

Zmiana technologii składowania odpadów w procesie rozbudowy Obiektu Unieszkodliwiania Odpadów Wydobywczych Żelazny Most

Dr inż. Paweł Stefanek – KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakład Hydrotechniczny, Rudna

Dr inż. Krzysztof Wrzosek – Politechnika Warszawska / DHV HYDROPROJEKT Sp. z o.o., Warszawa

Budowę Obiektu Unieszkodliwiania Odpadów Wydobywczych (OUOW) Żelazny Most (ŻM) rozpoczęto w 1973 roku. O lokalizacji Obiektu zdecydowało jego pozostawanie poza obszarem eksploatacji górniczej. W odróżnieniu od wcześniej używanego OUOW Gilów OUOW Żelazny Most nie był narażony na bezpośrednie wpływy górnicze, a także nie wpływał ograniczająco na prowadzenie robót pod ziemią. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na decyzję o jego lokalizacji była bliskość do Zakładów Wzbogacania Rudy. Obiekt zlokalizowano na obszarze charakteryzującym się wyjątkowo trudnymi warunkami geologicznymi, geotechnicznymi, a także hydrotechnicznymi. Ponad połowa zapór jest posadowiona na wychodniach iłów trzeciorzędowych tworzących strukturę w postaci łusek glaciektonicznych nasuniętych na osady plejstocenu.

Pierwsze odpady z flotacji rud miedzi przesłano na OUOW ŻM w lutym 1977 roku. Do 1980 roku, równocześnie z OUOW ŻM, funkcjonował OUOW Gilów. W trakcie projektowania OUOW ŻM korzystano z doświadczeń zdobytych na wcześniej używanym obiekcie. Podstawowe różnice, jakie wprowadzono przy projektowaniu nowego obiektu, to selektywny system rozprowadzania odpadów, tj. umieszczenie odpadów o charakterze piaszczystym na obwodzie składowiska celem budowy zapór oraz wprowadzenie odpadów drobnoziarnistych do wnętrza

Obiektu. Wpływa to dodatkowo na uszczelnianie dna. Na rys. 1 pokazano OUOW ŻM zgodnie z jego obecnym stanem.

W zakładach górniczych KGHM Polska Miedź S.A. zlokalizowanych w Polsce ruda jest wydobywana w trzech kopalniach: Zakłady Górnicze Lubin, Zakłady Górnicze Polkowice-Sieroszowice oraz Zakłady Górnicze Rudna. Zdolności przerobcze kopalń wraz z Zakładami Wzbogacania Rudy (ZWR) wynoszą obecnie około 30 Mg rudy na rokoło. Po przejściu procesu flotacji powstają odpady w ilości wagowej odpowiadającej około 96% urobku, które przy użyciu hydrotransportu są przenoszone na OUOW Żelazny Most [7].

OUOW ŻM jest jedynym miejscem na terenie Zagłębia Miedziowego, na którym są deponowane obecnie odpady z produkcji miedzi. Sprawia to, że jest on kluczowym ogniwem w produkcji koncentratu miedziowego. Zgodnie z obowiązującym pozwoleniem zintegrowanym i decyzją o pozwoleniu na budowę może być rozbudowywany i eksploatowany do maksymalnej rzędnej 180 m n.p.m. korony zapór. Na podstawie prognoz produkcji przewiduje się, że poziom ten będzie osiągnięty w połowie 2016 roku, co odpowiadać będzie pojemności 620 mln m³. Przy obecnej objętości odpadów, przekraczającej 550 mln m³, jest konieczne poszukiwanie nowych możliwości składowania odpadów.



Rys. 1. Widok na OUOW Żelazny Most (fot. archiwum KGHM O/ZH)

