



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **34154** (13) **U**
(51) МПК
B01D 24/46 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПРОМИВАННЯ НАПІРНОГО ФІЛЬТРА З КРУПНОЗЕРНИСТИМ АНТРАЦИТО-КВАРЦОВИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ

1

2

(21) u200803806

(22) 26.03.2008

(24) 25.07.2008

(46) 25.07.2008, Бюл.№ 14, 2008 р.

(72) СТАЛІНСЬКИЙ ДМИТРО ВІТАЛІЙОВИЧ, UA,
ЄРОХІН ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ, UA, БОТШ-
ТЕЙН ВОЛОДИМИР АБРАМОВИЧ, UA, МАНТУЛА
ВАДИМ ДМИТРОВИЧ, UA, СЕМЕНОВ ДМИТРО
ВАДИМОВИЧ, UA

(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-
ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР З ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАД-
НАННЯ, ОБРОБКИ МЕТАЛІВ, ЗАХИСТУ НАВКО-
ЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИКОРИСТАННЯ
ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ МЕТАЛУРГІЇ ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ "ЕНЕРГОСТАЛЬ", UA

(57) 1. Спосіб промивання напірного фільтра з
крупнозернистим антрацито-кварцовим заванта-
женням, що включає на першому етапі подачу в
завантаження стисненого повітря та на другому
етапі відмивання завантаження водою, який **відрі-**

зняється тим, що на першому етапі здійснюють
барботування завантаження шляхом подачі в за-
вантаження стисненого повітря питомими витра-
тами від 0,6 до 1,2 м³/(хв·м²) при нормальних умо-
вах упродовж 6-10 хв., а відмивання завантаження
на другому етапі здійснюють шляхом подачі в за-
вантаження води питомими витратами від 0,6 до
1,2 м³/(хв·м²) упродовж 6-10 хв., причому на дру-
гому етапі періодично відмивання здійснюють з
розширенням завантаження на 10-15 % шляхом
подачі в завантаження води питомими витратами
від 1,8 до 2,1 м³/(хв·м²) упродовж 3-4 хв.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що на
першому етапі здійснюють водоповітряне проми-
вання завантаження шляхом одночасної подачі в
завантаження води питомими витратами від 0,6 до
1,2 м³/(хв·м²) та стисненого повітря питомими ви-
тратами від 0,6 до 1,2 м³/(хв·м²) при нормальних
умовах упродовж 6-10 хв.

Корисна модель, що заявляється, відноситься
до очищення природних і стічних промислових вод
та може бути використана в системах промислово-
го і питного водопостачання для промивання напі-
рних фільтрів з крупнозернистим антрацито-
кварцовим завантаженням з крупністю зернин ква-
рцового піску 1,6÷2,5мм і крупністю зернин дроб-
леного антрациту або термоантрациту 3,0÷6,0мм.

Найбільш близьким до корисної моделі, що
заявляється, за технічною суттю та результатом,
який може бути одержаний під час її використання,
є обраний як прототип спосіб промивання напірно-
го фільтра з одношаровим крупнозернистим заван-
таженням [СНІП 2.04.02-84. Водоснабжение. На-
ружные сети и сооружения / Госстрой СССР. -
М., 1985. - С. 36, п. 6.123], який здійснюється в три
етапи шляхом зворотної, руху води при фільтру-
ванні, подачі стисненого повітря та промивної во-
ди. На першому етапі здійснюють розпушення за-
вантаження стисненим повітрям, на другому етапі
здійснюють водоповітряне промивання заванта-
ження і на третьому етапі здійснюють відмивання
завантаження водою. Спосіб призначений для

промивання напірних фільтрів з одношаровим
крупнозернистим завантаженням з кварцового
піску з крупністю зернин 1,6÷2,5мм. При цьому
розпушення здійснюється шляхом подачі в заван-
таження знизу вгору стисненого повітря питомими
витратами 1,5м³/(хв·м²) при нормальних умовах
упродовж 1хв, водоповітряне промивання здійс-
нюється шляхом одночасної подачі в завантажен-
ня знизу вгору води питомими витратами
0,3м³/(хв·м²) та стисненого повітря питомими ви-
тратами 1,5м³/(хв·м²) при нормальних умовах
упродовж 5хв, а відмивання здійснюється шляхом
подачі в завантаження знизу вгору води питомими
витратами 0,54м³/(хв·м²) упродовж 3хв.

