

*Andrzej Płonka\*, Zygmunt Śmiejek\*\**

## NIEKONWENCJONALNE ROZWIĄZANIA W PROCESACH PRZERÓBKI WĘGLI KAMIENNYCH

---

### 1. Wstęp

Poszukiwanie nowych rozwiązań dotyczących doskonalenia pracy instalacji przerobczych powinno uwzględniać podstawowe racje ich istnienia. Wobec stale pogarszających się parametrów urobku surowego ze względu na zanieczyszczenia w nim zawarte, najistotniejszą sprawą jest prowadzenie prac modernizacyjnych od odkamieniania urobku surowego do wzbogacania i zagospodarowania klas drobnych. Sprostanie tak sformułowanemu zadaniu wymaga przyjęcia do realizacji nowatorskich koncepcji, niestosowanych do tej pory.

Zainteresowanie tym tematem w górnictwie krajowym, w przeciwieństwie do światowego jest niewielkie. Przeróbka polskich węgla bazuje na rozwiązaniach z lat 70. ubiegłego wieku i problemy modernizacji nie są rozwiązywane. Praca instalacji opartej o aktualny stan techniki światowej polega na tym, że wzbogacanie zawsze poprzedzane jest odkamienianiem urobku surowego i zakłada pracę obiegu wodno-mułowego prawidłowo zbilansowanego. Takie postępowanie ma szereg zalet m.in. takich jak: wzbogacanie kamienia w układach pracy procesów przerobczych, czy skuteczne wydzielanie i pozyskiwanie mułów traktowanych jako produkt handlowy.

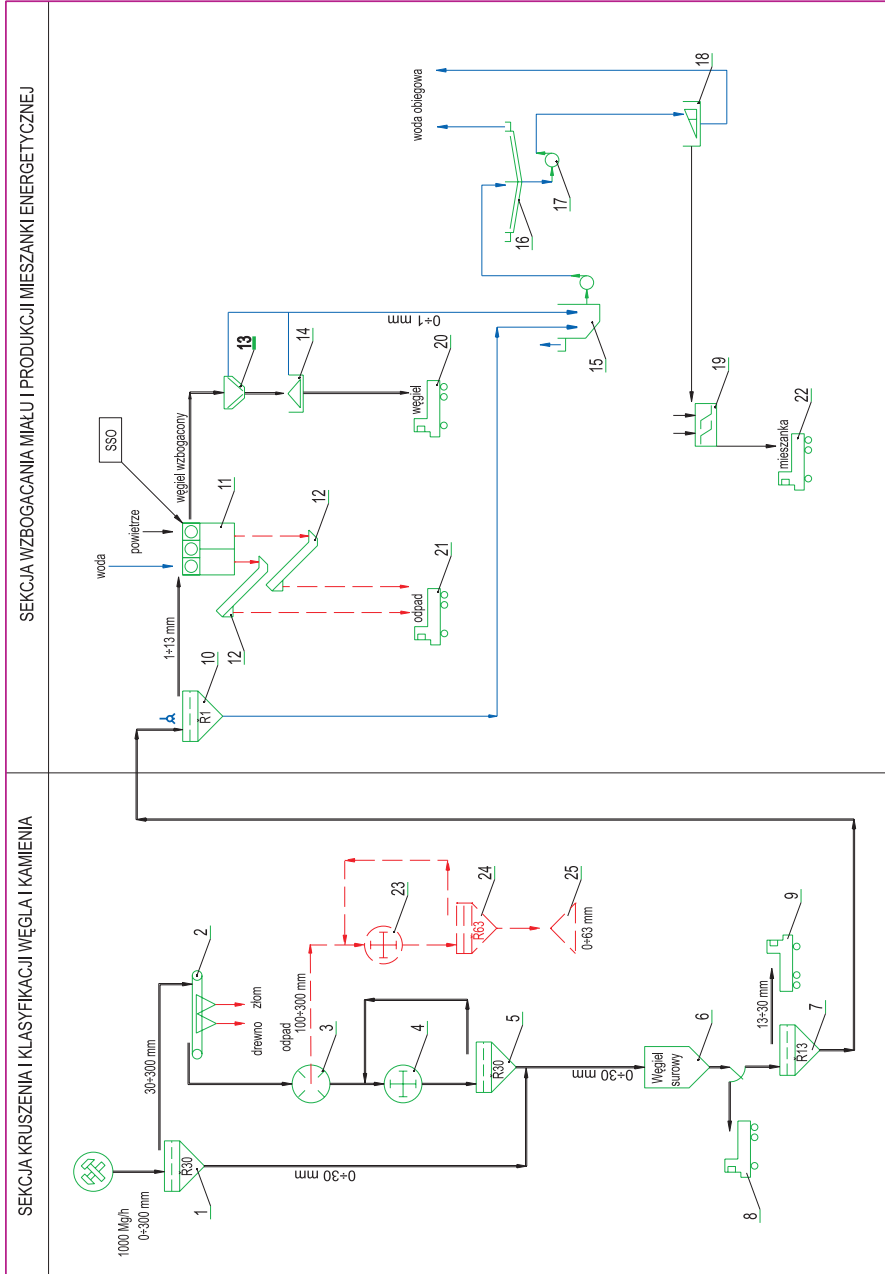
### 2. Układ z sekcją odkamieniania i wzbogacania mialu