OBECNIE STOSOWANA TECHNOLOGIA TRANSPORTU I SKŁADOWANIA ODPADÓW

Transport odpadów z Zakładów Wzbogacania Rudy (ZWR) odbywa się przy wykorzystaniu rurociągów magistralnych, które doprowadzają odpad do rurociągów namywających ułożonych na koronach zapór. Rurociągi namywające, o długości około 1300 m i średnicy wewnętrznej ϕ 800 mm z zainstalowanymi króćcami zrzutowymi ϕ 200 mm, są podzielone na 26 sekcji (długość sekcji około 500 m). Operacja deponowania odpadów z wykorzystaniem tej instalacji jest nazywana namywaniem sekcji (rys. 2). Podczas prowadzonego namywu sekcji dochodzi do grawitacyjnego spływu odpadów do środka obiektu, a w jego trakcie frakcja gruboziarnista osadza się w pasie najbliższym koronie zapory, co doprowadza do tworzenia się tak zwanych „plaż”. Frakcja drobnoziarnista wraz z wodą, która nie przefiltrowała przez plażę, spływa do akwenu znajdującego się w centralnej części obiektu. Czas prowadzenia namywu na jednej sekcji nie przekracza zwykle okresu 3 tygodni, co doprowadza do osadzenia się kilkudziesięciocentymetrowej warstwy odpadów. Po przeprowadzonym namywie sekcję wyłącza się z użytkowania na okres 3 ÷ 6 tygodni w celu umożliwienia odpływu nadmiaru wody. Po tym czasie namyw może być prowadzony ponownie. Po przyroście poziomu odpadów o około 2,5 m instalacja rozpraszająca odpady jest demontowana i podnoszona. Cykl powtarza się po zakończonej pracy.

Odpady drobnoziarniste, które są sklasyfikowane jako materiał nie nadający się do nadbudowy zapór, takie, w których dominują łupki oraz skały węglanowe, są odprowadzane bezpośrednio do akwenu przy wykorzystaniu rurociągów umieszczonych na pirsach.

Odpady drobnoziarniste, które dostają się do akwenu znajdującego się w centralnej części zbiornika, sedymentują, uszczelniając dno. Wyklarowana woda jest ujmowana za pomocą lewarów umieszczonych w wieżach ujęciowych, a także za pomocą ujęcia pływającego – rozwiązanie mające na celu doprowadzenie do uzyskania wyższej czystości wody zwrotnej. Woda, która trafi do wieży ujęciowej za pomocą instalacji ułożonej na dnie zbiornika, jest transportowana do pompowni, skąd trafia z powrotem do Zakładu Wzbogacania Rudy. Cykl powtarza się [7].

ROZBUDOWA OUOW ŻM

Przy utrzymaniu bieżącej produkcji na obecnym poziomie oszacowano, że możliwości składowania odpadów na OUOW ŻM zgodnie z pozwoleniami skończą się do około połowy 2016 roku. Taki stan rzeczy stworzył konieczność poszukiwania nowego rozwiązania, które miałyby na celu utrzymanie możliwości składowania odpadów, a tym samym kontynuację działalności gospodarczej KGHM Polska Miedź S.A. W związku z koniecznością podjęcia decyzji o dalszych kierunkach rozwoju KGHM Polska Miedź S.A. zleciło wykonanie szeregu badań i ekspertyz. W trakcie procesu brano pod uwagę czynniki redukujące wpływ odpadów na środowisko naturalne, a także czynniki ekonomiczne.

Zgodnie z prognozą produkcji poszukiwano rozwiązania mającego zapewnić składowanie odpadów do roku 2042, co wymagało przygotowania dodatkowej pojemności na poziomie 340 mln m³.

Jako najbardziej korzystny wariant wybrano przygotowanie pod względem formalno-prawnym Obiektu Głównego do roz-



Rys. 2. Namywanie sekcji na OUOW Żelazny Most (fot. archiwum KGHM O/ZH)

OUOW ŻELAZNY MOST ETAPOWANIE PRAC BUDOWLANYCH



Rys. 3. Koncepcja rozbudowy OUOW Żelazny Most powyżej rzędnej 180 m n.p.m. Sposób deponowania odpadów [5]

budowy do rzędnej 195 m n.p.m., a także rozbudowę obiektu od strony południowej – budowa tak zwanej „Kwatery Południowej” (rys. 3). Dodatkowo zdecydowano się wprowadzić bardzo duże zmiany w stosowanej technologii.

