

## О НЕДОСТАТКАХ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕПЛОВЫХ СЪЕМОК В ГЛУБОКИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Дан анализ недостатков методики проведения тепловой съемки, определения составляющих теплового баланса горных выработок шахты и приведены рекомендации по их устранению.

МЕТОДИКА, ПРОВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОВАЯ СЪЕМКА, АНАЛИЗ, ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС, ВЫРАБОТКА, ШАХТА, ТЕПЛОВЫЕ УСЛОВИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ.

В нормативном документе [1] изложена методика проведения тепловых съемок в глубоких угольных шахтах. Тепловая съемка в глубокой угольной шахте предназначена для установления факторов и причин, оказывающих влияние на параметры микроклимата в горных выработках и получения исходных данных для тепловых расчетов при разработке мероприятий по нормализации теплового режима в горных выработках шахты.

Рассматриваемая методика проведения и анализа результатов тепловых съемок имеет ряд существенных недостатков, которые оказывают влияние на результаты определения составляющих теплового баланса горных выработок и поэтому могут стать причиной принятия неэффективных мероприятий по нормализации теплового режима в шахте.

В «Методике тепловых съемок...» [1] не указывается в какие смены (ремонтную или добычные) производят замеры температуры и определение относительной влажности воздуха, что может существенно влиять как на величину общего теплообращения воздуха в горной выработке, так и на величины составляющих теплового баланса горной выработки. Не указываются пункты измерений давлений воздуха в горных выработках, необходимых для определения плотности воздуха и его массового расхода в выработках. Отсутствуют рекомендации по измерению величин средней скорости движения воздуха в выработках, где часть площади поперечного сечения занята машинами, механизмами, оборудованием, конвейерами. Не приводятся рекомендации по измерению величин средних по объему насыпки температур ископаемого (на конвейере, в вагонетках) а также конструкция встроенных в трубопроводы термогильз или накладных гильз. Замеры температуры поверхности трубопроводов рекомендуется производить только в случаях отличия ее от температуры воздуха более чем на 5°C. Отсутствие в методике рекомендаций по измерению температуры транспортируемого ископаемого исключает возможность определения

величины тепловыделений от этого источника в горной выработке. Отсутствуют методики измерений параметров для определения тепловыделений от работающих электроустановок и механизмов (например, конвейерных установок, электровозов, подъемных лебедок, насосов, маслостанций гидросистем механизированных крепей, погрузочных машин, комбайнов, струговых установок и др.). Это не позволяет определить реальные величины тепловыделений от перечисленных выше источников. Необходимо отметить, что экспериментальное определение тепловыделений от местных источников тепла и транспортируемого ископаемого вообще не предусмотрено в методике. Использование для определения величины естественной температуры горных пород максимальных ртутных термометров с ценой деления  $0,5^{\circ}\text{C}$  будет вносить существенные погрешности в величину температуры пород и тепловыделений от горных пород в выработках шахты. Неточности в величину измеряемой температуры горных пород могут внести также: время простоя выработки в пункте бурения шпура для расположения в нем термометра; глубина шпура, его удаление от забоя и продолжительность сохранения шпура в открытом состоянии; продолжительность пребывания термометра в шпуре до снятия отсчета. Отсутствует обоснование этих рекомендаций.

Горные породы до момента замера температуры могли охладиться при проведении выработки (пункт бурения шпура состоит от забоя выработки на 2-5м), выдержке шпура открытым (6-12 часов), испарении влаги в шпуре (при мокром бурении).

В «Методике тепловой съемки [1]» не приведены величина и порядок определения погрешности измерения температуры горных пород.

Некоторую погрешность в определении величины плотности воздуха ( $\rho - \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ) вносит использование упрощенной зависимости (1) вместо выражения (2).

$$\rho = 0,003484 \frac{P - \varphi P_n}{273 + t}; \quad (1)$$

$$\rho = 0,003484 \frac{P}{273 + t} \left( 1 - 0,378 \frac{P_n \varphi}{P} \right); \quad (2)$$

где  $P$  – давление воздуха, Па;

$\varphi$  – относительная влажность воздуха, доли единицы;

$t$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P_n$  – давление насыщенных водяных паров при температуре воздуха по сухому термометру,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Как видно из выражения (1) в нем перед вычитаемым  $\varphi \cdot P_n$  отсутствует коэффициент 0,378.

Геометрическую ступень для конкретного шахтного поля  $\Gamma$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{м}$ ) в «Методике тепловой съемки...» [1] рекомендовано определять по выражению

$$\Gamma = \frac{t_n - t_{з.п.}}{H}; \quad (3)$$

где  $t_n$  – естественная температура пород в выработке,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{з.п.}$  – средняя в течении года температура земной поверхности геотермического участка в пределах котрого находится шахтное поле,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$H$  – глубина, на которой определена температура пород, м.

В выражении (3) не учитывается, что до зоны постоянных температур, залегающий от поверхности Земли в разных геотермических участках Донбасса на расстоянии 31-64 м температура горных пород изменяется не по линейному закону и зависит от времени года и температуры воздуха на поверхности. Это также вносит погрешность при определении величины геотермической ступени.

В «Методике тепловых съемок...» [1] формула для теплового баланса горной выработки  $\Sigma\Phi$  (Вт) не вызывает возражений

$$\Sigma\Phi = \Phi_{г.м} \pm \Phi_{сж(рас.)} + \Phi_{м} + \Phi_{тр} + \Phi_{н} + \Phi_{в} + \Phi_{пр} \quad (4)$$

где  $\Phi_{г.м}$  – тепловой поток от горного массива, Вт;

$\Phi_{сж(рас.)}$  – изменение теплосодержания воздушного потока при адиабатическом сжатии (расширении) воздуха, движущегося по вертикальным или наклонным выработкам, Вт;

$\Phi_{м}$  – тепловой поток от электрических машин, механизмов и оборудования, Вт;

$\Phi_{тр}$  – тепловой поток от трубопроводов в выработке, Вт;

$\Phi_{н}$  – тепловой поток от транспортируемого ископаемого, Вт;

$\Phi_{в}$  – тепловой поток от воды в выработке, Вт;

$\Phi_{пр}$  – суммарный тепловой поток от прочих источников тепла (окисления, людей, светильников и др.), Вт.

При анализе теплового баланса горных выработок в «Методике тепловых съемок...» [1] допускаются искажения значений фактических тепловых потоков, вследствие чего возрастает удельный вес тепловыделения от горных пород.

Во-первых тепловыделения от трубопроводов  $\Phi_{тр}$  предлагается рассчитывать а не определять путем измерения.

Во-вторых тепловой поток от горного массива предлагается определять как разность между изменением общего теплового потока на замеренном участке и суммой тепловых потоков от сжатия (расширения) воздуха в выработке и тепловыделениями от трубопроводов в выработке по формуле

$$\Phi_{г.м} = \Sigma\Phi \pm \Phi_{сж(рас.)} - \Phi_{тр} \quad (5)$$

Как видно из выражения (5) при определении тепловыделения от горных пород в выработке не учитывается приращение величины  $\Delta\Phi$  за счет тепловыделений от ряда весомых источников тепловыделений (транспортируемое ископаемое, местные источники тепла, тепловыделения от воды, окисления, людей и др.) в горной выработке. За счет этого грубого упрощения значительно увеличивается доля горных пород в тепловом балансе горной выработки.

По результатам обработки материалов тепловых схемок и анализа теплового баланса горных выработок и шахты, определяют направление и интенсивность тепло-и массообмена, распределение источников тепла и влаги по пути движения воздушного потока. Результаты такого анализа рекомендуется [1] использовать при разработке горнотехнических мероприятий по улучшению теплового режима в горных выработках глубокой шахты. В связи с этим могут быть допущены ошибки при выборе необходимого комплекса мероприятий для и не достигнута нормализация тепловых условий в горных выработках в соответствии с требованиями «Правил безопасности...»[2] из-за ошибочного определения тепловыделений от горных пород и трубопроводов и неучета тепловыделений от других источников тепла в горных выработках глубокой шахты. Для устранения отмеченных выше недостатков в методику проведения тепловой съемки и определения составных частей теплового баланса выработок необходимо внести ряд изменений.

