

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

MODEL OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF AMMONIUM NITRATE PRODUCTION PROCESS

K. Kolyazov
E. Odinokova
A. Ostapenko
D. Smirnov
L. Tuchkina
D. Yashin

Summary. This paper analyzes the technological process for the production of ammonium nitrate. In the course of the analysis, it was revealed that the use of an automated process control system allows solving most of the production problems and increasing production and economic indicators. The authors proposed a method for modernizing an automated control system for a steam boiler in the form of a three-level system, defined a regulator, and presented its settings, which ensure the maintenance of the required temperature in the neutralizer.

Keywords: automated control system, regulator, control object, ammonium nitrate.

Колязов Константин Александрович
К.т.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
kaskad006@mail.ru

Одинокова Елена Владимировна
К.п.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
eodinokova@mfmgtutu.ru

Остапенко Алина Евгеньевна
Старший преподаватель, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
hardlinka@mail.ru

Смирнов Денис Юрьевич
К.ф-м.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал)
«Московский государственный университет
технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый
казачий университет)»
dsmirnov@mfmgtutu.ru

Тучкина Лариса Константиновна
К.п.н., доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
ltuchkina@mfmgtutu.ru

Яшин Денис Дмитриевич
К.п.н. доцент, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский
государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий
университет)»
dyashin@mfmgtutu.ru

Аннотация. В данной работе проведен анализ технологического процесса производства аммиачной селитры. В процессе анализа выявлено, что применение автоматизированной системы управления технологическим процессом позволяет решить большинство производственных задач и повысить производственно-экономические показатели. Авторами предложен способ модернизации автоматизированной системы управления паровым котлом в виде трехуровневой системы, определен регулятор, и представлены его настройки, обеспечивающие поддержание требуемой температуры в нейтрализаторе.



Ключевые слова: автоматизированная система управления, регулятор, объект управления, аммиачная селитра.

На сегодняшний день отмечается активное развитие химической промышленности, в первую очередь это связано с широким применением выпускаемой продукции промышленными предприятиями. Многие виды выпускаемой продукции химическими заводами используются в качестве удобрений, которые применяются в агропромышленном комплексе, в частности — аммиачная селитра. Некоторые виды продукции используются и в других отраслях промышленности.

Аммиачная селитра применяется во многих сферах деятельности человека. Аммиачная селитра относится к основному виду азотного удобрения, которое активно применяется в сельском хозяйстве. В силу больших территорий, которые отводятся на сельскохозяйственные посевы, спрос на азотные удобрения достаточно велик. Вторым по популярности направлением применения аммиачной селитры является горнодобывающая промышленность. В горнодобывающей промышленности

