

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ**

*Макалада ыплас сууну тундуруу процессинин моделин түзү жолу берилген.*

*В статье рассмотрены вопросы очистки сточных вод, после системы мокрого золоудаления котельных, работающих на угле.*

*In clause the questions of the clearing waste water, after system wet removal of ashes.*

Охрана и рациональное использование водных ресурсов является одной из важных задач в обеспечении экологической безопасности природы. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является создание оборотных замкнутых систем использования воды на промышленных предприятиях. Разработка таких ресурсосберегающих систем на промышленных комплексах становится основным направлением в решении задач предотвращения загрязнения природных водных источников /1, 2/.

Актуальной проблемой является загрязнение водоемов и рек, одним из основных источников которого являются производственные сточные воды предприятий теплоэнергетики, а именно сточные воды после системы мокрого золоудаления (МЗУ) котельных /2, 3, 4, 5/.

Данные сточные воды таких предприятий характеризуются высоким содержанием взвешенных веществ, золы и шлака. В настоящее время самым распространенным способом выделения из воды взвешенных частиц, золы и шлака после системы золоудаления котельных МЗУ является простое отстаивание в шламонакопителях. Как правило, эти сооружения находятся вблизи населенных пунктов либо непосредственно на их территории. Эксплуатация шламонакопителей приводит к неблагоприятной экологической обстановке как воздушного, так и водного бассейна, а также почвы. Вышеуказанные проблемы можно решить путем внедрения технологии очистки сточных вод после системы МЗУ котельных, обеспечивающей требуемую степень очистки воды и возможность устройства оборотной системы использования воды для системы МЗУ.

Существующие методы моделирования процессов осаждения взвешенных веществ при их различном содержании в сточных водах являются достаточно упрощенными и применимыми лишь для частных случаев /6/.

В большинстве своем моделирование сводится к нормированию скорости осаждения взвеси и определению времени пребывания воды в отстойниках, не учитываются при этом как частные особенности, характерные для данного класса сточных вод, так и общие.

закономерности протекания физических процессов в изменяющихся условиях отстаивания.

Известные методы моделирования основаны на использовании подобия кривых осаждения взвеси, получаемых при различных высотах столба осаждения исследуемой воды. Для достижения высокой достоверности моделирования необходимо выполнение ряда ограничивающих условий: взвесь должна быть устойчивой, с гидравлической крупностью, не изменяющейся во времени, движение воды должно быть строго горизонтально, отстаивание производится без применения коагулянта. В случае осаждения коагулированной взвеси условия моделирования должны учитывать механизм укрупнения зерен, учитываемый в известных методиках эмпирическими коэффициентами, снижающими достоверность процесса моделирования.

При отстаивании производственных сточных вод с нестабильным содержанием взвешенных веществ применяются различные методы и сооружения, каждое из которых рассчитано на определенные физико-химические процессы, характеризующиеся рядом функциональных параметров. Здесь рассмотрены проблемы моделирования процессов осаждения сточных вод после системы МЗУ котельных с высоким содержанием взвешенных частиц, золы и шлака без применения коагулянтов, с применением коагулянтов и осаждение в тонком слое. Сложность процессов отстаивания воды предопределяется большим количеством регламентирующих параметров. Основным критерием очистки сточных вод при моделировании и при работе реальных очистных сооружений является эффект очистки  $\mathcal{E}_{oc}$ , определяемый количественным или процентным содержанием взвешенных веществ в исходной  $C_{исх}$  и очищенной  $C_{оч}$  воде. Выбор параметров, оказывающих существенное влияние на процессы отстаивания, должен учитывать все основные особенности протекающих процессов: плотность жидкости и взвешенных частиц; основные свойства взаимодействующих сред; геометрические, кинематические и динамические характеристики процессов. Вышесказанное позволяет описать условия динамического моделирования работы реальных сооружений очистки воды /7/.

