

УДК [628.161.2: 661.871]66.067.124+ 542.816

Т.Ю. Дульнева*, **В.Я. Демченко**, **Д.Д. Кучерук**, **В.В. Гончарук**

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ МАРГАНЦА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МЕМБРАНОЙ ИЗ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

Показана высокая эффективность процесса очистки воды от соединений Mn(II), образующихся при pH 8,3 – 8,4, модифицированной ими микрофльтрационной трубчатой керамической мембраной из глинистых минералов, разработанной в ИКХХВ им. А.В. Думанского НАН Украины. Определены условия динамического модифицирования керамической мембраны этими соединениями. Изучено влияние на разделительные свойства модифицированной керамической мембраны исходной концентрации Mn(II) в растворе, его pH, рабочего давления, продолжительности очистки воды и добавок солей, содержащих ионы Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- и Ca^{2+} . Очистка воды от соединений Mn(II) керамической мембраной исследована на модельных растворах соли $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ в диапазоне его концентраций 1,5 – 33,0 мг/дм³. Установлено, что такая мембрана может очищать воду от соединений Mn(II) до нормы его ПДК в питьевой воде при исходной концентрации марганца до 4,34 мг/дм³, $pH_{исх}$ 8,4, рабочем давлении 1,0 МПа и продолжительности очистки 75 – 100 мин, наличии в растворе соответственно Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} и Ca^{2+} с концентрацией 200 мг/дм³ каждого из ионов. Добавление к исходному раствору солей, содержащих вышеуказанные ионы, при достижении ПДК марганца незначительно влияло на задерживающую способность керамической мембраны соединений Mn(II). При этом удельная производительность мембраны изменялась в интервале 0,16 – 0,20 м³/(м²·ч). Полученные результаты можно объяснить стерическим механизмом действия мембраны, основанном на разности размеров частиц соединений Mn(II) и пор самой мембраны, с последующим формированием на ее поверхности дополнительного модифицирующего слоя из этих частиц.

Ключевые слова: микрофилтрование, керамическая мембрана, самообразующаяся динамическая мембрана, соединения марганца.

ВВЕДЕНИЕ

Для питьевого водоснабжения Украины основным источником являются поверхностные и подземные пресные воды. Однако одна из причин неудовлетворительного

качества таких вод вызвана наличием в них соединений марганца. Согласно требованиям ДСТУ 7525:2014 ПДК марганца в питьевой воде не должна превышать 0,05 мг/дм³ [1].

В Украине источники питьевого водоснабжения 9-ти областей содержат соединения марганца, ПДК которых превышена в 10 – 20

* Для листування: t_dulneva@ukr.net

8. Ryabchikov B.Ye. *Sovremennyye metody podgotovki vody dlya promyshlennogo i bytovogo ispol'zovaniya*. Moskva. 2004. 328 s.
9. Panteleyev A.A., Ryabchikov B.Ye., Khoruzhiy O.V., Gromov S.L., Sidorov A.R. *Tekhnologii membrannogo razdeleniya v promyshlennoy vodopodgotovke*. Moskva. 2012. 429 s.
10. *Membrany i membrannyye tekhnologii*. Pod red. A. B. Yaroslavtseva. Moskva. 2013. 612 s.
11. Park S.H., Park Y, Lim J.-L., Kim S. Evaluation of ceramic membrane applications for water treatment plants with a life cycle cost analysis. *Desal. and Water Treat.* 2015. 54. P. 973–979.
12. TU U 29.2-05417348-014:2014. Dubrovina L.V., Dul'neva T.Yu., Samsoni-Todorov O.O. Membrani keramichni "Kerama". Kyiv, 2015. 17 s.
13. Alemasova A.S., Rokun A.N., Shevchuk I.A. *Analiticheskaya atomno-absorbtsionnaya spektroskopiya*. Donetsk. 2003. 327 s.
14. Kocharov R.G. *Teoreticheskiye osnovy obratnogo osmosa*. Moskva. 2007. 143 s.
15. Mulder M. *Vvedeniye v membrannuyu tekhnologiyu*. Moskva. 1999. 513 s.

