

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА – ИМИТАТОРА РАБОТЫ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ В СРЕДЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL BASIC

Хафизов А.М., Юхин Е.Г., Гумеров Д.А., Крышко К.А.

*Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Салават, e-mail: alik_hafizov@mail.ru*

Для повышения промышленной безопасности на нефтегазовых производствах, для повышения профессионализма персонала предлагается создание виртуального тренажера по эксплуатации трубчатой печи в среде объектно-ориентированного программирования Visual Basic. Для проверки достоверности работы предложенного тренажера и сравнения полученных результатов с реальными был проведен анализ экспериментальных данных о технологических процессах в трубчатой печи. В среде разработки Visual Basic смоделированы технологические процессы в трубчатой печи, симулятор пропорционально-дифференциально-интегрального регулятора, режимы запуска и остановки печи в нормальном режиме, а также представлена теоретическая информация о конструкции печи и ее основных элементов. Симулятор позволяет повысить навыки работы операторов на установках с трубчатой печью, имитируя работу реального объекта, возможно введение сетевого режима, при котором тренировку могут проходить сразу несколько обучающихся одновременно, что существенно расширяет возможности учебного процесса. Внедрение тренажера-имитатора на предприятиях позволит выработать у сотрудников навыки отработки действий при возникновении нестандартных ситуаций.

Ключевые слова: трубчатая печь, виртуальный тренажер, нестандартные ситуации, повышение профессиональных навыков, безопасность производства

THE DEVELOPMENT OF A VIRTUAL SIMULATOR – IMITATOR OF OPERATION OF THE TUBULAR FURNACE IN THE ENVIRONMENT OF OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING VISUAL BASIC

Khafizov A.M., Yukhin E.G., Gumerov D.A., Kryshko K.A.

*Branch of SEI HE «Ufa State Petroleum Technological University»,
Salavat, e-mail: alik_hafizov@mail.ru*

To enhance industrial safety in the oil and gas industries, to enhance the professionalism of the staff, we propose the creation of a virtual simulator for the furnace in the environment of object-oriented programming Visual Basic. To verify the validity working of the proposed simulator and compare the obtained results with the real, was the analysis of experimental data on technological processes in a tube furnace. In the environment of Visual Basic has been modeled technological processes in a tube furnace, the simulator of proportional-integral-derivative controller, modes start and stop the oven in the normal mode, and presents theoretical information on the furnace design and its basic elements. The simulator allows you to improve the skills of operators at facilities with a tube furnace, simulating the work of a real object, it is possible to introduce network mode, in which the training can take from several students simultaneously, which greatly enhances the learning process. The introduction of simulator-imitator in enterprises will allow to develop employees skill testing in the case of abnormal situations.

Keywords: tube furnace, virtual simulator, emergency situation, improving of professional skills, production safety

Технологические установки предприятий нефтегазовой отрасли считаются опасными производственными объектами. Они имеют высокие показатели возникновения нестандартных и аварийных ситуаций [2].

Анализ аварийных ситуаций на производственных объектах нефтегазовой отрасли показал, что трубчатая печь является одним из опасных объектов. Данные Академии государственной противопожарной службы МЧС России за временной промежуток с 2007 по 2016 г. показывают, что 11,6% всех аварий на производственных объектах нефтегазовой отрасли приходится на трубчатые печи [4].

Применение виртуальной модели трубчатой печи позволяет многократно воспроизводить различные режимы работы, условия, не затрачивая при этом ресурсов настоящего оборудования и не подвергая опасности персонал и печи [5].

Поэтому для подготовки персонала на производстве наиболее эффективно использовать интерактивные современные технологии обучения, в частности виртуальные симуляторы, более того применение такого рода симуляторов обязательно для большинства промышленных предприятий [3].

Цель данной работы – повышение безопасности трубчатой печи путем изучения

ее работы на основе виртуальной модели. Для этого предлагаются решения следующих задач:

- разработка графических элементов тренажера;
- наглядное представление производственного объекта в виртуальной среде;
- описание механизма работы тренажера.

Для реализации виртуального тренажера за основу был взят реальный производственный объект. Для моделирования процессов в виртуальной среде был произведен сбор необходимых данных: техническая документация установки, нормы технологического процесса, характеристики объекта и оборудования.