Тепловую съемку необходимо проводить сначала в ремонтную а затем в тот же день в добычную смены. В ремонтную смену, когда тепло выделяется только от горных пород, окисления, трубопроводов и воды в горной выработке, можно определить тепловыделение от горных пород  $\Phi_{г.м.р}$  по выражению (5) а значение коэффициента нестационарного теплообмена  $K$  (Вт/с м<sup>2</sup>°С ) для ремонтной и добычной смены принять одинаковым по величине и рассчитать по выражению

$$K_{\tau} = \frac{\Phi_{г.м.р}}{UL(t_n - t_p)} \quad (6)$$

где  $U, L$  – соответственно периметр поперечного сечения горной выработки и ее длина, м;

$t_p$  – температура воздуха в горной выработке в ремонтную смену, °С.

При расчете величины  $\Phi_{г.м}$  (Вт) по выражению (5) предполагается, что тепловыделения от сжатия (расширения) воздуха  $\Phi_{сж(рас.)}$ , трубопроводов  $\Phi_{тр}$ (Вт) а также не учетные тепловыделения от окисления и воды в канавках будут рассчитаны по известным зависимостям (с учетом замеров

температуры воды в канавках, поверхности трубопроводов) и вычтены из общего тепловыделения в горную выработку  $\Sigma\Phi$  (Вт).

Затем на основе замеров температуры воздуха в добычную смену  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) следует рассчитать величину тепловыделения от горных пород  $\Phi_{г.м.д}$  по выражению

$$\Phi_{г.м.д.} = k_{\tau}UL(t_n - t) \quad (7)$$

где  $t$  – средняя температура воздуха в выработке в добычную смену,  $^{\circ}\text{C}$ .

На основе определения производительности конвейера  $G_n$  (кг/с), теплоемкости ископаемого  $C_n$  (дж/(кг $^{\circ}\text{C}$ )) и замера средних по объему насыпки температур ископаемого в начале  $t_{вн}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) и конце  $t_{вк}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) конвейера можно рассчитать тепловыделение от ископаемого по выражению

$$Q_n = G_n c_n (t_{вн} - t); \quad (8)$$

На основе определения затрачиваемой мощности электроустановками можно рассчитывать тепловыделения от работающих машин по известным зависимостям.

Учитывая сложность определения в производственных условиях величин средних по объему насыпки температур ископаемого в начале и конце конвейера, тепловыделение от транспортируемого ископаемого ориентировочно можно определять как разность между общин теплоприращением воздуха в горной выработке и суммой тепловыделений от других источников тепла по выражению

$$\Phi_n = \Sigma\Phi - (\Phi_{г.м} \pm \Phi_{сж(рас.)} + \Phi_m + \Phi_{тр} + \Phi_v + \Phi_{пр}) \quad (9)$$

С учетом вышеприведенных дополнений методика проведения тепловой схемки будет более совершенной а составные части теплового баланса выработок будут соответствовать реальным.

СТУКАЛО В.А., канд. техн. наук (ДонНТУ)

ПРО НЕДОЛІКИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ТА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕПЛОВИХ З'ЄМОК В ГЛИБОКИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЇХ УСУНЕННЯ.

Наведено аналіз недоліків методики проведення теплової з'ємки і визначення складових теплового балансу гірничих виробок шахти і приведені рекомендації до їх усунення.

МЕТОДИКА, ПРОВЕДЕННЯ, ТЕПЛОВА З'ЄМКА, АНАЛІЗ,  
ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС, ВИРОБКА, ШАХТА, ТЕПЛОВІ УМОВИ,  
РЕКОМЕНДАЦІЇ.

Stukalo V.A. ( DonNTU)

ABOUT THE LACKS OF METHOD OF LEADTHROUGH AND  
ANALYSIS OF RESULTS OF THERMAL SURVEYS IN THE DEEP UGOLNY  
MINES AND RECOMMENDATION FOR THEIR REMOVAL

The analysis of lack of method of leadthrough of survey and determination of constituents of thermal balance of the mountain making of mine is given and recommendations are resulted on their removal.

METHOD, LEADTHROUGH, THERMAL SURVEY, ANALYSIS,  
THERMAL BALANCE, MAKING, MINE, THERMAL TERMS,  
RECOMMENDATIONS.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СОУ 10.1.00174088.00Х: 2011 Прогнозирование и нормализация тепловых условий в угольных шахтах.- К.: Минэнергоуглепром Украины, 2011.-184с.
2. Правила безопасности в угольных шахтах. Харьков: Издательство «Форт», 2010.-255с.

Поступило в редакцию 17.12.2012г.