

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

Институт технической теплофизики НАН Украины, Украина

В Институте технической теплофизики НАН Украины на базе высокоэнергоэффективного пассивного дома типа «0 энергии» был создан полномасштабный экспериментальный стенд по исследованию энергоэффективности строительных конструкций. Разработанная комбинированная система теплоснабжения на основе возобновляемых и альтернативных источников энергии включает в себя пассивные и активные системы тепловой защиты высокоэнергоэффективного дома. Предусмотрено несколько режимов работы системы теплоснабжения в различные периоды года, в зависимости от температуры наружного воздуха и потребности помещений дома в отоплении или кондиционировании.

На сегодняшний день тенденции таковы, что все больше уделяется внимание вопросам повышения энергоэффективности объектов строительства, реконструкции (в т.ч. термореновации) существующего фонда, а также, повышения эффективности инженерных систем. При этом особое внимание уделяется инженерным системам, источниками тепловой энергии в которых выступают возобновляемые природные ресурсы (солнечная инсоляция, теплота грунта и т.д.).



Рис.1. Высокоэнергоэффективный пассивный дом типа «0 энергии»

В Институте технической теплофизики НАН Украины создан полномасштабный экспериментальный стенд по исследованию энергоэффективности строительных конструкций на базе пассивного дома (площадью 300 м²) типа «0 энергии» (рис.1) [1].

Данный стенд создавался для исследований ограждающих конструкций, состоящих из различных комбинаций строительных материалов, доступных на рынке Украины. Также на основе экспериментального стенда реализованы и апробируются различные меры по внутренней и внешней тепловой защите здания. Эти меры представляют собой:

- систему тепло (холодо) защиты наружных стен с помощью воздушной завесы [2];
- комбинированную систему теплоснабжения, которая включает в себя системы отопления, приточно-вытяжной рекуперативной вентиляции, кондиционирования, горячего и холодного водоснабжения [3];
- автономную систему электроснабжения на основе энергии ветра и солнечной инсоляции.

Коллективом ИТТФ НАН Украины были проведены оценочные расчеты тепловых потерь через ограждающие конструкции высокоэнергоэффективного дома (рис.2). При этом общая тепловая нагрузка на системы отопления и горячего водоснабжения(при температуре наружного воздуха -22°C) составила 6 кВт.

