

Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации

Development of automated control system of technological process of receiving aniline at the stage of rectification

Фролов Е.А.

Студент, группа ВХА3-546, Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
e-mail: hando19@yandex.ru

Frolov E.A.

Student, Volga Polytechnic Institute (branch) of the "Volgograd state technical University"
e-mail: hando19@yandex.ru

Медведева Л.И.

канд. техн. наук, доцент, кафедра ВАЭиВТ, Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
e-mail: lyumed@yandex.ru

Medvedeva L.I.

Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Volga Polytechnic Institute (branch) of the "Volgograd state technical University"
e-mail: lyumed@yandex.ru

Аннотация

Данная работа посвящена повышению эффективности управления процессом получения анилина на стадии ректификации.

В ходе работы получено представление нынешнего состояния предметной области для исследования, проанализированы литературные источники. Выбран объект управления, дан расчет математической модели объекта регулирования, найдены оптимальные настроечные коэффициенты ПИД-регулятора, проведен анализ свойств объекта управления.

Разработана новая система управления технологическим процессом на базе современных программно-аппаратных средств программируемого логического контроллера.

Ключевые слова: ректификация анилина, контроллер, датчики, кубовая жидкость, технологический процесс, колонна.

Abstract

This work is devoted to improving the efficiency of management of the process of obtaining aniline at the stage of rectification. In the course of the work the representation of the current state of the subject area for research is obtained, the literature sources are analyzed. The control object is selected, the mathematical model of the controlled object is calculated, the optimal tuning coefficients of the PID controller are found, the properties of the controlled object are analyzed. Developed a new control system of technological process on the basis of modern hardware-software means programmable logic controller.

Keywords: Distillation of Aniline, controller, sensors, VAT fluid, process, column.

Анилин (аминобензол, фениламин) – органическое соединение с формулой $C_6H_5NH_2$, простейший ароматический амин. Представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом, немного плотнее воды и плохо в ней растворим, хорошо растворяется в органических растворителях. На воздухе быстро окисляется и приобретает красно-бурую окраску. Ядовит. Название «анилин» происходит от названия одного из растений, содержащих индиго – *Indigofera anil* (современное международное название растения – *Indigofera suffruticosa*).

Изначально анилин получали восстановлением нитробензола молекулярным водородом; практический выход анилина не превышал 15%. При взаимодействии концентрированной соляной кислоты с железом выделялся атомарный водород, более химически активный по сравнению с молекулярным.

В мире основная часть производимого анилина используется для производства метилдиизоцианатов, используемых затем для производства полиуретанов. Также он используется при производстве искусственных каучуков, гербицидов и красителей (фиолетового красителя мовеина). В России он в основном применяется в качестве полупродукта в производстве красителей, взрывчатых веществ и лекарственных средств (сульфаниламидные препараты).

Применение современных методов управления технологическим процессом позволяет повысить качественные показатели готовой продукции с увеличением экономической эффективности производства. Об актуальности темы свидетельствует ряд нерешенных вопросов, например, большая нестабильность механических характеристик готовой продукции. Малоисследованные характеристики возмущающих воздействий, действующих на процесс с изменением свойств исходных ингредиентов, практически постоянно приводят к переходным процессам, что говорит о необходимости дальнейших исследований и построения динамических систем управления [1].

Проведение некоторых современных технологических процессов возможно только при условии их полной автоматизации. При ручном управлении такими процессами малейшее замешательство человека и несвоевременное воздействие его на процесс могут привести к серьезным последствиям. Внедрение специальных автоматических устройств способствует безаварийной работе оборудования, исключает случаи травматизма, предупреждает загрязнение атмосферного воздуха и водоемов промышленными отходами [2].

Технологический процесс получения анилина запроектирован двумя потоками на стадии контактирования и одним потоком на стадии дистилляции. Основной целью процесса является получение товарного анилина (массовая доля анилина в продукте 99.4–99.8%) и анилина первого сорта (массовая доля анилина в продукте не менее 99.4%) путем перегонки кубового остатка, получаемого на стадии ректификации анилина.

Ректификация кубовой жидкости со стадии отгонки легкокипящих фракций, имеющей массовую долю 98.0% анилина, производится на 3-х колпачковой тарельчатой колонне, работающей непрерывно (рис. 1). Среда в колонне токсичная и пожароопасная. Остаточное давление создается масляным вакуум-насосом более 40 мм. рт. ст. и поддерживается на линии отдувки.

Колонна имеет куб, снабженный выносным кожухотрубчатым кипятильником (позиция 6), который обогревается паром температурой 160°C при давлении 0.6 МПа. Количество пара регулируется с коррекцией по уровню. Циркуляция кубовой жидкости через кипятильник естественная.

