

УДК 693.546.5

**Еремеев И.С.**

Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского

**Ещенко А.И.**Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ В ЭНЕРГОСНАБЖЕНИИ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*Рассмотрен путь постепенного оснащения многоквартирного дома дополнительным оборудованием с целью минимизации его энергопотребления. Приведена примерная схема альтернативного энергоснабжения дома и некоторые эвристики, определяющие основные режимы его работы. Дана экологическая оценка предлагаемым техническим решениям.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, альтернативные источники энергии, утилизация, гелиосистемы, эвристики, автоматизированный теплопункт.

**Постановка проблемы.** Системы теплоснабжения жилых домов, к сожалению, характеризуются низкой эффективностью, что обусловлено рядом объективных и субъективных факторов: потерями в теплотрассах (при использовании систем центрального отопления), плохой теплоизоляцией зданий, использованием в качестве энергоносителей ископаемого топлива, которое, к тому же, при сгорании вносит свою существенную лепту в ухудшение экологической обстановки в городах, низкой эффективностью теплогенерирующего оборудования.

**Анализ последних исследований.** В связи со сказанным в настоящее время все больше исследований посвящается созданию энергоэффективного оборудования, оптимизации процессов теплогенерации, использованию нетрадиционных видов энергоносителей и преобразователей и автоматизации всех процессов, обеспечивающих кондиционирование среды в жилых помещениях. Эти разработки в основном затронули проблему теплообеспечения отдельных особняков, где проблема установки дорогостоящего эффективного оборудования могла быть возложена на плечи владельцев таких домов, причем от проблемы теплоснабжения постепенно стали переходить к созданию «умных» домов, на автоматику которых возлагались и проблемы контроля безопасности, несанкционированного вторжения в помещение и т. д. На постсоветском пространстве этому также уделяют большое внимание, однако в первую оче-

редь речь идет о проблемах, связанных с энергоэффективностью самих систем теплоэнергетики [1, 2], хотя и предпринимаются усилия для создания «умных» домов [3].

**Цели статьи** – рассмотрение возможности решения проблемы создания многоквартирных энергоэффективных домов (МЭЭД) путем поэтапного оснащения зданий дополнительной аппаратурой и системами управления, создания домов, обеспечивающих свою жизнедеятельность в значительной части за счет альтернативных источников энергии и специальной конструкции.

**Основной материал статьи.** Предлагается перманентный подход, заключающийся в постепенном дооборудовании дома, когда средства, сэкономленные за счет внедрения отдельных компонентов МЭЭД, могут быть направлены на дальнейшее повышение эффективности. Первый шаг в создании МЭЭД возможен там, где дом оборудован домовой котельной (котельная может обеспечивать и несколько домов). В этом случае в котельной необходимо оборудовать пиролизный реактор, который бы утилизировал энергию твердых бытовых отходов (ТБО), ежедневно выбрасываемых населением и содержащих от 50% до 75% органики. В процессе пиролиза она превращается в горючий газ, который можно подавать в топку котла вместо природного газа. Это не только приводит к экономии газа (и снижению стоимости отопления), но и минимизирует загрязнение среды, причем