До недоліків такого способу можна віднести
низьку ефективність та економічність промивання.
Крім того, в сучасних системах промислового та
питного водопостачання частіше за все застосо-
вуються напірні фільтри з крупнозернистим антра-
цито-кварцовим завантаженням з крупністю зер-
нин кварцового піску 1,6÷2,5мм і крупністю зернин
дробленого антрациту або термоантрациту

(13) **U**

(11) **34154**

(19) **UA**

3,0÷6,0мм та з суміщеними дренажними пристроями, які використовуються для подачі в завантаження як стисненого повітря, так і води або водоповітряної суміші, що, зокрема, не дозволяє використовувати спосіб за прототипом для промивання таких фільтрів. Під час використання прототипу подача води питомими витратами $0,54\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ не забезпечує досягнення критичної швидкості висхідного потоку води для початку розширення зернистого завантаження, при якій крупнозернисте антрацито-кварцове завантаженням з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{мм}$ та крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту $3,0\div 6,0\text{мм}$ переходить у завислий стан. Зокрема, перебування зернин завантаження у завислому стані сприяє найбільш інтенсивному відтиранню забруднень з поверхні зернин, при цьому процес вимивання забруднень водою у завислому шарі завантаження в прототипі не використовується. Крім того, при зазначених у прототипі питомих витратах стисненого повітря та води не забезпечується досягнення в суміщених дренажних пристроях їхній рівномірний розподіл за робочою площею фільтра.

В основу корисної моделі, що заявляється, поставлена задача створити такий спосіб промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{мм}$ та крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту $3,0\div 6,0\text{мм}$, який за рахунок введення нової послідовності дій та режимів їхнього виконання дозволить забезпечити досягнення технічного результату, що полягає у підвищенні ефективності та економічності промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{мм}$ і крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту $3,0\div 6,0\text{мм}$.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в способі промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням, що включає на першому етапі подачу в завантаження стисненого повітря та на другому етапі відмивання завантаження водою, згідно з корисною моделлю, на першому етапі промивання фільтра здійснюють барботування завантаження шляхом подачі в завантаження знизу вгору стисненого повітря питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах упродовж $6\div 10\text{хв}$, а відмивання завантаження на другому етапі промивання фільтра здійснюють шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $6\div 10\text{хв}$, причому на другому етапі промивання фільтра періодично, наприклад, один раз на тиждень, відмивання завантаження здійснюють з розширенням завантаження на $10\div 15\%$ шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $1,8$ до $2,1\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $3\div 4\text{хв}$.

В окремих випадках використання способу, що заявляється, на першому етапі промивання фільтра здійснюють водоповітряне промивання завантаження шляхом одночасної подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $0,6$

до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ та стисненого повітря питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах упродовж $6\div 10\text{хв}$.

Здійснення на першому етапі промивання фільтра барботування завантаження шляхом подачі в завантаження знизу вгору стисненого повітря питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах упродовж $6\div 10\text{хв}$ та на другому етапі промивання фільтра відмивання завантаження шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $6\div 10\text{хв}$, а також періодичне здійснення другого етапу промивання фільтра, наприклад, один раз на тиждень, з розширенням завантаження на $10\div 15\%$ шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $1,8$ до $2,1\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $3\div 4\text{хв}$ дозволяє забезпечити найбільш ефективне та економічне промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{мм}$ і крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту $3,0\div 6,0\text{мм}$, який дозволяє здійснювати фільтрування води з вмістом мастил до 15мг/л .

