

Исследование вопроса применения вихревых напорных аппаратов при очистке воды от малорастворимых солей

*С.Е.Никулин, Харьковская национальная академия городского хозяйства
А.В.Прокопенко, УкрГНТЦ “ЭНЕРГОСТАЛЬ”, г. Харьков*

Проблема зарастания плотными солевыми (карбонатными) отложениями форсунок охлаждающих систем характерна практически для всех бессточных оборотных циклов водоснабжения горячих цехов в черной металлургии, машиностроении и других отраслей промышленности.

Разработка рациональных методов очистки сточных вод от малорастворимых солей жесткости особенно актуальна для Украины, ввиду ограниченного количества природных вод с низким содержанием магниевых и кальциевых солей жесткости.

Анализируя различные варианты процесса накипеобразования, можно представить процесс выделения из воды карбоната кальция состоящим из следующих стадий:

1. Начальное кристаллообразование - переход ассоциатов $[Ca^{2+} \cdot CO_3^{2-}]$ в молекулы $CaCO_3$;
2. Образование центров кристаллизации - зародышей кристаллов;
3. Рост кристаллов.

Считается, что состав “первичной” накипи полностью зависит от температуры пограничного слоя в теплообменниках, а состав “вторичной накипи” - от температуры в объеме воды. Первичное накипеобразование считается характерным для теплообмена с кипением воды, например, в дистилляционных опреснительных установках. Для оборотных систем водоснабжения характерным считается вторичное накипеобразование – образование зародышей и частично рост кристаллов протекают в объеме раствора. Микрокристаллы карбоната кальция находятся во взвешенном состоянии и осаждаются на поверхности теплообменников за счет сил адгезии, гравитационных сил и т.д.

Оценивая известные теоретические зависимости об условиях образования и кинетики прикрепления кристаллов малорастворимых солей можно сделать следующие выводы:

- наличие твердой фазы (сформированных кристаллов, взвешенных частиц) ускоряет переход в молекулы карбоната кальция. Это характерно для всех процессов кристаллизации из пересыщенных растворов;

- стимулирование процесса диффузии (массообмена) ускоряет рост кристаллов.

- отсутствуют теоретические зависимости, в которых бы в полной мере учитывалось влияние скорости перемешивания при наличии твердой фазы на кинетику выделения карбоната кальция и интенсивность процесса образования солевых отложений.

Одним из известных методов решения проблемы предотвращения образования отложений в охлаждающих системах в промышленности является смешение сточных вод различного химического состава с последующим отстаиванием усредненных вод. Например, сточных вод газоочисток конвертер-

ного производства с преимущественно бикарбонатной щелочностью и подбункерных помещений доменного производства - с гидратной щелочностью.

Однако стандартные конструкции отстойников не предусматривают зону для эффективного смешения вод различного химического состава. Как показала промышленная эксплуатация, процесс смешения в радиальных отстойниках ш30 м с камерой флокуляции имел нестационарный характер, что приводило к выносу “свежих” кристаллов карбоната кальция, обладающих большой адгезионной способностью, из отстойников. В результате по всему напорному тракту подачи осветленной воды и в трубе Вентури газоочистки конвертеров наблюдались интенсивные отложения - до 50 мм сутки.

Известны лабораторные исследования по определению влияния интенсивного перемешивания в горизонтальной плоскости смеси вод, моделирующих физико-химический состав сточных вод указанных выше производств.

Установлены оптимальные диапазоны максимальных линейных скоростей и продолжительности безнапорного горизонтального перемешивания для достижения максимального эффекта ингибирования карбоната кальция: без взвешенных веществ - $V_{л} \geq 5,6$ м/с и $t_{п} = 1,5-2,5$ мин.; при концентрациях взвешенных веществ 50-100 мг/л - $V_{л} = 1,9-3,8$ м/с и $t_{п} = 1,5-2,5$ мин; при концентрациях взвешенных веществ 5000 мг/л - $V_{л} = 1,9$ м/с и $t_{п} = 1,5$ мин.

Известны теоретические и экспериментальные исследования прямоочных напорных горизонтальных вихревых аппаратов, предназначенных для очистки сточных вод от тяжелых примесей. На рис. 1 приведены план и разрез А-А усовершенствованного горизонтального прямоочного цилиндрического гидроциклонного аппарата.

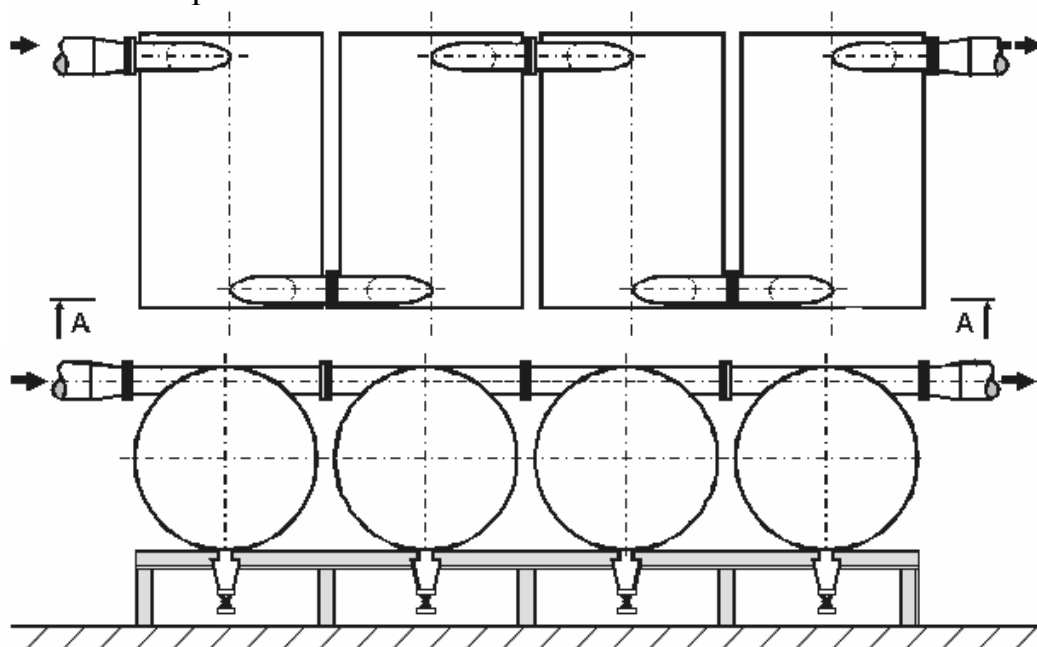


Рис. 1 - План и разрез А-А усовершенствованного горизонтального прямоочного цилиндрического гидроциклонного аппарата.

Анализ технологических параметров при испытании этих аппаратов в промышленных условиях позволяет сделать вывод о возможности реализации в них скоростного режима, обеспечивающего оптимальные условия массообмена

для обеспечения эффективного смешения сточных вод различного химического состава. Очевидно, что конструкция аппаратов требует адаптации для целей максимального снижения адгезионной способности образующихся кристаллов карбоната кальция до момента их выхода из аппарата.