

*Mariusz Osoba\**, *Aleksander Lutyński\*\**

## DOBÓR TECHNOLOGICZNY OSADZAREK WODNYCH PULSACYJNYCH W PROCESIE PROJEKTOWANIA

---

### 1. Wstęp

W zakładach przeróbczych węgla kamiennego i kopalniach kruszyw mineralnych powszechnie stosowanymi urządzeniami do rozdziału kopaliny surowej są wodne osadzarki pulsacyjne. Z uwagi na swą uniwersalność tj. szeroki zakres pozyskiwanej klasy ziarnowej oraz stosunkowo niskie koszty eksploatacji [1], w porównaniu z innymi urządzeniami wzbogacającymi, osadzarki stosuje się do wzbogacania węgla surowego w klasach ziarnowych  $120 (200) \pm 20 (50)$  mm — osadzarki ziarnowe,  $50 \pm 0,5$  mm — osadzarki średnio ziarnowe i  $20 \pm 0,5$  mm — osadzarki miałowe, oraz do pozyskiwania żwiru, w klasie ziarnowej  $16 (32) \pm 2 (0)$  mm, z równoczesnym wydzielaniem zanieczyszczeń organicznych i mineralnych. Dobór odpowiedniego urządzenia do tych procesów uzależniony jest od uziarnienia i składu grawimetrycznego materiału wejściowego oraz występujących w nim rodzajów zanieczyszczeń (odpadów).

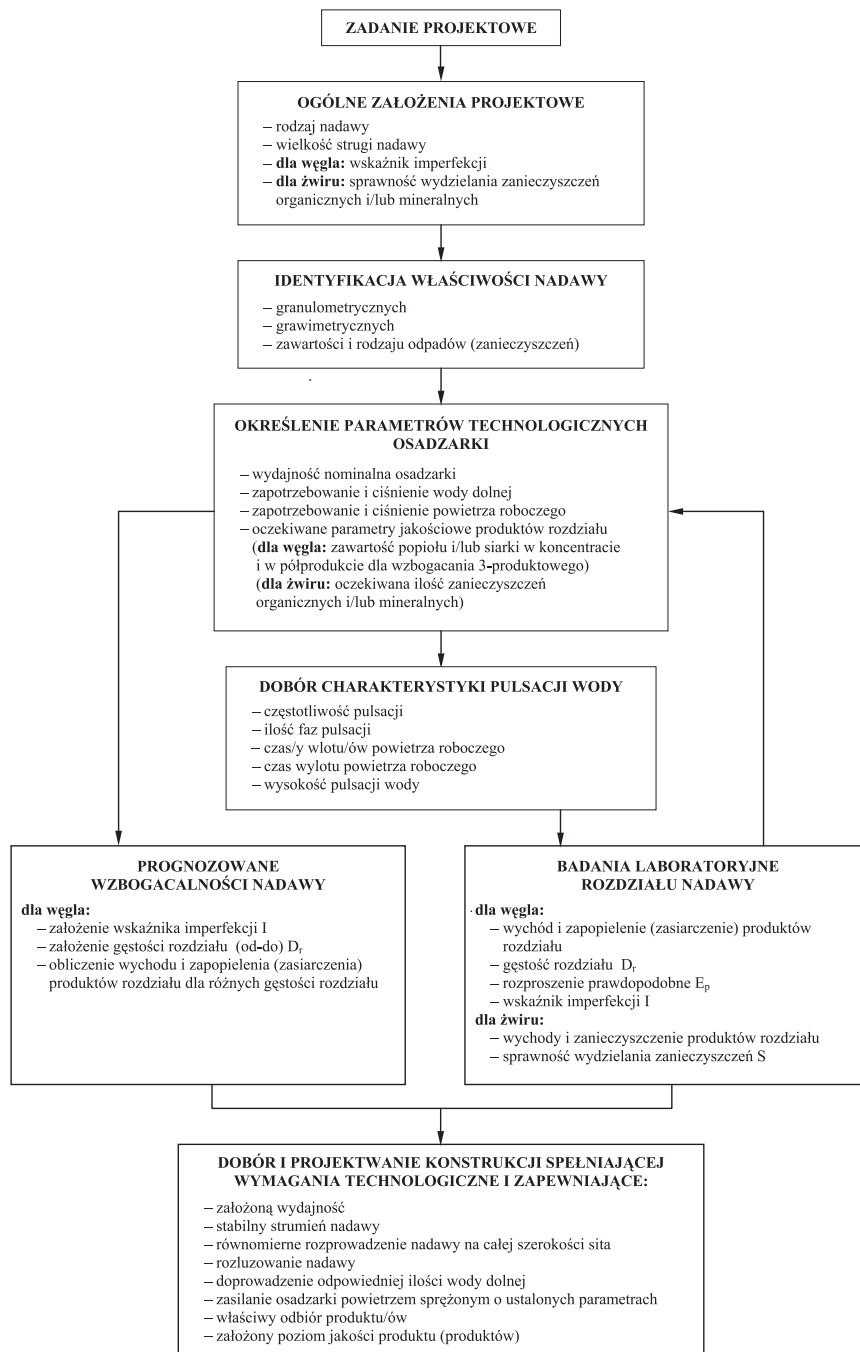
### 2. Algorytm projektowania wodnych osadzarek pulsacyjnych do pozyskiwania produktów mineralnych

