

## ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА, РАБОТАЮЩЕГО В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ

Д.С. Калинин<sup>1</sup>, С.А. Скворцов<sup>2</sup>, С.С. Толстошеин<sup>3</sup>

*ОАО «Государственный научно-исследовательский химико-аналитический институт», г. Санкт-Петербург (1); кафедра «Информационные процессы и управление» (2); НОЦ ФГБОУ ВПО «ТГТУ» (3); dfoxd@yandex.ru*

*Представлена членом редколлегии профессором В.Г. Матвейкиным*

**Ключевые слова и фразы:** тренажерный комплекс; циклические адсорбционные процессы.

**Аннотация:** Описан тренажерный комплекс для подготовки персонала, работающего в замкнутых объемах, при различных режимах функционирования процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода.

---

На современном этапе развития человечества все более актуальным становится освоение сред с неестественными для него условиями обитания, что требует разработки новых поколений технических систем жизнеобеспечения. Эти системы должны функционировать на длительных этапах автономного пребывания человека, где отсутствует возможность пополнения расходуемых продуктов обеспечения жизнедеятельности.

Специфику условий, параметры воздействия среды предвидеть заранее крайне сложно или невозможно. Кроме того, в объектах систем жизнеобеспечения протекают сложные физико-химические и биологические процессы с участием человека, а это связано с дополнительными ограничениями.

Роль человека в предотвращении аварийных ситуаций велика. Кроме того, очень велико значение профессиональной подготовки персонала при локализации и ликвидации аварийных ситуаций. Для аварий в большинстве случаев существуют объективные предпосылки.

Нами разработан тренажерный комплекс для подготовки персонала, работающего в замкнутых объемах длительное время, при различных режимах функционирования процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода.

Под тренажерным комплексом понимается система программно-технических средств, в основе которой лежат: математическая модель процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода в системе жизнеобеспечения, алгоритм управления технологическими элементами и режимами функционирования. Система осуществляет сбор, хранение и визуализацию информации.

В качестве инструментария для разработки тренажерного комплекса выбрано программное обеспечение отечественного производителя ООО НПФ «КРУГ» (г. Пенза), а именно программный пакет «КРУГ-2000», который позволит решить задачи, стоящие перед тренажерным комплексом.

Тренажерный комплекс построен на основе имитационных моделей процессов и обеспечивает моделирование процесса концентрирования диоксида углерода; изучение технологии управления процессом концентрирования диоксида углерода в системе жизнеобеспечения; наглядность представления технологической

информации и удобство работы оператора; возможность одновременной работы группы обучаемого персонала.

Структура технических средств тренажерного комплекса для подготовки персонала является двухуровневой.

Нижний уровень включает имитационную станцию инструктора – автоматизированное рабочее место (АРМ), которая обеспечивает возможность задания нештатных и аварийных ситуаций, отказа оборудования, срабатывания защит, а также наблюдения за действиями обучаемого специалиста.

На верхнем уровне находятся информационно-управляющие станции обучаемых, которые предназначены для формирования навыков по подготовке установки к запуску и остановке работы установки, изменению технологического режима, грамотному поведению при возникновении аварийной ситуации. На каждой станции отображение информации осуществляется следующими способами: динамизированными мнемосхемами технологического объекта с различной степенью детализации; цифровой и текстовой информацией, отображающей состояние переменных технологического объекта в динамике; графиками и диаграммами, представляющими изменение состояния объекта во времени; видеокадрами текстовых сообщений об изменении состояния технологического объекта.

Для соединения АРМ инструктора и станций обучаемых в единую компьютерную сеть используется коммутатор.

Сбор и передача информации о процессе концентрирования углекислого газа в системах жизнеобеспечения замкнутого объема между АРМ инструктора и станциями обучаемых осуществляется по технологии OPC<sup>1</sup> посредством локальной вычислительной сети: OPC-клиент – программа, принимающая данные от OPC-сервера; OPC-сервер – программа, преобразующая данные из внутреннего формата системы в формат данных OPC и передающая их подключенным OPC-клиентам, а также принимающая от OPC-клиентов команды на прием данных.

Сбор и передача информации о процессе концентрирования диоксида углерода в системе жизнеобеспечения замкнутого объема между АРМ инструктора и станций обучаемых осуществляется по технологии OPC посредством локальной вычислительной сети. Сервис обработки и хранения информации получает данные от OPC-сервера. Сервер событий формирует сообщения из событий и передает их для визуализации своим клиентам. Графический интерфейс обеспечивает человеко-машинный интерфейс тренажерного комплекса.

