

# ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ

УДК 628.334.51:622

**А.І. Горова, д-р біол. наук, проф.,**  
**В.С. Колесник, д-р техн. наук, проф.,**  
**Д.В. Кулікова**

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м. Дніпропетровск, Україна,  
e-mail: kulikova1979@rambler.ru

## УДОСКОНАЛЕННЯ СПОРУД МЕХАНІЧНОЇ ОЧИСТКИ ШАХТНИХ ВОД

**A.I. Horova, Dr. Sci. (Biol.), Professor**  
**V.Ye. Kolesnyk, Dr. Sci. (Tech.), Professor**  
**D.V. Kulikova**

State Higher Educational Institution  
“National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,  
e-mail: kulikova1979@rambler.ru

## MINE WATER MECHANICAL TREATMENT FACILITIES IMPROVEMENT

Розглянуто проблему забруднення шахтних вод завислими речовинами. Надано характеристику складу механічних домішок у шахтній воді. Наведено головні недоліки в роботі традиційних горизонтальних відстійників, які застосовуються на підприємствах вугільної промисловості України. Запропоновано вдосконалену конструкцію горизонтального відстійника.

**Ключові слова:** шахтні води, завислі речовини, механічна очистка стічних вод, горизонтальний відстійник

**Вступ.** Найбільш негативний вплив на водні об'єкти вуглевидобувних регіонів зумовлює скид гірничими підприємствами шахтних вод. Це пояснюється їх величезним припливом ( $25 \text{ м}^3/\text{с}$ ), низькою якістю за багатьма показниками, що не відповідають сучасним вимогам правил охорони поверхневих вод від забруднення, а також масштабним впливом процесів вуглевидобутку на водні об'єкти протягом тривалого часу на величезній території. Саме тому шахтні води є небезпечним компонентом сучасного промислового виробництва, які привносять у навколишнє середовище незворотні зміни, погіршуючи якість води у природних водоймах.

Використанню шахтних вод для технічних та побутових потреб перешкоджає їх забруднення завислими речовинами, підвищена загальна жорсткість, високий вміст хлоридів, сульфатів, фосфатів, фторидів, іонів важких металів, заліза, марганцю, нафтопродуктів та наявність мікроорганізмів.

Усі шахтні води забруднені дрібнодисперсними суспензіями, що складаються з зерен вугілля і розмитих супутніх порід. Інтенсивне розмокання слабких глинистих і піщаних порід збагачує шахтні води колоїдною фазою. Забруднення шахтної води, в основному, відбувається при її русі від місць надходження до водозбірника.

Інтенсивність забруднення та ступінь дисперсності завислих речовин у шахтних водах залежать від гірни-

чо-геологічних та технологічних факторів. Важливим чинником, що впливає на інтенсивність пилоутворення й забруднення підземних вод завислими речовинами, є природна вологість вугільних пластів і порід [1].

Вплив технологічних факторів обумовлюється способом розкриття родовища, системою розробки, способом керування покрівлею, технологією виїмки вугілля й руйнування порід, обсягом вибухових і бурових робіт із промиванням шпурів і свердловин, а також, способом та засобами доставки і транспортування гірської породи та вугілля, інтенсивністю роботи зрешувальних пристроїв, станом водозбірників, схемою вентиляції і системами водовідливу шахтних вод, пиловидбухозахистом тощо [2, 3, 4, 5, 6].

**Постановка завдання досліджень.** У зв'язку зі значним різноманіттям шляхів надходження забруднюючих речовин у шахтну воду та великими об'ємами видачі її на поверхню, що приводить до інтенсивного забруднення природних водойм, авторами ставилося завдання аналізу характеристик завислих речовин у шахтній воді, існуючих способів і засобів її очистки та роби технічних рішень по її удосконаленню.

**Основні результати.** Як показав аналіз наведених джерел, завислі нерозчинні включення представлені в шахтних водах у вигляді грубодисперсних суспензій з розміром часток більше  $100 \text{ мкм}$ , а також суспензій і колоїдних фракцій з розміром часток, відповідно, від  $100$  до  $0,1$  і від  $0,1$  до  $0,001 \text{ мкм}$  [1]. Середній вміст завислих речовин змінюється по шахтах

того ж самого басейну й родовища в широких межах, але, звичайно, не перевищує 1000 мг/л [7].

Розрахунок сумарної поверхні часток вугілля, що видобувається сучасними виймальними машинами, показав, що 95–97% її припадає на частки розміром до 0,1 мм, тобто на вугільний пил. Маса утвореного пилу становить близько 0,1% вугілля, що видобувається [5]. Звідси можна припустити існування взаємозв'язку між питомим пиловиділенням пластів вугілля при сучасних засобах механізації його виймки і вмістом завислих речовин у шахтних водах [3].

