

Marta Janosz-Rajczyk, Korneliusz Miksch,
Maria Zdybiewska

UZDATNIANIE WODY PODZIEMNEJ ZANIECZYSZCZONEJ SKUPISKAMI DROBNOUSTROJOWYMI ORAZ ZWIĄZKAMI MANGANU I AMONIAKU

Streszczenie. Praca przedstawia badania, jakie podjęto w celu opracowania wytycznych do uzdatniania wody podziemnej zanieczyszczonej skupiskami drobnoustrojowymi oraz związkami manganu i amoniaku. Przyjęta technologia miała zapewnić takie uzdatnianie, aby skład fizyko-chemiczny i sanitarny wody odpowiadał normom wody do picia dla miasta pow. 100 000 mieszkańców. Przeprowadzono próby usuwania tych zanieczyszczeń przy pomocy koagulacji siarczanem glinu, wspomaganą dodatkiem aktywnej krzemionki lub dodatkiem węgla aktywnego. Skuteczne jednak okazało się uzdatnianie wody przy pomocy chlorowania i kilkustopniowej filtracji. Dane uzyskane we wstępnych badaniach, przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych, sprawdzono w układzie ciągłym na stacji wodociągowej, przygotowując od 30 - 68 l/h wody. W opracowaniu umieszczono dokładne dane techniczne potrzebne do prowadzenia procesu uzdatniania w układzie ciągłym.

1. Wstęp

Stosowanie coraz to nowszych, skomplikowanych technologii w przemyśle, łączy się z otrzymywaniem ścieków o niespotykanym dotąd składzie. W celu pozbycia się uciążliwych ścieków, dla których nie opracowano jeszcze technologii oczyszczania, wprowadza się je do gleby. Dlatego też coraz częściej stwierdza się zanieczyszczenia wód gruntowych ściekami lub odpadami przemysłowymi [1].

Czyste wody gruntowe charakteryzują się prawie niezmiennym składem fizyko-chemicznym i mikrobiologicznym. Beger [2] podaje, że do typowych mikroorganizmów występujących w czystych wodach gruntowych należą np. bakterie żelaziste oraz towarzyszące im wiciowce zwierzęce i wrotki. Natomiast skład fizyko-chemiczny i mikrobiologiczny wód gruntowych zanieczyszczonych ściekami przemysłowymi jest zmienny i zależy od wielu czynników takich jak: jakość, ilość i stopień równomierności odprowadzanych ścieków do gleby. Z chwilą przedostania się ścieków czy odpadów przemysłowych do warstw wodonośnych, następuje zachwianie istniejącej tam równowagi. Na skutek wprowadzenia do wody gruntowej związków chemicznych, rozwijają się w niej inne niż normalnie gatunki mikroorganizmów, które wykorzystują wprowadzone substancje jako materiał energetyczny i budulcowy. W następstwie tego wykształca się swoista biocenoza, która przyswaja produkty metabolizmu wykorzystując do tego celu żywą i martwą substancję organiczną.

Przy stałym dopływie zanieczyszczeń do gleby może ustalić się nowy, charakterystyczny zespół mikroorganizmów, przystosowany do zaistniałych warunków. W związku z tym następuje pogorszenie się własności organoleptycznych wody, dalej - zmiana wskaźników chemicznych i bakteriologicznych, co uniemożliwia wykorzystanie wody do picia czy celów gospodarczych bez uprzedniego uzdatnienia. Z tego względu koniecznym staje się zabezpieczenie obszarów zalegania wód przed urbanizacją i zanieczyszczeniami, dla zapewnienia prawidłowej eksploatacji wód podziemnych.

Celem przedstawionych badań było opracowanie wytycznych do technologii uzdatniania wody gruntowej tak, aby skład fizyko-chemiczny i bakteriologiczny odpowiadał normom sanitarnym dla miasta powyżej 100 tysięcy mieszkańców. Okazało się, że w pewnym okresie czasu na obszar zalegania wód wprowadzono do gleby ścieki z przemysłu hutniczego. Ścieki te spowodowały szkodliwe zanieczyszczenie wód podziemnych. W wyniku przedostania się wraz ze ściekami między innymi takich związków jak węglowodory aromatyczne, czy sole manganowe i amonowe, w eksploatowanych studniach na kosztach ssawnych rozwinęły się obrosty o nietypowej i uprzednio nie spotykanej biocenozie. Obrosty narastały w takich ilościach, że zaczęły przedostawać się do sieci wodociągowej. Pompy na stacji wodociągowej powodowały rozbijanie śluzowatych nalotów na "kłaczkach", w których skupione były mikroorganizmy. Stosowana dotychczas technologia polegająca na ozonowaniu wody okazała się nieskuteczna, gdyż dozowane dawki ozonu nie powodowały zabiwania drobnoustrojów skupionych na kłaczkach o grubej śluzowatej otoczce. Obecność w wodzie odpowiednich soli pokarmowych gwarantowała dalszy ich rozwój w sieci wodociągowej tak, iż konsument otrzymywał wodę o nieapetycznym wyglądzie i z tego względu nie odpowiadającą normom.

