

6. Репінський С. В. Керування регульованих насосів в гідроприводах, чутливих до навантаження : монографія / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 199 с.

7. Аналітичне оцінювання ККД об'ємного насоса з частотно-керуваним приводним електродвигуном [Електронний ресурс] / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, О. В. Паславська // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. – Електрон. текст. дані. – 2017. – Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2904>.

8. Про можливість підвищення ККД агрегату регульований насос-електродвигун / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, О. В. Паславська // Матеріали VII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», м. Чернігів, 24-27 квітня 2017 р. – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 203–205.

УДК 621 (03)

**І.В. Севостьянов, д.т.н., проф.,
Є.О. Мельник**

Вінницький національний технічний університет

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД

Проблема чистої питної води є досить актуальною для більшості країн світу, в тому числі для України. Одна зі складових даної проблеми це якісне очищення стічних вод для забезпечення можливості їх повернення в природу без негативних наслідків для неї або для повторного використання води на виробництві. Ситуація ускладнюється тим, що наявні на Україні системи очищення побутових та виробничих стічних вод – решітки, сита, пісколовки, відстійники, гідроциклони, барабанні фільтри тощо [1 – 3] є морально та фізично застарілими (громіздкими, енергоємними і такими, що не забезпечують достатньо повного та якісного очищення води).

У зв'язку із цим, нами пропонується удосконалена установка, що може здійснювати тристадійне очищення виробничих стічних вод з концентрацією мінерально-органічних забруднюючих частинок – 30000 мг/л, розмірами від 0,02 до 25 мм, з продуктивністю 500 м³ / добу. Для цього пропонується установка оснащена фільтраційними металевими решітками попереднього очищення, з розмірами осередків 20 × 20 мм (I стадія), металевим ситом нормального очищення, з розмірами осередків 1 × 1 мм (II стадія) та мікрофільтраційним металевим ситом тонкого очищення, з розмірами осередків 0,03 × 0,03 мм (III стадія). Основною відмінною рисою пропонованої установки від відомого обладнання аналогічного призначення є оснащення її механізованими та автоматизованими пристроями для очищення фільтрувальних елементів без переривання робочого процесу із забезпеченням заданих продуктивності та якості очищення води.

При цьому для ефективної роботи будь-якої системи очищення є розрахунок оптимальних параметрів подачі стоків до установки. Так, у випадку, коли ця подача здійснюється з накопичувального бака мінімальна потрібна висота останнього визначається за формулою

$$H_{\delta.min} = \frac{\Delta p}{\rho_c g}, \quad (1)$$

де ρ_c – густина стоків; Δp – перепад тиску у середовищі стічних вод у трубі подачі їх до пропонованої установки, що потрібно створити за допомогою накопичувального баку і який може бути розрахований за формулою

$$\Delta p = \left[\left(\frac{Q_c}{\mu_p S_{p.cер}} \right)^2 + \left(\frac{Q_c}{\mu_{c.n} S_{c.n.cер}} \right)^2 + \left(\frac{Q_c}{\mu_{c.m} S_{c.m.cер}} \right)^2 \right] \frac{\rho_c}{2} =$$

$$= \left[\frac{1}{(\mu_p S_{p.cер})^2} + \frac{1}{(\mu_{c.n} S_{c.n.cер})^2} + \frac{1}{(\mu_{c.m} S_{c.m.cер})^2} \right] \frac{Q_c^2 \rho_c}{2}, \quad (2)$$

де Q_c – витрати стоків через установку; $\mu_p, \mu_{c.n}, \mu_{c.m}$ – коефіцієнти витрат [4] при проходженні стоками решіток попереднього очищення, сита нормального та сита тонкого очищення; $S_{p.cер}, S_{c.n.cер}, S_{c.m.cер}$ – середні площі прохідного перерізу даних решіток та сит з врахуванням їх забивання твердими частинками стоків.

Якщо стоки до установки подаються відцентровим насосом, який забезпечує також потрібний перепад тиску та подачу, тоді потужність даного насосу знаходимо за формулою [5]

$$N_n = \frac{Q_c \rho_c \Delta p}{102 \cdot \eta_n}, \quad (3)$$

де η_n – загальний ККД відцентрового насоса.

Якщо стоки каналізаційної води потрібно підняти додатково на певну висоту h_z для того, щоб вона потрапила у приймальний бак установки з тиском над вільною поверхнею p_2 при перекачуванні з бака з тиском p_1 над вільною поверхнею потрібно врахувати всі гідравлічні опори, які, як відомо, залежать від швидкості руху стоків (рис. 1).

