

Michel M. Magdalena, Dr.inż., (Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie), **Reczek Lidia, Dr.inż.** (Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie), **Trach Yuliia, Dr.inż.** (Gospodarki Wodnej i Wykorzystania Zasobów Naturalnych, m. Równe)

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA MELAFIRU W TECHNOLOGII UZDATNIANIA WODY

Szerokiego wykorzystania naturalnych materiałów kopalnych w technologii uzdatniania wody interesująco przedstawia się melafir (paleobazalt). Melafir jest jedną z najbardziej pożądanых skał magmowych na rynku kruszyw. Obecnie w Polsce udokumentowane zostało 17 złóż melafiru, których zasoby szacowane są na około 520 mln ton. Najwięcej pokładów znajduje się w województwie dolnośląskim stanowiących 99,5% zasobów krajowych. Melafir ma wysoką zawartość zasadowych związków wapnia, magnezu, sodu i potasu był badany w kierunku zastosowania do odkwaszania wody. Zasadowy charakter oraz około dziesięcioprocentowa zawartość związków żelaza pozwalają przypuszczać, że materiał skalny będzie usuwać metale ciężkie z wody w procesach adsorpcji i strącania. Są to potencjalne możliwości zastosowania melafiru w uzdatnianiu wody i jednocześnie kierunki dalszych badań nad tym materiałem.
Słowa kluczowe: materiały naturalne, melafir, uzdatniania wody, magnez, kwas, adsorpcja.

W uzdatnianiu wody wiele układów technologicznych stanowi techniczne odwzorowanie zachodzących w naturze procesów pomiędzy wodą a materiałem skalnym. Są to przede wszystkim filtracja oraz sorpcja, ale również wymywanie składników mineralnych. Z tego powodu poszukiwanie materiałów mineralnych o właściwościach pozwalających na zastosowanie w uzdatnianiu wody oraz szeroko pojęta modyfikacja ich właściwości są trendem naukowym kontynuowanym przez wielu badaczy na świecie i prezentowanym w publikacjach naukowych. Najpowszechniej stosowanym materiałem mineralnym jest oczywiście piasek kwarcowy, od stuleci wykorzystywany do filtracji wody. Innym materiałem kopalnym popularnie stosowanym do filtracji wody jest antracyt, który z uwagi na gęstość mniejszą od gęstości piasku kwarcowego, stosuje się jako wypełnienie filtrów wielowarstwowych. Spośród skał, w uzdatnianiu

wody stosowany jest też chalcedonit. Jest to krzemionkowa skała osadowa wykorzystywana w uzdatnianiu wód podziemnych jako skuteczny materiał filtracyjny o porowatej strukturze [1]. Chalcedonit uznano również za bardzo dobry nośnik tlenków manganu, a modyfikacja jego powierzchni prowadziła do wytworzenia złoża aktywnego chemicznie, które umożliwiała efektywne usuwanie jonów Mn^{2+} oraz skuteczną regenerację [2; 3].

W pracy pod redakcją Kłapyty i Żabińskiego opisano grupy skał ilastych, krzemionkowych oraz zeolitów, które stanowią cenną bazę surowcową sorbentów mineralnych. Spośród zeolitów powszechnie znanym materiałem naturalnym o szerokim zastosowaniu w uzdatnianiu wody jest klinoptylolit, który jako adsorbent oraz wymiennicz jonowy jest wykorzystywany do usuwania z wody jonów amonowych, metali ciężkich i radionuklidów, jak również był badany jako wypełnienie filtrów do odżelaziania i odmanganiania wody [4]. Klinoptylolit, podobnie jak diatomit są materiałami mineralnymi o potwierdzonej zdolności do usuwania z wody zanieczyszczeń olejowych w wyniku oddziaływań sorpcyjnych. Jeszcze inną grupą skał są dolomity, które z uwagi na swoje właściwości alkaliczne wykorzystywane są w uzdatnianiu wody do jej odkwaszania oraz w postaci pylistej do wspomaganie procesu koagulacji wody.

