المحتويات

البيـــان	الصفحة
الفصل الأول : مكونات ومواصفات مياه الصرف الصحى وآثارها على عمليات المعالجة	**8 . 5**
. الخواص الطبيعية .	5
. الخواص الكيماوية .	7
. الخواص البيولوجية .	8
الفصل الثانى : مراحل المعالجة لمحطات الصرف الصحى	**43 . 9**
. المعالجة البسيطة .	10
. المعالجة الإبتدائية .	11
. تركيز الحمأة .	12
. المعالجة الثانوية بإستخدام (الحمأة المنشطة . برك الأكسدة) .	16
الفصل الثالث : إستخدام الكلور فى المعالجة	**49 . 44**
. عملية التطهير بالكلور والغرض منها .	44
الفصل الرابع : التحكم فى عمليات المعالجة البيولوجية بإستخدام الحمأة المنشطة	**56 . 50**
. الأكسجين الحيوى الممتص .	50
. المواد الصلبة العالقة .	53

البيـــان	الصفحة
الفصل الخامس : التـحكم بضبط متغيرات التشـغيل	**57 . 85**
. متغيرات التشغيل فى عملية الحمأة المنشطة .	57
. تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج .	57
. نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة .	58
. متوسط زمن بقاء الكائنات الحية .	60
. مؤشرات كفاءة المعالجة .	63
. نوعية الكائنات الحية الدقيقة .	64
. القابلية للترسيب ومؤشر حجم الحمأة .	67
. مؤشر حجم الحمأة .	69
. معدل استهلاك الأكسجين .	72
. إختبار الفصل الخامس .	79
الفصل السادس : إعادة الحمأة وصرف الحمأة الزائدة	**85 . 102**
. معدل إعادة الحمأة .	87
. تقدير معدل إعادة الحمأة .	88
. معدل صرف الحمأة الزائدة .	94
. اختبار الفصل السادس .	100

الفصل الأول

مكونات ومواصفات مياه الصرف الصحى

وآثارها على عمليات المعالجة

خواص وتركيب مياه المجارى :

تتكون مياه المجارى من المياه التى كانت نظيفة وتم استعمالها بواسطة الإنسان والحيوانات والصناعات وتختلط فيها نتيجة هذا الاستعمال مواد مختلفة منها ما هو صلب أو ذائب والمعلق والغروي سواء كانت هذه المواد عضوية مثل الدهون والشحوم والزيوت او المواد غير العضوية مثل الرمل والحصى وأملاح المعادن .

ولهذا نجد أن مياه المجارى تتركب من حوالي 99.9 فى المائة ماء والباقي وهو 0.1 فى المائة مواد صلبة .

وهذه المواد الصلبة هى التى نعالجها ونعمل على إزالتها فى عمليات التنقية حتى لا تكون مياه المجارى خطراً على الصحة العامة وسبباً فى انتشار الأمراض .

ولكي نكون قادرين على تنقية مياه المجارى فيجب أن ندرس الخواص الطبيعية والكيماوية والبيولوجية التى تتميز بها مياه المجارى .

1. الخواص الطبيعية :

1 – 1 اللون : مياه المجارى التى تجمعت فى الشبكة ووصلت لمحطة المعالجة بسرعة وهى فى حالة طازجة يكون لونها رمادي ورائحتها زنخة مثل رائحة التراب وغير متعفنة وتحمل مواد مختلفة كبيرة وصغيرة فى الحجم ومواد أخرى ثقيلة أو خفيفة فى الوزن ، وبمرور الوقت تتحول هذه المجارى الطازجة الرمادية اللون إلى اللون الأسود وتصبح لها رائحة كريهة أسوأ من رائحة البيض الفاسد وتظهر أجسام سوداء طافية على سطحها وفى هذه الحالة تسمي بالمجارى المتعفنة .

1 – 2 درجة الحرارة : تكون درجة حرارة مياه المجارى عادة أعلى من درجة حرارة مياه الشرب نتيجة إستخدام هذه المياه فى الأعراض المنزلية والصناعية ومعدل درجة حرارة مياه المجارى يتراوح بين 15 – 25 درجة مئوية تبعاً للموقع الجغرافى أو مع إختلاف فصول السنة من صيف وشتاء ويجب على العاملين ملاحظة أى تغير فى درجة حرارة المجارى الواردة فالزيادة الكبيرة عن معدل درجة الحرارة المعتاد قد يكون ناتج عن صرف كمية زائدة من المخلفات الصناعية والنقص فى درجة

الحرارة عن المعدل المعتاد يكون عادة نتيجة تسرب مياه جوفية خلال كسور فى خطوط الشبكة.

1 – 3 الرائحة : مياه المجارى الطازجة التى تحتوى على كمية من الأكسجين الذائب تكون رائحتها زنخه مثل رائحة التراب ولكن عندما يستهلك الأكسجين الذائب تبدأ البكتريا اللاهوائية فى تحليل المواد العضوية وينتج عن ذلك غاز كبريتيد الأيدروجين ورائحته تشبه رائحة البيض الفاسد بالإضافة إلى وجود خليط من غازات أخرى ذات روائح كريهة وهذه ظاهرة تصاحب مياه المجارى المتعفنة .

1 . 4 المواد الصلبة : تحمل مياه المجارى مواد صلبة مختلفة يمكن تقسيمها إلى نوعين أساسيين : مواد صلبة عضوية ومواد صلبة غير عضوية وكلاً من النوعين ينقسم إلى مواد صلبة عالقة ومواد صلبه ذائبة .

أ . المواد الصلبة العضوية : وهى المواد التى تحتوى فى تركيبها على الكربون والايدروجين والأكسجين وبعض هذه المواد يكون متحد مع النيتروجين أو الكبريت أو الفسفور ومن هذه المواد البروتينات والنشويات والدهون والمواد العضوية دائما تتحلل وتتفكك بفعل نشاط البكتريا الموجودة فى مياه المجارى .

ب . المواد الصلبة الغير عضوية : وهذه المواد مثل الرمل والزلط والطمى والأملاح المعدنية غير قابلة للتحلل وتوجد دائماً ثابتة التركيب .

ج . المواد العالقة : وتنقسم هذه المواد العالقة طبقاً لكثافتها بالنسبة لكثافة مياه المجارى فالمواد الثقيلة فى الوزن تكون قابلة للترسيب والمواد الخفيفة فى الوزن تكون قابلة للطفو إلى سطح المياه ..

د . المواد الغروية : وهذه المواد تنتج من مخلفات المجازر والدهون والزيوت الذائبة فى الماء والمواد الغروية لا يمكن فصلها بالطرق الطبيعية أو الميكانيكية .

هـ . المواد الذائبة : وهى جميع المواد التى تمر من خلال ورقة الترشيح وتكون عادة من الأملاح الذائبة فى الماء والمواد الغروية وهى تحتوى على مركبات عضوية قابلة للتحلل ومواد غير عضوية ثابتة التركيب ولا تتحلل .

1 – 5 الغازات الذائبة : الأكسجين الذائب نتيجة حركة مرور المياه على الهواء الجوى تعتبر من أهم الغازات المرغوب وجودها دائما فى مياه المجارى لأنه يساعد البكتريا الهوائية على أستهلك المواد العضوية وتحليلها إلى غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وعند استهلاك كمية الأكسجين الذائب يتواجد فى الماء غازات ذات روائح كريهة وسامة مثل غاز كبريتيد الإيدروجين وأول أكسيد الكربون وغاز الميثان والنوشادر وغيرها من الغازات التى تنتج من نشاط البكتريا اللاهوائية وتحليلها للمواد العضوية .

1 – 6 السوائل المتطايرة : من المحتمل ان تحمل مياه المجارى سوائل متطايرة وسريعة الاشتعال بل وقابلة للانفجار مثل الأسيتون والبنزين وخلافها من مركبات متطايرة عند درجة حرارة أقل من 100 درجة مئوية.

2. الخواص الكيماوية : .

تنحصر الخواص الكيماوية التى تحملها مياه المجارى فيما يلى :

2 – 1 مواد غير عضوية : وهى مواد غير قابلة للتحلل وثابتة التكوين سواء كانت ذائبة أو عالقة أو صلبة كبيرة الحجم أو صغيرة ذات كثافة أو خفيفة .

2 –2 مواد عضوية : وهى مواد قابلة للتحلل والتفكك بفعل البكتريا الموجودة فى الماء ونواتج هذا التحلل قد يكون غير ضار إذا حدث بواسطة البكتريا الهوائية ومنتجاته غاز ثانى أكسيد الكربون والماء ، ونواتج ضارة ذات رائحة كريهة وغازات سامة وبعضها قابل للاشتعال وقد يحدث انفجار إذا زاد تركيزها وكلها تنتج من نشاط البكتريا اللاهوائية فى عدم وجود الأكسجين .

2 . 3 الأس الهيدروجينى :

هى درجة قلوية أو حامضية السائل وهي تقاس من 1 إلى 14 وتؤثر قيمة الأس الهيدروجيني على عمليات المعالجة الهوائية ويكون نشاط الكائنات الحية الدقيقة أكبر ما يمكن عندما تكون المياه متعادلة بين القلوية والحامضية وعموماً يتم تشغيل عمليات المعالجة الهوائية فى حدود الأس الهيدروجيني بين (6.5 – 8.5) فإذا زاد عن هذه الحدود لا تستطيع البكتريا الهوائية القيام بنشاطها وإذا قل عن هذه الحدود فإن الفطريات يكون لها الإمكانية الأكبر من البكتريا فى تحلل المواد العضوية .

3 . الخواص البيولوجية : .

تحتوى مياه المجارى على ملايين من الكائنات الدقيقة التى لا يمكن رؤية معظمها إلا من خلال الميكروسكوب والعدسات المكبرة وهذه الكائنات الدقيقة معظمها من البكتريا التى تتغذى على المواد العضوية ومن الكائنات الدقيقة التى تتغذى على البكتريا وتنمو وتتجمع مع بعضها ويثقل وزنها وتصبح قابلة للرسوب والانفصال عن الماء خالية من المواد العضوية سواء كانت هذه المواد العضوية ذائبة أو معلقة _ وهذه الخاصية البيولوجية هى التى تستخدم فى تنقية مياه المجارى .

 # أنواع البكتريا :

3 – 1 البكتريا الهوائية : ويلزم لوجودها ونموها وتكاثرها إلى الأكسجين الذائب فى الماء ونتيجة نشاطها مع المواد العضوية غاز أكسيد الكربون الغير ضار والماء وهذه البكتريا يحرص العاملين فى تنقية المجارى فى تربيتها وتكاثرها فى أحواض التهوية حيث تعمل على استهلاك المواد العضوية .

3 – 2 البكتريا اللاهوائية : وهذا النوع من البكتريا غير مرغوب فى وجوده وينمو ويتكاثر عندما يستهلك الأكسجين الذائب ونتيجة نشاط هذه البكتريا اللاهوائية هو الغازات الكريهة الرائحة مثل غاز كبريتيد الايدروجين وغاز أول أكسيد الكربون السام وغاز الميثان القابل للاشتعال وغيرها من الغازات المسببة للعفونة والتى يدل وجودها على أن المجارى أصبحت فى حالة متعفنة ويكون من الصعب تنقيتها .

3 – 3 البكتريا الاختيارية : وهى نوع من البكتريا يعيش فى وجود الأكسجين الذائب ، ونشاطها مثل البكتريا اللاهوائية فى عدم وجود الأكسجين ويستفاد من وجود البكتريا الإختيارية وتكاثرها فى وجود الأكسجين الذائب فى مساعدة عمل البكتريا الهوائية فى إستهلاك المواد العضوية وتحويلها إلى ثانى أكسيد الكربون وهو غاز وماء وبذلك يتم تنقية مياه المجارى فى المعالجة الثانوية من المواد العضوية .

الفصل الثانى

مراحل المعالجة لمحطات الصرف الصحى

- المعالجة البسيطة .
- المعالجة الإبتدائية .
- تركيز الحمأة .
- المعالجة الثانوية .

مرحلة المعالجة البسيطة :

المصافى (screen) :

أول مراحل التنقية هى المصافى ونستخدم فيها بارات حديدية Bars screens وتكون هذه البارات معالجة ضد الصدأ بالجلفنة أو بطرق أخرى .. وتكون موضوعة بزاوية تسمح بمرور المياه ويتجمع أمام هذه البارات العوالق الكبيرة Trush ويتم تجميع هذه الرواسب والتخلص منها بالحرق أو الدفن .

أحواض فصل الرمال Grit chamber :

تخرج المياه من المصافى إلى أحواض فصل الرمال وتتركز هذه العملية فى فصل المواد الثقيلة غير العضوية مثل الرمال والحصى وهذا يحدث بتقليل السرعة إلى حد يكفى لترسيب هذه المواد وتكون حوالى 1 قدم/ ث ، تتجمع هذه المواد فى قناة بقاع الحوض ويكون تصميم قاع الحوض منزلق بحيث تتجمع هذه المواد بداخل القناة التى تسمى Hopper ويمكن سحب هذه الرمال بطرق متعددة أحدهما يدوى أو بالإنحدار الطبيعى (By Gravity) ويتم سحب هذه الـ Hopper عن طريق طلمبات .

التهوية الأولية Pre Aeration :

تستخدم فى أحواض فصل الرمال تهوية أولية وفائدتها تنشيط مياه المجارى ، وهذه التهوية مع تقليل السرعة يساعد على سرعة فصل الرمال والزيوت والشحوم وهذه الخطوة تقلل من المواد الصلبة (solids) وأيضاً تقلل من B.O.D أن هذا الرمل هو أثقل المواد المعدنية التى يمكن أن تتواجد فى مياه المجارى وهذه المواد لا تتحلل أثناء معالجة الحمأة وتتسبب فى نحر الطلمبات بالمحطة .

كما أن هذا الرمل بالإضافة إلى الشحومات والمازوت وبعض المواد الأسمنتية تكون مادة صلبة فى المواسير والمخمرات (Digester) . ولا يمكن إزلتها بالطرق العادية ولذلك يجب أن يزال الرمل بأسرع ما يمكن بمجرد وصول مياه المجارى للمحطة وبعد ترسيبه فى حوض فصل الرمال .

ولكى نحفظ سرعة المياه عند 1 قدم/ ث يجب أن يكون لدينا عدة أحواض لفصل الرمال . بحيث يخرج حوض أو أكثر من الخدمة عندما تقل التصرفات الواردة .

إلى هذه الخطوة ومياه المجارى مازالت خام Row Sewage وكل المراحل التى مرت بها تسمى مراحل التنقية البسيطة Pre Treatment .

مرحلة المعالجة الإبتدائية Primary Treatment :

تركز هذه المرحلة من المعالجة فى خطوة واحدة مما يسمي (المعالجة الإبتدائية) وهى عبارة عن ترسيب المواد القابلة للترسيب وتعويم المواد القابلة للطفو ويتم ذلك فيما يسمى Primary Clarifier المروق الإبتدائى .

إن ترسيب أكبر قدر من المواد العضوية فى المروق الإبتدائى مهم جداً لأنه يعنى إزالة أكبر قدر من الـ B.O.D قبل دخولها على المعالجة البيولوجية فى المرحلة الثانية .

هناك عدة عوامل تتحكم فى ترسيب المواد الصلبة فى المروق نلخصها فى الأتى :

1 . درجة الحرارة : Temperature

فكلما زادت درجة الحرارة زاد حجم الماء وقلت كثافته ، فيزيد معدل الترسيب والعكس صحيح .

2. القصور : Short circuit

وهى تعنى ببساطة عدم تجانس سرعة الانسياب (Flow) فى جميع أجزاء المروق ، وبالتالى فإن الأماكن ذات السرعة العالية سوف تغادر مياه المروق من خلالها حاملة بعض الرواسب التى كان من المفروض أن تترسب فى حين أن الأماكن الأخرى ذات السرعة البطيئة سيحدث بعض حالات الترسيب الغير مرغوب فيها مما يسبب تعفن Septic Condition .

3. فترة المكث : Detention Time

المياه يجب أن تبقى فى المروق الوقت الكافى لعملية الترسيب وهو ما يسمى بفترة المكث التى تتراوح بين ساعتين وثلاث ساعات فى التصميم الجيد ومن هذا الوقت يمكن حساب حجم المروق وعدد المروقات المطلوبة للتصرفات الواردة للمحطة .

4. الحمل السطحى : surface loading

هو معدل التصرف الحجمى لوحدة المساحة من السطح المروق ويأتى بقسمة التصرف اليومى على مساحة سطح المروق ، وله علاقة مباشرة بكفاءه الترسيب فى المروق .

5. الحمل الصلب solids loading

هو يعبر عن كمية المواد الصلبة التى يمكن أن تزال يوميا من المروق بالنسبة لوحدة المساحات .

تركيز الحمأة :

1 – الغرض من تركيز الحمأة :

تحتوى الحمأة المنصرفة من الأحواض علي أكثر من 97 في المائة ماء ، وإذا لم يتم التخلص من جزء كبير من هذا الماء فسوف ترتفع تكاليف ضخ الحمأة لذلك يجب العمل علي تقليل حجم الحمأة بواسطة التخلص من الماء الزائد كلما أمكن ذلك ، فعملية تركيز الحمأة تعني زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة إلي حوالي 4 – 6 في المائة أو أكثر ، وذلك بالتخلص من الماء الزائد ، وأكثر الطرق شيوعاً وأقلها تكلفة هي استعمال طريقة الترسيب والترويق في وحدات تشبه المروقات ولكن تختلف عنها في الحجم والتصميم وتسمي بوحدات التركيز والماء الرائق يخرج منها ويعاد إلي المرحلة الابتدائية أو الثانوية لمعالجته من المواد العضوية الذائبة .

2 – وحدة التركيز بالترسيب Gravity Thickener

عندما نترك الحمأة المخففة الخارجة من المروقات في أحواض وتكون في حالة سكون فترة من الزمن حوالي 4 – 6 ساعات ، يمكن للمواد القابلة للرسوب في التجمع في القاع والمواد الخفيفة من الطفو علي السطح تاركة كمية من المياه رائقة نسبياً ولكن هذا الماء الرائق يحتوى علي مواد عضوية تحتاج للمعالجة ولذلك يعاد إضافتها إلي تيار المجارى الداخلة لوحدات التنقية سواء في المرحلة الابتدائية أو الثانوية .

وحدات التركيز تشبه في شكلها وتركيبها أحواض الترويق إلي حد كبير ولكنها تختلف عنها في التصميم ونواحي كثيرة أخرى منها :

أ – حجم وحدة التركيز أقل بكثير من حجم المروقات لأنها تستوعب فقط كمية الحمأة المسحوبة ونظراً لأن مدة المكوث في وحدة التركيز طويلة فلذلك تكون مصحوبة بروائح كريهة نظراً لغياب الأكسجين ونشاط الكائنات الحية اللاهوائية .

ب – قاع وحدة التركيز يميل نحو قمع التجميع في وسط القاع بدرجة أكثر من ميل قاع المروق ، هذا بالإضافة إلي أن حجم قمع التجميع في وحدة التركيز يكون عادة أكبر حجماً منه في المروقات .

ج – تختلف وحدات كسح الحمأة في وحدات التركيز منها في المروقات بأنها تدار بمحركات ذات قدرة أقوي نظراً لأن الكاسحة تدفع مواد راسبة أثقل ، كذلك نرى أن الكاسحة مثبت عليها عوارض رأسية يصل ارتفاعها إلي منتصف عمق وحدة التركيز تقريباً ، والوظيفة الأساسية لهذه العوارض هو تحريك محتويات الوحدة ببطء لتسهيل خروج فقاقيع الغازات التي تجمعت ، وهذا يسمح أو يساعد المواد الثقيلة بالرسوب إلي القاع ، فإذا لم تطرد هذه الفقاقيع وتركت ملاصقة للجزئيات الصلبة بالحمأة فسوف تعمل كعوامات وتبقي هذه المواد عالقة دون رسوب .

3 – كفاءة عملية التركيز :

تتكون المخلفات المتدفقة إلي وحدات التركيز من مخلوط الحمأة الابتدائية والثانوية والمواد الطافية التي تم كشطها من سطح المروقات ، لذلك تعتمد كفاءة وحدات التركيز علي طبيعة ومكونات هذا المخلوط ، فمثلاً الحمأة الابتدائية تحتوي علي نسبة عالية من المواد الخشنة مثل الرمل والطين وهي قابلة للرسوب بسهولة وأما الحمأة الثانوية فهي تتكون من أجسام الكائنات الحية في الحمأة المنشطة الزائدة وهي خفيفة في الوزن وتحتوي علي نسبة رطوبة عالية ، أما المواد الطافية فمعظمها زيوت وشحوم ، وبإزدياد مدة مكوث المخلفات في وحدة التركيز يزداد النشاط البيولوجي اللاهوائي وتتعرض المواد العضوية الخفيفة للتحلل إلي غازات ، ويتضح من ذلك أن كفاءة عملية التركيز تعتمد علي عوامل كثيرة متداخلة منها :

أ – نوع المخلفات ودرجة تركيز المواد الصلبة والطافية التي تحتوي عليها .

ب – عمر الحمأة , ونوع الكائنات الحية التي تحتوي عليها .

ج – مدة المكوث في وحدة التركيز .

د – درجة الحرارة .

فالحمأة الابتدائية الطازجة أسهل في تركيزها ، ولكن عندما تبدأ في التعفن بسبب طول مدة مكوثها تخرج فقاقيع الغازات نتيجة النشاط البيولوجي وتلتصق بالجزئيات الصلبة وتعمل كعوامات تقلل من كفاءة الترسيب .

والنشاط البيولوجي يزداد مع إرتفاع درجة الحرارة وتحلل المواد العضوية الخفيفة التي تحتوي عليها الحمأة الثانوية وتكثر فقاقيع الغازات ، وربما بالتصاق هذه الفقاقيع بالأجسام الصلبة التي تم رسوبها في القاع تبدأ في الطفو والبقاء عالقة بالمياه ، ولذلك يجب العناية أثناء فترة الصيف بسحب الرواسب من قاع وحدات التركيز أكثر من سحبها أثناء فترة الشتاء ، ولكن من مميزات النشاط البيولوجي أن البكتريا تهاجم جدار خلايا الكائنات الحية في الحمأة المنشطة وبذلك تحرر كمية المياه المحبوسة داخل الخلايا وهذا يساعد في عملية التركيز .

تواصل وحدات التركيز كفاءتها إذا أمكن الاحتفاظ بطبقة من الرواسب ذات عمل مناسب sludge blanket قرب القاع يتم السحب منها ببطء مع الاحتفاظ بسطح المياه في الوحدات خالياً من المواد الطافية ، ولكن تبدأ متاعب التشغيل في الظهور عندما تبدأ الروائح الكريهة في الانتشار مع طفو الرواسب ، فمن المستحسن في هذه الحالة أن يبدأ في سحب الحمأة المركزة أكثر تكراراً ، مع العناية بكشط المواد الطافية وتنظيف سطح الوحدة حتى تعود الوحدة إلي كفاءتها مرة أخري .

يمكن زيادة كفاءة وحدات التركيز باستخدام بعض كيماويات ترويق المياه مثل كلوريد الحديديك والمركبات الغروية الصناعية polymers ولكن المعالجة الكيماوية تزيد من التكاليف ولكنها تعطي نتائج طيبة من ناحية تركيز الحمأة وتقليل حجمها .

4 – المعالجة الكيماوية : Chemical Treatment

تستخدم المعالجة الكيماوية بنجاح في فصل المياه عن الأجسام الصلبة أي تركيز الحمأة ، ومن أهم المواد الكيماوية المستخدمة في هذه المجال هو كلوريد الحديديك Ferric chloride إما منفرداً أو مشتركاً بالإضافة مع جرعة بسيطة من المواد الغروية الصناعية polymers .

والمعالجة الكيماوية تزيد من التكاليف حيث أنه بالإضافة إلى ثمن المادة الكيماوية تحتاج المحطات إلي تزويدها بأماكن لخزن المواد الكيماوية وتحضيرها وحقنها أو إضافتها بجرعات محدودة التركيز بواسطة طلمبات عيارية خاصة ، ولكن أهم مميزات المعالجة الكيماوية تسهيل عملية فصل المياه عن المواد الصلبة وتقليل حجم الحمأة وتحسين تجفيفها .

وأهم المواد الكيماوية الأكثر شيوعاً في الاستخدام هي :

4 – 1 كلوريد الحديديك : Ferric Chloride

ويمكن شحنه إلى المحطات في صورة صلبة أو سائلة ، ويجب أن تكون جميع الأجهزة المستخدمه لتخزينه أو تحضيره وحقنه من المواد الغير قابلة للتآكل ، ومن أهم مميزات المعالجة بكلوريد الحديديك أنه يعطي نتائج حسنة في الترويق وتقليل حجم الحمأة وتسهيل عملية تجفيفها .

4 – 2 المواد الغروية : polymers

وهي مجموعة كبيرة من المواد التي يمكن تحضيرها صناعياً ، وتشحن إلى المحطات في صورة صلبة أو سائلة ، وتعرف المادة منها بما تحمله من شحنة كهربائية فمثلاً :

أ – المواد الغروية ذات الشحنة السالبة : Anionic polymers

وهي مادة تحمل شحنة سالبة علي جزيئاتها ، وعند استعمالها في جرعة بسيطة مع كلوريد الحديديك تعمل الشحنة السالبة علي تجميع المواد العالقة التي عليها شحنة موجبة وبذلك يثقل وزنها ويسهل رسوبها .

ب – المواد الغروية ذات الشحنة الموجبة : Cationic polymers

وهي مادة تحمل شحنة موجبة علي جزيئاتها ويمكن استعمالها في جرعة بسيطة بمفردها أو بإضافتها مع كلوريد الحديديك حيث تعمل الشحنة الموجبة في تجميع المواد العالقة السالبة الشحنة ، ويثقل وزنها ويسهل رسوبها .

ج – المواد الغروية ذات الشحنة المتعادلة :

وهي مواد ليست عليها أي شحنة كهربائية ومتعادلة , وتستعمل كعامل مساعد في عملية فصل المياه عن المواد الصلبة عند إضافتها مع كلوريد الحديديك وتحسن من كفاءته .

وجميع هذه المواد عالية التكاليف , ولكن لها مميزات كثيرة في تسهيل عملية التركيز والتجفيف والاقتصاد في تكاليف نقل الحمأة .

4 – 3 الجير : Lime

ويشحن إلى المحطات في صورة صلبة (أما الجير الحي أو الجير المطفأ) ، وبالرغم من أن له بعض المميزات في ترويق المياه إلا أن أكثر عيوبه هو الزيادة الكبيرة في حجم الحمأة التي يسببها .

4 – 4 طريقة اختيار الجرعة الكيماوية :

يلزم لاختيار الجرعة الكيماوية المناسبة وتحديد الجرعة المناسبة للمعالجة القيام بتجارب في المعمل تسمي Tests jar فيها يتم إحضار عينة من المياه أو الحمأة المجففة ووضعها عادة في ستة كؤوس حجم كل منها لتر وتوضع تحت محركات الجهاز التي تقوم بتحريكها بقوة متساوية ، ويتم إضافة المواد الكيماوية المختلفة بجرعات مختلفة في الكؤوس الستة وبعد فترة الخلط تترك المياه في الكؤوس في حالة سكون لمدة نصف ساعة وبعد ذلك تقاس درجة العكارة في المياه الرائقة وكمية الرواسب من ناحية حجمها وتركيزها ، وبهذه التجربة يمكن اختيار أحسن المواد الكيماوية وأنسب جرعة تستخدم فيها عند الحصول علي أقل درجة عكارة في الماء الرائق وأقل حجم من الرواسب مع أعلى تركيز في المواد الصلبة التي تحتوي عليها .

ملحوظة : – عند استخدام المواد الغروية polymers يراعي عدم تخزين كمية أكثر من استهلاك 3 شهور حيث أن هذه المواد قابلة للتحلل وبذلك تقل كفاءتها هذا بالإضافة إلى أنه من المحتمل أن تتغير طبيعة المخلفات المراد معالجتها وتصبح هذه المادة غير فعالة ومطلوب تغييرها .

5 – وحدة التركيز بالتعويم : Dissolved Air Flotation (D A F)

عندما تكون المواد الصلبة في الحمأة خفيفة في الوزن مثل الحمأة الثانوية وتحتوي علي مواد صلبة يسهل تعويمها إلي أعلي تستخدم وحدات التركيز بالتعويم بكفاءة أعلي من وحدات التركيز بالترسيب .

وتتكون وحدات التركيز بالتعويم من حوض رئيسي يستقبل المخلفات المراد تركيزها متصل به حوض صغير الحجم يتم فيه ضغط الهواء مع المخلفات أو إضافة بعض المواد الكيماوية لتحسين كفاءة العملية ، ثم تقوم طلمبة بإعادة هذه الكمية المحتوية علي الهواء المضغوط والكيماويات إلى مدخل الحوض الرئيسي وهناك تنطلق فقاقيع الهواء حاملة معها جزيئات المواد الصلبة إلى أعلي علي السطح حيث يتم كشطها ويراعي أيضاً أن يكون قاع الحوض الرئيسي مزود بكاسحة لجمع ما يحتمل ترسيبه في القاع .

مرحلة المعالجة الثانوية :

١ . الغرض من المعالجة الثانوية :

يتم فى المرحلة الإبتدائية لمحطات تنقية المجارى حجز المواد الكبيرة الحجم فى الشباك وترسيب المواد الثقيلة مثل الرمل والطين والحصى فى فواصل الرمال والسماح لطفو الشحوم على سطح المروقات .

وبالرغم من أن المروقات الإبتدائية ذات فاعلية فى إزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب إلا أنها غير قادرة على إزالة الأجسام المعلقة الخفيفة الوزن أو المواد العضوية سواء كانت معلقة أو ذائبة ، لذلك تصل كفاءة المرحلة الإبتدائية لمعالجة مياه المجارى من 40 إلى 60 فى المائة فى إزالة المواد غير العضوية ، وترسيب وتعويم حوالى 20 – 35 فى المائة من المواد العضوية القابلة للترسيب .

ومن أجل إمكان إزالة المواد الخفيفة سواء عضوية أو غير عضوية التى لا تزال عالقة فى المياه الخارجة من المروقات الإبتدائية بالإضافة إلى المواد العضوية الذائبة فيجب إضافة مرحلة معالجة ثانوية إلى محطات التنقية ، حيث يمكن تربية كائنات بيولوجية تحتاج فى غذائها للمواد العضوية والأكسيجين لإستمرار حياتها وتكاثرها وبهذه الطريقة يمكن رفع كفاءة معالجة مياه المجارى فى المرحلة الثانوية إلى 90 فى المائة أو أكثر .

والطرق الأكثر إستخداماً فى المعالجة الثانوية هى :-

1 . مرشحات التنقيط والمرشحات الخشنة .
2 . أحواض التهوية .
3 . برك الأكسيجين .

٢ . المرشحات الخشنة (مرشحات التنقيط ذات الحمولة العالية) :-

وصف الوحدة والغرض منها :

تستخدم وحدات مرشحات التنقيط ذات الحمولة العالية فى محطة التنقية لمعالجة نسبة كبيرة من المواد العضوية التى تحتويها مياه المجارى الخارجة من المروقات الابتدائية وقبل تدفقها فى أحواض التهوية ، وبذلك يقل الحمل على أحواض التهوية .

فالغرض الأساسى من إستخدام هذه الوحدات هو تقليل الحمولة على أحواض التهوية ، وبطريقة سهلة وبسيطة يمكن رفع كفاءة إزالة المواد العضوية فى المياه الخارجة من هذه الوحدات إلى حوالى 50 – 70 فى المائة .

ويتكون مرشح التنقيط ذو الحمولة العالية من مبنى يشبه البرج ويحتوى على الأجزاء الرئيسية التالية :-

1 . فتحات على السطح تستخدم لتوزيع المياه بالتساوى على مساحة السطح .

2 . تسقط المياه الموزعة على السطح على وسط مكون من البلاستيك المشكل على صورة خلية النحل أو من صخور تقاوم تأكل مياه المجارى مستديرة أو بيضاوية الشكل بقطر حوالى 10 سم ، ويبلغ عمق هذا الوسط من متر إلى حوالى 2,5 متر والغرض من تصميم شكل الوسط هو الحصول على مساحة كبيرة يمكن لمياه المجارى أن تنتشر عليها مع وجود فراغات تهوية جيدة .

3 . حوض فى القاع لتجميع المياه المتساقطة من الوسط مع الوسط مع ما تحمله من كائنات حية لضخها إلى أحواض التهوية .

<u>كيفية إستهلاك المواد العضوية :</u>

تنتشر المياه المتساقطة من أعلى سطح الوسط المكون من مكعبات البلاستيك أو الصخور ، ومع وجود التهوية الجيدة من خلال الفراغات يبدأ فى تكوين طبقة هلامية من الكائنات الحية يزداد سمكها ويثقل وزنها ، وبذلك تسقط مع المياه وتتجمع فى قاع الحوض .

فالمبدأ الأساسى فى التشغيل بإنتشار المياه المحملة بالمواد العضوية على سطح كبيرة مع وجود تهوية جيدة وكافية للسماح للبكتريا الهوائية والكائنات الحية التى تتغذى عليها بالنمو والتكاثر ، والوجود الدائم لهذه الكائنات الحية وسط المياه المشبعة بالأكسيجين يعمل على تنقية نسبة كبيرة من المواد العضوية .

ولما كانت هذه العملية لا تعبر عن مفهوم الترشيح أى حجز المواد الصلبة ، فذلك إطلاق مصطلح الترشيح عليها خاطئ ، ونجاح عملية التشغيل يتوقف على مدى إنتشار المياه على الوسط مع إستمرار التهوية الجيدة لتكوين طبقة الكائنات الحية التى تتغذى على المواد العضوية العالقة والذائبة وتتأكسد إلى ثانى أكسيد كربون وماء .

<u>طريقة التشغيل :</u>

يستغرق تشغيل الوحدة عدة أيام يمر فيه الماء على الوسط لتربية القدر الكافى من الكائنات الحية القادرة على إستهلاك نسبة من المواد العضوية ، وقد يلزم عدة أسابيع لإكتمال نمو هذه الكائنات وتكاثرها حتى تزداد كفاءة الوحدة فى العمل ، وتتوقف المدة اللازمة على عدة عوامل منها قوة تركيز المواد العضوية فى مياه المجارى ودرجة حرارة الجو ، فإرتفاع حرارة الجو فى الصيف مع وجود نسبة عالية من المواد العضوية يعمل على نضوج طبقة الكائنات الحية فى مدة قصيرة .

وبمجرد نضوج وتكاثر الكائنات الحية فى الوحدة ، لا يحتاج تشغيل هذه الوحدات لأى نوع من المهارة أو المجهود على شرط أن يلاحظ العاملين : .

1 . عدم وجود أى إنسداد فى فتحات التوزيع من أعلى يؤدى إلى تكوين برك من الماء فى أجزاء من الوحدة .

2 . عدم وجود روائح كريهة ، فمعنى ذلك هو إنسداد فى فتحات التهوية .

3 . عدم وجود فرصة لتكاثر الذباب .

4 . عدم وجود أى تسرب للمياه خارج أحواض الوحدة .

5 . عدم زيادة الحمل على الوحدة أكثر من الحد المسموح به فى التصميم .

6 . عدم السماح بتوقف المياه عن الوحدة وجفاف الوسط لأن الجفاف سوف يؤدى لهلاك جميع الكائنات الحية ، ومن الضرورى إعادة دوران المياه عندما يكون الإنسياب ضعيفاً حتى يمكن الإحتفاظ بالوسط رطباً طوال الوقت والكائنات الحية ملتصقة به .

<u>العوامل التى تؤثر على تشغيل المرشح :</u>

1 . بقاء الوحدة فى العمل بدون توقف مع عدم زيادة الحمولة عليها .

2 . الإحتفاظ بنظافة فتحات المدخل وتوزيع المياه على السطح .

3 . الإحتفاظ بنظافة فراغات التهوية .

4 . عدم ترك المياه تتجمع لمدة طويلة فى حوض التجمع فى أسفل الوحدة .

5 . عندما يبدأ تكاثر الذباب يجب العمل على مقاومته بواسطة :

أ – زيادة كمية المياه المتدفقة على المرشح .

ب – محاولة تغريق يرقات الذباب مرة فى الأسبوع .

ج – المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بالمرشح .

6 . عندما يبدأ ملاحظة وجود روائح كريهة يجب العمل على إزالتها بواسطة :

أ – زيادة كمية المياه المتدفقة على المرشح .

ب – نظافة فتحات دخول الهواء وتنظيف الفراغات التى يمر فيها الهواء .

ج – العمل على زيادة الهواء الداخل .

7 . لا نقوم بعمل تغييرات كبيرة فى وقت واحد أثناء تشغيل المرشحات ويجب أن تمر فترة أسبوع قبل أن تعمل أى تغيير فى طريقة التشغيل حتى تسمح ببقاء الكائنات الحية فى تمام نموها للتعرف على مدى كفاءة التغيير الذى حدث .

المعالجة الثانوية بإستخدام الحمأة المنشطة :

الغرض من العملية :

الحمأة المنشطة إصطلاح يطلق على مجموعة من البكتريا والكائنات الحية التى تتغذى عليها وكلها موجودة فى الطبيعة . والحمأة المنشطة لها خاصية إستعمال المواد العضوية كغذاء سواء كانت هذه المواد عالقة أو ذاتية . وفى وجود الأكسيجين الذئب فى الماء تعيش هذه الكائنات الحية وتتغذى على المواد العضوية المراد التخلص منها ويكون الناتج غاز ثانى أكسيد الكربون والماء وهذه مركبات غير ضاره .

فلذلك إستعمال الحمأة المنشطة فى مرحلة المعالجة الثانوية للتغذية على المواد العضوية وإستهلاكها فى وجود كمية من الأكسيجين المذاب وتترك فترة كافية حوالى 4 – 6 ساعات حيث تتكاثر ويثقل وزنها ولذلك يمكن ترسيبها ، تاركه المياه المعالجة خالية من المواد العضوية بكفاءة تصل إلى أكثر من 90 % .

وصف العملية :

فى محطات المعالجة الثانوية يتم تصميم أحواض تهوية يمكن بها إذابة الأكسيجين الموجود فى الهواء فى مياه المجارى الواردة من المروقات الأبتدائية والغرض من أحواض التهوية هو تربية الكائنات الحية والبكتريا المكونة للحمأة المنشطة والسماح لها بالمكوث مدة من 4 – 6 ساعات مختلطة بالمواد العضوية حيث يوجد الغذاء اللازم لتكاثرها ونموها . وهذا النمو والتكاثر يسمح بزيادة وزنها مما يسهل عملية فصلها من الماء المعالج بواسطة الترسيب فى المروقات الثانوية فوظيفة المروقات الثانوية هو فصل الحمأة المنشطة على الماء المعالج وبذلك يمكن الحصول على مياه خالية من المواد العضوية وفى طريق رسوب الحمأة المنشطة إلى القاع تعمل كمرشح وتسحب معها كثير من المواد العالقة سواء كانت غير عضوية أو عضوية ولم يتم إستهلاكها وبذلك يتم معالجة مياه المجارى الخارجة من المروقات الثانوية بكفاءة تصل إلى أكثر من 90 % .

وللمساعدة فى إستمرار هذه العملية يعاد ضخ جزء من الحمأة المنشطة من قاع المروقات الثانوية لتعود إلى أحواض التهوية وتخلط بالمياه الواردة من المروقات الابتدائية ولذلك تسمى محتويات أحواض التهوية بالسائل المخلوط .

والحمأة المنشطة ذات لون بنى وبفحص عينه منها تحت الميكروسكوب نرى أنها مكونه من أنواع كثيرة من الكائنات الحية المختلفة الأشكال والأحجام . وهذه الكائنات جاءت للتغذية على البكتريا المستعملة فى إستهلاك المواد العضوية ويمكن رؤيتها فقط بإستعمال ميكروسكوب ذو قوة كبيرة فى التكبير .

يتضح من ذلك الوصف لعملية المعالجة الثانوية بالحمأة المنشطة أن البكتريا الهوائية هى الأساس اللازم للتخلص من المواد العضوية حيث تستخدمها كغذاء .

العناصر الأساسية فى المعالجة بالحمأة المنشطة :

يجب توافر الشروط الآتية لإستخدام الحمأة المنشطة فى إستهلاك المواد العضوية :

1 . الإحتفاظ بوجود قدر كافى من الأكسيجين الذائب بصفة مستمرة فى محتويات أحواض التهوية .

2 . التقليب المستمر لإمكان خلط محتويات أحواض التهوية مع الكائنات الحية .

3 . مكوث ماء المجارى فى أحواض التهوية فترة تلامس قد تصل إلى 6 ساعات حتى تتمكن الكائنات الحية من التغذية والتكاثر والتلامس والتجمع مع بعضها وبذلك يزيد وزنها ويسهل فصلها عن الماء المعالج فى المروقات الثانوية .

4 . إعادة جزء من الحمأة المنشطة من المروقات الثانوية حتى يمكن الإحتفاظ بالعدد الكافى منها فى أحواض للتهوية .

5 . تصريف الزيادة من الحمأة المنشطة من أسفل المروقات الثانوية .

أحواض التهوية :

تستعمل أحواض التهوية لإذابة الأكسيجين فى ماء المجارى لكى نتمكن من تربية الكائنات الحية والسماح بالتغذية على المواد العضوية الموجودة بها ويختلف حجم وشكل أحواض التهوية فمنها المربع أو المستطيل وكلها ذات عمق يصل إلى 5 أمتار . تستغل أحواض التهوية المياه الخارجة من المروقات الإبتدائية ومصدر الهواء قد يكون بواسطة كباسات تضخ الهواء بعد تنقيته من الأتربة والزيوت وخلطة فى الماء بواسطة ناشرات هواء مثبتة فى القاع على طول الجدران أو بواسطة محركات ميكانيكية لتشغيل رفاصات مثبتة على السطح وحركة دوران الرفاص تسمح بخلط الهواء بالماء وإذابة الأكسيجين اللازم . وحركة المياه تعمل على خلط الحمأة المنشطة مع المواد العضوية ، وتثبيت الناشرات على طول حائط الحوض تعمل على تقليب المياه فى حركة لولبية .

تعرف محتويات حوض التهوية بالسائل المخلوط الذى هو عبارة عن المياه الواردة من المروقات الإبتدائية بالإضافة إلى الحمأة المنشطة العائدة من المروقات الثانوية .

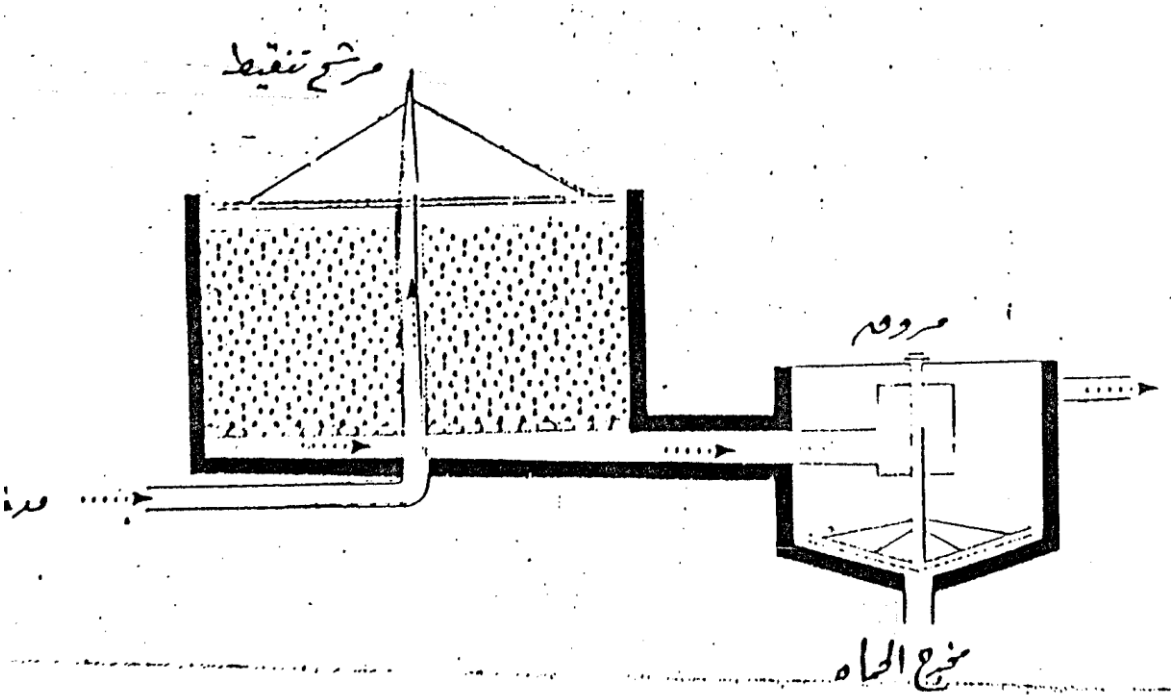
يوجد نوعان من ناشرات الهواء : أحدهما ذو مسامية دقيقة ويعطى فقاعات هواء صغيرة الحجم وبما أن معدل ذوبان الأكسيجين فى الماء يزيد كلما صغر حجم الفقاعة وزادت مدة خلطها بالماء فلذلك نعتقد أن ناشرات الهواء ذات المسامية الدقيقة أعلى كفاءة فى ذوبان الأكسيجين فى الماء ولكن هذه الناشرات الدقيقة المسامية معرضة للإنسداد أسرع من المسامية الخشنة وبالتالى تحتاج إلى تكاليف صيانة أعلى .

ولضمان سير العمل بكفاءة يجب الإحتفاظ دائماً بكمية الأكسيجين الذائبة فى جميع أجزاء حوض التهوية فى حدود 2 جزء من المليون ألا تقل عن 0.5 جزء فى الحمأة المعادة حتى تضمن بأن البكتريا الهوائية قادرة على المعيشة ، ويجب أن يكون هناك العدد الكافى من الكائنات الحية متكافئ مع كمية المواد العضوية الموجوة فى المياه فكلما زاد التركيز للمواد العضوية فى الماء(الآكل) كلما تطلب ذلك زيادة فى عدد الكائنات

الحية (العمال) ويلزم أن يكون هناك حركة وتقليب جيد فى الماء حتى تتمكن الكائنات الحية من الاتصال المستمر بالمواد العضوية ومع السماح لها بالمكوث مدة تتراوح بين 6 – 8 ساعة تأكل وتتكاثر وتزيد فى الوزن وتتجمع مع بعضها لتكون قادرة على الرسوب فى قاع المروقات الثانوية .

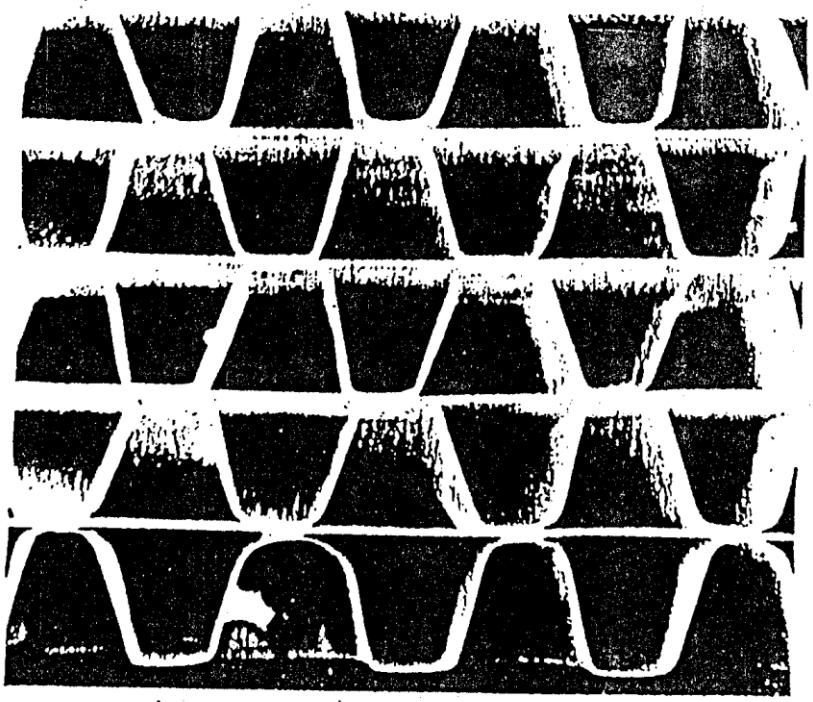
وكذلك من أهم الشروط التى يجب الحرص عليها حماية الكائنات الحية من التسمم بواسطة المخلفات الصناعية وعدم تعرضها للتغيرات المفاجئة من زيادة حمل أو حرارة أو عدم ثبات الأس الأيدروجينى بين 6 – 8.5 .

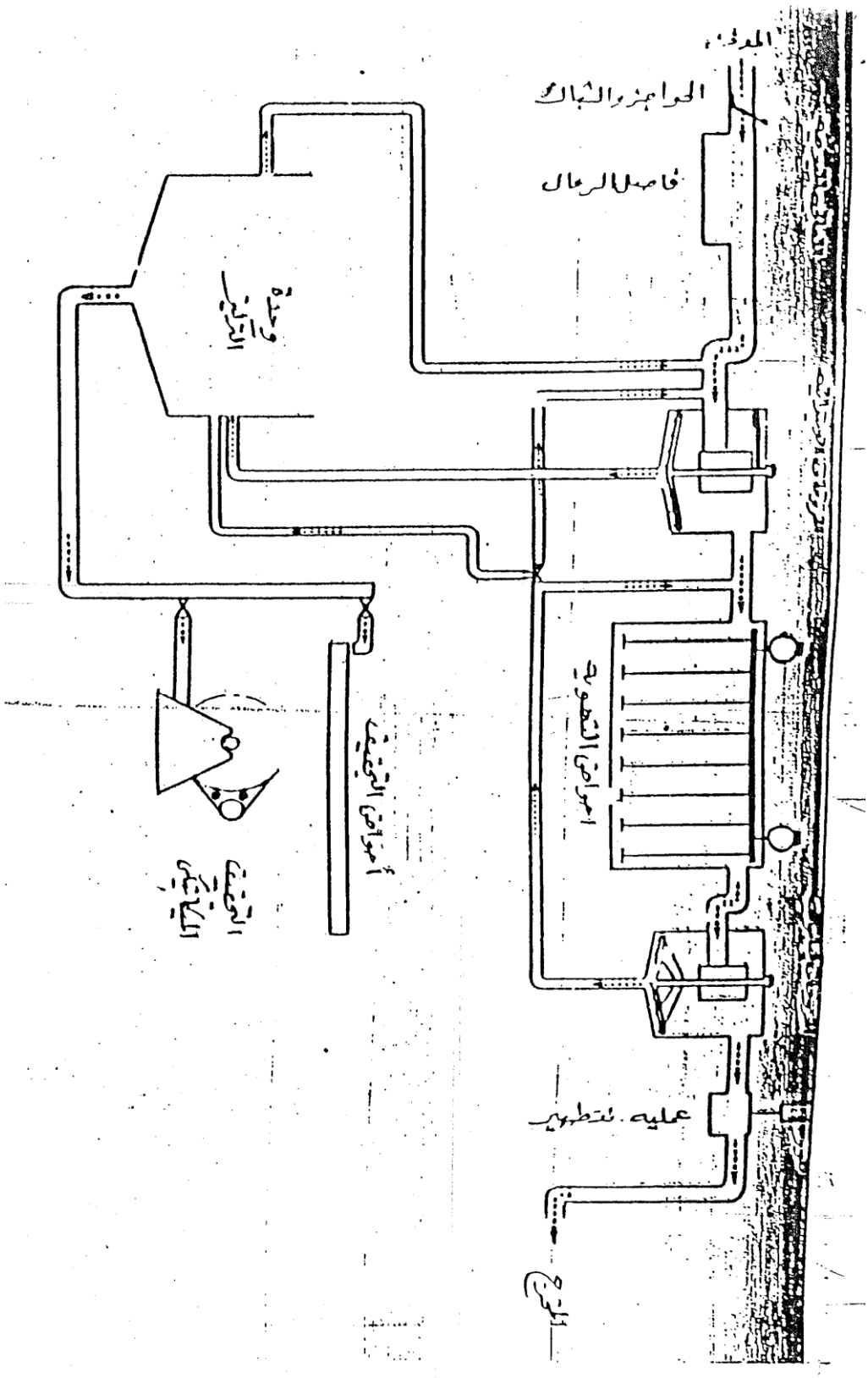
والحمأة المنشطة السليمة لها لون بنى فاتح أو غامق حسب تركيز كمية الكائنات الحية فى السائل المخلوط ، ورائحتها مثل رائحة التراب وليس بها عفونة وإن كانت رائحة الحمأة المعادة قد تكون متعفنة بسبب نقص الكسجين الذائب أثناء فترة تكوينها في المروق الثانوي .



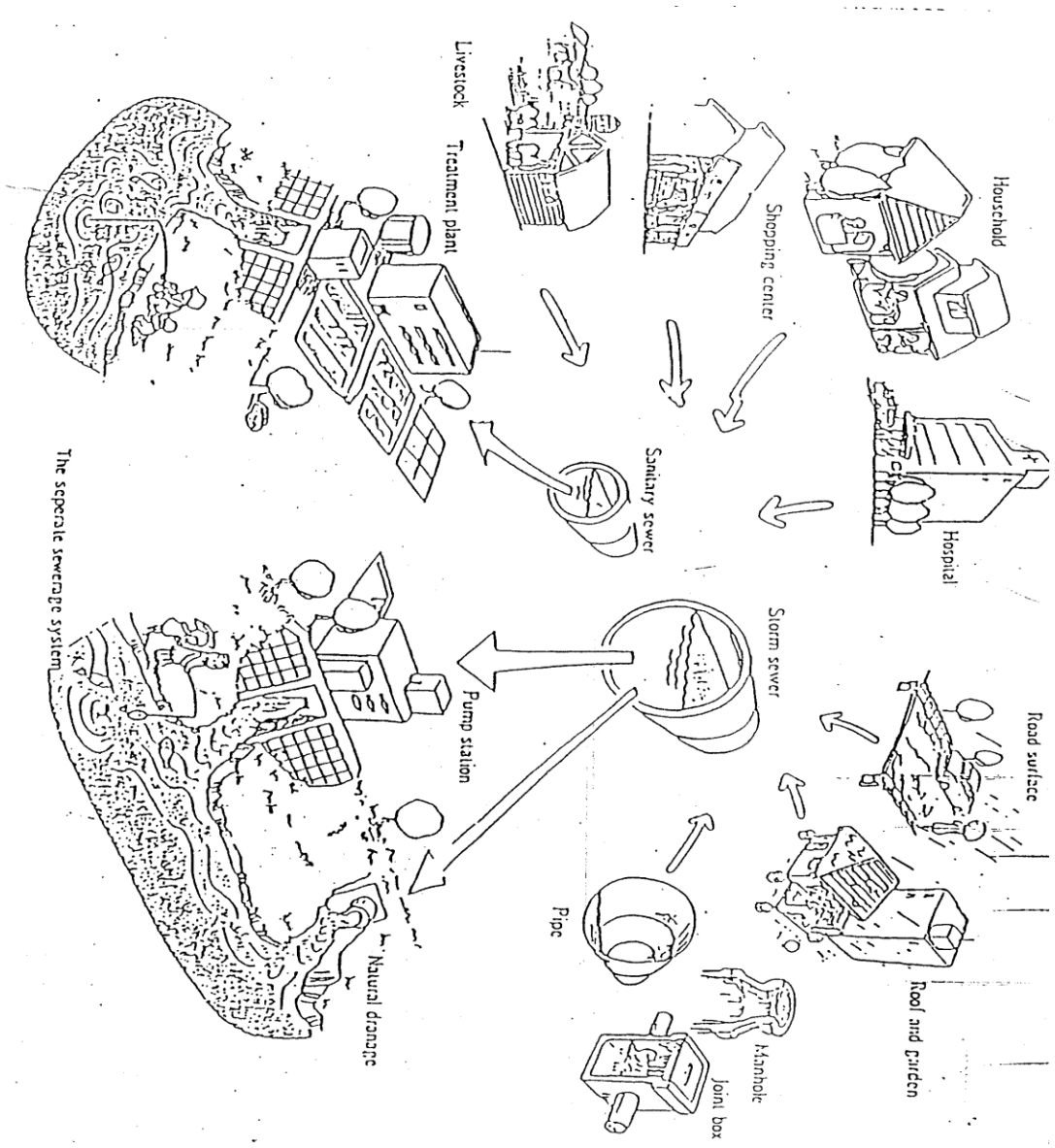
شكل ٢-٢

الوسط البلاستيك المستخدم في المرشحات الحديثة





رسم توضيحى لمحطة معالجة مياه صرف صحى بواسطة الحمأة المنشطة



رسم توضيحى لمحطة معالجة مياه صرف صحى بواسطة الحمأة المنشطة

برك الأكسدة :

مقدمة :

برك الأكسدة الطبيعية عبارة عن أحواض غير عميقة تتكون من تشكيل فى الأرض الطبيعية سواء بالحفر أو الردم وتتم عملية معالجة المجاري فيها بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك ومتكامل ، تقوم به الطحالب والبكتريا والكائنات الدقيقة وبعض العناصر الأخري بالإضافة إلى المقومات الطبيعية الأساسية مثل أشعة الشمس ودرجة الحرارة والرياح وغيرها ونظرا لفاعلية نظام برك الأكسدة الطبيعية فى توفير الجهد والمال ومقارنتها بالطريقة التقليدية فى معالجة مياه المجاري بدأت البرك الطبيعية فى الإنتشار فى السنوات الأخيرة وخصوصا فى الأماكن المنعزلة الصحراوية والجافة فنظام برك الأكسدة الطبيعية فى مثل هذه المناطق يعتبر الحل الملائم من مختلف الزوايا لمعالجة مياه المجاري .

المميزات والعيوب :

إن الحكم على صلاحية نظام برك الأكسدة الطبيعية وملاءمته لمعالجة مياه الصرف الصحي فى منطقة ما يعتمد على الكثير من الاعتبارات الهامة ومن خلال العرض لمميزات وعيوب إستخدام برك الأكسدة الطبيعية يمكن التعرف على تلك الاعتبارات الأساسية :

مميزات طريقة برك الأكسدة الطبيعية :

تمتاز طريقة معالجة الصرف الصحي بطريقة برك الأكسدة الطبيعية عن غيرها من طرق المعالجة الأخري بعدة مزايا أهمها :

1- لا تحتاج إلى أعداد كبيرة من العمالة الماهرة والمدربة .
2- لا تعتمد على أجهزة معقدة مرتفعة الثمن .
3- تكلفة إنشاءها منخفضة بالمقارنة بالطرق الأخرى .
4- توفر فى إستهلاك الطاقة الكهربية .
5- يمكن إستخدامها كمرحلة من مراحل معالجة تقليدية .
6- تتلائم مع ظروف المجتمعات العمرانية الجديدة .
7- الحمأة الناتجة من المعالجة تكون مخمرة ويمكن تخزينها لسنوات عديدة (5 -10 سنوات داخل برك الأكسدة الهوائية) .
8- تصلح المياه الناتجة منها لأغراض الري .

عيوب طريقة برك الأكسدة الطبيعية :

1- تحتاج إلي مساحات كبيرة من الأرض بالمقارنة بالطرق الأخري .
2- الحشرات والفئران والذباب وغيرها من الكائنات الضارة أكثر إنتشارا فى برك الأكسدة الطبيعية مقارنة بالطرق الأخرى .

3- توجد إحتمالات لظهور رائحة كريهة خاصة تحت ظروف التشغيل السيئة .

4- إحتمال تلوث المياه الجوفية ولذلك ينصح بعدم إستخدام المياه الجوفية القريبة من المحطة فى أغراض الإستهلاك الأدمى .

5- لا تلائم الأماكن المزدحمة بالسكان أو القريبة منهم .

6- تنخفض كفاءتها فى الأيام الملبدة بالغيوم ، أي فى غياب ضوء الشمس .

أنواع برك الأكسدة :

يمكن تصنيف برك الأكسدة الطبيعية تبعا لأنواع النشاط وعمر البركة أو مدة المكث إلى الأنواع التالية :

البرك الهوائية والبرك اللاهوائية والبرك المزدوجة .

البرك الهوائية :

وهي تتميز بوجود الأكسجين المذاب موزعا خلال البركة فى جميع الأوقات وعمق هذه البرك لا يزيد عن 0.9 م مما يساعد أشعة الشمس على إختراق جميع طبقات البركة ووصولها إلى القاع حيث تنمو الطحالب مصدر الأكسجين الذائب فى هذه البرك والناتج عن عمليات التمثيل الضوئي التى تقوم بها الطحالب الخضراء مستخدمه ثاني أكسيد الكربون فى وجود أشعة الشمس منتجة كميات كبيرة من الأكسجين وقد ثبت أن كيلو جرام واحد من الطحالب الخضراء تنتج حوالي 0.6 كيلو جرام أكسجين صافى فى جو مشمس .

البرك اللاهوائية :

وكما يدل عليها أسمها لا يوجد فيها أكسجين مذاب خلال العمق الذي يصل إلى 5 أمتار وتعتمد المعالجة فيها على تخمير الحمأة (المواد المترسبة) فى قاع البركة ويمكن أن تكون هذه البرك مصحوبة برائحة إن لم تحظي بالإهتمام الواجب .

البرك المزدوجة :

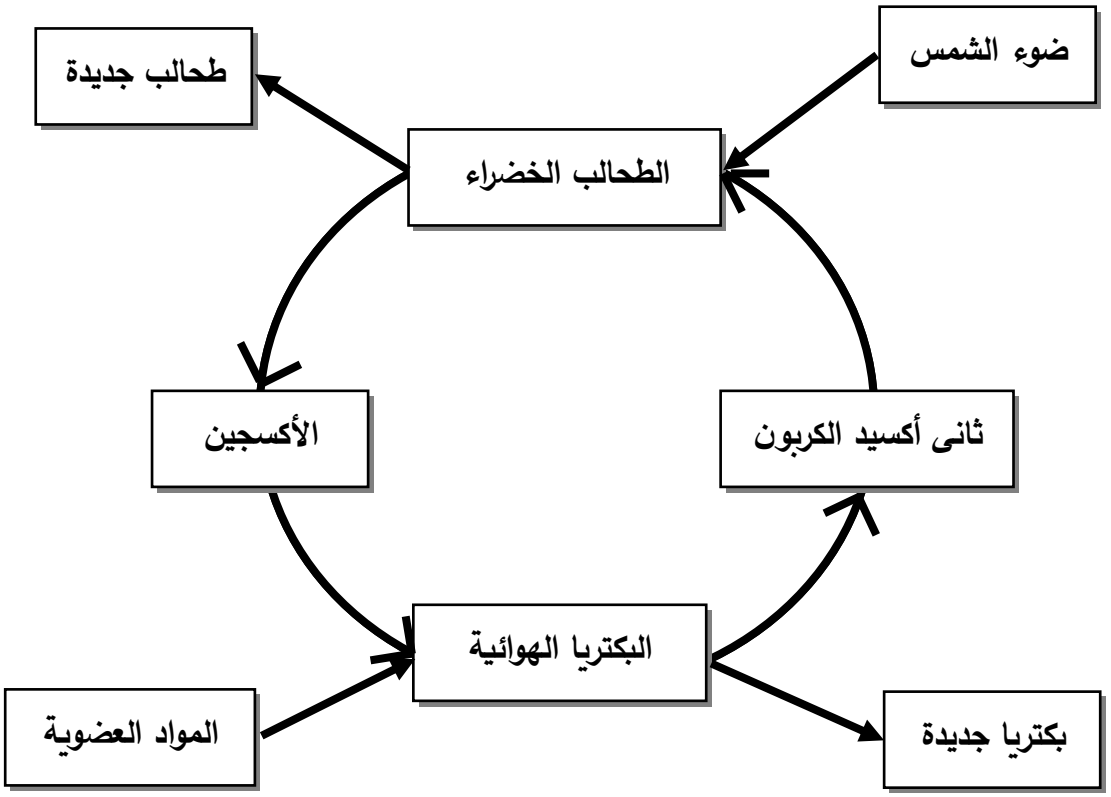
وهي البرك التى تجمع بين خصائص النوعين السابقين وتنقسم إلي طبقتين الطبقة السطحية هي المعرضة للجو وأشعة الشمس وغالبا ما يكون بها أكسجين حيث تعمل البكتريا الهوائية والطبقة السفلية وغالبا ما تفتقر الي الأكسجين وبالتالي تنشط البكتريا اللاهوائية وتستخدم البرك المزدوجة على نطاق واسع .

عملية المعالجة :

عملية المعالجة فى البرك الهوائية :

تتحول المواد العضوية من خلال نشاط البكتريا الهوائية إلى ثاني أكسيد الكربون (للطحالب) والنشادر ثم تتكون بعد ذلك الطحالب فى وجود ضوء الشمس والطحالب عبارة عن نباتات ميكروسكوبية وسيطة وإعتماداً على أشعة الشمس تقوم الطحالب بتحويل بعض المركبات الكربونية الذائبة الغنية بالأكسجين مثل ثاني أكسيد الكربون إلى أكسجين حر يذوب فى الماء بسهوله وذلك عن طريق عملية التمثيل الضوئى المصدر الأساسي للأكسجين الذائب فى البركة (اللازم للبكتريا الهوائية) ومعروف أن كل كيلو جرام من الطحالب يمكن أن ينتج حوالي 0.6 – 1 كيلو جرام من الأكسجين الذائب فى يوم مشمس من أيام الصيف ، وتعيش الطحالب على

ثاني أكسيد الكربون (الذى تنتجه البكتريا الهوائية) وبعض المواد الغذائية فى المياه كما تنشط البكتريا الهوائية بسبب الأكسجين الذى تنتجه الطحالب ويوضح الشكل التالي الدورة الطبيعية التى تتبادل فيها كل من الطحالب والبكتريا الهوائية النشطة للأكسجين وثاني أكسيد الكربون .



شكل دورة الأكسجين والبكتريا والطحالب فى برك الأكسدة **(عملية التمثيل الضوئي)**

<u>عملية المعالجة بالبرك اللاهوائية :</u>

تتحول المواد العضوية أولا إلى ثاني أكسيد الكربون والنتروجين فى صورة مركبة حمضية وأحماض عضوية إعتماداً على نشاط مجموعة الكائنات الدقيقة المعروفة بإسم الكائنات المنتجة للأحماض وفى نفس الوقت تقوم مجموعة أخري من الكائنات الدقيقة والمعروفة بإسم مخمرات الميثان بإنتاج غاز الميثان وبعض المواد القلوية وأيضا الماء وذلك بالإعتماد على الأحماض العضوية والمنتجات الأخري للمجموعات الأولي .

العوامل المؤثرة على كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحي بنظام برك الأكسدة الطبيعية :

تتباين كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحي بنظام برك الأكسدة الطبيعية بعديد من العوامل الطبيعية والكيميائية والبيولوجية :

أولاً : . العوامل الطبيعية :

يمكن إيجاز العوامل الطبيعية التى تعتمد عليها كفاءة عملية المعالجة فى برك الأكسدة الطبيعية إعتمادا كبيرا فما يلي :

أ – نوع التربة :

معروف أن مسامية التربة تؤثر بشكل كبير على نفاذية المياه خلالها لهذا فالبرك المنفذة على تربة طينية ذات مسامية منخفضة تحتفظ بالمياه بدرجة تفوق البرك المنفذة على التربة الرملية أو التربة الصفراء ذات المسامية العالية ولهذا يلعب البخر الطبيعي دوراً كبيراً فى فقد المياه فى البرك الطينية بينما يمكن رد هذا الدور إلى تسرب المياه إلى التربة فى حالة البركة الرملية أو الصفراء ويمكن خفض المشاكل المرتبطة بنفاذية التربة المرتفعة بتبطين البركة ببطانة مناسبة فمثلا يمكن إستخدام طبقة 10 سم من الطين المدكوك فى حالة توافرة وقد أستعملت رقائق البولي أثلين والفنيل فى بعض الحالات فى جنوب سيناء والوادي الجديد أو غيرها من المواد المناسبة للتبطين وتوضح الدلائل أن تلوث الطبقة الحاملة للمياه (وذلك بإختلاطها بمياه الصرف الصحي المترسبة من الأتربة) لا يستوجب الإهتمام إلا فى حالة إستخدامها لأغراض الشرب .

ب – مساحة السطح :

كلما زادت مساحة السطح المعرض للشمس زادت كفاءة التنقية نتيجة لزيادة معدل نمو الطحالب (التي تنتج مزيدا من الأكسجين) وفى نفس الوقت زيادة معدل البخر .

ج – العمق :

وكما سبق أن ذكرنا أن البرك الهوائية هي الأقل عمقا من البرك المزدوجة أو اللاهوائية مما يساعد على تخلل أشعة الشمس فى جميع طبقات البركة وتساعد الطحالب الخضراء على القيام بعملية التمثيل الضوئي منتجه كمية كبيرة من الأكسجين الذي يذوب فى المياه ويزيد من كفاءة التشغيل وعادة ما يتم تشغيل البرك عند عمق ثابت ومع هذا فيمكن أن يحدث انخفاض في عمق المياه مما يسبب المشاكل وهذا الانخفاض قد يحدث نتيجة ارتفاع معدل التسرب في التربة أو لزيادة البخر أو نتيجة لسحب بعض محتويات البركة في حالات الطوارئ وعندما ينخفض منسوب المياه عن 0.6 متر فمن المحتمل أن تنبت النباتات المائية ويؤدي ذلك إلى العديد من المشاكل في التشغيل والصيانة كما أن زيادة العمق عن 2 م يمكن أن يقلل من كفاءة البركة وذلك نتيجة لضعف اختراق أشعة الشمس لطبقات البركة مما يؤدي إلي زيادة حجم الطبقة اللاهوائية في البركة .

د – البخر :

معروف أن البخر يؤدي إلى نقصان مياه البركة وفى حالة زيادة معدل البخر نتيجة لظروف المناخ (ارتفاع الحرارة – انخفاض الرطوبة) فإن كفاءة البركة تتأثر إلى حد كبير وذلك لارتفاع تركيزات المواد الصلبة ، وقد يحدث خلل في النشاط البيولوجي للكائنات الدقيقة نتيجة لإرتفاع تركيزات الأملاح في مياه البركة وبالتالي تنخفض كفاءة البركة وفى حالات أخري قد ينخفض منسوب البركة نتيجة لإرتفاع معدل البخر مما يؤدي إلى بداية ظهور النباتات المائية .

هـ – الرياح :

تساعد الرياح على تقليب سطح المياه مما يساعد على توزيع الأكسجين الذائب على السطح ومن ناحية أخري قد يؤدي سرعة هبوب الرياح على نقل الروائح .

و – أشعة الشمس :

بدون أشعة الشمس لا تستطيع الطحالب الخضراء القيام بعملية التمثيل الضوئي فتقل كفاءة التشغيل في الأيام الملبدة بالغيوم والسحب بينما العكس صحيح إذ تزداد كفاءة التشغيل وعمل البركة في الأيام المشمسة .

ى – الحرارة :

تزداد كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحى كلما ارتفعت درجة الحرارة .

ثانياً : . العوامل الكيميائية :

أهم العوامل الكيميائية المؤثرة على كفاءة عملية المعالجة بنظام برك الأكسدة الطبيعية هى تركيزات المواد العضوية المختلفة وطبيعتها والرقم الهيدروجيني وحالة المواد الصلبة .

أ – المواد العضوية :

تتأثر كفاءة برك الأكسدة الطبيعية إلى حد كبير بطبيعة وتركيز المواد العضوية الذائبة وغير الذائبة فيها فوجود المواد العضوية الملائمة لغذاء الكائنات الدقيقة بتركيزات مناسبة يساعد في سرعة عملية تحلل المواد العضوية في البركة .

ب – الرقم الهيدروجيني :

معروف أن النشاط الحيوي يصل إلى أقصي مدي له عند مستوي محدد من تركيز أيونات الهيدروجين والتي يعبر عنها بالرقم الهيدروجيني وفى حالة برك الأكسدة الطبيعية فإن الرقم الهيدروجيني المناسب هو 7.5 وبالتالي فإن زيادة هذا الرقم أو نقصانه يؤثر بالسلب على نشاط البركة .

ج– المواد الصلبة العالقة :

تلعب المواد الصلبة العالقة دورا هاما في تحديد كفاءة البركة فزيادة تركيز المواد الصلبة في المياه الخام يؤدي إلى زيادة كمية الحمأة المترسبة . ومعروف أن تحلل هذه الحمأة ينتج أحماضا عضوية ويخفض بالتالى من الرقم الهيدروجيني مما يؤثر تأثيرا سلبيا على كفاءة معالجة مياه الصرف الصحي بالبركة .

د – تركيز وطبيعة الفضلات :

تتأثر كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحي بالبركة بطبيعة وتركيز الفضلات خصوصا عند إحتوائها على مواد سامة أو مثبطة للنمو الحيوي بتركيزات مؤثرة .

ثالثاً : . العوامل البيولوجية :

نظراً لطبيعة العملية كمعالجة لمياه الصرف الصحي ببرك الأكسدة الطبيعية فإن العوامل البيولوجية مثل أنواع البكتريا والطحالب وتركيزاتها تلعب دورا أساسيا في نجاح البرك :

أ- نوع البكتريا :

معروف أن البكتريا الهوائية تحتاج إلى أكسجين مذاب أثناء عملية تحليلها المواد العضوية ولا تؤدي منتجات هذا التحلل إلى أية أضرار على البيئة أما البكتريا اللاهوائية فغالبا ما تنتج رائحة كريهة أثناء نشاطها في البركة .

ب - نوع الطحالب :

من أهم الطحالب وأعظمها فائدة لبرك الأكسدة الطبيعية الطحالب الخضراء والتى تقوم بعملية التمثيل الضوئي منتجة الأكسجين أما النوع الأخضر المائل للزرقة فهو غير مفيد ويقلل من كفاءة البرك وتوافر الطحالب الخضراء بكمية ملائمة يؤدي إلى توافر الأكسجين اللازم والذي يلعب الدور الأساسي في نشاط البكتريا الهوائية لذلك فإن لون طحالب البركة يؤدي إلى استنتاج دلالا ت مباشرة على كفاءة عملية معالجة مياه الصرف الصحي بها .

والجدول رقم 1 يوجز دلائل تغيير أنواع الطحالب على حالة وكفاءة برك الأكسدة الطبيعية

جدول (1) يبين دلائل تغيير لون المياه ببرك الأكسدة الطبيعية

اللون	حالة البركة	الملاحظات والإجراءات اللازمة
الأخضر الزراعي	زيادة الرقم الهيدروجيني زيادة تركيز الأكسجين	حالة البركة جيدة
الأخضر القاتم	زيادة الرقم الهيدروجيني	إيقاف عملية الصب على البركة وتحويل المياه إلى بركة أخرى حتى يعود الرقم الهيدروجيني إلى 7.5
الأخضر المائل إلى الزرقة	قلة تركيز الأكسجين	-
الرمادي	زيادة الأحمال العضوية	تخفيف الحمل علي البركة بإستخدام طريقة التشغيل على التوازي

نموذج لبرك الأكسدة الطبيعية :

يوضح الشكل رقم 2 مخططاً عاماً لمحطة معالجة نموذجية لمعالجة مياه المجاري بنظام برك الأكسدة الطبيعية والتى تتكون عناصرها الأساسية من :

- برك هوائية .
- برك لا هوائية .
- برك مزدوجة أو متغيرة (تتغير نشاطها تبعا للحاجة) .

يوضح الشكل رقم 3 قطاعا طولياً لمحطة نموذجية لبيان الوضع الهيدروليكي للمحطة التى تعمل بنظام برك الأكسدة الطبيعية والتى تشمل ما يلى :

. المدخل والمصارف أو شبكة حجز الرواسب .

. البرك اللا هوائية .

. البرك المزدوجة .

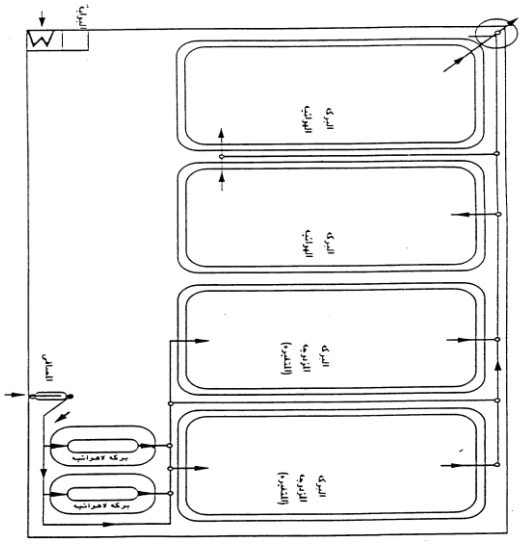
. البرك الهوائية .

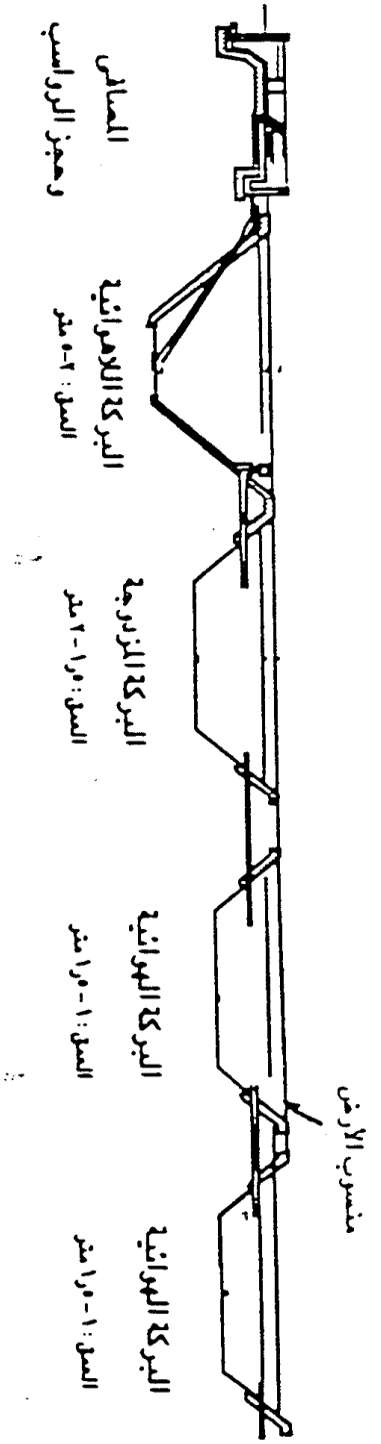
. غرفة التحكم في المنسوب .

. غرفة قياس التصرف .

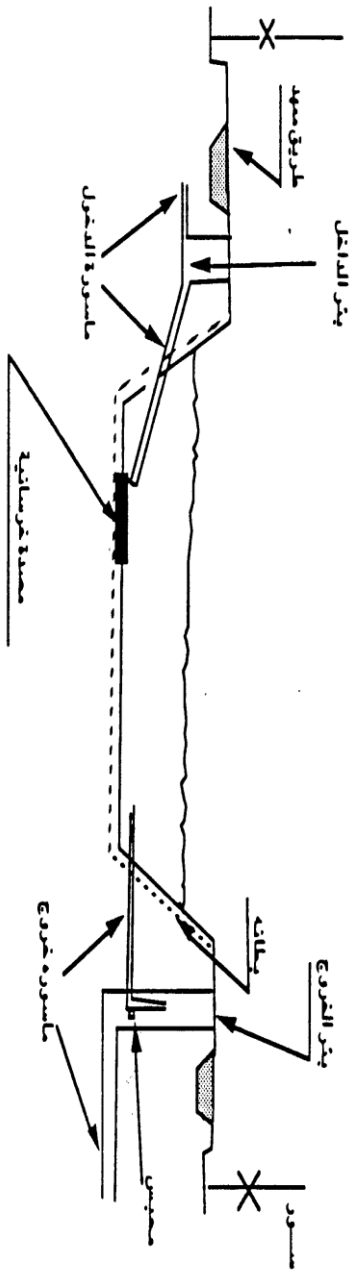
ويتضح من الرسم فرق المناسيب بين مدخل المحطة ومخرجها وبين البركة وأخري بما يسمح لسريان مياه الصرف الصحي وإنتقالها من جزء إلى جزء أخر ، من أجزاء المحطة تحت فرق المنسوب الإستاتيكي دون التدخل بالرفع الميكانيكى بإستخدام مضخة (طلمبة) للرفع ، ويوضح الشكل رقم 4 قطاع عرضي في بركة أكسدة طبيعية .

وقد تم إنشاء عدد من المحطات تجريبية لمعالجة مياه المجاري والتى تعمل بطريقة بركة الأكسدة الطبيعية في محافظات دمياط والوادي الجديد وجنوب سيناء .





قطاع طولى فى نظام معالجة مياه الصرف الصحى
بطريقة برك الأكسدة الطبيعية



قطاع عرضى فى نظام معالجة مياه الصرف الصحى
بطريقة برك الأكسدة الطبيعية

التجارب المعملية :

مقدمة :

تعتبر عملية أخذ العينات لاجراء التحاليل المعملية وتسجيل النتائج اهم الأعمال التي يقوم بها المسئول عن تشغيل برك الأكسدة الطبيعية فمن خلالها يمكن تقييم آداء البركة وتحديد كفاءتها وأيضا تحديد حجم وطبيعة المشكلة التى تواجه العمل خلال تشغيل البرك .

