

Maria SOBCZYK

## USTALENIE KRYTERIUM OCENY JAKOŚCI WODY ODPLYWAJĄCEJ Z PULSATORA UZDATNIANEJ SIARCZANEM ŻELAZAWYM

Streszczenie. W artykule omówiono badania nad ustaleniem oceny jakości wody odpływającej z pulsatora. Koagulację wody prowadzono siarczanem żelazawym w skali ułamkowo-technicznej w warunkach przepływowych w układzie technologicznym składającym się z modelu pulsatora oraz filtru pospiesznego. Ustalono doświadczalnie zależności barwy pozornej od zawartości żelaza w wodzie odpływającej z pulsatora w połączeniu z założonymi warunkami filtracji. Jako dopuszczalne wielkości barwy pozornej, mętności i żelaza w wodzie odpływającej z pulsatora przyjęto te najwyższe wartości przy których będą spełnione ustalone warunki filtracji. W oparciu o uzyskane w czasie badań wyniki ustalono dopuszczalne ilości zanieczyszczeń - żelaza, barwy pozornej i mętności w wodzie odpływającej z pulsatora.

### 1. Wstęp

W ostatnich latach w wielu krajach, a także w Polsce zwiększa się zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych substancjami mineralnymi i organicznymi.

Rozwój przemysłu, miast, chemizacja rolnictwa i gospodarstw domowych zmniejszają zasoby względnie czystej wody nadającej się do celów pitnych po zastosowaniu prostych metod uzdatniania. Wynika więc konieczność korzystania z wód o znacznym stopniu zanieczyszczenia, przy czym otrzymana z takich zasobów woda (nawet po oczyszczeniu) budzi często wiele zastrzeżeń. Dlatego też poszukuje się nowych skutecznych sposobów poprawy własności organoleptycznych wody do picia, a co się z tym wiąże, nowych metod uzdatniania wody oraz innych niż tradycyjne środki do koagulacji.

W kraju do uzdatniania wody pitnej coraz częściej stosuje się urządzenie z zawieszonym osadem typu pulsator lub akcelerator [1, 5]. Do koagulacji zanieczyszczeń wody w tych urządzeniach używany jest powszechnie siarczan glinu. Koagulant ten mimo wielu znanych ogólnie zalet wykazuje również takie wady, jak: konieczność stosowania małych prędkości wznoszenia wody (ze względu na niski ciężar właściwy kłaczków wodorotlenku glinu), potrzebę częstych zmian dawek w zależności od zmian jakości wody surowej, dozowanie dużych, jego ilości dla utrzymania osadu zawieszzonego w okresach występowania wody o jakości na pograniczu potrzeby koagulacji oraz stosunkowo wysokie koszty uzdatniania wynikające z ilości i ceny siarczanu gli-

nu [7,10]. Również wprowadzanie do koagulacji obciążników powoduje wzrost kosztów i nakładów pracy podczas eksploatacji.

Jednym z rozwiązań zmierzających do zwiększenia wydajności pulsatorów i stałego utrzymywania warstwy osadu zawieszzonego, niezależnie od jakości wody surowej, może być zamiana koagulantu glinowego na sole żelaza.

W Polsce ze względu na niską cenę i dostępność na rynku jedynym używanym koagulentem z grupy soli żelaza jest siarosan żelazawy [6,2,9]. Stosowanie siarosan żelazawego w procesie koagulacji wody poddyktowane jest w dużej mierze względami ekonomicznymi. Jak wykazały badania [10], dobowy koszt uzdatniania wody przy użyciu siarosan żelazawego i wapna jest o ponad połowę niższy niż podczas koagulacji takiej samej wody siarosanem glinu. Jednak stosowanie siarosan żelazawego do koagulacji wód przeznaczonych do celów pitnych powoduje znaczny wzrost barwy wody w osacie jej uzdatniania, wynikający z obecności bardzo drobnych cząstek wodorotlenku żelazawego. Powodem, dla którego koagulant ten nie jest szeroko stosowany, jest konieczność dozowania prawie zawsze wapna oraz obawa przed przecho-  
dzeniem jonów żelaza do sieci wodociągowej [7]. Mimo takich zastrzeżeń sole żelaza są coraz częściej stosowane do uzdatniania wody pitnej w urządzeniach z zawieszonym osadem. W urządzeniach tych jako wskaźniki oceny pracy uzdatniania powszechnie używa się oznaczenie barwy, mętności i ilości pozostałego koagulantu.