Ze względu na to, że powierzchnia przeznaczona pod budowę Kwatery Południowej stanowi tylko 40% obszaru zajmowanego przez Obiekt Główny, nie będzie możliwości, aby z wykorzystaniem obecnej technologii kierować cały strumień opadów tylko do Kwatery Południowej. Jest to związane ze zbyt szybkim tempem przyrostu odpadów i komplikacjami natury organizacyjnej i eksploatacyjnej. Ograniczona powierzchnia nie pozwoli również na odpowiednie klarowanie wody. Obecna technologia wymagałaby jednoczesnej pracy obu obiektów. Głównym celem zastosowania nowej technologii jest uelastycznienie sposobu deponowania i wytworzenie pojemności rezerwowej, niezwykle ważnej w procesie produkcji miedzi, ponieważ, jak już wspomniano, nie ma możliwości deponowania odpadów poza OUOW Żelazny Most. Również na Obiekcie Głównym dotychczasowy sposób deponowania odpadów „na mokro” ma być stopniowo zastąpiony deponowaniem odpadów w postaci zagęszczanej.

W wyniku przeprowadzonych prac studialnych i koncepcyjnych jako rozwiązanie zaproponowano budowę instalacji segregacji i zagęszczania odpadów do konsystencji pasty, która będzie mogła zamiennie obsługiwać Obiekt Główny oraz Kwaterę Południową.

Zgodnie z założeniami projektowymi Kwaterna Południowa będzie zlokalizowana na przedpolu zapory Obiektu głównego w gminach Rudna i Polkowice. Według założeń projektowych obszar stopy KP będzie wynosić około 620 ha, dodatkowo Kwaterę będzie otaczać pas z przeznaczeniem na umieszczenie niezbędnej infrastruktury, co w sumie da około 750 ha. Przy docelowej rzędnej korony zapór 195 m n.p.m. szacuje się uży-

skanie objętości na poziomie 176 mln m³. Teren, na którym jest planowana budowa Kwatery Południowej, stanowią zasadniczo lasy [3].

ZMIANA TECHNOLOGII

Zastosowanie technologii deponowania odpadów w postaci odpadów zagęszczonych wiąże się z koniecznością zastosowania odpowiedniej infrastruktury. Praktycznie żadne z urządzeń i instalacji stosowanych przy deponowaniu odpadów „na mokro” nie nadaje się do zastosowania odpadów zagęszczonych.

Podstawowym i najważniejszym elementem całego układu odpowiedzialnego za zagęszczenie odpadów jest zagęszczacz lub grupa zagęszczaczy – urządzenie, w którym dochodzi do zagęszczenia wpływającego szlamu. Urządzenie jest odpowiedzialne za uzyskanie pożądanej zawartości cząstek stałych w odpadzie. Przebieg procesu powinien zapewniać uzyskanie maksymalnego zagęszczenia odpadów przy maksymalnej czystości wody w górnej części urządzenia.

Zagęszczacz składa się z radialnego zbiornika. Jego rozmiary wahają się od kilku do nawet kilkudziesięciu metrów. Wewnątrz zbiornika porusza się kratownica mająca oparcie na kolumnie zlokalizowanej w osi obiektu, która z drugiej strony jest oparta na ścianach. Kratownica, ze specjalnie umieszczonymi łopatkami w jej dolnej części, ma za zadanie transportowanie odpadu do środka dna urządzenia, skąd specjalnym otworem jest przekazywany dalej. W zagęszczaczu dochodzi do mieszania dostarczonych szlamów odpadowych z flokulantami, tj. specjalnymi preparatami chemicznymi, powodującymi przyspieszenie procesu kłaczkowania roztworu koloidowego. Dodatkowym elementem instalacji są hydrocyklony odpowiedzialne za wstępną segregację na frakcje grubo i drobnoziarnistą. Przewiduje się, że z frakcji gruboziarnistej pozyskanej na hydrocyklonach będą

budowane zapory oraz plaże nowo budowanego obiektu. Zakłada się, że instalacja zagęszczania - Stacja Segregacji i Zagęszczania odpadów (SSiZ) - będzie zlokalizowana na koronie zapór obiektu głównego na wysokości około 180 m n.p.m. Instalacja będzie zaprojektowana tak, by dawała możliwość dostarczania zagęszczonych odpadów zarówno na teren Obiektu Głównego, jak i do Kwatery Południowej.

Stosowanie zagęszczania odpadów wymaga zastosowania wielu nowych urządzeń. Jedną z takich zmian jest konieczność zmiany rodzaju stosowanych pomp. O ile przy szlamach o małej zawartości części stałych jest możliwe stosowanie pomp wirowych, o tyle przy pompowaniu odpadów zagęszczonych jest konieczne stosowanie pomp tłokowych.

