

Kraków dn. 07.09.2020 r.

Dr hab. inż. Marek Borowski, Prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Andrzeja Słowika, pt:
**„Sposób poprawy rozptyłu powietrza w podsięciach wentylacyjnych
poprzez regulację przewietrzania w prądach powietrza zużytego”**

Podstawa opracowania recenzji

Recenzję pracy doktorskiej opracowano na podstawie uchwały Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa oraz zlecenia Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa pismem o numerze NSR/117/2020 z dnia 22 czerwca 2020 roku.

Dane bibliograficzne o pracy

Oceniana rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem dr hab. inż. Stanisława Trenczka, prof. ITG KOMAG. Rozprawa zawiera 100 stron w tym: 5 tabel, 32 rysunki, jednak w pracy zamieszczono spis tabel i rysunków. We wstępie zamieszczono abstrakt w języku angielskim, brakuje streszczenia pracy w języku polskim. Treść rozprawy została podzielona na 8 rozdziałów. Spis literatury zawiera 102 krajowe publikacje naukowe, w tym również 8 współautorskich prac Doktoranta. Forma i układ pracy jest właściwa dla rozpraw doktorskich, a strona edytorska rozprawy nie budzi zastrzeżeń.

Struktura rozprawy doktorskiej

Wraz ze wzrostem głębokości eksploatacji pokładów węgla kamiennego oraz w celu zapewnienia bezpieczeństwa załogi i osiągnięcia celów produkcyjnych, przewietrzanie podziemnych wyrobisk górniczych kopalń nabiera szczególnego znaczenia. Doprowadzenie powietrza do miejsc pracy załogi jest jednym z kluczowych zadań. Natomiast w celu zapewnienia wymaganej ilości i jakości powietrza, która wynika np. z występujących zagrożeń naturalnych, konieczna jest regulacja przepływu powietrza w sieci wentylacyjnej jaką stanowią podziemnej wyrobiska kopalni. Przez regulację przewietrzania rozumie się zapewnienie żdanego strumienia powietrza i depresji wentylatorów oraz parametrów regulatorów (np. tam regulacyjnych; wentylatorów pomocniczych) w rejonach wentylacyjnych stanowiących oddziały przygotowawcze lub wydobywcze .

Doktorant w pracy dążył do wykazania, że zastosowanie regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza stanowi istotny element poprawy funkcjonowania sieci wentylacyjnej kopalni, wpływa na jej stabilność oraz istotnie wpływa na zmniejszenie zagrożenia pożarem endogenicznym w zrobach ścian wydobywczych. W celu potwierdzenia zaproponowanego sposobu regulacji przewietrzania, przedstawił przypadki zastosowania regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza, zarówno grupowym jak i rejonowym oraz komór funkcyjnych. Na podstawie wyznaczonych parametrów sieci wentylacyjnej kopalni, w szczególności w oparciu o potencjały izentropowe w istotnych węzłach sieci wentylacyjnej określił: stabilność przewietrzania, wpływu zastosowanej regulacji na oddziaływanie depresyjne wentylatorów zainstalowanych przy szybach wentylacyjnych na zroby

ścian eksploatacyjnych, tamy izolacyjne, zaburzenia itp., oraz warunków bezpieczeństwa stosowanej regulacji przewietrzania.

Doktorant w pracy doktorskiej postawił tezę, że zastosowanie regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza stanowi istotny element poprawy rozptyłu powietrza w podsięciach wentylacyjnych kopalni. Z kolei celem pracy było udokumentowanie pozytywnego wpływu regulacji przewietrzania w prądzie powietrza zużytego na: zroby eksploataowanych i zlikwidowanych ścian wydobywczych oraz stabilność rozptyłu powietrza w bocznicach sieci wentylacyjnej.

Przedmiotem badań była sieć wentylacyjna KWK ROW Ruch Jankowice, a konkretnie podsięć szybu wentylacyjnego (wydechowego) nr 4, gdzie przeprowadzono badania wpływu regulacji przewietrzania w grupowym prądzie powietrza zużytego z komór przyszybowych oraz rejony eksploatacyjne (rejony ścian wydobywczych).

Doktorant w pierwszym rozdziale, skupił się analizie możliwości zastosowaniu regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza. Uznał, że może ona stanowić istotny element poprawy funkcjonowania sieci wentylacyjnej kopalni, wpłynie na stabilność przewietrzania oraz poprzez ograniczenie oddziaływania depresji wentylatorów głównego przewietrzania na zmniejszenie zagrożenia pożarem endogenicznym w zrobach ścian wydobywczych. Dalej, w rozdziale drugim, Doktorant za cel pracy postawił sobie udokumentowanie pozytywnego wpływu regulacji przewietrzania w prądzie powietrza zużytego na zroby eksploataowanych i zlikwidowanych ścian eksploatacyjnych oraz stabilność rozptyłu powietrza. Postawił tezę, że właściwe zastosowanie regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza stanowi istotny element poprawy rozptyłu powietrza w podsięciach wentylacyjnych kopalni.

