

12

WYBRANE ASPEKTY TECHNICZNE PROCESU GŁĘBIENIA I POGŁĘBIENIA SZYBÓW

12.1 WSTĘP

Przed trudnym problemem postawiły polskie górnictwo wieloletnie zaniedbania inwestycyjne. Doprowadziło to do sytuacji coraz częstszego stosowania tzw. eksploatacji podziemowej, co w opinii większości autorytetów w dziedzinie nauk górniczych nie powinno mieć miejsca z uwagi na pogorszenie warunków pracy i wzrost zagrożeń. Przyczyną tego stanu rzeczy było niewątpliwie przekonanie, iż inwestowanie w budowę nowych szybów jest czasochłonne i kosztowne i należy w jak najszerszym zakresie wykorzystywać istniejące szyby poprzez stosowanie modelu wydobywania podziemnego ewentualnie pogłębianie istniejących szybów. Jednocześnie panował i panuje błędny pogląd, iż inwestowanie w zaawansowane i nowe rozwiązania techniczne, z uwagi na ograniczony zakres inwestycji jest ekonomicznie nieuzasadnione. Stąd też stosowane dotychczas tradycyjne technologie są mało wydajne i stwarzające szereg zagrożeń, a przez to mało efektywne ekonomicznie. Dlatego proces decyzyjny należy poprzedzić analizą dostępnych środków technologicznych i technicznych. W procesie tym bardzo istotne znaczenie ma także rozpatrzenie alternatywnych rozwiązań. A takimi są głębenie nowych i pogłębianie już istniejących szybów. W artykule przedstawiono wyniki analizy metod głębenia szybów oraz środków technicznych niezbędnych do przeprowadzenia tego procesu. Zwrócono także uwagę na aspekty bezpieczeństwa związane z tymi procesami.

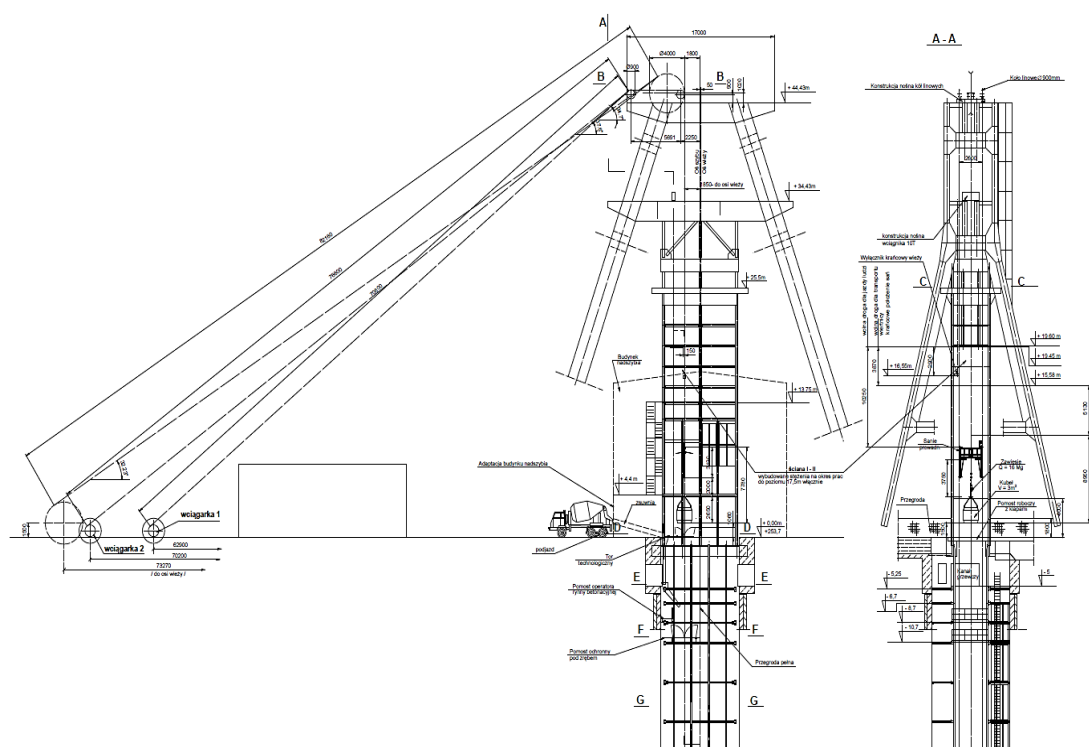
12.2 METODY GŁĘBIENIA I POGŁĘBIENIA SZYBÓW

