

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
„НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ”



Кулікова Дар'я Володимирівна

УДК 622:504.4.054

**ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СКИДУ
ЗАБРУДНЕНОЇ ШАХТНОЇ ВОДИ В ВОДОЙМИ НА ОСНОВІ ЇЇ
ЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ**

21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі екології Державного вищого навчального закладу „Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Науковий керівник: - доктор біологічних наук, професор
ГОРОВА Алла Іванівна,
завідувач кафедри екології Державного вищого навчального закладу „Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор
ШМАНДІЙ Володимир Михайлович,
завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського Міністерства освіти і науки України;


- кандидат технічних наук
МАКСИМОВА Наталія Миколаївна,
викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету Міністерства освіти та науки України.

Захист дисертації відбудеться „_____” _____ 2015 р. о ____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.02 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі „Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державного вищого навчального закладу „Національний гірничий університет” Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.

Автореферат розісланий „_____” _____ 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д 08.080.02, к.т.н., доцент



В.В. Панченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вугільна промисловість є потужним техногенним чинником впливу на навколишнє природне середовище, що викликає його негативне перетворення, найбільш чутливими до якого виявляються поверхневі і підземні води. Саме технології видобутку вугілля, що використовуються в Західному Донбасі, призвели до забруднення навколишнього середовища і, насамперед, до погіршення якості води в р. Самара та її притоках, що значно знижує рівень екологічної безпеки вугледобувного регіону. Зокрема, завислі речовини, що містяться в шахтній воді, за рахунок їхньої здатності адсорбувати важкі метали, відіграють істотну роль у забрудненні прилеглих водних об'єктів. При цьому, хімічні речовини змінюють не тільки якісний склад водойм, але й представляють підвищену екологічну небезпеку для гідробіонтів і здоров'я населення, що мешкає на прилеглий до них території.

Для підвищення рівня екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми шляхом видалення з неї грубодисперсних домішок на вугільних підприємствах України широко застосовуються горизонтальні відстійники. Ефективність їхньої роботи щодо видалення дисперсної фази, як правило, складає близько 30%. При цьому видаляються переважно грубі фракції, а майже всі дрібнодисперсні скидаються у водойми. Отже, існуючі відстійники не відповідають сучасним вимогам "Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами", що передбачають скид у поверхневі водойми забруднюючих речовин у кількості, яка не повинна перевищувати їх гранично допустимої концентрації. Саме тому, подальше підвищення ефективності очищення забрудненої шахтної води, і, тим самим, підвищення рівня екологічної безпеки її скиду, пов'язане з видаленням тонкодисперсних частинок. Але методи й технології, які використовуються наразі, не дозволяють це робити. Тому необхідно їх удосконалення в напрямку інтенсифікації процесу осадження найбільш дрібних завислих частинок і, як наслідок, підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок скиду в поверхневі водойми високоосвітленої шахтної води. Саме цим і обумовлюється актуальність теми дисертаційної роботи.

У зв'язку з вищевикладеним, у дисертаційній роботі вирішувалася наукова задача, що полягає у встановленні залежності рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми підприємствами вугільної промисловості від комплексу гідрохімічних показників якості води.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науковий напрямок дисертаційної роботи відповідає „Основним напрямкам державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки”, затвердженим Верховною Радою України 05.03.1998 р., № 188/98-ВР. Базовими для підготовки дисертації стали науково-дослідні роботи ДВНЗ „Національний гірничий університет”, в яких автор брала участь як виконавець, а саме: „Розробка концепції техногенної безпеки в гірничій справі як складової частини сталого розвитку держави” (№ ДР 0102U000342, 2001-2003 р.), „Екологічна безпека в гірничо-металургійному комплексі як основа стійкого еколого-економічного і соціального розвитку України” (№ ДР 0104U004092, 2004-2007 р.), „Розробка заходів з

підвищення рівнів екологічної безпеки об'єктів паливно-енергетичного комплексу” (№ ДР 0112U000342, 2012-2015 р.), „Екологічне обґрунтування режиму скиду шахтних вод з прудів-накопичувачів в р. Самара (на прикладі прудів-накопичувачів балок Косьмінна та Свидовок)” (№ 010308, 2013 р.), „Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств” (№ ДР 0115U002301, 2015-2016 р.).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування можливого зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води підприємствами вугільної промисловості в поверхневій водоймі за рахунок підвищення ефективності її очищення.

Для реалізації поставленої мети вирішені наступні завдання:

1) проаналізовано основні чинники, що визначають екологічну небезпеку скиду забрудненої шахтної води підприємствами вугільної промисловості в поверхневій водоймі, а також існуючі засоби зниження зазначеної небезпеки;

2) досліджено рівень забруднення шахтної води, що відкачується на поверхню вугледобувними підприємствами, та встановлено залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води у водоймі від комплексу гідрохімічних показників якості води;

3) розроблено фізичну й математичну моделі, необхідні для визначення раціональних параметрів процесу освітлення забрудненої шахтної води в запропонованому горизонтальному відстійнику, що забезпечить зниження вмісту механічних домішок у воді після її очищення та рівня екологічної небезпеки її скиду в поверхневій водоймі;

4) розроблено спосіб і технічне рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі та обґрунтовано раціональні параметри процесу освітлення шахтної води;

5) оцінено прогнозований рівень підвищення екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води за комплексом гідрохімічних показників якості води при впровадженні розробленого технічного рішення.

Об'єктом дослідження є процес зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в прилеглій поверхневій водоймі при оптимізації гідрохімічних показників її складу.

Предметом дослідження є процес зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі на основі підвищення ефективності її очищення від завислих частинок.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційної роботи використовувалися комплекс наукових методів, що включає: аналіз та узагальнення даних науково-технічної літератури – для оцінки гідрохімічних показників якості шахтної води та рівня екологічної небезпеки її скиду в поверхневій водоймі; методи гідравліки – для з'ясування впливу різних гідравлічних чинників на режим роботи діючого макету горизонтального відстійника вдосконаленої конструкції; методи фізичного моделювання процесу осідання завислих речовин – для дослідження процесу випадіння частинок зависі у відстійнику запропонованої конструкції; методи математичного моделювання – для встановлення закономі-

рностей масопереносу суспендованих речовин у запропонованому відстійнику шахтної води та взаємозалежностей між його конструктивними параметрами та гідравлічними показниками за реальними даними водовідливу вугільної шахти; еколого-економічний аналіз – для прогнозу підвищення рівня екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми за комплексом гідрохімічних показників якості води в розробленому відстійнику та оцінки економічної ефективності його впровадження.