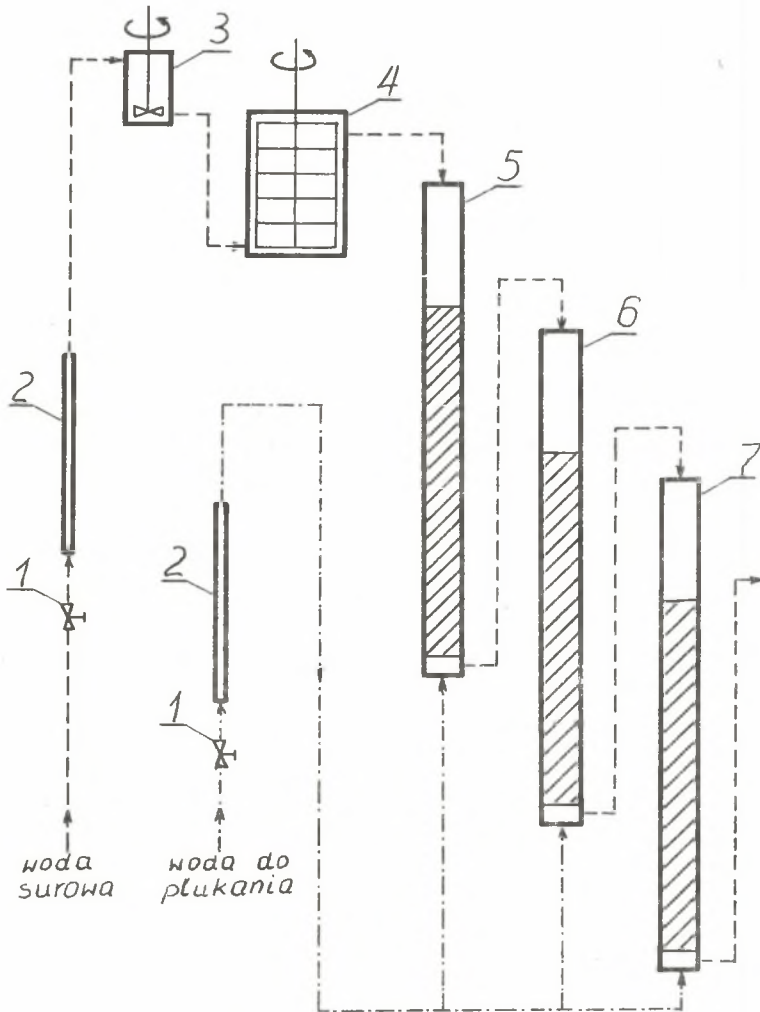
Biorąc pod uwagę znajdujące się w wodzie zanieczyszczenia, rozpatrzono następujący schemat uzdatniania:

1. Zastosowanie silnego utleniacza w celu utlenienia związków amonowych, manganowych i zniszczenia drobnoustrojów.
2. Usunięcia powstałej zawiesiny.

Stosowana aparatura

Zestaw modelowy do badań metodą ciągłą składał się z następujących urządzeń:

- urządzenie dawkujące odczynniki,
- komora mieszania reagentów,
- zbiornik reakcji,
- filtr żwirowy,
- filtr średnioziarnisty,
- filtr drobnoziarnisty,
- przyrządy pomiarowe.



Rys. 1. Schemat układu modelowego do uzdatniania wody:

1 - zawór regulacyjny, 2 - rotametr, 3 - komora mieszania, 4 - zbiornik reakcji, 5 - filtr żwirowy, 6 - filtr średnioziarnisty, 7 - filtr drobnoziarnisty

Aparatura wykonana była ze szkła organicznego (metaplex). Komora mieszania miała formę okrągłego zbiornika o średnicy 110 mm. Odczynniki dodawano za pomocą pomp dozujących "Unipan" typ 312, a do mieszania stosowano mieszadło szklane napędzane silnikiem z regulacją obrotów.

