dr hab. inż. Stanisław PRUSEK, prof. GIG Katowice, 09.01.2012 r.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr. inż. Grzegorza Dyducha pt.: „Wpływ korozji na zmianę właściwości technicznych stalowej obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania"

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą recenzję opracowałem na podstawie pisma Dziekana Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Ldz. RGBD/64/11/12 z dnia 27.10.2011 r. Załącznikiem do pisma był wydrukowany egzemplarz rozprawy doktorskiej.

2. Treść rozprawy

Rozprawa doktorska dotyczy zagadnienia oceny stanu technicznego stalowej obudowy łukowej podatnej wyrobisk korytarzowych w przypadku skorodowania jej elementów. Przedstawiona została na 221 stronach druku komputerowego i zawiera 96 rysunków, 18 tablic oraz Załącznik 1 objętości 30 stron (Zestawienie wyników pomiarów grubości ramion i dna kształtowników odrzwi obudowy analizowanych odcinków wyrobisk korytarzowych). Spis literatury obejmuje 132 pozycje polskie oraz zagraniczne. Praca ujęta jest w 10 rozdziałach począwszy od wstępu (rozdział 1) a zakończywszy na podsumowaniu i wnioskach końcowych (rozdział 10).

3. Merytoryczna ocena rozprawy

3.1. Ocena wyboru tematu rozprawy

W polskich kopalniach węgla kamiennego podstawową obudową wyrobisk korytarzowych jest stalowa obudowa łukowa podatna. Powszechnym zjawiskiem występującym z różną intensywnością w podziemiach kopalń jest korozja elementów tej obudowy. W ostatnich latach korozja, powodująca istotne obniżenie nośności obudowy stalowej, była przyczyną wystąpienia zawałów w wyrobiskach korytarzowych w takich kopalniach jak: „Krupiński", „Bobrek", „Polska-Wirek", „Bielszowice", czy też „Piast". Skutkiem tych zawałów był wypadek śmiertelny oraz straty ekonomiczne kopalń wynikające z utraty funkcjonalności wyrobisk oraz konieczności ich przebudowy, co negatywnie wpływało na przebieg procesu wydobywczego. Powyższe przykłady zawałów, które są niezwykle groźnymi zjawiskami w podziemnych kopalniach, wskazują na wagę zagadnienia, jakim jest korozja obudowy. Jednoznacznie potwierdzają one negatywny wpływ korozji na nośność obudowy, co stanowi poważne zagrożenie dla pracującej załogi oraz wpływa negatywnie na wyniki produkcyjne kopalń.

Odnosząc powyższe do recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzić należy, że zjawisko korozji stalowej obudowy ciągle stanowi istotny problem w podziemnych kopalniach węgla kamiennego, dlatego też uważam, że wybór tematu rozprawy przez Doktoranta jest w pełni uzasadniony.

3.2. Sposób realizacji pracy – charakterystyka merytoryczna

Pracę rozpoczyna krótki wstęp (rozdział 1), po czym Doktorant w rozdziale 2. charakteryzuje stalową obudowę odrzwiową, opisując bardzo szeroko wiele zagadnień związanych z tym typem obudowy, to jest: historię rozwoju różnych obudów wyrobisk górniczych, poszczególne elementy składowe obudowy stalowej odrzwiowej, różne rodzaje odrzwi obudowy wraz z podaniem wymiarów odrzwi obudowy ŁP typoszeregu A, czy też materiały z których są wykonywane elementy obudowy. W dalszej części tego rozdziału Autor opisuje: czynniki decydujące o nośności stalowej obudowy odrzwiowej, metody oceny nośności tej obudowy, w tym zasady i wytyczne doboru obudowy do określonych warunków geologiczno-

