

производства и без нарушения технологического процесса; отсутствие влияния на результаты диагностики окружающего работающего оборудования; широкий диапазон воспринимаемых частот и др.

В основе лежит предположение, что технические дефекты вальцового станка влияют на изменение межвальцового зазора и должны проявиться в изменении силового взаимодействия деталей вальцового станка. Изменение силового взаимодействия приводит к изменению мощности на валу электродвигателя. Причем изменение мощности пропорционально силе тока в обмотках электродвигателя при постоянной величине напряжения. В мукомольной промышленности все вальцовые станки имеют амперметры, которые подключены через трансформаторы тока. Сняв показания с трансформатора тока и затем, обработав их с помощью математических методов можно сделать определенные выводы о качестве работы вальцового станка.

Устройство оперативного контроля технического состояния мукомольного вальцового станка предназначено для выявления технических дефектов вальцового станка, ухудшающих технологический эффект процесса избирательного измельчения. Среди них, такие как эксцентриситеты медленновращающегося и быстро вращающегося вальцов; овальности медленно вращающегося и быстро вращающегося вальцов; неуравновешенности медленно вращающегося и быстро вращающегося вальцов в сборе; дефекты в зубчатой передаче; износ подшипников в опорах вальцов.

УДК 531.38: 532.511

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В ПРЯМОТОЧНЫХ ВИХРЕВЫХ АППАРАТАХ СО СПУТНЫМИ ЗАКРУЧЕННЫМИ ПОТОКАМИ

А.В. Акулич, Г.И. Ефремов, А.Г. Егоров, Е.А. Ранченко, А.Г. Смусленко

Могилевский технологический институт, Беларусь

*Вихревые аппараты находят широкое применение в промышленности для проведения гидромеханических и тепломассообменных процессов. Эффективность проведения в них технологических процессов (например, сепарации, классификации, сушки и др.) определяется гидродинамикой взаимодействующих фаз, что требует знания параметров и режимов движения и взаимодействия закрученных газовых потоков между собой.*

В работе рассмотрено установившееся движение газовой фазы в прямоточных вихревых аппаратах на основе совместного решения системы дифференциальных уравнений Навье-Стокса для осесимметричной задачи, уравнения неразрывности и двух уравнений к-ε модели турбулентности.

Получено численное решение разработанной математической модели с применением метода конечных разностей. В расчетах значения постоянных к-ε модели турбулентности принимались в соответствии с классической теорией

пристеночного пограничного слоя и плоских струй. При этом цилиндрическая область взаимодействия двух спутных закрученных потоков прямооточного вихревого аппарата, ограниченная наружным диаметром  $D_1$  и высотой  $H_k$ , замещалась своим дискретным аналогом, состоящим из 21 расчетного узла в радиальном направлении и 31 узла в осевом. Полученная система линейных уравнений решалась методом итераций Гаусса-Зейделя в сочетании с прогонкой в радиальном направлении.

Изучена гидродинамика движения газовой фазы в прямооточных вихревых аппаратах в зависимости от кратности расходов  $k$  и относительной высоты ввода центрального завихрителя  $h_2/H_k$ . Установлено, что с изменением  $k$  изменяется гидродинамическая обстановка в аппаратах. Так, при  $k=0,55$  в зоне взаимодействия закрученных потоков наблюдается примерно равная интенсивность течения газа, вследствие увеличения доли газа, подаваемого в центральный завихритель. Однако, при  $k=0,85$  возрастает интенсивность течения газа в периферийной области аппаратов и снижается в их центральной части, вблизи завихрителя, где появляется зона кольцевого течения. При  $k=0,7$  такой зоны не наблюдается.

Выявлено, что относительная высота ввода центрального завихрителя оказывает существенное влияние на гидродинамику двух взаимодействующих спутно закрученных потоков. Показано, что при  $h_2/H_k=0,45$  наблюдается режим устойчивого движения потоков по высоте без образования в зоне их взаимодействия кольцевых течений газа. Это способствует повышению эффективности разделения в аппаратах данного класса. Кроме того установлено, что относительная высота ввода центрального завихрителя изменяется в интервале  $h_2/H_k = 0,35 \dots 0,6$  в зависимости от дисперсности частиц твердой фазы, которые обрабатываются в прямооточных вихревых аппаратах.

По результатам исследований получена зависимость для расчета турбулентной вязкости во взаимодействующих закрученных потоках прямооточных вихревых аппаратов

$$\nu_T = 4,2 \cdot 10^{-3} r^2 (\partial v_\varphi / \partial r - v_\varphi / r) \quad (1)$$

Разработанная математическая модель положена в основу инженерного расчета прямооточных вихревых аппаратов.