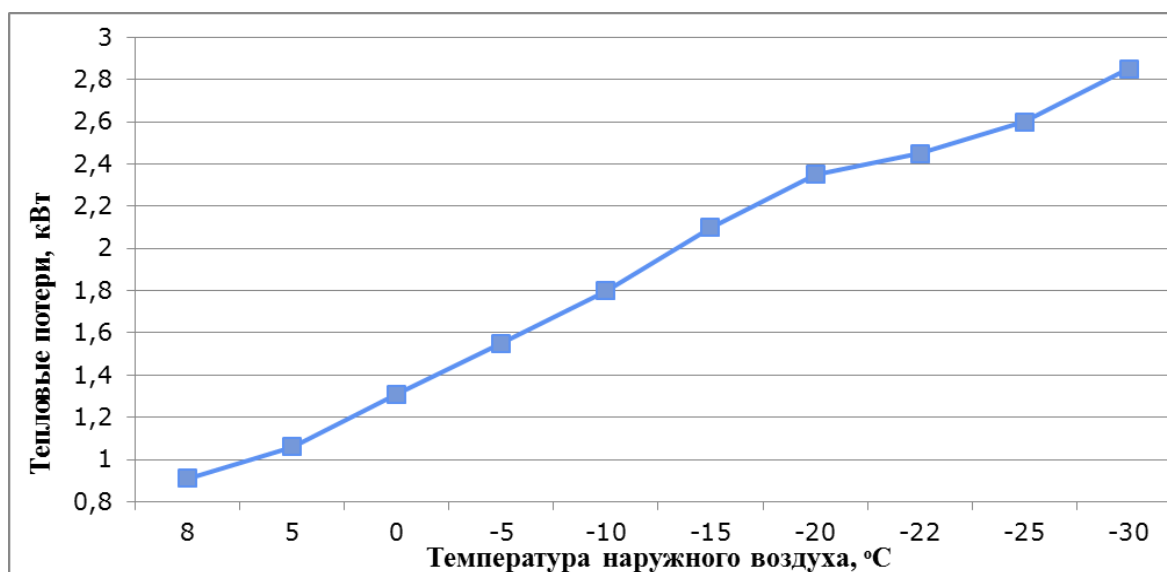


Рис.2. Зависимость тепловых потерь через ограждающие конструкции от температуры наружного воздуха

Разработанная комбинированная система теплоснабжения высокоэнергоэффективного дома [4] предполагает систему, которая регулируется в зависимости от температур окружающего и внутреннего воздуха. В связи с этим, астрономический год был условно поделен на три периода – летний, переходной (весна и осень) и зимний периоды. Для поддержания комфортных условий в помещениях на протяжении года, а также соблюдения санитарно-гигиенических норм микроклимата были разработаны

схемные решения по каждому из вышеупомянутых периодов года. Для контроля и автоматизации процессов тепло и холодоснабжения, система оснащается датчиками температуры, влажности и скорости движения внутреннего воздуха в каждом помещении дома. Также это мероприятия позволяет достичь низкой инерционности работы системы теплоснабжения.

Далее рассмотрим более подробно каждый из периодов года.

Летний период. В летний период среднесуточная температура наружного воздуха не опускается ниже $+21^{\circ}\text{C}$. Основной задачей в это время является кондиционирования воздуха в помещениях. Разработаны несколько режимов кондиционирования (общие для всего дома и локальные) (рис.3а, 3б).

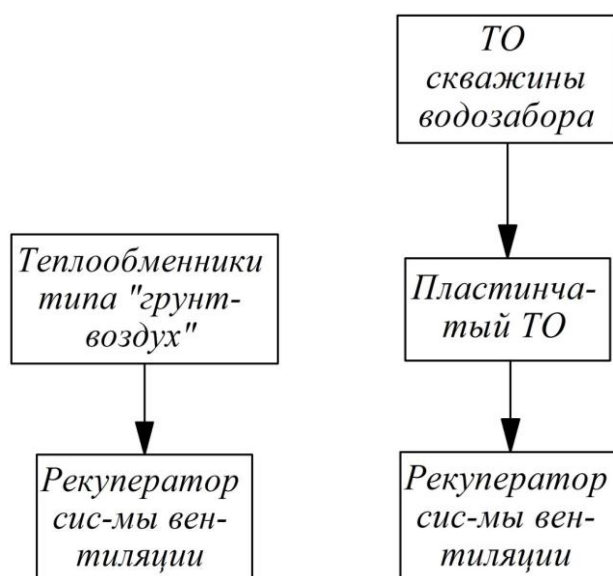


Рис.3а. Общие режимы кондиционирования

Первая общая схема кондиционирования основана на применении теплообменных аппаратов типа «грунт-воздух» (рис. 3а слева), которые расположены в грунтовом массиве Института технической теплофизики НАН Украины по ул. Булаховского, 2 в г. Киеве. Теплообменники выполнены из труб наружным диаметром 110 мм, материал – НПВХ. Прокачиваемый с помощью осевого вентилятора по трубам наружный воздух охлаждается на $8 - 10^{\circ}\text{C}$ в грунтовом массиве и направляется в рекуператор системы вентиляции.

При необходимости может быть задействована вторая схема более интенсивного кондиционирования (рис. 3а справа) с использованием теплообменника скважины водозабора (теплоноситель – вода). Внутренний воздух, проходя через рекуператор системы вентиляции, нагревает охлаждающую его воду. Далее вода контура рекуператора охлаждается в теплообменном аппарате скважины водозабора, за счёт проточной воды из скважины (с температурой около $+12^{\circ}\text{C}$), поступающей на водоснабжение дома. Таким образом, осуществляется централизованное кондиционирование всего дома.

