Lecture-11-

تصميم حجرة المصافي Design of screen chamber

شبكة القضبان بمفهومها البسيط هي عبارة عن شبكة من قضبان متوازية وذات فتحات منتظمة تستخدم لإزالة المواد الطافية والمواد الصلبة الخشنة. وتعتبر اول وحدة من وحدات المعالجة وتحتاج الى عملية تنظيف بشكل مستمر وذلك لمنع الانسدادات وتقليل ضائعات الشحنة

تصنيف حجرة المصفاة Classification of Screen

- **حسب طريقة التنظيف According to the method of cleaning**
  1. تنظيف يدوي Hand cleaned
  2. تنظيف ميكانيكي Mechanically cleaned
- **حسب اقطار الفتحات According to the size of clear opening**
  1. خشن Coarse (اكثر من 50 mm)
  2. متوسط Medium (25 – 50 mm)
  3. ناعم Fine (10 -25 mm)

ملاحظة:

تستخدم عادة مصفاة ذات حجم الفتحات المتوسطة والخشنة لحماية الانابيب الخاصة بالنقل من الانسدادات والتحطم اما المصفاة ذات حجم الفتحات الناعمة لإزالة المواد الصلبة.

متطلبات التصميم:

- حجم وكمية المواد الصلبة في مياه الصرف الصحي
- تنظيف الفتحات بين القضبان
- طريقة التنظيف والتكرار
- السرعة العظمى خلال شبكة القضبان

العلاقة التجريبية التي قدمها Kirschmer تستخدم لحساب ضائعات الشحنة خلال شبكة القضبان

قانون حساب ضائعات الشحنة ←

$$h_L = \beta \left[\frac{w}{b}\right]^{4/3} \times h_v \sin\theta$$

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

h_L : ضائعات الشحنة

β : معامل شكل القضيب

w : عرض القضيب المواجه للجريان

b : صافي الفراغات بين القضبان

h_v : شحنة السرعة المقتربة من القضبان

Scanned with CamScanner

θ : جيب الزاوية التي تكون فيها القضبان مائلة

قيمة معامل الشكل β لمختلف انواع القضبان يفترض ان تكون اقل :

اذا كان القضيب مستطيل المقطع والحافة حادة $\beta = 2.42$

اذا كان القضيب مستطيل المقطع $= 1.83$

اذا كان القضيب دائري المقطع $= 1.79$

صيغة اخرى لحساب ضائعات الشحنة خلال شبكة القضبان

$$h_L = 0.0729\ (V^2 - V_h^2)$$

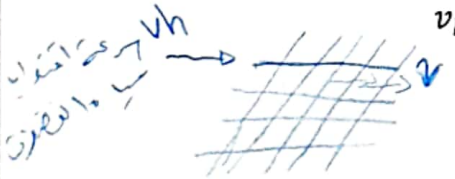
(m)

v : السرعة خلال شبكة القضبان (m/sec)

v_h : سرعة الاقتراب (الافقية)(cm/sec) متى وصول الطفاة

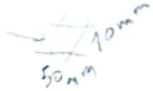
ملاحظات مهمة:

- كلما زادت الزاوية تزيد ضائعات الشحنة ؟ لأنه عندما تزداد الزاوية فان sin الزاوية سوف تزداد واعظم قيمة للـ sin عندما تكون الزاوية قائمة مع ثبات بقية العوامل
- كلما تقل قيمة β فان ضائعات الشحنة تكون اقل
- القضيب الدائري المقطع يكون مناسب اكثر
- يجب ان تكون السرعة خلال شبكة القضبان v اكبر من سرعة الاقتراب v_h



الاعتبارات التصميمية:

- تصميم الجريان $Q = 3 \times Q_{avg} = Q_{max}$
- سرعة الاقتراب من مياه الصرف الصحي $v_h < 37.5\ cm/s$
- اعظم سرعة خلال شبكة القضبان $v = 30\ cm/s$ (تنظيف يدوي)
  $= 75\ cm/s$ (تنظيف ميكانيكي)



