

**А.П. Хохотва**

Национальный технический университет Украины  
"Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского", г. Киев

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДЫ ФОСФОРИЛИРОВАННЫМ УГЛЕРОДНЫМ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ**

*Получен фосфорилированный сорбент, проявляющий повышенную селективность сорбции  $Cu^{2+}$  из водных сред в присутствии избытка  $Ca^{2+}$ , путем карбонизации сосновых опилок, пропитанных  $(NH_4)_3PO_4$  или смесью  $(NH_4)_3PO_4$  и  $CO(NH_2)_2$ . При возрастании концентрации  $Ca^{2+}$  до  $1 \text{ г/дм}^3$  коэффициент разделения на сорбенте, фосфорилированном в присутствии карбамида, увеличивался и достигал 19,6, что в три раза больше, чем в случае сорбента, полученного без карбамида. Удельная сорбционная емкость по  $Cu^{2+}$  была выше на  $\sim 2 \text{ мг/г}$  независимо от фоновой концентрации ионов  $Ca^{2+}$ , однако она снижалась с ростом содержания последних. Проведены натурные эксперименты использования полученного сорбента по извлечению  $Ni^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  на стадии доочистки сточных вод гальванического производства перед их сбросом.*

*Ключевые слова:* адсорбция, карбамид, сосновые опилки, селективность, тяжелые металлы, фосфорилирование, фосфат аммония.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Существующие технологии позволяют извлекать из сточных вод тяжелые металлы при высоких концентрациях и после дополнительной переработки возвращать их в производственный цикл или использовать как вторичное сырье [1]. Однако в сточных водах после прохождения очистных сооружений все еще остаются высокие концентрации загрязняющих веществ, которые не позволяют повторно использовать эти во-

ды в производстве или сбрасывать их в природные водоемы без доочистки. Такие воды являются многокомпонентными по катионному составу и содержат соли щелочных и щелочно-земельных металлов в концентрациях, многократно превышающих таковые тяжелых металлов. Поэтому традиционные методы, используемые для извлечения катионов, а именно ионный обмен и обратный осмос, являются малоэффективными [2]. При этом из воды извлекаются не только ионы тяжелых металлов, но и соли кальция, магния, натрия (иногда в большей степени), что влечет за собой значительные расходы

coefficient on a sorbent phosphorylated in the presence of urea increased to 19.6, which is three times higher than in the case of a sorbent obtained without carbamide during phosphorylation. The specific sorption capacity for  $\text{Cu}^{2+}$  was also higher by  $\sim 2$  mg/g, regardless of the background concentration of  $\text{Ca}^{2+}$ , but it decreased with increasing content of the latter. Field tests of the obtained sorbent on extraction of  $\text{Ni}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  at the post-treatment stage of waste water from the galvanic division before discharge were carried out.

*Keywords: pine sawdust, phosphorylation, ammonium phosphate, urea, heavy metals, adsorption, selectivity.*