

## Секція 5

# Моделювання і автоматизація робочих процесів

УДК 622.646.023.622.795:536.24

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ БОРА НА ПОВЕРХНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

**В.А. Скачков, В.И. Иванов, А.Л. Иващенко**

Запорожская государственная инженерная академия

69006, г. Запорожье, пр. Ленина, 226

colourmet@zgia.zp.ua

Бороуглеродные композиты на основе углеродных волокон и борной матрицы относятся к термостойким высокопрочным композиционным материалам с низким удельным весом.

Для создания беспористой борной матрицы в проточном реакторе изотермического типа реализуют процессы разложения диборана и осаждения твердого осадка в виде поликристаллического бора по реакции:



Разложение диборана происходит в интервале температур 500...700 °С с образованием другого газообразного продукта – водорода.

Реакционной поверхностью служит площадь поверхности углеродного волокна и трубчатого каркаса, на котором закреплено волокно. Учитывая незначительную толщину углеродного волокна, уложенного по направлению радиуса к каркасу, и достаточно большие зазоры между отдельными волокнами, диффузионными процессами в объеме волокна с высокой степенью достоверности можно пренебречь.

В реакторе указанного типа реализуется конвективно-диффузионный перенос массы реагирующего газа.

При разработке математической модели исследуемого процесса вводили допущения:

- все функции, описывающие структуру газовых потоков в круговом реакторе цилиндрического типа, не зависят от окружной координаты;
- газовый поток направлен вдоль оси реактора, а диффузия газов вдоль оси пренебрежимо мала;
- рассматривается стационарный режим работы реактора;
- все гомогенные и гетерогенные реакции соответствуют первому порядку;
- реактор полагают изобарным, что позволяет значительно упростить моделирование данного процесса.

Уравнение переноса вещества в условиях химического превращения для текущей среды при отсутствии объемных реакций представляется в виде:

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} + \text{div}(\vec{U} \cdot C_i - D_{iN} \cdot \nabla C_i) = 0, \quad (2)$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в объеме реакционной среды;  $\vec{U}$  – скорость потока газовой среды;  $D_{iN}$  – коэффициент диффузии  $i$ -того компонента в газовой среде с  $N$  компонентами,  $m^2/s$ .

На основе решения задачи переноса газовой среды в круговом проточном реакторе и опытных данных разложения диборана на нагретой поверхности углеродных волокон построена методика определения констант образования бора и параметров диффузии диборана из объема реактора на поверхность углеродных волокон.

УДК 677.021.12.001.2.57 (075.8)

## **МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ХТС З ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРОГРАМ - СИМУЛЯТОРІВ**

**К.В. Коваль, М.С. Михальова, Л.М. Бугаєва, Ю.О. Безносик**

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

03056, Київ, пр. Перемоги, 37

[http://kpi.ua/kpi\\_xtf](http://kpi.ua/kpi_xtf)

Рішення задач моделювання складних хіміко-технологічних систем (ХТС) в наш час неможливо без використання сучасних програмних засобів. Серед цих програмних засобів центральне місце займають моделюючі програми симулятори ASPEN PLUS, HYSYS, PRO/II та ChemCad. Їх широко використовують як при проектуванні нових виробництв, так і при реконструкції діючих. Слід відзначити загальну тенденцію переходу моделюючих програм на використання в розрахунках усе більш складних й тому адекватних математичних моделей технологічних апаратів.

Основними компонентами програм симуляторів для моделювання хіміко-технологічних процесів є: стаціонарні моделі основних операцій, термодинамічні моделі, банки даних властивостей речовин, інтерфейс для зв'язку з іншими програмами та ін. Ці програмні продукти мають свої загальні й відмінні риси. Але основний спектр їхніх можливостей у достатній мірі збігається.

Програмний пакет HYSYS, розроблений фірмою Huprotech, широко застосовується для проведення розрахунків технологічних схем газо- та нафтопереробки, хімії в усьому світі. Саме HYSYS було обрано для розрахунку складних ХТС при виконанні бакалаврських курсових проектів на кафедрі кібернетики хіміко-технологічних процесів НТУУ «КПІ».

Для різних ХТС було виконано розрахунки матеріальних й теплових балансів. Розглядалися схеми:

- окиснення аміаку у виробництві азотної кислоти;
- отримання кумолу алкілуванням бензолу;
- низькотемпературної ректифікації вуглеводневого конденсату;
- виробництва хлороводневої кислоти;
- виробництва карбаміду;
- отримання ацетальдегіду окисненням етилену;
- виробництва етилбензолу та ін.

Всі отримані результати відповідали основним параметрам процесів. При цьому було розглянуто широке коло математичних моделей технологічних апаратів, застосовувались різні методи розрахунку термодинамічних властивостей. Були використані спеціальні можливості програм симуляторів для дослідження процесів, їх оптимізації та ін.

