

Вавилов А.В.,
д-р техн. наук, профессор

Бартошевич А.В.,
канд. воен. наук

Савлунинский В.В.,
канд. воен. наук

Обоснование использования энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования в военном строительстве

Обеспечение деятельности структурных подразделений Вооруженных Сил Республики Беларусь в условиях необходимости экономии энергоресурсов требует наличия энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования. Его использование должно обеспечить:

- поддержание требуемой наставлениями по тыловому обеспечению Вооруженных Сил температуры воздуха в служебных помещениях путем соблюдения заданного графика зависимости температуры теплоносителя в системе от температуры наружного воздуха;
- автоматическое (полуавтоматическое) снижение потребления тепловой энергии системой отопления путем изменения расхода теплоносителя;
- ограничение температуры воздуха от теплоносителя в тепловой сети.

Цель проведения исследований по внедрению в Вооруженных Силах Республики Беларусь энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования предопределена требованиями по снижению энергоемкости существующих образцов вооружения, военной и специальной техники. Это, в свою очередь, определяет проведение анализа факторов, влияющих на рациональность использования рассматриваемого оборудования различных типов и марок. На основании анализа факторов, влияющих на применение энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования в вооруженных силах различных государств, необходимо выработать предложения и рекомендации по использованию этого

оборудования при обеспечении структурных подразделений ВС РБ.

Одним из возможных подходов к обоснованию использования энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования является определение расхода теплоносителя для определения нужд отопления.

Для этого вычисляется часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд отопления:

$$Q_o = A \times V \times q_o \times (t_{вн} - t_{н}) \times 0,000001, \quad (1)$$

где Q_o – часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд отопления, Гкал/ч;

A – поправочный коэффициент для различных регионов на температурный график, для РБ 1,02;

V – объем помещения, м³;

q_o – удельный расход теплоты на отопление, ккал/ч·м³·°С;

$t_{вн}, t_{н}$ – температура воздуха внутри помещения и снаружи, °С.

Также для нужд вентиляции:

$$Q_v = A \times V \times q_o \times (t_{вн} - t_{н}) \times 0,000001, \quad (2)$$

где Q_v – часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд вентиляции, Гкал/час;

A – поправочный коэффициент для различных регионов на температурный график, для РБ 1,02;

V – объем помещения, м³;

q_o – удельный расход теплоты на отопление, ккал/ч·м³·°С;

$t_{вн}, t_{н}$ – температура воздуха внутри помещения и снаружи, °С.



Общую экономию предлагается рассчитать как разность между существующим и состоящим на вооружении энергогенерирующим оборудованием и новым, предлагаемым к замене.

Сейчас в БНТУ ведутся работы в области использования солнечной энергии, поиска источников тепла, позволяющих компенсировать или дополнять существующие классические теплогенераторы. В частности, предлагается изготовление и поставка устройств «Солнечный тепловой коллектор Вавилова–Саевича» (далее СТК) для получения и восстановления (компенсации) тепловой энергии. Патент на прототип полезной модели № 4823 «Солнечный коллектор для подогрева приточного воздуха» БНТУ (авторы А.В. Вавилов и С.М. Саевич), рис. 1.

Основные технические функции СТК – нагрев солнечным излучением наружного воздуха с подачей его принудительным образом во внутренние помещения, рекуперация тепла посредством теплообмена воздушных потоков выходящего и входящего воздуха, повышение теплового сопротивления наружной стены (по аналогии с пассивной термосанацией), улучшение воздухообмена в помещениях.

Нагрев теплообменной поверхности в устройстве происходит естественным путем – благодаря использованию свойств солнечного излучения (физическая константа солнечной постоянной около $1400 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2\cdot\text{ч}$). Для расчетов экономической эффективности применения предлагаемого устройства на широте г. Минска можно использовать величину, эквивалентную $1\ 100\ 000\text{--}1\ 150\ 000 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2$ за год и усредненного КПД преобразования 30%. При этом с каждого квадратного метра конструкции СТК получается не менее $330\ 000 \text{ Вт}$ тепловой энергии за год.

Для справки: количество тепловой энергии, получаемое с 1 м^2 поверхности СТК, по сезонам может составить: зимой $30\ 000 \text{ Вт}$, весной $120\ 000 \text{ Вт}$, осенью $60\ 000 \text{ Вт}$.

