ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990
Seria: GÓRNICTWO z.188 Nr kol. 1074

Marian KOLARCZYK

DEFINIOWANIE I WYZNACZANIE CHARAKTERYSTYK CZĘŚCI KOPALNIANYCH SIECI WENTYLACYJNYCH

Streszczenie. W artykule zwrócono uwagę na przydatność posługiwania się charakterystykami zastępczymi części kopalnianych sieci wentylacyjnych w czasie przeprowadzania obliczeń i analiz sieci. Podano metody wydzielania podsieci i otoczenia oraz definiowania wielkości zastępczych dla tych części. Przedstawiono metodę analityczną wyznaczania charakterystyki zastępczej oraz rozwinięcie tej charakterystyki według wzoru Taylora.

1. WSTĘP

W wielu zagadnieniach obliczeniowych kopalnianych sieci wentylacyjnych przydatne jest posługiwanie się wielkościami reprezentującymi własności zastępcze wybranych części sieci. Na poszczególnych etapach rozwoju metod sieciowych wprowadzone zostały takie określenia, jak: otwór całkowity, otwór równoznaczny kopalni lub jej części, charakterystyka sieci, podsieci, depresja zewnętrzna, wewnętrzna, zredukowana charakterystyka wentylatora, charakterystyka otoczenia oraz inne. Określenia te wprowadzono ze względów praktycznych w celu ułatwienia przeprowadzania niektórych obliczeń i analiz sieci. Wybraną część sieci zastępuje się jednym elementem reprezentującym własności tej części w odniesieniu do reszty sieci. Takie postępowanie jest możliwe wtedy, gdy na podstawie pomiarów lub obliczeń można wyznaczyć charakterystykę zastępczą wybranej części. Prostsze stają się wtedy dalsze obliczenia, istnieje możliwość analizy współpracy wydzielonych części, dostrzegania zachodzących prawidłowości, usuwania powstałych zagrożeń. Literatura dotycząca tego zagadnienia dostarcza dużo przykładów potwierdzających celowość takiego postępowania.

Większość prac, w których autorzy posługują się charakterystykami zastępczymi części sieci dotyczy rozwiązania określonego zagadnienia sieciowego. Prawidłowości odnośnie do wyznaczania, własności i zastosowań tych charakterystyk znajdywane były jako efekt uboczny badań nad rozwiązaniem, regulacją, strukturą sieci, stabilnością przepływów. Możliwość wydzielenia części sieci i przypisania jej charakterystyki zastępczej uwarunkowana jest wieloma czynnikami. Nie zawsze podkreślane są założenia pozwalające na wykonanie takiej operacji, aczkolwiek w wielu przypadkach takie postę-

powanie przynajmniej przy niektórych uproszczeniach jest możliwe i poprawne. Zauważyć można, że posługiwanie się charakterystykami zastępczymi części sieci bazuje na analogii odnośnie do wydzielenia elementu z sieci, istnienia charakterystyki tego elementu, wydzielenia części sieci i istnienia jej charakterystyki.

2. UPROSZCZONY UKŁAD RÓWNAŃ RÓWNOWAGI SIECI

Złożoność procesów występujących w atmosferze kopalnianej, jak wiadomo, znacznie utrudnia zbudowanie uniwersalnego modelu matematycznego kopalnianej sieci wentylacyjnej, ujmującego i wyjaśniającego wszystkie zachodzące zjawiska. Korzysta się więc z opisów w mniejszym lub większym stopniu uproszczonych, co oczywiście, nie zwalnia z obowiązku prowadzenia dalszych badań w zakresie wymiany ciepła i masy, zmiennej gęstości powietrza, zmiennych współczynników oporu, oporów lokalnych, stanów nieustalonych itp. Aby wykazać znaczenie charakterystyk zastępczych w powiązaniu ze strukturą sieci, za celowe w niniejszym artykule uznano przyjęcie założeń upraszczających, słusznych dla tzw. sieci "pasywnych" lub "uaktywnionych".