Czas zatrzymania w komorze mieszania regulowany był przez umieszczenie na odpowiedniej wysokości przewodu odprowadzającego. Aby zapobiec przedostawaniu się banieczek powietrza do komory reakcji oraz zabezpieczyć się przed lewarującym działaniem przewodu odprowadzającego, wykonano na nim otwór odpowietrzający.

Komora reakcji wykonana była ze szkła organicznego w kształcie walcowatego zbiornika wyposażonego w specjalne mieszadła z winiduru. Regulacja obrotów odbywała się płynnie poprzez transformator. Filtry miały średnicę 9,3 cm, a ich wysokość wynosiła 2,6 m. W badaniach stosowano układ trójstopniowej filtracji, który wykorzystywano w całości, lub w pewnych fragmentach. Układ ten składał się z następujących jednostek:

- filtr żwirowy o średnicy ziaren 5-10 mm,
- filtr płaskowy średnioziarnisty o wysokości złoża właściwego wynoszącej 100 cm oraz warstwy podtrzymującej ze żwiru o średnicy 5-10 mm i wysokości 20 cm. Filtr ten był uaktywniony kwaśnym roztworem nadmanganianu potasowego. Charakterystyka uziarnienia złoża tego filtru była następująca:
 - wymiar czynny $d_{10} = 0,97$ mm
 - średnica przeciętna $d_{sr} = 1,50$ mm
 - stopień równomierności = 1,55
- filtr piaskowy drobnoziarnisty o wysokości warstwy filtracyjnej 125 cm oraz wysokości warstwy podtrzymującej wynoszącej 20 cm. Najważniejsze parametry tego złoża były następujące:
 - wymiar czynny $d_{10} = 0,60$ mm
 - średnica przeciętna $d_{sr} = 0,93$ mm
 - stopień równomierności = 1,55.

W początkowej fazie filtr był nieuaktywniony, ale w badaniach końcowych również złożo tego filtru uaktywniono zakwaszonym 2% roztworem nadmanganianu potasu.

Analizę sitową oraz krzywą przesiewu piasku filtracyjnego przedstawia tablica 1.

Na różnych poziomach filtrów znajdowały się otwory odpływowe pozwalające na pobieranie próbek z różnych wysokości złoża filtracyjnego. Rolę rusztu podtrzymującego złożo spełniała umieszczona 10 cm nad dnem dziurkowana tarcza, umożliwiająca wypływ wody. Wysokość słupa wody nad złożem regulowana była przez umieszczenie swobodnego wypływu na określonej wysokości.

Tablica 1

Analiza sitowa piasku średnioziarnistego (Filtr 2)
oraz drobnoziarnistego (Filtr 3)

Wymiary ziaren	Piasek drobnoziarnisty		Piasek średnioziarnisty	
	Procent frakcji (%)	Sumaryczny % frakcji	Procent frakcji (%)	Sumaryczny % frakcji
0,5	2,0	2,0	0,0	0,0
0,5 ÷ 0,75	5,9	7,9	0,5	0,5
0,75 ÷ 1,02	47,5	55,4	2,5	3,0
1,02 ÷ 1,5	40,4	95,8	33,15	36,15
1,5 ÷ 2,0	3,0	98,8	47,25	83,4
2,0 ÷ 2,5	1,0	99,8	12,6	96,0
2,5	0,2	100,0	4,0	100,0

Ilość dopływającej wody kontrolowana była za pomocą rotometru o zakresie do 200 l/godz. Rotometr o większym zakresie (do 500 l/godz.) umieszczono na przewodzie służącym do płukania filtrów.

Przebieg doświadczeń i wyniki badań

W pierwszym etapie badań wykonano kilkakrotnie analizę wody według powszechnie przyjętych metod [3], a wyniki tych oznaczeń zebrano w tabeli II.

