

УДК 544.431

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА НА  
СТАДИИ РЕКТИФИКАЦИИ**

**Трушников М.А.**

*старший преподаватель,  
Волжский политехнический институт,  
Волжский, Россия*

**Борисов А.А.**

*студент,  
Волжский политехнический институт,  
Волжский, Россия*

**Аннотация**

Несмотря на востребованность соединения во многих отраслях, получение анилина связано с высоким фактором риска, поскольку это органическое соединение является сильным ядом, высокотоксичным для человека. Чаще всего отравление развивается при попадании вещества через дыхательные пути, кожные покровы и слизистые оболочки, в связи с чем возникает необходимость своевременного и соответствующего воздействия на процесс в случае отклонения от условий течения, установленных нормативными актами, и не позволяет даже опытному оператору обеспечить качественное ручное управление процессом. В связи с изложенным актуальной задачей выступает поиск проектных решений, направленных на обеспечение оптимальных режимов совместной работы устройств, распределения нагрузок между отдельными агрегатами или рабочими цепочками с учетом имеющихся ресурсов сырья, энергии и других показателей, повышение точности процессов и избежание ошибок в производственных процессов в силу «человеческого фактора».

**Ключевые слова:** анилин, ректификация, автоматизация, технологический процесс, автоматизированная система, управление, контролируемые параметры, имитационное моделирование, безопасность, устойчивость.

***DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE  
TECHNOLOGICAL PROCESS OF OBTAINING ANILINE AT THE  
RECTIFICATION STAGE***

***Trushnikov M.A.***  
*Senior Lecturer,  
Volzhsky Polytechnic Institute  
Volzhsky, Russia*

***Borisov A.A.***  
*student,  
Volzhsky Polytechnic Institute  
Volzhsky, Russia*

**Abstract**

Despite the demand for co-synthesis in many industries, aniline production is associated with a high risk factor, since this organic compound is a strong poison, highly toxic to humans. Most often, poisoning develops when a substance enters the respiratory tract, skin and mucous membranes, in connection with which there is a need for timely and appropriate impact on the process in case of deviation from the flow conditions established by regulatory enactments, and does not allow even an experienced operator to provide high-quality manual control process. In connection with the above, an urgent task is to search for design solutions aimed at ensuring optimal modes of joint operation of devices, distributing loads between individual units or working chains, taking into account the available resources of raw materials, energy and other indicators, increasing the accuracy of processes and avoiding errors in production processes due to «human factor».

**Keywords:** aniline, rectification, automation, technological process, automated system, control, controlled parameters, simulation, safety, stability.

Анилин – органическое соединение класса ароматические амины с химической формулой  $C_6H_5NH_2$ . по внешнему виду представляющее собой бесцветную маслянистую жидкость, с характерным аммиачным запахом, которая быстро становится бурой при контакте с воздухом и светом, тяжелее воды [6]. Сегодня продукция, изготовленная на его основе, прочно вошла в повседневный обиход. Анилин и его соединения применяют в производстве: полиуретанов (конструкционные материалы, тепло- и звукоизоляция); ускорителей для вулканизации на основе натурального и синтетических каучуков (шины, резинотехнические изделия, резиновая обувь); красителей для тканей; эпоксидных полимеров; взрывчатых веществ; ингибиторов коррозии металлов; моторного топлива; смол, лаков; лекарства, изготовленные с его применением, оказывают обезболивающее, жаропонижающее, антимикробное, нейрорепитивное действие. Кроме основных областей применения, анилин используют при производстве гербицидов, пестицидов, фунгицидов, типографской краски, чернил, реактивов для фотографии, духов [2].

Поскольку анилин (аминобензол, фениламин) является сильнодействующим ядом, который попадая в организм человека действует на центральную нервную систему, вызывает в крови образование метгемоглобина и дегенеративные изменения эритроцитов, гемолиз, следствием чего является кислородное голодание организма [1] для обеспечения безопасности получения и качества товарного анилина и анилина первого сорта учитываются критерии:

- расход исходной смеси.
- температура исходной смеси;
- регулирование давления в верхней части колонны;
- температура колонны;
- уровень в кубе колонны.

Обеспечение безопасности технологического процесса и качества изделия с учетом обозначенных критериев требует учета внешних управляющих воздействий на процесс, а так же выбора параметров, участвующих в управлении, то есть тех, которые контролируют, регулируют, анализируют.

