

УДК 614.84

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ТОПЛИВОСНАБЖЕНИЯ МОДУЛЬНОГО УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Лахвич В.В., к.т.н., Гороховик Д.М., Садовский А.Я.,
Полева И.И., к.т.н., доцент, Кузьмицкий В.А., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

e-mail: mail@kii.gov.by

Охарактеризованы системы управления и топливоснабжения модульного учебно-тренировочного комплекса, разработка которого ведется в Командно-инженерном институте МЧС Республики Беларусь. Описано устройство и работа оригинальной горелки, обеспечивающей моделирование пожарной нагрузки в трех режимах.

The control and fuel supply systems for modular training complex, which is developed in the Institute for Command Engineers of the Ministry for Emergencies of the Republic of Belarus, are characterized. The design and operation of the original burner providing the simulation of fire load in three modes are described.

(Поступила в редакцию 11 марта 2013 г.)

В нашей предыдущей работе [1] описаны основные особенности модульного учебно-тренировочного комплекса, создание которого ведется в Командно-инженерном институте МЧС Республики Беларусь. Разрабатываемый комплекс предназначен для подготовки пожарных-спасателей в условиях воздействия на них опасных факторов пожара: повышенной температуры окружающей среды, пониженной концентрации кислорода, задымления, пламени. Модули комплекса состоят из морских контейнеров повышенной вместимости с геометрическими размерами 12×2,4×2,9 м. Для функционирования комплекса, а также обеспечения безопасности предусмотрен ряд систем, в том числе: создания огневого воздействия, дымоимитации, дымоудаления, звукового и светового воздействия, освещения, видеонаблюдения, аварийной эвакуации и др., данные о которых приведены в [1]. В настоящей работе представлены подробные сведения о разработке систем управления и топливоснабжения рассматриваемого модульного учебно-тренажерного комплекса.

Система управления тренажерного модуля

Система управления является ядром учебно-тренировочного комплекса, она предназначена для обеспечения постоянного контроля хода тренировки, поддержание связи, а также осуществление процесса руководства инструктором маршрутов движений обучающихся в тренажерном блоке и внесение при необходимости изменений в поставленные задачи.

Система управления контролирует:

- освещение;
- акустическую связь и звукоимитацию;
- вентиляцию и дымоудаление;
- задымление;
- концентрацию паров горючего вещества;
- температуру в помещении;
- работу огневых имитаторов;
- аварийную остановку.

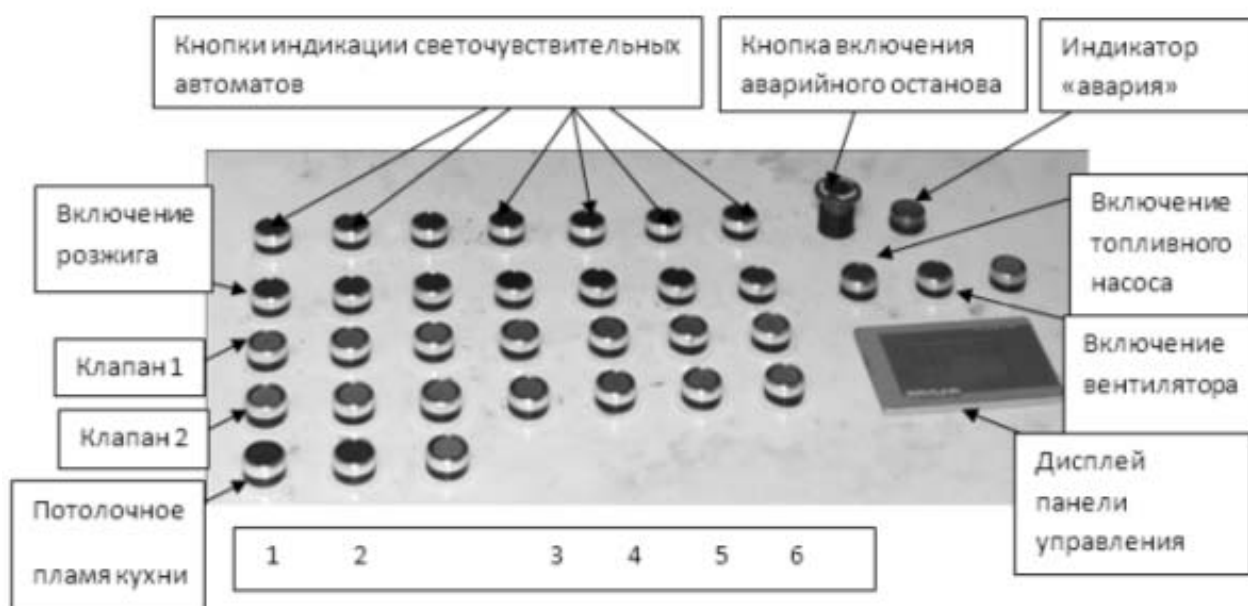
Управление тренажерным комплексом реализовано в автоматическом и ручном режиме. Автоматический режим является основным, он также дублирует ручное управление, при этом контролируется соответствие последовательности включения активных элементов при возможных ошибках оператора.

