

УДК. 626.6.9

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОЇ ОЧИСТКИ ПОВЕРХОНЬ

**О.А. Сиротинський, доц., к.т.н., В.Г. Онокало, доц., к.т.н., С.Л. Форсюк, асист.,
В.В. Заєць, асп., Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне, О.О. Резніков, доц., к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Розглянуто проблеми відновлення робочих поверхонь шляхом гідроімпульсної очистки, наведено промивний пристрій.

Ключові слова: відновлення, поверхня, гідроімпульсна очистка, пристрій.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**А.А. Сиротинский, доц., к.т.н., В.Г. Онокало, доц., к.т.н., С.Л. Форсюк, ассист.,
В.В. Заец, асп., Национальный университет водного хозяйства
и природопользования, г. Ровно, А.А. Резников, доц., к.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Рассмотрены проблемы восстановления рабочих поверхностей путем гидроимпульсной очистки, приведено промывное устройство.

Ключевые слова: восстановление, поверхность, гидроимпульсная очистка, устройство.

A DEVICE FOR HYDROIMPULSIVE SURFACE CLEANING

**O. Syrotyns'kyj, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc., V. Onokalo, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc.,
L. Forsjuk, Assistant, V. Zajets', postgraduate,
National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne,
O. Reznikov, Assoc. Prof., Cand. Eng. Sc.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The article deals with the problem of restoration of working surfaces by hydroimpulsive cleaning. The washing device has been presented.

Key words: restoration, surface, hydroimpulsive cleaning, device.

Вступ

На сьогодні в різних галузях промисловості України працюють машини, агрегати, пристрої, в результаті експлуатації яких виникає необхідність відновлення якостей робочих поверхонь. Одним із найдодільніших шляхів є процес очищення, що характеризується руйнуванням шару забруднень на поверхнях твердих тіл довільної форми струменем рідини, що є одним із передових, екологічно

чистих методів й набув поширення у виробничих, побутових та польових умовах [1].

Аналіз публікацій

У промисловості, зокрема на хімічних, харчових, металургійних, нафтопереробних підприємствах, а також на очисних станціях, широко використовуються установки для зневоднення осадів, у процесі експлуатації яких виникає необхідність очищення фільт-

ротканини. Такі установки називаються вакуум-фільтрами (рис. 1) [2–4]. При фільтруванні на барабані, що обертається, різниця тиску створюється вакуум-насосом. Фільтрувальним середовищем є фільтротканина з шаром осаду, що утворюється на тканині у процесі фільтрування. На початку циклу фільтрування відбувається через тканину, в порах якої частинки осаду затримуються та створюють додатковий фільтрувальний шар. Таким чином, при фільтруванні відбуваються два процеси: протікання рідини через пористу масу й утворення додаткового шару осаду (кеку).

Останнім часом знаходять застосування барабанні вакуум-фільтри з полотном, що сходять. Їх застосування є ефективним в тих випадках, коли зневодненню піддаються осади, що за своєю структурою здатні швидко забруднювати фільтрувальну тканину. У цих фільтрах регенерація фільтрувальної тканини відбувається безперервно.

На рис. 1. наведено схему загального вигляду установки для зневоднення осадів із полотном, що сходить.

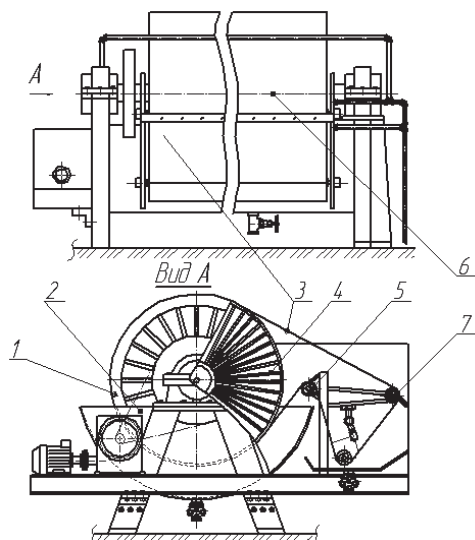


Рис. 1. Схема загального вигляду установки для зневоднення осадів із полотном, що сходить: 1 – барабан; 2 – корито; 3 – фільтрувальна тканина; 5 – осад; 6 – ніж; 7 – ролик