تقييم تشغيل برك الأكسدة :

من أهم معايير متابعة نشاط برك الأكسدة ما يلي :

- تحديد مستوي الأكسجين الذائب .
- تحديد تركيز أيونات الأكسجين .
- تحديد تركيز المواد العضوية القابلة للتحليل .
- تحديد تركيز المواد الصلبة العالقة .

الإختبارات والتجارب :

يمكن إجراء بعض الإختبارات في موقع المحطة مثل إختبار تركيز الأكسجين الذائب أو الرقم الهيدروجيني بينما هناك إختبارات لا تتم إلا في المعامل المركزية مثل إختبار BOD وإختبارٍ S.S .

أخذ العينات :

هناك عدة ملاحظات هامة على القائم بجمع العينات إتباعها بكل دقة وهى :

1. أخذ العينات من أخر بركة في المحطة من منتصف عرض إنسياب المياه لضمان الخلط الجيد .
2. احتواء العينة العشوائية على أربع عينات عشوائية متساوية في الحجم مأخوذة من مناطق مختلفة من أخر البركة قبل صرف المياه إلى المصرف .
3. تؤخذ العينة على بعد 2.5 م من حافة البركة بعمق 3 أمتار من سطح مياه البركة مع تحاشي تقليب أو إثارة المواد المترسبة .
4. لا تؤخذ أي عينة أثناء هبوب رياح أو أى مناخ غير عادي .
5. تبرد العينة فورا وتوضع في إناء به ثلج لتصل إلى 4ْ م أثناء نقلها للمعمل .
6. تضاه النتائج بمعايير القانون رقم 48 لسنة 82 .

أنواع العينات :

الإختبارات التى تتم في الموقع يتم إجراءها على عينات بسيطة أو عشوائية مثل إختبار الأكسجين الذائب واختبار درجات الحموضة والقلوية بينما الإختبارات الأخري التى تحتاج إلى أخذ عينه مركبة هى تركيز المواد الصلبة العالقة الكلية وتركيز الأكسجين الحيوي الممتص .

الجدول (2) الذى يوجز الفترات الدورية اللازمه لأخذ العينات ومواقع أخذها

التجارب المعملية	الفترات التي تجري خلالها	مواقع أخذ العينات	ملاحظة
الرقم الهيدروجيني *الأكسجين المذاب*	يوميا يوميا	من البركة ومدخل البركة من البركة ومخرج البركة	يجب أن تؤخذ العينات أثناء الليل والنهار حيث تتغير حالة البركة خلال هذه الفترة
درجة الحرارة	يوميا	من البركة	---
الأكسجين الحيوي الممتص تركيز المواد الصلبة	أسبوعياً أسبوعياً	مدخل ومخرج البركة مدخل ومخرج البركة	هذه التجارب توضح كفاءة عملية التنقية لمياه الصرف الصحي بالبركة

ملاحظات :

- جميع القراءات عرضة للتغير أثناء اليوم .
- تتغير كلا من تركيز المواد الصلبة العالقة و تركيز الأكسجين المذاب عند مخرج البركة خلال ساعات النهار ومن يوم لآخر ومن موسم لآخر .
- قيمة الأكسجين الحيوي الممتص تعطي مؤشر لمدى تركيز المواد العضوية بالبركة .

تشغيل وصيانة برك الأكسدة الطبيعية :

مقدمة :

يتعرض هذا الجزء لهدف التشغيل والصيانة الوقائية لكافة أنواع التشغيل لبرك الأكسدة الطبيعية ثم يتناول بدء التشغيل وطرق التشغيل على التوالي والتوازي مع إستعراض طرق التحكم في منسوب مياه البرك ويتعرض أيضا لبيان قوائم المراجعة الخاصة بالتشغيل والصيانة الوقائية .

إعتبارات التشغيل والصيانة :

تنتج معظم المشاكل التى تصاحب برك الأكسدة الطبيعية من الإهمال وإفتقاد العناية اللازمة وتتلخص إعتبارات التشغيل الأساسية لأنواع البرك الطبيعية الثلاثة (اللاهوائية والمزدوجة والهوائية) فيما يلى : -

الإعتبارات الأساسية لتشغيل وصيانة برك الأكسدة الطبيعية اللاهوائية :

1 . تعمل هذه البرك بدون الحاجة إلى الأكسجين الزائد .

2 . تغطى البرك من هذا النوع طبقة سميكة من الخبث الطافى التى تساعد في المحافظة على الشروط غير الهوائية .

إعتباران أساسيان لابد من مراعاتهما :

1 . الرقم الهيدروجيني عند قيمة = 7 وذلك للمحافظة على توازن النشاط البكتيري .

2 . التحكم في الرائحة بضمان عدم وجود الأكسجين الذائب .

3 . تستخدم برك الأكسدة الأولية كمرحلة أولية في محطة المعالجة وقد يعقبها طرق تقليدية من طرق المعالجة البيولوجية لذا ينبغي الإحتفاظ بتسجيلات المتغيرات الأتية :

1 . مدة المكث .

2 . الحمل العضوي .

3 . حالة المياه الخارجة .

4 . حالة البركة (الخبث – عمق الحمأة المترسبة – الحموضة – القلوية) .

<u>ينبغى الإهتمام بما يلي :</u>

1 . صيانة المعدات الميكانيكية بالموقع .

2 . نظافة خطوط المواسير والمصافي .

3 . أخذ العينات بالطرق السابق شرحها .

4 . إجراء الإختبارات في مواعيدها .

5 . تأمين التجهيزات واللوازم الخاصة بالتشغيل والصيانة .

<u>الإعتبارات الأساسية لتشغيل وصيانة برك الأكسدة النموذجية وهي كما يلي :</u>

1 – نوعية المياه لها الصفات الأتية :

أ – محققة للمواصفات العالمية وقانون حماية البيئة

ب – على درجة مرتفعه من الجودة .

2– تألق اللون الأخضر في عمق مياه البرك يعنى إرتفاع مستوي الأكسجين الذائب والرقم الهيدروجينى .

3– إرتفاع مستوى الأكسجين الذائب يؤدي إلى الحصول على مياه ذات جودة ومطابقة للمواصفات .

4– تموج سطح المياه مع حركة الرياح يؤكد فاعلية انتقال الحيوي إلى مياه البركة .

5– البركة التى تعمل بشكل جيد تختفي منها الأعشاب الضارة والحشائش التي تنمو علي جانبيها وتعوق الحركة الموجية للمياه .

6– إقامة الجسور المناسبة حول مياه البرك وزراعتها بالأعشاب يقلل من تهيل التربة عند جوفها .

7 – صيانة الجسور من التآكل بإستخدام الحجر أو كسر الخرسانة .

8– تحاشي وجود الأجسام الطافية التى تنتج روائح كريهة في المياه الداخلية أو الخارجية من البركة .

9– إجراء الصيانة الدورية للمعدات الميكانيكية أمر ضروري مع إستخدام سجلات صيانة هذه المعدات لمراعاة المواعيد الدورية مع أهمية الإحتفاظ بهذه السجلات .

<u>الإعتبارات الأساسية لتشغيل وصيانة بركة الأكسدة الهوائية :</u>

تؤخذ الإعتبارات السابق ذكرها ببركة الأكسدة النموذجية مع الأخذ في الإعتبار بدء التشغيل أول مرة للبركة حيث أنه من أهم الفترات الحرجة في عمرها كما يجب أيضا أن يكون بالبركة 30 – 60 سم من إرتفاعها من مياه الري وذلك قبل إدخال مياه الصرف الصحي إليها ويجب إضافة المياه بإستمرار إليها لمنع تواجد رائحة أثناء عمل البركة لذا فمن الضروري توافر مصدر للمياه بجوار البركة .

أنواع التشغيل :

يوجد طريقتين لتشغيل برك الأكسدة الطبيعية في محطة مكونه من أربع برك فالتشغيل من خلال إنتقال المياه من البركة رقم 1 إلى البركة رقم 2 ثم البركة رقم 3 ومنها إلى البركة رقم 4 يسمي التشغيل علي التوالي وهذه الطريقة تؤدي إلى تدرج الأحمال العضوية حيث تحمل البركة الأولي لأعلى حمل تليها الثانية فالثالثة والأخيرة أما بالنسبة للطريقة الثانية فتنساب مياه الصرف الصحي من البركة رقم 1 إلى البركة رقم 2 ثم إلى البركتين رقم 4 ثم رقم 3 وفى هذه الحالة تدخل المياه المستهدفة معالجتها منقسمة بين البركة 4.1 وتسمي هذه الطريقة التشغيل على التوازي ومن مميزات هذه الطريقة أن البرك تتقاسم الأحمال العضوية فيما بينهم وهي تناسب الأحمال العضوية المتوسطة والكبيرة .

تجهيز البركة قبل التشغيل :

يجب أن تكون بداية تشغيل البركة بالطريقة الصحيحة لتجنب أي مشاكل قد تظهر لسوء التشغيل أو لعدم الإهتمام بهذه الطريقة من طرق المعالجة لسهولتها إذا ما قورنت بطرق المعالجة الأخري ولتجهيز البركة يراعي ما يلي :

1 . تنزع الحشائش والعشوائيات من قاع البركة ومن جوانبها وتنظف تماما بحيث تشمل النظافة جوانب مساحات البركة من أعلي إلى أقل منسوب تصل إلية مياه الصرف الصحي .

2 . يجب مراجعة جميع المعدات والتأكد من سلامتها وتشغيلها بطريقة صحيحة .

3 . يجب ملئ البرك بالمياه العذبة إلى أقل منسوب تشغيل وهو 0.6 م ولهذا يجب توفير مصادر قريبة من المياه العذبة .

ملحوظة :

. ملئ البرك الجديدة لأول مرة يتم لعدة أسباب أخرى من أهمها :

1 . التأكد من عدم تسرب المياه من البركة .

2 . الإنتباه إلى أنه في حالة ترك البركة فارغة فإنه قبل إستخدامها يجب التأكد من عدم وجود أي تشققات في طبقة التبطين الطينية الذى قد يؤدي إلي ضعف كفاءتها لمنع التسرب .

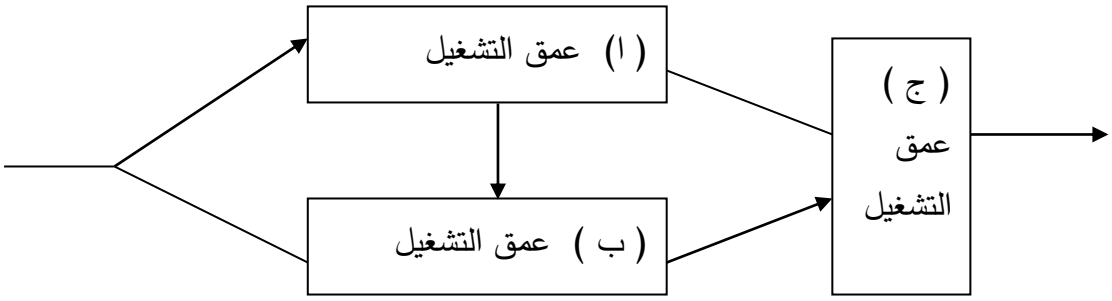
3 . منع نمو الحشائش والنباتات الذى قد يزيل تبطين البرك .

4 . تخفيف مياه المجاري لمنع حدوث التعفن وحدوث الرائحة المحتملة كما يجب التأكد من الرقم الهيدروجيني عند ملئ البركة .

أمثله لطريقة تشغيل برك الأكسدة :

طريقة التشغيل على التوالي :

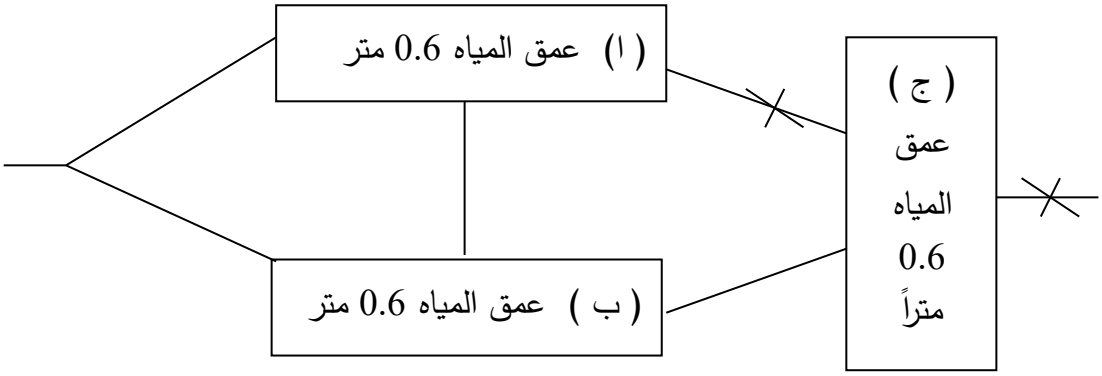
سوف نتناول خطوات تشغيل محطة معالجة تعمل ببرك الأكسدة الطبيعية مكونه من 3 برك بركتين أ ، ب للمعالجة الإبتدائية وبركة ثالثة جـ للمعالجة الثانوية كما هو مبين بالشكل :



شكل يوضح طريقة التشغيل على التوالي

1 . توجه مياه الصرف الصحي للبركة أ الإبتدائية ثم البركة ب الإبتدائية ثم البركة ج الثانوية لأن المطلوب تشغيل المحطات بالبرك الثلاثة بطريقة التوصيل على التوالي .

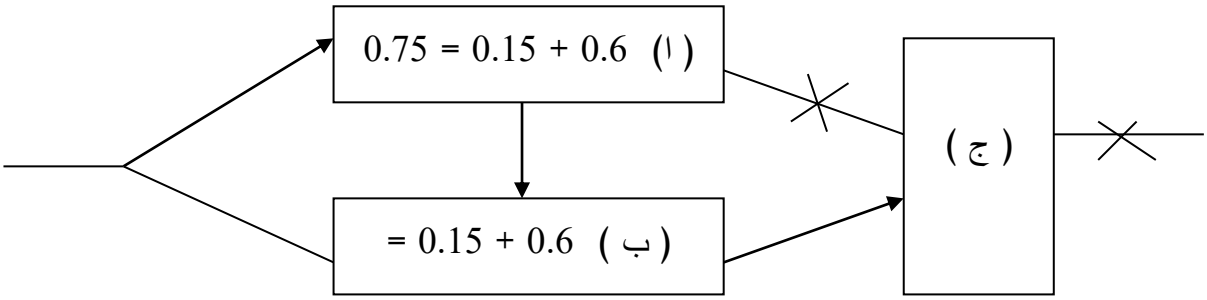
2 . أضبط ماسورة التحكم في منسوب المياه بين البركة أ والبركة ج إلى أعلى منسوب حيث يتم نقل المياه إلى هاتين البركتين مع ضبط ماسورة التحكم لمخرج البركة ج عند أعلى منسوب مياه بداخل البركة .



شكل يوضح ملئ الخلايا عند أقل مستوي بالمياه العذبة

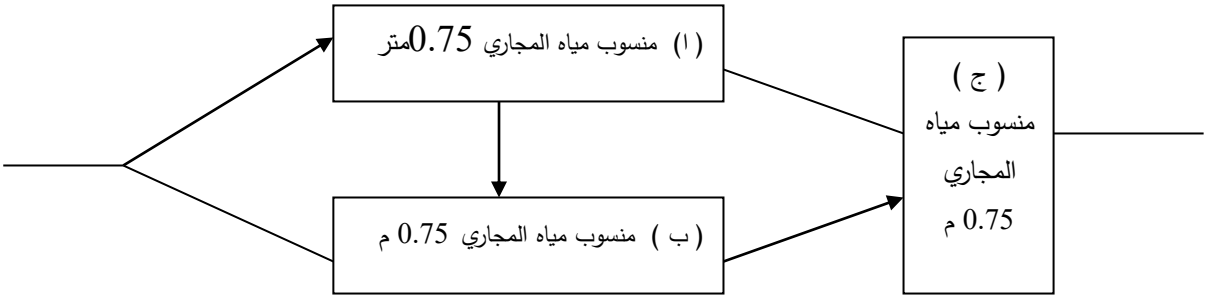
والرسم الموضح بالشكل أعلاه يوضح ضبط البركة أ ، والبركة جـ

3- ضبط ماسورة التحكم في منسوب البركة أ والبركة ب وكذا بين البركة ب والبركة ج بحيث تسمح بملئ كل من البركة أ والبركة ب من مياه الصرف الصحي حتى منسوب 0.75 م مع ملاحظة أن كل بركة كانت تحتوى على 0.6 م مياه عذبة عند بداية تشغيل .



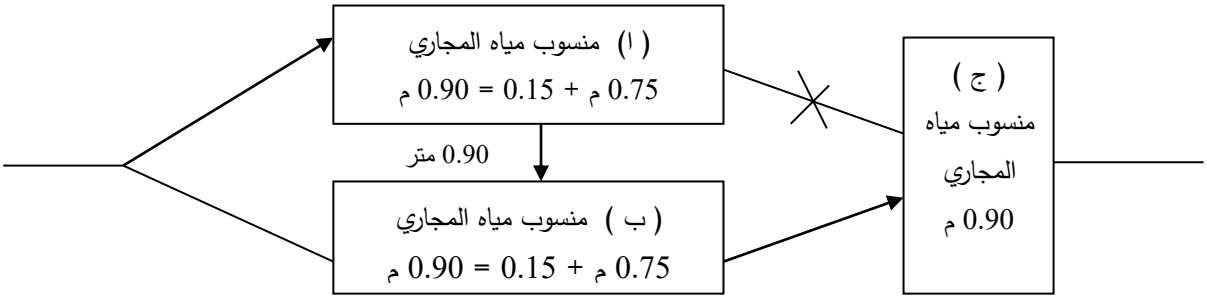
شكل يوضح منسوب المياه في البركة أ ، والبركة ب
0.75 م بزيادة 0.15 م عن منسوب بدء التشغيل 0.6 .

4- املأ الخلية بمياه الصرف الصحي وإجعل التصرف الزائد (الفايظ) ينتقل إلى البركة ب ، وبعد ذلك ينتقل إلى البركة ج عند نفس المنسوب 0.75 م .



شكل يبين منسوب مياه الصرف الصحي في كلا من
الخلايا أ ، ب ، ج 0.75 م وتعمل على التوالي

5 – أضبط ماسورة التحكم في المنسوب بحيث تسمح للخلايا الثلاثة بالإمتلاء حتى منسوب 0.9 م أى 0.15 م أعلى من المنسوب السابق .

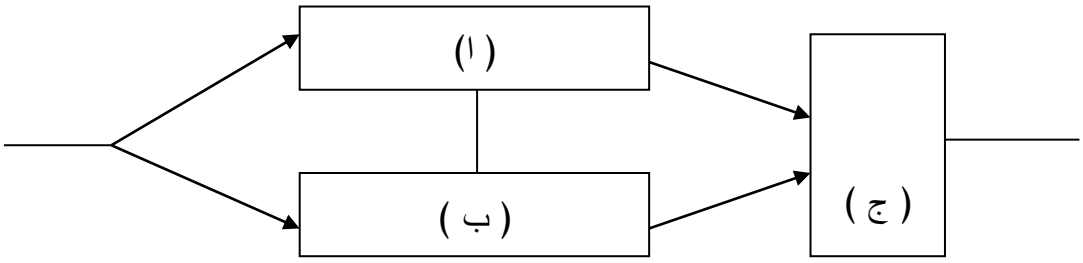


شكل يبين وصول مياه البرك أ ، ب ، ج إلى 0.9 م أى 0.15 م

إضافة للمنسوب السابق وهكذا تستمر الزيادة في منسوب المياه في البرك الثلاثة حتى منسوب التشغيل .

<u>طريقة بدء التشغيل على التوازي :</u>

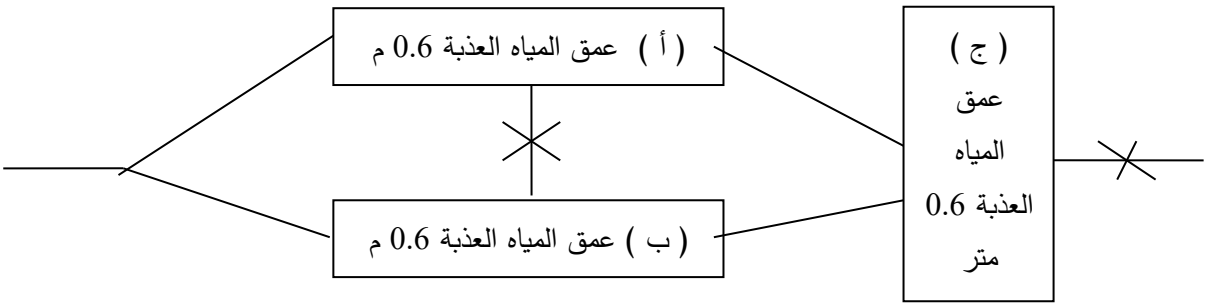
في هذه الطريقة يتم تقسيم التصرف الداخل للمحطة على جزئين عن طريق حجرة التوزيع ويتم تحويل الجزئين إلى كل من البركتين أ ، ب ويتم إنتقال مياه الصرف الصحي من الخلايا الإبتدائية (البرك أ ، ب) إلى البرك الثانوية ج بنفس الطريقة التى أتبعت في التشغيل على التوالي .



الشكل يوضح طريقة بدء التشغيل على التوازي

1 . لتشغيل المحطة على التوازي كما هو مبين بالشكل 12 تنتقل مياه الصرف الصحي من البرك أ ، ب إلى البركة ج .

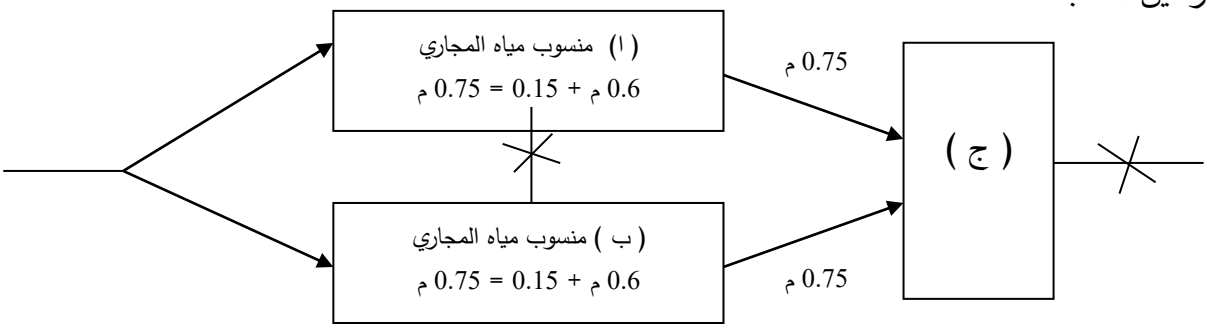
2 . تضبط ماسورة التحكم في المنسوب بين البرك أ ، ب إلى أعلى منسوب حتى لا يتم إنتقال مياه الصرف الصحي بينهما كما تضبط ماسورة المخرج للبركة ج إلى أعلى منسوب والرسم التالي يوضح ضبط المنسوب بين البركتين أ ، ب كما يوضح ماسورة التحكم في المنسوب ومخرج البركة ج من أعلي منسوب لها .



الشكل ملئ البرك عند أقل منسوب بالمياه العذبة

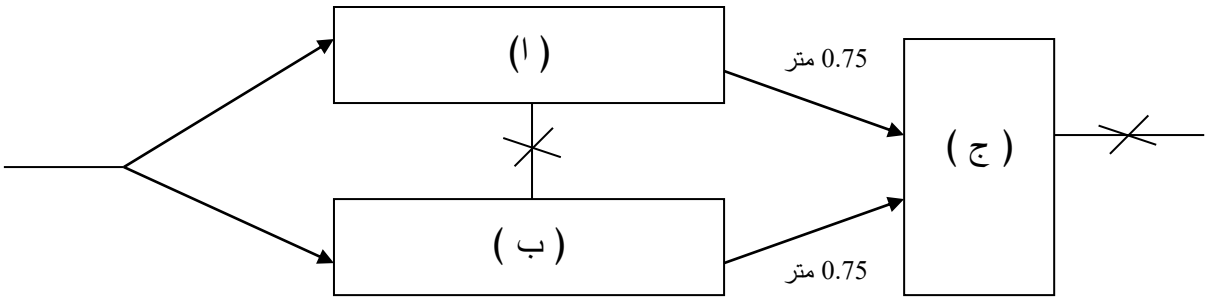
3 . أضبط مواسير التحكم في المنسوب بين البركة أ و ج والبركة ب و ج بحيث تسمح بملئ كل من البركتين أ ، ب بمياه الصرف الصحي حتى منسوب 0.75 م مع ملاحظة أن كل بركة كانت تحتوي على مياه عذبة إرتفاعها 0.6 م عند بدء التشغيل .

والشكل التالي يوضح وصول منسوب مياه الصرف الصحي إلى منسوب 0.75 م في كل من البركتين أ ، ب



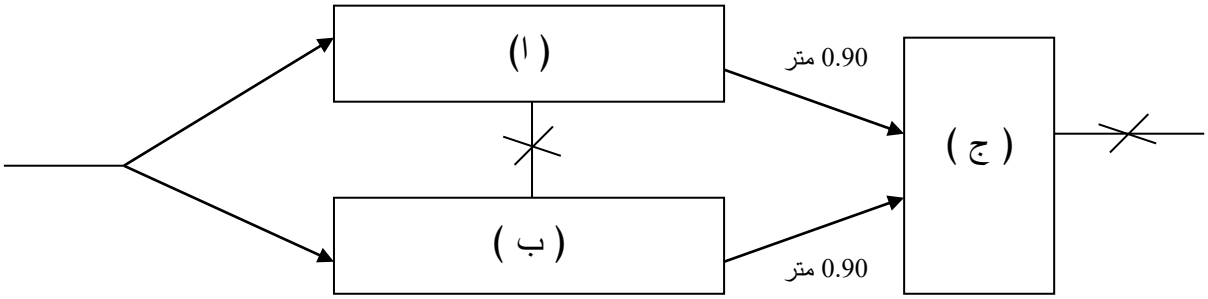
الشكل يوضح منسوب مياه الصرف الصحي في كل من البرك أ ، ب

4 . إملاء البركتين أ ، ب بمياه الصرف وأجعل التصرفات الزائدة تنتقل إلى البركة ج عند نفس المنسوب 0.75 م كما هو موضح بالشكل .



الشكل يوضح منسوب مياه الصرف الصحي في كل من البرك أ ، ب 0.75 م على التوازي

والشكل يبين وصول منسوب المياه بالبركتين الابتدائيتين أ ، ب والبركة الثانوية ج إلى منسوب 0.90 م بزيادة 0.15 سم



الشكل يوضح منسوب مياه الصرف الصحي بالبرك أ ، ب ، ج 0.90 م وتعمل على التوازي

5 – أضبط ماسورة التحكم بالمنسوب بين كلا من البرك أ ، ب و ج بحيث تسمح بإمتلاء البرك الثلاثة حتى منسوب 0.90 م أى بإضافة 0.15 م إلى المنسوب السابق وهكذا يمكن ضبط وزيادة منسوب البرك إلى التشغيل المطلوب .

