

КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОГО ОДНОКВАРТИРНОГО ДОМА

А. Н. Севрук, аспирант БНТУ

В последние десятилетия энергосбережение становится наиболее значимой проблемой и входит в ряд приоритетных направлений политики государства. Значительными резервами экономии обладает малоэтажное индивидуальное жильё. Современная энергетическая ситуация требует решения новых задач при проектировании и строительстве, итогом решения которых должно стать возникновение нового типа жилья, являющегося не потребителем энергии, а её продуцентом.

Введение

В современном мире именно жильё является крупнейшим потребителем тепла и света. Примерно треть источников энергии человечество превращает в тепло. Большая часть этой энергии используется для отопления помещений, подогрева воды и освещения. Строительные нормы в развитых странах по отношению к энергоэффективности стремительно изменяются. После 2020 г. в ЕС будут проектироваться и строиться все здания с почти нулевым потреблением согласно европейским нормам. [1]

В нашей стране, как в прошлом веке, так и теперь, недостаточно внимания уделяется проектированию и строи-

тельству малоэтажного жилья, поскольку основной упор делается на развитие многоэтажного жилья. Энергоэффективность в малоэтажном жилом секторе имеет огромный потенциал для реализации, поскольку в большинстве своём строительство многоквартирных жилых домов в нашей стране не претерпело никаких существенных изменений на протяжении многих десятилетий. Идёт массовое строительство нового, но морально устаревшего в плане энергоэффективности, обеспечения комфортности и микроклимата, индивидуального жилья. Происходит это потому, что применяются «упрощённые процедуры разработки, согласования, утверждения проектной документации,

надзора в процессе строительства, приёма жилого дома и ввода в эксплуатацию...» [2] Это, естественно, снижает затраты потребителя, но только на этапе проектирования строительства. В результате не всегда обеспечивается достаточный уровень комфорта и энергоэффективности.

Основная часть

Традиционно жильё рассматривается как потребитель энергии. Причём потребление энергии жилым сектором в целом в процентном отношении превосходит потребление энергии промышленным сектором. И такая тенденция наблюдается как в нашей стране (рис.1), так и за рубежом. Если перевести жилой сектор на нулевое потребление энергии, то сэкономленной энергии вполне будет достаточно на покрытие потребностей промышленного сектора.

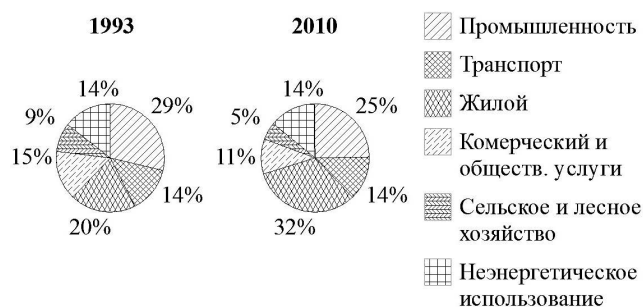


Рис.1 Структура конечного энергопотребления по секторам[3]

В данный момент снижение энергопотребления становится основой технического прогресса. Причём сегодня технологии позволяют создавать жильё, способное производить энергии больше, чем потреблять. И первым значительным шагом на новом пути должен стать массовый переход к энергонезависимому, а затем и энергоположительному жилью. Благодаря такому переходу возможной становится организация децентрализованной системы производства экологически чистой энергии.

Концепция энергонезависимого многоквартирного жилого дома. Энергонезависимый дом - это дом, в котором оптимизированы все энергетические процессы таким образом, что поддержание комфортных условий, освещение, горячее и холодное водоснабжение обеспечиваются посредством совокупности архитектурно-планировочных решений и индивидуальной системы альтернативных источников энергии (батареи фотоэлементов, солнечные коллекторы, ветроустановки, тепловые насосы, и др.). Причём потребляемая домом энергия меньше или равна производимой, а её избыток может поставляться в общие централизованные сети.