Proces projektowania wodnych osadzarek pulsacyjnych powinien być prowadzony w oparciu o wykonaną na podstawie charakterystyki technologicznej nadawy, dla założonej wydajności, prognozę wzbogalności i/lub doświadczalne badania rozdziału materiału surowego. Badania powinny być prowadzone na specjalnie przygotowanym do tego celu laboratoryjnym stanowisku badawczym osadzarki pulsacyjnej [2]. Tylko w tym przypadku można mieć pewność, że dokumentacja konstrukcyjna osadzarki pod względem parametrów techniczno-technologicznych zostanie prawidłowo wykonana.

---

\* KOMAG, Gliwice

\*\* Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice



Rys. 1. Algorytm projektowania wodnej osadzarki pulsacyjnej do pozyskiwania produktów mineralnych

Na rysunku 1 przedstawiony został algorytm projektowania wodnych osadzarek pulsacyjnych do pozyskiwania produktów mineralnych. Pokazano w nim poszczególne kroki postępowania, które powinny być zrealizowane przed przystąpieniem do wykonania dokumentacji konstrukcyjnej osadzarki. Istotnym elementem procesu projektowania jest też określenie wymagań użytkownika w zakresie systemu sterowania osadzarką.

### **3. Wytyczne projektowania wodnych osadzarek pulsacyjnych do pozyskiwania produktów mineralnych**

Nieco szerszego omówienia wymagają niektóre zagadnienia związane z doбором i projektowaniem konstrukcji osadzarki spełniającej określone wymagania technologiczne.

Wymagania te zostały sformułowane na podstawie doświadczeń CMG KOMAG (obecnie ITG KOMAG) [3], płynących z wieloletnich badań osadzarek do wzbogacania węgla kamiennego. Wymaganiami tymi są:

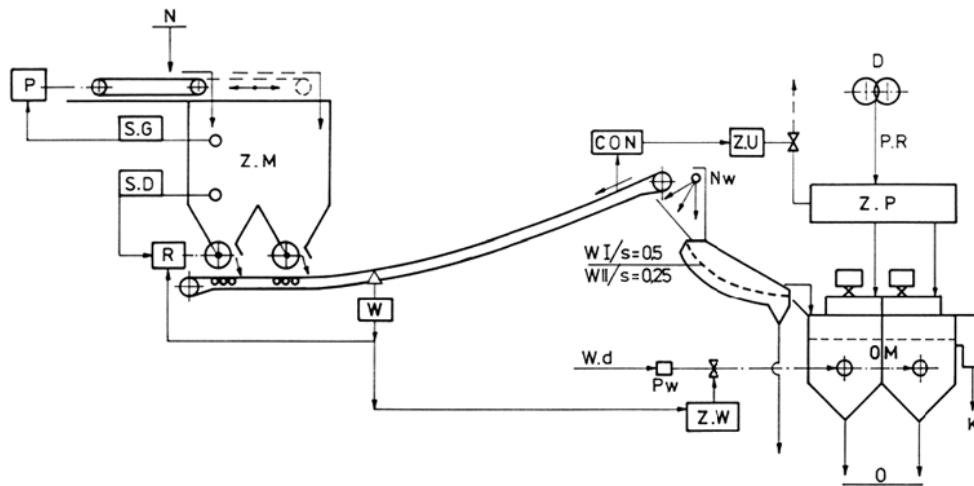
- stabilny w czasie strumień nadawy pod względem ilościowym i jakościowym — stabilizacja ilościowa i jakościowa nadawy jest możliwa przez zastosowanie zbiornika wyrównawczego o odpowiedniej pojemności (możliwie największej), zasilającego osadzarkę równomiernie na całej szerokości i długości. Zbiornik powinien być wyposażony w czujniki poziomu napełniania, zablokowane z odbiorem nadawy na osadzarkę — przy przekroczeniu minimalnego napełnienia zbiornika powinno nastąpić wstrzymanie nadawy na osadzarkę. Zbiornik najkorzystniej jest zasilac przenośnikiem jezdnym, rozprowadzającym nadawę równomiernie na całej przestrzeni zbiornika;
- równomierne rozprowadzenie nadawy na całą szerokość łoża z minimalną prędkością początkową — równomierne zasilanie osadzarki nadawą najkorzystniej rozwiązać stosując dozownik z regulowaną wydajnością pod zbiornikiem wyrównawczym podającym materiał na przenośnik taśmowy (wyposażony w wagę przenośnikową oddziaływującą na dozownik), a następnie przesiewacz łukowy lub wibracyjne sito łukowe, zabudowane bezpośrednio przed osadzarką, o szerokości koryta osadzarki;
- rozluźwanie nadawy (jednoczesne odmulenie mialu, w przypadku wzbogacania węgla) przed procesem wzbogacania węgla czy wydzielania zanieczyszczeń organicznych i mineralnych z nadawy żwirowej, przez intensywne przepłukanie wodą przy minimalnej ilości wody górnej doprowadzanej do osadzarki — najlepsze rozluźwanie i jednocześnie odmulenie materiału surowego przed powyższym procesem uzyskuje się przy pomocy natrysku wody zastosowanego przed lub nad przesiewaczem łukowym, wyposażonym w pokład wykonany z sita szczelinowego o wielkości szczeliny zależnie od przyjętej technologii. Ilość wody potrzebnej do skutecznego nawilżenia mialu praktycznie wynosi od 1 do 1,5 m<sup>3</sup> wody na 1 t nadawy. Przy stosowaniu przesiewacza łukowego ilość wody górnej wchodzącej z nadawą do osadzarki nie przekracza wskaźnika 0,3 m<sup>3</sup> wody na 1 t mialu. W przypadku procesu pozyskiwania żwiru i piasku spod lustra wody można wyeliminować całkowicie podawanie wody górnej;

