١. المعالجة البايولوجية (الثانوية) :

تصنف وفقا لطبيعة النمو الى:

- Suspended Growth نظام معالجة ذات النمو العالق
- Attached Growth نظام معالجة ذات النمو الملتصق

ووفقا للتهوية الى:

- هوائية
- لا هوائية
- اختيارية
- قليلة التهوية

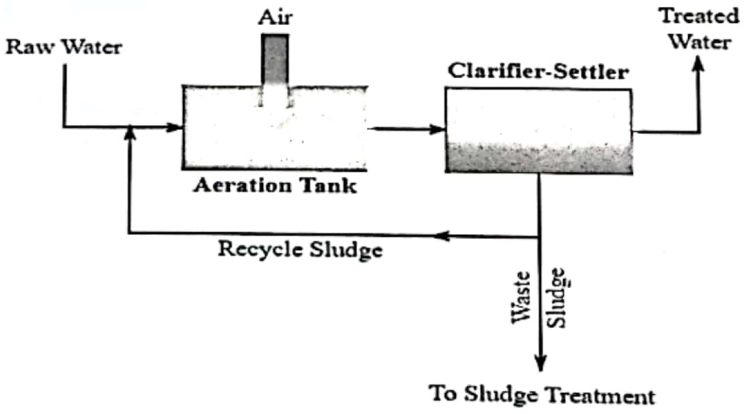
مقارنة النمو العالق والملتصق

عند مقارنة نظام النمو الملتصق مع نظام الخبث المنشط المعلق فإن الاخير (النمو العالق) يتفوق على النمو الملتصق بكونه أكثر اقتصادي و أكثر مرونة و يمكن أن يحقق مواصفات الطرح المتشددة ومشاكل الرائحة أقل. ولكن على الرغم من ذلك فإن **التقنيات الحديثة والتحسينات في وسط الترشيح وأجهزة دفع الهواء** قد جعل من النمو الملتصق أكثر جاذبية في السنوات الاخيرة, إضافة الى الحاجة الى مشغلين مهرة بعدد أقل واستخدام أقل للطاقة من أنظمة النمو العالق قد جعل هذا النظام (النمو الملتصق) هو المفضل.

١.١. المعالجة البايلوجية الهوائية- نظام النمو المعلق

الخبث المنشط Activated sludge

The activated sludge is a process with high concentration of microorganisms, basically bacteria, protozoa and fungi, which are present as loose clumped mass of fine particles that are kept in suspension by stirring, with the aim of removing organic matter from wastewater.

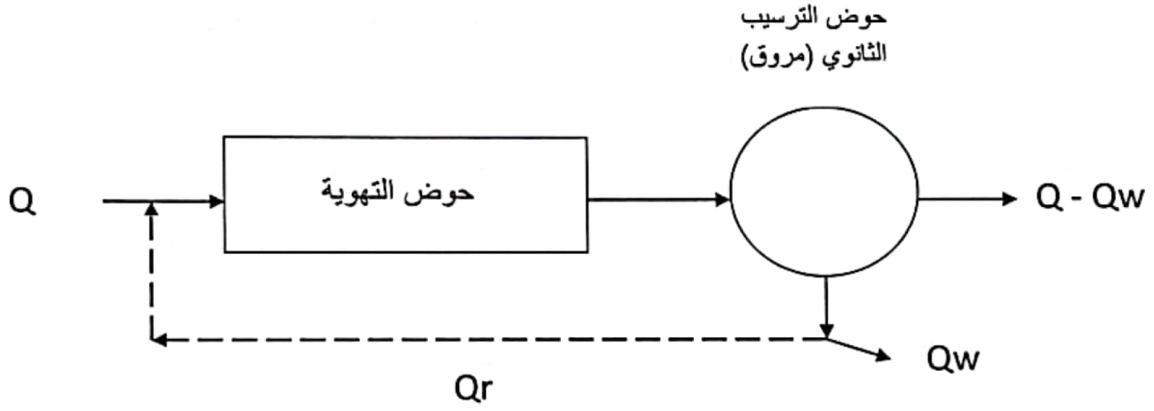


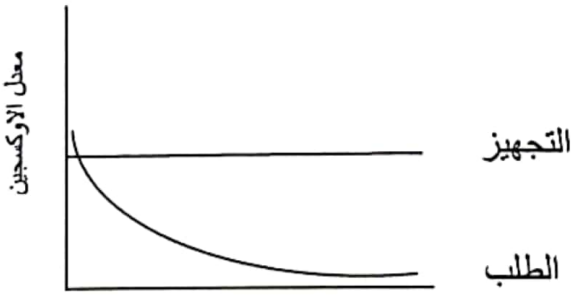
Scanned with CamScanner

تحويرات عمليات الخبث المنشط

1- العملية التقليدية

تتألف العملية التقليدية من حوض مستطيل ومروق وخط إرجاع المواد الصلبة من قعر المروق ويجهز الهواء بانتظام على طول الحوض خلال ناشرات مسامية . يؤدي تركيز BOD العالي والمواد الصلبة الميكروبية في مقدمة الحوض الى انخفاض سريع لل BOD وطلب عال على الاوكسجين بينما في نهاية الحوض يمكن أن يزيد الهواء المجهز عن الطلب.