УДК 681.3.08

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ПРЕССОВАНИЯ

Г.В. Кулинченко, А.А. Андрусенко

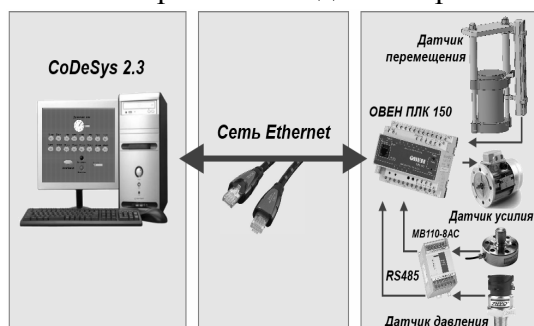
Шосткинский институт Сумского Государственного университета

Украина, 41100, г. Шостка, ул.Институтская 1

aaaus@yandex.ru

Спецификой системы прессования (СП) является трение продуктов замедлителя электродетонатора (ЭД) о стенки колпачка, в который прессуется продукт. Пластическая деформация частиц замедлителя, которая вызывает увеличение поверхности соприкосновения частиц, также влияет на процесс распределения, что в итоге приводит к неравномерному распределению плотности по объему образца[1].

Анализ задач управления процессом прессования(ПП) показывает, что необходимым условием управления процессом является его автоматизация. При этом системой прессования должны решаться следующие задачи:



а) стабилизация скорости перемещения поршня гидроцилиндра пресса; б) управление усилием и временем прессования.

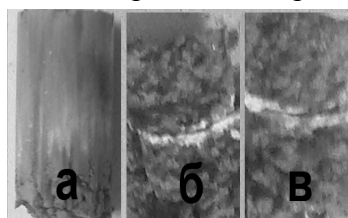
Сформулированные задачи управления установкой прессования решаются на основе технических средств, обеспечивающих построение соответствующих контуров управления, а также использования концепции «микропроцессорного УСО» (рис.1).

Рисунок 1 - Схема системы управления ПП.

Функционирование аппаратно программного комплекса позволяет не только стабилизировать процессы прессования замедлителей, но и оптимизировать режимы прессования под различные рецептуры, в условиях изменяющихся характеристик исходных компонентов. Возможность адаптации режимов обеспечивается соответствующим программным обеспечением, разработанным на базе информационных технологий «CODESYS».

Дополнительным преимуществом разработанной микропроцессорной системы является возможность удаленного управления процессом, что обеспечивает дополнительную безопасность процесса.

Управление процессом прессования позволяет получить более равномерное



распределение плотности замедлителя в объеме ЭД (рис. 2), соответственно уменьшить дисперсию времени замедления ЭД. В результате проведенных работ разработана микропроцессорная система, позволяющая в интерактивном режиме проводить мониторинг и управление параметрами систем прессования.

Рисунок 2 – Результаты прессования (где а – внешний вид образца, б - сечение образца при использовании классических методик прессования, в - сечение образца при использовании разработанных алгоритмов микропроцессорной системы управления).

Список литературных источников

- 1 Кулинченко Г. В. к.т.н., доц., Андрусенко А. А. асп., Оценка характеристик прессуемого порошкового материала. IX ВНТК «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів».- Кременчук.-2010. С. 4-5.

УДК 66.099.2-936.43.001.57

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РІВНОВАГИ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ У ВИХРОВИХ АПАРАТАХ

А.Є. Артюхов

Сумський державний університет  
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2  
rohnp@yandex.ru

Проведення теоретичного аналізу і визначення гідродинамічних характеристик руху дисперсної фази у вихровому газовому потоці в процесі утворення гранул з розчину (розплаву) або гранул з особливими властивостями є одними з найважливіших питань при визначенні оптимальної конфігурації робочого простору вихрового апарата та способу створення закрученого газового потоку. Вирішення цих проблем стає можливим завдяки комплексному алгоритму, який включає в себе математичне і комп'ютерне моделювання, поєднані з експериментом на натурному зразку вихрового апарата.

Оцінка факторів силового впливу на дисперсну фазу зовнішніх сил та сил, які виникають при контакті дисперсної фази з закрученим газовим потоком [1] дозволили визначити швидкість газу, що відповідає стану рівноваги («підвисання» краплі в газовому потоці, зменшення швидкості її падіння, відсутність деформації та вторинного дроблення краплі) і за її значенням з'ясувати, у якому місці по радіусу робочої області гранулятора буде перебувати гранула заданого розміру. Цей параметр є визначальним при підборі конструктивних параметрів малогабаритних вихрових грануляторів, адже дозволяє визначити конкретне положення в робочому об'ємі краплі; при цьому з'являється можливість управління рухом краплі (гранули) в межах гранулятора, коректування часу її перебування залежно від фізико-хімічних, термодинамічних та механічних властивостей.

В подальшому за результатами комп'ютерного моделювання гідродинаміки руху закрученого газового потоку для конкретної конфігурації робочого простору, способу закрутки газового потоку та властивостей матеріалу, який гранулюється, досліджується характер розподілу крапель (гранул) за висотою і радіусом апарата. Одночасно з цим визначаються місця можливого утворення застійних зон, зон зниження швидкості руху газового потоку, зон, де розподіл швидкостей газового потоку стає нерівномірним. Після цього проводиться корегування конструктивних параметрів вихрового гранулятора.

