

та водовідведення, оскільки вони засновані на зниженні їх завантаження за рахунок використання різних альтернативних рішень та передових технологій.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УМЯГЧЕНИЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ПЕРЕМЕШИВАНИИ РАСТВОРОВ С ГИДРОКАРБОНАТНОЙ И ГИДРАТНОЙ ЩЕЛОЧНОСТЬЮ В СООТНОШЕНИИ 1:2 ПО ОБЪЕМУ**

**А.В. ПРОКОПЕНКО, аспирант**

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

*61002, г. Харьков, ул. Революции, 12*

*e-mail: a.w.prokopenko@gmail.com*

Проведены лабораторные исследования, направленные на решение актуальной задачи по обеспечению оборотных циклов водоснабжения промышленных предприятий водой необходимого качества. Одним из решений этой экологической задачи является эффективная совместная очистка промышленных сточных вод с гидрокарбонатной и гидратной щелочностью.

Режим стабилизационной обработки (умягчения) воды смешением разных по химическому составу стоков может быть реализован на многих предприятиях металлургии, машиностроения, химической промышленности, где имеются сточные воды с различными видами щелочности. Процесс перемешивания предполагается осуществлять в модернизированном прямоточном вихревом цилиндрическом многосекционном аппарате гидроциклонного типа, где скоростной режим, обеспечит оптимальные условия для эффективной реализации поставленной задачи.

Разработана методика лабораторных исследований. Исследуемые водные растворы с различной щелочностью готовили на водопроводной воде с химическим составом:  $\text{pH}=6,9-7,6$ ; общее солесодержание –  $640-800 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Щ}_0 = 4,6-5,6 \text{ ммоль/дм}^3$ ;  $\text{Ж}_0 = 7,3-7,8 \text{ ммоль/дм}^3$ ;  $\text{Cl}^- = 45-65 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{SO}_4^{2-} = 205-311 \text{ мг/дм}^3$ , окисляемость  $7,7-8,4 \text{ мг/дм}^3$ . Растворы сливали в стандартные химические стаканы объемом 1 л с соотношением объемов 1:2 по щелочности (гидрокарбонатной в виде  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и гидратной в виде  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) при следующих физико-химических параметрах смеси: концентрациях взвешенных веществ равных 0; 1-10; 1000; 5000; 7000  $\text{мг/дм}^3$  (размер частиц – 0-50 мкм), масел 0; 25; 50  $\text{мг/дм}^3$  (размер условных капель - 0-20 мкм), температурах воды – 20, 30, 40, 55 °С, начальной гидрокарбонатной щелочности 1,7; 3,3; 4,7; 13,3  $\text{ммоль/дм}^3$ . Затем водные растворы смешивали при помощи лабораторной мешалки с интенсивностью вращения 100 об/мин, что соответствует линейной скорости движения воды ~ 0,3 м/с в течение 30 с и затем отстаивали в течение 150 с., (т.н. «холостой» опыт). Параллельно смесь предварительно аналогично «холостому» опыту смешивали с линейной скоростью ~ 0,3 м/с и затем подвергали интенсивному перемешиванию при

300, 500, 700 об/мин, что соответствует средним линейным скоростям движения основного объема воды ~ 1,0; 1,6; 2,5 м/с соответственно (т.н. «результативный» опыт). Продолжительность интенсивного перемешивания составляла 30; 90; 150 с.

Определяли остаточную щелочность в обработанной смеси вод в «холостых» и «результативных» опытах и подвергали сравнительному анализу, в том числе с расчетной равновесной щелочностью. Равновесную щелочность определяли по методике, разработанной институтом «ВНИПИчерметэнергоочистка» и прошедшей многолетнюю апробацию в металлургии, а также других отраслях промышленности.

В результате проведенных экспериментов определено, что наличие масел с концентрациями 25 и 50 мг/дм<sup>3</sup> незначительно (на ~ 0-13%) влияет на скорость снижения щелочности в смешанных водах независимо от физико-химических параметров жидкости. Поэтому дальнейший анализ базируется на оценке влияния основных параметров перемешивания и качества воды.

