



EKOZUB Sp. z o.o.

47-480 Żerdziny | ul. Szkolna 11

Tel. +48 501 573 656 | www.ekozeb.pl

**Raport z przeprowadzonej próby
czyszczenia rurociągu Ø 159 mm
w wyrobisku KWK Murcki - Staszic
przy wykorzystaniu hydrodynamicznego
generatora strumieniowo-kawitacyjnego**

Katowice 2019

1. WPROWADZENIE

1.1. Przedmiot raportu

Przedmiotem raportu jest przedstawienie wyników próby przemysłowej czyszczenia z osadów 100 mb rurociągu technologicznego Ø 159 mm przy użyciu nowoczesnej i innowacyjnej technologii opartej na wykorzystaniu hydrodynamicznego generatora strumieniowo-kawitacyjnego WPS 150.

1.2. Data przeprowadzonej próby oraz zespół realizacyjny

Próbę przemysłowa czyszczenia z osadów rurociągu technologicznego przeprowadzono w dniu 16.05.2019 roku w Zakładzie Górniczym Polskiej Grupy Górniczej S.A. KWK „Murcki – Staszic”.

Próbę przeprowadzono przy udziale następujących osób:

- - Rafał Griszor – Kierownik Działu Energomechanicznego KWK „Murcki -Staszic”,
- - Bronisław Gaj – IMBiGS o/Katowice,
- - Ireneusz Baic – IMBiGS o/Katowice.

2. HYDRODYNAMICZNY GENERATOR KAWITACYJNY

Kawitacja – zjawisko fizyczne polegające na gwałtownej przemianie fazowej z fazy ciekłej w fazę gazową pod wpływem zmniejszenia ciśnienia.

Kawitacja hydrodynamiczna (strumieniowa, przepływowa) – zachodzi w wyniku spadku ciśnienia statycznego w cieczy poniżej ciśnienia krytycznego. Spadek ciśnienia może być wywołany przez miejscowy wzrost prędkości przepływu spowodowany np. zmianą przekroju przewodu lub zmianą warunków zewnętrznych, np. ciśnienia, temperatury. Kawitacja hydrodynamiczna zauważalna jest w przewężeniach kanałów przepływowych oraz w miejscach zakrzywienia linii prądu i oderwania strumienia cieczy od opływającego ciała.

Proces ten został wykorzystany przy konstrukcji typoszeregu hydrodynamicznych generatorów strumieniowo-kawitacyjnych umożliwiających szybkie i efektywne usuwanie osadów z rurociągów przemysłowych. W wyniku powstawania zjawiska kawitacji zalegający osad jest kruszony i transportowany przez przepływającą ciecz. Lokalne zmiany ciśnienia statycznego występujące podczas przepływu cieczy przez małe otwory powodują powstawanie pęcherzyków gazowych, które gwałtownie implodują, wywołując falę uderzeniową. Proponowany system czyszczenia rurociągów nie wymaga zabudowy dodatkowej sprężarki lub pompy i jest w pełni bezpieczny dla rurociągów poddawanych temu procesowi.

Na fot. 1. Przedstawiono widok hydrodynamicznego generatora strumieniowo-kawitacyjnego.



Fot. 1. Hydrodynamiczny generator strumieniowo-kawitacyjny

Specyfikacja techniczna hydrodynamicznych generatorów strumieniowo-kawitacyjnych:

- średnice wewnętrzne rur technologicznych do czyszczenia - 100 – 1420 mm,
- grubość osadów do usunięcia - do 90% średnicy rury,
- rodzaj osadów - od mułów organicznych do twardych osadów tlenkowych np. o dużej zawartości (Fe_3O_4 , Mn_3O_4),
- ciśnienie wody - 300-1600 kPa,
- prędkość czyszczenia rurociągu – do 5m/min,
- możliwość przejścia standardowych łuków do $R=1.5D$,
- ciężar generatora - od 7 do 550 kg.

Do przeprowadzenia prób w KWK „Murcki - Staszic” został wykorzystany generator strumieniowo-kawitacyjny typu WPS 150 o długości 250 mm i wadze 7 kg.

3. MIEJSCE PRZEPROWADZENIA EKSPERYMENTU

Czyszczeniu z osadów poddany został rurociąg technologiczny znajdujący się w chodniku podszybia północnego Szybu I na poz. 720 m, poprowadzony poprzez przecinkę do chodnika wodnego komory pomp poz. 720 m. Chodnik, w którym przeprowadzono próby posiadał szerokość 3,5 – 5,0 m i wysokości 3,5 m i wykonany został w obudowie betonowej i żelbetowej. W chodniku tym pod stropem podwieszony jest stalowy rurociąg technologiczny wykonany z rur kołnierzowych długości 6000 mm każda, o średnicy zewnętrznej \varnothing 159 mm i średnicy wewnętrznej \varnothing 151 mm. Do eksperymentu został specjalnie wyodrębniony rurociąg technologiczny o długości 106 mb zakończony kolankiem (90o) z dołączoną rurą skierowaną do przecinki do chodnika wodnego w celu swobodnego odprowadzenia wody i usuniętego osadu.