Предлагаемая концепция энергонезависимого многоквартирного дома рассматривает дом и прилегающий к нему участок как сложную развивающуюся систему, в

которую по мере совершенствования и удешевления технологий, т.е. по мере приобретения рентабельности и доступности, имела бы возможность легко интегрировать новую энергосберегающую подсистему. К примеру, срок окупаемости системы фотовольтаики (т.е. системы солнечных фотоэлементов) для автономного энергообеспечения многоквартирного жилого дома на данный момент довольно высок, но с развитием технического прогресса, который делает более дешёвым процесс изготовления данной системы, и с ростом цен на энергоресурсы появляется рентабельная возможность внедрения нового компонента в сложную систему дома. Таким образом, жилой дом должен представлять собой **эволюционирующую** структуру. Базовую целесообразную модель такого жилого дома можно воплотить уже сегодня, основав её на использовании доступных в плане рентабельности инженерных систем и архитектурно-планировочных, градостроительных принципов: компактность здания, использование буферных зон; температурное зонирование помещений; оптимизация оконных проёмов; цветовое решение фасадов и интерьеров и др.

Компактность здания. Расчётный показатель компактности здания k_g^{des} [4] не позволяет в полной мере охарактеризовать рациональность того или иного объёмно-планировочного решения многоквартирного жилого дома.

$$k_g^{des} = \frac{A^{sum}}{V_h} \quad (1)$$

где A^{sum} — общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и пола нижнего отапливаемого помещения, m^2 ;

V_h — отапливаемый объём здания, принимаемый равным объёму, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждающих конструкций, m^3

Это становится очевидным, если рассмотреть два двухэтажных дома с одинаковыми габаритами, но с разными планировочными решениями внутреннего пространства (рис. 2). В одном имеется двухсветное пространство, а в другом два полноценных этажа. Расчётные показатели компактности зданий ($k_{e1}^{des}; k_{e2}^{des}$), площадь наружного ограждения ($A_{11}^{sum}; A_{12}^{sum}$), внутренний отапливаемый объём ($V_1=V_2$) будут одинаковыми для обоих объёмов, но с точки зрения рационального использования внутреннего пространства очевидно, что здание с двумя полноценными этажами является более эффективным поскольку показатель полезной ($S_1; S_2$) площади выше. Поэтому наличие двухсветных пространств является фактором неэффективного использования внутреннего пространства.

При увеличении высоты этажа и неизменных размерах

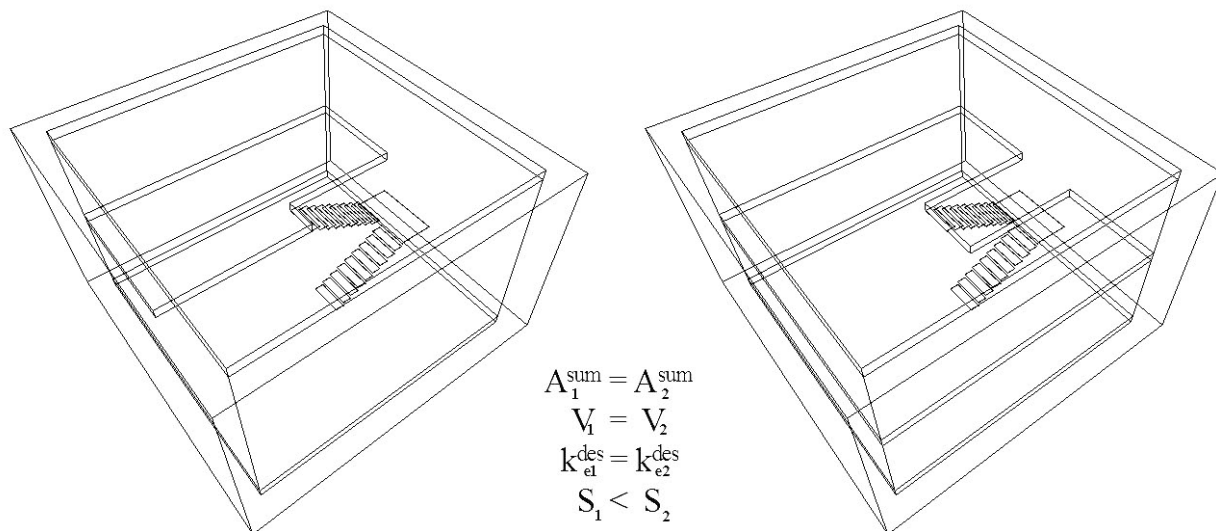


Рис. 2 Сравнение планировочных решений с двухсветными помещениями и без них

в плане происходит уменьшение показателя компактности здания, но вместе с тем увеличивается отопляемый объём и площадь ограждающих конструкций, а показатель полезной площади не уменьшается. Таким образом, высота этажа дома должна быть минимально возможной согласно ТНПА[2], а любое его увеличение должно быть обосновано, как и применение двусветных помещений.