Дисперсний склад завислих речовин, що перебувають у вихідній воді, також змінюється в широких межах і залежить від марки вугілля, що видобувається. Так вугілля марок К, ОС, Ж, Д, Т, Г, Б містить фракції (%): більше 50 мкм – 1,3–30,9; менше 50 мкм – 69–98,7; антрацити марок А і ПА: більше 50 мкм – 15,7–65,5; менше 50 мкм – 34,5–84,3 [3]. Вміст органічних речовин у шахтних водах у вигляді чистого вугілля змінюється в межах 58–72,08%, глинистих – 19,01–34,66% [8].

Розрізняють макроскопічні й мікроскопічні компоненти вугілля. До макрокомпонентів відносять вітрен, флюзен, дюрен і кларен, які відрізняються рядом хімічних особливостей. Під мікрокомпонентами розуміють петрографічно прості складові частини, що розглядаються у вугіллі під мікроскопом, із яких складаються групи – мікролітотиби. Із мікрокомпонентів найбільший інтерес, із позицій вивчення властивостей завислих речовин у шахтних водах та їх наступного видалення, представляють компоненти групи вітриніту (Vt) і фюзиніту (F), які присутні у вугіллі у великій кількості; компоненти групи семівітриніту (Sv) і лецитиніту (L) – у меншій.

Мінеральні речовини (ML) у твердій фазі шахтних вод представлені, в основному, глинистим матеріалом, що утворюється внаслідок гідратації слабких гірничих порід (каоолініт, монтморилоніт, аргіліт, частково алевроліт). Ці мінерали зустрічаються окремими зернами, у зростках з вітринітом і порах фюзиніту у вугільній масі, а також без органіки в породах ґрунту. Причиною появи в шахтній воді колоїдної фази є, в основному, розмокання коалінованих аргілітів. Мінеральні домішки представлені до 90% частками глинистого матеріалу – аргіліту. Вміст часток фюзиніту (F), вітриніту (Vt) і аргіліту (ML), крупністю менш 10 мкм, що обумовлюють кінетичну стійкість суспензій, становить відповідно 10; 24,5 й 46,5% [1].

Відмінністю шахтних вод, що відкачуються на поверхню, яка надзвичайно ускладнює їх очистку, є наявність дрібнодисперсних (менш 10 мкм) агрегативно-стійких вугільних і породних часток, кількість яких може досягати 50–70% від загальної дисперсної фази. У цілому ж вміст часток розміром менш 50 мкм становить 99% [2]. Гранулометричний склад шламів шахтних вод Донбасу характеризується наступним розподілом часток за розмірами, мас. %: більше 50 мкм – 7–18; від 50 до 10 мкм – 22–77; від 10 до 5 мкм – 15–35; менш 5 мкм – 17–50 [8].

Окрім надходження до шахтних вод завислих речовин, у зв'язку з ростом рівня механізації гірничих

робіт особливу увагу також необхідно звертати на забруднення стоків таким органічним компонентом як нафтопродукти, середній вміст яких у шахтних водах становить 0,5–2 мг/л [3]. Джерелом забруднення шахтних вод нафтопродуктами є гідравлічні системи механізованих комплексів, системи змащення й охолодження машин і механізмів, при експлуатації яких відбувається потрапляння масел й емульсій на ґрунт гірничих виробок, а далі – у шахтну воду.

Таким чином, шахтні води відрізняються великим розмаїттям хімічного складу, у більшості випадків непридатні для питного водопостачання і мають властивості, що виключають їх використання для технічних та побутових потреб без попередньої обробки. Освоєння нових вугільних родовищ у складних гідрогеологічних умовах, а також постійний перехід гірничих робіт на більш глибокі горизонти призводять до збільшення об'ємів шахтних вод та їх забрудненості різними речовинами.

Постійно зростаючі вимоги до якості очистки шахтних вод при випуску їх у водойми, а також при наступному використанні, обумовлюють широке застосування різноманітних методів і технологій очистки.

На більшості шахт поширеною є механічна (безреагентна) очистка забруднених стоків, яка здійснюється шляхом відстоювання шахтних вод у горизонтальних відстійниках, коли у воді, що знаходиться в стані спокою або рухається з невеликою швидкістю, завислі грубодисперсні домішки, густина речовини яких значно перевищує густину води, під дією сили тяжіння випадають в осад. На цьому принципі побудовано освітлення води методом осадження у відстійниках при безперервному її русі з малою швидкістю.

