

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДИФИКАЦИИ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАГРУЗОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Подготовка подземных вод для целей питьевого водоснабжения обуславливается нормативами качества воды. В Республике Беларусь наиболее актуальным является повышенное содержание железа и марганца. Для достижения нормативных концентраций данных элементов в питьевой воде используются фильтры с различной фильтрующей загрузкой. В последнее время большой интерес вызывает использование модифицированной загрузки. Среди наиболее распространённых методов модификации можно выделить химическую модификацию, позволяющую придать каталитические свойства фильтрующему материалу по отношению к удаляемым химическим элементам [1–3]. Однако выбор метод модификации должен быть экономически обоснованным.

В данном исследовании было проведено сравнительный анализ двух методов модификации фильтрующих материалов: метод А – магнитная модификация ($AC-FeO_x$) [1] и метод Б – метод экзотермического горения в растворе [2]. Для двух методов были рассчитаны требуемые затраты на модификацию 1 кг материала.

Описание методологии А: смешение 1 кг исходного материала с 10 л 1М раствора хлорида железа ($FeCl_3$), перемешивание при 80 °С в течение 3 ч, просушивание при 105 °С в течении 4 часов, нагрев до 600 °С со скоростью нагрева печи 10 °С/мин в потоке азота в течении 1 часа, промывка 3 раза 0,01 М раствором бикарбоната натрия ($NaHCO_3$) (10 литров на 1 кг материала), промывка 3 раза дистиллированной водой (10 литров на 1 кг материала).

Описание методологии Б: растворение исходных реактивов в дистиллированной воде (10 литров на 1 кг материала), замачивание исходного материала в растворе в течение 20 минут с перемешиванием в реакторе, модификация в муфельной печи при температуре 600 °С до конца экзотермической реакции в течение 5 минут, промывка дистиллированной водой после остывания (10 литров на 1 кг материала). Полученные данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица методов А и Б из расчёта на 1 кг модифицируемого материала

	Метод А	Метод Б (Fe _x O _y +Urea/CA)
Расход реагентов, г	2703 г FeCl ₃ ·6H ₂ O 25,2 г NaHCO ₃	83,5 г Fe(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O 31 г CH ₄ N ₂ O (мочевина) или 33 г C ₆ H ₈ O ₇ (лимонная кислота)
Расход воды, л	10 л (на раствор FeCl ₃) 30 л (на раствор NaHCO ₃) 30 л (промывка) Итого: 70 л	10 л (на стехиометрическую смесь) 10 л (промывка) Итого: 20 л
Время обработки, мин	3 часа перемешивания 4 часа просушивание 1 час нагрев в печи промывка (3 раза)	20 минут перемешивания 5 минут нагрев в печи промывка (1 раз)
Затраты на оборудование	Лабораторный реактор, сушильный шкаф, печь	Лабораторный реактор, печь
Энергетические затраты	Перемешивание: 0,36 кВт·ч Просушивание: 8 кВт·ч Нагрев: 6 кВт·ч Итого: 14,36 кВт·ч	Перемешивание: 0,04 кВт·ч Нагрев: 0,083кВт·ч Итого: 0,123 кВт·ч

В результате сравнения было установлено, что выбранный метод экзотермического горения в растворе (метод Б) является более выгодным: в соотношении затрат на реагенты в 75 раз, затрат на электроэнергию в 115 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1 Li, B. *Adsorption of Cd (II) from aqueous solutions by rape straw biochar derived from different modification processes* / B. Li, L. Yang, C.-q. Wang, Q.-p. Zhang, Q.-c. Liu, Y.-d. Li, R. Xiao // *Chemosphere*. – 2017. – Т. 175. – P. 332-340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.02.061>.

2 Propolsky, D. *Modified activated carbon for deironing of underground water* / D. Propolsky, E. Romanovskaia, W. Kwapinski, V. Romanovski // *Environmental Research*. – 2020. – Vol. 182. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108996>

3 Romanovskii V. I., Khort A. A. *Modified Anthracites for Deironing of Underground Water* / *Journal of Water Chemistry and Technology*. – 2017. – Vol. 39, Issue 5. – P. 299–304.