

WŁODZIMIERZ P. KOWALSKI
 MARIAN BANAS
 KRZYSZTOF KOŁODZIEJCZYK

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków

Wykorzystanie płytkiej sedymentacji w układach oczyszczania zawiesiny nieziarnistej

Wstęp

Jedną z dobrze rozpoznanych, wysokoskutecznych technik rozdziału faz ciekłej i stałej jest sedymentacja wielostrumieniowa. Została ona dobrze rozpoznana i z powodzeniem zastosowana w układach z zawiesiną ziarnistą. Wkłady wielostrumieniowe, których realizowany jest proces płytkiej sedymentacji znalazły bardzo szerokie zastosowanie w układach oczyszczania zawiesin przemysłowych, charakteryzujących się ziarnistym składem ziarnowym z reguły o relatywnie dużej gęstości części stałej w stosunku do gęstości wody [1]. W odniesieniu do zawiesin o innym charakterze (np. flokuł, kłaczków), stosowanie tej techniki nie jest jeszcze dobrze rozpoznane. W artykule zaprezentowano wyniki prac i doświadczeń oczyszczania zawiesin o charakterze kłaczkowatym z wykorzystaniem wkładów wielostrumieniowych. Przedstawione wyniki prac odnoszą się do dwóch rodzajów zawiesin: zawiesiny powstałej w wyniku koagulacji i flokulacji w trakcie procesu uzdatniania wody oraz zawiesiny powstałej w trakcie procesu oczyszczania zawiesiny garbarskiej.

Oczyszczanie zawiesiny powstałej w procesie uzdatniania wody

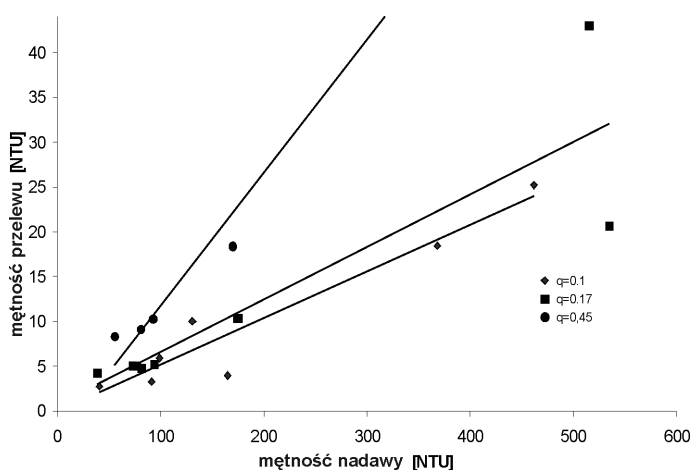
Jednym z podstawowych etapów w procesie uzdatniania wody jest usunięcie jej nadmiernej mętności, która najczęściej powodowana jest zawiesinami o rozmiarach koloidalnych. Najczęściej realizuje się to poprzez koagulację, a następnie usunięcie sflokulowanej frakcji stałej na drodze sedymentacji. Następnie sklarowana zawiesina poddawana jest najczęściej procesowi filtracji. Aby zapewnić prawidłowy reżim pracy filtrów (zapobiec zbyt częstym cyklom regeneracji złoża) oraz uzyskać odpowiednią jakość produktu, podawana na nie zawiesina powinna wykazywać mętność na poziomie nie wyższym niż 3 NTU.

Aby uzyskać wysoki stopień sklarowania zawiesiny koniecznym jest zapewnienie odpowiedniej powierzchni sedymentacji. W osadnikach klasycznych realizuje się to poprzez zastosowanie osadników o dużych wymiarach lub większej liczby małych osadników, co związane jest z zapewnieniem odpowiednio dużej przestrzeni do ich posadowienia. Interesującą alternatywą jest zastosowanie sedymentacji wielostrumieniowej, w której poprzez zastosowanie wkładów wielostrumieniowych kilkakrotnie zwiększamy powierzchnię sedymentacji [1, 2].

