

УДК 681.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЭТАНОЛАМИНОВ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Пенкин К.В., Сажин С.Г.

Дзержинский политехнический институт, Дзержинск, e-mail: avtomat@sinn.ru

В работе рассмотрены особенности процесса получения этаноламинов (ЭА) с анализом принципиальной технологической схемы стадии синтеза ЭА. Приведены основные реакционные соотношения процесса. Анализируются направления контроля основных параметров процесса и его автоматизации. Отмечается необходимость использования микропроцессорной техники управления. Приводятся сведения о технических средствах измерения параметров, в том числе таких параметров как концентрация веществ, вязкость.

Ключевые слова: этаноламины, контроль, автоматизация, система управления

TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION ETHANOLAMINES AND ITS FEATURES AS OBJECT OF MANAGEMENT

Penkin K.V., Sazhin S.G.

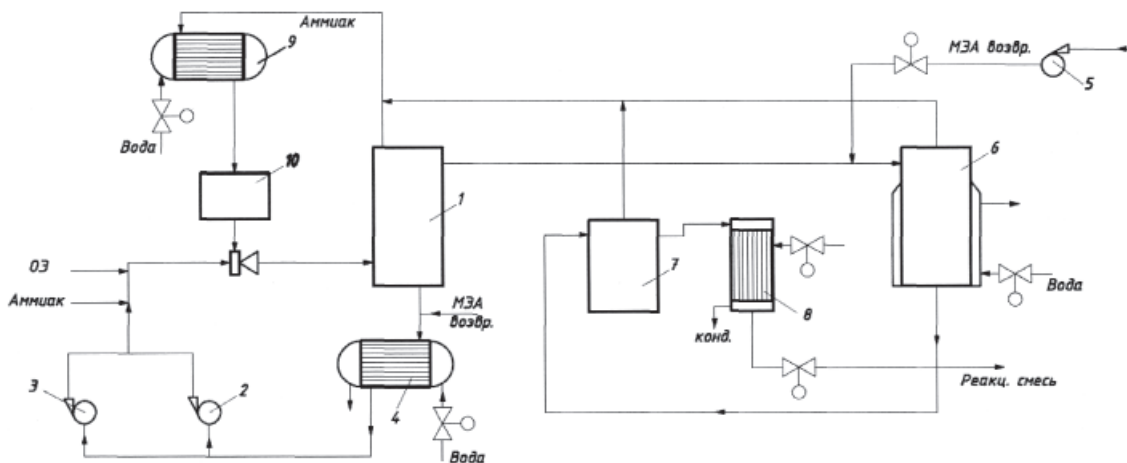
Dzerzhinsky Polytechnic Institute, Dzerzhinsk, e-mail: avtomat@sinn.ru

In this paper the characteristics of the process of obtaining ethanolamine with the analysis of the fundamental step of the synthesis process flowsheet of obtaining ethanolamine. Relationships are the key reaction process. Analyzes the direction control of key parameters of the process and its automation. The need to use microprocessor control technology. Provides information on the technical means of measurement parameters, including parameters such as the concentration of substances, viscosity.

Keywords: ethanolamines, control, automation, control system

Производство этаноламинов – это перспективное, развивающееся, экологически безвредное производство. Этанолламины широко применяются в текстильной, фармацевтической промышленности, для очистки технологических и природных газов, что актуально в связи с плохой экологической обстановкой.

Существующее производство этаноламинов построено в начале 80-х годов с использованием морально устаревших систем управления. Часть приборов нижнего уровня и запорно-регулирующая арматура с пневмо-приводом не соответствуют новым требованиям, так как быстродействие клапанов больше 12 секунд, не соответствует правилам для блоков 1 категории.



Принципиальная схема процесса синтеза этаноламинов:

1 – аппарат смешения; 2, 3 – насосы; 4 – теплообменник; 5 – насос; 6 – реактор вытеснения; 7 – сепаратор; 8 – испаритель; 9 – теплообменник; 10 – емкость

В данной работе рассматриваются предложения по системе управления с целью повышения точности работы технологического процесса, для улучшения качества готового продукта, повышения надежности

управления, создания безопасных условий труда для рабочих и безаварийной работы производства в целом.

Технология производства этаноламинов позволяет селективно получить

продукты – моноэтанолламин (МЭА) и диэтанолламин (ДЭА) в непрерывном энергосберегающем процессе.

Оформление реакторного узла позволяет осуществить синтез смеси этаноламина (ЭА) при взаимодействии окиси этилена (ОЭ) и безводного аммиака (NH_3) с преимущественным образованием МЭА и ДЭА при температуре не выше 70°C . Давление не выше 4,0 МПа, с использованием автокаталитических свойств системы.