Na tle tak szerokiego wykorzystania naturalnych materiałów kopalnych w technologii uzdatniania wody interesująco przedstawia się melafir, skała która do tej pory nie była stosowana do tego rodzaju celów. W pracy przedstawiono główne cechy melafiru, omówiono dotychczas opublikowane wyniki badań oraz wskazano nowe kierunki badań nad wykorzystaniem melafiru w uzdatnianiu wody.

Charakterystyka właściwości melafiru

Melafir (paleobazalt) jest skałą wylewną pochodzącą z paleozoiku, a jego nazwa wywodzi się od greckich słów *melas* – czarny i *porphyra* – purpura. Podstawowymi składnikami krystalicznymi budującymi melafir są plagioklasy, pirokseny, oliwiny oraz kwarc, natomiast ze względu na wulkaniczny charakter skały większość składu fazowego stanowi faza amorficzna. Melafir należy do skał zasadowych, a jego skład chemiczny jest następujący (%wag):

- 55,96 SiO_2 , 15,65 Al_2O_3 , 8,48 Fe_2O_3 , 4,50 Na_2O , 3,83 CaO , 2,74 MgO , 2,69 K_2O , 0,33 TiO_2 , 5,14 strata prażenia (Murzyn i Dyczek 2009),
- 53,80 SiO_2 , 14,00 Al_2O_3 , 9,60 $FeO+Fe_2O_3$, 3,65 Na_2O , 6,50 CaO , 2,80 MgO , 2,40 K_2O , 1,35 TiO_2 , 0,12 SO_3 , 5,10 strata prażenia.

Wyniki badania składu nieznacznie różnią się między sobą, co jest spowodowane różnym pochodzeniem próbek melafiru, jednak zdecydowanie wskazują na związków krzemu oraz istotną (około 15%) zawartość związków metali alkalicznych oraz metali ziem alkalicznych.

Melafir jest jedną z najbardziej pożądanых skał magmowych na rynku kruszyw. Obecnie w Polsce udokumentowane zostało 17 złóż melafiru, których zasoby szacowane są na około 520 mln ton. Najwięcej pokładów znajduje się w województwie dolnośląskim stanowiących 99,5% zasobów krajowych. W roku 2010 udział Dolnego Śląska w eksploatacji surowców wyniósł 100%. Aktualnie wydobywanie skały skoncentrowane jest jedynie w kilku kamieniołomach odznaczających się największymi zasobami, tj. Grzędy, Rybnica Leśna, Świerki oraz Tłumaczów. Wystarczalność zasobów tego surowca szacuje się na 100 lat.

Melafir znalazł największe zastosowanie, jako surowiec budowlany oraz drogowy w postaci kruszywa łamanego, jak również jako surowiec do produkcji szkła stosowanego w materiałach izolacyjnych oraz dodatek mineralny przy produkcji materiałów ceramicznych. Według Malczewskiego i innych promieniotwórczość melafirów jest na poziomie naturalnego tła radiacyjnego i nie ogranicza możliwości ich gospodarczego wykorzystania.

Kierunki zastosowania melafiru w uzdatnianiu wody

Melafir nie jest wykorzystywany na skalę techniczną w uzdatnianiu wody, jednak z uwagi na szereg jego właściwości jest obecnie przedmiotem badań technologicznych. Właściwości fizyczno-chemiczne skały mają istotny wpływ na jej zastosowanie. W przypadku melafiru należy zwrócić uwagę na jego zasadowy charakter oraz istotnie wysoką zawartość związków żelaza. Ważnym parametrem jest również gęstość właściwa melafiru, która wynosi 2700 kg/m^3 i jest porównywalna do gęstości materiałów mineralnych stosowanych w filtrach uzdatniających wodę. Pozwala to na niekłopotliwą wymianę złoża na melafirowe bez konieczności przebudowy istniejącego układu płukania filtrów. Należy jednak pamiętać, że melafir w kamieniołomach jest poddawany kruszeniu, w związku z czym jego ziarna będą charakteryzowały się mniejszą sferycznością niż np. ziarna piasku rzecznoego, który bardzo często jest stosowany jako wypełnienie filtrów.