Из выше изложенного следует, что для определения рационального объёмно-планировочного решения одноквартирного жилого дома наиболее целесообразно будет использовать коэффициент компактности вида:

$$(2) \quad K = \frac{S}{A_{sum}}$$

где A_{sum} — общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и пола нижнего отопляемого помещения, m^2 ;

S — полезная площадь отопляемых помещений здания, m^2

Компактность здания в предлагаемой концепции предполагает компактность «тёплой оболочки» дома, форма которой, как правило, должна приближаться в плане к правильной фигуре (квадрат, круг), причём показатель компактности увеличивается от квадрата к кругу. Таким образом, выбор формы «тёплой оболочки» здания должен быть выполнен на основе анализа, в котором учитывается коэффициент компактности по формуле (2), в зависимости от полезной отопляемой площади, этажности, высоты этажа проектируемого здания (рис 3).

Помимо того, что оболочка должна быть максимально герметична, утеплена и замкнута (отсутствие «мостиков холода») [5], внутренняя поверхность должна выполняться из материалов, имеющих высокий показатель тепловой ёмкости. Это позволит организовать теплоаккумулирующую массу (см. п. Пассивная аккумуляция).

Пассивная аккумуляция тепла. Использование во внутренних конструкциях здания материалов с высоким показателем объёмной теплоёмкости ($kJ/m^3 \times ^\circ C$) позволит организовать своеобразный аккумулятор тепла, который будет способствовать поддержанию стабильной комфортной температуры внутри дома. Для этих целей материал перегородок, перекрытий, внутренние поверхности тёплой оболочки здания необходимо выполнять из таких материалов, как железобетон ($2100 kJ/m^3 \times ^\circ C$), бетон ($2016 kJ/m^3 \times ^\circ C$), кладка из силикатного кирпича ($1760 kJ/m^3 \times ^\circ C$), кладка из керамического кирпича ($1584 kJ/m^3 \times ^\circ C$) и др.

Использование буферных зон. Как правило, на приусадебном участке размещаются хозяйственные постройки: гараж, баня, погреб, помещения для хранения

хозяйственного инвентаря, теплица, беседка и др.

Сблокировав эти помещения с жилым домом, устроив чердак и подвал, можно организовать буферные зоны вокруг «тёплой оболочки» дома. Подобный подход даёт возможность выполнения не только буферных зон, но и экономит затраты на устройство существенной части ограждающих конструкций этих хозяйственных построек (имеются в виду смежные стены с домом), рационально используется площадь земельного участка (рис 4).

Оптимизация световых проёмов. Для пассивного энергообеспечения дома необходима оптимизация световых проёмов — это максимальная площадь остекления южного фасада и минимально возможная площадь остекления остальных фасадов; применение энергоэффективного заполнения световых проёмов. Но, каким бы энергоэффективным на данный момент ни был оконный блок, сопротивление теплопередаче окна будет более низким, чем этот же показатель других ограждающих конструкций. Отсюда, при определённых условиях, и возникают значительные теплопотери через световые проёмы, не сопоставимые с теплопотерями пассивного энергообеспечения дома. Поэтому, чтобы снизить теплопотери через световые проёмы, необходимо использовать защитные устройства. Идеально решаются данные задачи посредством роллетных систем. В одноквартирном жилом доме есть возможность обеспечить устройство оконных проёмов на южном фасаде при полном их отсутствии на других фасадах (рис. 4).

Принудительная контролируемая вентиляция. Базовая модель энергонезависимого одноквартирного дома в обязательном порядке должна включать в себя применение принудительной контролируемой вентиляции, и это вопрос не только энергосбережения. Естественная вентиляция не может постоянно поддерживать на должном уровне необходимый комфорт и санитарные требования, т.к. зависит от постоянно изменяющихся параметров внутреннего и наружного воздуха. Соответственно и степень интенсивности вентиляции естественного типа всегда разная, и именно поэтому она не поддается регулировке. К примеру, при равнозначной температуре внутреннего и наружного воздуха и при предельно низкой скорости ветра такая вентиляция не функционирует. Таким образом, применение естественной вентиляции возможно только в комбинации с контролируемой принудительной вентиляцией. Причём в отопительный период работа естественной вентиляции должна быть исключена, поскольку обеспечивает высокие неконтролируемые тепловые потери.