На етапі експериментальних досліджень визначається вплив газового потоку на рух гранул, зони рівномірного і нерівномірного руху гранул, застійні зони (скупчення гранул), зони зменшення інтенсивності руху гранул, і проводиться остаточний вибір конструкції гранулятора, яка забезпечить необхідний час перебування гранули без її деформації і руйнування.

Розроблений алгоритм дозволяє проводити раціональний підбір конструкції вихрових апаратів для проведення процесу гранулювання з розчину (розплаву) або гранул з особливими властивостями на стадії теоретичного аналізу і уникнути дії дестабілізуючих вихровий зважений шар факторів.

Список літературних джерел

1 Кочергін М.О. Оцінка факторів силового впливу та визначення умов рівноваги дисперсної фази в малогабаритних в апаратах для створення гранул з особливими властивостями / М.О. Кочергін, А.Є. Артюхов, В.І. Склабінський, В.А. Осіпов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Далія. – Луганськ. – 2010. – №7(154). – Ч.2. – С. 105-112.

УДК 136.42+504

## СРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**М.С. Михалева, Л.Н. Бугаева, Ю.А. Безносик**

Национальный технический университет Украины «КПИ»

03056, г. Киев, пр. Перемоги, 37

[http://kpi.ua/kpi\\_xtf](http://kpi.ua/kpi_xtf)

В настоящее время предложены разнообразные критерии оценки устойчивости развития отдельных предприятий. В них предлагается использовать многочисленные индексы устойчивости, которые, как правило, оцениваются и вычисляются в очень разнообразных сферах производства. Хотя для оценки устойчивости развития очень важно иметь разнообразные критерии, часто бывает трудно произвести сравнение между предприятиями на основе большого числа разных индикаторов и индексов устойчивого развития. В этой работе представлена математическая модель для вычисления сводного показателя устойчивого развития, который позволит провести сравнительный анализ устойчивости предприятий по всем трем аспектам устойчивости: экономическому, экологическому и социальному показателям. В последние годы исследования были нацелены на разработку сводных индикаторов для сравнения устойчивого развития стран.

Сложность по-прежнему состоит в сборе различных индикаторов для вычисления сводного показателя устойчивого развития, позволяющего быстро и эффективно оценить устойчивость предприятия и произвести сравнительный анализ нескольких предприятий. Предложенная модель уменьшает количество индикаторов путем объединения их в сводный показатель устойчивого развития. Методика расчета показателя разделена на несколько стадий. Эти стадии состоят в следующем: Выбор индикаторов; Группировка отдельных индикаторов; Оценка индикаторов; Оценка веса индикаторов; Нормализация индикаторов; Расчет обобщенных индикаторов; Объединение обобщенных индикаторов в сводный показатель устойчивости. Для каждой группы считаются индикаторы позитивных результатов деятельности в контексте устойчивости ( $I_{A,ji}^+$ ) (то есть индикаторы, которые имеют большое положительное влияние на устойчивое развитие), и индикаторы негативных результатов ( $I_{A,ji}^-$ ). Для оценки веса индикаторов используется методика попарных сравнений метода аналитической иерархии процессов. Для процедуры нормализации можно использовать уравнения (1) и (2):

$$I_{N,ijt}^+ = \frac{I_{A,ijt}^+ - I_{\min, jt}^+}{I_{\max, jt}^+ - I_{\min, jt}^+} \quad I_{N,ijt}^- = 1 - \frac{I_{A,ijt}^- - I_{\min, jt}^-}{I_{\max, jt}^- - I_{\min, jt}^-} \quad (1-2)$$

где  $I_{N,ijt}^+$  - нормализованный индикатор типа «чем больше, тем лучше», для группы индикаторов  $j$  для времени  $t$ ,  $I_{N,ijt}^-$  - нормализованный индикатор типа «чем меньше, тем лучше» для группы индикаторов  $j$  для времени  $t$ .

Расчет обобщенного индикатора является пошаговой процедурой группировки основных индикаторов устойчивости для каждой группы индикаторов устойчивости  $j$ . Эти индикаторы могут быть получены согласно уравнению (3):

$$I_{S, jt} = \sum_{jit}^n W_{ji} I_{N,ijt}^+ + \sum_{jit}^n W_{ji} I_{N,ijt}^- \quad (3)$$

По предложенной методике было проанализировано и произведено сравнение с точки зрения устойчивого развития нескольких химических предприятий.