górniczych, badania stanowiskowe odrzwi obudowy, a także metody wyznaczania nośności bazujące na obliczeniach numerycznych oraz podejściu probabilistycznym. W ostatnim podpunkcie tego rozdziału (2.6.) Doktorant opisuje dotychczasowe badania dotyczące wpływu korozji na nośność stalowej obudowy odrzwiowej podatnej. W rozdziale 3. (str. 56) przedstawiono cel naukowy i utylitarny oraz tezę rozprawy. Celem naukowym wyznaczonym przez Autora jest ocena możliwości określenia przebiegu zużycia technicznego stalowej obudowy łukowej podatnej, zaś celem utylitarnym stworzenie klasyfikacji, pozwalającej na ocenę zużycia technicznego tej obudowy na podstawie stopnia jej skorodowania. Autor rozprawy na stronie 57. przedstawił również tezę, iż: *„Istnieje możliwość opracowania metody oceny stanu technicznego stalowej obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania w oparciu o zmianę właściwości technicznych jej głównych elementów konstrukcyjnych, spowodowaną agresywnym oddziaływaniem środowiska kopalnianego".* Rozdział zakończono przedstawieniem zakresu pracy. Rozdział 4. zawiera szeroki opis takich pojęć, jak właściwości techniczne oraz zużycie techniczne obiektów. Autor podaje różnego rodzaju informacje dotyczące obiektów budowlanych oraz odnosi je do obudowy stalowej wyrobisk korytarzowych. Charakteryzuje różne metody oceny zużycia technicznego obiektów budowlanych stwierdzając, że w przypadku obudowy stalowej optymalne wydaje się zastosowanie metody stanów granicznych. Opisuje przyczyny i mechanizm zużycia obudowy wyrobisk górniczych, stwierdzając, że w przypadku wyrobisk o długim okresie użytkowania, jedną z głównych przyczyn decydujących o zużyciu technicznym obudowy jest korozja jej elementów. Autor przedstawia szczegółowy opis różnych rodzajów korozji podając, iż w przypadku obudowy wyrobisk górniczych najczęściej mamy do czynienia z korozją elektrochemiczną, przebiegającą w środowisku ciekłym (w obecności wód kopalnianych) lub atmosferycznym. Charakter korozji określa jako: ogólny, szczelinowy lub wżerowy, z możliwością stymulacji poprzez lokalne koncentracje naprężeń. W podpunkcie 5. rozdziału 4. Doktorant charakteryzuje związek pomiędzy pojęciem zużycia technicznego a nośnością odrzwi obudowy stalowej. Zakłada, że głównym miernikiem zużycia technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania jest spadek jej nośności wskutek korozji. Przyjmuje, że oceny zużycia technicznego obudowy dokonać można z wykorzystaniem metody stanów granicznych, poprzez porównanie nośności

początkowej elementów obudowy do ich nośności po określonym czasie jej stosowania. W wyniku rozważań przyjmuje, że głównie odrzwia przenoszą obciążenia w przypadku stalowej obudowy wyrobisk korytarzowych. Zakłada, że nośność odrzwi będzie głównym elementem w ocenie zużycia technicznego całości obudowy. Dla obliczenia nośności odrzwi Autor proponuje wykorzystać metodę stanów granicznych oraz modelowanie numeryczne. Na stronie 76. przedstawia zmodyfikowany wzór (nr 4.9) dla obliczania nośności odrzwi obudowy po określonym czasie jej użytkowania w wyrobisku. Strona nr 77. przedstawia niezwykle istotne dla realizacji celu utylitarnego pracy zależności. Pierwsza z nich pozwala na obliczenie całkowitego okresu użytkowania danego wyrobiska, przy zakładanym maksymalnym dopuszczalnym zużyciu technicznym jego obudowy (nr 4.10). Druga zależność (nr 4.11) umożliwia określenie terminu badań kontrolnych obudowy, przy założeniu akceptowalnego poziomu zużycia technicznego obudowy. Kolejnym etapem realizacji pracy było modelowanie numeryczne obudowy w aspekcie oceny jej zużycia technicznego, co przedstawione zostało przez Autora w punkcie 5. rozprawy. Dla tego celu Doktorant wykorzystał program „Robot Millennium" bazujący na metodzie elementów skończonych. Wyodrębnił XIV typów korozji kształtownika typu V, a właściwie miejsc, w których kształtownik ten może korodować. Po przeprowadzonej analizie dla obliczeń numerycznych przyjął cztery typy korozji kształtownika oznaczone cyframi rzymskimi: VI, XIII, XIV oraz XV. Spośród elementów obudowy stalowej łukowej podatnej Autor wytypował również stalowe siatki okładzinowe oraz rozpory, jako podlegające korozji, przyjmując w dalszych analizach ich równomierny ubytek korozyjny. W podpunkcie 3. rozdziału 5. Doktorant przedstawia numeryczne odwzorowanie kształtownika typu V (przekroju bazowego oraz skorodowanego), łącznika rurowego rozpory oraz pręta stalowego stanowiącego element siatki okładzinowej. Następnie dla tych elementów obudowy, za pomocą programu „Robot Millennium", oblicza zmiany wielkości pola powierzchni przekroju poprzecznego (parametr geometryczny) oraz wskaźnika wytrzymałości przekroju na zginanie (podstawowy parametr statyczny), przy założeniu ubytku korozyjnego w przedziale od 0 do 50 %. Wyniki obliczeń przedstawia w formie graficznej, dokonując następnie ich szczegółowej analizy. W dalszym etapie pracy Autor dokonuje oceny wpływu korozji na zużycie techniczne odrzwi obudowy, rozpór oraz stalowych siatek okładzinowych. Dla oceny zużycia technicznego odrzwi przeprowadza obliczenia