Наукові положення, що виносяться на захист.

1. Рівень екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми визначається за комплексом гідрохімічних показників її складу, а також ефективністю її очищення при відстоюванні. Інструментом для оцінки стану поверхневих водойм у межах вугледобувних регіонів є залежність якості води від величин гідрохімічних показників її складу, використання якої дозволяє оцінити екологічний стан прилеглих водних об'єктів.

2. Зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в прилеглі поверхневі водойми забезпечується шляхом її освітлення за новим способом, який передбачає використання відстійника вдосконаленої конструкції, внаслідок чого підвищується інтенсивність осідання механічних домішок у ньому, знижується вміст важких металів в освітленій воді, що дозволяє підвищити, в кінцевому результаті, ефективність очищення води, що скидається, в 3 рази, у порівнянні з традиційними технологіями очищення.

Наукова новизна отриманих результатів:

1) вперше обґрунтовано наукову залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води від параметрів процесу її освітлення, що дозволила запропонувати новий спосіб зниження вмісту забруднюючих речовин у шахтній воді та оцінити його ефективність;

2) вперше закладено наукові засади для отримання аналітичних залежностей глибини осідання частинок зависі від відстаней, при яких вони зможуть випасти в осад, що дозволило визначити прогнозовану ефективність очищення шахтної води від механічних домішок та відповідну глибину осідання частинок зависі певної гідравлічної крупності з урахуванням конструктивних параметрів розробленого технічного рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду шахтної води в прилеглі поверхневі водойми;

3) удосконалено та теоретично обґрунтовано математичну модель управління екологічною безпекою скиду шахтної води, що дозволило, на відміну від існуючих, оптимізувати параметри процесу її освітлення, при яких підвищується ефективність очищення шахтної води та рівень екологічної безпеки її скиду в прилеглі поверхневі водойми;

4) дістало подальшого розвитку теоретичне обґрунтування застосування методів оцінки рівня забруднення шахтної води, яка відкачується на поверхню вугледобувними підприємствами, за гідрохімічними показниками її складу, що дозволило встановити залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води від комплексу гідрохімічних показників якості води.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується коректністю постановки вирі-

шуваних завдань, використанням відомих методів гідравліки й кінетики випадіння частинок зависі у відстійнику, методів статистичної обробки експериментальних даних, а також збіжністю результатів натурних експериментів на діючому макеті та математичного (чисельного) моделювання за реальними даними водовідливу вугільної шахти, відносні відхилення яких не перевищували 20%.

Практичне значення отриманих результатів:

1) розроблено спосіб зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми, що дозволяє підвищити ефективність її очищення від механічних домішок до 90%, знизити концентрацію іонів важких металів, а саме: марганцю, нікелю, свинцю, хрому на 10-28%, заліза, міді, цинку на 77-93%, за рахунок їх адсорбції на поверхні завислих частинок та осідання на дно і, як наслідок, знизити рівень екологічної небезпеки скиду шахтної води в прилеглі водні об'єкти на 62-65%;

2) удосконалена методика визначення раціональних параметрів процесу очищення забрудненої шахтної води при реалізації запропонованого способу, який передбачає очистку води в розробленому горизонтальному відстійнику вдосконаленої конструкції; ця методика дозволяє вибрати його основні геометричні параметри, визначити прогнозовану ефективність очищення верхнього шару шахтної води у відстійнику з урахуванням глибини осідання частинок зависі певної гідравлічної крупності;

3) розроблено технічне рішення безреагентного очищення промислових стічних вод різноманітного походження, забруднених механічними домішками полідисперсного складу, методом гравітаційного відстоювання в потоці (Патенти України на корисну модель № 55988 і на винахід № 98382).

Реалізація результатів дослідження. Розроблений спосіб зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми на основі її ефективного очищення й удосконалена методика визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення включені в план природоохоронних заходів ПСП "Шахтоуправління Першотравенське ПАТ „ДТЕК Павлоградвугілля” (довідка про впровадження від 05.02.2014 р.) та ДП НВО „Павлоградського хімічного заводу” (акт про впровадження від 19.05.2014 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в формулюванні мети й основних завдань досліджень, обґрунтуванні наукових положень. Автором також проведено аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи, обґрунтовано методи дослідження, проведені експериментальні дослідження, статистична обробка даних та їх основний аналіз. Розроблено спосіб зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойма та рекомендації з визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення.

Апробація результатів. Основні наукові результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та отримали схвалення на міжнародних науково-практичних конференціях „Екологічний інтелект” (Дніпропетровськ, 2011), „Економічні, екологічні і соціальні проблеми вугільних регіонів СНД” (Краснодон, 2011); міжнародній конференції „Форум гірників” (Дніпропетровськ,

2013); науково-технічній конференції „Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів” (Рубіжне, 2015); науково-практичній конференції „Проблеми будівництва, водокористування й екології” (Дніпропетровськ, 2015); міжнародному науковому симпозиумі „Тиждень еколога-2015” (Дніпро-дзержинськ, 2015).

Публікації. Основні результати виконаних у дисертаційній роботі досліджень опубліковано в 17 наукових роботах, з них: 9 статей в фахових виданнях, з яких 4 статті включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, в тому числі 1 статтю надруковано в міжнародному збірнику, та 6 – в збірниках матеріалів науково-практичних конференцій і 2 патенти.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 181 найменувань на 17 сторінках і 8 додатків на 58 сторінках. Загальний обсяг дисертації – 223 сторінок, у тому числі 35 рисунків та 21 таблиця.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована мета, задачі, об’єкт і предмет досліджень, наведена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів досліджень, сформульовані наукові положення, що виносяться на захист, представлена інформація стосовно апробації та публікацій результатів дисертації.