Zaprezentowany na rysunku 1 nowoczesny układ odkamieniania i wzbogacania mialu składa się z dwóch sekcji, tj. kruszenia oraz klasyfikacji węgla, a także kamienia oraz wzbogacania mialu i produkcji mieszanki energetycznej.

---

\* WAMAG SA, Wałbrzych

\*\* WAMAG SA, Gliwice



**Rys. 1.** Układ technologiczny odkamieniania i wzbogacania mialu oraz produkcji kruszyw mineralnych  
Objaśnienia w tekście

Nadawa surowa z kopalni w klasie 0+300 mm trafia do omawianej instalacji przerobcznej kolejno na układ równolegle pracujących przesiewaczy wibracyjnych o ruchu kołowym (1) wyposażonych w sita  $\varnothing$  30 mm.

Produkt nadsitowy trafia na płaską taśmę przebieczną (2), gdzie usuwa się zanieczyszczenia obce. Następna maszyna w kolejności technologicznej to kruszarka bębnowa do selektywnego kruszenia (3) o parametrach technicznych dobranych do konkretnej nadawy, w której usuwany jest odpad (skała płonna) w klasie powyżej 100 mm. Kamień, który ma zastosowanie w budownictwie lądowym jest przerabiany na kruszywo mineralne, przy użyciu kruszarki udarowej specjalnej konstrukcji (24) oraz przesiewacza jedno lub wielopokładowego (25) służących do procesu przygotowywania kruszywa (26).

Dalszy proces przeróbki węgla wymaga zastosowania kruszarki udarowo-bijakowej do degradacji ziaren powyżej 30 mm. Maszyna ta (4) posiada regulowaną prędkość obwodową wirnika oraz kilka komór kruszenia, dzięki czemu można w niej degradować ziarna o różnej twardości do różnej granulacji. Za kruszarką pracuje przesiewacz o ruchu eliptycznym (5) pełniący funkcję kontrolną oraz umożliwiający zawrót materiału niedokruszonego do kruszarki udarowo-bijakowej. Przed zbiornikiem wyrównawczym łączą się strugi materiału tej samej granulacji spod przesiewaczy (1) oraz (5). Zbiornik wyrównawczy (6) musi posiadać objętość minimum na 1 h czasu pracy instalacji zapewniając w ten sposób bezpieczeństwo ruchowe. Integralnym elementem zbiornika jest jego zamknięcie, z urządzeniem transportującym lub wygarniającym produkt w nim zgromadzony. Ostatnim urządzeniem technologicznym sekcji kruszenia i klasyfikacji jest przesiewacz o ruchu prostoliniowym z wielokrotnie łamanym pokładem sit (7) służący do rozdziału węgla surowego na dwie frakcje.

