

MAREK PŁACHNO
SŁAWOMIR BARANOWSKI
IRENEUSZ OŚLIŹNIOK

Trudności związane z remontem zbrojenia szybu V w PGG Oddział KWK Ruda Ruch Bielszowice

W artykule przedstawiono analizę możliwości wykonywania remontów zbrojenia szybu bez ograniczania jego zadań transportowych, przy parametrach eksploatacji zgodnych z dokumentacją techniczną wyciągu szybowego, określonym stanie technicznym dźwigarów i przewodników, z wykorzystaniem posiadanego kapitału wiedzy i doświadczenia w zakresie utrzymania wymaganego poziomu bezpieczeństwa prowadzenia naczyń wyciągowych w warunkach uwzględnionego w dokumentacji górniczego wyciągu szybowego dopuszczalnego zużycia przewodników i dźwigarów.

Słowa kluczowe: *szyby górnicze, zbrojenie szybu, remonty zbrojenia wykonywane bez ograniczania zadań transportowych szybu, bezpieczeństwo prowadzenia naczyń wyciągowych w szybie*

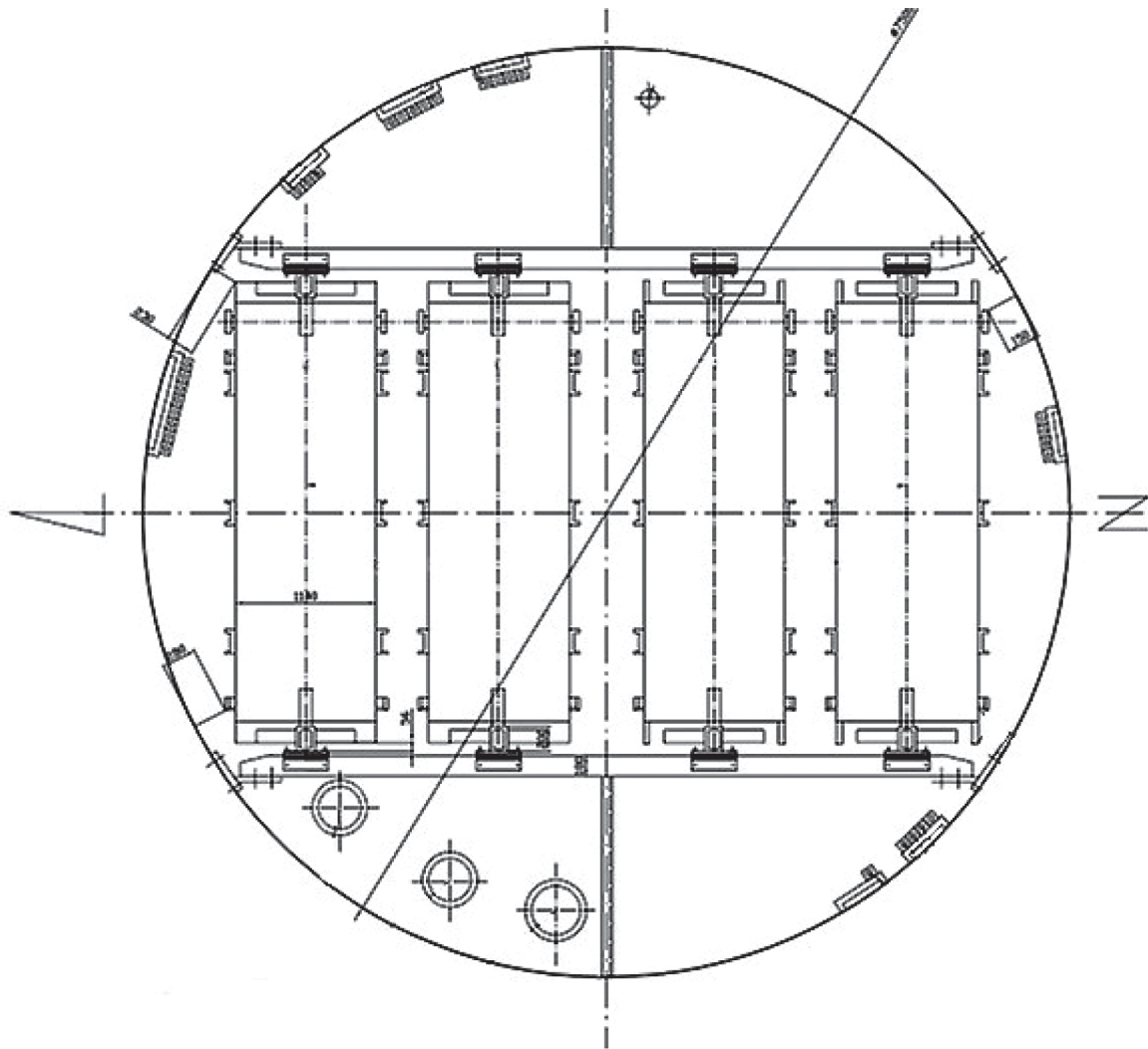
1. WSTĘP

Szyb jest konstrukcją, która wymaga odpowiedniego utrzymania i konserwowania, zaś prace zbrojenio-we są długotrwałe i wymagają odpowiedniej obsługi. Szyb górniczy zbrojony jest za pomocą wielu elementów, najczęściej stalowych, których głównym przeznaczeniem jest zapewnienie bezpiecznej przestrzeni ruchu naczyniom wyciągowym poruszającym się w szybie podczas wykonywania jego zadań transportowych. Ta przestrzeń jest ograniczonym obszarem możliwych poziomych przemieszczeń naczynia wyciągowego w szybie, gwarantującym, że takie zdarzenia, jak kontakt naczynia z obudową szybu, z elementami jego wyposażenia, a także z drugim naczyniem podczas mijania się naczyń, nie mogą wystąpić.