При необходимости дополнительно предусмотрена возможность локального кондиционирования отдельных помещений за счёт установки фэнкойлов (рис. 3б).

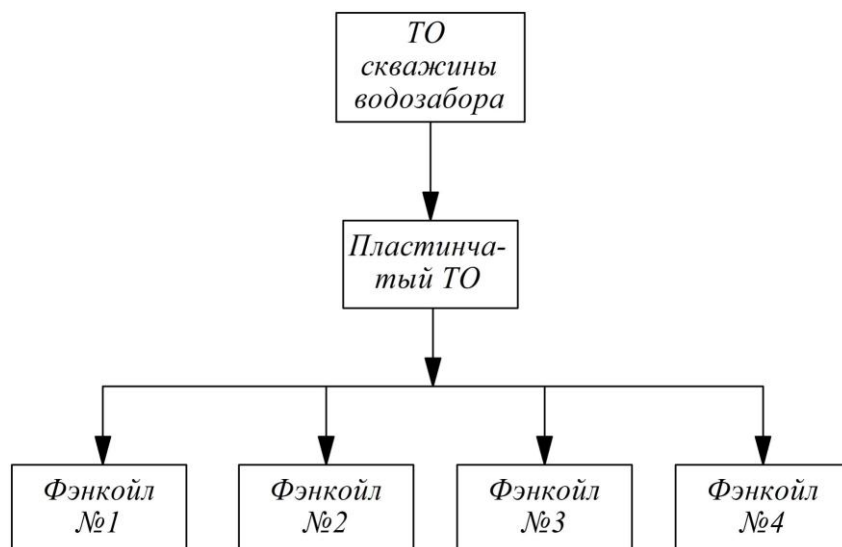


Рис.3б. Локальное кондиционирование

Подключение фэнкойлов и рекуператора системы вентиляции осуществляется с использованием насоса с частотно регулируемым приводом для перекачивания охлаждающей воды.

Второй задачей комбинированной системы теплоснабжения высокоэнергоэффективного дома в летний период является приготовление горячей воды (рис. 4 справа) и восстановление теплового состояния грунтового аккумулятора теплоты (рис. 4 слева).