Załadunek (8) to odbiór węgla surowego, a załadunek (9) to odbiór klasy ziarnowej węgla surowego. Rozdział węgla surowego za zbiornikiem przewidziano po to aby mieć kilka możliwości technologicznych przy produkcji paliw dla energetyki o różnych, kalibrowanych i sterowanych automatycznie parametrach.

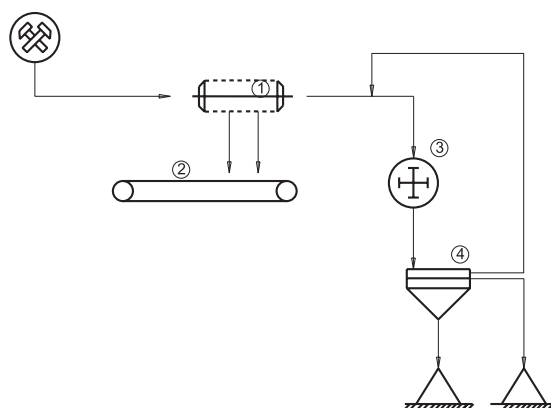
W przypadku zaistnienia potrzeby wzbogacania mialu węgla surowego w klasie 0+13 mm przewidziano pracę sekcji do prowadzenia tego procesu w wodnej osadzarce pulsacyjnej sterowanej elektronicznie, posiadającej elementy wykonawcze (jednotalerzowe pulsatory, odbiory produktów) sterowane hydrauliczne. Dla takiego wariantu należy do sekcji kruszenia i klasyfikacji dodać tzw. moduł wzbogacania mialu. Inwestycja ta może być wykonana w terminie późniejszym w stosunku do pierwszej sekcji i nie będzie ingerowała w już pracującą stację o technologii suchej. Ten fragment instalacji rozpoczynają maszyny do procesu mokrego (10) usuwania klasy poniżej 1 mm. Praca tego nowego modułu — płuczki osadzarkowej — zasilanej spod przesiewacza (7), bazuje na założeniu, że materiał wzbogacany jest jedynie w ośrodku wodnym (osadzarka), a jego produkty odwaniane są mechanicznie. Elastyczność produkcji całej instalacji gwarantuje mieszalnia, do której mogą trafiać trzy produkty tzn.: węgiel surowy z załadunku (8), koncentrat mialowy z wirówek (14) oraz muly odwodnione w wirówkach (18). Drugie założenie tego wariantu to fakt, że wzbogaca się w osadzarce jedynie do 50% całości urobku surowego, a reszta zbywana jest w stanie surowym lub kieruje się ją do mieszalni jako węgiel surowy. Nadawa odmulona i rozklasyfiko-

wana na układzie przesiewaczy (10) o ruchu eliptycznym, wzbogacana jest dwuproduktowo w jednokorytowej, trójprzedziałowej osadzarce mialowej (11), z którą współpracują podnośniki kubelkowe (12) do transportu i odwadniania odpadu. Wzbogacony węgiel trafia na wielostopkowe sita odwadniające (13), które wstępnie przygotowują i odwadniają materiał do końcowego odwirowania w poziomych wiracyjnych wirówkach sitowych (14). Jak podano wyżej produkt handlowy w klasie 1÷13 mm, który jest niskopopiołowym koncentratem węglowym może trafiać do załadunku (20) lub w określonej ilości do mieszalni (19). Wszystkie przesącza (muł z wodą) poprzez rzapie (15) i zagęszczacz stalowy promieniowy (16) układem pompowym (17) trafiają do sekcji odwadniania mułu na wirówkach sitowo-ślimakowych (18). Integralnym elementem instalacji jest mieszalnia (19) wyposażona w mieszalniki do homogenizacji i łączenia kilku komponentów celem uzyskania wymaganych parametrów termodynamicznych (handlowych pod klienta). Proces taki jest niezbędny przy produkcji mieszanek energetycznych pod różne wymagania odbiorców.

