

УДК (622.807:622.235.3)

Розробка багатофункціональної установки дрібнодисперсного зрошення

В. Г. Наливайко¹, В. А. Коновалюк²

¹к.т.н., доц. Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна, vadim.moris@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4452-6111

²к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, konovaliuk.va@knuba.edu.ua

ORCID: 0000-0001-5115-7188

Анотація. Інтенсифікація процесів видобутку і переробки мінеральної сировини, характерних для сучасного розвитку гірничодобувного виробництва, пов'язана зі значним забрудненням атмосферного повітря пилом. В якості економічного і мобільного засобу пилоподавлення рекомендується розроблена установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення «Устімор». Принцип роботи установки заснований на імпульсному витисненні води з водоповітряного баку продуктами згоряння паливоповітряної суміші під високим тиском (>5 МПа). На хвостосховищі ПАТ «Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат» були проведені дослідно-промислові випробування установки. Дальнобійність установки в середньому 120-130 м. Площа зрошуваної поверхні за один цикл експлуатації від 500 м² до 750 м². Дрібнодисперсне розпилювання спостерігалось по всій довжині польоту струменя. За одну годину роботи установка може подати в атмосферу у вигляді моросі від 5 до 30 тон води. Інтенсивність поливу за один цикл роботи в середньому 0,85 л/м². Підтверджено можливість автономної роботи установки і її дистанційного керування через систему SCADA. Установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення рекомендується до застосування в якості засобу для розпилення рідини методом дрібнодисперсного зрошення на відкритих ділянках поверхонь, де інтенсивно взмитається і зависає пил. Вона може бути використана для пилоподавлення і зволоження на хвостосховищах, складах сипучих матеріалів, відвалах, технологічних автодорігах. Установку «Устімор» можна використовувати і для дрібнодисперсного поливу насаджень, виноградників, садів тощо. Зрошення листвяного покриття і поверхні ґрунту дозволить знизити їх температуру на 7 - 10 °С на сонці і на 6 - 6,6 °С в тіні.

Ключові слова: пилоподавлення, дрібнодисперсне зрошення, багатофункціональна установка

Вступ. Дисперговані струмені рідин і технології на їх основі використовуються в різних сферах діяльності людини. Однак розширення сфери застосування методів їх отримання обмежується вузькістю діапазону регулювання дисперсності при фіксованій витраті рідини і низькій дальнобійності отриманих крапельних потоків.

Останні дослідження та публікації. Теорія гідравлічного розрахунку імпульсного дощувального апарату відома. Однак при проведенні розрахунку не враховують локальні сили інерції, їх сумісну роботу зі зрошувальною мережею і насосним устаткуванням, що призводить до значних похибок в результатах досліджень.

У зв'язку з цим необхідні додаткові дослідження та проведення гідравлічного розрахунку імпульсного дощувального апарату, які включають визначення:

– часу дощування і максимальної швидкості вильоту струменя дощувального струменя з насадки;

– часу заповнення гідроакумулятора водою до верхнього тиску;

– обсягу викиду води за один цикл з апарату на зрошувальну ділянку.

Аналіз публікацій по розпаду рідинних струменів показав, що кількість робіт, присвячених

вивченню впливу на процес диспергування струменів імпульсів тиску, вкрай обмежена. При цьому відомі результати експериментальних досліджень носять переважно якісний характер і не можуть бути використані для побудови узагальнюючих емпіричних залежностей, які встановлюють об'єктивні зв'язки між характеристиками дисперсності, формою факелу гідрімпульсного струменя і параметрами його витікання.

Тим не менш, процес поширення використання імпульсних установок дрібнодисперсного зрошення з роками тільки збільшується. В даний час відомі випадки використання установок імпульсного дрібнодисперсного зрошення в гірничодобувній промисловості, в сільському господарстві як засоби поливу, при гасінні пожеж.

Один із поширених засобів колективного захисту працівників від потужного теплового випромінювання є водяні завіси [1], тобто певним чином влаштовані струмені розпиленої води.

Вони мають наступні переваги перед іншими засобами захисту:

1) швидке реагування обладнання в разі раптового виникнення небезпеки;

2) можливість встановлення в будь-якому місці без утворення додаткових перешкод діяльності підприємства;

3) органічне поєднання з автоматичними системами водяного пожежогасіння;

4) екологічна безпека.