Obecnie stosowane są metody pogłębiania szybów oparte na urabianiu materiałem wybuchowym z betonową obudową. Wyróżnić można cztery sposoby drążenia pogłębianych szybów:

- z powierzchni z odstawą urobku na powierzchnię szybu
- z powierzchni z odstawą urobku na poziom pośredni,
- z poziomu zlokalizowanego poniżej ostatniego czynnego poziomu szybu z odstawą urobku na czynny poziom,
- z poziomu zlokalizowanego poniżej ostatniego czynnego poziomu szybu z odstawą urobku za pomocą otworu wielkośrednicowego.

Podczas prac związanych z pogłębianiem szybu z powierzchni do głębokości poniżej dna szybu transport ludzi oraz materiałów na odcinku pogłębianym wykonywany jest przy pomocy specjalnie zabudowanego wyciągu szybowego (rys. 12.1), lub zaadaptowanego w tym celu wyciągu pomocniczego lub głównego, którego naczynie wyciągowe stanowi kubek

lub dotychczasowa klatka (dla potrzeb ewentualnej ewakuacji). W czasie pogłębiania szybu z powierzchni istniejąca czynna jego część, powinna być odgradzona od części pogłębianej. Warunek jest spełniany przez zastosowanie stałej przegrody zabudowanej od nadszybia do sztucznego dna lub zabudowę konstrukcji, w skład której wchodzi pomost bezpieczeństwa z otwieranymi klapami zabudowany pomiędzy poziomami i przegroda stalowa oddzielająca oba wyciągi zabudowana poniżej pomostu bezpieczeństwa do poziomu sztucznego dna. Dwa pierwsze warianty wymagają dużych nakładów finansowych (koszty materiałów, wykonania oraz montażu), a także ograniczają w trakcie pogłębiania funkcjonalność wyciągu podstawowego poprzez utrudniony dostęp do naczynia wyciągu w przypadku konieczności ewakuacji załogi zatrudnionej w szybie.

