

Nowe technologie w MPWiK w m.st. Warszawie SA

Anna Olejnik

Dzięki możliwości pozyskania funduszy na rozwój infrastruktury wodno-ściekowej Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie SA zrealizowało i nadal realizuje inwestycje, których przygotowanie poprzedzone było wieloma latami badań modelowych. Inwestycje mające na celu poprawę jakości wody dostarczanej odbiorcom w aglomeracji warszawskiej zrealizowane zostały w ramach II Fazy Projektu Warszawskiego pod nazwą „Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie” oraz nadal są realizowane w ramach Fazy IV.

Projekt Warszawski

Z chwilą przystąpienia Polski do Unii Europejskiej rząd zobowiązał się do podjęcia działań mających na celu dostosowanie jakości odprowadzanych ścieków do obowiązujących wymogów prawa unijnego.

W tym celu opracowano projekt modernizacji i rozbudowy infrastruktury wodno-ściekowej dla Warszawy pod nazwą „Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie”.

Strategicznym celem Projektu było zapewnienie mieszkańcom Warszawy wody wysokiej jakości oraz oczyszczanie wszystkich ścieków komunalnych przed odprowadzeniem do Wisły. Ze względu na stopień złożenia prac koncepcyjnych i wykonawczych oraz bardzo wysokie koszty realizacji został on podzielony na fazy realizacyjne.

- **Faza I i Faza II** zakładały modernizację infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej Warszawy oraz poprawę jakości i dystrybucji wody.
- **Faza III** przewidywała przede wszystkim modernizację i rozbudowę oczyszczalni ścieków „Czajka” (część ściekowa i przygotowanie osadów do utylizacji), budowę układu przesyłowego ścieków, a także budowę i modernizację sieci oraz infrastruktury.
- **Faza IV** obejmuje optymalizację i usprawnienie obecnie funkcjonującego systemu gospodarki wodno-ściekowej poprzez wyeliminowanie istniejących niedoborów:
 - zapewnienie parametrów oczyszczanych ścieków odprowadzanych do odbiornika (środowiska) zgodnego z obowiązującymi przepisami;
 - usprawnienie sposobu działania oraz zapewnienie kompleksowego rozwiązania dla problemu zagospodarowania osadów ściekowych.Założone cele zostaną osiągnięte poprzez:
 - stworzenie efektywnego systemu gospodarowania osadami ściekowymi (Stacja Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych);

- modernizację stosowanych technologii uzdatniania wody (SUW Praga, SUW Filtry) oraz oczyszczania ścieków (poprzez modernizację części mechanicznej, biologicznej i gospodarki osadowej Oczyszczalni „Południe”, modernizację gospodarki osadowej oczyszczalni „Pruszków”);
- inwestycje sieciowe (m.in. Kolektor Burakowski-Bis, kanalizacja w dzielnicach Wawer, Bielany, Rembertów, Bemowo oraz kolejne odcinki wodociągów).

Poprawa jakości wody

Priorytetem MPWiK SA jest ciągła poprawa jakości wody dostarczanej mieszkańcom Warszawy. Dlatego zdecydowano o realizacji inwestycji mających na celu poprawę procesu uzdatniania wody (Faza II i IV Projektu) w poszczególnych Stacjach.

Program modernizacji technologii uzdatniania wody obejmuje Wodociągi Układu Centralnego, który tworzą Zakład Centralny oraz Zakład Północny.

Zakład Centralny

Na terenie Zakładu Centralnego (SUW Filtry) w ramach realizacji II Fazy została wybudowana Stacja Ozonowania Pośredniego i Filtracji na Węglu Aktywnym (uruchomiona w październiku 2010 roku). Modernizacja technologii w SUW Filtry polegała na wprowadzeniu do procesów uzdatniania wody ozonowania pośredniego i filtracji na węglu aktywnym oraz połączeniu istniejących dwóch ciągów technologicznych w jeden układ uzdatniania wody. Proces ozonowania wody poprzedza koagulacja i filtracja pospieszna piaskowa.