Odkwaszanie wody

Wody kwaśne są agresywne i powodują zwiększenie awaryjności sieci wodociągowych, prowadzące do strat finansowych oraz generują wiele problemów technologicznych w procesach ich oczyszczania [4].

Wiadome jest, że nieodpowiednia jakość wód wykorzystywanych w systemach wodociągowych i przemyśle to istotny czynnik prowadzący do korozji. Niestety sieci wodociągowe w części przypadków zasilane są wodą uzdatnioną niestabilną chemicznie i charakteryzującą się agresywnością korozyjną. Nadmierna kwasowość oraz niska zasadowość i pH to typowe cechy wód korozyjnych, które wymuszają stosowanie odkwaszania chemicznego w procesie uzdatniania, jako metody uzupełniającej odkwaszanie fizyczne. Odkwaszanie chemiczne polega na dozowaniu do wody alkaliów lub na filtrowaniu wody przez złoża alkaliczne, w wyniku czego wzrastają pH i zasadowość wody a obniża się jej kwasowość. Szczególnie wody miękkie i bardzo miękkie wymagają odkwaszania oraz remineralizacji, która jest uważana za skuteczną metodę przeciwdziałania ich korozyjnym właściwościom. Materiałami służącymi do odkwaszania wody, które stosuje się na stacjach uzdatniania wody są złoża mineralne składające się z węglanu wapnia (grys marmurowy, hydrolit-Ca, hydro-calcit) albo składające się z mieszaniny węglanu wapnia i tlenku magnezu.

Melafir ze względu na wysoką zawartość zasadowych związków wapnia, magnezu, sodu i potasu był badany w kierunku zastosowania do odkwaszania wody. W [5; 6; 7] przedstawiono wyniki badań porównawczych melafiru ze złoża tłumaczy z materiałami handlowymi, stosowanymi w odkwaszaniu wody – dolomitom oraz hydrolitem-Ca. Eksperyment polegał na filtrowaniu zdemineralizowanej wody przez w/w materiały i charakteryzowaniu zmian wywołanych kontaktem wody ze złożem za pomocą parametrów takich jak pH, twardość, zasadowość czy kwasowość. Melafir charakteryzował się właściwościami podobnymi do hydrolitu-Ca i powodował wzrost pH wody o 1 jednostkę, co wiązało się z przyrostem zasadowości ogólnej o 0,28 mval/L i twardości ogólnej o 0,13 mval/L oraz jednoczesnym obniżeniem kwasowości ogólnej o 0,63 mval/L. Analiza wyników potwierdziła, że woda demineralizowana filtrowana z prędkością 10 m/h przez złożo melafirowe o miąższości 70 cm traciła właściwości agresywne. Melafir, podobnie jak hydrolit-Ca, wykazywał umiarkowane zdolności alkalizujące a pH filtratów utrzymywało się na poziomie 8, co można uznać za korzystną cechę w porównaniu do dolomitu, który powodował przealkalizowanie wody i wzrost pH filtratu do około 10.

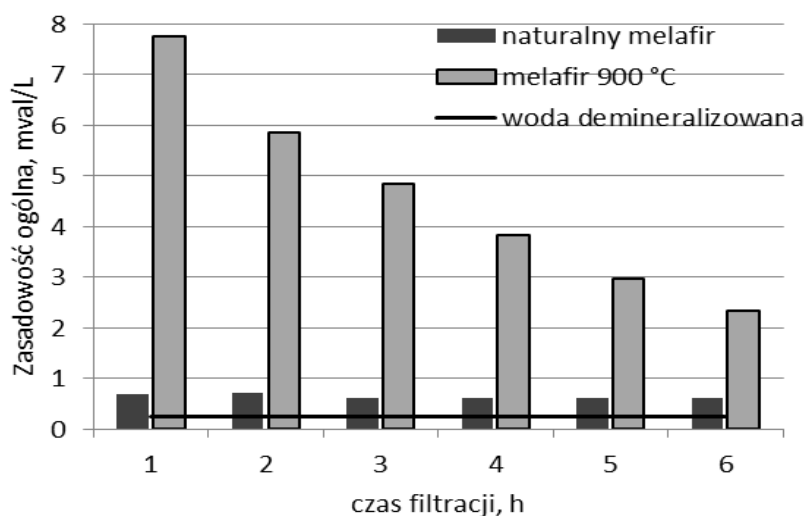
Melafir charakteryzuje się zawartością węglanów, stąd koncepcja aby poprzez termiczną obróbkę zwiększyć jego właściwości odkwaszające, podobnie jak to się robi w przypadku dolomitu. W pracy Michel i in. 2016 przedstawiono, że godzinne ogrzewanie melafiru w