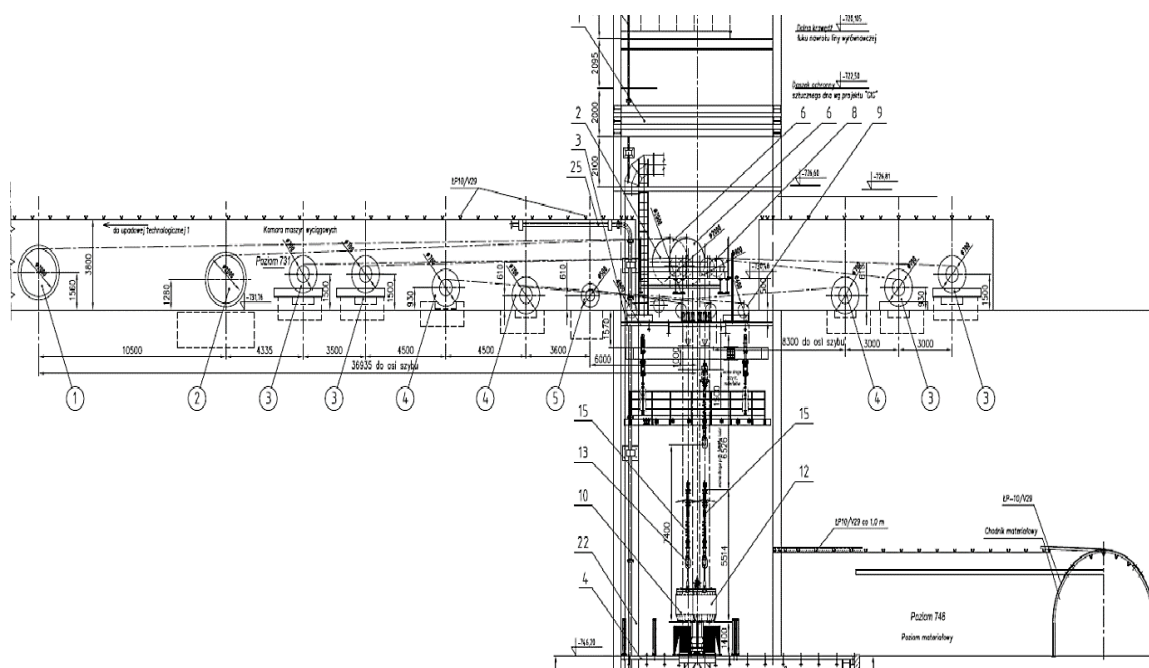


Rys. 12.1 Usytuowanie urządzeń do pogłębiania na zrębnie szybu, szyb Budryk VI JSW SA
Źródło: PPG ROW JAS Sp. z o.o.

Dla wykonania pogłębiania szybu z poziomu zlokalizowanego poniżej ostatniego czynnego poziomu koniecznym jest wykonanie szeregu wyrobisk technologicznych takich jak: upadowej technologicznej, komory maszyny wyciągowej (wraz z wnęką technologiczną dla maszyny wyciągowej), wnęk technologicznych dla kołowrotów oraz dla zabudowy węzła betonacyjnego, chodnika materiałowego, upadowej technologicznej i chodnika pod otwór wielkośrednicowy. Schemat wyrobisk i rozmieszczenie urządzeń przedstawiono na rysunku 12.2.

Konieczna jest również zabudowa pomostów technologicznych takich jak pomost kół linowych, zrębowy, roboczy z klapami przelotu kubłowego, załadunku betonu, roboczego z klapami przelotu kubłowego oraz wysypem urobku, pomost wiszący – rama napinająca, odeskowanie stalowe. Do realizacji samego procesu pogłębiania konieczna jest zabudowa maszyny wyciągowej wyciągu szybowego kubłowego, wciągarki pomocniczego wyciągu szybowego, wciągarek pomostu wiszącego – rama napinającej, wciągarek odeskowania

stalowego, kołowrotów do zawieszenia urządzeń pomocniczych takich jak ładowarki, urządzenia dla opuszczania betonu itp.



Rys. 12.2 Rozmieszczenie urządzeń do pogłębiania szybu z poziom, szymb VII KWK Jankowice PPG ROW JAS Sp. z o.o.

Beton dla wykonania obudowy opuszczany jest z powierzchni szybem na poziom w wozach o specjalnej konstrukcji. Wozy opuszczane są w piętrach klatki urządzenia wyciągowego na poziom zrębu technologicznego, skąd beton za pośrednictwem rurociągu betonacyjnego sprowadzany jest do specjalnych zbiorników betonacyjnych. W miarę postępu pogłębiania i wydłużania się drogi transportu, beton musi być poddawany powtórnemu wymieszaniu na poziomie materiałowym i podany do kubła betonacyjnego, a następnie za odeskowanie stalowe. Możliwe jest również przygotowanie betonu na dole z wcześniej zgromadzonych materiałów w węźle betonacyjnym zlokalizowanym w pobliżu zrębu technologicznego. W opisanych wyżej technologiach urabianie górotworu realizowane jest za pomocą robót strzałowych. Otwory strzałowe rozmieszczone zgodnie z metryką strzałową wiercone są z dna szybu ręcznie wiertarkami pneumatycznymi, udarowo – obrotowymi lub z wykorzystaniem specjalnych wiertnic szybowych. Po odwierceniu otworów są one ładowane materiałem wybuchowym i prowadzone są roboty strzałowe. W pierwszych dwóch sposobach pogłębiania odstawa urobku realizowana jest za pomocą zabudowanego wyciągu szybowego na powierzchnię lub czynny poziom kopalni do głównej trasy odstawy urobku kubbami urobkowymi ładowanymi na dnie szybu. Dla trzeciego sposobu urobek jest transportowany na poziom zrębu technologicznego do wysypu i dalej do głównej trasy odstawy urobku, zaś dla czwartego za pomocą otworu wielkośrednicowego grawitacyjnie na poziom niższy i dalej do głównej trasy odstawy urobku.

