ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1994
Seria: GÓRNICTWO z.221 Nr kol 1256

Andrzej FRYCZ, Jan DRENDA
Instytut Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej

WSKAŹNIK DYSKOMFORTU CIEPLNEGO JAKO PARAMETR DO OKREŚLENIA WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH W WYROBISKACH GÓRNICZYCH

Streszczenie. W artykule omówiono nowy sposób określania warunków klimatycznych w przodkach za pomocą wskaźnika dyskomfortu cieplnego. W oparciu o dane pomiarowe z kopalń węgla wyznaczono średnie wielkości parametrów mikroklimatu oraz wskaźników dyskomfortu cieplnego dla różnych wyrobisk górniczych prowadzonych na różnych głębokościach. Podano sposób poprawy istniejących warunków klimatycznych w kopalniach węgla. Przedstawione przykłady obliczeń wykazały duży wpływ obniżenia temperatury i wprowadzenia planowych przerw w pracy w każdej godzinie dniówki na poprawę warunków klimatycznych w przodkach górniczych.

THERMAL DISCOMFORT INDEX AS A PARAMETER FOR DETER-MINATION THE CLIMATIC CONDITIONS IN MINE WORKINGS

Summary. In the paper is described a new procedure for the determination of climatic conditions in faces by thermal discomfort index. Measurements have been gathered in various coal mines to estimate the average values of microclimate parameters and of thermal discomfort index. The measurements have been taken in different excavations and depths. The author introduced a way of improving climatic conditions in coal mines.

WÄRMEDISKOMFORTKOEFFIZIENT WIE EIN KENNWERT ZUR BESTIMMUNG DER KLIMABEDINGUNGEN IN GRUBENRÄUME

Zusammenfassung. Im Aufsatz ist eine neue Methode der Vorstellung der Wärmebedingungen in Grubenarbeitsplätze mit Hilfe des Wärmediskomfortkoeffizienten besprochen worden. In Anlehnung an die Daten aus Grubenmessungen wurden mittlere Größen der Klimaparametern und Wärmediskomfortkoeffizienten für verschiedenen Grubenbauen und Tiefen bestimnt. Es werden die Verbesserungsmöglichkeiten der Klimabedingungen in den Kohlengruben angegeben.

1. WPROWADZENIE

Warunkami klimatycznymi nazywamy stan obciążenia termicznego organizmu człowieka przebywającego w danym środowisku. Warunki klimatyczne określamy jako dobre lub korzystne, porównywane z komfortem cieplnym, jako trudne lub bardzo trudne, bezpieczne i niebezpieczne dla zdrowia, stanowiące tzw. dyskomfort cieplny organizmu. Warunki klimatyczne w danym środowisku zależą od mikroklimatu, temperatury promieniowania otoczenia, rodzaju i intensywności pracy pracownika (wydatku energetycznego), ubioru oraz aklimatyzacji.

Mikroklimat w miejscu pracy zależy od takich parametrów powietrza, jak: temperatura, wilgotność i prędkość przepływu.

Temperatura promieniowania otoczenia zależy od temperatur powierzchni ścian otaczających oraz powierzchni maszyn i urządzeń. Dla przodków górniczych można przyjąć założenie, że średnia temperatura promieniowania otoczenia jest równa temperaturze suchej powietrza.

Wydatek energetyczny, czyli część ciepła metabolicznego, jaką organizm ludzki musi wydzielić do otoczenia, aby zachować stałą temperaturę wewnętrzną, zależy od rodzaju i intensywności pracy. Za pomocą tej wielkości można określić stopień uciążliwości pracy. Przyjmuje się (wg normy PN-85/N-08011), że wydatek energetyczny wynosi dla:

- odpoczynku - 65 W/m^2,
- pracy lekkiej - 100 W/m^2,
- pracy umiarkowanej - 165 W/m^2,
- pracy ciężkiej - 200 W/m^2.

W niniejszym artykule przyjęto dla pracy górnika w przodkach zmechanizowanych (ściany, przodki wyrobisk korytarzowych) wydatek energetyczny równy M = 165 W/m^2, co odpowiada pracy umiarkowanej [2,3,6].

Odzież oznaczona jest przez wskaźnik zwany oporem cieplnym odzieży I_a. Opór cieplny różnych zestawów odzieży w jednostkach clo podany jest w normie PN-85/N-08011 i w szerokiej specjalistycznej literaturze.

Aklimatyzacja to przystosowanie się organizmu do gorącego mikroklimatu panującego w miejscu pracy. Rozróżniamy pracowników zaaklimatyzowanych i niezaaklimatyzowanych. Za człowieka zaaklimatyzowanego uważamy takiego pracownika, który pracuje w gorącym środowisku ponad dwa tygodnie bez przerw spowodowanych absencją chorobową lub urlopem.

2. WSKAŹNIK DYSKOMFORTU CIEPLNEGO

Optymalnymi warunkami klimatycznymi dla życia i pracy człowieka są warunki komfortu cieplnego [4]. Układ termoregulacyjny organizmu zapewnia jednak utrzymanie stałej bezpiecznej temperatury wewnętrznej organizmu w warunkach klimatycznych odbiegających od warunków komfortowych zarówno w środowiskach ciepłych, jak i chłodnych. Istnieją jednak granice dyskomfortu cieplnego, powyżej których przebywanie lub praca człowieka prowadzi do niebezpiecznego przekroczenia wskaźników fizjologicznych organizmu. Fizjolodzy przyjmują, że granicą bezpieczeństwa termicznego organizmu ludzkiego jest osiągnięcie temperatury wewnętrznej 38°C oraz wydzielanie potu w ilości 1 litr na godzinę [1,2,10]. Na podstawie powyższych założeń powstały takie wskaźniki warunków klimatycznych jak HSI (Heat Stress Index) [1,2,5,9], P4SR [5,9] - oparte na dopuszczalnej ilości wydzielonego potu oraz wartości odniesienia wskaźnika WBGT [10] i wskaźnik dyskomfortu cieplnego σ [2] biorące za podstawę dopuszczalną temperaturę wewnętrzną człowieka. Przedział warunków klimatycznych pomiędzy komfortem cieplnym a granicznymi wartościami wskaźników nazywamy dyskomfortem cieplnym bezpiecznym dla zdrowia.

W niniejszym artykule dla analizy warunków klimatycznych w kopalniach obrano wprowadzony przez autorów wskaźnik dyskomfortu cieplnego σ [2,3,7] oparty na równaniu i

wykresach komfortu cieplnego wg Fangera [5] oraz wartościach odniesienia wskaźnika WBGT i temperatury efektywnej amerykańskiej [2,10].

Wskaźnik dyskomfortu cieplnego σ jest liczbą bezwymiarową. Może przybierać wartości dodatnie, ujemne oraz zero. Jeżeli $\sigma = 0$, oznacza to, że w danym środowisku pracy istnieje komfort cieplny. Dodatnia wartość wskaźnika dyskomfortu cieplnego określa środowiska ciepłe (gorące), ujemna środowiska chłodne. Graniczną wartością wskaźnika dyskomfortu cieplnego określającą warunki klimatyczne bezpieczne dla zdrowia dla środowisk ciepłych jest wartość 1. Praca w środowiskach, w których $\sigma \geq 1$, powinna być zakazana ze względu na niebezpieczeństwo przegrzania organizmu.

Warunki klimatyczne ze względu na wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego można więc podzielić następująco:

$\sigma = 0$	komfort cieplny,
$\sigma < 0$	środowisko chłodne,
$\sigma > 0$	środowisko ciepłe,
$0 < \sigma < 1$	dyskomfort cieplny bezpieczny dla zdrowia
$\sigma \geq 1$	dyskomfort cieplny niebezpieczny dla zdrowia.