temperaturze 550° C nie powodowało istotnych zmian w materiale, a woda po kontakcie z nim charakteryzowała się takimi samymi właściwościami, jak woda po kontakcie z melafirem naturalnym. Autorzy wykazali, że prażenie melafiru w temperaturze 900° C powoduje przemiany chemiczne materiału – na skutek termicznej dysocjacji węglanów powstają tlenki. Melafir prażony w temperaturze 900° C bardzo silnie alkalizował wodę, a powstałe tlenki metali były bardzo reaktywne. Obserwowano negatywne zjawisko intensywnego wyptukiwania składników alkalicznych, co przedstawiono na rysunku 1. Zasadowość filtratu była bardzo duża, jednak ulegała w czasie obniżeniu, ponieważ powstałe alkalia nie były związane ze szkieletem ziaren materiału i ulegały szybkiemu wyptukiwaniu. Dla porównania na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań, w których wykorzystano melafir prażony w temperaturze 900° C ale poddany wyptukaniu alkalicznych pyłów. Taki materiał powodował wzrost zasadowości wody demineralizowanej o 0,67 mval/L, a jego działanie było porównywalne z działaniem dolomitu prażonego. W tabeli 1 przedstawiono wyniki obliczeń udziału wodorowęglanów, węglanów i wodorotlenków w zasadowości ogólnej wody, która powstawała w wodzie demineralizowanej po kontakcie z melafirem naturalnym oraz melafirem prażonym w 550° C i 900° C (eksperymenty prowadzone w warunkach naczyniowych oraz kolumnowych). Melafir naturalny oraz melafir prażony w temperaturze 550° C wzbogacały wodę jedynie o wodorowęglany, ponieważ nie występowała zasadowość F. Prażenie melafiru w temperaturze 900° C spowodowało powstanie dużej ilości wodorotlenków i mniejszej ilości węglanów, co było związane z dysocjacją termiczną składników melafiru. W efekcie dochodziło do bardzo silnej alkalizacji wody przez ten materiał.

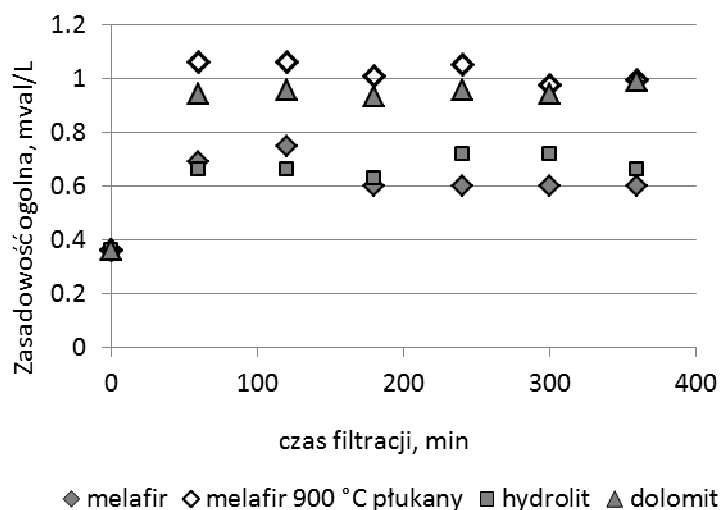
Tabela

Udział procentowy składników zasadowości ogólnej wody demineralizowanej po kontakcie z melafirem naturalnym i prażonym w temperaturze 550° C i 900° C

