

Rysunek 2– Wpływ modyfikacji kształtu generator na częstotliwość generowanych wirów a) dla modyfikacji powierzchni natarcia (kształty P1 do P7) b) dla modyfikacji powierzchni splywu (kształty T1 do T7)

Modyfikacje, które korzystnie wpływają na czułość przepływomierza charakteryzuje nachylenie charakterystyki. Jakikolwiek modyfikacje powierzchni natarcia obniżają czułość przepływomierza. Dla modyfikacji powierzchni splywu poprawę czułości przepływomierza uzyskuje się dla kształtów T2 i T7. Kształty posiadają ostrą krawędź, która ułatwia odrywanie się wirów. Wydłużenie lub wprowadzenie elementów zakłócających opływ w postaci szczeliny powoduje, że charakterystyka staje się nieliniowa oraz obniża czułość w dolnym zakresie pomiarowym, natomiast poprawia regularność powstawania wirów dla dużych prędkości opływu. Przedstawione wyniki w pracy mogą posłużyć jako wskazówki przy projektowaniu generatorów wirów do zastosowania w przepływomierzach wirowych.

Lista wykorzystanych źródeł:

Obliczenia zostały wykonane przy wsparciu Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego (ICM) Uniwersytetu Warszawskiego w ramach grantu obliczeniowego nr G61-8

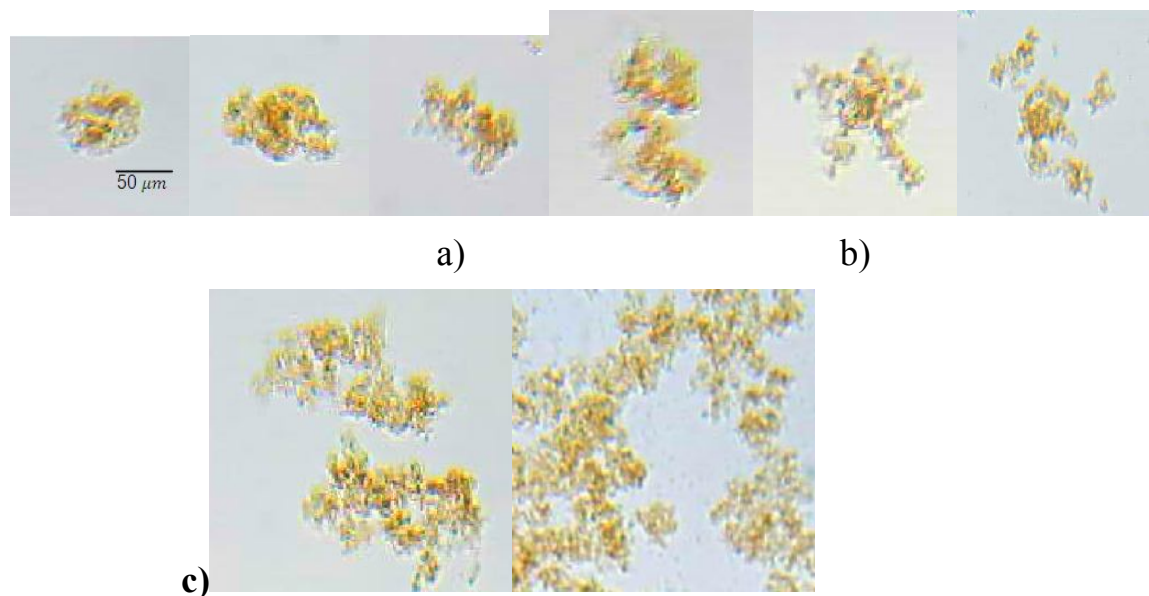
MODELOWANIE CZASU OPADANIA OSADU POKOAGULACYJNEGO

Rzasa Mariusz, Łukasiewicz Ewelina

Politechnika Opolska, Polska

Jedną z metod uzdatniania wody jest koagulacja. Polega ona na destabilizacji układu koloidalnego i aglomeracji cząstek, które następnie usuwa się w procesach sedymentacji, flotacji czy filtracji. Metodą koagulacji usuwa się głównie koloidy i zawiesiny trudnoopadające, a także rozpuszczone w wodzie związki organiczne. Jednym z najczęściej usuwanych związków obecnych w wodzie jest żelazo. Chociaż żelazo nie ma znaczącego wpływu na zdrowie ludzi, to konieczne jest usunięcie jego związków z wody technologicznej. Cząstki koloidalne posiadają ładunki elektryczne, które utrudniają ich łączenie się w większe aglomeraty. Destabilizację ładunków cząstek koloidalnych uzyskuje się między innymi poprzez dawkowanie do wody odpowiedniego koagulantu. W zależności od rodzaju wody, wielkości dawki oraz rodzaju koagulantu i warunków fizyczno-chemicznych procesu, powstają kłaczkosady o różnej strukturze i zdolności do aglomeracji. Powstałe cząstki pokoagulacyjne charakteryzuje zróżnicowany kształt i

wielkość oraz porowata struktura. Szybkość opadania takich cząstek w dużej mierze zależy od ich gęstości i kształtu.