numeryczne dla stanu usztywnionego, przy przyjęciu kryterium nośności kształtownika, jako decydującego o nośności odrzwi. Metodykę obliczeniową weryfikuje w oparciu o wyniki badań stanowiskowych odrzwi o wielkości 8 wykonanych z kształtownika V25. Następnie przeprowadza obliczenia numeryczne dla odrzwi wykonanych z kształtowników ze stali 34GJ, przyjmując ich skorodowanie według czterech wytypowanych schematów w zakresie od 0 do 50 %. Uzyskuje wartości maksymalnych momentów zginających w odrzwiach obudowy i odpowiadające im wartości sił osiowych (podłużnych), w zależności odpowiednio od zmian wartości wskaźnika wytrzymałości przekroju kształtownika na zginanie oraz jego pola powierzchni przekroju poprzecznego. Na podstawie wyników obliczeń numerycznych Doktorant przedstawia graficznie i poddaje analizie wpływ ubytku korozyjnego na zużycie techniczne odrzwi w wielkościach od 8 do 13 wykonanych z kształtowników V25, V29, V32 oraz V36 dla różnych przebiegów korodowania danego kształtownika. W dalszej części rozdziału 5. Autor przeprowadza obliczenia analityczne celem określenia wpływu korozji na zużycie techniczne rozpór (głównie ich łącznika rurowego) oraz analizy numeryczne dla oceny stanu technicznego okładzin ze stalowych siatek zaczepowych. Wynikiem obliczeń Autora są zależności pozwalające na obliczenia zużycia technicznego łącznika rozpory (wzór 5.22) oraz okładziny w postaci siatki stalowej (wzór 5.25) przy różnym poziomie ubytku korozyjnego. Rozdział 6. zawiera charakterystykę diagnostyki technicznej stalowych odrzwi obudowy wyrobisk z najistotniejszym fragmentem, w którym Autor podaje dwie główne grupy metod stosowanych dla oceny stopnia skorodowania elementów stalowej obudowy odrzwiowej, tj. metody bezpośrednie z wykorzystaniem typowych przyrządów pomiarowych oraz pośrednie, wskazując głównie na możliwość praktycznego zastosowania w wyrobiskach podziemnych metody ultradźwiękowej. W rozdziale 7. Doktorant przedstawia charakterystykę techniczną stalowej obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych, w których prowadził badania dołowe. Przebadał obudowę w kilkudziesięciu wyrobiskach zlokalizowanych na głębokościach od 350 m do 1050 m o łącznej długości około 10 km. W rozprawie Autor do szczegółowych analiz wytypował 37 wyrobisk korytarzowych, dla których uzyskał najdokładniejsze informacje dotyczące warunków geologiczno-górniczych oraz parametrów technicznych obudowy. W tych wyrobiskach wyróżnił 44 odcinki pomiarowe o łącznej długości ponad 8 km. Dla wszystkich badanych wyrobisk i odcinków pomiarowych Doktorant