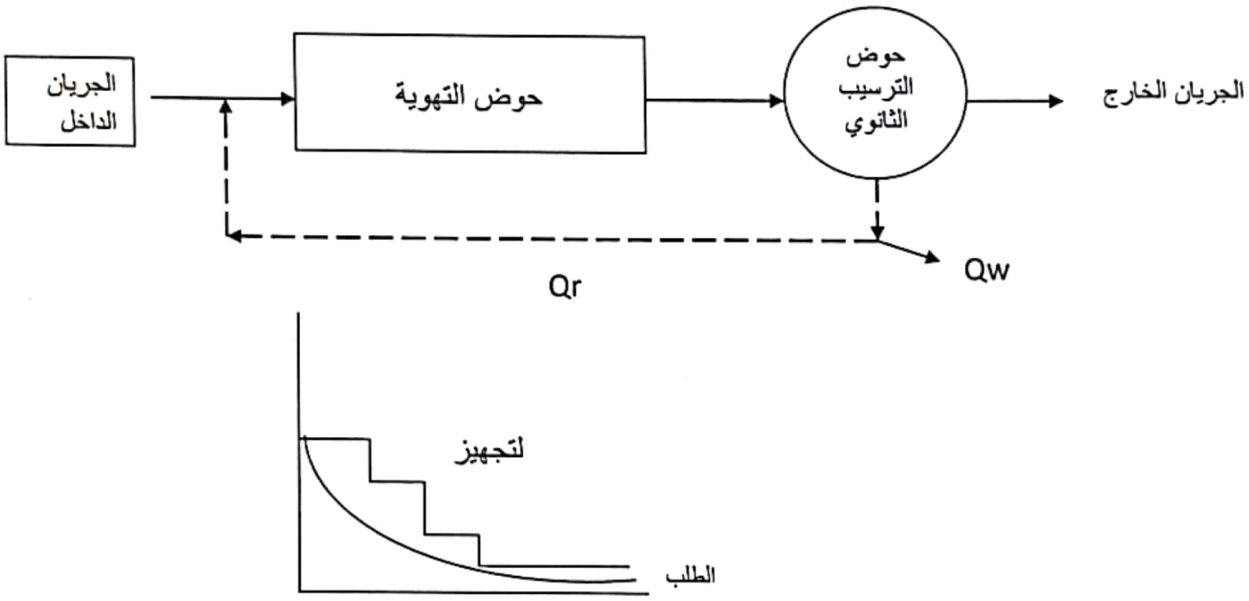


عملية خبث منشط تقليدي

Scanned with CamScanner

2- خبث منشط باستخدام التهوية المتناقصة Tapered aeration activated sludge

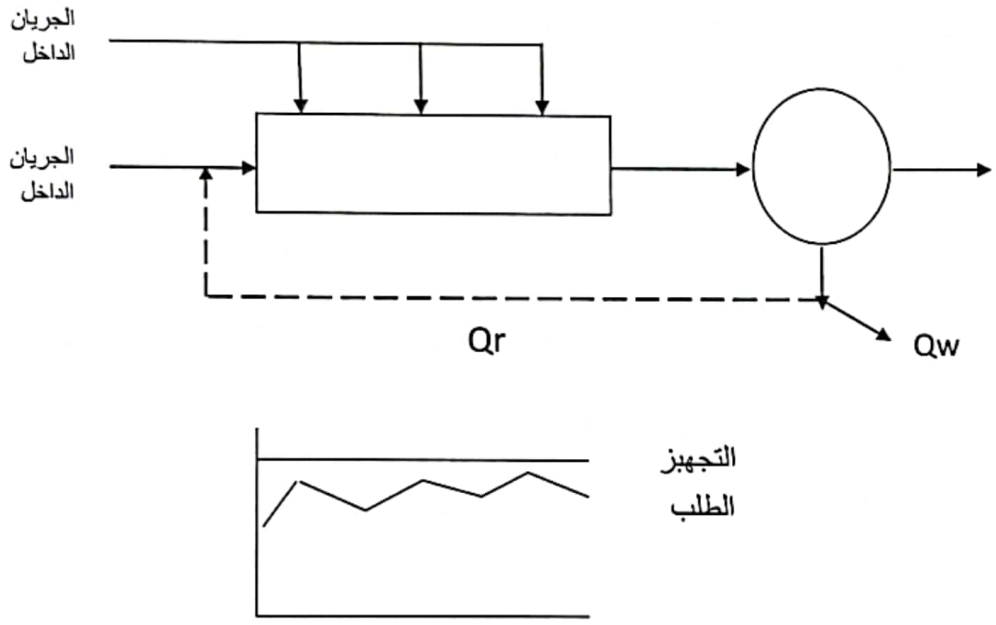
حيث يتم إدخال هواء أكثر في مقدمة الحوض ويتناقص الهواء المجهز على طول الحوض . تشبه العملية التقليدية ولكنها حساسة لأحمال الصدمة والمواد السامة.



Scanned with CamScanner

3- خبث منشط باستخدام التهوية التدريجية Step aeration activated sludge

حيث يتم توزيع الجريان الداخل الى عدد من النقاط على طول الحوض (أي أن مياه الفضلات لا تدخل كدفعة واحدة ومن نقطة دخول واحدة) تجنبا لطلب الاوكسجين العالي موقعيا وكذلك فإن هذا النمط أي توزيع مياه الفضلات على عدة مداخل يقلل من تأثير أحمال الذروة الهيدروليكية والعضوية وقد يوفر التخفيف المناسب الحماية ضد دخول المواد السامة.



Scanned with CamScanner

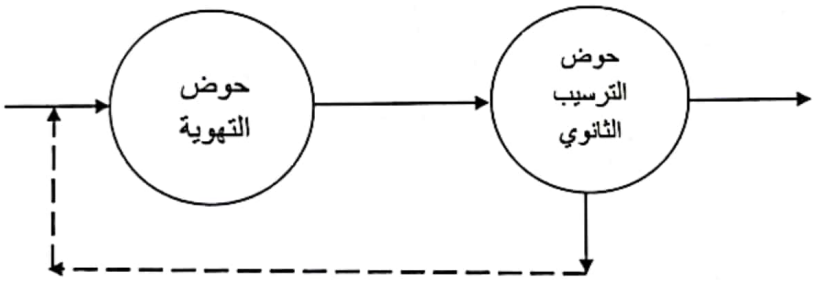
4- خبث منشط باستخدام الخلط الكامل Completely mixed activated sludge

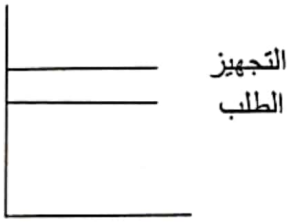
حيث أن عملية الخلط الكامل تنشر مياه الفضلات الداخلة والخبث المرجع بانتظام خلال الحوض ولا يعد شكل المفاعل مهما وإنما المطلوب هو توفير المزج الكامل.