У **першому розділі**, відповідно до першої задачі дослідження, виконано аналіз основних чинників, що визначають екологічну небезпеку скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми підприємствами вугільної промисловості, а також існуючих засобів зниження зазначеної небезпеки.

Встановлено, що постійний приплив підземних вод у підготовчі та основні виробки вугільних шахт обумовив необхідність їх постійного відкачування на поверхню та після відстоювання – скиду в прилеглі поверхневі водойми. Так, аналіз типового водовідливного комплексу шахти „Степова” Західного Донбасу, на прикладі якої були проведені подальші дослідження, показав, що сумарне надходження шахтної води складає близька 2,6 млн. м³/рік.

Шахтна вода відрізняється великою розмаїтістю хімічного складу та має властивості, що виключають її використання в технічних цілях чи скид у прилеглі водойми без попередньої обробки. Освоєння ж вугільних родовищ у складних гідрогеологічних умовах, а також перехід гірничих робіт на більш глибокі горизонти призводить до збільшення обсягів відкачуваної на поверхню шахтної води та підвищення рівня її забруднення різними хімічними речовинами. Як наслідок, скид забрудненої шахтної води становить екологічну небезпеку для компонентів навколишнього середовища, насамперед для прилеглих поверхневих водойм, якість води в яких не відповідає нормативам (ГДК), встановленим для водних об’єктів відповідної категорії. Найчастіше забруднюючі речовини, що потрапляють у водні об’єкти разом із скидом шахтної води, мають загальнотоксичну та канцерогенну дію, що може завдати значної шкоди здоров’ю населення, що мешкає в даному регіоні.

Для шахтної води Донбасу найбільш характерним є вміст суспендованих

частинок у межах 150-550 мг/дм³. При цьому розміри цих частинок коливаються від 10 до 90 мкм.

Вся шахтна вода містить значну кількість мікроелементів, включаючи важкі метали (залізо, марганець, мідь, цинк, свинець, кадмій тощо). Встановлено, що більшість мікроелементів, що містяться в шахтній воді, на відміну від мікроелементів підземних вод, характеризується підвищеною міграційною здатністю. Так, в шахтній воді Західного Донбасу, що відкачується щорічно, міститься до 114 тон важких металів, з яких 23 тони скидається у води р. Самара.

Виконаний аналіз літературних та патентних джерел показав, що для видалення з шахтної води механічних домішок на вугільних підприємствах України широко застосовуються горизонтальні відстійники, які затримують тільки великі завислі частинки і дають незначний ефект очищення, що складає в середньому близько 30%.

Порівняльний аналіз існуючих способів очищення забрудненої шахтної води показав, що одним із шляхів інтенсифікації роботи відстійників і підвищення рівня екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми є радикальне вдосконалення їх конструкції. Необхідність розробки науково обґрунтованого способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в прилеглі водні об'єкти створює передумови для подальших досліджень у цій області. На підставі аналізу наукової літератури сформульовані мета і задачі досліджень.

У **другому розділі**, відповідно до другої наукової задачі, продовжено дослідження рівня забруднення шахтної води, що відкачується на поверхню вугледобувними підприємствами, та встановлено залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми від комплексу гідрохімічних показників якості води.

Дослідження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в р. Самара на території Західно-Донбаського регіону відомим диференціальним методом оцінки якості води, що враховує одиничні гідрохімічні показники її складу, показало, що її якість не відповідає вимогам державних санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення. Так, після скиду в р. Самару забрудненої шахтної води зі ставків-накопичувачів, які розташовані в балках Косьмінна та Свидовок, вміст домішок зростає на 30% й більше, що перевищує встановлені нормативи від 1,2 до 4,2 ГДК. До скиду шахтної води зі ставків-накопичувачів, а також на виході з промислової зони Західного Донбасу, кількість забруднюючих речовин у самарській воді знижується в 1,1-2,7 рази за рахунок процесів самоочищення річки, але вміст забруднюючих речовин, продовжує перевищувати встановлені нормативи.

Дослідження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в р. Самара на території Західного Донбасу відомим комплексним методом оцінки якості води, який враховує комплекс гідрохімічних показників її складу, показало, що після скиду забрудненої шахтної води в р. Самара зі ставків-накопичувачів рівень екологічної небезпеки збільшується в 1,1-2,4 рази.

Отримані результати підтверджують суттєвий вплив скиду забрудненої шахтної води на гідрохімічний склад річкової води. Це робить воду р. Самара

непридатною для господарсько-побутового та технічного водопостачання, яка також втрачає своє рибогосподарське значення. Крім того, води р. Самара використовуються для зрошення сільськогосподарських угідь, що може негативно вплинути на стан агроєкосистем та якість сільськогосподарської продукції.

Встановлено, що ні один із запропонованих методів і способів визначення параметрів процесу освітлення забрудненої шахтної води не враховує повністю всіх процесів і явищ, що відбуваються при її відстоюванні. Тому для визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води, що передбачає її очищення у відстійнику вдосконаленої конструкції, прийнятий метод, в основу якого покладено фізичне моделювання процесу осідання частинок зависі на дно у вигляді осаду. Згідно з цим методом, вихідними даними для проектування запропонованого технічного рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми служать експериментальні залежності між тривалістю процесу відстоювання шахтної води й кількістю завислих частинок певної гідравлічної крупності, що випали за цей час в осад.

За результатами вирішення першої та другої задач дослідження обґрунтовано перше наукове положення.

У **третьому розділі**, відповідно до третьої та четвертої задач дослідження, розроблено фізичну й математичну моделі, необхідні для визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води в запропонованому горизонтальному відстійнику за реальними даними водовідливу вугільної шахти, а також розроблено спосіб і технічне рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми та обґрунтовано раціональні параметри процесу освітлення шахтної води.

Для фізичного моделювання процесу освітлення забрудненої шахтної води за запропонованим способом її очищення було створено діючий макет відстійника вдосконаленої конструкції в масштабі 1:20 натуральної величини.

