

УДК 628.356:628.35

<https://doi.org/10.31713/vt120269>

Ковальчук В. А. ^[1; ORCID ID: 0000-0002-4098-7802],

д.т.н., професор,

¹Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

КОМПАКТНІ УСТАНОВКИ ЗАВОДСЬКОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Компактні установки заводського виготовлення для біологічного очищення стічних вод - це готові інженерні модулі, які виготовляються на підприємствах й постачаються у зібраному або майже готовому до роботи вигляді для швидкого монтажу на об'єкті. Вони призначені для очищення побутових або близьких до них за складом стічних вод, найчастіше за допомогою активного мулу. Установки зазвичай мають модульну конструкцію, займають малу площу, потребують мінімального втручання оператора. У більшості випадків компактні установки застосовуються для приватних будинків, котеджів, готелів, баз відпочинку, таборів, невеликих населених пунктів, деяких підприємства харчової промисловості, АЗС тощо. Недоліками компактних установок є, перед усім, їх обмежена продуктивність. Виготовлення компактних установок із листового поліпропілену при заглибленому розміщенні вимагає розміщення їх у залізобетонних кільцях для запобігання «роздушуванню» ґрунтом, що збільшує вартість будівництва, обмежує розміри і потребує збільшення кількості установок. Корпуси установок (крім виготовлених із скловолокна) можуть пошкоджуватися гризунами. Нині на ринку присутні різноманітні компактні установки вітчизняних і закордонних фірм. В НУВГП розроблена конструкція компактної установки для біологічного очищення стічних вод - біотенк-відстійник, який являє собою циліндричний металевий резервуар, розділений на дві зони вертикальною перегородкою, що не доходить до дна. Завантаженням біотенка служать блоки із пластмаси. Аерація в біотенку здійснюється струминним аератором типу «кільцеве сопло». Робоча рідина струминного аератора забирається з дна біотенка і вторинного відстійника, подається в його центральну частину. В статті розглянуто приклади застосування розробленої компактної установки для біологічного очищення стічних вод декількох ветсанутильзаводів, таборів відпочинку, лікарні.

Ключові слова: компактні установки; компактна установка конструкції НУВГП; приклади практичного застосування компактних установок.



Постановка проблеми. Компактні установки заводського виготовлення для біологічного очищення стічних вод - це готові інженерні модулі, які виготовляються на підприємствах й постачаються у зібраному або майже готовому до роботи вигляді для швидкого монтажу на об'єкті. Такі установки призначені для очищення побутових або близьких до них за складом стічних вод за допомогою біологічних процесів [1]. Найчастіше в них застосовуються процеси аеробного очищення (аеротенки, біофільтри, біотенки), анаеробного очищення (на попередній стадії), або комбіновані схеми (наприклад, SBR-реактори). Основними характеристиками установок є **компактність** (займають малу площу), **заводська готовність** (виготовляються серійно із контролем якості), **швидкий монтаж** (встановлення займає до кількох днів), **автоматизація** (мінімальне втручання оператора), **модульність** (можна нарощувати продуктивність).

Типова компактна установка включає: приймальну камеру, аеротенк (біореактор), вторинний відстійник, систему аерації (компресори, дифузори), блок управління, іноді - блок доочищення (фільтрацією, знезаражування). Зазвичай компактні установки бувають **контейнерного типу** (змонтовані в металевому контейнері), **підземні (полімерні резервуари)**, **блочно-модульні станції** (для підприємств і населених пунктів). Найчастіше компактні установки застосовуються для приватних будинків, котеджів, готелів, баз відпочинку, таборів, невеликих населених пунктів, деяких підприємства харчової промисловості, АЗС тощо.

Недоліками компактних установок є, перед усім, їх обмежена продуктивність. Зазвичай це споруди продуктивністю до 20 м³/добу, що використовуються у складі придомової каналізації. Близькими до них є, так звані, малогабаритні очисні споруди, які мають продуктивність до 1400 м³/добу [2], або обслуговують системи водовідведення поселень із кількістю жителів до 5 тисяч осіб та окремо розташованих будівель [3]. Найчастіше це установки типу КУ, БІО та інші [1].

Робота компактних установок залежить від наявності електроенергії, вони потребують регулярного обслуговування.

