

ЩОДО МЕТОДИКИ ВИБОРУ ПІДПРИЄМСТВ ЗА КЛІМАТИЧНИМИ УМОВАМИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕСІБ ПРОЦЕСУ РОЗВАНТАЖЕННЯ СИПКИХ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН З М'ЯКИХ КОНТЕЙНЕРІВ МКО-1,0 С

*О.В. Дрібниця, П.В. Ведмедь, Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в
гірничорудній і металургійній промисловості ДВНЗ «Криворізький національний
університет», Україна*

За результатами аналізу метеорологічних даних (вологість і температура атмосферного повітря) розглянуто умови для достовірної оцінки електростатичної іскробезпеки (ЕСІБ) процесу розвантаження сипких вибухових речовин з м'яких контейнерів типу МКО – 1,0С.

Нормативно-технічною документацією на м'які контейнери МКО-1,0 С передбачене постачання сипких вибухових речовин (ВР) у будь-які кліматичні зони з температурним інтервалом від мінус 60 °С до 60 °С та будь-якою відносною вологістю атмосферного повітря. Тому оцінку електростатичної іскробезпеки (ЕСІБ) розвантаження таких ВР слід виконувати на підставі вимірювань зарядів в імпульсі в умовах найбільш сприятливих для виникнення електростатичних розрядів.

З кліматичних умов найбільш сприяє електризації мала відносна вологість атмосферного повітря. Але одні і ті ж значення низької вологості повітря можуть по різному впливати на електризацію при плюсових або мінусових температурах повітря. Виходячи з цього, для одержання надійних результатів випробування слід виконувати щонайменше двічі: в літній та зимовий періоди, бажано в районах, які відрізняються низькою вологістю повітря.

На підприємствах, де будуть виконуватися випробування, слід оцінити кліматичні умови за факторами відносної вологості повітря та його температури з тим, щоб:

вибрати підприємства за найбільш сприятливими умовами для проведення випробувань;

вибрати найбільш сприятливі періоди для проведення випробувань на вибраних підприємствах.

Крім цього, аналіз кліматичних умов дозволив би одночасно уточнити періоди для проведення випробувань на вибраних підприємствах, які забезпечували б найбільшу вірогідність появи сприятливих умов, за рахунок чого скоротити час і витрати на їх проведення.

Зважаючи на це, випробування здійснювали в кліматичних умовах підприємств «Кривбасвибухпром» (Україна), Соколовсько-Сарбайський ГЗК (ССГЗК) і Качканарський ГЗК (КачГЗК) (Російська Федерація).

Як вихідні матеріали, аналізу підлягали результати спостережень відносної вологості і температури атмосферного повітря, взяті із щоденників погоди найближчої до підприємства метеорологічної станції за п'ять – сім років.

Для представництва результатів і зручності опрацювання матеріалу збір метеоданих виконували помісячно для кожного року.

Щодо відносної вологості повітря зібрані дані одночасно групували в інтервали (γ_i, γ_{i+1}) з середнім значенням $\gamma_i^* = \frac{\gamma_i + \gamma_{i+1}}{2}$.

За частість n_i варіанти γ_i^* приймали кількість спостережень, які попали в i -й інтервал. Тривалість інтервалу вибрана за формулою Стерджеса

$$n = \frac{(\gamma_{\max} - \gamma_{\min})}{(1 + 3,322 \lg n_k)} = \frac{(100 - 10)}{(1 + 3,322 \lg 240)} = 8,9\%, \quad (1)$$

де $\gamma_{\max}, \gamma_{\min}$ – відповідно максимальне і мінімальне значення вологості повітря (100% і 10%);

$\bar{n}_k = 240$ – середня кількість спостережень за місяць ($k=1, 2, 3 \dots 12$), для усіх місяців була прийнята 10%, у зв'язку з чим увесь діапазон спостережень вологості розбивали на 9 інтервалів (11-20, 21-30...91-100) з середнім $\gamma_i^* = (15, 25 \dots 95)\%$.

Для кожного підприємства знаходили по два значення розподілу відносної вологості повітря – помісячно за кожний рік (групові вибірки) та помісячно за усі роки (загальні вибірки).