W rozdziale trzecim, pomimo że nosi nazwę przegląd literatury, opisał równania dotyczące przepływu powietrza przez wyrobiska podziemne kopalń oraz zamieścił informacje literaturowe dotyczące regulacji sieci wentylacyjnej.

Z kolei w rozdziale 4 przedstawił charakterystykę typowej sieci wentylacyjnej, która jest złożonym układem składającym się zazwyczaj z kilkuset bocznic sieci, węzłów sieci, oporów miejscowych i wentylatorów nazywanych elementami sieci wentylacyjnej. Dla graficznego zobrazowania sieci wentylacyjnej sporządza się schemat przestrzenny sieci wentylacyjnej, który ma za zadanie przedstawić przestrzenny obraz wszystkich czynnych wyrobisk w kopalni. Następnie Doktorant odniósł się do obowiązujących przepisów stwierdzając, że choć zasady dotyczące przewietrzania kopalń podziemnych ujęte są w aktualnych przepisach to nie ulegają istotnym zmianom w odniesieniu do poprzednio obowiązujących przepisów. Stwierdza dalej, że zasadniczym sposobem prowadzenia regulacji przewietrzania, w myśl obowiązujących przepisów na przestrzeni lat, jest prowadzenie regulacji przewietrzania tamami regulacyjnymi umieszczonymi na początku prądów rejonowych. Podkreśla, że przepisy nie mówią o konieczności przeprowadzenia analizy miejsca zabudowy tamy pod kątem występujących zaburzeń geologicznych, możliwości wzrostu zagrożenia pożarowego lub metanowego, oddziaływania depresyjnego szybu wentylacyjnego na zroby lub tamy izolacyjne, czy też określonych zagrożeń ruchowych związanych z koniecznością prowadzenia transportu lub ruchu załogi przez tamy o znacznym naporze. Stwierdza też, że istnieje konieczność uzyskania zgody organu nadzoru górniczego lub KRZG, z jednoczesnym określeniem warunków bezpieczeństwa. W końcu rozdziału pokazał dwa przykłady regulacji przewietrzania w zużytym prądzie powietrza.

W rozdziale piątym rozprawy doktorskiej doktorant podał metodykę badań związaną z pomiarami i obliczeniami rozptyłu w sieci wentylacyjnej oraz wyznaczenia charakterystycznych parametrów. Dalej przedstawił ideę regulacji, co może stanowić algorytm postępowania związany regulacją wentylacji, ponieważ zawarto założenia dla bezpiecznej regulacji w prądzie zużytego powietrza

oraz wymienić czynniki, które uznaje za niekorzystne jeśli prowadzona jest regulacja na wlotach do rejonów wentylacyjnych. Ostatnia część tego rozdziału stanowi modelowanie przy zastosowaniu regulacji przewietrzania w grupowym prądzie powietrza zużytego przeprowadzono dla przyszybowych wyrobisk komorowych oraz dla rejonu ściany P-4 w pokładzie 404/5, który jest typowym przykładem eksploatacji pokładu węgla kolejnymi ścianami wydobywczymi, prowadzonymi w kolejności od góry w dół pokładu węgla kamiennego. Wyniki przedstawiono w postaci schematu potencjalnego a rezultatem takiej regulacji przewietrzania, jak stwierdza Doktorant, są zdecydowanie mniejsze różnice potencjałów pomiędzy węzłami wlotowych, a węzłami wylotowych rejonu wentylacyjnego. Przedstawione w rozdziale piątym przypadki zastosowania regulacji w zużytym prądzie powietrza posłużyły jako przyczynek do rozważań na temat szerokiego stosowania takiego sposobu regulacji w sieci wentylacyjnej kopalni. Dlatego w rozdziale szóstym ze względu na odmienną specyfikę regulacji w grupowym i rejonowym prądzie powietrza zużytego Doktorant przeprowadził odrębną analizę regulacji obu przypadków. Wyniki są przedstawione w postaci schematów potencjalnych oraz zobrazowane za pomocą zmian ciśnienia zarejestrowanego przez czujniki CSPA-2 oraz ciśnienia atmosferycznego. Uzyskane wyniki stanowiły próbę udowodnienia zasadności i skuteczności stosowania regulacji przewietrzania w rejonowym prądzie powietrza zużytego zarówno w kontekście zmniejszenia zagrożenia pożarowego, zapewnienia stabilności przewietrzania, zmniejszenia oddziaływania depresyjnego szybu wentylacyjnego na tamy izolacyjne, zaburzenia geologiczne, zroby i wyrobiska likwidowane, jak również jako sposób na skuteczne zapewnienie właściwych ilości i rozplywu powietrza w rejonach wentylacyjnych. Wyniki poparte są wykresami zmian ciśnienia i stężenia gazów oraz stanem pracy wentylatora lutniowego.