Wszystkie produkty handlowe transportowane są poza obiekt w miejscach (20) i (22). Kamień po wzbogacaniu w osadzarce trafiają w rejon produkcji kruszywa mineralnego (26) będąc jednym z jego komponentów. Należy zaznaczyć, że z osadzarką muszą współpracować urządzenia do przygotowania powietrza (dmuchawy) i wody roboczej (pompy), jak i elektroniczny system sterowania (SSO-BGG). Transport poziomy produktów odbywa się przy użyciu przenośników taśmowych a cały obiekt posiada także inne niezbędne systemy — np. dyspozytorski, pomiaru masy i jakości produktów itd.

Przedstawiony model instalacji przerobczej, wykorzystuje maszyny i urządzenia konstruowane i produkowane przez WAMAG SA, w oparciu o własne projekty technologiczno-maszynowe.

Także linia technologiczna produkcji kruszywa mineralnego z przywęglowej skały płonnej, składająca się z kruszarki selektywnej i kruszarki udarowo-bijakowej, jest opatentowana przez tę firmę. Schemat takiej instalacji pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Układ technologiczny produkcji kruszyw ze skały płonnej

Objaśnienia w tekście

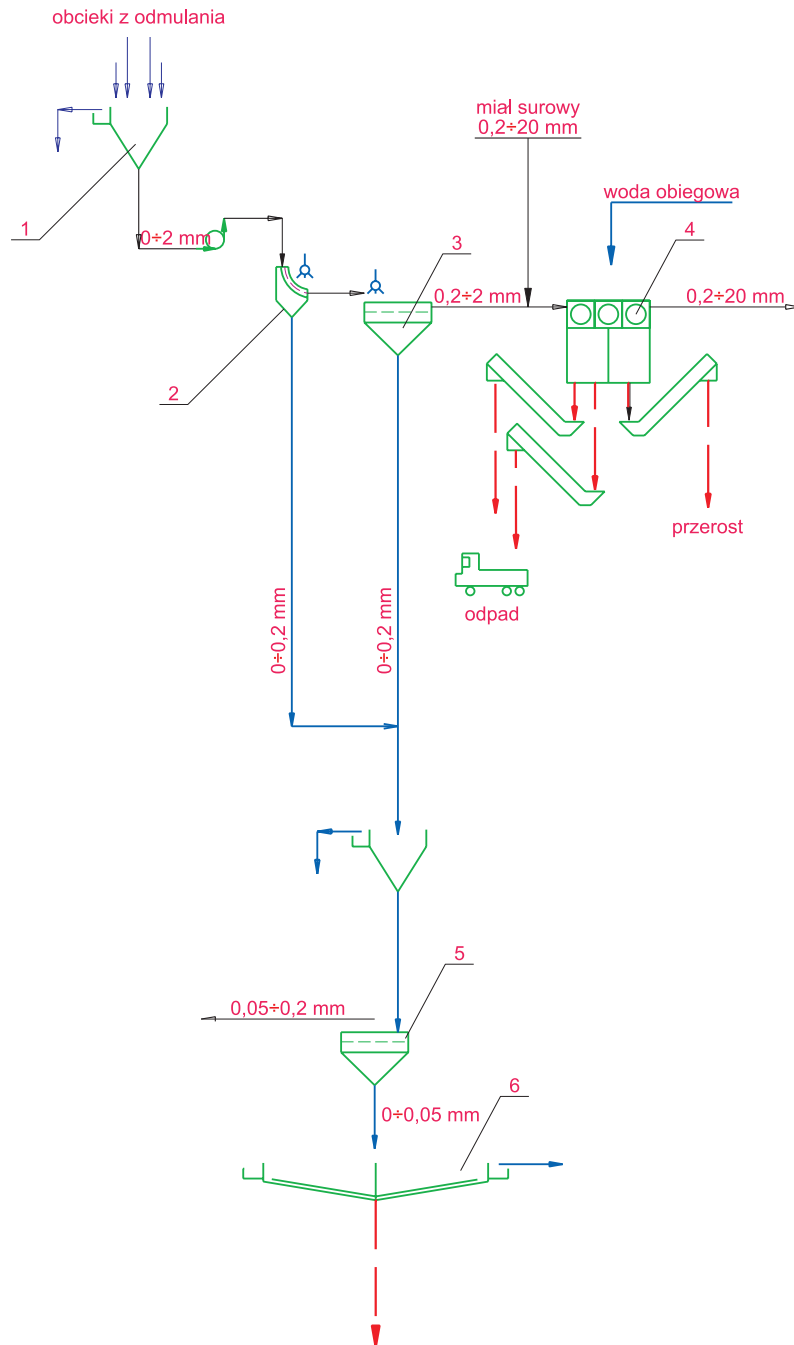
Urobek surowy, węglowo-kamienny, trafia z przyszybowego węzła klasyfikacji przedwstępnej do bębnowej kruszarki selektywnego rozdrabniania (1) w oparciu o znane i stosowane rozwiązanie (kruszarki Bradford). Produkt drobny (kamień, węgiel i przerosty) kierowany jest do dalszego wzbogacania przenośnikiem (2) na zakładzie przeróbczym. Nie skruszona skała płonna o odpowiedniej granulacji trafia do kruszarki udarowo-bijakowej (3) o specjalnej konstrukcji. Rozdrobniony materiał jest rozdzielany na frakcje handlowe na wielopokładowym przesiewaczu wibracyjnym (4). Produkt nadsitowy z pierwszego pokładu jest zawracany do kruszarki udarowo-bijakowej. Cechą znamioną rozwiązania jest połączenie pracy obu kruszarek, (bębnowej a następnie udarowo-bijakowej), dzięki czemu poprzez dobór parametrów konstrukcyjnych i dynamicznych kruszarki udarowo-bijakowej uzyskuje się ziarna kubiczne dla różnych gatunków skały płonnej.