Здійснення на першому етапі промивання фільтра водоповітряного промивання завантаження шляхом одночасної подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ і стисненого повітря питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах упродовж $6\div 10\text{хв}$ та на другому етапі промивання фільтра відмивання завантаження шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $6\div 10\text{хв}$, а також періодичне здійснення другого етапу промивання фільтра, наприклад, один раз на тиждень, з розширенням завантаження на $10\div 15\%$ шляхом подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від $1,8$ до $2,1\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж $3\div 4\text{хв}$ дозволяє забезпечити найбільш ефективне і економічне промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{мм}$ та крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту $3,0\div 6,0\text{мм}$, який дозволяє здійснювати фільтрування води з вмістом мастил понад 15мг/л .

Здійснення на першому етапі промивання фільтра подачі в завантаження знизу вгору стисненого повітря питомими витратами від $0,6$ до $1,2\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах упродовж $6\div 10\text{хв}$ дозволяє забезпечити рівномірний розподіл стисненого повітря за робочою площею фільтра при суміщених дренажних пристроях та бульбашковому режимі руху стисненого повітря в завантаженні при оптимальному об'ємному газомістості, що, в свою чергу, сприяє розпушенню антрацито-кварцового завантаження з одночасним його перемішуванням, забезпечуючи барботування завантаження.

Подача в завантаження знизу вгору стисненого повітря питомими витратами меншими, ніж $0,6\text{м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, не дозволяє забезпечити рівномірний розподіл стисненого повітря за робочою площею фільтра при суміщених

дренажних пристроях, а також створити умови для його руху в бульбашковому режимі для інтенсивного барботування завантаження.

Подача в завантаження знизу вгору стисненого повітря питомими витратами більшими, ніж $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, призводить до збільшення об'ємного газовмісту, який переходить границю верхньої межі існування ефективного бульбашкового режиму промивання.

Здійснення на другому етапі промивання фільтра подачі в завантаження знизу вгору води питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж 6÷10 хв. дозволяє одержати досить високий ступінь відмивання крупнозернистого антрацито-кварцового завантаженням з крупністю зернин кварцового піску 1,6÷2,5мм та крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту 3,0÷6,0мм, при цьому забезпечується вимивання забруднень з порового простору завантаження без його розширення.

Подача в завантаження знизу вгору води питомими витратами меншими, ніж $0,6\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, не дозволяє забезпечити рівномірний розподіл потоку промивної води за робочою площею фільтра при суміщених дренажних пристроях, а також вимивання забруднень з порового простору завантаження.

Подача в завантаження знизу вгору промивної води питомими витратами більшими, ніж $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, призводить до перевитрат промивної води та збільшення енергоспоживання без підвищення ефективності відмивання.

Здійснення на другому етапі промивання фільтра періодичного, наприклад, один раз у тиждень, відмивання завантаження з його розширенням на 10÷15 % шляхом подачі в завантаження води питомими витратами від 1,8 до $2,1\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж 3÷4хв. забезпечує інтенсивне відмивання завантаження з повним вимиванням залишкових забруднень з порового простору завантаження, відновлення первісних параметрів завантаження, а також, за рахунок розширення завантаження на 10÷15%, досягається класифікація завантаження за шарами кварцового піску та дробленого антрациту або термоантрациту.

Режим промивання під час періодичної подачі води питомими витратами меншими, ніж $1,8\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, не дозволяє забезпечити розширення крупнозернистого антрацито-кварцового завантаженням з крупністю зернин кварцового піску 1,6÷2,5мм та крупністю зернин дробленого антрациту або термоантрациту 3,0÷6,0мм на 10÷15% і, відповідно, досягти повної класифікації завантаження за шарами кварцового піску та антрациту, а також вимивання залишкових забруднень з порового простору завантаження.

Періодична подача в завантаження води питомими витратами більшими, ніж $2,1\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, обумовлює збільшення експлуатаційних витрат на інтенсивне відмивання без підвищення його ефективності.

