

STRESZCZENIE

Technologia tlenowego osadu granulowanego (AGS – ang. *Aerobic Granular Sludge*) jest nowym i obiecującym rozwiązaniem stosowanym w oczyszczaniu ścieków, które w ciągu ostatnich 20 lat zostało rozwinięte od skali laboratoryjnej do pełnej wielkości oczyszczalni. Technologia AGS staje się konkurencyjna dla układów opartych o osad czynny oraz błonę biologiczną, a jej główne atuty to wysoka sprawność energetyczna oraz niskie koszty inwestycyjne. Pomimo to nadal prowadzone są intensywne badania, zarówno w skali laboratoryjnej, jak i technicznej, w zakresie poszukiwania nowych metod wspomaganie biogranulacji, które zapewnią również poprawę stabilności tlenowych granul. Badania nad tlenową granulacją skoncentrowały się głównie w reaktorach GSBR (ang. *Granular Sequencing Batch Reactor*).

Głównym celem pracy doktorskiej była ocena wpływu wybranych materiałów pylistych (granit pylisty, keramzyt pylisty, wapień pylisty), jako niekonwencjonalnej metody wspomaganie procesu biogranulacji, na technologię tlenowego osadu granulowanego w reaktorach GSBR. Rozpoznanie w tym zakresie zostało przedstawione w trzech szczegółowych aspektach: efektywnego tworzenia granul, stabilności układu w oczyszczaniu ścieków oraz wpływu właściwości fizyko-chemicznych materiałów na kształtowanie granul. Podstawą do ukierunkowania badań oraz przyjęcia tezy dysertacji doktorskiej były wyniki wstępne badań własnych oraz przegląd aktualnego stanu wiedzy, w którym omówiono m.in. czynniki wpływające na proces biogranulacji, mechanizm formowania biomasy granulowanej i dotychczasowe rezultaty stosowania substancji pylistych w technologii AGS. Należy podkreślić, że badania prowadzono przy obciążeniu reaktorów ładunkiem związków organicznych równym $2,55 \text{ g ChZT}/(\text{dm}^3 \cdot \text{d})$, stanowiącym wartość minimalną z zakresu obciążenia uznawanego za optymalne dla technologii AGS ($2,50 \div 7,50 \text{ g ChZT}/(\text{dm}^3 \cdot \text{d})$) oraz przy obciążeniu poniżej wartości optymalnej, odpowiednio $1,0$ i $2,10 \text{ g ChZT}/(\text{dm}^3 \cdot \text{d})$. Wyniki jednoznacznie wykazały, że w układach zasilanych ściekami o składzie zbliżonym do ścieków komunalnych, wspomaganie technologii tlenowego osadu granulowanego materiałami pylistymi wpływa korzystnie na kształtowanie agregatów, a także skraca czas ich powstawania. Stwierdzono, że właściwości fizyko-chemiczne materiałów pylistych m.in. powierzchnia właściwa i skład chemiczny decydują o możliwości ich zastosowania w technologii AGS. Spośród przyjętych materiałów tylko keramzyt pylisty spełniał w reaktorze podwójną rolę tj. obciążnika oraz mikroosadnika biomasy, natomiast dla pozostałych materiałów potwierdzono, że pełniły jedynie funkcję obciążnika osadu. W reaktorach wspomaganym materiałami pylistymi efektywność usuwania związków C, N i P była wyższa w porównaniu do próby kontrolnej, przy czym największą stabilność w tym zakresie odnotowano dla reaktora wspomaganego keramzytem pylistym, co w rezultacie zdecydowało o wyborze tego materiału do dalszych badań.

Zagadnienia przedstawione w rozprawie doktorskiej wyznaczają również kierunki dalszych badań m.in. nad dokładnym rozpoznaniem optymalnej dawki keramzytu pylistego wspomagającej proces biogranulacji, intensyfikacją usuwania związków C, N i P oraz oceną przyrostu biomasy w reaktorach GSBR wspomaganym materiałami pylistymi.

ABSTRACT

Aerobic granular sludge (AGS) is a new and promising wastewater treatment technology, which has been developed from the laboratory scale to full-size wastewater treatment plant for over the last 20 years. AGS technology becomes a very competitive to activated sludge and biofilm systems. Its main advantages are: high energy efficiency and low investment costs. Despite this fact, intensive research of biogranulation optimization is still carried out, both at the laboratory and technical scale. The true challenge is to select an operating parameters, which allows effective granulation and acquiring stable granules, and thus enhancement of wastewater treatment efficiency. Aerobic granulation research focuses mainly in the Granular Sequencing Batch Reactors (GSBR).

The main objective of the PhD Thesis was to evaluate the influence of selected powdered materials (powdered granite, powdered keramsite, powdered limestone) on the technology of aerobic granular sludge in GSBR reactors as an unconventional support method of biogranulation process. Research in this scope was presented in the three specific aspects: the effective granules formation, the system stability in wastewater treatment and the influence of physico-chemical properties of materials on granulation. The basis of research direction and PhD thesis definition were preliminary results of own research as well as review of current knowledge which presents the factors affecting process of biogranulation, the mechanism of granular biomass formation and the past results of using powdered materials in the AGS technology. It should be emphasized that the research was carried out with reactors loaded with a charge of organic compounds equal to 2,55 g COD/(dm³·d), which is the minimum value of the load considered as optimal for AGS technology (2,50÷7,50 g COD/(dm³·d)) and with a load below the optimal value, 1,0 and 2,10 g COD/(dm³·d) respectively. The results clearly showed that in systems feeded with wastewater of composition similar to municipal wastewater, the support of aerobic granular sludge technology with powdered materials has a positive effect on the formation of aggregates, as well as reduces the time of their formation. It was found that the physical and chemical properties of the powdered materials, among others surface area and chemical composition, determine the possibility of their use in the AGS technology. Among selected materials, only the karamsite fulfilled a double role in the reactor, as a floccules ballast and biomass microcarrier, while for the other materials it was confirmed that they act only as floccules ballast. In reactors supported with powdered materials, efficiency of COD, TN and TP removal was higher in comparison to the control reactor, and the highest stability in this area was observed for the reactor supported by keramsite, which resulted in the selection of this material for further investigation.

The issues presented in the doctoral dissertation also determine the directions of further research, among others on the accurate recognition of powdered kreamsite optimal dose which supports the process of biogranulation, the intensification of COD, TN and TP compounds removal and the evaluation of biomass growth in GSBR reactors supported by the powdered materials.