W celu określenia możliwości wykorzystania płytkiej sedymentacji w procesie uzdatniania wody, oraz uzyskania ilościowych informacji o wpływie obciążenia powierzchniowego na efekt klarowania zawiesiny prowadzono badania przepły-

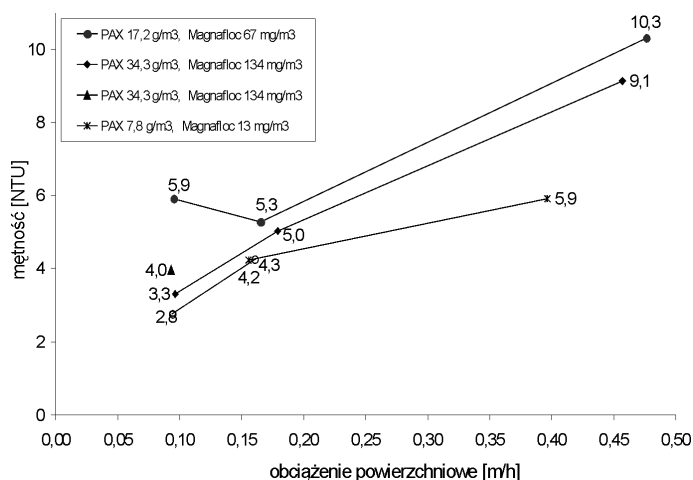
wowe procesu klarowania. Badania prowadzono na stanowisku do badań sedymentacji wielostrumieniowej [2]. W pracach wykorzystano zawiesinę powstałą w wyniku rozcieńczenia osadów pochodzących z rzeki Dunajec. Prowadzono prace dla zawiesin o różnych mętnościach (8÷650 NTU), dla różnych obciążeń powierzchniowych q (0,09÷0,45 m/h) oraz różnych dawek koagulantu PAX XL60 (0÷49,4 g/m³) i flokulanta Magnafloc LT25 (0÷160 mg/m³). Wyniki prowadzonych prac zamieszczono na wykresach (Rys. 1 i 2).

Z wykresu (Rys. 1) jednoznacznie wynika, że zastosowanie płytkiej sedymentacji w układach uzdatniania wody jest możliwe. Zastosowanie wkładu wielostrumieniowego pozwala na znaczne obniżenie mętności do poziomu kilku NTU. Jednakże uzyskanie żądanego poziomu mętności poniżej 3 NTU na wyjściu z osadnika jest silnie uzależnione nie tylko od obciążenia powierzchniowego, a tym samym od powierzchni sedymentacyjnej, ale również od sposobu prowadzenia procesu uzdatniania, a szczególnie od rodzaju oraz dawek stosowanych reagentów.



Rys. 1. Zależność mętności przelewu od mętności nadawy dla różnych obciążeń powierzchniowych

Na wykresie (Rys 2) zamieszczono zależność mętności w przelewie od obciążenia powierzchniowego w zakresie niskich obciążeń powierzchniowych (do 0,5 m/h) z zastosowaniem różnych dawek reagentów dla różnych wartości początkowej mętności zawiesiny. Z przedstawionych wyników wynika, iż jest możliwe uzyskanie mętności na poziomie 3 NTU dla układu oczyszczania, w którym obciążenie powierzchniowe jest w granicach 0,1 m/h z jednocześnie dobraną dawką reagentów pozwalającą na całkowite wytrącenie układu koloidalnego.



Rys. 2. Wykres mętności przelewu w zależności od obciążenia powierzchniowego q , dla różnych dawek reagentów

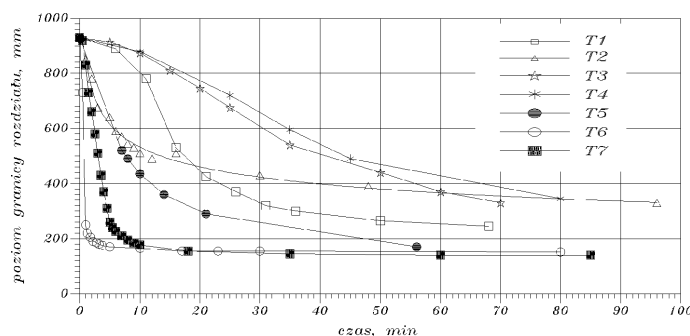
Oczyszczanie zawiesiny garbarskiej

Zawiesiny występujące w układach garbarskich, w szczególności po procesie koagulacji i strącaniu chemicznym posiadają strukturę kłaczków silnie uwodnionych, trudno sedymentujących. Również w odniesieniu do tej zawiesiny prowadzono badania mające na celu określenie czy intensyfikacja procesu sedymentacji poprzez zastosowanie wkładów wielostrumieniowych w odniesieniu do tej zawiesiny jest możliwa.