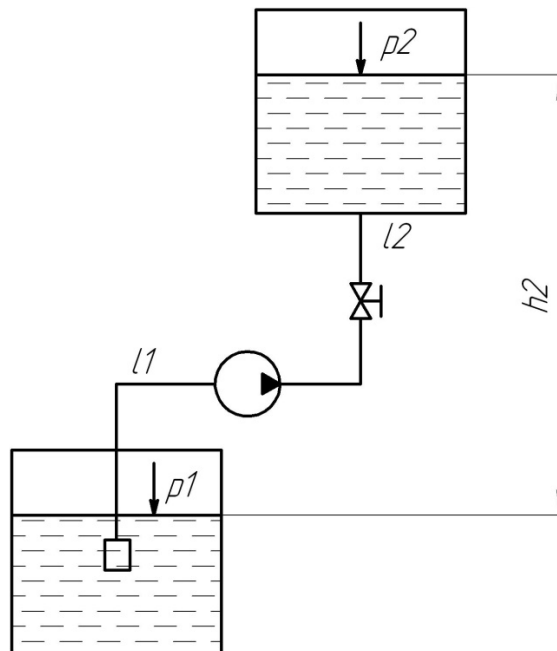


Рисунок 1 – Схема подачі стічних вод підприємства на вхід досліджуваної установки

При цьому потрібний напір буде визначатись за формулою

$$H_{номр} = h_z + \frac{p_2 - p_1}{\rho_c g} + h_n, \quad (4)$$

де h_n – втрати напору на тертя за довжиною та у місцевих опорах з'єднувальних гідроліній l_1 та l_2 (див. рис. 1) і які можна знайти за формулою

$$h_n = \left(\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + \Sigma \zeta_1 \right) \frac{8 \cdot Q_c^2}{\pi^2 g \cdot d_1^4} + \left(\lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + \Sigma \zeta_2 \right) \frac{8 \cdot Q_c^2}{\pi^2 g \cdot d_2^4}, \quad (5)$$

в якій λ_1, λ_2 – коефіцієнти гідравлічного тертя гідроліній довжинами l_1 та l_2 та діаметрами d_1 та d_2 ; $\Sigma \zeta_1$ та $\Sigma \zeta_2$ – суми коефіцієнтів втрат напору у місцевих опорах гідроліній довжинами l_1 та l_2 [6], які будемо визначати за формулами

$$\Sigma \zeta_1 = \zeta_{вс} + \zeta_{пов} + \zeta_{вх.н}; \quad \Sigma \zeta_2 = \zeta_{вих.н} + \zeta_{пов} + \zeta_{др} + \zeta_{вх.б}, \quad (6)$$

де $\zeta_{вс}, \zeta_{пов}, \zeta_{вх.н}, \zeta_{вих.н}, \zeta_{др}, \zeta_{вх.б}$ – коефіцієнти місцевих опорів розглядуваного гідропривода на всмоктуванні у гідролінії l_1 , на поворотах гідроліній l_1 та l_2 , на вході в насос, на виході з насоса, на дроселі та на вході гідролінії l_2 у бак.

Виходячи з обчисленого потрібного напору підбирається відцентровий насос для приводу установки та проектується її відповідний трубопровід.

Висновки

1. Задача високоефективного та якісного очищення стічних вод є актуальною для вітчизняних промислових та комунальних підприємств, оскільки використовуване ними з цією метою обладнання є морально та фізично застарілим.

2. Авторами пропонується установка для тристадійного механічного очищення стічних вод, оснащена фільтрувальними решітками попереднього очищення, а також ситами нормального та тонкого очищення, при цьому передбачене механізоване та автоматизоване очищення їх фільтрувальних елементів без переривання основного робочого процесу.

3. Наводяться залежності для визначення основних робочих параметрів нагнітальної системи запропонованої установки для забезпечення її надійної та ефективної роботи.

Список літератури

1. Яковлев С. В. Очистка производственных сточных вод / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов. – М. : Стройиздат, 1985. – 336 с.
2. Кривошеин Д. А. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие/ Д. А. Кривошеин, П. П. Кукин, В. Л. Лапин и др. – М. : Высшая школа, 2003. – 344 с.
3. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : Учебник пособие для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
4. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. – Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.
5. Киселев П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П. Г. Киселев. – М. : Энергия, 1972. – 321 с.
6. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода. (Справочник) / Е. И. Маслов, К. А. Колесниченко, В. Т. Маслов. – К. : Техніка, 1977. – 320 с.