Фізичне моделювання процесу осідання завислих частинок полягало у визначенні в лабораторних умовах розрахункових параметрів відстійника, а саме: швидкості осідання (гідравлічної крупності) частинок зависі та тривалості перебування освітлюваної рідини у відстійнику, що забезпечує заданий ефект її очищення. За результатами дослідження отримано залежність ефективності очищення шахтної води, що містить завислі речовини, від середньої гідравлічної крупності частинок зависі:

$$P = -16,037 \cdot \ln(u) + 17,978, \%, \text{ при } R^2 = 0,9982, \quad (1)$$

де P – ефективність очищення шахтної води від завислих речовин, %; u – середня гідравлічна крупність (швидкість осідання) завислих частинок, мм/с.

Визначено основні технологічні показники запропонованого відстійника з врахуванням фактичних витрат води, яка подається на очищення, на прикладі шахти „Степова” (Західний Донбас). Об’єм води, що надходить до макета відстійника, обрано з урахуванням умови гідродинамічної подібності за критерієм Фруда. За результатами розрахунків отримано залежності глибини осідання завислих частинок певної гідравлічної крупності від відстаней, при яких вони випадають в осад, при заданому ефекті очищення (рис. 1, а), а також від величини

ефекту очищення забрудненої води для зазначених геометричних параметрів макета відстійника (рис. 1, б).

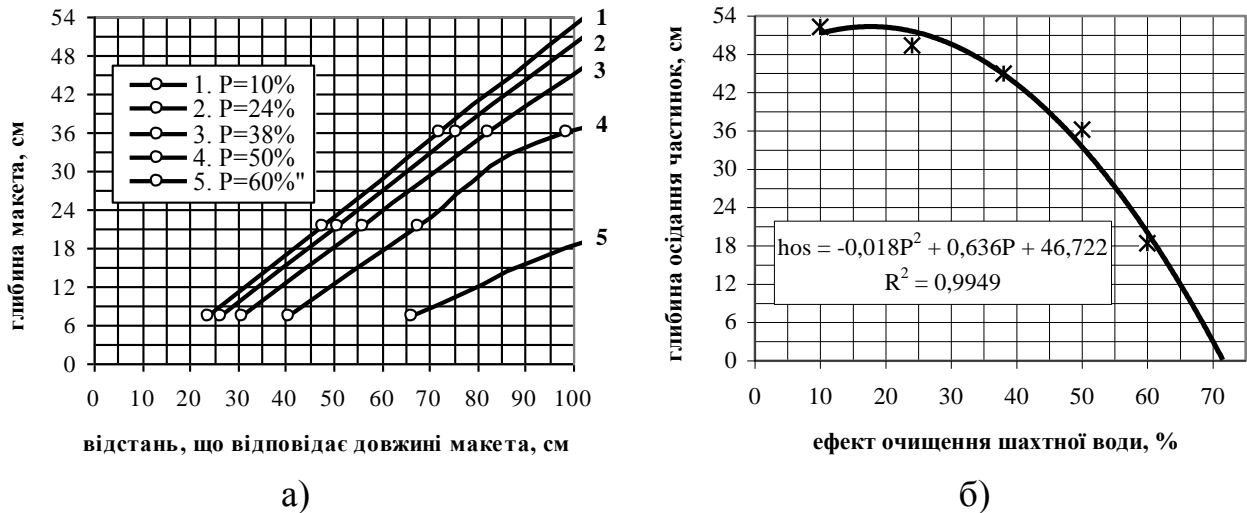


Рис. 1. Залежності глибини осідання частинок завсі певної гідравлічної крупності: а) – від відстаней при заданому ефекті очищення; б) – від величини ефекту очищення при заданій довжині макета

Дослідження процесу осідання завислих речовин, що містяться в шахтній воді обробленої коагулянтном (сульфатом алюмінію), проводилось аналогічно безреагентному відстоюванню. В результаті виконаних досліджень і розрахунків отримано регресійну залежність, у вигляді поліному другого порядку, глибини осідання ($h_{ос}$, см) частинок завсі певної гідравлічної крупності від величини ефекту очищення (P , %) шахтної води для зазначених геометричних параметрів макета відстійника:

$$h_{ос} = -0,012 \cdot P^2 + 0,6127 \cdot P + 40,926, \text{ м, при } R^2=0,99. \quad (2)$$

Таким чином, прогнозне значення ефективності очищення шахтної води від механічних домішок у макеті запропонованого відстійника за реальними даними водовідливу шахти „Степова” при безреагентному відстоюванні досягло 72%, а після її обробки коагулянтном зростало до 89%, за рахунок зменшення кількості колоїднодисперсних частинок, що містяться в шахтній воді.

Отримані в результаті натурних експериментів дані лягли в основу розробки математичної моделі процесу освітлення шахтної води, що дозволяє враховувати при моделюванні геометричну форму й конструктивні особливості запропонованого відстійника, а також спрогнозувати ефективність очищення забрудненої води від частинок завсі за реальними даними водовідливу вугільної шахти.

Для розрахунку процесу розповсюдження механічних домішок за довжиною запропонованого відстійника застосовано осереднене за шириною споруди багатомірне конвективно-дифузійне рівняння масопереносу:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial u \cdot C}{\partial x} + \frac{\partial (v-w) \cdot C}{\partial y} + \sigma \cdot C = \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\mu_x \cdot \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left(\mu_y \cdot \frac{\partial C}{\partial y} \right), \quad (3)$$

де C – концентрація механічних домішок у шахтній воді, мг/дм³; u , v – компоненти вектора швидкості течії, мм/с; w – швидкість осідання завислих ча-

стинок, мм/с; σ – коефіцієнт, що враховує швидкість процесів біохімічного окислення забруднювача; μ_x, μ_y – коефіцієнти дифузії; t – час, с.

Для розв'язання рівняння масопереносу (5) механічних домішок за довжиною відстійника було розраховано поле швидкості потоку всередині запропонованої споруди. Для рішення цієї гідродинамічної задачі використано 2-D модель потенціальної течії. В цьому випадку моделююче рівняння має вигляд:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0, \quad (4)$$

де P – потенціал швидкості.

На основі побудованої чисельної моделі масопереносу з урахуванням гідродинаміки запропонованого відстійника при варіюванні його геометричних параметрів і конструктивних особливостей проведено обчислювальний експеримент щодо оцінки ефективності очищення забрудненої шахтної води в ньому за реальними даними водовідливу шахти „Степова”. Встановлено, що прогнозована ефективність очищення шахтної води від завислих речовин буде становитиме 90%, що в 3 рази перевищує даний показник для традиційних відстійних споруд.

