

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ  
ТЕПЛОВОЇ ДЕПРЕСІЇ ПОЖЕЖІ В ВЕНТИЛЯЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ**

В.О. Трофимов (к.т.н.) Донецький національний технічний університет

Сучасна методика визначення теплової депресії пожежі в похилій виробці дозволяє розрахувати її тільки для окремої виробки чи частини виробки (від сполуки до сполуки). В тих же випадках, коли похила виробка складається з декількох дільниць, не враховується можливість формування теплової депресії в декількох вентиляційних контурах. В наслідок цього, при визначенні стійкості вентиляційного потоку (на стадії підготовки плану ліквідації аварії) не враховуються складнощі, які можуть виникнути в умовах реальної пожежі.

Розглянемо умови формування теплової депресії пожежі на прикладі паралельно-послідовного з'єднання двох похилих виробок (рис.1). Припустимо, що в похилій виробці 1-2-3-4 з низхіднім рухом повітря пожежа виникла в верхній частині (1-2) біля сполуки 1. Пожежні гази рухаючись вздовж похилої виробки підвищують температуру повітря і в трьох вентиляційних контурах (1-2-7-8-1, 2-3-6-7-2, 3-4-5-6-3) виникнуть контурні теплові депресії пожежі –  $h_{t1}$ ,  $h_{t2}$ ,  $h_{t3}$  (напрямок дії контурних депресії показують фігурні стрілки).

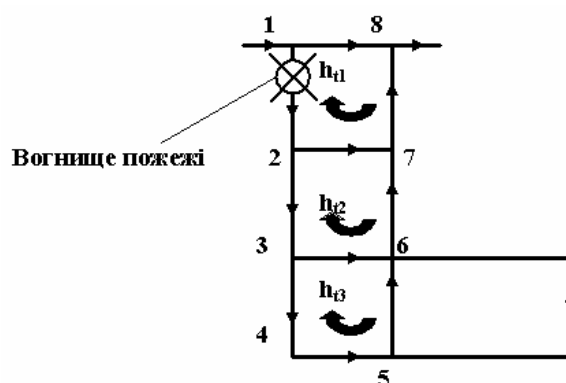


Рис.1 Схема уклінного поля з двома похилими виробками

Сучасна методика визначення теплової депресії і її комп'ютерне моделювання не враховує можливість дії теплової депресії одразу в декількох вентиляційних контурах. Передбачено моделювати її дію тільки в одному контурі – там де розташоване вогнище пожежі [1,2].

Аналіз досліджень присвячених умовам розповсюдження пожежних газів і формування температури за вогнищем пожежі [3] показав, що вже на відстані 400 метрів від вогнища (по ходу вентиляційного потоку) температура повітря зменшується до 40-50<sup>0</sup>С. Тобто, близька до природної температури повітря у вугільній шахті. На цій підставі можна припустити, що визначення і моделювання теплової депресії пожежі (одночасно в декількох контурах) треба робити тільки для похилих ділянок виробки, які пов'язані з аварійною ділянкою виробки на протязі 400 метрів за вогнищем пожежі (по ходу руху потоку повітря). Так, наприклад, якщо довжина виробки 1-2-3-4 дорівнює 400 метрів, то дію теплової депресії треба моделювати одночасно в трьох контурах, а якщо довжина ділянки 1-2-3 складає 400 метрів, то послідовно в двох контурах (1-2-3 і 2-3-4). Тобто, спочатку теплова депресія моделюється одночасно в гілках 1-2 і 2-3, а потім (якщо довжина гілки 2-3 менше 400м) одночасно - у гілках 2-3 і 3-4.

