

# РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СООРУЖЕНИЙ В СУРОВЫХ УСЛОВИЯХ

А.А. Бычкова

Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5БМ6Д

В настоящее время пришло понимание того, что северные пространства России обладают большой стратегической важностью, а также, по оценкам специалистов, подо льдами Арктики залегают колоссальные объёмы нефти, газа, и помимо углеводородов в регионе имеются уникальные запасы других природных ресурсов [1].

Условия жизнедеятельности (функционирования объектов и людей) в Арктике во многих отношениях экстремальны. Природная экстремальность также усиливается негативным действием социально-экономических факторов – транспортной недоступностью, высокими производственными издержками и стоимостью жизни, неразвитостью экономики и тенденциями к её монополизации, изолированностью и дисперсностью расселения. Таким образом, вопросам энергосбережения и повышения энерго- и ресурсоэффективности зданий и сооружений уделяют особое значение. Эффективным решением, как показывает практика, становится комплексный подход, включающий проведение энергетического моделирования с целью разработки стратегий энергосбережения и внедрения автоматизированных систем управления зданием в суровых условиях [2].

Одним из таких сооружений являются прочные и надежные блок-контейнеры (рис.1а), которые можно использовать для установки различного оборудования. Основной задачей работы является разработка функциональной модели контейнера, используемого для размещения генераторов, автономных дизельных электростанций, компрессорного оборудования и обеспечивающего стабильную работу оборудования даже в сложных природных условиях [3]. Для изготовления контейнеров применяются высококачественные, долговечные материалы и комплектующие.

Целью данной работы является разработка и изготовления макет теплового объекта для последующей верификации с моделью термодинамических систем, выполненной в Matlab-Simulink/Simscape, и с реальным объектом (блок-контейнером).

Создание теплового объекта подразумевает силовой каркас (как у здания) и наличие теплозащитной оболочки (ТЗО). В качестве силового каркаса была использована алюминиевая рама из алюминиевого профиля. Механическая стяжка алюминиевого каркаса была выполнена болтами и винтами. Основу ТЗО составили стандартные серийные теплозащитные панели (пенополистирол экструдированный). При разработке габаритного чертежа (рис.1б) было принято решение ориентироваться на размер стандартных блоков (1180x580x50).

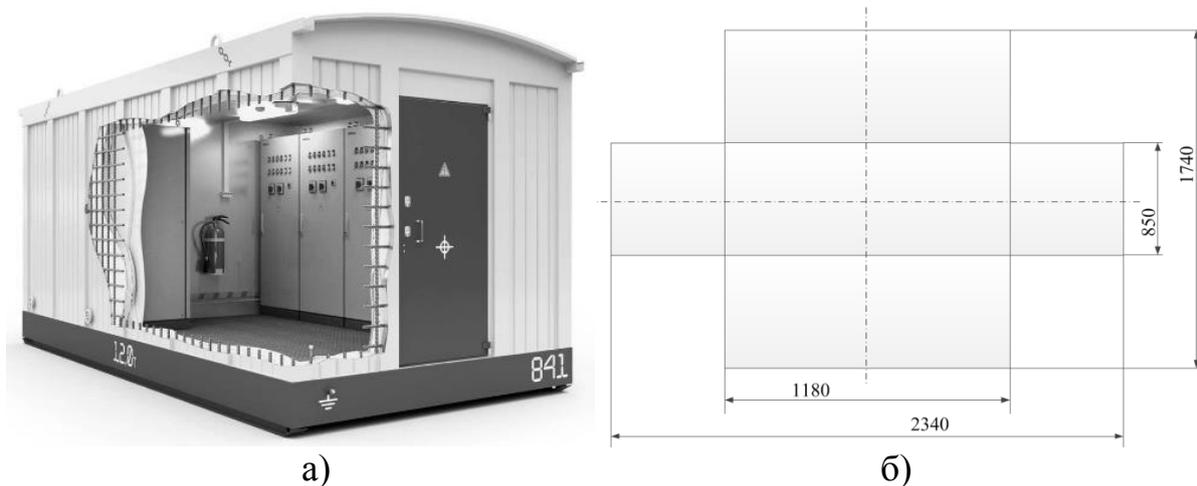


Рис. 1. Разработка экспериментальной установки тепловой модели: а – реальный объект (блок-контейнер); б – развертка с основными габаритными размерами

Стыковка ТЗО, выполненная буквой «Г», перекрывает мостики холода, что сводит к минимуму их влияние на тепловую модель. Герметичность модели экспериментальной установки обеспечивается герметиком изнутри. Особое внимание уделялось месту соединения крышки с каркасом. Инфильтрация воздуха была исключена с помощью D-образного резинового уплотнителя. Дополнительный утеплитель изолон позволяет устранить потери тепла через угловые части между каркасом и ТЗО. Макет также предусматривает деревянные рейки, которые предотвращают повреждение нижней части ТЗО. На основании принятых решений была разработана 3D модель макета, выполненная в программе Autodesk Inventor Professional 2015, (рис. 2).



Рис. 2. Экспериментальная установка: а – трехмерная модель; б – крышка, корпус и каркас в сборке

Экспериментальная установка оснащена системой управления климатом и измерительной системой на основе электрического обогрева с плавным регулированием. Структурная схема представлена на рис. 3.

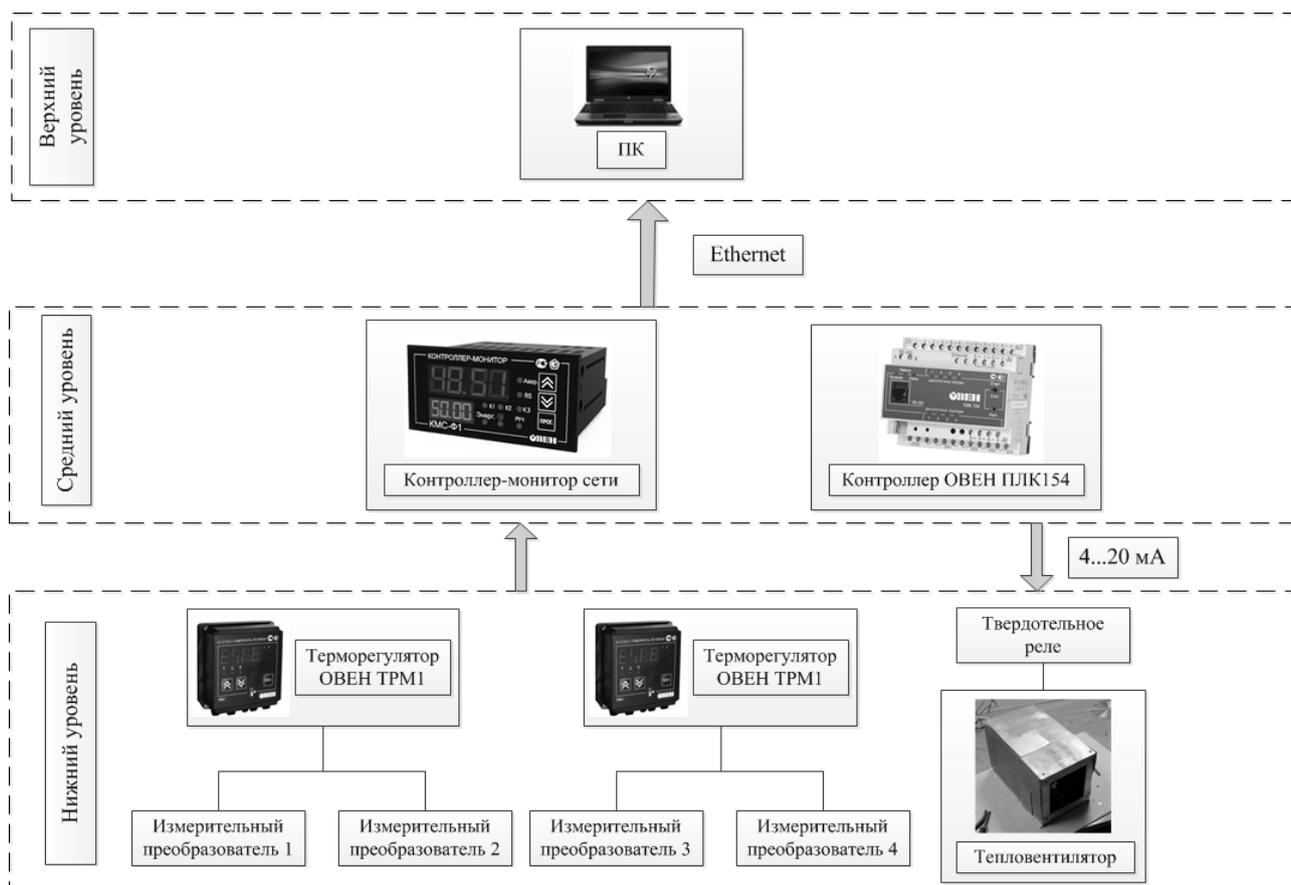


Рис. 3. Структурная схема системы управления климатом экспериментальной установки

Нижний уровень представлен измерительными преобразователями температуры. Опрос датчиков температуры производится терморегуляторами ОВЕН ТРМ1. Нагрев воздуха внутри макета обеспечивается тепловентилятором, который представляет собой вентилятор и нагревательный элемент. Вентилятором осуществляется принудительный обдув нагревательного элемента.

На среднем уровне реализуется сбор данных с измерительных преобразователей и передача их на верхний уровень системы управления с помощью контроллера ОВЕН ПЛК154. Выбранный моноблочный контроллер используется для автоматизации малых систем и предусматривает дискретные и аналоговые входы и выходы. Плавное регулирование мощности тепловентилятора производится с помощью твердотельного реле, на управляющий вход которого поступает унифицированный токовый сигнал 4...20 мА от контроллера. Контроллер-монитор сети (КМС) позволяет измерять и отображать все важные показатели однофазной электрической сети: действующих значений напряжения и тока.

Контроллер посредством сети Ethernet передает полученные данные на верхний уровень, который представлен персональным компьютером.

Одним из требований, предъявляемых к нагревательной спирали тепловой пушки (ТП), является устойчивость при больших температурах. Также необходимо реализовать равномерный разогрев воздуха внутри теплового объема. Данные требования были учтены с помощью дополнительной стекловаты, проложенной по стенкам ТП, и подобранного оптимального расстояния между

вентилятором и нагревательным элементом. Корпус ТП защищен от физического воздействия алюминиевым каркасом и железными листами по периметру. Со стороны вентилятора расположена защитная сетка, которая предотвращает попадание крупных легковоспламеняемых веществ внутрь ТП. Установка ТП внутри теплового объекта производится на подставку. При этом расположение ТП достаточно далеко от ТЗО, что исключает в случае неисправности соприкосновение нагревательного элемента с корпусом теплового объекта. Также на подставку монтируется вся климатическая система. На основании принятых решений была разработана модель и изготовлен макет экспериментальной установки, представленная на рис.4.

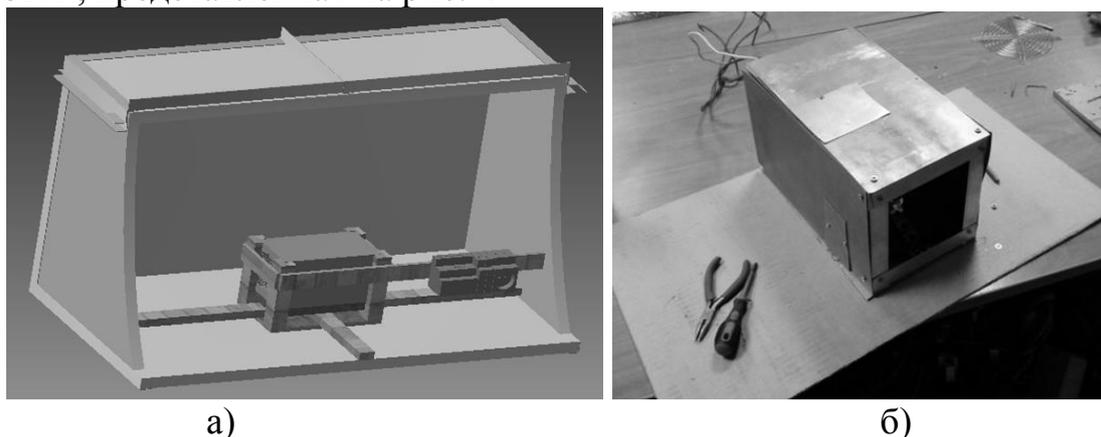


Рис. 4. Макет экспериментальной установки с тепловой пушкой: а – трехмерная модель в разрезе; б – вид тепловой пушки

Таким образом, в настоящей работе изложена разработка и процесс изготовления макета теплового объекта. В дальнейшем планируется верификация с моделью термодинамических систем, выполненной в Matlab-Simulink/Simscape, и с реальным объектом (блок-контейнером).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Актический регион: Проблемы международного сотрудничества: Хрестоматия в 3 томах / Рос. совет по мкжд. делам [под общ. ред. И.С. Иванова]. – М.: Аспект Пресс, 2013 г. – 663 с.
2. Lauenburg P., Wollerstrand J. Modelling space heating systems connected to district heating in case of electric power failure // Proceedings of the Eleventh International Building Simulation Conference (IBPSA). Glasgow, 2009. – pp. 150–158.
3. Велли Ю.Я., Докучаев В.В., Федоров Н.Ф. «Здания и сооружения на крайнем севере» – Ленинград: Госстройиздат, 1963г.

Научный руководитель: М.Н. Морозов, ассистент каф. АТП ЭНИН ТПУ.