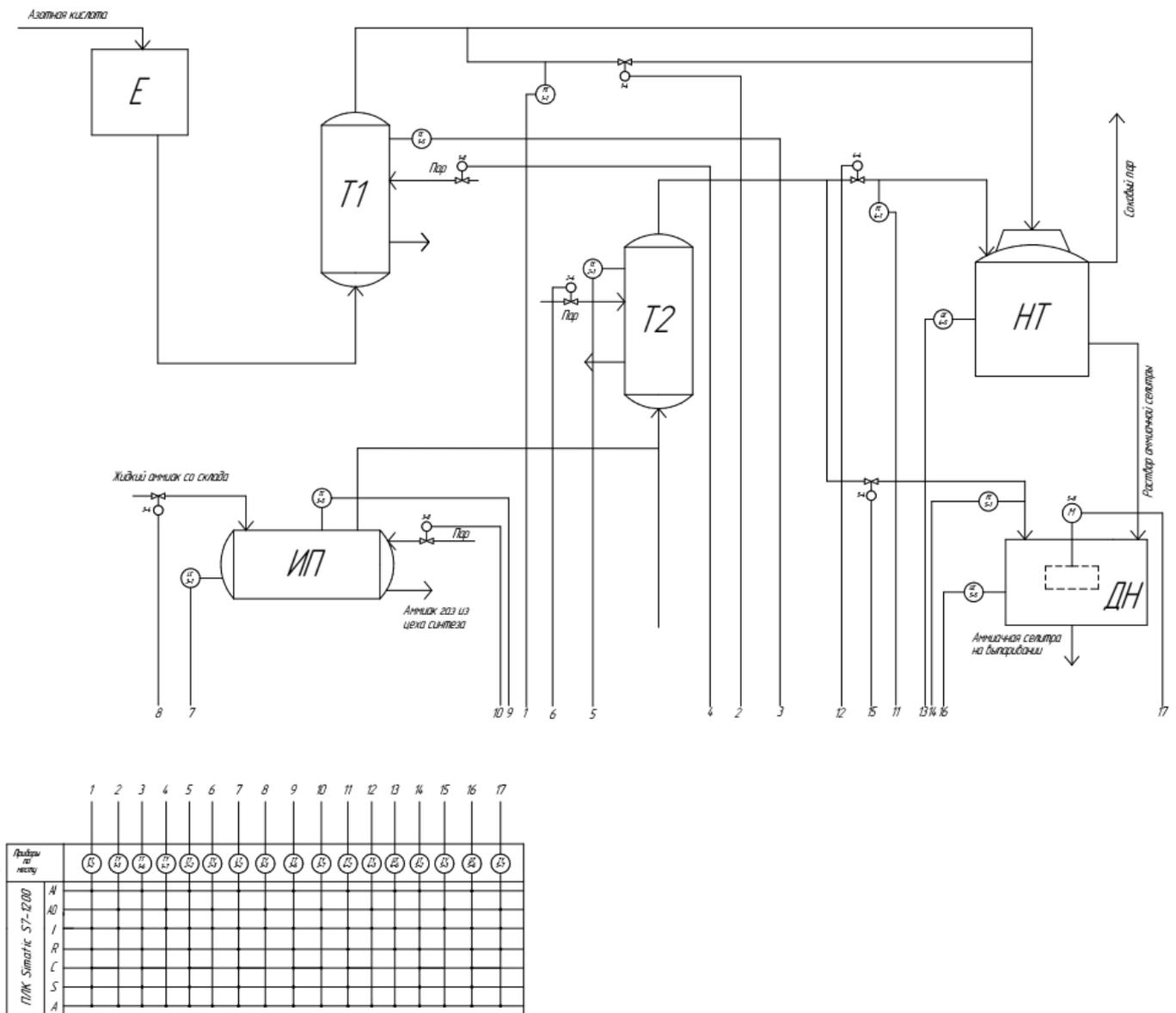


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации технологического процесса нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком

Таблица 1. Экспериментальные данные

t, мин	0	0,1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
x(t), м ³ /ч	15	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
y(t), °C	30	31	42	110	136	175	193	204	213	224	228	230	230

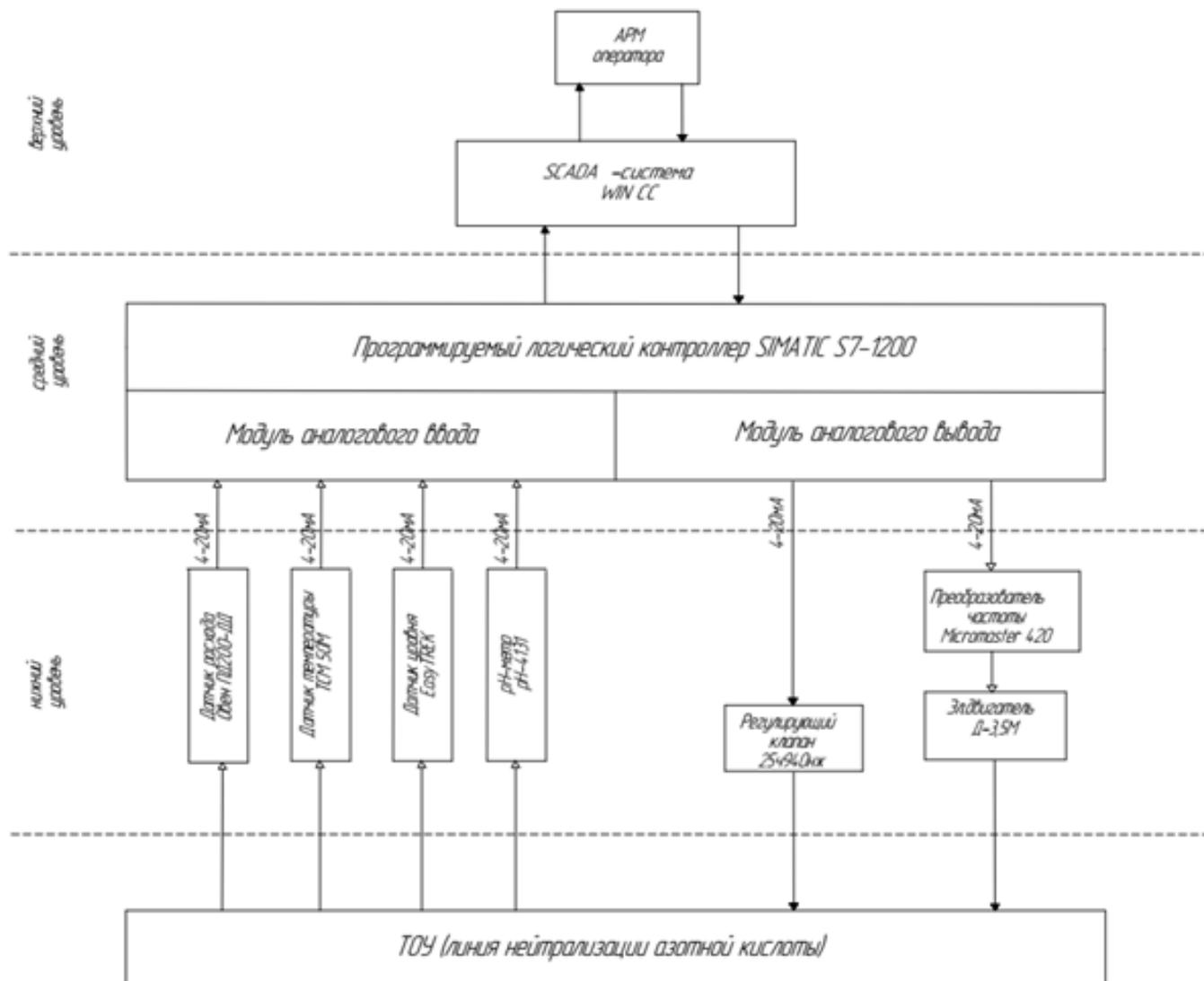


Рис. 2. Структурная схема АСУТП нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком

аммиачная селитра используется в качестве основного компонента для производства взрывчатых веществ.

Промышленный процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком относится к опасному производству, есть риск нанесения вреда здоровью

человека и окружающей среде. Это связано с тем, что в процессе нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком все химические компоненты, используемые в процессе, являются крайне токсичными. В связи с этим, применение автоматизированных систем управления в нейтрализации азотной кислоты газообразным

Таблица 2. Показатели качества замкнутой САР с ПИ и ПИД — регулятором

	T	ψ	σ
ПИ-регулятор	30 сек	0,9	57%
ПИД-регулятор	23 сек	1	4,3%

Для рассмотренного объекта управления выбран ПИД — регулятор.

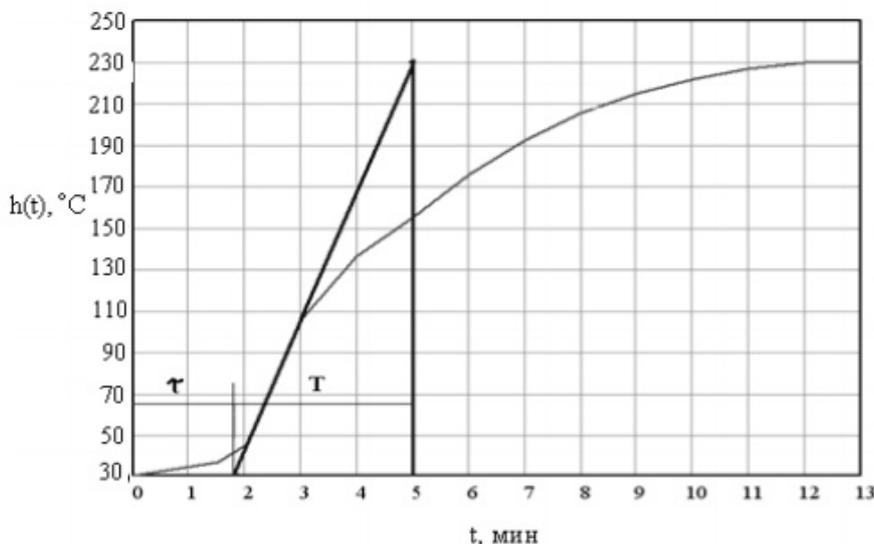


Рис. 3. Переходная функция объекта управления

аммиаком, которое позволит исключить использование человеческих ресурсов в непосредственном производственном процессе, является актуальным вопросом.

Производство аммиачной селитры, как правило, осуществляется путем нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком (рис. 1). В результате данной химической реакции выделяется большое количество тепла, которое затем используется для повышения концентрации аммиачной селитры, что достигается за счет выпаривания воды из раствора аммиачной селитры.

Количество выделяемого тепла при нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком зависит от объема подаваемого газообразного аммиака в нейтрализатор. Слишком большой объем подаваемого газообразного аммиака приведет к существенному увеличению выделяемого тепла, значение которого будет значительно выше температуры кипения азотной кислоты, что может привести к выпадению осадка в виде оксида азота, который будет препятствовать процессу нейтрализации.

Модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком предполагает обновление датчиков, исполнительных механизмов и контроллера, а также построение автоматизированной системы в виде трехуровневой структурной схемы (рис. 2).

Основной задачей автоматизированной системы управления технологическим процессом производства является поддержание требуемой температуры в нейтрализаторе — для этого, необходимо выбрать регулятор и определить его настройки. Рассматривая технологический процесс как объект управления при регулировании температуры в нейтрализаторе, построим экспериментальную переходную функцию объекта управления. Для этого на входе подается ступенчатое воздействие $x(t)$ — расход аммиака, поступающего в нейтрализатор от 15 до 65 м³/ч, измеряется выходное значение — температура в нейтрализаторе (Таблица 1).

С помощью касательной к графику (рис. 3) переходной функции объекта управления определили коэффи-

циенты передаточной функции объекта управления, где:

- ◆ постоянная времени $T_{об} = 3,2$ мин.;
- ◆ время запаздывания $\tau = 1,8$ мин.;
- ◆ коэффициент усиления $K_{oy} = 10$.

Далее был произведен анализ устойчивости АСР с ПИ и ПИД-регуляторами по критерию Найквиста. Ре-

зультаты анализа показали, что замкнутая система с ПИ и ПИД-регуляторами являются устойчивыми.

Для определения качества регулирования замкнутой системы построили графики переходной функции замкнутой системы с ПИ и ПИД-регуляторами, в которых определили время регулирования, степень затухания и перерегулирования (Таблица 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аглиуллин Р.М., Одинокова Е.В., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Моделирование однослойного персептрона в MS Excel. Стратегии и тренды развития науки в современных условиях. 2018. Т. 2. № 1 (4). С. 58–61.
2. Адигамов М.Б., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления паровым котлом. В сборнике: Наука. Образование. Инновации. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 6–10.
3. Колязов К.А., Воробьева А.В., Шиянова Н.И. Синтез модели объекта управления с использованием нечеткой логики. Автоматизация в промышленности. 2007. № 7. С. 55–57.
4. Колязов К.А., Одинокова Е.В., Остапенко А.Е., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Модель рециркуляционного преобразователя на платформе аналогово-цифровой лабораторной установки ETS7000. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 1. С. 103–106.
5. Колязов К.А., Шиянова Н.И., Сиротин П.А. Энергосберегающая система управления на основе нечеткого алгоритма. Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 100–103.
6. Колязов К.А., Одинокова Е.В., Остапенко А.Е., Смирнов Д.Ю., Тучкина Л.К., Яшин Д.Д. Моделирование однослойных нейронных сетей. Colloquium-journal. 2019. № 17–1 (41). С. 44–46.
7. Олейник М.Д., Семенов И.Д., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления танками в пивоваренном цехе. В сборнике: Интеграция образования, науки и производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мелеуз, 2020. С. 110–114.
8. Рахматуллина Э.И., Рудакова Э.В., Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления технологического процесса производства бисквитных рулетов. В сборнике: Интеграция образования, науки и производства. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Мелеуз, 2020. С. 134–138.
9. Сиротин П.А., Шиянова Н.И., Колязов К.А. Применение каскадного регулятора для повышения энергоэффективности производства. Наука. Технология. Производство — 2016: Современные методы и средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, средств и систем автоматики материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Салавате. УГНТУ, филиал в г. Салавате. 2016. С. 251–253.
10. Яшин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления градирней. В сборнике: Наука. Образование. Инновации. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 131–135.

© Колязов Константин Александрович (kaskad006@mail.ru), Одинокова Елена Владимировна (eodinokova@mfmfgutu.ru),

Остапенко Алина Евгеньевна (hardlinka@mail.ru), Смирнов Денис Юрьевич (dsmirnov@mfmfgutu.ru),

Тучкина Лариса Константиновна (ltuchkina@mfmfgutu.ru), Яшин Денис Дмитриевич (dyashin@mfmfgutu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»