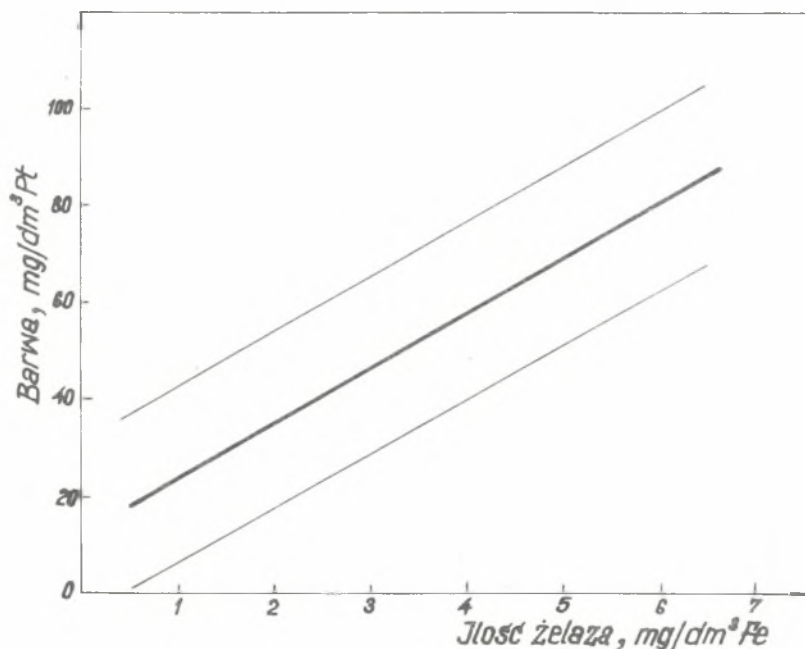
W literaturze podane są nawet konkretne wartości wskaźników do oceny pracy pulsatora podczas stosowania siarosan glinu, wg których uzdatnianie uznano jako prawidłowe, gdy w wypływającej z pulsatora wodzie średnia barwa nie przekracza  $10 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$ , (maksymalnie do  $20 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$ ), średnia mętność do  $5 \text{ mg/dm}^3$  (maksymalnie do  $10 \text{ mg/dm}^3$ ) [3,5]. W dostępnej literaturze nie uzyskano jednak informacji odnośnie do wartości tych wskaźników w osacie stosowania jako koagulantu siarosan żelazawego, w związku z czym zaistniała potrzeba ustalenia tych wskaźników na drodze badań koagulacji wody siarosanem żelazawym.

## 2. Część doświadczalna

Badania nad zastosowaniem siarosan żelazawego do koagulacji zanieczyszczonych przeprowadzono na wodzie powierzchniowej pobieranej z istniejącego ujęcia. Przeprowadzono je w skali ułamkowo-technicznej w warunkach przepływowych w układzie technologicznym składającym się z modelu pulsatora, filtra pospiesznego oraz zestawu dozującego reagenty i regulującego przepływ wody [8,10].

Wstępne badania wykazały, że w wodzie po pulsatorze wzrastała barwa pozorna w stosunku do barwy wody surowej, natomiast filtracja wody poddawanej koagulacji siarosanem żelazawym mimo wysokiej barwy pozornej powodowała praktycznie całkowite jej usunięcie. Natomiast równoległa filtracja wo-

