



УДК 622.82:622.454

**METHODOLOGY OF TEMPERATURE PREDICTION IN THE FIELD OF
FIRE****МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОЧАГЕ ПОЖАРА****Mineev S/P/Минеев С.П.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.***Smolanov S.N./ Смоланов С.Н.***aspirant / соискатель***Belikov I.V./ Беликов И.В.,***aspirant / соискатель***Samopalenko P.I./ Самопаленко П.И.***aspirant / соискатель**ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины, Днепр, ул. Симферопольская 2а, 49005**IGTM N.S. Polyakova NASU, Dnepr, Simferopolska 2a, 49005*

Аннотация. При выполнении работ в шахтных условиях по тушению и оценке процесса развития пожаров в шахтах большое значение уделяется прогнозу температурных показателей в очаге пожара. Эти показатели являются важными для фактической оценки состояния среды в очаге его тушения, поскольку являются контрольными для определения остывания пород массива и, конечном счете, косвенно оценивают факт потушенного пожара. В данной статье используя известные зависимости обоснован прогноз температуры в зоне пожара для дальнейших разработок новых и усовершенствования существующих способов.

Рассмотрен ряд разработанных предложений по усовершенствованию оценок параметров состояния горного массива в процессе тушения пожара.

Ключевые слова: прогноз температуры, очаг пожара, теплообмен, воздух, состав атмосферы.

При выполнении работ по тушению пожара в угольных шахтах и оценке процесса его развития в шахтах большое значение уделяется прогнозу температурных показателей в очаге пожара. Эти показатели являются важными для фактической оценки состояния среды в очаге его тушения, поскольку являются контрольными для определения остывания пород массива и, в конечном счете, косвенно оценивают факт потушенного пожара. Поэтому вопросы связанные с оценкой температуры являются актуальными. В рамках данной статьи авторами сделана попытка используя известные зависимости подготовить обоснование прогноза температуры в зоне пожара для дальнейшей разработки новых и усовершенствования существующих способов. В последнее время выполнено большое количество исследований разными авторами на данную тему. Не умоляя результаты и достоинство других авторов сошлемся только на одну из обобщающих работ [1]. Как известно, при рассмотрении вопросов нагрева и остывания горного массива учитывают анизотропность его теплофизических свойств, поскольку они неодинаковы по различным направлениям, как вдоль угольных пластов и вмещающих пород, так и по кливажу или вкрест ему. На рассматриваемые процессы в горном массиве большое влияние также оказывает тип источника горения: точечный, линейный или объемный. Так, к примеру, при точечном источнике горения (метана или



угля в выработанном пространстве) независимо от времени горения процесс остывания массива, желательно по возможности, рассматривать в трех измерениях, а при линейном источнике горения (древесины или конвейерной ленты в горной выработке) - в двух или одном измерении в зависимости от конкретной аварийной ситуации.

Как известно [1], процесс остывания массива берет начало с момента прекращения горения (пламенного - при концентрации кислорода менее 10 %, тления – при концентрации кислорода – 2...3 %). Размеры очага пожара, а, следовательно, и тип источника горения, определяются по данным разведки, лабораторного анализа проб воздуха и т.д. А продолжительность горения устанавливается с момента возникновения пожара до его ликвидации, как при активном способе тушения, так и средствами изоляции с применением вентиляционного воздействия: путем выравнивания давления; рециркуляции пожарных газов или многократного местного реверсирования вентиляционных струй.

Общее количество тепла, отданное пожаром горному массиву, определяется известными методами по данным расхода воздуха или его утечках через изолированный участок, а также по данным анализа состава атмосферы воздуха на исходящей вентиляционной струе. Учитывая изложенное рассмотрим такую методику. В ней будем рассматривать процесс остывания горного массива с анизотропными теплофизическими свойствами в n -мерном пространстве, описываемый нижеприведенным уравнением [1 -3]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \sum_{i=1}^n a_i \frac{\partial^2 T}{\partial x_i^2}, \quad (1)$$

где T - температура пород, К;

a_i - коэффициент температуропроводности пород в зависимости от направления, $\text{м}^2/\text{с}$;

τ - время с момента прекращения горения, с;

x_i - пространственная координата, м;

n - общее число взаимно перпендикулярных направлений или координат ($i = 1, 2, \dots, n$).

