

# Объёмно-планировочное решение жилых домов с гелиосистемами

Москва, 1983

*Стена Тромба.*

*Основные требования по размещению гелиоприёмников: Солнечный дом Дугласа Балкомба в Санта-Фе, Солнечный дом Эверетта Барбера в Гилфорде.*

*Сведения по использованию систем гелиотеплообеспечения в застройке.*

*Печатается с сокращениями.*

Довольно эффективно устройство типа «стена Тромба». Эта система представляет собой зачернённую стену, поглощающую до 95% лучистой энергии. С наружной стороны для уменьшения теплопотерь стена закрывается прозрачным покрывалом. Оптимальная ширина промежутка между прозрачным покрытием и стеной, играющей роль аккумулятора тепла, составляет 50—125 мм. Воздух в пространстве между прозрачным покрытием (обычно стеклом) и стеной, вступая в контакт с её нагретой поверхностью и облучаясь солнечными лучами, нагревается и может быть использован для практических нужд. Прозрачная стеклянная поверхность препятствует длинноволновому тепловому излучению наружу. В массивной стене этого типа устраиваются отверстия в её нижней и верхней частях, позволяющие за счёт естественной конвекции перемещать нагретый между стеклом и чёрной стеной воздух и подавать его в отапливаемое помещение.

В момент, когда нет солнца, массивная стена начинает отдавать в отапливаемое помещение тепло, накопленное в толще зачернённой стены за солнечные часы, т. е. происходит теплоотдача за счёт теплопроводности. Перерыв времени передачи тепла через стену может быть рассчитан в зависимости от термического цикла системы. В идеальном случае энергия, накопленная за дневное время, должна распределяться на весь цикл до будущего возможного улавливания солнечной энергии.

Как показывают многочисленные расчёты, в стене между поглотителем и внутренним пространством не требуется никакой изоляции. Однако для уменьшения потерь тепла ночью, когда стена должна быть достаточно изолирована, с внешней стороны остекления можно ставить изолирующие ставни. Промежуток между двумя прозрачными слоями (стекло или пластик) можно заполнить шариками из полистирола. В этой конструкции «Бидуолл» фирмы «Зоумуоркс Корпорейшн» шарики удаляются утром, открывая путь солнцу, и заполняют пространство ночью, обеспечивая изоляцию.

Обычно поглотитель является стеной — частью конструкции здания, однако могут быть и другие решения поглотителей. Поверхность поглотителя, разработанного Джимом Перерсоном и Марком Томсеном из фирмы «Боулдер энд Джерри Планкетт» (город Денвер), выполнена из алюминиевых жестянок из-под содовой воды, подрезанных до высоты 50,8 мм, которые прикреплены к листу фанеры. Всё пространство окрашено в чёрный цвет и покрыто пластиком. На каждый квадратный фут коллектора (0,092 м<sup>2</sup>) требуется примерно 10 жестянок.

Для обеспечения затенения летом, изоляции ночью и термосифонирования нагретого солнцем воздуха можно между двумя слоями остекления с промежутком в несколько дюймов установить подъемные жалюзи, сохраняющие хороший обзор из окна.

Одна сторона жалюзи может быть окрашена в чёрный цвет, другая — покрыта от-

ражающей серебряной краской. Жалюзи могут иметь много различных положений и функций; зимой чёрная сторона жалюзи может быть повернута наружу. Жалюзи в этом случае будут образовывать сплошную вертикальную поверхность, серебряная часть жалюзи будет отражать тепло обратно в помещение. Летом можно повернуть жалюзи серебряной стороной наружу для отражения солнечных лучей. За счёт увеличения толщины жалюзи путём заполнения их изоляцией можно уменьшить поступление тепла летом и потери тепла зимой.

К системам, использующим тип теплопередачи за счёт теплопроводности с момента передачи тепла, не совпадающим со временем получения его, относится конструкция перфорированной стены с двойной мембраной, снабжённой пневматическими изолированными трубами, наполненными воздухом. Согласно метеосводке часть воздуха по расчёту удаляется из труб, замедляя или ускоряя теплопередачу.

