

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТОНКОШАРОВОГО СЕКЦІОНУВАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПРОСТОРУ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКІВ

О.Б. Шандиба, А.В.Толбатов, Г.А. Смоляров, О.В.Семерня
Сумський національний аграрний університет
abshandyba@ukr.net

Анотація - В пропонованій роботі представлено дослідження принципової можливості інтенсифікації роботи очисних споруд шляхом секціонування їх внутрішнього простору. Розглядається метод підвищення ефективності роботи очисних споруд, зокрема, горизонтальних відстійників, та зменшення їх габаритів оптимізацією внутрішнього перерізу зони осадження. При встановленні тонкошарових вставок досягається зменшення турбулентної складової швидкості потоку разом зі скороченням шляху осадження забруднень.

Ключові слова: секціонування, внутрішній простір, очисні споруди, осадження, швидкість, турбулентна складова, горизонтальний відстійник, гідравлічна крупність.

1. ВСТУП

Горизонтальні відстійники є одними з найбільш розповсюджених очисних споруд для видалення зважених коагульованих речовин або необроблених дисперсних забруднень, що мають гідравлічну крупність не менше 0,5-1,0 мм/сек. Конструкція відстійника звичайно виконана у вигляді басейну прямокутної форми в плані та перерізі (рис. 1).

Забруднена вода від торцевої стінки А через розподільчий лоток подається в зону відстоювання В, а освітлена вода через розташований на протилежному торці збиральний лоток С відводиться на подальші ступені очищення.

Високий рівень сучасних вимог до техніки захисту довкілля, зокрема, до продуктивності відстійників та якості очищення в них води потребує значних капітальних вкладень і проведення кваліфікованих пуско-налагоджувальних робіт. В пропонованій роботі представлено розвиток досліджень можливості інтенсифікації роботи очисних споруд шляхом секціонування їх внутрішнього простору [1,2,3].

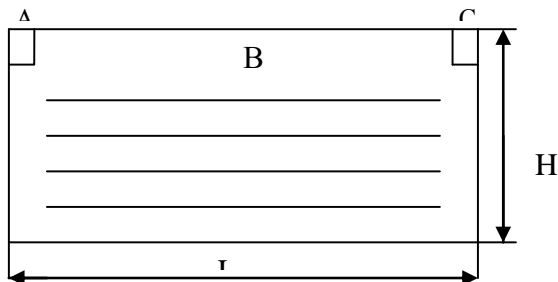


Рис.1 Схема секціонування внутрішнього простору горизонтального відстійника

Зменшення висоти осадження зважених часток забруднень за допомогою спеціальних тонкошарових модулів виявилось досить ефективним інженерним рішенням і було реалізовано в багатьох конструкціях [2,3]. Тонкошарові модулі знайшли практичне застосування при реконструкції діючих очисних споруд. Тривалий досвід їх експлуатації показав можливість досягнення 95 % ефекту освітлення при початковій мутності коагульованої води до 150 мг/л та вилученні зважених часток забруднення гідравлічною крупністю вище 0,5 мм/сек.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Враховуючи технологічні переваги секціонування внутрішнього простору очисних споруд, мета роботи полягає в проведенні теоретичного аналізу як самої можливості підвищення продуктивності тонкошарових модулів і зменшення їх габаритів, так і більш ефективного видалення тонкодисперсних забруднюючих речовин.

Розглянемо найдовшу траєкторію руху найдрібнішої частинки забруднення з гідравлічною крупністю u_0 , що з розподільчого лотка А в процесі відстоювання має опинитися в нижній частині зони відстоювання (точка В), обмеженої торцевою стінкою зі збиральним лотком С.

Рівняння її руху в горизонтальному напрямку довжиною L з середньою швидкістю $V = Q/BH$, можна записати у вигляді:

$$t = \frac{BHL}{Q}, \quad (1)$$

де B, H, L – відповідно, ширина, глибина та довжина зони відстоювання.

З іншого боку, за цей же час частинка забруднення пройде шлях H вниз у вертикальному напрямку з урахуванням турбулентної зважуючої складової, що зменшує її гідравлічну крупність u_0 , тобто швидкість осадження, згідно даним А.А.Труфанова та П.І.Піскунова [1], знизиться приблизно на одну тридцятку горизонтальної складової швидкості, тобто $V/30$.

Таким чином,

$$t = \frac{H}{u_0 - V/30} = \frac{H}{u_0 - Q/30BH} \quad (2)$$

$$t = \frac{H}{u_0 - V/30} = \frac{H}{u_0 - Q/30BH} \quad (3)$$

Прирівнюючи (2) та (3) отримаємо

$$\frac{BHL}{Q} = \frac{H}{u_0 - Q : 30BH} \quad (4)$$

Звідки знаходимо довжину відстійника, що забезпечує осадження найменшої частинки з гідравлічною крупністю u_0 :

$$L = \frac{Q}{B(u_0 - Q : 30BH)} \quad (5)$$

Покажемо, що після встановлення n полиць тонкошарового модуля, довжина відстійника може бути відповідним чином зменшена, згідно рівнянню

$$L' = \frac{q}{B(u_0 - q : 30Bh)} \quad (6)$$

де $q = Q:n$; $h = H:n$.