### **3. Układ z sekcją wydzielenia i wzbogacania mułów**

Efektem pracy maszyn w takim układzie technologicznym jest możliwość pozyskania i wzbogacania mułów w klasie powyżej 0,2 mm pochodzących z instalacji przeróbczej, wydzielanych z urobku surowego węgla kamiennego w procesach mokrej klasyfikacji i odmulania w osadzarce mialowej.

Sposób wydzielenia mułów z urobku surowego polega na jego klasyfikacji, przy ziarnie podziałowym poniżej 0,2 mm. Materiał na układ takich maszyn podawany jest z rząpia do którego trafiają obcieki z całej instalacji przeróbczej w klasie poniżej 2 mm. Produkt nadsitowy z przesiewacza wyposażonego w specjalny pokład sitowy, łączony z klasą mialową, trafia do wzbogacania w wodnej osadzarce pulsacyjnej sterowanej elektronicznie, a podsitowy do sekcji odwadniania przy użyciu maszyn wibracyjnych. Układ urządzeń dla pozyskania mułów kierowanych do wzbogacania osadzarkowego stanowią posobnie pracujące stacjonarne sito łukowe oraz specjalnej konstrukcji przesiewacz wibracyjny odmulający realizujący proces przy ziarnie podziałowym poniżej 0,2 mm. Urządzenie do klasyfikacji i odwadniania mułów surowych w klasie 0÷0,2 mm to specjalnej konstrukcji przesiewacz realizujący proces przy ziarnie podziałowym 0,05 mm wyposażony dodatkowo w multiplikatory drgań sita. Dzięki odpowiednim konstrukcjom przesiewaczy oraz parametrom ruchu materiału na ich sitach możliwe jest prowadzenie procesu przy ziarnie podziałowym 0,2 i 0,05 mm. Uproszczony schemat technologiczny wydzielenia i wzbogacania mułów o określonej granulacji przedstawiony jest na rysunku 3.

Sposób wydzielenia i wzbogacania mułów polega na zebraniu obcieków z całej instalacji o ziarnie podziałowym zdecydowanie wyższym niż obecnie, do specjalnego rząpia zagęszczającego (1) z układem pompowym, z którego materiał trafia kolejno na stacjonarne sito łukowe (2) i przesiewacz wibracyjny (3) realizujący przyspieszenie materiału na sicie o wartości powyżej 10 G. Produkt nadsitowy wraz z miałem surowym trafia do wzbogacania w nowoczesnej wodnej osadzarce pulsacyjnej sterowanej elektronicznie (4), skutecznie wzbogacającej klasę ziarnową 0,2 do 20 mm.