Барабанний вакуум-фільтр складається з горизонтально розміщеного циліндричного пустотілого барабана 1, частково (на 35–40 %) зануреного в корито 2 із суспензією, що потребує фільтрування. Барабан обертається на

валу, один кінець якого з'єднаний з електроприводом, а інший має порожнисту цапфу. При роботі вакуум-фільтра бокова поверхня барабана 1, що виконана перфорованою, обтягується фільтрувальною тканиною 3. Внутрішня порожнина барабана 1 розділена по колу на ряд відділених одна від одної секцій 4, кожна з яких має свої відвідні трубки. Трубки секцій розміщені всередині барабана і кінцями виходять на торцеву поверхню порожнистої цапфи.

При обертанні барабана фільтра частина його поверхні занурюється в осад 5, який потрібно зневоднити. Фільтрат під дією вакууму проходить через фільтрувальну тканину в середину барабана й по патрубку відводиться в ресивер, а кек затримується на поверхні полотна. Зневоднений осад знімається ножом 6, падає на конвеєр, яким перевантажується у спеціальні бункери. Невеликий діаметр ролика 7 дозволяє розмістити ніж 6 близько до поверхні тканини без зіткнення з нею, щоб не відбувалося стирання тканини.

На рис. 2. зображено схему регенераційного вузла вакуум-фільтра з полотном, що сходить.

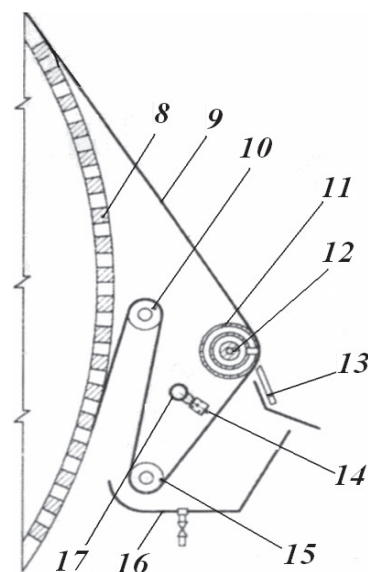


Рис. 2. Схема регенераційного вузла вакуум-фільтра з полотном, що сходить: 8 – барабан фільтра; 9 – фільтрувальна тканина; 10 – поворотний ролик; 11 – відвідний ролик; 12 – повітропровод; 13 – ніж; 14 – насадки; 15 – натяжний ролик; 16 – жолоб; 17 – колектор

Забруднення фільтрувальної тканини усувається промивкою струменями води, що подається під тиском із насадок 14. Необхідна

кількість води для очищення залежить від типу тканини та якостей осаду. Промивна вода збирається в жолобі 16, розмішеному під роликми, й відводиться в каналізацію. За необхідності в жолоб 16 заливається інгібована соляна кислота, в якій тканина 9 може промиватися без вимкнення фільтра з роботи. У такому випадку регенерація тканини відбувається за рахунок її занурення у промивний розчин.

Незважаючи на широке використання барабанних вакуум-фільтрів, слід відмітити, що у процесі їхньої експлуатації безпосередньо у господарствах було виявлено ряд недоліків, які суттєво знижують як продуктивність машини, так і обмежують її технологічні можливості.

До таких недоліків слід віднести, перш за все, складність регенерації (відновлення фільтрувальної можливості) фільтруючої тканини, яка у процесі роботи поступово засмічується, що призводить до зниження продуктивності вакуум-фільтра. По-друге, якщо при зневодненні осадів, що пройшли підготовку, потрібна лише періодична промивка тканини, то при зневодненні сирих осадів фільтрувальна можливість полотна не піддається відновленню навіть за збільшення числа промивок [2].

Для вирішення даних задач можна використати пристрій для гідроімпульсного видалення забруднень, замінюючи машини механічного та струминного очищення. Вони являють собою роторні головки з кількома соплами й належать до так званих пристроїв інтегральної дії (обертового типу).

