

Д.В. Бушнев, Б.Ф. Дорохов, А.В. Романов

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТРЕНАЖЕР ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ РЕКТИФИКАЦИИ БУТАДИЕНА

В статье приведено описание экспертной системы – компьютерной программы-тренажера для обучения, контроля и тренинга персонала при ликвидации аварийных ситуаций на промышленном объекте азеотропной осушки и ректификации бутадиена.

Для приобретения практических навыков безопасного выполнения работ, предупреждения аварий и ликвидации их последствий на технологических объектах с блоками I и II категорий взрывоопасности все рабочие и инженерно-технические работники, занятые ведением технологического процесса и эксплуатацией оборудования на этих объектах, должны проходить курс подготовки и отработки практических навыков с использованием современных технических средств обучения /1/. Для решения этой задачи разработано программное средство – автоматизированный тренажер ликвидации аварийных ситуаций (АТЛАС-ВСК ДК-5), который обеспечивает компьютерный тренаж персонала по безопасному ведению работ на технологической установке азеотропной осушки и ректификации бутадиена ОАО "ВОРОНЕЖСИНТЕЗКАУЧУК".

Технологическая схема установки приведена на рис. 1. Привозной бутадиен-концентрат насосом PD1 подается в колонну K1. Предусмотрена возможность приема бутадиена через узел захолаживания, где после его охлаждения в трубном пространстве холодильника T1 происходит расслаивание бутадиена и воды в емкости E1. Бутадиен из E1 направляется непосредственно в колонну K1, в которой происходит процесс азеотропной осушки, заключающийся в отгоне паров бутадиена и воды (гетероазеотропа). Обогрев колонны осуществляется через кипятильник E2. Гетероазеотропная смесь из K1 поступает в конденсаторы T2, охлаждаемые захолаженной водой. После расслоения в емкости E3 бутадиеновая фракция возвращается в K1 в виде флегмы с помощью насоса PD2. Осушенный бутадиен-концентрат из куба (нижней части) колонны K1 насосом PD3 подается в колонну K2, в которой происходит ректификация (освобождение) бутадиена от высококипящих примесей. Обогрев K2 осуществляется посредством кипятильника E4. Пары бутадиена из K2 поступают на конденсацию в дефлегматор T3. Конденсат бутадиена-концентрата собирается в емкости E5, откуда насосом PD4 подается обратно в K2 в виде флегмы и, после охлаждения в холодильнике T4, далее для работы других блоков. Для определения влаги в потоке бутадиена-концентрата установлен влагометр. Кубовые ректификации бутадиена из K2 откачиваются насосом PD5. Освобождение аппаратов, трубопроводов, арматуры, работающих с бутадиеном, происходит в емкости-монжусы. Предусмотрено резервирование следующего оборудования: колонн K1 и K2, кипятильников E2 и E4, дефлегматора T2, T3.

В основе работы тренажера лежит динамическая модель описанного технологического объекта. Модель включает в себя систему дифференциально-

разностных и логических уравнений, библиотеку графических изображений и фотографий, увязанных в единую сюжетную линию, которая позволяет видеть на экране компьютера максимально приближенную к реальной картину протекания и управления технологическим процессом.

