

يمكنكم تحميلها مجاناً من على موقع منتدى خبراء تكنولوجيا المياه :

www.WaterTechExperts.com

وايضاً المشاركة في النقاشات بالمجموعة على الفيس بوك

https://www.facebook.com/groups/waterexperts

سلسلة المفاهيم الأساسية لعلوم المياه

سلسلة علمية يقدمها منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
من اجل اثراء المكتبة العربية بالطرق العلمية
والتطبيقات الحديثة لمعالجة المياه.

منتدى خبراء تكنولوجيا المياه
Water Technology Experts forum (WTEF)

www.watertechexperts.com
www.facebook.com/water.experts