

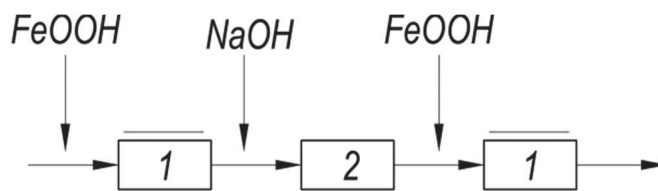
**А.Н. Квартенко, кандидат технических наук, доцент**  
Национальный университет водного хозяйства  
и природопользования, г. Ровно, Украина

## **ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДКОВ СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ**

Для традиционных технологий очистки оборотных вод от ионов тяжелых металлов характерны сложность в эксплуатации технологического оборудования, значительная энергоемкость, высокие затраты на реагенты [1]. Следует также отметить и тот факт, что на станциях обезжелезивания подземных вод накапливаются значительные объемы осадков оксидов железа, которые необходимо утилизировать. Поэтому разработка технологии, позволяющей использовать шламы оксидов железа в качестве реагентов-осадителей при очистке оборотных либо сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, является весьма актуальным вопросом, решение которого позволит значительно повысить экологическую безопасность, а также снизить затраты на их очистку.

В результате проведенных исследований на кафедре водоснабжения, водоотведения и бурового дела Национального университета водного хозяйства и природопользования (г. Ровно) была разработана технология [2], позволяющая удалять из природных и сточных вод катионы  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  с использованием матричных структур ферробактерий, являющихся основной составляющей осадков промывных вод станций обезжелезивания.

В состав технологической схемы входят реагентное хозяйство с блоком емкостей для хранения растворов  $\text{NaOH}$  и  $\gamma\text{-FeOOH}$ , магнитные структуризаторы I и II ступеней, гидромеханический смеситель, осветлительные пенополистирольные фильтры, оборудованные системой гидроавтоматической промывки. Схема обработки воды представлена на рисунке 1.



*1* – магнитный структуризатор; *2* – гидромеханический смеситель

**Рисунок 1 – Пилотная технологическая схема обработки оборотных металлосодержащих сточных вод**

Исходная вода последовательно проходила через магнитный структуризатор I ступени, в котором она перемешивалась с матричными структурами био-минералов  $\gamma$ -FeOOH под воздействием постоянного магнитного поля (20–60 мТл) в течение 20 мин, далее направлялась в гидромеханический смеситель.

В смесителе проводилось корректирование величины рН раствором NaOH, позволяющее резко снижать концентрации катионов  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  (рисунок 2). Время контакта обрабатываемой воды с реагентами составляло 2–3 мин. Затем вода направлялась в магнитный структуризатор II ступени, в который, так же как и на I ступени, происходило добавление матричных структур ферробактерий. Доочистка проводилась на пенополистирольных фильтрах. Результаты пилотных исследований приведены на рисунке 2.

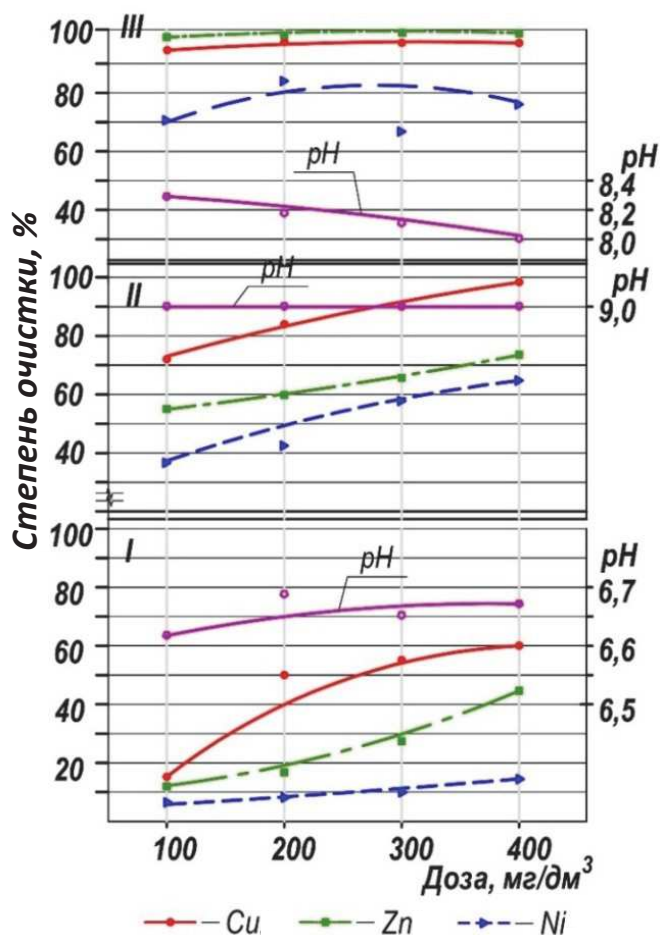


Рисунок 2 – Зависимость эффективности очистки промывных вод гальванического производства от дозы реагента-осадителя и величины рН при последовательной обработке на магнитных структуризаторах (I, III) и гидромеханическом смесителе (II)

Незначительные показатели эффективности очистки промывных вод на I ступени связаны с низкой величиной рН, равной 7,2. Известно [1], что расчетные показатели рН для осаждения ионов тяжелых металлов в виде гидроксидов составляют соответственно: для меди 7,2–10,0; для цинка 8,0–8,5. Для растворов, в которых одновременно присутствуют катионы  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , оптимальная величина рН находится в пределах 10,0–10,5.

При использовании в качестве реагента-осадителя свежего осадка активное участие в процессе адсорбции ионов тяжелых металлов принимают полимерные матричные структуры феробактерий, состоящие из кислых полисахаридов, обогащенных карбоксилатом и липидами [3], а также сами бактерии, поверхность клеток которых имеет отрицательно заряженные группы анионов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{COO}^-$ ;  $\text{OH}^-$ ) [4].

По результатам исследований установлены оптимальные величины рН (8,5–9,0) обрабатываемых сточных вод, а также дозы реагента-осадителя (200–400 мг/дм<sup>3</sup>) на каждой из ступеней магнитных структураторов. Определены также концентрации ионов тяжелых металлов в сточных водах, подлежащих очистке по предлагаемой технологии:  $\text{Ni}^{2+}$  до 1,5 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{Cu}^{2+}$  до 16 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{Zn}^{2+}$  до 55 мг/дм<sup>3</sup>.

### Литература

1. Филипчук, В.Л. Очищення багатокomпонентних металоміщуючих стічних вод промислових підприємств: монографія / В.Л. Филипчук. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 232 с.
2. Спосіб очищення води від іонів важких металів активованими біомінералами: пат. UA 115496 / О.М. Квартенко, О.В. Плетюк. – Опубл. 10.11.2017.
3. Microbial polysaccharides template assembly of nanocrystal fibers / C.S. Chan [et al.] // Science. – 2004. – № 303. – P. 1656–1658.
4. Сорбция коллоидных соединений оксидов железа и марганца с помощью железобактерий на песчаных загрузках очистных сооружений водоподъемных станций / В.Ю. Букреева [и др.] // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 506–514.