- حجم القضبان $= 10\ mm \times 50\ mm\ (50\ mm\ side\ parallel\ to\ the\ flow)$
- ميل القضبان $\theta = 30^\circ - 60^\circ$ $usually\ 45^\circ\ with\ horizontal$
- صافي الفراغات او الفتحات بين القضبان $= 25 - 50\ mm$ (تنظيف يدوي)
  $= 15\ to\ 75\ mm$ (تنظيف ميكانيكي)
- كمية المواد التي يتم حجزها = 0.0015 to 0.015 m^3/ML اذا كان حجم الفراغ بين القضبان 10 mm to 25 mm

10mm – 25 mm (حجم الفراغات) ← 0.0015 – 0.015 m^3/ML

Scanned with CamScanner

ملاحظات مهمة

معايير تصميمية :-

- السرعة الجريان خلال المصفاة يتراوح مابين $(0.3 - 0.75 \frac{m}{sec})$

$(30 - 75 \frac{cm}{sec})$

يجب ان لاتكون السرعة الجريان الداخلة الى داخل فتحات المصفاة اقل من $0.3 \frac{m}{sec}$ وذلك (لضمان عدم ترسب المواد العالقة خلالها مثل ترسب حبيبات الرمل)

السرعة يجب ان لاتكون :-

أعلى من $0.75 \frac{m}{sec}$ (لان سوف يتم دفع المواد الطافية خارج المصفاة)

حساب ضائعات الشبنه Head Loss :-

يعتمد على :-

١- كمية ونوعية المواد العالقة المتراكمة على المصفاة

٢- السرعة الافقية خلال المصفاة V (m/sec)

٣- سرعة الجريان خلال اقترابه من المصفاة (سرعة الاقتراب) V_h

يجب ان لاتتجاوز 37.5 cm/sec

$$h_L = 0.0729 (V^2 - V_h^2)$$

* $V > V_h$ (سرعة خلال المصفاة يجب ان تكون اكبر من سرعة الاقتراب قبل المصفاة)

OR

$$h_L = B \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} h_v \sin\theta$$

* B :- معامل يشكل القضبان

B=1.79 B=2.42 B=1.83

يعتمد معامل شكل B على انواع القضبان

مستطيل ذو حافة حادة 2.42

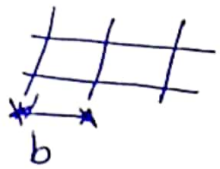
مستطيل المقطع 1.83

دائري المقطع 1.79

Scanned with CamScanner

* w: عرض القضبان bar (يقاس بوحدة الطول)

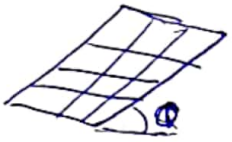
* b: صافي الفراغات بين القضبان



hv: Velocity head of flow approaching the rack(m) $hv = \frac{V^2}{2g}$

ويعبر عنها (hv) بانها عمود الضغط المطلوب لزيادة سرعة الاقتراب (التدفق) للماء

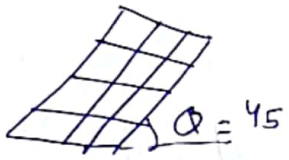
* SinΦ: جيب الزاوية اذا كانت القضبان مائلة