dy surowej nie wpłynęła na zmniejszenie barwy. W związku z zaobserwowanym zjawiskiem podwyższenia barwy pozornej po pulsatorze zaszła potrzeba doświadczalnego ustalenia wskaźników oceny pracy tego urządzenia. Biorąc pod uwagę cały cykl uzdatniania wody do celów pitnych wynika, że dopuszczalne ilości zanieczyszczeń po pulsatorze określić można w połączeniu z procesem filtracji. Założono, że przy prędkości filtracji 10 m/h utrzymywany będzie 12-godzinny filtracyk przy oporach filtracji do 2,5 m słupa wody i uzyska się jakość wody zdatną do picia [9]. Obserwacje wizualne wody uzdatnionej w pulsatorze wskazywały, że wzrost barwy pozornej wynika z obecności w niej drobnych cząstek wodorotlenku żelazowego. Wykonane oznaczenia barwy i zawartości żelaza w wodzie pobieranej z przelewu pulsatora umożliwiły określenie zależności barwy pozornej od zawartości żelaza. Zależność taką otrzymano po analizie matematycznej wyników z ponad dwudziestu serii badawczych [10]. Jak wskazuje wykres przedstawiony na rysunku 1,

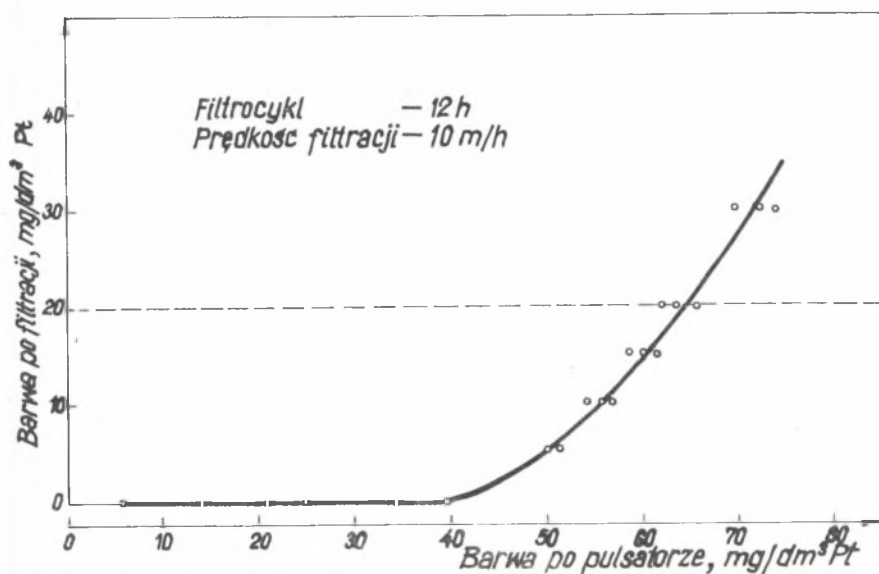


Rys. 1. Zależność barwy pozornej od zawartości żelaza w wodzie uzdatnianej w pulsatorze

otrzymano linię prostą charakteryzującą wpływ pozostałego w wodzie żelaza w postaci koloidalnych cząstek wodorotlenku żelazowego na barwę pozorną. Jako dopuszczalne wielkości barwy pozornej, mętności i żelaza w wodzie odpływającej z pulsatora przyjęte będą te najwyższe wartości, przy których