**Rys. 3.** Układ technologiczny wydzielania i wzbogacania mułłów

Objaśnienia w tekście

Produkt podsitowy, odmiennie niż dotychczas, nie trafia wprost do obiegu wodno-mułowego, lecz jest klasyfikowany na przesiewaczu (5), realizującym przyspieszenie materiału na sicie o wartości powyżej 100 G. Efekt pracy tego węzła to produkt do mieszanek oraz przesącz mułowy o małej granulacji, trafiający do odpadowego zagęszczacza promieniowego (6).

Opatentowany układ urządzeń stanowią stacjonarne sito łukowe (2), przesiewacz wibracyjny (3) oraz przesiewacz wibracyjny (5), przy czym produkt nadsitowy przesiewacza (3) kierowany jest do osadzarki (4), a produkt podsitowy przesiewacza (5) do zagęszczacza promieniowego (6).

#### **4. Układ z sekcją klasyfikacji i odwadniania koncentratu mułowo-miałowego**

Mając do dyspozycji osadzarkę skutecznie wzbogacającą materiał począwszy od granulacji 0,2 mm należało pozyskać wzbogacony muł i odwodnić go do parametrów produktu handlowego.

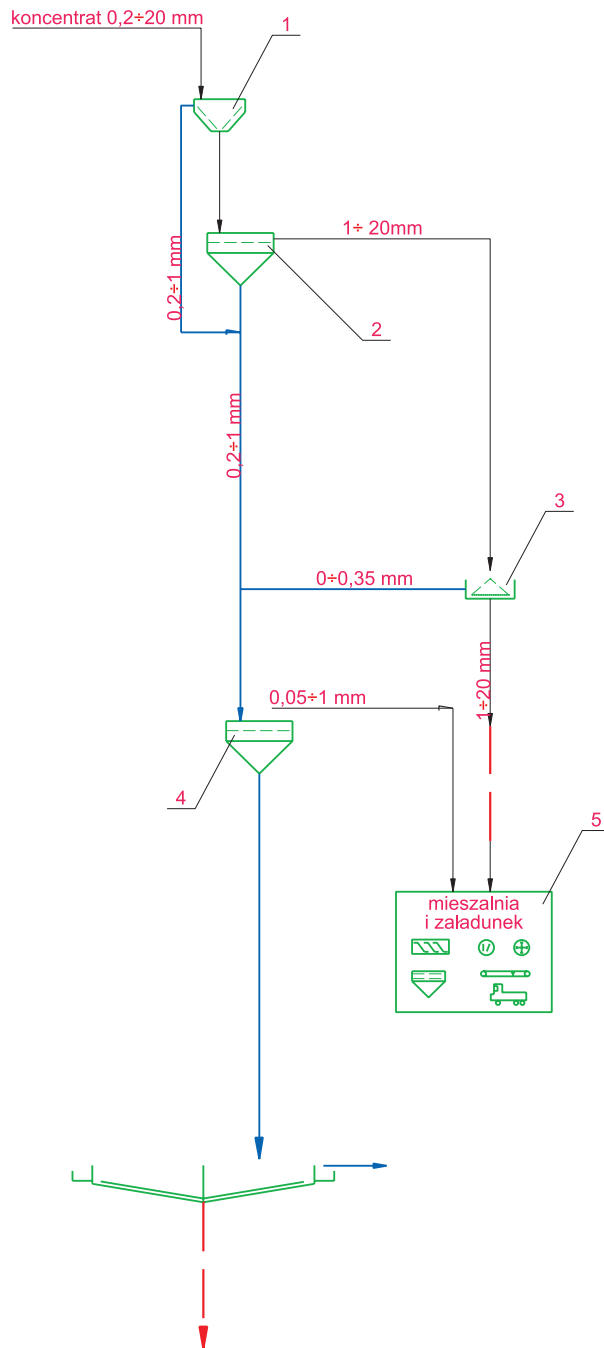
Sposób wydzielania koncentratu mułowego z materiału wzbogaconego w osadzarce polega na jego klasyfikacji i odwadnianiu w odśrodkowym sicie stożkowym, przesiewaczu wibracyjnym z membranowymi sitami gumowymi, wirówce sitowo-ślimakowej oraz przesiewaczu wibracyjnym wyposażonym dodatkowo w multiplikatory drgań sita.