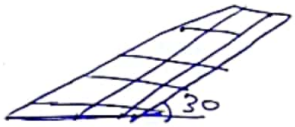


عادة $\Phi = 30^\circ - 60^\circ$ ميل القضبان ويؤخذ بالعادة $\Phi = 45^\circ$

كلما زادت الزاوية تزداد جنائات الشبكة لان عندما تزداد الزاوية

فأن جيب الزاوية (SinΦ) يزداد واعظم قيمة عندما الزاوية $\Phi = 90^\circ$





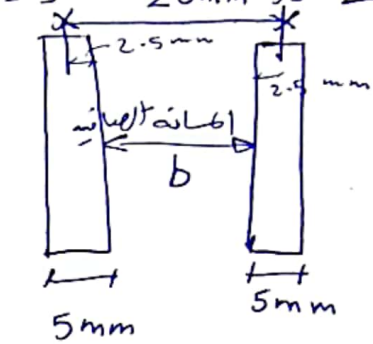
* h (headloss) - يجب ان لا يتجاوز 0.15m طيلة انسداد الشبكة

Scanned with CamScanner

مثال: أصبح صانع الشحنة خلال الصفاة تتألف من قضبان مستطيلة عرضها (5mm) وان المسافة من مركز

قضيب (bar) الى مركز القضيب الذي يليه (bar) تساوي (20mm) وهذه الصفاة موضوعة في قناة عرضها (1m) وعمقها (600mm) والتي تنقل تصريف قدرة $20 m^3/min$.

الحل: Solution



① - يجب ايجاد المسافة الصافية بين (bars)

$b = 20 - 5 = 15mm = 0.15m$

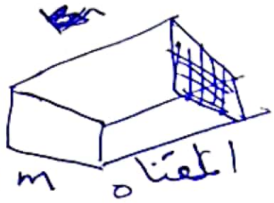
B بدلالة شكل المعادلة = 2.42 (للقضبان المستطيل ذو الحافة)

$h_v = \frac{V^2}{2g}$.

$V = \frac{\text{التصريف } Q}{\text{مساحة المقطع القناة}} = \frac{20 m^3/min \rightarrow min \rightarrow sec}{1m \times 0.6m} = 0.555 \frac{m}{sec}$ السرعة

$\therefore h_v = \frac{(0.555)^2 \frac{m^2}{sec^2}}{2 \times 9.81 \frac{m}{sec^2}} = 0.0157m$

$600mm / 1000 \Rightarrow 0.6m$



$\theta = 90 = \frac{\pi}{2}$ حالة خاصة $\rightarrow 1$

$\sin 90^\circ = 1$

Scanned with CamScanner

$$h_L = B\left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{3}{4}} h_v \sin\theta$$

$$= 2.42\left(\frac{0.005}{0.015}\right)^{\frac{3}{4}} * 0.0157 \times 1$$

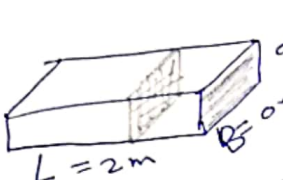
$$= 8.884 \times 10^{-3} m \Longrightarrow \text{كول الى mm} \quad \text{ضرب} * 1000$$

$$= 8.8 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

Scanned with CamScanner

مثال/1

بافتراض معايير مناسبة، قم بتصميم شبكة قضبان لمعالجة اقصى تدفق يبلغ $0.15\ m^3/s$ من مياه الصرف الصحي المنزلية في



توفير ابعاد شبكة القضبان تشبه تلك الخاصة بقناة الاقتراب . لدينا لذلك المقطع العرضي

$$L = 2.0\ m \ , B = 0.6\ m \ , and \ D = 0.4\ m$$

Assuming suitable criteria, design a screen chamber to treat a maximum flow of $0.15\ m^3/s$ of domestic wastewater in each channel from the approach channel

Providing the dimensions of the screen chamber same as that of the approach channel we have,

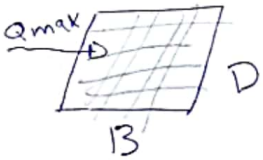
$$L = 2.0\ m \ , B = 0.6\ m \ , and \ D = 0.4\ m$$

Therefore, the cross-sectional area

الحل/

$$Q_{max} = \frac{0.15\ m^3/s \times 1000 \times 24 \times 60 \times 60}{10^6} = 12.96\ MLD \approx 13\ MLD$$

