

УДК 691.327.33

*Р.Б. КАЦЫНЁЛЬ, главный инженер, унитарное предприятие
«Институт Гродногражданпроект» (Республика Беларусь)*

Ячеистый бетон и энергоэффективное строительство

Описан опыт строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых зданий, наружные ограждающие конструкции которых выполнены из автоклавного газобетона. Приведены данные по потреблению энергии на отопление при различных вариантах примененных ограждающих конструкций. Показано фактическое снижение расхода тепловой энергии на отопление до 52 кВт·ч/м². Обращено особое внимание на необходимость внедрения обменной вентиляции в домах с хорошими герметичными окнами и внедрением поквартирной регуляции температурного режима.

Ключевые слова: ячеистый бетон, газосиликат, сопротивление теплопередаче, однослойные ячеисто-бетонные панели, обменная приточно-вытяжная вентиляция.

В Гродно и Гродненской области ячеистый бетон, точнее газосиликат, со средней плотностью вначале 700 кг/м³, а в настоящее время 400 кг/м³ активно использовался для наружных ограждающих конструкций жилых домов и общественных зданий с 1967 г. В те годы сопротивление теплопередаче ограждений нормировалось около R=1 м²·°C/Вт. Это решалось наружной кирпичной стеной толщиной 51 см и очень легко достигалось газосиликатными панелями толщиной 24 см со средней плотностью 700 кг/м³.

В начале XXI в. сопротивление теплопередаче наружных стен повысилось в целях энергосбережения до R=2 м²·°C/Вт, а в 2011 г. этот показатель установлен для стен – 3,2, окон – 1 и покрытий – 6 м²·°C/Вт.

Кроме того, в Беларуси стал нормироваться для жилых домов еще один показатель – расход тепловой энергии на отопление 60 кВт·ч на 1 м² отапливаемой площади жилых домов в 2012 г. и 40 кВт·ч/м² к 2020 г.

Поэтому в настоящее время на первый план вышли или трехслойные стены с внутренним утеплением в крупнопанельных домах, или однослойные ячеисто-бетонные стены в виде панелей двурядной разрезки (первый пятиэтажный дом с толщиной стен 60 см построен в г. Сморгонь) или мелкоштучного исполнения из газосиликатных блоков толщиной 40 см. Как для однослойных панелей, так и для мелких блоков применяется газосиликат со средней плотностью 400 кг/м³.

Все дома в таком исполнении попали в разряд энергоэффективных первого этапа с потреблением энергии на отопление до 60 кВт·ч/м², т. е. применение более теплых стен из газосиликата, герметичных окон со стеклопакетами (R=1 м²·°C/Вт и дополнительное утепление покрытия до R=6 м²·°C/Вт; для утепления покрытия применен также газосиликат в дробленном виде

или плитный со средней плотностью 250 кг/м³) снизило теплотребление домов в 2,5 раза по сравнению со старыми кирпичными и панельными. И при этом не потребовалось каких-либо значительных усилий и сверхбольших капиталовложений.

Для создания цельной внешней теплозащитной оболочки была изменена традиционная конструктивная схема