przedstawił ich szczegółową charakterystykę, a następnie opisał przebieg prowadzonych w tych wyrobiskach badań, które obejmowały etap I. polegający na ocenie makroskopowej obudowy oraz etap II. polegający na pomiarze grubości ścianek kształtowników za pomocą grubościomierza ultradźwiękowego SONO M610. Wyniki badań makroskopowych przedstawiono w tablicy 7.1, natomiast rezultaty badań ultradźwiękowych zawarto w Załączniku nr 1. Autor przedstawił również w formie fotograficznej zaobserwowane podczas własnych badań dołowych różne przykłady korozji stalowej obudowy odrzwiowej w wyrobiskach korytarzowych. Rozdział 7. (podpunkt 3.2) zawiera analizę statystyczną wyników badań dołowych, w której Autor określił na wszystkich odcinkach pomiarowych średnie grubości ścianek kształtowników, odchylenie standardowe oraz współczynniki zmienności. W wyniku analiz wartości współczynnika zmienności stwierdził On dobre dopasowanie średnich arytmetycznych do struktury badanego zbioru. Kolejnym elementem analizy statystycznej był test zgodności, po przyjęciu hipotezy, że rozkład cechy z pobranej próby nie różni się w sposób istotny od hipotetycznego rozkładu w populacji. Dla weryfikacji przyjętej hipotezy zastosowano test Kołmogorowa-Smirnowa. Obliczenia Autor przeprowadził za pomocą programu Statistica v. 9.1. Z dokonanych testów zgodności oraz analiz wynika, że zmianę grubości ścianek kształtowników z uwagi na ich korozję można najczęściej opisać rozkładem Weibulla. W ostatnim podpunkcie rozdziału 7. Doktorant przedstawia uzyskane na podstawie pomiarów dołowych wyniki obliczeń wielkości pola przekroju poprzecznego kształtowników, ubytków ich masy oraz wskaźników zginania względem centralnej poprzecznej osi bezwładności profilu. Podaje ponadto średnie i minimalne wartości tych parametrów przy przyjęciu 95 % poziomu ufności. Rozdział 8. zawiera charakterystykę czterech grup wyrobisk korytarzowych, których obudowa jest w różnym stopniu skorodowana. Autor dokonał takiego podziału na podstawie wcześniej przeprowadzonych analiz i obliczeń teoretycznych oraz badań dołowych. Następnie zakwalifikował On poszczególne odcinki badawcze wyrobisk korytarzowych do określonych grup, co prezentuje w postaci wykresów, przedstawiając również fotografie różnego zaawansowania zużycia technicznego obudowy w wyrobiskach korytarzowych. Podpunkt 4. rozdziału 8. zawiera wyniki obliczeń nośności odrzwi obudowy, które uzyskano na podstawie badań dołowych oraz modelowania numerycznego. Na podstawie odniesienia nośności odrzwi skorodowanych do nośności początkowej

Autor podaje wartości średniego zużycia technicznego obudowy. Jednocześnie Doktorant podaje wartości nośności obliczeniowej oraz wartości obliczeniowej zużycia technicznego, jako obliczonej dla prawdopodobieństwa równego 0,95. Zaleca, aby zużycie techniczne obliczeniowe, osiągające wyższe wartości od średniego, było podstawą oceny stanu technicznego obudowy danego wyrobiska. W ostatnim podpunkcie rozdziału 8. Autor wykazuje brak zależności pomiędzy zużyciem technicznym obudowy a czasem użytkowania wyrobiska. W rozdziale 9. Doktorant przedstawia klasyfikację stanu technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania. Podaje określone klasy stanu technicznego, którym przypisuje przedziały zużycia technicznego obudowy wraz z zaobserwowanymi przez Niego objawami makroskopowymi (Tabela 9.2). Następnie, bazując na danych z badanych wyrobisk korytarzowych, przedstawia przykład wykorzystania podanych w rozdziale 4. rozprawy zależności dla obliczenia całkowitego okresu użytkowania wyrobiska oraz wyznaczenia terminu badań kontrolnych obudowy. Na podstawie wyników analiz, celem wyeliminowania niebezpieczeństwa utraty stateczności wyrobisk korytarzowych, wskazuje na konieczność badania stanu technicznego obudowy w okresach nie dłuższych niż 5 lat. W przypadku zmian w zakresie agresywności środowiska, zmian wentylacyjnych i klimatycznych sugeruje nawet skrócenie tego okresu. Rozdział 10. stanowi podsumowanie pracy oraz sformułowane przez Autora rozprawy wnioski.

