

Dr hab. inż. Józef SUŁKOWSKI
prof. nzw. w Politechnice Śląskiej
Wydział Górnictwa i Geologii
Gliwice, ul. Akademicka 2

Gliwice 28 luty 2009

D-4530



RECENZJA

pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Grzegorza PACHA pt. Metody obliczeń wymuszonego rozptywu powietrza w projektowanych kopalnianych sieciach wentylacyjnych zawierających zużyte prądy zależne między podsieciami wentylatorów głównych.

1. Wstęp

Praca doktorska została wykonana na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej. Promotorem pracy jest Pan dr hab. inż. Jan DRENDA prof. nzw. w Pol. Śl. Zleceniodawcą recenzji jest Dziekan Wydziału Górnictwa i Geologii (pismo Nr RG-BD/56/08/09 z dnia 30.11.2008). Podstawą merytoryczną recenzji stanowi praca jak w tytule udokumentowana na 174 stronach w formie zwartej, zawierająca w tekście 50 rysunków i 37 tabel. Do pracy dołączono 8 stron spisu literatury składającej się ze 150. pozycji. Praca podzielona została na 7 rozdziałów.

2. Charakterystyka pracy

Praca dotyczy problemu z zakresu aerologii górniczej. Jej celem, określonym w rozdziale 1, jest opracowanie metod obliczeń wymuszonego rozptywu powietrza w kopalnianych sieciach wentylacyjnych zawierających prądy zależne zużytego powietrza łączące różne podsieci związane z wentylatorami głównymi. Doktorant twierdzi, że w przypadku występowania prądów zależnych tego rodzaju istnieje wiele rozwiązań dopuszczalnych dla zagadnienia obliczenia wymuszonego rozptywu powietrza i spośród nich można wybrać rozwiązanie optymalne ze względu na minimum sumarycznej mocy użytecznej wentylatorów głównych. Dalsze rozdziały służą dowodowi tej tezy, ale Doktorant

A handwritten signature in blue ink, appearing to be the initials "JS" or similar, located at the bottom left of the page.

poczynił założenia upraszczające, przede wszystkim że rozpatrywane sieci wentylacyjne są pasywne a przepływ powietrza jest ustalony.

W rozdziale 2. Doktorant przedstawił przegląd metod obliczeniowych naturalnego i wymuszonego rozplywu powietrza w kopalnianych sieciach wentylacyjnych. Ponieważ temat pracy dotyczy obliczeń wymuszonego przepływu powietrza, został także omówiony sposób określania zapotrzebowania powietrza dla ścian i komór funkcyjnych traktowanych jako obiekty niezależnego przewietrzania – nazywane w pracy odbiorami.

W rozdziale 3. Doktorant przedstawił analizę metod badania struktury kopalnianej sieci wentylacyjnej. Przytoczone zostały równania równowagi sieci, sposób określania charakteru bocznic i prądów, definiowanie podsieci wentylacyjnej. Z własności struktury sieci wentylacyjnej oraz oczywiście z równań sieciowych Doktorant korzysta w następnych rozdziałach.

W rozdziale 4. zawarta została metoda komputerowego wyznaczania prądów zależnych w dowolnej sieci wentylacyjnej a także przedstawiona została ocena tych prądów w aspekcie sytuacji pożarowej.

W rozdziale 5. Doktorant przedstawił opracowane metody obliczeń wymuszonego rozplywu powietrza w sieci wentylacyjnej zawierającej prądy zależne powietrza zużytego łączące różne podsieci związane z wentylatorami głównymi. Jedną z metod jest metoda "złotego podziału". Doktorant poszukuje taką wartość wydajności dla jednego z dwóch wentylatorów głównych (przy nieznanym natężeniu prądu zależnego między ich podsieciami) dla której sumaryczna moc wentylatorów jest najmniejsza. Ponieważ wcześniej określił, że osiągnięta funkcja jest unimodalna i ciągła ze względu na zmienną wydajność wentylatora, to mógł zastosować metodę złotego podziału dla znalezienia minimum globalnego. Druga przedstawiona metoda opiera się na kolejnych obliczeniach rozplywu wymuszonego. W efekcie uzyskuje się zbiór rozwiązań, które po aproksymacji wielomianem są charakterystykami podsieci względem jednego lub drugiego wentylatora głównego. Ponieważ uzyskuje się również wartości mocy użytecznej wentylatorów to można przyporządkować ich sumę odpowiadającej wydajności tego wentylatora, którego parametry muszą być przyjęte a nie obliczone. Osiągniętą zależność Doktorant aproksymował funkcją kwadratową i określił jej minimum. Doktorant zilustrował sposób przeprowadzenia obliczeń na przykładach. Zauważył jednak, że metody te mogą dotyczyć tylko szczególnych przypadków sieci wentylacyjnej z wieloma szybami wentylacyjnymi.