Po przeprowadzeniu wstępnych badań laboratoryjnych mających na celu przyjęcie określonej technologii uzdatniania, właściwe badania prowadzono w urządzeniu modelowym na stacji wodociągowej. Przed uruchomieniem układu uzdatniającego, przeprowadzono skróconą analizę wody surowej obejmującą następujące oznaczenia: odczyn, zasadowość wobec metyloranżu, kwasowość ogólna, twardość ogólna, wapń, mangan, chlorki, amoniak, utlenialność oraz wyznaczono zapotrzebowanie chloru. Na podstawie krzywej zapotrzebowania chloru dobierano optymalną jego dawkę tak, aby woda po procesie uzdatniania zawierała jeszcze od 0,3 do 0,5 mg/l chloru. Proces uzdatniania metodą ciągłą przebiegał następująco: woda tłoczona była za pomocą pompy, a jej ilość regulowana dławikiem umieszczonym przed rotametrem. Z kolei woda doprowadzana była do zbiornika "szybkiego mieszania", gdzie następowało dokładne wymieszanie z doprowadzonymi odczynnikami. W przypadku stosowania chlorowania łącznie z alkalizacją, wodę chlorowaną doprowadzono do komory mieszania, natomiast wodę wapienną wprowadzono do otworu odpowietrzającego lub bezpośrednio do komory reakcji. Czas zatrzymania wody w komorze mieszania wynosił przeciętnie około 2 minut. Przy takim czasie zatrzymywania oraz odpowiednich obrotach mieszadła, woda ulegała całkowitemu natlenieniu. Woda z komory mieszania doprowadzana była do komory reakcji od dołu i odprowadzana górą. Odpływ umieszczono w takiej wysokości, aby czas zatrzymania wynosił co najmniej jedną godzinę. Szybkość obrotów mieszadła wynosiła 4 obroty na minutę. Z komory reakcji woda przepływała przez fil-

Tablica 2

Charakterystyka wody surowej

Oznaczenie	Jednostki	Wielkość: od - do
Temperatura	°C	10 - 13,5
Mętność	opisowo	pojedynczo organiczne zawiesiny
Barwa	mg/l Pt	0
Zapach na zimno	-	nie wyczuwalny, łatwo wyczuwalny specyficzny zapach węglowodorów aromatycznych
Zapach na gorąco	-	J.w.
Smak	-	specyficzny
Odczyn	pH	7 - 7,35
Zasadowość wobec metylo-ranżu	mval/l	2,6 - 5,5
Kwasowość ogólna	mval/l	0,1 - 0,55
Twardość	mval/l	4,2 - 6,3
Wapń	mg/l Ca ⁺⁺	62,2 - 92,3
Magnez	mg/l Mg ⁺⁺	7,3 - 20,7
Żelazo	mg/l Fe	0,0 - 0,4
Mangan	mg/l Mn ⁺⁺	0,1 - 0,7
Chlorki	mg/l Cl ⁻	18,5 - 63,4
Siarczany	mg/l SO ₄ ^{''}	34,7 - 94,6
Fosforany	mg/l PO ₄ ^{''}	0,03 - 0,05
Azotany	mg/l NO ₃ [']	0,5 - 2,1
Azotyny	mg/l NO ₂ [']	0,005 - 0,12
Amoniak	mg/l NH ₄ ⁺	5,5 - 19,0
Azot organiczny	mg/l N	0,5 - 9,2
Utlenialność	mg/l O ₂	1,6 - 6,4
BZT ₅	mg/l O ₂	1,2 - 1,75
Zawiesiny ogółem	mg/l	0,5 - 3,4
Sucha pozost. ogólna	mg/l	258,0 - 441,0
Strata przy prażeniu	mg/l	67,0 - 194,0
Sucha poz. po prażeniu	mg/l	191,0 - 331,0
Fenole	mg/l	0,0

try. Przepływ wody był taki, aby uzyskać odpowiednią prędkość przepływu przez filtry. I tak dla kolejnych prędkości filtracji równych 4,5 m/h; 6 m/h; 8 m/h i 10 m/h, odpowiednie ilości doprowadzanej wody wynosiły 30 l/h, 40,7 l/h, 54,2 l/h i 68 l/h.

Początkowo prowadzono filtrację jednostopniową, którą w dalszych badaniach zastąpiono układem trzystopniowym. Filtr 1 żwirowy posiadał ziarna o największej granulacji, uziarnienie filtru 2 - piaskowego było średnie, a filtr trzeci skonstruowany był jako klasyczny płaskowy filtr pospieszny

Tak przyjęta granulacja złóż pozwalała na zastosowanie różnych kombinacji filtrowania. Czas kontaktu wody ze złożem dla odpowiednich prędkości przepływu podaje tablica 3.