Опираясь на научный и прикладной опыт таких специалистов как: Е.А.Фролов, Л.И.Медведева [8], М.А. Беджанян [3], Л.С. Мушинский [5] и других авторов с целью улучшения показателей качества конечного продукта может быть предложено такое решение как: обновление устаревших средств автоматизации и осуществление управления процессом с помощью программируемого логического контроллера (ПЛК) СРМ704, который поддерживает все модули FASTWEL-I/O, автоматически определяет состав подключенных модулей, производит конфигурацию модулей. В рамках данного решения к обновлению предлагаются следующие технические средства (табл. 1):

Таблица 1 – Технические средства модернизации системы управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации

Тип	Марка	Название
Промышленный логический контроллер (ПЛК)	ОВЕН	СРМ704
Модули ввода/вывода аналоговых сигналов напряжения	ОВЕН	АИМ791 АИМ730
Модули ввода-вывода дискретных сигналов напряжения	ОВЕН	ДИМ718 ДИМ717
Панель оператора	ОВЕН	СП310
Датчик измерения расхода	ЭЛЕМЕР	ЭЛЕМЕР-РВ
Датчик измерения температуры	ЭЛЕМЕР	ТПУ 0304/М1 100П Exd
Датчик измерения давления	ЭЛЕМЕР	АИР-10Н ДА
Прибор для измерения уровня жидких не взрывоопасных продуктов	ЛИМАКО	УЛИМ-31-НФ
Частотный преобразователь	ОВЕН	ПЧВ204 – 15К – В
Исполнительные механизмы (Привод клапана)	Sauter	AVM234S F132-6

Для оперативного управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации выбран оператор СП310 марки ОВЕН, панель которого представлена на рисунке 1.



Рис.1 – Внешний вид сенсорной панели оператора ОВЕН СП310 [7]

Представленная на рисунке 1 панель оператора ОВЕН СП310 предназначена для наглядного отображения значений параметров и оперативного управления, а также ведения архива событий или значений в среде «Конфигуратор СП300».

Для контроля и регулирования технологических параметров процесса предлагаются к использованию также модули ввода/вывода аналоговых (AIM791/ AIM730) и дискретных сигналов напряжения (DIM718/ DIM717) [4].

Целью любой системы управления является обеспечение оптимального режима функционирования объекта управления, которое оценивается одним или несколькими критериями управления.

В рамках анализа регулируемых и контролируемых параметров при модернизации системы управления технологическим процессом производства анилина на стадии ректификации необходимо учитывать, как внешние возмущения, которые проникают извне при изменении входных и некоторых выходных параметров, а также параметров окружающей среды.

Как было отмечено выше параметрами, влияющими на показатели качества процесса, являются: расход исходной смеси, температура исходной смеси, регулирование давления в верхней части колонны, температура колонны, уровень кубовой жидкости. Так, первый параметр - расход исходной смеси, определяется тем, что если смесь плохо поступает в колонну, то содержание компонентов в кубовом продукте снижается; если смесь поступает в избытке, то содержание компонентов в кубовом продукте повышается.

Цель состоит в том, чтобы в дистилляте компонентов было как можно больше, а в кубовом продукте не было. При избытке и недостатке сырья в колонне режимы по давлению и температуре быстро меняются. Наличие запаздывания на объекте сказывается отрицательно на качестве регулирования.

Для повышения качества регулирования процесса необходимо провести анализ возмущающих воздействий и по возможности, устранить их. Одно из этих возмущений, температура исходной смеси. Исходная смесь поступает в колонну при определенной температуре. Если она поступает при более низкой температуре, то должна нагреться в кубе колонны за счет тепла, подаваемого в кипятильник. Но высококипящие компоненты кипят при более высокой температуре, то тепла тратится больше, экономичность процесса снижается.

Следующий по значимости параметр - это давление в колонне ректификации, которое непосредственно влияет на физику процесса. Уменьшение его ниже определенного допустимого значения приводит к прекращению процесса ректификации, к низкому показателю эффективности процесса, а также к неэкономному расходу исходного сырья. Чрезмерное увеличение давления в колонне ректификации опасно и возможно взрывоопасное состояние.

Для обеспечения всех показателей эффективности процесса ректификации необходимо обеспечить регулирование температуры и уровня кубовой жидкости в колонне ректификации используя перекрестное регулирование.

Основными показателями эффективности процесса получения анилина на стадии ректификации выступают: температура в колонне ректификации, давление в колонне ректификации, производительность установки, количество материальных и энергетических затрат на процесс.

Изменение обозначенных параметров может привести к нарушению технологического процесса и как итог – получению некачественной продукции, соответственно контроль качества получения анилина на стадии ректификации направлен обеспечение заданной температуры в кубе колонны при минимальных энергетических и материальных затратах на процесс и оптимальной производительности. При условии, что процесс будет безаварийным и безопасным.

Для проверки оптимального режима функционирования усовершенствованной системы управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации смоделируем процесс управления заданной температурой в кубе колонны при минимальных энергетических и материальных затратах на процесс и оптимальной производительности, проводя выполнение работ по построению структурной схемы замкнутой системы регулирования с обратной связью, где реализуется ПИ-закон регулирования (рис. 2).