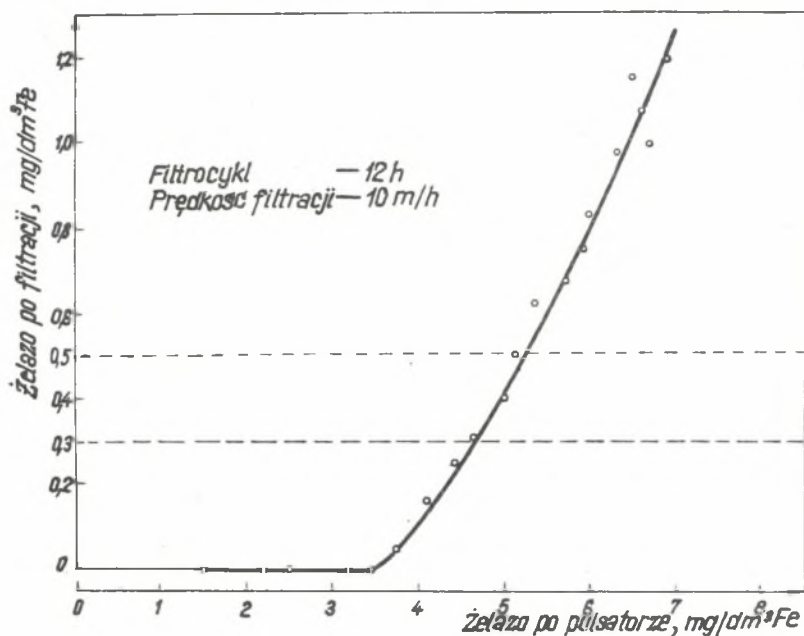
spełnione jeszcze będą ustalone warunki filtracji. Analizując uzyskane w czasie badań wyniki stwierdzono, że dość wysoka średnia wartość barwy pozornej w wodzie po pulsatorze do  $64 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$  nie powoduje pojawienia się po 12-godzinnej filtracji barwy większej od  $20 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$ . Dalejszy wzrost barwy pozornej powoduje podwyższenie wartości barwy po filtrze ponad dopuszczalne ilości.

Przykładowo, utrzymanie się barwy po pulsatorze w granicach  $70 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$  powoduje podwyższenie się barwy po filtrze do  $30 \text{ mg/dm}^3 \text{Pt}$  (rys. 2).

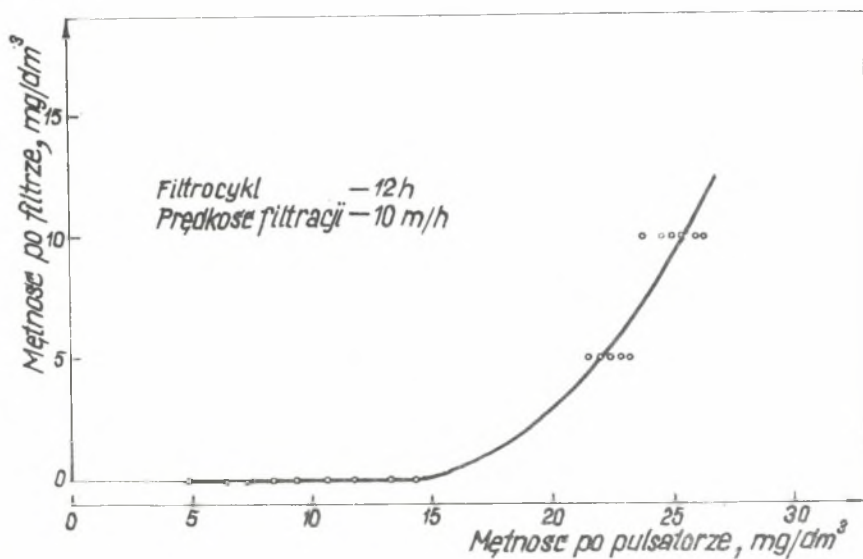


Rys. 2. Zależność barwy wody uzdatnionej metodą koagulacji i filtracji od barwy pozornej po pulsatorze

Z krzywej określającej zależność średnich ilości żelaza po pulsatorze i po 12-godzinnej filtracji wynika, że średnia wartość żelaza w ilości  $4,6 \text{ mg/dm}^3 \text{Fe}$  powoduje pojawienie się żelaza po filtrze do  $0,3 \text{ mg/dm}^3 \text{Fe}$ . Jeżeli ilość żelaza w odpływie przekroczy  $5,2 \text{ mg/dm}^3 \text{Fe}$ , to powoduje wzrost żelaza po filtrze do  $0,5 \text{ mg/dm}^3 \text{Fe}$  (rys. 3). Obecnie obowiązujące normy dopuszczają w wodzie do celów pitnych taką ilość żelaza, lecz ze względu na niebezpieczeństwo rozmywania się warstwy osadu zawieszzonego nie należy dopuścić do nadmiernego wynoszenia żelaza z pulsatora. Analiza krzywej zmian