Особливість визначення стійкості потоку повітря при одночасній дії теплової депресії пожежі в декількох контурах полягає в тім, що при цьому необхідно враховувати зростання опору аварійної виробки за рахунок розширення повітря у вогнищі пожежі. При цьому опір аварійної виробки максимально може підвищитися втричі [4]. Так, якщо пожар виникне на ділянці 1-2, то окрім введення в цю виробку теплової депресії ( $-h_{t1}$ ) необхідно одночасно підвищити опір цієї гілки. В діючій методиці це явище не враховується тому, що стійкість потоку повітря визначається тільки в одній гілці-виробці, а опір аварійної виробки (ділянки) не впливає на її стійкість.

При одночасному моделюванні дії теплової депресії на декількох ділянках похилої виробки, підвищення опору аварійної ділянки з вогнищем пожежі, зменшує критичну депресію всіх інших гілок, які складають похилу виробку. Тобто одночасно погіршується стійкість усіх гілок

розташованих нижче гілки з вогнищем пожежі [5]. При цьому слід враховувати, що витрати повітря майже не впливають на величину теплової депресії пожежі [3].

Підсумовуючи вищенаведене можна скласти новий сценарій визначення стійкості провітрювання похилих виробок з низхідним рухом повітря. Його треба використовувати в тому випадку, коли розрахунки за існуючою методикою показали, що провітрювання похилих виробок стійке.

Пропонується наступна послідовність дій:

- визначаємо вентиляційні контури де формується тепла депресія пожежі (в похилій виробці на протязі 400м за вогнищем пожежі);
- визначаємо максимальну теплову депресію пожежі в кожній окремій частині (гілці) похилої виробки за існуючою методикою;
- розраховуємо аварійний опір гілки з вогнищем пожежі;
- моделюємо одночасну дію максимальної теплової депресії пожежі в усіх визначених гілках (контурах) і підвищення опору гілки з вогнищем пожежі;
- виконуємо аналіз результату моделювання і, якщо провітрювання залишилося стійким, припиняємо подальші дослідження.

Цей варіант визначення стійкості провітрювання не враховує явище охолодження пожежних газів вздовж аварійної виробки, але він достатньо простий і дозволяє відокремити виробки в яких провітрювання буде стійким в усіх можливих випадках від тих, коли у вогнищі пожежі вже відбувся обвал порід. Якщо моделювання покаже, що провітрювання нестійке, то необхідно перейти до другого етапу розрахунків і врахувати закономірності охолодження пожежних газів вздовж похилої виробки, тобто перейти до більш реалістичного сценарію. Для цього треба розрахувати максимальну температуру повітря у вогнищі пожежі ( $T_{\max}$ ) і температуру в кінці кожної ділянки похилої виробки ( $T_{к.о.}$ ).

Знаючи кінцеві температури на усіх ділянках похилої виробки, в залежності від міста виникнення пожежі і довжини виробок, можна порахувати сумарну теплову депресію на максимальну довжину і для

окремих ділянок. Так, наприклад у випадку коли пожежа виникла на початку гілки 1-2 (див. рис.1), можливе формування теплової депресії пожежі одночасно в трьох вентиляційних контурах. Для визначення окремих теплових депресій треба порахувати загальну теплову депресію, що може формуватися на ділянках 1-2, 1-3, 1-4. Різниця теплових депресій  $h_{t(1-3)}$  і  $h_{t(1-2)}$  визначатиме теплову депресію  $h_{t2}$  для елементарного контура з гілкою 2-3, а різниця теплових депресій  $h_{t(1-4)}$  і  $h_{t(1-3)}$  - теплову депресію ( $h_{t3}$ ) в елементарному контурі з гілкою 3-4. При цьому не враховується зміна витрат повітря на ділянках 2-3 і 3-4, а площа перерізу і кут нахилу для загальних (об'єднаних) ділянок визначається як середньовиважені.