W rozdziale siódmym zamieszczono analizę wyników badań z zastosowaniem regulacji w wylotowych prądach powietrza zużytego, z wykorzystaniem różnicy potencjałów aerodynamicznych, mocy prądów powietrza oraz wskaźnika stabilności prądu dla różnych sposobów regulacji. Z analizy przypadków zastosowania regulacji powietrza w grupowym prądzie powietrza zużytego oraz rejonowym prądzie powietrza zużytego wynika, że w stosunku do „klasycznej regulacji na wlocie do rejonu wentylacyjnego”, uzyskuje się zawsze korzystniejszy rozkład potencjałów aerodynamicznych, powodujący zmniejszenie różnicy pomiędzy potencjałem w węźle wylotowym, a w węźle wlotowym; pozwala to uniknąć niekorzystnych skutków tzw. krótkiego spięcia wentylacyjnego, występujących przy klasycznej regulacji przewietrzania, wyższe lub takie same moce prądów powietrza; takie same wartości wskaźnika stabilności prądu powietrza.

W rozdziale ósmym, który stanowi podsumowanie rozprawy doktorskiej, Doktorant stwierdził, że na podstawie przeprowadzonej w pracy analizy sposobów regulacji przewietrzania należy uznać, że zapewnione jest skuteczne przewietrzanie komór przyszybowych z jednoczesnym likwidacją tam regulacyjnych o znacznym naporze na wlocie do poszczególnych komór oraz likwidacją tzw. „krótkiego spięcia wentylacyjnego”. Poza tym występuje ograniczenie możliwości przepływu powietrza przez zroby wyżej wyeksploatowanych ścian w tym samym pokładzie oraz zapewnienie właściwego rozplywu powietrza w tym samym pokładzie dla przewietrzania dwóch ścian o zdecydowanie różnym wybiegu. Potwierdzono zmianę kierunku przepływu gazów zrobowych pomiędzy dwoma ruchami zakładu górniczego. Wykazano, że następuje ograniczenie oddziaływania depresyjnego wentylatorów zainstalowanych przy szybie wentylacyjnym na zroby eksploatowanych i likwidowanych ścian eksploatacyjnych w pokładach o dużej skłonności do samozagrzewania.

Problem naukowy postawiony przed Doktoranta został rozwiązany w rozdziale piątym, gdzie sformułował ideę regulacji, co może stanowić algorytm postępowania związany regulacją przepływu

powietrza w sieci wentylacyjnej, ponieważ zawarto tam założenia dla bezpiecznej regulacji w prądzie zużytego powietrza oraz w rozdziale siódmym, gdzie przeprowadził analizę wyników obliczeń.

Doktorant w rozprawie doktorskiej potwierdził, że istnieje możliwość przeprowadzania bezpiecznej relacji przepływu powietrza w zużytym prądzie powietrza i możliwe jest zapewnienie bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych a jednocześnie można uzyskać szereg korzyści związanych z przewietrzaniem robót górniczych. Uważam, że cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty.

Za oryginalne osiągnięcie rozprawy doktorskiej, mgra inż. Andrzeja Słowika, należy uznać opracowanie schematów potencjalnych wraz z analizą parametrów sieci wentylacyjnej oraz zmian ciśnienia i gazów. Na uwagę zasługuje również przeprowadzenie weryfikacji uzyskiwanych wyników obliczeń. Do osiągnięć Doktoranta można również zaliczyć opracowanie idei przeprowadzenia regulacji w prądzie zużytego powietrza, które mogą być przydatne w innych praktycznych zastosowaniach w podziemnych kopalniach. Bardzo cenne, ze względu na odniesienie do warunków rzeczywistych ścian wydobywczych, są również przedstawione przykłady przeprowadzenia regulacji.

Wypływające z pracy wnioski, pozwalające stwierdzić, iż prowadzenie regulacji w zużytym prądzie powietrza jest możliwe i przynosi korzyści w wentylacji kopalni i potwierdzają postawioną w pracy tezę.