В случае трех направлений ($n=3$) в изотропной среде ($a_1 = a_2 = a_3 = a$) получим обычно используемое уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial x_3^2} \right), \quad (2)$$

которое аналогично (1) может быть представлено в виде

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 T}{\partial x_i^2}. \quad (3)$$

Решение уравнения (1) не задаваясь пока краевыми условиями, будем искать, используя функцию источника [1]. Тогда частное решение уравнения (1) будет иметь вид:



$$T = \frac{A}{\tau^{n/2}} \exp \left[- \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x_i^o)^2}{4a_i \tau} \right], \quad (4)$$

где x_i^o - расстояние от начала координат вдоль i -го направления до эпицентра очага горения, м; A - константа, подлежащая определению, $K/c^{n/2}$.

После ряда преобразований и учета мощности пожара получим решение уравнения (1) в виде:

$$T = \frac{T_1 - T_0}{(4\pi\tau)^{n/2}} \prod_{i=1}^n (\ell_i / a_i^{1/2}) \exp \left[- \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - x_i^o)^2}{4a_i \tau} \right]. \quad (5)$$

где T_1 - температура в очаге пожара, К;

T_0 - температура окружающих пород, К;

\prod - символ произведения;

ℓ_i - размеры очага пожара вдоль координат, м.

Проверим, сохраняется ли количество тепла, отданное массиву очагом пожара, в анизотропном пространстве, для чего проинтегрируем решение (5) по всем направлениям по x_i от $-\infty$ до $+\infty$ и получим

$$\int_{-\infty}^{\infty} T dx_1 dx_2 \dots dx_n = (T_1 - T_0) \prod_{i=1}^n \ell_i \cdot \prod_{i=1}^n \frac{1}{2\sqrt{\pi a_i \tau}} \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[- \frac{(x_i - x_i^o)^2}{4a_i \tau} \right] dx_i \quad (6)$$

Так как все интегралы в правой части равенства (6) равны единице под знаком символа \prod , то количество тепла, отданное очагом пожара, сохраняется и в анизотропном пространстве и равно первоначальному значению

$$\int_{-\infty}^{\infty} T dx_1 dx_2 \dots dx_n = (T_1 - T_0) \cdot \prod_{i=1}^n \ell_i. \quad (7)$$

Покажем, что используя фундаментальное решение (5) можно составить их комбинацию с тем, чтобы удовлетворить не только уравнению (1), но и граничным условиям. Далее рассматривается задача теплопроводности в полупространстве, в котором координата x_1 меняется от 0 до ∞ . Тогда на границе (при $x_1=0$), можно задать некоторые условия. Такими условиями будут:

- равенство температуры на стенках массива и в окружающем его воздухе

$$T|_{x_1=0} = T_0, \quad (8)$$

- теплоизоляция массива

$$\frac{\partial T}{\partial x_1} = 0, \quad (9)$$

- равенство тепловых потоков на контакте массива с воздухом



$$\lambda_1 \frac{\partial T}{\partial x_1} \Big|_{x_1=0} = \alpha_1 (T|_{x_1=0} - T_0), \quad (10)$$

где λ_1 - коэффициент теплопроводности массива в направлении координаты x_1 , Вт/(м·К);

α_1 - коэффициент теплообмена воздуха с массивом, Вт/(м²·К);

T_0 - температура воздуха на контакте с массивом, К.

Очевидно, граничное условие (10) является наиболее общим. Так, при интенсивном теплообмене воздуха с массивом ($\alpha_i \rightarrow \infty$), получим первое граничное условие (8), а при отсутствии теплообмена ($\alpha_i = 0$) - второе граничное условие (9).

Рассмотрим задачу нагрева и остывания массива сначала для одного измерения ($n = 1$) с последующим обобщением полученных результатов для n -мерного пространства.