Синтез смеси этаноламинов проводится в циркуляционном контуре (рисунок), состоящем из аппарата 1, насосов 2, 3 и теплообменника 4.

В трубопровод циркуляционного контура на вход теплообменника подается циркуляционный МЭА с насоса 5.

Реакционная смесь из реактора 1 поступает в реактор вытеснения (буферный реактор) 6, подогреваемый горячей водой или паром через рубашку. В буферный реактор поступает также возвратный МЭА. Из буферного реактора 6 реакционная смесь поступает через сепаратор 7 в испаритель 8, работающий при одном и том же давлении с реактором. Аммиак, испаренный из основного и буферного реактора 6, испарителя, конденсируется в теплообменнике 9 и через емкость 10 посредством эжектора возвращается в циркуляционный контур синтеза.

Давление в реакторном блоке – 3,0–4,0 МПа. Температура в реакторе – $60\text{--}80^\circ\text{C}$, а в испарителе – $100\text{--}120^\circ\text{C}$. Обогрев реактора производится горячей водой, а в испарителе 8 подается пар $P = 1,3$ МПа.

Реакции синтеза ЭА сопровождается значительными выделениями тепла и протекает по сложным кинетическим законам с участием продуктов реакции. Все это обуславливает предъявление особых требований к технологическому и аппаратному оформлению реакторного узла. При этом возникают проблемы по оптимальной организации теплосъема, и обеспечение устойчивости (безопасности) процесса, а также обеспечение селективности процесса по МЭА и ДЭА.

Обе эти проблемы решаются проведением реакции ОЭ и NH_3 в реакторе смешения, на вход которого попадают исходные реагенты в соотношении 1:1, а оптимальный мольный избыток NH_3 в зоне реакции создается за счет организации внутреннего цикла NH_3 .

Данная технология дает возможность варьировать соотношение получаемых МЭА и ДЭА в достаточно широких пределах. Особенностью этой технологии является ее широкий уровень безопасности,

обусловленный тем, что процесс осуществляется в условиях слабых концентраций окиси этилена, являющейся основным источником опасности.

В тоже время производство этаноламинов характеризуется наличием взрывоопасных и токсичных продуктов. Особую опасность представляет используемая в производстве окись этилена из-за ее способности к полимеризации со взрывом при перегреве свыше 40°C и в контакте в определенных условиях с рядом продуктов, в том числе с аммиаком и аминами.

Метод производства этаноламинов основан на взаимодействии окиси этилена и аммиака в условиях непрерывного автокаталитического процесса при давлении не выше 3,5 МПа и температуре не выше 80°C . В результате реакции образуется моно-, ди- и триэтанолламин. Выделение готовых продуктов из реакционной смеси производится методом ректификации.

Процесс получения этаноламинов состоит из следующих основных стадий: подача окиси этилена, подача аммиака, синтез этаноламинов, отгонка аммиака, отгонка возвратного моноэтанолламина, отгонка товарного моноэтанолламина, доотгонка моноэтанолламина, отгонка диэтанолламина.

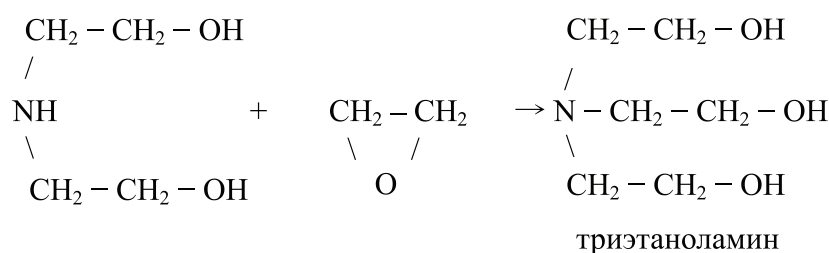
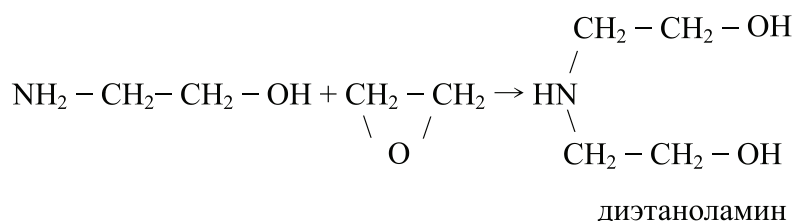
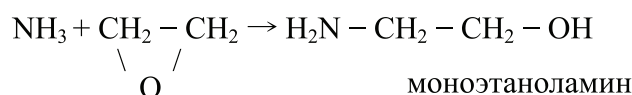
Ректификация производится под вакуумом. Применяемые в качестве сырья окись этилена и аммиак и образующиеся в процессе этанолампы определяют вредность и опасность производства. Окись этилена и моноэтанолламин по ГОСТ 12.1.005-88 относятся ко 2-му классу опасности. Окись этилена и аммиак-сжиженные горючие газы – токсичны. Этанолампы – горючие токсичные жидкости. При выделении товарного моноэтиноламина продукт нагревается выше температуры вспышки.