Zakład Północny

W Zakładzie Północnym w ramach realizacji II Fazy wykorzystano proces flotacji ciśnieniowej. Metoda polega na wprowadzaniu do zbiornika z wodą powietrza w postaci drobnopełcherzykowej w celu wyniesienia na powierzchnię zanieczyszczeń, wytrąconych w procesie koagulacji. Wprowadzenie do układu technologicznego uzdatniania wody flotacji ciśnieniowej umożliwiło skuteczniejsze usuwanie planktonu oraz zmniejszyło zawartość związków organicznych nawet o 75% w stosunku do ich zawartości w wodzie surowej.

Zastosowanie procesów ozonowania pośredniego i filtracji na węglu aktywnym w Zakładzie Centralnym oraz flotacji ciśnieniowej w Zakładzie Północnym determinował skład wody ujmowanej przez te stacje (centralny – infiltracyjna woda wiślana, północny – powierzchniowa z Jeziora Zegrzyńskiego). Wybór tych procesów poprzedzony był baniami modelowymi w celu wyboru najbardziej efektywnego rozwiązania.

Stacja Uzdantniania Wody „Praga”

W ramach IV Fazy Projektu realizowana jest rozbudowa procesów uzdatniania wody SUW Praga o ozonowanie pośrednie i filtrację na złożu węglowym.

Inwestycja jest wynikiem wieloletnich badań i poszukiwań najbardziej efektywnego rozwiązania.

Rozbudowa układu technologicznego SUW Praga umożliwi zmniejszenie dawki stosowanych środków dezynfekcyjnych, dwutlenku chloru i ewentualnie pozwoli całkowicie wyeliminować chlor.

Historia badań modelowych w Zakładzie Centralnym SUW Praga

Założenia do badań modelowych, mających na celu wybór optymalnych procesów:

- redukcja materii organicznej odpowiedzialnej za smak i zapach wody w okresie występowania zwiększonych stężeń tych substancji w wodzie infiltracyjnej przez zastosowanie – przed procesem dezynfekcji wody – sorpcji na granulowanym węglu aktywnym;
- utrzymanie odpowiednich parametrów wody uzdatnianej w przekroju całego roku zgodnie z aktualnymi przepisami polskimi i Unii Europejskiej dotyczącymi jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, przy znacznych okresowych wahaniami parametrów jakości wody w Wiśle (fale

powodziowe, susze hydrologiczne), ze szczególnym uwzględnieniem normy 10 µg/l dla stężenia bromianów w uzdatnianej wodzie;

- stosowanie do dezynfekcji wody jak najniższych dawek dezynfekcyjnych, najlepiej tylko dwutlenku chloru.

Okresy realizacji badań

- lata 70. XX w. (pierwsze próby)
- styczeń–maj 1992 r.
- czerwiec–grudzień 1992 r.
- marzec 1995 r. – marzec 1996 r.

Styczeń – maj 1992 roku

Zakres badań obejmujący dwa układy modelowe:

- układ modelowy pełny:
 - ozonowanie wstępne – dawka: 0,6–1,2 mg/l, ozon reszt.: 0,04–0,15;
 - filtracja pospieszna: piaskowe, antracytowo-piaskowe;
 - ozonowanie pośrednie – dawka: 0,4–0,8 mg/l, ozon reszt.: 0,03 mg/l;
 - filtracja węglowa: ROW 0,8Supra, ROW 0,8Extra, F300, TL830;
 - dezynfekcja: chlor, dwutlenek chloru;
- układ modelowy uproszczony:

- ozonowanie wstępne – dawka: 0,6–1,2 mg/l, ozon reszt.: 0,04–0,15;
- filtracja pospieszna: piaskowe, antracytowo-piaskowe;
- filtracja węglowa: ROW 0,8Supra, ROW 0,8Extra, F300, TL830;
- dezynfekcja: chlor, dwutlenek chloru.

Wyniki badań i wnioski:

- ozonowanie wstępne – proces korzystny dla wód infiltracyjnych; zalecana dawka 0,6–1,4 mg/l;
- filtracja pospieszna – wykluczyć złożę antracytowo-piaskowe: niewygodne w eksploatacji, daje podobne efekty do piaskowych;
- ozonowanie pośrednie – daje niewielkie rezultaty, ale wydłuża pracę filtrów węglowych;
- filtracja węglowa: najefektywniejszym filtrem był ROW 0,8EXTRA. Redukcje w odniesieniu do wody infiltracyjnej: barwa w 90%, ChZT w 49%, absorbancja UV w 72%. Najślabiej pracował F300; w jego miejsce wstawiono PICABIOL;
- dezynfekcja – optymalna dawka dwutlenku chloru wyniosła:
 - w układzie pełnym 0,44–0,82 mg/l,
 - w układzie uproszczonym 0,5–0,75 mg/l i była niższa o 62% od optymalnej dawki chloru.

