

УДК 502.174.1

Е. В. Опимах, канд. техн. наук, ассист.; Н. С. Ушак, студ.;
А. Э. Левданский, зав. кафедрой, доц., д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО АЭРАТОРА ЧИСЛЕННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

Равномерная аэрация жидкости представляет собой сложную задачу. Одним из возможных путей исследования этого явления является применение современных методов вычислительной гидродинамики.

Ранее авторами была разработана методика инженерного расчета конструкции пневматического аэратора, представляющего собой перфорированную трубку, изогнутую в виде спирали Архимеда в горизонтальной плоскости. Однако методика инженерного расчета не учитывала влияния диаметра трубки аэратора и расхода воздуха на равномерность аэрации. Поэтому цель работы заключалась в моделировании течения потока воздуха в аэраторе для определения оптимального диаметра трубки аэратора и расхода воздуха при которых равномерность аэрации будет достаточной, а затраты на эксплуатацию будут минимальны.

Была построена трехмерная модель аэратора. В принимаемой модели основные параметры (шаг спирали 0,07 м, длина трубки аэратора 4 м, количество отверстий аэратора 50 штук) оставались постоянными, а внутренний диаметр трубки и расход воздуха изменялись в зависимости от опыта.

В качестве расчетной области была выделена внутренняя полость аэратора и отверстий, в которых движется поток газа. Для численного решения расчетная область была разделена локально-сгущающейся адаптивной тетраэдральной сеткой. При расчете модельных задач использовались сетки, содержащие около 200 тысяч узлов и порядка 1 миллиона конечных элементов.

В результате численного моделирования были проанализированы профили распределения скорости газа и поле давления по объему аэратора при различных конструктивных и технологических параметрах агрегата. Для всех вариантов исследования были получены данные распределения локальных скоростей газового потока по диаметру выходного отверстия аэратора для различных отверстий по длине трубки аэратора.

Для каждого отверстия была рассчитана средняя скорость выходящего газового потока. Оценку качества аэрации производили по ве-

личине коэффициента вариации средних скоростей газовых потоков на выходе из отверстий по длине трубки аэратора.

Представлены графики изменения средней скорости в выходных отверстиях аэратора по его длине, для различных диаметров трубки аэратора при одинаковом объёмном расходе газа. Получены зависимости коэффициента вариации средних скоростей газа на выходе из отверстий аэратора от его начальной средней скорости (на входе в аэратор) для различных диаметров трубки аэратора. Так же были построены зависимости коэффициента вариации средних скоростей воздуха на выходе из отверстий аэратора от диаметра трубки аэратора при различных постоянных объёмных расходах газа.

Увеличение диаметра трубки аэратора приводит к сглаживанию средних скоростей газовых потоков в выходных отверстиях по длине трубки аэратора и к уменьшению коэффициента вариации средних скоростей воздуха на выходе из отверстий аэратора. То есть происходит более равномерная аэрация рабочей жидкости. Это может быть связано с уменьшением потерь давления потока и его выравниванию по длине трубки аэратора.

Добиться равномерной аэрации также можно путем увеличения расхода газа, подаваемого в аэратор. Это связано с тем, что гидравлические потери давления газа по длине трубки аэратора будут составлять незначительную часть от общего гидравлического сопротивления аэратора. Для трубок большего диаметра влияние расхода газа незначительно.

В результате выполнения данной научно-исследовательской работы был оптимизирован процесс аэрации рабочего объёма флотационного аппарата. При анализе результатов, полученных при выполнении работы, выявлены влияния диаметра трубки аэратора и объёмного расхода газа на равномерность процесса аэрации рабочего объёма флотационного аппарата. Предложены зависимости, с помощью которых можно произвести выбор оптимальных конструктивных и технологических параметров пневматического аэратора при изготовлении и эксплуатации флотационного аппарата. Использование приведенного метода оптимизации в отечественных разработках носит сдержанный характер по сравнению с зарубежной практикой. Хотя он позволяет увеличить эффективность конструирования новых и совершенствования существующих аппаратов, что особенно важно на современном этапе развития производства.