Na fot. 2 przedstawiono fragment rurociągu technologicznego.



Fot. 2. Rurociągi technologiczne

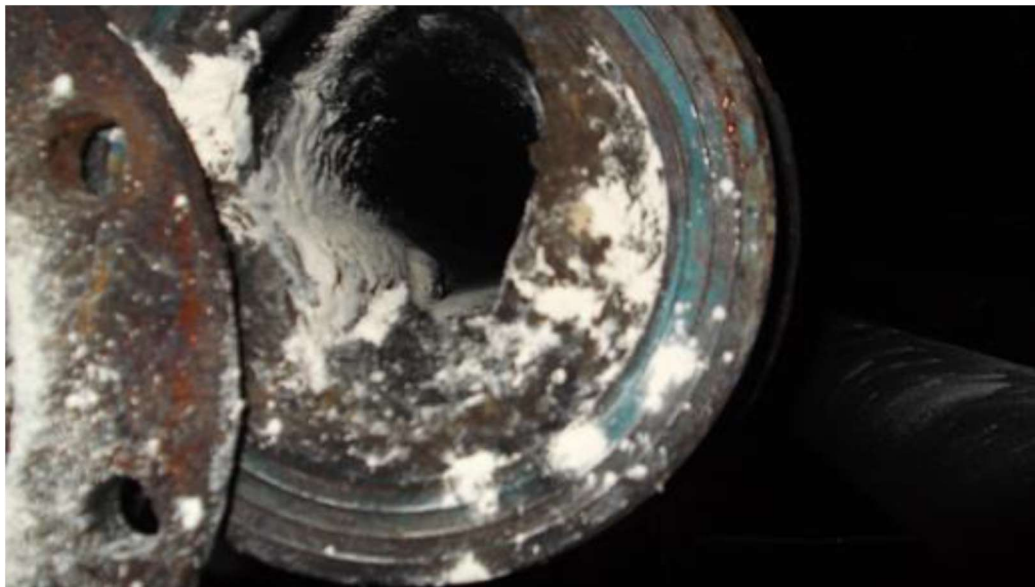


Fot. 2. Rurociągi technologiczne

4. SPOSÓB i WYNIKI PRZEPROWADZENIA EKSPERYMENTU

W celu przeprowadzenia eksperymentu wykonano następujące operacje:

- Rozkręcono wyodrębniony odcinek rurociągu celem określenia ilości nagromadzonego osadu. Stwierdzono, że rurociąg jest zanieczyszczony twardymi, monolitycznymi osadami tlenkowymi o dużej zawartości (Fe_3O_4 , Mn_3O_4). W wyniku zanieczyszczenia powierzchnia prześwitu rurociągu zmniejszyła się o ponad 50%. Na fot. 3. przedstawiono stwierdzone zanieczyszczenie rurociągu technologicznego.



Fot. 3. Zanieczyszczony rurociąg technologiczny



Fot. 3. Zanieczyszczony rurociąg technologiczny

- Z końcowego odcinka rurociągu skierowanego do chodnika wodnego zdemontowano stalową zaślepkę z manometrem, celem zapewnienia swobodnego odpływu wody i zanieczyszczeń podczas eksperymentu. Manometr służył do wstępnego pomiaru statycznego ciśnienia wody podczas przeprowadzenia prób. Określono wartość ciśnienia na poziomie około 1200 kPa.
- Do rozkręconego rurociągu włożono generator strumieniowo-kawitacyjny, a następnie zaślepiono stalową końcówką umożliwiającą montaż węża hydrantowego. Na fot. 4 przedstawiono sposób połączenia węża hydrantowego do rurociągu.



Fot. 4. Połączenie węża hydrantowego do rurociągu



Fot. 4. Połączenie węża hydrantowego do rurociągu

- Po zamontowaniu węża hydrantowego \varnothing 110 mm przygotowany fragment rurociągu został zasilony wodą przemysłową z głównego rurociągu p.poż. z szybu o ciśnieniu max. 1200 kPa.
- Po podaniu ciśnienia generator strumieniowo-kawitacyjny rozpoczął swoją pracę przemieszczając się w kierunku wylotu rury. Na wylocie rury zaobserwowano bardzo zmienną strugę wody zarówno, co do ilości jak i występujących w niej zanieczyszczeń. Usunięte z oczyszczanej rury zanieczyszczenia miały formę gruboziarnistego piasku oraz płytek osadu o wielkości 15x20x6 mm, co wyeliminowało możliwość zatkania rury i zatrzymania procesu jej czyszczenia.

Na fot. 5 przedstawiono strugę wody wypływającej z rurociągu a na fot. 6 wydzielony osad.