Впоследствии в базовую модель энергонезависимого одноквартирного дома по мере развития прогресса можно внедрять доступные и высокоэффективные технологии, обеспечивающие больший комфорт дополнительное энер-

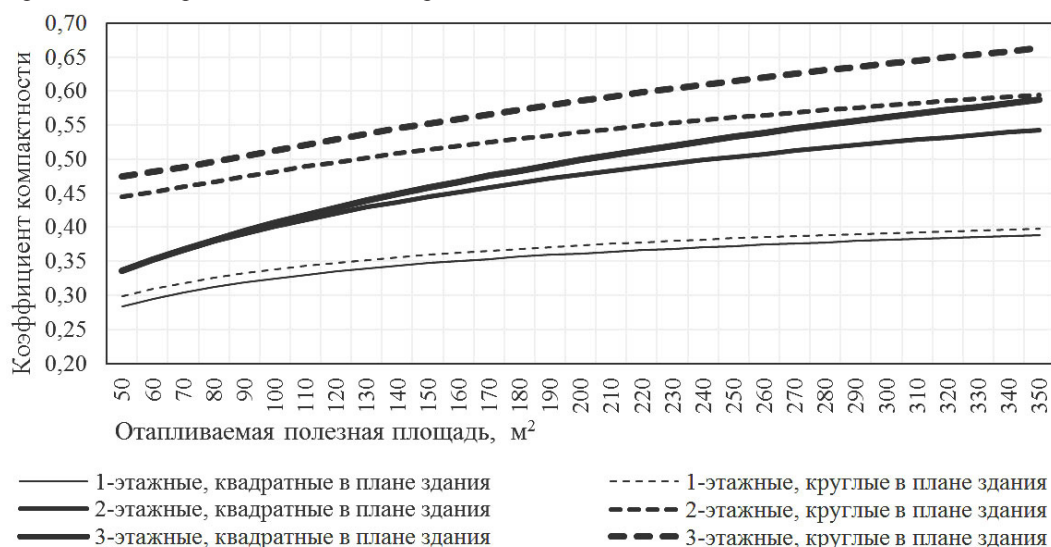


Рис.3 Оптимальная компактность тёплой оболочки правильной формы в плане и высотой этажа 3м с учётом лестничной клетки (при её наличии), занимаемой площадью поэтажно 8,55м²