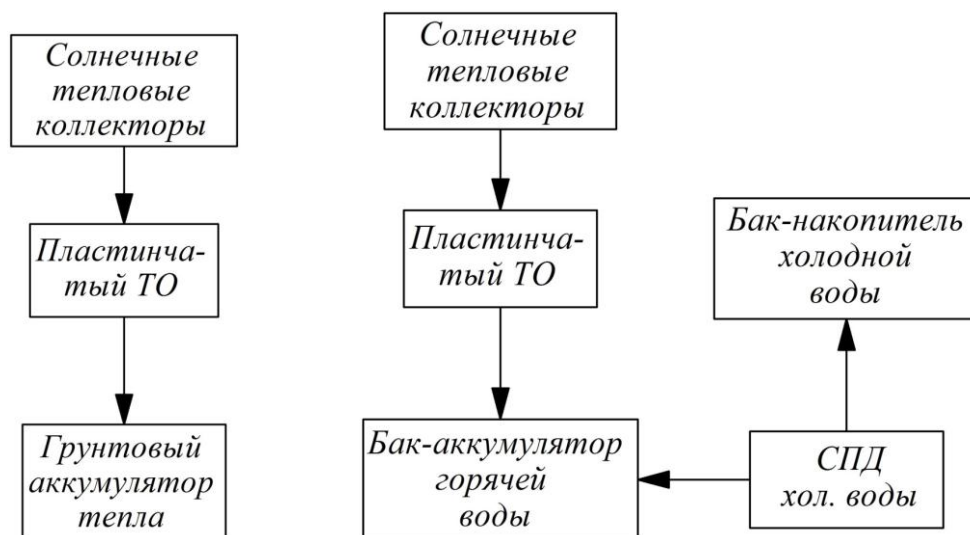


Рис.4. Восстановление теплового состояния грунта и приготовление горячей воды

Основным источником тепловой энергии для приготовления воды для нужд горячего водоснабжения являются тепловые солнечные коллекторы, установленные на крыше дома. Холодная вода из скважины поступает на станцию повышения давления и далее закачивается в бак-накопитель холодной воды и бак-аккумулятор горячей воды. После заполнения обоих баков станция повышения давления автоматически отключается в целях экономии электроэнергии.

Бак-накопитель холодной воды устанавливается на верхнем этаже дома. Это решение принято для обеспечения водоснабжения в случае отключения электроэнергии. В случае, когда нет поступления солнечной энергии, и происходит остывание горячей воды, в баке-накопителе автоматически включается электрический нагреватель.

При профиците тепловой энергии, полученной от солнечных коллекторов, нагретый раствор этиленгликоля прокачивается через пластинчатый теплообменник и, подогревая воду, восстанавливает тепловое состояние грунтового аккумулятора теплоты (массива грунта). Таким образом, осуществляется сброс излишней теплоты, полученной в солнечных коллекторах.

Переходной период. Переходный период – это период, в течение которого среднесуточная температура наружного воздуха колеблется в пределах от +8 до +21°C. Основная задача системы теплоснабжения – подготовка к зимнему периоду. В то же время, минимальные имеющиеся тепловые потери компенсируются за счет работы системы вентиляции (рис. 5). Приготовление горячей воды осуществляется по схеме летнего периода (рис. 4).