При заявлених питомих витратах води та стисненого повітря у зазначеному гранулометричному складі антрациту та кварцового піску забезпечується розширення завантаження на 10÷15% з до-

триманням умов більшого ступеня розширення шару антрациту, у порівнянні з шаром кварцового піску, а також розташування шару антрациту після промивання у верхній частині завантаження. При цьому різний ступінь розширення шарів двошарового завантаження, прийнятий для кварцового піску 10% і антрациту 15%, створює умови, при яких у верхній частині завантаження розташовується шар антрациту, а у нижній - шар кварцового піску.

Додаткова подача на першому етапі промивання фільтра води питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ упродовж 6÷10хв, одночасно зі стисненням повітрям питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах дозволяє забезпечити високу ефективність промивання завантаження напірних фільтрів, які використовуються для окремих технологічних умов фільтрування вихідної води з підвищенням вмістом мастил (при концентрації мастил у вихідній воді понад 15мг/л), шляхом водоповітряного промивання.

Здійснення водоповітряного промивання завантаження одночасно водою з питомими витратами меншими, ніж $0,6\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, і стисненням повітрям з питомими витратами меншими, ніж $0,6\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, упродовж менш, ніж 6хв, не дозволяє забезпечити ефективне промивання завантаження фільтрів, які використовуються для фільтрування вихідної води концентрацією мастил понад 15мг/л, а саме таких питомих витрат недостатньо для руйнування повітрям ущільнень з замаслених забруднень та їхнього одночасного видалення з фільтра потоком води.

Здійснення водоповітряного промивання завантаження з питомими витратами води більшими, ніж $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, і питомими витратами стисненого повітря більшими, ніж $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, упродовж більш, ніж 10хв, обумовлює підвищення експлуатаційних витрат без підвищення ефективності промивання завантаження.

У конкретному прикладі реалізації способу, що заявляється, здійснювали промивання напірного фільтра з крупнозернистим антрацито-кварцовим завантаженням з крупністю зернин кварцового піску 1,6÷2,5мм і крупністю зернин дробленого антрациту 3,0÷6,0мм та суміщеними дренажними пристроями. Перед початком промивання припиняли подачу вихідної води у фільтр, відведення фільтрату з фільтра для зниження рівня води у фільтрі. Таким чином здійснювали промивання напірного фільтра, наповненого вихідною водою.

На першому етапі промивання фільтра в завантаження знизу вгору подавали стиснене повітря питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, наприклад, $0,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, упродовж 10хв. для барботування завантаження. При таких питомих витратах стиснене повітря рівномірно розподілялося за робочою площею напірного фільтра та забезпечувався бульбашковий режим руху повітря в завантаженні, при якому під впливом руху бульбашок повітря відбувалося утворення киплячого шару з зернин завантаження і води, яка перебувала у фільтрі, тобто здійснювався режим барботування завантаження стисненням повітрям. У цьому випад-

ку повітря розбивалося на рівномірно розподілені в завантаженні дрібні бульбашки і піднімалося вгору, відокремлюючи зернини завантаження одну від одної. При цьому окремо взята бульбашка повітря, спливаючи, захоплювала з собою частину рідини, швидкість руху якої в цьому місці різко збільшувалася, а в іншому місці зменшувалася, що призводило до зменшення опору та розпушення завантаження на ділянках руху бульбашок повітря. Подача стисненого повітря в завантаження при промиванні сприяла збільшенню ефекту відривання забруднень від зернин завантаження, а за рахунок більш інтенсивного перемішування частинок сприяла посиленню відтираючого ефекту. Під час барботування здійснювали відведення повітря з фільтра, запобігаючи винесенню зернин завантаження, а через 10хв. подачу стисненого повітря на барботування завантаження припиняли та переходили до другого етапу промивання.

