ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ДВОРЕЦКИЙ Дмитрий Станиславович

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИБКИХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, АППАРАТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГО АССОРТИМЕНТЫ^ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий

05.13.6 - Автоматизация и управление технологическими процессами и

производствами (промышленность)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: Заслуженный

деятель науки и техники РФ,

доктор технических наук,

профессор В.И. Бодров

Научный консультант: кандидат технических наук, доцент А.В. Майстренко

Тамбов -2001

2

СОДЕРЖАНИЕ Стр.

ВВЕДЕНИЕ 4

1. СТРАТЕГИЯ СОВМЕСТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХТП, АППАРАТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 8

1.1 Современное состояние технологии, аппаратурного оформления и

автоматизации многоассортиментных химических производств 8

1.2 Обзор существующих подходов к исследованию гибкости и

оптимизации ХТП при проектировании химического производства в условиях неопределенности исходной информации 26

1.3 Разработка стратегии интегрированного проектирования гибких

ХТП, аппаратов и систем автоматического управления при наличии неопределенности исходной информации 39

1.4 Основные подходы к выбору структуры локальных систем

автоматического управления технологическими процессами и исследованию динамических свойств объектов управления 46

1.5 Обзор методов решения задач статической и динамической

оптимизации ХТП и стратегия оптимизационного исследования.... 50

1.6 Постановка задач диссертационной работы 54

2. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ИНТЕГРИРОВАННОГО

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХТП, АППАРАТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ 57

2.1 Постановка и методы решения одно- и двухэтапных задач

стохастического программирования при проектировании гибких ХТП и аппаратов 57

2.2 Разработка алгоритма синтеза структуры АСР для непрерывных

ХТП и аппаратов с заданными динамическими характеристиками. 79

2.3 Алгоритмы синтеза оптимального управления полунепрерывными

(периодическими) нелинейными химическими процессами 82

2.4 Применение метода имитационного моделирования для

интегрированного проектирования ХТП, аппаратов и систем управления при наличии неопределенности исходной информации 88

2.5 Разработка алгоритма интегрированного проектирования энерго- и

ресурсосберегающего комплекса “ХТП - аппарат - система управления” малотоннажной химии 97

3. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ И СТАТИКИ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА АЗОПИГМЕНТОВ И ХИМИКАТОВ-ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ 100

3.1 Разработка алгоритмов моделирования процессов синтеза

з

азопигмента алого, осуществляемых в турбулентных трубчатых реакторах цилиндрического и комбинированного типов 101

3.2 Экспериментальное исследование непрерывных процессов

диазотирования и азосочетания при синтезе пигмента алого лакокрасочного в турбулентных трубчатых аппаратах 122

3.3 Исследование и оптимизация процессов синтеза азопигмента алого

лакокрасочного 134

3.3.1 Исследование статических характеристик процесса

диазотирования, осуществляемого в турбулентных трубчатых реакторах 134

3.3.2 Исследование статических характеристик процесса

азосочетания при синтезе пигмента алого лакокрасочного в турбулентном трубчатом реакторе 140

3.3.3 Оптимизация статических режимов процесса синтеза азопигмента алого лакокрасочного 145

3.4 Исследование и оптимизация процесса синтеза сульфенамида М 152

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКОСТИ И ОПТИМАЛЬНОЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК СИНТЕЗА

ПИГМЕНТА АЛОГО ЛАКОКРАСОЧНОГО В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ 157

4.1 Постановка и решение одноэтапных задач оптимизации процессов

и реакторных установок синтеза азопигментов 160

4.2 Постановка и решение двухэтапных задач оптимизации процессов

и трубчатых реакторов синтеза азопигментов 171

5. ИНТЕГРИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТОНКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА, РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ 177

5.1 Синтез структуры многоассортиментного производства,

оперативное планирование и управление производством дисперсных красителей 177

5.2 Исследование динамических свойств процессов синтеза

азопигментов и проектирование локальных АСР 186

5.3 Интегрированное проектирование комплексов “химический

процесс - реакторная установка - система управления” методом имитационного моделирования 197

5.4 Практические рекомендации по оборудованию

многоассортиментных автоматизированных химических

ВЫВОДЫ

 основеанализасовременногосостояниятехнологииаппаратурногооформленияиавтоматизациимногоассортиментныххимическихпроизводствсформулированонаправлениеработыпоразработкестратегииметодовиалгоритмовинтегрированногопроектированиягибкихавтоматизированныхпроизводствприналичиинеопределенностиисходныхданныхдляпроектирования

 СформулированыодноидвухэтапныезадачиоптимизацииконструктивныхирежимныхпеременныхпроцессовиреакторныхустановоктонкогоорганическогосинтезаприналичиинеопределенностиисходныхданныхРазработаныметодыиалгоритмыихрешенияпозволяющиезаприемлемоевремяполучатьрешениезадачоптимизацииипроектированияпромышленныхпроцессовиаппаратовхимическойтехнологии

 РазработаныматематическиемоделистатикиидинамикинепрерывныхпроцессовдиазотированияазосочетанияприсинтезеазопигментовипериодическогопроцессаокислительнойконденсацииприсинтезесульфенамидногоускорителявулканизациикаучуковучитывающиеособенностикинетикипроцессоврастворениятвердойфазыароматическогоаминаимеющегополидисперсныйсоставпридиазотированииикристаллизациипигментаалоголакокрасочногопротекающихвсмешанныхдиффузионнокинетическихобластяхпроцессовразложениядиазотирующегоагентадиазосоединенияиобразованияпобочныхпродуктовприсинтезесульфенамидаМзакономерностиформированияколористическихифизикотехнологическихпоказателейпигментаалоголакокрасочноговзависимостиотрнсредыидругихусловийосуществленияпроцессаазосочетания





 ПроведеныэкспериментывлабораторныхиопытнопромышленныхусловияхпоисследованиюстатическихидинамическихрежимовисследуемыхпроцессовСреднеквадратичноеотклонениерасчетныхотэкспериментальныхданныхдлямоделейстатикинепревышаетмаксимальноерассогласованиедлямоделейдинамикиисоответственно

 Методомматематическогомоделированияисследованыстатическиеидинамическиережимыипроведенооптимизационноеисследованиефункционированияреакторныхустановокдиазотированияиазосочетаниясучетомвлияниянеопределенныхпараметровнарезультатыоптимизации

 МетодомАКОРрешеназадачадинамическойоптимизациипериодическогопроцессаполучениясульфенамидаМСравнительныйанализрассчитанныхоптимальныхрежимовпроцессаокислительнойконденсацииидействующихнапроизводствехимикатовпоказываетчтооптимизацияпозволяетувеличитьвыходсульфенамидаМвсреднемнаприодновременномсниженииколичестваиспользуемогоокислителяна

 РешеныодноидвухэтапныезадачиоптимизацииконструктивныхирежимныхпеременныхнепрерывныхпроцессовдиазотированияиазосочетанияосуществляемыхвтурбулентныхтрубчатыхреакторахкомбинированноготипаисустройствомтурбулизациидиффузорконфузорноготипапроизводительностьютгодУстановленочтодляодноэтапныхзадачзапастехническогоресурсареакторныхустановоксоставляетсвероятностнымиограничениямиис“жесткими”ограничениямиотбазовоговариантадлядвухэтапныхзадач

 РазработаныбыстродействующиеалгоритмыоптимальногоуправлениянабаземетодаАКОРпериодическимипроцессамитонкогоорганическогосинтезаоперативногопланированияиуправлениямногоассортиментнымихимическимипроизводствами

 Разработанаметодикаимитационногоисследованияэффективностифункционированиягибкихавтоматизированныхкомплексовпроцесстонкогоорганическогосинтезареакторнаяустановкасистемауправления

 ДляреализацииванилинокрасочнойпромышленностирекомендуютсямалогабаритныевысокопроизводительныетурбулентныетрубчатыереакторыкомбинированноготипаисустройствамитурбулизациипотокадиффузорконфузорноготипаобеспечивающиевсочетаниисАСРиАССОбезопасноеикачественноеосуществлениепроцессовтонкогоорганическогосин



тезасвысокимуровнемэнергоиресурсосбереженияиэкологическойчистотыСпроектированытрубчатыереакторныеустановкидиазотированияиазосочетаниядляпроизводствапигментаалоголакокрасочногопроизводительностьютгодопределеныоптимальныережимыихфункционированияипредложеныэкономическицелесообразныеклассыиструктурысистемуправленияПрактическиерекомендациипооптимизацииимодернизациидействующихмногоассортиментныхпроизводствмалотоннажнойхимиипринятыкиспользованиювАОПигментОАОНИИХИМПОЛИМЕРОАОЭкохимпроект

 РезультатывыполненнойработыиспользуютсявучебномпроцессеТГТУприподготовкеинженеровимагистровпонаправлениями