Materiał	Typ eksperymentu	Składnik zasadowości ogólnej, %		
		[HCO ₃ ⁻]	[CO ₃ ²⁻]	[OH ⁻]
Melafir naturalny	naczyniowy	100	0	0
	kolumnowy	100	0	0
Melafir 550° C	naczyniowy	100	0	0
Melafir 900° C	naczyniowy	0	11	89
	kolumnowy	0	15	85



Rys. 1. Zasadowość ogólna wody zdemineralizowanej przed i po filtracji przez złoża melafiru naturalnego i prażonego w 900 °C (Michel i in. 2016)



Rys. 2. Zasadowość ogólna wody zdemineralizowanej przed i po filtracji przez złoża: melafiru naturalnego i prażonego w 900 °C (wytłukanego z popiołów) oraz hydrolitu-Ca i dolomitu prażonego

Odmanganianie wody

Istotą procesu odmanganiania jest utlenienie rozpuszczonych jonów Mn^{2+} do nierozpuszczalnych związków Mn^{4+} , co ułatwia usunięcie ich z wody. O przebiegu procesu istotnie decydują parametry

uzdatnianej wody, szczególnie jej pH i wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego. Mają one istotny wpływ na szybkość hydrolizy oraz utlenianie Mn^{2+} , ponieważ normalny potencjał oksydacyjno-redukcyjny układu Mn^{2+}/Mn^{4+} maleje wraz ze wzrostem pH wody. W technice wodociągowej bardzo częstym rozwiązaniem jest usuwanie manganu z wody poprzez filtrację na wpracowanych złożach, których powierzchnia w naturalny sposób ulega pokryciu MnO_2 . Eksploatacja takich filtrów jest bardzo korzystna, ponieważ do efektywnego odmanganiania nie potrzeba stosować alkalizacji wody, a proces jest katalizowany przez MnO_2 obecny w powłoce ziaren złoża. Jednak wpracowanie złoża odmanganiającego, podczas którego dochodzi do tworzenia powłoki MnO_2 na ziarnach np. piasku kwarcowego, jest procesem długotrwałym, liczonym w miesiącach. Skrócenie czasu wpracowania złoża odmanganiającego uzyskuje się m.in. poprzez alkalizowanie wody, przyspieszające utlenienie Mn^{2+} i wytwarzanie powłoki. Jest to właśnie potencjalny obszar zastosowania melafiru, z uwagi na jego alkaliczne właściwości. Jak przedstawiono w poprzednim paragrafie, filtracja wody przez naturalny melafir powoduje wzrost jej pH i zasadowości. Może to w znaczący sposób przyspieszyć tworzenie powłoki MnO_2 na ziarnach melafiru, gdy doptywająca do nich woda z jonami Mn^{2+} będzie miała kontakt z alkalicznymi zawartymi w materiale skalnym. Oczywiście po wytworzeniu warstwy MnO_2 to ona istotnie oddziałuje na przebieg procesu, a wewnątrz ziarna materiału złoża nie uczestniczy w odmanganianiu. Z tego powodu wyczerpywanie właściwości alkalicznych melafiru podczas długotrwałej filtracji może nie być czynnikiem ograniczającym zastosowanie złoża.

Usuwanie metali ciężkich

Wody podziemne są cennym surowcem do produkcji wody pitnej, dlatego że charakteryzują się stałym składem i w porównaniu do wód powierzchniowych małą zawartością zanieczyszczeń antropogenicznych. Jednak mikroskładnikami niebezpiecznymi dla zdrowia ludzkiego, które mogą występować w wodach podziemnych są metale i metaloidy potocznie nazywane metalami ciężkimi. Przedostają się one do wód podziemnych wraz z odciekami ze składowisk przeterminowanych środków ochrony roślin i ich opakowań. Z tego powodu na niektórych obszarach może dojść do podwyższenia stężenia metali ciężkich w wodach ujmowanych z warstwy wodonośnej, powodując ich degradację klasową. Taki przypadek odnotowano w Serocznynie, gdzie pojawieniu się w wodzie podziemnej podwyższonych stężeń niklu zaistniała potrzeba wprowadzenia zmian w technologii uzdatniania wody. W pracy [7; 8] wskazano, że dla części ujęć wody w 2005 roku wystąpiły przekroczenia najniższych dopuszczalnych stężeń dla arsenu, kadmu, niklu i ołowiu. Przed zaopatrzeniem ludzi woda