Завдяки цим перевагам захисні системи для створення водяних завіс отримали широке використання на підприємствах і в установах, де вони сприяють забезпеченню необхідних умов праці на робочих місцях, усуненню професійних травм, нещасних випадків і аварій.

Водяні завіси є найбільш поширеним обладнанням, яке використовують для обмеження поширення в атмосфері хімічно небезпечних і пожежевибухонебезпечних речовин. При цьому в ряді досліджень увага зосереджена на тому, що найбільший ефект при їх застосуванні обумовлений саме залученням водними струменями повітря з небезпечними домішками з подальшим їх перемішуванням і розсіюванням, що дозволяє значно знизити концентрацію небезпечних речовин за завісою.

Таким чином, з метою забезпечення належних умов охорони праці існує реальна потреба в розробці та створенні захисних систем типу водяних завіс.

Застосування установок дрібнодисперсного дощування в сільському господарстві. Для деяких видів рослин бажано подавати воду за допомогою дощувальних апаратів імпульсної дії або «дощувальних гармат». При цьому дощувальний струмінь «вистрілюється» через певні проміжки часу.

Дрібнодисперсне дощування (аерозольне зволоження) використовується для регулювання мікроклімату приземного шару повітря на плантаціях багаторічних насаджень. Суть даного способу поливу полягає в періодичному (1 раз на протязі 1,5 години) диспергуванні (розпиленні) води над зрошуваним масивом в термічно напружений час доби. Краплі води залишаються на листі до повного випаровування. Такий полив підвищує вологість повітря поблизу ґрунту, сприяє зниженню температури повітря і листової поверхні рослин (на 6-12 °С), отже усуненню умов депресії фотосинтезу, підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Імпульсне дощування можна використовувати на ґрунтах будь-якої водопроникності, на ділянках зі складним рельєфом, при великих схилах і неправильній конфігурації поля, де використання інших видів зрошувальної техніки ускладнено або неможливо.

Вода при синхронному імпульсному дощуванні протягом усього вегетаційного періоду преривчасто порціями вибризується в повітря спеціальними дощувальними пристроями, що дає можливість підтримувати на оптимальному рівні вологість активного шару ґрунту і приземного повітря, зменшити капітальні витрати на

будівництво мережі напірних трубопроводів.

Імпульсні дощувальні системи поливу відрізняються від звичайних тим, що працюють в режимі переривчастого (імпульсного) подавання води на зрошувану поверхню поля.

Основні елементи такої системи: напіроутворюючий вузол (насосна станція), магістральний, розподільний та зрошувальні трубопроводи, імпульсні дощувальні апарати. Імпульсний дощувальний апарат («дощувальна гармата») відрізняється від звичайного тим, що його робочий цикл складається з двох періодів, що безперервно чергуються: періоду накопичення води в апараті та періоду виплеску (викиду) її під дією стисненого повітря.

При імпульсному дощуванні дальність польоту струменя набагато більше, ніж при безперервному витіканні. Це залежить від напору H_{max} , діаметра конічної насадки d , кута нахилу стовбура до горизонту, ємності гідравлічного акумулятора, тривалості пострілу.

Застосування установок дрібнодисперсного дощування при пожежогасінні. Огляд вітчизняних і зарубіжних матеріалів, що містять інформацію про розробку нової пожежної техніки, показує сталу тенденцію, що викликана потребами практики, щодо збільшення кількості засобів пожежогасіння, що доставляються на пожежу, підвищення їх продуктивності, ефективної дальності подавання струменя і потужності силової установки.

Аналіз значень параметрів, реалізованих за допомогою цих систем, показує наявність граничних значень продуктивності подачі (до 100 л/с) і дальності (60-80 м), обумовлених рядом факторів і, перш за все, обмеження потужності (300-350 кВт) енергетичної установки, пов'язаного, в свою чергу, з обмеженнями по габаритам і масі конструкції в цілому, а також обмеженнями, накладеними теорією динаміки гідравлічних турбулентних струменів.