Doktorant przedstawił więc jeszcze trzecią metodę obliczeniową, która nie zawiera ograniczeń struktury sieci, aczkolwiek jest to metoda przybliżona. Wykorzystana została



bowiem metoda gradientowa (gradientu prostego). Kierunek poprawy wartości mocy użytecznej wentylatorów wyznaczany jest na podstawie obliczeń wrażliwości zmiany sumarycznej mocy użytecznej na zmianę wydajności jednego z wentylatorów. Uzyskując tablicę wrażliwości i porządkując ją rosnąco uzyskuje się określenie kierunku poprawy tj. "przeniesienia" pewnej ilości powietrza z jednego wentylatora na drugi, co prowadzi do osiągnięcia rozwiązania dowolnie bliskiego rozwiązaniu optymalnemu.

W rozdziale 6. Doktorant przedstawił przykład obliczeń optymalizacji mocy użytecznej wentylatorów głównego przewietrzania dla bardzo uproszczonego modelu części sieci wentylacyjnej ZG „Lubin” zawierającego dwa szyby i dwa prądy zależne powietrza zużytego między podsieciami szybów. Wykorzystując metodę wyznaczania charakterystyki podsieci Doktorant przeprowadził obliczenia dla sześciu stanów rozplywu powietrza, otrzymując wartości sumarycznej mocy użytecznej wentylatorów dla określonej ilości powietrza w jednym z dwóch szybów. Po aproksymacji zbioru punktów parabolą Doktorant wyznaczył wartość minimalną sumarycznej mocy użytecznej. Porównując z wartościami rzeczywistymi stwierdził, że różnica wynosi 32,5 kW a więc wentylatory pracują praktycznie optymalnie.

Rozdział 7. stanowią wnioski.

Z przeprowadzonej charakterystyki treści poszczególnych rozdziałów pracy widać, że zasadniczym dla pracy jest rozdział 5. Odpowiada on w pełni tytułowi pracy przedstawiając trzy metody obliczeń wymuszonego rozplywu powietrza w kopalnianych sieciach wentylacyjnych zawierających prądy zależne powietrza zużytego między podsieciami wentylatorów głównych.

3. Ocena pracy

Zagadnienie postawione w temacie pracy można określić jako obliczenie wymuszonego rozplywu powietrza z nieznanymi ("swobodnymi") wydatkami prądów zależnych powietrza zużytego łączących różne podsieci wentylatorów głównych. Przy braku prądów zależnych otrzymujemy układ równań liniowych z niewiadomymi parametrami wentylacyjnymi urządzeń regulacyjnych oraz wentylatorów głównych, którego rozwiązanie, z dodatkowymi warunkami dotyczącymi tzw. drogi krytycznej od wlotu sieci do wentylatorów głównych przedstawił dla sieci pasywnej A. Sałustowicz w 1930r., a dla sieci aktywnej H. Bystróż w 1977r. Prądy zależne, zarówno powietrza świeżego jak i zużytego, utrudniające projektowanie wentylacji kopalń, są w tych metodach pomijane przez tamowanie. Wszystkie wyniki są więc przybliżone.

Obliczenia wymuszonego rozptywu powietrza w sieci wentylacyjnej zawierającej prądy zależne można obecnie przeprowadzić wyznaczając naturalny rozptyw powietrza w oczkach wewnętrznych tworzonych przez prądy zależne łącznie z wyznaczeniem przepływu wymuszonego. A. Strumiński zastosował to podejście w swojej metodzie wyznaczania wymuszonego rozptywu powietrza w aktywnych sieciach wentylacyjnych z prądami zależnymi.

Wśród oczek wewnętrznych tworzonych przez prądy zależne powietrza zużytego mogą być również takie, które zawierają dwa wentylatory główne. Parametry jednego z nich muszą być więc narzucone, co wynika z bilansu liczby równań i niewiadomych. Doktorant przyjął, że wyznaczenie rozptywu powietrza w tym oczku będzie można powiązać z zadaniem minimalizacji sumy mocy użytecznej wentylatorów gdyż utworzona funkcja celu oraz warunki ograniczające są funkcjami wypukłymi. Problem ten rozważał dla sieci wentylacyjnej pasywnej a więc wszystkie obliczenia można traktować jako pierwszy etap obliczeń dla sieci aktywnej.