Efektywność pracy układu pełnego w stosunku do uproszczonego była wyższa w zakresie usuwania barwy o 15%, ChZT o 5%, absorbancja UV o 4%.

Czerwiec – grudzień 1992 roku

Zakres badań

Kontynuacja badań w układzie pełnym i uproszczonym.

Zmiany:

- filtracja pospieszna: złożę antracytowo-piaskowe zastąpiono złożem węglowym TL-830; dodano filtr piaskowy ze złożem jednorodnym;
- ozonowanie wstępne: dawka większa ze względu na zmianę jakości wody (0,7–1,67 mg/l; O3re. 0,18);
- ozonowanie pośrednie: dawka 0,7–1,05 mg/l; O3re. 0,03 mg/l.

Wyniki badań i wnioski:

- przeprowadzone badania wyeliminowały:
 - procesy:
 - filtracji pospiesznej na złożu antracytowo-piaskowym i jednorodnym;
 - dezynfekcji chlorem;
 - węgle typu:
 - ROW 0,8EXTRA najlepszy po 17 tygodniach pracy, po 43 tyg. spadł na trzecie miejsce po węglach TL 830 i ROW 0,8Supra;
 - F 300 – jego zdolność sorpcyjna wyczerpała się w trakcie badań;
 - PICABIOL działał mało skutecznie, słabe własności sorpcyjne;
- uznano, że ozonowanie jako proces wstępny będzie dobrym rozwiązaniem;
- w filtracji pospiesznej złożę z węgla TL 830 daje dobre rezultaty, ale stosowanie go w pierwszym stopniu uzdatniania wody jest kosztowne;

- ozonowanie pośrednie byłoby celowe ze względu na przedłużenie efektywności pracy węgla;
- wybrano dwutlenek chloru jako środek dezynfekcyjny.

Marzec 1995 roku – marzec 1996 roku

Zakres badań:

- ozonowanie pośrednie: dawka ozonu zmienna, zima: 1,0–1,5 mg/l, lato: 1,5–2,0 mg/l, max. 2,0 mg/l;
- filtracja węglowa: węgiel Norit 0,8Supra, węgiel PICABIOL, węgiel Chemviron F400.

Wyniki badań i wnioski:

- w wyniku zastosowania ozonowania pośredniego i filtracji węglowej nastąpiła redukcja:
 - barwy o 60–100%;
 - utlenialności o 20–50%;
 - absorbancji UV o 40%;
 - ChZT o 60%;
 - OWO o 30%;
 - zapotrzebowanie na chlor o 30%;
 - zapotrzebowanie na dwutlenek chloru o 50%;
 - obniżenie stężeń THM poniżej wartości normatywnych;
- uzyskano zdecydowaną poprawę jakości wody w stosunku do stanu istniejącego;
- ustalono maksymalną dawkę ozonu na poziomie 2 mg/l przy czasie kontaktu 10 do 20 min;
- wykazano, że węgiel o dobrych właściwościach sorpcyjnych i wysokiej twardości, np. Norit ROW 0,8Supra, przy czasie kontaktu wody ze złożem węglowym 34 min. pozwala na dozowanie dwutlenku chloru w ilości do 0,4 mg/l. Badania były kontynuowane w latach 1996–1999. Badania układu O3 + GWA (kontynuowane do 1999 r.) dały pozytywne rezultaty, tzn. osiągnięto zadawalającą skuteczność uzdatniania wody, czego konsekwencją mogło być zmniejszenie dawek środków dezynfekcyjnych.

Problemem okazało się formowanie bromianów w reakcji ozonu z bromkami zawartymi w wodzie wiślanej.

Badania współczesne 2005–2006

1. MIEX

Okres realizacji:

- I etap: 13.04.2005 r. – 28.07.2005 r.
- II etap: 25.10.2005 r. – 22.11.2005 r.