12.3 ANALIZA TECHNICZNA

Wadami przedstawionych w punkcie drugim metod pogłębiania szybów są:

- niskiej jakości obudowa szybu co spowodowane jest koniecznością opuszczania betonu z powierzchni lub przygotowania go na dole,
- duża liczba wyrobisk przygotowawczych i technologicznych koniecznych do udostępnienia frontu robót i koniecznością usytuowania maszyn i urządzeń oraz gromadzeniem niezbędnych materiałów,
- prowadzenie urabiania za pomocą robót strzałowych co aktywizuje zagrożenia związane z wybuchem lub zapłonem metanu,
- dezorganizacja normalnej pracy Zakładu Górniczego spowodowana koniecznością zapewnienia ciągłych dostaw kruszyw, betonu, prowadzenia robót strzałowych, wykonywania rewizji szybu itp.,

Dlatego należy rozważyć inne rozwiązania technologii i systemów mechanizacyjnych, sposobu wykonywania obudowy, które należy poddać analizom i badaniom przed przystąpieniem do prac. W tym zakresie należy więc:

- rozważyć zastosowanie rozwiązania systemów mechanicznego urabiania z wierceniem otworu pilotującego i następnym poszerzaniem otworu do średnicy wyłomu otworu szybowego lub wiercenia pełno - przekrojowego,
- zastosować rozwiązanie panelowej obudowy szybowej i układu do jej zakładania,
- dokonać optymalizacji projektu górniczego pod kątem bezpieczeństwa pracy, wprowadzenia kompleksowej mechanizacji z eliminacją zbędnych wyrobisk, maszyn i urządzeń,
- rozważyć zastosowanie rozwiązań zastępujących maszyny wyciągowe – urządzeń dźwignicowych bądź platform szybowych,
- stosować nowe systemy łączności i sygnalizacji z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń informatycznych do transmisji danych,

12.3.1 Nowoczesne systemy urabiające

W KWK Pniówek zastosowano nowy sposób budowy zbiornika retencyjnego. Do dźwignia wyrobiska pionowego został wykorzystany kombajn chodnikowy (rys. 12.3), specjalnie zmodyfikowany do urabiania dna zbiornika. Miało to na celu eliminację robót strzałowych, które tradycyjnie są stosowane przy budowie lub pogłębianiu wyrobisk pionowych. Metody standardowe przy wykonywaniu wyrobisk pionowych polegają na wykonywaniu kilku metrów wyłomu za pomocą robót strzałowych, wybieraniu urobku i stawianiu obudowy betonowej lub murowej. Zastosowanie urabiania mechanicznego zapewniło, iż nie naruszono konstrukcji już istniejącego zbiornika.

Współpracując z firmą wydobywcą Rio Tinto, firma Herrenknecht opracowała maszynę (rys 12.4) do głębinia szybów (SBM) [1]. Maszyna ta może głębić szyby do 12 metrów średnicy w skale o różnych parametrach wytrzymałościowych do głębokości 2000 metrów. W pierwszym etapie tarcza tnąca wnika w skałę jak piła tarczowa, tworząc szczelinę o głębokości 1,5 metra. W drugim kroku obraca się wokół pionowej osi maszyny, aby wyciąć cały profil szybu. W ten sposób koło tnące nie tylko rozluźnia skałę, ale także służy jako element załadowniczy, które transportuje urobek przez kanały do środka. Tam urobek jest przenoszony do pionowego przenośnika taśmowego, który transportuje go do punktu załadowniczego.