- doprowadzenie wody dolnej w ilości proporcjonalnej do wydajności i udziału frakcji ciężkiej w nadawie — regulację ilości wody dolnej doprowadzanej do osadzarki można zrealizować przez zabudowę na rurociągu zasilającym przepływomierza i przepustnicy z regulacją stopnia otwarcia, sterowaną od wskazań wagi taśmociągowej, rejestrującej wydajność nadawy podawanej do osadzarki;
- zasilanie osadzarki powietrzem sprężonym o ustalonych parametrach objętości i ciśnienia oraz wstrzymanie pulsacji wody w osadzarce w przypadku braku nadawy — dla ustalonych warunków wzbogacania tj. przy stabilnym strumieniu nadawy na osadzarkę wymagane są stabilne parametry powietrza roboczego, wymuszającego pulsacyjny ruch wody w łożu osadzarki tj. jego ciśnienie i ilość. Warunki te mogą być spełnione w przypadku zasilania osadzarki powietrzem sprężonym z jednej dmuchawy poprzez zbiornik wyrównawczy o odpowiedniej pojemności proporcjonalnej do powierzchni roboczej osadzarki. Praktycznie powinno się przyjmować, że objętość kolektora zlokalizowanego w pobliżu osadzarki powinna wynosić tyle  $m^3$  ile  $m^2$  ma powierzchnia wzbogacania. Zmiany parametrów powietrza roboczego mają miejsce wówczas, gdy występuje zmiana w obciążeniu osadzarki lub całkowite wstrzymanie nadawy. Dla realizacji korekty parametrów powietrza można stosować przepustnice dławiące zainstalowane przy zaworach pulsacyjnych oraz przepustnicę upustową, która w momencie braku nadawy na osadzarkę powoduje upust powietrza z kolektora do atmosfery z ominięciem zaworów, co wstrzymuje pulsację wody w maszynie, zabezpieczając łoże przed wypłukaniem.

Realizacja wymagań, decydujących o prawidłowym przebiegu i wyniku procesu wzbogacania węgla surowego oraz pozyskiwania wybranych produktów mineralnych w osadzarce wodnej pulsacyjnej, przedstawiona została w postaci schematu węzła technologicznego na rysunku 2. Projektowane układy technologiczne z osadzarką wodną pulsacyjną powinny uwzględniać wszystkie wymienione urządzenia.

Powyżej przedstawione wytyczne sformułowane dla osadzarek do wzbogacania węgla kamiennego znalazły swoje potwierdzenie w trakcie badań osadzarek pulsacyjnych (klasyfikatorów) do pozyskiwania żwiru i piasku, przeprowadzonych w latach ubiegłych przez KOMAG [4–6]. Zauważono zależność przebiegu procesu od zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, takich jak:

- konstrukcja pokładu sitowego,
- typ pokładu sitowego (rodzaju zastosowanego materiału),
- geometria progu przelewowego,
- wprowadzenie nadawy do koryta roboczego,
- zasilanie wodą dolną,
- sterowanie operacją odprowadzania produktów przez pomiar warstwy,
- geometria czujnika pływakowego.