في مثل هذه العملية يكون الطلب على الاوكسجين منتظما خلال الحوض.

نظريا يكون الناتج الخارج من منظومة الخلط الكامل أقل جودة من عملية الجريان السدادي ولكن عمليا لا يكون الاختلاف محسوس.

ملاحظة: نوع الجريان في الانواع الثلاثة الاولى هو من نوع الجريان السدادي بينما الخلط الكامل لا يعتبر الجريان فيه من النوع السدادي





Scanned with CamScanner

5- التهوية الممتدة (المطولة) Extended aeration

هي عملية خلط كامل حيث يكون التشغيل بفترة بقاء هيدروليكي طويل وعمر خبث عال.

6- خبث منشط ذو معدل عال High– rate activated sludge

وتسمى أيضا تهوية الفترة القصيرة Short – aeration حيث يكون في بعض ليس من الضروري معالجة مياه الفضلات لدرجة عالية كالتي يتم الحصول عليها بالعملية التقليدية لذلك يتم استخدام هذه الطريقة حيث أن حوض التهوية في هذه العملية يحتوي تراكيز قليلة من الاحياء المجهرية ، [أي أن F/ M نسبة الاحياء المجهرية المتوفرة الى الغذاء (المواد العضوية) قليلة] . يكون زمن البقاء وعمر الخبث في هذه العملية واطئ. والناتج الخارج من هذه العملية ضعيف وذو مواد صلبة عالية التركيز. إذا كان الحمل العضوي 1600 غرام / متر مكعب حجم من حوض التهوية / يوم وكانت فترة التهوية 1.5– 3 ساعة فإن نسبة الازالة تتراوح 60– 75 %.

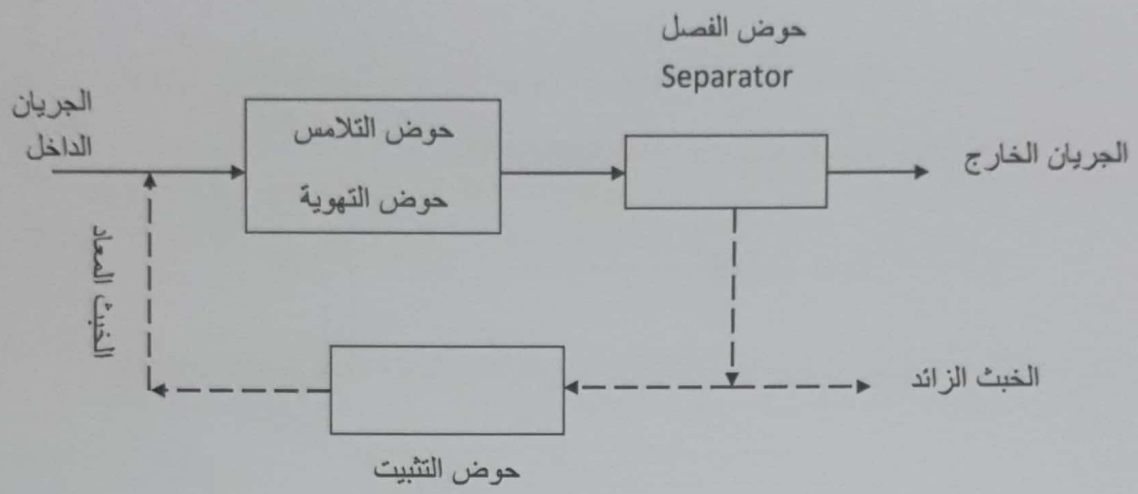
7- عملية التثبيت بالتماس Contact stabilization process

في هذه العملية مياه الفضلات الثقيلة تمتزج مع خبث منشط ذو تركيز عال 4000 ملي جرام / لتر لفترة قصيرة 20– 40 دقيقة، ثم يسمح للمزيج بأن يترسب ويفصل الخبث عن السائل داخل Separator حيث يتم طرح السائل بينما يسحب الخبث الى حوض أخر حيث يهوى لفترة 3–6 ساعات لغرض التثبيت والتنشيط بعدها يسحب الخبث المنشط المهوى الى حوض التلامس (حوض التهوية) ليمزج مع مياه الفضلات الداخلة.

إذا كان الحمل العضوي 2200 غرام / متر مكعب من حجم حوض التهوية / يوم وكانت فترة التهوية ثلاث ساعات فإن نسبة إزالة ال BOD تساوي 91%.

أحجام أحواض التهوية تقريبا 50% من حجم حوض التهوية لعملية الخبث المنشط التقليدي.

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner

Nitrification :

تتضمن خطوتين (Two Steps)

الخطوة الاولى تتضمن تحويل أيون الامونيوم الموجودة في مياه الفضلات الى نايتريت بواسطة بكتريا ذاتية التغذية والتي تدعى Nitrosomonas

$$NH_4{}^+ + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow{Nitrosomonas} NO_2{}^+ + 2H^+ + H_2O$$

الخطوة الثانية: تتضمن تحويل أيون النايتريت الى نترات بواسطة البكتريا Nitrobactor

$$NO_2{}^- + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Nitrobactor} NO_3{}^-$$

يمكن دمج الخطوتين (جمع المعادلتين)

$$NH_4{}^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3{}^- + 2H^+ + H_2O$$

هي تحويل نيتروجين الامونيا الى نترات

على أساس الدراسات المختبرية والحسابات النظرية فإن التفاعلات المقترحة لوصف تفاعل أو تحول الامونيوم الى نترات كالآتي

$$22NH_4{}^+ 37O_2 + 4\,CO_2 + HCO_3{}^- \rightarrow C_5H_7NO_2 + 21NO_3{}^- + 42H^+ + 20H_2O$$

Denitrification

هي تحويل النترات الى غاز النيتروجين بمعزل عن الهواء (تحت ظروف لاهوائية).