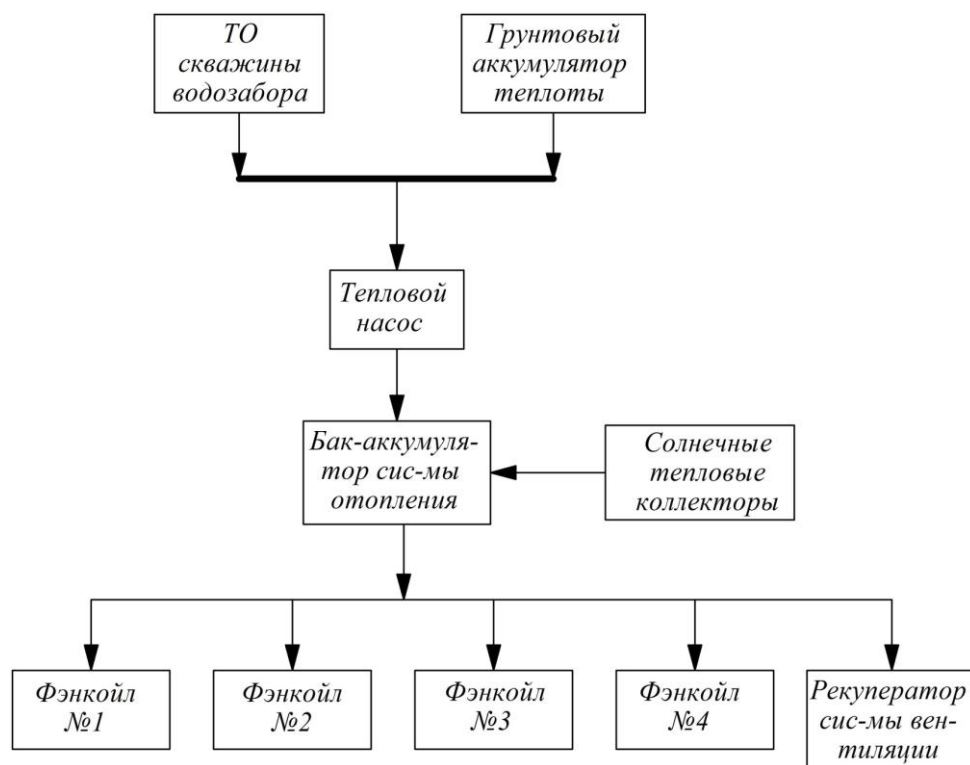


Рис.5. Подготовка системы теплоснабжения к зимнему периоду

В обычном режиме, часть тепловой энергии из солнечных тепловых коллекторов расходуется на приготовление горячей воды, часть же используется для зарядки бака-аккумулятора системы отопления. При понижении температуры внутреннего воздуха в двух и более помещениях ниже +20°C включается насос системы отопления и нагретый в баке-аккумуляторе теплоноситель поступает на рекуператор системы вентиляции. Также

теплоноситель поступает и на фэнкойлы – они включаются в случае локального охлаждения одного из помещений.

Понижение температуры в двух и более помещениях принято для минимизации влияния человеческого фактора (например, наличие открытого окна) на автоматику системы теплоснабжения.

При сохранении тенденции снижения температуры внутреннего воздуха после заданного промежутка времени происходит включение теплового насоса. Этот механизм действует в ночные периоды или при снижении интенсивности солнечной инсоляции.

В качестве источников низкопотенциальной тепловой энергии для теплового насоса предусмотрен набор теплообменников. Смена источника возможна в автоматическом и ручном режимах.

Зимний период. Система теплоснабжения переключается в зимний режим работы при снижении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже $+8^{\circ}\text{C}$. Основная задача в данный период – поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне $+20^{\circ}\text{C}$, вторичной задачей выступает приготовление горячей воды (рис.6).

