جامعة المنارة
MANARA UNIVERSITY

مقرر " الهندسة البيئية "

Enviromental Engineering (CEVC705)

تصميم حجرة تشكل الندف ذات الراسب المعلق المدمجة مع أحواض الترسيب الأفقية

مثال عملي

د. م. رائد سلمان جعفر

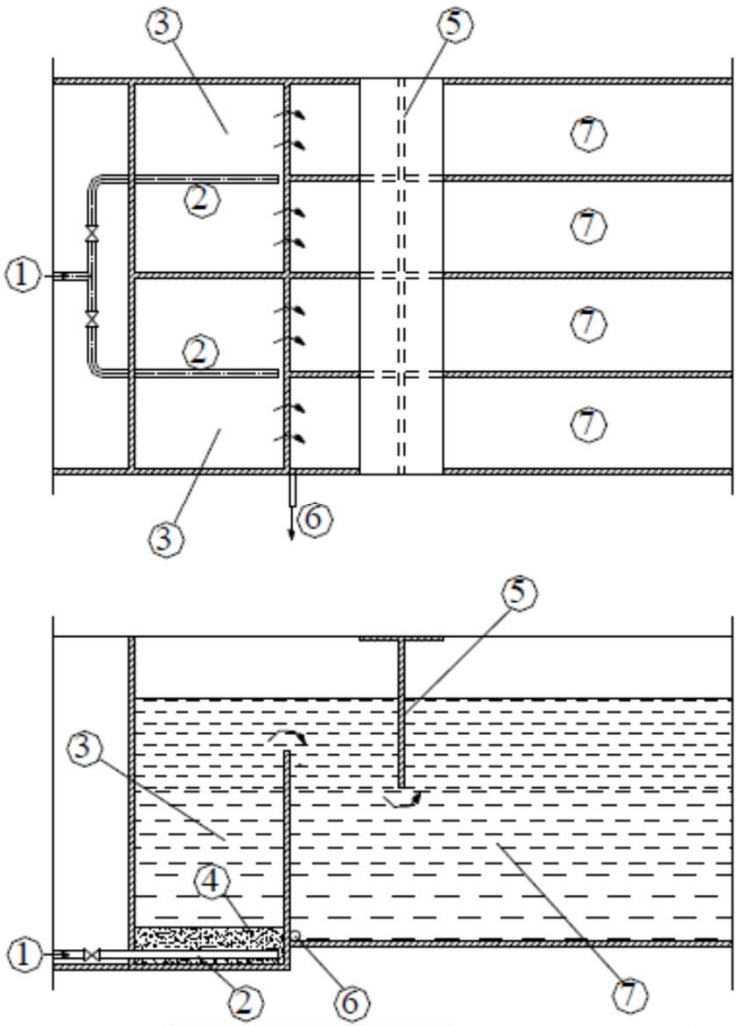
العام الدراسي 2023-2024

raedjafar@yahoo.fr
https://manara.edu.sy/

تصميم حجرة تشكل الندف ذات الراسب المعلق المدمجة مع أحواض الترسيب الأفقية

يُطلب تصميم حجر تشكل الندف ذات الراسب المعلق المدمجة مع أحواض الترسيب الأفقية إذا كان لديك ما يلي :

- الغزارة الساعية لمحطة المعالجة : $q_h = 1450\ m^3/h$
- عكارة المياه الداخلة إلى حجرة تشكل الندف : $M_0 = 700\ mg/l$
- عدد الحجر يساوي عدد أحواض الترسيب الأفقية المدمجة معها ويساوي (4)
- عرض الحجرة يساوي عرض حوض الترسيب الأفقي المدمجة معه ويساوي ($b_c = 5.6\ m$)
- ارتفاع حوض الترسيب الأفقي يساوي ($h_s = 3.5\ m$).



1- قسطل نقل المياه المعالجة من حوض المزج إلى حجرة تشكل الندف

2- أنبوب مثقب (أو يحتوي على شقوق) لتوزيع المياه أسفل حجرة تشكل الندف

3- حجرة تشكل الندف العمودية

4- طبقة من الرواسب المتوضعة في قاع حجرة تشكل الندف

5- صفيحة توجيه نصف مغمورة

6- قسطل تصريف الرواسب من حوض الترسيب

7- أقسام حوض الترسيب الأفقي

حجرة تشكل الندف العمودية ذات الراسب المعلق والمدمجة مع حوض الترسيب الأفقي

الحل:

1)- مساحة سطح كافة حجر تشكل الندف ذات الراسب المعلق المستخدمة في المحطة :

$$\sum F_c = \frac{q_h}{3600 \cdot v_c} = \frac{1450}{3600 \cdot 0{,}002} \approx 201.4 m^2$$

حيث أن :

v_c- سرعة تيار المياه الصاعدة في الطبقة العليا من حجرة تشكل الندف المدروسة ، وقد أُخذت تبعاً لقيمة عكارة المياه القادمة إلى الحجرة (وفق الجدول التالي) مساوية ($v_c = 2$ mm/s) .

