

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/UJEG4973>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***В. Ф. Хацевский¹, Т. В. Гоненко²**

¹Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

²Омский государственный технический университет,

Российская Федерация, г. Омск

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЖАТОГО АЗОТА

В работе представлены исследования перспективности и эффективности применения современных систем автоматизации в технологических процессах производства инертных газов на промышленных предприятиях Республики Казахстан в качестве источников пневматической энергии, вспомогательных элементов передачи сыпучих веществ, продувочных веществ технологических аппаратов и в качестве газов носителей. Анализируется эффективность системы автоматизации технологического процесса производства сжатого азота, который является кровеносной системой любого химического и нефтехимического предприятия. Важной отличительной особенностью является то, что от количества и стабильности его поступления зависит безаварийность работы, количество и качество выпускаемой продукции химических и нефтехимических предприятий.

Доказана высокая функциональность системы управления технологическим процессом, заключающаяся в использовании трехуровневой программно-аппаратной платформы: полевого уровня автоматизации, программируемого логического контроллера и автоматизированного рабочего места с установкой на нем SKADA-системы.

Внедрение предложенной современной системы автоматизации в технологические процессы производства сжиженного азота на промышленных предприятиях приведет к повышению безопасности его производства, уменьшению затрат на производство важного в народном хозяйстве технологического продукта, который повысит

качество выпускаемой продукции химических и нефтехимических предприятий Республики Казахстан.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, контроллер, временная диаграмма, переходная характеристика.

Введение

В современной химической и нефтехимической промышленности для ведения технологических процессов используются в больших количествах инертные газы, основные из них – это азот, кислород и воздух. Они применяются в качестве источников пневматической энергии, вспомогательных элементов передачи сыпучих веществ, продувочных веществ технологических аппаратов и в качестве газов носителей [1]. Данные инертные газы, передаваемые по трубопроводам, по сути, являются кровеносной системой любого химического и нефтехимического предприятия, от их количества и стабильности поступления зависит безаварийность работы, количество и качество выпускаемой продукции химических и нефтехимических предприятий.

В данной статье исследуется перспективность и эффективность применения современных систем автоматизации в технологических процессах производства сжиженного азота с использованием трехуровневой программно-аппаратной платформы: полевого уровня автоматизации, программируемого логического контроллера и автоматизированного рабочего места с установкой на нем SKADA-системы.

Материалы и методы

Для получения наиболее высоких результатов своей деятельности предприятиям необходимо переходить на автоматизацию технологических процессов. Сегодня под автоматизацией понимают процесс развития машинного производства, где ранее выполняемые функции человека, передаются приборам и автоматическим устройствам [2, 3].

При исследовании автоматизации технологического процесса производства сжатого азота объектом исследования являются блок разделения воздуха и компрессор сжатия азота. Азотный компрессор предназначен для сжатия азота очень высокой чистоты, а также дальнейшей его подачи в цеха предприятия [4, 9].

Азотный компрессор применяется в самых различных сферах деятельности человека, существенно упрощая многие задачи и оберегая людей от непредвиденных ситуаций, способных привести к печальным последствиям.

Например, в химическом производстве - используется в емкостях, где хранятся химические вещества, которые вступают в активную фазу с кислородом или являющиеся огнеопасными, в нефтегазовой отрасли основная цель использования - создание инертной среды в магистральных емкостях для хранения продуктов нефтепереработки и обеспечение полной пожаробезопасности.

Схема автоматизации производства сжатого азота отображает в общем виде основные решения проекта по функциональной, организационной и технической структурам автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами контроля и управления, оперативным персоналом и технологическим объектом управления.

Принятые при выполнении структурной схемы принципы организации оперативного управления технологическим объектом, состав и обозначения отдельных элементов структурной схемы должны сохраняться во всех проектных документах на АСУ ТП, в которых они конкретизируются и детализируются в функциональных схемах автоматизации, структурной схеме комплекса технических средств (КТС) системы, принципиальных схемах контроля и управления.

Автоматизированная система управления производства сжатого азота реализуется с помощью трехуровневой программно-аппаратной платформы, представленной на рисунке 1 [2, 5, 6].



Рисунок 1 – Уровни АСУ ТП

Первым уровнем является полевой уровень автоматизации, датчики, установленные непосредственно на объекте управления выдают сигналы, которые преобразовываются вторичными преобразователями и посылаются в контроллер.

Вторым уровнем является программируемый логический контроллер. Здесь происходит обработка сигналов, приходящих с первого уровня и выдача сигналов управления обратно на первый уровень на исполнительные механизмы [10].