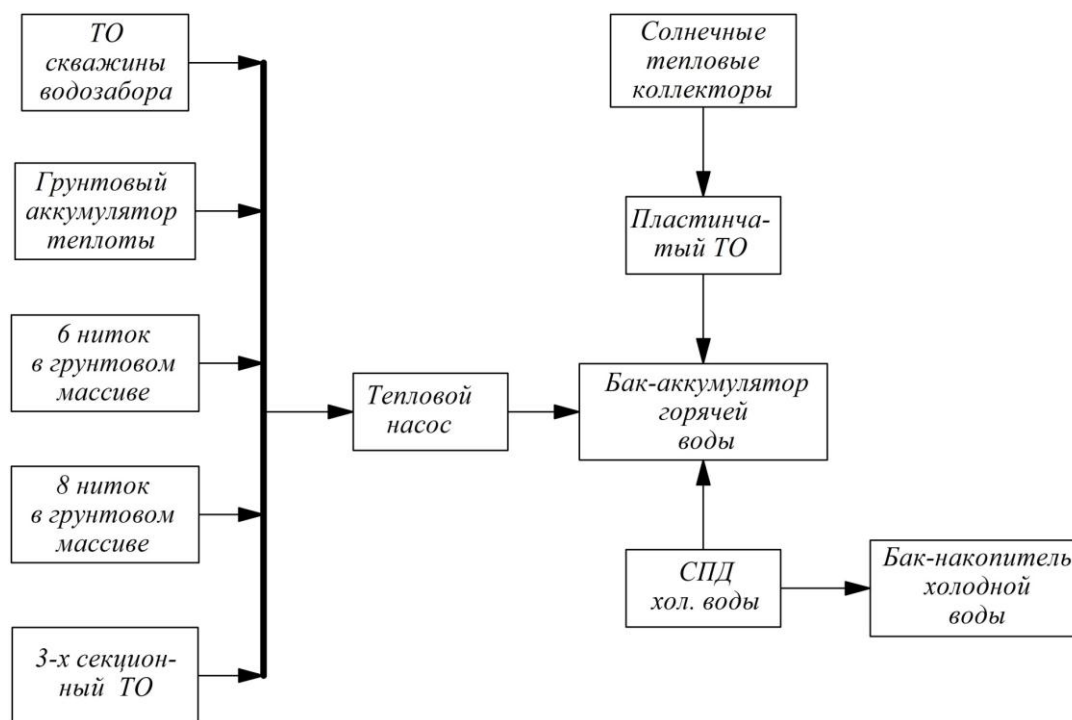


Рис.6. Приготовления горячей воды в зимний период

Основным источником теплоты для приготовления горячей воды также являются солнечные тепловые коллектора. Однако если происходит нехватка полученной в них тепловой энергии, то для приготовления горячей воды используется тепловой насос

Система отопления (рис.7) основана на системе вентиляции и низкотемпературных отопительных приборов. Основные отопительные приборы – фэнкойлы, «теплый пол», капиллярный «теплый пол», трубчатый и капиллярный настенные теплообменники, теплообменники, вмонтированные в

простенок. Отопительные приборы подключаются к источнику тепловой энергии через бак-аккумулятор. Основным источником тепловой энергии является тепловой насос, в качестве резервного предусмотрена установка твердотопливного котла, работающего на пеллетах.

Наружный воздух поступает на рекуператор системы вентиляции, предварительно подогреваясь, проходя через теплообменник «грунт-воздух».