Створення стаціонарних рідинних потоків з більш високими енергетичними параметрами в рамках класичних технічних засобів в даний час досить проблематичне. Більш раціонально вирішити цю задачу для нетривалого проміжку часу за допомогою імпульсного методу подачі рідини.

Застосування установок дрібнодисперсного дощування у промисловості. У сучасній гірничодобувній промисловості до 80% продукції добувається відкритим способом. Практично всі виробничі операції, що виконуються при розробці родовищ: вибухі роботи, буріння, розкопування (екскавація), транспортування гірничої маси, складування, супроводжуються значним утворенням пилу.

При цьому відбувається постійне вдосконалення систем розробки за рахунок інтенсифікації всіх виробничих процесів (від буріння свердловин і первинного дроблення в основному за допомогою вибухових робіт, до завантаження і транспортування гірничої маси), використання все більшої кількості високопродуктивних машин (бурових установок, екскаваторів), а також залізничного, автомобільного і конвеєрного транспорту.

Матеріали ряду досліджень дозволяють стверджувати, що в районі, де розташовані гірничодобувні підприємства, і особливо в районах, де розташовані техногенні масиви (відвали), в результаті масових викидів пилу в навколишнє середовище утворюється несприятлива екологічна ситуація, яка має тенденцію до подальшого погіршення, через збільшення виробничих потужностей, які не підкріплені ефективними заходами, спрямованими на зменшення викидів пилу.

Сучасний підхід до раціонального екологічно чистого природокористування вимагає відмови від багатьох традиційних підходів при складанні обґрунтувань застосування тих чи інших засобів і методів боротьби з пилом.

Основна частина. Для динамічних джерел запилення все більшого розповсюдження знаходять водяні гармати - туманоутворювачі (рис. 1).

Основним елементом таких систем є спеціальні водяні розприскувачі. Розприскувач являє собою гідравлічну форсунку з конусоподібною, яка звужується до виходу, формою каналу з мінімальним діаметром отвору 20 мкм і розміром водяних крапель, що утворюються, 10-15 мкм. Комплект обприскувачів з'єднаний трубопроводом у вигляді обруча в єдину гідравлічну систему з тиском подаваної води до 40 атм.



Рис. 1. Гармата-туманоутворювач

Обруч з обприскувачами встановлюється на

виході осевого вентилятора, вентилятор служить для перекачування водяного туману в зону пилоподавлення. Довжина струменя водяної гармати може досягати більше 50 м, при витраті води до 300 л/хв.

При взаємодії з мікрокраплями води частинки пилу зв'язуються за рахунок сил адгезії і міжмолекулярного тяжіння і осаджуються на землю. Вловлення пилу, що вітає в повітрі, диспергованою (дрібнороспиленою) рідиною протікає під впливом наступних механізмів:

- дифузійне вловлення пилових частинок в процесі осадження крапель води на землю через запилене повітря;

- коагуляція окремих зволжених пилових частинок у великі агрегати і їх швидке осадження на землю;

- конденсаційне вловлення пилових частинок краплями води з подальшим осадженням на землю.

Водяні гармати використовуються для профілактичного зволоження гірничої маси, що виділяє пил, у техногенних масивах і бортах кар'єру, при транспортуванні самоскидами, а також при проведенні вибухових робіт.

Однак досвід використання таких установок виявив ряд недоліків, які не дозволяють даному способу мати широке поширення в гірничодобувній промисловості, не кажучи вже про сільське господарство і пожежогашіння.

Більшу ефективність мають системи пилоподавлення туманом, які нейтралізують будь-який пил, що вітає, включаючи азбестовий і вугільний, такі системи дозволяють знизити концентрацію зваженого пилу в повітрі до 90 %.

Їх можна використовувати в кар'єрах, на шламових майданчиках, при демонтажі конструкцій, промислових вибухах, на цементних та металургійних комбінатах.

Пилоподавлення водяними й сніговими генераторами давно успішно використовується у всьому світі. Завдяки сильному напору дрібнодисперсної води і негативному заряду водяних частинок, хмара, що містить пил і газові шкідливості, осідає в місці її утворення, тим самим перешкоджаючи розповсюдженню шкідливих речовин в повітрі, наприклад, в їх переміщення в житлові райони.