На підприємствах вугільної промисловості України широкого застосування знайшли горизонтальні відстійники для виділення із шахтної води грубодисперсних домішок і частини органічних забруднень без якої-небудь попередньої обробки. Такі відстійники, побудовані 30–50 років тому, затримують тільки великі завислі домішки (дрібні частки вугілля) і дають відносно невеликий ефект освітлення, що в середньому складає близько 30%. У даний час ефективність їх роботи не відповідає сучасним вимогам водоохоронного законодавства України, які посилюються за останнє десятиліття.

Ефективність очистки шахтних вод від механічних домішок в існуючих горизонтальних відстійниках, встановлених на підприємствах ВАТ „Павлоградвугілля“, представлено на рис. 1 і 2. Через незадовільний технічний стан і недотримання технології експлуатації очисних споруд у поверхневі водоприймачі (балки, ріки) надходить близько 95% неочищеної або недостатньо очищеної шахтної води, що призводить до замулення водних об'єктів.

До головних недоліків у роботі традиційних горизонтальних відстійників, які використовуються як перша ступінь процесу очистки води в технологічній схемі промислових підприємств, слід віднести:

– необхідність значного об'єму відстійника, а, отже, його довжини;

– режим руху води в горизонтальному відстійнику турбулентний, унаслідок чого процес гравітаційного осадження тонкодисперсних твердих завислих часток і домішок у воді погіршується у зв'язку з наявністю вертикальних складових швидкості турбулентного потоку, які збільшуються з підвищенням швидкості горизонтального руху води, що пов'язано з роботою відстійника, неповним перетином;

– наявність пристроїв гідравлічного розподілення потоків, що призводить до зниження ефективності використання об'єму (коефіцієнт об'ємного використання відстійників менше 0,5) і, як наслідок, до появи застійних зон і транзитних струменів, що знижує ефективність освітлення води;

– реальна тривалість перебування води у відстійнику завжди менша теоретичної внаслідок неминучого нерів-

номірного розподілу швидкостей потоку по всій площі поперечного перетину відстійника, тому фактична швидкість руху води у відстійнику більше розрахункової швидкості, що теж погіршує ефект освітлення води;

– виконання днища відстійника горизонтальним ускладнює процес відведення осаду й сприяє підвищенню концентрацій забруднень в освітленій воді;

– внаслідок інтенсивного нерівномірного переміщення основної маси суспензії в нижні шари, втрати стійкості потоку, підвищення горизонтальної швидкості й вертикальної складової, які перешкоджають подальшому осадженню часток у першій половині довжини й підвищують їх концентрацію в потоці з виносом із відстійника, кількість суспензії, що затримується відстійником, зменшується, а винос її в кінцевий жолоб донними токами збільшується.

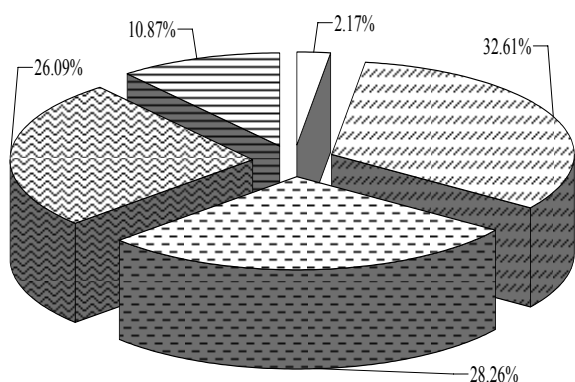


Рис. 1. Ефективність очистки шахтних вод від завислих речовин в існуючих горизонтальних відстійниках [9]:

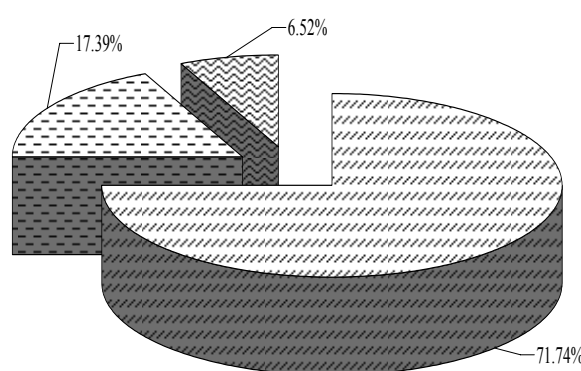


Рис. 2. Ефективність очистки шахтних вод від нафтопродуктів в існуючих горизонтальних відстійниках [9]:

Ефект очистки: □ – не спостерігається; ▨ – менше 20%; ▤ – 20,01–40%; ▥ – 40,01–60%; ▧ – 60,01–80%

Проблема якості очистки води збільшується в результаті відсутності досить ефективних пристроїв для чищення відстійників, що призводить до накопичення осаду в зоні освітлення і його виносу в очищену воду. При нерегулярному чищенні відстійників можливі ситуації, коли кількість завислих речовин у шахтній воді на виході зі споруди перевищує їх концентрацію у вхідній воді, що подається у відстійник, за рахунок вимивання вже осілих суспензій.