3.3. Ocena merytoryczna rozprawy

Przedmiotem rozprawy jest niezwykle istotny problem powszechnie występujący w praktyce górniczej, a dotyczący korodowania stalowej obudowy odrzwiowej w wyrobiskach korytarzowych o długim okresie użytkowania. Zaistniałe w ostatnich latach zawały w wyrobiskach korytarzowych, o których nadmieniam w punkcie 3.1. recenzji, wskazują na potrzebę prowadzenia w kopalniach bieżącej kontroli stanu obudowy pod kątem oceny ewentualnych zmian jej nośności spowodowanych korodowaniem. Wpływ korozji na obniżenie nośności odrzwi obudowy stalowej poddany został szczegółowej analizie w rozprawie doktorskiej Pana mgr. inż. Grzegorza Dyducha. Doktorant zaproponował metodę oceny stanu technicznego obudowy stalowej odrzwiowej,

bazującą na wielkości zużycia technicznego. Dla oceny zużycia technicznego obudowy Doktorant wykorzystał wyniki własnych badań dołowych korozji stalowej obudowy wyrobisk korytarzowych oraz rezultaty szerokich analiz numerycznych, jak i obliczeń statystycznych. Opracował własną klasyfikację stanu technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania w zależności od wartości zużycia technicznego ($S_{z\ obl}$).

Do ważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam:

- określenie wpływu różnych przebiegów korodowania kształtownika typu V (np. korozja symetryczna, niesymetryczna, dna kształtownika) na zmianę wartości pola przekroju poprzecznego oraz wskaźnika wytrzymałości przekroju na zginanie,
- wyznaczenie zależności pozwalających na obliczenia zużycia technicznego łącznika rozpory oraz okładziny w postaci siatki stalowej przy różnym poziomie ubytku korozyjnego,
- podanie zależności umożliwiającej określenie całkowitego okresu użytkowania danego wyrobiska korytarzowego, przy zakładanym maksymalnym dopuszczalnym zużyciu technicznym jego obudowy oraz zależności dla wyznaczenie terminu badań kontrolnych obudowy, przy założonym akceptowalnym poziomie zużycia technicznego obudowy,
- opracowanie metody oceny stanu technicznego stalowej obudowy odrzwiowej w oparciu o wartości zużycia technicznego ($S_{z\ obl}$), bazującej na pomiarach dołowych oraz obliczeniach numerycznych i analizach statystycznych,
- opracowanie autorskiej klasyfikacji stanu technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych o długim okresie użytkowania.

Podkreślić również należy wysoki poziom graficznego opracowania pracy oraz przede wszystkim dużą wartość zamieszczonego w rozprawie materiału badawczego. Doktorant dokumentuje własne badania korozji obudowy, które przeprowadził w 37 wyrobiskach korytarzowych na długości łącznej 8257 m. Przebadał ponad 400 odrzwi w przedziale wielkości od 8 do 13. Wyniki tych badań wykorzystane mogą zostać w przyszłości dla celów naukowo-badawczych przez innych naukowców, czy też pracowników kopalń.

Po zapoznaniu się z rozprawą nasunęły mi się następujące uwagi i spostrzeżenia:

- na stronie 16. przedstawiona rozpora nie jest rozporą typu G, lecz typu RMR,

- na stronie 17. zamienić należy opisy siatek łańcuchowo-węzłowej i zaczepowo-łańcuchowej,
- za zdecydowanie zbyt rozbudowany uważam punkt 2. pracy, w którym Autor bardzo szczegółowo przedstawia cały szereg zagadnień związanych ze stalową obudową odrzwiową. W większości przypadków zagadnienia te nie wymagają tak szczegółowego opisu, np. opis metod oceny nośności stalowej obudowy odrzwiowej. W miejscu tych opisów można by podać natomiast podstawowe informacje na temat dotychczas stosowanych w kopalniach metod i środków zapobiegających korozji stalowych obudów odrzwiowych. W punkcie 2. ściśle związanym z tematyką rozprawy jest przede wszystkim podpunkt 2.6., przedstawiony na stronach 51 – 55,
- punkt 2. mający przedstawić dotychczasowy stan wiedzy dotyczący zagadnienia będącego przedmiotem rozprawy powinien być zakończony w mojej opinii podsumowaniem, w którym Doktorant dokonuje oceny dotychczasowych prac dotyczących oceny wpływu korozji na nośność stalowej obudowy odrzwiowej wyrobisk korytarzowych i wskazuje na potrzebę ich rozszerzenia (rozwoju), czego dokonuje w swojej dysertacji,
- skłonność Autora do rozbudowanych opisów zagadnień powoduje, że w wielu miejscach pracy powtarzają się fragmenty dotyczące np. wpływu korozji na zużycie techniczne obudowy, czy też wzmianki o tym, że podstawowym elementem nośnym stalowej obudowy odrzwiowej są odrzwia,
- nie zrozumiałe jest dla mnie przytoczone na stronie 63. zużycie środowiskowe obudowy, które jak podaje Autor spowodowane jest zmianami w otoczeniu wyrobiska (np. zabudowa maszyn i urządzeń), które mogą ograniczyć jego funkcjonalność. W jaki sposób ograniczona funkcjonalność wyrobiska wpływa na zużycie obudowy ?,
- nie zgadzam się ze stwierdzeniem na stronie 78., iż konwergencja wyrobiska nie stanowi poważnego zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji obudowy. Wiele przykładów z praktyki górniczej wskazuje na poważne deformacje obudowy wraz ze zniszczeniem jej elementów wskutek nadmiernej konwergencji,
- omawiając na stronie 78. czynniki wpływające na bezpieczeństwo użytkowania obudowy Autor nie wspomina o wykładce, która ogrywa w mojej opinii ważną rolę w tym zagadnieniu, a jakość jej wykonania jest w kopalniach bardzo zróżnicowana,