Step one:

$$6NO_3{}^- + 2CH_3OH \rightarrow 6NO_2{}^- + 2CO_2 + 4H_2O$$

Scanned with CamScanner

Step two

$$6NO_2^- + 3CH_3OH \rightarrow 3N_2 + 3CO_2 + 3H_2O + 6OH^-$$

Over all energy reactions

$$6NO_3^- + 5CH_3OH \rightarrow 3N_2 + 5CO_2 + 7H_2O + 6OH^-$$

تفاعلات التخليق (Synthesis) كما معطى بواسطة McCarty

$$3NO_3^- + 14\,CH_3OH + CO_2 + 3H^+ \rightarrow 3C_5H_7O_2N + H_2O$$

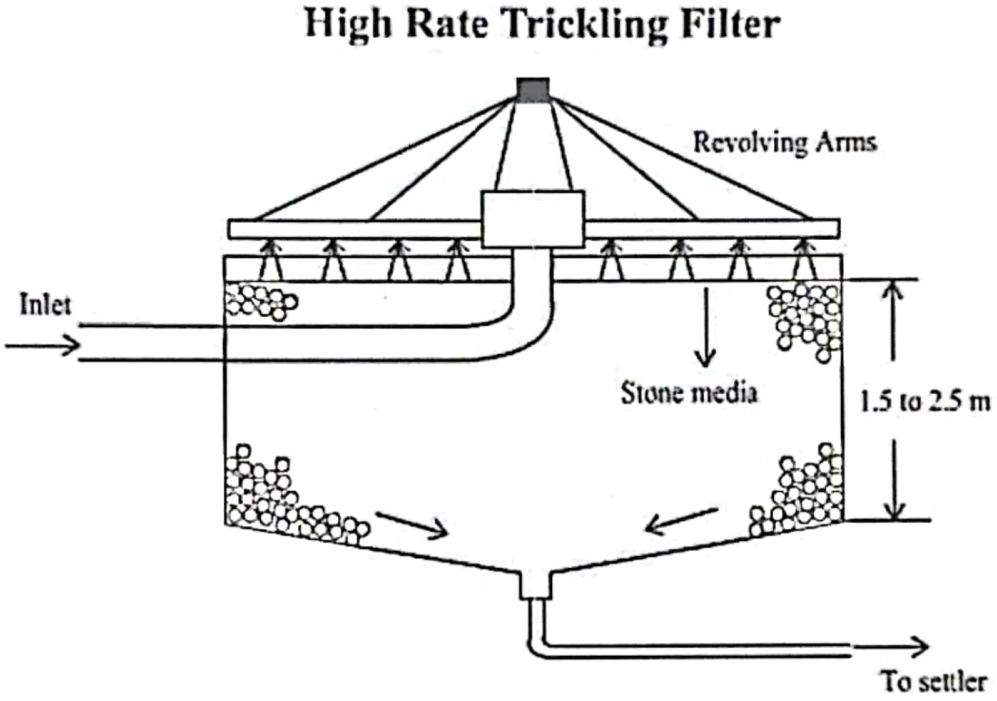
Scanned with CamScanner

٢.١. المعالجة البايلوجية الهوائية- نظام النمو الملتصق

تعتبر عمليات النمو الملتصق من الأساليب المهمة المعتمدة في معالجة مياه الفضلات حيث ان الأحياء المجهرية المسؤولة عن تحلل المواد العضوية (المسؤولة عن المعالجة) تنمو فوق وسط معبأ (وسط الترشيح) ومن الأمثلة على هذا النوع هو مرشحات الوشلان (المرشحات بالتنقيط) (Trickling Filter) وكذلك الأقراص البيولوجية الدوارة (RBC) Rotating Biological Contactor , و Bio – Tower و Submerged filters

مرشحات بالتنقيط (مرشحات بالوشلان) Trickling Filter

تعتبر مرشحات الوشلان (التنقيط) أحسن مثال على النمو الملصق وغالبا ما يكون وسط المرشح الذي تنمو عليه الأحياء المجهرية من الحجارة أو الصخور أو البلاستك أو أية مدة خاملة أو أية مدة مصنعة والرسم أدناه يمثل مرشح بالتنقيط ذي معدل عال .



وصف العملية Process Description

تتوزع مياه الفضلات فوق سطح وسط الترشيح بواسطة أذرع دوارة ويتم تدوير الهواء داخل الفراغات اما بواسطة نافخات للهواء أو يتم دخوله بشكل طبيعي حيث يتم تجهيز الأوكسجين للأحياء المجهري النامية بشكل ملتصق فوق وسط المرشح .

اثناء التشغيل فإن الأحياء المجهرية تعمل على تأييض المواد العضوية الموجودة في مياه الفضلات الداخلة الى المرشح.
يزداد سمك الغشاء المخاطي كلما ازداد استخلاص المواد العضوية الموجودة في مياه الفضلات والنتيجة تحولها الى خلايا جديدة.

Scanned with CamScanner

أن سمك الطبقة الهوائية محدد بعمق نفاذ الأوكسجين داخل طبقة الأحياء المجهرية و عليه وبمرور الوقت ونتيجة ازدياد سمك الغشاء المخاطي ستتكون منطقتان من التحلل فالمنطقة الملاصقة للوسط تدعى منطقة التحلل اللاهوائي والمنطقة البعيدة التي يصلها الهواء تدعي منطقة التحلل الهوائي . وكما موضح بالشكل المرفق

إن النمو المضطرد (النمو الكثير) للأحياء المجهرية سوف يحدث انسلاخا للطبقة الملتصقة على الوسط (Sloughing) وبالتالي سيؤدي هذا الانسلاخ الى ارتفاع مستويات S.S و BOD بالدفق الخارج إذا لم يتم ازالتها وعليه يجب أن يعقب المرشح بالتنقيط حوض ترسيب للسماح بترسيب المواد الخارجة من المرشح.

