

Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki
Instytut Gospodarki Surowcami
Mineralnymi i Energią PAN
ul. J. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków
email: mokrzy@min-pan.krakow.pl

Kraków, 22.10.2023

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Szymona PLUTY

*Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia
Węgla*

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania recenzji rozprawy doktorskiej, wykonanej na Politechnice Śląskiej w Gliwicach pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Barbary Białeckiej, jest pismo o symbolu RIE-BD.512.71.2023 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka – prof. dr. hab. inż. Andrzeja Rusina z dnia 28.09.2023, informujące o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Szymona Pluty *Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węgla*.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Szymona Pluty powstała pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Barbary Białeckiej, pełniącej w przewodzie doktorskim obowiązki promotora. Praca liczy 114 stron i składa się z 20. rozdziałów, w tym wprowadzenia, a także podsumowania i wniosków do wykorzystania i kierunku dalszych badań oraz spisu literatury, tabel i rysunków. W pracy zamieszczono 36 rysunków oraz 39 tabel. Wykaz literatury obejmuje 82 pozycje, z tego 50 pozycji w języku polskim oraz 32 pozycje: w języku angielskim (30), niemieckim (1) i czeskim (1).

3. Charakterystyka tematu oraz celu rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej *Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węgla* jest istotna zarówno z naukowego, jak i użytecznego punktu widzenia.

Poznawcze znaczenie to pozyskanie nowej wiedzy z zakresu wpływu solanek na procesy termicznego rozkładu węgla z różnych serii litostratigraficznych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Praktyczne znaczenie to wykazanie przydatności metody termogravimetrycznej (oksyreaktywna termiczna analiza – OTA) do oceny skłonności węgla do ich zagrzewania prowadzącego do samozapłonu.

Podjęcie realizacji tematu pracy doktorskiej z tego zakresu uważam za cenne.

Zamieszczona w pracy teza ma brzmienie: *oddziaływanie solanek występujących w utworach karbonu na węgiel powoduje przekształcenie jego właściwości skutkujące zmianami zdolności do rozpalenia się, zagrzewania prowadzącego do zapalenia.*

Celem pracy było przeprowadzenie badań węgli z różnych serii litostratygraficznych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, umożliwiających opracowanie metody wykrywania i prognozowania możliwości samozagrzewania się węgla, a tym samym uzyskaniu nowych metod profilaktyki pożarowej, jak również oceny zdolności węgla do procesów zgazowania.

Oceniam pozytywnie ten fakt, że Doktorant podjął się realizacji złożonego problemu, zajmując się w dysertacji badaniami składu chemicznego wód kopalnianych i węgla oraz charakterystykami termicznego rozkładu węgla metodą oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA).

Podjęcie badań z tego zakresu jest ważne nie tylko ze względu na znaczenie poznawcze, ale przede wszystkim użyteczne. Cel pracy został jasno sformułowany, stąd też wynika moja pozytywna ocena zarówno tematu, jak i zakresu badań podjętych przez Doktoranta.

4. Ogólne omówienie pracy

Recenzowana praca ma charakter teoretyczno-praktyczny i można w niej wyróżnić dwie wyodrębniające się części:

- część pierwsza dotyczy badań literaturowych, w której przedstawiono: budowę geologiczną Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz charakterystykę węgla (rozdział 3, s. 8–20), charakterystykę warunków hydrogeologicznych utworów karbonu GZW (rozdział 4, s. 21–24), rozkład i utlenianie węgla (rozdział 5, s. 25–29);
- część druga posiada charakter wybitnie badawczy i zawiera się w rozdziałach 6–20 (s. 30–103).

W rozdziale 1. (s. 5–6) Doktorant w formie skrótowej przybliżył treść dysertacji.

Rozdział 2 (s. 7) dotyczy celu, tezy i zakresu pracy.

Rozdział 3 (s. 8–20) dotyczy budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Doktorant w pracy wykorzystał litostratygrafię z wydzielonymi seriami: paraliczną – SP (warstwy: pietrkowickie, gruszowskie, jakłowieckie, porębskie), górnośląską serię piaskowcową – GSP (warstwy: siodłowe, rudzkie *sensu stricto*), mułowcową – SM, krakowską serię piaskowcową – KSP (warstwy: łaziskie, libiąskie). Omówił: skład chemiczny i strukturę węgla kamiennego na podstawie dotychczasowych badań, substancję mineralną i pierwiastki śladowe występujące w węglach oraz problem zasolenia węgla karbońskich.