Існуючі традиційні конструкції відстійників достатньо повно вивчені і дуже важко очікувати від них різкого підвищення ефективності, тому в даний час одним із шляхів інтенсифікації роботи відстійних споруд є вдосконалення їх конструкції. Необхідною умовою ефективної роботи очисних споруд є ламінарний режим руху води і стійкість потоку, тобто, удосконалена конструкція горизонтального відстійника повинна забезпечувати більш рівномірний розподіл швидкостей потоку, що надходить у відстійник, за його перетином, та можливе більш повне використання його об'єму. Технологія очистки води повинна бути простою, розрахованою на мінімальну кількість процесів і здійснюватися в строго заданих умовах.

Саме тому вибору очисних споруд і режиму їх роботи необхідно приділяти більш особливу увагу.

Авторами запропонована конструкція горизонтального відстійника [10], що відноситься до засобів безреагентної очистки промислових стічних вод різноманітного походження, забруднених механічними домішками полідисперсного складу, методом гравітаційного відстоювання в потоці. Ця очисна споруда може бути використана в різних галузях, у тому числі вугільній, для очистки стічних вод від нерозчинних твердих речовин, переважно однорідного хімічного складу з густиною речовини вищою за густину води.

Вважається, що найкращою умовою відстоювання є горизонтальний рух головного потоку, перпендикулярний рух часток води, що осаджуються. При цьому швидкість відстоювання не збільшується, а досягається лише зменшення збурювання руху потоку рідини в процесі освітлення. Оскільки фактичний час відстоювання менше розрахункового, а дійсні швидкості руху води навпаки – більші, то технічна ідея спрямована на пошук таких конструкцій відстійників, при яких дійсні швидкості та час перебування води у відстійнику якомога менше відрізнялися б від теоретичних або розрахункових.

Отже головною задачею є вдосконалення традиційних пристроїв для очистки скидів від завислих речовин шляхом створення нових конструктивних ознак, в яких би забезпечувалося формування потоку змінного перетину в процесі освітлення, запобігання виносу забруднень робочим потоком, збільшення коефіцієнта об'ємного використання відстійника внаслідок відсутності застійних зон, й організації інтенсивного осадження завислих часток шляхом максимально рівномірного розподілу потоку по всій площі поперечного перетину, за рахунок чого підвищується ефективність процесу освітлення стічних вод у цілому.

Поставлена задача удосконалення вирішується тим, що головною відмінністю запропонованої конструкції горизонтального відстійника від традиційних пристроїв механічної очистки від завислих речовин є те, що корпус споруди виконано у вигляді жолобу, звуженого в напрямку до вихідного отвору, який оснащено послідовно розміщеними всередині жолоба перфорованими вертикальними поперечними перегородками з перетином, що відповідає перетину корпусу відстійника. При цьому корпус встановлено на підпорі з нахилом днища вбік зливного отвору.

Сутність запропонованої авторами конструкції горизонтального відстійника пояснюється кресленнями (рис. 3–5).