Rys. 12.3 Kombajn urabiający, przy budowie zbiornika retencyjnego KWK Pniówek



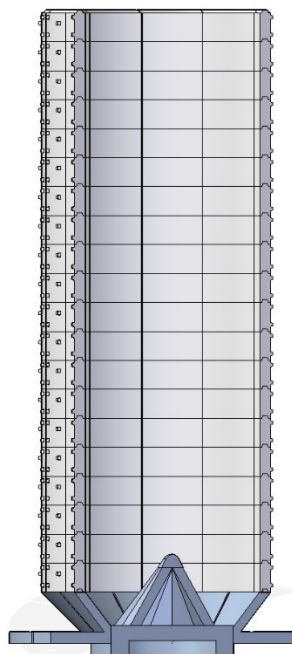
Rys. 12.4 Widok głowicy urabiającej firmy Herrenknecht SBM

Prezentowane przykłady stanowią alternatywne rozwiązania w stosunku do tradycyjnych metod głębienia wyrobisk pionowych.

12.3.2 Obudowy szybowe nowej generacji

Dotychczas w budownictwie podziemnym stosowane są obudowy monolityczne wykonywane z cegły lub betonitów (murowane), albo z betonu lub żelbetu. W polskim górnictwie najczęściej stosowana jest obudowa betonowa, której podstawową wadą jest jej niska wytrzymałość na rozciąganie betonu oraz niskie parametry wytrzymałościowe związane z niekorzystnymi warunkami jej wznoszenia występującymi w trakcie drążenia. W praktyce górniczej betonowanie odbywa się w przodku wyrobiska, a więc w warunkach

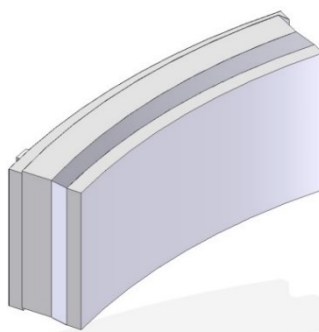
niekorzystnych dla dojrzewania betonu zwłaszcza przy pogłębieniu szybu. Powoduje to obniżenie trwałości obudowy betonowej w odniesieniu do podobnych konstrukcji budowanych np. w budownictwie przemysłowym. Jednym ze sposobów wyeliminowania tych wad jest zastosowanie betonowej obudowy prefabrykowanej sprężonej. JSW SA podjęła próby zastosowania elementów prefabrykowanych, przygotowywanych w znacznie korzystniejszych warunkach czego przykładem jest realizacja zbiornika retencyjnego nr II poziom 830 m KWK Pniówek (rys. 12.5).



Rys. 12.5 Schemat obudowy zbiornika z prefabrykowanych paneli betonowych

Źródło: [2, 3]

Zaproponowane rozwiązanie pozwala na ograniczenie wad i niedogodności znanych rozwiązań, a także zwiększenie nośności obudowy i jej odporności na nierównomierny rozkład obciążeń. Obudowa ta wykonana jest w sposób modułowy z pojedynczych paneli (rys. 12.6), z zastosowaniem dodatkowych sprężeń między poszczególnymi modułami zarówno w osi pionowej jak i poziomej, co stanowi implementację rozwiązań dla budownictwa mostowego. Obudowa ta wykorzystana może być do wznoszenia obudowy szybowej, obudowy podziemnych zbiorników węgla.