За результатами фізичного та математичного моделювання процесу освітлення шахтної води розроблено технічне рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в водойми, що передбачає застосування горизонтального відстійника вдосконаленої конструкції (рис. 2).

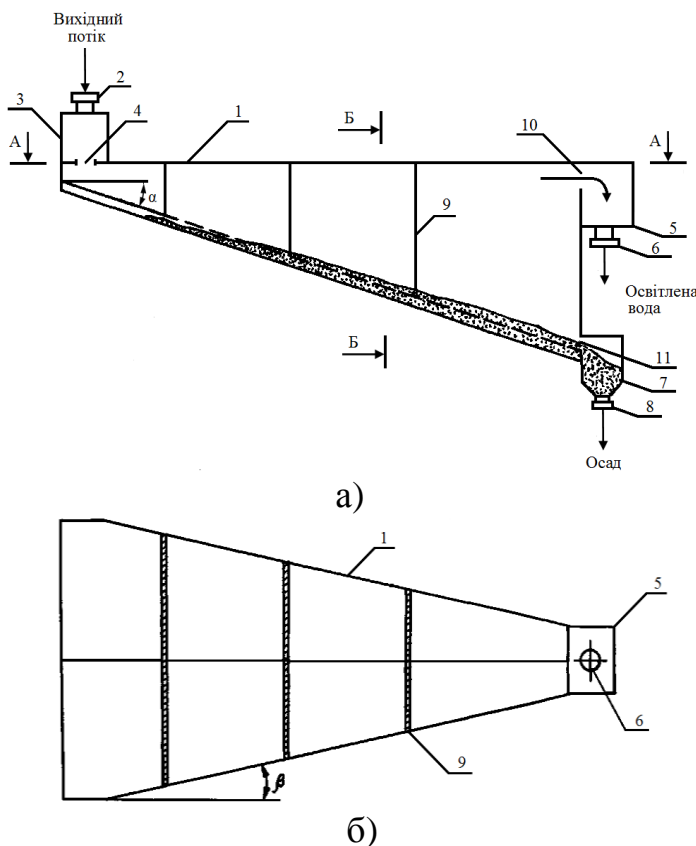


Рис. 2. Запропонована конструкція відстійника: а – вид збоку; б – перетин відстійника за А-А в плані: 1 – корпус відстійника; 2 – трубопровід для подачі забрудненої води; 3 – струєрозподільчий лоток; 4 – перфоровані отвори на дні лотка; 5 – водозбірний лоток; 6 – трубопровід для відведення освітленої води; 7 – приймальний бункер для накопичення та ущільнення осаду; 8 – трубопровід для відведення ущільненого шламу; 9 – перфоровані перегородки; 10 – отвір для зливу освітленої води; 11 – отвір для відводу шламу; α – кут нахилу днища відстійника до горизонтальної площини; β – кути звуження відстійника.

Запропонована форма відстійника, разом з перфорованими перегородками, незатопленим струєрозподільчим і водозливним лотками забезпечують ефективне гасіння турбулентних завихрень на вході до відстійника, вирівнювання по-

току рідини в ньому, надає йому односпрямований ламінарний характер і злив верхнього шару освітленої води при мінімальній її взаємодії з осадам. Зрештою, це забезпечує більш ефективне осідання механічних домішок, а також підвищує рівень екологічної безпеки скиду освітленої рідини в прилеглі водойма.

У **четвертому розділі**, відповідно до п'ятої задачі дослідження, зроблено оцінку прогнозованого рівня підвищення екологічної безпеки скиду забрудненої шахтної води за комплексом гідрохімічних показників якості води при впровадженні розробленого технічного рішення.

Встановлено, що освітлення забрудненої шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення дозволяє не тільки зменшити кількість завислих і колоїдних частинок, але й знизити концентрацію іонів важких металів, а саме: марганцю, нікелю, свинцю, хрому на 10-28%, заліза, міді, цинку на 77-93%, в результаті їх адсорбції на поверхні завислих речовин різних гранулометричних фракцій та їх осідання на дно у вигляді осаду.

За діючими державними санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення та загальновідомими методами оцінки якості води визначення рівня екологічної небезпеки від забруднення шахтної води до та після реалізації запропонованого способу її очищення здійснювали шляхом розрахунку чотирьох гідрохімічних показників якості води, що визначались як сума кратності перевищення фактичних концентрацій забруднюючих речовин, що містяться в шахтній воді, до їх гранично допустимої концентрації (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка прогнозованого рівня зниження екологічної небезпеки скиду шахтної води за комплексом гідрохімічних показників якості води після реалізації запропонованого способу її очищення

Найменування гідрохімічного показника якості шахтної води	Вихідна шахтна вода (у відносних одиницях)	Шахтна вода після відстоювання (у відносних одиницях):	
		безреагентного	з коагулянтном
1. За органолептичною ознакою шкідливості: - рівень екологічної небезпеки	25,16	11,71	10,73
	небезпечний		помірно небезпечний
2. За інтегральним показником гідрохімічного забруднення води: - якість води	3,72	1,68	1,63
	забруднена	помірно забруднена	
3. За узагальненою функцією бажаності: - якість води	0,259	0,576	0,588
	брудна	забруднена	
4. За комплексним екологічним коефіцієнтом: - рівень екологічної небезпеки	14,36	2,14	1,6
	дуже високий	високий	помірний

Як видно з табл. 1, при впровадженні розробленого способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми спостерігається зниження рівня екологічної небезпеки за першим, другим і третім гідрохімічними показниками якості води в 2,2-2,3 рази та в 6,7-9 разів за четвертим показником. Це означає зміну рівня екологічної небезпеки з „дуже високого” на „високий” і „помірний”. У цілому, після реалізації запропонованого способу очищення забрудненої шахтної води рівень екологічної небезпеки знижується на 62-65%.

Очікуваний економічний ефект від впровадження розробленого способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми на основі її ефективного очищення, у порівнянні з традиційними технологіями очищення, складе 253,165 тис. грн. на рік. При цьому, впровадження даного технічного рішення дозволить знизити питомі капітальні вкладення у виробничі фонди на 36%, а економія екологічного податку від забруднення водних об'єктів після скиду очищеної шахтної води в прилеглі поверхневі водойми становитиме 193,85 тис. грн. на рік.