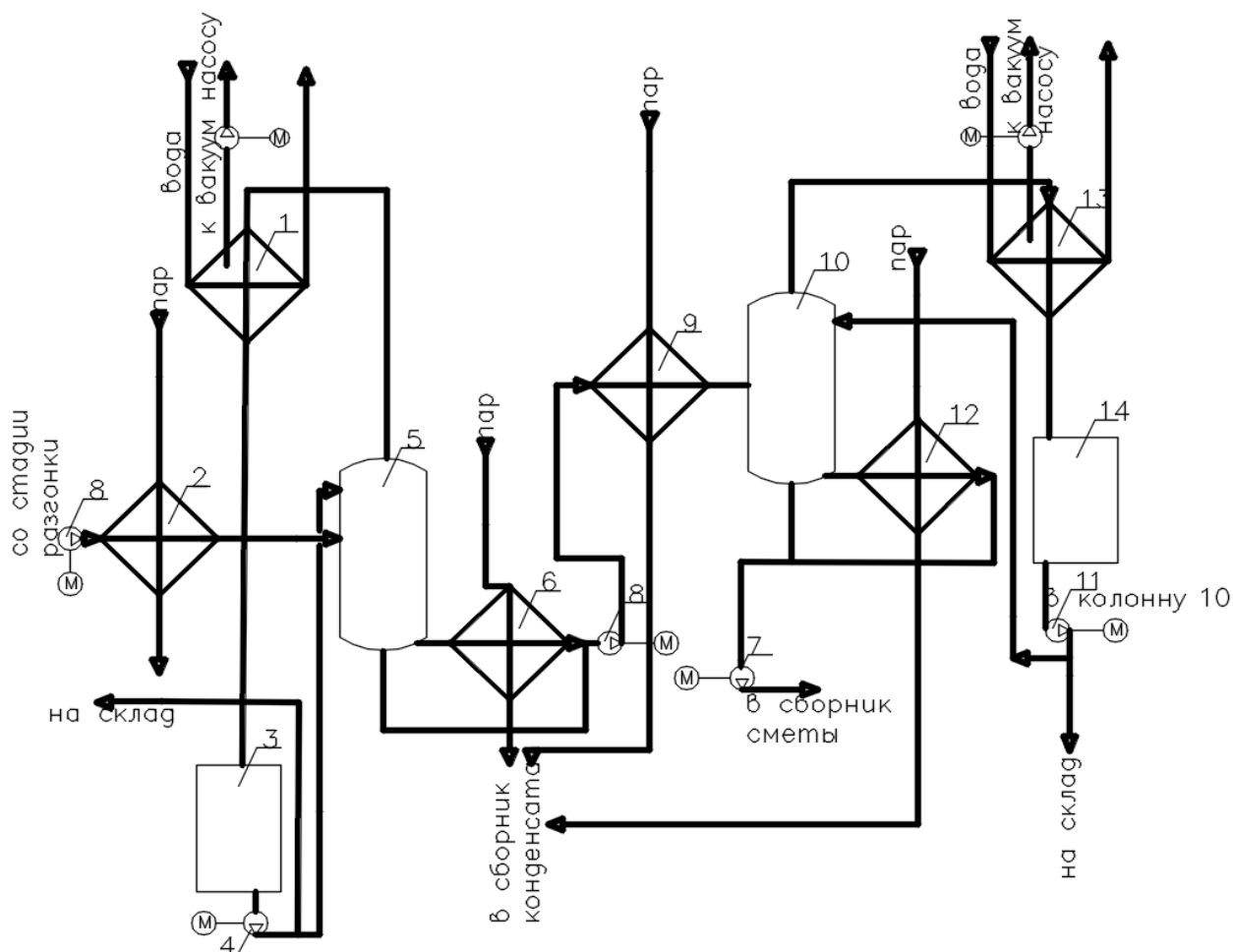


Рис. 1. Схема процесса получения анилина на стадии ректификации

Кубовая жидкость из куба колонны со стадии отгонки легкокипящих фракций в количестве 6375–7320 л/ч непрерывно подается на 12-ю тарелку (считаю снизу) колонны (позиция 5) через теплообменник, где смесь подогревается до температуры 128–130°C. Температура в кубе колонны 138–140°C поддерживается изменением расхода греющего пара в выносном кипятильнике (позиция 6).

Пары дистиллята (товарный анилин), выходящие из колонны при температуре 97–98°C, конденсируются в трубчатом дефлегматоре (позиция 1), который охлаждается обратной водой. Пары дистиллята, конденсируясь, стекают в емкость товарного анилина (позиция 3) объемом 6.3 м³. При этом массовая доля основного вещества в товарном анилине должна быть не менее 99.4%, воды не более 0.3%, нитробензола не более 0.004%. Из емкости товарного анилина (позиция 3) товарный анилин в количестве 5675–6420 л/ч насосом непрерывно откачивается на склад анилина.