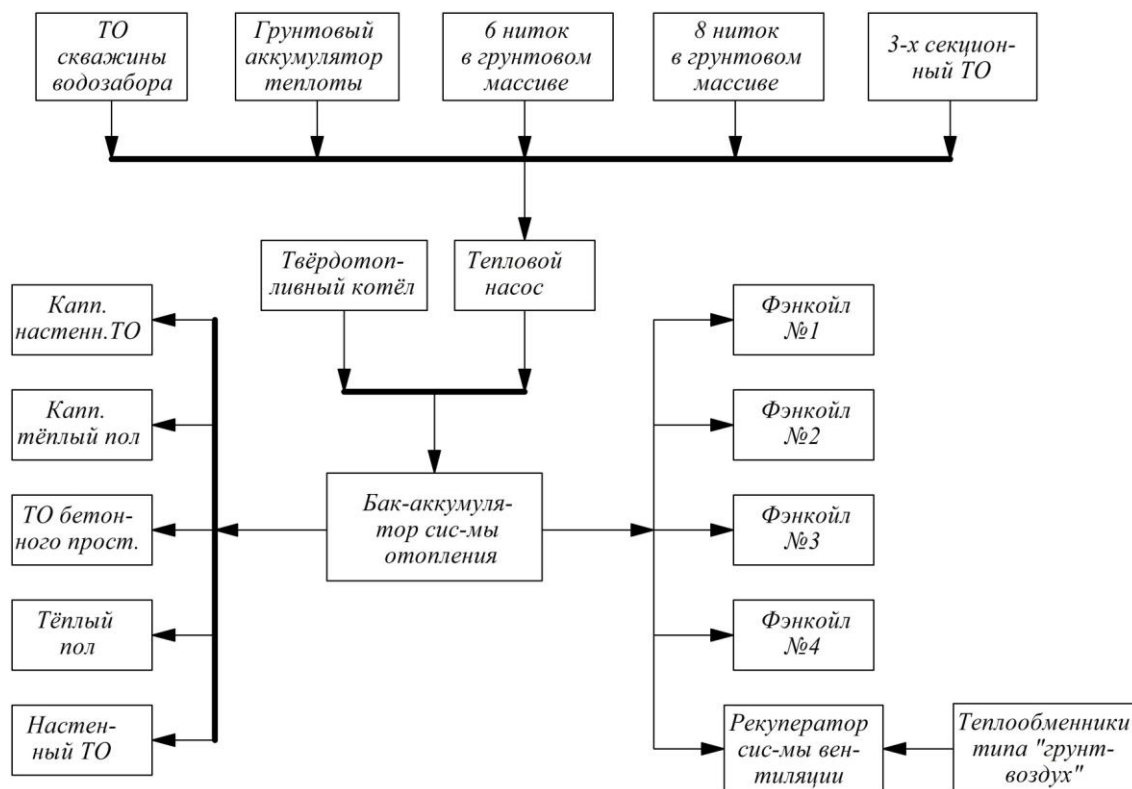


Рис.7. Работа системы отопления

Особое внимание следует уделить группе теплообменников – источников низкопотенциальной теплоты для теплового насоса. Кроме вышеупомянутых теплообменника скважины водозабора и грунтового аккумулятора теплоты, тут предусмотрена еще группа теплообменников, расположенных в грунтовом массиве (на глубине 2,2 м) на территории Института технической теплофизики НАН Украины.

В эту группу входят одноходовой теплообменник в виде 6 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 3 петли длиной 15 м. 8 ниток трубы наружным диаметром 32 мм, которые образуют 4 петли длиной 20 м. Тут также представлен трехсекционный многоходовой паяный теплообменник из материала ПЕ100 с наружным диаметром трубы 40 мм.

Данные теплообменники расположены на схеме (рис. 7) в порядке возрастания теплообменной поверхности.

Таким образом, в Институте технической теплофизики НАН Украины разработана комбинированная система теплоснабжения, которая реализуется на созданном экспериментальном стенде – высокоэнергоэффективном пассивном доме типа «0 энергии».

Литература

1. *Долінський А.А.* Концептуальні основи створення експериментального будинку типу «нуль енергії»/ А.А. Долінський, Б.І. Басок, О.М. Недбайло, Т.Г. Беляєва, М.А. Хибина, М.В. Ткаченко, М.П. Новіцька // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Вип. 77. – К: ДП НДІБК, 2013. – С. 222 – 227.

2. *Басок Б.І., Новіцька М.П., Кужель Л.М., Божко І.К., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Гончарук С.М.* Патент України на корисну модель №88791 «Спосіб забезпечення повітряно-теплової завіси теплотою ґрунту». Опубл. 25.03.2014, бюл.№6/2014.

3. *Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К., Новіцька М.П.* Патент України на корисну модель №82399 «Система теплопостачання будинку на основі геліоустановки та теплового насоса». Опубл. 25.07.2013, бюл.№14/2013.

4. *Басок Б.І.* Концепция системы теплоснабжения энергоэффективного дома / Б.І. Басок, О.М. Недбайло, М.В. Ткаченко, І.К. Божко, О.В. Ряснова // Аква-Терм. - липень-серпень 2013. - С.42-45

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВИСОКОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДИНКУ

І. К. Божко, О. М. Недбайло, М. В. Ткаченко, І. Г. Засецький

В Інституті технічної теплофізики НАН України на базі високоенергоєфективного пасивного будинку типу «0 енергії» було створено повномасштабний експериментальний стенд з дослідження енергоєфективності будівельних конструкцій. Комбінована система теплопостачання на основі поновлювальних та альтернативних джерел енергії, що була розроблена, включає в себе пасивні та активні системи теплового захисту високоенергоєфективної будівлі. Передбачено декілька режимів роботи системи теплопостачання в різні періоди року, які залежать від температури зовнішнього повітря та потребі приміщень будівлі в опаленні або кондиціонуванні.

A COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEM OF HIGH ENERGY EFFICIENCY HOME

I. Bozhko, A. Nedbailo, M. Tkachenko, I. Zasetskiy

The Institute of Engineering Thermophysics of NASU based on high energy efficiency passive house type "0 energy" was created by a full-scale experimental facility to study the energy efficiency of building structures. The combined heat

supply system based on renewable and alternative energy sources includes passive and active thermal protection system of high energy efficiency home. There are several modes of heat supply system in different periods of the year , depending on the outdoor temperature and the needs of premises of the house for heating or air-conditioning.