За результатами вирішення третьої, четвертої і п'ятої задач дослідження сформульовано друге наукове положення.

Отже, впровадження запропонованого способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми призведе до підвищення рівня екологічної безпеки вугледобувного регіону за рахунок поліпшення якості води, що скидається в прилеглі водні об'єкти.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна наукова задача, що полягає у встановленні залежності рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми підприємствами вугільної промисловості від комплексу гідрохімічних показників якості води. Встановлена залежність послужила основою для розробки способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми на основі її ефективного очищення та обґрунтування необхідності впровадження технічного рішення, що дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки скиду шахтної води підприємствами вугільної промисловості в прилеглі водні об'єкти відповідно до вимог державних санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення.

Основні висновки, наукові і практичні задачі, рекомендації, що отримано в дисертації:

1. Видобуток вугілля супроводжується відкачуванням на поверхню шахтних вод, що містять у своєму складі значну кількість забруднюючих речовин. При цьому істотну роль у забрудненні води відіграють завислі в ній речовини. Існуючі для очищення шахтної води від механічних домішок горизонтальні відстійники затримують тільки великі завислі домішки та дають незначний ефект освітлення, що складає в середньому 30%. Тому одним зі шляхів інтенсифікації роботи відстійників і підвищення рівня екологічної безпеки скиду шахтної води є радикальне вдосконалення їхньої конструкції.

2. Встановлено залежності рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі підприємствами вугільної промисловості від комплексу гідрохімічних показників якості води. Оцінка рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води підприємствами ПАТ "ДТЕК Павлоградвугілля" показала, що за більшістю аналізованих гідрохімічних показників, що характеризують якість води, спостерігається значне перевищення встановлених ГДК (нормативних значень). Показано, що концентрації забруднюючих речовин у р. Самара після скиду забрудненої шахтної води зі ставків-накопичувачів збільшуються на величину до 30% і більше.

3. Ефективність очищення шахтної води від завислих речовин визначається тривалістю її відстоювання і швидкістю осідання (гідравлічною крупністю) завислих частинок. Отримані відповідні залежності від вищевказаних параметрів мають нелінійний (логарифмічний) характер. Вони дозволяють визначати процентну кількість частинок зависі певної гідравлічної крупності, що випадають в осад, протягом заданого проміжку часу, і стали основою наступних розрахунків і оцінок ефективності осідання завислих частинок (ступеня очищення води) при реалізації запропонованого способу очищення шахтної води.

4. Для зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі розроблено спосіб і технічне рішення, що дозволяє підвищити ефективність очищення шахтної води від механічних домішок, знизити концентрацію іонів важких металів за рахунок їх адсорбції на поверхні частинок зависі й випадіння в осад і, як наслідок, підвищити рівень екологічної безпеки скиду очищеної шахтної води в прилеглі водні об'єкти.

5. Розроблено математичну модель процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення, який передбачає відстоювання в горизонтальному відстійнику вдосконаленої конструкції, що дозволяє оптимізувати його основні геометричні параметри та конструктивні особливості, а також спрогнозувати ефективність очищення забрудненої води від механічних домішок за реальними даними водовідливу вугільної шахти.

6. Удосконалено методику визначення раціональних параметрів процесу освітлення забрудненої шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення, що дозволяє визначити прогнозовану ефективність очищення верхнього шару шахтної води з урахуванням глибини осідання частинок зависі певної гідравлічної крупності.

7. Розроблений спосіб зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в водоймі на основі її ефективного очищення й удосконалена методика визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення включені в план природоохоронних заходів ПСП "Шахтоуправління Першотравенське ПАТ „ДТЕК Павлоградвугілля” та ДП НВО „Павлоградського хімічного заводу”.

8. Очікуваний економічний ефект від впровадження розробленого способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневій водоймі на основі її ефективного очищення, у порівнянні з традиційними технологіями очищення, складе 253,165 тис. грн. на рік. При цьому, впровадження даного технічного рішення дозволить знизити питомі капітальні вкла-

дення у виробничі фонди на 36%, а економія екологічного податку від забруднення водних об'єктів після скиду очищеної шахтної води в прилеглі поверхневі водойми становитиме 193,85 тис. грн. на рік.

Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

В фахових виданнях:

1. Кулікова Д.В. Влияние деятельности угледобывающего предприятия ГХК «Павлоградуголь» на изменение качества поверхностных вод / А.И. Гороя, Д.В. Куликова // Збірник наукових праць НГУ. – 2004. – №19. – Т.3. – С. 261-267.

2. Кулікова Д.В. Біоіндикаційна оцінка впливу вугледобувних підприємств Західного Донбасу на стан поверхневих водойм / А.І. Горова, А.В. Павличенко, Д.В. Кулікова // Уголь Украины. – 2009. – № 6. – С. 26 – 30.

3. Кулікова Д.В. Експериментальні дослідження гідравлічного режиму діючого макету відстійника для очистки стічних вод від завислих речовин / А.І. Горова, В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова // Науковий вісник НГУ. – 2012. – №2. – С. 98-104. (Наукометрична база Scopus).

4. Кулікова Д.В. Фізичне моделювання процесу осадження завислих речовин у діючому макеті відстійника для очистки шахтних вод / А.І. Горова, В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова // Науковий вісник НГУ. – 2012. – №3. – С. 92-98. (Наукометрична база Scopus).

5. Кулікова Д.В. Исследование процесса осаждения частиц взвешенных веществ в действующем макете усовершенствованного отстойника шахтных вод / В.Е. Колесник, Д.В. Куликова // Екологічна безпека та природокористування. – 2012. – Вип. 10. – С. 132-142.

6. Кулікова Д.В. Разработка алгоритма выбора и расчета основных параметров отстойника для очистки сточной воды от взвешенных частиц / В.Е. Колесник, Д.В. Куликова // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2013. – № 1. – С. 48-56.

7. Кулікова Д.В. Підвищення ефективності освітлення шахтної води у вдосконаленому відстійнику за рахунок використання коагулянту / В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова // Науковий вісник НГУ. – 2014. – №2. – С. 105-111. (Наукометрична база Scopus).