Анализ полученных результатов «холостых» опытов свидетельствует о недостаточной эффективности медленного (~ 0,3 м/с) перемешивания с последующим отстаиванием смеси вод с гидрокарбонатной и гидратной щелочностью при соотношении 1:2 по объему на умягчение воды. Положительный результат умягчения наблюдается только при исходной гидрокарбонатной щелочности 1,7 ммоль/дм<sup>3</sup> во всем диапазоне параметров. При исходной гидрокарбонатной щелочности 3,3 ммоль/дм<sup>3</sup> эффективное умягчение наблюдается только при концентрациях взвешенных веществ 1000, 5000 и 7000 мг/дм<sup>3</sup>, что уже не удовлетворяет требованиям к очищенной воде и, в частности, подаваемой на газоочистки конвертеров.

Анализ полученных данных в «результативных» опытах свидетельствует о том что:

- Для всего диапазона исходной гидрокарбонатной щелочности – 1,7-13,3 ммоль/дм<sup>3</sup> и для всего диапазона температур - 20-55 °С при концентрациях взвешенных веществ от 0 до 7000 мг/дм<sup>3</sup> значения остаточной щелочности в обработанной воде находятся ниже равновесной щелочности, то есть вода стабильна, при этом эффективность умягчения составляет 71-99%.

- В сравнении с результатами по остаточной гидрокарбонатной щелочности при соотношении гидрокарбонатной и гидратной щелочности 1:1 аналогичные результаты при соотношении гидрокарбонатной и гидратной щелочности 1:2 показывают тенденцию к снижению остаточной гидрокарбонатной щелочности. А именно: при концентрациях взвешенных веществ в диапазоне от 0 до 10 мг/дм<sup>3</sup> значения остаточной щелочности ниже на 33-50%, при концентрации взвешенных веществ 1000, 5000 и 7000 мг/дм<sup>3</sup> значения остаточной щелочности ниже на 25-50%.

- Полученные результаты исследований позволяют моделировать условия максимально приближенные к качеству оборотной воды «чистых» циклов различных производств, в «грязных» циклах станов горячей прокатки,

газоочисток конвертеров, доменных печей, а также машин непрерывного литья заготовок.

Проведенные исследования могут лечь в основу для модернизации сооружений отстойного типа, предназначенных для очистки сточных вод различных производств, где имеется необходимость в их стабилизационной обработке (умягчение, нейтрализация), а также напорного прямоточного гидроциклона. В ряде случаев модернизированный напорный прямоточный гидроциклон может быть использован вместо сооружений отстойного типа.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ**

**М.С. ПУГАЧ**, *магистрант*

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

*61002 Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

*E-mail: pugach-m@mail.ru*

Для интенсификации процессов осветления воды путем повышения эффективности работы горизонтальных отстойников существуют следующие способы:

- увеличение гидравлической крупности коагулируемой взвеси;
- уменьшение горизонтальной скорости потока;
- конструктивные методы и решения.

К числу наиболее распространенных методов, интенсифицирующих процессы хлопьеобразования при осветлении воды в горизонтальных отстойниках, можно отнести следующие:

- способы интенсификации коагуляции, требующие внесения в воду дополнительных реагентов (флокулянтов, окислителей, замутнителей, регуляторов pH воды);
- технологические способы (улучшение условий смешения реагента с водой и перемешивание в камерах хлопьеобразования, рациональный ввод реагента в воду);
- улучшение гидравлических условий коагуляции.

При очистке вод, содержащих значительное количество гуминовых взвесей, для ускорения процесса обесцвечивания следует применять предварительное хлорирование, а затем коагуляцию. Опыты показали, что хлорирование большими дозами хлора вызывает резкое понижение цветности воды и уменьшение расхода коагулянта. Вследствие окисления гидроксильных групп при хлорировании образуются более гидрофобные карбонильные группы. Этим обуславливается снижение защитного действия гуминовых веществ, присутствующих в природных водах. В этом положительная роль перехлорирования в процессах осветления и обесцвечивания коагулянтами.