Fot. 5. Struga wody z rurociągu



Fot.6. Wydzielony osad



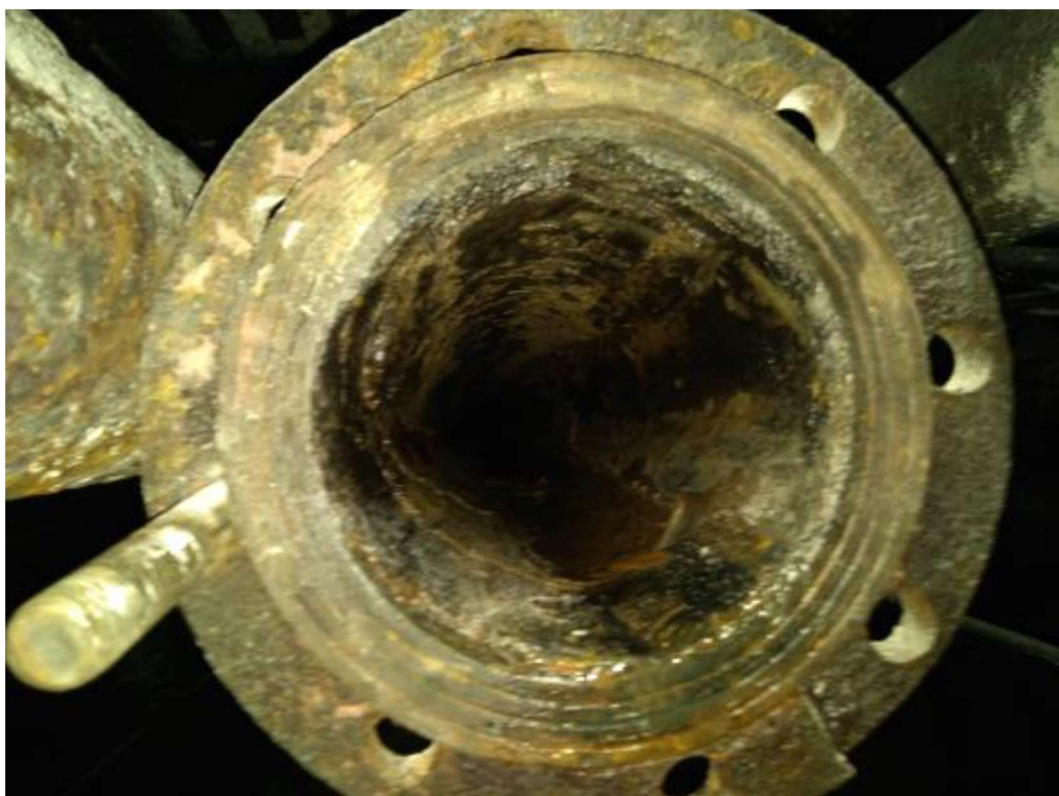
Fot.6. Wydzielony osad

- Eksperyment oczyszczenia rury technologicznej trwał około 20 min.
- Po zakończeniu eksperymentu i usunięciu wody, dokonano rozkręcenia rurociągu w celu oceny stopnia jego oczyszczenia.

Na fot. 7 przedstawiono widok oczyszczonego rurociągu.



Fot.7. Oczyszczony rurociąg technologiczny





Fot.7. Oczyszczony rurociąg technologiczny

5. WNIOSKI

1. Próba przemysłowa potwierdziła przydatność nowoczesnej, innowacyjnej technologii z zastosowaniem hydrodynamicznego generatora strumieniowo-kawitacyjnego do oczyszczenia z osadu tlenkowego rurociągu technologicznego zlokalizowanego w wyrobisku podziemnym KWK „Murcki -Staszic”. Wszyscy uczestnicy ocenili eksperyment jako pozytywny i spełniający oczekiwania kopalni.
2. Stwierdzono, że proces czyszczenia rurociągów z zastosowaniem hydrodynamicznego generatora strumieniowo-kawitacyjnego nie uszkadza wewnętrznej powierzchni rur i jest skuteczny również w rurociągach z połączeniami kołnierzowymi (nie powoduje ich uszkodzenia). Jest on całkowicie bezpieczny dla środowiska panującego w kopalni (brak kabli, silników itp.). Nie stwarza on również zagrożenia dla osób pracujących w pobliżu rurociągu poddanego procesowi czyszczenia.
3. Zastosowanie ww. technologii pozwala w szybki sposób oczyścić eksploatowane i wycofane z eksploatacji rurociągi technologiczne i odzyskać 100% przekrój dla przepływu medium.
4. W przypadku zlecenia przeprowadzenia czyszczenia innych odcinków rurociągów technologicznych stwierdzono konieczność:
 - a. dokładnej inwentaryzacji całego rurociągu lub odcinka rurociągu przeznaczonego do czyszczenia: zasuw, trójniki, kolanka itp., które mogą zakłócić prawidłowy proces czyszczenia
 - b. wstępnego przebadania nagromadzonego osadu w celu określenia jego struktury i stopnia twardości,
 - c. zapewnienia odpowiedniego ciśnienia wody wykorzystywanej do procesu czyszczenia o możliwości płynnej regulacji.