Во время горения примем температуру воздуха T_B равной температуре горения T_1 , и вместо условия (8) будем иметь

$$T(0, \tau) = T_1. \quad (11)$$

Начальную температуру массива или окружающих воздух пород примем равной

$$T(x_1, 0) = T_0. \quad (12)$$

Решение уравнения (1) при $n = 1$ и краевых условиях (11) и (14) имеет вид [5]

$$T(x_1, \tau) = T_1 - (T_1 - T_0) \Phi \left(\frac{x_1}{2\sqrt{a_1\tau}} \right), \quad (13)$$

где функция Φ представляет собой интеграл вероятности

$$\Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a_1\tau}} \right) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{2\sqrt{a_1\tau}}} e^{-r^2} dr. \quad (14)$$

По окончании горения распределение температуры в породе будет описываться зависимостью (13) при $\tau = \tau_2$:

$$f(x_1) = T(x_1, \tau_2) = T_1 - (T_1 - T_0) \Phi \left(\frac{x_1}{2\sqrt{a_1\tau_2}} \right). \quad (15)$$

Это распределение температуры в породе является начальным условием для получения решения уравнения (1) на период остывания пород при $n = 1$: $T(x_1, 0) = f(x_1)$.

Для практики особый интерес представляет остывание пород не в начальной, а в последующей и конечной стадиях тушения пожара, поэтому важно знать не начальное распределение температуры после окончания горения, а сколько в целом тепла получили породы.



Общее количество тепла за время горения $\tau = \tau_2$ аккумулировано с температурой $(T_1 - T_0)$ на площадке длиной

$$\ell_1 = 2\sqrt{a\tau_2/\pi} \tag{19}$$

Приложим импульс тепла, равный G_2 , к середине этой площадки

$$x_1^o = \sqrt{a_1\tau_2/\pi} \tag{17}$$

После ряда преобразований с учетом того, что при максимальном теплообмене $(\alpha_i \rightarrow \infty)$ имеем согласно (10) условие (8) и $B=-1$, а при отсутствии теплообмена $(\alpha_i = 0)$ имеем, согласно (10) условие (9) и $B=1$ получим:

$$T(x_1, \tau) = T_0 + \frac{(T_1 - T_0)\ell_1}{2\sqrt{\pi a_1 \tau}} \left\{ \exp\left(-\frac{(x_1 - x_1^o)^2}{4a_1 \tau}\right) + B \cdot \exp\left(-\frac{(x_1 + x_1^o)^2}{4a_1 \tau}\right) \right\} \tag{18}$$

где B - коэффициент, определяющий условия теплообмена воздуха с породами.

Проверим, насколько точно описывает решение (18) распределение температур в массиве при его остывании. Для этого используем известное решение уравнения (1) при $n = 1$, если задано начальное условие прогрева массива на глубину ℓ_1 :

$$\begin{aligned} T(x_1, 0) &= T_1, \text{ если } 0 \leq x \leq \ell_1 \\ T(x_1, 0) &= T_0, \text{ если } x > \ell_1 \end{aligned} \tag{19}$$

Решение уравнения (1) с начальным условием (19) и граничным (9) имеет вид [5]

$$T(x_1, \tau) = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{2} \left[\Phi\left(\frac{x_1 + \ell_1}{2\sqrt{a_1 \tau}}\right) - \Phi\left(\frac{x_1 - \ell_1}{2\sqrt{a_1 \tau}}\right) \right] \tag{20}$$

Сравнивая два решения (18) при $B=1$ и (20) по данным табл. 1, приходим к выводу, что формула (24) с достаточной степенью точности (не более 5 % погрешности) описывает процесс остывания массива с источником тепловыделения сосредоточенным в середине отрезка $x_1^o = 0,5\ell_1$.

Таблица 1

Динамика остывания массива на его контакте с воздухом

$\sqrt{a_1 \tau} / \ell_1$	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	Данные расчета по формулам
$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0}$	0,843	0,650	0,520	0,359	0,276	0,223	(20)
$\frac{T_1 - T_0}{T_1 - T_0}$	0,879	0,673	0,530	0,366	0,278	0,223	(18) при $B=1$



Из табл. 1 следует, что, начиная со времени остывания $\tau \geq \ell_1^2/4a_1$, данные расчета по формуле (18) при $B=1$ практически ничем не отличаются от данных расчета по формуле (20), что позволяет использовать метод источников тепловыделения для прогноза температуры в очаге пожара.