Для регулирования воздушного потока в вышеперечисленных решениях систем типа «стена Тромба» могут быть использованы заслонки. Когда нет солнца и воздух в коллекторе в результате теплопотерь наружу охлаждается, воздух опускается по поверхности стены (поглотителя), затягивая за собой тёплый комнатный воздух через верхнюю часть коллектора. За счёт заслонок контролируется перегрев помещений в тёплую погоду и переохлаждение в холодную погоду. Заслонки должны иметь простую конструкцию и их количество должно быть как можно меньше.

### **Основные требования по размещению гелиоприемников**

Поверхности, предназначенные для улавливания солнечной энергии, должны облучаться максимально возможный промежуток времени в зимних условиях. На степень облучаемости гелиоповерхностей влияют многие факторы, определяемые в зависимости от их географического местоположения. К основным из них относятся: ориентация гелиоповерхностей; угол наклона поверхностей.

Рассмотрим один из домов с конструкцией типа «стена Тромба». «Солнечный дом» в Шовенси-ле-Шато построен архитекторами, авторами системы Ф. Тромбом и Ж. Мишелем. Солнечные коллекторы системы Тромб-Мишель (Анвар) устроены вертикально. Неполностью изолированный дом имеет среднее значение величины  $K = 0,9$ . Дом был построен в соответствии со стандартами, принятыми в жилищном строительстве Франции. Конструктивная основа здания — стальной трубчатый каркас 3,6х3,6 м. Чёрная стена аккумулятора, монтирующаяся с вертикальным остеклением, образует южный фасад дома. Теплопередача осуществляется за счёт естественной циркуляции тепла.

Самая большая сторона дома с солнечный коллектором обращена на юг. С северной стороны расположен резервуар с отработанной водой, который служит тепловым изоляционным барьером. Толщина стены 35 см. Эти «солнечные стены» экономичны, так как их стоимость незначительно превышает стоимость обычных стен.

По мнению Мишеля и Тромба, отношение поверхности коллектора и объема здания должно составлять 0,16 для обычного дома ( $K = 0,9 \dots 1,0$ ), если дом хорошо изолирован ( $K = 0,5$ ). Это отношение может быть уменьшено до 0,1, т. е. 1 м<sup>2</sup> вертикального коллектора может отопить 10 м<sup>3</sup> строительного объема здания. Для дома в Шовенси-ле-Шато это отношение составляет  $45/275 = 0,163$ . Эти цифры, конечно, зависят от климатических условий.

## ***Гелиодомы, созданные для районов с резко континентальным климатом***

Поскольку климат Средней Азии резко континентальный, а наибольшее внедрение гелиодомов осуществляется в настоящее время на этой территории, обобщение зарубежного и отечественного опыта для таких районов представляет особый интерес.

Большое количество гелиодомов этой группы построено в США. В построенных или запроектированных гелиодомах этого типа решены технические проблемы получения тепла и горячей воды зимой или получения холода летом. Однако зачастую решение проблемы при помощи инженерных систем не отражается на объемно-планировочной структуре жилища. Гораздо меньше примеров, когда функции защиты от неблагоприятных условий климата заложены в объемно-планировочную структуру.

Примером технического решения задачи создания нормального микроклимата в жилище при помощи активной гелиосистемы служит частный жилой дом, разработанный Гарри Э. Томасоном.

Коллектор «струйного типа» со свободно стекающей вниз водой с одинарным остеклением (второе покрытие из пластмассовой плёнки) расположен на южной стене и крыше томасоновского дома под углом на крыше  $45^\circ$ , а на стене  $60^\circ$ . Этот дом интересен тем, что в летний период для охлаждения и кондиционирования воздуха не применяется тепловой насос, остеклённый коллектор используется здесь в качестве теплового источника, а неостекленная крыша в качестве теплового стока. В доме имеются водяной и каменный аккумуляторы, расположенные в подвале. Вода, нагретая в гелиоприемнике, поступает в аккумулятор, и тепло передается камням за счёт теплопроводности. В этом доме вклад солнечной энергии в теплоснабжение дома составляет 95%.