Kopalnianą sieć wentylacyjną traktować będziemy jako zbiór U połączonych ze sobą elementów u (bocznic). Każdej bocznicy przyporządkowane są dwie zmienne:

- wydatek objętościowy powietrza V,
- spadek W lub przyrost H naporu powietrza.

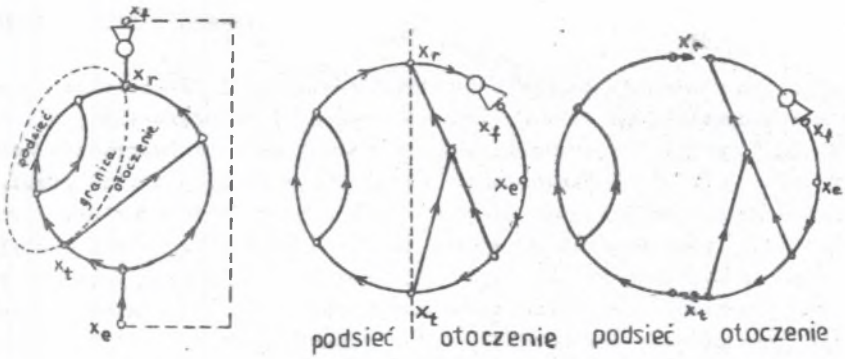
Zakładać będziemy, że dla poszczególnych bocznic istnieją związki między tymi wielkościami, zwane charakterystykami:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{- dla elementów pasywnych} & W_i = f_i(V_i) \\ \text{- dla elementów źródłowych} & H_i = f_i(V_i) \end{array}\right\} \qquad (1)$$

$i = 1,2,\ldots,m$ gdzie m jest liczbą bocznic w sieci.

W charakterystykach f_i figurują parametry poszczególnych elementów, np. opory bocznic R_i, współczynniki w zależnościach opisujących charakterystyki wentylatorów.

Korzystać będziemy z zamkniętego schematu kanonicznego sieci, co uzyskamy przez przyjęcie w atmosferze dwu fikcyjnych węzłów x_e, x_f, połączenie tych węzłów bocznicą o nieskończonej przepustowości, połączenie wszystkich wlotów powietrza do kopalni z węzłem x_e oraz wszystkich wylotów z węzłem x_f (rys. 1).



Rys. 1. Wydzielenie podsieci i otoczenia

Fig. 1. Separation of sub-networks and the surroundings

Bocznice sieci są z sobą połączone w węzłach x_j zbioru węzłów X, tworząc w ten sposób określoną strukturę. Równania dla węzłów i oczek sieci wynikające z jej struktury, zwane także równaniami Kirchhoffa, można zapisać następująco:

$$\mathbf{S} \cdot \mathbf{V} = \mathbf{0} \tag{2}$$

$$\mathbf{C} \cdot \mathbf{W} = \mathbf{0} \tag{3}$$

gdzie:

S, C – macierze incydencji odpowiednio węzłowo-bocznicowa i oczkowo-bocznicowa, których elementy s_{ji}, c_{ki} przyjmują wartości 1, -1, 0, w zależności od sposobu powiązania i-tej bocznicy z j-tym węzłem lub k-tym oczkiem niezależnym,

$j = 1,2,\ldots,n$ n – liczba węzłów sieci

$k = 1,2,\ldots,\nu = m - n + 1$ ν – liczba cyklomatyczna sieci

V jednokolumnowa macierz wydatków powietrza V_i,

W jednokolumnowa macierz spadków naporu powietrza W_i.

Przyrosty naporu powietrza (spiętrzenia) H_i na elementach źródłowych wygodnie jest w powyższym układzie równań przyjmować jako ujemne spadki naporu na tych elementach:

$$W = - H(V) \tag{4}$$

Równania (1,2,3) zwane równaniami równowagi kopalnianej sieci wentylacyjnej, przy przyjętych uproszczeniach stanowić będą podstawę do definiowania wielkości zastępczych dla części sieci przy określaniu ich charakterystyk.