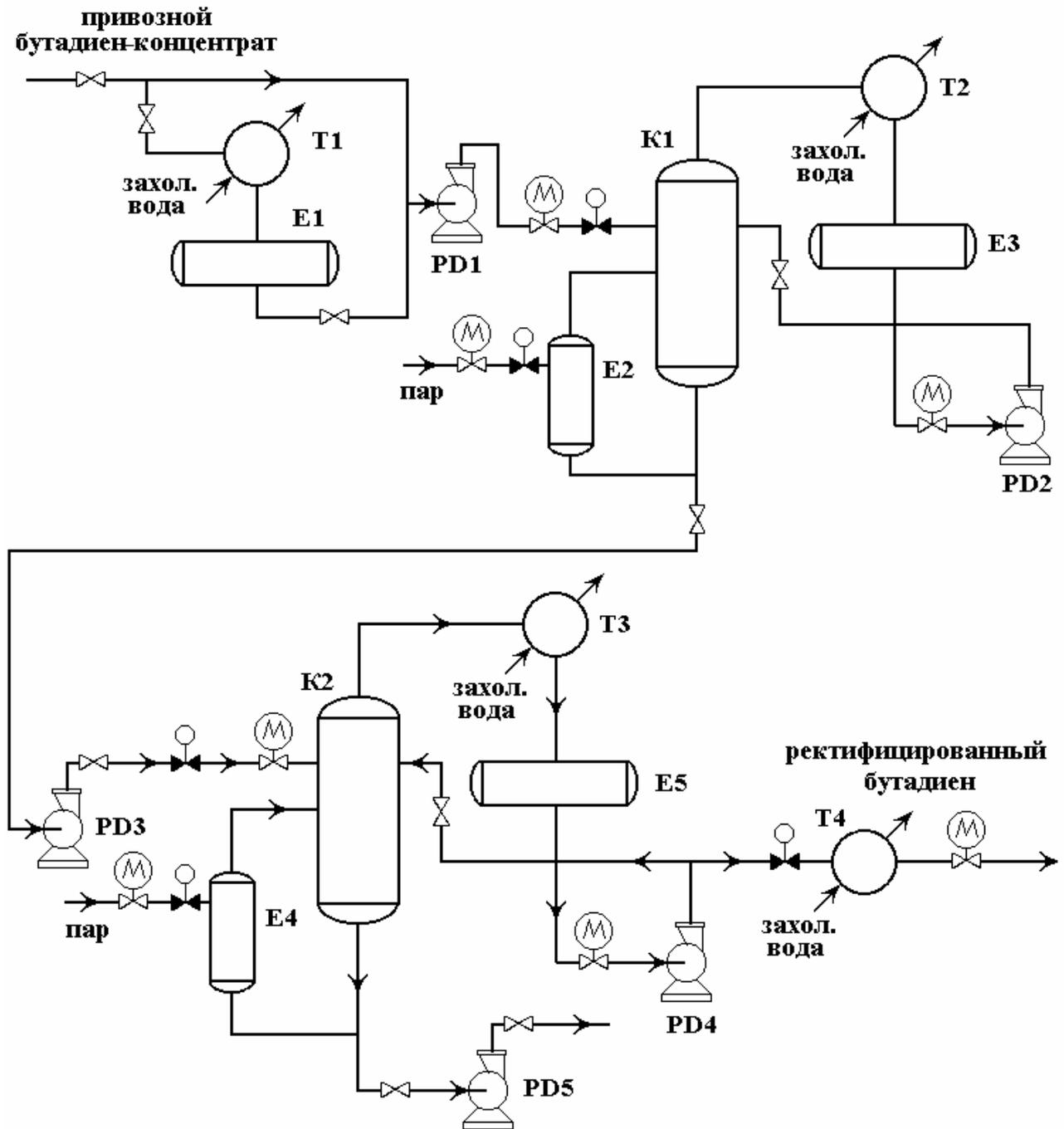


Рис. 1. Схема технологического блока азеотропной осушки и ректификации бутадиена

Система графических изображений построена на основе сформированной базы данных фотографий реальных объектов технологического блока. Кроме того, имеется нормативная база знаний, содержащая сведения об исходных значениях переменных, реализующих математическую модель вышеупомянутого

процесса, описания эталонных действий персонала, список аварийных ситуаций, должностей и рабочих мест.

Тренажер является компьютерной версией плана ликвидации аварийных ситуаций возникающих на блоке ректификации бутана. В каждом сеансе тренажа участвует один человек, который, работая на персональном компьютере, решает задачи по ликвидации компьютерной версии аварийной ситуации. Аварийная ситуация, моделируемая на компьютере, выбирается по случайному закону из списка ситуаций, сформированного согласно плану ликвидации аварийных ситуаций, утвержденному руководством завода. При случайном выборе учитывается должность и рабочее место тестируемого. Количество моделируемых аварийных ситуаций, а также список рабочих мест и должностей испытываемых практически неограниченно и может изменяться в процессе эксплуатации тренажера. Уровень компьютерной грамотности, предъявляемый к персоналу, является минимально возможным.

Оценка знаний и умений испытываемого проводится на основании эталонного ответа из базы данных эталонных ответов. Эталонный ответ – это порядок действия персонала в аварийной ситуации определяемый планом ликвидации аварийных ситуаций и уточненный экспертами из числа руководителей и ведущих специалистов цеха. Знания и умения тестируемого персонала оцениваются не только по принципу “ЗАЧЕТ” – “НЕЗАЧЕТ”, но и, в случае неуспешного завершения тестирования, приводится список всех допущенных ошибок, что обеспечивает интеграцию процесса контроля и обучения. Многократное решение задач ликвидации аварийных ситуаций с использованием тренажера позволяет выработать у персонала динамический стереотип поведения при реальном возникновении аварийной ситуации на объекте.

По своей сути тренажер является экспертной системой /2/, обеспечивающей реализацию задач обучения персонала как действиям в аварийных ситуациях, так и действиям при обычном управлении технологическим процессом.

Разработанное программное обеспечение было продемонстрировано и получило одобрение на семинаре по теме "Основные положения системы работы с персоналом", прошедшем в сентябре 2001 года на ОАО "ВОРОНЕЖСИНТЕЗКАУЧУК". В семинаре приняли участие двадцать шесть предприятий химической промышленности, подконтрольных АК "СИБУР".

#### Литература

1. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств ПБ 09-170-97. Госгортехнадзор России.

2. Острейковский В.А. Информатика: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 511 с.