- dyskusyjnym jest wpływ skorodowanej obudowy na utratę poczucia bezpieczeństwa pracowników, a następnie na ich wydajność oraz możliwość zaniechania wykonywania prac przez załogi górnicze w rejonach skorodowanej obudowy, o czym Doktorant nadmienia na stronie 78.,
- przedstawiony na stronach 79. – 82. opis metody elementów skończonych można by skrócić, odsyłając do literatury w tym zakresie. Metoda ta nie jest zasadniczym elementem pracy a tylko narzędziem wykorzystywanym przez Doktoranta,
- na początku punktu 5.3.2. Autor odsyła do założeń przyjętych w punkcie 4.3. Nie jest jasne o jakie założenia chodzi,
- nie rozumiem związku pomiędzy tekstem na początku punktu 5.4. a rysunkiem 5.21. – strona 102.,
- na jakiej podstawie Autor przyjął wartości R_e = 378 MPa oraz R_m = 601 MPa dla stali St55 – strona 105.,
- komentarza wymagałyby przedstawione przez Doktoranta, na przykład na rysunkach 5.26-5.28, zależności pomiędzy wskaźnikiem zginania *(W_z)* a maksymalnym momentem zginającym *(M_{max})* występującym w odrzwiach obudowy oraz pomiędzy polem powierzchni przekroju poprzecznego kształtownika *(A)* a wartością siły podłużnej *(N_{odp})*. Wiadomym bowiem jest, że wartości maksymalnego momentu zginającego oraz siły podłużnej nie są związane z parametrami przekroju elementów danej konstrukcji, a zależą głównie od jej wymiarów, sposobu podparcia oraz rodzaju obciążenia,
- początkowa część punktu 6.2. nie jest związana z tematem pracy i mogłaby być usunięta lub znacznie skrócona,
- nie zrozumiałe jest stwierdzenie na stronie 129., iż: wyrobiska korytarzowe o długim okresie użytkowania, z racji pełnionych funkcji, są często zlokalizowane w obrębie filarów ochronnych, w związku z czym wielkość i zakres obciążeń oddziałujących na ich obudowę ma ograniczony charakter. Po pierwsze Autor nie rozpatruje w pracy zagadnienia wpływu obciążenia obudowy na korozję jej elementów. Po drugie w przypadku takich wyrobisk tylko w niewielkiej części swej długości znajdują się one w obrębie ochronnych filarów szybowych. Po trzecie zaś nie jestem przekonany o znaczącym wpływie lokalizacji wyrobisk korytarzowych w filarach ochronnych na zmniejszenie wartości obciążenia ich obudowy.

