

# АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

*M.B. Бакулина*

Национальная академия  
природоохранного и  
курортного строительства  
г. Симферополь, ул. Киевская, 181

*В статье рассматривается возможность аварийного энергообеспечения укрытий для работающего персонала и населения в условиях чрезвычайных ситуаций в случае выхода из строя городских энергоподающих систем.*

**Постановка задачи.** Анализ статистического материала, описывающего развитие чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, показывает, что условия эксплуатации защитных сооружений могут значительно выходить за рамки, принятые при проектировании данных объектов [1]. Необходимость длительного пребывания людей в ограниченных объемах при отсутствии надежных автономных источников энергии приводит к невозможности поддержания требуемых режимов работы систем воздухообеспечения, обогрева или охлаждения помещений, подачи воды и т.п.

**Цель исследования.** Работа существующего энергетического оборудования систем жизнеобеспечения защитных сооружений сопровождается сбросом в окружающую среду значительных потоков тепла. Целью данного этапа исследования являлась оценка энергетических характеристик потоков тепла, сбрасываемых системами вентиляции, кондиционирования и регенерации воздуха в окружающую среду в различных режимах эксплуатации защитных сооружений, и формулирование на этой основе требований к аварийным и резервным источникам электрической энергии.

**Состояние проблемы.** В настоящее время основным источником электро- и теплоснабжения убежищ для укрывающихся рабочих смен и населения являются городские сети. В некоторых случаях (при укрытии более 600 человек) в убе-

жищах предусматривают защищенный автономный источник электроснабжения – дизель-электрическую станцию (ДЭС). Однако ДЭС нашли применение не во многих убежищах по причинам высокой газообильности, сложности очистки при подаче наружного воздуха и удалении отработанных газов, необходимости наличия систем отведения теплоты при работе ДЭС, проветривания помещений с ДЭС и т.п. В связи с этим до настоящего времени для автономного электроснабжения убежищ чаще используются аккумуляторные батареи, для которых предусматривается замена в фильтровентиляционных агрегатах двигателей переменного тока двигателями постоянного тока. В качестве автономных источников энергии для убежищ предусматривается применение аккумуляторных батарей шахтных электровозов и зарядного устройства к ним типа ТМ-10м [2].

В соответствии с [3] по надежности электроснабжения электроприемники убежищ для работающих смен и укрываемого населения относятся ко II категории, и электроснабжение их предусматривается от сети города.

В убежищах, имеющих режим регенерации или воздухоохлаждающие установки, а также в убежищах для транспортабельных больных предусматривается установка ДЭС независимо от вместимости убежищ.

Электроснабжение противорадиационных укрытий (ПРУ) и быстровозводимых защитных сооружений проектируется только от внешней сети города (предприятия, поселка).

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о низкой надежности энергобез обеспечения защитных сооружений при чрезвычайных ситуациях в условиях выхода из строя городской сети.

Анализ технической литературы показал, что в случае необходимости длительного укрытия людей в условиях химического заражения воздуха существующие системы электроснабжения не в состоянии обеспечить бесперебойную работу оборудования, предназначенного для поддержания температурно-влажностного режима и газового состава

воздуха внутри защитных сооружений ГЗ [4].

**Предлагаемый способ решения проблемы** Учитывая важность выполняемых функций, к электроснабжению систем воздухообеспечения всех типов

защитных сооружений гражданской защиты (ЗСГЗ) должны предъявляться более жесткие требования по надежности. Для реализации этих требований предлагается следующая принципиальная схема электроснабжения ЗСГЗ (рис. 1).

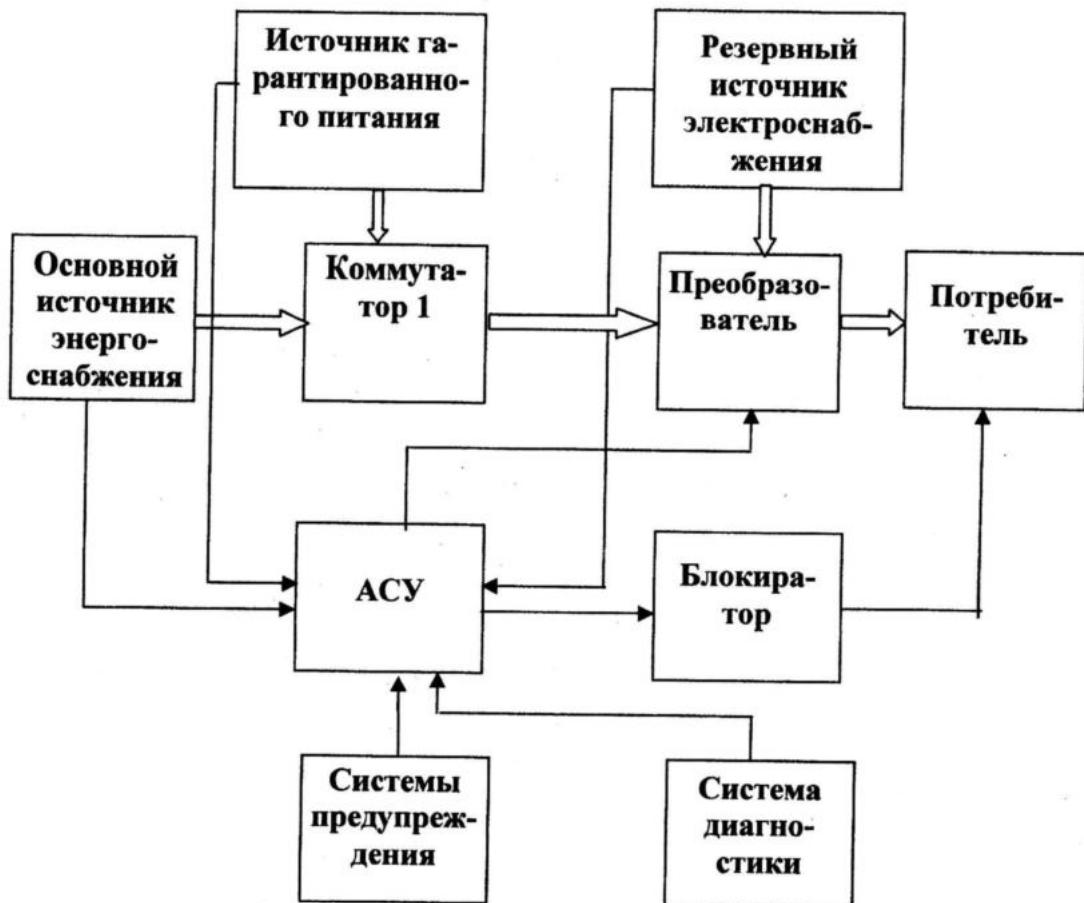


Рис. 1. Предлагаемая принципиальная схема энергоснабжения защитного сооружения

В соответствии с представленной схемой в условиях повседневной деятельности и повышенной готовности электроснабжение ЗСГЗ осуществляются от государственной сети. В этих условиях эксплуатации питание приемников переменного тока производится от основного источника электроснабжения – одной или двух городских трансформаторных подстанций.

В качестве резервного источника тока в ЗСГЗ с потребителями первой категории и при укрытии более 600 человек, имеющих режим регенерации или воздухоохлаждающие установки, а также в убежищах с нетранспортабельными больными устанавливается ДЭС. Мощ-

ность электроагрегатов ДЭС должна быть определена по максимальной мощности электроприемников, работающих в режимах санитарно-технических устройств (вентиляционных систем, кондиционеров, насосов и др.) и освещения ЗСГЗ. Минимальная мощность загрузки дизеля при эксплуатации должна быть не менее 40% его номинальной мощности [5]. При общей мощности более 100 кВт следует предусматривать установку не менее двух электроагрегатов, работающих по параллельной схеме. Переход питания ЗСГЗ с внешней цепи на автономные электроагрегаты должен осуществляться автоматически в случае не-

санкционированного перерыва продолжительностью более 30 с [6].