W pionowych szybach górniczych najczęściej stosowany jest w tym celu mechaniczny układ prowadzenia naczyń wyciągowych z tzw. przewodnikami

sztywnymi. Taki właśnie układ prowadzenia ma omawiany w artykule szyb V zespółonej Kopalni Węgla Kamiennego Ruda Ruch Bielszowice. Jako jeden z najważniejszych szybów w KWK „Ruda” pełni funkcję wydobywczo-zjazdową, przy czym jest aktualnie zaliczany do szybów o funkcjonalności wdechowej. W świetle obudowy szybowej ma średnicę o wartości nominalnej 7,5 m oraz głębokość całkowitą 1111,62 m.

Układ prowadzenia naczyń wyciągowych w szybie V składa się z ośmiu torów prowadzenia. Każdy z nich ma ciąg przewodników utworzony z dziewięciometrowych przewodników o przekroju skrzynkowym, złożonym z dwu ceowników hutniczych 200, zamocowanych do dźwigarów głównych, odpowiednio wschodnich i zachodnich. Każdy z dźwigarów ma również przekrój skrzynkowy, jednak złożony z dwu ceowników hutniczych 180. Schemat konstrukcyjny układu prowadzenia naczyń wyciągowych w tarczy szybu pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat konstrukcyjny układu zbrojenia w tarczy szybu V KWK Ruda Ruch Bielszowice

2. DZIAŁANIA PODJĘTE W CELU ROZWIĄZANIA PROBLEMU ORAZ UZYSKANE WYNIKI

Na podstawie wyników rutynowych pomiarów grubości ścianek przewodników i dźwigarów w szybie V [1, 2] sporządzono prognozę postępu ich zużycia w kolejnych latach użytkowania szybu, a następnie wyniki tej prognozy poddano analizie statystycznej, co doprowadziło do sformułowania następujących wniosków:

- Podczas użytkowania szybu V w najbliższym okresie spodziewamy się rozwiniętego postępu zużycia przewodników i dźwigarów [3, 4], charakteryzującego się tym, że wymagana w kolejnych latach (ze względu na przekroczenie dopuszczalnego zużycia) liczba wymian tych elementów może być znacznie większa niż liczba wymian możliwa ze względu na zadania wydobywcze szybu.

- Spodziewany jest szybki postęp nieparametrycznej postaci zużycia przewodników, objawiającej się przez występujące na ich końcach pęknięcia spoiny w połączeniach kształtowników przewodnika. Zużycie to może objawiać się zarówno powstawaniem pęknięć przy przewodnikach niewykazujących jeszcze takich uszkodzeń, jak i przez propagację wzdłuż spoiny pęknięć już istniejących.
- Spodziewany jest szybki postęp perforacji górnych ścianek dźwigarów głównych, występującej zwłaszcza na obu ich końcach przylegających do wsporników kotwionych, a nierzadko propagującej w stronę podparcia przewodników.
- Spodziewany jest także szybki postęp perforacji górnych ścianek dźwigarów rozporowych, w znacznym stopniu losowo umiejscowionej wzdłuż nich.

Nie powinno się lekceważyć potrzeb remontowych zbrojenia szybu V, nie można jednak dopuścić do ograniczenia jego zadań wydobywczych, dlatego zdecydowa-

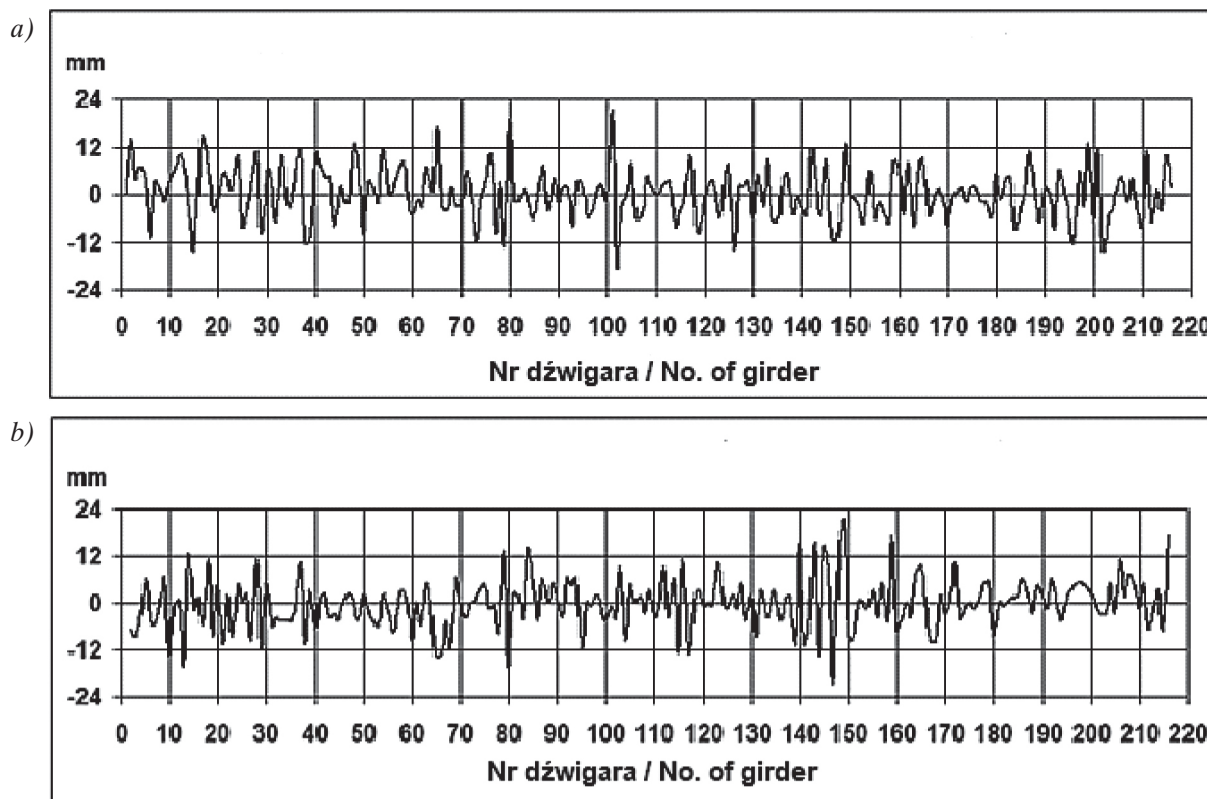
no się przeprowadzić rozeznanie merytorycznych możliwości powiększenia dopuszczalnego zużycia przewodników i dźwigarów ponad 50% początkowej grubości ich środników. Kolejne kroki tego rozeznania były następujące:

1. Analiza stanu prostoliniowości torów prowadzenia w szybie V oraz określenie warunków poprawy tego stanu.
2. Diagnoza przyczyn pęknięć spoiny w połączeniu kształtowników przewodnika oraz określenie wpływu takiego uszkodzenia na bezpieczeństwo jego użytkowania.
3. Określenie wpływu perforacji górnych ścianek dźwigarów głównych i rozporowych na bezpieczeństwo torów prowadzenia.

Meritum pierwszego kroku rozeznania było założenie, że największe odchylenia od prostoliniowości, decydujące o największych siłach oddziaływania naczyń wyciągowego na zbrojenie szybu, są sumą dwu składników [4]. Jeden z nich ma pochodzenie strukturalne, wynikające z geologicznych odkształceń obudowy szybu i tolerancji wymiarowej elementów zbrojenia w szybie. Drugi natomiast – jako skutek korozji połączeń przewodników z dźwigarami – jest powodowany przez skupiska zaników szczelin na składaniu

ciągów przewodników. Uzyskane już w tym zakresie doświadczenia [4, 5] wykazały, że wykorzystując operaty pomiarowe prostoliniowości torów prowadzenia w szybie, opracowywane rutynowo (por. pkt 3.13.7.6 zał. nr 4 do rozporządzenia [6]) dla każdego szybu z przewodnikami sztywnymi, można – w wyniku stosownej analizy statystycznej – wyodrębnić oba te składniki, a także zweryfikować je przez inwentaryzację w szybie ww. skupisk zaników szczelin.

Bazując na operacie pomiarowym [7] dla wszystkich torów prowadzenia w szybie V, opracowano wykresy odwzorowujące rozkłady różnicowych odchyień czołowych i bocznych od prostoliniowości torów prowadzenia naczyń wyciągowych wzdłuż kolejnych dźwigarów głównych w szybie. Na rysunku 2 pokazano jako przykład wykresy odwzorowujące jeden z takich rozkładów. Każdy z omawianych rozkładów poddano następnie wspomnianej analizie statystycznej. Wykazała ona, że przy każdym z torów prowadzenia w szybie V udział składnika korozyjnego w ekstremalnych wartościach tych odchyień wynosi nie mniej niż 50%. Na tej podstawie zdecydowano o przeprowadzeniu w szybie V inwentaryzacji zaników szczelin na składaniu poszczególnych ciągów, a następnie podjęciu działań w celu usunięcia stwierdzonych skupisk tych zaników.



Rys. 2. Jeden z rozkładów – wzdłuż kolejnych dźwigarów głównych – różnicowych odchyień czołowych (a) i bocznych (b) od prostoliniowości torów prowadzenia naczyń wyciągowych wschodniego toru prowadzenia skipoklatki południowej w szybie V, opracowanych na bazie operatu pomiarowego [7]

Po około trzech miesiącach od usunięcia największych skupisk zaników szczelin na składaniu ciągu przewodników poszczególnych torów wykonano ponownie pomiary prostoliniowości i wykorzystując operat pomiarowy [8], opracowano wykresy odwzorujące rozkład różnicowych odchyień czołowych i bocznych od prostoliniowości wzdłuż kolejnych dźwigarów głównych w szybie V, które ilustrują efekt podjętych działań. Wykresy te (rys. 3) sporządzono w takiej samej skali jak poprzednie (rys. 2), co miało na celu ułatwienie percepcji uzyskanego efektu. Tym efektem, w przypadku wschodniego toru prowadzenia skipoklatki południowej, jest zmniejszenie największych odchyień czołowych z 21 mm do 9 mm oraz największych odchyień bocznych z 20 mm do 7 mm. Ponieważ w przypadku pozostałych torów prowadzenia w północnym przedziale szybu V uzyskano podobny efekt, stwierdzono, że potwierdziła się nie tylko słuszność przyjętych założeń, ale także zasadność przeprowadzonego działania.