Rysunek 1– Rodzaje cząstek osadu pokoagulacyjnego a) cząstki zwarte b) cząstki bez koncentracji masy c) aglomeraty

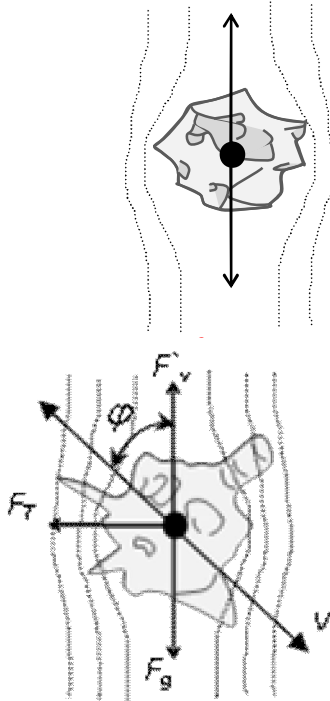
Czas procesu sedimentacji w zasadniczym stopniu zależy od kształtu i rodzaju cząstek. Na podstawie przeprowadzonej analizy wydzielono trzy charakterystyczne grupy cząstek (rys.1), które cechuje odmienny sposób opadania. Cząstki zwarte (rys.1a) charakteryzuje jednorodna budowa. Ich kształt jest zbliżony do kuli wypełnionej jednorodną mikroporowatą strukturą. Mikropory są własnością materiału, jaki powstał w wyniku procesu koagulacji. Cząstki tego typu opadają po torze prostoliniowym, z niewielkim ruchem zygzakowatym. Ze względu na ich niewielki wymiary i masę niejednokrotnie ich ruch jest zakłócony ruchem cieczy wywołany poruszaniem się w ich sąsiedztwie innych cząstek o znacznie większych wymiarach. Drugą grupę stanowią cząstki gwieździste (rys.3b). Posiadają one wyraźny środek masy od którego promieniście rozchodzą się ramiona krystalizacji (nie wiem czy jest to dobre określenie ale na nie mogłem wymyśleć innego). Wystające ramiona powodują, że cząstka opadając wykonuje ruch obrotowy wokół własnej osi. Ruch obrotowy powoduje, że na cząstkę oddziałuje boczna siła Magnusa, które kierunek ulega ciągłym zmianom w czasie. Siła ta powoduje, że cząstki tego typu opadają po torze spiralnym. Cząstki gwieździste z czasem łączą się w większe aglomeraty (rys.1c). W przypadku dużych aglomeratów ruch obrotowy wokół własnej osi stopniowo zanika, a tego rodzaju cząstki opadają ruchem prostoliniowym. Charakterystyczne jest to, że posiadają one stosunkowo duże makro pory, przez które może przepływać ciecz podczas ich ruchu. Tego rodzaju struktura jest podobna do przepływu cieczy przez złożę porowate.

Modelowanie prędkości opadania poszczególnych grup cząstek sprowadza się do opracowania oddzielnych równań ruchu opartych na bilansie sił działających na cząstkę.

Tabela 1– Opisy matematyczne sił działających na cząstki a) cząstki zwarte b) cząstki bez koncentracji masy

a)

b)



$$F_g = (\rho_s - \rho_l)gV ,$$

$$F_v = C_D A \rho_l \frac{v|v|}{2} ,$$

$$F_v' = C_D A \rho_l \frac{v|v|}{2} \cos \varphi ,$$

$$F_T = -C_T \rho_C (\overline{v_\infty} - \overline{v_C}) \times \text{rot } \overline{v_C} ,$$

gdzie: g – przyspieszenie ziemskie, V – objętość cząstki, ρ_s , ρ_l – gęstość cząstki i cieczy, C_D – współczynnik oporu, A – pole przekroju cząstki w płaszczyźnie poziomej, v_p – prędkość opadania cząstki.

Aglomeraty charakteryzuje sieć mikrokanałów. Prędkość opadania jest wynikiem bilansu siły grawitacji i oporu ruchu. Siłę oporu opisuje prawo Leva dla przepływu przez złożę porowate:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{h}{d_z} \cdot \frac{(1 - \varepsilon)^{2-n}}{\varepsilon^3} \cdot \frac{\rho_s \cdot w^2}{2}$$

gdzie: λ – współczynnik oporu, w – prędkość przepływu cieczy przez cząstkę, d_z – średnica ekwiwalentna, ε – porowatość materiału.