8. Kulikova D.V. Modelling of water treatment in the horizontal settler with perforated plates / М.М. Biliaiev, V.A. Kozachyna, D.V. Kulikova // Науковий вісник будівництва. – 2015. – №1 (79). – С. 165-167.

В зарубіжних збірниках:

9. V. Kolesnyk, D. Kulikova & O. Kovrov In-stream settling tank for effective mine water clarification / Annual Scientific-Technical Collection “Mining of Mineral Deposits”. – Netherlands: CRC Press / Balkema, 2013. – P. 285-289. (Наукометрична база Scopus).

Патенти:

10. Пат. на кор. мо очистки скидів від завислих речовин / В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова; заявник та

патентовласник – НГУ. – № u201012056; заявл. 12.10.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24.

11. Пат. на винахід № 98382 Україна МПК В01D 21/02. Пристрій для очистки скидів від завислих речовин / В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова; заявник та патентовласник – НГУ. – № а201011959; заявл. 08.10.2010; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 9.

12. Кулікова Д.В. Вдосконалення конструкції горизонтального відстійника / Д.В. Кулікова, В.Є. Колесник // Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених „Екологічний інтелект-2011”. – Д.: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2011. – С. 127-128.

13. Кулікова Д.В. О повышении эффективности работы сооружений для очистки шахтных вод от механических примесей / Д.В. Кулікова // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції „Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. – Краснодар: Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, 2011. – С. 30-33.

14. Кулікова Д.В. Повышение экологической безопасности сброса шахтной воды на основе высокоэффективного отстойника взвешенных веществ / В.Е. Колесник, Д.В. Кулікова // Матеріали міжнародної конференції „Форум гірників-2013”. – Д.: Державний ВНЗ „НГУ”, 2013. – С. 127-136.

15. Кулікова Д.В. Підвищення екологічної безпеки скиду шахтної води на основі високоефективного відстійника / Д.В. Кулікова // Матеріали Всеукраїнської 75-ої науково-практичної конференції студентів та молодих вчених «Проблеми будівництва, водокористування та екології». – Д.: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – С. 133-135.

16. Кулікова Д.В. Оцінка рівня екологічної небезпеки скиду шахтної води при її високоефективному очищенні від завислих речовин у запропонованому відстійнику / В.Є. Колесник, Д.В. Кулікова // Доклади міжнародного наукового симпозиума «Неделя еколога-2015». – Днепродзержинск: ДГТУ, 2015. – С. 104-106.

17. Кулікова Д.В. Оценка эффективности очистки шахтной воды на основе горизонтального отстойника усовершенствованной конструкции / Д.В. Кулікова // Матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції „Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів”. – Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В. Даля, 2015. – С. 140-143.

Особистий внесок автора в роботи, опубліковані в співавторстві, полягає в наступному: [1, 2, 16] – аналіз складу шахтної води та оцінка рівня екологічної небезпеки її скиду; [7, 12] – аналіз і розробка пропозицій щодо конструювання вдосконаленого відстійника шахтної води; [3-5] – проведення експериментальних досліджень на фізичній моделі (діючому макеті) вдосконаленого горизонтального відстійника та встановлення закономірностей; [6, 8, 9, 13] – моделювання та обґрунтування раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення за реальними даними водовідливу вугільної шахти, встановлення закономірностей; [10, 11] – технічна ідея, формули винаходу та узагальнення результатів.

АНОТАЦІЯ

Кулікова Д.В. „Зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в водойми на основі її ефективного очищення”. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – „Екологічна безпека”. – Державний ВНЗ „Національний гірничий університет”, Дніпропетровськ, 2015.

У дисертаційній роботі вирішена актуальна наукова задача, що полягає у встановленні залежності рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойми підприємствами вугільної промисловості від комплексу гідрохімічних показників якості води. Встановлена залежність є основою для розробки способу зниження рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води у водойми на основі її ефективного очищення та обґрунтування необхідності впровадження технічного рішення, що дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки скиду шахтної води підприємствами вугільної промисловості в прилеглі водні об'єкти відповідно до вимог державних санітарних правил і норм охорони поверхневих вод від забруднення.

Встановлено залежність рівня екологічної небезпеки скиду забрудненої шахтної води в поверхневі водойма підприємствами вугледобувної промисловості від комплексу гідрохімічних показників якості води. Розроблено математичну модель оптимізації параметрів процесу освітлення шахтної води, що передбачає відстоювання в горизонтальному відстійнику вдосконаленої конструкції, з урахуванням його геометричної форми й конструктивних особливостей. Розроблено спосіб та технічне рішення для зниження рівня екологічної небезпеки скиду шахтної води, забрудненої механічними домішками полідисперсного складу, що дозволяє підвищити ефективність очищення шахтної води від завислих речовин та знизити рівень екологічної небезпеки її скиду в прилеглі поверхневі водойма. Вдосконалено методика визначення раціональних параметрів процесу освітлення шахтної води при реалізації запропонованого способу її очищення.

Ключові слова: шахтна вода, екологічна небезпека, ефективність очищення, горизонтальний відстійник, завислі речовини.

АННОТАЦИЯ

Куликова Д.В. „Снижение уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в водоемы на основе ее эффективной очистки”. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – „Экологическая безопасность”. – Государственный ВУЗ „Национальный горный университет”, Днепропетровск, 2015.

В диссертационной работе решена актуальная научная задача, заключающаяся в установлении зависимости уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в поверхностные водоемы предприятиями угольной промышленности от комплекса гидрохимических показателей качества воды. Установленная зависимость послужила основой для разработки способа сниже-

ния уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в водоемы на основе ее эффективной очистки и обоснования необходимости внедрения технического решения, что позволяет повысить уровень экологической безопасности сброса шахтной воды предприятиями угольной промышленности в близлежащие водные объекты в соответствии с требованиями государственных санитарных правил и норм охраны поверхностных вод от загрязнения.