Важливим є матеріал, з якого виготовляються компактні установки. В останні роки стало популярним виготовлення

компактних установок із листового поліпропілену. При заглибленому розміщенні таких установок є суттєвою небезпека їх «роздушування» ґрунтом. Це вимагає розміщення їх у залізобетонних кільцях, які, по-перше, збільшують вартість будівництва і, по-другому, обмежують їх розміри і спричиняють необхідність збільшення кількості. Крім цього, корпуси установок з поліпропілену можуть пошкоджуватися гризунами (корпуси установок із скловолокна позбавлені такого недоліку).

Нині на ринку присутні різноманітні компактні установки вітчизняних і закордонних фірм, таких, як, TRAI DENIS NV, HNV, БИОКСИ, ТОПАС, БИО-ЭЙКОС, BIOTAL, БИОТОК, ДС, MGD, VH, ЮБАС, БРАВО-М. Використовуються SBR-реактори (AWAS – MINI SBR, Carat S); мембранні біореактори (Salher, MembraneClearBox®, UltraClear); біотенки (Biostrefa EnviroSafe, ЕКОЛОС, BIOCLAR, BioKube, BioPurit, FEL, DeKa) тощо [4-7].

Результати досліджень. Вивчення опублікованих результатів роботи компактних установок, існуючих вимог до якості очищення стічних вод, дозволило сформулювати основні вимоги до їх конструкції і технологічних принципи їх роботи.

На рисунку 1 наведена схема розробленої в НУВГП компактної установки для біологічного очищення стічних вод – біотенка-відстійника. Він являє собою циліндричний металевий резервуар, розділений на дві зони вертикальною перегородкою, що не доходять до дна. Очищувані стічні води, що надходять в корзинкову решітку, встановлену в насосній станції, подаються в зону аерації біотенка. Завантаженням біотенка служать блоки із пластмаси (рис. 2), які виготовляються на броварському підприємстві ПАТ «БРОТЕП-ЕКО». Аерація в біотенку здійснюється струминним аератором. Робоча рідина струминного аератора забирається з дна біотенка і вторинного відстійника, подається в центральну частину біотенка. Завдяки розміщенню струминного аератора створюється циркуляція рідини через завантаження в біотенку, яке вкривається біоплівкою.

Біологічно очищені стічні води разом з вільно плаваючим активним мулом далі надходять в низ вторинного відстійника і освітлюються під час висхідного руху. Надлишковий активний мул періодично видаляється.

Корпус біотенка-відстійника виготовляється з металу в заводських умовах автоматичним або напівавтоматичним зварюванням. Для захисту від корозії зачищені внутрішні поверхні

корпусу та всіх елементів, що знаходяться в середині, покриті епоксидними лакофарбовими матеріалами. Зовнішня поверхню корпусу покрита 2-ма шарами емалі ПФ. Теплова ізоляція біотенка-відстійника здійснюється мінераловатними матами товщиною 100 мм. Зовні вона покривається листовим алюмінієм.

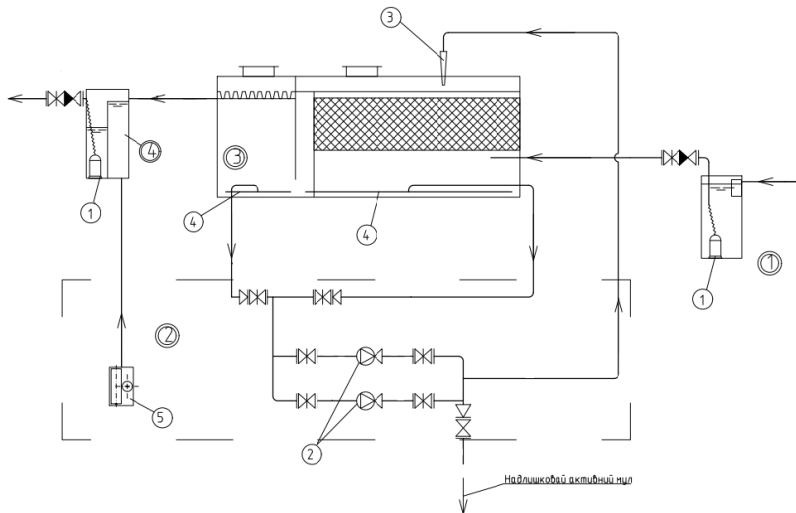


Рис. 1. Біотенк-відстійник конструкції НУВГП: 1-насосна станція неочищених стічних вод з корзиновою решіткою; 2-виробничо-допоміжна будівля; 3-біотенк-відстійник; 4-насосна станція очищених стічних вод. Обладнання: 1-занурений насос; 2-насос струминної аерації (робочий і резервний); 3-струминний аератор; 4-всмоктувальний трубопровід; 5-електролізна установка