УДК 66.01.011

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ МАССООБМЕННОЙ КАМЕРЫ С ПЛОСКИМ ДВИЖЕНИЕМ ВИХРЕВОГО ПОТОКА ГАЗА

Мохаммед Абдулла Д. М

Сумський державний університет  
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2  
pohnv@ukr.net

Исследования гидродинамики вихревой массообменной камеры вихревых распыливающих противоточных массообменных аппаратов (ВРПМА), условий распыливания жидкости высокоскоростным потоком газа, анализа взаимного влияния газового и капельного потоков один на другого дают возможность создать теоретически и экспериментально обоснованную методику расчета основных геометрических размеров, в частности, радиуса массообменной камеры, от которого зависит вся гидродинамическая обстановка в аппарате. С этой точки зрения актуальным является проведения работ направленных на выявление физической картины движения вихревых газок капельных потоков в рабочей камере вихревого распыливающего противоточного массообменного аппарата с целью уточнения методов аналитического расчета основных геометрических размеров рабочей камеры.

Теоретические и экспериментальные исследования гидродинамики вихревых камер разных конструкций ВРПМА [1] показывают, что интенсивность изменения тангенциальной составляющей полной скорости газового потока вдоль радиуса вихревой массообменной камеры в большей мере зависит от соотношения размеров радиуса патрубка отвода газа из рабочей камеры и радиуса, на котором расположены тангенциальные щели для ввода газа в эту камеру. В общем случае, для вихревых камер раньше использовалось простое эмпирическое уравнение, которое позволяло описать изменение тангенциальной составной полной скорости газового потока вдоль радиуса вихревой камеры, где вводился коэффициент в зависимости от конструктивных особенностей вихревых камер, который принимает разные численные значения и колеблется в больших пределах. Используя такой подход можно допустить значительные ошибки, так как здесь не учитывается все многообразие взаимодействия геометрических и гидродинамических факторов.

Проведенные теоретические исследования гидродинамики вихревой камеры ВРПМА позволили обнаружить взаимосвязь между основными параметрами газового потока на входе в массообменную камеру, на выходе из массообменной камеры возле радиуса патрубка отвода газа в одной из торцовых крышек, переменным значением тангенциальной составной полной скорости газового потока, и другими геометрическими размерами, которые и определяют внешние и внутренний габариты плоского вихревого движения газового потока. В этой области и происходит противоточное движение фаз. Такое решение получено авторами из уравнений Навье-Стокса, которые упрощаются, если ввести обоснованные допущения об осесимметричности газового (парового) потока, его стационарном движении, отсутствии движения газа вдоль вертикальной оси вихревой камеры в основной ее части. Были получены уравнения для определения окружной составляющей скорости вязкой среды, в случае вихревого течения в такой вихревой камере. Решая это уравнение относительно радиуса массообменной камеры можно получить зависимость этого размера от основных геометрических и гидродинамических параметров, которые влияют на регулярное противоточное движение вихревых газок капельных потоков вдоль радиуса массообменной камеры.

УДК: 662.235.432.3

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ

В.А. Багута, Г.В. Кулинченко

Шосткинский институт Сумского государственного университета  
41100, г. Шостка, ул. Институтская, 1  
shi\_nir@sm.ukrtel.net

Обработка параметров модели процесса получения полимерных пленок [1] и проверка ее на адекватность приводит к необходимости корректировки параметров пленкообразующей полимерной композиции и технологических режимов получения пленок. Анализ уравнения Навье-Стокса

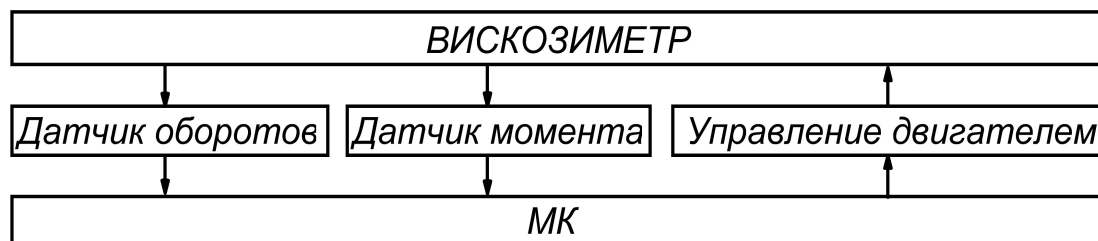
$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} = -(\vec{U} \cdot \nabla) \vec{U} + \nu \Delta \vec{U} - \frac{1}{\rho} \nabla P + \vec{F}; \quad (1),$$

где,  $\nabla$  – оператор Гамильтона,  $\Delta$  – оператор Лапласа,  $t$  – время,  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости,  $\rho$  – плотность,  $P$  – давление,  $\vec{U}$  – векторное поле скоростей,  $\vec{F}$  – векторное поле массовых сил, которым описывается течение полимерной композиции в процессе отлива, показывает, что точность описания модели процесса в значительной мере определяется точностью измерений вязкости полимерной композиции.

В настоящее время используется множество различных методов измерения вязкости, каждый из которых соответствует определенным контролируемым веществам и условиям измерения. Отсутствие надежных в эксплуатации автоматических вискозиметров затрудняет автоматизацию технологического процесса получения пленок на движущейся подложке.