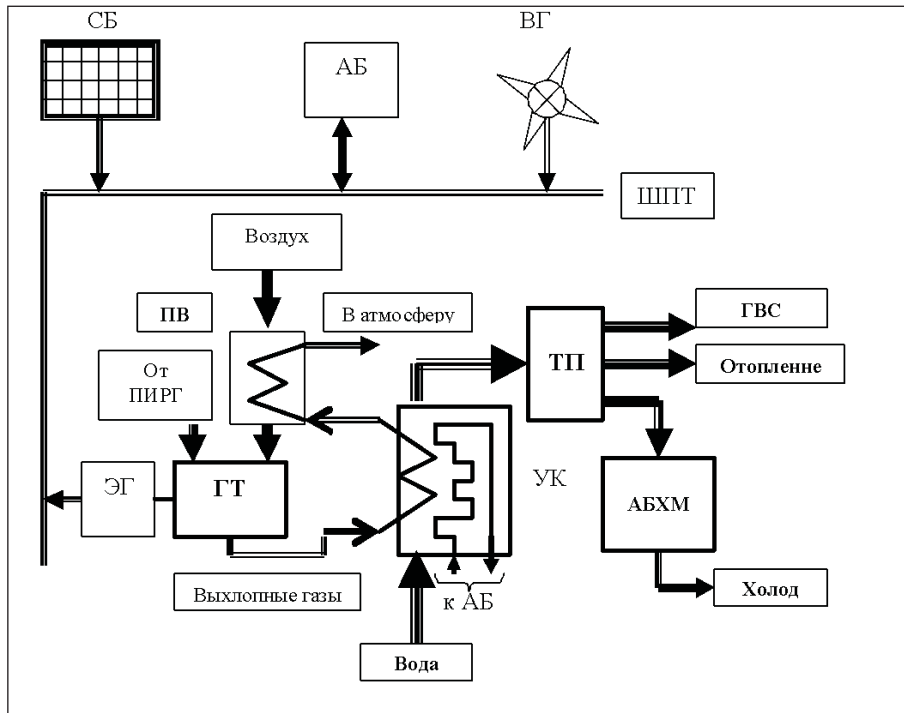


Рис. 1. Примерная схема альтернативного энергоснабжения МЭЭД

ПВ – подогреватель воздуха; ТП – тепловпункт; ГВС – горячее водоснабжение; ГТ – газовая турбина; УК – утилизационный котел; АБХМ – абсорбционная холодильная машина; ЭГ – электрогенератор; СБ – солнечная батарея; АБ – аккумуляторная батарея; ВГ – ветрогенератор.

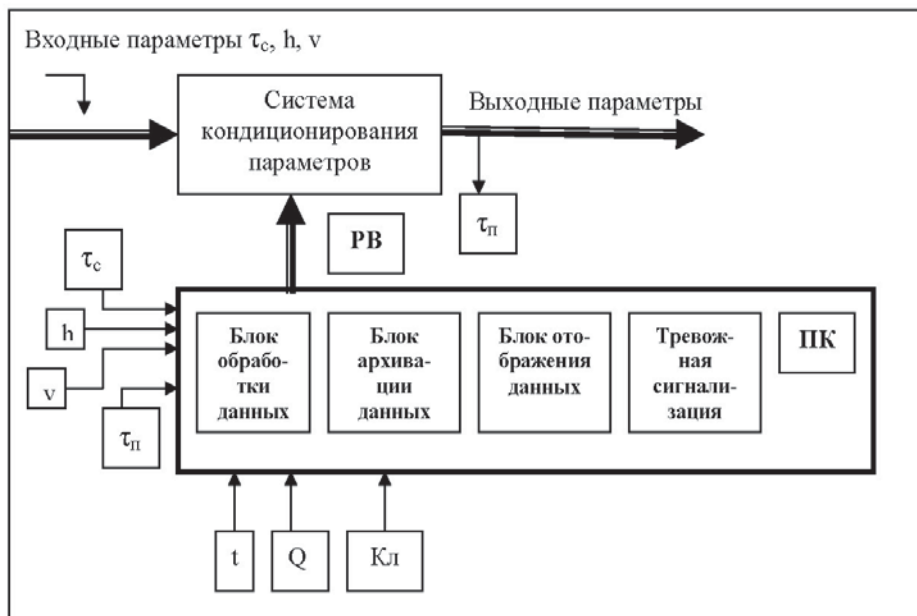


Рис. 2. Принципиальная схема блока управления тепловым пунктом

Программируемый контроллер (ПК), настроенный на отслеживание температуры ( $\tau_c$ ), влажности ( $h$ ) и скорости ветра ( $v$ ) снаружи здания и температуры ( $\tau_p$ ) в отапливаемом помещении (с учетом времени суток  $t$  и календаря  $Кл$ ), а также текущих тепловых потерь  $Q$ , с соответствующим генерированием регулирующих воздействий  $PB$ .

включение котла на использование пиролизных газов должно быть исходным: только если температура воды в системе отопления упадет ниже заданного значения, должна подключиться подача природного газа. Когда нет необходимости в отоплении, пиролизный газ может подаваться на вход газовой турбины, вращающей электрогенератор, устанавливаемый на втором этапе. От генератора можно питать аккумуляторную батарею, обеспечивающую снабжение внутренних потребителей электроэнергии (например, электролизера для электролиза воды с целью получения водорода для питания котла) и накопление энергии, когда она не нужна. Следующий этап – установка на крыше здания гелиоколлекторов для подогрева воды и зарядки теплового аккумулятора. Наконец, гелиосистемы могут быть дополнены ветрогенератором, устанавливаемым на крыше. Кроме того, тепло выхлопных газов газовой турбины может использоваться в утилизационном котле для нагревания воды (котел может также подогреваться электронагревателем, питающимся от батареи), а затем – в теплообменнике для нагревания воздуха, питающего турбину или поступающего в обогреваемые помещения. Подобная схема (см. рис. 1) может обеспечить в принципе полный отказ от природного газа как источника энергии, что не только даст существенную экономию, но и будет способствовать улучшению экологических показателей города в целом. Однако такой ЭЭМД будет нормально функционировать только в случае четкой работы системы автоматики, которая должна работать в соответствии с такими эвристиками.

