

8. Абакумова О.В., Єгоров І.М. Оцінка якості шахтного метану при вилученні підземною дегазаційною вугільної шахти // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 81. – С. 3–10.
9. Szlązak N., Tor A., Jakubów A., Gatnar K. Methane as a Source of Energy in an Air-Conditioning System in „Pniówek“ Coal Mine // International Mining Forum, 2004. – P. 83–98.
10. Стариков А.П., Снижко В.Д. Когенерационные установки на базе шахтного метана – надежный источник обеспечения электрической энергией и теплом предприятий МПО „Кузбасс“ // Уголь. – 2008. – №10. – С. 38–41.
11. Безпflug В.А., Касьянов В.В. Экономическая оценка различных технологий утилизации шахтного метана // Уголь Украины. – 2008. – январь. – С. 47–48.
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 1 березня 1999 р. №303 „Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору“(Із змінами і доповненнями, внесеними постановами Кабінету Міністрів України від 3 грудня 2008 року) // http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2008_12_03/KP990303.html.
13. Торопчин О.С., Федоров А.В. Научно-техническое обеспечение экологической безопасности при

разработке угольных месторождений // Чистый четверг. – 2006. – №2(10). – С. 34–40.

Выполнен анализ законодательной базы Украины относительно добычи и утилизации метана угольных месторождений. Проанализированы показатели извлечения и утилизации метана угольных месторождений в некоторых странах мира. Рассчитаны расходы на выплату возмещения за загрязнение окружающей природной среды при выбросах метана угледобывающих предприятий в атмосферу. Рассмотрены экологические и экономические аспекты утилизации метана. Приведены данные о перспективах утилизации шахтного метана.

Ключевые слова: метан угольных месторождений, утилизация, загрязнение окружающей природной среды

Legislative base of Ukraine concerning coal deposit methane recovery and utilization has been analyzed. The performance of extraction and utilization of methane from coal deposits in some countries has been analyzed. Costs of penalties for environment pollution by emissions of coal mine methane have been calculated. The ecological and economic aspects of utilization of methane have been considered. Recommendations regarding the future utilization of coal mine methane have been presented.

Keywords: coal deposit, methane, utilization, environment pollution

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голінком 14.06.10

УДК 622.413.3:536.24

© Шайхлисламова И.А., 2010

И.А. Шайхлисламова

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА

I.A. Shaykhlislamova

ON THE ISSUE OF CALCULATING OF COEFFICIENT OF NON-STATIONARY HEAT EXCHANGE

На основе теоретических исследований методов тепловых расчётов и анализа нестационарных термодинамических процессов в горных выработках, осложнённых действием различных источников и стоков тепла и влаги, изложено новое обоснование расчета коэффициента нестационарного теплообмена между горным массивом и вентиляционной струёй. Выявлено, что коэффициент нестационарного теплообмена не зависит от чисел Био > 5 и определяется только критерием Фурье.

Ключевые слова: горная выработка, коэффициент нестационарного теплообмена, критерий Фурье, тепловые расчёты

Для обеспечения допустимых тепловых условий в горных выработках на больших глубинах важно не только разрабатывать и внедрять новые воздухоохладительные установки, рациональные способы вскрытия угольных шахт и схемы их проветривания, но и совершенствовать существующие. Изыскивать новые методы тепловых расчётов и прогноза эффективности и экономичности от применения технических средств воздействия на окружающую среду. Теоре-

тические исследования в этом направлении проводятся на протяжении 60-ти лет и, как показывает анализ литературных источников, далеки до завершения. Это связано со сложными термодинамическими процессами, протекающими в горных выработках и установках по их охлаждению. Непрерывные изменения поля температур и влагосодержания в окружающем горном массиве с анизотропными свойствами вызывают нестационарные термодинамические про-

цессы в самих виробках, ускладнені дією різних джерел і стоків тепла і вологи.

Основоположниками рудничної термодинамики А.Н. Щербанем [1], О.А. Кремневым [2], А.Ф. Воропаевым [3] отримані аналітичні рішення задачі нестационарної теплопровідності в горному масиві з циліндричними і сферичними поверхностями виробок і розроблені, на основі отриманих рішень, методи теплових розрахунків шахт. Слід відзначити, що, незважаючи на точність отриманих рішень, при розрахунках коефіцієнта нестационарного теплообміну між горним масивом і вентиляційною струмою в подальшому доводиться розділяти виробки, провітрювані до одного року, до 10-ти років і до 50-ти років, і використовувати різні розрахункові залежності.

Вокруг горних виробок на великих глибинах утворюється зона руйнованих порід, теплофізичні властивості яких постійно змінюються. Витрата повітря і геометричні параметри виробок також змінюються. Тому, точність при детермінованому підході до рішення теплових задач не може бути вище точності вентиляційних розрахунків, так як нерозривно пов'язана з ними.

Для розрахунку коефіцієнта нестационарного теплообміну запропоновані як табличні дані рішення задачі остигання масиву, так і різні формули [1-4]. Аналіз табличних даних [1] показує, що цей коефіцієнт для відносно свіжих виробок, провітрюваних впродовж до одного року, може бути визначений не по табличним даним, а з достатньо високою точністю (похибка 1-4%) по формулі

$$k_{\vartheta} | \zeta_1 \left(14 \frac{Bi \sqrt{Fo}}{(Bi \geq 0,375) \sqrt{Fo} \geq 0,85} \right), \quad (1)$$

де входять числа Біо і Фур'є

$$Bi | \frac{\zeta_1 R_0}{\zeta}; \quad Fo | \frac{a \vartheta}{R_0^2}.$$

Сравнивая запропоновану формулу (1) з відомою формулою, використовуваною при теплових розрахунках [1]

$$k_{\vartheta} | \zeta_1 \left[14 \frac{Bi}{(Bi \geq 0,375)} f(z) \right],$$

де $f(z)$ - функція обобщенного числа гомотехності, можна переконатися, що вони нічим одне від одного не відрізняються, якщо прийняти замість табличних даних залежність виду

$$f(z) | \frac{z}{z \geq 0,85}, \quad (2)$$

де параметр $z | (Bi \geq 0,375) \sqrt{Fo}$.

В таблиці наведені табличні дані і результати розрахунків по формулі (2).

Для виробок, провітрюваних більше одного року, коефіцієнт нестационарного теплообміну може бути визначений по формулі [1], яку представимо в критеріальному вигляді

$$k_{\vartheta} | \frac{\zeta_1}{Bi \geq 0,5} \left[0,52 \frac{Bi}{(Bi \geq 0,5) \sqrt{\phi Fo}} \right]. \quad (3)$$

Таблиця

Результати порівняння точних і наближених значень функції $f(z)$

z	f(z) [1]	f(z) ф.(2)	Похибка, %
0,1	0,1036	0,1099	-5
0,2	0,1910	0,1980	-4
0,5	0,3843	0,3816	1
1,0	0,5724	0,5525	4
2,0	0,7434	0,7117	4
5,0	0,8872	0,8606	3
10	0,9436	0,9251	2
15	0,9624	0,9488	1
20	0,9718	0,9611	1
24	0,9765	0,9674	1
30	0,9812	0,9737	1
38	0,9839	0,9791	0,5

Формулу (3) можна представити в декількох інших видах

$$Ki | \frac{Bi}{Bi \geq 0,5} \left[0,52 \frac{Bi}{(Bi \geq 0,5) \sqrt{\phi Fo}} \right],$$

де $Ki | \frac{k_{\vartheta} R_0}{\zeta}$ 4 критерій Кирпичёва.

Аналіз цієї формули показує, що коефіцієнт нестационарного теплообміну або критерій Кирпичёва не залежить від чисел Біо > 5 і визначається тільки критерієм Фур'є з похибкою менше 10%. Це говорить про те, що з часом теплообмін на стінках виробки визначається, в основному, теплофізичними властивостями порід, а не аеро-термодинамікою вентиляційного потоку.

Результати порівняння розрахунків по формулам (1) і (3) показують, що в діапазоні значень Фур'є 1-50 дані вирахування відрізняються одне від одного не більше, ніж на 5%. Тому формулою (3) можна користуватися, починаючи з числа $Fo > 1$, т.е. в усьому діапазоні реальних його значень. При числах Біо > 5 , т.е. в області найбільш реальних його значень, формула (3) ще більше спрощується і дає похибку не більше 5%

$$k_{\vartheta} | \frac{\zeta_1}{122} \left(12 \frac{2}{\sqrt{\phi Fo}} \right).$$

Висновки. По результатам досліджень встановлено, що з часом теплообмін на стінках виробки визначається, в основному, теплофізичними властивостями порід, а не аеро-термодинамікою вентиляційного потоку, оскільки коефіцієнт нестационарного теплообміну або критерій Кирпичёва не залежить від чисел Біо > 5 і визначається тільки критерієм Фур'є з похибкою менше 10%.

