

Jakość wody czerpanej z Zatoki Perskiej po uzdatnieniu w polowej stacji uzdatniania i odsalania wody

Quality of water drawn from Persian Gulf treated in a water purification and desalination field station

ROMAN ŁAKOMY^{1/}, JERZY BERTRANDT^{1/}, ANNA KŁOS^{1/}, MICHAŁ ŁYSKOWICZ^{2/}

^{1/} Zakład Higieny i Fizjologii, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii w Warszawie

^{2/} AIDPOL, Warszawa

Wprowadzenie. Woda jest niezbędna do życia. Paradoxem jest jednak to, że może brakować wody do picia, tam gdzie są jej niezliczone ilości, czyli wody mórz i oceanów. Jest to jednak woda słona. Wtedy przydatne mogą być stacje uzdatniania i odsalania wody.

Cel. Oznaczenie i ocena parametrów fizykochemicznych wody surowej pobieranej z Zatoki Perskiej i po jej uzdatnieniu i odsoleniu.

Materiały i metody. Materiał do badań stanowiły próbki wody surowej pobranej z Zatoki Perskiej w okolicach Dubaju oraz wody po uzdatnieniu i odsoleniu. Oznaczenia wykonywano spektrofotometrycznie z użyciem aparatu Drell-4000 firmy HACH. Do oznaczania mętności wykorzystywano mętnościomierz 2100 NIS firmy HACH; twardość, chlorki i utlenialność oznaczono metodą miareczkową.

Wyniki. Stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń w wodzie surowej słonej dla żelaza, mętności i amoniaku. Potwierdzono skuteczność odsalania przenośnego zestawu do uzdatniania i odsalania wody.

Wnioski. Zastosowane metody i techniki odsalania wody pochodzącej z Zatoki Perskiej mogą być wykorzystywane jako mobilne stacje uzdatniania i odsalania wody.

Słowa kluczowe: woda, parametry fizykochemiczne, oczyszczanie, demineralizacja

Introduction. Water is essential for life. Paradoxically, drinking water may be lacking where there are vast water quantities, namely in seas and oceans. Then the water treatment and desalination stations can be useful.

Aim. To determine physico-chemical parameters of the water samples from the Persian Gulf and after the water treatment and desalting.

Material & Method. The study involved samples of raw water from the Persian Gulf taken in the Dubai area and of the water after reprocessing and desalting in the water treatment field station. The determinations were made by the spectrophotometric method using the Drell-4000 HACH apparatus. For the turbidity determination the 2100 NIS HACH apparatus was used and hardness, chlorides and oxygen consumption were determined by the titration method.

Results. The allowable concentrations in the raw salt water were exceeded for turbidity, iron and ammonia. The efficacy of desalination by a mobile station for water purification and desalination was confirmed.

Conclusion. The applied methods and techniques of desalination of water coming from the Persian Gulf may be used as mobile stations for water treatment and desalination.

Key words: water, physico-chemical parameters, purification, demineralization

© Probl Hig Epidemiol 2016, 97(4): 388-390

www.phie.pl

Nadesłano: 31.07.2015

Zakwalifikowano do druku: 10.10.2016

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr hab. n. farm. Jerzy Bertrandt
Zakład Higieny i Fizjologii, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii
ul. Kozielska 4, 01-163 Warszawa
tel. 601 85 31 17, e-mail: j.bertrandt@wihe.waw.pl

Wprowadzenie

Dostęp do wody używanej do celów spożywczych i sanitarnych w Polsce i Europie XXI w. jest czymś oczywistym. Nie zastanawiamy się nad tym, że istnieją regiony świata, gdzie rytm codziennego życia wyznacza walka o zdobycie wody pitnej niezbędnej do przeżycia do następnego dnia. Szacuje się, że choroby wodnopochoodne uśmiercają ok. 2 mln ludzi rocznie. Problem ten dotyka przede wszystkim dzieci, które umierają na skutek biegunek i odwodnienia. Paradoxem jest to, że problem ten dotyka regionów, gdzie woda jest zdawać by się mogło na wyciągnięcie ręki. Chodzi tu o regiony Afryki wzdłuż brzegów mórz i oceanów. Oceany stanowią naturalny rezerwuar wody. Jest to niestety woda słona, nie nadająca się do spożycia. Dlatego kraje regio-