Избыточный аммиак выделяется из реакционной смеси в три ступени: отгонка под давлением синтеза, отгонка под давлением 1,40–1,60 МПа, десорбция под давлением 0,30–0,40 МПа

Из полученной после удаления аммиака смесь этаноламинов отгоняется в пленочном испарителе, а оставшееся смесь этаноламинов разделяется на готовые продукты вакуумной ректификацией на трех колоннах с регулярной насадкой и с пленочными кипятильниками.

Все стадии технологического процесса проходят по непрерывной схеме. В зависимости от требований рынка принятая технология позволяет в широком диапазоне изменять соотношение выпускаемых этаноламинов.

В основу технологического процесса положена реакция окисэтилирования аммиака, протекающая по следующей схеме:



Синтез этаноламинов проводится в безводной среде с использованием продуктов реакции в качестве катализаторов в аппарате смешивания при температуре 60–80 °С, давлении не выше 3,50 МПа.

Аппаратурное оформление процесса позволяет осуществлять интенсивный теплосъем в зоне реакции и обеспечить устойчивое протекание процесса в широком диапазоне соотношений исходных компонентов в зоне реакции. Принятый диапазон концентраций исходных компонентов в зоне реакций и предусмотренный возврат моноэтаноламина позволяет свести к минимуму образование триэтаноламина и дает возможность регулировать соотношение образующихся моно- и диэтаноламина в соответствие с требованиями конъюнктурного рынка.

Основное количество избыточного аммиака отделяется от реакционной смеси в испарителе при давлении синтеза и температуре 100–120 °С и возвращается в зону реакции. Оставшийся аммиак отделяется от реакционной смеси в двух последовательных стадиях. Отгонка при давлении 1,50–1,55 МПа и температуре 150–160 °С; десорбция при давлении 0,30–0,40 МПа и температуре 150–160 °С.

Аммиак, отделенный в испарителе при давлении 1,50–1,55 МПа, конденсируется и возвращается на синтез. Аммиак, отделенный на стадии десорбции, возвращается на синтез после абсорбции потоком возвратного моноэтаноламина. Отгонка возвратного моноэтаноламина осуществляется в испарителе при температуре 150–160 °С и давлении 65,00–71,00 кПа. Разделение

этанолламинов производится с использованием ректификационных колонн с регулярной насадкой, что обеспечивает получение продуктов высокого качества, несмотря на упругость паров.

Особенностью процесса получения этаноламинов является непрерывная схема технологии, наличие запаздывания объекта контроля, переменное значение коэффициента передачи объекта контроля, высокие требования к получению моноэтаноламина определенной концентрации. Это приводит к необходимости дополнительного исследования процесса управления и автоматического регулирования ряда параметров процесса.

Однако, несмотря на достаточно высокий уровень контроля параметров процесса остается слабо решенной задачей обеспечение точно заданной концентрации МЭА при минимизации других фракций, что требует постановки задачи оптимизации процесса получения МЭА.

Система управления процессом получения этаноламинов, построенная на микропроцессорной технике, предусматривает полную автоматизацию контроля и регулирования основных параметров, создание безопасных условий ведения процесса, автоматическую защиту производства при возникновении аварийных ситуаций.

В ходе технологического процесса обеспечивается контроль таких параметров как температура и давление в аппарате смешения, расход окиси этилена и аммиака. С помощью промышленных анализаторов определяют также концентрации моноэтаноламина и других фракций. Управляющим

блоком системы управления служит микропроцессорный контроллер, позволяющий преобразовать аналоговый сигнал датчиков в их цифровую форму. Этим достигается высокий уровень автоматизации процесса и контроля его основных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1982. – 288 с.

2. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991. – 367 с.

3. Клюев А.С. Настройка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие. – М.: Энергия, 1989. – 324 с.

4. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Учебно-практическое пособие. – М.: Инфо-Инженерия, 2008. – С. 571.

5. Харазов В.Г. интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.: Профессия, 2009. – С. 590.