Часть дистиллята в количестве 11 350–12 840 л/ч из емкости (позиция 3) насосом (позиция 4) в виде флегмы возвращается в колонну.

Кубовая жидкость из колонны (позиция 5) в количестве 600–800 л/ч при температуре 138–140 °С с массовой долей анилина не более 80% насосом (позиция 8) подается на дальнейшую разгонку для получения анилина более низких сортов [3].

Одним из важных этапов модернизации системы автоматизированного управления технологических процессов является замена морально устаревших средств автоматизации на более прогрессивные. Так, в качестве основного узла управления, выбирается контроллер ModiconM580 ePAC – инновационный контроллер ePAC со встроенной системой Ethernet, который позволит повысить эффективность управления технологическим процессом [4]. Он включает в себя следующие элементы:

- модуль 8 аналоговых входов Modicon X80 ВМХАМ10800, подключается с помощью 28-контактной клеммной колодки;

- модуль 8 аналоговых выходов Modicon X80 BMXAM00802, подключается с помощью 20-контактной клеммной колодки, токовый контур питается от источника питания (модуля) и не требует внешнего питания;
 - модуль дискретного вв/выв Modicon X80 BMXDDM16022;
 - модуль питания 24 В Modicon X80 BMXCPS2000 обеспечивает электропитанием каждый модуль, подключенный к платформе ввода / вывода;
 - сигнальное реле, встроенное в каждый модуль электропитания, имеет беспотенциальный контакт, доступный на передней панели, на 2-х контактный разъем [5].
- При выборе датчиков измерения параметров процесса нижнего уровня, предпочтение отдается приборам фирмы SIEMENS – известного производителя средств автоматизации:
- микропроцессорный емкостный уровнемер для жидкостей и сыпучих веществ SIEMENSSITRANS LC 300 [6];
 - погружной датчик температуры SIEMENS Immersion Temperature Sensors QAE3075c HCX Pt100 и выходным сигналом 4...20 мА[7], погружная часть 16 см, диапазон температуры измеряемой среды 0...200°C;
 - вихревой расходомер SIEMENSSITRANS FX предназначен для измерения нормального объемного и массового расхода пара, газа, проводящих и не проводящих жидкостей посредством одного устройства с возможностью компенсации по температуре и давлению [8];
 - в качестве исполнительного механизма для внесения регулирующего воздействия был выбран 2-ходовый клапан SIEMENS MVF461H с магнитным приводом для управления, пружинным возвратом и ручным управлением [9].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система управления процессом получения анилина на стадии ректификации, созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов, будет удовлетворять заданным требованиям.

Литература

1. *Артеменко А.И.* Органическая химия – 1987 [Электронный ресурс] //URL:<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/72235>.
2. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах – Введ.2014-12-01. –М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.
3. Технологический регламент цеха №20\8, АО« Волжский Оргсинтез».
4. CPU модуль Schneider Electric [Электронный ресурс]// ВМЕР581020 - processor module M580 - Level 1 - Distributed - Schneider Electric URL: <https://www.schneider-electric.com/en/product/ВМЕР581020/processor-module-m580---level-1---distributed/>.
5. Платформа и модули Modicon X80 Schneider Electric [Электронный ресурс]// Standard environment - Modicon X80 I-Os - Schneider Electric URL: <https://www.schneider-electric.com/en/product-range/61938-modicon-x80-i-os/>.
6. Уровнемер фирмы SIEMENS [Электронный ресурс]// Непрерывное измерение уровня - Цифровое производство, автоматизация промышленности, непрерывные процессы и приводы - Siemens. URL: <https://w5.siemens.com/web/ua/ru/iadt/ia/sensors/instrumentation/signaling/Pages/level-measurement.aspx>.
7. Датчик температуры SIEMENS [Электронный ресурс] // QAE3.. – Погружной датчик для высокой температуры. URL: [https://hit.sbt.siemens.com/RWD/\(S\(o521lcthnpljmqyzs54qzmd2\)\)/app.aspx?RC=RU&lang=ru&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aQAE3](https://hit.sbt.siemens.com/RWD/(S(o521lcthnpljmqyzs54qzmd2))/app.aspx?RC=RU&lang=ru&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aQAE3).
8. Расходомер SIEMENS [Электронный ресурс]// Вихревые расходомеры SITRANS FX300 - Цифровое производство, автоматизация промышленности, непрерывные процессы и приводы - Siemens URL: <https://w5.siemens.com/web/ua/ru/iadt/ia/sensors/instrumentation/flow-measurement/Pages/sitrans-fx300.aspx>.
9. 2-ходовой магнитный клапан SIEMENS [Электронный ресурс]// MVF461H40-20 - 2-ходовой седельный магнитный клапан, фланцевое соединение, PN16 DN40, kvs 20, AC-DC 24 BURL:<https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=RU&lang=ru&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aMVF461H40-20>.