<u>ملاحظات حول التشغيل :</u>

هذه الملاحظات تهدف إلى رفع مستوي الكفاءة المطلوبة لمعالجة مياه الصرف الصحي لبرك الأكسدة الطبيعية :

1 . تستخدم المواسير المدرجة عند إنتقال المياه من بركة إلى اخري لتحديد المنسوب .

2 . تملأ البركة الخاصة بالمعالجة الثانوية إلى أعلى سعه تخزينية لها وتترك لمدة كافية قبل تصريفها على المصرف دون إضافة أي مياه جديدة لها .

3 . تستخدم طريقة التشغيل على التوالي في حالة وجود بركتين في المحطة .

4 . في حالة وجود 3 برك يمكن تشغيل المحطة على التوالي أو التوازي حسب موسم التشغيل والأحمال العضوية والنوعية المستهدف تحقيقها .

5 . إستخدام نظام البرك على التوالى خلال الصيف يحقق نوعية جيدة للمياه المعالجة .

6 . في حالة وجود بركتين بالتنقية الإبتدائية فمن الأفضل تشغيلها على التوازي في الشتاء .

7 . لا يسمح بنقل المياه من بركه إلى أخري في حالة وجود رياح او عواصف حيث أنها تعكر المياه .

8 . لا تملأ البركة بمعدل يزيد عن 0.15 م يوميا حيث أن سرعة ملأ البركة يساعد على تعكير المياه ويزيد النحر .

9 . إلمام المشغلين بقواعد الحسابات الأساسية يساعد على تقرير السعه التخزينية ومدد المكث المناسبة .

ملاحظات حول صرف المياه الناتجة :

1 . يجب التأكد من نوعية المياه ومطابقتها للمواصفات العالمية وقانون حماية البيئة .

2 . أفضل الأوقات للصرف على المصارف المائية عندما يكون المصرف مملوء بالمياه لتخفيف التركيزات .

3 . يجب الحفاظ على أقل منسوب (0.6 م) عند تصريف المياه لمنع نمو الحشائش .

4 . أكثر تصرف يمكن تصريفه من أخر بركة ثانوية هو 0.15 م في اليوم .

5 . لا يستعمل بلف التصريف والموجود بقاع عنبر التصريف او التحكم حيث أن هذا البلف مصمم للعمل في حالة الطوارئ فقط كما مبين بالشكل (17) .

6 . إذا لزم إعادة ملء أخر بركة ثانوية بعد التصريف فتترك حوالي أسبوع حتي تصل إلى حالة الاستقرار .

7 . كافة المعلومات والبيانات والنتائج المعملية تسجل في جداول .

8 . في حالة الكشف عن تغيير غير مرغوب فيه في الرقم الهيدروجيني يجب إيقاف عملية الصرف والصرف إلى بركة أخري حتي يعود الرقم الهيدروجيني إلى ما كان عليه .

9 . يجب أن يتم صب المياه الخام على فترات متناوبة خلال الأسابيع الأولى مع مراعاة أن يظل الرقم الهيدروجيني فوق 7.5 إن أمكن .

10 . سيكون الرقم الهيدروجيني للحمأة أقل من 7 نتيجة لعملية التخمر أو الهضم التي تتم بواسطة البكتريا المنتجة للأحماض .

قوائم مراجعة التشغيل والصيانة الوقائية :

تعتبر قوائم المراجعة من أهم أدوات القائمين على التشغيل لتسهيل مهمة متابعة إجراءات التشغيل والصيانة الوقائية وملاحظات التشغيل اليومية وبقليل من الخبرة يمكن للقائمين على التشغيل دمج بعض البنود في واجبات محددة وواضحة تتم مراجعتها يوميا في مدة زمنية لا تتجاوز الساعتين وتقدم الجداول التالية نموذجا لقوائم المراجعة وهي لا تتضمن جميع البنود بالطبع ولكنه تقدم نموذجا يمكن الاعتماد عليه في التشغيل والصيانة بعد إضافة بعض البنود الخاصة بكل محطة تبعا لظروفها .

وبمتابعة الجدول خطوة بخطوة يمكن أداء كافة الأعمال بانتظام وفى زمن محدود بالإضافة إلى سهولة تدريب حديثي العهد بالعمل في المحطة على أعمال التشغيل والصيانة .

عملية التطهير بالكلور :

1 . الغرض من عملية التطهير :

مياه المجارى التى تم معالجتها سواء كانت المعالجة ابتدائية أو ثانوية لا تزال ملوثة بالجراثيم الناشرة للأمراض ولا تصلح لتركها تتسرب إلى المصارف والأنهار قبل تطهيرها بغرض قتل الجراثيم التى تحتويها لمنع انتشار الأمراض وعملية التطهير هذه تتم بواسطة استخدام الكلور في أخر مرحلة من عمليات المعالجة .

2 – الصفات الطبيعية والكيماوية للكلور :

1 . يوجد الكلور على شكل غاز في درجة الحرارة والضغط الجوى العادي .

2 . غاز الكلور له لون أصفر يميل إلى الاخضرار وله رائحة مميزة وهو غاز سام جداً يحدث الوفاة في لحظة وجيزة إذا استنشق بتركيز يجاوز 1000 جزء في المليون .

3 . يمكن تحويل غاز الكلور آلي سائل بواسطة استعمال الضغط وخاصية إسالة الكلور تميزه عن آي مواد مطهرة أخرى فى إمكانية اسالتة وتعبئته في اسطوانات يسهل نقلها آلي أماكن استعماله .

4 . كثافة غاز الكلور اثقل من الهواء بمقدار 2.5 مرة ويعنى ذلك أن الكلور يتجمع بالقرب من الأرضيات في حالة وجود أى تسرب لذلك يتم تركيب مراوح التهوية على إرتفاع قريب من الأرض كذلك يجب مراعاة أن أى شخص يفقد وعيه نتيجة إستنشاق غاز الكلور المتسرب ويسقط على الأرض يكون فى أكثر المناطق تركيزاً ولذا يجب العمل على رفع المصاب من على الأرض بأسرع ما يمكن وإخراجه من منطقة تسرب الكلور .

5 . الكلور في أعلى الاسطوانة يكون على شكل غاز وفى أسفل الاسطوانة على شكل سائل .

6 . تعطى الوحدة الواحدة من سائل الكلور عند تبخرها إلى غاز 450 وحدة مضاعفة بمعنى أن تسرب واحد سنتيمتر مكعب من سائل الكلور يصبح حجمه 450 سم3 من غاز الكلور بعد التبخر .

7 . من أهم الخواص الكيماوية التى من أجلها يستعمل الكلور فى عملية التطهير هو كونه عنصر مؤكسد قوى وسريع التفاعل مع المواد العضوية والمواد الغير عضوية القابلة للأكسدة مثل غاز النشادر وغاز كبريتيد الأيدروجين وحيث أن الجراثيم تعتبر من المواد العضوية فيستخدم الكلور لأكسدتها أو حرقها .

8 . حيث أن تركيز المواد القابلة للأكسدة تختلف كميتها من وقت لأخر فللتأكد من أن جرعة الكلور كافية لقتل الجراثيم يجب إضافة الكلور بكمية تكفى احتياجات التفاعل بالإضافة إلى كمية ضئيلة من الكلور المتبقي بمعنى أن :

جرعة الكلور مجم/لتر = الكلور المحتاج مجم/لتر + الكلور المتبقي مجم/لتر .

3 . العوامل التى تؤثر على كفاءة عملية التطهير :

1 . فترة التلامس : كلما زادت مدة التلامس بين محلول الكلور والمياه المعالجة كلما زادت كفاءة عملية التطهير ، وعموماً غرف تلامس الكلور تكون مصممة للاحتفاظ بفترة تلامس حوالي 30 دقيقة .

2 . تركيز جرعة الكلور : كلما زاد تركيز جرعة الكلور كلما زادت كفاءة التطهير وتمكن الكلور من قتل الجراثيم فى فترة أقل .

3 . درجة تركيز الأس آلا يدروجينى : كلما انخفضت درجة تركيز الأس الأيدروجينى كلما تحسنت عملية التطهير وفى درجات تركيز الأس الأيدروجينى الأعلى من 8.5 تنخفض قدرة الكلور على قتل الجراثيم .

4 . تتوقف كفاءة قدرة الكلور على التطهير على مكان أضافته وامكانية خلطة جيدا بالمياه فإذا اضيفت جرعة الكلور فى مكان يسمح بخلطها مع المياه جيدا تزداد درجة التطهير .

5 . إذا زادت درجة عكاره المياه المعالجة تقل كفاءة الكلور فى التطهير حيث أن المواد المسببة للعكاره تكون حماية للجراثيم من تأثير الكلور فضلا على الزيادة فى جرعة الكلور المحتاج – بعكس المياه الصافية فعادة يسهل تطهيرها بجرعات صغيرة من الكلور .

6 . كلما زاد تركيز المواد العضوية المتبقية فى المياه المعالجة كلما نقصت كفاءة قدرة الكلور على التطهير وحيث أن المواد العضوية تتفاعل مع الكلور فذلك يؤدى آلي الزيادة في جرعة الكلور المحتاج

7 . كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ضعفت قدرة الكلور على التطهير والارتفاع فى درجة الحرارة يعمل على طرد كمية الكلور الزائدة وهذه الكمية ذات الفاعلية الأكيدة في قتل الجراثيم ..

4- مركبات الهيبوكلوريت

بالإضافة آلي وجود الكلور على شكل غاز توجد مركبات الهيبوكلوريت آلتي تحتوى على كلور بتركيز اقل في صورة سائلة مثل الصوديوم هيبوكلوريت او على صورة مسحوق مثل الكالسيوم هيبوكلوريت ومن مميزات مركبات الهيبوكلوريت أنها سهلة التداول ولذلك تستعمل بكثرة في محطات المعالجة الصغيرة التى تخشى إستعمال إسطوانات غاز الكلور .

5 . أماكن إضافة جرعة الكلور :

1 . يمكن إضافة جرعة الكلور بصفة مؤقتة في الأماكن آلتي تزداد فيها الروائح الكريهة فى شبكة المجارى حيث يتفاعل الكلور مع غاز كبرتيد الأيدروجين ويقلل من تأثيره فى تأكل الشبكة .

2 . يمكن إضافة جرعة الكلور في مدخل محطات المعالجة للتخلص من البكتريا اللاهوائية وقتلها لإعطاء فرصة لنمو البكتريا الهوائية بعد مرحلة التهوية الأولية .

3 . إضافة الكلور فى مراحل المعالجة المختلفة يكون لازماً للتخلص من الروائح الكريهة ولتقليل تأثير مياه المجارى على تأكل وحدات وأجهزة المعالجة . ومعالجة الحمأة المتعفنة والغير قابلة للرسوب في المروقات الثانوية . ولقتل يرقات الذباب التى تتوالد في بعض مراحل عملية المعالجة .

4 . يلزم إضافه جرعة الكلور إلى الماء المعالج قبل صرفه إلى المصارف أو الأنهار بصفة مستمرة فى بداية غرفة تلامس الكلور . ويجب ملاحظة كمية الكلور الزائد والاحتفاظ بها فى حدود 0.5 جزء في المليون .

5 . إضافة الكلور بصفة مستمرة فى المرحلة الأخيرة من عملية المعالجة يهاجم ويقلل ما تبقى من مواد عضوية قبل تصريفها بالإضافة إلى أهمية قتل الجراثيم الناشرة للأمراض .

6 . يفضل إستعمال الكلور فى عملية التطهير عن غيره من المركبات الأخرى لفاعليته في قتل الكائنات الحية علاوة على أسعاره المعقولة .

6 . أجهزة التحكم في إضافة الكلور :

تصنع الإسطوانات الحاملة للكلور من الصلب وتركب سدادة أمان في الاسطوانات تسيل عند درجة حرارة 70 – 74 درجة مئوية وذلك لتفادى زيادة الضغط داخل الاسطوانة عند ارتفاع درجة الحرارة ، فلذلك يجب على جميع العاملين في الكلور عدم تعريض اسطوانات الكلور لأشعة الشمس أو الحرارة الناتجة من الحرائق حيث أن الكلور المخزون في الاسطوانة سيتسرب للجو وتنصهر سدادة الأمان .

يستخدم صمام سحب الكلور الأعلى في الاسطوانات سعة الواحد طن فى سحب غاز الكلور السائل وغير مسموح بسحب الكلور السائل من الاسطوانة إلا إذا استعمل مبخر سائل الكلور وتنتج وحدة الكلور السائل 450 وحدة من غاز الكلور عند التبخر .

تقوم أجهزة خاصة بالتحكم في جرعة الكلور المضافة وقياس معدل إضافتها ومن أكثر الأجهزة شيوعاً هي أجهزة التحكم فى جرعة الكلور بواسطة التفريغ حيث يمر غاز الكلور من الاسطوانة بقوة التفريغ الناتج من مرور المياه تحت ضغط حيث يمتص جهاز ضخ المياه غاز الكلور وينقل المحلول الناتج إلى ناشرات مقاومة للتآكل مثبتة في أماكن حقن الكلور .

ومن أهم العوامل التى تحافظ على كفاءة تشغيل أجهزة التحكم في إضافة الكلور أنة لا يمكن سحب أكثر من 18 كجم فى اليوم من الاسطوانة الأفقية سعة واحد طن كحد أقصى ولا تستخدم هذه المعدلات في حالة استعمال أجهزة تبخير سائل الكلور .

جرعة الكلور اللازمة قد تزيد أو تنقص بناء على كمية المواد العضوية أو العالقة ومن المحتمل أن تكون الجرعة اللازمة لمعالجة مياه المرحلة الأولى تتراوح بين 20 – 25 مجم /لتر والمياه المعالجة حتى المرحلة الثانوية بين 8–10 مجم /لتر .

ولحساب كمية الكلور المطلوبة استعمل الطريقة كما يلى :

مثال 1 :

أحسب كمية الكلور اللازمة لمعالجه معدل إنسياب مقداره 300000 متر مكعب في اليوم والجرعة المطلوبة هي 10 مجم / لتر من غاز الكلور .

الحل :

$$\frac{\text{10 مجم/لتر} \quad x \quad \text{300000 متر مكعب /اليوم}}{1000} = \text{3000 كجم / اليوم}$$

مثال 2 :

أحسب جرعة الكلور المستهلكة إذا كان وزن الكلور المستهلك فى اليوم بلغ 3000 كيلو جرام ومعدل تصريف المياه من المحطة 150000 متر مكعب في اليوم .

الحل :

$$\frac{\text{3000 كيلو جرام} \quad x \quad 1000}{\text{150000 متر مكعب}} = \text{20 مجم / لتر}$$

7 . الوقاية من أخطار الكلور :

لمنع أو تقليل حوادث الكلور اتبع ما يلى :

1 . يجب الحرص على أن تكون أماكن تخزين أسطوانات الكلور مسقوفة لحمايتها من حرارة الشمس .

2 . يجب مراعاة أن تكون أماكن تخزين أسطوانات الكلور جافة دائما وغير معرضة لأن تغمرها مياه من أى مصدر .

3 . لا يسمح بنقل آو دحرجة اسطوانات الكلور سواء كانت مملوءة آو فارغة بدون وجود الغطاء على صمام الاسطوانة .

4 . لاتسعمل الغطاء المربوط على صمام الاسطوانة كأداة لرفع الأسطوانة الأفقية ذات السعة واحد طن وعربات اليد المخصصة لنقل الأسطوانات الرأسية سعة 68 كجم .

5 . أحرص دائما على أن تكون اسطوانات الكلور مربوطة بسلسلة أثناء تخزينها او نقلها لتجنب صدمها ببعض .

6 . أحرص على استعمال جوان جديد فى كل مرة تقوم باستبدال اسطوانة كلور لآن استعمال الجوان القديم مرة أو مرات أخرى يسمح بتسريب الكلور .

7 . أحذر دخول غرفة الكلور أن لاحظت او شعرت برائحة الكلور فالكلور غاز سام جدا واعمل مباشرة على تشغيل مراوح التهوية واحترس بل وامتنع عن الدخول للغرفة بدون استعمال جهاز التنفس الذاتى الذى يسمح للفرد أن يعمل بأمان أثناء إصلاح سبب التسرب – ولا تتهاون في إصلاح آي تسرب بسيط تجده .

8 . أحترس من استعمال الكمامة لمدة طويلة للوقاية من غاز الكلور نظرا لان سعتها محدودة ولا تسمح بالبقاء مدة طويلة مع وجود تسرب كلور لان المادة الفعالة بها تستهلك بسرعة .

9 . فى حالة وجود تسرب خطير يلوث الملابس فيجب التخلص من الملابس آلتي تشبعت بالكلور السائل حتى تتفادى الحروق والإصابات آلتي تنتج من تلامس الكلور بالجسم .

10 . ليكن معلوما لجميع العاملين والمتداولين للكلور بأن الأضرار التالية تحدث من التعرض للكلور :

. إذا بلغ تركيز الكلور 30 مجم /لتر تكون هناك رائحة الكلور المميزة .

. إذا بلغ تركيز الكلور 10 – 15 مجم /لتر يبدأ حدوث التهابات فى الحلق والزور .

. إذا بلغ تركيز الكلور 3 مجم/لتر يسبب سعال شديد جدا .

. إذا بلغ تركيز الكلور 40 – 60 مجم/لتر يحدث الوفاة بعد استنشاقها .

11 . قبل الدخول في منطقة تسرب كلور يجب أن تعمل الآتي :

- إستعمل البدله الوقاية الخاصة بالحماية من الكلور .
- إستعمل جهاز التنفس الذاتي بعد أن تكون قد تدربت على طريقة استخدامه .
- إستعمل نظارة الوقاية للعيون .
- استعن بشخص آخر كاحتياطي يلاحظ عملك من بعد ويكون مستعدا للمساعدة إذا لزم الأمر.
- إن تخطر المسؤولين عن المهمة آلتي تقوم بها قبل الدخول لمنطقة التسرب .

12 . يجب معرفة أن المحاليل آلاتية يمكن استعمالها في امتصاص الكلور .

- محلول الصودا الكاوية بتركيز حوالي 25 – 50 في المائة .
- محلول كربونات الصوديوم بتركيز حوالي 30–40 في المائة .
- محلول الجير المطفى بتركيز حوالي 50 في المائة .

13 . يمكن الكشف عن مكان تسرب الكلور باستعمال قطعة من القماش أو القطن مبللة بمحلول النشادر فبمجرد أن تقترب أبخرة النشادر وتدل على مكان التسرب تظهر رغاوي بيضاء .

14 . لا تستعمل الماء في غسل مكان التسرب لأن الرطوبة مع غاز الكلور يتحول آلي مادة شديدة التآكل ويؤدى ذلك آلي زيادة في التسرب .

15. تذكر أن الجزء العلوي من اسطوانة الكلور غاز والسفلي سائل ولذلك إذا وجدت تسرب من ناحية الكلور السائل فأعمل بسرعة على قلب الأسطوانة لأنة كما ذكر مسبقا فأن الوحدة الواحدة من الكلور السائل تنتج 450 مرة حجمها عندما تصبح غاز بتبخيرها .

16 . أعمل دورات تدريبيه بصفة دورية للعاملين فى عملية التطهير بالكلور ويجب أن يعرف الجميع مكان تخزين وطريقة استخدام أجهزة الوقاية والتنفس الذاتي وطريقة عمل إصلاحات التسرب .

17 . تعاون مع أجهزة المطافئ أو مؤسسات صناعية قريبة من المحطة ولديها استعدادات للمساعدة فى السيطرة على حوادث تسرب الكلور .

مهمات الوقاية الشخصية للتعامل مع عنبر الكلور :

1 . الخوذة .

2 . الكمامة .

3 . إسطوانة أكسجين للتنفس تعطي إنذار بعد 25 دقيقة من إستعمالها .

4 . البدلة الواقية .

5 . الحذاء .

6 . الجوانتى .

التحكم فى عمليات المعالجة البيولوجية بإستخدام الحمأة المنشطة :

يتناول هذا الجزء مختلف وسائل التحكم فى عملية الحمأة المنشطة لمعالجة مياه الصرف الصحى ، وقبل البدء فى التعرض لتلك الوسائل فمن الضرورى الإلمام بالمفاهيم التالية : .

1 . الأكسجين المستهلك .

2 . كمية المواد الصلبة العالقة .

وسوف يتناول هذا الفصل بالتفصيل تلك المفاهيم الأساسية ، بدءاً باستهلاك الأكسجين وانتهاءا بمستوى المواد الصلبة العالقة فى مياه الصرف الصحى .

هناك طريقتان لقياس استهلاك الأكسجين : .

الأولى : تسمى الأكسجين الحيوى الممتص (" BOD " Biological Oxygen Demand) .

والثانية : تسمى الأكسجين الكيميائى الممتص (" COD " Chemical Oxygen Demand) .

الأكسجين الحيوى الممتص (BOD)

يعرف الأكسجين الحيوى الممتص (BOD) بكمية الأكسجين التى تستخدمها البكتريا لتحليل المواد العضوية فى مياه المجارى ، وبديهى أنه كلما زادت تركيزات المواد العضوية فى مياه المجارى زادت قيمة الأكسجين الحيوى الممتص أيضاً .

وبكلمات أخرى ، كلما زاد تركيز المواد العضوية زادت قيمة الـ BOD ، لذلك فإن هذا المعيار الأساسى يستخدم فى تحديد كفاءة محطات مياه المجارى ، وعند قياس الـ BOD قبل بداية أعمال المعالجة وبعدها ، يمكن حساب كفاءة المحطة فى معالجة المياه .

سؤال

ماذا تتوقع حدوثه لقيم الـ BOD بعد المعالجة إذا كانت المحطة تعمل بكفاءة ؟

الإجابة

وتعتبر قيمة الـ BOD معياراً أساسياً فى تحديد الحمل العضوى وكفاءة المحطة ، ويرجع ذلك إلى أنها تدل على كمية المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوى فى مياه المجارى .

ومن ناحية أخرى فإن إجراء أختبار الـ BOD يستغرق خمسة أيام ، لذا فإنه من هذه الزاوية لا يصلح أن يكون وسيلة مباشرة للتحكم فى تشغيل المحطة .

الأكسجين الكيميائى الممتص (COD)

الأكسجين الكيميائى الممتص الـ COD هو عبارة عن مقياس لكمية الأكسجين التى تلزم لأكسدة المواد العضوية وبعض المواد غير العضوية فى مياه المجارى ، وذلك بطريقة كيميائية .

وهذا يعنى أن قيمة الأكسجين الكيميائى المستهلك الـ COD تزيد دائماً عن قيمة الأكسجين الحيوى المستهلك الـ BOD ، فمعروف أن الـ BOD هى مقياس لكمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بواسطة البكتريا بينما الـ COD تشمل أكسدة جميع المواد العضوية القابلة للتحلل وغير العضوية غير القابلة للتحلل بواسطة البكتريا .

لذلك فمن المتوقع عند أختبار عينة من مياه المجارى أن تزيد قيمة الـ COD عن قيمة BOD ، والميزة الأساسية لأختبار الـ COD هى سرعة إجرائة بالمقارنة مع إختبار الـ BOD حيث يستغرق فقط ما بين ثلاث واربع ساعات تقريباً .

ويعرض الجدول التالى بعض قيم الأكسجين المستهلك لعينات مختلفة من مياه المجارى : .

مصدر العينة	BOD (مجم / لتر)	COD (مجم / لتر)
مياه المجارى الخام	**300 . 100**	**500 . 200**
مياه المجارى الناتجة من المرحلة الإبتدائية .	**150 . 50**	**300 . 150**
مياه المجارى الناتجة من المرحلة الثانوية .	**30 . 15**	**100 . 50**

وهذا لا يعنى أنة قيمة مثل 100 لـ BOD تساوى 200 لـ COD بل إن الأمر أكثر تعقيداً من هذا ، وتعتمد العلاقة بين الـ BOD والـ COD على العديد من الخصائص المتشابكة لمياه المجارى .

ويمكن تلخيص المناقشة حول الأكسجين المستهلك من خلال الإجابة على الأسئلة التالية : .

أسئلة

1 . إلى ماذا يرمز معيار الـ BOD ؟

2 . ما تعريف الـ BOD ؟

3 . كيف يمكن إستخدام الـ BOD فى حساب كفاءة المحطة ؟

4 . ما هو العيب الأساسى فى تجربة الـ BOD والذى يعيق إستخدامة فى التحكم المباشر فى عمليات المحطة ؟

5 . إلى ماذا يرمز الـ COD ؟

6 . ما تعريف الـ COD ؟

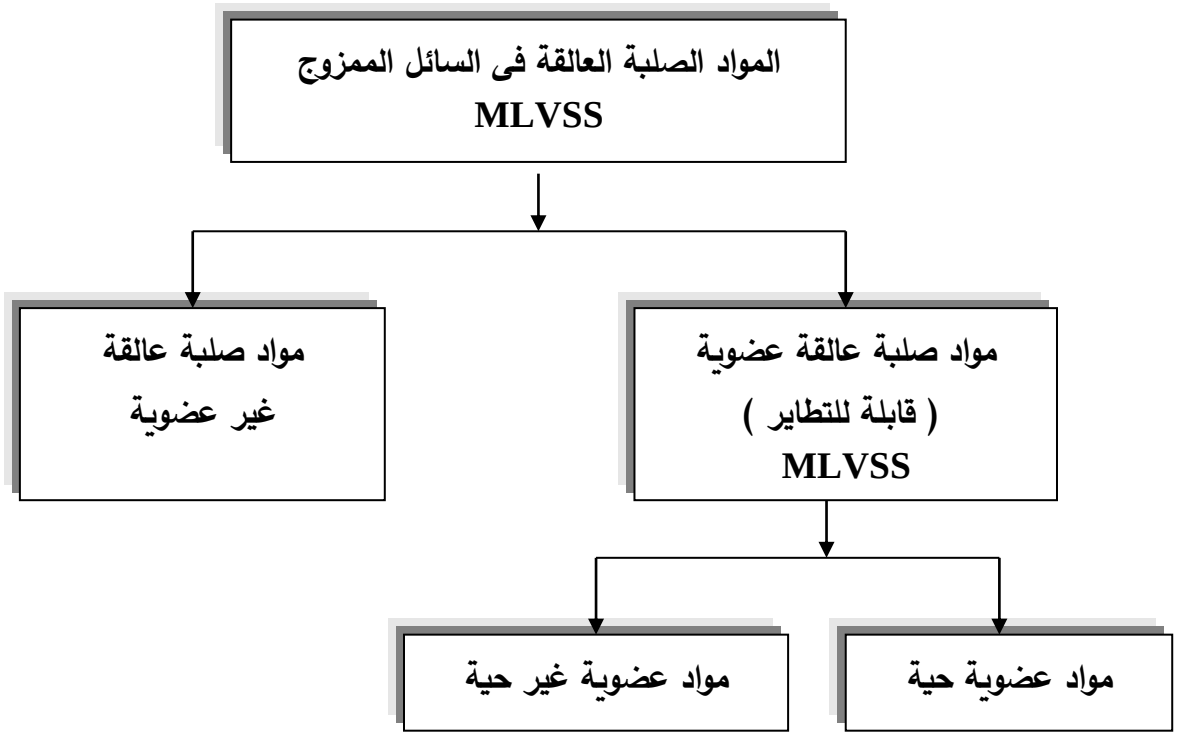
7 . ما هى الميزة الأساسية فى تجربة الـ COD والتى تمكن من إستخدامه فى التحكم المباشر فى عمليات المحطة ؟

الإجابات

المواد الصلبة العالقة :

يمكن تقسيم المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج إلى : مواد صلبة عضوية أو مواد صلبة متطايرة ، ومواد صلبة غير عضوية كما يمكن تقسيم المواد الصلبة المتطايرة إلى مواد حية ومواد غير حية .