В автоматическом режиме работы используется панель управления и три контроллера фирмы «Pixsys». Программирование контроллеров осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения, состоящего из программы PLprog, необходимой для записи внутренней логики устройств, а так же программы TDdesigner, реализующей графическое отображение на ЖК-панели управления.

Управление открытием и закрытием клапанов горелки, электророзжигом, вентиляцией и аварийным режимом осуществляется путем подключения соответствующего реле к цифровым входам-выходам контроллеров. Необходимые для контроля температуры пламени термопары подключаются к аналоговым входам. Работа системы контроллеров обеспечивается постоянным напряжением 24 В.

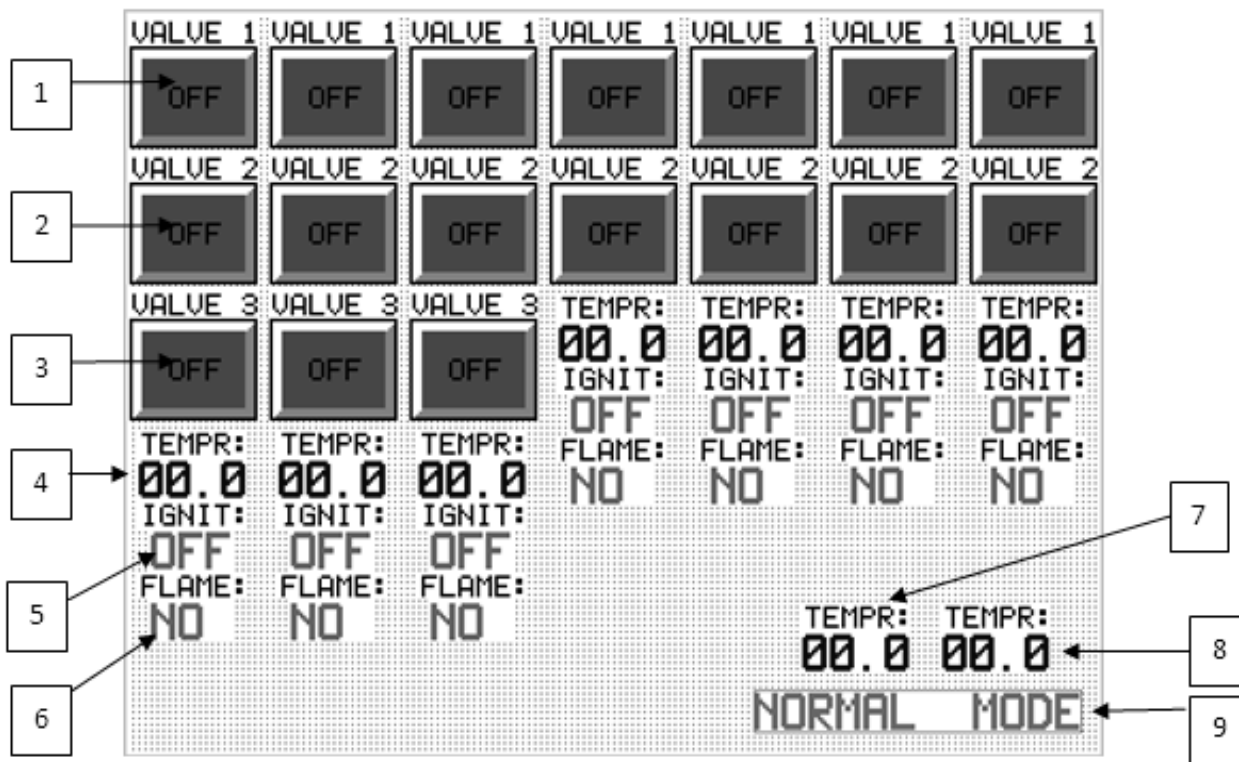
Инструктор при проведении занятий может также использовать ручное управление путем нажатия соответствующей кнопки на пульте управления. Включение клапанов горелок фиксируется подсветкой клавиши, закрепленной за каждым клапаном. Клавиши, отвечающие за включение и отключение горелок, сгруппированы по блокам. Если инструктор посчитает действия обучающихся достаточными по тушению горящего элемента, он может отключать горелки путем нажатия кнопки на пульте управления [2].