Третьим уровнем является автоматизированное рабочее место, с установленной на нем SCADA-системой. Контроллер передает информацию на АРМ, где оператор через человеко-машинный интерфейс в виде SCADA-системы получает информацию о ходе технологического процесса и может вручную управлять его параметрами [8, 9, 10].

Результаты и обсуждение

Рассматриваемая автоматизированная система имеет 48 аналоговых сигналов, поступающих в автоматизированную систему, а также 24

выходных аналоговых сигналов, поступающих на клапана и исполнительные механизмы, и 4 дискретных выходных сигнала.

В результате выполненных исследований на технологическом оборудовании получен массив данных, состоящий из 2000 значений входного параметра (расход азота, м³/час) и 2000 значений выходного параметра (давление азота, кгс/см²). Интервал дискретизации (промежутки времени, через которые производились измерения входных и выходных величин), t_s равен 3 секунды [7].

Для технологического объекта управления необходимо использовать лишь часть исходных данных, в объеме 100 измерений. Не нарушая единства рассуждений, были выбраны из массива данных значения входных и соответствующих им выходных параметров с номерами от 301 до 400.

Автоматически созданный отчет свидетельствует, что файл содержит результаты 100 измерений с интервалом дискретизации 3 с. Входными переменными является массив значений u_1 , а выходным параметром – y_1 . Временные диаграммы изменения входного и выходного сигналов (расхода и давления, соответственно) приведены на рисунке 2. наблюдения 300 с, приведены результаты 100 экспериментов с шагом дискретизации 3 с.

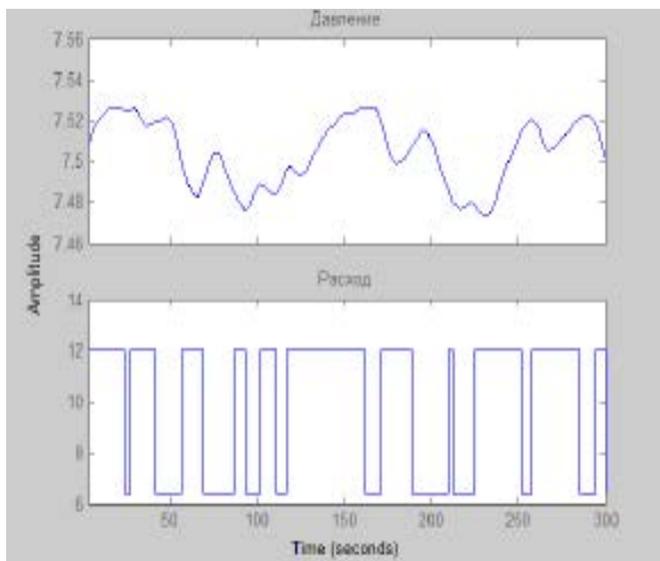


Рисунок 2 – Временные диаграммы входного и выходного сигналов, построенные в пакете Simulink

Для проверки полученных результатов синтеза регулятора системы построен график переходной характеристики процесса, приведенный на рисунке 3, и определены значения показателей качества, введя значения настроек каналов регулятора.

Рассчитанная АСР удовлетворяет требуемым показателям качества работы: динамическая ошибка и время регулирования не превышает заданных (допустимых) значений. Статическая ошибка регулирования при исследовании регулятора отсутствует.

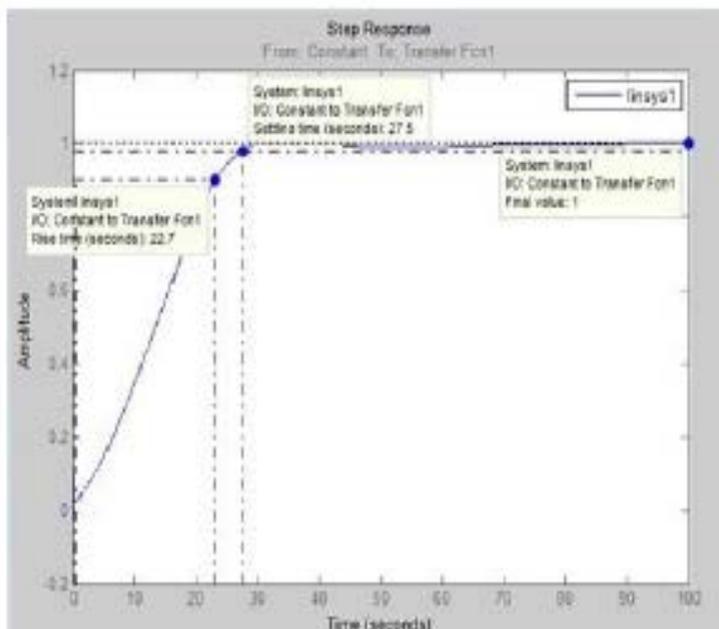


Рисунок 3 – Переходная характеристика системы с настроенным регулятором

На основе анализа переходных характеристик объекта управления был выбран наиболее подходящий для данного переходного процесса регулятор.