Оцінимо можливе зменшення довжини відстійника після секціонування його внутрішнього простору тонкошаровим модулем:

$$\frac{L'}{L} = \frac{QB(u_0 - q : 30Bh)}{QBn(u_0 - q : 30BH)} = \frac{1}{n} \quad (7)$$

Таким чином, секціонування відстійника тонкошаровим модулем, що включає n горизонтально розташованих полиць, дозволяє пропорційно зменшити довжину відстійника при тій же гідравлічній крупності частинок видаляемого забруднення.

3. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

Визначимо гідравлічну крупність дисперсних частинок, що будуть уловлюватись модернізованим відстійником з такою ж довжиною після модернізації. Для цього прирівняємо вирази (5) та (6). Після скорочень отримаємо

$$\frac{Q}{u_0 - Q : 30BH} = \frac{q}{u'_0 - q : 30Bh} \quad (8)$$

Або в остаточному вигляді гідравлічна крупність осідаючих часток забруднення зменшиться згідно виразу:

$$u_0 = \frac{u_0}{n} + \frac{n-1}{n} \frac{q}{30Bh} \quad (9)$$

Тобто, після встановлення тонкошарового модуля дисперсність частинок забруднення, що можуть бути уловлені відстійником, зменшиться по параметру гідравлічної крупності в n раз. А якщо також врахувати не зовсім коректне визначення зважуючої турбулентної складової у виразі (2) за літературними даними, то ефективність відстійника може бути ще вищою за рахунок зменшення турбулізації потоку в тонкошарових секціях. Дійсно, апроксимація Труфанова-Піскунова включає лише горизонтальну швидкість і не враховує зміни характерного поперечного геометричного розміру, що фігурує в критерії Рейнольда. Таким чином, секціонуванням внутрішнього простору відстійника досягається додаткова стабілізація потоку з відповідним зменшенням зважуючої турбулентної складової $\frac{q}{30Bh}$. В

результаті встановлення тонкошарових вставок досягається зменшення турбулентної складової швидкості, що разом зі скороченням шляху осадження

дало можливість зменшити габарити конструкції та підвищити ефективність очищення стічних вод.

4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

В діючих освітлювачах зі зваженим осадом та у відстійниках у зоні проясненої води рекомендована установка тонкошарових модулів, що складаються з системи паралельних похилих каналів [3]. Модулі виготовляються з напівтвердої полівинілхлоридної плівки товщиною 0,4-0,6 мм, що закріплюється в металевій обоймі у виді системи похилих під кутом 60° V-образних каналів із глибиною кожного 50-70 мм, шириною 100 мм, довжиною 600-1200 мм. Запропоновані оптимізовані конструкції і технологія виготовлення тонкошарових сотоблоків із синтетичних полімерних плівок – поліетиленової плівки товщиною 0,2 мм або вініпластової плівки товщиною 0,5 мм. Досвід роботи освітлювачів зі зваженим осадом показав, що при подачі на них вихідної води мутністю 20 мг/л, швидкості висхідного потоку 0,4 - 0,5 мм/с, та питомому навантаженні 1,0-1,5 м³/(год·м²) забезпечується зниження мутності до 8 - 12 мг/л. Більш того, при установці тонкошарового модуля в зоні проясненої води можливе збільшення швидкості висхідного потоку до 1,4 - 1,7 мм/с, питомого навантаження до 4,5-5,5 м³/(год·м²) і підвищення якості очищеної води.

В роботі [2] запропонувало для горизонтальних відстійників установку тонкошарових пакетів з пластику товщиною 4 мм. Вихідна вода вводиться перфорованими трубами, проходить через паралельно працюючі тонкошарові пакети і виводиться із середини всієї довжини відстійника колектором.

Як показали дослідження, проведені в умовах ливарного виробництва, встановлення блоку пакетів дозволило підвищити навантаження на відстійник майже у шість разів. Крім того, у відстійнику було досягнуто підвищення ступеню очищення води за рахунок затримки більш дрібних часток з меншою гідравлічною крупністю.

На локальних очисних спорудах невеликої продуктивності для підвищення ефективності першої ступені була змонтована паралельно працююча компактна установки заводського виготовлення типу «Струмін», що складалась із щільно покладених у циліндричну обойму труб діаметром 40-80 мм довжиною 2м. При тривалості відстоювання 15 хвилин і швидкості потоку 2 мм/с така установка знизила концентрацію зважених речовин з 400 до 45-50 мг/л.