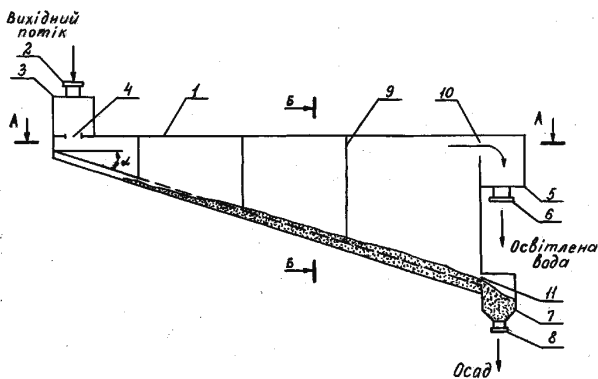


Рис. 3. Загальний вид відстійника

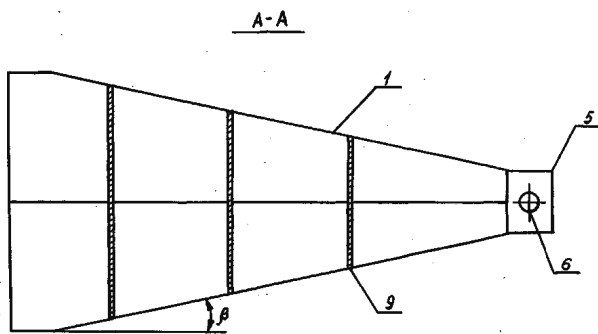


Рис. 4. Перетин відстійника за А-А

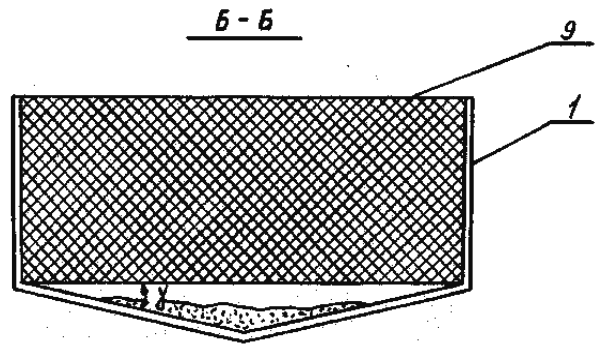


Рис. 5. Перетин відстійника за Б-Б

Відстійник складається з корпусу 1, який виконано у вигляді жолобу, звуженого в напрямку до вихідного отвору, на вході якого розміщено приймальний розподільчий лоток 3 з отворами у днищі 4 та подавальним трубопроводом вихідної рідини 2, а на виході – збірний лоток 5 з відповідним трубопроводом освітленої рідини 6 та приймальний бункер для накопичення сповзаючого осаду 7 з трубопроводом для видалення осаду 8. Днище корпусу відстійника 1 нахилено під кутом  $\alpha$  до горизонтальної площини, що забезпечує сповзання осаду, який випадає в процесі освітлення, вниз без зупинки роботи відстійника. У корпусі встановлені перфоровані вертикальні поперечні перегородки 9 з перетином, що відповідає перетину корпусу відстійника, які поділяють потік на безліч окремих шарів малої висоти і сприяють вирівнюванню швидкостей по всьому перетину відстійника. У кожному перетині всіх розподільчих перегородок, що встановлені в напрямку руху робочого потоку, необхідно дотримуватися приблизно однакових витрат рідини, що фактично забезпечує кут  $\beta$ . На задній торцевій стінці корпусу відстійника 1 є зливальний отвір 10, через який освітлена вода надходить у збірний зливальний карман 5. У нижній частині днища корпусу у задній торцевій стінці є шламовихідний отвір 11, через який завислі частки і домішки, що випадають у процесі освітлення стічних вод, надходять у приймальний бункер для накопичення осаду 7. Для того, щоб забезпечити найкращі умови сповзання осаду нахилене днище корпусу виконано у формі рівнобедреного трикутника з кутом нахилу граней до горизонтальної площини  $\gamma$ .

Запропонована конструкція вдосконаленого горизонтального відстійника працює в такий спосіб.

Вихідний потік води по трубопроводу 2 подають у розподільчий лоток 3, що має прямокутну форму. Через отвори у днищі розподільчого лотка 4 потік рівномірно розподіляється по всьому змінному за формою поперечному перетину пристрою, при цьому швидкість освітлювальної води знижується. Для рівномірного розподілу потоку рідини, ліквідації „застійних зон“, збільшення коефіцієнту об'ємного використання відстійника та поліпшення процесу освітлення по всьому змінному за формою поперечному перетину корпусу стаціонарно встановлюються перфоровані вертикальні поперечні перегородки 9. Далі

потік переміщується від торцевої стінки до протилежного торця через систему перфорованих вертикальних поперечних перегородок з перетином, що відповідає перетину корпусу відстійника. При цьому основний потік розбивається на безліч струменів і в режимі ламінарної течії відбувається інтенсивне відділення завислих частинок, які є у воді, і їх безперервне сповзання вниз під дією гравітаційних сил. Осад, що випадає, сповзає по нахиленому днищу в напрямку руху води без зупинки роботи пристрою, збирається в нижній частині днища корпусу, надходить у бункер накопичення і ущільнення осаду 7 через шламовихідний отвір 11 та відводиться по трубопроводу 8. Освітлена вода через зливальний отвір 10 надходить у збірний зливальний лоток 5, розташований на задній торцевій стінці пристрою, з якого по трубопроводу 6 виводиться з корпусу відстійника.