Распространим полученные результаты на случай n -мерного анизотропного пространства. При распространении тепла только в одном направлении граничные условия (8) - (10) задаются в точке $x_1 = 0$. Если заданы две координаты x_1 и x_2 , то тепло будет распространяться в плоскости, а граничные условия задаются на прямой $x_1 = 0$. И, наконец, для трехмерного пространства граничные условия задаются на плоскости $x_1 = 0$. Используя решение (5) уравнения (1), удовлетворим условиям (8) - (10) и получим решение уравнения (1) аналогичное (18) для случая n -мерного анизотропного пространства. В частном случае, при $n=1$ из формулы (21) после преобразований поскольку

$$\exp[x_1 x_1^o/a_1 \tau] \cdot \exp[-(x_1 - x_1^o)^2/4a_1 \tau] = \exp[-(x_1 + x_1^o)^2/4a_1 \tau]$$

преобразуем его к более удобному виду

$$T = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{(4\pi\tau)^{n/2}} \prod_{i=1}^n (\ell_i/a_i^{1/2}) \left\{ \begin{array}{l} 1 + B \cdot \exp[-x_1 x_1^o/a_1 \tau] \times \\ \times \exp\left[-\sum_{i=1}^n (x_i - x_i^o)^2/4a_i \tau\right] \end{array} \right\} \quad (21)$$

Как известно, в эпицентре тепловыделения, т.е. в точке с координатами $x_i = x_i^o$, температура пород при их остывании может быть определена согласно (21) по формуле

$$T = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{(4\pi\tau)^{n/2}} \prod_{i=1}^n (\ell_i/a_i^{1/2}) \left\{ 1 + B \cdot \exp\left[-x_1^o^2/a_1 \tau\right] \right\} \quad (22)$$

Так как длина зоны горения по координатам x_i аналогично (16) равна

$$\ell_i = 2\sqrt{a_i \tau_2/\pi}, \quad (23)$$

то формула (22) с учетом (17) принимает вид

$$T = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{\pi^n (\tau/\tau_2)^{n/2}} (1 + B \cdot e^{-\tau_2/\pi\tau}). \quad (24)$$

Известно [7], что коэффициент теплообмена α зависит от числа Рейнольдса $Re = ud/\nu$, где u - скорость воздуха на его контакте с массивом, м/с; d - приведенный диаметр выработки или активно проветриваемой зоны выработанного пространства, м; а коэффициент кинематической вязкости воздуха, ν , м²/с.

Обычно вместо скорости воздуха используются данные о его расходе в выработке или утечках через выработанное пространство (Q , м³/с), а вместо диаметра отношением площади (S , м²) поперечного сечения вентиляционного



потока к его периметру $P:d = 4S/P$, то зависимость коэффициента B от числа Рейнольдса аналогична зависимости его от отношения Q/P , т.е.

$$B = f(Q/P). \quad (25)$$

Результаты сравнения данных расчета по формуле (21) и (24) при $n=1$ с результатами численных экспериментов при моделировании тепловых процессов с использованием уравнения (1) с условием (10) показали, что зависимость (25) имеет вид

$$B = \frac{1 - 6Q/P}{1 + 20Q/P}.$$

Установлено, что полученная зависимость совместно с (15) может быть использована с некоторой достаточной степенью точности для прогноза температуры в очаге пожара при времени с момента прекращения горения $\tau \geq \tau_2$. При этом, как и ранее [1, 2, 6], принимается для экзогенного пожара в выработке $T_1=1000$ °С, а для эндогенного пожара $T_1=1200$ °С.

На основании приведенной выше теоритической части обоснования ниже приведена методика определения температуры в очаге изолированного пожара. В качестве исходных данных для определения температуры в очаге пожара используются такие данные: Q - расход газозвушной смеси через изолированный участок, м³/с; S - средняя площадь поперечного сечения выработок, м²; $\tau_{Г}$ - время горения от начала до его полного прекращения, сут.; τ - время с момента прекращения горения, сут.; m - мощность вынимаемой толщи пласта, м; x_0 - ширина активно проветриваемой зоны выработанного пространства (ориентировочно равная 20 м); T_0 - материнская температура пород, °С.

Предлагаемый порядок расчета следующий, в нем поочередно определяются:

1. Периметр P (м) активно проветриваемой зоны выработанного пространства по формуле $P = 2(x_0 + m)$, при экзогенном пожаре принимается

$$P = 4\sqrt{S}.$$

2. Параметр I (м²/с), эквивалентный числу Рейнольдса $I = \frac{4Q}{P}$.