У збірну систему перфорованих труб вода надходить під гідростатичним напором, обумовленим глибиною занурення труб. Отвори діаметром 8-10 мм розташовують знизу труб. Перфоровані труби кріплять так, щоб їх можна було вільно витягти і при необхідності прочистити. Прояснену воду забирають бічними жолобами через затоплений водозлив або бічні щілини. Водозливи виготовляють з тонких струганих дощок, попередньо оброблених антисептичними речовинами. Рівномірність відводу забезпечується підвищеною висотою шару проясненої води та наявністю пристроїв додаткового опору з гравійного засипання або сітки.

Перед подачею води на тонкошарові відстійники, з неї необхідно ретельно видалити повітря. Для цього перед відстійником можна установити гідравлічний дільник, що складається з відкритого лотка з похилими пластинами, які по чергово не доходять до верха і низу дільника. Таким чином забезпечується зміна напрямку руху потоку по вертикалі та відповідним підвищенням гідравлічного опору з деяким підпором відповідно рівня вільної поверхні води. Зауважимо, що несвоєчасне видалення осаду з відстійника відразу ж знижує ефект очищення.

Видаляти осад можна періодично або в безперервному режимі. Відводять його під гідравлічним напором із пристроєм кінцевої осадкової частини (кут нахилу кінцевої поверхні 45-60°, зливальний патрубок знаходиться в нижній частині) або плоскої з пристроєм системи дренажних труб. Підвищити плинність осаду можна встановленням в нижній осадковій частині вібруючих ґрат на еластичних опорах. Підвищення ефективності очищення води в тонкошаровому відстійнику може бути досягнуто також очищенням нижнього, найбільш забрудненого потоку. Для цього між пластинами на виході встановлюється ділильна перегородка та жолоби з переливними водозливами для води різної якості. Верхній, найбільш чистий, потік направляєтся на фільтр, а нижній – на повторне освітлення.

З точки зору перспектив методу секціонування внутрішнього простору ємнісних очисних споруд слід відмітити можливості його застосування в інших технічних рішеннях при реконструкції, ремонті та впровадженні систем енергозбереження. Реалізація глибокого диференційованого очищення циркуляційних оборотних вод дозволяє знизити продувку, стабілізувати водний баланс локальних циклів замкненого водопостачання та вирішити низку екологічних проблем захисту водних джерел [4, 5].

5. ВИСНОВКИ

В результаті встановлення тонкошарових вставок обмежується турбулентна складова швидкості потоку, що разом зі скороченням шляху осадження дало змогу зменшити габарити конструкції та підвищити ефективність очищення стічних вод. Секціонування зони осадження зважених часток забруднень за допомогою спеціальних тонкошарових модулів виявилось досить ефективним і було реалізовано в багатьох конструкціях. Слід відмітити можливості його застосування в інших технічних рішеннях при реконструкції відстійників та впровадженні систем енергозбереження.

6. ЛІТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Изд.2-е, перераб. и доп. М.,Стройиздат, 1974, 480 с.
2. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т.,Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод.– К.: Лібра, 2000.–552 с.
3. Орлов В.О., Шевчук Б.И. Интенсификация работы водоочистных сооружений.- К.: Будивэльник. 1980.-128 с.
4. Shandyba A.B., Vakal S.V. Rationalisation of water use in multistage washing of dispersive materials. Proceedings of the

Int.Conf. of Construction for a Sustainable Environment, Vilnius, Lithuania, 1-4 July, 2008.

5. Шандиба О. Б., Шпетний Д. М. Технологічні особливості очищення циркуляційної води в системах оборотного водопостачання. / Міжнародний науково - технічний журнал „Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” № 1(54). Хмельницький, – 2016. – С. 175-179.

IMPROVING EFFICIENCY OF HORIZONTAL PRECIPITATORS BY THIN-LAYER SECTIONALIZING THEIR INTERNAL SPACE

A.B. Shandyba, A.V. Tolbatov
G.A. Smolarov, O.V. Semernya
Sumy National Agrarian University
abshandyba@ukr.net

Abstract: *The article has to get recognised of the possibility of improving sewage treatment plants by sectionalizing its internal space. Reasonable sectionalizing of internal space of besieging zone makes the additional stabilizing of stream and increases the process efficiency. Establishment of the dividing insertions have arrived to the reduction of turbulent component speed together with cutting down of besieging way. To except blowing after pollutants concentrating by the intensive multi-stage countercurrent technology process with the devices for by-pass waste-water treatment under thin-layer sectionalizing.*

Key words: *sectionalizing, internal space, laminar flow, besieging zone, thin-layer sectionalizing, precipitator, turbulent component, sewage treatment.*