Przedział dyskomfortu bezpiecznego dla zdrowia obejmującego zakres wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego od 0 do 1 podzielono na cztery części w celu ściślejszego określenia warunków klimatycznych:

$0{,}0 \leq \sigma < 0{,}2$	warunki klimatyczne korzystne,
$0{,}2 \leq \sigma < 0{,}5$	warunki klimatyczne zadowalające,
$0{,}5 \leq \sigma < 0{,}8$	warunki klimatyczne trudne,
$0{,}8 \leq \sigma < 1$	warunki klimatyczne bardzo trudne
$\sigma \geq 1$	warunki klimatyczne niebezpieczne praca zabroniona.

Wskaźnik dyskomfortu cieplnego σ zależy od parametrów mikroklimatu, temperatury promieniowania otoczenia, wydatku energetycznego pracowników, ich ubioru i aklimatyzacji. Wyznaczyć go można na podstawie nomogramów i wykresów zamieszczonych w opracowaniu [2]. Obliczenia wskaźników dyskomfortu cieplnego dla potrzeb analizy zawartej w niniejszym artykule przeprowadzono na komputerze dysponując programem komputerowym "WDC" (Wskaźnik Dyskomfortu Cieplnego).

3. POMIARY W KOPALNIACH

Z kopalń uzyskano następujące informacje:

- dla ścian: głębokość zalegania, prędkość przepływu powietrza w ścianie oraz temperatury t_1 i t_2 mierzone psychrometrami na wlocie i wylocie,
- dla przodków korytarzowych: t_1 i t_2 w przodkach, prędkość powietrza w przekroju wyrobiska w okolicy wylotu przy wentylacji tłoczącej i wlotu przy wentylacji ssącej lutniociągu,
- w przypadku stosowania chłodnicy powietrza mierzono temperatury przy pracującej, jak i wyłączonej chłodnicy.

Następnie powyższe dane wprowadzono do komputera i korzystając z odpowiedniego programu komputerowego, obliczano wskaźniki dyskomfortu cieplnego dla ludzi zaaklimatyzowanych i niezaaklimatyzowanych w celu porównania warunków klimatycznych w środowiskach pracy w różnych kopalniach. Przy obliczaniu wskaźnika dyskomfortu cieplnego przyjęto założenie, że wydatek energetyczny pracownika wynosi 165 W/m^2, co odpowiada średniej wartości dla pracy umiarkowanej, oraz że ludzie są nie ubrani, czyli że opór cieplny odzieży jest równy 0 (zero). Temperaturę promieniowania ociosów przyjęto równą temperaturze płynącego powietrza. W tabeli 1 zestawiono średnie arytmetyczne parametrów klimatycznych przodków w zależności od pór roku i głębokości zalegania.

Tabela 1

Średnie parametry wentylacyjne w przodkach górniczych

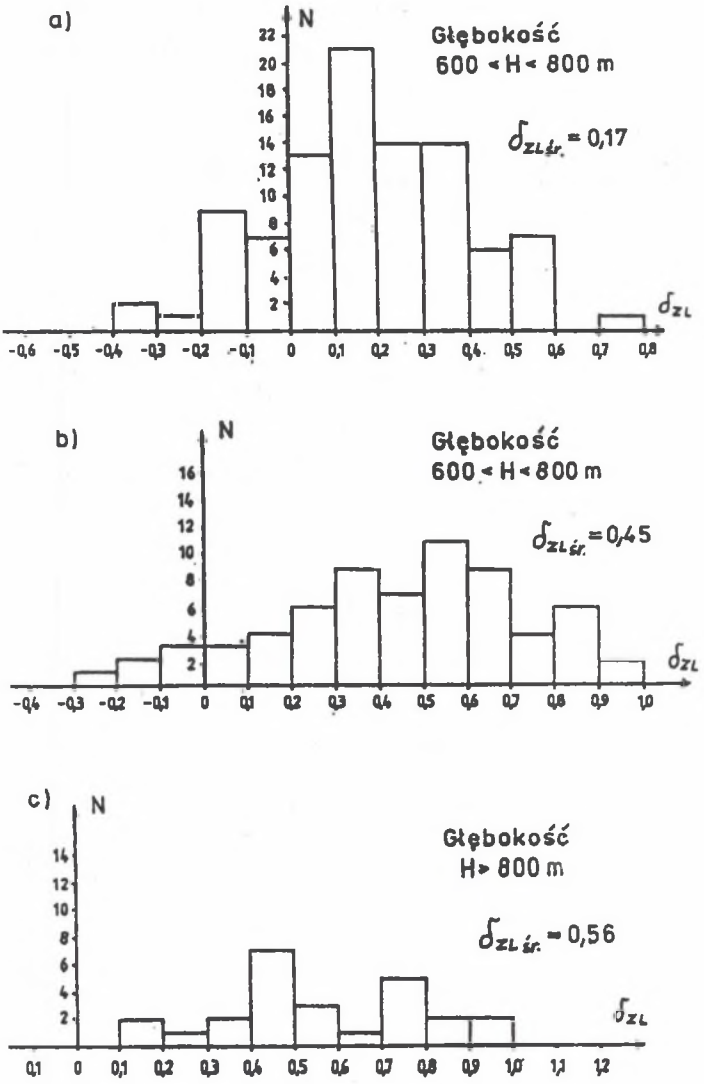
Rodzaj przodka	Głębokość [m]	Pora roku	t [°C]	[%]	w [m/s]
Ściany	400,600	lato	24.0	84.2	1.9
		zima	22.8	85.0	1.8
	600,800	lato	27.0	82.3	1.8
		zima	25.6	81.5	1.8
	ponad 800	lato	29.0	85.0	1.9
		zima	28.0	84.2	2.0
Przodki ślepe węglowe	400,600	lato	24.0	82.0	0.38
		zima	23.0	87.0	0.34
	600,800	lato	27.1	82.0	0.35
		zima	25.7	77.0	0.37
	ponad 800	lato	28.8	77.0	0.38
		zima	27.1	68.0	0.4
Przodki ślepe kamienne	400,600	lato	24.3	81.0	0.4
		zima	-	-	-
	600,800	lato	28.4	73.0	0.33
		zima	-	-	-
	ponad 800	lato	30.0	63.0	0.34
		zima	26.6	61.0	0.33

4. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW

Obliczono wskaźnik dyskomfortu cieplnego dla ludzi niezaaklimatyzowanych σ_n i zaaklimatyzowanych σ_z dla trzech typów przodków: ścian, robót udostępniających i przygotowawczych. Następnie wyniki zestawiono w zbiory w zależności od głębokości tworząc trzy przedziały głębokości dla przodków:

- 400 do 600 m,
- 600 do 800 m,
- ponad 800 m.

Dla każdego typu przodka w danym przedziale głębokości wyznaczono częstość występowania warunków klimatycznych określonych pojęciem dyskomfortu cieplnego. Na rys.1 przedstawiono rozkłady częstości występowania określonych warunków klimatycznych w kopalniach. Rozkłady te traktowano jako rozkłady normalne. Obliczone z przedstawionych rozkładów mediany stanowią średnie wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego określające warunki klimatyczne panujące w przodkach w zależności od głębokości, na jakiej są prowadzone. W tabeli 2 zestawiono średnie wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego dla trzech przedziałów głębokości z uwzględnieniem pory roku (lato, zima).



Rys.1. Rozkład częstości występowania wskaźnika dyskomfortu cieplnego σ_{zl} w przodkach górniczych (ludzie zaaklimatyzowani, pora letnia): a) ściany, b) wyrobiska korytarzowe węglowe, c) wyrobiska korytarzowe kamienne

Fig.1. Frequency distribution rate of thermal discomfort index σ_{zl} in m ine workings (acclimatised people during summer term): a) longwalls, b) coal drivages, c) stone drivages

Analiza danych zawartych w tabeli 2 prowadzi do następujących wniosków:

- na głębokościach 400 do 600 m panują korzystne warunki klimatyczne,
- na głębokościach do 800 m w ścianach panują korzystne warunki klimatyczne, a w przodkach korytarzowych - zadowalające. Jednak latem w tych przodkach prowadzonych w złożu występują już trudne warunki klimatyczne,
- na głębokościach ponad 800 m - w ścianach występują zadowalające warunki klimatyczne, a w przodkach korytarzowych - trudne latem i zadowalające zimą.

Podane w tabeli 2 dane dotyczą średnich wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego. Istnieją jednak przodki, w których panują trudne, bardzo trudne albo wręcz niebezpieczne warunki klimatyczne, co wymaga niezwłocznego stosowania różnych metod ich poprawy [2,6,7]. W tym artykule rozpatrzono wpływ trzech czynników (zwiększenia prędkości przepływu powietrza, obniżenia temperatury powietrza i zmniejszenia wydatku energetycznego) na poprawę warunków klimatycznych, a tym samym na zmniejszenie średnich wartości wskaźnika dyskomfortu cieplnego.

Tabela 2

Wskaźniki dyskomfortu cieplnego

Rodzaj przodka	Pora roku	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego σ_*					
		Głębokość wyrobiska 400 600 m		Głębokość wyrobiska 600 800 m		Głębokość wyrobiska ponad 800 m	
		Człowiek niezaaklim.	Człowiek zaaklim.	Człowiek niezaaklim.	Człowiek zaaklim.	Człowiek niezaaklim.	Człowiek zaaklim.
Ściany	lato	> 0	> 0	0.23	0.17	0.49	0.4
	zima	> 0	> 0	0.01	> 0	0.33	0.25
Wyrobiska ślepe drążone w węglu (chodniki, pochylnie)	lato	0.12	0.1	0.57	0.45	0.73	0.56
	zima	0.2	0.12	0.35	0.32	0.49	0.39
Wyrobiska ślepe drążone w kamieniu (przekopy)	lato	0.18	0.14	0.46	0.38	0.68	0.56
	zima	-	-	-	-	0.4	0.33

5. METODY POPRAWY WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH

5.1. Wpływ zwiększenia prędkości powietrza na średnie warunki klimatyczne

Z zebranych danych wynika, że prędkości powietrza w ścianach zawierają się w przedziale 0.7-3.5 m/s, średnio 1.8 m/s, a dla przodków korytarzowych 0.2-0.7 m/s, średnio 0.38 m/s. Celem znalezienia wpływu prędkości powietrza na warunki klimatyczne obliczono średnie globalne wskaźniki dyskomfortu cieplnego dla badanych przodków zwiększając prędkość przepływu powietrza do 2 m/s w ścianach i 0.5 m/s w chodnikach, w których zmierzona prędkość była mniejsza od przyjętej wyżej. Do obliczeń wzięto z tabeli 1 te ściany i chodniki węglowe, które były prowadzone na głębokości ponad 800 m w lecie. Wyniki tych obliczeń przedstawia tabela 3.

Jak widać z zestawienia, zwiększenie prędkości powietrza w ścianach poprawiłoby warunki klimatyczne o 20%, a w przodkach korytarzowych o 8%.

Tabela 3

Wpływ zmiany średniej prędkości powietrza na wskaźnik dyskomfortu cieplnego

Rodzaj przodka	Stan aktualny			Po zmianie prędkości powietrza			Poprawa
	Prędkość [m/s]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		Prędkość [m/s]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		
		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie niezamatyzowani σ_z		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie zaaklimatyzowani σ_z	
Ściany	1.9	0.49	0.4	2.3	0.4	0.32	20%
Przodki korytarzowe węglowe	0.38	0.73	0.56	0.51	0.68	0.52	8%

5.2. Wpływ obniżenia temperatury powietrza na poprawę warunków klimatycznych

Do analizy tym razem wzięto ściany i wyrobiska korytarzowe węglowe z dużych głebokości (powyżej 800 m), dla których średnie temperatury powietrza są wysokie i wynoszą dla ścian

29°C, a dla przodków korytarzowych węglowych 28.8°C. Przeanalizowano efekty poprawy warunków klimatycznych możliwe do osiągnięcia tylko dzięki obniżeniu temperatury powietrza. Dla uproszczenia przyjęto, że pozostałe parametry mikroklimatu są niezmienne. W obliczeniach przyjęto, że temperatura powietrza w ścianach i wyrobiskach korytarzowych nie przekracza 28°C. W tych przodkach, w których z pomiarów wynikało, że temperatura była wyższa od 28°C, założono, że jest równa tej wartości. Zestawienie danych i wyniki obliczeń przedstawia tabela 4.