Для того чтобы существовала возможность применения результатов экспериментальных исследований при проектировании сооружений для отстаивания воды от различных промышленных предприятий, необходимо задаться граничными условиями по содержанию в сточных водах взвешенных веществ. При этом максимальное содержание (концентрация) взвешенных веществ не должно нарушать структуру потока, то есть сточные воды должны работать как жидкость по Ньютону.

Моделирование гидравлических явлений, связанное с проектированием реальных объемных сооружений, возможно лишь при применении ограниченного числа критериев, определяющих данный процесс, в том числе и процесс осаждения взвешенных частиц в замкнутом объеме. При этом выбранные критерии подобия удовлетворяют условиям изменения

температурного и кинематического режима работы изучаемой системы, а также соответствуют принципам выбора и расчета необходимых масштабов подобия. Ограничения и допуски, вводимые при моделировании, относятся к параметрам, входящим в состав принятых критериев подобия. При малых числах Рейнольдса, соответствующих малым скоростям поступательного движения потока в отстойниках, расчеты и моделирование по осаждению взвешенных частиц допускается проводить по методике, принятой для неподвижной жидкости, в том числе в стеклянных цилиндрах ограниченного объема. Так как на осаждающуюся в ограниченном объеме воды взвешенную частицу действуют сила гравитации, равная массе частицы, умноженной на ускорение свободного падения, и сила гравитации в воде, учитывающая разницу плотностей жидкости, частицы и объем жидкости. Плотность частиц и плотность воды значительно отличаются друг от друга, причем частицы, участвующие в процессе осаждения, также имеют разную плотность. Это обстоятельство усложняет процесс моделирования и вызывает необходимость учета эффекта сил поверхностного натяжения.

При осаждении взвешенных частиц в покоящейся жидкости или с очень малыми скоростями движения потока число Рейнольдса, соответствующее данному виду движения, находится в зоне ламинарного режима.

Отстаивание сточных вод без применения реагентов характеризуется стабильностью осаждаемых частиц как в пространственных, так и во временных характеристиках. Поэтому критерий гомохронности носит второстепенный характер, и им можно пренебречь.

Применение для интенсификации процессов отстаивания реагентов различных типов приводит к образованию коагулированной взвеси. Осаждение данных образований является нестационарным процессом. Нестационарность процессов осаждения коагулированной взвеси предусматривает необходимость учета критерия гомохронности при составлении критериальной модели изучаемых процессов. При переходе от экспериментальной модели к реальным производственным отстойникам применение гидравлической крупности  $U$ , времени отстаивания и высоты слоя сточной воды приводит к необходимости использования критерия гомохронности в качестве определяемого и изменяющегося при различных условиях прохождения процессов отстаивания.

В результате проведенного анализа сформулированы следующие выводы:

- для очистки сточных вод с высоким содержанием от 1000-4500 мг/дм взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ можно использовать процесс отстаивания;
- на эффективность осветления сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ, золы и шлака после систем МЗУ котельных влияет ряд факторов, которые не учтены в существующих подходах моделирования процесса отстаивания.

### Список литературы

1. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
2. Очистка производственных сточных вод / С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М.Ласков, Ю.В.Воронов. – М.: Стройиздат, 1979. – 328 с.
3. Медведев Г.П. Канализация городов ФРГ. – Л.: Стройиздат, 1982. – 168 с.
4. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1982. – 223 с.
5. Корабельников В.М. Исследование процесса осаждения взвеси в тонкослойных отстойниках //Научные труды АКХ им. К.Д. Памфилова; Вып. 130. – М.,1976.
6. Кульский А.А. Основы технологии кондиционирования воды. – Киев: Изд-во АН УССР, 1963.
7. Акименко Н.Ю. Применение отходов промышленности при очистке сточных вод предприятий теплоэнергетики: Инф. листок ВКЦНТИ, №4-00. – Усть-Каменогорск, 2000.