ويوضح الشكل التالى تقسيم المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج فى أحواض التهوية : .



على أية حال فإن قياس كمية الكائنات الحية أمر بالغ الصعوبة ، لذلك فإنه يمكن إعتبار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج ممثلة للكائنات الحية ، إلا أنه يجب أن تكون لدينا الخلفية فى أن هذا القياس يشمل أيضاً المواد العضوية غير الحية .

وقياس تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS) يمكن أن يعطى قيمة تقريبية لكمية الكائنات الحية الدقيقة ، إلا أنه من الطبيعى أن قياس المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يعطى قيمة أكثر دقة من القيمة السابقة لتركيز الكائنات الحية الدقيقة .

لذلك ونظراً لدقة الإعتماد على قياس المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) فى تحديد نسبة الكائنات الحية الدقيقة فيفضل إستخدام هذا الإختبار لأغراض التحكم فى تشغيل أحواض التهوية .

وفى حالة عدم توفر الإمكانيات لقياس الـ MLVSS يمكن إستخدام المعلومات المتوفرة عن تركيز المواد الصابة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS) لحساب قيمة تقريبية لنسبة الكائنات الحية الدقيقة .

أسئلة

1 . أى من إختبارات المواد الصلبة السابقة يمكن الإعتماد علية فى أعمال التحكم فى تشغيل المحطة ؟

2 . لماذا يكون من الأفضل الإعتماد على إختبار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) ؟

الإجابات

_____

_____

_____

لقد أصبح معروفاً أن تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يوفر تقديراً مناسباً لعدد الكائنات الحية ، وأيضاً لمخزون المواد الصلبة فى حوض التهوية أى كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى حوض التهوية .

وقبل التعرض للحسابات المستخدمة فى تحديد مخزون المواد الصلبة فمن الضرورى الإنتباه إلى أن مقدار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) يتراوح بين 70 ، 80 % من إجمالى المواد الصلبة العالقة (MLSS) ، لذلك فعند حساب مخزون المواد الصلبة فسوف يتم الحصول على قيم مرتفعة نتيجة إستخدام الـ MLSS عنها فى حالة إستخدام الـ MLVSS كما أن نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F / M) سوف تنخفض قيمتها فى حالة إستخدام الـ MLSS .

ولا تظهر أية مشاكل (نتيجة لذلك) طالما ظلت خصائص مياه المجارى ثابتة ، إلا أن هذا بالطبع ما لا يحدث أبداً ، فعندما تزيد نسبة الطمى مثلاً فى مياه المجارى الداخلة فإن هذا يقلل من تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) بالنسبة لإجمالى المواد الصلبة العالقة (الطمى مواد صلبة عالقة غير عضوية) ، وبالتالى تقل جداً درجة الدقة فى حساب مخزون المواد الصلبة بإستخدام MLSS .

وتستخدم المعادلة التالية فى حساب مخزون المواد الصلبة فى حوض التهوية : .

$$\text{مخزون المواد الصلبة (كجم)} = \frac{\text{حجم حوض التهوية (م3) X تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (مجم / لتر)}}{1000}$$

ملحوظة : . **مجم / لتر = كجم / متر3**

مثال

أحسب مخزون المواد الصلبة فى حوض التهوية مستعيناً بالمعلومات التالية : .

حجم حوض التهوية = 5000 م3

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) = 1760 مجم / لتر .

الحل

$$\text{مخزون المواد الصلبة (كجم)} = \frac{1760 \times 5000}{1000} = 8800 \text{ كجم}$$

ويمكن تلخيص ما سبق بالإجابة على الأسئلة التالية : .

أسئلة

1 . ماذا يعبر عنه مخزون المواد الصلبة ؟

2 . إذا علمت أنه يمكن إستخدام العلاقة التالية فى حساب مخزون المواد الصلبة .

$$\text{مخزون المواد الصلبة (كجم)} = \frac{\text{حجم حوض التهوية (م3)} \times \text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (مجم / لتر)}}{1000}$$

أحسب مخزون المواد الصلبة بإستخدام المعلومات التالية : .

حجم حوض التهوية = 4000 م3

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) = 1600 مجم / لتر .

الإجابات

ويعرض الجدول التالى بعض القيم الفعلية لتركيز المواد الصلبة العالقة فى مياه المجارى فى الوحدات المختلفة لعملية الحمأة المنشطة : .

مصدر العينة	تركيز المواد الصلبة العالقة (MLSS) (مجم / لتر)
المياه الداخلة للمحطة	150 . 400
المياه الخارجة من المعالجة الإبتدائية	60 . 160
السائل الممزوج فى أحواض التهوية	1000 . 4500
الحمأة المعادة	2000 . 10000
المياه الخارجة من المروقات الثانوية	10 . 30

إختبار الفصل الرابع

مفاهيم أساسية للتحكم فى عملية الحمأة المنشطة

1 . ما المقصود بالأكسجين الحيوى الممتص (BOD) ؟

2 . إلى ماذا يشير إنخفاض كل من تركيز الأكسجين الحيوى الممتص والمواد الصلبة العالقة (MLSS) بين مدخل المحطة ومخرجها ؟

3 . ما المقصود بالأكسجين الكيميائى الممتص (COD) ؟

4 . ما هى ميزة إختبار الـ COD عن إختبار الـ BOD ؟

5 . لماذا يفضل إستخدام إختبار المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) فى أحواض التهوية ؟

إجابات الفصل الرابع

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

التحكم بضبط متغيرات التشغيل

متغيرات التشغيل فى عملية الحمأة المنشطة :

كما ذكرنا سابقاً فان هناك متغيرات أساسية تؤثر فى كفاءة المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة ، ويمكن عن طريق ضبطها عند قيم معينة التحكم فى كفاءة المعالجة .كما أن هناك عدة مؤشرات يمكن بواسطة فحصها وقياسها معرفة مدى كفاءة المعالجة ودرجة جودة المياه الخارجة من المحطة وسنتحدث فيما يلي عن هذه المتغيرات والمؤشرات .

الواقع أن أهم المتغيرات التي تؤثر بدرجة كبيرة على كفاءة المعالجة فى عملية الحمأة المنشطة هى : .

1. تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج فى حوض التهوية .
2. نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة (F/M) .
3. متوسط زمن بقاء الكائنات الحية فى عمليات المعالجة أو ما يطلق علية عمر الحمأة (Sludge Age) .

ومهمة القائم على تشغيل المحطة هي ضبط هذه المتغيرات وتثبيتها عند القيم المثلي التي تعطي أعلى كفاءة للمعالجة أقص جودة للمياه الخارجة من المحطة ، وبهذا يتم التحكم فى عملية الحمأة المنشطة .

ويلاحظ أنه يسهل قياس وضبط المتغير الأول ، وهو تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج (MLSS) ، إلا أن استخدامه لا يؤدى إلي أفضل تحكم فى تشغيل المحطة ويليه المتغير الثانى وهو نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة(F/M) حيث يتطلب إجراء بعض العمليات الحسابية بعد أخذ القراءات . أما المتغير الثالث وهو عمر الحمأة فأن تغييره يحتاج إلي عدة أيام كما أن تأثيره يمتد إلي فترات طويلة ولذلك لا يعتبر من الأنشطة اليومية للتشغيل .

وسنناقش فيما يلي كل متغير من هذه المتغيرات الثلاثة على حدة .

تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج : .

من المعروف أن كل محطة معالجة يمكن أن تعمل بأعلى كفاءة ممكنة عند قيمة محددة لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) وتعرف هذه القيمة بالقيمة المثلي للتشغيل . وهذه القيمة المثلي لتركيز الـ (MLVSS) لا تقف عند مستوى ثابت على مدار العام وفي مختلف ظروف التشغيل ، بل تتغير تبعا لخصائص مياه المجارى التي تتم معالجتها وأيضا تبعا للموسم ،وعوامل أخرى عديدة .

وعلى فرض أن تلك القيمة المثلي لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير(MLVSS) والتي تحقق أعلي كفاءة تشغيل هي 1600 مجم/ لتر فلضمان فعالية المعالجة يلزم الوصول بالتركيز إلي هذة القيمة والمحافظة عليها ثابته عندها . ويتم ذلك ،كما أسلفنا بتغيير معدل التخلص من الحمأة الزائدة ، أو معدل إعادة الحمأة إلى حوض التهوية .

ومن الطبيعي أن يتغير تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) على مدار اليوم نظرا للتغيرات التي تطرأ على معدلات التصرف ومعدل سحب الحمأة الزائدة وغيرها . لذا فان الأمر يتطلب أخذ العينات يوميا لمتابعة هذه التغيرات ويفضل أن تؤخذ العينات من نفس المكان وفي نفس الموعد يوميا ، كما يراعى آخذها من ثلاث مواقع مختلفة فى حوض التهوية حتى يتم تمثيل السائل الممزوج تمثيلاً تاما عند إجراء التحليل وفي حالة الأحواض العريضة يمكن تقسيم الحوض إلي ثلاثة نطا قات متساوية ومتتابعة وتؤخذ العينات منها أما فى حالة الأحواض الضيقة فتؤخذ العينات فى البداية والنهاية .

نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة : .

من أجل تحقيق الكفاءة المرجوة فى محطات الحمأة المنشطة فان نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة لابد وأن تكون ملائمة فلا تزيد أو تقل بمقادير ملحوظة عن مدى معين محدد سلفا عند تصميم النظام فمعروف أن زيادة أو نقصان الغذاء يؤدى إلي تغير خصائص ترسيب الحمأة وحدوث العديد من المشاكل في المروقات هذا فضلاً عن الإخلال بكفاءة المعالجة .

أن مهمة القائم علي تشغيل المحطة يمكن إيجازها فى تهيئة الظروف المناسبة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة (التي تقوم بالدور الرئيسي فى عملية المعالجة البيولوجية باستخدام الحمأة المنشطة) وذلك بالتحكم فى كمية الغذاء لكل كيلوجرام من الحمأة (الكائنات الحية الدقيقة) .

ويمكن قياس تركيز الغذاء أو المواد العضوية (F) من خلال قياس الأكسجين الحيوى الممتص (BOD) أو الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) ولكن نظراً لان كمية المواد العضوية تتغير من ساعة لأخرى تبعا لتغير خصائص مياه الصرف الصحي الواردة للمحطة ، لذلك يستخدم الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) وأيضا حيث يستغرق قياس الأكسجين الحيوى الممتص خمسة أيام ، لذلك يستخدم الأكسجين الكيميائي الممتص (BOD) كمؤشر لكمية الغذاء أو المواد العضوية (F) .

أما كمية الكائنات الحية الدقيقة فيتم تحديدها من خلال قياس تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير بالسائل الممزوج فى حوض التهوية (MLVSS) .

وعلى هذا فإن حساب نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة (F/M) يحتاج إلي توفير المعلومات التالية : .

1. تركيز الأكسجين الكيميائي الممتص (BOD) في المياه الداخلة إلي حوض التهوية (مجم/ لتر) .
2. معدل تصرف المياه في أحواض التهوية (م3/يوم) .

وللتعبير عن نسبة الغذاء إلي الكائنات الحية (F/M) بالجرام من الـ (COD) لكل جرام من الـ (MLVSS) يمكن استخدام العلاقة التالية : .

$$\frac{\text{الغذاء}}{\text{الكائنات الحية الدقيقة}} = \frac{\text{أكسجين كيميائي ممتص (COD)(مجم/ لتر) x معدل التصرف (م3/ يوم)}}{\text{1000 x مخزون المواد الصلبة (كجم)}}$$

مثال

احسب نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة باستخدام المعلومات التالية :

*الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) = 200 مجم/ لتر

*معدل التصرف = 8000 م3/ يوم

* مخزون المواد الصلبة = 6000 كجم

الحل

$$\frac{\text{الغذاء}}{\text{الكائنات الحية الدقيقة}} = \frac{\text{300 (مجم/ لتر) x 8000 (م3/ يوم)}}{\text{1000 x 6000 (كجم)}} = \frac{2400000}{6000000} = 0.4 \text{ يوم}$$

وتختلف قيم نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة في محطات الحمأة المنشطة تبعا للتصميم وظروف التشغيل ويمكن تسجيل الأرقام التالية لبعض النسب الواقعية فى تشغيل المحطات من 15 ر. . 7ر. كجم أكسجين كيميائي ممتص (COD)/ كجم من المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) .

أو

من 0.1. 0.5 كجم أكسجين حيوي ممتص (BOD)/ كجم من المواد الصلب العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) .

وبالنسبة للقائمين على التشغيل ، فأن تحديد القيمة المثلي داخل المدى التصميمي لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية يرجع إلى الخبرة المكتسبة فى تشغيل المحطة ويخضع للتجربة والملاحظة الدقيقة .

متوسط زمن بقاء الكائنات الحية :

يعرف متوسط زمن بقاء الكائنات الحية الدقيقة (MCRT) بالمدة الزمنية المتوسطة التي تمكثها الكائنات الحية فى عمليات المعالجة ويمكن التعبير عنه كذلك بعمر الحمأة .

ومن مهام القائمين على تشغيل المحطة معرفة متوسط الزمن المناسب لبقاء الكائنات الحية الدقيقة والذى يؤدى للحصول على أفضل أداء للمحطة ثم بعد ذلك محاولة الاحتفاظ بقيمته ثابتة خلال ظروف التشغيل المختلفة .

والمعادلة المستخدمة لتعيين زمن بقاء الكائنات الحية أو عمر الحمأة هي :

$$\text{زمن الكائنات الحية (يوم)} = \frac{\text{مخزون المواد العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) في حوض التهوية (كجم)}}{\text{أ + ب}}$$

حيث

أ = كمية المواد العالقة القابلة للتطاير التي تخرج مع المياه المعالجة يوميا (كجم VSS / اليوم)

ب= كمية المواد العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة التي يتم التخلص منها يومياً (كجم MLVSS /اليوم) .

ولتوخى الدقة يفضل استخدام تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (VSS) فى حساب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية ولا يستخدم تركيز المواد الصلبة العالقة (SS) إلا عند الضرورة .

أما إذا كانت هناك رغبة فى الحصول على دقة أعلى عند حساب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية فيضاف مخزون المواد الصلبة العالقة فى المروق الثانوي إلى مخزون المواد الصلبة العالقة فى حوض التهوية : (انظر الملحق الثانى من هذا الدليل) .

مثال

أحسب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (عمر الحمأة) باستخدام المعلومات التالية : .

مخزون المواد العالقة القابلة للتطاير فى حوض التهوية = 20016 كجم

كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى حوض الحمأة الزائدة التي يتم التخلص منها يومياً = 3778 كجم /يوم

كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير التى تخرج يومياً مع مياه المروق الثانوي = 400 كجم/ يوما

الحل

$$\text{متوسط زمن بقاء الكائنات الحية} = \frac{20016}{400 + 3778} = 4ر7 \text{ يوم}$$

ويتراوح تغير عمر الحمأة فى محطات الحمأة المنشطة النمطية من خمسة أيام إلى خمسة عشر يوما وقد يصل إلى عشرين يوما أو أكثر فى محطات الحمأة المنشطة بنظام التهوية الممتدة .وبالنسبة للقائمين على التشغيل فأن إحدى مهامهم الأساسية هي تحديد العمر الأمثل للحمأة فى محطاتهم والذى يحقق أعلى كفاءة فى التشغيل والاحتفاظ به ثابتا ومن الطرق المألوفة لتحديد فاعلية اختيار عمر الحمأة المناسب فى محطة الحمأة المنشطة هو تشغيل المحطة عند عمر حماة مختلفة فمثلاً :

يمكن تخفيض عمر الحمأة تدريجياً من 7إلى 6.5 يوم مع مراقبة التغير فى مؤشر حجم الحمأة (SVI) ومعدل استهلاك الأكسجين وأيضا نوعية الكائنات الحية الدقيقة وإذا لم تظهر مشاكل فى التشغيل فيمكن الاستمرار بالتشغيل لمدة شهر بالقيمة الجديدة لعمر الحمأة وعن طريق ذلك ومن خلال تسجيل بيانات المياه الداخلة والخارجة من المحطة يمكن حساب الكفاءة وبالتالي مقارنتها بالشهور السابقة (والتي كان عمر الحمأة فيها سبعة أيام) وفى حالة تحسن الكفاءة يمكن الاستمرار فى تخفيض عمر الحمأة إلى ستة أيام مثلاً ومتابعة الإجراءات السابقة أما إذا تدهورت كفاءة المعالجة فيمكن رفع قيمة عمر الحمأة إلى 7.5 يوم وأيضا متابعة الإجراءات السابقة ومن البديهي أن عدم حدوث تحسن فى الحالتين يعني أن عمر الحمأة الأمثل هو سبعة أيام .

وفى السطور التالية سوف نتابع أهمية عمر الحمأة أو متوسط زمن بقاء الكائنات الحية وكذلك نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية فى التحكم فى تشغيل المحطة .

أن الحصول على أفضل النتائج فى تشغيل محطات الحمأة المنشطة يقتضي بالضرورة الاحتفاظ بحمأة ذات جودة عالية لذلك فمن الضروري التشغيل عند القيم المثلي لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية بالإضافة إلى عمر الحمأة المثالي ، حيث أن ضبط هذين المتغيرين عند القيم المثلى يمكن أن يحقق ما يلى :

1. الحصول على درجة النقاوة المطلوبة لمياه الصرف الصحي .
2. القدرة على التحكم فى عملية نمو الكائنات الحية الدقيقة وأكسدة الغذاء المتمثل فى المواد العضوية .
3. تحديد التركيز الصحيح للمواد الصلبة العالقة والتي تكفى لاستهلاك الغذاء والحصول على نوعية جيدة من الحمأة .
4. القدرة على التحكم فى تركيز المواد الصلبة وذلك من خلال التخلص من الحمأة الزائدة بالمعدل المناسب حيث أنه :

عند زيادة معدل صرف الحمأة الزائدة فهذا يؤدى إلى زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية وأيضا يؤدى إلى نقصان متوسط زمن بقاء الكائنات الحية(عمر الحمأة) .
عند خفض معدل صرف الحمأة الزائد فهذا يؤدى إلى خفض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية مع زيادة متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (عمر الحمأة) .

من الواضح أن عمر الحمأة يرتبط ارتباطا وثيقا بنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية ويمكن التحكم فيهما بزيادة أو خفض معدل صرف الحمأة الزائدة .

أما الآن وبعد التعرف على فوائد التشغيل عند القيم المثلى لعمر الحمأة أو متوسط زمن بقاء الكائنات الحية وأيضا نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية ، ماذا يحدث لو تغيرت القيم الفعلية للتشغيل عن القيم المثلى ؟

سوف نستعرض فيما بعد المؤشرات الدالة على نقص متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (أو عمر الحمأة) عن القيمة المثلى مع زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة :

1. انخفاض تركيز الأكسجين الذائب فى حوض التهوية وفى هذه الحالة يصعب الاحتفاظ بالقيمة المطلوبة .
2. يميل لون الحمأة إلى البني الفاتح مع بط ء فى معدل الترسيب . إذا رسبت .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين يرتفع كثيراً عن المعدل القياسي .
4. ظهور رغاوى بيضاء كثيرة فى أحواض التهوية .

سؤال

أكمل العبارات التالية لتوضيح المؤشرات التي تشير إلى نقصان واضح فى عمر الحمأة والذى يعني ارتفاعا فى نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة : .

1. الأكسجين الذائب فى أحواض التهوية ـــ عن أقل تركيز مسموح به .
2. لون الحمأة ـــ ومعدل الترسيب ـــ .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين ـــــ .
4. . تظهر ـــــ بوضوح فى أحواض التهوية .

الإجابة

والآن سوف نتعرض للموقف العكسي عندما يكون عمر الحمأة أو متوسط زمن الكائنات الحية كبير مع انخفاض واضح فى نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية . فى هذه الحالة يمكن ملاحظة ما يلي :

1. يسهل الاحتفاظ بتركيز جيد للأكسجين الذائب .
2. سرعة فى ترسيب الحمأة مع قابلية للاندماج وظهور عكاره من جزيئات عالقة دقيقة فى المياه الخارجة من حوض الترسيب .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين أقل من الطبيعي بكثير .

4. تركيز المواد الصلبة العالقة فى المياه الناتجة يرتفع عن المعتاد .
5. تكوين طبقات كثيفة من الخبث الطافئ (ذى الرغاوى البنية اللون) على سطح مياه الحوض .

سؤال

اكتب العبارة الصحيحة فى المكان الخالى لتوضيح المؤشرات الدالة على زيادة عمر الحمأة وانخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية :

1. يمكن الاحتفاظ بـ ـ للأكسجين الذائب فى أحواض التهوية بسهولة .
2. ترسب الحمأة ـ مع ـ للإندماج وظهور ـ فى المياه المعالجة .
3. معدل استهلاك الحمأة للأكسجين ـ
4. المواد الصلبة العالقة ـ فى المياه المعالجة
5. . ـ تغطي سطح الأحواض .

الإجابة

الآن تمت مناقشة المتغيرات الثلاثة الأساسية التي عن طريق ضبطها يتم التحكم فى تشغيل عمليات الحمأة المنشطة ، وهي تركيز المواد الصلبة العالقة بالسائل الممزوج ونسبة الغذاء إلي الكائنات الحية الدقيقة (F/M) ومتوسط زمن بقاء الكائنات الحية أو عمر الحمأة (MCRT) .

<u>مؤشرات كفاءة المعالجة : .</u>

سنستعرض فيما يلي ثلاثة مؤشرات هامة تدل على مدى كفاءة المعالجة ودرجة جودة المياة الخارجة من المحطة. وهذه المؤشرات هي :

1. نوعية الكائنات الحية الدقيقة .
2. قابلية إستهلاك الأكسجين
3. معدل إستهلاك الأكسجين

نوعية الكائنات الدقيقة :

يستخدم الفحص الميكروبيولوجي للتعرف على أنواع الكائنات الحية الدقيقة المختلفة التى توجد بالحمأة المنشطة ومعرفة تأثير كل منها على العملية البيولوجية ، ومن أهم الكائنات الحية الدقيقة التى تتكون منها الحماة المنشطة ما يلي :

1. البكتريا.
2. البروتوزوا .
3. الروتيفر (الكائنات الدودية)
4. الكائنات الخيطية (البكتريا أو الفطريات).

ونظراَ لأن كلاً من تلك الكائنات ينتعش وينمو ويتكاثر فى ظروف معينة ، فانه يمكن معرفة كفاءة التشغيل من نوع الكائنات الموجودة .

ومن المعروف أن أهم تلك المجموعات هي البكتريا وترجع أهميتها إلى كونها تقوم بالدور الأساسى فى أكسدة المواد العضوية فى مياه الصرف الصحي .

وهناك أنواع عديدة من البكتريا يمكن تواجدها فى مياه الصرف الصحي وتبعا لنوع وكمية المواد العضوية المتاحة ، تختلف أنواع البكتريا الموجودة .

سؤال

ما أهمية وجود البكتريا فى الحمأة المنشطة ؟

الإجابة

_____

_____

_____

_____

والبروتوزوا ذات الأهداب (الهدبية) هي إحدى المكونات الحية الهامة فى الحمأة المنشطة، وهناك نوعان منها يمكن التمييز بينهما تحت الميكروسكوب ، هما :

* البروتوزوا الهدبية العائمة .
* البروتوزوا الهدبية ذات العنق .

ولا تتغذى البروتوزوا على المواد العضوية المتوفرة فى مياه الصرف ، ولكنها تتغذى على البكتريا ، وبالتالي تساهم فى التخلص من البكتريا العائمة وتساعد على ترويق المياه .

سؤال

ماذا يعني وجود البروتوزوا الهدبية فى عينة من الحمأة المنشطة ؟

الإجابة

هذا يعني أن عملية المعالجة مرضية (ترتفع نسبة البروتوزا الهدبية ذات العنق فى حالة انخفاض كميات المواد العضوية فى مياه الصرف الصحي ، وهذا يعني جودة المعالجة) .

أما الروتيفر فإن وجودها غير شائع فى عمليات الحمأة المنشطة التقليدية لكن إذا وجدت فإن ذلك يشير إلى انخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة أو طول عمر الحمأة .

سؤال

عند فحص عينة من الحمأة المنشطة . ماذا يعني وجود الروتيفر ؟

الإجابة

وتبدو الكائنات الخيطية تحت الميكروسكوب مثل خُصل الشعر أو حزم القش ، وهى كائنات بطيئة الترسيب وتواجدها بكثير يعني وجود ظروف غير ملائمة فى المعالجة البيولوجية وهذا يؤدى بالتالي إلى فشل عملية الترسيب وزيادة نسبة المواد الصلبة العالقة فى المياه الناتجة بالمروق الثانوية .والكائنات الخيطية يمكن أن تكون أنواعاً من البكتريا أو الفطريات ، مرتبطة ببعضها على هيئة شبكات . ويرتفع تركيز الكائنات الخيطية نتيجه للأسباب الآتية :.

انخفاض الرقم الهيدروجيني .
انخفاض تركيز الأكسجين الذائب .
ارتفاع تركيز المواد التي تصلح كغذاء للبكتريا .

سؤال

ماذا يعني وجود تركيزات مرتفعة من الكائنات الخيطية فى الحمأة المنشطة ؟

الإجابة

مما سبق يمكن التعرف على أهم أنواع الكائنات الحية الدقيقة المكونة للحمأة ، والتي تلعب دورا أساسيا فى عملية التحكم وضبط تشغيل المحطة .

ومن خلال الفحص الميكروسكوبي اليومي للحمأة ، يمكن اتخاذ قرارات صائبة بشان مستوى المواد الصلبة في الأحواض ، فبملاحظة وجود تغيير فى أعداد البروتوزوا الهدبية العائمة أو ذات العنق ، أو التغيرات التي تطرأ على كمياتها فى الحمأة يمكن اتخاذ القرار المناسب ، فانخفاض أعداد البرتوزوا الهدبية العائمة بالنسبة للبروتوزوا الهدبية ذات العنق يشير إلى انخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) أو زيادة متوسط عمر الحمأة . وعند التأكد من هذا الوضع . اعتمادا على بعض الاختبارات الأخرى مثل اختبار معدل القابلية للترسيب وقياس الـ (F/M) ومتوسط عمر الحمأة (MCRT) ، فإن هذا يتطلب خفض تركيز المواد الصلبة العالقة .

وعلى عكس ذلك فعندما تزيد كميات البروتوزا الهدبية العائمة ، فإن هذا يشير إلى ارتفاع نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) (وانخفاض متوسط عمر الحمأة) وبالتالي يحتاج الأمر إلي رفع مستوى المواد الصلبة العالقة .

وعلى وجهه العموم فإن البكتريا تقوم بتثبيت المواد الصلبة العضوية ، والبروتوزوا تتغذى على البكتريا ، وتساعد فى الحصول على مياه رائقة .كما أن وجود البروتوزوا ذات العنق هو مؤشر جيد عن استقرار عملية المعالجة .