Основним недоліком гармат-туманоутворювачів, є залежність дальності польоту дрібнодисперсного аерозолу від потужності вентилятора і наявності вітрового потоку, який може істотно скоротити діапазон поширення моросі. Другим недоліком такого устаткування є підвищена вимога до чистоти подаваної води (в кар'єрах і на виробництві використовують технічну воду). І

важливим недоліком установок туманоутворення є залежність від засобів підведення електрокомунікацій, без яких вони не можуть працювати.

Всіх цих недоліків позбавлена установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення «УСТІМОР» (рис. 2), розроблена і виготовлена в Кривому Розі. Вона була випробувана в 2021 році на хвостосховищі ПАТ «ІНГОК» [20].



Рис. 2. Установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення «Устімор»

Принцип роботи установки імпульсного дрібнодисперсного зрошення заснований на імпульсному витискуванні води з водо-повітряного бака (посудини під тиском) установки продуктами згоряння паливно-повітряної суміші при високому тиску (більше 5 МПа).

Продукти згоряння утворюються у верхній частині водо-повітряного бака в «камері згоряння». Вони при своєму розширенні витісняють воду, розташовану в нижній частині водо-повітряного бака, через направляючу трубу, запірний орган, ствол і сопло в навколишнє середовище.

При вильоті струменя із сопла зі швидкістю до 100 м/с, прилегла частина струменя води інтенсивно взаємодіє з повітряним середовищем, що призводить до імпульсивних коливань і розпаду водяного струменя на дрібні частинки води діаметром від 50 мкм до 800 мкм.

Було прийнято рішення про розробку і виготовлення установки імпульсного дрібнодисперсного зрошення. Конструкція установки складалася з високонапірного водо-повітряного бака ємністю 800 дм³, встановленого на раму стандартного причепа. Розроблені системи подачі палива, запірні органи, клапани й системи приводів всіх механізмів управління установкою, встановлена незалежна система живлення, яка включала генератор, компресор і водяний насос. Організація дистанційного керування установкою стала можливою за допомогою модуля зв'язку,

який дозволяє керувати всіма операціями дистанційно з комп'ютера.

Розрахунок основних параметрів імпульсних дощувальних струменів. Виконаний оціночний розрахунок основних параметрів установки імпульсного дрібнодисперсного зрошення для гідроакумулюючого баку об'ємом 0,8 м³. При цьому подача води для одного імпульсу становить 0,6 м³, початковий тиск газів в порожнині акумулюючого баку - близько 55 МПа, кінцева насадка діаметром 50 мм.

Спрощена схема розрахунку основних параметрів: витрати і дальності польоту струменя дощувального апарату наведена на рис. 3.

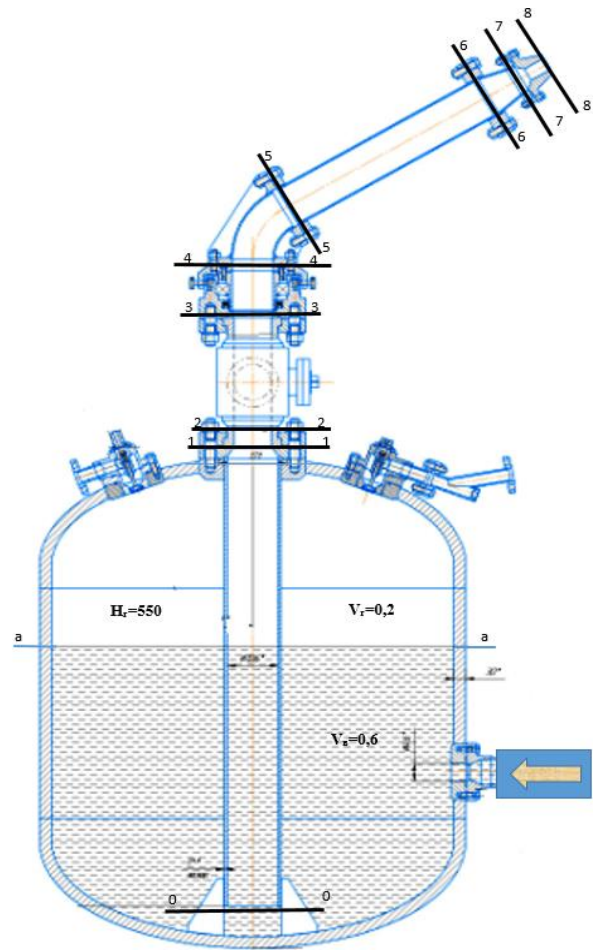


Рис. 3. Схема гідроаккумуляторного баку

Вихідні дані:

- початковий тиск газів – $H_2^m = 550$ м;
- кінцевий тиск газів – $H_2^k = 147$ м;
- об'єм води – $V_3 = 0,6$ м³;
- об'єм газів – $V_2 = 0,2$ м³;
- діаметр трубки – $d_1 = 0,126$ м;
- діаметри проходу в повздовжніх перерізах 2-2 – 6-6 – $d_2 = 0,10$ м;
- діаметр кінцевої насадки – $d_3 = 0,05$ м;
- довжина труби в резервуарі – $l_1 = 1,15$ м;
- довжина ділянки труби в повздовжніх

перерізах 2-2 – 6-6 – $l_2 = 1,23$ м;
 - довжина конічної ділянки стовбура – $l_3 = 0,25$ м.

Використовуючи рівняння Бернуллі, формула розрахунку витрати води за один імпульс матиме вигляд:

$$Q = \omega \cdot v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \zeta_m + \lambda \frac{l}{d}}} \sqrt{2gH} \quad (1)$$

де $\sum \zeta_m$ – сума коефіцієнтів місцевого опору:

$$\sum \zeta_m = \zeta_{ex} + \zeta_{кон}^1 + \zeta_{кут} + \zeta_{кон}^2 + \zeta_{кон}^3 + \zeta_{вих} + \zeta_{кран}$$

де $\zeta_{ex} = 0,5$ – коефіцієнт місцевого опору на вході в трубу;

$\zeta_{кон}^1 = 0,05$ – коефіцієнт опору в конфузорі (поперечний переріз 1-1);

$\zeta_{кут} = 0,3$ – коефіцієнт місцевого опору при повороті труби;

$\zeta_{кон}^2 = 0,058$ – коефіцієнт місцевого опору в конфузорі (переріз 6-6);

$\zeta_{кон}^3 = 0,113$ – коефіцієнт місцевого опору в конфузорі (переріз 7-7);

$\zeta_{вих} = 1$ – коефіцієнт місцевого опору на виході (переріз 8-8);

$\zeta_{кран} = 1,5$ – коефіцієнт місцевого опору в кульовому крані (3-3 – 4-4).

Коефіцієнт місцевого опору довжині труби визначається з рівняння

$$\zeta_d = \lambda \frac{l}{d};$$

$$\sum \zeta_d = \zeta_{дов}^1 + \zeta_{дов}^2 + \zeta_{дов}^3$$

де $\zeta_{дов}^1 = 0,18$ – коефіцієнт місцевого опору по довжині ділянки труби (1-1 – 2-2);

$\zeta_{дов}^2 = 0,25$ – коефіцієнт місцевого опору по довжині ділянки труби (2-2 – 6-6);

$\zeta_{дов}^3 = 0,113$ – коефіцієнт місцевого опору по довжині ділянки труби (6-6 – 7-7).

Розрахунки виконані з урахуванням того, що середнє значення тиску рідини на зрізі сопла буде визначатися як середнє арифметичне на початку і кінці виплеску і дорівнюватиме 3,5 МПа (350 м). Тоді значення витрати води через установку імпульсно дрібнодисперсного зрошення буде дорівнювати 0,054 м³/с.

На підставі отриманого значення витрати води, розраховується час одного циклу.

Час одного імпульсу, протягом якого відбувається повне викидання води з водонапірного баку складе:

$$t = 0,6 \text{ м}^3 : 0,054 \text{ м}^3/\text{с} = 11 \text{ с.}$$

Дальність польоту струменя обраховується по горизонталі і при $H/d_0 > 800$ можна оціночно отримати за формулою Б. М. Лебедева:

$$L = \frac{H}{0,5 + 0,00025H/d_0} \quad (2)$$

Підставивши отримані значення напору $H_{сер} = H = 350$ м, і діаметру насадки $d_0 = 0,05$ м у формулу Лебедева, отримали теоретичне значення дальності струменя, рівне 155 м. Це значення є оціночним.

