

из водных растворов достигает  $(98,96 \pm 0,57)\%$ . В работе также исследована реакция окисления жёлтого фосфора и гипофосфита натрия в присутствии катализатора на основе отработанного сорбента (БГ-ПЭГ- $Cu^{2+}$ ) в водных растворах. Выход фосфорной кислоты при окислении желтого фосфора составил  $(2,21-3,74)\%$ , а гипофосфита натрия –  $(1,05-1,62)\%$  в зависимости от условий проведения реакций.

#### Благодарность

Авторы выражают признательность сотруднику ДГП "Центр физико-химических методов исследования и анализа" КазНУ им. аль-Фараби Оразалину А.К. за оказанную помощь при проведении атомно-абсорбционного исследования.

### Список литературы

- 1 Song L., Zhang S. A simple mechanical mixing method for preparation of visible-light-sensitive NiO-CaO composite photocatalysts with high photocatalytic activity // Journal of Hazardous Materials. - 2010. - Vol. 174, Is. 1-3. - P. 563- 566. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.09.088
- 2 Bhattacharyya K. G., Gupta S. S. Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: a review // Advances in Colloid and Interface Science. - 2008. - V. 140. - P. 114-131. DOI: 10.1016/j.cis.2007.12.008
- 3 Adeyemo A.A., Adeoye I.O., Bello O.S. Adsorption of dyes using different types of clay: a review // Appl Water Sci. - 2017. - №7 - P. 543-568. DOI: 10.1007/s13201-015-0322-y
- 4 Дашинамжилова Э.Ц. Получение железосодержащего алюмосиликатного катализатора из монтмориллонитовой глины и гидроксокомплексов железа // Вестник Бурятского государственного университета. - 2014. - № 3. - С. 27-29.
- 5 Huang Y. et.al. Heavy metal ion removal of waste water by zeolite-imidazolate frameworks // Separation and Purification Technology. - 2018. - Vol. 194. - P. 462-469. DOI:10.1016/j.seppur.2017.11.068
- 6 Prasad M., Xu H.Y., Saxena S. Multi-component sorption of Pb (II), Cu (II) and Zn (II) onto low-cost mineral // J. Hazard. Mater. - 2008. - № 154. - P. 221-229. DOI:10.1016/j.jhazmat.2007.10.019
- 7 Ежкова А.М. Технология использования бентонитовых глин в качестве сорбентов солей тяжелых металлов из организма животных в регионах техногенной нагрузки Республики Татарстан: монография / А.М.Ежкова, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков; М-во образ. и науки России, Казан.нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Из-во КНИТУ, 2013. - 80 с.
- 8 Никитина и др. Физико-химические свойства сорбентов на основе бентонитовых глин, модифицированных полигидроксокаталионами железа (III) и алюминия методом "соосаждения" // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2016. - Т. 16, № 2. - С. 191-199.
- 9 Петрова Ю.С. и др. Сульфоэтилированный полиаминоэтилендиамин: синтез в геле и селективность сорбции ионов серебра(I) и меди(II) // Журнал прикладной химии. - 2016. - Т.89, Вып.9. - С.1211-1216.
- 10 Зайцева В.В., Голуб А.Я., Неудачина Л.К., Пестов А.В. Сорбционные свойства нового модифицированного полисилоксана // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тез.докл. XXVIII Рос. молодеж. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. В. А. Кузнецова, Екатеринбург, 25-27 апр. 2018 г. - Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2018. - С.99.
- 11 Рычина Т.А., Лакиза Н.В., Пестов А.В. Сорбционные свойства полиаллиламина // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тез.докл. XXVIII Рос.молодеж. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рожд. проф. В. А. Кузнецова, Екатеринбург, 25-27 апр. 2018 г. - Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2018. - С.147.
- 12 Пучкова Т.Л., Харлампида Х.Э. Алкилирование фенола тетрадецемом-1 в присутствии катализатора на основе бентонитовой глины // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - №17. - С. 33-35.
- 13 Абдулина С.А. Исследования по разработке технологии получения катализаторов на основе природных сорбентов Казахстана для очистки технологических газов: дис. на соис. уч. степ.док. фил.(PhD). - Усть-Каменогорск, 2015. - 139 с.
- 14 Термическая фосфорная кислота, соли и удобрения на ее основе / Под ред. И.Н. Постникова. - М.: Химия, 1980. - 330 с.
- 15 Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Учебник для вузов, М.: Высшая школа. - 2003. - 743 с.
- 16 Singh A. K. Experimental Methodologies for the Characterization of Nanoparticles // Engineered Nanoparticles. Structure, Properties and Mechanisms of Toxicity. - 2016. - P. 125-170. DOI: 10.1016/B978-0-12-801406-6.00004-2
- 17 Карнаухов А. П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. - 470 с.
- 18 Марченко З. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / Пер. с польск.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 711 с: ил. - (Методы в химии).
- 19 ГОСТ 20851.2-75. Удобрения минеральные. Методы определения фосфатов. - Введ. 01.01.76. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. - 39 с.