Z analizy danych zawartych w powyższej tabeli wynika, że obniżenie temperatury powietrza jest działaniem niezmiernie efektywnym, ponieważ osiąga się w ścianach poprawę warunków klimatycznych o 50%, a w wyrobiskach korytarzowych o 25%. Niestety poprawę tę w głębokich kopalniach można dzisiaj osiągnąć tylko na drodze klimatyzacji, rzadko metodami konwencjonalnymi [6,8].

Tabela 4

Wpływ zmiany średniej temperatury powietrza na wskaźnik dyskomfortu cieplnego

Rodzaj przodka	Stan aktualny			Po zmianie temperatury powietrza			Poprawa
	Temperatura [°C]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		Temperatura [°C]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		
		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie zaaklimatyzowani σ_z		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie zaaklimatyzowani σ_z	
Ściany	29	0.49	0.4	27.6	0.22	0.18	50%
Przodki korytarzowe węglowe	28.8	0.73	0.56	27.2	0.55	0.45	25%

5.3. Zmiany w organizacji pracy wpływające na obniżenie wydatku energetycznego górników

W przodkach klimatycznie trudnych konieczne jest zastosowanie specjalnych technologii do wykonywania szeregu energochłonnych czynności [6,9]. Należy pomyśleć o specjalnych narzędziach pracy (ergonomia) oraz o jej organizacji ze szczególnym uwzględnieniem przerw

w pracy. Przerwy powinno się planować w każdej godzinie pracy. Wydatek energetyczny pracownika dla pracy ciągłej wynosi M = 165 W/m^2, po wprowadzeniu zmiany organizacji pracy w przodku, tak by w ciągu godziny było 45 minut pracy i 15 minut odpoczynku, wydatek energetyczny spadnie do 140 W/m^2 [2].

Uwzględniając te założenia przeprowadzono obliczenia, a wyniki przedstawiono w tabeli 5.

Jak wynika z tabeli 5, na tej drodze można uzyskać bardzo wyraźne zmniejszenie wskaźnika dyskomfortu cieplnego. Dla ścian poprawa warunków klimatycznych uzyskana tą drogą wynosi 30%, a dla wyrobisk korytarzowych - 24%. Nadmienić należy, że w praktyce mało korzysta się z tej możliwości pomimo widocznych ewidentnych korzyści i i osiągania ich małym nakładem kosztów i sił. Na tę możliwość już dawno zwrócono uwagę [6,8,9], szczególnie w aspekcie opracowywania norm klimatycznych, w których wskazano, że skrócenie czasu pracy jest dziś z punktu widzenia fizjologii pracy nieefektywne. W tej sytuacji należy koniecznie zająć się organizacją pracy w przodkach klimatycznie trudnych oraz właściwym doborem narzędzi pracy [6].

Tabela 5

Wpływ zmiany średniego wydatku energetycznego M [W/m^2] na wskaźnik dyskomfortu cieplnego

Rodzaj przodka	Stan aktualny			Po wprowadzeniu przerw w pracy (75% czasu -praca, 25% - przerwa)			Poprawa
	Wydatek energii [W/m^2]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		Wydatek energii [W/m^2]	Wskaźnik dyskomfortu cieplnego		
		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie zaaklimatyzowani σ_z		Ludzie niezaaklimatyzowani σ_n	Ludzie zaaklimatyzowani σ_z	
Sciany	165	0.49	0.4	140	0.3	0.25	30%
Przodki korytarzowe węglowe	165	0.73	0.56	140	0.57	0.47	24%