Список літератури

1. Щербань А.Н., Кремнев О.А., Журавленко В.Я. Руководство по регулированию теплового режима шахт. – М.: Недра, 1977. – 359 с.
2. Воропаев А.Ф. Тепловое кондиционирование рудничного воздуха в глубоких шахтах. М: Недра, 1979. – 192 с.
3. Кремнев О.А., Журавленко В.А. Тепло- и массообмен в горном массиве и подземных сооружениях. Киев: Наук. думка, 1986. – 344 с.
4. Добрянский Ю. Н. Расчёт тепловлажностных режимов подземных объектов на ЭВМ. – Киев: Наук. думка, 1991. – 112 с.

На основі теоретичних досліджень методів теплових розрахунків і аналізу нестационарних термодинамічних процесів у гірничих виробках, ускладнених дією різних джерел і стоків тепла і вологи, викладено нове обґрунтування розрахунку коефіцієнта нестационарного теплообміну між гірничим масивом і вентиляційним струменем. Виявлено, що коефіцієнт не-

стационарного теплообміну не залежить від чисел $Bi > 5$ і визначається тільки критерієм Фур'є.

Ключові слова: *гірничі виробки, коефіцієнт нестационарного теплообміну, критерій Фур'є, теплові розрахунки*

On the basis of theoretical research of methods for thermal calculations and analysis of thermodynamics transients in the mining sites complicated by the action, different sources and flows of heat and moisture, the new ground for calculating the coefficient of non-stationary heat exchange between a mountain range and vent stream has been presented. It has been exposed, that the coefficient of non-stationary heat exchange does not depend on numbers $Bi > 5$ and determined only by the criterion of Fourier.

Keywords: *mining site, coefficient of non-stationary heat exchange, Fourier criterion, thermal calculations*

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голіньком 01.06.10

УДК 622.232:72.007.2:622.86

© Булат А.Ф., Шевченко В.Г., 2010

А.Ф. Булат, В.Г. Шевченко

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГОТОВНОСТІ СИСТЕМ „ГІРНИКИ – ОЧИСНИЙ КОМПЛЕКС“ ДО ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВУГЛЕВИДОБУТКУ

A.F. Bulat, V.G. Shevchenko

METHODICAL MAINTENANCE OF DEFINITION OF READINESS OF SYSTEMS COLLIERIES – LONGWALL SET OF EQUIPMENT TO INCREASE OF COAL MINING SAFETY

Розроблено математичні моделі систем вуглевидобутку з комплексним обліком параметрів гірників і процесів вуглевидобутку; встановлено закономірності комплексного впливу параметрів систем „гірники – очисний комплекс“ на показники надійності, продуктивності і безпеки процесів; розроблено методики комплексної оцінки надійності і безпеки праці гірників, оптимізації режимів очисної виїмки вугілля.

Ключові слова: *системи „гірник-очисний комплекс“, безпека вуглевидобутку, моделювання, закономірності, критерії оцінки готовності, науково-технічні принципи, методичні рекомендації*

При стабільному розвитку виїмкової техніки і постійно зростаючої проектної продуктивності очисних комплексів, технологія вуглевидобутку за останні десятиліття істотно не змінилася. Невід'ємною частиною технології комплексно-механізованого вуглевидобутку залишається гірник. Безупинно зростаюча енергооснащеність, швидкість подачі і продуктивність видобувної техніки висувають нові вимоги до гірників, що повинні повною мірою забезпечувати реалізацію її проектних резервів у процесі виїмки вугілля [1–3].

Одними з параметрів властивих підсистемі „людина“ в процесі функціонування основної системи вуглевидобутку „гірники – очисний комплекс“ є біомеханічні і психофізичні характеристики гірників. Процеси відбійки вугілля, подачі очисного комбайна,

переміщення гірників по лаві й керування комбайном знаходяться в постійній взаємодії в просторі й часі, а їхні параметри (гірничотехнічні, технологічні, гірничо-геологічні, біомеханічні й психофізичні характеристики гірників) нерозривно зв'язані. Перед розробниками сучасної очисної техніки і технологій ще на етапі проектування повинні ставитися задачі обліку індивідуальних особливостей гірників та оцінки впливу біомеханічних і психофізичних параметрів на надійність і безпечність процесів видобутку, вирішення питань підготовки й професійного відбору кадрів, здатних ефективно керувати сучасними гірничими машинами і комплексами [4–9].

З погіршенням гірничо-геологічних умов розробки й підвищенням навантаження на лаву виникають позаштатні ситуації з важкими негативними наслідками, а пе-