Cel badań

Określenie, czy proces ten w połączeniu z istniejącym napowietrzaniem i filtracją przez złożę żwirowe może być alternatywą lub uzupełnieniem procesu ozonowania i sorpcji na GAC.

- I etap – sprawdzenie efektywności usuwania zanieczyszczeń organicznych obecnych w uzdatnianej wodzie;
- II etap – sprawdzenie efektywności usuwania związków aromatycznych, jak geosmina i metylo-izo-borneol (MIB), substancji powodujących nieprzyjemny zapach, oraz możliwości skojarzenia procesu MIEX z węglem pylistym.

Zakres badań

Wykonano 11 serii pomiarowych na filtrze modelowym przy zmiennym czasie kontaktu i zmiennej prędkości filtracji.

- Zmiany jakości wody złoża filtracyjnego dla każdego cyklu filtracji przy $v_f = 2, 4, 6$ m/h;
- analiza fizykochemiczna wody po aeracji:
 - wpływająca i odpływająca ze stacji pilotowej;
 - po modelowym filtrze pospieszonym ze złożem żwirowym;
 - analiza wody uzdatnionej w skali technicznej;
 - wody popłuczne.

Parametry procesu:

- I etap: czas kontaktu – 20 min, stężenie żywicy – 5–20 ml/l;
- II etap: czas kontaktu – 10 min, stężenie żywicy – 30 ml/l.

Wyniki badań i wnioski:

- nie stwierdzono wpływu procesu MIEX na takie parametry, jak: zasadowość, twardość, chlorki, bromki czy pH;
- dawkowanie PWA:
 - wymaga budowy dodatkowej instalacji (zbiorniki magazynowe, roztworowe, układ do dozowania);
 - stwarza konieczność zmniejszenia wydajności układu do 35% (do 35 000 m³/d);
- zaobserwowano skrócenie czasu między płukaniem filtra piaskowego spowodowane wynoszeniem drobin żywicy z osadnika. Skrócenie czasu było zależne od prędkości filtracji – optymalna 4 m/h odpowiada przepływowi nominalnemu 100 000 m³/d. Straty żywicy oscylowały na poziomie 11 l/1000 m³. Przy takich stratach żywicy występowało niekorzystne zjawisko blokowania górnej warstwy złoża filtracyjnego;
- po zastosowaniu filtra magnetycznego straty wymywanej żywicy uległy zmniejszeniu do poziomu 2,5 l/1000 m³, co pozwoliło oszacować długość filtrocyclu na ok. 10 dni;
- najpoważniejszy problem – konieczność utylizacji ścieków poprocesowych (zużytej solanki).

Pozytywy:

- analiza wpływu procesu MIEX na parametry fizyko-chemiczne wody wyjściowej wykazała dużą skuteczność w usuwaniu rozpuszczonych substancji organicznych: średnia redukcja barwy o 76%, absorbancji UV o 66%, OWO o 47% oraz utlenialności o 46%. W efekcie stwierdzono obniżenie zapotrzebowania na Cl₂ o 41%, a na ClO₂ o 64%;
- MIEX + PWA usuwa zapach geosminy, MIB i mieszaniny GEO i MIB oraz nie wpływa w istotny sposób na reżim pracy filtrów;
- wprowadzenie technologii MIEX nie wymaga żadnego przygotowania wody, nie ma potrzeby dawkowania jakichkolwiek chemikaliów;
- nie wymaga żadnych skomplikowanych urządzeń hydrotechnicznych ani elektronicznych;
- może być alternatywą bądź uzupełnieniem dla instalacji ozonowania i GWA (szczególnie MIEX i filtry węglowe mogą się doskonale uzupełniać);
- proces MIEX można bardzo łatwo dopasować do zmieniających się parametrów fizykochemicznych wody surowej poprzez zmianę stężenia żywicy w komorach kontaktowych i zmianę częstotliwości regeneracji. Pozwala na to duża pojemność buforowa żywicy i proste sterowanie procesem. Wyniki badań wskazują, że MIEX może być stosowany jako jeden z etapów uzdatniania wody (po infiltracji). Nawet w cza-

sie okresowego wzrostu poziomu zanieczyszczeń w Wiśle proces MIEX stabilizuje jakość wody dopływającej do kolejnych etapów uzdatniania.