Для помісячного розподілу за кожний ℓ -рік визначали групове середньоарифметичне значення вологості за кожний k -місяць, як середнє арифметичне значення спостережень вологості в інтервалах за обсягом кожного інтервалу:

$$\bar{\gamma}_{kl} = \frac{\sum_{i=1}^9 \gamma_i^* n_k \ell_i}{\sum_{i=1}^9 n_k \ell_i} \quad (2)$$

і загальне середнє арифметичне значення за усі однойменні місяці усього дослідного періоду (L -років), як середнє арифметичне значення спостережень вологості за L -років в інтервалах за обсягом спостережень кожного інтервалу:

$$\bar{\gamma}_k = \frac{\sum_{i=1}^9 \sum_{\ell=1}^L \gamma_i^* n_k \ell_i}{\sum_{i=1}^9 \sum_{\ell=1}^L n_k \ell_i} \quad (3)$$

Для загального середнього значення відносної вологості повітря за кожний місяць $\bar{\gamma}_k$ визначали середньоквадратичне відхилення (мінливість):

$$\sigma_k^\gamma = \sqrt{\frac{\sum_{\ell=1}^L (\bar{\gamma}_{k\ell} - \bar{\gamma}_k)^2}{L-1}} \quad (4)$$

та довірчі інтервали для надійності $\beta=0,95$:

$$J_{\beta k}^\gamma = \left[\bar{\gamma}_k - t_\beta \frac{\sigma_k^\gamma}{\sqrt{L}}; \bar{\gamma}_k + t_\beta \frac{\sigma_k^\gamma}{\sqrt{L}} \right], \quad (5)$$

де t_β – табличний коефіцієнт, який визначають за заданою надійністю і кількістю спостережень

[Венцель Е.С. Теория вероятностей. 4-е изд.: Учебное пособие для студентов ВУЗов. – М. : Недра. – 1969. 576 с.].

Оброблення даних за температурним фактором виконували таким чином. Спочатку визначали середньомісячну температуру відповідного року:

$$\bar{t}_{k\ell} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} t_j}{n_{k\ell}}, \quad (6)$$

де $n_{k\ell}$ – кількість спостережень в k -місяці ℓ -року,

t_j – погодинні спостереження температур.

Загальне середнє значення температури однойменних місяців за L років:

$$\bar{t}_k = \frac{\sum_{\ell=1}^L \bar{t}_{k\ell}}{L} \quad (7)$$

і для одержання значень $\bar{t}_{k\ell}$ та \bar{t}_k за формулами, аналогічними (4) і (5) знаходимо середньоквадратичні відхилення і довірчі інтервали для температур σ_k^t та $J_{\beta k}^t$:

$$\sigma_k^t = \sqrt{\frac{\sum_{\ell=1}^L (t_{k\ell} - t_k)^2}{L-1}}, \quad (8)$$

$$J_{\beta k}^t = \left[\bar{t}_k - t_\beta \frac{\sigma_k^t}{\sqrt{L}}; \bar{t}_k + t_\beta \frac{\sigma_k^t}{\sqrt{L}} \right]. \quad (9)$$

Місце і час проведення випробувань знаходимо з сумісного аналізу середніх значень відносної вологості повітря і температур по кожному підприємству. Підприємства, для яких характерна найменша середня відносна вологість повітря за самих низьких мінусових температур у зимовий період і самих високих плюсових температур в літній період є найбільш прийнятні для проведення випробувань. За близьких значень названих параметрів для декількох підприємств додатково аналізуємо розподілення частостей спостережень відносної вологості повітря для місяців що порівнюються. Перевагу віддаємо підприємству, для якого модельне значення розподілення частостей спостережень відносної вологості повітря зміщено у бік менших значень.

За таким методичним підходом були опрацьовані метеорологічні спостереження щодо відносної вологості і температури атмосферного повітря метеостанцій Криворізького аеропорту за 1981-1986 рр., Качканарської метеостанції за 1980-1986 рр. та метеостанції м. Рудного Кокчетавської області за 1982-1986 рр.

За даними аналізу констатуємо, що підприємство «Кривбасвибухпром» за кліматичними умовами для проведення випробувань на ЕСІБ неприйнятне. На цьому підприємстві середньомісячне значення відносної вологості повітря в літній період становить 64...67%, а в самий сухий місяць, травень, знижується тільки до 61%. Такі значення відносної вологості повітря забезпечують розсіювання зарядів статичної електрики з діелектричних матеріалів і рекомендуються як один з заходів щодо захисту від електростатичної небезпеки. Зимовий період для цього підприємства також характеризується неприйнятними умовами для проведення випробувань (середня температура повітря близька до нульової при відносній вологості 85...95%).