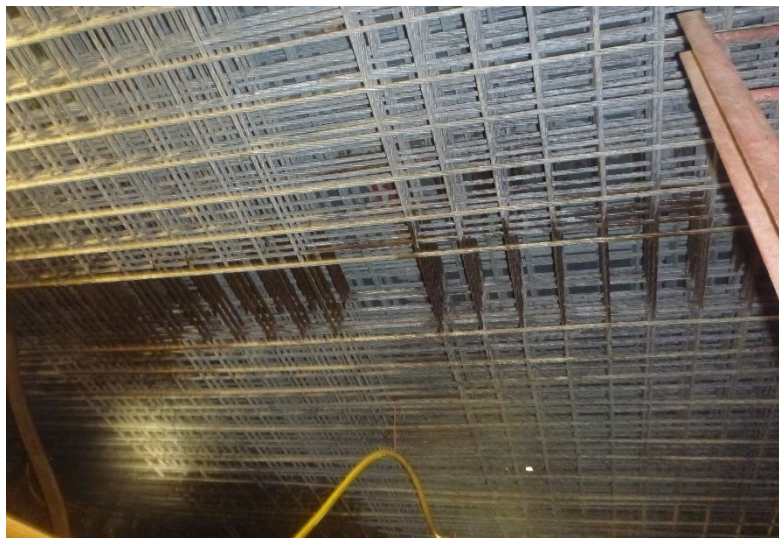


Rys. 12.6 Pojedynczy panel obudowy modułowej

Źródło: [3]

12.3.3 Bezpieczeństwo pracy

Podczas realizacji tak ważnego zadania inwestycyjnego, jakim jest budowa szybu, należy pamiętać, że przy udostępnianiu niższych poziomów szybu należy zapewnić płynny transport bez konieczności zatrzymywania czynnych szybów na czas pogłębiania. Dlatego należy dążyć do zapewnienia takich sposobów zabezpieczenia, które w sposób pewny i bezpieczny realizowałyby swoje zadania. Zatrudniona przy pogłębianiu załoga musi być zabezpieczona tak zwanym sztucznym dnem szybu, które zabezpiecza ją przed spadającymi z góry czynnej partii szybu przedmiotami. Konstrukcja sztucznego dna szybu musi spełniać wymagania [3]. Na rysunku 12.7 przedstawiono nowy typ pomostu sztucznego dna dla zabezpieczenia załogi pracującej poniżej czynnego poziomu. Rozwiązanie to zostało zastosowane przy pogłębianiu szybu VIII KWK Jankowice [4]. Pomost wykonany w postaci membrany strunowej zabudowany na głębokości 724 m zabezpiecza załogę przed spadającym ciężarem 18,5 Mg



Rys. 12.7 Schemat ułożenia strun w pokładzie dna szybowego

12.3.4 Urządzenia transportu pionowego

Obecnie jednym z większych kosztów w procesie inwestycyjnym jakim jest głębinie lub pogłębianie szybów jest wyposażenie w urządzenia transportu pionowego. Dlatego należy szukać alternatywnych rozwiązań, które będą realizować transport osób i materiałów czy też rozważyć możliwości zastosowania platform szybowych do prac w wyrobisku pionowym jakim jest szyb czy zbiornik. Istnieje możliwość stosowania urządzeń transportowych specjalnych – urządzeń dźwignicowych, pozwalających na realizację układu transportu i prac szybowych. urządzenie pomocnicze, które są nieznacznie obwarowane wymaganiami prawnymi w przeciwieństwie do wymagań stawianych przez rozporządzenie górniczym wyciągom szybowym.

Rozwiązania takie zostały przedstawione w pracy [5]. Są nimi np. GEDA SH2000 (rys. 12.8), czy urządzenia dostępne (rys. 12.9). Zdaniem Autora, rozwiązania te przyczynią się do zmniejszenia energochłonności procesu, poprawy bezpieczeństwa oraz komfortu pracy załogi.