Мета і постановка задачі

Метою роботи є дослідження процесу гідроімпульсного видалення забруднень з фільтрувального полотна вакуум-фільтра за допомогою гідродинамічного пристрою. Відповідно до поставленої мети було визначено задачі дослідження: визначити залежність тиску та частоти обертання гідроімпульсного пристрою від подачі насоса.

Проведення досліджень

На кафедрі будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання НУВГП було розроблено конструкцію гідродинамічного пристрою для регенерації фільтрувального

полотна вакуум-фільтра, яка направлена на зменшення часу зворотної промивки (регенерації) фільтротканини, збільшення рівномірності промивки й тим самим підвищення ефективності роботи установки для зневоднення осадів.

На рис. 3. наведено схему загального вигляду гідроімпульсного промивного пристрою. Пристрій є універсальним і забезпечує якісне очищення як плоских, так і пустотілих циліндричних чи конічних поверхонь; не вимагає додаткових приводів для створення імпульсної подачі рідини; складається з двох втулок, різних за виконанням, та пустотілої осі з отворами.

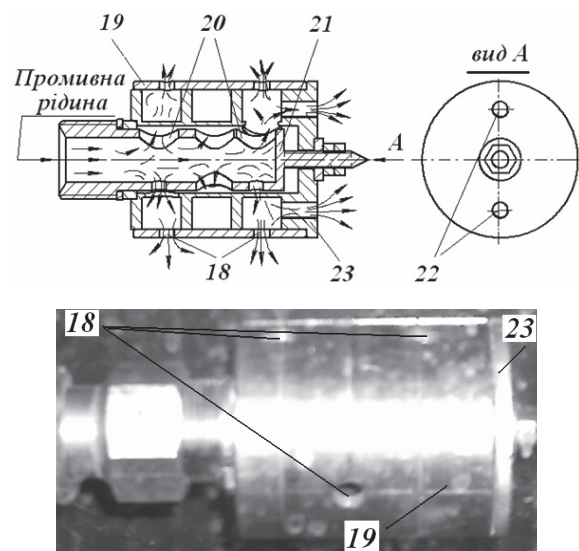


Рис. 3. Схема загального вигляду гідроімпульсного промивного пристрою: 18, 20, 23 – отвори відповідно в зовнішній, внутрішній втулках та торцевій частині втулки; 19 – зовнішня втулка; 21 – пустотіла вісь; 23 – торцева частина втулки

Принцип роботи пристрою полягає в тому, що імпульсні періодичні струмені створюються шляхом співпадіння отворів 18 в зовнішній втулці 19 з отворами 20 пустотілої осі 21. За рахунок нагнітання рідини під тиском створюється обертовий рух втулок навколо осі, який забезпечується неспіввісним виконанням отворів на поверхні втулок і осі. Струмień рідини переривається на виході з отворів 22, що виконані в торцевій частині втулки 23 і діаметрально розміщені один відносно іншого. Внаслідок цього виникає пульсація струменя, яка позитивно впливає на технологічний процес очищення.

Визначальними факторами, що покращують технологічний ефект очищення, є створення гідродинамічного навантаження ділянки шару осаду шляхом почергового впливу струменями рідини.

Для цього в установці для зневоднення осадів над тканиною після проходження нею ролика 11 встановлюється колектор 17 з декількома пристроями гідроімпульсної дії 14, спрямованими в бік робочої поверхні (рис. 2). Таке встановлення насадків надає змогу проводити регенерацію фільтрувального полотна без зупинки вакуум-фільтра, здійснювати гідроімпульсну дію на поверхню тканини та проводити регенерацію рівномірно по всій ширині полотна.

Вивчення картини фізичного впливу гідроімпульсної струмینی на шар забруднення та проведення досліджень змін його гідравлічних і технологічних параметрів проводились на лабораторному стенді (рис. 4).