Rozdział 4 (s. 21–24) obejmuje charakterystykę warunków hydrogeologicznych utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Doktorant omówił występowanie rodzajów wody w węglu kamiennym oraz zasolenie wód występujących w utworach karbonu. Należy podkreślić, że pochodzenie wód zasolonych, występujących w utworach węglonośnych karbonu GZW jest przedmiotem badań od początku 20. wieku.

W rozdziale 5. (s. 25–29) Doktorant przybliżył reakcje utleniania węgla, procesy fizyczne, chemiczne i fizykochemiczne, jakie zachodzą na powierzchni spalanego węgla oraz w jego litej masie. Szczególną uwagę zwrócił na proces samorzutnego zapalenia się, który jest wynikiem przekształcenia substancji organicznej węgla w procesie oddziaływania tlenu w niskiej temperaturze (oddziaływanie fizyczne i chemiczne). Doktorant przybliżył teorie

tłumaczące zapłon (zapożarowanie) węgla. Zwrócił uwagę, że wśród czynników wpływających na samozapalność węgla wymieniana jest również woda, która, pomimo że, jest skutecznym środkiem gaszącym, to węgle poddane działaniu wody ulegają aktywacji, co prowadzi do zwiększonej ich zdolności do przyłączania tlenu (reakcje wiązania tlenu przez węgiel są silnie egzotermiczne).

Rozdział 6 (s. 30–39) dotyczy metodyki przeprowadzonych badań, mającej na celu wykazanie wpływu solanek kopalnianych na zagrzewanie, a w konsekwencji zapalenie węgla w GZW. Do badań wykorzystano próbki węgla eksploatowanych w latach 2010–2011 z różnych serii litostratygraficznych (KSP, SM, GSP i SP) i pokładów z warstw: łaziskich, orzeskich, rudzkich, siodłowych, brzeźnych i jakłowieckich w 9. kopalniach: Borynia, Chwałowice, Jankowice, Jastrzębie, Krupiński, Marcel, Pniówek, Rydułtowy, Zofiówka i Piast.

Doktorant pobrał próbki węgla i przeprowadził: obserwacje makroskopowe i mikroskopowe węgla, pomiary termorozkładu węgla z wykorzystaniem oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA) i wykonał badania oddziaływania solanki na próbki w warunkach laboratoryjnych. Do określenia składu chemicznego zastosował spektrometrię fluorescencji rentgenowskiej (XRF), do charakterystyki procesów termicznego rozkładu – technikę termograwimetryczną w wersji oksyreaktywnej (OTA). Badania zostały przeprowadzone w Głównym Instytucie Górnictwa oraz na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. W wyniku pomiarów metodą oksyreaktywnej analizy termicznej uzyskuje się termogram przedstawiający przebieg krzywej termograwimetrycznej (TG), dotyczący zmiany masy oraz krzywej termicznej różnicowej (DTA), obrazującej zmiany temperatury w próbce, będące wynikiem pochłaniania i uwalniania ciepła.

W celu porównywalności wyników badań analizy termicznej Doktorant dokonał standaryzacji urządzeń oraz przedstawił przebieg stałości reakcji rozkładu węgla. Do reakcji utleniania wybrał węgiel z pokładu 507 górnośląskiej serii piaskowcowej (GSP₂).

Analizę przeprowadzono na dyfraktografie Q 1500 34–27 T firmy MOM w warunkach zmian temperatury 5 i 10 °C/min oraz wielkości atmosfery dynamicznej powietrza w komorze spalania: 4,0 i 4,6 cm.

Do określenia wpływu rozdrabniania węgla na wyniki charakterystyki jego termicznego rozkładu, zastosowano węgiel z warstw orzeskich serii mułowcowej (SM) z pokładu 308 o uziarnieniu 5,0–0,2 mm.