3. WYDZIELENIE PODSIECI I OTOCZENIA. DEFINIOWANIE WIELKOŚCI ZASTĘPCZYCH

Przy posługiwaniu się charakterystykami zastępczymi części sieci niezwykle ważną sprawą jest dokładne sprecyzowanie, jaką część sieci bierze się wtedy pod uwagę. Postępowanie mało konsekwentne w tym względzie może być przyczyną błędnego definiowania wielkości zastępczych części sieci. Zagadnienie wydzielania części sieci w trakcie badań nad strukturą i rozwiązywalnością podstawowych zagadnień teorii kopalnianiej sieci wentylacyjnej porusza J.Sułkowski [8]. Graf G, będący siecią wentylacyjną, posiada dużo podgrafów lub grafów częściowych G_i. Istnieją także szczególne wydzielenia dające szczególne części sieci, to jest podsieć i jej otoczenie (rys. 1,2). Granica wydzielenia musi przechodzić dokładnie przez dwa węzły. Podsieć posiada wtedy jeden węzeł wlotowy x_t oraz jeden węzeł wylotowy x_r. Otoczeniem podsieci [8] "[...] nazywa się zbiór wszystkich elementów sieci nie należących do podsieci [...]". Otoczenie jest więc dopełnieniem podsieci do całej sieci. Z uwagi na istnienie bocznicy zamykającej $x_f - x_e$ (rys.1) otoczenie także posiada jedno "wejście" węzeł x_r oraz jedno "wyjście" węzeł x_t.

Przedstawione rozdzielenie sieci daje więc dwie dopełniające się części o dwu węzłach wspólnych. Takie części będą przedmiotem analizy w niniejszym artykule. Dla innych części o liczbie węzłów wspólnych z resztą sieci większej niż 2 potrzebne są dalsze prace.

Rozdzielenie sieci na podsieć i jej otoczenie powoduje, że zbiór bocznic U rozdzielony zostaje na dwa rozłączne, a zarazem dopełniające się podzbiory bocznic podsieci U_p i otoczenia U_o:

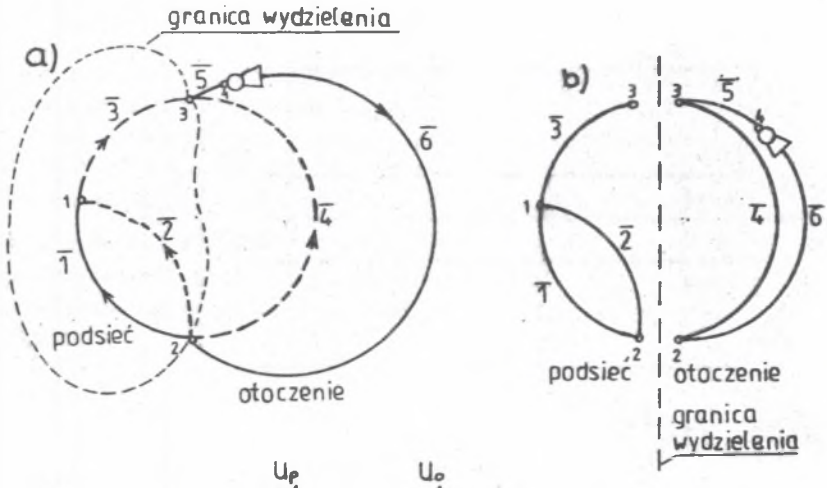
$$U = U_p \cup U_o \qquad U_p \cap U_o = \emptyset$$
$$m = m_p + m_o \tag{5}$$

Zbiór węzłów X rozdziela się na trzy rozłączne podzbiory:

X_p - węzły incydentne tylko z bocznicami podsieci,
X_o - węzły incydentne tylko z bocznicami otoczenia,
X_s - węzły styczności (wspólne) incydentne z niektórymi bocznicami podsieci i otoczenia.

$$X = X_p \cup X_s \cup X_o$$
$$n = n_p + n_s + n_o \tag{6}$$

m_p, m_o, n_p, n_o oznaczają liczby elementów odpowiednich zbiorów, to jest podsieci i otoczenia. W analizowanym przypadku liczba węzłów styczności wynosi zawsze $n_s = 2$.



c)

$$\mathbf{S} = \begin{array}{c|cccccc} X \backslash U & \overline{1} & \overline{2} & \overline{3} & \overline{4} & \overline{5} & \overline{6} \\ \hline 1 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{array}$$

U_p, U_o; X_p, X_s (X_t, X_r), X_o

d)

$$\mathbf{C} = \begin{array}{c|cccccc} C \backslash U & \overline{1} & \overline{2} & \overline{3} & \overline{4} & \overline{5} & \overline{6} \\ \hline 1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

U_p, U_o; C_p, C_s, C_o

Rys. 2. Przykład wydzielenia podsieci i otoczenia (a,b) oraz rozdzielenia macierzy węzłowo-bocznicowej (c) i oczkowo-bocznicowej (d)

Fig. 2. Example of the separation of a sub-network and its enwironment (a, b) as well as the separation of the node-shunt and mesh-shunt matrix (d)

Bez utraty ogólności bocznice i węzły można tak ponumerować, że pełna macierz incydencji węzłowo-bocznicowa przyjmie postać (7)

$$
\mathbf{S} = \begin{array}{c|c|c|c}
 & U_p & U_o & \\
 & 1 \ldots mp & mp+1 \ldots m & \\
\hline
\begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ np \end{matrix} & \mathbf{S}_p & \mathbf{0} & \left.\right\} X_p \\
\hline
np+1 & & & X_t \\
\cline{4-4}
np+2 & & & X_r \\
\hline
\begin{matrix} np+3 \\ \vdots \\ n \end{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{S}_o & \left.\right\} X_o
\end{array}
\qquad (7)
$$

Podmacierze: $[s_{ji}]$ $\quad j = n_p + 3, \ldots, n \quad i = 1, \ldots, m_p$

$[s_{ji}]$ $\quad j = 1, \ldots, n_p \quad i = m_p + 1, \ldots, m$

posiadają wszystkie wyrazy równe zero. Iloczyn $\mathbf{S} \cdot \mathbf{V}$ można zapisać więc w sposób następujący:

$$
\left.
\begin{array}{ll}
\text{- dla podsieci} & \mathbf{S}_p \cdot \mathbf{V}_p = \mathbf{0} \\[2ex]
\text{- dla węzła } x_t & \sum\limits_{i=1}^{m_p} S_{ti} \cdot V_i + \sum\limits_{i=m_p}^{m} S_{ti} \cdot V_i = 0 \\[2ex]
\text{- dla węzła } x_r & \sum\limits_{i=1}^{m_p} S_{ri} \cdot V_i + \sum\limits_{i=m+1}^{m} S_{ri} \cdot V_i = 0 \\[2ex]
\text{- dla otoczenia} & \mathbf{S}_o \cdot \mathbf{V}_o = \mathbf{0}
\end{array}
\right\} \qquad (8)
$$

gdzie $\mathbf{V}_p$, $\mathbf{V}_o$ są jednokolumnowymi macierzami wydatków odpowiednio w podsieci i w otoczeniu. Równanie bilansu wydatków dla węzła x_t lub x_r może być wykorzystane dla zdefiniowania zastępczych wydatków przepływu powietrza przez podsieć V_{zp} lub otoczenie V_{zo}:

$$V_{zp} = - \sum_{i=1}^{m_p} S_{ti} \cdot V_i \qquad (9)$$

$$V_{zo} = \sum_{i=m_p+1}^{m} S_{ti} \cdot V_i \qquad (10)$$

Równanie dla węzła x_t przybiera wtedy postać:

$$- V_{zp} + V_{zo} = 0 \tag{11}$$

Istnienie tylko dwu węzłów styczności podsieci i otoczenia umożliwia takie wybranie drzewa i antydrzewa grafu sieci (rys. 1,2), że wystąpi tylko jedno oczko niezależne, w skład którego będą wchodziły bocznice podsieci i otoczenia. Przez analogię nazwiemy go oczkiem styczności C_s. Zbiór oczek niezależnych C można wtedy podzielić na trzy podzbiory:

C_p - oczka incydentne tylko z bocznicami podsieci,
C_o - oczka incydentne tylko z bocznicami otoczenia,
C_s - oczko styczności incydentne z niektórymi bocznicami podsieci i otoczenia.

$$C = C_p \cup C_s \cup C_o$$
$$\nu = \nu_p + 1 + \nu_o \tag{12}$$

Bez utraty ogólności macierz $\mathbf{C}$ można wtedy przedstawić w sposób następujący:

$$\mathbf{C} = \begin{array}{c|c|c|

$$(14)\quad \begin{cases} \text{- dla podsieci} & \mathbf{C}_p \cdot \mathbf{W}_p = \mathbf{0} \\ \text{- dla oczka styczności} & \sum_{i=1}^{m_p} c_{si} \cdot W_i + \sum_{i=m_p+1}^{m} C_{si} \cdot W_i = 0 \\ \text{- dla otoczenia} & \mathbf{C}_o \cdot \mathbf{W}_o = \mathbf{0} \end{cases} \quad (14)$$

gdzie $\mathbf{W}_p$, $\mathbf{W}_o$ są jednokolumnowymi macierzami spadków naporu odpowiednio w podsieci i w otoczeniu.

Równanie dla oczka styczności może być wykorzystane do zdefiniowania zastępczego spadku naporu powietrza w podsieci W_{zp} i w otoczeniu W_{zo} lub zastępczego przyrostu naporu powietrza w otoczeniu H_{zo}:

$$W_{zp} = \sum_{i=1}^{m_p} C_{si} \cdot W_i \tag{15}$$

$$-W_{zo} = H_{zo} = -\sum_{i=m_p}^{m} C_{si} \cdot W_i \tag{16}$$

Równanie dla oczka styczności przyjmuje wtedy postać:

$$W_{zp} - H_{zo} = 0 \tag{17}$$

4. WYZNACZANIE WYRAŹNEJ ZALEŻNOŚCI DLA CHARAKTERYSTYKI ZASTĘPCZEJ CZĘŚCI SIECI

Przy wyznaczaniu zależności między wydatkiem zastępczym V_{zp} a zastępczym spadkiem naporu powietrza w podsieci W_{zp}, czyli przy wyznaczaniu charakterystyki zastępczej podsieci

$$W_{zp} = f(V_{zp})$$

skorzystamy z przedstawionych wyżej związków między wielkościami zastępczymi a wydatkami i spadkami naporu powietrza na poszczególnych elementach tej części sieci. Równania opisujące przepływ powietrza w podsieci przyjmują następującą postać:

$$\left.\begin{aligned} &\mathbf{S}_p \cdot \mathbf{V}_p = 0 \\ &\mathbf{C}_p \cdot \mathbf{W}_p = 0 \\ &W_i = f(V_i) \\ &V_{zp} = -\sum_{i=1}^{m_p} S_{ti} \cdot V_i \\ &W_{zp} = \sum_{i=1}^{m_p} C_{si} \cdot W_i \end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Liczby poszczególnych typów równań są następujące:

- z I prawa Kirchhoffa dla n_p węzłów podsieci	n_p
- z II prawa Kirchhoffa dla ν_p oczek niezależnych podsieci	ν_p
- równania charakterystyk bocznic podsieci	m_p
- równania definicyjne dla V_{zp} i W_{zp}	2

razem liczba równań:

$$n_p + \nu_p + m_p + 2 = n_p + m_p - (n_p + n_s) + 1 + m_p + 2 = 2m_p + 1$$

Za wielkości zmienne w podsieci uważamy:

- wydatki w bocznicach V_i	m_p
- spadki W_i (lub przyrosty H_i) naporu powietrza	m_p
- wydatek zastępczy V_{zp}	1
- spadek naporu zastępczy W_{zp}	1

razem liczba zmiennych $2m_p + 2$

Analogiczne zestawienie równań do wyznaczenia charakterystyki zastępczej otoczenia

$$H_{zo} = f(V_{zo})$$

sporządzić można dla tej części sieci. Analiza liczby równań i wielkości zmiennych prowadzi do identycznych wyników.

Wyznaczenie wyraźnej zależności dla charakterystyki podsieci lub otoczenia będzie polegało na wyeliminowaniu z powstałego układu równań zmiennych V_i oraz W_i lub H_i. Liczba równań, które mamy do dyspozycji, wynosi (dla podsieci) $2m_p + 1$. W równaniach tych figuruje $2m_p + 2$ zmiennych. Liczba zmiennych jest więc o 1 większa niż liczba równań od-

powiedniego układu. Jeżeli operacja eliminacji zmiennych V_i, W_i, H_i będzie możliwa, to w ostatnim równaniu tego układu uzyskamy poszukiwaną zależność przedstawiającą charakterystykę zastępczą danej części sieci. Podobne rozumowanie słuszne jest przy wyznaczaniu charakterystyki zastępczej otoczenia.

W wyznaczonej charakterystyce figurować będą parametry elementów tworzących daną część sieci. Wynika stąd wniosek, że charakterystyka ta jest uzależniona wyłącznie od struktury i własności bocznic danej części sieci.

Przykładem takiego postępowania jest wyznaczanie oporu zastępczego sieci normalnych. Opracowany algorytm obliczania tego oporu (tabela schodkowa) bazuje na oporach i otworach równoznacznych bocznic oraz na szczególnych własnościach układu równań węzłowych i oczkowych [1, 2]. Wyznaczany opór całkowity tych sieci jest uzależniony od struktury oraz od oporów poszczególnych bocznic. Figuruje jako jeden parametr w charakterystyce zastępczej takich sieci lub podsieci.

Dalsze przykłady wyraźnych zależności dla charakterystyk zastępczych części sieci podano w pracach [6, 7], gdzie pokazano także zmiany przebiegu tych charakterystyk powodowane zmianami niektórych parametrów bocznic tworzących daną część sieci.

Odpowiednikiem przedstawionego sposobu wyznaczania charakterystyki zastępczej części sieci w zakresie metod graficznych jest sumowanie charakterystyk bocznic lub fragmentów sieci połączonych szeregowo lub równolegle, stosowane przez W.Budryka [1, 2] i H.Bystronia [3, 4] przy analizie konkretnych zagadnień sieciowych. Na każdym etapie takiego graficznego sumowania uzyskuje się charakterystykę zastępczą kilku bocznic lub części sieci.

Uzyskanie wyraźnej zależności dla charakterystyki podsieci lub otoczenia metodą analityczną lub graficzną nie zawsze jednak jest możliwe. Wynika to z własności sieci zawierających bocznice przekątne, z nierozwiązywalności powstających wtedy układów równań algebraicznych wyższych stopni oraz z wielkości sieci. Przy posługiwaniu się charakterystykami zastępczymi potrzebne więc będą także inne przybliżone metody pozwalające na wyznaczanie ich przebiegów.