**ЕСЛИ** ( $t_{\text{ГВВ}} < t_{31}$ ) **И** ( $O_{\text{T}}=1$ ) **И** ( $\text{Пир}=0$ ), **ТО** ( $\text{ПрГ} \rightarrow 1$ ), **ИНАЧЕ** ( $\text{Пир} \rightarrow 1$ ),

**ЕСЛИ** ( $t_{\text{ГВВ}} < t_{32}$ ) **И** ( $O_{\text{T}}=0$ ) **И** ( $\text{Пир}=0$ ) **И** ( $U_{\text{АБ}} > U_{\text{АБmin}}$ ), **ТО** ( $(\text{УК} + \text{АБ}) \rightarrow 1$ ), **ИНАЧЕ** ( $\text{Пир} \rightarrow 1$ ) **И** ( $\text{ЭГ} \rightarrow 1$ ),

**ЕСЛИ** ( $U_{\text{ШПТ}} < U_{\text{АБmin}}$ ) **И** ( $t_{\text{ГВВ}} < t_{31}$ ) **ИЛИ** ( $t_{\text{ГВВ}} < t_{32}$ ), **ТО** ( $(\text{УК} + \text{АБ}) \rightarrow 1$ ),

где  $t_{\text{ГВВ}}$  – температура горячей воды в системе отопления;  $t_{31}$  – минимально допустимое значение  $t_{\text{ГВВ}}$ ;  $O_{\text{T}} = 1$  – отопление включено;  $\text{Пир} = 0$  – пиролизный генератор отключен; ( $\text{ПрГ} \rightarrow 1$ ) – подача природного газа; ( $\text{Пир} \rightarrow 1$ ) – включение

пиролизатора;  $t_{\text{ГВВ}}$  – температура горячей воды в системе ГВС;  $O_{\text{T}} = 0$  – отопление отключено;  $U_{\text{АБ}} > U_{\text{АБmin}}$  – напряжение на клеммах АБ превышает минимально допустимое; ( $(\text{УК} + \text{АБ}) \rightarrow 1$ ) – подключить УК к АБ; ( $\text{Пир} \rightarrow 1$ ) и ( $\text{ЭГ} \rightarrow 1$ ) – включить соответственно пиролизный и электрогенератор; ШПТ – шина постоянного тока; ( $U_{\text{ШПТ}} < U_{\text{АБmin}}$ ) – условие включения УК к ШПТ, если напряжение на зажимах последней ниже минимального напряжения, необходимого для зарядки АБ.

Для обеспечения еще большей эффективности МЭЭД контроллер ТП должен предусматривать возможность корректировки температуры в отапливаемых помещениях как путем учета динамики температуры в окружающей среде (реакция на приращение или спад температуры, а также на изменения влажности и силы ветра), так и исходя из согласованных с жильцами дома графиками изменения температуры в отапливаемых помещениях, учитывающими время суток. Примерная схема узла управления тепловым пунктом приведена на рис. 2.

Оборудованные на таких принципах дома позволят существенно сократить их влияние на окружающую среду своего района или города.

За основу предварительных расчетов были взяты результаты энергоаудита 9-этажного дома (97 квартир) в Киеве с данными за 2014 год. Годовые затраты тепловой энергии составили 744,52 Гкал, электрической энергии – 11093 кВт\*час. Эта нагрузка (тепловая и электрическая) при реализации предлагаемых технических решений может быть обеспечена полностью или частично в разной пропорции (в зависимости от типа и мощности альтернативного источника энергии и среднегодовых погодных условий в районе расположения здания) между несколькими альтернативными энергоисточниками. Экологическая оценка: устранение выбросов только  $\text{CO}_2$  при сжигании угольного топлива даст величину 395,62 т/год.

**Выводы.** Резюмируя, следует подчеркнуть, что именно энергоэффективность как результат использования новейших энергосберегающих решений в части тепло- и электрогенерации приводит к значительному снижению потребляемых энергоресурсов и загрязнения окружающей среды.

#### Список литературы:

1. Праховник А.В. Энергобережения – інший погляд. ЭСКО «Экологические системы». 2006, № 2.
2. Жубанов И.К. Разработка программы энергосбережения на краткосрочный и долгосрочный периоды. АқМУ ХАБАРШЫСЫ, техника ғылымдары сериясы, 2011 № 1(46).
3. Габриэль И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома. – Санкт-Петербург, «БХВ-Петербург», 2011. – 470 с.

### **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОЛОГІЧНІСТЬ В ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

*Розглянуто шлях поступового оснащення багатоквартирного будинку додатковим обладнанням з метою мінімізації його енергоспоживання. Наведена віртуальна схема альтернативного енергозабезпечення будинку і деякі евристики, що визначають головні режими його роботи. Наведена екологічна оцінка технічних рішень, що пропонуються.*

**Ключові слова:** енергоефективність, альтернативні джерела енергії, утилізація, геліосистеми, евристики, автоматизований тепловий пункт.

### **ENERGOEFFICIENCY AND ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF APARTMENT HOUSES**

*The way of apartment houses gradual equipping by supplementary equipment for power consumption minimization is considered. The virtual diagram of apartment house alternative energy supply and some heuristics which described the main tool usage parameters are outlined. The ecological estimation of proposed technical solution is reduced.*

**Key words:** energoefficiency, alternative power supply, utilization, heliosystems, heuristics, automatic thermotaxic station.