Rys. 12.8 Urządzenie typu GEDA SH2000

Źródło: [6]



Rys. 12.9 Widok urządzenia dostępowego

Źródło: [7]

12.3.5 Konstrukcje zbrojenia szybowego

Tradycyjne zbrojenie szybowe wykonane jest z profili walcowanych wykonanych techniką spawalniczą. Zbrojenie szybowe narażone jest na negatywne działania wód kopalnianych. W przestrzeni szybu kopalnianego występują agresywne czynniki wpływające na rozwój korozji metali i elementów betonowych. Określone zgodnie z normą PN-EN ISO 12944-5:2009 środowisko korozyjne szybu posiada kategorię C5-I (korozyjność b. silna) „Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze”. Dlatego przy projektowaniu zbrojenia szybowego dla szybów pogłębianych należy stosować profile walcowane celem eliminacji procesu spawania wykonanych ze stali CORTEN B czy stali S355J2W o podniesionej odporności na działanie korozyjne. W przypadku głębinienia szybów nowych należy rozważyć możliwość zastosowania prowadzenia linowego, prostszego pod względem konstrukcyjnym i wymagającego niższych nakładów finansowych. Prowadzenie linowe jest szeroko stosowane w świecie, w Polsce głównie stosowane jest w kopalniach

KGHM Polska Miedź SA, np. szyb SG-1, SG-2 PIII. Szyby te są różnego przeznaczenia, tj. skipowe czy materiałowo zjazdowe. Zaletą linowego prowadzenia naczyń jest zachowanie prostoliniowego i elastycznego toru prowadzenia na całej głębokości szybu [8], z możliwością dokonania szybkiej korekty ustawiania. Przy budowie nowych szybów należy od razu przewidzieć przyszłe wybieranie węgla w rejonie filarów ochronnych. Główną zaletą tego typu prowadzenia naczyń wyciągowych jest możliwość stosowania w szybach z przewidzianą eksploatacją filarów ochronnych. Zasady projektowania prowadzenia linowego zostały określone w wytycznych Ministerstwa Górnictwa [9].

12.4 WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Obecna sytuacja górnictwa wymaga prowadzenia szerokiego zakresu inwestycji. Jednak koszt ich prowadzenia musi być kosztem optymalnym zarówno w odniesieniu do ceny, jak i możliwości korzystania z nich w przyszłości. Przed JSW SA stoją nowe zadania inwestycyjne, jak chociażby pogłębianie szybu IV KWK Pniówek do poziomu 830 m, czy pogłębianie szybu III do poziomu 1000 m. Realizacja tych inwestycji uprości sieć wentylacyjną, ale przede wszystkim poprawi transport. W kolejce czekają następne inwestycje. Jastrzębska Spółka Węglowa w strategii na lata 2018-2030 chce skoncentrować się na wydobywaniu węgla koksowego dającego najlepsze marże, wykorzystać aktualną dobrą sytuację na rynku światowym i zapewnić warunki do stabilnego rozwoju w warunkach zmiennej koniunktury. Wiąże się to z prowadzeniem szerokiego frontu inwestycyjnego w zakresie udostępniania niższych pokładów i pogłębianiem szybów. Z przeprowadzonej analizy wynika, że krajowe rozwiązania w zakresie robót w wyrobiskach pionowych są na najwyższym światowym poziomie i należy z nich korzystać. Dlatego każdy proces inwestycyjny, w tym obszarze powinien zostać poprzedzony procesem decyzyjnym w zakresie wyboru:

- właściwej technologii wykonania robót,
- optymalizacji zakresu niezbędnych robót górniczych,
- optymalizacji ilości i rodzaju stosowanego sprzętu,
- właściwych rozwiązań technicznych wyposażenia nowych wyrobisk.

Proces ten będzie miał na celu ograniczenia kosztów realizacji zadań inwestycyjnych, a nowo powstałym szybom zapewnienia wysokich standardów dotyczących ich trwałości, niezawodności i energooszczędności.