nu Zatoki Perskiej postawiły na przemysłowe procesy odsalania wody morskiej i w 2011 r. została oddana do użytku instalacja *Ras Girtas Power and Water*. Zakład produkuje 240 tys. m³ wody dziennie [1]. Niestety, odsalanie wody morskiej odbywa się kosztem biodegradacji środowiska. Wody po procesie odsalania zrzucane do Zatoki powodują wzrost stężenia soli w wodach Zatoki Perskiej [2-5]. Wydaje się jednak, że w tamtym regionie nie ma odwrotu od procesów pozyskiwania wody do picia przez odsalanie. O ile proces odsalania jest już dobrze opanowany na skalę przemysłową, na skalę makro, to zaopatrzenie w wodę pitną wiosek i osiedli w Afryce stanowi problem. Podejmowane są próby konstruowania małych stacji odsalania wody pracujących dla zaspokojenia lokalnego zapotrzebowania

na wodę. Firma AIDPOL z Polski proponuje rozwiązać problem pozyskiwania wody z wody zasolonej oferując małe stacje uzdatniania i odsalania wody.

Cel

Oznaczenie i ocena parametrów fizykochemicznych wody surowej pobieranej z Zatoki Perskiej i po jej uzdatnieniu i odsoleniu.

Materiały i metody

Do uzyskania wody pitnej wykorzystano mobilny zestaw przeznaczony do odsalania wody morskiej Aidpol® Fresh Water Set typ FWS-30. Zestaw ten służy do produkcji wody do picia z wody morskiej lub wody ze studni, która jest zanieczyszczona wodą z mórz lub oceanów. Zestaw ten składa się z dwóch modułów:

- Aidpol® Pure Water Station typ PW-180S
- Aidpol® Sweet Water Station typ SW-30.

Aidpol® Pure Water Station typ PW-180S przeznaczony jest do filtracji wody morskiej i zapewnia:

- usunięcie mętności
- odfiltrowanie mikrozwiesin
- podanie przefiltrowanej wody po ciśnieniu na stację odsalającą wodę morską.

W module drugim – mobilnym zestawie do odsalania SW-30 dokonuje się proces odsolenia wody morskiej i pozyskanie z niej wody pitnej.

System filtracji w urządzeniu PW-180S, składa się z czterech stopni filtrowania oraz ochrony mikrobiologicznej. Są to:

- stopień pierwszy – kosz ssawny
- stopień drugi – filtr wstępny
- stopień trzeci – filtr świecowy wstępny
- stopień czwarty – filtr świecowy końcowy.

Kosz ssawny, to filtr wielokrotnego użytku służący do zatrzymywania zanieczyszczeń stałych (małe kamienie, liście, gałęzie, resztki roślin, glonów itp.). Filtr (kosz) wykonany jest z tworzywa sztucznego

i zamontowany na wężu ssawnym. Filtr wstępny, to filtr wielokrotnego użytku, chroniący pompkę przed zanieczyszczeniami stałymi typu piasek, zawiesina itp. Filtr świecowy wstępny – filtr mający na celu zatrzymanie większości drobnych zanieczyszczeń stałych. Wkład filtracyjny jest przeznaczony do jednokrotnego wykorzystania. Filtr końcowy ma na celu zatrzymanie drobnej zawiesiny i doczyszczenie wody. Tak przygotowana woda jest podawana do następnego modułu SW-30, gdzie dokonuje się proces właściwego odsalania wody morskiej na membranowym filtrze osmotycznym.

Stację do uzdatniania i odsalania wody morskiej ustawiono na brzegu morskim, na plaży w Dubaju. Wodę do analizy pobierano bezpośrednio z Zatoki Perskiej w miejscu, gdzie zanurzony był kosz ssawny pobierający wodę do odsalania. Drugą próbkę pobierano na wyjściu wody z modułu odsalającego.