Наибольшее распространение получил измеритель вязкости с падающим шариком. Недостатком таких приборов является его непригодность для определения вязкости непрозрачных растворов, кроме того, в случае недостаточного диаметра измерительных трубок на результаты определения вязкости оказывают стенки этих трубок.

Поскольку для получения пленок с заданными физико-механическими характеристиками используются растворы, которые являются неньютоновскими жидкостями, то для измерения вязкости этих растворов следует использовать ротационные вискозиметры (Брукфилда, Добби-Макиннса или Ферранти). Такие вискозиметры позволяют быстро проводить измерения, непосредственно указывают вязкость, хотя стоимость их несколько высока.



Изготовление данного вискозиметра позволяет отработать режимы отлива пленки, уточнить параметры модели и проверить её на адекватность.

Список литературных источников

- 1 Багута В. А., Кулинченко Г. В. Моделирование процесса формирования пленки на движущейся подложке. Міжнародна наукова конференція «Теоретичні та прикладні аспекти кібернетики» Київ., 2011, с. 261-262.



УДК 544.4

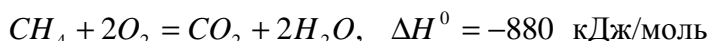
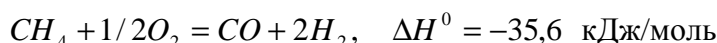
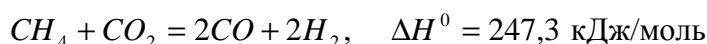
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРИ-РИФОРМИНГА МЕТАНА**
**А.А. Ткаченко, Ю.А. Безносик**

Национальный технический университет Украины «КПИ»

03056, г. Киев, пр. Перемоги, 37

[http://kpi.ua/kpi\\_xtf](http://kpi.ua/kpi_xtf)

Три-риформинг – синергетическая комбинация эндотермического риформинга  $CO_2$ , парового риформинга и экзотермического парциального окисления метана.



Кроме основных, приведенных реакций, протекают несколько побочных реакций, которые так же необходимо учитывать при моделировании процесса.

Существующие процессы для получение синтез-газа такие как паровой риформинг метана и природного газа,  $CO_2$  риформинг, автотермический риформинг и парциальное окисление метана или природного газа, являются энергоемкими в процессе поддержания реакции.

Процесс три-риформинга метана осуществляется использованием горючих смесей содержащих  $CO_2$ ,  $H_2O$  и  $O_2$ . Одним из существенных преимуществ процесса является использование в качестве исходного сырья, как природного газа, так и топочных газов, а также производство синтез-газа с необходимым соотношением  $H_2 / CO$  и исключение образования углерода в процессе.

Три-риформинг является привлекательным методом для нейтрализации выбросов  $CO_2$  при сжигании ископаемого топлива в электростанциях. При этом топочные газы реагируют с дополнительным  $CH_4$  в присутствии катализатора для формирования синтез-газа.

Кинетика процесса три-риформинга описывается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dC_{CH_4}}{dt} = -r_1 - r_2 - r_3 - r_4 - r_5 \\ \frac{dC_{CO_2}}{dt} = -2r_1 + r_4 + r_6 + 2r_7 + r_9 + r_{10} \\ \frac{dC_{CO}}{dt} = 2r_1 + r_2 + r_3 - 2r_6 - 2r_7 + r_8 - r_{10} \\ \frac{dC_{H_2}}{dt} = 2r_1 + 3r_2 + 2r_3 + 2r_5 + r_8 + r_{10} - 2r_{11} \\ \frac{dC_{H_2O}}{dt} = -r_2 + 2r_4 - r_8 - r_{10} + 2r_{11} \\ \frac{dC_{O_2}}{dt} = \frac{1}{2}r_3 - 2r_4 - r_7 - r_9 - r_{11} \\ \frac{dC_c}{dt} = r_5 + r_6 - r_8 - r_9 \\ \frac{dC}{dt} = \sum \frac{dC_i}{dt} = r_1 + 2r_2 + \frac{3}{2}r_3 + 2r_5 - r_7 - r_9 - r_{11} \end{array} \right.$$

где  $r_i$  скорости основных и дополнительных реакций. Скорости основных реакций определяются следующими выражениями:

$$r_1 = k_+ p_{CH_4} p_{CO_2} - \frac{k_-}{K_{p1}} p_{CO}^2 p_{H_2}^2$$

$$r_2 = k_+ p_{CH_4} p_{H_2O} - \frac{k_-}{K_{p2}} p_{CO} p_{H_2}^3$$

$$r_3 = k_+ p_{CH_4} p_{O_2}^{1/2} - \frac{k_-}{K_{p3}} p_{CO} p_{H_2}^2$$

$$r_4 = k_+ p_{CH_4} p_{O_2}^2 - \frac{k_-}{K_{p4}} p_{CO_2} p_{H_2O}^2$$

Разработанная математическая модель позволяет оценить влияние факторов, провести сравнение с экспериментом и оптимизировать процесс по необходимым параметрам.