5. ROZWINIĘCIE CHARAKTERYSTYKI ZASTĘPCZEJ WEDŁUG WZORU TAYLORA

Posiadanie informacji o aktualnym stanie pracy danej części sieci i o wszystkich jej elementach zezwala na rozwinięcie charakterystyki zastępczej według wzoru Taylora. Zależność ta wtedy będzie posiadała następującą postać:

- dla podsieci

$$W_z = \sum_{n=0} \frac{1}{n!} (V_z - V_{za})^n \cdot W_z^{(n)}(V_{za}) \tag{19}$$

- dla otoczenia

$$H_z = \sum_{n=0} \frac{1}{n!} (V_z - V_{za})^n \cdot H_z^{(n)}(V_{za}) \tag{20}$$

gdzie:

V_{za} wartość wydatku zastępczego podsieci (lub otoczenia) w aktualnym stanie pracy,

$W_z^{(n)}(V_{za})$, $H_z^{(n)}(V_{za})$ wartości n-tej pochodnej zastępczego spadku (przyrostu) naporu powietrza względem zastępczego wydatku obliczone dla aktualnego stanu pracy danej części.

Wartości n-tych pochodnych $W_z^{(n)}(V_{za})$, $H_z^{(n)}(V_{za})$ wyznaczyć można z układu równań (18) opisujących przepływ powietrza przez daną część sieci. Po zróżniczkowaniu każdego równania tego układu (18) względem Vz (dla podsieci) otrzymujemy:

$$\left.\begin{aligned}
&\sum_{i=1}^{m_p} S_{ji} \frac{dVi}{dVz} = 0 && j = 1,2,\ldots,n_p \\
&\sum_{i=1}^{m_p} C_{ki} \frac{dWi}{dVz} = 0 && k = 1,2,\ldots,p \\
&\frac{dWi}{dVz} = \frac{dWi}{dVi} \cdot \frac{dVi}{dVz} && i = 1,2,\ldots,m_p \\
&1 = -\sum_{i=1}^{m_p} S'_{ti} \frac{dVi}{dVz} \\
&\frac{dWz}{dVz} = \sum_{i=1}^{m_p} C_{si} \frac{dWi}{dVz}
\end{aligned}\right\} \tag{21}$$

Wielkości $\frac{dVi}{dVz}$, $\frac{dWi}{dVz}$ $i = 1,2,\ldots,m_p$ oraz $\frac{dWz}{dVz}$ na ogół są funkcjami zależnymi od V_z. Przy rozpatrywaniu tego układu (21) w konkretnym zadanym punkcie pracy podsieci traktować je można jako niewiadome wartości (liczbowe) tych funkcji (pochodnych). Liczba tych niewiadomych wynosi $2m_p + 1$. Wielkości $\frac{dWi}{dVi}$ traktować będziemy za znane wartości pochodnej spadku naporu względem wydatku dla danego i-tego elementu podsieci obliczone w punkcie pracy tego elementu. Liczba równań powstałego układu (21) wynosi:

$$n_p + p + m_p + 2 = n_p + m_p - (n_p + n_s) + 1 + m_p + 2 = 2m_p + 1$$

i jest równa liczbie niewiadomych.

Powstały układ równań jest liniowy. Rozwiązanie uzyskać można znanymi metodami. Dla dużych podsieci konieczne jest prowadzenie obliczeń z wykorzystaniem komputera. Po rozwiązaniu uzyskuje się wartości pochodnych $\frac{dVi}{dVz}$, $\frac{dWi}{dVz}$ $i = 1,2,\ldots,m_p$ oraz potrzebną we wzorze (19) wartość pochodnej $\frac{dWz}{dVz}$.

Identyczny sposób postępowania zastosować można dla drugiej części sieci, to jest dla otoczenia i wyznaczyć potrzebną we wzorze (20) wartość pochodnej $\frac{dHz}{dVz}$.