Drugim krokiem w zakresie podjętego rozeznania była, jak już podano, diagnoza przyczyn pęknięć spoiny w połączeniu kształtowników przewodnika oraz określenie wpływu takiego uszkodzenia na bezpie-

czeństwo użytkownika przewodnika. W tym celu – dla odcinków przewodnika wykazujących omawiane uszkodzenia – przyjęto schemat obliczeniowy naprężeń doznawanych przez spoinę pokazany na rysunku 4. Ujęto w nim siłę obliczeniową (P_c) dźwigarów, którą (gdy projektowano zbrojenie szybu V) określano jako:

$$P_c = \frac{1,3 \cdot Q}{12} \quad (1)$$

gdzie Q – ciężar naczyń wyciągowych z dopuszczalną masą użyteczną równy 40 kN.

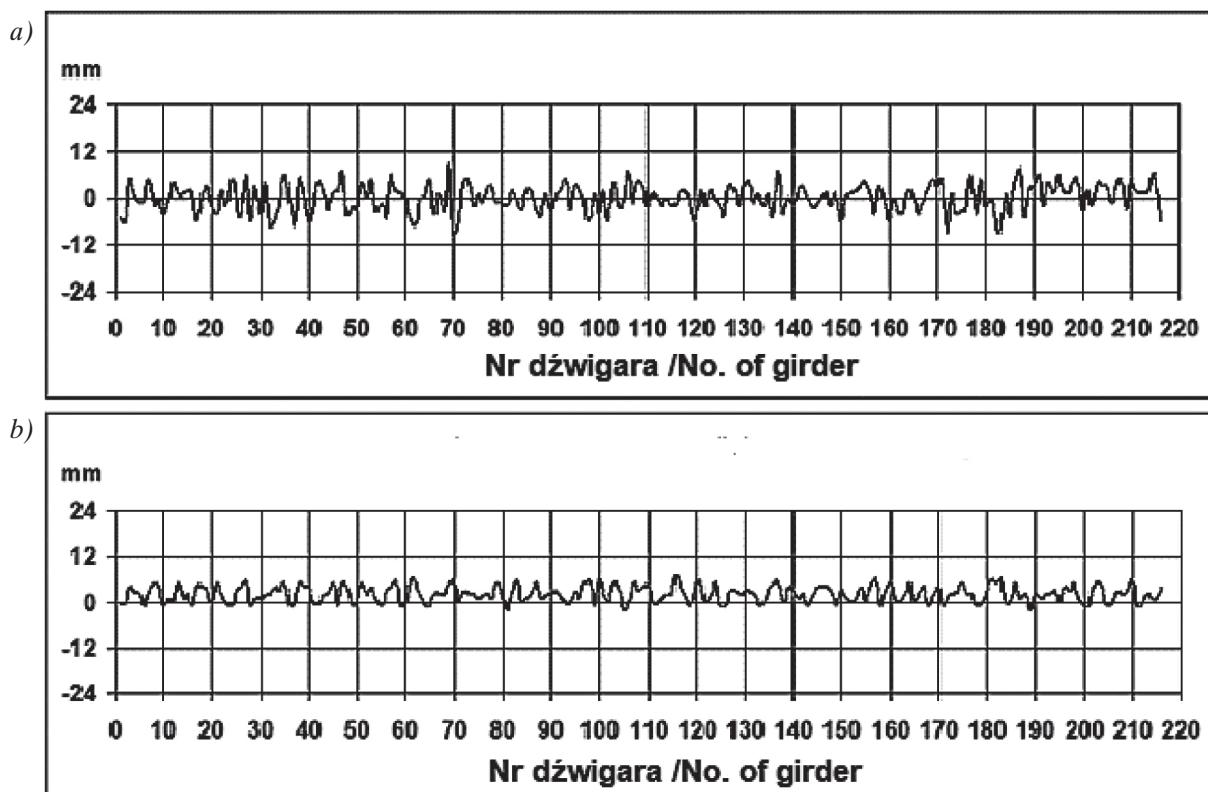
Wykorzystując z kolei zależności podane w [9], dla obliczanych naprężeń sformułowano następujący wzór:

$$\sigma_s = 0,75 \cdot \frac{2 \cdot p \cdot \frac{h}{b} + 3}{\left(p \cdot \frac{h}{b} + 3\right)} \cdot \frac{P_c \cdot b}{g_s^2 \cdot c} \quad (2)$$

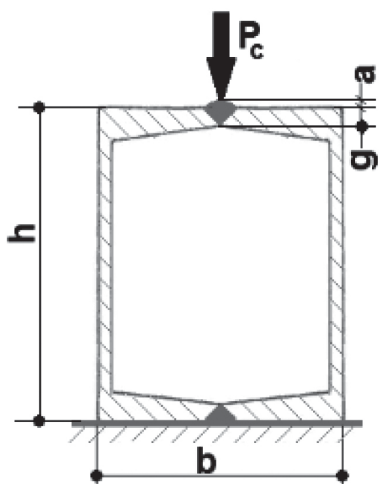
gdzie:

p – bezwymiarowy współczynnik, który dla przekroju, jaki ma przewodnik wykonany z dwu ceowników 200, jest równy 2,48,

c – odległość końcowej krawędzi przewodnika od osi jego uchwytu, podana w [9] jako 290 mm.