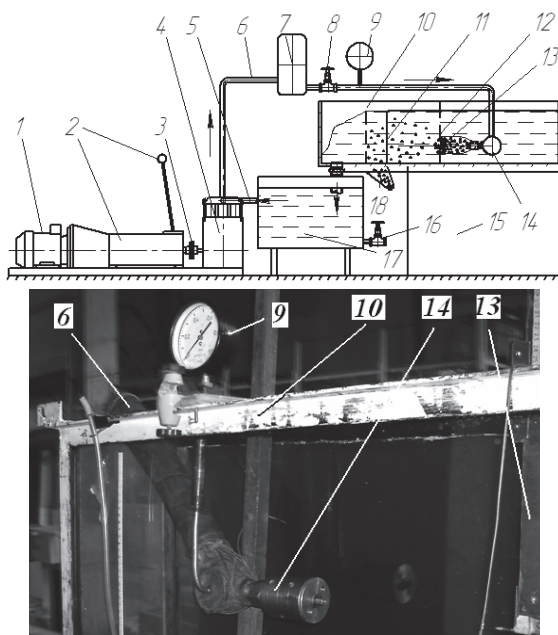


Рис. 4. Лабораторний стенд для дослідження параметрів гідроімпульсного пристрою: 1 – електродвигун (марка АИР112МА6); 2 – редуктор (КПП – ГАЗ 52); 3 – муфта МУВП; 4 – насос поршневий; 5 – забір-на лінія; 6 – нагнітальна лінія; 7 – гідро-акумулятор; 8 – кран; 9 – манометр тиску в нагнітальній лінії; 10 – дослідний резервуар; 11, 12 – перегородки; 13 – дослідний зразок; 14 – гідроімпульсний пристрій; 15 – рама; 16 – зливний кран; 17 – резервуар з водою; 18 – вловлювач бруду

Таким чином, використання запропонованого пристрою забезпечує можливість здійснення процесу відновлення якості фільтротканини, що дозволяє підвищити ефективність фільтрування.

У результаті досліджень на лабораторному стенді проводилися виміри таких величин:

- частоти обертання гідроімпульсного пристрою;
- витрати води залежно від подачі насоса;
- тиску в нагнітальному трубопроводі.

Лабораторний стенд дозволяє:

- змінювати та підтримувати постійність тиску води в системі;
- задавати час роботи установки;
- встановлювати пристрій на різній відстані від досліджуваної поверхні;
- заміряти витрату рідини з отворів пристрою;
- проводити кіно-, відео- та фотозйомку.

Лабораторний стенд для проведення досліджень працює таким чином: руйнування шару забруднень 13 здійснюється за допомогою водяних потоків, які утворюються в соплах гідроімпульсного пристрою 14 при подачі води насосом 4. Останній, у свою чергу, приводиться в дію асинхронним електродвигуном 1 через коробку перемиї передач 2 автомобіля ГАЗ-52. Вода забирається з ємкості 17 через трубопровід 5 і подається в напірну лінію 6, потрапляючи в гідроакумулятор 7. Через кран 8 здійснюється подача води до гідроімпульсного пристрою 14 (рис. 6), що спрямований на забруднену поверхню 12. Манометр 9 служить для заміру тиску в напірній лінії 6. При гідродинамічному впливі на дослідний зразок зруйнований шар забруднення 13 в підвішеному стані потрапляє до вловлювача бруду 18. Після закінчення процесу очищення вода повертається в забірний резервуар 17. Далі цикл повторюється.

Проведені дослідження дали змогу оцінити ефективність роботи пристрою. Експериментальні дослідження проводились на лабораторній установці, де зміна подачі промивної рідини здійснювалась зміною частоти обертання насоса. Отримані значення витрати рідини, частоти обертання та тиску наведені в табл. 1.

Лабораторні дослідження дали змогу не тільки оцінити якість очищення полотна, але й отримати необхідні параметри гідроімпульсного промивного пристрою та побудувати

наступні залежності витрати рідини, частоти обертання та тиску промивної рідини в соплах.

Таблиця 1 Вихідні характеристики гідроімпульсного промивного пристрою

Передача	Частота обертання	Q , л/с	n , рад/с	P , МПа
1	$2,55 \text{ с}^{-1}$	0,2	0	0
2	$5,42 \text{ с}^{-1}$	0,5	1,5	0,1
3	$9,75 \text{ с}^{-1}$	0,9	3,7	0,3
4	$16,67 \text{ с}^{-1}$	1,1	4,2	0,6

Результати досліджень процесу гідроімпульсного видалення забруднень наведено на рис. 5–7.