Для Качканарського ГЗК найбільш сухим є травень з середньомісячною відносною вологістю 53% (довірчий інтервал (60; 47)% при температурі плюс 7,5 °С. У травні – червні \bar{t}_k підвищується до (14...16) °С (довірчий інтервал плюс (12; 16) °С і плюс (14; 18) °С відповідно, але при цьому і вологість повітря одночасно суттєво збільшується і досягає 60% та 70% відповідно.

Самі високі значення середньодобових температур 24,5 °С та 24,8 °С зареєстровані у червні і липні (по одному дню) при добових коливаннях відносної вологості (44...55)% та (39...57)% відповідно. Більш низькі значення відносної вологості впродовж доби характерні для більш низьких температур і досягають мінімуму за величиною і максимуму за тривалістю для температур від 0 °С до 10 °С.

Зимові місяці для цього підприємства характеризуються \bar{t}_k мінус (12...13) °С при ширині довірчого інтервалу (мінус 10; мінус 17) °С та $\bar{\gamma}_k$ (77...79)% при довірчому інтервалі (72; 84)% для січня – лютого і (68; 91)% для грудня. Значне розширення довірчого інтервалу у цьому місяці викликане погодними аномаліями 1984 року.

Для грудня 1984 р. зареєстровано 45% спостережень з вологістю меншою за 60%, в той же час як для решти років такі значення вологості повітря практично не спостерігали. При цьому, впродовж восьми діб у цьому ж місяці вологість повітря коливалася кожну добу від 21% до 50% при середньодобових температурах від мінус 10 °С до мінус 15 °С, а дві доби при мінус 31,6 °С та мінус 28,8 °С. Середньомісячне значення відносної вологості повітря становило 57,3% при температурі мінус 16,8 °С.

Середньодобові значення температури в діапазоні мінус (20...25) °С на цьому підприємстві мали місце епізодично в окремі роки, а тривалість їх становила від двох до

десяти днів підряд. Відносна вологість в дні з такими температурами коливалася в середньому від 32% до 85% (середньодобове значення біля 60%). Можуть мати місце і більш низькі температури. Всього на Качканарському ГЗК за п'ять років (1982-1986 рр.) спостерігали 43 доби з такими температурами (нижче мінус 25 °С). Найнижча температура мінус 35,8 °С за період спостережень відмічалася тільки один раз у січні 1985 року. Вологість повітря у дні з середньодобовою температурою мінус (25...35) °С коливалася впродовж дня від 55% до 85%.

Для Соколовсько-Сарбайського ГЗК самим сухим місяцем є травень з вологістю повітря 53%, довірчий інтервал (47; 58)% при температурі 12 °С (довірчий інтервал (9; 14) °С. У червні – липні зберігаються відносно низькі значення вологості 56 і 58% при середньомісячних температурах 19 °С і 21 °С (довірчий інтервал для температур відповідно (18; 20) °С і (18; 24) °С.

Збільшення температури повітря у липні у порівнянні з червнем, при збереженні середньомісячної вологості приблизно на одному рівні, здається можна було б рахувати, як найбільш сприятливі умови для проведення випробувань у липні. Але у цьому місяці діапазон коливань вологості повітря (45; 66)% більше ніж у три рази перевищує діапазон коливань вологості повітря для червня (52; 58,5)%, що свідчить про нестабільність кліматичних умов у липні.

Середньодобові температури (24...25) °С, які спостерігали на Качканарському ГЗК один раз, на ССГЗК для червня характерні 10-15 днів у місяць, а максимальне значення середньодобової температури за період спостережень становило 28,6 °С (червень 1985 р.). При середньодобових температурах вищих за 20 °С відносно вологість повітря спостерігали впродовж доби від (15...35)% до (60...80)%, яка визначається тільки добовим коливанням температури.

Таким чином, ССГЗК у літній період є найбільш сприйнятливим за кліматичними умовами для проведення випробувань на ЕСІБ. Усі зимові місяці характеризуються практично однаковими \bar{t}_k – мінус (14...15) °С при ширині довірчого інтервалу (мінус 6,8; мінус 20,4) °С і відносною вологістю повітря (80...84)%, довірчий інтервал (72; 87)%.

Не на багато холодний місяць лютий з середньомісячною температурою мінус 15,4 °С характеризується одночасно і найнижчою вологістю повітря (80%). Середньодобові температури мінус (20...25) °С у цьому місяці, як і в решті зимових місяців, спостерігаються епізодично періоди тривалістю від одного до десяти днів і то в окремі роки. Значення температур, що спостерігалися у такі дні, коливалися від мінус 16 °С до мінус 27 °С, а відносна вологість повітря від 70% до 80%. Кількість днів з середньодобовою температурою повітря меншою за мінус 25 °С за період спостережень на цьому підприємстві складала 32 дні. Найнижчу температуру спостерігали у грудні 1984 року – мінус 36,7 °С. Частота середньодобових температур нижчих за мінус 20 °С для обох підприємств наведена в таблиці.