Всю тепловую нагрузку можно обеспечить системой солнечного отопления при помощи устройства с тепловым насосом. При этом тепловой насос можно рассматривать в качестве дополнительного источника тепла. Такое устройство является весьма экономичным, если система используется для двух целей: зимой для отопления, летом для охлаждения и кондиционирования воздуха.

Существуют дома, в которых тепловые насосы работают непрерывно (при неостеклённых коллекторах). В других домах при применении остеклённых коллекторов удовлетворительная работа системы обеспечивается почти без теплового насоса, который включается только как дополнительный элемент на сравнительно короткие промежутки времени.

Наиболее показательным примером дома установкой с тепловым насосом, в котором удалось заменить электрический компрессор абсорбционным холодильником, получающим энергию от солнца, является дом в Форт-Коллинзе близ Денвера Ж. Лефа (США). Однако и в нем основное внимание уделено разработке усложнённой активной гелиосистемы, объемно-планировочное решение жилого дома обычное, задачи регулирования микроклимата при помощи объемно-планировочных мероприятий здесь не ставились. Гелиоприёмники в этом доме являются частью кровли.

В редких случаях, когда в структуру дома механически привносятся активные гелиосистемы, условия проживания в них не ухудшаются. Обычно привнесение активных гелиосистем в структуру существующих жилых домов или механическое внедрение гелиосистем даже во вновь создаваемые дома приводит к резкому ухудшению гигиенических условий проживания. Кроме того, эта непригодность структуры дома существовать в качестве коллектора солнечной энергии приводит к тому, что в

невыигрышном положении оказываются сами гелиосистемы.

Неудачными примерами гелиодомов с активными системами гелиотеплоснабжения для условий резко континентального климата считаются два 4-этажных дома, построенных в Ташкенте и Чирчике.

В жилом доме для Ташкента, запроектированом Ташгипрогором, гелиоприёмники расположены в виде экрана на галерее. Причём сам дом является представителем 4-этажных жилых домов из местных материалов серии 114-77-31 СП. Переделка дома, не предназначенного для использования солнечной энергии, привела к тому, что помещения, ориентированные на галерею, оказались лишёнными дневного света. Пространство не эксплуатируемых жильцами технических галерей перед южным фасадом превратилось в тёмный тепловой мешок, дополнительно нагревающий жилые помещения в летних условиях и никак не влияющий на дополнительный нагрев в зимних условиях. К тому же зимой в помещениях за экраном-гелиоприёмником не достигается нормативная освещённость. Теплопотребности таковы, что гелиоприёмники покрывают их на 15—20%.

Подобный же метод привнесения в оболочку готового дома гелиоприёмников были использован и в проекте 4-этажного гелиодома для города Чирчика, созданного в УзНИИП градостроительства.

Здесь гелиоприёмники были навешены на стены дома серии 114-77-24 СП. В доме для улучшения его технических показателей утолщены стены до 51 см вместо 38 см по типовому проекту, улучшены качества теплоизоляции кровли. Это позволило почти в 2 раза уменьшить теплопотребности дома. Однако следует отметить, что в этом доме, как и в предыдущем, совершенно недостаточной является поверхность нагрева гелиоприёмника, составляющая приблизительно 25% отапливаемой площади.

Поисками типологии малоэтажного жилого дома для села занимается ТашЗНИИ-ЭП. Проект 8-комнатного жилого дома с гелиоустановкой для строительства в сельской местности УзССР архитектора Крюковой Р. И. представляет собой 2-этажный объем, вытянутый в меридианальном направлении с расположением гелиоприёмников активного типа на южном торцовом фасаде. Поверхность гелиоприёмников в этом доме достаточная и составляет 72% отапливаемой площади. Недостатком дома являются его большие теплопотребности.