Программный модуль выполняет имитацию внешней среды, расчет математической модели процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода, расчет системы управления, имитацию аварийных ситуаций в автоматическом или ручном режиме. Генератор аварийных ситуаций позволяет имитировать реальную аварийную ситуацию, а также последовательность аварийных ситуаций, происходящих в заданное время. Программное обеспечение модели процесса обеспечивает не только моделирование поведения процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода, но и подготовку отображения данных, позволяющих оценить правильность действий обучаемых и уровень их подготовки.

Доступ персонала к данным и функциям обеспечивает «Менеджер пользователей». «Менеджер задач» обеспечивает настройку запуска комплекса и постоянный контроль над работой программных средств.

Интерфейс тренажерного комплекса для подготовки персонала, работающего в замкнутых объемах при различных режимах функционирования, обусловленных различной нагрузкой персонала представлен системой мнемосхем, некоторые из которых представлены на рис. 1, 2.

---

<sup>1</sup> OPC (OLE for Process Control) – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.

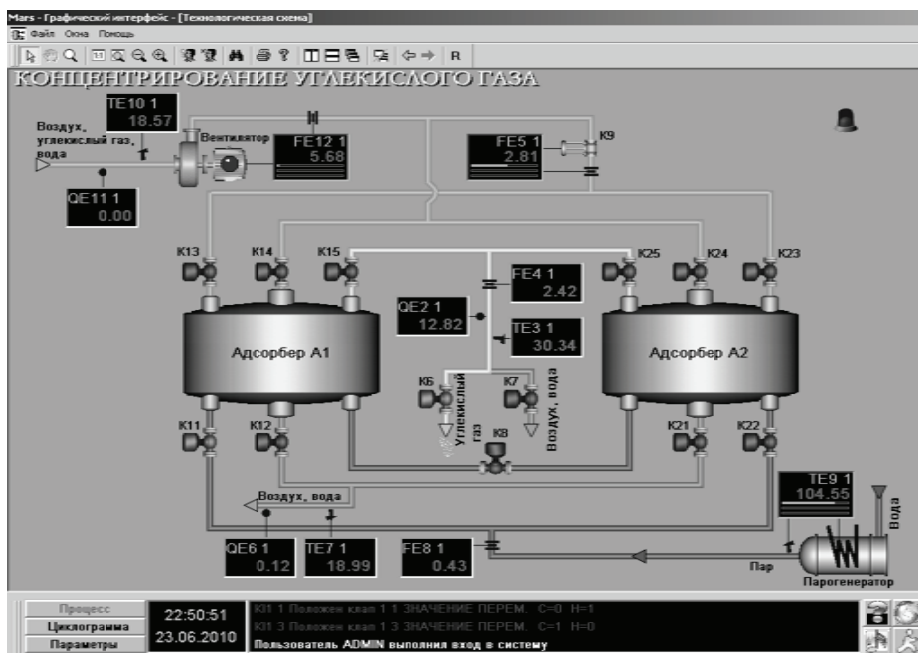


Рис. 1. Мнемосхема «Концентрирование диоксида углерода»

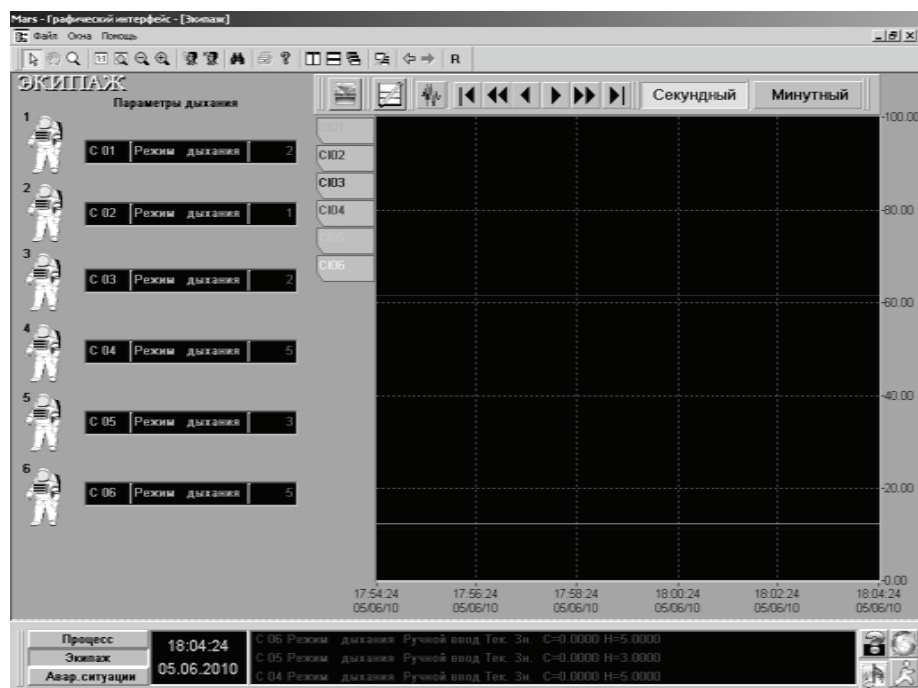


Рис. 2. Мнемосхема «Экипаж»

На мнемосхеме «Концентрирование углекислого газа» (см. рис. 1) изображена технологическая схема установки со значениями технологических параметров. При нарушении параметров процесса адсорбционного концентрирования углекис-

лого газа прямоугольник на кнопке вызова видеокadra начинает мигать цветом, соответствующим нарушению, при этом срабатывает звуковая сигнализация.

На мнемосхеме «Экипаж» (см. рис. 2) отображаются данные о режимах дыхания каждого человека, в правой части осуществляется построение графиков процесса изменения режима дыхания каждого члена персонала.

Тренажерный комплекс как средство обучения предоставляет обучающимся следующие функциональные возможности:

- изучать технологический процесс адсорбционного концентрирования диоксида углерода, оценивать влияние обитаемой среды на его протекание, а также управлять процессом;

- анализировать и прогнозировать последствия возможных нештатных и аварийных ситуаций, возникающих в среде обитания персонала;

- вырабатывать и закреплять навыки управления, необходимые при реализации режимов работы концентратора углекислого газа, в связи с изменяющейся интенсивностью работ, выполняемых персоналом, и, соответственно, связанных с пересчетом технологического режима.

Итогом работы на тренажере является приобретение и поддержание на высоком уровне знаний и навыков персонала, работающего в замкнутых объемах, при различных режимах функционирования процесса адсорбционного концентрирования диоксида углерода.

*Работа выполнена в рамках соглашения № 14.В37.21.2083 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.*

#### *Список литературы*

1. Шумяцкий, Ю.И. Промышленные адсорбционные процессы : учеб. пособие / Ю.И. Шумяцкий. – М. : КолосС, 2009. – 183 с.

---

## **Simulators for Training Personnel Working in Confined Spaces**

**D.S. Kalinin<sup>1</sup>, S.A. Skvortsov<sup>2</sup>, S.S. Tolstoshein<sup>3</sup>**

*State Research Institute of Chemical Analysis, St. Petersburg (1);  
Department “Information Processes and Control” (2);  
SEC, TSTU (3); dfoxd@yandex.ru*

**Key words and phrases:** cyclic adsorptive process; simulator.

**Abstract:** Simulator for training personnel working in confined spaces has been developed; it can work in various operational modes of adsorbed concentration of carbon dioxide.

---

## **Trainingskomplex für die Vorbereitung des in den geschlossenen Umfängen arbeitenden Personals**

**Zusammenfassung:** Es ist der Trainingskomplex für die Vorbereitung des in den geschlossenen Umfängen arbeitenden Personals bei verschiedenen Regimes des Funktionierens des Prozesses der Adsorptionskonzentrierung des Kohlendioxides entwickelt.

## **Complexe home-trainer pour l'entraînement du personnel travaillant dans les volumes fermés**

**Résumé:** Est élaboré un complexe home-trainer pour l'entraînement du personnel travaillant dans les volumes fermés lors de différents régimes du fonctionnement du processus de la concentration absorbante du dioxyde de l'hydrogène.

---

**Авторы:** *Калинин Данила Сергеевич* – младший научный сотрудник, ОАО «Государственный научно-исследовательский химико-аналитический институт», г. Санкт-Петербург; *Скворцов Сергей Александрович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные процессы и управление»; *Толстошеин Сергей Серафимович* – кандидат технических наук, сотрудник НОЦ, ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Погонин Василий Александрович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные процессы и управление», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

---