Установлено, что освоение угольных месторождений в сложных гидрогеологических условиях, а также переход горных работ на более глубокие горизонты приводят к увеличению объема откачиваемой на поверхность шахтной воды и повышению уровня ее загрязненности различными веществами. Отличительной особенностью шахтных вод, которая затрудняет их очистку, является наличие мелкодисперсных (менее 10 мкм) агрегативно-устойчивых угольных и породных частиц, количество которых может достигать 50-70% от общей массы дисперсной фазы. В целом же содержание частиц размером менее 50 мкм составляет 99%. Взвешенные вещества, содержащиеся в шахтной воде, играют существенную роль в загрязнении близлежащих поверхностных водоемов, поскольку они либо содержат в себе многие химические загрязнители, либо адсорбируют тяжелые металлы, что указывает на важность эффективного отстаивания шахтной воды.

На основании результатов химического анализа содержания загрязняющих веществ в откачиваемой на поверхность шахтной воде угледобывающими предприятиями, выполнена оценка опасности загрязнения близлежащих поверхностных водоемов по комплексу гидрохимических показателей качества воды. Проведенные теоретические исследования качества шахтной воды и вод р. Самара в пределах промышленной зоны Западно-Донбасского региона дифференциальным и комплексным методами позволили установить зависимости уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в поверхностные водоемы от комплекса гидрохимических показателей качества воды. Установлено, что по большинству анализированных гидрохимических показателей, характеризующих качество воды, наблюдается значительное превышение принятых ПДК (нормативных значений). Показано, что концентрации загрязняющих веществ в р. Самара после сброса загрязненной шахтной воды из прудов-накопителей увеличиваются на величину до 30% и более, превышая установленные нормативы от 1,2 до 4,2 ПДК.

Уровень загрязнения близлежащих поверхностных водоемов зависит от количества загрязняющих веществ, содержащихся в откачиваемой воде, объемов сбрасываемых шахтных вод и эффективности способов и средств их очистки. В результате анализа существующих средств и методов очистки шахтной воды сделан вывод о необходимости их усовершенствования в направлении интенсификации процесса оседания наиболее мелких взвешенных частиц и, как следствие, повышение уровня экологической безопасности за счет сброса в поверхностные водоемы высокоосветленной шахтной воды.

Результаты физического моделирования гидравлического режима течения воды, выполненные на действующем макете, показали, что эффективность гравитационного оседания частиц взвеси повышается за счет транспортирующей

способности потока, который при сужении отстойника в плане направляется в возрастающую глубину, перенося туда частицы.

В результате физического моделирования процесса оседания механических примесей, выполненного в лабораторных цилиндрах-седиментаторах, получены кривые выпадения частиц взвеси в зависимости от продолжительности отстаивания при разных уровнях воды (на разной глубине макета) и средней скорости оседания взвешенных частиц (или их гидравлической крупности).

Разработана математическая модель процесса осветления шахтной воды при реализации предложенного способа ее очистки, предусматривающего отстаивание в горизонтальном отстойнике усовершенствованной конструкции, позволяющая оптимизировать его основные геометрические параметры и конструктивные особенности, а также прогнозировать эффективность очистки загрязненной воды от механических примесей по реальным данным водоотлива угольной шахты.

Усовершенствована методика определения рациональных параметров процесса осветления загрязненной шахтной воды, что позволяет определить прогнозируемую эффективность очистки верхнего слоя шахтной воды с учетом глубины оседания частиц взвеси определенной гидравлической крупности.

Разработан способ и техническое решение для снижения уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в поверхностные водоемы на основе повышения эффективности ее очистки от механических примесей в горизонтальном отстойнике усовершенствованной конструкции. Предложенная форма отстойника обеспечивает эффективное гашение турбулентных завихрений на входе в отстойник, придает потоку однонаправленный ламинарный характер течения и слив верхнего слоя осветленной воды при минимальном ее взаимодействии с осадком. В конечном итоге, разработанный способ снижения уровня экологической опасности сброса загрязненной шахтной воды в близлежащие водные объекты, позволит повысить коэффициент объемного использования отстойника в 1,6 раз, эффективность гравитационного оседания взвешенных частиц в 3 раза (до 90%), по сравнению с традиционными отстойными сооружениями, а также снизить концентрацию ионов тяжелых металлов, а именно: марганца, никеля, свинца, хрома на 10-28%, железа, меди, цинка на 77-93%. При этом, уровень экологической опасности сброса шахтной воды в поверхностные водоемы после реализации предложенного способа ее очистки снижается на 62-65%.

Ключевые слова: шахтная вода, экологическая опасность, эффективность очистки, горизонтальный отстойник, взвешенные вещества.

ANNOTATION

Kulikova D.V. “Reducing the environmental hazard from the discharge of mine water into reservoirs on the basis of increasing effectiveness of its purification”. – Manuscript.

Thesis for obtaining degree of Candidate of Technical Sciences in Specialty 21.06.01 – “Environmental Safety”. – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, 2015.

The dissertation is devoted to solving an actual scientific problem that consists in identifying dependence of the level of environmental hazard caused by discharge of mine water into surface reservoirs by coal industry enterprises on the complex of hydrochemical characteristics of water quality.

The laws for changes in the level of environmental safety from the discharge of mine water into surface water ponds by coal industry enterprises according to complex hydrochemical parameters of its content are established.

The technique for reducing environmental hazard from discharge of mine water polluted by suspended solids by their gravitational sedimentation in a horizontal settling tank of advanced design is elaborated. This technique allows increasing efficiency of mine water treatment from suspended solids that reduces the level of environmental hazard of its discharge into adjacent surface water ponds.

The technique of calculating the basic structural and technological parameters of horizontal settling tank of improved design is elaborated.

The two-dimensional CFD-model for optimization of the process parameters regarding mine water treatment from suspended solids in the proposed horizontal settling tank with consideration of its geometry and design features is developed.

Key words: mine water, environmental hazard, purification efficiency, horizontal settling tank, suspended solids.

Кулікова Дар'я Володимирівна

ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СКИДУ
ЗАБРУДНЕНОЇ ШАХТНОЇ ВОДИ В ВОДОЙМИ НА ОСНОВІ ЇЇ
ЕФЕКТИВНОГО ОЧИЩЕННЯ

(Автореферат)

Підписано до друку 15.10.2015. Формат 60 x 90/16.

Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.

Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. №692

Державний вищий навчальний заклад
„Національний гірничий університет”
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.