Rys. 3. Jeden z rozkładów – wzdłuż kolejnych dźwigarów głównych – różnicowych odchyień czołowych (a) i bocznych (b) od prostoliniowości torów prowadzenia naczyń wyciągowych wschodniego toru prowadzenia skipoklatki południowej w szybie V, opracowanych na bazie operatu pomiarowego [8] po usunięciu największych skupisk zaników szczelin na składaniu ciągu przewodników



Rys. 4. Schemat obliczeniowy naprężeń w spoinie łączącej kształtowniki przewodnika

a – wypukłość spoiny określona w normie BN-78/1727 [1] jako $a \leq 1,5 \text{ mm}$, b – szerokość czołowej ściany przewodnika równa 150 mm , g – grubość spoiny określona w [9] jako 7 mm , h – szerokość bocznej ściany przewodnika równa 200 mm , P_c – siła obliczeniowa dźwigarów

Za pomocą wzorów (1) i (2) obliczono, że gdy siła rzeczywista oddziaływania naczynia wyciągowego na zbrojenie szybu osiągnie wartość siły P_c , to naprężenie σ_s może mieć wartość ok. 530 MPa , co oznacza, że będzie większe od wytrzymałości doraźnej R_m materiału przewodników równej 380 MPa . Uznano zatem, że bezpośrednią przyczyną pęknięcia spoiny łączącej kształtowniki przewodnika jest wypukłość tej spoiny, mimo że taka wypukłość jest akceptowana przez normę BN-78/1727 [1].

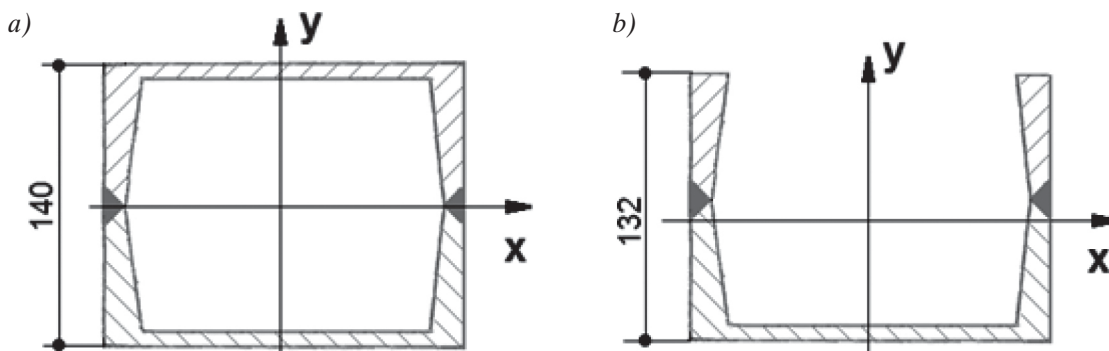
Na tej podstawie wpływ omawianego uszkodzenia na bezpieczeństwo użytkowania przewodnika określono następująco:

- Każde pęknięcie spoiny ma tendencję do propagacji wzdłuż tej spoiny w obie strony, w związku z czym w warunkach szybu V zagrazi ono bezpieczeństwu przewodnika, gdy osiągnie długość $0,5 \text{ m}$.

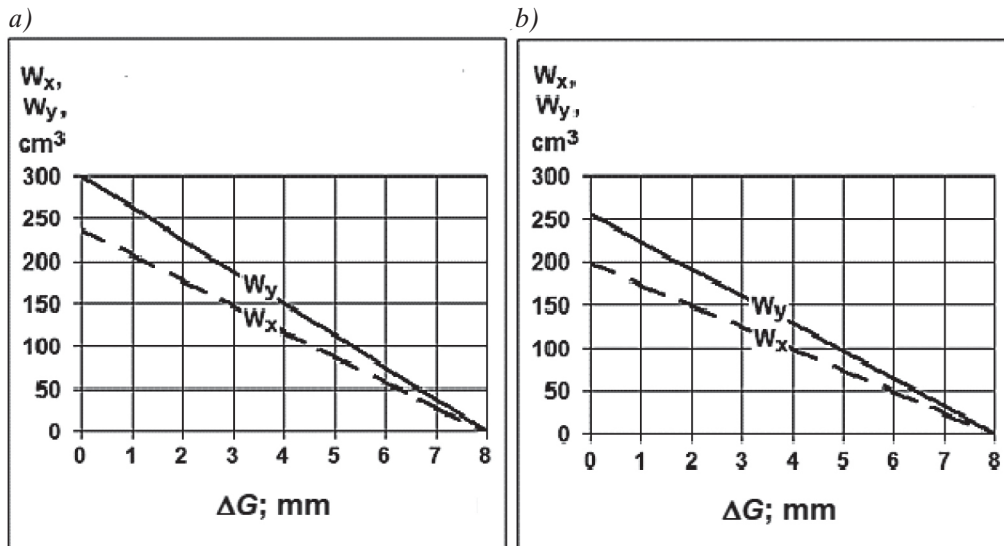
Wtedy przewodnik z takim uszkodzeniem może doznawać szybkiej utraty bocznej sztywności, co – z prawdopodobieństwem znacząco większym od zera – może doprowadzić do wypadnięcia naczynia wyciągowego z jego torów prowadzenia. Każdy przewodnik w szybie V wykazujący pęknięcie spoiny o długości równej lub przekraczającej $0,5 \text{ m}$ powinien zatem zostać niezwłocznie wymieniony.

- Przewodniki w szybie V, które wykazują pęknięcie spoiny mające długość mniejszą niż $0,5 \text{ m}$, mogą być eksploatowane, jeżeli:
 - wykazują zużycie ścianek mniejsze od dopuszczalnego;
 - zużycie to jest kontrolowane zgodnie z wymogiem punktu 3.13.7.4.1 załącznika nr 4 do rozporządzenia [6];
 - końce pęknięcia spoiny są zabezpieczone przed jego propagacją, np. przez nawiercenie stosownego otworu;
 - ewidencja przewodników wykazujących zarówno istniejące, jak i nowopowstałe pęknięcia spoin jest weryfikowana przynajmniej co 6 miesięcy;
 - ewidencja ta, oprócz numeru dźwigara najbliższego miejscu każdego pęknięcia, zawiera informację o długości ewidencjonowanego pęknięcia oraz o braku bądź o zaistnieniu jego propagacji poza zabezpieczające otwory.

Trzecim i ostatnim krokiem w zakresie podjętego rozeznania było określenie wpływu perforacji górnych ścianek dźwigarów głównych i rozporowych na bezpieczeństwo torów prowadzenia. W przypadku dźwigarów głównych wpływ ten określono, porównując wskaźniki wytrzymałości na zginanie obliczone – według schematu z rysunku 5a – dla przekroju dźwigara głównego bez perforacji jego ścianek z takimi wskaźnikami obliczonymi według schematu pokazanego na rysunku 5b. Porównanie przeprowadzono, wykorzystując wykresy zamieszczone na rysunku 6, które przedstawiają wyniki wykonanych obliczeń.



Rys. 5. Schematy obliczeniowe poprzecznego przekroju dźwigara głównego w szybie V dla przypadku dźwigara: a) bez perforacji jego ścianek; b) z perforacją jego górnej ścianki



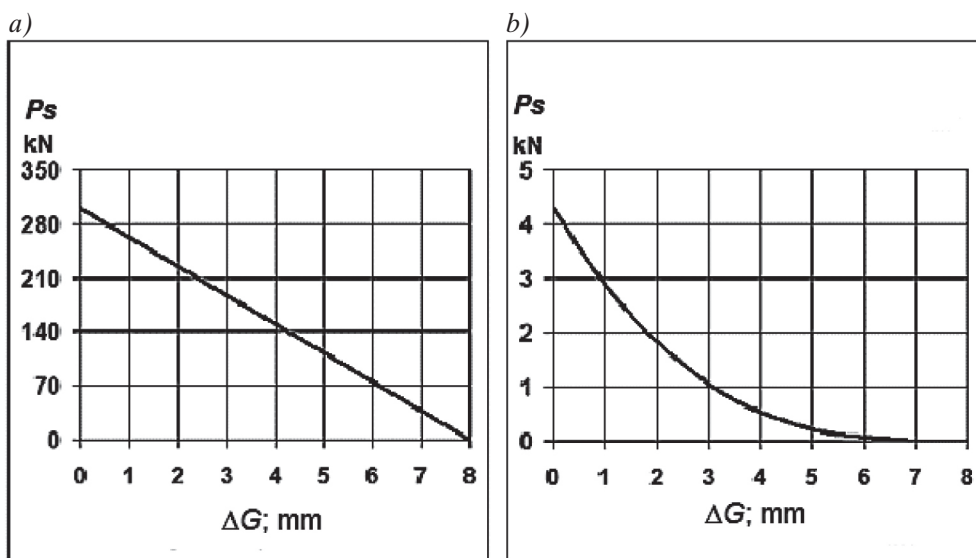
Rys. 6. Wpływ ubytku grubości (ΔG) ścianek dźwigara głównego w szybie V na jego wskaźniki wytrzymałości na zginanie (W_x, W_y) w przypadku braku (a) lub obecności (b) perforacji jego górnej ścianki

Na tej podstawie określono, że perforacja górnej ścianki dźwigarów głównych w szybie V obniża ich wytrzymałość o ok. 16%, w związku z czym dźwigary główne w tym szybie wykazujące takie uszkodzenie mogą być bezpiecznie użytkowane, o ile ich zużycie poza obszarem perforacji nie jest większe niż 84% dopuszczalnego zużycia dźwigarów bez perforacji.

Dla dźwigarów rozporowych przyjęto natomiast, aby przed sformułowaniem schematu analizy umożliwiającej określenie wpływu perforacji ich górnych ścianek na bezpieczeństwo wykonać obliczenia dopuszczalnej siły ściskającej tych dźwigarów. Ich wyniki (rys. 7) wskazały, że perforacja górnej ścianki dźwigarów rozporowych w szybie V tak znacząco obniża ich dopuszczalną siłę ściskającą, że w obliczeniach

wytrzymałościowych zbrojenia szybu V dźwigary rozporowe z perforacją nie mogą być uważane za sztywne podpory dźwigarów głównych. Na tej podstawie przyjęto, że wpływ omawianych uszkodzeń dźwigarów rozporowych na bezpieczeństwo torów prowadzenia w szybie V można określić, gdy porówna się ze sobą współczynniki bezpieczeństwa tych torów obliczone dwojako, czyli w przypadku:

- dźwigarów rozporowych jako sztywnych podpór dźwigarów głównych, tj. gdy dźwigary rozporowe nie wykazują perforacji;
- dźwigarów głównych bez dźwigarów rozporowych, co ma miejsce wtedy, gdy dźwigary rozporowe doznały perforacji górnych ścianek.