Вид рабочей зоны пульта управления и дисплея панели управления представлен на рис. 1 и 2.



1 – кухня; 2 – лестница; 3 – газовые баллоны; 4 – вешалка; 5 – диван; 6 – шкаф

Рисунок 1 – Общий вид пульта управления



1 – клапан 1; 2 – клапан 2; 3 – потолочное пламя кухни; 4 – температура огневого модуля;
 5 – включение розжига; 6 – наличие пламени; 7 – температура на расстоянии 1 метр от пола;
 8 – температура под потолком; 9 – безопасный режим

Рисунок 2 – Рабочая зона дисплея панели управления

На рис. 3 представлен алгоритм работы системы управления модульным тренажерным комплексом в автоматическом режиме с пояснениями, что происходит в конкретном цикле.

Алгоритм составлен таким образом, что на каждом этапе цикла осуществляется контроль параметров работы горелок, температуры в выделенных точках тренажерного модуля.

Система топливоснабжения тренажерного модуля

Для осуществления пламенного горения изготовлены горелки, работающие на жидком топливе (дизельное, печное). Подача жидкого топлива осуществляется по схеме, представленной на рис. 4.

Система обеспечивает шесть участков горения. В каждой горелке имеется по две форсунки (запальная и имитационная, дополнительная) с расходом соответственно 10,2 л/ч и 16 л/ч дизельного топлива. Каждая горелка может работать в трех режимах: «Малый огонь», «Средний огонь» и «Большой огонь», что позволяет изменять площадь горения для более разнообразной имитации пожара. Переключение режимов обеспечивает система автоматики с задержкой переключения клапанов не более 0,1 секунды.

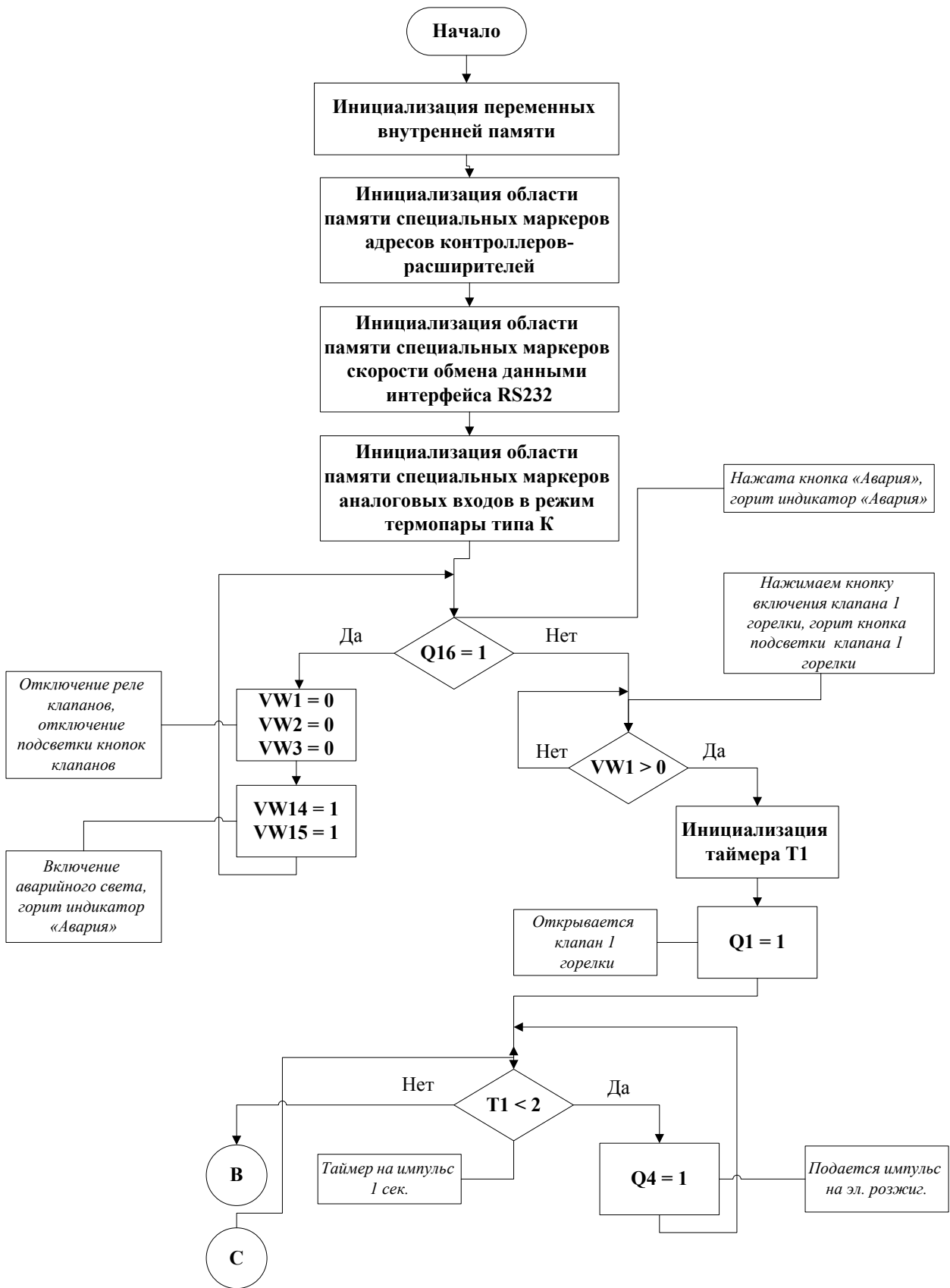


Рисунок 3а

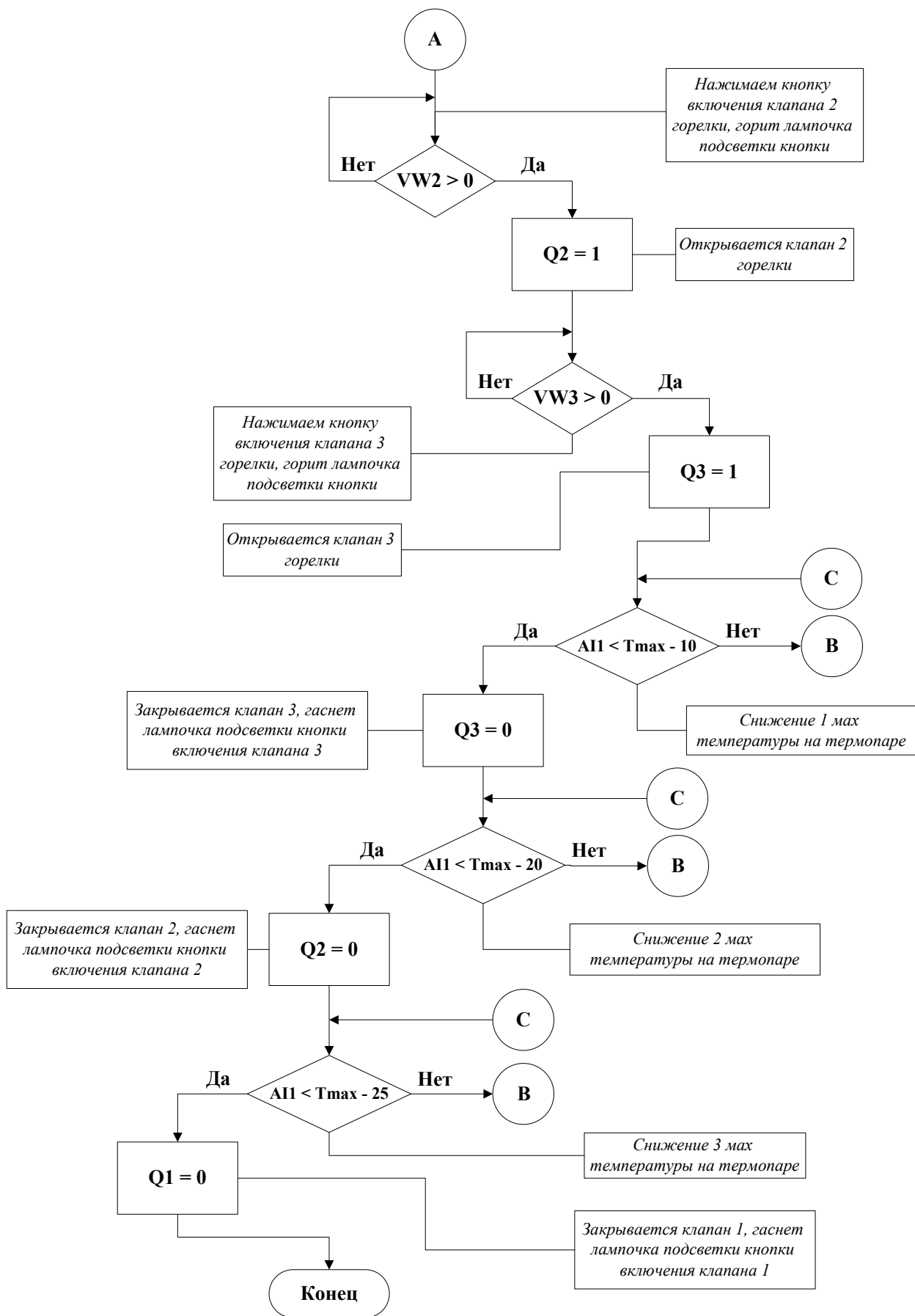


Рисунок 36

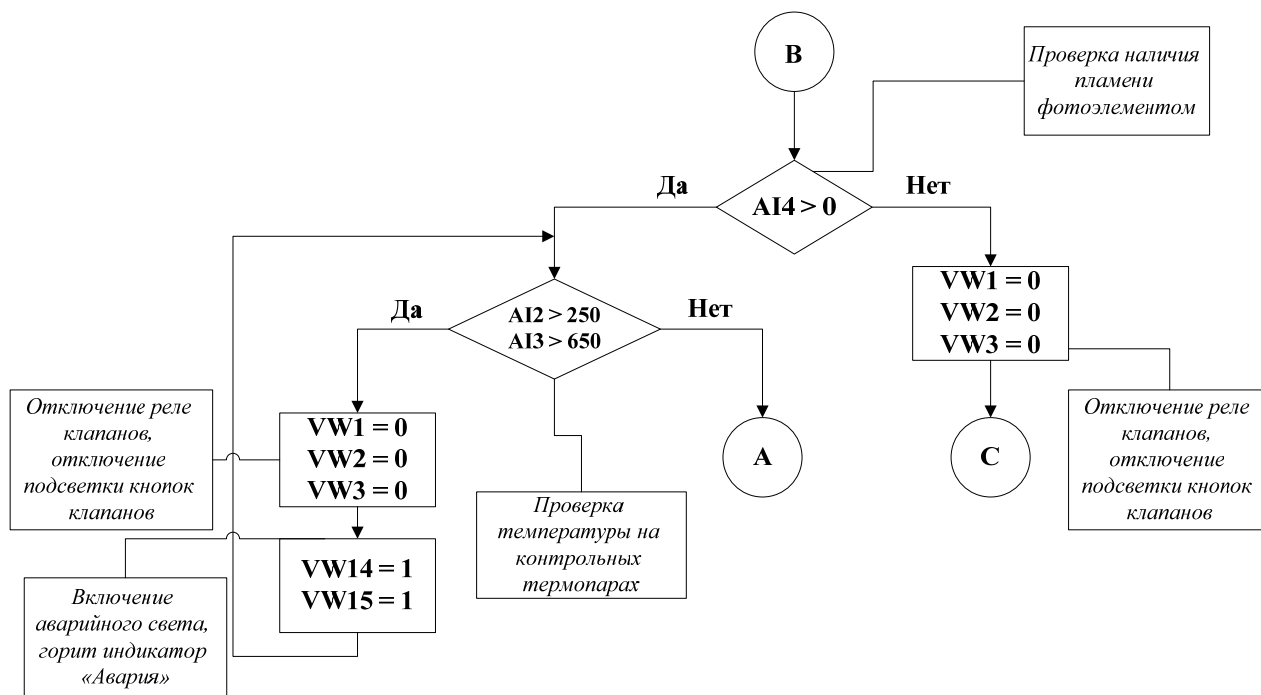


Рисунок 3в

Q1, Q2, Q3 – цифровые выходы, VW1 – VW15 – области памяти, VWi = 0 – отключение реле клапанов, VWi = 1 – включение аварийного режима; А, В, С – циклические режимы работы системы управления

Рисунок 3 (а, б, в) – Алгоритм работы системы управления модульным тренажерным комплексом

При проектировании горелок исходили из того, что длина пламени должна быть не более 1,5 м, номинальная мощность теплового потока – не более 2,5 МВт.

Характеристика горелки, разработанной в имитационных огневых модулях:

номинальная тепловая мощность – 0,2 МВт;

вид топлива – дизельное, печное;

коэффициент избытка воздуха – не более 1,15;

давление топлива после насоса – 0,9 МПа;

давление воздуха перед головкой пламядержателя – 1 кПа;

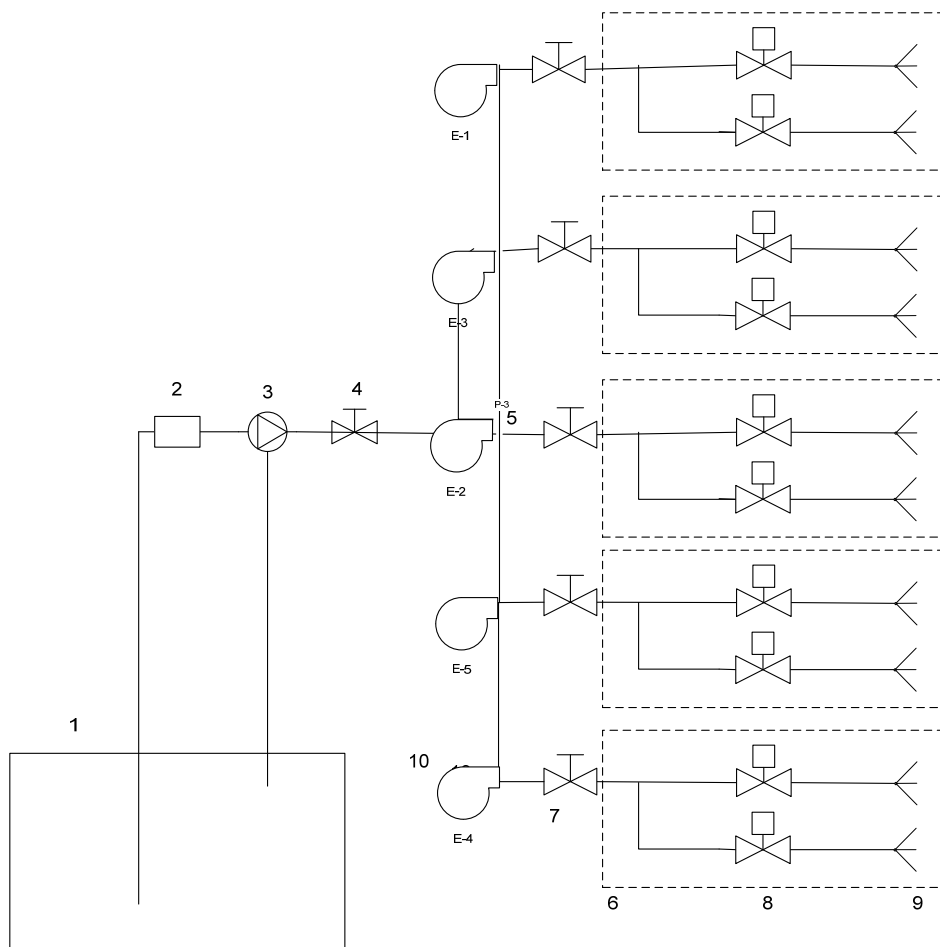
длина факела при номинальной мощности – ~ 1,15 метров;

время защитного отключения – не более 2 секунд;

напряжение электрической сети – фазное 220 В;

рекомендуемый расход жидкого топлива: в режиме «Малый огонь» – 10,2 л/ч, «Средний огонь» – 16 л/ч, на «Большой огонь» – 26,2 л/ч.

Максимальный расход топлива, требуемый для шести огневых моделей, – 160 л/ч. Контейнером топлива служит бак объемом 200 литров. Этого объема достаточно для работы всех огневых тренажерных моделей в режиме «Большой огонь» в течение не менее одного часа. Для обеспечения работы всех горелок используется топливный насос с расходом 178 л/ч и давлением 0,9 МПа. Для обеспечения качества топлива перед поступлением в топливный насос устанавливается топливный фильтр. Подачу топлива к форсункам регулирует электромагнитный клапан. Устройство зажигания обеспечивает трансформатор, контроль наличия пламени – фоторезистор.



1 – топливный бак; 2 – топливный фильтр; 3 – насос подачи дизельного топлива; 4 – ручной вентиль отсечки; 5 – топливопровод; 6 – блок жидкотопливной горелки; 7 – запорный вентиль; 8 – электромагнитный клапан; 9 – форсунка; 10 – вентилятор

Рисунок 4 – Схема подачи жидкого топлива к горелкам

Для контроля температуры как в самом модуле, так и у горелок используются термопары с диапазоном измерения $-40 \div 1100 \text{ }^\circ\text{C}$ и разрешающей способностью $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Термопары передают сигнал на контроллер панели управления. Для обеспечения горелок воздухом используются каналные вентиляторы производительностью $280 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Устройство и работа горелки

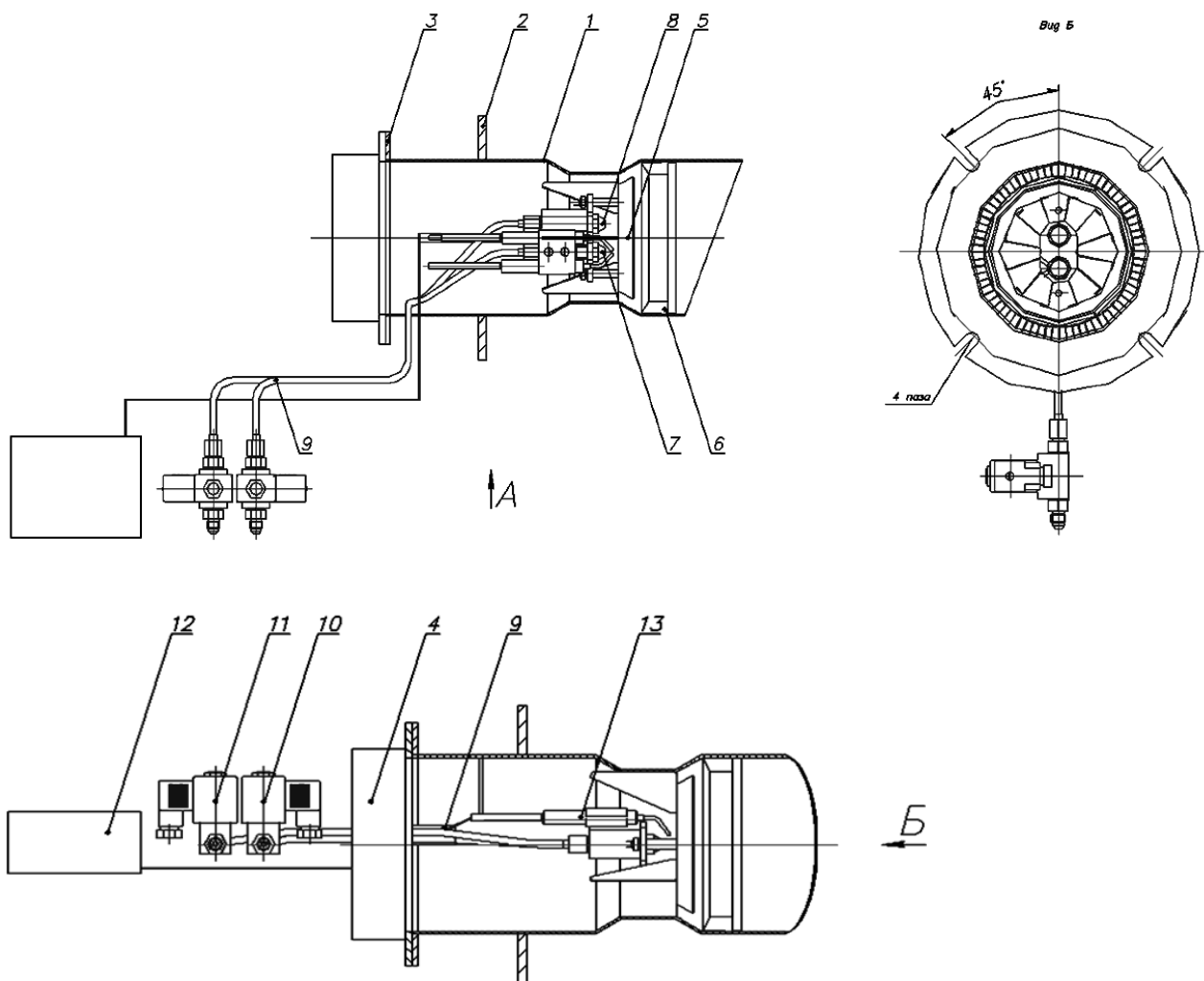
Устройство горелки представлено на рис. 5. Вентилятор подает воздух в головку с вышеуказанным расходом. Жидкое топливо всасывается насосом через фильтр и подается под давлением через клапана в блок распыления и стабилизации, где распыляется распылителем топлива в расширяющийся под углом 60° конус мелкодисперсных капель. Образующаяся в головке аэрозольная смесь воспламеняется искрой на массу от трансформатора через электрод зажигания.