Tablica 3

Czas kontaktu wody ze złożem

Prędkość przepływu [m/h]	Czas kontaktu (w minutach)		
	Filtr 1	Filtr 2	Filtr 3
4,5	< 1	4,5	5,4
6,0	< 1	3,4	4,05
8,0	< 1	2,55	3,05
10,0	< 1	2,05	2,45

Płukanie filtrów 2 i 3—płaskowych odbywało się wodą wodociągową przez 10 minut, z prędkością przepływu 30 m/h. Natomiast filtr 1 — żwirowy płukano z prędkością 60 m/h, gdyż dopiero przy takiej szybkości usuwane były osiadłe na wypełnieniu kłaczki zawieszin o dużych wymiarach. Podczas płukania wzruszano mechanicznie górną warstwę złoża, gdzie gromadziła się największa ilość zanieczyszczeń.

Wyznaczono również opory filtracji, mierząc różnicę między zwierciadłem słuza wody nad złożem, a poziomem swobodnego odpływu. Uzyskane efekty uzdatniania wody zestawiono w tablicy 4, natomiast wyznaczone opory filtracji podano na rys. 2.

Omówienie wyników

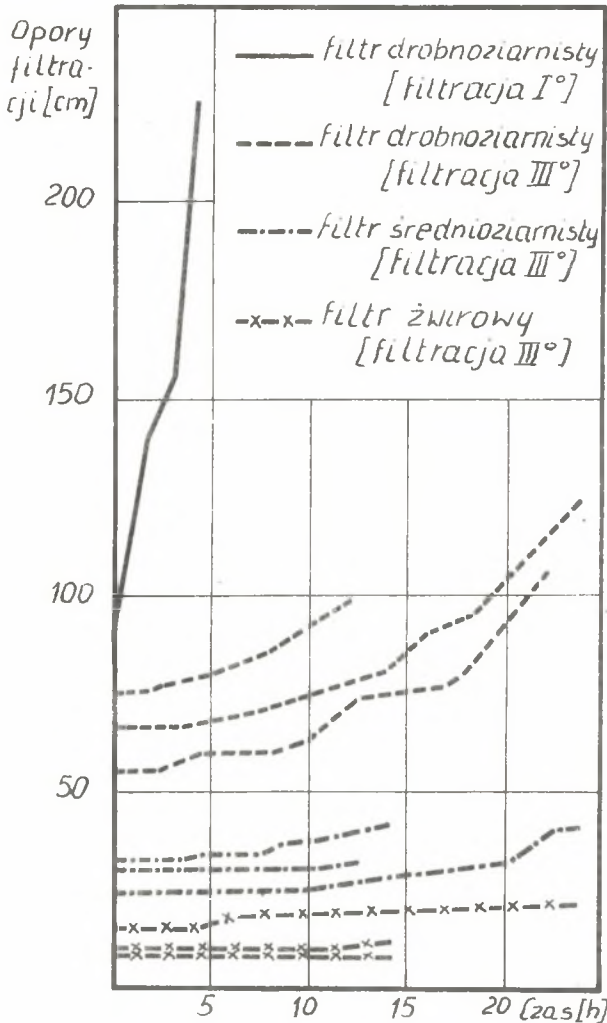
Zapach badanej wody na zimno jak i na gorąco mieścił się w szerokim zakresie od niewyczuwalnego do wyraźnie specyficznego, z przewagą zapachu węglowodorów aromatycznych. Zwiększone kłaczki mikroorganizmów nadawały wodzie nieapetyczny wygląd i dyskwalifikowały ją pod względem sanitarnym. Obecność mikroorganizmów i substancji organicznych uwidaczniała się podwyższoną utleniałością, która w skrajnym przypadku wynosiła 6,4 mg/l O_2 . Obowiązujące dla wody do picia normy zostały przekroczone ponadto przez azot amonowy, którego ilość dochodziła do 19,0 mg/l NH_4 , żelazo 0,4 mg/l Fe^{+++} i mangan 0,7 mg/l Mn^{++} (tablica 2).

Początkowo przeprowadzano próby usuwania zawartych w wodzie zanieczyszczeń metodą koagulacji siarczanem glinu w ilościach od 20 do 120 mg/l Al^{+++} a wobec nikłych efektów usuwania zarówno kłaczek jak i manganu, proces ten wspomagano dodatkiem aktywnej krzemionki [4]. Jednak również i w tym procesie przy dawkach 1-3 mg/l SiO_2 nie uzyskano poprawy efektów uzdatniania wody.