По ходу проходження стічних вод, що містять завислі речовини, починаючи від впускного розподільчого лотка, глибина відстійника поступово збільшується, досягаючи максимального значення у протилежній торцевій стінки, а процес випадіння суспензії, навпаки, сповільнюється. Тобто, у протилежного торця, що має збірний зливальний лоток, процес осадження практично припиняється, а глибина жолоба сама максимальна, що є необхідною умовою для мінімізації (ліквідації) взаємодії освітленої води з осадом, що випадає.

На підставі вищевказаних креслень (рис. 3–5) зроблено діючий макет удосконаленого горизонтального відстійника в масштабі 1:20, який представлено на рис. 6.



Рис. 6. Макет удосконаленого горизонтального відстійника (масштаб 1:20)

Для поліпшення гідродинамічних умов роботи відстійних споруд (збільшення коефіцієнта об'ємного використання пристрою й ефективності його роботи) варто створити такі конструкції впуску й випуску стічних вод, які забезпечили б рівномірний розподіл їх по ширині й глибині потоку. Інерція маси води, що надходить у відстійну споруду зі значною швидкістю, різко знижує ефект роботи частини відстійника поблизу впуску. Осадження суспензії тут (за винятком великої) внаслідок високих швидкостей руху води ускладнено.

Ця частина відстійника повинна бути зведена до можливого мінімуму шляхом обладнання найбільш раціонального впуску. Незатоплені впускні конструкції забезпечують кращі гідравлічні умови за часом перебування води у відстійній споруді та величиною швидкостей протікання, у порівнянні із затопленими. Перш ніж потрапити безпосередньо у відстійник, на виході з водовпускного розподільчого (дірчастого) лотка відбувається гасіння кінематичної енергії вхідних струменів, унаслідок чого на вході в робочу зону відстійної споруди здійснюється рівномірний розподіл води по всьому поперечному перетину.

Збір освітленої води на виході з відстійника необхідно здійснювати таким чином, щоб швидкість підходу води до переливної кромки була менше, ніж швидкість підсмоктування часток осаду з освітленою рідиною. У нашому випадку пропонується відбір освітленої води здійснювати через водозливний карман на торці відстійника, розташованого на зовнішній поверхні корпусу поблизу вільної поверхні потоку рідини. Дана конструкція зливального карману забезпечує такі траєкторії руху часток, що закінчуються на торці відстійника поза зоною виходу освітленої води, навіть у випадку досить малих розмірів твердих часток, що значно підвищує ефективність освітлення води. До того ж, вода, що надходить у відстійник, повинна переливатися рівним шаром по всій довжині зливального ребра карману, для чого лотки, що підводять стічну воду і відводять освітлену, встановлюються виключно горизонтально (за рівнем води).

Необхідною умовою, що забезпечує надійність роботи й стабільність якості освітленої води, є наявність ламінарного режиму течії рідини, оскільки турбулентність збільшує транспортуючу здатність потоку, при обов'язковому збереженні його стійкості. Поліпшити умови відстоювання суспензій, при наявності в потоці вільної поверхні, можна шляхом створення стабільної гідродинамічної структури потоку, тобто, зниження інтенсивності висококомутних придонних течій і ліквідації виникнення великомасштабних завихрень у верхній частині потоку. Цього можна досягти в результаті встановлення проміжних перфорованих перегородок, що розділяють потік на безліч окремих шарів малої висоти. Проміжні перфоровані перегородки, встановлені в потоці, сприяють гасінню енергії донних і поверхневих течій, вирівнюванню швидкостей по всьому перетину потоку, а також ведуть до збільшення об'ємного використання відстійника й ефекту відстоювання суспензії. Регулюючи перфоровані перегородки встановлюють на вході у відстійник для рівномірного розподілу потоку води по площі поперечного перетину й на виході з відстійника для рівномірного відбору води. Число перегородок у відстійнику обирають так, щоб відстань між ними була не більше його ширини.

В якості перфорованих вертикальних перегородок у даному пристрої виступають сітки, що стаціонарно встановлюються в робочу зону і повністю перекривають потік освітлюваної води, тим самим вирівнюючи горизонтальні швидкості по всьому перетину

робочої зони відстійника. Це істотно поліпшує гідравлічний режим роботи пристрою, а, отже, і його ефективність. Основною метою сіток є не затримка домішок, а вирівнювання горизонтальної швидкості руху освітлюваної води за глибиною та одночасне її зниження за довжиною відстійника.

Унаслідок встановлення у відстійнику проміжних перфорованих перегородок, його будівельний об'єм використовується досить повно (приблизно на 70%) і тому фактичні тривалість відстоювання стічної води і швидкість потоку наближаються до розрахункових [11].

**Висновки.** Гранулометричний склад шламів шахтних вод Донбасу характеризується наступним розподілом часток за розмірами, мас. %: більше 50 мкм – 7–18; від 50 до 10 мкм – 22–77; від 10 до 5 мкм – 15–35; менше 5 мкм – 17–50.