Перед пуском горелки включается вентилятор, производится вентиляция макета очага пожара, трансформатор подает напряжение на электрод зажигания, открывается электромагнитный клапан жидкого топлива, происходит розжиг и горелка функционирует в режиме «Малый огонь».

Переключение на режимы «Средний огонь» и «Большой огонь» производится от

внешнего релейного сигнала или посредством переключателя режимов блока автоматики, в результате чего блок управления подает релейный сигнал на открытие электромагнитного клапана жидкого топлива. При снятии напряжения с контакта внешним сигналом или переключателем режимов блока автоматики электромагнитные клапана жидкого топлива закрываются, и горелка переходит в состояние «ожидание».

Выключение пламени в имитационных тренажерах происходит в следующих случаях:
 при достижении предельных значений контролируемых параметров;
 при погасании (тушении) контролируемого пламени;
 при отсутствии электроэнергии.



1 – корпус; 2, 3 – фланец; 4 – вентилятор; 5 – пламядержатель; 6 – рассекаль газных потоков;
 7, 8 – форсунка № 1, № 2; 9 – топливопровод; 10, 11 – электромагнитный клапан № 1, № 2;
 12 – трансформатор зажигания; 13 – электрод зажигания

Рисунок 5 – Устройство горелки

Во время проведения тренировки ликвидация пламенного горения может происходить в автоматическом режиме, как только будут достигнуты предварительно заданные значения падения температуры или использованного огнетушащего средства. Также имеется возможность отключения пламени после визуальной оценки и принятия решения инструктором, если он считает, что обучающиеся действуют правильно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садовский, А.Я. Разработка модульного мобильного учебно-тренажерного комплекса на основе металлоконструкций контейнерного типа для подготовки пожарных-спасателей в условиях моделирования опасных факторов пожара / А.Я. Садовский, А.М. Дубовик, В.В. Лахвич, И.И. Полевода, В.А. Кузьмицкий // Вестн. Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2012. – № 2 (16). – С. 4-11.
2. Садовский, А.Я., Лахвич, В.В., Кузьмицкий, В.А. Учебно-тренажерный комплекс для подготовки личного состава газодымозащитной службы / А.Я. Садовский [и др.] // Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации: сб. тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., в 3 т., Т. 2. Минск: 2012. – С.184-185.