Następny wariant polegający na koagulacji wody siarczanem glinu z dodatkiem węgla aktywnego w ilościach nawet do 100 mg/l powodował niewielką

Efekty poprawy jakości wody uzyskane na drodze chlorowania dawką 0,8 do 21,0 mg/l Cl₂ i 3-stopniowej filtracji

Oznaczenie	Jednost.	Woda surowa		Woda po uzdatnieniu							
				Szybkość filtracji 4,5 m/h		Szybkość filtracji 6 m/h		Szybkość filtracji 8 m/h		Szybkość filtracji 10 m/h	
		od	do	od	do	od	do	od	do	od	do
Chlor pozostały	mg/l Cl ₂	-	-	0,8	1,5	0,2	6,0	0,5	3,5	0,1	3,1
Odczyn	pH	6,8	7,8	7,2	7,8	6,8	7,4	7,4	7,6	7,1	7,6
Zasadowość wobec metyloranżu	mbal/l	1,9	4,95	2,25	2,8	1,9	3,6	2,2	3,7	2,3	3,3
Kwasowość ogólna	mval/l	0,05	0,4	0,1	0,4	0,15	0,3	0,06	0,35	0,1	0,35
Mangan	mg/l Mn ⁺⁺	0,1	1,0	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00	0,02
Chlorki	mg/l Cl [']	40,0	62,5	53,0	55,0	48,0	103,0	45,0	62,0	43,0	71,0
Amoniak	mg/l NH ₄ ⁺	0,0	2,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
Utlenialność	mg/l O ₂	1,4	2,95	0,8	1,3	0,9	1,3	1,4	2,4	0,8	2,4
Ilość kłaczków	skala od 0 do 2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0



Rys. 2. Wyznaczone opory jednostopniowej i trójstopniowej filtracji

poprawę usuwania zanieczyszczeń, tj. kłazzków i manganu, ale przy dawkach nie znajdujących uzasadnienia ekonomicznego, tym bardziej, że pozostałe wskaźniki zanieczyszczenia, to jest mangan, amoniak i specyficzny zapach wody nie ulegały w tych procesach zadawalającym zmianom.

Ostateczny, przyjęty w badaniach modelowych schemat uzdatniania wody, przewidywał utlenienie za pomocą chloru manganu i amoniaku oraz zabicie mikroorganizmów znajdujących się w kłazkach. Stosowane dawki chloru wahały się w zakresach od 0,8 do 21 mg/l Cl₂ (tablica 4) zależnie od ilości zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie. Dalszym ciągiem procesu uzdat-

niania była kilkustopniowa filtracja. Przy szybkości filtracji 4,5 m/h oraz ilości chloru pozostałego 0,8 - 1,5 mg/l Cl_2 mangan uległ całkowitemu usunięciu. Zwiększenie szybkości filtracji do 10 m/h w badanych warunkach pozwalało na usunięcie manganu do 0,02 - 0,05 mg/l Mn^{++} . Również sole amonowe były prawie całkiem usuwane.

Najważniejszym jednak efektem procesu było całkowite usunięcie kłaczków zanieczyszczających wodę, co było jednym z głównych celów jej preparowania. Jak widać z tabeli 4, były one usuwane w 100%, przy szybkości filtracji 4,5 - 10 m/h, co świadczy, że postawiony sobie cel został w pełni osiągnięty.

Mikrobiologiczne badania kontrolne wykazały zmniejszenie ilości drobnoustrojów saprofitycznych w granicach 91,8 - 99%. Dla osiągnięcia takich efektów uzdatniania konieczna jest jednak filtracja kilkustopniowa ze względu na szybko wzrost oporności filtracji na skutek zatykania złożeń śluzowatymi kłaczkami drobnoustrojów (rys. 2).

Tego rodzaju postępowanie było konieczne i w pełni potwierdziło, że przy oczyszczaniu wody do picia na filtrach pospiesznych nieodzowne jest wstępne chlоровanie, w celu usunięcia drobnoustrojowych i organicznych zanieczyszczeń.