3. Коэффициент теплообмена B воздуха с окружающими породами горного массива по формуле: $B = \frac{(1 - 1,5 \cdot I)}{(1 + 5 \cdot I)}$.

4. Относительное время $\bar{\tau}$ с момента прекращения горения, $\bar{\tau} = \frac{\tau}{\tau_{Г}}$.

5. Относительная температура \bar{T} в очаге пожара по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\left(1 + B \exp\left(-\frac{1}{\pi \bar{\tau}}\right)\right)}{\pi \sqrt{\bar{\tau}}}.$$

И на основании полученных данных определяем температуру T (°С) в



очаге пожара $T = T_1 + (T_1 - T_0)\bar{T}$.

Сформулированный метод определения температуры в очаге изолированного пожара может быть использован совместно с другими методами определения температуры, например, по непредельным углеводородам. Такие методики предлагаются нормативными документами, ВНИГД «Респиратор» и другими различными организациями [8, 9]. Так, в работах, выполненных ГВГСС Украины с участием ИГТМ НАН Украины, предлагаются некоторые методики по возможному усовершенствованию оценок состояния массива в процессе тушения пожара [10-12], заключающиеся в следующем.

Предлагается в известной методике определения температуры в очаге пожара по отношению объемных частей этилена и ацетилена для повышению точности измерений пробы рекомендуется отбирать около кровли (для этилена) и около почвы выработки (для ацетилена), с учетом необходимого статистически надежного количества проб воздуха [10].

При выполнении способа оценки температуры в очаге возникшего пожара ее замеры осуществляют в выработке с боку пожара. Причем замеры должны производиться вначале со стороны вентиляционного потока во вмещающих породах на доступном расстоянии. А после сооружения изоляционных перемычек периодически измеряют установившуюся температуру воздуха вблизи перемычки. Окончательную оценку температуры рекомендуется осуществлять по формуле:

$$T_i = t_i/t_1 \cdot T_1,$$

где: T_i – оценочная температура горного массива, вблизи очага пожара, град. С; T_1 – температура породы около пожара, замеренная первоначально, град. С; t_1 – температура воздуха вблизи перемычки, замеренная первоначально, град. С; t_i – температура воздуха вблизи перемычки, замеренная через промежутки времени, град. С.

В условиях лаборатории в качестве прогноза предлагается предварительно до пожара в качестве, например, профилактических мероприятий при определении индикаторных газов и оценивания их динамики отбирать пробы угля, которые в муфельных печах постепенно нагревают до возгорания угля и оценивают динамику по лабораторному эксперименту, а затем по динамике изменения фактически измеренных индикаторных газов определяют реальное состояние пожара. Понятно, что эти предложения не являются нормативными, требуют доработки, промышленной проверки и обсуждения.

Литература

1. Смоланов С.Н. Ликвидация сложных подземных аварий методами вентиляционного воздействия. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 272 с.
2. Топчиенко Б.И., Зинченко И.Н. Расчет температуры пожарных газов при их рециркуляции в изолированном участке // Разработка месторождений полезных ископаемых: Респ. межвед. науч.-техн. сб.- 1984.- Вып. №68.- С. 95-



99.

3. Ярембаш И.Ф., Зинченко И.Н., Ревякин А.В. Компьютерное моделирование динамики температуры в изолированном выемочном участке при рециркуляции пожарных газов // Горноспасательное дело: Сб. науч. трудов / НИИГД. - Донецк, 1999.- С. 126-131.

4. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Уорн, Т. Корн. - М.: Наука, 1974.- 832 с.

5. Руководство по применению инертных газов при ликвидации пожаров в шахтах: Утв. Центральным штабом ВГСЧ 19.07.89 / ВНИИГД. - Донецк, 1989.- 190 с.

6. Осипов С.Н., Жадан В.М. Вентиляция шахт при подземных пожарах. – М.: Недра, 1973. – 152 с.

7. УСТАВ по организации и ведению горноспасательных работ ГВГСС. - Донецк: МЧС ДНР, 2015.- 270 с.

8. Эндогенные пожары на угольных шахтах Донбасса. Предупреждение и тушение. Инструкция / НИИГД.- Донецк, 1996.- 72 с.