Выводы

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что предложенная система автоматизации технологического процесса производства сжатого азота на промышленных предприятиях доказала ее высокую функциональность, она заключается в использовании трехуровневой программно-аппаратной

платформы: полевого уровня автоматизации, программируемого логического контроллера и автоматизированного рабочего места с установкой на нем SKADA-системы.

Внедрение системы автоматизации приведет к повышению безопасности производства, уменьшению затрат на выпуск важного в народном хозяйстве технологического продукта, который повысит качество выпускаемой продукции химических и нефтехимических предприятий Республики Казахстан.

Развитие этого направления автоматизации является важной задачей для решения проблем с точки зрения экономики, надежности и безопасности эксплуатации оборудования химической и нефтехимической промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хомченко, В. Г., Гоненко Т. В., Пешко М. С.** Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : Учебное пособие, – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020 – 242 с.

2 **Волович, Г. И.** Роль АСУ ТП в производстве. 2-е изд., испр. – М. : «Додэка-XXI», – 2017. – 428 с.

3 **Лисицын, А. Н.** Проектирование автоматизированных систем // Инновационные технологии в науке и образовании: Сборник статей V Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2019. – С. 36–42.

4 **Тугов, В. В., Сергеев А. И., Шаров Н. С.** Проектирование автоматизированных систем управления : Учебн. Пособие. – изд-во «Лань», – 2019. – 172с.

5 **Попель, О. С.** Перспективы развития производства инертных газов // Энергия: экономика, техника, экология. – 2015. – № 3. – С. 6–11.

6 **Грахов, Ю. В.** Матвеевко, О. В. Соломин, Е. В. Программно-математическая модель технологического процесса // Материалы V МНПК «Возобновляемые источники энергии. Ресурсы» - М. : – 2018. С. 41– 42.

7 **Николаев, В. Г.** Оценка технологии производства инертных газов в России / Николаев В. Г. // Энергетик. – 2019. – №. 9. – С. 37–49.

8 **Vockman, O. S.** Some experiments with Scale models of electrochemical Society. - 2018. Vol. 101. 10. X-74.

9 **Глишков, М. А.** Основы общей теории технологических процессов. - М.: Наука, 2016. – 295 с.

10 **Соснин, О. М.** Основы автоматизации технологических процессов и производств. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 240 с.

REFERENCES

1 **Khomchenko, V. G., Gonenko T. V., Pecscko M. C.** Proektirovanie avtomatizirovannikh system upravleniya tekhnologicheskimi proszessami: Ychebnoe posobie. [Designing automated process control systems:Tutorial] Omsk : Izd-vo OmGTY, 2020 – 242 p.

2 **Volovich, G. I.** Rol ASY TP v proizvodstve. 2-e izd., ispr. [Role of APCS in production], ces. 2-nd ed., asp.– Moscow : «Dodeca-XXI». – 2017. – 428 p.

3 **Lisizsin, A. N.** Proektirovanie avtomatizirovannix sistem // Innovacionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii [Design of automated systems//Innovative technologies in science and education]: Sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Penza, 2019. – P. 36–42.

4 **Tygov, V. V., Sergeev A. I., Sharov N. S.** Proektirovanie avtomatizirovannikh system upravleniya : Ychebn. Posobie. [Design of automated control systems: Study. Manual].– izd “Lan”, 2019, – 172 p.

5 **Popel, O. C.** Perspektivy razvitiya proizvodstva inertnikh gazov // Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya. [Prospects for the development of inert gas production] // Energy: economics, technology, ecology. – 2015. – № 3. – P. 6–11.

6 **Grakhov, Yu. V., Matveenko, O. V., Solomin, E. V.** Programmno-matematicheskaya model texnologicheskogo processa [Software and mathematical model of wind power plant] // Materialy V MNPК “Vozobnovlyaemie istochniki energii. Resyrsy” – M. : – 2018. – P. 41– 42.