2. Koagulacja powierzchniowa

Okres realizacji:

- październik 2005 r. – styczeń 2006 r.

Cel badań:

- określenie wpływu koagulantów: siarczanu glinu ALS oraz PIX 112 z korektą pH, na poprawę jakości wody surowej;
- wpływ procesu koagulacji na pracę filtra pospiesznego (hydraulika, długość filtrocyclu).

Zakres badań:

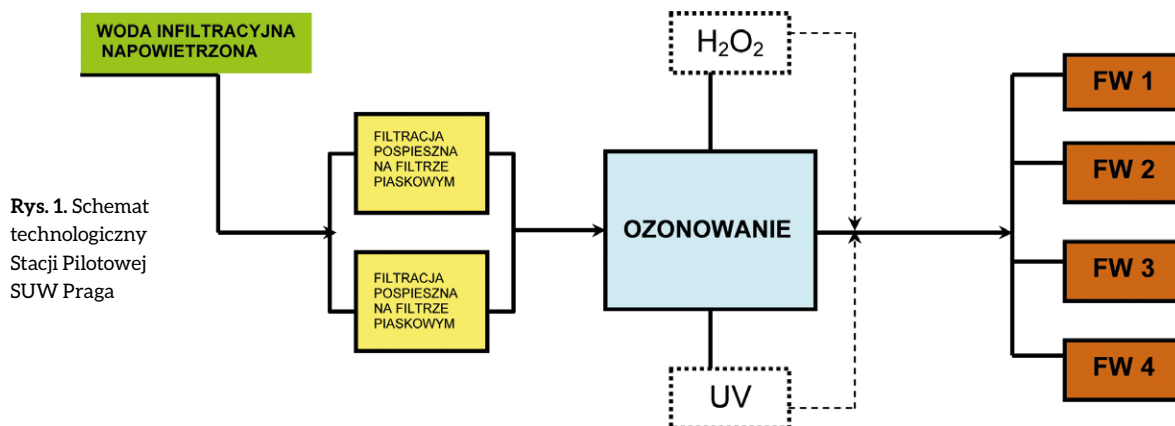
- do wody wprowadzono dawki koagulantów glinowego i PIX – 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg Me₃+/l, a następnie filtrowano z prędkością 4 m/h przez filtr piaskowy;
- dla koagulanta glinowego wykonano dla każdej dawki po jednej serii badań, dla dawki 0,5 mg Al₃+/l wykonano dwie serie pomiarów;
- dla koagulanta PIX wykonano dla każdej dawki po jednej serii badań, dla dawki 0,5 mg Fe₃+/l wykonano dwie serie pomiarów dla jednego filtrocyclu oraz dla dawki 2 mg Fe₃+/l – dwie serie pomiarowe w odstępie czasowym 4 godz;
- określono optymalną dawkę koagulanta glinowego i PIX – 2 mg Me₃+/l, dla której przeprowadzono badania z korektą pH 5,5; 6,0; 6,5; 7,0 przy użyciu kwasu 4,75% H₂SO₄;
- wykonano badania porównawcze bez zastosowania koagulanta z określeniem filtrocyclu, który wyniósł 166 h;
- jakość wody po filtrze modelowym została porównana z jakością wody po filtrach piaskowych w skali technicznej z określeniem stopnia redukcji zanieczyszczeń w wyniku procesu koagulacji.

Wyniki badań i wnioski:

- redukcja badanych parametrów pod wpływem koagulacji:
 - redukcja utlenialności: dla Al₃+/l – o 9,7% , dla Fe₃+/l – o 9,1%;
 - redukcja absorbancji UV: dla Al₃+/l – o 15,3% , dla Fe₃+/l – o 17,4%;
 - redukcja OWO: dla Al₃+/l – o 8,8% , dla Fe₃+/l – o 5,3%;
 - redukcja barwy: dla Al₃+/l – o 33,3% , dla Fe₃+/l – o 9,0%;
- wyniki badań z uwzględnieniem korekty optymalnego pH 5,5 dla dawki optymalnej 2 mg stosowanych koagulantów:
 - obniżenie utlenialności dla ALS o 30,2% dla PIX o 19,6%;
 - obniżenie absorbancji UV dla ALS o 34,8% dla PIX o 24,8%;
 - obniżenie OWO dla ALS o 24, 3% dla PIX o 19,8%;
 - obniżenie barwy dla ALS o 33,2% dla PIX o 30,8%.