zawierająca metale ciężkie wymaga oczyszczenia. Podstawowymi procesami, jakie się stosuje do tego celu są adsorpcja i wymiana jonowa, stąd powszechnie prowadzone badania nad właściwościami naturalnych materiałów mineralnych o potencjalnym zastosowaniu do usuwania metali ciężkich z wody. Melafir nie był przedmiotem takich badań, jednak obecność w skale zasadowych związków pozwala na wysnucie analogii pomiędzy właściwościami skały a właściwościami np. lotnych popiołów, które jako materiał odpadowy są szeroko rozpoznane jako adsorbent metali ciężkich. Zasadowy charakter skały to potencjalny czynnik sprzyjający usuwaniu metali ciężkich, ponieważ podwyższenie pH przy powierzchni adsorbentu może intensyfikować strącanie chemiczne towarzyszące procesowi adsorpcji. Efekt ten wykorzystywano do wspomaganie usuwania ołowiu na bentonicie [9]. Z powyższych powodów można uznać melafir za materiał o potencjalnych zdolnościach do adsorpcji metali ciężkich i jednocześnie jest to kierunek dalszych badań nad zastosowaniem tego materiału w technologii wody.

Podsumowanie

Melafir charakteryzuje się kilkunastoprocentową zawartością związków metali alkalicznych i metali ziem alkalicznych, które nadają mu charakter zasadowy. Te właściwości powodują, że wykazuje działanie podobne do działania ziół odkwaszających wodę. Jego alkaliczne właściwości mogą zostać również wykorzystane w uzdatnianiu wód podziemnych na etapie wpracowania złoża odmanganiącego. Zasadowy charakter oraz około dziesięcioprocentowa zawartość związków żelaza pozwalają przypuszczać, że materiał skalny będzie usuwać metale ciężkie z wody w procesach adsorpcji i strącania. Są to potencjalne możliwości zastosowania melafiru w uzdatnianiu wody i jednocześnie kierunki dalszych badań nad tym materiałem.

1. M. M. Michel, T. Siwec, L. Reczek, N. Wereda : Odkwaszanie wody z wykorzystaniem melafiru, dolomitu i hydrolitu. Instal 2015, vol. 362, nr 5, ss. 56–59.
2. Murzyn P., Dyczek J. Rola melafiru jako dodatku w technologii ceramicznych materiałów budowlanych : materiały ceramiczne 61(1) (2009) 16–20.
3. L. Reczek, M. M. Michel, T. Siwec, P. Nowak. Odkwaszanie wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Seroczyniu. Instal 2014, vol. 356, nr 11, ss. 76–80.
4. Yu. I. Tarasevich, A. E. Kulishenko, V. E. Polyakov, R. V. Ostapenko, V. T. Ostapenko, T. B. Kravchenko, The simplified model of deironization and demanganization of water on the clinoptilolite medium of filters. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2013, Vol. 35, No. 2, pp. 55–61.
5. Anielak A. M. Wysokoefektywne metody oczyszczania wody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015.
6. Michel M. M. 2009: Odmanganianie wody podziemnej na modyfikowanym chalcedonicie. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*. Nr 4' 2009, str. 22–26.
7. Świątczak J., Skotak K., Bratkowski J., Witczak S., Podstawa A.

Metale i substancje towarzyszące w wodach przeznaczonych do spożycia w Polsce. *VIII-th International Scientific and Technical Conference Water Supply and Water Quality*. Poland 2008. **8.** Reczek L., Michel M. M., Siwiec T., Nowak P. 2015: Usuwanie manganu i niklu z wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Serocznynie Instal 1/2015, 42–44. **9.** Zhang H., Tong Z., Wei T., Tang Y. Sorption characteristics of Pb(II) on alkaline Ca-bentonite, *Applied Clay Science* 65 (2012) 21–23.