Dzięki odpowiednim konstrukcjom przesiewaczy oraz parametrów ruchu materiału na ich sitach możliwe jest prowadzenie procesu przy ziarnach podziałowych 0,2 mm i 0,05 mm. Układ maszyn klasyfikacji i odwadniania koncentratu mułowo-miałowego o określonej konkretnej granulacji przedstawiony jest na rysunku 4.

Sposób wydzielania i odwadniania koncentratu mułowego po osadzarce miałowej, a zwłaszcza jego kierowanie do innych sekcji instalacji odbywa się odmiennie od dotychczas znanych i stosowanych metod.

Materiał mułowy dodawany do miału i wzbogacany w osadzarce w klasie powyżej 0,2 mm jest produktem handlowym jako część masy koncentratu miałowego poddawanego jedynie procesowi odwadniania.

Całość tak wzbogaconego materiału wraz z wodą trafia do wstępnego procesu klasyfikacji i odwadniania na stacjonarnym wielostożkowym sicie odwadniającym (1), odsącz trafia na przesiewacz odwadniający (2), z którego kierowany jest do wibracyjnej wirówki sitowo-ślimakowej (3) gwarantującej uzyskanie wilgoci powierzchniowej zdecydowanie niższej od 8% przy ziarnie podziałowym przesączu poniżej 0,35 mm. Przesącze z maszyn (1), (2) i (3) trafiają na przesiewacz wibracyjny z multiplikatorami drgań sita (4), realizującego proces odwadniania gwarantujący uzyskanie wilgoci powierzchniowej poniżej 22%, przy ziarnie podziałowym 0,05 mm. Obydwa odwodnione produkty trafiają do mieszalni i załadunku (5), gdzie stanowią komponenty mieszanek, lub zbywane są oddzielnie.



**Rys. 4.** Układ technologiczny klasyfikacji i odwadniania koncentratu młkowo-miałowego  
 Objaśnienia w tekście



## 5. Podsumowanie

Inspiracją do działań, których efektem są propozycje przedstawione w artykule, była dogłębna analiza potrzeb rynku przeróbki surowców mineralnych w sytuacji kiedy od szeregu lat nie trafia nań za wiele nowych propozycji. Dotyczy to zarówno nowych technik, i technologii.

Przyczyny takiej sytuacji są powszechnie znane, lecz najważniejsza z nich — brak wyobraźni i powiązania techniki z efektami ekonomicznymi — nie jest poruszana i uwypuklana. Tak jest zarówno w przypadku skały płonnej kierowanej z urobkiem do „wzbogacania”, jak i z problemem ziaren drobnych w obiegu wodno-mułowym.

Zgoła odmienna sytuacja występuje na rynkach będących aktualnie w obszarze działania Grupy ZZM/Kopex, w skład której wchodzi WAMAG SA Wałbrzych.

To potrzeby w Rosji, Rumunii, Chinach czy Ukrainie pozwoliły opracować konstrukcje nowych maszyn dla realizacji między innymi technologii omówionych w referacie.

Zaspokojenia potrzeb inwestorów dokonano poprzez podjęcie działań technicznych w procesach projektowo-konstrukcyjnych, wytwórczych i eksploatacyjnych.

Skuteczne rozwiązanie problemów produkcji kruszyw mineralnych ze skały przywęglowej, obniżenie granicy skutecznego wzbogacania węgla w wodnej osadzarce pulsacyjnej czy odwadnianie ziaren drobnych w maszynach wibracyjnych są tego przykładem i dowodem.