Dodatkowe aspekty

- Zwiększenie efektywności uzdatniania wody osiągnięto w wyniku korekty pH do 5,5.
- Nastąpiło zmniejszenie zapotrzebowania na dezynfekant, jednak proces koagulacji nie zapewnił obniżenia dawki ClO₂ do pożądanej wartości 0,4 mg/l. Zapotrzebowanie na ten dezynfekant dla wody po koagulacji przy pH 5,5 wyniosło 0,6 mg/l.



- Do zakwaszania wody do optymalnego pH 5,5 zastosowano kwas siarkowy. Dobowe zużycie kwasu siarkowego przy średniej produkcji ZWP 60 000 m³/d wynosiłyby ok. 4,9 tony/d w przypadku prowadzenia koagulacji siarczanem glinu oraz ok. 6,8 tony/d przy koagulacji PIX.
- Do alkalizacji wody stosowano wodorotlenek sodu. Dobowe zużycie wodorotlenku sodu przy średniej produkcji ZWP 60 000 m³/d wynosić będzie ok. 4,1 tony/d w przypadku prowadzenia koagulacji siarczanem glinu oraz ok. 4,6 tony/d przy koagulacji PIX.
- Stwierdzono przechodzenie do filtru jonów żelaza, manganu i glinu wraz ze wzrostem odczynu kwaśnego.
- W procesie filtracji bez koagulacji filtrocykl wynosił 166 godzin.
- Zastosowanie koagulantów znacznie skróciło filtrocykle: dla filtracji bez korekty pH – do 12 godzin, dla filtracji z korektą pH – do 24 godzin. Pociąga to za sobą zwiększenie częstotliwości płukania filtrów, a w efekcie wzrost kosztów spowodowanych zużyciem wody płuczającej, energii oraz wymogiem oczyszczania i zagospodarowania wód popłucznych.
- Wprowadzenie koagulacji powierzchniowej z optymalną dawką koagulantu i pH 5,5 wymagałoby rozbudowy istniejących układów technologicznych, w tym układu do płukania filtrów, stworzenia magazynów reagentów.

Ze względu na złożoność procesu związaną z koniecznością korekty pH, skróceniem filtrocyklu oraz wzrostem kosztów uzdatniania wody koagulacja powierzchniowa dla ZWP ze względów technicznych, jak i ekonomicznych jest nie do zaakceptowania.

3. OZON + GWA (Stacja Pilotowa)

Celem kolejnych badań na Stacji Pilotowej była optymalizacja procesów ozonowania i doboru węgla aktywnego przed modernizacją układu technologicznego SUW Praga oraz poznanie wpływu danego procesu jednostkowego na pozostałe wchodzące w skład układu technologicznego. Szczególnie w zakresie czasu kontaktu wody ze złożem węglowym oraz wyznaczenie granicznej dawki ozonu, przy której zostaną spełnione wymogi Dyrektywy Unii Europejskiej określającej od 2008 r. zawartość bromianów w wodzie poniżej 10 µg/l.

Układ technologiczny Stacji Pilotowej

Stacja Pilotowa pracowała przy zasilaniu wodą infiltracyjną,

napowietrzoną. W badawczym ciągu technologicznym realizowane były następujące procesy jednostkowe:

- filtracja pospieszna na dwóch filtrach piaskowych (odwzorowanie obecnie istniejących);
- procesy utleniania – ozonowanie z możliwością zastosowania zaawansowanych metod (H₂O₂ + O₃ i UV + O₃);
- filtracja na czterech złożach węgla aktywnego.

Ostatni cykl badań modelowych pozwolił na sformułowanie wytycznych do Projektu Technicznego obiektu Ozonowania pośredniego i filtracji na złożu granulowanego węgla aktywnego.

Nowe urządzenia zaprojektowano dla uzdatniania wody po filtrach pospiesznych. Woda po filtrach pospiesznych będzie tłoczona przez pompownię pośrednią do komór ozonowania pośredniego. Będą 2 układy tłoczne, oddzielnie do lewej i prawej strony (lewego i prawego skrzydła).