Prócz tego chlоровanie powodowało utlenienie manganu bez konieczności nadmiernej alkalizacji do pH 8,5 - 9,0, co jest nieodzowne przy zastosowaniu powietrza a bez zastosowania uaktywnionego filtru [5].

Również uziarnienie filtrów nie było tu rzeczą obojętną, co wykazały przeprowadzone badania i potwierdzają dane literaturowe [6].

Być może - właściwszym rozwiązaniem dla uzdatniania badanej wody byłoby zastosowanie tzw. "filtrów suchych" [7] pozwalających na utlenienie związków amonowych na drodze nityfikacji, a dopiero potem zastosowanie właściwego filtrowania, ponieważ metoda ta, jak podają inni autorzy [8], szczególnie nadaje się dla wód zawierających oprócz amoniaku również mangan, przy równocześnie małej zawartości żelaza.

3. Wnioski

1. Zanieczyszczenie badanych wód wgłębnych było spowodowane przez infiltrację ścieków hutniczych,
2. Proces koagulacji siarczanem glinu nie dawał zadowalających wyników usuwania manganu i kłaczków drobnoustrojowych, nawet przy wspomaganii procesu aktywną krzemionką.
3. Dodatek przy koagulacji węgla aktywnego poprawiał efekty procesu, jednak w stopniu niezadowalającym.
4. Najwłaściwszym procesem okazało się zastosowanie chloru jako utleniacza, a następnie kilkustopniowej filtracji.

LITERATURA

- [1] Pomykała J.: Badania zanieczyszczeń wód podziemnych ściekami nieorganicznego przemysłu chemicznego, GWiTS, 44, 167 (1970).
- [2] Beger N.: Leitfaden der Trink und Brauchwasserbiologie, Jena Verlag, 1966.
- [3] Just J., Hermanowicz W.: Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarstwow, PZWL, Warszawa 1959.
- [4] Kulskij I.A., Nakorczewska W., Slipczenko A.: Aktywna kremnakszta i problema czystości wody. Izd. "Naukowa Dumka, Kiew, 1969.
- [5] Rudziński B.: Urządzenia do oczyszczania wody, Warszawa 1965.
- [6] Zbiorowe: "Technisches Handbuch Wasseraufbereitungsanlagen", VEB, Verlag, Berlin 1966.
- [7] Janowski H.: Tendencje w projektowaniu, budowie i eksploatacji filtrów do uzdatniania wody, GWiTS, 44, 158 (1970).
- [8] Memento Technique de l'Eau, Societe Degremont, France Technique et Dokumentation, Paris, 1966.

ОЧИСТКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАГРЯЗНЕННЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ
А ТАКЖЕ МАРГАНЦЕВЫМИ И АММИАЧНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Резюме

В работе изложены исследования, какие были проведены с целью разработки указаний по очистке подземных вод, загрязненных сосредоточенными микроорганизмами, а также соединениями марганца и аммиака. Принятая технология должна была обеспечить такую очистку, чтобы физико-химический и санитарный состав воды отвечал нормам питьевой воды для городов более 100.000 населения. Были проведены попытки удаления этих загрязнений путем коагуляции сернокислым алюминием, поддерживаемым прибавкой активного кремнеза или активированного угля. Эффективной оказалась очистка воды путем хлорирования и многоступенчатая фильтрация. Данные, полученные в предварительных исследованиях, проведенных в лабораторных условиях, были проверены в непрерывной системе водопроводной станции, подготавливая 30-68 л воды в час. В разработке приведены точные технические данные, необходимые для проведения процесса очистки в непрерывной системе.

THE TREATMENT OF UNDERGROUND WATER POLLUTED
WITH CLUSTERS OF MICROORGANISMS AND WITH
THE COMPOUNDS OF MANGANESE AND AMMONIA

S u m m a r y

This work presents investigations undertaken to work out the instructions for treatment of underground water polluted with clusters of microorganisms and with the compounds of manganese and ammonia. The accepted technology had to guarantee such treatment, after which the physico-chemical and sanitary composition of water would meet the requirements for drinking water for a town with more than 100 000 citizens. There was experimented the removal of these impurities by coagulation with aluminium sulphate, helped by the addition of active silica or active carbon. But the treatment of water by chlorination and multistage filtration proved to be effective. The data, received in preliminary testings done in the laboratory conditions, were examined in a continuous system at a water line station by treatment of 30 to 68 liters of water per hour. In the elaboration there are given exact technical data necessary for the treatment of water in a continuous system.