(المساحة المقطع العرضي) $A_x = B \times D = 0.6 \times 0.4 = 0.24\ m^2$



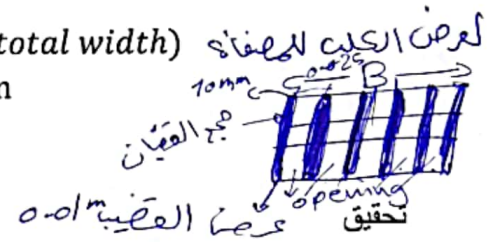
.1

(سرعة اقتراب المياه الصرف الصحي) $V_h = \frac{Q_{max}}{Area} = \frac{0.15}{0.24} = 0.625\ m/s \approx$

(المساحة المعرضة للجريان)

2. ايجاد عدد القضبان

$$opening\ (n+1) + size\ of\ bars(n) = B\ (total\ width)$$
$$0.025\ (n+1) + 0.01\ n = 0.6\ m$$
$$n = 16$$



العرض الكلي لشبكة القضبان $= (16 \times 0.01) + (17 \times 0.025) = 0.585\ m$

وبالتالي العرض المقدم 0.6 m مقبول .

ملاحظة : يجب ان نجد عرض شبكة القضبان حتى نرى هل تكفي المقطع العرضي للقناة .

Scanned with CamScanner

3. حساب السرعة خلال شبكة القضبان

سرعة التدفق خلال شبكة القضبان ما يلي

1- العرض الفعال للقناة يساوي

$$B_e = total\ width - width\ of\ 16\ bars$$

$$B_e = 0.6 - (0.01 \times n)$$

(العرض بدون القضبان) $B_e = 0.6 - (0.01 \times 16) = \underline{0.44\ m}$

وعمق مياه الصرف الصحي $D\ is\ 0.4\ m$

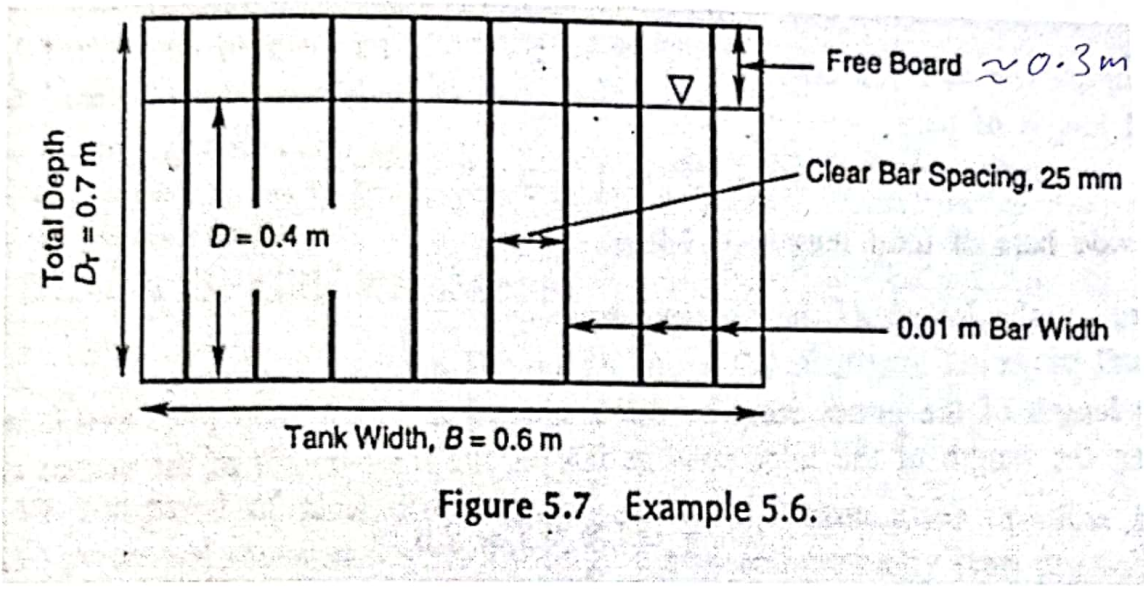


Figure 5.7 Example 5.6.