Rys. 7. Wpływ ubytku grubości (ΔG) ścianek dźwigara rozporowego w szybie V na dopuszczalną siłę ściskającą (P_s) tego dźwigara w przypadku braku (a) lub obecności (b) perforacji jego górnej ścianki

Obliczenia porównywanych współczynników bezpieczeństwa wykonano dla każdego z torów prowadzenia w szybie V przy następujących założeniach [4–6]:

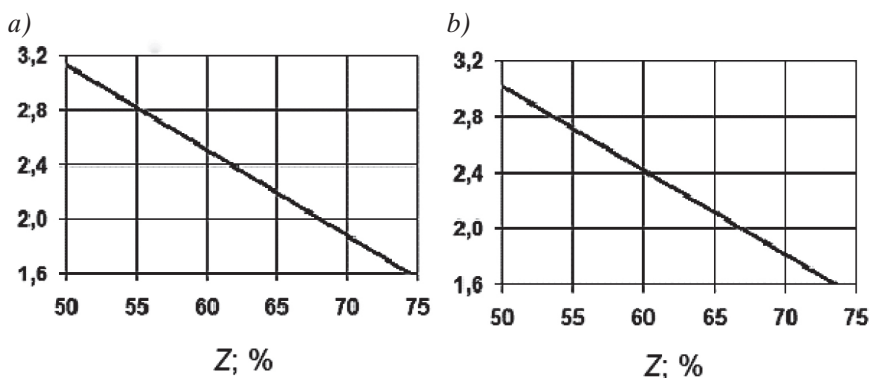
- Każdy ze współczynników bezpieczeństwa jest ilorazem wytrzymałości doraźnej R_m materiału do największego naprężenia w elementach toru prowadzenia, spowodowanego przez maksymalne siły czołowe i boczne oddziaływania naczynia wyciągowego na ten tor, w warunkach intensywnej pracy prowadnicy ślizgowej bez udziału prowadnicy tocznej, a także przez siły pionowe wynikające z tego oddziaływania oraz z ciężaru zbrojenia szybowego.
- W obliczeniach sił maksymalnych uwzględniono następujące czynniki tych sił:
 - ekstremalne odchylenia różnicowe czołowe i boczne od prostoliniowości każdego z torów prowadzenia w szybie V, określone dla torów prowadzenia skipokłatek w przedziale północnym tego szybu na bazie operatu pomiarowego [8], a dla torów prowadzenia skipów w przedziale południowym szybu na podstawie operatu pomiarowego [7];
 - aktualnie stosowane parametry eksploatacyjne poszczególnych naczyń wyciągowych w szybie V, tj. prędkość jazdy ustalonej oraz dopuszczalną ładowność;
 - parametry konstrukcyjne naczyń wyciągowych w szybie V decydujące o rozkładzie masy każdego z tych naczyń w jego konstrukcji;
 - sztywności przekrojowe na zginanie przewodników, dźwigarów głównych i elementów połączeń przewodników z dźwigarami głównymi oraz dźwigarów z obudową szybu;
 - długości zginania, które dla dźwigarów głównych z dźwigarami rozporowymi uszkodzonymi przez perforację ich górnych ścianek są znacząco większe niż w przypadku dźwigarów rozporowych bez takiej perforacji.

Jeden spośród zestawów wyników obliczeń porównywanych współczynników bezpieczeństwa przedsta-

wiono na rysunku 8. Takie zestawy wyników uzyskane dla torów prowadzenia pozostałych naczyń w tym szybie okazały się prawie identyczne, dlatego zrezygnowano z ich publikowania.

Na podstawie wyników omawianego porównania stwierdzono, że perforacje górnych ścianek dźwigarów rozporowych w szybie V nie mają znaczącego wpływu na bezpieczeństwo torów prowadzenia naczyń wyciągowych w szybie. Jest to spowodowane tym, że utrata przez dźwigar rozporowy – wskutek omawianej perforacji – zdolności do pełnienia funkcji odpowiednio sztywnej podpory dźwigara głównego powoduje zmniejszenie sztywności konstrukcyjnej dźwigara głównego jako podpory zamocowanych do niego przewodników. Skutkiem tego – w zakresie sprężystym materiału – ulegają proporcjonalnemu zmniejszeniu także maksymalne siły czołowe przejmowane przez dźwigar główny od naczyń wyciągowych. Współczynnik bezpieczeństwa toru prowadzenia nie doznaje wtedy istotnego zmniejszenia, jak również nie powiększa się istotnie ugięcie tego toru.

Równie ważne stwierdzenie wyniknęło z oceny wartości obu zmiennych występujących na wykresach z rysunku 8. Przy zużyciu ścianek przewodników i dźwigarów równym 50% początkowej grubości ich środków najmniejszy nadmiar obliczonej wartości współczynnika bezpieczeństwa torów prowadzenia naczyń wyciągowych w szybie V względem wymaganej wartości tego współczynnika wynosi bowiem ok. 67%. To stwierdzenie prowadzi do wniosku, że przy aktualnym stanie technicznym zbrojenia szybu V istnieje możliwość, aby na czas remontu tego zbrojenia utrzymać wymagane bezpieczeństwo torów prowadzenia naczyń wyciągowych przy powiększonym ponad 50% dopuszczalnym zużyciu przewodników i dźwigarów. Na tej podstawie użytkownik przedmiotowego szybu zdecydował podjąć działania w tym zakresie, zgodne z § 536 ust. 1 lit. h rozporządzenia [1] oraz z zaleceniami podanymi w publikacji [2, 11].