9. Пат. України № 125592, МПК E21 F5/00. Спосіб оцінки стану осередку пожежі / А.Ф. Булат, І.О. Яценко, С.П. Мінеєв та ін., заявник і патентовласник Ін-т геотехн. мех. НАН України. - № u201800270; заявл. 09.01.2018, опубл. 10.05.2018, Бюл. №9/2018 – 3 с.

10. Пат. України № 125593, МПК E21 F5/00. Спосіб оцінки стану осередку пожежі / С.П. Мінеєв С.П., А.М. Селезньов, С.В. Дрозд, І.Б. Беликов, заявник і патентовласник Ін-т геотехн. мех. НАН України. - № u201800271; заявл. 09.01.2018, опубл. 10.05.2018, Бюл. №9/2018 – 3 с.

11. Пат. України № 127313, МПК E21 F5/00. Спосіб оцінки стану осередку пожежі / С.П. Мінеєв, А.М. Селезньов, І.О. Яценко, М.О. Мещеряков, заявник і патентовласник Ін-т геотехн. мех. НАН України. - № u201801875; заявл. 23.02.2018, опубл. 25.07.2018, Бюл. №14/2018 – 3 с.

References:

1. Smolanov S.N. Likvidatsiya slozhnykh podzemnykh avariyy metodami ventilyatsionnogo deystviya. - Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovaniye, 2002. - 272 s.

2. Topchiyenko B.I., Zinchenko I.N. Raschet temperatury pozharnykh gazov pri ikh retsirkulyatsii v izolirovanno uchastke // Razrabotka mestorozhdeniy poleznykh iskopayemykh: Resp. mezhved. nauch.-tekhn. sb.- 1984.- Vyp. №68.- S. 95-99.

3. Yarembash I.F., Zinchenko I.N., Revyakin A.V. Komp'yuternoye modelirovaniye dinamiki temperatury v izolirovanno vyyemochnogo uchastke pri retsirkulyatsii pozharnykh gazov // Gornospasatel'noye delo: Sb. nauch. trudov / NIIGD. - Donetsk, 1999. S. 126-131.

4. Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov / G. Uorn, T. Korn. - M.: Nauka, 1974.- 832 s.

5. Rukovodstvo po primeneniyu inertnykh gazov pri likvidatsii pozharov v shakhtakh: Utv. Tsentral'nym shtabom VGSCHE 19.07.89 / VNIIGD. - Donetsk, 1989.- 190 s.

6. Osipov S.N., Zhadan V.N. Ventilyatsiya shakht pri podzemnykh pozharakh. - M.: Nedra, 1973. - 152 s.

7. USTAV po organizatsii i vedeniyu gornospasatel'nykh rabot GVGSS. - Donetsk: MCHS DNR, 2015.- 270 s.

8. Endogennyye pozhary na ugol'nykh shakhtakh Donbassa. Preduprezhdeniye i tusheniye. Instruksiya / NIIGD.- Donetsk, 1996.- 72 s.



9. Pat. Ukraina № 125592, MPK E21 F5 / 00. Sposob otsenki sostoyaniya ochaga pozhara / A.F. Bulat, I.A. Yashchenko, S.P. Mineev i dr., Zayavitel' i patentoobladatel' In-t geotekhn. mekh. NAN Ukrainy. - № u201800270; zayavl. 09.01.2018, opubl. 10.05.2018, Byul. №9 / 2018 - 3 s.
10. Pat. Ukraina № 125593, MPK E21 F5 / 00. Sposob otsenki sostoyaniya ochaga pozhara / S.P. Mineev S.P., A.M. Seleznev, S. Drozd, I.B. Belikov, zayavitel' i patentoobladatel' In-t geotekhn. mekh. NAN Ukrainy. - № u201800271; zayavl. 09.01.2018, opubl. 10.05.2018, Byul. №9 / 2018 - 3 s.

Abstract. *When performing work in the mine conditions for extinguishing and assessing the development of fires in mines, great importance is given to the forecast of temperature indices in the fire. These indicators are important for the actual assessment of the state of the environment in the center of its quenching, as they are control to determine the cooling of the rocks of the massif and, ultimately, indirectly assess the fact of the extinct fire. In this article, using known dependencies, the forecast of temperature in the fire zone is justified for further development of new and improvement of existing methods.*

A number of developed proposals on improvement of assessments of mountain massif parameters in the fire extinguishing process are considered.

Key words: *temperature forecast, fire center, heat exchange, air, atmosphere composition.*