

Информационные системы технологических машин

Руководитель программы д.т.н., проф. Малыгин Е. Н.

Павлова Е. В., Карпушкин С. В.

СИСТЕМА ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЕМКОСТНОГО АППАРАТА

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Карпушкина С. В.

*ТГТУ, Кафедра «Автоматизированное проектирование
технологического оборудования»*

В работе [3] нами представлена математическая постановка задачи выбора параметров механического перемешивающего устройства (МПУ) вертикального емкостного аппарата. К числу параметров МПУ отнесены тип мешалки, расчетной характеристикой которого является коэффициент ее гидравлического сопротивления (ζ), их число на валу МПУ (z_m), диаметр мешалок (d_m) и частота вращения вала привода (n). Необходимо выбрать стандартные значения параметров, обеспечивающие приемлемую гидродинамическую обстановку в аппарате и требуемое качество перемешивания при минимальных приведенных затратах на МПУ: амортизации стоимости мешалок и мотор-редуктора, а также стоимости электроэнергии, потребленной МПУ в течение года.

Гидродинамическая обстановка в аппарате характеризуется ограничением на значение отношения диаметров аппарата и мешалки $G_D = D/d_m$: $G_{D*} \leq G_D \leq G_D^*$, где G_{D*} , G_D^* – граничные значения G_D для мешалки выбранного типа, – ограничением на глубину воронки, образующейся при перемешивании, и уравнением равенства моментов сил, приложенных к перемешиваемой среде, см. [1,2]. Параметры качества перемешивания и вид ограничений на их изменения определяются типом перемешиваемой среды и целью перемешивания. Например, качество перемешивания взаимнорастворимых жидкостей характеризуется временем достижения

заданной степени неоднородности среды (временем гомогенизации) $\tau_r = \tau_r(\zeta, z_m, d_m, n, \eta)$, которое ограничено заданной степенью неоднородности распределения концентрации указанного вещества или температуры (η) и регламентной длительностью процесса: $\tau_r \leq \tau_{\text{зад}}$.

Алгоритм решения задачи предусматривает перебор возможных комбинаций параметров МПУ и проверку выполнения ограничений для каждой комбинации. При положительном результате проверки осуществляется подбор наиболее пригодного серийно выпускаемого мотор-редуктора. Оптимальная конструкция МПУ определяется по минимуму приведенных затрат.

Система автоматизированного выбора конструкции МПУ, реализующая предложенный алгоритм, разработана в среде Visual Basic. Структура системы представлена на рисунке 1.

Управляющий модуль системы реализует следующие функции:

- проверку корректности исходных данных и указание на ошибки;
- выбор методики расчета затрат мощности на перемешивание с учетом значения суммарного гидравлического сопротивления внутренних устройств;
- выбор методики расчета параметров качества перемешивания конкретной среды;
- проверку выполнения ограничений для различных видов перемешиваемых сред;
- управление взаимодействием расчетного блока с информационным блоком и базой данных;
- обеспечение передачи данных в блок создания итогового отчета и его вывод на экран.

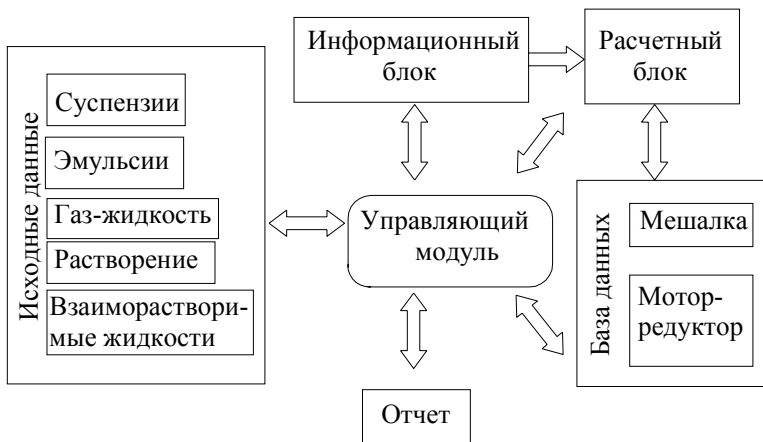


Рис. 1. Структура и состав системы

Модуль «Исходные данные» обеспечивает ввод информации об аппарате, перемешиваемой среде и требуемых условиях реализации процесса, а также, при необходимости, модификацию исходных данных: диаметр и высота заполнения аппарата средой, физические свойства и параметры перемешиваемых сред (состав, плотность, динамическая или кинематическая вязкость компонентов и т.п.), типы и геометрические размеры установленных в аппарате внутренних устройств (трубы, отражательные перегородки, змеевик и т.д.), требуемые значения параметров качества перемешивания, время работы МПУ за год.