Received 10.04.2019

Revised 11.12.2019

Accepted 16.12.2019

Т.Ю. Дульнева*, В.Я. Демченко, Д.Д. Кучерук, В.В. Гончарук

Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, м. Київ

*t_dulneva@ukr.net

ОЧИСТКА ВОДИ ВІД СПОЛУК МАНГАНУ МОДИФІКОВАНОЮ КЕРАМІЧНОЮ МЕМБРАНОЮ З ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ

Показана висока ефективність процесу очищення води від сполук Mn(II), що утворюються при рН 8,3 – 8,4, модифікованою ними мікрофільтраційною трубчастою керамічною мембраною з глинистих мінералів, що розроблена в ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України. Визначено умови динамічного модифікування керамічної мембрани цими сполуками. Вивчено вплив на розділові властивості модифікованої керамічної мембрани початкової концентрації Mn(II) у розчині, його рН, робочого тиску, тривалості очищення води та добавок різних солей, що містять іони Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- і Ca^{2+} . Очищення води від сполук Mn(II) керамічної мембраною досліджена на модельних розчинах солі $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в діапазоні його концентрацій 1,5 – 33,0 мг/дм³. Встановлено, що така мембрана може очищати воду від сполук Mn(II) до норми його ГДК у питній воді при початковій концентрації марганцю до 4,34 мг/дм³, $\text{pH}_{\text{вих}}$ 8,4, робочому тиску 1,0 МПа і тривалості очищення 75 – 100 хв, наявності в розчині відповідно Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} і Ca^{2+} з концентрацією 200 мг/дм³ кожного з іонів. Додавання до вихідного розчину солей, що містять вищезазначені іони, при досягненні ГДК марганцю практично не впливало на затримуючу здатність керамічної мембрани сполук Mn(II). При цьому питома продуктивність мембрани змінювалася в інтервалі 0,16 – 0,20 м³/(м²·год). Отримані результати можна пояснити стеричним механізмом дії мембрани, що заснований на різниці розмірів частинок сполук Mn(II) і пор самої мембрани, з подальшим формуванням на її поверхні додаткового модифікуючого шару з цих частинок.

Ключові слова: мікрофільтрація, керамічна мембрана, самоутворювальна динамічна мембрана, сполуки мanganу.

T.Yu. Dulneva, V.Ya. Demchenko, D.D. Kucheruk, V.V. Goncharuk*

A.V. Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry of NAS of Ukraine, Kyiv

*t_dulneva@ukr.net

**WATER PURIFICATION FROM MANGANESE COMPOUNDS OF MODIFIED CERAMIC MEMBRANE
FROM CLAY MINERALS**

The high efficiency of the process of water purification from Mn(II) compounds formed at pH 8.3– 8.4 modified by them microfiltration tubular ceramic membrane of clay minerals, developed by ICCWC A.V. Dumansky NAS of Ukraine has been shown. The conditions for the dynamic modification of the ceramic membrane by these compounds are determined. The effect on the separation properties of the modified ceramic membrane with an initial concentration of Mn(II) in the solution, its pH, working pressure, duration of the water purification process and additives of various salts containing Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- and Ca^{2+} . Water purification from Mn(II) compounds by a ceramic membrane was studied on model solutions of $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ salt in the range of its concentrations of 1,5 – 33,0 mg/dm³. It has been established that such a membrane can purify water from Mn(II) compounds to its maximum permissible concentration in drinking water at an initial concentration of manganese up to 4.34 mg/dm³, pH. 8.4, a working pressure of 1.0 MPa and a cleaning time of 75 – 100 min, the presence of Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- and Ca^{2+} in the solution, respectively, with a concentration of 200 mg/dm³ each of the ions. The addition of salts containing the above ions to the initial solution, upon reaching the MPC of manganese, did not significantly affect the delaying ability of the ceramic membrane to Mn(II) compounds. In this case, the specific productivity of the membrane varied in the range 16 – 0.20 m³/(m²·h). The results can be explained by the steric mechanism of action of the membrane, based on the difference in particle sizes of the Mn(II) compounds and the pores of the membrane itself, with the subsequent formation of an additional modifying layer of these particles on its surface.

Keywords: ceramic membrane, microfiltration, dynamic modification, Mn(II) compounds.