Azotany, azotyny, żelazo, mangan, jon amonowy, twardość ogólną, chlor wolny, chlor ogólny, chlorki, siarczany i fluorki oznaczano spektrofotometrycznie z użyciem aparatu Drell-4000 firmy HACH. Oznaczenia azotanów, azotynów, żelaza, manganu, jonu amonowego, twardość ogólną, chlor wolny i chlorki oznaczano również przenośnym aparatem Drell-1900 firmy HACH. Użycie aparatu Drell-1900 i wykonanie przy jego użyciu oznaczeń w warunkach polowych miało na celu sprawdzenie przydatności tego spektrometru do wykonywania analiz w warunkach poligonowych. Do oznaczania mętności wykorzystywano mętnościomierz 2100 NIS firmy HACH; twardość, chlorki i utlenialność oznaczono metodą miareczkową. Barwa oznaczana była metodą wizualną, przez porównanie z serią roztworów wzorcowych, platynowych [6-14].

Wyniki

Wartości parametrów fizykochemicznych wody surowej pobranej z Zatoki Perskiej i wody odsolonej umieszczono w tabeli I.

Tabela I. Wartości parametrów fizykochemicznych wody pobranej z Zatoki Perskiej surowej i po procesie odsalania
Table I. Physical and chemical properties of raw water taken from Persian Gulf and after water desalting

Parametr /Parameter	jednostka /unit	przed odsalaniem /before desalination		po odsalaniu /after desalting	
		DR 4000	DR 1900	DR 4000	DR 1900
twardość ogólna /total hardness	mg/l CaCO ₃	7480	7248	68	23
jon amonowy /ammonium	mg/l NH ₄ ⁺	0,136	N.O.	>0,02	>0,02
azotany /nitrates	mg/l NO ₃ ⁻	2,0	4,5	>0,2	3,2
azotyny /nitrites	mg/l NO ₂ ⁻	0,012	0,01	0,007	0,007
żelazo /iron	mg/l	>0,02	> 0,02	>0,02	>0,02
mangan /manganese	mg/l	N.O.	N.O.	>0,005	>0,005
chlor wolny /free chlorine	mg/l Cl ₂	0,02	0,01	0,01	0,01
chlor ogólny /total chlorine	mg/l Cl ₂	0,03		0,01	
siarczany /sulfates	mg/l SO ₄ ²⁻	3510		11,9	
fluorki /fluorides	mg/l F ⁻	1,95		0,05	
chlorki /chlorides	g/l Cl ⁻	22,5	23,48	0,227	0,218
mętność /turbidity	NTU		7,25		0,13
barwa /color	mg Pt/dm ³		8		2
odczyn /reaction			8,23		6,95
przewodność elektryczna /conductivity	mS/cm		71,45		0,72

N.O. – nie oznaczono /not determined

Wyniki uzyskanych badań fizykochemicznych wody po odsoleniu wykazały istotne zmniejszenie zawartości jonu amonowego, azotanów, azotynów, siarczanów, fluorków i chloru, czego konsekwencją było obniżenie twardości wody, jej mętności, oraz zmiana barwy i odczynu, a także obniżenie przewodności elektrycznej. Uzyskane parametry fizykochemiczne wody po odsoleniu pozwalają na dopuszczenie jej do spożycia i do celów sanitarno-higienicznych [15-18].

Dyskusja

Wyniki niniejszych badań pokazują, że instalacja do odsalania wody morskiej firmy AIDPOL ma podobną skuteczność, jak inne tego typu instalacje testowane w rejonie Zatoki Perskiej [19]. Filtry membranowe zastosowane w badanej instalacji wykazują się podobną skutecznością redukcji na poziomie 98-99% redukcji twardości ogólnej i przewodności elektrycznej [20]. Zastosowanie membrany do nanofiltracji w badanej instalacji ma szereg zalet:

- urządzenie może pracować pod niskim ciśnieniem roboczym z dużą wydajnością;
- skutecznie usuwa zasolenie i zanieczyszczenia;
- niewątpliwą zaletą jest prostota obsługi, którą należy brać pod uwagę w warunkach pracy przy dużych odległościach od serwisu;
- niskie zużycie energii (przy całkowitym poborze mocy wynoszącym ok. 1,5 kW koszt godziny pracy instalacji wynosi ok. 0,5 zł, co jest kosztem porównywalnym z innymi instalacjami) [20];
- możliwość zasilania z baterii solarnych w tamtym rejonie, gdzie 300 dni w roku to dni słoneczne;

– solanka pozostała po odsalaniu wody morskiej nie stanowi takiego zagrożenia ekologicznego dla mórz i oceanów jak ilości solanki zrzucanej po procesach prowadzonych w wielkich instalacjach.