Do oceny wpływu masy próbki węgla na wyniki termiczne jego rozkładu metodą OTA została pobrana próbka węgla górnośląskiej serii piaskowcowej (GSP) z pokładu 507. Badania wykonano na próbkach o uziarnieniu 0,5 mm przy szybkości zwiększania temperatury 10 °C i atmosferze dynamicznej zmian powietrza w komorze spalania 4 cm.

Analizę składu chemicznego węgla wykonano metodą spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej z wykorzystaniem spektrometrów, z dyspersją długości fali, typu PW-1401 firmy Philips oraz typu ZSK Primus II firmy Rigkai (Japonia) w Głównym Instytucie Górnictwa.

Składniki mineralne węgla określono metodą mikroskopii optycznej, przy zastosowaniu mikroskopu do światła odbitego Axioplan 2 firmy Zeiss i powiększeniu 500 X.

Analiza składu chemicznego i morfologii w mikroobszarze minerałów dokonana została metodą mikroskopii elektronowej skaningowej (SEM) – mikroskop skaningowy PhilipsXL 30 ESEM/T przy napięciu 15 kV na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.

Skład chemiczny gazów wydzielających się z węgla w procesie zagrzewania wykonano w retortach na próbkach o masie 500 mg i uziarnieniu 0,5 mm w temperaturach 50 i 70 °C i dopływie powietrza w ilości 1 dm³/h; wydzielające się gazy poddano analizie chromatograficznej.

Dokonano również analizy składu chemicznego solanek kopalnianych, pobranych z wycieków, wykropleń i otworów wiertniczych. Analiza obejmowała zawartości występujących w nich głównych i podrzędnych pierwiastków: Na⁺, K⁺, Ca⁺, Mg²⁺, Fe (ogólne), Ba²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻.

Rozdział 7 (s. 40–52) poświęcony jest badaniom termicznego rozkładu węgla GZW i zawartości wybranych składników chemicznych metodą oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA) w atmosferze powietrza w derywatografie Q 1500 typu Paulik-Erdey firmy MOM. Badania przeprowadzono na próbkach węgla z:

- krakowskiej serii piaskowcowej (KSP), warstwy łaziskie, pokłady: 206 oraz 209,
- serii mułowcowej (SM), warstwy orzeskie (SM₁), pokłady: 308, 348, 361 i 364/1; warstwy rudzkie (SM₂), pokłady: 403/3, 404/4, 405/2 i 409/4,
- górnośląskiej serii piaskowcowej (GSP), warstwy siodłowe (GSP₂), pokłady: 502/2, 503, 505, 507 i 510/1,
- serii paralicznej (SP), warstwy porębskie (SP₁), pokłady: 600, 626/1; warstwy jakłowieckie (SP₂), pokłady: 712/2, 713/1.

W rozdziale 8. (s. 53–54) dokonano charakterystyki termicznego rozkładu węgla z GZW. W utworach karbonu GZW występują dwie grupy węgla o odmiennych charakterystykach termicznego rozkładu. Pierwsza grupa węgla cechuje się małą podatnością do zagrzania, prowadzącego do zapalenia, natomiast druga grupa węgla charakteryzuje się zdolnością do zagrzania prowadzącego do zapalenia.

Rozdział 9. (s. 55–59) poświęcony jest charakterystyce termicznego rozkładu i składu chemicznego węgla ze stref zaburzeń tektonicznych, wykonanych metodą oksyreaktywnej termicznej analizy (OTA). Do badań pobrano próbki węgla pochodzące z uskoków o zrzutach 4,5 i 7,5 m w pokładzie 505 (z chodnika badawczego C-5), z uskoku w pokładzie 626/1 oraz z pokładu 507 ze strefy nasunięcia michałkowicko-rybnickiego kopalni Marcel. W celu porównania pobrano również próbki węgla występujące poza strefami zaburzonymi. Badania termorozkładu wykazały, że węgle z uskoków w chodniku badawczym C-5 oraz z pokładu 626/1, jak również węgle pokładu 507 ze strefy nasunięcia michałkowicko-rybnickiego charakteryzują się mniejszą podatnością do zagrzania prowadzącego do zapalenia.