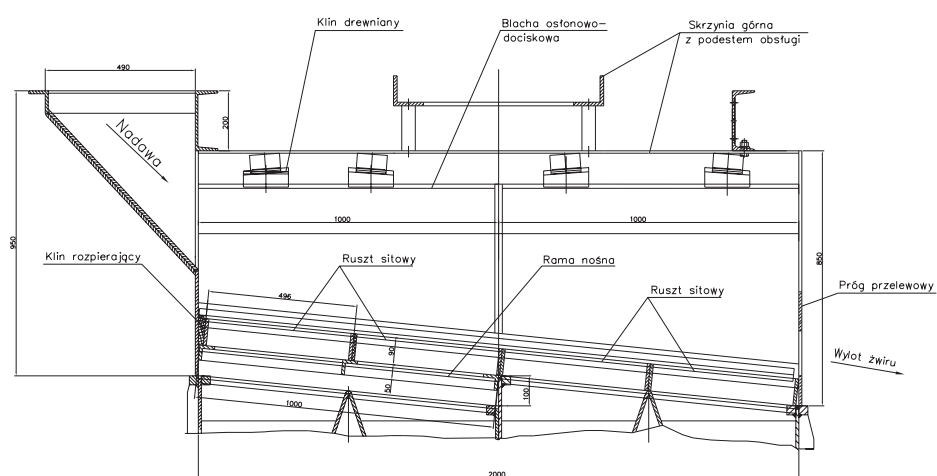


**Rys. 2.** Schemat węzła technologicznego z osadzką wodną pulsacyjną: *P* — napęd przenośnika nadawcy; *N* — nadawa; *Z.M* — zbiornik materiału surowego; *S.G* — sonda maksymalnego napelnienia zbiornika; *S.D* — sonda minimalnego napelnienia zbiornika; *R* — regulator wydajności dozownika; *W* — waga przenośnikowa; *CON* — czujnik obecności nadawy;  $WI/s=0,5$ ,  $WII/s=0,25$  — warianty z sitem szczelinowym odmulającym o szczelinie zależnej od przyjętej technologii; *N<sub>w</sub>* — natrysk wody; *W.d* — woda dolna; *P.w* — przepływomierz; *Z.W* — przepustnica dopływu wody dolnej; *D* — dmuchawa; *P.R* — powietrze robocze; *Z.P* — zbiornik powietrza; *Z.U* — przepustnica upustu powietrza; *OM* — osadzarka; *K\** — koncentrat (żwir); *O* — odpady (piasek) \* w osadzarce do pozyskiwania żwiru przelewy stanowią zanieczyszczenia organiczne i mineralne z wodą, a żwir odprowadzany jest przez specjalnej konstrukcji odbieralnik znajdujący się poniżej przelewu.

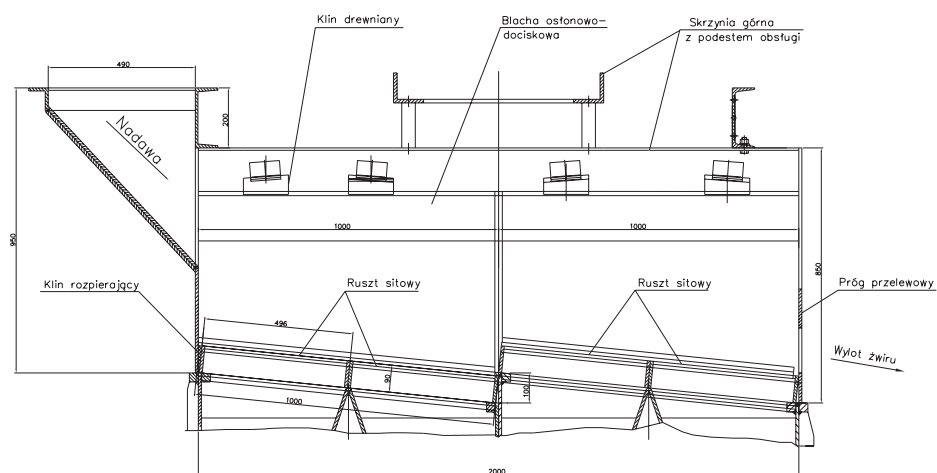
Pozwoliło to na sformułowanie następujących wytycznych projektowania osadzarek do pozyskiwania żwiru i piasku z jednoczesnym wydzieleniem zanieczyszczeń organicznych i mineralnych:

- w celu zwiększenia skuteczności rozwarstwiania ziaren, w pierwszej części koryta roboczego osadzarki należy zrezygnować z uskokowego montażu segmentów sitowych i zabudować je w sposób dający jednolitą pochyloną płaszczyznę, co przedstawiono na rysunku 3;
- należy stosować pokłady sitowe wykonane z elastycznych sit poliuretanowych o szczelinie dobieranej do klasy ziarnowej odprowadzanego piasku, które przy dużej trwałości, na skutek mniejszej podatności na zakleszczanie się ziaren, zapewniają większą drożność szczelin niż sztywne sита stalowe;
- w celu ograniczenia hamującego oddziaływania progu przelewowego na cząstki zanieczyszczeń organicznych i mineralnych, przemieszczające się po warstwie zawierającej ziarna żwirowe, oraz przesunięcia krawędzi przelewowej progu od strefy pulsacji i odbioru produktu żwirowego w korycie roboczym osadzarki należy stosować konstrukcję odbieralnika żwiru pokazanego na rysunku 4;

- kąt pochylenia zsuwni nadawczej lub przesiewacza podającego materiał do osadzarki powinien być dobrany doświadczalnie w taki sposób, aby wyeliminować nadmierny wzrost zagęszczenia ziaren w początkowym obszarze wzbogacania na skutek wprowadzenia ich z dużą prędkością i pod dużym kątem, eliminując równocześnie powstawanie turbulencji zmniejszających efektywną powierzchnię wzbogacania;
- woda dolna powinna być dostarczana w ilościach proporcjonalnych do obciążenia osadzarki nadawą węglową lub zwirową w granicach od 1,5 do 2,0 m<sup>3</sup> na 1 t materiału na 1 godzinę;