На підприємствах вугільної промисловості України широкого застосування знайшли горизонтальні відстійники для виділення із шахтної води грубодисперсних домішок і частини органічних забруднень без якої-небудь попередньої обробки. Такі відстійники дають відносно невеликий ефект освітлення, що, у середньому, складає близько 30%, що не відповідає сучасним вимогам водоохоронного законодавства України.

Через незадовільний технічний стан і недотримання технології експлуатації очисних споруд у поверхневій водоприймачі (балки, ріки) надходить близько 95% неочищеної або недостатньо очищеної шахтної води, що призводить до замулення водних об'єктів.

Проблема якості очистки води збільшується в результаті відсутності досить ефективних пристроїв для чищення відстійників, що призводить до накопичення осаду в зоні освітлення і його виносу в очищену воду.

Найкращою умовою відстоювання є горизонтальний рух головного потоку, перпендикулярний рух частки води, що осаджується. При цьому необхідною умовою ефективної роботи очисних споруд є ламінарний режим руху води і стійкість потоку. Технологія очистки води повинна бути простою, розрахованою на мінімальну кількість процесів, і здійснюватися в строго заданих умовах.

Удосконалена конструкція горизонтального відстійника, що запропонована авторами, характеризується збільшенням коефіцієнта об'ємного використання відстійника за рахунок створення стаціонарного режиму течії потоку води по всій площі змінного, переважно за формою, поперечного перетину пристрою (спочатку широкого, але невисокого, а далі звуженого, проте більш високого), підвищенням ефективності очистки скидів від завислих часток і домішок, із густиною речовини вище густини води, за рахунок усунення застійних зон.

Конструкцію пристрою виконано таким чином, що по всій площі змінного за формою поперечного перетину відстійника рухається потік, який забезпечує рівномірний перелив верхнього шару освітленої

рідини у збірний зливальний лоток при мінімальній взаємодії освітленої рідини з осадом.

#### Список літератури / References

1. Монгайт И.Л. Очистка шахтных вод / Монгайт И.Л., Текиниди К.Д., Николадзе Г.И. – М.: Недра, 1978. – 173 с.  
*Mongayt I.L. Mine water treatment / Mongayt I.L., Tekinidi K.D., Nikoladze G.I. – M.: Nedra, 1978. – 173 p.*
2. Николін В.И. Охрана окружающей среды в горной промышленности / Николін В.И., Матлак Е.С. – К. – Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1987. – 192 с.  
*Nikolin V.I. Environment protection in mining industry / Nikolin V.I., Matlak Ye.S. – K. – Donetsk: Vyshcha shkola. Golovnoe izd-vo, 1987. – 192 p.*
3. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности / Горшков В.А. – М.: Недра, 1981. – 269 с.  
*Gorshkov V.A. Sewage water treatment and reuse at enterprises of coal industry / Gorshkov V.A. – M.: Nedra, 1981. – 269 p.*
4. Каталог шахтопластов СССР по пылевому фактору / М-во угольной промышленности СССР [и др.]. – М.: ИГД, 1975. – 129 с.  
*Catalogue of mine strata of USSR classified by dust factor / M-vo ugolnoy promyshlennosti SSSR [et al.]. – M.: IGD, 1975. – 129 p.*
5. Фролов А.Г. К методике решения задачи увеличения выхода крупных классов и уменьшения пылеобразования при добыче угля / Фролов А.Г. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1970.  
*Frolov A.G. Towards method of problem solving of increase of outcrop of coarse grain and reduction of dust formation / Frolov A.G. – M.: IGD im. A.A. Skochinskogo, 1970.*
6. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах / Меркулов В.А. – М.: Недра, 1981. – 184 с.  
*Merkulov V.A. Environment protection in coal mines / Merkulov V.A. – M.: Nedra, 1981. – 184 p.*
7. Харионовский А.А. Принципы выбора технологических схем очистки шахтных вод от взвешенных веществ. Сборник научных трудов „Очистка и использование шахтных вод“. Вып. XXII / Харионовский А.А., Комков Д.И., Малышев А.В. – М.: ИГД, 1976. – С. 9–15.  
*Khariionovskiy A.A. Principles of choice of technological schemes of sewage water treatment from suspended matter. Scientific collected articles “Ochistka i ispolzovanie shakhtnykh vod”. Issue. XXII / Khariionovskiy A.A., Komkov D.I., Malyshev A.V. – M.: IGD, 1976. – P. 9–15.*
8. Комплексная переработка шахтных вод / А.Т. Пилипенко, И.Т. Гороновский, В.Д. Гребенюк и др. – К.: Техніка, 1985. – 183 с.  
*Complex mine water treatment / A.T. Pilipenko, I.T. Goronovskiy, V.D. Grebenyuk et al. – K.: Tekhnika, 1985. – 183 p.*
9. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки / До-

лина Л.Ф. – Днепропетровск: Молодежная экологическая лига Приднепровья, 2000. – 43 с.