تقدر قيمة سرعة حركة تيار المياه الصاعد في الطبقة العلوية من حجرة تشكل الندف ذات الراسب المعلق تبعاً لنوعية المياه المعالجة كما يلي :

نوعية المياه المعالجة	سرعة تيار المياه الصاعد (mm/s)
مياه منخفضة العكارة	1.0
مياه متوسطة العكارة (300 – 600 mg/l)	1.5
مياه عالية العكارة	2.0

2)- مساحة سطح الحجرة الواحدة :

انطلاقاً من قيمة المساحة الكلية المحسوبة أعلاه ومن عدد الحجر المساوي (4) تكون تلك مساحة سطح الحجرة الواحدة مساوية :

$$F_c = 201.4 / 4 = 50.3 \ m^2$$

3)– من أجل العرض المفروض للحجرة يكون طولها مساوياً :

$$L_c = F_c / b_c = 50,3 / 5,6 = 9 \text{ m}$$

4)– حساب ارتفاع الحجرة :

يحسب ارتفاع الحجرة اعتماداً على ارتفاع حوض الترسيب المدمجة معه مع الأخذ بعين الاعتبار فواقد الطاقة في الحجرة ذاتها ، وبالتالي فإن :

$$H_c = h_s + h_c = 3.5 + 0.1 = 3.6 \text{ m}$$

5) – يحسب زمن مكث المياه المعالجة في الحجرة كما يلي :

$$t = H_c / (60 . v_c) = 3,6 / (60 . 0,002) = 30 \text{ min}$$

وهو زمن محقق لمعطيات **الكود الروسي** المعتمد لدينا في التصميم ، **حيث يجب ألا يقل زمن المكث في هذه الحجر عن (20 min)** .

6)– الغزارة (l/s) القادمة إلى كل من الحجر الأربعة هي :

$$q_{c.s} = q_h . 1000 / (4 . 3600) = 1450 . 1000 / (4 . 3600) = 100.7 \text{ l/s}$$

يجري توزيع المياه على مساحة كل حجرة من الحجر الأربعة بواسطة أنبوبين مثقبين بثقوب متجهة بشكل أفقي، وبالتالي فإن الغزارة المارة عبر كل أنبوب هي :

$$q_p = q_{c.s} / n = 100.7 / 2 = 50.4 \text{ l/s}$$

انطلاقاً من قيمة سرعة حركة المياه في أنابيب التوزيع ، والتي تؤخذ وفقاً للكود بحدود (**0.5 – 0.6 m/s**) وبالاستناد إلى قيمة الغزارة المارة في الأنبوب الواحد يمكن باستخدام جداول التصميمي الهيدروليكي لشبكات مياه الشرب تحديد القطر المناسب للأنبوب الواحد والذي يساوي في مثالنا (**d = 350 mm**) .

7)– تحديد عدد الثقوب في أنبوب توزيع المياه داخل الحجرة :

يؤخذ عادة قطر هذه الثقوب بحدود (**15 – 25 mm**) ، فبفرض أن قطر الثقب الواحد (d_0 **= 25 mm**) يمكن عندها حساب عددها بمعرفة مساحة سطحها جميعاً والتي تعادل عادة نسبة (**30 – 40 %**) من مساحة مقطع الأنبوب الموجودة فيه ، فبفرض أن مساحة الثقوب تساوي (**40 %**) من مساحة مقطع الأنبوب تكون تلك المساحة مساوية :

$$\sum f_0 = 0{,}4 \cdot \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} = 0{,}4 \cdot \frac{3{,}14 \cdot (0{,}35)^2}{4} \approx 0{,}04 m^2$$

وبالتالي فإن عدد الثقوب في كل أنبوب يكون مساوياً :

$$n = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{0{,}04}{0{,}00049} = 82$$

باعتبار أن : f_0 **= 0.00049 m²** هي مساحة الثقب الواحد ذي القطر (d_0 **= 25 mm**) كما تم فرضه أعلاه .

8)– تتوضع الثقوب العائدة للأنبوب الواحد في صفين ممتدين على جانبي الأنبوب بشكل شطرنجي فتكون المسافة الفاصلة بين الثقوب مساوية :

$$e_0 = L_c / n = 9000 / 82 = 110 \text{ mm}$$

9)– تنتقل المياه من حجرة تشكل الندف ذات الراسب المعلق إلى حوض الترسيب الأفقي المدمج معها عبر هدار مغمور تتوضع حافته العليا تحت سطح الماء لمسافة تحسب بالعلاقة التالية :

$$h_B = q_{s.c} / (v_B \cdot b_c) = 0{,}1007 / (0{,}05 \cdot 5{,}6) = 0{,}35 \text{ m}$$

حيث أن :

v_B– سرعة انتقال المياه فوق حافة الهدار وتؤخذ مساوية (0.05 m/s) .

10)– تتوضع بعد جدار الهدار صفيحة توجيه معترضة تكون مغمورة لمسافة (25 – 33 %) من ارتفاع حوض الترسيب الأفقي مهمتها توجيه تيار المياه نحو الأسفل . أما سرعة حركة المياه على طول المسافة الفاصلة بين جدار الهدار وصفيحة التوجيه فيجب ألا تزيد عن (0.03 m/s) .