УДК 004:33

## МОДЕЛЮВАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ ПОДАТКОВОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

**І.В. Широносова, В.І. Мараховський**

Київський національний економічний університет ім. В.Гетьмана  
Шосткінський інститут Сумського державного університету  
03680, Україна, м. Київ, просп. Перемоги, 54/1  
41100, м. Шостка, вул. Інститутська, 1  
shi\_nir@sm.ukrtel.net

З метою створення в Україні стабільної податкової системи, Державною податковою адміністрацією України у рамках довгострокового проекту «Програма модернізації державної податкової служби України» передбачене створення інтегрованої автоматизованої інформаційної системи [1].

Агентно-орієнтовані методи розробки програмного забезпечення представляють можливе рішення проблеми інтеграції податкових процесів. У цьому типі систем комплексне завдання вирішується шляхом комбінування програмних агентів, які володіють різними навичками. Агенти обмінюються повідомленнями для більш ефективної координації своїх зусиль. [2]

Серед основних бізнес-процесів податкової служби виділяють такі: обробка податкової звітності та платежів, реєстрація та обслуговування платників податків, облік платежів, податковий аудит, апеляції, управління документами, антикорупційна діяльність (аналіз ризиків).

Інтеграція в контексті створення податкової інформаційної системи стосується процесу об'єднання окремих завдань на базі координованої платформи. Хоча інтеграція є надзвичайно бажаною, її досягнення утруднюється складністю сьогоденних податкових процесів і різних підходів до вирішення кожного з завдань. Агентно-орієнтовані методи підходять для вирішення проблеми інтеграції насамперед тому, що вони надають уніфіковані засоби комунікації між модулями, які представляють окремі завдання. Окрім того, присутній розподіл даних та співробітництво між різними підрозділами ДПА, що відповідає принципам мультиагентної системи.

Впровадження інформаційної системи ДПА сприятиме більш якісному обслуговуванню платників податків та зменшить витрати на утримання органів державної податкової служби.

### Список літературних джерел

- 1 Історія української державності: етапи становлення податкової служби України//Журнал «Вісник податкової служби України», №31 – 2011.
- 2 Wooldridge, M. An Introduction to Multiagent systems// John Wiley and Sons Ltd. – 2002, 348 p.

УДК 543.544

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЦИРКУЛЯЦИИ СУСПЕНЗИИ ПРИ ДИСПЕРГИРОВАНИИ В БИСЕРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ.

А.Г. Серяков

Шосткинский институт Сумского государственного университета

41100, г. Шостка, ул. Институтская, 1

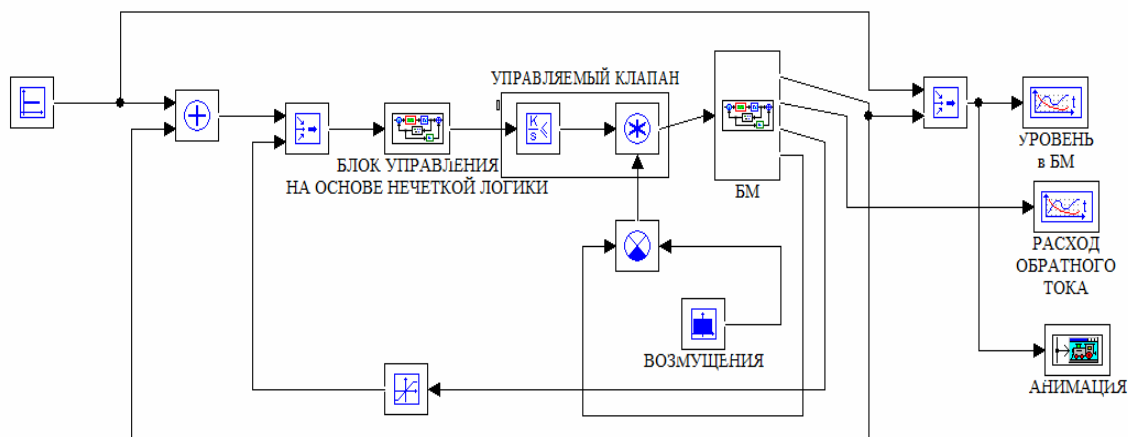
shi\_nir@sm.ukrtel.net

В современных технологиях приготовления лакокрасочных материалов проводится в бисерных мельницах. Наиболее экономичным является способ многократного (в зависимости от требований к лакокрасочному продукту) пропускания суспензии через бисерную мельницу. При циркуляции суспензии необходимо обеспечить такую ее циркуляционную скорость, которая бы обеспечивала оптимальное заполнение бисерной мельницы, т.е. не было бы ее переполнения и недогруженности.

Стремление обеспечить требуемые параметры диспергирования обуславливают необходимость построения соответствующей системы управления этим процессом.

Для отработки математической модели и алгоритмов управления было разработано математическое описание процесса и составлена имитационная модель в среде моделирования МВТУ 3.7

Достаточно эффективной оказалась система управления, основанная на нечеткой логике. Структурная схема этой системы представлена на рис.1.