При разработке интерфейса тренажера использовались мнемосхемы реальных объектов (трубчатые печи производства углеводородной шихты) для большей наглядности при обучении операторов. Основу интерфейса составляет графический экран с набором элементов, составляющих мнемосхему (клапаны, печи, трубопроводы, показания с виртуальных датчиков) [6]. Все элементы разработаны в отдельных графических редакторах. На рис. 3 представлены 2 ступени печи моделируемого объекта.

Данные печи предназначены для испарения и перегрева углеводородной шихты. В тренажере предусмотрены виртуальные датчики температуры в различных секциях печи, датчики содержания кислорода, углекислого газа в дымовых газах, положение дымовой заслонки [6] (рис. 1).

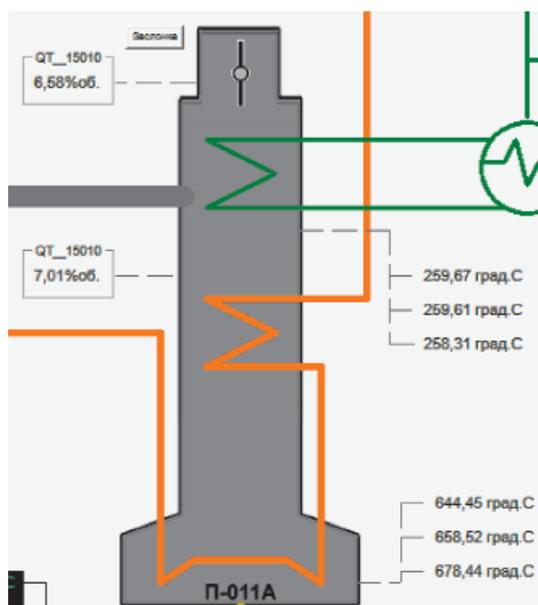


Рис. 1. Виртуальные датчики трубчатой печи

Так же помимо печей на мнемосхеме реализован графический элемент, изображающий кожухотрубчатый теплообменник (Т-004 на рис. 3). Его функция заключается в предварительном подогреве шихты за счет тепла алкилата, использующегося как теплоноситель, перед подачей ее в печи.

На рис. 2 представлено графическое исполнение регулирующих клапанов вместе с датчиками контролируемых параметров [1]. На этом же рисунке представлена каскадная система регулирования расхода топливного газа с коррекцией по температуре нагреваемого в печи продукта. Причем сплошная тонкая линия черного цвета означает управляющее воздействие регулятора, а пунктирная серого цвета – считывание информации о технологических параметрах с датчиков.



Рис. 2. Внешний вид регулирующего клапана в тренажере

Также на мнемосхеме представлена графическая модель насоса, необходимого для перекачки углеводородной шихты (Н-047 на рис. 3).

Кроме того, в тренажере представлены индикаторы сигнализаций (желтые квадраты на рис. 3), срабатывающие при выходе какого-либо технологического параметра из регламентированного диапазона [1]. Таким образом оператор будет уведомлен о нарушении режима работы объекта.

Общий интерфейс тренажера-имитатора в режиме обучения представлен на рис. 3.

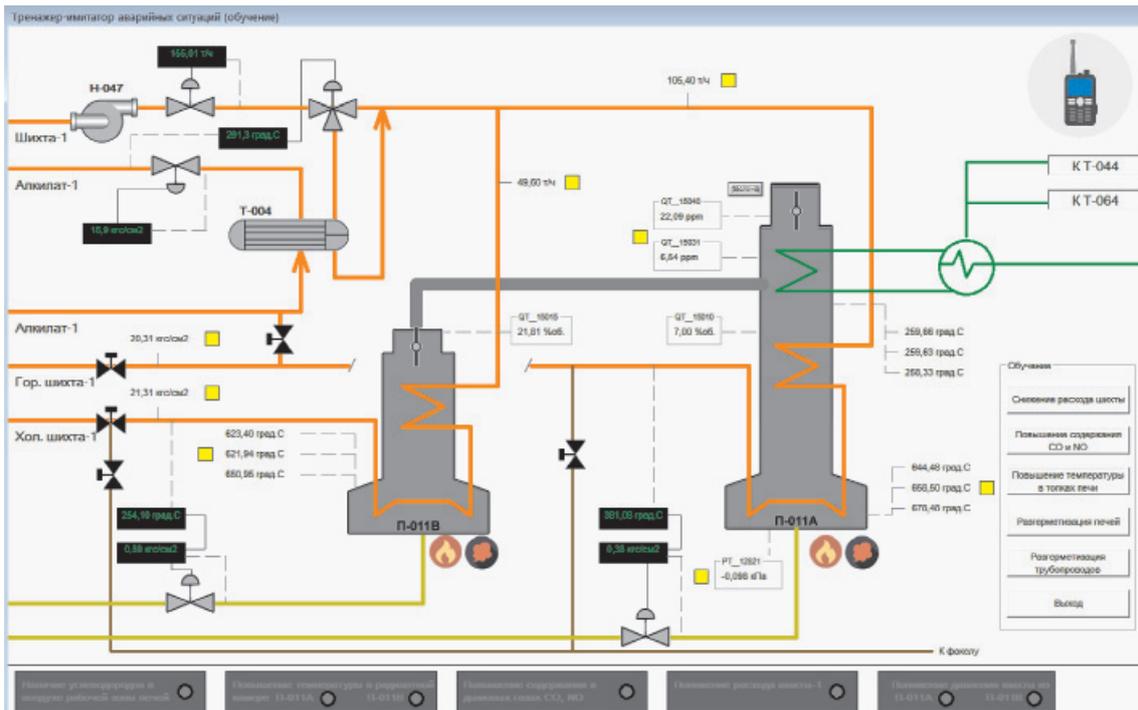


Рис. 3. Интерфейс тренажера-имитатора

Индикаторы сигнализаций продублированы в более подробном исполнении на панели сигнализаций в нижней части интерфейса программы (рис. 3).

В случае, если непосредственных действий оператора недостаточно для устранения неполадки (к примеру, не сработала АВР), в тренажере присутствует модуль распоряжений, представляющий собой рацию. Таким образом, оператор может отдать распо-

ряжения виртуальному персоналу по ремонту. Данный модуль имеет несколько вариантов распоряжений, некоторые из которых ложные (в режиме экзамена). Выбирая правильную последовательность распоряжений в каждой конкретной ситуации, оператор имеет возможность устранить неполадку в случае, когда из операторной сделать это не представляется возможным [6]. На рис. 4 представлен интерфейс модуля распоряжений.

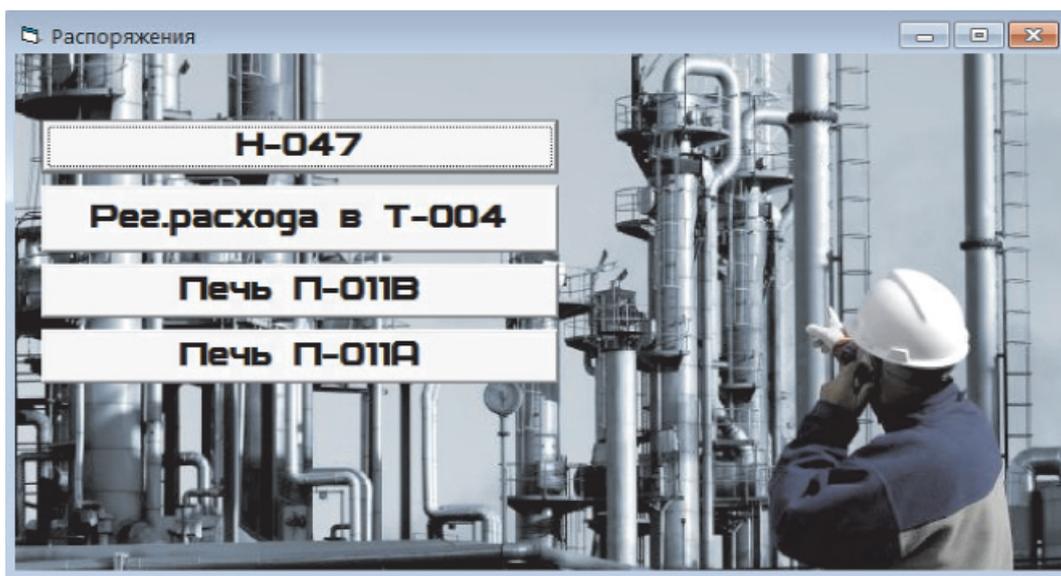


Рис. 4. Интерфейс модуля распоряжений

Для создания рабочих окон и других второстепенных окон, отличных от главного, в среде Visual Basic использовались глобальные переменные, распознаваемые во всех вновь созданных окнах, а не только на локальном участке кода той формы, где этой переменной присваивается необходимое значение. Например, в тренажере описанная ранее аварийная ситуация, связанная со снижением расхода продукта, может произойти по двум причинам: из-за неисправного насоса или поломки регулятора расхода. Для того, чтобы программа выбирала одну из этих причин при нажатии на кнопку, соответствующую данной аварийной ситуации, была создана глобальная переменная «grichina1». В зависимости от конкретной причины аварии ей присваивается значение 0 или 1. Так как эта переменная глобальная, ее значение считывается и в других рабочих окнах, в частности – в формах насоса и регулятора, после чего рабочие окна изменяют информацию об объекте.

Также в целях обучения в тренажере представлен симулятор ПИД-регулятора, контролирующего расход шихты (рис. 5). Для вызова симулятора необходимо открыть рабочее окно регулятора расхода шихты после насоса, нажав левой кнопкой мыши по соответствующему графическому элементу на мнемосхеме и активировать кнопку

«ПИД». Затем откроется рабочее окно симулятора, основную часть которого занимает поле для построения графика, причем желтая линия обозначает уставку, красная – предельное значение расхода, при достижении которого срабатывает сигнализация.

В данном симуляторе для оператора имеется возможность изменить уставку, коэффициенты ПИД-регулятора и увидеть влияние своих действий на тренде. На работу всего тренажера данный симулятор не оказывает влияния, однако дает навыки работы с ПИД-регулятором, показывает зависимости различных коэффициентов на характер построения тренда. У оператора также имеется возможность отрегулировать настройки регулятора, чтобы минимизировать статическую ошибку (по умолчанию определены не самые оптимальные настройки, поэтому ошибка между установленным значением расхода и фактическим присутствует).

После написания кода программы проводится тестирование и отладка, в результате чего найденные ошибки в коде исправляются. Также на данном этапе проверяются всевозможные сценарии взаимодействия пользователя с виртуальным тренажером, чтобы исключить ситуации, когда программа не может найти решения из-за некорректного использования.

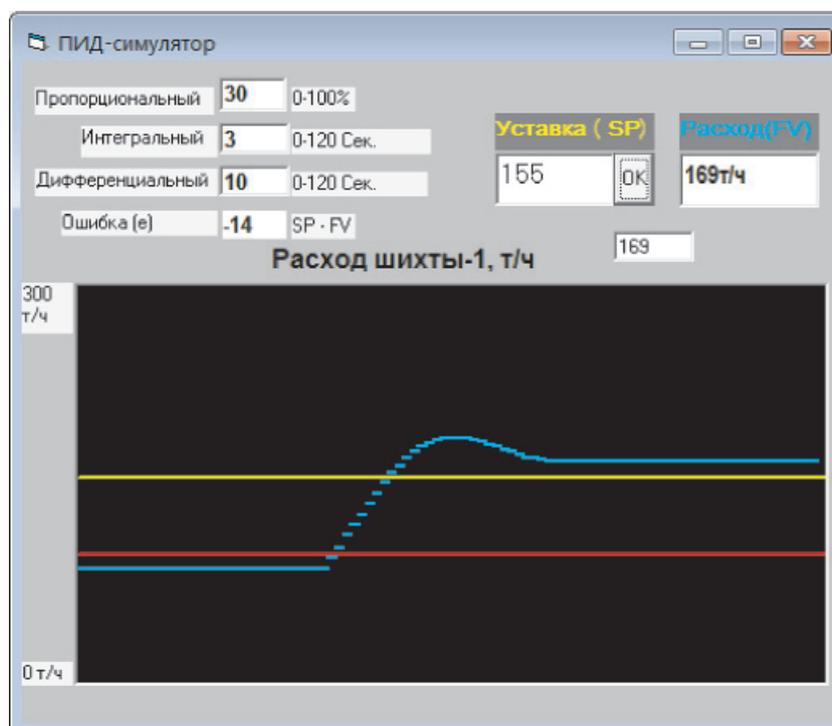


Рис. 5. Симулятор ПИД-регулятора

Данный тренажер позволяет обучать сотрудников предприятий нефтегазовой отрасли правильно и безопасно обслуживанию трубчатых печей. Имеется множество сценариев, применимых для производственных ситуаций: запуск печи, остановка печи, поддержание рабочего режима печи, обнаружение и устранение неисправности в работе печи.

Список литературы

1. Кошелев Н.А. Разработка иммитатора-тренажера для мониторинга технологических процессов и электрооборудования предприятий нефтегазовой отрасли / Н.А. Кошелев, Е.Г. Юхин, А.М. Хафизов // Тинчуринские чтения: материалы докладов XI Международной молодежной научной конференции / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 3 т.; Т. 1. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – С. 27–28.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств». Серия 09. Вып. 37. – 2-е изд., доп. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 126 с.
3. Хафизов А.М. Проблемы корпоративной социальной ответственности в области экологии на примере ПАО «Газпром» / А.М. Хафизов, О.С. Малышева, А.И. Самошкин, Я.Ф. Хабирова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 6–2. – С. 480–484.
4. Хафизов А.М. Разработка системы «усовершенствованное управление» для оценки ресурса трубчатой печи и повышения эффективности противоаварийной автоматической защиты / А.М. Хафизов, М.Г. Баширов, Д.Г. Чурагулов, Р.Р. Аслаев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–3. – С. 536–539.
5. Юхин Е.Г. Перспективы применения виртуальных тренажеров в промышленном производстве / Е.Г. Юхин,

А.М. Хафизов // Евразийский научный журнал – 2016. – № 4. – С. 63–64.

6. Юхин Е.Г. Разработка виртуального тренажера-имитатора работы трубчатой печи для повышения профессиональных навыков сотрудников предприятий нефтегазовой отрасли / Е.Г. Юхин, Н.А. Кошелев, А.М. Хафизов, О.С. Малышева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–5. – С. 970–974.

References

1. Koshelev N.A. Razrabotka immitatora-trenazhera dlya monitoringa tekhnologicheskikh processov i ehlektrooborudovaniya predpriyatij neftegazovoj otrasli / N.A. Koshelev, E.G. Yuhin, A.M. Khafizov // Materialy dokladov XI Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii «Tinchurinskie chteniya» / pod obshch. red. rektora KGEHU E.H. YU. Abdullazyanova. V 3 t.; T. 1. Kazan: Kazan. gos. ehnerg. un-t, 2016. pp. 27–28.
2. Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Obshhie pravila vzryvobezopasnosti dlya vzryvopozharopasnyh himicheskikh, neftehicheskikh i neftepererabatyvayushchih proizvodstv». Seriya 09. Vypusk 37. 2-e izd., dop. M.: Zakrytoe akcionernoe obshhestvo «Nauchno-tehnicheskij centr issledovaniy problem promyshlennoj bezopasnosti», 2013. 126 p.
3. Khafizov A.M. Problemy korporativnoj socialnoj otvetstvennosti v oblasti ehkologii na primere PAO «Gazprom» / A.M. Khafizov, O.S. Malysheva, A.I. Samoshkin, YA.F. Habirova // Fundamentalnye issledovaniya. 2016. no. 6–2. pp. 480–484.
4. Khafizov A.M. Razrabotka sistemy «usovershenstvovannoe upravlenie» dlya ocenki resursa trubchatoy pechi i povysheniya ehffektivnosti protivooavariynoj avtomaticheskoy zashchity / A.M. Khafizov, M.G. Bashirov, D.G. Churagulov, R.R. Aslaev // Fundamentalnye issledovaniya. 2015. no. 12–3. pp. 536–539.
5. Yuhin E.G. Perspektivy primeneniya virtualnyh trenazherov v promyshlennom proizvodstve / E.G. Yuhin, A.M. Khafizov // Evrazijskij nauchnyj zhurnal 2016. no. 4. pp. 63–64.
6. Yuhin E.G. Razrabotka virtualnogo trenazhera-imitatora raboty trubchatoy pechi dlya povysheniya professionalnykh navykov sotrudnikov predpriyatij neftegazovoj otrasli / E.G. Yuhin, N.A. Koshelev, A.M. Khafizov, O.S. Malysheva // Fundamentalnye issledovaniya. 2015. no. 12–5. pp. 970–974.