Учитывая этот фактор, тот же авторский коллектив запроектировал заблокированный дом, в котором на 30% уменьшена величина теплопотребности. Удельная отопительная характеристика этого дома  $0,61 \text{ ккал/ч}\cdot\text{м}^{30}\text{С}$ , а теплопотребление на  $1 \text{ м}^2$  жилой площади  $133 \text{ ккал/ч}$ .

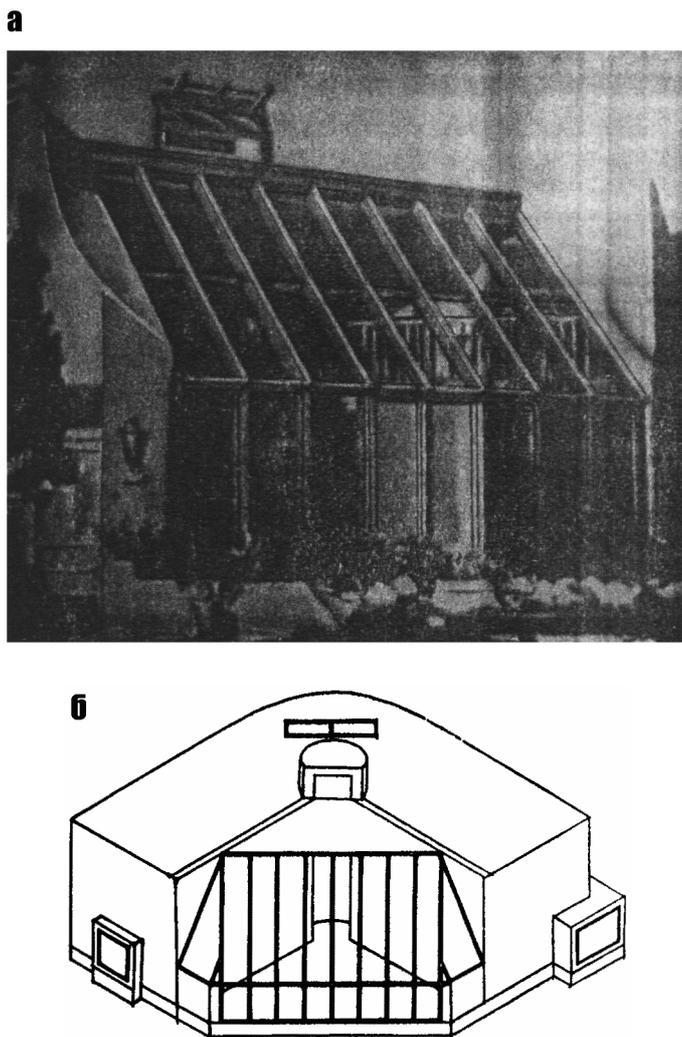
Гелиоприёмники составляют часть конструкции дома, выполняя роль солнцезащитного экрана перед южным фасадом. Наибольшим недостатком является то, что дом очень вытянут в меридиональном направлении и все комнаты ориентированы на северную, западную или восточную стороны горизонта, что противоречит основным положениям по проектированию эффективных структур домов с солнечным энергообеспечением, изложенным в предыдущих разделах.

Примером успешного решения создания архитектуры жилого солнечного дома служит дом, построенный в г. Фениксе шт. Аризона (США) архитектором Питером Ли. Солнечные коллекторы выполнены в виде крупной жалюзийной решётки над центральным двором дома. Мотор с часовым механизмом регулирует положение пластин жалюзи так, чтобы в дневные часы отопительного сезона (в г. Фениксе с октября по апрель) они были перпендикулярны солнечным лучам. Летом пластины переворачивают алюминиевым покрытием вверх для отражения солнечных лучей и затеняют

дворик и здание.