7 **Nikokaev, V. G.** Oszenka tekhnologii proizvodstva inertnikh gazov v Rossii [Evaluation of inert gas production technology in Russia/Nikolaev V. G.// Energetik] / Nikolaev V. G. // Energetik – 2019. – № 9. P. 37–49.

8 **Bockman, O. C.** Some experiments with Scale models of electrochemical Society. [Some experiments with Scale models of electrochemical Society] – 2018. Vol. 101. 10. X–74.

9 **Glinkov, M. A.** Osnovi obchey teorii tekhnologicheskikh processov. [Basics of the general theory of technological processes] – Moscow : Metallurgya, 2016. – 275 p.

10 **Sosnin, O. M.** Osnovi avtomatizatsii tekhnologicheskikh processov i proizvodstv. [Basics of automation of technological processes and production facilities] – Moscow : Izd zsentr «Academiya». – 2007 – p. 240.

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

В. Ф. Хацевский¹, Т. В. Гоненко²

¹Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті,

Ресей Федерациясы, Омбы қ.
Материал баспаға 15.12.22 түсті.

СЫҒЫЛҒАН АЗОТ ӨНДІРІСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Жұмыста Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік кәсіпорындарында пневматикалық энергия көздері, сусымалы заттарды берудің қосалқы элементтері, технологиялық аппараттардың үрлеу заттары ретінде және тасымалдаушы газдар ретінде инертті газдар өндірісінің технологиялық процестерінде қазіргі заманғы автоматтандыру жүйелерін қолданудың перспективалылығы мен тиімділігін зерттеу ұсынылған. Кез келген химиялық және мұнай-химиялық кәсіпорының қан шығару жүйесі болып табылатын сығылған азот өндірісінің технологиялық процесін автоматтандыру жүйесінің тиімділігі талданады. Маңызды ерекшелігі - жұмыстың апатсыздығы, химия және мұнай-химия кәсіпорындарының шығарылатын өнімдерінің саны мен сапасы оның түсу саны мен тұрақтылығына байланысты.

Үш деңгейлі бағдарламалық-аппараттық платформаны: автоматтандырудың далалық деңгейін, бағдарламаланатын логикалық бақылаушыны және оған SKADA-жүйені орнатумен автоматтандырылған жұмыс орнын пайдалануды қамтитын технологиялық процессті басқару жүйесінің жоғары функционалдылығы дәлелденді.

Өнеркәсіп кәсіпорындарында сұйытылған азот өндірудің технологиялық процестеріне ұсынылған қазіргі заманғы автоматтандыру жүйесін енгізу оның өндірісінің қауіпсіздігін арттыруға, Қазақстан Республикасының химия және мұнай-химия кәсіпорындарының шығарылатын өнімдерінің сапасын арттыратын халық шаруашылығындағы маңызды технологиялық өнімді өндіруге арналған шығындарды азайтуға әкеп соғады.

Кілтті сөздер: автоматтандырылған басқару жүйесі, технологиялық процесс, контроллер, уақытша диаграмма, өтпелі сипаттама.

**V. F. Khatsevskiy¹, T. V. Gonenko²*

¹Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar,

²Omsk State Technical University, Russian Federation, Omsk

Material received on 15.12.22

FEATURES OF COMPRESSED NITROGEN PRODUCTION PROCESS AUTOMATION

The work presents studies of the prospects and efficiency of the use of modern automation systems in technological processes for the production of inert gases at industrial enterprises of the Republic of Kazakhstan as sources of pneumatic energy, auxiliary elements for the transfer of bulk substances, blowdown substances of technological devices and as carrier gases. The effectiveness of the automation system of the technological process for the production of compressed nitrogen, which is the circulatory system of any chemical and petrochemical enterprise, is analyzed. An important distinguishing feature is that the number and stability of its receipt depends on the trouble-free operation, the quantity and quality of products produced by chemical and petrochemical enterprises.

The high functionality of the process control system has been proven, which consists in the use of a three-level software and hardware platform: a field automation level, a programmable logic controller and an automated workstation with a SKADA-system installed on it.

The introduction of the proposed modern automation system into the technological processes of the production of liquefied nitrogen at industrial enterprises will lead to an increase in the safety of its production, a decrease in the cost of producing an important technological product in the national economy, which will increase the quality of the products of chemical and petrochemical enterprises of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: automated control system, technological process, controller, time chart, transition characteristic.

Теруге 15.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4019

Сдано в набор 15.12.2022 г. Подписано в печать 30.12.2022 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4019

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz