

## **Вопрос № 1**

### *Автоматизация методов управления, вариантного, адаптивного и нового планирования в АСТПП*

#### **1. Управление ТПП.**

Метод управления ТПП заключается в организации хранения информации по технологическим маршрутам в соответствии с требованием заказа.

Этот метод применяется в качестве повторного планирования. Его область применения является ограниченной, так как повторяемость обрабатываемых деталей, как правило, невелика.

#### **2. Вариантное планирование.**

Исходной предпосылкой данного метода является разбиение инженерами-технологами деталей на классы. В каждый класс входят детали, изготавливающиеся по аналогичной технологии. В каждом классе выделяются детали-представители, которые являются обобщённым представителем, включающим все специфические особенности каждой детали. Для такой детали-представителя разрабатывается стандартный технологический маршрут. Для каждой конкретной детали данного класса выбирается вариант стандартного маршрута, являющегося его подмножеством.

Вариантное планирование предусматривает возможность уточнения стандартного маршрута путём изменения параметров процесса в определённых границах. Увеличение числа обрабатываемых элементов не допускается.

Стандартный вариант R1-R4, D1, D2 - переменные размеры, задав которые получим из стандартного варианта технологические маршруты согласно заданию.

Вариантный метод наиболее употребим на предприятиях с сильно ограниченной номенклатурой деталей. Ограничения на номенклатуру значительно снижают степень гибкости системы ТПП.

#### **3. Адаптивное планирование.**

Первым этапом данного метода является построение некоторого множества технологических маршрутов инженерами-технологами. На этапе технологического

проектирования осуществляется поиск наиболее близкого к заданному технологического маршрута из имеющихся с помощью определённого классификатора. Далее выбранный технологический маршрут адаптируется к конкретным требованиям заказчика путём добавления, удаления, изменения отдельных шагов проектирования.

Например: Требуется построить технологический маршрут для изготовления детали:

По классификатору определили, что наибольшим близким из имеющихся, является технологический маршрут для изготовления детали.

Для построения технологического маршрута для заданной детали из имеющегося технологического маршрута удаляются операции изгиба пластины в сечении А.

Адаптивное планирование в противоположность методам управления и вариантного планирования обеспечивает порождение дополнительных технологических данных.

#### 4.Метод нового планирования.

Позволяет вести разработку технологических маршрутов для подобных и новых деталей в соответствии с общими и специфическими данными и правилами технологического проектирования. Основой этого служат описания деталей и требования, предъявляемые к её обработке. Анализ этих требований позволяет выявить возможные пути решения технологических задач и в соответствии с определёнными критериями выбрать метод решения. Таким образом, этот метод является и генерирующим. Наиболее ценен в связи с этим и наиболее сложен для автоматизации.

Следует отметить, что границы методов весьма условны. Возможно сочетание отдельных элементов различных методов. Выбор метода для конкретной задачи зависит от условий производства, способов изготовления, назначения изделий, а также от субъективных факторов.

## Вопрос № 2

### *Математические модели гидродинамики*

Гидродинамика - описывает движение через аппарат реакционной среды, которая может быть жидкой, газообразной, смесью газовой - жидкой фазы, жидкой - твердой, сыпучей.

#### 1. Модель гидродинамики идеальной смешения:

Примеры объектов описываемые этой моделью:

1) аппараты с мешалкой ( $H/D \sim 1$  почти ид. смешение).

Рисунок 1. Чем больше мощность сообщаемая мешалке тем степень смешения лучше. В зависимости от среды используют разные конструкции мешалок. Чем ниже вязкость среды тем лучше степень перемешивания.

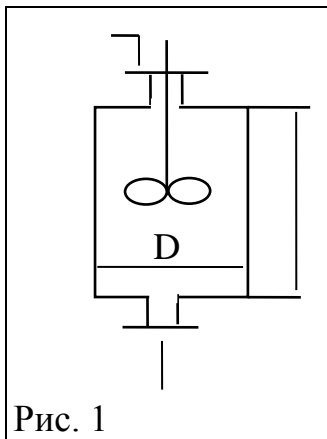


Рис. 1

2) аппарат барбатажного типа (пузыри перемешивают поступающую жидкость). Рисунок 2. Применяют в случае когда необходимо провести хим. Реакцию между Г и Ж или провести абсорбцию. Достоинство: большая площадь суммарного контакта Ж и Г. Чем меньше вязкость Ж тем лучше смешение. Чем больше расход газовой фазы тем лучше.

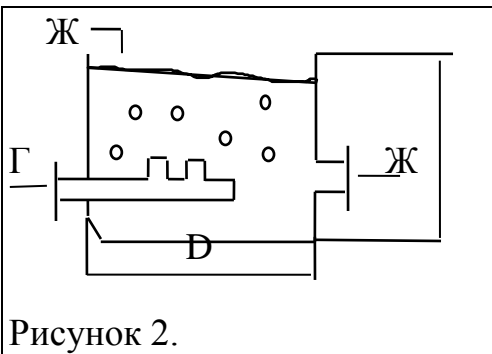


Рисунок 2.

3) Аппарат псевдоожиженного слоя. Рисунок 3. Чем меньше частицы твердой фазы тем лучше смешения. Чем больше расход газа тем лучше.

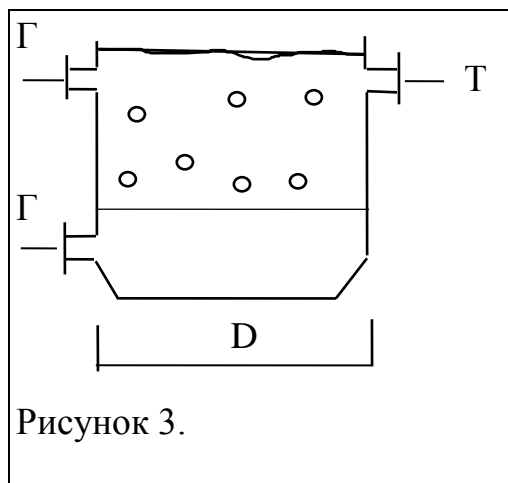
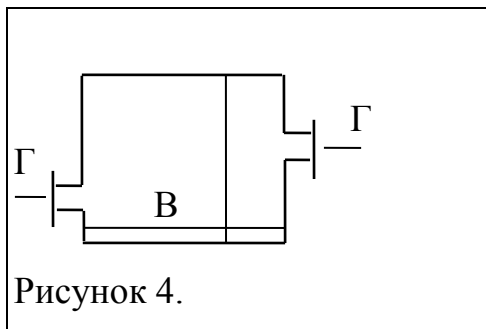


Рисунок 3.



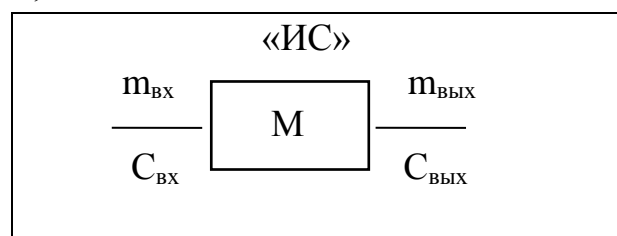
4) реактор полого типа (Рисунок 4.) предназначен для окисление газов. Все фазы - газовой. Смешение происходит под действием диффузии.

Основной характеристикой рассмотренных примеров яв-ся одинаковость в любой точке объема всех хар-к: концентрации, температуры, плотности, вязкости и т.д. Основные допущения модели идеального смешения:

$$C(x,y,z,t) = C(t) \text{ концентрация не зависит от линейных координат}(x,y,z)$$

$$T(x,y,z) = T(t)$$

C, T и т.д. в любой точке объектов в том числе и точке выхода одинакова.



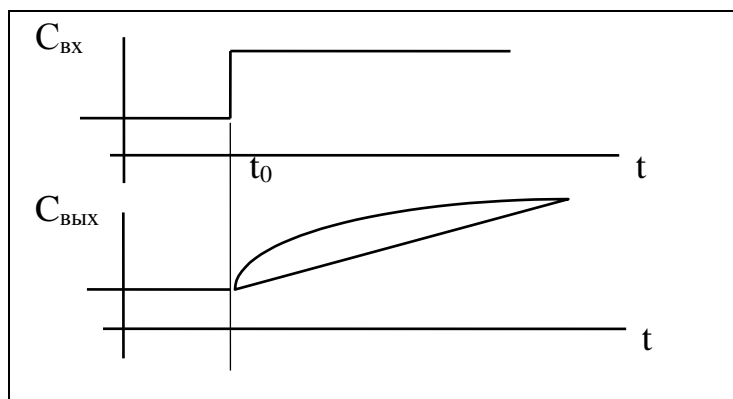
материальный баланс по сухому в-ву:

$$\frac{d(MC_{\text{вых}})}{dt} = m_{\text{вх}} C_{\text{вх}} - m_{\text{вых}} C_{\text{вых}}$$

Частный случай:  $\frac{dM}{dt} = 0$ ,  $M = \text{const}$

$$\frac{dC_{\text{вых}}}{dt} = \frac{1}{\bar{t}} (C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})$$

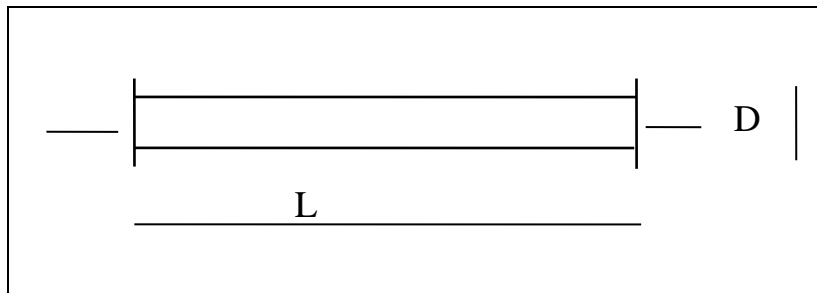
$\bar{t} = \frac{M}{m}$  - среднее время пребывания среды в аппарате.



Преимущества модели ИС: 1) отсутствие параметров определяемых экспериментально; 2) простота расчета.

## 2. Модель идеальное вытеснение

Аппараты: трубчатые реакторы, трубчатые теплообменники.



$L/D \gg 1$ , обычно  $L/D \approx 100$ .

Основные допущения модели ИВ:

- 1) среда движется слоями так, что перемешивание последующего слоя с предыдущим отсутствует;
- 2) среда движется в поршневом режиме, так что перемешивание внутри одного слоя по радиусу отсутствует.

$$C(x, y, l, t) = C(l, t)$$

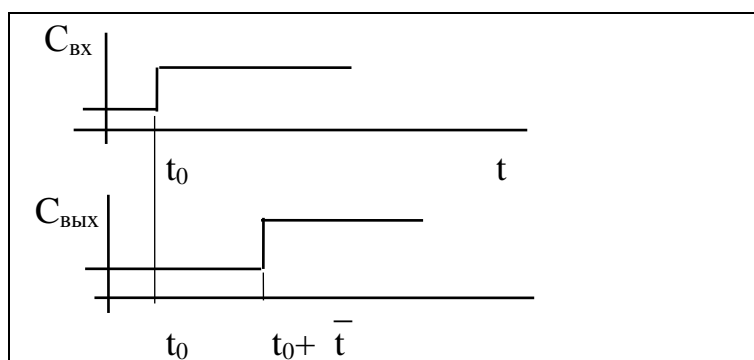
Уравнение описывающее модель ИВ:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial l}, \text{ где}$$

$U = \frac{m}{F\rho}$  - линейная скорость движения,  $F$  - поперечного сечения;  $\rho$ -плотность среды;  $m$  - массовый

расход среды.

$\bar{t} = \frac{L}{U}$  - среднее время пребывания среды в объекте.



## 3. Гидродинамические диффузионные модели.

Ряд объектов характеризуется общим поступательным движением среды от входы к выходу с частичным перемешиванием в продольном и радиальном направлениях.

1) насадочная колонна (рисунок 5)

$$1 < H/D < 100$$

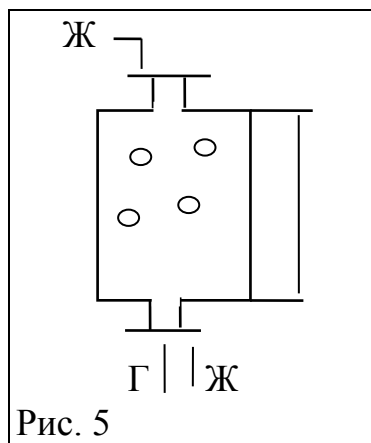
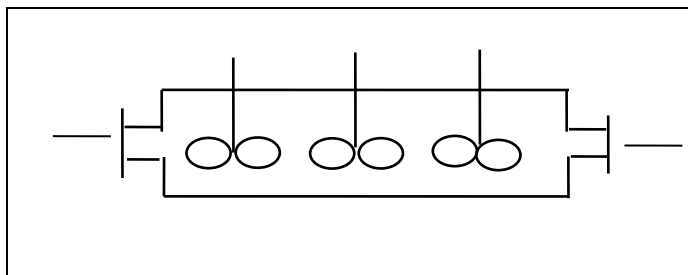


Рис. 5

2) труба с мешалкой



*Однопараметрическая гидродинамическая диффузионная модель*

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial z} + D_l \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}$$

$\partial l$  - коэффициент продольной диффузии

$D_l$  - параметр определяемый экспериментально.

Однопараметрическая модель записана с допущением об отсутствии перемешивания в радиальном направлении.

*Двухпараметрическая гидродинамическая диффузионная модель*

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial R} + D_l \frac{\partial^2 C}{\partial R^2} + \frac{D_R}{R} \left( \frac{\partial}{\partial R} \left( R \frac{\partial C}{\partial R} \right) \right)$$

$R$  - радиус аппарата;

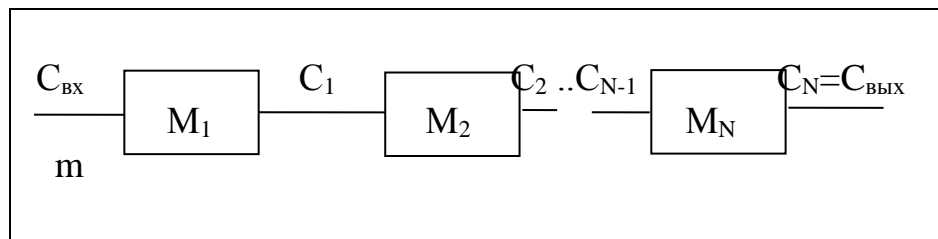
$D_R$  - коэффициент радиальной диффузии, определяется экспериментально.

Диффузионные гидродинамические модели значительно лучше описывают реальные объекты, чем модели ИС и ИВ. Однако ввиду их высокой сложности и необходимости экспериментально определять коэффициенты  $D_l$  и  $D_R$ , модели получили ограниченное распространение.

#### 4. Гидродинамическая модель ячеечного типа.

В химической технологии распространены объекты представляющие собой каскады реакторов с мешалкой, тарельчатые колонны.

Структурная схема этих объектов:



Допущения:

- 1) объект представляет собой последовательно соединенные ячейки ИС;
- 2) между ячейками перемешивание отсутствует;
- 3) из  $i$ -ой ячейки среда переходит только в  $i+1$ .

$$\begin{cases} \frac{dC_1}{dt} = \frac{1}{\bar{t}_1} (C_{\text{вх}} - C_1) \\ \frac{dC_2}{dt} = \frac{1}{\bar{t}_2} (C_1 - C_2) \\ \frac{dC_N}{dt} = \frac{1}{\bar{t}_N} (C_{N-1} - C_{\text{вых}}) \end{cases}$$

Единственная сложность при использовании модели ЯТ для описания аппаратов колонного типа, это выбор оптимального количества ячеек. При  $N \rightarrow \infty \Rightarrow$  ИВ, при  $N \rightarrow 1 \Rightarrow$  ИС.

Преимущество модели ЯТ по сравн. с диффузионными моделями заключается в простоте и отсутствии параметров определяемых экспериментально. Количество условных ячеек  $N$  подбирается численным экспериментом.

### Вопрос № 3

Записать алгоритм поиска экстремума функции Розенброка овражным методом

1)  $f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$

1) выбираем начальную точку  $A_0$   $i=0$ ;  $x_1=A_0x$ ;  $x_2=A_0y$

2) выбираем шаг градиента  $gr$  и шаг оврага  $h$ ,  $gr \ll h$

3) вычисляем частные производные

$$P_{x1} = -400(x_2 - x_1^2)x_1 - 2(1 - x_1)$$

$$P_{x2} = 200(x_2 - x_1^2);$$

1)  $dx_1 = -P_{x1} * gr$ ;

$$dx_2 = -P_{x2} * gr$$

$$x_1 += dx_1;$$

$$x_2 += dx_2;$$

2) Если  $1 - (f(x_1, x_2) - f(x_1 - dx_1, x_2 - dx_2)) / f(x_1, x_2) \geq \epsilon$ , то переход к шагу 3

3)  $x_1 = x_1 + (\text{rand}() - 0.5) * 2 * h$ ;

$$x_2 = x_2 + (\text{rand}() - 0.5) * 2 * h;$$

4)  $gr = gr / 2$ ;

5) пока  $gr > \epsilon$  переход к 3.