Модуль «Расчетный блок» осуществляет:

- расчет суммарного гидравлического сопротивления внутренних устройств;
- расчет глубины центральной воронки;
- расчет мощности, затрачиваемой на перемешивание;
- расчет распределения концентрации компонентов перемешиваемой среды;
- перебор стандартных значений параметров МПУ, которые не зафиксированы пользователем;
- взаимодействие с базой данных посредством SQL-запросов;
- расчет значения критерия эффективности для конкретной конструкции МПУ.

Модуль «Информационный блок» обеспечивает пользователя и расчетный блок информацией справочного характера:

- порядок определения гидравлического сопротивления наиболее часто встречающихся внутренних устройств;
- значения необходимых для расчетов характеристик наиболее распространенных мешалок;
- формулы для расчета необходимых физических свойств веществ для случаев перемешивания мало- и высококонцентрированных суспензий, несмешиваемых жидкостей, газожидкостных систем.

Модуль «Отчет» формирует текстовый файл с подробным протоколом работы системы, который включает:

- исходные данные (как введенные пользователем, так и полученные в результате работы информационного блока);
- результаты расчета глубины воронки и мощности перемешивания;
- результаты расчета распределения концентраций компонентов перемешиваемых сред;
- допустимые конструкции МПУ, способные обеспечить требуемое качество перемешивания;
- подходящие для этих конструкций мотор-редукторы (с точки зрения обеспечения частоты вращения выходного вала, крутящего момента,

приложенного к жидкости при вращении лопастей мешалки, и мощности электродвигателя);

- конструкцию привода и тип мотор-редуктора, обеспечивающие минимум критерия эффективности.

База данных системы содержит значения характеристик серийно выпускаемых мотор-редукторов и приводов (МРВ-02, МРВ-04, МПО-1, МПО-2, МР-1, МР-2, МР-3, ПЭМ, ПЭМ 1А, ПЭМ 2). Для каждого из них в базе содержится следующая информация:

- типоразмер устройства,
- частота вращения выходного вала (в 1/мин),
- момент на выходном валу (Н·м),
- типоразмер электродвигателя,
- мощность электродвигателя (КВт),
- масса устройства с электродвигателем (кг),
- стоимость устройства (руб. в ценах 2000 г.).

Система протестирована на примерах аппаратов производств синтетических красителей и полупродуктов Тамбовского ОАО «Пигмент» и принята к эксплуатации в проектно-конструкторском отделе этого предприятия. При выборе с ее помощью конструкции МПУ для аппарата с размерами $D = 2$ м, $H = 3.5$ м, в котором осуществляется процесс репульпации пасты пигмента голубого фталоцианинового перед подачей ее на фильтрацию (концентрация твердой фазы $X_{cp} = 0.05$, средний размер ее частиц $d_{cp} = 0.000008$ м, необходимые значения параметров качества перемешивания – $X_{R3} = 0.85$, $\Delta X_3 = 0.05$) получены следующие результаты:

1) допустимые варианты конструкции МПУ найдены только для рамной мешалки: $\zeta = 1.28$, $z_m = 1$, $d_m = 1.6-1.8$ м, $n = 31.5-80$ 1/мин.

2) согласно критерию эффективности, абсолютно лучшей является конструкция МПУ с мешалкой диаметром 1.8 м при частоте ее вращения 31.5 1/мин;

3) затраты мощности на перемешивание составят 2.66 КВт, крутящий момент 812 Н·м;

4) сумма амортизации затрат на мешалки и годовой стоимости потребляемой электроэнергии составит 51.57 тыс. руб. (в ценах 2000 г.).

5) привод МПУ рассматриваемого аппарата рекомендовано укомплектовать мотор-редуктором МПО-2М-15-46,9-5,5/31.

Список литературы

1. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах. – Л.: Химия, 1984. – 336 с.
2. Руководящий нормативный документ. Механические перемешивающие устройства. Метод расчета. РД 26-01-90-85. – Л.: РТП ЛенНИИхиммаша, 1985. – 257 с.
3. Павлова Е.В., Карпушкин С.В. Задача выбора оптимальных параметров механического перемешивающего устройства // Сборник статей магистрантов. Вып. 1. Часть 1. – Тамбов: ТОГУП «Тамбовполигафиздат», 2005. – С. 55-59.