6. ZAKOŃCZENIE

W pracy tej przedstawiono wyniki pomiarów warunków klimatycznych z 30 kopalń węgla i spróbowano za pomocą wskaźnika dyskomfortu cieplnego przeprowadzić analizę warunków klimatycznych w naszych kopalniach. Przedstawione w pracy przykłady oddziaływania na istniejące warunki klimatyczne takich czynników jak wzrost prędkości powietrza, obniżenie jego temperatury czy obniżenie wydatku energetycznego pracownika uwidaczniają jednoznacznie ich wpływ nie tylko jakościowo, ale i ilościowo. Należy zwrócić uwagę, że analizę taką można bardzo prosto przeprowadzić posługując się nomogramami do wyznaczenia wskaźnika dyskomfortu cieplnego [2] lub programem komputerowym WDC. Prowadzenie podobnych analiz na kopalniach i ich ewidencjonowanie umożliwi też zaproponowanie obiektywnie uzasadnionych norm klimatycznych, co jest obecnie problemem otwartym i dyskusyjnym. Potrzeba opracowania takiej normy dla naszych warunków górniczo-geologicznych ze szczególnym uwzględnieniem wysiłku energetycznego górnika, jak i pozostałych parametrów jest bardzo istotna. Posiadanie takiej normy zapewni możliwie bezpieczną dla zdrowia pracę w środowisku trudnym i jednocześnie złagodzi tarcia między pracownikami a pracodawcami, jakie dziś często zachodzą w kopalni.

LITERATURA

[1] Belding H.S., Hatch T.F.: Index for Evaluating Heat Stress in Terms of Resulting Physiological Strains. Heating. Piping &Air Conditioning, August 1955.

[2] Drenda J.: Dyskomfort cieplny w środowiskach pracy kopalń głębokich. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo z. 213, Gliwice 1993.

[3] Drenda J.: Bewertung der Klimatischen Arbeitsbedingungen mit Hilfe des Wärmediskomfortkoeffizienten. Glückauf-Forschungshefte, nr 2/1993.

[4] Drenda J.: Analiza optymalnych warunków klimatycznych w kopalniach w oparciu o równanie komfortu cieplnego Fangera. Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie, nr 2/1976.

[5] Fanger P.O.: Komfort cieplny. Wyd. Arkady, Warszawa 1973.

[6] Frycz A.: Klimatyzacja kopalń. Wyd. Śląsk, Katowice 1981.

[7] Frycz A., Drenda J.: Ocena warunków klimatycznych w kopalniach w oparciu o wskaźnik dyskomfortu cieplnego. Wiadomości Górnicze 1/1990.

[8] Voß J.: Grubenklima. Verlag Glückauf GmbH, Essen 1981.

[9] Wenzel H.G., Piekarski C.: Klima und Arbeit. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung. 4 Auflage, München 1984.

[10] PN-85/N-08011 (tłum. z ISO 7243-1982). Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążeń termicznych działających na człowieka w środowisku pracy, oparte na wskaźniku WBGT.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Józef WACŁAWIK

Wpłynęło do Redakcji w maju 1994r.

Abstract

In the paper the author made the analysis of climatic conditions in faces of underground coal mines in Poland (longwalls, coal and stone excavations). Considered were three intervals of depth (400, 600, 600 800 and over 800 m) during winter and summer term. Measurements data were collected from different mines: such parameters as temperature, humidity, air velocity. The worker's expenditure of energy M = 165 W/m^2 (moderate work) was assumed for calculating the thermal discomfort index σ which represented climatic conditions in faces. If the result is of the value $\sigma = 0$ we can call it thermal comfort. If $\sigma \geq 1$, thermal discomfort is dangerous to health. If the value σ is in the interval between 0 and 1, thermal discomfort is safe for health. Average values of thermal discomfort index were calculated for faces in three intervals of depth during winter and summer term. The author introduced numerical by the improvement in thermal conditions during an increase of air velocity, decrease of temperature and introduction of planned breaks during the work.