Ciekawe mogą być dalsze planowane badania terenowe uzdatniania wody wzdłuż brzegów morskich w Afryce, gdzie badane urządzenia będą eksploatowane bez nadzoru i wspomagania wykwalifikowanego personelu.

Wnioski

1. Zestaw Aidpol® Fresh Water Set typ FWS-30 odsala wodę w stopniu umożliwiającym jej spożycie.
2. Zestaw do odsalania może być stosowany wszędzie tam, gdzie dostęp do wody pitnej jest ograniczony, a jest zapewniony dostęp do wody słonej, np. pochodzącej z mórz lub oceanów.
3. Zestaw może być wykorzystywany w wioskach bez infrastruktury wodno-kanalizacyjnej.
4. Zestaw do uzdatniania i odsalania wody morskiej może być rekomendowany dla jednostek Polskich Kontyngentów Wojskowych stacjonujących w rejonach ubogich w wodę słodką.
5. Zestaw do uzdatniania i odsalania wody morskiej może być wykorzystywany w warunkach klęski żywiołowej w akcjach międzynarodowej pomocy humanitarnej.
6. Zestaw może być używany do odsalania wody morskiej na jednostkach pływających marynarki wojennej i żeglugi morskiej.

Piśmiennictwo / References

1. Basfitalshaer R, Persson KM, Aljaradin M. Estimated future salinity in the Arabian Gulf, the Mediterranean Sea and the Red Sea consequences of brine discharge from desalination. *IJAR* 2011, 3(1): 133-140.
2. Uddin S, Al Ghabban AN, Khabbaz A. Localized hyper saline waters in Arabian Gulf from desalination activity – an example from South Kuwait. *Environ Monit Assess* 2011, 181(1-4): 587-594.
3. Torabi Azad M, Raeisi A, Mehrfar H. Study of physical parameters in Strait of Hormuz. *Nat Sci* 2015, 13(1): 101-106.
4. Nabipour I, Dobaradaran S. Fluoride and chloride levels in the Bushehr coastal seawater of the Persian Gulf. *Res Rep Fluoride* 2013, 46(4): 204-207.
5. Naser HA. Assessment and management of heavy metal pollution in the marine environment of the Arabian Gulf: a review. *Mar Pollut Bull* 2013, 72(1): 6-13.
6. *Water Analysis Handbook*. 7th Edition. HACH, Lovelend CO USA 2008, 2012.
7. PN-ISO 8467 Jakość wody. Oznaczanie indeksu nadmanganianowego.
8. PN-ISO 9297 Jakość wody. Oznaczanie chlorków. Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika.
9. PN-84/C-04572 Woda i ścieki. Oznaczanie rozpuszczonych związków organicznych w wodzie metodą spektrometrii w nadfiolecie.
10. PN-EN 27888:1999 Jakość wody. Oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej.
11. PN-EN ISO 7027:2003 Jakość wody. Oznaczanie mętności.
12. PN-EN ISO 7887:2002 Jakość wody. Badanie i oznaczanie barwy.
13. PN-ISO 6059:1999 Jakość wody. Oznaczanie sumarycznej zawartości wapnia i magnezu z EDTA.
14. PN-EN 25667-2:1999 Jakość wody. Pobieranie próbek. Wytyczne dotyczące technik pobierania próbek.
15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2007, nr 61, poz. 417).
16. Guidelines for drinking-water quality. WHO, Genewa 2011.
17. Ziemiański Ś. Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. PZWŁ, Warszawa 2001.
18. Łakomy R, Bertrand J. Jakość i bezpieczeństwo wody do picia. *Wojsk Farm Med* 2009, 3: 38-40.
19. Izadpanah AA, Javidnia A. The ability of a nanofiltration membrane to remove hardness and ions from diluted seawater. *Water* 2012, 4(2): 283-294.
20. Yang X, Wang X. Nanofiltration technology for toxic or harmful ions removal from groundwater: characteristics and economic analysis. *JEP* 2012, 3: 249-253.