الانسلاخ (sloughing): هي عملية تحدث عندما يكون نمو الاحياء المجهرية مضطرد (كثير) فوق الوسط للطبقة الملتصقة ويؤدي الى ارتفاع مستويات S.S و BOD بالدفق الخارج إذا لم يتم ازالتها.

انواع المرشحات

تصنف مرشحات التنقيط الى مرشح ذي معدل عال او مرشح ذي معدل واطئ (منخفض) طبقا لمعدلات التحميل العضوي والهيدروليكي المطبق على وحدة المرشح.

S.No.	Design Feature	Low Rate Filter	High Rate Filter	Super rate (Plastic Media)
1.	Hydraulic loading $m^3/m^2.d$	1 - 4	10 - 40	15 - 90 Not including recirculation
2.	Organic loading $kg\ BOD\ /m^3.d$	0.08 - 0.22	0.36 - 1.8	0.32 - 1
3.	Depth, m	1.5 - 3.0	1 - 2	Up to 12
4.	Recirculation ratio	0	1 - 3.0 (domestic wastewater)up to 8 for strong industrial wastewater	1 - 2

- معدل الحمل الهيدروليكي هو التدفق الكلي بما في ذلك المعاد علة المساحة السطحية للمرشح في اليوم , بينما الحمل العضوي الذي على شكل BOD هو ٥ ايام BOD 20°C عند حسابه يستثني الـ BOD الموجود في الجريان المعاد

$$The\ hydraulic\ loading = \frac{Q + Q_r}{surface\ area\ of\ the\ filter}$$

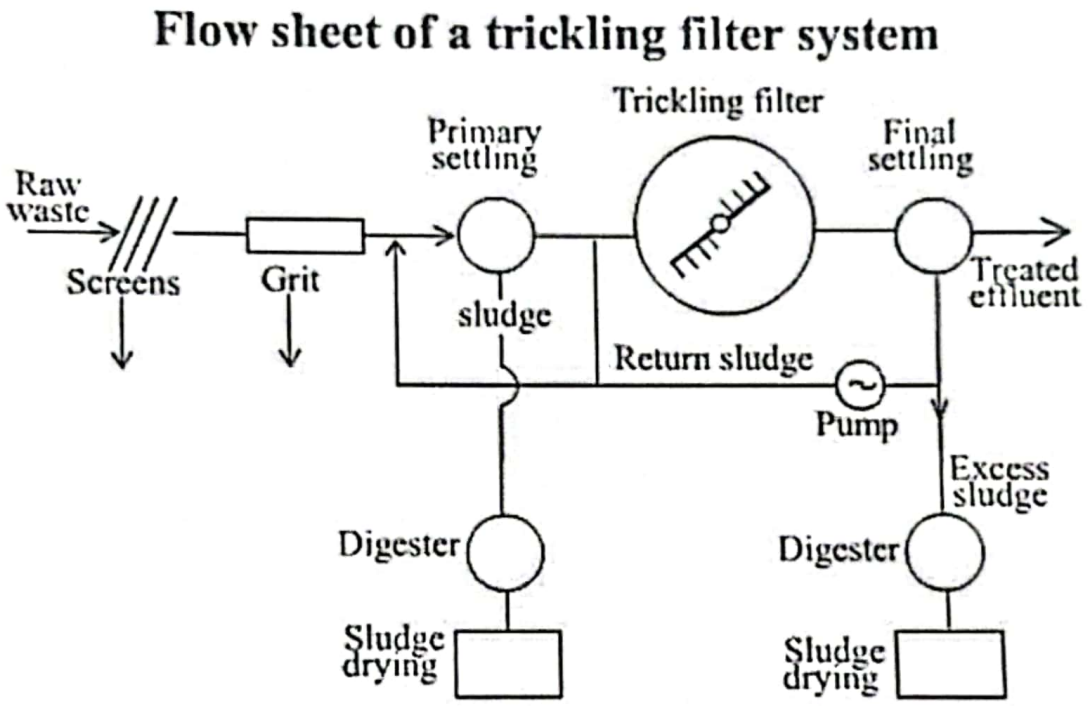
$$The\ organic\ loading = \frac{Q}{v}\ ,\quad \frac{Q}{surface\ area\ of\ the\ filter}$$

- لا يتم اعتماد اعادة التدوير بشكل عام في المرشحات ذات المعدل المنخفض
- مرشح تقطير ذات المعدل المنخفض يعمل بشكل جيد مع خزان الترسيب الثانوي وقد يزيل ٧٥ إلى ٩٠٪ من الطلب الأوكسجيني البيولوجي وينتج نفايات سائلة عالية النترجة. إنها مناسبة لمعالجة مياه (الفضلات) الصرف المنزلية منخفضة القوة إلى متوسطة القوة.

Scanned with CamScanner

- يوصى باستخدام المرشح المتقطر عالي المعدل ، أحادي المرحلة أو مرحلتين ، لمياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية ذات القوة المتوسطة إلى العالية نسبيًا. تبلغ كفاءة إزالة الطلب الأوكسجيني البيولوجي حوالي ٧٥ إلى ٩٠٪ لكن النفايات السائلة تتم نتراتها جزئيًا فقط.
- تتكون الوحدة أحادية المرحلة من خزان ترسيب أولي ، ومرشح ، وخزان ترسيب ثانوي ومرافق لإعادة تدوير النفايات السائلة. تتكون المرشحات ذات المرحلتين من مرشحين متسلسلين مع خزان ترسيب أولي ، وخزان ترسيب وسيط يمكن حذفه في حالات معينة وخزان ترسيب نهائي.

عملية التصميم Process Design :



يعتمد تصميم الفلتر المتقطر بشكل عام على العلاقات التجريبية للعثور على حجم المرشح المطلوب للحصول على درجة مصممة من معالجة مياه الصرف الصحي.