Wykazanie jednak wypukłości funkcji celu i warunków ograniczających pozwoliło Doktorantowi opracować trzy metody obliczeń wykorzystujące aparat programowania matematycznego. Metodę złotego podziału oraz metodę charakterystyk zastępczych można zastosować do sieci wentylacyjnych o szczególnej strukturze, natomiast metodę gradientową – dzięki wykorzystaniu obliczeń wrażliwości sumarycznej mocy wentylatorów na zmianę ilości powietrza – można zastosować do dowolnych sieci z prądami zależnymi w strefie powietrza zużytego.

Dwie pierwsze metody umożliwiają uzyskanie zbioru rozwiązań dopuszczalnych, i nawet, jeśli rozwiązanie optymalne można znaleźć za pomocą innych metod, na przykład obliczając rozptyw naturalny w oczku wewnętrznym, to mogą one posłużyć do oceny innych rozwiązań dopuszczalnych. Z zamieszczonych w pracy przykładów widać, że funkcje celu są „słabo wklęsłe” i można z tego wyciągnąć określone wnioski praktyczne. Z kolei w trzeciej metodzie podobne wnioski można wyciągnąć z obliczonej tablicy wrażliwości sumarycznej mocy użytecznej na elementarne zmiany ilości powietrza przenoszonego pomiędzy wentylatorami głównymi. Dlatego uważam, że opracowanie wymienionych metod obliczeń jest oryginalnym osiągnięciem Doktoranta realizującym postawioną tezę i cele pracy. Wykazał się ponadto ogólną wiedzą w zakresie górnictwa, a w szczególności dużą wiedzą dotyczącą teorii kopalnianej sieci wentylacyjnej.



4. Uwagi krytyczne

1. Praca jest zbyt obszerna. Zawiera wiele treści, które są omówieniem zagadnień słabo związanych z tematem pracy lub stanowią analizę zagadnienia uproszczonego w stosunku do tematu pracy. W rozdziale 3. zbędne są analizy charakteru bocznicy wentylacyjnych i planarności sieci. W rozdziale 5. zbędne są przytoczenia i obszerne wyjaśnienia definicji oraz twierdzeń programowania matematycznego, a także przedstawienie metody obliczeń rozptyłu wymuszonego dla sieci wentylacyjnych nie zawierających zużytych prądów pomiędzy podsieciami wentylatorów głównych. Podobnie zastosowanie metody złotego podziału poprzedzone jest rozwiązywaniem przykładu sieci nie zawierającej prądu zależnego.
2. Analizując zakres możliwych zmian wydajności wentylatora, względem której wyznaczane są wartości sumarycznej mocy użytecznej wentylatorów, a więc przedział poszukiwania rozwiązania optymalnego, Doktorant przyjął ograniczenie [5.4.1] wynikające z sumy ilości powietrza w bocznicach należących do przekroju całkowitego. Pominął natomiast ograniczenia wynikające zarówno z przepustowości wentylacyjnej szybu wentylacyjnego jak również przepustowości wentylacyjnej wyrobisk z analizowanym prądem zależnym powietrza zużytego. Wprawdzie są to już ograniczenia techniczne ale w zastosowaniach będą musiały być wzięte pod uwagę.
3. Definicje prądów: niezależnego i zależnego (str. 49-50) są definicjami praktycznymi a przecież cała praca wynika z własności prądu zależnego widocznych tylko w pogłębionej definicji teoretycznej. Prądy zależne są bowiem prądami tworzącymi niezależne oczka (cykle) wewnętrzne.
4. Wnioski 1÷4 są stwierdzeniami nawiązującymi do uzasadnienia podjęcia tematu pracy a nie są wnioskami z pracy.

Wymienione uwagi nie wpływają w sposób istotny na wywody przedstawione przez Doktoranta, a zwłaszcza nie odnoszą się do opracowanych metod obliczeniowych. Powinny zostać jednak uwzględnione w publikacjach.

5. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr inż. Grzegorza PACHA pt. „Metody obliczeń wymuszonego rozptyłu powietrza w projektowanych kopalnianych sieciach wentylacyjnych zawierających zużyte prądy zależne między podsieciami wentylatorów

głównych” dotyczy dyscypliny naukowej „górnictwo i geologia inżynierska”, w szczególności specjalności ”aerologia górnicza” i świadczy o dobrej ogólnej wiedzy teoretycznej w tej dyscyplinie. Praca ta stanowi równocześnie samodzielne, oryginalne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego, przez co odpowiada warunkom określonym art.13 us.1 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. i zmianami wprowadzonymi ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym” z dnia 27 lipca 2005 r. (Dz.U. nr 164 poz.1365).

Wnoszę więc do Rady Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long tail stroke extending to the right.