LITERATURA

1. <https://www.herrenknecht.com/en/products/core-products/mining/shaft-boring-machine-sbm.html>.
2. Stawinoga M., Szot M., Szymała J Trzcionka T. "Zastosowanie sprężonej obudowy betonowej nowej generacji w budownictwie podziemnym na przykładzie zbiornika retencyjnego"
3. Projekt koncepcyjny obudowy panelowej zbiornika retencyjnego nr II poziom 830 m KWK Pniówek. GIG Katowice.
4. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych.
5. Gospodarczyk P., Stopka G., Szot Ł., Szot M.: Innowacyjne rozwiązanie sztucznego dna szybu dla kopalni Jankowice. Prz. Gór. 2016 nr 6 s. 78-84.
6. Olszewski J., Fiutka L., Ratuszny K., Marchewka A., Kamiński P. Systemy transportu w wyrobisku pionowym z zastosowaniem urządzeń transportowych specjalnych urządzeń dźwignicowych oraz platform szybowych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe 2017, nr 1, s. 1-15.
7. <http://www.altus.pl/0,124,61,winda-inspekcyjna-serwisowa-geda-sh>.

8. <http://www.dzwigi-towarowe.com>.
9. Bura L. Prowadzenie linowe naczyń wyciągowych w szybach w czasie eksploatacji ich filarów ochronnych. Prace GIG Katowice 1975 nr 657
10. Wytyczne MGIE, GIG Zasady projektowania, wykonania i eksploatacji linowego prowadzenia naczyń wyciągowych w szybach kopalnianych przemysłu węglowego. GIG 1972.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 05.2018

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 07.2018

WYBRANE ASPEKTY TECHNICZNE PROCESU GŁĘBIENIA I POGŁĘBIENIA SZYBÓW

Streszczenie: Ze względu na konieczność eksploatacji pokładów zalegających na coraz większych głębokościach istnieje konieczność rozwiązania problemu dostępu do tych złóż. Ograniczenia inwestycyjne w branży spowodowały, że wiele kopalń decyduje się na prowadzenie eksploatacji podziemnej. Zasadnym wydaje się jednak rozważenie możliwości tradycyjnego rozwiązania tego problemu, czyli budowy nowych szybów, lub/i pogłębiania już istniejących. Każde z wymienionych rozwiązań ma swoje zalety i wady. W artykule przedstawiono wybrane aspekty techniczne procesu głębiania i pogłębiania szybów. Założono bowiem, że rozwiązanie to w wielu przypadkach jest znacznie bardziej opłacalne niż eksploatacja podziemna. Omówiono stosowane obecnie metody głębiania szybów, z uwzględnieniem nowoczesnych systemów urabiających, transportowych, obudowy szybowej oraz bezpieczeństwa tego procesu. Celem prezentowanego materiału jest przekonanie, że przy obecnym stanie techniki, budowa nowych szybów i pogłębianie już istniejących ma sens ekonomiczny i techniczny.

Słowa kluczowe: eksploatacja górnicza, głębianie szybów, pogłębianie szybów, wyposażenie techniczne

CHOSEN TECHNICAL ASPECTS OF SHAFT DEEPENING PROCESS

Abstract: Due to a necessity of exploitation of seam laying at greater depths there is a need of resolving a problem of gaining access to those deposits. Limiting of investments in the industry has led many of the mines to conduct sublevel mining. However, it seems reasonable to consider a possibility of a traditional solution to this problem, which is sinking new shafts or deepening existing ones. All of the presented solutions have their pros and cons. The article presents chosen technical aspects of sinking and deepening mine shafts. It was assumed, that this solution is in many cases much more profitable than sublevel exploitation. Currently employed methods of shaft deepening, along with coal shearing and transport systems, shaft reinforcement and safety of this process were discussed. Aim of the presented work is to reason that in current state of technology sinking new shafts and deepening existing ones makes sense economically and technically.

Key words: Mining exploitation, shaft deepening, shaft sinking, technical equipment

Robert Ostrowski

Jatrębska Spółka Węglowa S.A.

Aleja Jana Pawła II 4, 44-330 Jastrzębie-Zdrój, Polska

e-mail: ostrowskir25@gmail.com