Rozdział 10 (s. 60–62) dotyczy charakterystyki termicznego rozkładu węgla pochodzących z miejsc zaniku w zaleganiu pokładów. W utworach karbonu GZW występują skały o zróżnicowanych cechach strukturalnych, wynikających z procesów wietrzenia lub termicznych. Wspólną cechą makroskopową tych skał jest ich pstre zabarwienie. W celu wyjaśnienia przyczyn zaburzeń pokładów pobrano próbki węgla z rejonu jego zaniku z pokładu 507 kopalni Marcel, a następnie dokonano badań procesów ich termicznego rozkładu metodą oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA). Wyniki badań węgla i wód z pokładu 507 kopalni Marcel potwierdziły, że węgle występujące przy stropie były poddane działaniu powietrza

z tlenem, w wyniku tego nastąpiło intensywne wiązanie tlenu i w konsekwencji samorzutne zapalenie. Tak więc, wyniki te potwierdziły hipotezę, że w rejonie pokładu 507 miały miejsce zaburzenia związane z dopływem powietrza z tlenem i w efekcie zapożarowaniem, a następnie wody, która była czynnikiem gaszącym – efektem jest stektonizowanie górotworu.

Rozdział 11 (s. 63–64) poświęcony jest charakterystyce termicznego rozkładu węgla z miejsc zaistnienia pożarów w kopalniach. W celu potwierdzenia samorzutnych wybuchów pożarów w pokładach 505 i 507 (badania pożarów termicznego rozkładu węgla górnośląskiej serii piaskowcowej warstw siodłowych (GSP₂) przedstawiono w rozdziale 7.3), Doktorant pobrał z tych pokładów próbki węgla do dalszych badań procesów termicznego rozkładu węgla. Wyniki termicznego rozkładu badanych węgla z miejsc zaistniałych pożarów potwierdziły (jak już opisano w rozdziale 7.3), że węgle te charakteryzują się intensywnymi procesami przyłączania składników powietrza, zwłaszcza tlenu.

W rozdziale 12. (s. 65–68) omówiono wpływ zasolenia węgla na procesy ich termicznego rozkładu. W celu dokładniejszego rozeznania wpływu solanek na przebieg zagrzewania węgla pobrano próbki z rejonów, w których stwierdzono intensywny wpływ solanki zawierającej ponad 200 g/dcm³ jonów chlorkowych; takim miejscem była, między innymi, upadowa wentylacyjna w pokładzie 712/1-2 kopalni Marcel na poziomie 1000 m. Wyniki badań termicznego rozkładu węgla pochodzącego z tego miejsca, uzyskane metodą oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA), wykazały wyraźne różnice w przebiegach procesów termicznego jego rozkładu w porównaniu z węglem z litego pokładu, w którym chlorku sodu nie stwierdzono. Obecność chlorku sodu spowodowała zmianę właściwości węgla skutkującą znacznym obniżeniem jego skłonności do zagrzewania, a w konsekwencji zapalenia.

W rozdziale 13. (s. 69–70) Doktorant omówił wpływ atmosfery kopalnianej na procesy termicznego rozkładu węgla. W tym celu pobrano próbkę bruzdową oraz próbkę z warstwy powierzchniowej po kilkuletnim jej kontakcie z atmosferą kopalnianą. Wyniki badań potwierdziły, że atmosfera kopalniana nie powoduje zmian właściwości węgla, ich zdolności do przyłączania składników powietrza oraz procesów rozkładu, wydzielania składników gazowych.

Rozdział 14 (s. 71–87) poświęcony jest wpływowi solanek kopalnianych na procesy termicznego rozkładu węgla. Z badań procesów termicznego rozkładu oraz wybranych składników chemicznych węgla różnych serii litostratygraficznych GZW wynika, że istnieje zależność między właściwościami węgla dotyczącymi ich zagrzewania a składem chemicznym, głównie zawartościami Na, Cl, Ca i Mg. Doktorant postanowił rozpoznać ten problem w warunkach laboratoryjnych poprzez pobranie próbek węgla z różnych serii litostratygraficznych oraz wód o znacznym zasoleniu dopływających do kopalń południowo-zachodniej części GZW i kopalni Piast. Przygotowano 10 solanek charakteryzujących się zróżnicowanym składem chemicznym (tabela 14). Próbki węgla umieszczono w solankach i przechowywano w temperaturze charakterystycznej dla górotworu karbońskiego (35–40 °C) przez okres 10 dni (240 godz.). Do badań pobrano próbki węgla z:

- krakowskiej serii piaskowcowej (KSP), pokład 209, kontakt z solankami o numerach 1, 2 i 6,
- serii mułowcowej (SM), pokład 308, kontakt z solankami: 1, 3, 6 i 8; pokład 364/1, kontakt z solankami 1 i 6; pokład 403/3, kontakt z solanką nr 6; pokład 409/4, kontakt z solankami o numerach 4 i 7,

– górnosląskiej serii piaskowcowej (GSP₂), pokłady: 505, 507 i 510/1, kontakt z solankami: nr 9 i 10 – pokład 505, nr 1 i 6 – pokład 507, nr 1, 7 i 10 – pokład 510/1,
– serii paralicznej (SP₁), pokład 600, kontakt z solankami o numerach: 1, 3 i 6; pokład 712/1-2, kontakt z solankami nr 5 i 9; pokład 713/1, kontakt z solankami 1 i 8.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły, że niektóre solanki powodują przemiany w węglu polegające na zmniejszeniu ich skłonności do zagrzewania, prowadzącego do zapalenia.

W rozdziale 15. (s. 88–89) Doktorant przedstawił zmiany termicznego rozkładu węgla spowodowane kontaktem z solanką w wyrobisku górniczym. W celu określenia tych zmian pobrano osad węglowy towarzyszący solance oraz węgiel suchy z pokładu 406/1 kopalni Zofiówka. Charakterystyka termicznego rozkładu węgla z kopalni Zofiówka wykazała, że solanka spowodowała zmiany właściwości węgla pokładu 406/1, polegające na ograniczeniu jego podatności na zagrzanie, a więc wskazuje to na właściwości antypirogenne solanki.

Rozdział 16 (s. 90–91) dotyczy wpływu solanki na skład chemiczny gazów uwalnianych z węgla. W związku z tym pobrano próbki węgla z pokładu 507 kopalni Marcel oraz solankę wypływającą z górotworu karbońskiego w pobliżu miejsca poboru próbki. Węgłe te w warunkach laboratoryjnych poddano procesowi wygrzewania w temperaturze charakterystycznej dla górotworu w kopalniach – 47–50°C. Wyniki badań wykazały, że gazy uwalniane z węgla charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem składu wydzielania węglowodorów (CH₄, C₂H₆, CO, CO₂), natomiast solanka wpłynęła na ograniczenie emisji CO, jak również pozostałych gazów.

Rozdział 17 (s. 92–95) dotyczy zastosowania solanek do ograniczenia zapalenia węgla pokładu 510/1 w kopalni Jastrzębie. W tym celu zaproponowano wykorzystanie solanek, aby ograniczyć możliwości zapożarowania węgla pokładu 510/1. Wyniki oznaczeń wskaźnika samozapłonu i energii aktywacji wykazały, że węgle charakteryzują się bardzo małą skłonnością do samozapalenia. Wprowadzenie do wyrobisk kopalnianych popiołu lotnego z odpadami poflotacyjnymi spowodowało objawy zagrzewania się węgla. W związku z tym przeprowadzono badania z zastosowaniem solanek do ograniczenia tego procesu. Wyniki badań potwierdziły, że zastosowanie solanek ogranicza możliwość zagrzewania węgla, a także jego rozpalenia.

Rozdział 18 (s. 96–98) dotyczy zawartości chloru i bromu w węglach GZW. Doktorant przeprowadził badania zawartości chloru i bromu w węglach poszczególnych serii litostratygraficznych (tabela 18). W procesach spalania węgla chlor przedostaje się do fazy gazowej w postaci chlorowodoru, będącego agresywnym związkem dla urządzeń energetycznych i przetwórczych a brom powoduje niszczenie warstwy ozonowej.

Rozdział 19 (s. 99–101) zawiera podsumowanie działalności badawczej Doktoranta. Rozdział 20 (s. 102–103) zawiera wnioski do wykorzystania oraz kierunki dalszych badań.