Під час випробувань установки виконано 6 циклів імпульсного викиду промислової води загальним об'ємом 3600 літрів. Повний цикл роботи установки склав в середньому 8 хвилин.

Час одного циклу викиду 600 л води становить 10 с. Дальнобійність установки в середньому становила 120 м - 130 м. Дрібнодисперсне розпилення спостерігалася по всій довжині польоту струменя. Площа зрошеної поверхні для одного циклу роботи установки «УСТІМОР» коливалася від 500 м² до 750 м² (рис. 4).



Рис. 4. Довжина струменя установки «Устімор»

Фотографії процесу розпаду струменя наведено на рис. 5 і 6.



Рис. 5. Процес розпаду струменя (фото 1)



Рис. 6. Розподіл розпаду струменя (фото 2)

Підтверджено автономну роботу агрегату: автоматичне подавання води, повітря, палива, відкриття і закриття керуючих клапанів і кульових кранів, загоряння паливної суміші, викид диспергової рідини і початок нового циклу роботи установки відбувалось за заданою програмою.

Підтверджено працездатність установки з дистанційним керуванням через систему SCADA: через WI-FI, з ноутбука на відстані 100 - 200 метрів або, використовуючи інтернет, з комп'ютера. Інтенсивність зрошення за один цикл викиду води становила в середньому $0,85 \text{ л/м}^2$.

Дослідженнями встановлено [2,3,4], що під час дощування рух води в установці «Устімор» з моменту відкриття затвору до моменту досягнення у насадку максимальної швидкості є прискореним, а потім – сповільненим.

При прискореному русі води в установці втрати питомої енергії на подолання місцевих сил інерції становлять 50% і більше від загальних втрат питомої енергії, а при сповільненому русі вони практично відсутні.

Отже, отримати одну розраховану залежність, яка б достатньо точно описувала процес викиду води з гідроакумулятора апарату є досить складною задачею.

Висновки. Рекомендувати до використання в якості засобу для нанесення рідин способом дрібнодисперсного зрошення (води, технічної води, технічної води з додаванням поверхнево-активних речовин тощо) для зволоження і пилоподавлення на відкритих майданчиках (хвостосховищах, відкосах відвалів і для очищення повітряної атмосфери кар'єрів).

Параметри роботи установки можуть бути різними, в залежності від поставлених цілей і завдань: наприклад, при об'ємі викиду води в 500 кг відбувається зрошення поверхні дрібнодисперсним аерозолем у вигляді моросі, що осідає (рис. 7).



Рис. 7. Зовнішній вигляд установки імпульсного дрібнодисперсного зрошення «Устімор»

При цьому дальність польоту струменя становить до 120 - 180 м. Сектор зрошення регулюється по програмі. Викид води відбувається за 10-12 с. Повний цикл від заправки водою до викиду відбувається за 1-5 хв, в залежності від поставленої задачі і потужності підвідних комунікацій. За одну годину роботи установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення може викидати в атмосферу у вигляді моросі від 5 до 30 тон води.

Для закріплення поверхонь, що виділяють пил, у воду додаються поверхнево-активні добавки, які зв'язують пилоутворюючу поверхню, запобігаючи процесу запилення. Також зрошуючи запилені території, краплі води вимивають частинки пилу з атмосфери, покращуючи якість повітряного середовища.

Це призводить до значного локального покращання якості повітряного середовища в зоні експлуатації установки, що знижує інтенсивність поширення шкідливих викидів і пилу як з пилоутворюючих поверхонь так і з джерел неорганізованих викидів, які виникають при вивантаженні великих обсягів відходів і в пунктах перевантаження.

Одним із шляхів вирішення проблеми нормалізації атмосфери робочих зон глибоких кар'єрів є використання дрібнодисперсного аерозолю як тепло-масообмінного реагенту для штучного процесу вентиляції застійних зон.

Розрахунково-аналітичними й експериментальними дослідженнями встановлено, що для інтенсифікації повітрообміну в кар'єрі ПАТ «ІнГЗК» доцільно використовувати установки імпульсного дрібнодисперсного зрошення, використовуючи подвійний ефект: провітрювання газуваних робочих зон і очищення їх від шкідливих речовин за допомогою дрібнодисперсного аерозолю, що вільно вітає у просторі.