Для виробки з висхідним потоком повітря кінцеву температуру в гілках за вогнищем пожежі слід визначати, враховуючи витрату повітря в гілці, для якої розраховується тепла депресія пожежі. Підвищення опору аварійної гілки з висхідними потоком повітря можна не враховувати (підвищення опору аварійної гілки при висхідному провітрюванні підвищує стійкість провітрювання гілок пов'язаних з аварійною гілкою), вважаючи це додатковим резервом стійкості. Кількість одночасно діючих теплових джерел треба визначати як і при низхідному провітрюванні, тобто з урахуванням критичної довжини охолодження пожежних газів (400м).

Для визначення стійкості потоку повітря треба одночасно ввести у комп'ютерну модель вентиляційної мережі всі теплові депресії і виконати моделювання. Якщо результати моделювання покажуть, що провітрювання не стійке, треба це враховувати при розробці планів ліквідації аварій.

Перевірка вдосконаленої методики моделювання дії пожежі проводилася за допомогою комп'ютерної програми «IRS Вентиляція шахт-ЕПЛА» в умовах двох діючих шахт України.

Дослідження виконувалися для похилих виробок уклінних полів з низхідним рухом повітря. В 10 варіантах із 36 при моделюванні дії теплової депресії пожежі одночасно в двох чи трьох гілках відбувалося порушення стійкості низхідних потоків повітря в одній з цих гілок. Так, наприклад, в уклінному полі з трьома похилими виробками (рис.2) при виникненні

пожежі в верхній частині ділянки 330-361, дія теплової депресії моделювалася одночасно на ділянках 330-361, 361-407 і 407-418. В цьому випадку відбувалося перекидання вентиляційного потоку на ділянці 407-418. Теж саме відбувалося при моделюванні дії теплової депресії одночасно на ділянках 361-407 і 407-418.

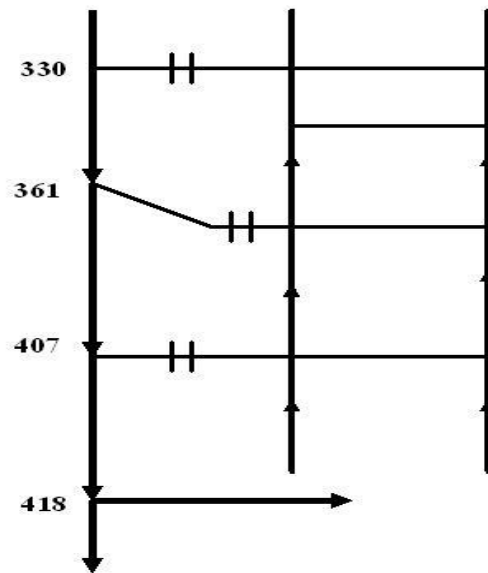


Рис.2 Схема вентиляції частини уклінного поля

Отже, вдосконалена методика моделювання дії пожежі в шахтній вентиляційній мережі дозволяє визначати стійкість провітрювання в тих випадках, коли тепла депресія пожежі формується одразу в декількох вентиляційних контурах.

### Література

1. Болбат И.Е., Лебедев В.И., Трофимов В.А. Аварийные вентиляционные режимы в угольных шахтах. – М.: Недра. – 1992. – 206 с.
2. Рекомендации по выбору эффективных режимов проветривания шахт при авариях. – Донецк: НИИГД. – 1995. – 168 с.
3. Осипов С.Н., Жадан В.М. Вентиляция шахт при подземных пожарах. – М.: Недра, 1973. – 156 с.

- 4.Зинченко И.Н., Романченко С.Б., Ревякин А.В. Расчет на IBM PC температуры и депрессии вентиляционной струи при пожарах/ Горноспасательное дело: Сб.науч.тр. / НИИГД. – Донецк, 1986. – С.52-59
5. Трофимов В.А., Кавера А.Л., Калинич Н.М., Негрей А.Г. Влияние увеличения сопротивления наклонной выработки на устойчивость ее проветривания при пожаре/ Сб. докл. Вентиляція підземних споруд та промислова безпека у ХХІ столітті. – Донецьк: ДонНТУ. – 2012. – С. 73-76