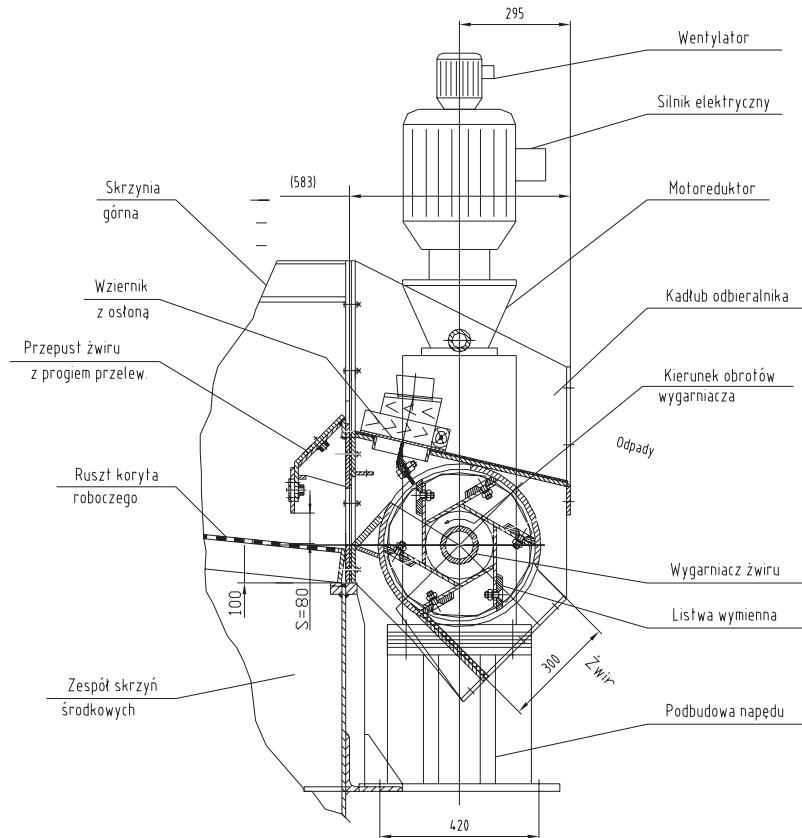


Zabudowa rusztów w jednej płaszczynie



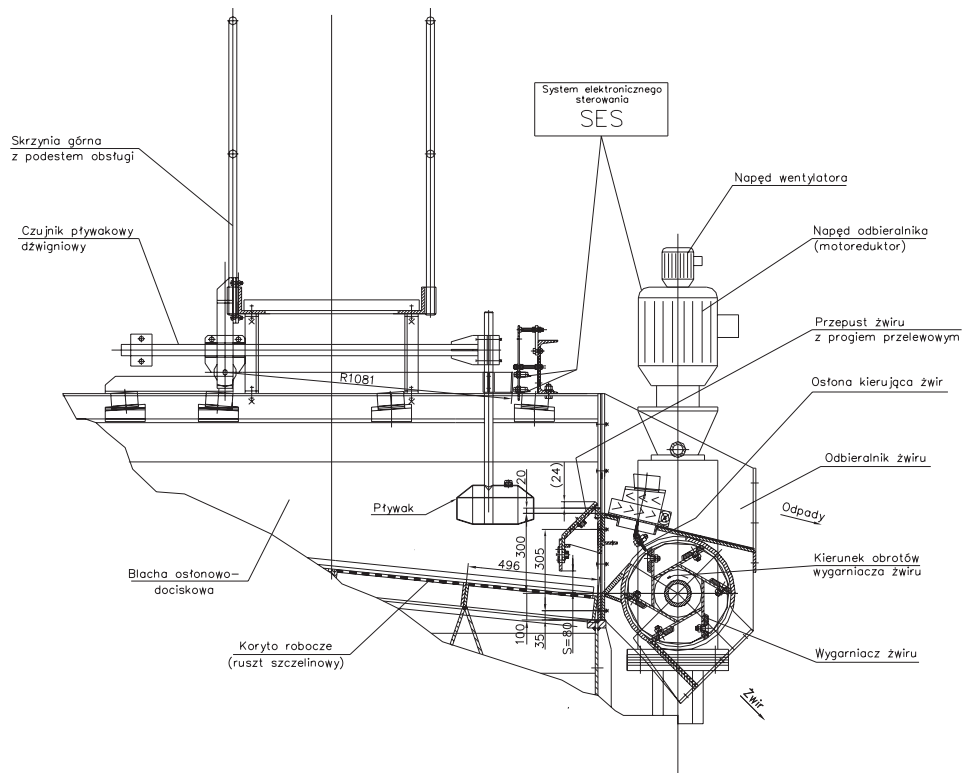
Zabudowa rusztów w układzie kaskadowym

Rys. 3. Zabudowa pokładów sitowych w osadzarkie do pozyskiwania żwiru i piasku



Rys. 4. Odbieralnik żwiru zabudowany w osadzarce do pozyskiwania żwiru i piasku

- ze względu na charakterystykę pracy podsitowych komór pulsacyjnych, poprzecznych do osi podłużnej klasyfikatora, powodującą większy skok pulsacji od strony podawania powietrza roboczego, celowe jest, dla uzyskania poprawy równomierności pulsacji na całej szerokości koryta, zasilanie osadzarki wodą dolną od strony przeciwnej do strony dostarczania powietrza roboczego;
- dla prawidłowej pracy układu odbioru produktów celowe jest zastąpienie rolkowego prostoliniowego prowadzenia czujnika pływakowego rozwiązaniem z wahaczem dźwigniowym, wykonującym ruch promieniowy względem osi, co przedstawiono na rysunku 5;
- w układach pomiarowych odprowadzania produktów należy stosować pływaki o cechach geometrycznych pozwalających na większe ich zagłębienie w materiale od strony napływu ziaren, a mniejsze od strony ich wypływu, co pozwoli na szybsze wyrównywanie poziomu warstwy materiału w osadzarce w rejonie odbioru produktów rozdziału — przykładowy pływak pokazano na rysunku 6;



Rys. 5. Czujnik pływakowy zastosowany w osadzarce do pozyskiwania żwiru i piasku



Rys. 6. Pływak zastosowany w osadzarce do pozyskiwania żwiru i piasku



- dla osiągnięcia wysokiej sprawności, w granicach 90%, procesu wydzielania zanieczyszczeń organicznych i mineralnych z nadawy żwirowo-piaskowej o uziarnieniu  $32\pm 2$  (0) mm i gęstości żwiru  $2,65 \text{ g/cm}^3$  w wodnych osadzarkach pulsacyjnych, minimalna wysokość pulsacji wody powinna wynosić 0,1 m, co wynika z badań technologicznych, przeprowadzonych na laboratoryjnym i przemysłowym stanowisku badawczym osadzarki pulsacyjnej.