*Dolina L.F. Sewage water of coal mining enterprises and methods of its treatment / Dolina L.F. – Dnepropetrovsk: Molodezhnaya ekologicheskaya liga Pridneprovya, 2000. – 43 p.*

**10. Пат. на корисну модель № 55988 Україна, МПК<sup>8</sup> В 01 D 21/02.** Пристрій для очистки скидів від завислих речовин / Колесник В.Є., Кулікова Д.В.; Заявл. 12.10.2010; Опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. – 4 с.

*Patent for utility model No.55988 Ukraine, МПК<sup>8</sup> В 01 D 21/02.* Device for sewage water treatment from suspended matter / Kolesnik V.E., Kulikova D.V.; Submitted on 12.10.2010; Published on 27.12.2010; Bulletin. No.24. – 4 p.

**11. Демура М.В.** Проектирование тонкослойных отстойников / Демура М.В. – К.: Будівельник, 1981. – 52 с.

*Demura M.V. Designing of thin-layer sewage tank / Demura M.V. – K.: Budivelnik, 1981. – 52 p.*

Рассмотрена проблема загрязнения шахтных вод взвешенными веществами. Представлена характеристика

состава механических примесей в шахтной воде. Приведены главные недостатки в работе традиционных горизонтальных отстойников, которые применяются на предприятиях угольной промышленности Украины. Предложена усовершенствованная конструкция горизонтального отстойника.

**Ключевые слова:** шахтные воды, взвешенные вещества, механическая очистка сточных вод, горизонтальный отстойник

The problem of mine waters pollution caused by suspended solids is considered. The characteristics of suspended solids are presented. The main disadvantages of traditional horizontal sedimentation tanks used at the coal mines in Ukraine are analyzed. Improved construction of horizontal sedimentation tank is offered.

**Keywords:** mine waters suspended solids, mechanical treatment of waste water, horizontal sedimentation tank

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Т.І. Долговою. Дата надходження рукопису 05.04.11*

УДК 622.2:504

**В.Е. Колесник, д-р. техн. наук, проф.,  
Ю.В. Бучавый, А.А. Юрченко**

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kolesnikve@yahoo.com

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ В ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ

**V.Ye. Kolesnik, Dr. Sci. (Tech.),  
Yu.V. Buchavyi, A.A. Yurchenko**

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: kolesnikve@yahoo.com

## METHODS OF ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL THREAT FROM DUST EMISSION DURING MASS EXPLOSION IN IRON-ORE OPENCAST MINE

Выполнен сравнительный анализ известных методик оценки выбросов пыли при проведении взрывных работ на горных предприятиях. Проанализированы математические модели, которые могут быть использованы для расчета приземной концентрации пыли после залповых выбросов. Предложены способы оценки эффективности мероприятий по снижению выбросов пыли после массовых взрывов в карьерах и уровней экологической опасности этих выбросов по пылевому фактору.

**Ключевые слова:** экологическая опасность, железорудные карьеры, массовые взрывы, залповые выбросы, загрязнение атмосферы, математическая модель рассеивания пыли

**Актуальность работы.** В технологической цепи добычи железной руды открытым способом и ее последующей переработки до получения железорудного концентрата и окатышей значительную опасность для окружающей среды и, в первую очередь, атмосферы представляют залповые газопылевые выбросы после массовых взрывов в карьерах. Масса заряда взрывчатого вещества (ВВ) при массовых взрывах превышает 100 т и обычно составляет 500–800 т.

Для оценки опасности карьера по пылевому фактору, в частности при разработке оценки воздействия на

окружающую среду (ОВОС), его рассматривают как единый стационарный источник равномерно распределенных по площади выбросов от автотранспортных, выемочно-погрузочных, буровых и взрывных работ, а приземные концентрации от его воздействия рассчитывают по стандартизированной методике ОНД-86 [1]. Вычисленные значения сравнивают с ПДК выбрасываемых веществ, а полученные соотношения служат численной мерой потенциальной опасности карьеров по пылевому фактору. Отдельно вычисляют залповый выброс карьера как сумму величины выброса при взрывных работах и средних значений выбросов от всех других источников в карьере.