Analiza krytyczna rozprawy doktorskiej

Pomimo, że problem naukowy został przez Doktoranta prawidłowo rozwiązany to jednak w trakcie czytania pracy nasunęły się wątpliwości i uwagi dyskusyjne, które poniżej sformułowano:

1. Z matematycznego punktu widzenia brakuje definicji pojęcia regulacji sieci wentylacyjnej. To powinno zostać uzupełnione w tracie prezentacji pracy doktorskiej i ewentualnej publikacji.
2. Również bardzo pobieżnie potraktowano sposób obliczeń sieci wentylacyjnej, opisano program ale należy przybliżyć sposób/algoritm obliczeń sieci wentylacyjnej.
3. Powszechnie zrozumiałe jest pojęcie „stabilności przewietrzania wyrobisk” natomiast jak można rozumieć pojęcie „stabilności sieci wentylacyjnej kopalni”, należy doprecyzować pojęcia.
4. Konieczne jest przybliżenie metodyki wykonywania pomiarów i charakterystyk użytych przyrządów pomiarowych, gdyż na stronie 23 jest dość pobieżnie opisana.
5. Metodyka pomiarowa w rozdziale piątym jest bardzo pobieżnie opisana, należałoby przybliżyć sposób wykonywania pomiarów oraz dokładności i błędy pomiarów a także przyrządów, co jest kluczowe dla wyników obliczeń na schematach potencjalnych.
6. Pomimo, że regulacja na wylocie z rejonu wentylacyjnego przynosi korzyści to jednak nie można zapominać że potrzebna jest regulacja strumienia powietrza na wlocie do wlotów poszczególnych wyrobisk. W jaki sposób jest realizowana regulacja strumienia powietrza przy wielu wlotach np. do komór funkcyjnych?
7. Analiza wyników zamieszczonych tabelach w rozdziale 7 wskazuje, że moc prądu powietrza oraz wskaźnik stabilności maleje, choć Doktorant wskazuje że jest inaczej. Czy można wyjaśnić tę sprzeczność?
8. W pracy brakuje przedstawienia algorytmu regulacji, co powoduje że brak jest wytycznych dla zastosowania proponowanej regulacji a jednocześnie nie można uogólnić wiedzy z poszczególnych przypadków zaprezentowanych w rozdziale 7.
9. Podana jest tylko literatura krajowa, należy uzupełnić prezentację pracy doktorskiej o przykłady regulacji i rozwiązań z literatury zagranicznej.

Do przedłożonej rozprawy mam również uwagi redakcyjne, które są następujące:

- ✓ Powszechnie w pracy Doktorant używa potocznego wyrażenia wydatek w odniesieniu do powietrza (str. 9, 27, 29) oraz ilości powietrza (str. 5, 6, 12, 18, 19, 22, 26, 29 itd.) . Doktorant powinien stosować pojęcie objętościowe lub masowe natężenie przepływu (str. 27) albo strumień objętości lub masy (str. 12, 14, 17).
- ✓ Doktorant zamiennie użył wyrażenia: koncentracja (str. 7) i stężenie w odniesieniu do gazu. Należy to w przyszłej publikacji ujednolicić używając stężenia jako zawartości składnika w substancji.
- ✓ W pracy używano różnych pojęć potencjału aerodynamicznego (str. 22, 26 itd.) i izentropowego (str. 6, 23, 24 itd.) należy sprecyzować w ewentualnej przyszłej publikacji.
- ✓ Oprócz pojęcia schematu potencjalnego użyto zdjęcie barometryczne (str. 36, 38), co należałoby uporządkować w przyszłej publikacji.
- ✓ Występuje powtórzenie fragmentów tekstu na stronie 12 i 18 „Przez regulację przewietrzania rozumie się określenie wydatków i depresji wentylatorów oraz parametrów regulatorów.....”
- ✓ Brak objaśnienia znaczenia składników wzorów 3.1; 3.2; 3.4; 3.8; lub brak jest wymiarów jak we wzorze 3.5; 3.9.
- ✓ Brak legendy na rysunkach np. 4.1; 4.2 itd.
- ✓ Brak kropki str. 19 linia 12.

Podsumowanie

Doktorant w rozprawie doktorskiej osiągnął cel pracy oraz udowodnił tezy, które są zgodne z innymi koncepcjami i wynikami badań dla tego obszaru tematycznego. Przedłożoną rozprawę doktorską należy uznać za spójną a treść prawie za uporządkowaną. Należy podkreślić, że Doktorant dochodzi do wniosków końcowych w sposób metodyczny. Można mieć pewne uwagi co do sposobu formułowania niektórych myśli ale cały wywód pracy jest zrozumiały. Opracowana rozprawa stanowi samodzielne rozwiązanie problemu naukowego i praktycznego oraz jest oryginalnym rozwiązaniem Doktoranta.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja Słowika pt.: „**Sposób poprawy rozptywu powietrza w podsięciach wentylacyjnych poprzez regulację przewietrzania w prądach powietrza zużytego**” dzięki wartości poznawczej i aplikacyjnej spełnia wymogi rozpraw doktorskich zawarte w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, nr 65. poz. 595 z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Marek Borowski