القابلية للترسيب ومؤشر حجم الحمأة :

إن تكون الندف فى المروقات الثانوية يلعب دوراً أساسياً فى عملية الترسيب ، ويبدأ تكون الندف ، فى الواقع ، فى أحواض التهوية ، ولكن اضطراب المياه . نتيجة عمليات التهوية والتقليب . يمنع ترسبها وبمجرد دخول السائل الممزوج الناتج من الأحواض إلى المروقات الثانوية ، يتوقف اضطراب المياه ويقل نشاط الكائنات الحية الدقيقة وتتهيأ الظروف للترسيب . وتبدأ الكائنات الحية الدقيقة المنفردة والعالقة بالمياه فى التجميع ، مما يكون ندفا بثقل كاف للترسيب . (ويتأثر معدل الترسيب بجموعه من العوامل مثل : عمر الحمأة ، طبيعة المواد المحتجزة فى الندف ، وكمية الكائنات الخيطية) .

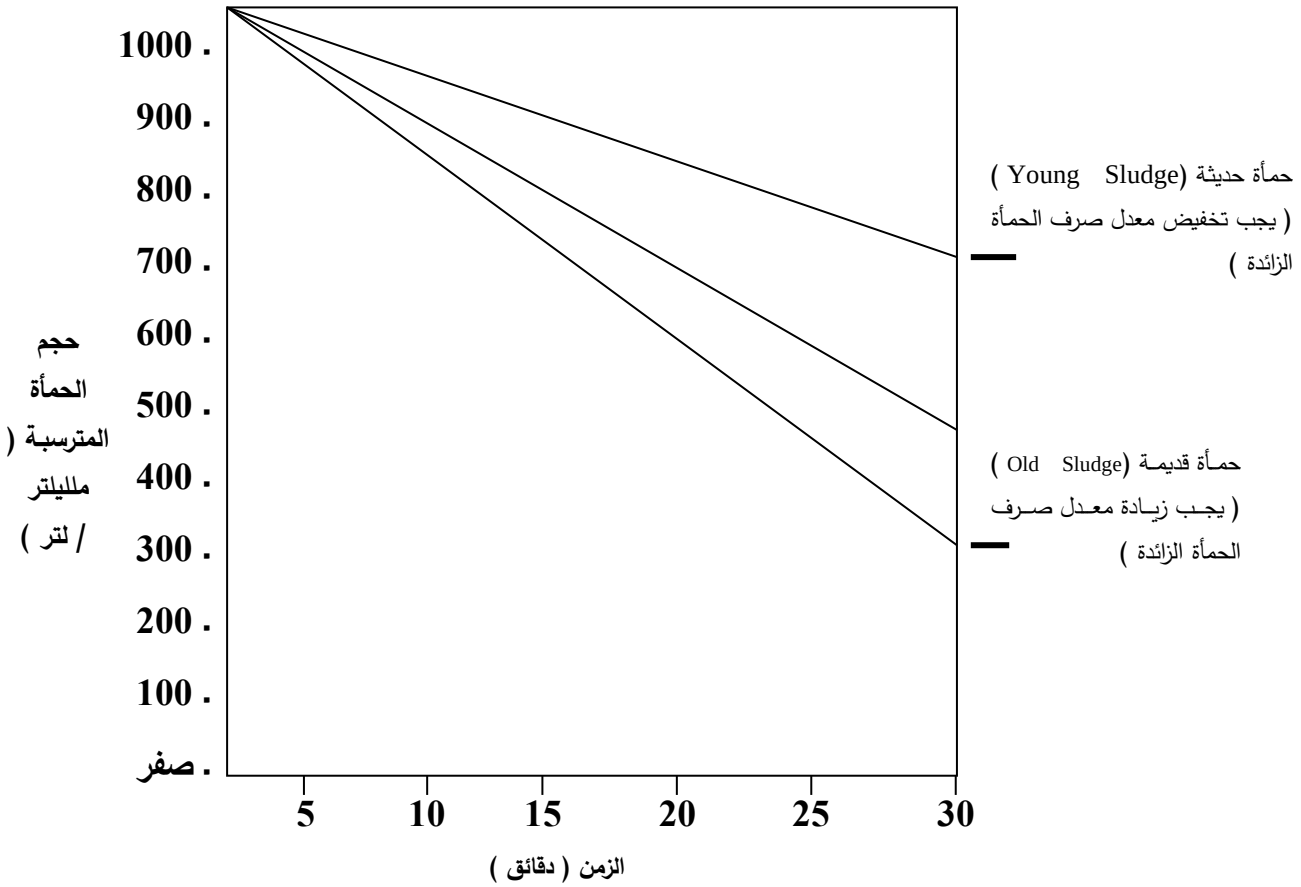
ويجب أن يكون معدل ترسيب الندف بطيئاً بدرجة كافية تسمح بتجميع المواد الصلبة على الندف أثناء هبوطها . ومن المعروف أن لون الندف البني (مثل الشيكولاتة) يشير إلى ترسيب جيد .

على أية حال ، فإن فحص واختبار القابلية للترسيب فى المروقات الثانوية يعتبر من أفضل الأدوات لتحديد النسبة المثالية للغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) وهذا ما سوف نتعرض له فى السطور التالية .

إن اختبار القابلية للترسيب يعد أهم الاختبارات للحكم على جودة الحمأة . والنتائج التى يتيحها هذا الاختبار تمكن القائمين على التشغيل من اتخاذ القرارات الملائمة وإجراء التعديلات اللازمة لضمان سير العملية بالكفاءة المطلوبه . كما أن تسجيل تلك النتائج على المدى الطويل يوفر للقائمين على التشغيل البيانات الضرورية التى تمكنهم من مواجهة المشكلات المتكررة .

ويجرى اختبار القابلية للترسيب باستخدام مرسب أو مخبار مدرج سعته لتر واحد ويسجل حجم الحمأة المترسبة كل 5 دقائق خلال النصف ساعة الأول ، وكل 10 دقائق خلال النصف ساعة التالي .

وتساعد القراءات التى يتم تجميعها بكثافة فى النصف ساعة الأول فى أعطاء معلومات هامة عن تكوين الندف وطبقة الحمأة. ويمكن الحكم على معدل ترسيب الحمأة بعد انقضاء الثلاثين دقيقة الأولى ، أما قابلية الحمأة للإ نضغاط فيمكن الحكم عليها بعد انقضاء ساعة من بدء الاختبار . ومن خلال استخدام الرسم البياني الذى يبين تغير حجم الحمأة المترسبة مع الزمن ، يمكن المقارنة والحكم على تكون الندف وعن طبقة الحمأة ، وبالتالي تحديد معدل صرف الحمأة الزائدة .



وعند إجراء اختبار القابلية للترسيب ، ينبغي ملاحظة تكون الندف وطبقة الحمأة ، ومن خلال شكل التجمعات الحية (الندف) يمكن إعطاء الحكم المناسب على جودة الحمأة . ويمكن تحقيق ذلك من خلال رصد ما يلي :

. شكل الندف ، وهل هى

حبيبة .

مدموكة .

منتفشة ... أو

ريشة .

. هل تترسب الندف منفردة أم تتجمع على شكل طبقة أولا ثم تترسب

. هل يا خذ سطح الطبقة شكلا منتظما أم شكلا متموجا غير منتظم ؟

. هل تجتذب ندف الحمأة معظم المواد العالقة لتلتصق بها أثناء الترسيب ؟

. هل تصطبغ الحمأة باللون البني والمياه الرائقة باللون الذهبي الفاتح ؟

ويناقش الملحق الثالث من هذا الدليل ، خصائص الحمأة بالتفصيل ،وذلك فى معرض الحديث عن مشكلات التشغيل ، ووسائل مواجهتها .

مؤشر حجم الحمأة :

يساعد مؤشر حجم الحمأة (SVI) فى تقييم جودة ترسيب الحمأة ، وبالتالي كفاءة العملية ككل . ويمكن استخدام نتيجة اختبار الترسيب فى حساب مؤشر حجم الحمأة (SVI) باستخدام المعادلة التالية .

$$\text{مؤشر حجم الحمأة} = \frac{\text{حجم الحمأة المترسبة بعد 30 دقيقة فى مخبار الترسيب (ملليلتر)}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS)}} \times 1000$$

سؤال

إذا كانت قراءة حجم الحمأة من مخبار الترسيب مساوية ل 250 ملليلتر ، وكان تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج مساويا 2000 مجم/ لتر . أحسب مؤشر حجم الحمأة

الحل

$$\text{مؤشر حجم الحمأة} = \frac{250 \times 1000}{2000} = 125$$

وبالرغم من أن مؤشر حجم الحمأة عادة ما يتراوح بين 100 ،150 إلا أنة يمكن التشغيل بكفاءة فى حالة ارتفاع هذه القيم عن ذلك ، بشرط أن يكون لون الحمأة بنيا وأن تكون المياه المعالجة رائقة ولا تنبعث منها رائحة .

وإذا كانت المحطة تعمل بكفاءة عند قيمة معينة للمؤشر ، فيجب الاحتفاظ به فى هذه الحدود، وتسجل النتائج يوميا للتنبؤ بأى تغيير فى عملية المعالجة .

وينبغي التأكيد على أن قيمة المؤشر فى حد ذاتها لا تفيد كثيرا فى تحديد جودة الحمأة أو كفاءة التشغيل ، بل إن الفائدة الأساسية تعود من ملاحظة التغير فى هذا المقياس ، فتعتبر المؤشر يقدم إشارة لا لبس فيها عن تغير خصائص الحمأة مع احتمالات وجود مشاكل فى التشغيل .

فعند زيادة مؤشر حجم الحمأة SVI وهو ما يعني بطء الترسيب ، فإن هذا يشير إلى :

. نقص عمر الحمأة . وجود الكائنات الخيطية .. أو . تغير الظروف المناخية .

وفى هذه الحالة ، ينبغي زيادة مستوى تركيز المواد الصلبة فى حوض التهوية ، وذلك بخفض معدل التخلص من الحمأة الزائدة .

أما إذا انخفض قيمة مؤشر حجم (SVI) إلى أقل من 100 فإن ذلك يشير إلى :

. احتمال وجود مواد عالقة دقيقة أشبه برأس الدبوس منتشرة فى المياه المعالجة ، بينما تترسب بقية الحمأة بسرعة .

ويمكن التحكم فى ذلك بخفض تركيز المواد الصلبة العالقة فى حوض التهوية ، عن طريق زيادة معدل صرف الحماة الزائدة .

أسئلة

1. ما الغرض من إجراء اختبار القابلية للترسيب ؟
2. عند إجراء اختبار القابلية للترسيب ، ما هى أهم العناصر التي ينبغي ملاحظتها ؟
3. يتم حساب مؤشر حجم الحمأة من خلال نتائج اختبار القابلية للترسيب ، ومعرفة تركيز المواد الصلبة العالقة . ما هي قيم التشغيل المناسبة لمؤشر حجم الحمأة ؟

الإجابة

إن كل الاختبارات والملاحظات الخاصة بنظام الحمأة المنشطة موجهه لمراقبة أى تغيرات تحدث فى محطة تعمل بكفاءة جيدة لإمكان عمل الإجراءات المناسبة للسيطرة على أية مشكلة طارئة فى الوقت المناسب ، وعادة يمكن التعرف على وجود مشكلة فى حالة ارتفاع تركيز المواد الصلبة العالقة فى المياه المعالجة .

ولكن يجب أن نأخذ فى الاعتبار أن النظام معرض دائما لتغييرات فى الظروف ، إلا أنه يتأثر بدرجة كبيرة بالتغييرات المفاجئة ، وخاصة فى الأحمال العضوية ، والرقم الهيدروجيني ،ودرجة الحرارة وكذلك بدخول مواد سامة إلى المحطة والتي يمكن مناقشتها كما يلي :

 # التغيرات المفاجئة فى الأحمال العضوية

الزيادة المفاجئة أو الانخفاض المفاجئ فى الأحمال العضوية أى فى كمية الغذاء المقدمة إلى الكائنات الحية الدقيقة قد يؤدى إلي حدوث مشاكل فى التشغيل .

 # تغير الرقم الهيدروجيني

إن التغيرات المفاجئة للرقم الهيدروجيني ، والتى تخرج به عن المدى الشائع للتشغيل من (6.5 إلى 8.5) تؤدى إلى انخفاض فى مستوى النشاط الحيوى ، وتؤدى إلى ارتفاع تركيز الكائنات الخيطية ، وبالتالي تسبب انخفاضا فى قابلية الحمأة للترسيب ، والقراءة المنتظمة للرقم الهيدروجيني عند مدخل المحطة تكشف عن هذا التغيير (إذا حدث) وتعطي إنذارا مبكر قبل حدوث المشاكل سالفة الذكر ، وهذا الإنذار قد يسمح بتفادي حدوث هذه المشاكل ، وذلك باستخدام أحواض الترسيب الابتدائية لمعادلة الرقم الهيدروجيني أو بتحويل مياه الصرف الصحي عن المحطة ، لإنقاذ النظام البيولوجي .

 # التغيرات المفاجئة فى درجة الحرارة :

يمكن أن يؤثر تغير درجة الحرارة على مجمل النشاط الحيوى وكفاءة أحواض الترسيب ، ويغير من نسب الكائنات الحية المرغوبة فى الحمأة . والواقع ، إن انخفاض درجة الحرارة الناتج عن التغيرات الموسمية أو سقوط الأمطار ، يؤدى إلى انخفاض النشاط الحيوى وبالتالي انخفاض كفاءة المعالجة البيولوجية ، ويؤدى أيضا إلى إعاقة عملية ترسيب الحمأة .

 # دخول مواد سامة إلى المحطة :

يؤدى دخول مواد سامة مع التصرف الوارد للمحطة إلى قتل الكائنات الحية الدقيقة ، وبالتالي فشل عملية المعالجة البيولوجية . وينبغي فى هذه الحالة تحديد مصدر المواد السامة وعزلها عن شبكة الصرف الصحي .

والآن : .

يمكن الانتقال إلى مؤشر آخر هام فى عملية الحمأة المنشطة ، وهو معدل استهلاك الأكسجين .

معدل استهلاك الأكسجين : .

يمكن تعريف معدل استهلاك الأكسجين بأنه وزن الأكسجين المستهلك لكل وحدة زمنية ويمكن التعبير عنه بوحدات مجم / لتر كل ساعة .

ومعرفة هذا المعدل يشير بدقة إلى مدى نشاط الكائنات الحية فى الحمأة ولتحقيق الاستفادة المثلى من معرفة معدل استهلاك الأكسجين يجب ربطة مع تركيز المواد الصلبة العالقة فى علاقة محددة تعرف بمعدل التنفس (RR) وهو كمية الأكسجين المستهلك لكل جرام من المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) ،

أن معرفة التغير فى معدل التنفس (RR) تشير إلى وجود المشاكل قبل وصول السائل الممزوج إلى المروقات الثانوية .

سؤال

لماذا يعطى معدل التنفس (RR) معلومات مفيدة للتحكم فى عملية المعالجة البيولوجية ؟

الإجابة

يعطى معدل التنفس صورة فعلية لما يحدث فى السائل الممزوج قبل وقوع أي مشاكل فى أحواض الترسيب ويمكن الحصول على نتائج تشغيل جيدة عندما يتراوح معدل التنفس (RR) بين 8 ،20 مجم أكسجين / ساعة لكل جرام من المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) .

ويمكن تصور المشاكل التى يمكن أن تحدث فى حالة خروج معدل التنفس عن المدى المذكور ، فمثلاً عند زيادة فى نسبة الغذاء الى الكائنات الحية (FM) أو بمعنى أخر فإن كمية الغذاء تزيد عن حاجة الكائنات الحية الموجودة . ويمكن أن يحدث هذا عند زيادة الحمل العضوى (BOD) أو زيادة معدل صرف الحمأة الزائدة ، ومن ناحية أخرى فإن زيادة معدل التنفس تعنى أن السائل الممزوج سوف ينتقل إلى المروق الثانوى قبل أن يتم إمتصاص الغذاء بواسطة الكائنات الدقيقة وهذا يحدث بالضرورة مشاكل أخرى عديدة فالحمأة الخفيفة لن تترسب أو يتم إنضغاطها بسهولة وعند إعادتها إلى أحواض التهوية فإنها تحتاج إلى المزيد من الأكسجين وبالتالى تختل نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية أكثر .

سؤال

عبر فى كلمة موجزة عن المشاكل التى يمكن أن تحدث عند زيادة معدل التنفس عن مدى التشغيل الجيد ؟

الإجابة

عند زيادة معدل التنفس فهذا يعنى زيادة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F / M) إلى المستوى الذى يؤدى إلى تدهور نوعية الحمأة وبالتالى انخفاض قابليتها للترسيب وضعف إنضغاطها ولهذا فإن إرتفاع نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية يحدث عند إعادة الحمأة إلى الأحواض .

سؤال

ما هى الإجراءات التى يمكن اتباعها لإعادة ضبط معدل التنفس عند المستوى المناسب للتشغيل ؟

الإجابة

ولتحقيق نتائج طيبة على المدى الطويل يتم رفع تركيز المواد الصلبة العالقة فى أحواض التهوية وذلك بخفض معدل صرف الحمأة الزائدة وزيادة معدل الحمأة المعادة .

وعندما تظهر مشكلة زيادة معدل التنفس كثيرا وتكاد تصبح مشكلة مزمنة يمكن اللجوء إلى إعادة توزيع الأحمال العضوية إن أمكن كما يمكن استخدام أحواض تهوية أولية لتهوية الحمأة المعادة قبل دخولها أحواض التهوية .

وفى حالة انخفاض معدل التنفس (RR) انخفاضاً ملحوظاً عن المدى المذكور أى أقل من 8 مجم أكسجين لكل ساعة/ جرام من المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج فإن هذا يعنى انخفاض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية أى عدم توفر الغذاء بشكل كاف للكائنات الحية فى الحوض وهذا بدورة يؤدى إلى حدوث مشاكل للحمأة الدقيقة (أشبه برأس الدبوس) فى المياه المعالجة وبالتالى يزداد تركيز المواد الصلبة العالقة فى المياه الناتجة من المحطة ويحدث هذا بعد أقل من يومين من ظهور المشكلة .

ملحوظة : .

قد يحدث انخفاض فى معدل التنفس (RR) دون تغير يذكر فى نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (FM) وذلك لوجود مواد سامه تسربت إلى المحطة لذلك يجب التأكد من هذا الأمر أولاً قبل اتخاذ الإجراءات التصحيحية .

أسئلة

1 . عرف معدل استهلاك الأكسجين ؟

2 . ما هو معدل التنفس ؟

3 . ماذا يحدث عند زيادة معدل التنفس عن مدى التشغيل الشائع ؟

4 . ما هى التغييرات التى يجب عملها عندما يكون معدل التنفس عالياً ؟

5 . ماذا يحدث عند انخفاض معدل التنفس عن مدى التشغيل الشائع ؟

6 . ما هى التغييرات التى يجب عملها عندما يكون معدل التنفس منخفضاً ؟

الإجابات

1 . معدل استهلاك الأكسجين .

_____

_____

2 . معدل التنفس .

_____

_____

3 . زيادة معدل التنفس عن المدى الأمثل .

_____

_____

_____

4 . التغييرات التى يجب عملها عندما يكون معدل التنفس منخفضاً .

_____

_____

_____

5 . انخفاض معدل التنفس عن مدى التشغيل الشائع .

_____

_____

_____

6 . التغييرات التى يجب عملها عندما يكون معدل التنفس منخفضاً .

_____

_____

_____

كيفية تحديد معدل استهلاك الأكسجين : .

تتبع الخطوات التالية لتحديد معدل استهلاك الأكسجين ثم معدل التنفس .

1 . باستخدام جهاز قياس الأكسجين الذائب ودرجة الحرارة عند نقطة الخروج من حوض التهوية ويتم تسجيله .

2 . يوضع لتران من السائل الممزوج فى زجاجة مناسبة .

3 . يوضع دورق وبداخلة مغناطيس على سطح الخلاط المغناطيسى .

4 . ترج الزجاجة المليئة بالسائل الممزوج لمدة خمس ثوان بشدة ثم يصب السائل الممزوج فى الدورق ويملأ الدورق حتى العنق .

5 . يوضع محبس جهاز قياس الأكسجين الذائب فى الدورق ويبدأ تشغيل الخلاط .

6 . تسجل قراءة الجهاز (والتى تمثل تركيز الأكسجين الذائب) كل دقيقة لمدة تتراوح بين 10 ، 20 دقيقة ويتوقف زمن القياس على معدل استهلاك الأكسجين .

7 . يرسم منحنى استهلاك الأكسجين مع الزمن على نموذج الرسم البيانى المخصص لذلك والمعروف بأسم نموذج استهلاك الأكسجين ويتم حساب معدل استهلاك الأكسجين .

ولحساب معدل استهلاك الأكسجين اعتمادا على الخطوات السابقة باستخدام النموذج البيانى المشار إليه يتبع ما يلى : .

1 . يتم وضع قيمة الأكسجين الذائب المقاس بواسطة الجهاز على نموذج الرسم البيانى .

2 . تأخذ النقط فى البداية شكل خط مستقيم ومع الوقت قد يتحول الخط المستقيم إلى منحنى إذا حدث هذا ينبغى التوقف عن اخذ القراءات وتسجيلها وسوف يتم الاكتفاء بالنقط التى تشكل الخط المستقيم ثم يحسب ميل هذا الخط فيكون هو معدل استهلاك الأكسجين .

3 . يحسب ميل الخط كما يلى :.

تؤخذ نقطتان على مسافة مناسبة من محور الزمن ويتم تحديد قيم الأكسجين الذائب عندهما ثم بطرح القيمة الصغرى للأكسجين الذائب من القيمة العظمى وقسمة الناتج على فرق المدى الزمنى يتم حساب الميل فيكون هو معدل استهلاك الأكسجين بوحدات مجم أكسجين / لتر / دقيقة .

4 . نظراً لشيوع التعبير عن معدل استهلاك الأكسجين بالـ مجم أكسجين / لتر / ساعة فيمكن تحويل الناتج السابق إلى هذه الوحدات بضربة فى 60 (دقيقة / ساعة) .

5 . يمكن بعد ذلك حساب معدل التنفس كما يلى :.

$$\text{معدل التنفس} = \frac{\text{معدل استهلاك الأكسجين} \times 1000}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) (مجم/لتر)}}$$

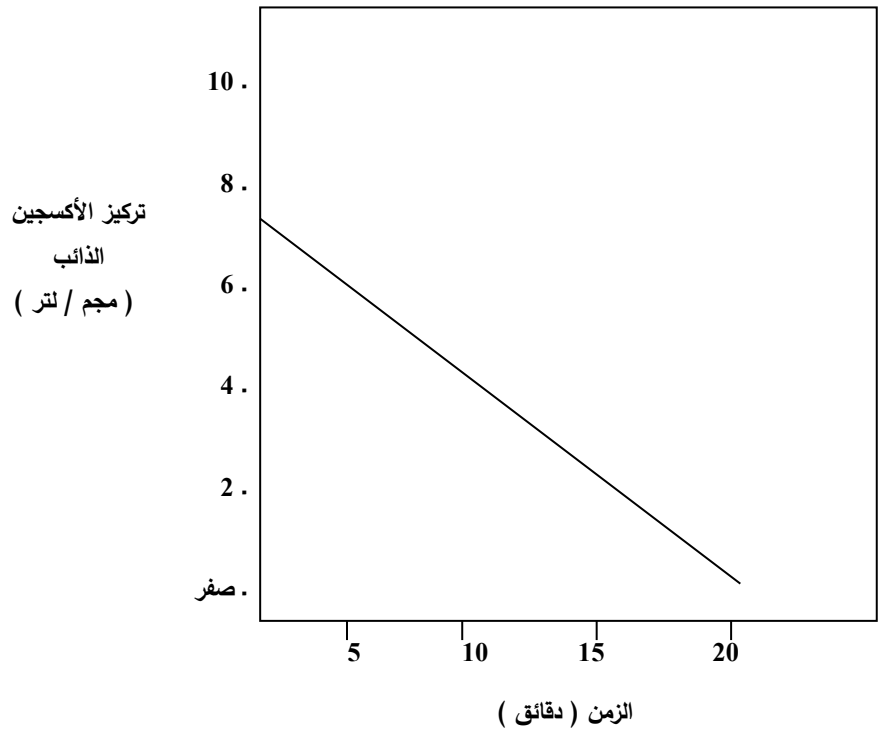
مثال

يبين الجدول التالى القراءات الخاصة بتركيز الأكسجين الذائب المسجلة لمدة 12 دقيقة لإحدى العينات ، كما يوضح الخط البيانى توقيع هذه القراءات على الرسم والمطلوب حساب :.

أ . معدل استهلاك الأكسجين بوحدات مجم / لتر / ساعة .

ب . معدل التنفس إذا علم أن تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) يساوى 2400 مجم / لتر .

الزمن (دقائق)	الأكسجين الذائب (مجم / لتر)	الزمن (دقائق)	الأكسجين الذائب (مجم / لتر)
صفر	7.4	7	4.6
1	6.9	8	4.2
2	6.7	9	3.8
3	6.2	10	3.4
4	5.8	11	3
5	5.4	12	2
6	5		



الحل

أ . معدل إستهلاك الأكسجين : .

نحسب ميل الخط المستقيم فيكون هو المعدل المطلوب ولهذا الغرض نأخذ نقطتين متباعدتين على محور الزمن ولتكون نقطة البداية – أى الصفر – ونقطة 10 دقائق نجد أن قيمتى الأكسجين الذائب عند هاتين النقطتين هما 7.4 ، 3.4 مجم / لتر على الترتيب وبطرح القيمة الصغرى للأكسجين الذائب من القيمة العظمى وقسمة الناتج على فرق المدى الزمنى (أى10 . صفر) يمكن حساب الميل كما يلى : .

معدل استهلاك الأكسجين (أو ميل الخط المستقيم) = $\frac{3.4 - 7.4}{10 - \text{صفر}}$ = 4, مجم أكسجين / لتر/دقيقة .

ولتحويل معدل استهلاك الأكسجين إلى وحدات مجم /لتر /ساعة نضرب الناتج فى 60 .

معدل استهلاك الأكسجين = 4, (مجم/لتر/دقيقة) × 60 دقيقة /ساعة

= 24 مجم أكسجين / لتر / ساعة

ب . معدل التنفس : .

طبقا للمعادلة المذكورة سابقا :.

$$\text{معدل التنفس} = \frac{\text{معدل استهلاك الأكسجين} \times 1000}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) (مجم/لتر)}}$$

$$= \frac{24 \times 1000}{2400} = 10 \text{ مجم أكسجين / ساعة / جم (MLVSS)}$$

اختبار الفصل الخامس

1 . ما هو مخزون المواد الصلبة العالقة ؟

2 . أحسب مخزون المواد الصلبة العالقة إذا علم أن :

حجم حوض التهوية = 4000 متر مكعب

تركيز المواد العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) = 1600 مجم / لتر .

3 . لماذا يجب الاحتفاظ بنسبة ملائمة من الغذاء للكائنات الحية (F /M) ؟

4 . أحسب نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F /M) إذا علم ما يلى : .