أنواع المعادلات:

١. معادلات NRC (المجلس القومي للبحوث في الولايات المتحدة الأمريكية)
NRC equations (National Research Council of USA)
٢. معادلة رانكينز Rankins equation
٣. معادلة إيكنفيلدر Eckenfilder equation
٤. معادلة غالر وجوتا Galler and Gotaas equation

Scanned with CamScanner

يتم استخدام معادلات NRC و Rankin بشكل شائع. تعطي معادلات NRC قيمًا مرضية في حالة عدم وجود إعادة تدوير، والتغيرات الموسمية في درجة الحرارة ليست كبيرة والتقلبات ذات التحميل العضوي العالي. تُستخدم معادلة رانكين للفلاتر عالية المعدل.

معادلات NRC:

تنطبق هذه المعادلات على كل من المرشحات ذات المعدل المنخفض والعالي. يتم إعطاء كفاءة المرحلة الواحدة أو المرحلة الأولى من المرشحات ذات المرحلتين ، E_2 ، بواسطة

$$E_1 = \frac{100}{1 + 4.12(QC_{in}/V_1.F_1)^{1/2}}$$

$$F_1 = \frac{(1 + R_1)}{(1 + 0.1R_1)^2}$$

$$E_2 = \frac{100}{1 + [(4.12)/(1 - E_1)\ (QC_e/V_2.F_2)^{1/2}]}$$

$$F_2 = \frac{(1 + R_2)}{(1 + 0.1R_2)^2}$$

حيث

E_1 : النسبة المئوية للكفاءة في ازالة الطلب الاوكسجيني البيولوجي من مرحلة واحدة او المرحلة الاولى للفلتر ثناني المرحلة اذا كانت مكونة من مرحلتين

Q : معدل تدفق مياه الصرف الصحي m^3/sec

C_{in} : تركيز BOD الداخل mg/l

V_1 : حجم مرشح (فلتر) المرحلة الاولى

F_1 : معامل اعادة التدوير للمرحلة الواحدة او المرحلة الاولى

R_1 : نسبة اعادة التدوير لمرشح المرحلة الاولى

Q_r : معدل تدفق مياه الصرف الصحي الراجع m^3/sec

بشكل عام

$$R = \frac{Q_r}{Q}$$

Scanned with CamScanner

E_2 : النسبة المئوية لكفاءة مرشح (فلتر) المرحلة الثانية

C_e : تركيز BOD الخارج من المرشح (الفلتر) الاول والداخل في المرشح الثاني

V_2 : حجم مرشح (فلتر) المرحلة الثانية

R_2 : نسبة اعادة التدوير لمرشح المرحلة الثانية

F_2 : معامل اعادة التدوير في المرشح الثاني

معامل اعادة التدوير F : هو معدل عدد مرات مرور مياه الفضلات الخام خلال المرشح

0.1R : هو عدد مرات الانخفاض بالمواد العضوية القابلة للتحلل كلما يزداد عدد مرات المرور خلال المرشح (عبارة عن معامل وضعي) او هو الملاحظات التجريبية التي تبين الانخفاض في تركيز المواد العضوية القابلة للتحلل بزيادة عدد مرات دخول مياه الفضلات خلال المرشح.

معادلة رانكينز:

هذه المعادلة المعروفة أيضًا باسم الطريقة المؤقتة لعشر دول بالولايات المتحدة الأمريكية تم استخدامها بنجاح على نطاق واسع من درجات الحرارة. يتطلب الأمر مراعاة الشروط التالية بالنسبة لمرشحات المرحلة الواحدة:

١. يجب ألا يزيد معدل الطلب الأوكسجيني البيولوجي المطبق على المرشحات عن $1.2\ kg\ BOD_5/day/m^3$ من حجم المرشح.
٢. يجب ألا يتجاوز الحمل الهيدروليكي (بما في ذلك إعادة التدوير) $30\ m^3/m^2$ مرشح اليوم السطحي.
٣. يجب أن تكون نسبة إعادة التدوير $(\frac{R}{Q})$ بحيث لا يزيد إدخال الطلب الأوكسجيني البيولوجي للمرشح (بما في ذلك إعادة التدوير) عن ثلاثة أضعاف الطلب الأوكسجيني البيولوجي المتوقع في النفايات السائلة.

هذا يعني أنه طالما تم استيفاء الشروط المذكورة أعلاه ، فإن الكفاءة ليست سوى وظيفة لإعادة الدوران ويتم تقديمها من خلال:

$$E = \frac{\frac{R}{Q} + 1}{\frac{R}{Q} + 1.5}$$

Scanned with CamScanner

إعادة التدوير Recirculation:

فائدة إعادة التدوير لبعض من الدفق الخارج خلال المرشح يتضمن : -

١. زيادة كفاءة التماس وذلك بجلب مياه الفضلات يتماس لأكثر من مرة مع الكتلة البيولوجية الحية
٢. لتخميد (Damping) التغييرات بالحمل العضوي حيث أن إعادة التدوير يخفف من تركيز المطروحات القوية وبنفس الوقت يقوي من تركيز المطروحات الضعيفة .
٣. لرفع تركيز الأوكسجين بالدفق الداخل .
٤. لتحسين توزيع الجريان فوق سطح المرشح (الفلتر) وبالتالي التقليل من فرص انسداد فراغات الوسط .
٥. لمنع جفاف وموت الغشاء المخاطي (Slime layer) خاصة خلال فترة الليل عندما يكون الجريان واطئ جدا بحيث لا يمكن أن يحافظ على المرشح (الفلتر) رطب باستمرار .

المشاكل التشغيلية للمرشحات بالتنقيط:

تترافق المشاكل التشغيلية الكبيرة للمرشحات بالتنقيط عند التشغيل في الجو البارد ، وتقل الكفاءة في مرشحات المعدل العالي مع درجة الحرارة المنخفضة بحوالي ٣٠ % لكل ١٠ درجة منوية وقد يسبب الانجماد انسداد جزئي لوسط المرشح .