لذلك، مساحة المقطع العرضي الفعال للشبكة هو (المساحة التي تعرض لمياه الصرف الصحي)

$$0.44\ m \times 0.4 = 0.176\ m^2$$

عندها، سرعة التدفق خلال شبكة القضبان يعطى بـ

$$v = \frac{flow}{cross - section\ area} = \frac{0.15\ m^3/s}{0.176\ m^2} = 0.852\ m/s \approx 0.9\ m/s$$

(سرعة تصريف / مساحة المقطع الفعال)

4. ضائع الشحنة خلال شبكة القضبان

$$h_L = 0.0729\ (v^2 - v_h^2)$$

حيث

v_h : السرعة قبل شبكة القضبان

v : السرعة خلال شبكة القضبان (سرعة التدفق خلال القضبان)

$$h_L = 0.0729\ [(0.9)^2 - (0.85)^2] = 0.03\ m$$

$= 0.03\ m \therefore OK < 0.15\ m$

Scanned with CamScanner

مقبول لان ضائعات الشحنة اقل من معايير التصميم 0.15 m

5. كمية المواد المطحونة (كمية المواد التي تم اصطيادها من قبل الشبكة)

بافتراض انتاج شبكة القضبان $0.0015\ m^3/ML$ من التدفق وفتحة 25 mm و تدفق 13 MLD

انتاجية الشبكة $quantity\ of\ screening\ produced = 0.0015\ (m^3/ML) \times 13\ (\text{MLD})$

$= 0.0195 \approx 0.02\ m^3/d \quad (\approx 20\ liters/d)$

يمكن اجراء التنظيف يدويا كل 3 ايام بكمية تقريبية

$0.02 \times 3 = 0.06\ m^3$ (الكمية التي سوف تزال بعد ٣ ايام)

تصميم حوض ازالة الحصباء Design of grit chamber

وهو عبارة عن حوض يصمم لإزالة الحصباء (الرمال ، الركام الخشن ، بقايا الخشب ، أو أية مواد صلبة ثقيلة ذات كثافة اعلى من كافة المواد العضوية) بحيث تكون سرعة ترسبها أو وزنها النوعي اكبر من سرعة ترسب المواد الصلبة العضوية الموجودة في المياه الثقيلة فائدتها :

1. لحماية الأجزاء الميكانيكية في الوحدات التي تليها من التأكل
2. التقليل من تكون الرواسب الثقيلة بالأنابيب الناقلة والقنوات
3. تقليل عدد مرات تنظيف الهاضوم كنتيجة للتراكم المضطرد للحصباء في مثل هذه الوحدة
4. تحسين عمليات نزع الماء من الخبث الغير معالج عند استخدام مرشحات تعمل بأسلوب خلخلة الضغط

ملاحظة:

يكون موقع حوض ازالة الرمال في بداية محطة المعالجة بعد شبكة القضبان والمجرشة (الطاحونة) حيث أن وجود شبكة القضبان والمجرشة يجعل عمل معدات ازالة الحصباء والتنظيف اسهل.

انواع احواض ازالة الحصباء Types of grit chambers

متنوعة اشهرها كالاتي

1. احواض مستطيلة افقية Rectangular horizontal flow type
2. الاحواض المهواة Aerated grit chamber

ملاحظة :

يتضمن عمل احواض ازالة الحصباء على ازالة المواد الخاملة مع ضمان بقاء المواد العضوية داخل المياه الثقيلة دون أن تترسب والإزالة تعتمد على الاختلاف بالكثافة بين المواد العضوية والمواد الخاملة.

Scanned with CamScanner