В связи с тем что коллектор формирует принудительное упорядоченное направление воздушных потоков, наибольшую часть тепловой энергии предлагается возвращать методом рекуперации, восстанавливая потери обменом тепла, генерированного основной системой отопления. Восстановление тепловой энергии осуществляется посредством размещенного внутри СТК теплообменного пассивного (активного) контура (рекуператора). Посредством этого процесса повышает-

ся эффективность основной системы отопления, обладающей механизмом автоматического регулирования подогрева и контролем температуры воздуха в отапливаемых помещениях. После прохождения воздуха через простой тканевый фильтр внутри помещения возникнет небольшое избыточное давление, которое перераспределит воздушные потоки, перенаправив их в рекуператор. При определенном количестве солнечных дней устройство СТК сможет конкурировать с основной системой отопления по теплоотдаче или дополнять ее.

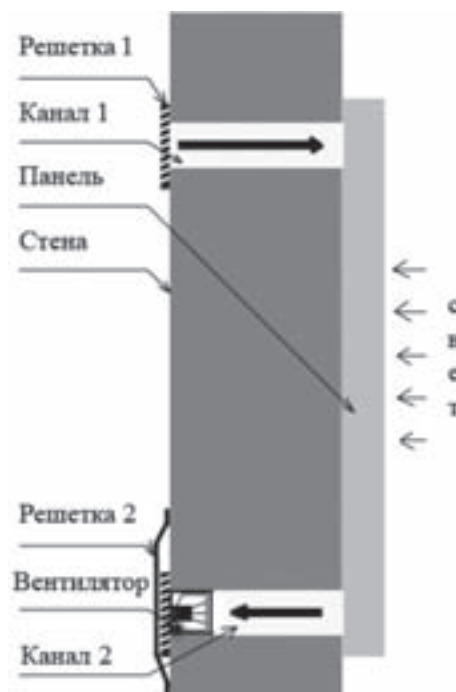


Рис. 1. Монтажные и конструктивные элементы

1. РЕШЕТКА 1 – вентиляционная решетка входного канала естественной безнапорной вентиляции теплого воздуха, уходящего посредством КАНАЛА 1 из помещения наружу через рекуператор панели.
2. ПАНЕЛЬ – собственно конструкция СТК, размещенная на наружной поверхности СТЕНЫ, ограждающей помещение.
3. РЕШЕТКА 2 – конструкция, выполняющая функцию акустического и пылевого фильтра, закрывающая ВЕНТИЛЯТОР, создающий принудительный поток теплого воздуха из конструкции в помещение посредством КАНАЛА 2. Воздухообменные КАНАЛ 1 и КАНАЛ 2 – каналы, устраиваемые в стене. На одну панель площадью до $3,15 \text{ м}^2$ требуются два воздухообменных канала – один принудительный приточный, расположенный вблизи пола, и один безнапорный для исходящего потока, располагаемый непосредственно у потолка помещения. Габариты модульного элемента определяются размером доступной площадки поверхности ровной стены. Максимально возможный размер одной панели: ширина 2100 мм , высота 6000 мм .

Управление работой устройства осуществляется в автоматическом или полуавтоматическом режимах.

В настоящее время системы интеллектуального управления требуют особого подхода в связи с большим количеством датчиков, вентиляторов, насосов, исполнительных устройств. Для обеспечения стабильной работы всех электрически управляемых узлов необходимо получить стабильный источник электропитания. Для решения поднятой выше проблемы рекомендуется применять блок непрерывного питания «on-line», работающий с использованием следующих принципов:

- фильтрация помех питающей сети и преобразование нестабильного напряжения питающей сети в низкое напряжение постоянного тока (поз. 1);
- зарядка промежуточного буфера на аккумуляторах (поз. 3);
- преобразование постоянного тока в переменный и получение стабильного выходного напряжения с требуемыми характеристиками (поз. 2).