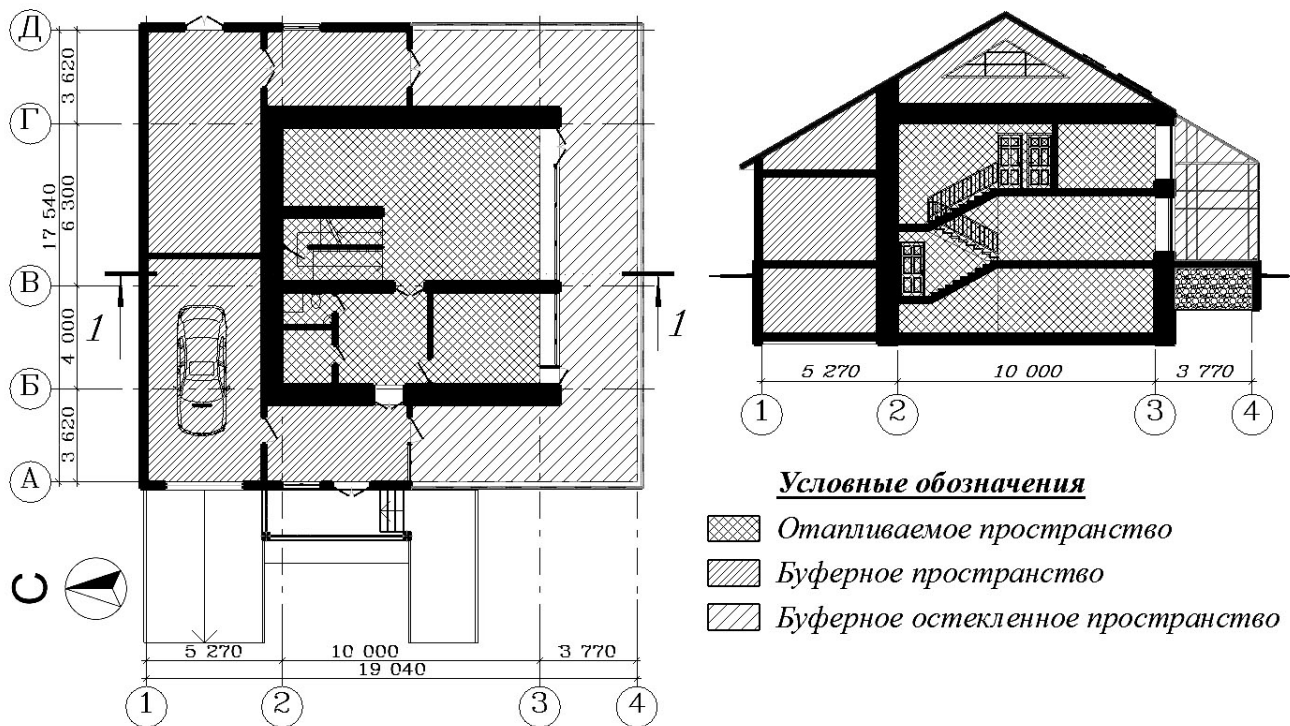


Рис.4 Пример объёмно-планировочного решения

госбережение. Многие из этих технологий, при определённых условиях, рентабельны уже сегодня: системы ветрогенерации, системы фотовольтаики, системы солнечных коллекторов, системы светодиодного освещения, тепловые насосы, системы автоматизации, новые эффективные материалы и изделия.

Дом строится не на одно десятилетие, и поэтому проектировщик должен не только максимально точно спрогнозировать потребности обитателей на период эксплуатации жилья, но и учесть развитие энергосберегающих технологий, чтобы с наименьшими затратами последовательно интегрировать их в строящееся или уже существующее жильё.

Реализация энергонезависимого дома потребует от проектировщика огромного количества междисциплинарных знаний. При принятии того или иного проектного решения оно должно быть скрупулёзно обдуманно таким образом, чтобы **каждый элемент здания наделить максимально возможным количеством дополнительных функций** (перегородка выполняет не только функцию планировочного элемента, но и функцию аккумуляции тепла; кровля не только ограждающая конструкция, но и площадь для размещения приёмников солнечной энергии; пруд на участке не только функция декоративного элемента благоустройства, но и часть системы теплового насоса и так далее).

Необходимо принимать во внимание стоимость здания в течение всего срока его эксплуатации. Важно не только дешево построить, но и получить низкие показатели затрат на эксплуатацию. Получение высоких результатов энергоэффективности зданий зависит от качества проектирования, от тщательной проработки проектных решений и четкого внедрения их в процессе строительства, от системного подхода при разработке и соблюдении энергосберегающих принципов и извлечения из них синергетического эффекта.

Заключение

В предлагаемой концепции энергонезависимого одноквартирного жилого дома жильё рассматривается не как завершенная, стационарная система, а как система, открытая к совершенствованию и модернизации в плане энергоэффективности и комфорта, в зависимости от постоянно растущего прогресса и меры доступности технологий. Таким образом, в итоге у жилья дополнительно появляется новая функция - производство энергии, на первых этапах –

для собственного потребления, а на последующих этапах – для поставки в общую сеть. При массовом внедрении таких зданий получится организовать децентрализованную сеть электроснабжения, что позволит обеспечить энергетическую безопасность не только отдельным домовладельцам, но и государству в целом, а также значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

На данный момент строительство энергонезависимого одноквартирного жилого дома в условиях Республики Беларусь в полной мере реально и рентабельно на отдалённых необжитых территориях, где отсутствуют коммуникации и куда подвести их сопоставимо по цене с использованием альтернативных источников энергии.

На обжитых территориях с подведёнными коммуникациями на данный момент целесообразно реализовывать энергонезависимый одноквартирный жилой дом в базовой концепции с последующей модернизацией.

Литература

1. Directive 2010/31/EU Of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings [Электронный ресурс] // The European Parliament and the Council. – Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>. – Дата доступа : 21.10.2015.
2. Дома жилые одноквартирные и блокированные. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-3.02-230-2010*(02250). – Введ. 17.12.2010. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2014. – 30с.
3. Углубленный обзор политики и программ в сфере энергоэффективности: Республика Беларусь [Электронный ресурс] // Секретариат Энергетической Хартии. – Режим доступа: http://belgium.mfa.gov.by/docs/belarus_ee_2013_rus.pdf. – Дата доступа : 21.10.2015.
4. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010*(02250). – Введ. 19.04.2010. – Минск : «Институт НИПТИС им. Атаева С.С.», 2015. – 26с.
5. Файст, Вольганг. Основные положения по проектированию пассивных домов / Пер. с нем. с доп. под ред. А.Е. Елохова. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с.

Поступила в редакцию 12.11. 2015 г.