Przeprowadzono szereg badań procesu sedymentacji zawiesiny garbarskiej zarówno w skali laboratoryjnej (badania sedymentacji okresowej) jak i ułamkowo-technicznej [3]. W prowadzonych badaniach wykorzystano układ sedymentacyjny do jednoczesnego klarowania i zagęszczania zawiesiny [2]. Badania sedymentacji okresowej obejmowały testy sedymentacyjne zarówno w układzie cylindra pionowego jak również cylindra ustawionego pod kątem względem podłoża. Natomiast badania sedymentacji ciągłej (przepływowe) były realizowane na osadniku w skali ułamkowo technicznej, wypełnionym wkładami wielostrumieniowymi. Badania zostały przeprowadzone na zawieszynie pobieranej bezpośrednio z zakładu przemysłowego, w różnych porach pracy zakładu, w efekcie w każdym z pomiarów zawieszyna poddawana procesom chemicznego strącania, koagulacji i flokulacji posiadała inny skład, a w rezultacie posiadała różne parametry sedymentacyjne. Przed procesem sedymentacji korygowano pH ścieku do poziomu 8,5; następnie realizowano koagulację z wykorzystaniem polielektrolitu PIX 113 w dawce 1000÷1500 ppm, oraz flokulację z wykorzystaniem flokulanta *Praestol A130* w dawce 10 ppm.

Na wykresie (Rys. 3) zamieszczono wyniki siedmiu testów sedymentacyjnego wykonanych T1-T6 dla cylindra pomiarowego ustawionego pod kątem 60° względem podłoża oraz pomiar T7 dla pionowego ustawienia cylindra pomiarowego.

Pomiary T1-T6 zostały wykonane na różnych partiach zawiesiny, dla różnych dawek reagentów. W efekcie uzyskano bardzo dużą rozbieżność w uzyskiwanych wynikach wynikającą z różnych parametrów zawiesiny, różnych dawek re-



Rys. 3. Test sedymentacyjny – badania sedymentacji okresowej

agentów oraz różnych parametrów prowadzenia procesu. Jednakże przy odpowiednim doborze parametrów procesu można uzyskać żądany przebieg krzywej sedymentacji – krzywa T6. Test sedymentacyjny T7 został wykonany na tej samej zawieszynie co T6. Różnica w przebiegu krzywej T6 i T7 obrazuje zmianę jaką uzyskuje się w przebiegu procesu sedymentacji po zastosowaniu wypełnienia wielostrumieniowego.

Prowadzone badania przepływowe w skali ułamkowo-technicznej wykazały iż z wykorzystaniem sedymentacji wielostrumieniowej możemy uzyskiwać efektywności sedymentacji powyżej 90% oraz 5-krotny stopień zagęszczenia osadu przy zastosowaniu obciążeń powierzchniowych na poziomie 0,1 m/h w strefie przelewu i 0,01 m/h w strefie wylewu.

Wnioski

Uzyskane wyniki jednoznacznie pokazują, iż zastosowanie sedymentacji wielostrumieniowej w odniesieniu do zawiesin poflokulacyjnych posiadających strukturę kłaczków jest możliwe.

W procesie uzdatniania wody uzyskano mętność po sedymentacji na poziomie 3 NTU, co pozwala na zastosowanie takiego rozwiązania w układach uzdatniania wody przy jednoczesnym ograniczeniu miejsca potrzebnego na posadowienie osadników.

Jak wynika z testów sedymentacyjnych przeprowadzonych dla zawiesiny garbarskiej uzyskuje się większą szybkość sedymentacji dla cylindra pochylonego niż pionowego. Prowadzone badania przepływowe w układzie do jednoczesnego klarowania i zagęszczania pokazują, iż zastosowanie wkładów wielostrumieniowych do oczyszczania tej zawiesiny jest możliwe.

LITERATURA

1. W.P. Kowalski: *Osadniki wielostrumieniowe*, Kraków, Uczelniane Wydawnictwa naukowo-dydaktyczne AGH, 2004.
2. K. Kołodziejczyk, T. Zacharz: Application of the co-current and counter-current sedimentation device to the simultaneous suspension clarifying and thickening. *Problems of Mechanical Engineering and Robotics*, z.26, Kraków, 2004.
3. W.P. Kowalski, M. Banaś, K. Kołodziejczyk, M. Roman, T. Zacharz: *Ostrava VSB – TU*, 267-271 (2006).