Komory ozonowania pośredniego

Zaprojektowano po 2 równoległe ciągi komór ozonowania dla każdej strony Stacji (łącznie zaprojektowano 4 ciągi komór ozonowania).

Stacja będzie mogła pracować:

- równoległe liniami komór ozonowania. Wydajność pracujących linii komór ozonowania będzie jednakowa;
- tzw. stronami: stronami: „L” (lewa) i „P” (prawa). Wydajność każdej linii produkcyjnej (strony-skrzydła obiektu) będzie wynosić ok. 50% produkcji. Wydajność linii komór ozonowania będzie jednakowa w stronie. Będą różnice w obciążeniu linii w stronach, jeżeli będą różnice w ilości pracujących linii.

Czas kontaktu w komorach ozonowania 10 minut

Ozon wprowadzany będzie do uzdatnianej wody za pomocą dyfuzorów porowatych.

Całe zapotrzebowanie na ozon będzie jednorazowo wprowadzane do uzdatnianej wody w każdej linii produkcyjnej.

W celu zapewnienia dużej elastyczności procesu ozonowania, ze względu na zawartość bromków w wodzie ujmowanej, a także z uwagi na zmienną produkcję – przyjęto następujące założenia:

- w każdej linii produkcyjnej będą 2 komory z dyfuzorami;
- wymiary komór i ilość dyfuzorów w komorach będą takie same;
- praca dyfuzorów będzie uzależniona od stężenia bromków w wodzie ujmowanej;

- przy małej ilości bromków w uzdatnianej wodzie i jednocześnie dużej produkcji Stacji oraz większym zapotrzebowaniu na ozon (wyższej dawce ozonu) dozowanie ozonu będzie tylko w pierwszej komorze z dyfuzorami. W drugiej komorze z dyfuzorami nie będzie dozowania ozonu. Druga komora w linii produkcyjnej będzie przepływała. Czas reakcji będzie długi (będzie reakcja w 2 komorach) i wyniesie ok. 6,5 min;
- przy dużej ilości bromków w uzdatnianej wodzie potrzebne będzie zmniejszenie dawki ozonu i skrócenie czasu ozonowania (reakcji). Wprowadzenie ozonu będzie tylko w drugiej komorze z dyfuzorami. Pierwsza komora z dyfuzorami w linii ozonowania będzie wyłącznie przepływała. Czas ozonowania będzie skrócony o połowę, tj. wyniesie ok. 3,25 min.

Po komorach reakcji będą komory odpływowe z przelewami burzliwymi (kaskadami) w celu eliminacji z wody ozonu resztkowego.

W sytuacji wysokiego stężenia bromków w uzdatnianej wodzie maksymalna dawka ozonu może być okresowo ograniczana do 0,7–1,0 g/m³.

Filtry węglowe

Zaprojektowanych zostało 10 jednokomorowych filtrów – po 5 filtrów dla strony „L” i „P” – o powierzchni 71,4 m². Łączna powierzchnia 10 filtrów: 714 m².


Dla przewidywanej wydajności po uruchomieniu filtrów – 50 000–60 000 m³/d zaprojektowano złoża o wysokości 2,0 m, co pozwoli na utrzymanie czasu kontaktu $t = 24$ min.

Podsumowanie

Zakończenie realizacji inwestycji przewidywane jest w lipcu 2015 roku.

Zmodernizowany układ technologiczny będzie następujący: infiltracja ⇒ napowietrzanie ⇒ filtracja piaskowa ⇒ ozonowanie pośrednie ⇒ filtracja na złożu GWA ⇒ dezynfekcja.

Woda po procesie ozonowania pośredniego i filtracji na złożu granulowanego węgla aktywnego poddawana będzie dezynfekcji dwutlenkiem chloru. W przypadku wysokiego stężenia bromków w wodzie ujmowanej przewidywane jest ograniczenie dawki ozonu, w efekcie zapotrzebowanie na środki dezynfekcyjne może być wyższe, niż zakładano w badaniach modelowych. Dlatego też utrzymana zostanie możliwość uzupełniania chlorem dawki dwutlenku chloru. ■

 **Anna Olejnik** – Pion Wody, Dział Technologii Wody Miejskie
Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawie
Spółka Akcyjna

artykuł recenzowany