Два ряда гелиоприёмников используются для горячего водоснабжения летом. В этом доме воплощаются идеи многофункционального использования гелиоприёмников активной системы гелиотеплоснабжения как для получения тепла зимой, так и для затенения летом. Недостатком является дороговизна системы из-за применения следящих за солнцем устройств.

Примером жилища с объемно-планировочной структурой, модернизированной с целью повышения комфортности проживания как по летним, так и по зимним условиям с использованием солнечной энергии, служит дом архитектора *Douglas Balcomb* в г. Санта-Фе, Нью-Мехико, США (рис. 5).



**Рис. 5. Солнечный дом в Санта-Фе (США), *Douglas Balcomb*:**

а — общий вид; б — аксонометрия.

В объемно-планировочном решении дома в Санта-Фе (США) применён принцип обогрева жилых помещений при помощи энергии солнца с использованием 2-этажной оранжереи. Двухсветное пространство оранжереи объединяет все жилые помещения дома. Это пространство оранжереи является аккумулятором дневного тепла. Для сокращения теплопотерь ночью и в холодные дни, а также для защиты от летнего перегрева витраж оранжереи снабжён трансформирующимися жалюзи. Для снятия прямой солнечной радиации остекления с жалюзи дополнительно применён ко-

зырёк с небольшим выносом. Наружные стены помещений, ориентированные на другие стороны горизонта, выполнены с минимальным количеством проёмов для уменьшения теплопотерь.

Этот же приём применен в доме Гилфорда в шт. Коннектикут (США). К дому прилегают две теплицы и остеклённый бельведер. Вентиляционная система направляет нагретый воздух в жилые помещения и на кухню. В летнее время остеклённые рамы теплиц снимаются для предотвращения перегрева.

### ***Сведения по использованию систем гелиотеплообеспечения в застройке***

Проблема формирования застройки из гелиодомов в настоящее время является проработанной. Это в большей степени относится к солнечным жилым домам, способным существовать в условиях высоких плотностей городской застройки.

Существующие типы гелиодомов — экспериментальные. Предметом эксперимента в них служат гелиосистемы. Такие гелиодомы размещаются обычно в пространстве совершенно обособленно без учёта влияния на них соседних домов. В лучшем случае гелиодома можно блокировать линейно в направлении З—В. В существующих теоретических проработках расположение заблокированных гелиодомов в направлении З—В рекомендуется как для районов с жарким климатом экваториальной зоны, так и для районов, расположенных на широтах 40, 50, 60°.

В районах, близких к экватору, широтное расположение гелиодомов позволит минимально облучать солнцем протяженные южную и северную плоскости фасадов в течение всего года. При таком расположении домов стоит задача защиты лишь крыш от возможного перегрева; обычно на крышах и располагают гелиоприёмники гелиосистем для охлаждения, выполняющие одновременно и роль солнцезащиты крыши.

В проекте африканской деревни архитекторов Жоржа и Жан-Мари Александровых применены крупномасштабные плоские гелиоприёмники в качестве оболочек зданий. Замкнутость как средство защиты от солнца здесь используют в масштабе больших групп зданий.

В группе зданий, состоящих из школы, дома учителя и водонапорной башни другого проекта Александровых в Чингетте (Мавритания), средством солнцезащиты кровли зданий, ориентированных на С—Ю, являются небольшие гелиоприёмники, расположенные горизонтально. Для увеличения потока солнечных лучей здесь применены отражающие пластины, вытянутые вдоль плоскости З—В.

Широтное же расположение гелиодомов на широтах 40, 50, 60° позволит зимой максимально улавливать солнце южным фасадом и минимально облучать его в летних условиях. Кроме этих ограничений, в формировании застройки для районов, расположенных на широтах 40, 50, 60°, необходимо соблюдение условий по незатенению соседними предметами поверхностей гелиоколлекторов в течение их рабочего времени. Общепринятым рабочим временем гелиоколлектора в зимние дни является 6 ч.