Схема 1 с использованием промежуточного буфера из аккумуляторов позволит в перспективе применить внешнюю систему дополнительного электроснабжения с низким энергетическим балансом, например малогаба-

ритный ветрогенератор с тихоходным пропеллером (наименьший вред окружающей среде, поз. 4) на базе генератора от автомобиля. Возможно применение в качестве зарядного устройства фотоэлектрической панели (поз. 5). Потенциально лучшим вариантом является термоэлектрический генератор энергии, снимаемой с поверхности СТК при сохранении ее основной функции. Практически с площади, равной 1 м², возможно получение электрической энергии около 25–50 Вт/ч. При эксплуатации тепловой панели площадью до 35 м² возможно получение энергии около 1000 Вт/ч, что достаточно для зарядки аккумуляторного буфера и существенной компенсации электрических затрат строения. Кроме того, метод управления элементами термогенерации шунтированием позволит регулировать температуру поверхности панели в периоды активного солнца и отсутствия отбора тепла на обогрев помещений строения (особенно в солнечные дни).

Такая система электроснабжения предохранит электротехнические узлы от повреждения и обеспечит необходимым электроснабжением в режиме экономного расходования тепла. Если при изготовлении таких промежуточных систем электроснабжения внедрить в них элементы интеллекта, т.е. добавить про-

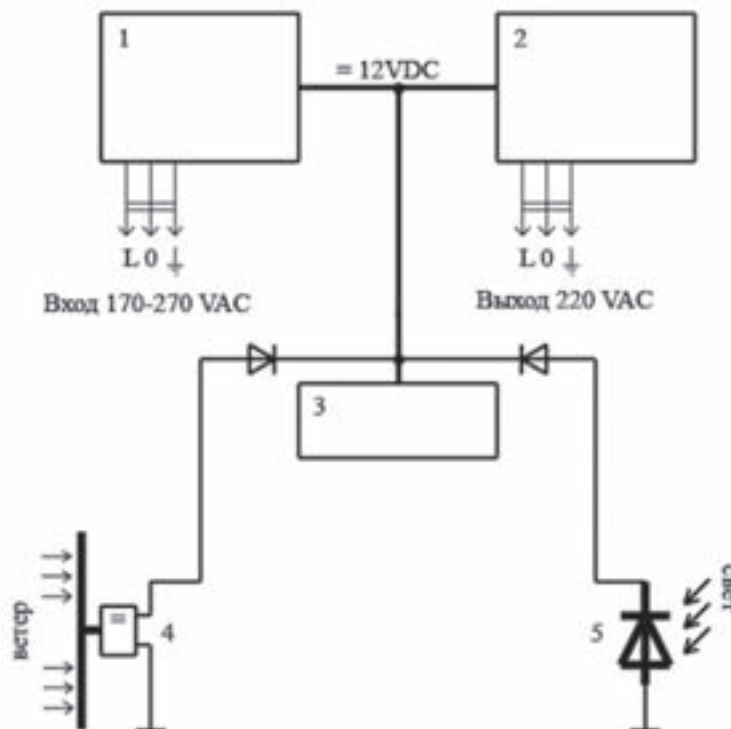


Схема 1



цессор, отключающий блок от внешней электросети при переполнении заряда аккумулятора, то возможно получение дополнительно существенного источника экономии электроэнергии, автономность которого будет зависеть от емкости наращиваемого промежуточного буфера. При использовании блока мощностью не менее 5 000 ВА и промежуточного буфера емкостью около 250 А·ч возможно стабильное получение около 2,0 кВт энергии. Если учесть, что основное энергопотребление приходится на темное время суток, при использовании энергоэффективных ламп освещения и эксплуатации экономичных приборов автономность объекта может приблизиться к 90%.

Рассмотренные выше варианты применения СТК и рекуператора тепла совместно с предлагаемой системой электроснабжения позволят в стационарных условиях (особенно актуально в автономном режиме) осуществ-

лять генерацию и рекуперацию тепла для жизнеобеспечения структурных подразделений Вооруженных Сил, добиваясь кроме прочего целей скрытного размещения специального оборудования и (или) поглощения возможных радиолокационных излучений разведывательных устройств противоборствующей стороны в ходе подготовки или развязывания агрессии.

Таким образом, внедрение в Вооруженных Силах Республики Беларусь энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования для обеспечения структурных подразделений определит анализ использования подобного оборудования в ВС других государств, анализ влияющих на его применение факторов, что позволит обосновать целесообразность и эффективность использования данного оборудования для жизнеобеспечения войск.