При эксплуатации ЗСГЭ в третьем режиме (полной герметизации) в случае невозможности запуска ДЭС, система автоматического управления (АСУ) должна запитывать жизнеобеспечивающих потребителей от гарантированного источника энергии (ИГЭ), включающего в себя блок аккумуляторов энергии в совокупности с преобразователями и коммутационной аппаратурой. Кроме подачи питания к жизненно важным потребителям ИГЭ должны обеспечивать практически мгновенное (с перерывом не более 1 с) переключение потребителей АСУ на питание от других автономных источников. Источником энергии большинства ИГЭ, чаще всего, являются различного рода накопители энергии: химические, механические, пневматические, тепловые и др.

Рассмотрим возможность создания и внедрения в СГЭ ЗСГЭ источника гарантированного энергоснабжения на базе теплового накопителя, использующего теплоту, выделяемую при работе систем кондиционирования воздуха.

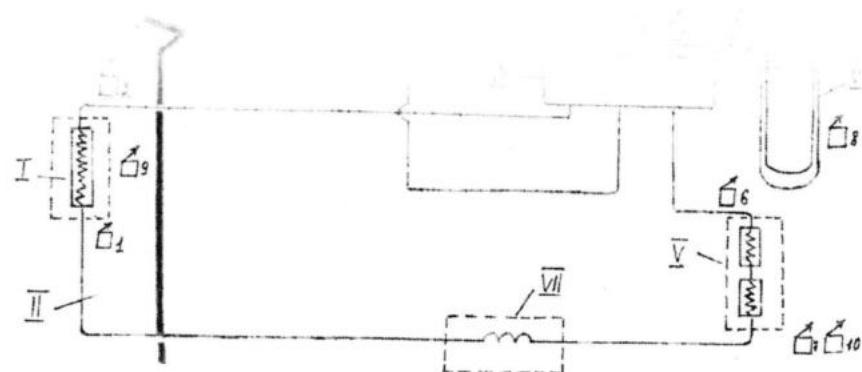
**Методика исследований** В данной работе исследована возможность охлаждения хладона R22 кондиционера «Midea» MSG-12HR путем пропускания его через накопитель тепловой энергии. Включение в систему охлаждения хладона дополнительного блока потребовало проведения тщательной проверки соответствия термодинамических параметров в различных точках парокомпрессионного цикла кондиционера.

Для исследования процессов и изменения параметров, характеризующих работу сплит-системы при включении в схему водяного теплового накопителя, была разработана и собрана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 2. Общий вид экспериментальной установки представлен на рис. 3 и рис. 4.

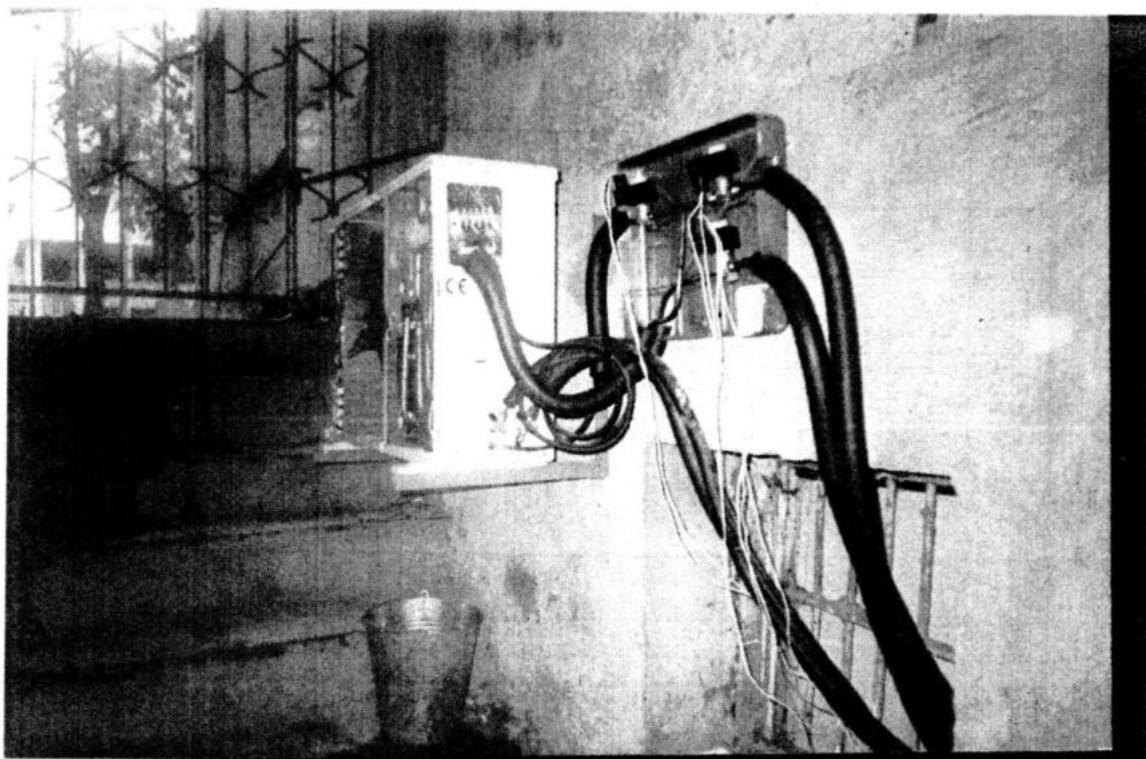
Как видно из рис. 3 и 4, штатный блок конденсирования установлен вне помещения, а водяной тепловой накопитель для удобства исследования и уменьшения потерь теплоты в окружающую среду располагался непосредственно в помещении, где поддерживался заданный температурный режим. Подключение в схему водяного теплового накопителя производилось с помощью дополнительных сервисных вентилей по схеме (рис. 2).

**Результаты экспериментальных исследований** Результаты проведенных экспериментов по исследованию изменения термодинамических параметров нагреваемой воды и хладона R 22 в сплит-системе при постоянных положительных температурах окружающего воздуха представлены на рис. 5, 6, 7.

При этом температура хладона на входе в тепловой накопитель в режиме «холод» поднимается до 70–75<sup>0</sup> С. Время нагрева водяного теплового накопителя до температуры 50–55<sup>0</sup> С составляет около 2 часов. Слабая интенсивность прогрева воды объясняется большой скоростью проскока паров хладона под давлением, которые не успевают «глубоко» охладиться. Температура хладона на выходе из водяного теплового накопителя не опускалась ниже 40<sup>0</sup> С. Это дает основание считать, что кардинальных изменений в парокомпрессионном цикле работы сплит-системы не происходит. Дальнейшее понижение температуры осуществляется вентилятором штатного конденсатора. Такой же эффект наблюдается при работе сплит-системы в режиме «тепло» при температуре наружного воздуха 70<sup>0</sup> С (рис. 6).



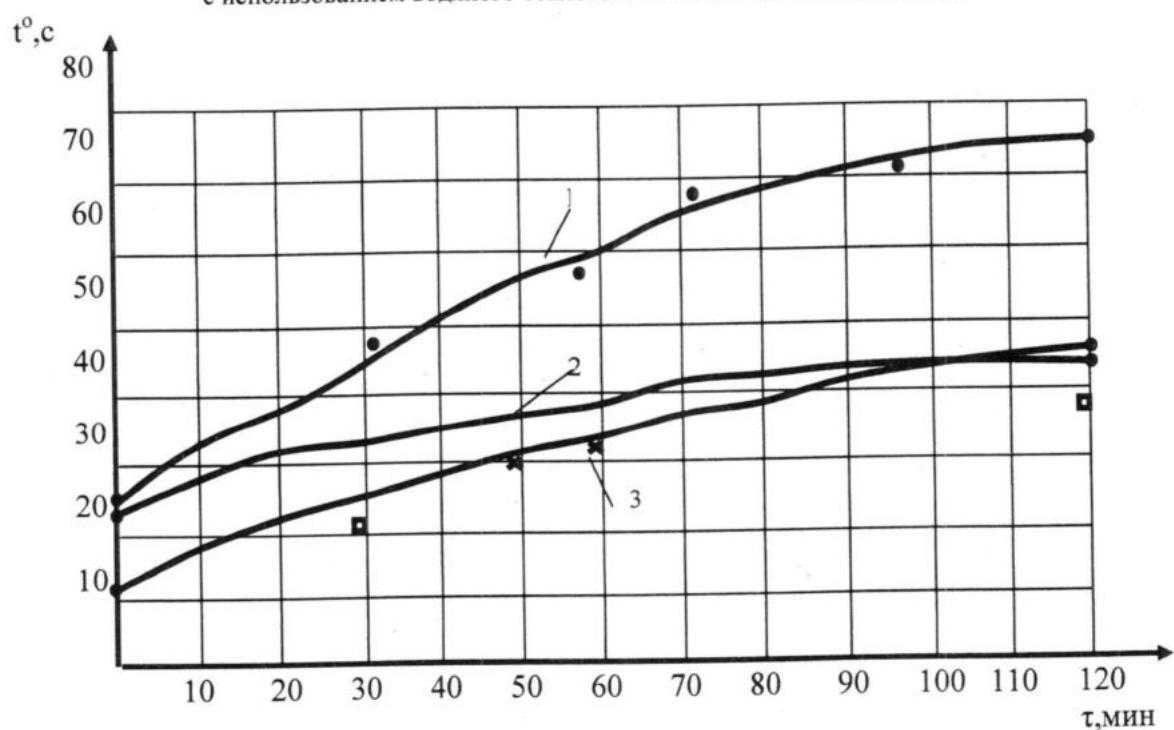
Р и с. 2. Экспериментальная установка для исследования процессов и изменения параметров, характеризующих работу сплит-системы при включении в схему водяного теплового накопителя:  
I – испаритель; II – обслуживаемое помещение; III – компрессор; IV – реверсивный 4-х ходовой клапан; V - конденсатор; VI – тепловой накопитель; VII – термосифонный клапан; V1, V2,V3 – электроклапаны, 1 – температурный датчик на входе испарителя; 2 - температурный датчик на выходе испарителя; 3 – термодатчик на входе компрессора; 4 - термодатчик на выходе компрессора; 5 - термодатчик на выходе из теплового накопителя; 6 - термодатчик на выходе конденсатора; 7 - термодатчик на выходе конденсатора; 8 – термодатчик температуры воды теплового накопителя; 9 - термодатчик воздуха в помещении; 10 – термодатчик наружного воздуха.



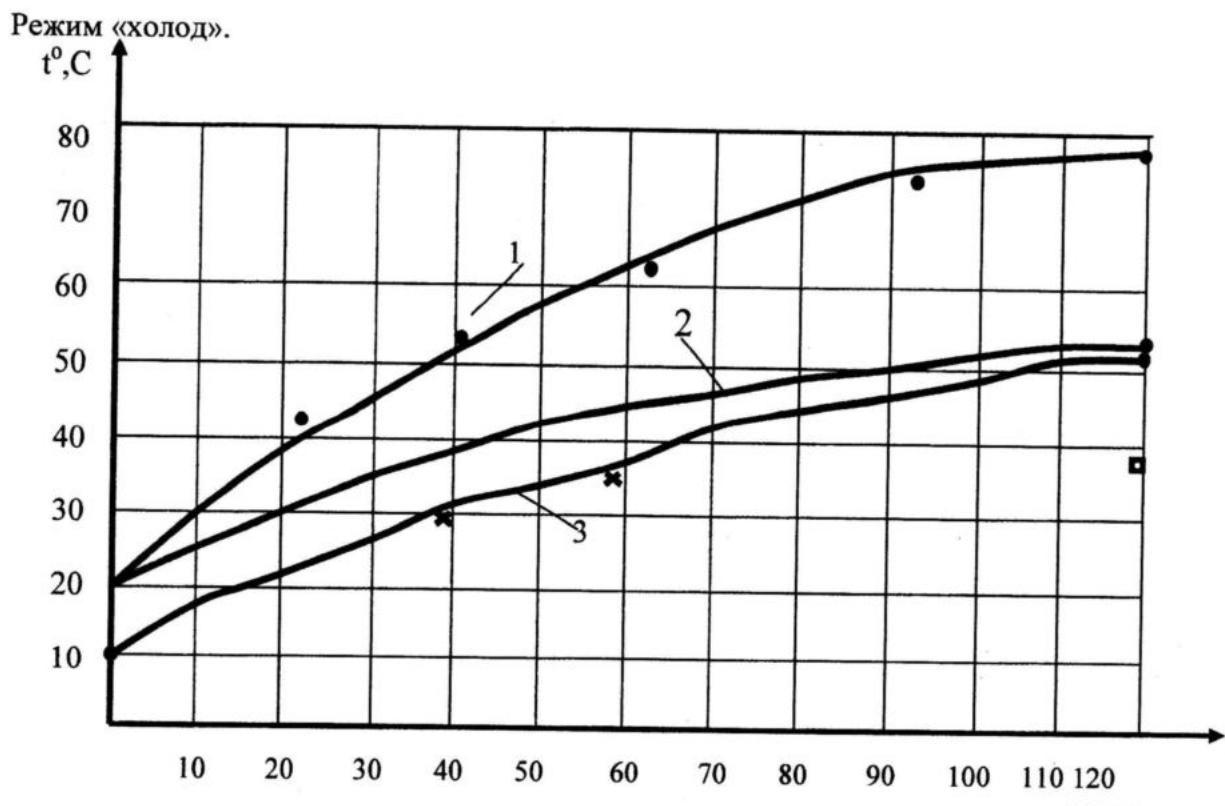
Р и с. 3. Общий вид штатного блока конденсирования хладона R22 при работе сплит-системы



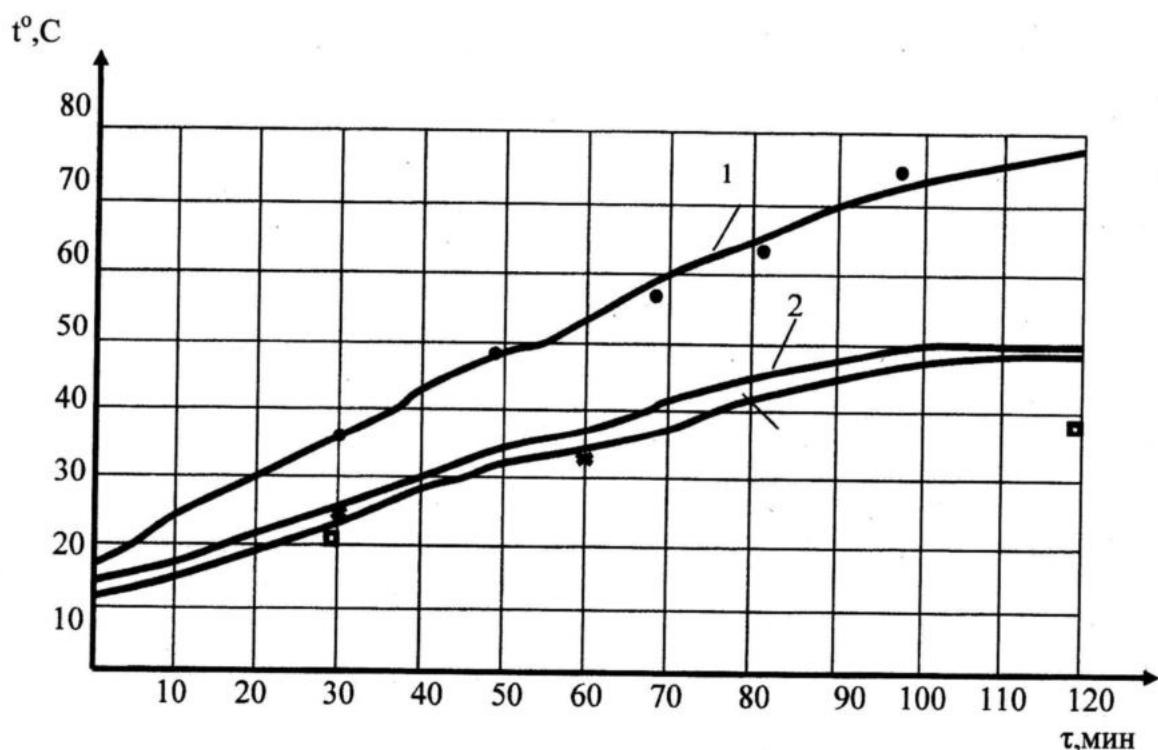
Р и с. 4. Общий вид дополнительного блока конденсирования хладона R22 с использованием водяного теплового накопителя Режим «холод».