Установка імпульсного дрібнодисперсного

зрошення також може бути використана для подавлення пилу, що взмитається і вітає й закріплення поверхонь, що пилюють, на хвостосховищах, складах сипучих матеріалів, відвалах, технологічних автошляхах.

Установка імпульсного дрібнодисперсного зрошення може бути використана для дрібнодисперсного дощування полів, насаджень, садів, виноградників.

Зрошення листяного покриття і поверхні гру-

нту знижує їх температуру на 7 і 10 °С відповідно на сонці і на 6 і 6,6 °С - в тіні.

Відносна вологість повітря в приземному шарі при зрошенні дрібнодисперсним дощуванням з циклом 600 літрів води за 5-5,5 хвилин істотно змінюється навіть при відчутному повітрообміні (швидкість вітру біля 2 м/с), її значення збільшується в точці приземного шару в середньому на 15 %, а в точці на відстані 1,1 метра над поверхнею землі - на 20-25 %.

References

1. Bulva A.D. Zastosuvannia vodianoї zavisly dlia obmezhenia poshyrennia nebezpechnykh domishok v atmosferi. – Pozhezhvybukhobezpeka. T 22, №9, 2013. – S.74-83.
2. Nalyvaiko V.H. , Konovaliuk V.A. Rozrobka efektyvnykh sposobiv i zasobiv normalizatsii atmosfery robochykh zon karieriv / Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk «Ventyliatsiia, osvittleniia i teplohozopostachannia» teplohozopostachannia: nauk.-tekh. zb. / Kyivskiy natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. – 2020.– Vyp. 34.- S. 33-43.
3. Pidsumkovyi zvit № 2079-34 vid 12.03.2012 r. «Rozrobka metodiv i zasobiv normalizatsii atmosfery robochykh zon kariery PAT «INHOK» u zviazku z prosuvanniam hirnychodobuvnykh robot na pivnichnomu napriamku».
4. Protokol vyprobuvan impulsno-dyspersnoho zroshvalnoho ahrehatu «Ustimor» na khvostoskhovyshchi PAT «Inhuletskyi hirnycho-zbahachuvalnyi kombinat».- vid 01.06.2021.- P.1-2.

UDC (622.807:622.235.3)

Development of a multifunctional installation of fine dispersed irrigation

V. Nalyvaiko¹, V. Konovaliuk²

¹PhD, associate professor. Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, vadim.moris@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4452-6111

²PhD, associate professor. National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine. konovaliuk.va@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0001-5115-7188

Abstract. The intensification of the processes of mining and processing of mineral raw materials, characteristic of the modern development of mining production, is associated with significant dust pollution of the atmospheric air. As an economical and mobile means of dust suppression, it is recommended to use the developed impulse fine-dispersed irrigation system "Ustimor". The principle of operation of the installation is based on the pulsed displacement of water from the water-air tank by the combustion products of the fuel-air mixture under high pressure (>5 MPa). Experimental and industrial tests of the installation were carried out at the tailings storage facility of PJSC "Ingulets Mining and Processing Plant". The range of the installation is on average 120-130 m. The area of the irrigated surface in one cycle of operation is from 500 m² to 750 m². Fine spraying was observed along the entire length of the jet flight. In one hour of operation, the installation can release from 5 to 30 tons of water into the atmosphere in the form of drizzle. The intensity of watering for one work cycle is on average 0.85 l/m². The possibility of autonomous operation of the installation and its remote control through the SCADA system has been confirmed. The installation of pulse fine-dispersed irrigation is recommended for use as a means of spraying liquid by the method of fine-dispersed irrigation on open areas of surfaces where dust is intensively swept and suspended. It can be used for dust suppression and humidification at tailings storage facilities, warehouses of bulk materials, landfills, technological highways. The "Ustimor" installation can also be used for fine-dispersed irrigation of plantations, vineyards, gardens, etc. Irrigation of leaf cover and soil surface will lower their temperature by 7 - 10 °C in the sun and by 6 - 6.6 °C in the shade.

Keywords: dust suppression, fine sprinkler irrigation, multifunctional installation

Надійшла до редакції / Received 30.03.2023