Wartości pochodnych wyższych rzędów $W_z^{(n)}(V_{za})$ lub $H_z^{(n)}(V_{za})$ uzyskuje się przez dalsze różniczkowanie układu równań (21) i pochodnych $\frac{d^{(n)}Vi}{dVz^n}$, $\frac{d^{(n)}Wi}{dVz^n}$, $\frac{d^{(n)}Wz}{dVz^n}$, $\frac{d^{(n)}Hz}{dVz^n}$, obliczane w aktualnym stanie pracy podsieci lub otoczenia. Bardzo często z uwagi na potrzebę posiadania przebiegu charakterystyki danej części sieci tylko w pewnym określonym przedziale wydatku zastępczego, ograniczyć się można do znalezienia trzech pierwszych wyrazów rozwinięcia Taylora, czyli do przedstawienia charakterystyki zastępczej za pomocą fragmentu paraboli.

Oprócz przedstawionych, znane są jeszcze inne metody wyznaczania charakterystyk zastępczych części sieci, bazujące na pomiarach wielkości zastępczych V_z, W_z, H_z w istniejących częściach sieci lub wykorzystujące obliczenia komputerowe symulujące przepływ powietrza przez wybrany fragment sieci. Omówienie tych metod wymaga odrębnego opracowania.

LITERATURA

[1] Budryk W.: Wentylacja kopalń. WGH, Katowice 1961.

[2] Budryk W.: Wybór pism. PWN, Warszawa-Kraków 1976.

[3] Bystroń H.: Graficzne rozwiązywanie systemów przewietrzania. "Przegląd Górniczy" 1958 nr 5-6.

[4] Bystroń H.: Wspólna praca głównych i pomocniczych wentylatorów w systemach przewietrzania kopalń. "Przegląd Górniczy" 1959, nr 7-8.

[5] Frycz A., Kolarczyk M.: Zastosowanie charakterystyki otoczenia podsieci wentylacyjnej do analizy przewietrzania oddziału. "Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie" 1979 nr 1.

[6] Frycz A., Kolarczyk M.: Classical Criteria of Airflow Direction in Simple Mine Ventilation Network. An Environment Interpretation. Proceedings of the 21st International Conferens of Safety in Mines Research Institutes. Sydney 1985.

[7] Kolarczyk M.: Własności i zastosowania charakterystyk podsieci i otoczenia w kopalnianej sieci wentylacyjnej. ITEZ, Gliwice 1980 (niepublikowane).

[8] Sułkowski J.: Rozwiązalność podstawowych zagadnień teorii kopalnianej sieci wentylacyjnej w zależności od jej struktury. ITEZ, Gliwice 1971 (niepublikowane).

9. Sułkowski J.: Określenie stanu zaburzeniowego w przewietrzaniu oddziału eksploatacyjnego kopalni wywołanego uszkodzeniem tam wentylacyjnych. ZN Pol.Sl. s. Górnictwo, z. 70, Gliwice 1976.

10. Sułkowski J., Kolarczyk M., Domagała L.: Charakterystyka otoczenia podsieci i jej zastosowanie przy analizie przewietrzania oddziału. Seminarium "Vetrania a klimatizacja v hlbinnych baniach". CSVTS, Koszyce 1981.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТЕЙ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Р е з ю м е

В статье представлено использование заступных характеристик частей шахтных вентиляционных сетей. Показан метод разделения сети на две части: подсеть и окружение. Определены заступные величины для этих частей. Показан аналитический метод получения характеристик и их представление по формуле Тейлора.

A WAY OF DEFINING AND CALCULATING THE CHARACTERISTICS OF THE PARTS OF MINE VENTILATION NETWORKS

S u m m a r y

This paper describes the application of supplementary characteristics of the parts of mine ventilacion networks. There have been given methods of separating the networks in two parts: sub-network and environment. The supplementary quantities for these parts have been defined too. The analytical method of calculating the supplemantary characteristic s and presenting these characteristics according to Taylor s pattern has been dealt with.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Andrzej Strumiński