Р и с. 5. График нагрева воды и температуры хладона R 22 при температуре наружного воздуха  $27^{\circ}\text{C}$ : 1 – температура хладона на входе в тепловой накопитель; 2 – температура хладона на выходе из теплового накопителя; 3 – температура воды в тепловом накопителе



Р и с. 6. График нагрева воды и температуры хладона R 22 при температуре наружного воздуха  $15^{\circ}\text{C}$ : 1 – температура хладона на входе в тепловой накопитель; 2 – температура хладона на выходе из теплового накопителя; 3 – температура воды в тепловом накопителе.



Р и с. 7. График нагрева воды и хладона R 22 при температуре наружного воздуха  $7^{\circ}\text{C}$ : 1 – температура хладона на входе в тепловой накопитель; 2 – температура хладона на выходе из теплового накопителя; 3 – температура воды в тепловом накопителе.

Эксперименты показали:

1. Исследуемая сплит-система имеет коэффициент тепловой эффективности в пределах 2-2,5, т.е. на один киловатт затраченной энергии потребитель получит около 2,5 киловатт тепла (холода).

2. Эффективность работы сплит-системы резко снижается при уменьшении разности  $\Delta t$  между температурой наружного воздуха и температурой испарения хладона R 22 в испарителе. Наиболее оптимальными для утилизации тепла являются летние месяцы.

3. В связи с повторно-кратковременным суточным режимом работы (длительность включения не превышает 2 часов) использование простейших теплообменников для утилизации сбрасываемого тепла в окружающую среду не целесообразно. При использовании горячей воды тепловых накопителей в единой системе горячего водоснабжения целесообразно составить график работы сплит-системы так, чтобы они включались в сеть не одновременно.

4. Предложенный для исследования водяной тепловой накопитель имеет малую площадь теплообменника, что приводит к большой величине «проскока» паров хладона. При температуре хладона  $75^{\circ}\text{C}$  время нагрева 100 литров воды до температуры  $55^{\circ}\text{C}$  превышает 2 часа.

#### Выводы.

1. Важным этапом построения системы электроснабжения ЗСГЗ является разработка источников аварийного и резервного питания.

2. Установка в систему охлаждения хладона в кондиционере теплового накопителя позволила за 2 часа получить

100 л воды, нагретой до  $55^{\circ}\text{C}$  для системы горячего водоснабжения.

3. Установка теплового накопителя значительно уменьшила потребление электрической энергии на выброс избыточных тепловых потоков из помещения ЗСГЗ.

4. Полученные результаты позволили перейти к разработке аварийного источника для ЗСГЗ, работающего с использованием теплового накопителя отработанных газов ДВС, кондиционеров и регенеративных установок типа РУ-150/6.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилин А.В. Термо- и холодааккумулирующие материалы. – Краснодар: Изд-во КПИ, 1991. – 128 с.
2. ДБН В 2.25-97 «Будинки і споруди. Захісні споруди цивільної оборони».
3. Каммерер Ю.Ю., Кутырев А.К., Харкевич А.Е. Защитные сооружения гражданской обороны. Устройство и эксплуатация. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 229 с.
4. Колодеев И.Д. Системы автономного электроснабжения. – М.: МО СССР, 1987. – 134 с.
5. Кононов Б.Т., Самойленко Б.Ф. Системы управления электроснабжением объектов министерства обороны. – М.: МО СССР, 1990. – 152 с.
6. Крошки А.Н. Автономные источники и системы электропитания аппаратуры связи. М.: Связь, 1978. – 168 с.
7. Стоянов В.У. Системы жизнеобеспечения защитных сооружений в условиях чрезвычайных ситуаций. – Симферополь: НАПКС, 2004. – 259 с.