Rys. 8. Jeden spośród zestawów wyników obliczeń współczynników bezpieczeństwa torów prowadzenia skipokłatki południowej w szybie V, odpowiadający dźwigarom rozporowym bez (a) i z (b) perforacją ścianek, w zależności od zużycia (Z) ścianek przewodników i dźwigarów głównych

3. PODSUMOWANIE

Problem remontu zbrojenia szybu V w KWK Ruda Ruch Bielszowice Polskiej Grupy Górniczej polega na tym, że przy tradycyjnym przeprowadzaniu tego remontu należałoby w najbliższych latach znacznie ograniczyć zadania transportowe szybu, gdyż w innym przypadku liczba koniecznych wymian przewodników i dźwigarów byłaby nieosiągalna.

Mając na uwadze powyższe, zdecydowano się przeprowadzić rozeznanie merytorycznych warunków powiększenia dopuszczalnego zużycia przewodników i dźwigarów ponad 50% początkowej grubości ich środków, co umożliwiłoby zrealizowanie planów zarówno w zakresie remontu zbrojenia, jak i zadań wydobywczych szybu V.

Przeprowadzone rozeznanie wykazało, że przedmiotowe warunki można osiągnąć przez usunięcie głównej przyczyny największych sił oddziaływania naczyń wyciągowych na ich tory prowadzenia w szybie, którą są największe odchylenia od prostoliniowości ciągów przewodników powodowane przez zaniki szczelin na składaniu tych ciągów. W celu usunięcia wskazanej przyczyny podjęto w szybie stosowne prace, których przykładowy efekt pokazują rysunki 2 i 3 dotyczące wschodniego toru skipoklatki w północnym przedziale szybu V. Tym efektem jest zmniejszenie największych odchyżeń czołowych z 21 mm do 9 mm oraz największych odchyżeń bocznych z 20 mm do 7 mm. Ponieważ dla pozostałych torów prowadzenia w północnym przedziale szybu V uzyskano podobny efekt, można było – w wyniku stosownej analizy – wykazać, że przy zużyciu ścianek przewodników i dźwigarów równym 50% początkowej grubości ich środków najmniejszy nadmiar obliczonej wartości współczynnika bezpieczeństwa konstrukcji zbrojenia względem wymaganej wartości tego współczynnika wynosi ok. 67%.

Powstały zatem warunki, aby remont zbrojenia w szybie V mógł być prowadzony bez konieczności ograniczania zadań transportowych tego szybu.

Literatura

- [1] BN-78//1727-22: *Prowadniki szybowe. Prowadniki stalowe z ceowników.*

- [2] Jędruszek Ł., Potyka K.: *Sprawozdanie z wykonanych pomiarów stalowych elementów zbrojenia szybowego szybu V przedział „A” – przewodników stalowych*, Kompania Węglowa SA Oddział KWK „Bielszowice”, Ruda Śląska 2014 [praca niepublikowana].
- [3] Kiercz M.: *Doświadczenia z pomiarów sił rzeczywistych oddziaływania naczyń górniczego wyciągu szybowego na zbrojenie szybu*, „WUG Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” 2009, 8: 21–25.
- [4] Płachno M.: *Nowe metody projektowania i eksploatacyjnej kontroli zbrojenia pionowych szybów górniczych*, Monografie. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Problemy Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, nr 31, Kraków 2005.
- [5] Płachno M.: *Doświadczenia poznawcze wynikające z badań sił rzeczywistych oddziaływania naczyń wyciągowych na zbrojenie szybów górniczych*, [w:] Klich A., Kozieł A. (red.), *Transport szybowy*, ITG KOMAG, Gliwice 2013: 19–32.
- [6] *Rozporządzenie Ministra Energii dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*, Dz.U. z 2017 r., nr 1118.
- [7] *Operat pomiarowy kontrolnych pomiarów geometrii obudowy i elementów zbrojenia, prostoliniowości torów prowadzenia naczyń oraz wartości luzów między przewodnikami szybowymi a przewodnicami ślizgowymi w szybie „V” KWK „Bielszowice”*, DARTECH, Mysłowice 2016 [praca niepublikowana].
- [8] *Opracowanie wyników geometrii zbrojenia i obudowy, prostoliniowości torów prowadzenia naczyń oraz wymiarów określonych w § 545 i 558 Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. (Dz.U. 2017 poz. 1118), szybu V przedział B*, PMG SILESIA Sp z o.o., Katowice 2018 [praca niepublikowana].
- [9] Kubicki J., Polak J., Podziemski R., Ciszek W.: *Prowadnik stalowy 200. Rysunek nr 322168a*, BPG, Katowice 1978 [praca niepublikowana].
- [10] Płachno M.: *Obliczanie poziomych sił dopuszczalnych zbrojenia szybowego z dźwigarami o dużej sztywności konstrukcyjnej*, [w:] Tytko A., Wójcik M. (red.), *Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie*, Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o., Łędziny 2014: 126–137.
- [11] Szmelik P.: *Sprawozdanie z wykonanych pomiarów stalowych elementów zbrojenia szybowego szybu V*, PGG S.A. Oddział KWK Ruda Ruch Bielszowice, Ruda Śląska 2016 [praca niepublikowana].

dr hab. inż. MAREK PŁACHNO

Katedra Wytrzymałości, Zmęczenia

Materiałów i Konstrukcji

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

im. Stanisława Staszica w Krakowie

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

labniz.marek@gmail.com

dr inż. SŁAWOMIR BARANOWSKI

inż. IRENEUSZ OŚLIŹNIOK

PGG S.A. Oddział KWK Ruda

Ruch Bielszowice

ul. Halembaska 160, 41-711 Ruda Śląska

[s.baranowski, i.oslizniok]@pgg.pl