На другому етапі промивання фільтра в завантаження знизу вгору подавали воду питомими витратами від 0,6 до $1\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, наприклад, $0,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, упродовж 10хв. для відмивання завантаження без його розширення. При подачі води з такими питомими витратами забезпечувався її рівномірний розподіл за робочою площею фільтра з суміщеними дренажними пристроями без досягнення критичної швидкості висхідного потоку води в завантаженні з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{ мм}$ і крупністю зернин дробленого антрациту $3,0\div 6,0\text{ мм}$. Під час відмивання здійснювали відведення відпрацьованої води з фільтра, а через 10хв. відмивання завантаження припиняли та переводили фільтр у режим фільтрування.

Однак, через $10\div 15$ промивань відбувалося повне змішування шарів кварцового піску і дробленого антрациту, що обумовлювало необхідність періодичного відновлення первісних параметрів крупнозернистого антрацито-кварцового завантаження з крупністю зернин кварцового піску $1,6\div 2,5\text{ мм}$ і крупністю зернин дробленого антрациту $3,0\div 6,0\text{ мм}$. Таким чином, один раз на тиждень на другому етапі промивання фільтра здійснювали розширення завантаження на $10\div 15\%$ шляхом подачі в завантаження води питомими витратами від 1,8 до $2,1\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, наприклад, $1,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, упродовж 4хв. При такому розширенні забезпечувався рівномірний розподіл води за робочою площею фільтра з суміщеними дренажними пристроями, а також забезпечувалась критична швидкість висхідного потоку води в завантаженні, що дозволяло зернинам завантаження переходити у завислий стан. Зернини завантаження переходили у завислий стан і упродовж 4хв. перебували в безперервному хаотичному русі, що, в свою чергу, сприяло найбільш інтенсивному відтиранню за-

бруднень з їхньої поверхні та забезпечувало процес вимивання забруднень водою з завислого шару завантаження. Під час розширення завантаження відбувалася класифікація зернин завантаження за шарами кварцового піску та дробленого антрациту. В процесі інтенсивного відмивання здійснювали відведення відпрацьованої води з фільтра, запобігаючи винесенню зернин завантаження, а через 4хв. інтенсивне відмивання завантаження припиняли та переводили фільтр у режим фільтрування.

При цьому різний ступінь розширення шарів двошарового завантаження, прийнятий для кварцового піску 10%, а для дробленого антрациту 15%, створював умови, при яких у верхній частині завантаження розташовувався шар дробленого антрациту, а у нижній частині - шар кварцового піску.

Крім того, в окремих випадках напірні фільтри можуть використовуватись для фільтрування води з підвищеним вмістом мастил (понад 15 мг/л). Таким чином, під час фільтрування вихідної води з підвищеним вмістом мастил (понад 15 мг/л) в крупнозернистому антрацито-кварцовому завантаженні відбувалося нагромадження великої кількості замаслених забруднень з утворенням конгломератів з зернин завантаження, твердих частинок та мастил, що викликало необхідність особливого режиму промивання. В такому разі, на першому етапі промивання фільтра здійснювали водоповітряне промивання завантаження, шляхом одночасної подачі в завантаження води питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, наприклад, $0,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, і стисненого повітря питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, наприклад, $0,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$ при нормальних умовах, упродовж 10хв. При водоповітряному промиванні відбувалося руйнування повітрям ущільнень з замаслених забруднень та їхнє одночасне видалення з фільтра потоком води. На другому етапі промивання фільтра здійснювали подачу в завантаження води питомими витратами від 0,6 до $1,2\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, наприклад, $0,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, упродовж 10хв. для вимивання забруднень з відмиванням завантаження без його розширення. При цьому один раз на тиждень другий етап промивання фільтра здійснювали шляхом подачі в завантаження води питомими витратами від 1,8 до $2,1\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, наприклад, $1,9\text{ м}^3/(\text{хв}\cdot\text{м}^2)$, упродовж 4хв. для розширення завантаження на $10\div 15\%$ з метою класифікації завантаження за шарами кварцового піску і дробленого антрациту та повного видалення залишкових забруднень з порового простору крупнозернистого антрацито-кварцового завантаження.