Reasumując, uważam wybraną tematykę rozprawy doktorskiej za interesującą i aktualną, zarówno pod względem naukowym, jak i przede wszystkim utylitarnym.

5. Rozwiązanie postawionego problemu

Samozgrzewanie się węgla i w konsekwencji samorzutne jego zapalenie jest dużym problemem w górnictwie. Proces ten jest bezpośrednią przyczyną pożarów endogenicznych, może być również inicjatorem wybuchu mieszanin pyłu węglowego i metanu. Dlatego też niezbędne jest prowadzenie dalszych badań nad możliwościami powstawania pożarów w kopalniach, zwłaszcza samozapalenia się węgla.

W ramach pracy Doktorant zwrócił uwagę na kontakt węgla z zasolonymi wodami występującymi naturalnie w utworach karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Badania solanek, o zróżnicowanym chemizmie, dopływających do wyrobisk górniczych GZW umożliwiły określenie wpływu zawartych w nich składników chemicznych na właściwości węgla, a tym samym na termiczny rozkład węgla prowadzących do ich zapalenia.

Do głównych osiągnięć Doktoranta zaliczyć należy przede wszystkim:

- wykonanie charakterystyk rozkładu węgla z różnych serii litostratygraficznych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego,
- określenie składników chemicznych zawartych w węglach o odmiennych charakterystykach rozkładu,
- analiza termicznego rozkładu węgla pochodzących z serii litostratygraficznych GZW, występujących w zróżnicowanych środowiskach hydrogeochemicznych, w strefach zaburzeń tektonicznych oraz w obszarach zaistniałych pożarów,
- badania laboratoryjne wpływu solanek o zróżnicowanych składach chemicznych na procesy termicznego rozkładu węgla i skład uwalnianych z nich gazów,
- określenie właściwości solanek, które wpływają na ograniczenie możliwości węgla do zgrzewania prowadzącego do zapalenia.

6. Uwagi dyskusyjne i polemiczne

Uwagi szczegółowe i edycyjne

Uważam, że rozprawa została napisana stosunkowo zwięźle i logicznie. Układ pracy jest prawidłowy a kolejność rozdziałów nie budzi zastrzeżeń. Język użyty w pracy jest jasny i tylko w niewielu miejscach wymaga korekty. Doktorant nie ustrzegł się jednak drobnych usterek o różnym charakterze, w tym redakcyjnych i stylistycznych. W tekście występują: błędy literowe, błędy odmiany wyrazów, skróty myślowe.

Ponadto:

- odstępy pomiędzy podanymi wielkościami liczbowymi *od–do* powinny być napisane tylko z dłuższą kreseczką (bez odstępów),
- w przypadku wielkości liczbowych w tekście, poczynając od pięciu cyfr, należy je napisać z odstępem co 3 cyfry, natomiast w tabeli – od czterech cyfr,
- obecnie nie powinno się stosować cudzysłowu do nazw kopalń, złóż itp.
- s. 7, w. 2g jest; *na zdolności węgla*, lepiej: *na procesy termiczne rozkładu węgla*,
- s. 28, w. 19g występują skrótkowce: *PS, NPS, WPS* – Doktorant powinien je rozwinąć (w nawiasie),
- s. 39, w. 7g jest: *napięcie 15 KV*, powinno być: *napięcie 15 kV*,

- s. 47, w. 5g jest: 506, powinno być: 507, gdyż dalej w tekście występuje 507 (s. 49, w. 1g jest: 507),
- s. 48, w. 15d jest; 506, powinno być : 507 (uwaga jak powyżej),
- s. 63, w. 39 jest: w rozdziale 7.4, powinno być: w rozdziale 7.3,
- s. 64, w. 17d jest: rozdział 7.4, powinno być: rozdział 7.3,
- s. 71, tab. 14, kolumna 1, wiersz 1 jest; Nr próbki wody, lepiej: Nr próbki solanki, gdyż dalej w tekście używane jest pojęcie numer solanki,
- s. 73, w. 2d jest: w tabeli (nr 1, 3 i 6), powinno być: w tabeli (nr 3, 6 i 8) – patrz str. 74,
- s. 88, rozdział 15: brak krótkiej charakterystyki składu chemicznego solanki,
- s. 89, w. 2g jest: własności, powinno być: właściwości,
- s. 90, rozdział 16: brak krótkiej charakterystyki składu chemicznego solanki,
- s. 103, w. 1g jest: Aktualny, lepiej Obecny.