تستخدم في الأجواء الباردة أغطية من الزجاج الليفي أو مصدات الريح لمنع تكون الجمد ولهذه الأغطية فائدة إضافية حيث تمتص الروائح التي قد تنتج في المرشح . بالأجواء الحارة يتولد ذباب المرشحات Psychoda alternate في مرشحات التنقيط ذات المعدل الواطئ ولكن المشكلة أقل إزعاجا في نظم المعدل العالي إذ يحمل المعدل الهيدروليكي العالي اليرقات من المرشح قبل إمكانية نضوجها .

الرش الدوري المستمر بالمبيدات للمناطق المحيطة ولجدران المرشح هي طريقة فعالة للسيطرة على الذباب .

كذلك تولد الحلزون (القوقع) على جدران ووسط الترشيح بالأجواء الحارة وقشور الحلزون تعجل في تأكل المضخات وتتراكم في الأنابيب والخزانات الواقعة أسفل المرشح .

وحدات المعالجة الهوائية الأخرى:

١. **برك التثبيت Stabilization ponds:** أحواض التثبيت هي عبارة عن تدفق مفتوح من خلال أحواض مصممة خصيصًا لمعالجة مياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية القابلة للتحلل. وهي توفر فترات احتجاز طويلة تمتد من بضعة أيام إلى عدة أيام.
٢. **خندق الأكسدة Oxidation ditch:** خندق الأكسدة هو شكل معدل من التهوية الممتدة لعملية الحمأة المنشطة. يتكون الخندق من قناة متواصلة طويلة بيضاوية الشكل مع اثنين من دوارات السطح موضوعة عبر القناة.
٣. **البحيرات الهوائية Aerated lagoons:** تسمى انظمة البرك, التي يتم فيها توفير الاكسجين من خلال التهوية الميكانيكية بدلا من التمثيل الضوئي للطحالب, وتدعى بالبحيرات الهوائية.

Scanned with CamScanner

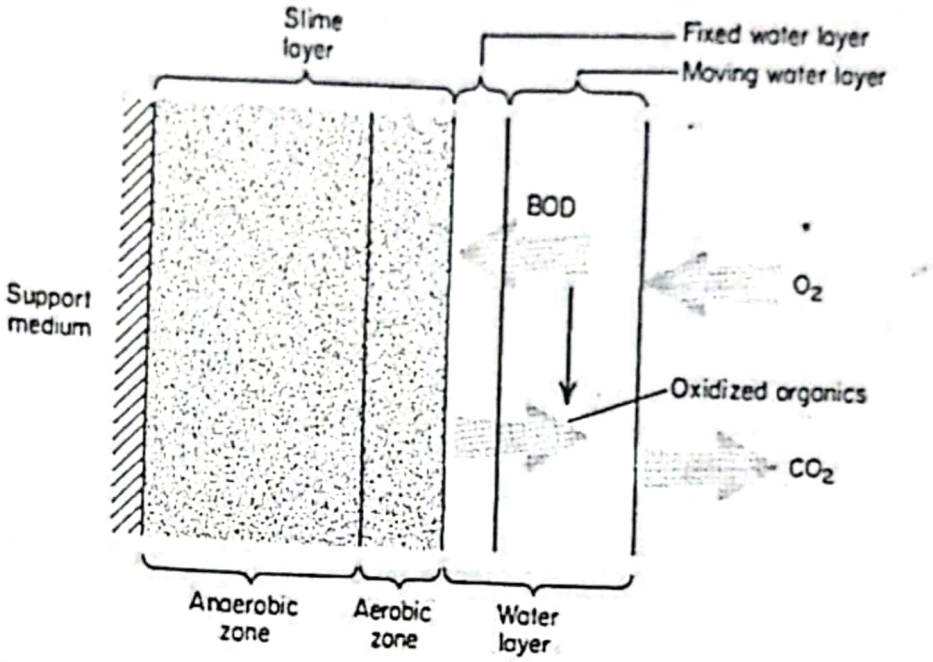


Figure Schematic diagram of attached growth process.

يجب أن يسبق المرشحات بالتنقيط ترويق أولي أو كبديل يمكن استخدام المصافي الناعمة (إذ أن استخدام المصافي الناعمة مع المرشحات البلاستيكية قد أثبت نجاحه) وفي هذه الحالة يجب تكبير المرشح لحمل الحمل العضوي الاضافي.

Scanned with CamScanner

مثال/

صمم مرشح بالتنقيط بمرحلة مفردة بحيث يبلغ BOD_5 الداخل الذي يلي حوض الترسيب الاولي 160 mg/l والجريان الداخل $10000\ m^3/day$, اجعل معدل الحمل الهيدروليكي 20 m وتركيز BOD_5 بالجريان الخارج 30 mg/l

الحل/

$$Q = \frac{10000}{60 \times 60 \times 24} = 0.1157\ m^3/sec$$

$$E = \frac{C_{in} - C_e}{C_{in}} \times 100$$

$$E = \frac{160 - 30}{160} \times 100 = 81.25$$

$$E = \frac{100}{1 + 4.12(QC_{in}/V_1.F_1)^{1/2}}$$

$$81.25 = \frac{100}{1 + 4.12\sqrt{\frac{0.1157 \times 160}{V\ F}}} \quad \rightarrow \quad 81.25 = \frac{100}{1 + 4.12\ \times \frac{\sqrt{0.1157 \times 160}}{\sqrt{V\ F}}}$$

$$81.25 = \frac{100}{1 + 4.12 \times \frac{\sqrt{18.512}}{\sqrt{V\ F}}} \quad \rightarrow \quad 81.25 = \frac{100}{1 + 4.12\ \times \frac{4.302557379}{\sqrt{V\ F}}}$$