#### 4. Podsumowanie

Podane wyżej wytyczne projektowania osadzarek do wzbogacania węgla i osadzarek do pozyskiwania żwiru i piasku pozwalają na wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej osadzarki spełniającej oczekiwania użytkownika. Dają też pewność produkcji sortymentów handlowych węgla oraz żwiru spełniających wymagania obowiązujących norm jakościowych. Jest to szczególnie ważne w aspekcie dążenia górnictwa do wzbogacania węgla w pełnym zakresie uziarnienia [7] oraz rozwoju i zwiększaniu się potrzeb produkcji materiałów budowlanych. Oczywiście, aby wyprodukowana i zabudowana w określonych warunkach danej kopalni osadzarka mogła pracować poprawnie musi być spełnionych szereg wymagań technologicznych w samej kopalni. Bardzo ważny wydaje się tutaj w całym systemie kierowania ruchem zakładu przerobczego system sterowania osadzarką. Osadzarki typu KOMAG mogą współpracować z aktualnie dostępnymi na polskim rynku systemami sterowania, produkowanymi i dostarczanymi przez takie firmy jak: CEiAG EMAG Katowice [8], PPUH MICRO Otmuchów czy Zakład Automatyki BGG Katowice [9], wg decyzji inwestora. Obecnie możliwe jest także zastosowanie systemu sterowania KOMAG [10], który w przyszłości powinien stanowić integralną część osadzarek KOMAG. W chwili obecnej w zakres opracowania dokumentacji technicznej nie wchodzi dokumentacja systemu sterowania, który jest wydawany w wykazach zespołów osadzarki jako element handlowy. W związku z tym producent systemu sterowania powinien być znany w momencie rozpoczęcia wykonywania dokumentacji osadzarki przez ITG KOMAG celem dostosowania rozwiązań konstrukcyjnych, co gwarantuje jej poprawną pracę pod względem jakości uzyskiwanych produktów wzbogacania węgla oraz oczyszczania żwiru z zanieczyszczeń organicznych i mineralnych.

#### LITERATURA

- [1] *Będkowski Z.*: Aspekt ekonomiczny postępu technicznego w dziedzinie stosowanych urządzeń sterowania procesem wzbogacania węgla w osadzarkach węglowych typu KOMAG. Automatykacja Procesów Przeróbki Kopalni, X Konferencja, Politechnika Śląska, Szczyrk, 2004
- [2] *Lutyński A., Osoba M.*: Wpływ charakterystyki pulsacji wody w wodnych osadzarkach pulsacyjnych na proces pozyskiwania wybranych produktów mineralnych. Prace Naukowe — Monografie CMG KOMAG nr 18, CMG KOMAG, Gliwice, 2007
- [3] *Osoba M.*: Osadzarki wodne pulsacyjne typu KOMAG — maszyny sprawdzone w przeróbce surowców mineralnych. Maszyny Górnicze, Nr 4/2005

- [4] *Osoba M.*: Osadzarki wodne pulsacyjne typu KOMAG do przeróbki kruszyw mineralnych. KOMEKO 2006 – materiały konferencyjne, CMG KOMAG, Zakopane 2006, Maszyny Górnicze, Nr 2/2006
- [5] *Osoba M.*: Osadzarki wodne pulsacyjne KOMAG do przeróbki żwiru i piasku. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 119, Seria: Konferencje Nr 48, Kruszywa Mineralne — Szklarska Poręba 2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
- [6] *Osoba M.*: Nowe osadzarki wodne pulsacyjne KOMAG w instalacjach do przeróbki węgla kamiennego i kruszyw mineralnych. KOMEKO 2008 — materiały konferencyjne, Monografia, CMG KOMAG, Szczyrk 2008, Maszyny Górnicze, Nr 1/2008
- [7] *Lutyński A., Osoba M.*: Problemy mechanicznej przeróbki węgla kamiennego w perspektywie roku 2020. KOMTECH 2007 — materiały konferencyjne, CMG KOMAG, Szczyrk, 2007
- [8] *Będkowski Z.*: Aktualny poziom i perspektywy automatyzacji procesów przeróbki węgla metodą wzbogacania w wodnych osadzarkach pulsacyjnych. Automatyzacja Procesów Przeróbki Kopalni, X Konferencja, Politechnika Śląska, Szczyrk, 2004
- [9] *Głowiak S., Jędo A., Śmiejek Z.*: Polska wodna osadzarka pulsacyjna sterowana elektronicznie — 25 lat istnienia produktu w krajowych i zagranicznych instalacjach przeróbczych. KOMEKO 2004 — materiały konferencyjne, CMG KOMAG, Ustroń, 2004
- [10] *Tejszowski J., Jasiulek D., Pająk T., Osoba M.*: System sterowania osadzarką KOMAG, KOMEKO 2008 — materiały konferencyjne, Monografia, CMG KOMAG, Szczyrk 2008, Maszyny Górnicze, Nr 1/2008