Uwagi dyskusyjne

1. Proszę przybliżyć kształtowanie się emisji bromu do atmosfery w zależności od pochodzenia węgla, jak również jego sortymentów (po procesie spalania).
2. Jak zachowują się związki chloru w procesie koksowania węgla.

Reasumując, stwierdzam, że Doktorant prawidłowo zrealizował zamierzony cel pracy. Oceniana praca jest udanym eksperymentem badawczym, zrealizowanym na dobrym poziomie merytorycznym, a omawiany w niej problem ma bardzo duże znaczenie poznawcze, jak również użyteczne. Tym samym chcę zaznaczyć, że wymienione powyżej uwagi nie obniżają w żaden sposób wartości naukowej i użytecznej rozprawy oraz nie umniejszają osiągnięć i wiedzy teoretycznej Doktoranta.

7. Ocena pracy jako rozprawy doktorskiej

Wyniki badań termorozkładu węgla Górnosląskiego Zagłębia Węglowego metodą oksyreaktywnej termicznej analizy wykazały jej przydatność do oceny skłonności węgla do zagrzewania prowadzącego do samozapalenia. Dysertacja doktorska mgr. inż. Szymona Pluty jest tego znakomitym przykładem. Doktorant wykazał, że na zmiany właściwości węgla decydujący wpływ mają głównie warunki utleniająco-redukcyjne solanek.

Solanki o właściwościach redukcyjnych charakteryzują się obecnością jonów barowych, powodujących zmniejszenie przydatności węgla do zagrzewania, natomiast solanki o właściwościach utleniających zawierających jony siarczanowe(VI), wywołują w większości węgla zwiększenie podatności węgla do zagrzania prowadzącego do ich samozapalenia. Wyniki dotyczące termicznego rozkładu węgla w GZW mogą być z powodzeniem wykorzystane do procesów modelowania związanego z zapożarowaniem kopalń węgla kamiennego.

Należy podkreślić, że zarówno zakres pracy, jak również opracowana metodyka rozwiązania problemu badawczego i wykonane badania laboratoryjne świadczą o bardzo dobrym warsztacie naukowym Doktoranta. Praca została właściwie skomponowana i zawiera wszystkie elementy składające się na rozprawę doktorską. Przedstawienie w pracy tak szerokiego materiału oraz wnikliwych analiz i zależności skomplikowanych procesów związanych z wpływem solanek na termiczny rozkład węgla z różnych serii stratygraficznych

GZW wymagało od Doktoranta interdyscyplinarnej wiedzy, przede wszystkim z zakresu geologii, górnictwa i chemii.

Uzyskane przez Doktoranta wyniki badań analitycznych mają, w moim przekonaniu, dużą wartość naukową i aplikacyjną. Opracowana metodyka oraz wyniki badań stanowią oryginalny dorobek naukowy, potwierdzający umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowo-analitycznej.

Reasumując, moja ogólna ocena rozprawy doktorskiej jest jednoznacznie pozytywna.

8. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska *Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węgla* autorstwa mgr. inż. Szymona Pluty stanowi oryginalne rozwiązanie ważnego problemu z zakresu górnictwa węglowego i cenny przyczynek do wysiłków zmierzających do efektywnego wykorzystania metody termogravimetrycznej, w wersji oksyreaktywnej (OTA), do oceny skłonności węgla do zagrzewania prowadzącego do samozapalenia.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr. inż. Szymona Pluty mieści się w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Stwierdzam także, że rozprawa doktorska, dzięki wartości poznawczej, jak również użytkowej, spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w *art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r., poz. 85 z późn. zm.)*. W związku z tym, konkludując recenzję, wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Szymona Pluty do dalszych etapów procedury nadania stopnia naukowego doktora.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny opracowania, osiągnięte wyniki i możliwości ich praktycznego wykorzystania w profilaktyce pożarowej w kopalniach węgla kamiennego, stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