- sprecyzowania wymaga definicja powierzchniowej i silnie powierzchniowej korozji elementów obudowy (strony 140. i 141.). Jak należy oceniać bardzo cienką i cienką warstwę produktów korozji ?,
- na stronach 140. i 141. Autor przedstawia opis różnych rodzajów korozji elementów obudowy, uzyskany na podstawie własnych dołowych badań makroskopowych. Dlaczego w tym opisie nie zawarto wyodrębnionych wcześniej możliwych przebiegów korozji kształtowników (strona 83.) oraz nie uwzględniono w nim opisanych na stronach 72. i 73. rodzajów korozji obudowy stalowej ?,
- na rysunku 7.12. Autor przedstawia punkty na łukach ociosowych odrzwi, w których mierzył grubości ścianek kształtowników (D – dolny, S – środkowy, G – górny). Analizując przedstawione w Załączniku 1. wyniki pomiarów stwierdzić można, że w wielu przypadkach większe ubytki korozyjne występowały w górnej lub środkowej części łuku ociosowego zamiast w dolnej. W praktyce obserwuje się zaś na ogół bardziej zaawansowany proces korozyjny w dolnej części łuku ociosowego, dlatego wyniki przedstawione przez Doktoranta wymagałyby komentarza,
- nie wiem, na jakiej podstawie Doktorant wyciągnął wnioski przedstawione na stronie 158. W mojej opinii Autor nie badał w swej pracy wpływu tych czynników na intensywność przebiegu procesów korozyjnych obudowy w wyrobiskach korytarzowych,
- niezrozumiałe jest dla mnie podsumowanie analiz statystycznych, zdaniem dotyczącym wpływu kierunku przepływu powietrza w wyrobisku a wielkością korozji obudowy – końcowy akapit na stronie 162.,
- na stronie 176 w tabeli wskaźnik wytrzymałości przekroju kształtownika na zginanie Autor oznacza jako W_y natomiast we wcześniejszych fragmentach pracy wskaźnik ten oznaczany jest jako W_z (np. rysunki 5.11 - 5.14). Skąd bierze się ta zmiana oznaczeń ?
- uważam, że celowym byłoby zamieszczenie w końcowej części pracy graficznego schematu (algorytmu) metodyki oceny zużycia technicznego stalowej obudowy odrzwiowej,
- przedstawione w punkcie 10. wnioski uważam za zbyt rozbudowane, w których Autor powtarza wiele sformułowań zawartych w dysertacji lub opisuje zakres przeprowadzonych w niej badań i analiz. Nie zawarto natomiast w tym punkcie pracy wniosku o zrealizowaniu celów pracy, udowodnieniu jej tezy, czy też opinii

na temat kierunku dalszych badań w zakresie wpływu korozji na parametry stalowej obudowy odrzwiowej,

- drugi akapit podsumowania powtórzony został na początku wniosku nr 1,
- niezrozumiała jest dla mnie treść wniosku nr 6, biorąc pod uwagę pierwsze jego zdanie,
- załącznik 1. (tabela Z1), str. 224. ÷ 251. - w nagłówku ostatniej kolumny jest *„Pomierzona wielkość ubytku"*, a powinno być *„Pomierzona wielkość pozostałej nieskorodowanej ścianki kształtownika V"*,
- podczas czytania pracy utrudnieniem jest brak spisu rysunków i tablic oraz oznaczanie pozycji literaturowych cyframi i liczbami (lepszym byłoby podawanie nazwisk autorów publikacji).

Oprócz opisanych powyżej uwag inne drobne błędy i spostrzeżenia omówiłem z Doktorantem.

Przedstawione powyżej uwagi nie wpływają zasadniczo na pozytywną ocenę pracy, natomiast uważam, że powinny być uwzględnione przez Autora w dalszych jego badaniach naukowych oraz przyszłych publikacjach.

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Grzegorza Dyducha stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim była ocena przebiegu zużycia technicznego stalowej obudowy odrzwiowej w wyrobiskach korytarzowych o długim czasie użytkowania. Przedstawiona do recenzji dysertacja wskazuje zarówno na umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta, jak i posiadanie przez Niego wiedzy z dziedziny górnictwa. Zaproponowana przez Doktoranta metodyka oceny stanu technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych wraz z autorską klasyfikacją są elementami, które mogą zostać w szerokim zakresie wykorzystane w praktyce i stanowią istotny wkład Autora w rozwinięcie dotychczasowych opracowań naukowych dotyczących przedmiotowego zagadnienia.

Uwzględniając powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Grzegorza Dyducha spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, zawarte w Art. 13.

Wnioskuję o dopuszczenie Autora do dalszych czynności przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Stanisław PRUSEK, prof. GIG