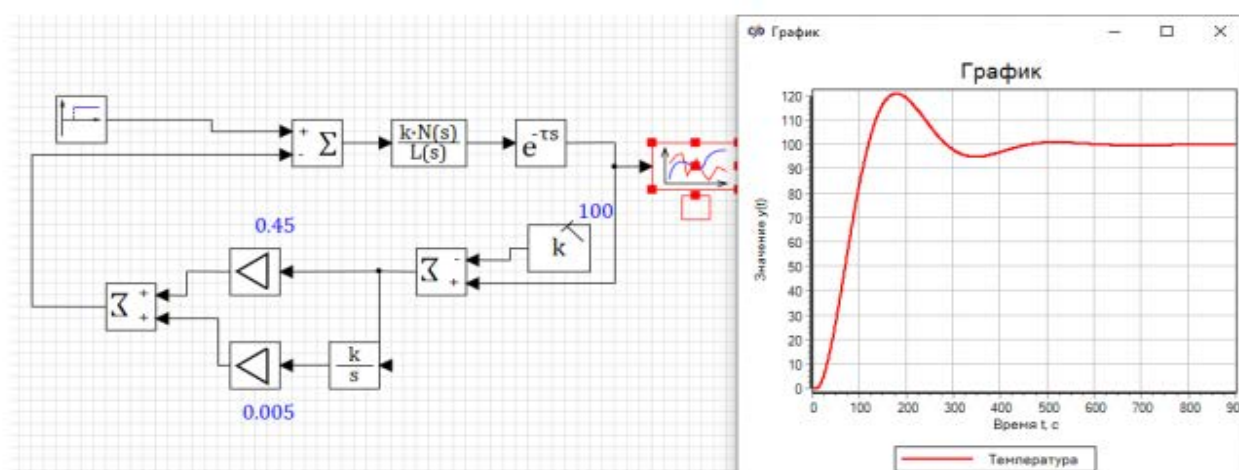


Рис.2 – Структурная схема замкнутой системы регулирования (ПИ-регулятор)

[разработано автором]



Анализируя данные в представленной структурной схеме замкнутой системы регулирования, следует отметить наличие переходного процесса с затухающими колебаниями. Полученный переходной процесс с ПИ-регулятором можно считать оптимальным, так как перерегулирование не превышает 30%, число колебаний не больше трех. Степень затухания колебаний в системе лежит в пределах от 0,75 до 0,95, что позволяет говорить об устойчивости системы.

Итак, обобщая представленные материалы, можно отметить, что модернизация системы управления технологическим процессом Получения анилина на стадии ректификации направлена на улучшение показателей качества конечного продукта.

В рамках предложений реализации технологической модернизации процесса нами предлагается к реализации автоматизированная система управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации за счет его автоматизации.

Имитационное моделирование объекта исследования предлагаемой к реализации системы управления технологическим процессом получения анилина позволило собрать данные, свидетельствующие о том, что коэффициенты управляющего устройства подобраны таким образом, чтобы переходный процесс по важнейшим параметрам эффективности соответствует качественной работе системы, что позволяет говорить о положительном влиянии модернизации на точность отслеживаемых и задаваемых технологических параметров и процессов происходящих на стадии ректификации.

Таким образом, предлагаемая модернизация получения анилина на стадии ректификации за счет его применения современных средств автоматизации, с современным контроллером в разы увеличит точность отслеживаемых и передаваемых технологических параметров, что, бесспорно,



повысит качество конечного продукта, так как исключит «человеческий фактор», и повысит точность происходящих процессов.

### Библиографический список

1. Амины. Анилин [Электронный ресурс]. - Режим доступа - URL: <https://foxford.ru/wiki/himiya/aminy-anilin> (Дата обращения 10.01.2021).
2. Анилин [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://otravleniya.net/ximicheskie-otravleniya/anilin.html> (Дата обращения 10.01.2021).
3. Беджанян М. А. Автоматизация процесса получения анилина на стадии ректификации / М.А. Беджанян // Молодой ученый. – 2016. – № 10 (114). – С. 126-128.
4. Модули ввода/вывода [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://moxa.ru/shop/io/iothinx/> (Дата обращения 13.01.2021).
5. Мушинский Л.С. Изучение кинетических особенностей синтеза анилина на Ni-содержащем сверхсшитом полистироле / Л.С. Мушинский, И.В. Навроцкая, Р.В. Бровко, В.Ю. Долуда // Бюллетень науки и практики. – 2020. – №4. – С.18-26
6. Свойства органических соединений: Справочник / Под ред. А. А. Потехина. - СПб.: Химия, 2018. - 518 с.
7. СПЗхх сенсорные панели оператора [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://owen.ru/product/sp3xx> (Дата обращения 13.01.2021).
8. Фролов Е.А. Разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом получения анилина на стадии ректификации / Е.А.Фролов, Л.И. Медведева // Журнал технических исследований. – 2019. – № 2 – С. 19-23

*Оригинальность 78%*