Рис. 2. Завантаження біотенка типу ОП 3000 підприємства «БРОТЕП-ЕКО»

На рисунку 3 зображена компактна установка у складі очисних споруд Хмельницького заводу з виробництва м'ясо-кісткового борошна продуктивністю 15,5 м³/добу. Очищена стічна вода у кількості 3 м³/добу використовується повторно у варильних котлах підприємства, інша частина – скидається в струмок.



Рис. 3. Компактна установка для очищення січних вод заводу з виробництва м'ясо-кісткового борошна

Загальна довжина компактої установки діаметром 2,4 м (біотенка і відстійника) становить 9,0 м. Для подачі робочої рідини на струминний аератор типу «кільцеве сопло» у виробничо-допоміжній будівлі встановлені два насоси (робочий і резервний) марки КМ 65-15-125. Надлишковий активний мул скидається у варочні котли для приготування м'ясо-кісткового борошна.

У складі очисних споруд є контактний резервуар і електролітична установка для приготування розчину гіпохлориту натрію.

Проектні значення концентрацій забруднень очищуваних і очищених стічних вод наведені в таблиці 1.

Подібна компактна установка була збудована на коломийському ветсанутильзаводі (рис. 4).

Таблиця 1

Проектні значення концентрацій забруднень очищуваних і очищених стічних заводу з виробництва м'ясо-кісткового борошна

Найменування забруднень	Концентрація забруднень, мг/дм ³	
	до очистки	після очистки
Завислі речовини	289	15
БПК _{повн}	560	15
Мінералізація	974	974
ХПК	570	80
Азот амонійних солей	17,7	1,0
Нітрати		45
Нітрити		3,3
Фосфати	1,5	1,0
Хлориди	127	127
СПАР	5,56	0,3



Рис. 4. Компактна установка на ветсанутильзаводі

Компактні установки можуть також успішно застосовуватись і для біологічного очищення стічних вод населених пунктів. На рисунку 5 наведені очисні споруди районної лікарні у селищі Лисець Івано-Франківської області продуктивністю 100 м³/добу. Їх особливістю є те, що на майданчику очисних споруд має місце високий рівень ґрунтових вод, що робить надзвичайно складним і дорогим будівництво заглиблених споруд. Через порівняно велику витрату стічних вод для їх очищення паралельно встановлені дві компактні установки діаметром 2,4 м, у кожній установці встановлені по два струминні аератори типу «кільцеве сопло».



Рис. 5. Компактні установки у складі очисних споруд районної лікарні

На рисунках 6 і 7 наведені компактні установки, які були встановлені для очищення стічних вод дитячих таборів відпочинку місії Карітас в Житомирській області. Вони розміщені поблизу виробничо-допоміжної будівлі, у якій розміщені насоси струминної аерації і установка для електролітичного тримання розчину гіпохлориту натрію. Знезаражування стічних вод відбувається у трубопроводі очищених стічних вод. Установки експлуатуються в сезон роботи таборів, однак швидко відновлюють свою роботу після перерви.



Рис. 6. Очисні споруди місії Карітас в селищі Зарічне



Рис. 7. Очисні споруди місії Карітас в селищі Олександрівка

Компактні установки заводського виготовлення були також встановлені для очищення господарсько-побутових стічних вод майданчика очисних споруд фабрики по виробництву харчових концентратів у Волинській області (рис. 8).



Рис. 8. Компактна установка у складі очисних споруд господарсько-побутових стічних вод фабрики по виробництву харчових концентратів

Висновки. На багатьох прикладах практичного застосування для біологічного очищення побутових або близьких до них за складом промислових стічних вод невеликих об'єктів показана доцільність застосування компактних установок заводського виготовлення конструкції НУВГП. Установка являє собою горизонтальний біотенк-відстійник із струминною аерацією та теплоізоляцією, обшитий алюмінієвим листом, який встановлюється на бетонних блоках на відкритому повітрі вище рівня землі.

1. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», – 2002. – 622 с. **2.** ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 127 с. **3.** Проектування систем водовідведення, очищення та утилізації стічних вод в малих населених пунктах та сільській місцевості / заг. ред.

Гіроля М.М., Проценка С.Б. / Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 65 с. **4.** Przydomowe oczyszczalnie ścieków dla równowaznego rozwoju terenów Wiejskich / Polski Klub Ekologiczny, Koło Miejskie w Gliwicach. - Gliwice Drukarnia Epigraf s. c., – 2013. – 64 s. **5.** Водовідведення. Системи малої каналізації: навчальний посібник / І.М. Таварткіладзе, Н.М. Нечипор. – К.: КНУБА, 2010. – 160 с. **6.** Błażejowski R. Innowacje w oczyszczaniu małych ilości ścieków / Wodociągi - Kanalizacja, 2007, nr 7-8, str.16-18. **7.** Poradnik «Przydomowe oczyszczalnie ścieków» / Podlaska Stacja Przyrodnicza NAREW. – Białystok, 2008. – 88 s.

REFERENCES

1. Kovalchuk V.A. Wastewater treatment. – Rivne: VAT «Rivnenska drukarnia», – 2002. – 622 p. **2.** DBN V.2.5-75:2013. Sewage. External networks and structures. Basic design provisions. – K.: Minregion of Ukraine, 2013. – 127 p. **3.** Design of drainage systems, treatment and disposal of wastewater in small settlements and rural areas / ed. by Girol M.M., Protsenko S.B. / Monograph. – Rivne: NUVGP, 2013. – 65 p. **4.** Przydomowe oczyszczalnie ścieków dla równowaznego rozwoju terenów Wiejskich / Polish Ecological Club, Municipal District in Gliwice. - Gliwice Drukarnia Epigraf s. c., – 2013. – 64 p. **5.** Sewage. Small sewage systems: a textbook / I.M. Tavartkiladze, N.M. Nechipor. – K.: KNUBA, 2010. – 160 p. **6.** Błażejowski R. Innovations in the treatment of small amounts of sewage / Wodociągi - Kanalizacja, 2007, no. 7-8, pp. 16-18. **7.** Guide «Home sewage treatment plants» / Podlaska Stacja Przyrodnicza NAREW. – Białystok, 2008. – 88 p.

Kovalchuk V. A. [1; ORCID ID: 0000-0002-4098-7802],

Doctor of Engineering, Professor,

¹National University of Water and Environmental Engineering

COMPACT FACTORY-MADE PLANTS FOR BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

Compact factory-made plants for biological wastewater treatment are ready-made engineering modules that are manufactured at enterprises and supplied in assembled or almost ready-to-operate form for quick installation at the facility. They are designed for the treatment of domestic or similar wastewater, most often using activated sludge. The plants usually have a modular design, occupy a small area, and require minimal operator

intervention. In most cases, compact plants are used for private houses, cottages, hotels, recreation centers, camps, small settlements, some food industry enterprises, gas stations, etc. The disadvantages of compact plants are, first of all, their limited productivity. The manufacture of compact installations from sheet polypropylene for deep placement requires their placement in reinforced concrete rings to prevent «blowing» by the soil, which increases the cost of construction, limits the size and requires an increase in the number of installations. The housings of the installations (except those made of fiberglass) can be damaged by rodents. Currently, there are various compact installations from domestic and foreign companies on the market. The design of a compact installation for biological wastewater treatment - a biotank-settler has been developed at the NUVM, which is a cylindrical metal tank divided into two zones by a vertical partition that does not reach the bottom. The biotank is loaded with plastic blocks. Aeration in the biotank is carried out by a jet aerator of the «ring nozzle» type. The working fluid of the jet aerator is collected from the bottom of the biotank and the secondary settling tank and fed into the central part of the biotank. The article considers examples of the application of the developed compact plant for biological wastewater treatment of rendering plants, recreation camps, and hospitals.

Keywords: compact plants; compact plant of the NUWM design; examples of practical application of compact plants.

Отримано: 29 січня 2026 року
Прорецензовано: 1 березня 2026 року
Прийнято до друку: 27 березня 2026 року



© 2026 [Kovalchuk V. A.]. Licensee [NUWEE]. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license (creativecommons.org).