Блок управления, основанный на нечеткой логике, управляет клапаном, тем самым обеспечивая оптимальное заполнение бисерной мельницы. Кроме того, программа МВТУ позволяет создать мнемосхему процесса (блок анимация) пульт управления. Разработанная имитационная модель показала эффективную работоспособность и при наличии широкополосных возмущений.

### Список литературных источников

- 1 В.П. Соловьев, В.И. Кулаков Современное диспергирующее оборудование для производства лакокрасочных материалов. Лакокрасочные материалы и их применение, №10,1996г.,с.12-18
- 2 Программа МВТУ. <http://mvtu.power.bmstu.ru/>

УДК 621.928.37

## ОЧИСТКА ГАЗОВ В ПРЯМОТОЧНЫХ ЦИКЛОФИЛЬТРАХ

**К.Б. Шкварун, Ю.А. Безносик**

Национальный технический университет Украины «КПИ»

03056, г. Киев, пр. Перемоги, 37

[http://kpi.ua/kpi\\_xtf](http://kpi.ua/kpi_xtf)

В настоящее время вихревые пылеуловители широко применяются в разных отраслях промышленности, так как обладают рядом преимуществ, самое основное из которых – высокая эффективность пылеулавливания (до 99,5%). Теория и расчет проточных циклонов, широко применяемых в различных отраслях техники, разработаны и освещены в многочисленных изданиях отечественной и зарубежной научно-технической литературы. Значительно меньше освещены эти вопросы применительно к проточным циклонам. Поэтому целесообразно рассмотреть математическую модель и методику расчета движения и сепарации пылевых частиц в проточном циклоне.

Известно, что эффективность пылеулавливания снижается из-за выноса мелких частиц твердого материала, который скапливается в приосевой зоне аппарата. Для предотвращения этого нежелательного эффекта предложено встроить в центральную зону циклона дополнительный фильтр [1, 2]. Такой аппарат получил название – циклофильтр.

Циклофильтр работает следующим образом: воздушный поток заходит равномерно через входные патрубки, далее под действием центробежных сил запыленный поток сепарируется, твердые частицы через жалюзийный элемент выпадают в изолированный щелевой зазор циклофильтра и выводятся в бункер. Очищенный закрученный поток проходит внутрь циклофильтра и поступает на тонкую очистку в гофрированный фильтр-патрон.

Форма и размеры такого фильтра были определены путем использования математической модели, учитывающей влияние частиц на газовый поток. В качестве исходной была принята модель взаимопроникающих континуумов. При помощи этой модели гидродинамическая обстановка в циклоне со встроенным фильтром описывается системой уравнений:

- уравнением неразрывности;
- уравнением сохранения импульса;
- уравнением энергии;
- уравнением притока тепла.

Программная реализация предложенной математической модели для расчета движения и сепарации твердых частиц в проточном циклоне была осуществлена в среде Microsoft Visual Studio 2010.

Были рассчитаны значения скоростей газового потока и частиц в вихревом пылеуловителе, на основе которых построены линии тока и получены зависимости, позволяющие определить размеры встроенного фильтра.

### Список литературных источников

- 1 Плашинин С.В., Павлинский Ю.Н., Павлинский П.Ю., Серебрянский Д.А., Безносик Ю.А. Разработка и моделирование циклофильтра для очистки газовых сред. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, № 4/8 (46). – с. 42-44.
- 2 Безносик Ю.А., Плашихин С.В., Серебрянский Д.А. Исследование работы циклофильтра для очистки газовых выбросов. Журнал «Современная лаборатория», №2, июль / сентябрь 2010. – с. 29 – 31.

УДК 66.074.1:547.912

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА В ИНЕРЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩИХ СЕПАРАТОРАХ**

**А.В. Логвин, М.М. Аль-Раммахи**

Сумской государственной университет  
40007. г. Сумы, ул. Римского- Корсакова, 2  
pohnv@ukr.net

При работе инерционно-фильтрующих (ИФ) ремонтных элементов одним из основных факторов, которые влияют на эффективность разделения, является вторичный брызгоунос. Величина его зависит от эффективной работы фильтрующего элемента и скорости отвода уловленной жидкости. Целью работы является исследование модели накопления и отвода жидкости из фильтрующих элементов различной формы.

Для оптимизации формы фильтрующего элемента, а также оценки эффективности его работы необходимо знать, как движется жидкость в нем. Фильтрующие элементы в ИФ сепараторе представляют собой полосы волокнистого материала, закрепленные на жалюзи вертикально. При движении газокapельного потока по жалюзийным элементам идет его перераспределение, таким образом, что в фильтр попадает лишь часть сплошной и большинство дисперсной фаз. Это дает возможность обрабатывать большие объемы газового сырья, которые имеют в своем составе малую часть высокодисперсной жидкости. Эта особенность организации потоков приводит к снижению гидравлического сопротивления по сравнению с аналогами такой же эффективности.

