

PRACA DOKTORSKA

Badania złóż wielowarstwowych stosowanych w filtrach do uzdatniania wody

mgr inż. Paweł Guzdek

Streszczenie

Jednym z najistotniejszych procesów jednostkowych stosowanych w zakładach uzdatniania wody jest filtracja pośpieszna. Prawidłowo funkcjonujące filtry pośpieszne wymagają odpowiednio dobranych materiałów filtracyjnych o optymalnych parametrach do których należą m.in. uziarnienie, gęstość, porowatość, jak również przepuszczalność.

Tradycyjnie stosowane rozwiązania jednowarstwowe kwarcowe coraz częściej są zastępowane złożami wielowarstwowymi, najczęściej antracytowo-kwarcowymi. Na rynku pojawiają się też inne materiały granulowane, których zastosowanie do filtracji pospiesznej jest perspektywiczne: keramzyt, kruszone szkło, czy garnet. Mogą one być stosowane indywidualnie lub w formie wielowarstwowej. Dobór tych materiałów zależy od ich właściwości fizykochemicznych mających wpływ na proces filtracji oraz płukania. Dogłębne rozpoznanie tych właściwości jest, więc niezbędne do prawidłowego ich doboru. W dysertacji zbadano materiały granulowane pod kątem ich zastosowania w filtrach wielowarstwowch.

Praca zawiera przegląd literaturowy. Analizę dostępnych na rynku materiałów filtracyjnych oraz weryfikację obecnie stosowanych rozwiązań w praktyce. Do badań wybrano materiały o różnych uziarnieniach, jak: piasek kwarcowy, antracyt, keramzyt o dużej i małej gęstości właściwej, kruszone szkło filtracyjne, aktywowane szkło filtracyjne AFM, garnet,

Materiały poddano badaniom wstępnym w czasie których wyznaczono parametry fizyczne istotne dla procesu fluidyzacji, jak: gęstość, porowatość, uziarnienie, prędkość swobodnego opadania i kształt. Dla każdego z materiałów wyznaczono ścieralność, co pozwala ocenić ich potencjalną żywotność podczas płukania. W tym celu opracowano najpierw odpowiednią metodykę w oparciu o istniejące normy.

Dla każdego z materiałów opracowano krzywe zależności ekspansji oraz strat ciśnienia od intensywności fluidyzacji przy różnych temperaturach. Wykazano znaczący wpływ temperatury na wielkość ekspansji oraz strat ciśnienia przy tej samej intensywności fluidyzacji. Krzywe pozwalają ocenić wpływ pór roku na zmiany przebiegu procesu fluidyzacji dla poszczególnych materiałów oraz pozwalają oszacować korzyści ekonomiczne wynikające z dopasowywania intensywności fluidyzacji do poszczególnych okresów.

W oparciu o metody teoretyczne doboru złóż wielowarstwowych, minimalnej prędkości fluidyzacji oraz różnicy gęstości mieszanin na styku warstw, dobrano kilka złóż wielowarstwowych. Dobrano tradycyjne złożo kwarcowo-antracytowe oraz inne z zastosowaniem keramzytów o niskiej i wysokiej gęstości, szkła kruszonego oraz garnetu. Nowe materiały zastosowano w różnych konfiguracjach i uziarnieniu, z tradycyjnymi materiałami i bez nich.

Przy okazji potwierdzono skuteczność metody minimalnej prędkości fluidyzacji oraz praktyczność metody różnic gęstości mieszanin na styku warstw. Ta druga wymaga jednak dokładnego opisu materiałów wchodzących w skład sąsiadujących ze sobą warstw.

Przeprowadzone badania potwierdziły zasadność stosowania nowych materiałów filtracyjnych takich jak keramzyt i szkło kruszone wymiennie za obie lub za jedną z tradycyjnych warstw: antracytowa lub kwarcowa. Wśród analizowanych złóż trójwarstwowych najlepsze z punktu widzenia fluidyzacji okazało się złożo zbudowane z: piasku 0.4-0.8 i keramzytu o wysokiej gęstości właściwej (FILTRALITE® PURE HC 0.8-1.6) oraz keramzytu o niskiej gęstości właściwej (FILTRALITE® PURE NC 1.5-2.5). Układ ten charakteryzował się najniższymi stratami ciśnienia oraz najniższą intensywnością płukania podczas fluidyzacji, co pozwala na obniżenie kosztów energetycznych płukania oraz ilości zużytej wody.

Podczas badań wyznaczono dla wszystkich materiałów bezwymiarowy wykładnik n w równaniu Richardson–Zaki, co pozwala na pełny opis matematyczny procesu fluidyzacji badanych materiałów przy dowolnych temperaturach i uziarnieniu.

Badania garnetu wykazały niepraktyczność tego materiału jako trzeciej dolnej warstwy złoża filtracyjnego w typowych zastosowaniach ze względu na konieczność zachowania bardzo dużej jednorodności tego materiału, co w warunkach technicznych jest niemal niewykonalne.

Słowa klucz: złoża wielowarstwowe, materiały filtracyjne, płukanie, fluidyzacja, ekspansja, keramzyt, szkło filtracyjne.

Paweł Suwałki