Zagęszczenie odpadów wymaga również zaprojektowanie i wykonanie nowej instalacji rozprowadzającej odpady. Nowe rurociągi z jednej strony będą miały mniejsze średnice, jednak z drugiej strony wzrosną znacznie ciśnienia wewnętrzne.

KORZYŚCI PŁYNĄCE Z NOWYCH KIERUNKÓW ROZWOJU

Zgodnie z przeprowadzonymi analizami przewiduje się, że zmiana technologii wpłynie bardzo korzystnie na otoczenie OUOW Żelazny Most. Deponowanie odpadów w postaci zagęszczonej przyniesie korzyści nie tylko środowisku, ale także mieszkańcom okolicznych terenów.

W wyniku prowadzonych badań ustalono, że dalsze podnoszenie poziomu zapór przy zastosowaniu obecnej technologii może mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo obiektu. Opinię taką wysunęto na podstawie danych z pomiarów geodezyjnych (repery powierzchniowe i inklinometry), piezometrycznych (piezometry otwarte i przetworniki ciśnienia) oraz nowych informacji o budowie podłoża uzyskanych na podstawie głębokich otworów wiertniczych i późniejszych badań laboratoryjnych pobranych próbek gruntów. Wyniki pomiarów i obserwacji wskazują na to, że może dochodzić do przemieszczeń poziomych w głębokich warstwach zalegających pod zaporami. Dodatkowo sytuację komplikuje fakt występowania wysokich ciśnień wody w porach ilów plicieńskich oraz soczewkach, co, jak wiadomo, ma niekorzystny wpływ na stateczność zapory [8].

W przypadku stosowania technologii odpadów zagęszczonych ważnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo obiektu jest znaczne ograniczenie kubatury wody zmagazynowanej w centralnej jego części. Przewiduje się, że możliwe ilości występującej wody będą kilkukrotnie mniejsze niż w przypadku stosowania technologii tradycyjnej, a kubatura zbiornika mogłaby być ograniczona tylko do zagospodarowania wód opadowych, które jak wiadomo pojawiają się okresowo. Analiza dotychczasowych katastrof dowodzi, że to właśnie akwen znajdujący się na obiekcie był najczęstszym powodem powstawania szkód [2].

Redukcja kubatury wody gromadzonej na tak dużej wysokości stanowi redukcję lub całkowitą eliminację zagrożenia dla ludzi i terenów przyległych w przypadku poważnej awarii.

W Zakładzie Hydrotechnicznym są czynione bardzo duże starania w celu redukcji powstawania pylenia, które, w przypadku wystąpienia niekorzystnych wiatrów, może stać się

uciążliwym zjawiskiem dla mieszkańców okolicznych gmin. Dodatkowym narzędziem, oprócz stosowanych do tej pory metod, tj. deszczowania, kurtyn wodnych, stabilizacji przy użyciu emulsji asfaltowych oraz rekultywacji biologicznej, będzie możliwość kontrolowania ilości frakcji pylastej, która trafiać będzie na plażę obiektu. Będzie to możliwe poprzez odpowiednią kalibrację SSiZ tak, by ograniczyć lub wyeliminować możliwość dostawiania się frakcji pylastej do stref, które ulegają przesuszeniu.

Na całym świecie kładzie się szczególnie duży nacisk, by firmy górnicze, jako tymczasowi użytkownicy terenu, po zakończonej działalności pozostawiali po sobie obszary mogące być wykorzystane w bezpieczny sposób w celach nie górniczych. Rekultywacja terenu to czynność bardzo czasochłonna i kosztowna. Warunkiem dobrze wykonanej rekultywacji jest wyeliminowanie możliwości wywierania negatywnego wpływu przez obiekt na otaczające go środowisko. Rekultywacja powinna być przeprowadzona tak, by obiekt charakteryzował się długoterminową statecznością, nie stwarzał zagrożenia dla ludzi ani zwierząt, a także, by nie dochodziło do emisji szkodliwych substancji do środowiska.

Przeprowadzenie skutecznej rekultywacji stało się na świecie na tyle istotną kwestią, że wiele rządów oraz społeczności lokalnych wymaga tworzenia specjalnych rezerw, pozwalających na pokrycie kosztów rekultywacji po zakończonej działalności. Takiego rodzaju zabezpieczenia są wymagane powszechnie w Kanadzie, Australii, Japonii, Południowej Afryce i wielu innych krajach.

Ze względu na niższe koszty, a także potencjalnie niższe zagrożenia związane z rekultywacją obiektów, na których składowane były odpady w postaci zagęszczonej, technologia ta jest preferowana przez zainteresowanych.

Dodatkowo czynnikiem przemawiającym za stosowaniem technologii zagęszczania odpadów jest fakt, że ze względu na większą gęstość odpady zajmują mniejszą powierzchnię, w związku z czym wywierają mniejszy wpływ na obszary sąsiadujące. O ile deponowanie odpadów „na mokro” jest o wiele tańsze, to późniejsza rekultywacja wykazuje znaczną redukcję kosztów przy odpadach zagęszczonych [6].

Jak już wspomniano, odpad z ZWR jest przenoszony za pomocą hydrotransportu. Woda pochodzi z kopalń, gdzie dochodzi do intensywnego odwadniania górotworu w celu zapewnienia możliwości prowadzenia eksploatacji górniczej. Wody kopalniane z zakładów górniczych należących do KGHM Polska Miedź S.A. charakteryzują się dużym zasoleniem. W związku z tym, że odpad jest składowany w technologii „na mokro”, dochodzi do częstego przedostawiania się wód na przedpola obiektu. W celu ograniczenia tego negatywnego zjawiska w Zakładzie Hydrotechnicznym stosuje się szereg drenaży: drenaż pierścieniowy, drenaże poziome stopy zapory podstawowej, rowy opaskowe, a także barierę drenażu pionowego. Zgodnie z przewidywaniami związanymi ze zmianą technologii szacuje się, że dojdzie do znacznego ograniczenia, a możliwe, że nawet do wyeliminowania zjawiska [5]. Z doświadczeń pozyskanych na podobnych obiektach można wnioskować, że jedyna możliwość powstania zanieczyszczenia z obiektu, gdzie odpad jest składowany w postaci zagęszczonej, istnieje w wyniku ługowania soli przez infiltrację wód opadowych [1].

Zastosowanie technologii odpadów zagęszczonych spowoduje prawie całkowitą eliminację zalegania wolnej wody na czasy obiektu, a tym samym – przyczyni się to do ograniczenia odwodnienia, głównie do odprowadzania wody deszczowej oraz nieznacznych ilości wody odciekowej z konsolidacji pasty.

PODSUMOWANIE

Wszystkie opisane czynniki wpływają na to, że w przypadku zastosowania nowej technologii będzie wyeliminowane praktycznie całkowicie zagrożenie dla okolicznych mieszkańców w przypadku powstania katastrofy. Ewentualna utrata stateczności zapór będzie miała raczej charakter awarii o zasięgu lokalnym ograniczonym do kilkudziesięciu metrów od stopy zapory. Ze względu na złożoność zjawiska zagęszczania odpadów a dużej wrażliwości na czynniki zewnętrzne dokładne, określenie parametrów, jakie będzie miał uzyskany materiał na podstawie analizy teoretycznej, nie jest możliwe. Obecnie trwają badania laboratoryjne, które dokładnie określą ilościowe korzyści płynące ze zmiany technologii deponowania odpadów w postaci zagęszczonej, w tym do konsystencji pasty.

LITERATURA

1. BHP Billiton: Tailings storage facility design report, 2009.
2. David M Chambers, Bretwood Higman: Long term risks of tailings dam failure, <http://www.csp2.org/technical-reports>, 2011.
3. DHV Hydroprojekt: Rozbudowa obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych Żelazny Most Kwaterna Południowa – projekt budowlany wstępny tom I – projekt zagospodarowania terenu z częścią ogólną.
4. DHV Hydroprojekt: Obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych Żelazny Most. Instrukcja eksploatacji do rz. 180.00 m npm. Część I – Ogólna, 2012.
5. DHV Hydroprojekt: Kwaterna południowa- projekt budowlany wstępny, 2013.
6. Jewell R. J., Fourie A. B.: Paste and thickened tailings – A Guide „Australian centre for geomechanics”, 2002
7. Praca zbiorowa: Monografia 30-lecia eksploatacji składowiska Żelazny Most 1977-2007. Wydawnictwo studio KSZ, 2007.
8. Stefanek P., Sorbjan P., Stępień M.: Geotechnical monitoring used in the development of Żelazny Most tailings disposal. Natural and Technical Problems of Environmental Engineering, 4th International Workshop, 2010.