За основу взяты основные положения гидростатики и формула Хагена- Пуазейля для течения вязкой жидкости по телу фильтра [1]. Для нахождения объема жидкости, что поступила в фильтр, используется формула Дюпюи [2].

При исследовании формы элемента учтено постоянное поступление жидкости сбоку фильтрующего элемента. Постепенное накопление уловленной жидкости в фильтре на определенной высоте достигает критического объема, что приводит к выходу жидкости из тела фильтра в ремонтный канал и понижает эффективность работы газосепаратора. Существенным фактором для выбора формы также является особенность движения жидкости внутри фильтра. В зависимости от структуры (изотропная, анизотропная) поток может двигаться струями или широким фронтом. В результате анализа различных форм фильтрующего элемента при различных режимах работы наиболее оптимальной является - форма трапеции. Она позволяет сохранять стационарную скорость движения увеличивающегося объема жидкости при одинаковой толщине по всей высоте. Трапециевидная форма позволяет избежать установки промежуточных лотков для отвода уловленной жидкости. Предметом дальнейших исследований является разработка методики расчета размеров трапеции для различных режимов течения и свойств разделяемых сред, а также разработка программного обеспечения для автоматизированных расчетов.

Подбор оптимальной формы и размеров фильтрующего элемента для эффективного отвода уловленной жидкости дает возможность понизить вторичный брызгоунос и, следовательно, повысить эффективность процесса сепарации высокодисперсной капельной жидкости.

УДК: 662.235.432.3

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕННЯ НИТРОПЛЕНКИ

В.А. Багута, Г.В. Кулинченко

Шосткинський інститут Сумського державного університету  
41100, г. Шостка, ул. Інститутська, 1  
heorhy@rambler.ru

Для рішення задач обробки технології отримання нітроцелюлозних плінок [1] розроблена технологічна схема малотоннажного виробництва. При цьому головною задачею розробки є мінімізація енергозатрат, яка забезпечується на основі автоматизації процесу виготовлення нітроцелюлозних плінок. На рисунку представлена функціональна схема автоматизації експериментальної установки отримання плінок.

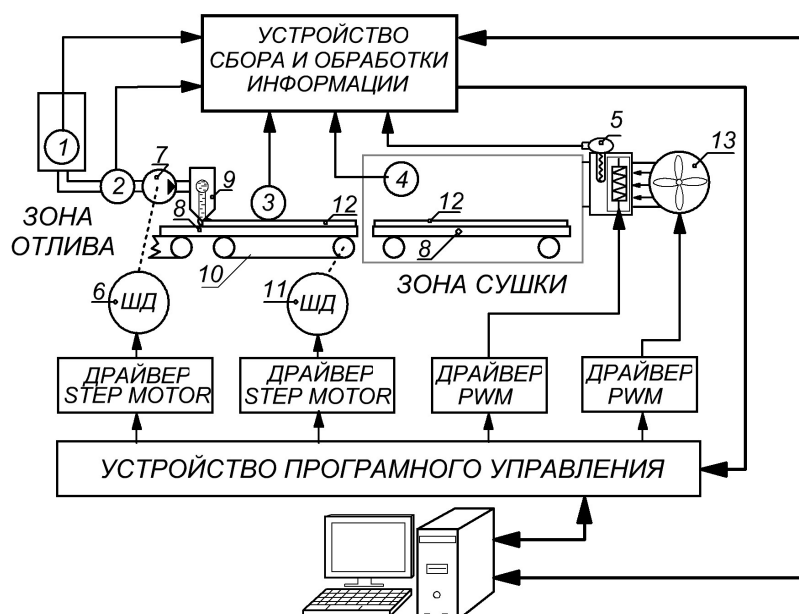


Рисунок – 1 Функціональна схема автоматизації експериментальної установки ( 1 – датчик вязкости; 2 – датчик расхода; 3 – датчик толщины; 4 – датчик концентрации; 5 – датчик температуры; 6 – ШД насоса; 7 – насос; 8 – подложка; 9 – фильтра; 10 – транспортер; 11 - ШД транспортера; 12 – пленка; 13 – вентилятор).

Точное дозирование раствора и перемещение подложки обеспечивается с помощью шаговых двигателей (ШД), управляемых с помощью соответствующего аппаратно-программного комплекса.

Система управления построена по блочному принципу - подсистема сбора данных и подсистема управления технологическим процессом. Такое разделение позволяет решать задачи разработки модели процесса[2] и его оптимизации на основе оценок адекватности модели по мере накопления экспериментальных данных.

Список литературных источников

- 1 Багута В. А., Кулинченко Г. В. Задачи управления в процессе отлива плёнок. IX Всеукраїнська науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів».- Кременчук.-2010.-С. 9-10.
- 2 Моделирование процесса формирования пленки на движущейся подложке. Міжнародна наукова конференція «Теоретичні та прикладні аспекти кібернетики" Київ., 2011, с. 261-262.