Таблиця

Рік	ССГЗК				КачГЗК			
	січень	лютий	грудень	всього	січень	лютий	грудень	всього
1982	6	8	-	14	15	4	4	23
1983	4	-	-	4	1	-	-	1
1984	9	12	20	41	-	1	8	9
1985	8	7	3	18	13	12	-	25
1986	5	9	12	26	1	4	15	20
Всього	32	36	35	103	30	21	27	78

Аналізуючи кліматичні умови у зимовий період по КачГЗК і ССГЗК, можна констатувати, що вони мають близькі значення як за вологістю повітря, так і за його температурою. Але на ССГЗК у півтора рази більша кількість днів з температурою повітря нижчою за мінус 20 °С, ніж на КачГЗК, що не є суттєвою перевагою, так як вона з'являється випадково і тому не може бути

врахована під час планування випробувань у виробничих умовах. Але на КачГЗК в усі зимові місяці середньомісячна відносна вологість повітря завжди на (2...3)% нижча, ніж на ССГЗК, у зв'язку з чим краще випробування проводити у зимовий період на КачГЗК у січні – лютому.

Найбільш сприятливі кліматичні умови у літній період для проведення випробувань на ЕСІБ під час розвантаження ВР з м'яких контейнерів МКО-1.0 С на ССГЗК у червні, а у зимовий період – на КачГЗК у січні – лютому.

Беручі до уваги щорічні значні зміни клімату на теперішній час доцільно постійно виконувати аналіз метеорологічних даних (вологість та температура атмосферного повітря) з метою визначення періодів року для одержання найбільш вірогідних результатів під час проведення випробувань на ЕСІБ процесу розвантаження сипких вибухових речовин з м'яких контейнерів.

УДК 504.4.054: 622 + 553.45 (571.62) + 004.94

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ШЛАМОВЫХ И ДРЕНАЖНЫХ ВОД ХВОСТОХРАНИЛИЩА ВЫСОКОГОРСКОЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ГИДРОСФЕРУ РАЙОНА

В.П. Зверева, Дальневосточный федеральный университет, Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Россия

А.Д. Пятаков, Дальневосточный федеральный университет, Россия

А.М. Костина, Дальневосточный федеральный университет, Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Россия

В статье описано моделирование окисления сульфидов в хвостах хвостохранилища м. Высокогорское в широком интервале температур от 0 до +45 °С, что позволило показать Eh-pH параметры системы, изучить процесс кристаллизации гипергенных минералов из растворов шламовых и дренажных вод, рассмотреть их качественный и количественный ионный состав, показать роль гипергенеза в загрязнении поверхностных и грунтовых вод района и провести оценку.

Введение. В последнее десятилетие одним из наиболее актуальных вопросов развития горнорудной промышленности являются ее экологические последствия. Хвостохранилища в горнорудных районах занимают десятки гектар площадей и изымают их из полезного землепользования. Как показали исследования многочисленных авторов они активно воздействуют на атмо-, лито-, био- и гидросферу района, в котором находятся [1-8 и др.].

Месторождение Высокогорское было открыто в 1945 году, а в 1959 была заложена фабрика. Оно входило в состав ОАО Хрустальненского ГОКа и обрабатывалось закрытым способом. Месторождение находится в Приморском крае в 35 км от пос. Кавалерово в направлении к г. Дальнегорск. Площадь, занимаемая хвостохранилищем 3,6 га. Здесь складировано 0.9 млн. т хвостов. Из руды извлекалось олово, а индий, висмут, кадмий, медь и серебро, содержание которых промышленное, складировались на хвостохранилище. Хвосты на хвостохранилище представлены тонкодисперсной массой серого цвета и состоят из: пирита, пирротина, галенита, сфалерита, арсенопирита, халькопирита, кварца, флюорита, турмалина, хлорита и других минералов. В 2001 г. оловорудная промышленность в Кавалеровском районе прекратила свое существование, хотя запасы руд не отработаны.

Благодаря увеличению поверхности соприкосновения сульфидов с агентами выветривания в горных выработках и на хвостохранилищах происходит активизация гипергенных процессов. При этом кристаллизуются такие минералы, как халькантит, гипс, галотрихит, мелантерит, питтицит и др., которые будут уже техногенными.