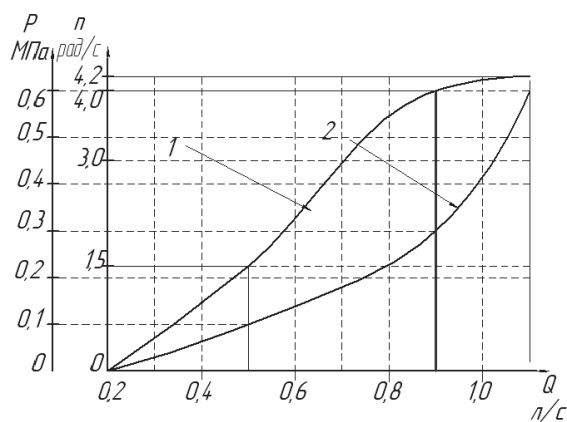


Рис. 5. Залежність тиску та частоти обертання гідроімпульсного пристрою від подачі насоса: 1 – тиск; 2 – частота обертання гідроімпульсного пристрою

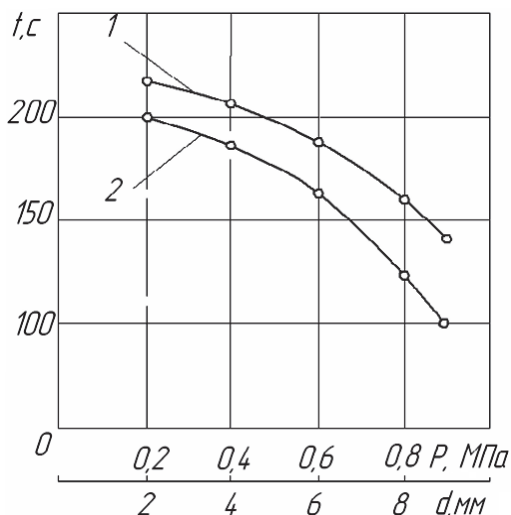


Рис. 6. Залежність часу регенерації тканини від тиску промивної струмини: 1 – струминний розмив; 2 – гідроімпульсний розмив

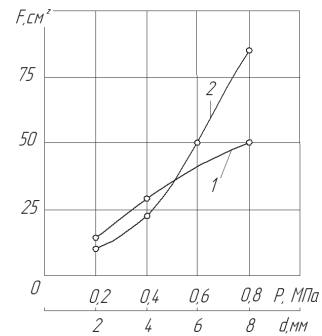


Рис. 7. Залежність площі очищеної поверхні від тиску промивної струмини: 1 – струминний розмив; 2 – гідроімпульсний розмив

Висновки

Проведені експериментальні дослідження показали, що зі зміною подачі насоса тиск у напірному трубопроводі поступово зростає від 0 (при подачі 0,2 л/с) до 0,6 МПа (при подачі 1,1 л/с); при цьому частота обертання гідроімпульсного пристрою змінюється від 0 рад/с до 4,2 рад/с. Аналізуючи характер кривих, можна зробити висновок, що оптимальним для даного гідроімпульсного пристрою, є такий режим роботи, за якого подача рідини насосом складатиме 0,9 л/с, тоді тиск на виході з отворів $P=0,3$ МПа і частота обертання гідроімпульсного пристрою $n = 4,0$ рад/с. Відстань від гідроімпульсного пристрою до забрудненої поверхні знаходиться в межах 200–300 мм.

Література

1. Бочаров В.П. Расчёт и проектирование устройств гидравлической струйной техники / В.П. Бочаров. – К: Техніка, 1987. – 124 с.
2. Туровский И.С. Обезвоживание осадков сточных вод на барабанных вакуум-фильтрах / И.С. Туровский. – М.: Техника, 1966. – 180 с.
3. Крутоус Е.Б. Техника мойки изделий в машиностроении / Е.Б. Крутоус, А.Н. Некрич. – М.: Машиностроение. 1969. – 236 с.
4. Лоренц В.И. Эксплуатация промышленных очистных сооружений / В.И. Лоренц. – М.: Техника, 1977. – 184 с.

Рецензент: Є.С. Венцель, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 21 квітня 2014 р.