REFERENCES:

1. M. M. Michel, T. Siwiec, L. Reczek, N. Wereda : Odkwaszanie wody z wykorzystaniem melafiru, dolomitu i hydrolitu. *Instal* 2015, vol. 362, nr 5, ss. 56–59. **2.** Murzyn P., Dyczek J. Rola melafiru jako dodatku w technologii ceramicznych materiałów budowlanych : materiały ceramiczne 61(1) (2009) 16–20. **3.** L. Reczek, M. M. Michel, T. Siwiec, P. Nowak. Odkwaszanie wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Serocznynie. *Instal* 2014, vol. 356, nr 11, ss. 76–80. **4.** Yu. I. Tarasevich, A. E. Kulishenko, V. E. Polyakov, R. V. Ostapenko, V. T. Ostapenko, T. B. Kravchenko, The simplified model of deironization and demanganization of water on the clinoptilolite medium of filters. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2013, Vol. 35, No. 2, pp. 55–61. **5.** Anielak A. M. Wysokoefektywne metody oczyszczania wody, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015. **6.** Michel M. M. 2009: Odmanganianie wody podziemnej na modyfikowanym chalcedonicie. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*. Nr 4 2009, str. 22–26. **7.** Świątczak J., Skotak K., Bratkowski J., Witczak S., Podstawa A. Metale i substancje towarzyszące w wodach przeznaczonych do spożycia w Polsce. *VIII-th International Scientific and Technical Conference Water Supply and Water Quality*. Poland 2008. **8.** Reczek L., Michel M. M., Siwiec T., Nowak P. 2015: Usuwanie manganu i niklu z wody ujmowanej w stacji wodociągowej w Serocznynie Instal 1/2015, 42–44. **9.** Zhang H., Tong Z., Wei T., Tang Y. Sorption characteristics of Pb(II) on alkaline Ca-bentonite, *Applied Clay Science* 65 (2012) 21–23.

Рецензент: к.т.н., доцент Шадуря В. О. (НУВГП)

Michel M., Ph.D., (Warsaw University of Life Sciences), **Reчек L., Ph.D.**, (Warsaw University of Life Sciences), **Trach Yu. P., Candidate of Engineering (Ph.D.), Senior Lecturer** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

POSSIBILITIES OF USING MELAPHYRE IN WATER TREATMENT TECHNOLOGY

The use of natural fossil materials in the water treatment technology is interestingly presented by melaphyre (paleobasalt). Melaphyre is one of the most desirable igneous rocks on the aggregate market.

Currently, 17 fields of melaphyre are documented in Poland, the resources of which are estimated at approximately 520 million tonnes. Most deposits are located in the Lower Silesian Voivodship constituting 99.5% of national resources. Melaphyre has got a high content of alkaline compounds of calcium, magnesium, sodium and potassium. It has been studied in the direction of application for deacidification of water. The alkaline nature and the approximately 10% content of iron compounds suggest that rock material will remove heavy metals from water in adsorption and precipitation processes. These are potential applications of melaphyre in water treatment and at the same time the directions for further research on this material.

Keywords: natural minerals, melaphyre, removal metals, water, manganese, acid, adsorption.

Міхель М., доктор інженерії (Варшавський університет природничих наук), **Речек Л., доктор інженерії** (Варшавський університет природничих наук), **Трач Ю. П., к.т.н., ст. викл.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕЛАФІРУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

В технологіях обробки води та поліпшення її якості до необхідних потреб великий інтерес викликають природні копалини. Одним із таких є мелафір (палеобазальт). В даний час у Польщі зареєстровано 17 покладів мелафіру, ресурси яких оцінюються приблизно в 520 млн тонн. Більшість родовищ розташовано в Нижньому Сілезькому воєводстві, що складає 99,5% національних ресурсів. Мелафір має високий вміст лужних та лужноземельних металів, таких як Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Це говорить про те, що його можна використовувати для зменшення кислотності води, а отже, попереджати корозійні процеси в системі водопостачання та водовідведення. Лужний характер мелафіру дозволяє йому вилучати важкі метали з води, шляхом їх сорбування та осадження.

Ключові слова: природні копалини, мелафір, обробка води, марганець, кислотність, адсорбція.