Rys. 3. Zmiany natężenia żelaza w wodach uzdatnianych metodą koagulacji i filtracji od zawartości żelaza wypływającego z pulsatora



Rys. 4. Wpływ mętności wody odpływającej z pulsatora na zawartość tego składnika w filtracie

mętności wykazuje, że mętność wody po pulsatorze rzędu  $15 \text{ mg/dm}^3$  pozwala uzyskać założony filtrocykl (rys. 4). W żadnym z omawianych cykli badawczych nie stwierdzono przekroczenia założonych oporów filtracji po 12 godzinach pracy filtrów. Opierając się na uzyskanych wynikach badań ustalono następujących wskaźniki oceny jakości wody odpływającej z pulsatora uzdatnionej siarczanem żelazowym.

barwa (pozorna)	≤	$65 \text{ mg/dm}^3 \text{ Pt}$
mętność	≤	$15 \text{ mg/dm}^3$
żelazo	≤	$5,2 \text{ mg/dm}^3 \text{ Fe}$

#### LITERATURA

- [1] Badsiak M., Mikulińska Z.: "Dostarczanie i uzdatnianie wody dla miasta Łódź ze zbiornika Sulejów" - Materiały Krajowej Konferencji PZITS, Poznań 1976.
- [2] Chojański A.: "Koagulacja wody solami żelaza w okresach niskich temperatur". Gospodarka wodna 2, 1968.
- [3] Degremont: "Memento technique de l'eau". Paris, 1966.
- [4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia. Dz.U. Nr 18, 1977.
- [5] Kiepał A., Nawrocka E., Welf M.: Wstępna eksploatacja pulsatorów w latach 1971/72 na Wodociągu Centralnym w MPWiK w Warszawie - Materiały Konf. NOT, Poznań 1973.
- [6] Kowal A.L.: Technologia wody. "Arkady", Warszawa 1977.
- [7] Kucharski J., Moniuszko A.: Oczyszczanie wód i ścieków przemysłowych metodą koagulacji. WNT, Warszawa 1967.
- [8] Pięga J., Sawiniak W., Sobczyk M.: "Urządzenie modelowe do badań uzdatniania wody". Patent P-202559.
- [9] Pięga J., Sawiniak W., Sobczyk M.: "Uzdatnianie wód kopalnianych siarczanem żelazowym w akceleratorach do celów komunalnych". Materiały Konf. Ochrona jakości i zasobów wód Polski, Kraków 1979.
- [10] Sobczyk M.: Zastosowanie siarczanu żelazowego do uzdatniania wody do celów pitnych w pulsatorze. Praca doktorska, Politechnika Śląska 1980.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УТИЛИЗИРОВАННОЙ СУЛЬФАТОМ ЖЕЛЕЗА ВОДЫ ВЫПЛЫВАЮЩЕЙ ИЗ ПУЛЬСАТОРА

#### Р е з ю м е

В работе оговорены исследования по определению оценки качества выплывающей из пульсатора воды. Воду коагулировано сульфатом железа в дробно-техническом масштабе в проточных условиях в технологической системе состоящей из модели пульсатора и быстродействующего фильтра. Экспериментально определена зависимость минимума цвета от количества железа в воде вытекающей из

пульсатора при предполагаемых условиях фильтрации. В качестве допустимых величин мнимого цвета, мутности и железа в воде вытекающей из пульсатора, приняты те наибольшие значения, при которых будут выдержаны принятые условия фильтрации. На основе полученных экспериментальных результатов, определены допустимые количества загрязнений - железа, мнимого цвета и мутности воды выходящей из пульсатора.

PERFORMANCE CRITERION FOR WATER FLOWING OF A PULSATOR CONDITIONED  
USING COPPERAS

S u m m a r y

Studies of the problem of performance criterion for water flowing of a pulsator are presented. Water coagulation is made using copperas in the flow conditions. A model used for investigations consists of the pulsator and a rapid filter. Admissible level of an apparent colour, turbidity and ferrum are found experimentally. They have been defined such to fulfill the filtering conditions.