$$81.25 = \frac{100}{1 + \frac{17.726536}{\sqrt{V\ F}}}$$

$$81.25 + \frac{81.25 \times 17.726536}{\sqrt{V\ F}} = 100$$

$$81.25 + \frac{1440.281082}{\sqrt{V\ F}} = 100$$

$$\frac{1440.281082}{\sqrt{V\ F}} = 18.75$$

Scanned with CamScanner

$$\sqrt{V\,F} = 76.81499$$

$$V\,F = 5901 \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

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

بتعويض المعادلة (٢) بالمعادلة (١) ينتج

$$V\,\frac{(1+R_1)}{(1+0.1R_1)^2} = 5901 \quad \dots\dots\dots\dots (3)$$

$$\text{معدل الحمل الهيدروليكي} = \frac{Q+Q_R}{A} \dots\dots\dots\dots (4)$$

$$R = \frac{Q_R}{Q} \dots\dots\dots\dots (5)$$

$$Q_R = R \times Q \dots\dots\dots\dots (6)$$

نعوض المعادلة (٥) بالمعادلة (٤)

$$\text{معدل الحمل الهيدروليكي} = \frac{Q+R\times Q}{A}$$

$$\text{معدل الحمل الهيدروليكي} = \frac{Q\,(1+R)}{A} \dots\dots\dots\dots (7)$$

$$20 = \frac{10000\,(1+R)}{A} \quad \rightarrow A = \frac{10000\,(1+R)}{20}$$

$$A = 500\,(1+R) \dots\dots\dots\dots (8)$$

$$V = depth \times A$$

$$V = 2 \times 500\,(1+R)$$

$$V = 1000\,(1+R) \quad \dots\dots\dots\dots (9)$$

نعوض المعادلتين (٢) و (٩) بالمعادلة (١) ينتج

$$1000(1+\mathrm{R}) \times \frac{(1+R)}{(1+0.1\,R)^2} = 5901$$

$$\boldsymbol{R = 1.88}$$

$$V = 1000\,(1+1.88)$$

Scanned with CamScanner

$$\boldsymbol{V = 2890\ m^3}$$

$$A = 500\ (1 + 1.88)$$

$$\boldsymbol{A = 1445\ m^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{\pi \times A}{4}} = \sqrt{\frac{\pi \times 1445}{4}} = 42.89\ m \quad \approx 43\ m$$

Scanned with CamScanner

مثال /١

احسب BOD_5 الخارج من مرشح بالتنقيط لمرحلتين

Q 1

Calculate the effluent BOD_5 of a two- stage trickling filter with the following flows, BOD_5 , and dimensions:

$Q = 0.0525\ m^3/sec$

$BOD_5 = 290\ g/m^3$

$volume\ of\ filter\ No.1 = 830\ m^3$

$volume\ of\ filter\ No.2 = 830\ m^3$

$Depth\ of\ filter\ No.1 = Depth\ of\ filter\ No.2 = 2\ m$

$Recirculation\ ratio\ (filter\ No.1) = 125\ \%\ Q$

$Recirculation\ ratio\ (filter\ No.2) = 125\ \%\ Q$

Also Calculate the efficiency of each stage

الحل/

$$F_1 = \frac{(1+R_1)}{(1+0.1R_1)^2} = \frac{(1+1.25)}{(1+0.1\ (1.25))^2} = \frac{2.25}{1.265}$$

$$F_1 = 1.78\ \%$$

$$E_1 = \frac{100}{1 + 4.12\sqrt{\frac{QC_{in}}{V_1.F_1}}}$$

$$E_1 = \frac{100}{1 + 4.12\sqrt{\frac{0.0525 \times 290}{830 \times 1.78}}} = \frac{100}{1.417}$$

$$E_1 = 70.51\%$$

حساب BOD الخارج من الفلتر الاول

Scanned with CamScanner

$$E_1 = \frac{C_{in} - C_e}{C_{in}} \times 100$$

$$0.705 = \frac{290 - C_e}{290} \times 100 \quad \rightarrow \quad C_e = 85.5\ mg/l$$

$$F_2 = \frac{1 + R_2}{(1 + 0.1\ R_2)^2} = \frac{1 + 1.25}{(1 + 0.1 \times 1.25)^2}$$

$$F_2 = 1.78\%$$

$$E_2 = \frac{100}{1 + [(4.12)/(1 - E_1)\ (QC_e/V_2.F_2)^{1/2}]}$$

$$E_2 = \frac{100}{1 + \dfrac{4.12}{(1 - 0.705)\sqrt{\dfrac{0.0525 \times 85.5}{830 \times 1.78}}}}$$

$$E_2 = 56.5\ \%$$

$$E_2 = \frac{C_{in} - C_e}{C_{in}} \times 100$$

$$56.5 = \frac{290 - C_e}{290} \times 100 \quad \rightarrow \quad C_e = 37.2\ mg/l$$

$$E \text{ الكلية} = \frac{C_{in} - C_e}{C_{in}} \times 100$$

$$E = \frac{290 - 37.2}{290} \times 100$$

$$E = 87.17\ \%$$

او بطريقة اخرى وهي مهمة

$$E = [E_1 + (1 - E_1) \times E_2] \times 100$$

$$E = [0.705 + (1 - 0.705) \times 0.56] \times 100$$

$$E = 87.17\ \%$$

Scanned with CamScanner

مثال ٢/

حدد حجم المرشح المطلوب لكل من مرشحين متطابقين إذا كان من المقرر معالجة النفايات في السؤال أعلاه (س ١) لإنتاج دفق من الطلب الأوكسجيني البيولوجي ، قدره ٣٠ mg/l

Q2: Determine the filter volume required each of two identical filters if the waste in the above question (Q 1) is to be treated to yield an effluent BOD, of 30 mg/l.

الحل/

$Q = 0.0525\ m^3/sec$, $C_e = 30\ mg/l$, $C_{in} = 290\ mg/l$

$Depth\ of\ filter\ No.1 = Depth\ of\ filter\ No.2 = 2\ m$

$Recirculation\ ratio\ (filter\ No.1) = 125\ \%\ Q$

$Recirculation\ ratio\ (filter\ No.2) = 125\ \%\ Q$

$$F = \frac{1 + R_2}{(1 + 0.1\ R_2)^2} = \frac{1 + 1.25}{(1 + 0.1 \times 1.25)^2}$$

$$F = 1.78\%$$

$$E = \frac{C_{in} - C_e}{C_{in}} \times 100$$

Scanned with CamScanner