

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ИНТЕНСИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА ДИНАМИКУ УМЯГЧЕНИЯ ВОД С ГИДРОКАРБОНАТНОЙ И ГИДРАТНОЙ ЩЕЛОЧНОСТЬЮ

А. В. ПРОКОПЕНКО, С. Е. НИКУЛИН, канд. техн. наук

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова

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

e-mail: senikulin@bk.ru, 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 гидрокарбонатной и гидратной щелочностью (1:2; 2:1 по объему) готовили на водопроводной воде. Растворы сливали в химические стаканы объемом 1 л при следующих физико-химических параметрах воды: концентрациях взвешенных веществ равных 0; 1-10; 1000; 5000; 7000 мг/дм³ (размер частиц – 0-50 мкм), масел 0; 25; 50 мг/дм³ (размер условных капель – 0-20 мкм), температурах воды – 20, 30, 40, 55 °С, начальной гидрокарбонатной щелочности 1,7; 3,3; 4,7; 13,3 ммоль/дм³ при соотношении гидрокарбонатной и гидратной щелочности 1:2, а также 3,3; 6,7; 9,3; 26,7 ммоль/дм³ при соотношении гидрокарбонатной и гидратной щелочности 2:1. На водяной бане смешанный водный раствор доводился до необходимой температуры, после чего с линейной скоростью вращения 0,3 м/с перемешивали с помощью лабораторной мешалки в течение 30 с и затем отстаивали в течение 150 с (т.н. «холостой» опыт). В «результативных» опытах после медленного (0,3 м/с в течение 30 с) перемешивания, смесь подвергали интенсивному перемешиванию мешалкой (v – 1,0; 1,6; 2,5 м/с) продолжительностью 30; 90; 150 с. Результаты по остаточной щелочности в обработанной смеси вод в «холостых» и «результативных» опытах подвергали сравнительному анализу, в том числе с расчетной равновесной

щелочностью. Равновесную щелочность определяли по методике, разработанной институтом “ВНИПИчерметэнергоочистка” и прошедшей многолетнюю апробацию в металлургии и других отраслях промышленности.

Эксперименты проводили при отсутствии масел и в присутствии масел с концентрациями 25 и 50 мг/л, т. е. для условий, характерных для “чистых” циклов различных производств, а также “грязных” оборотных циклов: газоочисток конвертеров и доменных печей – с одной стороны и для станов горячей прокатки и МНЛЗ – с другой стороны.

В результате проведенных экспериментов определено, что наличие масел с концентрациями 25 и 50 мг/дм³ незначительно (до 5,88 % при соотношении двух типов щелочности 1:2 и до 5,97% – при соотношении 2:1) влияет на скорость снижения щелочности в смешанных водах независимо от физико-химических параметров жидкости, т. е. в пределах допустимой ошибки эксперимента. Поэтому дальнейший анализ базируется на оценке влияния основных параметров перемешивания и качества воды без учета масел, влиянием которых можно пренебречь.

Анализ полученных результатов в «холостых» опытах исследований показывает наличие ограниченного диапазона параметров, при котором значения остаточной щелочности показывают стабильное состояние воды. Так, увеличение исходной щелочности с 1,7 до 3,3 ммоль/л (соотношение двух типов щелочности по объёму 1:2) показывает эффективность умягчения при концентрации взвешенных веществ, 1000 и 5000 мг/л. Для более высоких значений исходной щелочности – 4,7 и 13,3 ммоль/л характерно снижение предельных температур воды когда наблюдается эффективное умягчение: от >30 °С (концентрация взвесей (0-10 мг/л) до >50 °С (концентрация взвесей 1000-7000 мг/л). При соотношении щелочности 2:1 очищенная вода показывает эффективность умягчения только при исходных щелочности 3,3 ммоль/л во всем диапазоне параметров, а также при концентрациях взвешенных веществ 0; 1-10; 1000 мг/л с исходной гидрокарбонатной щелочностью 6,7 ммоль/л.

В «результативных» опытах оптимальные результаты снижения щелочности воды (умягчения) получены во всех диапазонах исходной щелочности и температуры воды, концентраций взвешенных веществ, скорости и продолжительности перемешивания. Эффективность умягчения составила 71-95% (при соотношении двух типов щелочности 1:2) и 73-97% (при соотношении двух типов щелочности 2:1). При этом вода стабильна.

Выводы

1. Результаты исследований подтверждают недостаточную эффективность медленного (0,3 м/с) перемешивания с последующим отстаиванием смеси вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью. Положительный результат умягчения наблюдается при интенсивном перемешивании смеси вод с гидратной и гидрокарбонатной щелочностью с соотношением 1:2 и 2:1 по объёму во всем диапазоне параметров.

2. Результаты данных исследований будут использованы при разработке усовершенствованной конструкции гидроциклонного аппарата для проведения опытно-промышленных испытаний.

3. 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 именно: радиальных отстойниках различных конструкций, смесителях, нейтрализаторах.