تركيز الأكسجين الكيميائى الممتص (COD) = 250 مجم / لتر

معدل التصرف = 12000 متر مكعب / اليوم

مخزون المواد الصلبة = 9000 مجم

يمكن استخدام العلاقة التالية فى حساب نسبة الغذاء الى الكائنات الحية (F/M) =

$$= \frac{\text{تركيز الاكسجين الكيميائى الممتص (مجم / لتر)}}{1000} \times \frac{\text{معدل التصرف (متر مكعب / اليوم)}}{\text{مخزون المواد الصلبة (كجم)}}$$

5 . عرف عمر الحمأة (متوسط زمن بقاء الكائنات الحية (MCRT) .

6 . احسب متوسط زمن بقاء الكائنات الحية بمعلومية ما يلى :.

كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى حوض التهوية (VSS1) = 21500 كجم .

كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة (VSS2) التى يتم صرفها فى اليوم .

كمية المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير المفقودة يوميا مع المياه الناتجة(VSS3) =500 كجم/اليوم .

يمكن استخدام المعادلة التالية لحساب عمر الحمأة : .

$$\text{متوسط عمر الحمأة (أيام)} = \frac{\text{(VSS1) كجم}}{\text{(VSS2) كجم / اليوم} + \text{(VSS3)}}$$

7 . فى عملية الحمأة المنشطة التقليدية يتراوح متوسط عمر الحمأة بين خمسة أيام وخمسة عشر يوماً ما هو متوسط عمر الحمأة المناسب لتشغيل محطتك ؟

8 . لماذا ينبغى الاحتفاظ بنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) ومتوسط زمن بقاء الكائنات الحية (MCRT) فى مدى التشغيل المثالى ؟

9 . حدد ما إذا كانت نسبة (F/M) أو عمر الحمأة (MCRT) مرتفعة أو منخفضة تحت ظروف التشغيل التالية : .

المجموعة (أ) : .

. انخفاض الأكسجين الذائب فى أحواض التهوية .

. انخفاض الأكسجين الذائب فى المروق النهائى .

. انخفاض معدل الترسيب وتلون الحمأة باللون البنى .

. ارتفاع معدل التنفس (RR) .

. ارتفاع تركيز الـ BOD فى المياه الناتجة من حوض الترسيب النهائى .

. إنتشار الرغاوى الكثيفة البيضاء على سطح مياه أحواض التهوية .

. الارتفاع السريع فى مستوى المواد الصلبة العالقة .

إذن فإن متوسط عمر الحمأة يكون ـ ونسبة F/M تكون ـــ .

المجموعة (ب) : .

. زيادة تركيز الأكسجين الذائب فى أحواض التهوية .

. ارتفاع تركيز الأكسجين الذائب فى المروق النهائى .

. معدل ترسيب سريع للحمأة .

. انخفاض معدل التنفس .

. لا يحدث تغير يذكر فى تركيز الـ BOD فى المياه الناتجة .

. ظهور طبقة من الخبث والرغاوى البنية على سطح الأحواض .

. ارتفاع تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (ML VSS) .

إذن فإن متوسط عمر الحمأة يكون ـــ ونسبة الغذاء الى الكائنات الحية الدقيقة تكون ـــ .

10 . ما الذى يعنيه وجود كل من الكائنات الحية الدقيقة التالية فى الحمأة : .

البكتريا .

البروتوزوا ذات الأهداب .

الروتيفر .

الكائنات الخيطية .

11 . أكتب ثلاثة مؤشرات على الأقل للتشغيل الجيد إعتماداً على النسبة الصحيحة للغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) .

12 . ما هو الغرض من إختبار القابلية للترسيب ؟

13 . ما الذى ينبغى ملاحظته أثناء متابعة إختبار القابلية للترسيب ؟

14 . بماذا تفيد قراءة مؤشر حجم الحمأة ؟

15 . فى حالة إنتظام التشغيل بكفاءة جيدة أذكر ثلاثة أسباب تؤدى إلى إضطراب التشغيل وإعاقته .

16 . ما هو معدل استهلاك الأكسجين ؟

17 . ما هو معدل التنفس ؟

18 . عند إرتفاع معدل التنفس بشكل ملحوظ ما الذى يمكن ملاحظته على نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) ؟

19 . ما الذى يمكن عمله إزاء الوضع السابق ؟

إجابات الاختبار

يمكنك تقدير درجاتك اعتمادا على الحد الأقصى للدرجة المسجل بين الأقواس .

1 . (درجة واحدة) :

---

2 . (درجتان) :

---

3 . (درجتان) :

---

4 . (درجتان) :

---

5 . (درجتان) :

---

6 . (درجتان) :

---

7 . (درجة واحدة) :

---

8 . (درجة واحدة) :

---

9 . (أربع درجات) :

المجموعة (أ) : .

المجموعة (ب) : .

---

10 . (درجتان) :

---

11 . (ثمانى درجات) :

---

12 . (ثلاث درجات) :

---

13 . (درجة واحدة) :

---

14 . (درجتان) :

ينبغى ملاحظة ما يلى : .

---

15 . (درجة واحدة) :

_____

_____

16 . (ثلاث درجات) :

_____

_____

_____

17 . (درجة واحدة) :

_____

_____

_____

18 . (درجة واحدة) :

_____

_____

_____

19 . (درجتان) :

_____

_____

_____

20 . (درجتان) :

_____

_____

_____

الدرجة العظمى : 43 درجة الاختبار :ـــ (ينبغى ألا تقل عن 34 درجة)

الفصل السادس

إعادة الحمأة وصرف الحمأة الزائدة

إعادة الحمأة وصرف الحمأة الزائدة :

إن أهم ما يميز عملية الحمأة المنشطة ، عن غيرها من عمليات المعالجة البيولوجية ، هو الحمأة المعادة إلى أحواض التهوية من المروقات الثانوية ومعروف أن المروقات الثانوية تستقبل السائل الممزوج الوارد من أحواض التهوية ثم تقوم بوظيفتين أولهما : .

. ترويق المياه بعد عمليات المعالجة البيولوجية .

. ترسيب المواد الصلبة لاستخدامها كحمأة منشطة معادة أو التخلص منها كحمأة زائدة .

ولضمان نجاح المروقات الثانوية فى أداء مهمتها فمن الضرورى القيام بما يلى : .

1 . حساب متوسط عمر الحمأة يومياً وبناء على نتائج الحساب يتم تحديد معدل صرف الحمأة الزائدة ويراعى أن يكون التخلص من الحمأة الزائدة تدريجياً .

2 . تحديد عمق طبقة الحمأة فى المروقات ، ويتم التحكم فيه من خلال ضبط معدل إعادة الحمأة .

3 . مراجعة المؤشر الحجمى للحمأة (SVI) وعند ملاحظة أى تغيير تؤخذ عينة للفحص الميكروسكوبى وملاحظة أعداد البروتوزا ذات الأهداب وأيضاً أعداد الكائنات الخيطية وفى حالة تغير المؤشر الحجمى يتم تغيير متوسط عمر الحمأة .

4 . مراجعة نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية (F/M) فمعروف أن نتائج إختبارات الـ BOD والـ COD غير مستقرة ويحتاج الأمر إلى أخذ متوسط عدة نتائج مأخوذة خلال عدة أيام وتتحقق الفائدة بمقارنة النتائج مع مثيلاتها المأخوذة فى الماضى وملاحظة التغيرات التى تطرأ على الـ F/M .

5 . متابعة معدل إستهلاك الأكسجين وفى حالة زيادتة أو نقصه يتم تغيير متوسط عمر الحمأة بالتبعية .

وتتلخص البنود السابقة فى إجرائين أساسيين هما : .

. ضبط معدل إعادة الحمأة .

. ضبط معدل صرف الحمأة الزائدة .

ملاحظة : .

يراعى عند إستخدام مضخات الحمأة أن تكون قادرة على تداول كل صرف المحطة حتى يمكن تجنب المشاكل التى تطرأ من تصرفات الذروة أو إرتفاع نسبة المواد الصلبة الواردة إلى المحطة .

معدل إعادة الحمأة :

هناك سببان لإعادة الحمأة : .

1 . فصل المواد الصلبة من المروقات لضمان الحصول على مياه رائقة .

2 . ضمان الحفاظ على تركيز مناسب للكائنات الدقيقة فى أحواض التهوية وبالتالى الوصول إلى النسبة الملائمة من الغذاء إلى الكائنات الدقيقة (F/M) .

إن أهم شئ يجب ملاحظته فى الحمأة المعادة هو مستوى المواد الصلبة العالقة فمثلاً فى المحطات التى تعمل عند تركيز من 1500 إلى 2000 مجم / لتر من المواد الصلبة المتطايرة فى السائل الممزوج ، يمكن توقع تركيز المواد الصلبة المتطايرة التى تعاد إلى الأحواض بين 4500 ، 6000 مجم / لتر أما تركيز المواد الصلبة العالقة ففيما يلى بعض القراءات القياسية له : .

تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج (MLSS) = 2000 . 2500 مجم / لتر .

تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة المعادة (SSRAS) = 6000 . 8000 مجم / لتر .

سؤال

فى حالة التعامل مع تصرف ثابت وتركيز ثابت للحمأة المعادة . متى تتوقع حدوث تغيرات فى تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) ؟

الإجابة

لا يحدث تغير فى تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير (MLVSS) إلا عند تغير تصرف المحطة .

ينخفض تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) خلال الذروة والعكس ، أى يزداد التركيز عند إنخفاض التصرفات بإستثناء حالات زيادة معدل الحمأة المعادة إلى أحواض التهوية .

وعند تغير الـ MLVSS لأسباب أخرى فينبغى البحث عنها ومعرفتها حيث أن ذلك يسهم فى الحصول على النتائج المرجوة من عمليات المعالجة ويوفر الأساس لتعديل معدل إعادة الحمأة إلى الأحواض .

فمثلاً عندما يراد زيادة تركيز الـ MLVSS بغرض تداول زيادة طارئة فى الأحمال العضوية فيمكن أن يتحقق هذا بزيادة معدل إعادة الحمأة إلى الأحواض حتى يصل التركيز إلى المستوى المطلوب .

ومن المفيد أن نتذكر أن تلك التعديلات على معدل إعادة الحمأة تتم لمدة محدودة (لتجاوز الأحمال الطارئة مثلاً) .

تقدير معدل إعادة الحمأة :

هناك ثلاث طرق لتقدير معدل إعادة الحمأة : .

1 . مراجعة عمق طبقة الحمأة .

2 . موازنة المواد الصلبة (حسابياً) .

3 . معرفة قابلية المواد الصلبة للترسيب .

أولاً : . مراجعة عمق طبقة الحمأة :

من أفضل طرق تحديد معدل إعادة الحمأة الإعتماد على المراجعة المنتظمة لعمق طبقة الحمأة ، ومن القواعد المعروفة للحفاظ على عمق طبقة الحمأة فى حدود 1 / 4 (ربع) إرتفاع المروق الثانوى ، وبالطبع قد يختلف الوضع بعض الشئ من محطة لأخرى لذلك فإن تحديد العمق المثالى لكل محطة يتم بمعرفة القائمين على تشغيلها .

وبداية ينبغى قياس عمق الحمأة فى المروقات يومياً وفى نفس الموعد ، وأنسب المواعيد لهذا القياس هو وقت الذروة حيث يعمل المروق عند أعلى معدلات للمواد الصلبة وإعتماداً على نتائج القياس يمكن ضبط معدل إعادة الحمأة عند الحاجة ومن المفيد أن نتذكر أنه فى حالة زيادة عمق طبقة الحمأة يمكن بالطبع زيادة معدل إعادة الحمأة ولكن هذا الإجراء يؤدى إلى تحسن الأوضاع مؤقتاً .

سؤال

ماذا يمكن أن يحدث عند السماح لعمق طبقة الحمأة بالزيادة عن العمق المثالى (1 / 4 إرتفاع المروق تقريباً) ؟

الإجابة

عند زيادة عمق طبقة الحمأة عن العمق المثالى فمن المتوقع زيادة تركيز المواد الصلبة فى المياه الناتجة من المروق (أى زيادة عكارة المياه الناتجة) .

ثانياً : . موازنة المواد الصلبة (حسابياً) :

الطريقة الثانية والتى يمكن استخدامها فى تقدير : .

تركيز المواد الصلبة العالقة للتطاير فى الحمأة المعادة (VSS) .

معدل تصرف المحطة .

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج والمستهدف الوصول إليها (MLVSS) .

وتستخدم المعادلة التالية لحساب معدل إعادة الحمأة : .

$$\text{معدل إعادة الحمأة} = \frac{\text{معدل تصرف المحطة X تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة المعادة — تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}$$

سؤال

إذا كان معلوماً لدينا كل من : .

معدل تصرف المحطة = 8000 م3 / يوم .

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج = 2200 مجم / لتر .

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة المعادة = 7800 مجم / لتر .

أحسب معدل إعادة الحمأة .

الحل

$$\text{معدل إعادة الحمأة} = \frac{\text{معدل تصرف المحطة X تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة المعادة — تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}$$

$$\text{معدل إعادة الحمأة} = \frac{22 \times 8000}{2200 - 7800} = \frac{2200 \times 8000}{56} = 31420 \text{ م}3 / \text{يوم}$$

سؤال

الآن وبإستخدام المعادلة السابقة أحسب معدل إعادة الحمأة فى الحالة التالية : .

معدل تصرف المحطة = 30000 م3 / يوم .

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج = 1800 مجم / لتر .

تركيز المواد الصلبة العالقة القبلة للتطاير فى الحمأة المعادة = 7200 مجم / لتر .

أحسب معدل إعادة الحمأة .

الحل

ومن المفيد فى هذه الحالة التعبير عن المعادلة بالرموز المناسبة لسهولة تداولها واستخدامها فإذا استخدمنا : .

الرمز " ت " للتعبير عن معدل تصرف المحطة .

والرمز " ح " للتعبير عن معدل إعادة الحمأة .

والرمز " ص م " للتعبير عن تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج .

والرمز " ص ح " للتعبير عن تركيز المواد الصلبة القابلة للتطاير فى الحمأة المعادة .

فيمكن كتابة المعادلة السابقة كما يلى : .

$$ح = ت \times \frac{ص\ م}{ص\ ح - ص\ م}$$

سؤال

الآن وباستخدام المعادلة الرمزية أحسب معدل إعادة الحمأة إذا علمت الآتى : .

ت = 20000 م3 / يوم

ص م = 1600 مجم / لتر

ص ح = 6400 مجم / لتر

الحل

$$ح = \frac{(1600) \times 20000}{1600 - 6400} = 6666 \text{ م3 / يوم .}$$

ثالثاً : . قابلية المواد الصلبة للترسيب :

الطريقة الثالثة لحساب معدل إعادة الحمأة تعتمد على معرفة قابلية المواد الصلبة للترسيب وهى أصعب الطرق الثلاث .

وتعرف القابلية للترسيب بنسبة الحجم الذى تشغله المواد الصلبة بعد ترسيبها لمدة 30 دقيقة معبراً عنها بالملليلتر فى اللتر وتنشأ الصعوبة فى استخدام هذه الطريقة من اختلاف ظروف المروق الثانوى عن المخبار المدرج الذى يتم فيه اختبار القابلية للترسيب والقائمون على التشغيل فى محاولاتهم لتجاوز تلك الصعوبات يقومون بالتقليب الهادئ للمخبار أثناء إختبار الترسيب حتى تقترب ظروف الترسيب فى المخبار من المروق الثانوى .

والمعلومات التى يحتاجها القائم على التشغيل لإجراء حساباته هى : .

معدل تصرف المحطة (م3 / يوم) .

حجم الحمأة المترسبة فى مخبار الترسيب بعد 30 دقيقة (ملليلتر / لتر) .

والمعادلة المستخدمة هى : .

$$\text{معدل إعادة الحمأة (ح)} = \text{معدل التصرف} \times \frac{\text{حجم الحمأة فى مخبار الترسيب بعد 30 دقيقة}}{1000 - \text{حجم الحمأة فى مخبار الترسيب بعد 30 دقيقة}}$$

ويمكن كتابة المعادلة السابقة بإستخدام الرموز كما يلى : .

$$\text{ح} = \text{ت} \times \frac{\text{ح ح}}{1000 - \text{ح ح}}$$

" ح " ترمز إلى معدل إعادة الحمأة .

" ت " ترمز إلى معدل التصرف .

" ح ح " ترمز إلى حجم الحمأة فى مخبار الترسيب بعد 30 دقيقة .

مثال

إذا عُلم أن : .

ت = 8000 م3 / يوم .

ح ح = 275 ملليلتر / لتر .

أحسب معدل إعادة الحمأة .

الحل

$$\text{معدل إعادة الحمأة} = \text{ت} \times \frac{\text{ح ح}}{1000 - \text{ح ح}}$$

$$\text{معدل إعادة الحمأة} = 8000 \times \frac{275}{1000 - 275} = 3034 \text{ م3 / يوم .}$$

فيما يلى سنتعرض لبعض الأسئلة التى تتناول عملية إعادة الحمأة والعوامل المؤثرة عليها ، بالإضافة إلى الطرق الثلاث المستخدمة فى تحديد معدل إعادة الحمأة ومن المفيد قبل استعراض الأسئلة مراجعة الجزء السابق .

أسئلة على عملية إعادة الحمأة والعوامل المؤثرة عليها

1 . أذكر سببين لإعادة الحمأة ؟

2 . هل تتوقع تغيراً فى تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) عند ثبات معدل إعادة الحمأة ؟

3 . عندما يستهدف زيادة تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) وخفض نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) فما الذى يمكن عمله ؟

4 . ما هى الطرق الثلاث المستخدمة فى تحديد معدل إعادة الحمأة ؟

5 . ما هو العمق المثالى لطبقة الحمأة فى المروقات الثانوية ؟ وما الذى يمكن عمله عند زيادة سمك طبقة الحمأة فى المروقات ؟

6 . ما هى الصعوبة الأساسية فى تحديد معدل إعادة الحمأة عند استخدام طريقة القابلية للترسيب ؟

الإجابة على عملية إعادة الحمأة والعوامل المؤثرة عليها

1 . أهم سببين لإعادة الحمأة من المروقات .

---

2 . ---

---

3 . ---

---

4 . أ ---

ب ---

ج ---

5 . ---

---

6 . ---

معدل صرف الحمأة الزائدة :

من المعروف أن المروقات الثانوية قد تمتلئ تماماً بالحمأة فى حالة عدم صرف الحمأة الزائدة فالحمأة هى المنتج النهائى لعمليات المعالجة ويجب سحبها باستمرار أثناء العملية ، ومن الطبيعى أن تكون عملية صرف الحمأة الزائدة أداة تحكم أساسية فى عملية المعالجة .

وهناك ثلاث طرق يمكن استخدامها لتحديد معدل صرف الحمأة الزائدة : .

1 . الإحتفاظ بمستوى ثابت لتركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (MLVSS) .

2 . الإحتفاظ بمستوى ثابت لنسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة (F/M) .

3 . الإحتفاظ بمستوى ثابت لمتوسط عمر الحمأة (MCRT) .

الطريقة الأولى : .

هى أبسط الطرق وهى تعتمد على خبرة القائم على التشغيل فى تحديد التركيز الأمثل للمواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى محطته .

وفى حالة زيادة تركيز الـ MLVSS عن القيمة المثلى فى أحواض التهوية ، يتم صرف المزيد من الحمأة الزائدة أما فى حالة إنخفاضة عن تلك القيمة فيتم خفض معدل صرف الحمأة الزائدة .

ومن مميزات هذه الطريقة سهولة خطواتها وبساطة الإجراءات المعملية التى تحتاج إليها كما أن النتائج تكون جيدة فى حالة ثبات خصائص المياه المستهدف معالجتها .

أما أهم مشاكلها فهى عدم انتظام تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج على مدار اليوم فى حالة تغير خصائص المياه الواردة للمحطة .

مثال

كان تركيز المواد الصلبة العالقة فى السائل الممزوج والتى تعمل المحطة عليها دائماً هو 3000 مجم / لتر . وعند قياسها فى أحد الأيام كانت 4000 مجم / لتر .

أحسب حجم الحمأة الزائدة التى يجب التخلص منها إذا عُلم أن : .

تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة هو 8000 مجم / لتر .

الحل

حجم أحواض التهوية 672 م3

تصرف الطلمبة 40 م3 / ساعة

وزن الحمأة الزائدة = حجم أحواض التهوية x (التركيز الجديد للمواد العالقة – التركيز الثابت)
1000

1000
= 672 x ـــ = 672 كجم
1000

1000 1000
حجم الحمأة الزائدة = الوزن x ـــ = 672 x ـــ = 84 م3
التركيز 8000

الحجم 84
مدة تشغيل الطلمبة = ـــ = ـــ = 2.1 ساعة / يوم
التصرف 40

أو 2.1 x 60 = 126 دقيقة / يوم

ويتم قياس تركيز المواد العالقة فى السائل الممزوج والحمأة المنشطة يومياً بجهاز الطرد المركزى أما حجم الحوض وتصرف الطلمبة فهما ثابتان دائماً .

هل ترى عوائق أخرى أمام استخدام الطريقة السابقة غير تغير الـ MLVSS على مدار اليوم ؟

سؤال

هل يمكنك وصف المشاكل المترتبة على محاولة الاحتفاظ بنسبة ثابتة من الغذاء للكائنات الحية الدقيقة (F/M) ؟

الإجابة

فى حالة معرفة خصائص المياه الواردة إلى المحطة فليس من المتوقع حدوث مشاكل ولا تنشأ المشاكل إلا مع الجهل بخصائص المياه الواردة وتركيز الملوثات لذلك يحتاج الأمر إلى المعرفة المستمرة لتركيز الـ COD للمياه الواردة .

وكالمثال السابق عندما نعلم أن غداً هو اليوم الذى تصل فيه مياه الصرف الصحى وبها أعلى مستوى للأكسجين الكيميائى المستهلك (COD) فهذا يمكننا من اتخاذ القرار التالى : .

يتم خفض معدل صرف الحمأة الزائدة ليلاً للإحتفاظ بمستوى ثابت لنسبة الغذاء للكائنات الدقيقة على مدار اليوم التالى (يوم الحمل المرتفع) .

أما الطريقة الثالثة لتحديد معدل صرف الحمأة الزائدة فتعتمد على الإحتفاظ بقيمة ثابتة لمتوسط عمر الحمأة .

وهناك بعض المعلومات الهامة اللازمة لحساب معدل صرف الحمأة الزائدة على أساس الاحتفاظ بمتوسط عمر الحمأة ثابتاً وهى :.

حجم حوض التهوية (س)

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج (ص م)

متوسط عمر الحمأة (ز)

تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة (ص ح)

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى المياه الناتجة من المروق (ص س)

معدل تصرف المحطة (ت)

ويمكن كتابة المعادلة المستخدمة كما يلى : .

$$\text{معدل صرف الحمأة} = \frac{\text{حجم الحوض x تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة}}$$

<u>ناقصاً :</u>

$$\frac{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى المياه الخارجة x معدل تصرف المحطة}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة}}$$

أو

$$\text{معدل صرف الحمأة الزائدة} = \frac{\text{س x ص م}}{\text{ص ح x ز}} \cdot \frac{\text{ص س x ت}}{\text{ص ح}}$$

مثال

إذا كانت لدينا المعطيات التالية إحسب معدل صرف الحمأة الزائدة :

حجم الحوض = 6000 م3

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج = 2100 مجم / لتر

متوسط عمر الحمأة = 21 يوم

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة = 6900 مجم / لتر

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى المياه الخارجة = 20 مجم / لتر

معدل تصرف المحطة = 16000 م3 / اليوم

الحل

$$\text{معدل صرف الحمأة الزائدة} = \frac{\text{س x ص م}}{\text{ص ح x ز}} \cdot \frac{\text{ص س x ت}}{\text{ص ح}}$$

$$\text{معدل صرف الحمأة الزائدة} = \frac{2100 \times 6000}{21 \times 6900} \cdot \frac{16000 \times 20}{6900}$$

= 86.9 . 46.3 = 40.6 م3 / يوم

<u>الآن على المتدرب أن يحاول حل المثال التالى :</u>

مثال

إذا عُلم أن :

حجم حوض التهوية = 3500 م3

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج = 1900 مجم / لتر

متوسط عمر الحمأة = 9 يوم

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة = 5200 مجم / لتر

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى المياه الخارجة = 30 مجم / لتر

معدل تصرف المحطة = 12000 م3 / اليوم

إحسب معدل صرف الحمأة الزائدة .

الحل

وعادة يكون تركيز المواد الصلبة العالقة الناتجة من المروق ضئيلاً ومن ثم يمكن إهماله لتبسيط المعادلة لتصبح على النحو التالى :

$$\text{معدل صرف الحمأة} = \frac{\text{حجم الحوض x تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج}}{\text{تركيز المواد الصلبة العالقة فى الحمأة الزائدة x متوسط عمر الحمأة}}$$

$$= \frac{\text{س x ص م}}{\text{ص ح x ز}}$$

من الملاحظ أن طريقة الحساب السابقة تعتمد على تحديد قيمة مثلى لمتوسط عمر الحمأة وتحديد تلك القيمة يعتمد على خبرة القائم على تشغيل المحطة ، ومن أهم مميزات استخدام تلك الطريقة احتياجها إلى مجهود معملى محدود فالمطلوب قياسه هو فقط :

تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى الحمأة الزائدة .

وأيضاً تركيز المواد الصلبة العالقة القابلة للتطاير فى السائل الممزوج .

والمعلومات الإضافية التى تحتاجها طريقة الحساب هى :

حجم حوض التهوية .

معدل تصرف المحطة .

والآن وبعد التعرف على الطرق الثلاث المختلفة لتحديد معدل صرف الحمأة الزائدة .

<u>ما هى الإجراءات الفعلية المتبعة لتحديد هذا المعدل ؟</u>

نظراً لأننا فى مجال التعامل مع عملية بيولوجية ، فمن غير المستحب إجراء تعديلات حادة فى ضوابط التحكم ويفضل إجراء التعديلات المطلوبة بشكل تدريجى ولذلك فإن تعديل معدل صرف الحمأة مثلاً ينبغى ألا يتجاوز 10 % من قيمته الفعلية بالزيادة أو النقص .

وعند إجراء أى تعديل فمن الضرورى متابعة النتائج للتأكد من تحسنها فى الإتجاه المطلوب ومن المفيد الإنتظار ثلاثة أيام قبل إجراء أى تعديل جديد أخر حتى تستقر النتائج فى الإتجاه المطلوب .

وإذا كان من الضرورى إجراء تعديلات يومية فى معدل صرف الحمأة فمن الأفضل تجزئة العمل على ورادى التشغيل بمعنى أن كل وردية تقوم بإجراء تغيير جزئى من المقدار المستهدف تعديله يومياً .

وفى الأجواء المطيرة والتى تؤدى إلى إرتفاع معدل تصرف المحطة ترتفع نسبة المواد الصلبة العالقة فى المياه الخارجة ، وبذلك يفقد جانب من المواد الصلبة لهذا فمن المفيد خفض معدل صرف الحمأة الزائدة عند زيادة التصرفات نتيجة سقوط الأمطار أو زيادة مياه الرشح المختلطة مع مياه المجارى .