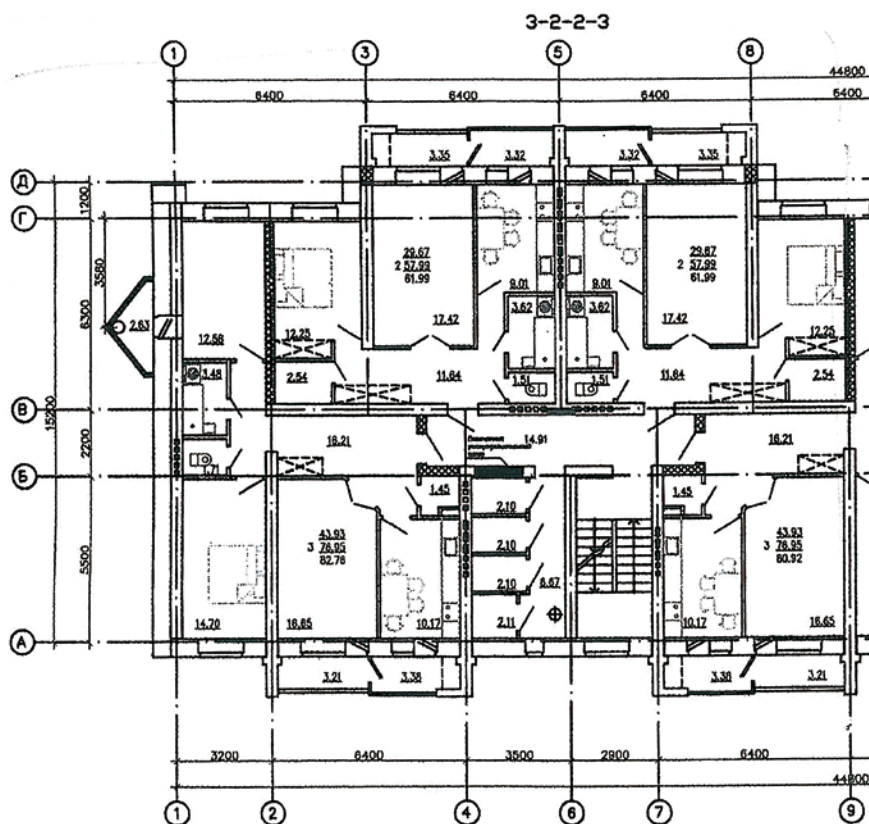
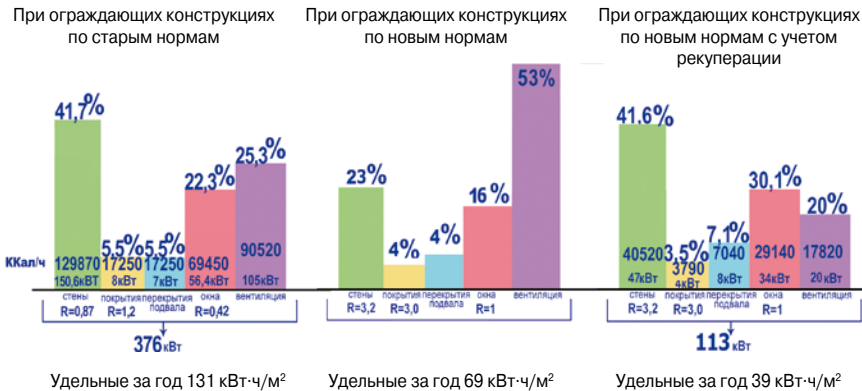


Рис. 1. План типового этажа 40-квартирного энергоэффективного дома (г. Сморгонь)

Структура теплопотерь при $t_{вн} = -22^{\circ}\text{C}$ 69-квартирного энергоэффективного жилого дома по ул. Дзержинского в Гродно (Республика Беларусь)



Экономические показатели (в белорусских рублях на 2006 г.)

Стоимость системы рекуперации 624 млн р.

Стоимость 1 м² общей площади 2011 тыс. р., в том числе система рекуперации 135 тыс. р. (6,7%)

Стоимость в среднем одной квартиры 136 млн р., в том числе рекуперации – 9 млн р.

Расчетная потребность в тепловой энергии без рекуперации 355 Гкал/год

Расчетная потребность в тепловой энергии с учетом рекуперации 201 Гкал/год

За отопительный период 2011–2012 гг. фактически израсходовано 185 Гкал

Рис. 2. Диаграмма тепловых потерь домов с различным сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций

домов: вместо продольных стали применять поперечные несущие стены. Для ограждающих стен применяются газосиликатные панели или блоки с отделкой высокопаропроницаемыми смесями [1].

В противном же случае возможны очень негативные последствия [2]. Например, на некоторых домах из газосиликата при необеспечении выхода наружу водяных паров уже после нескольких лет эксплуатации установлены факты отслаивания внешних слоев газосиликата толщиной 6–7 см.

По эффективности хороший результат достигнут на экспериментальном 40-квартирном доме в г. Сморгонь, где для наружных стен применили панели из газосиликата толщиной, равной высоте существующих заливочных форм, т. е. 60 см (рис. 1). Очень удобно оказалось монтировать эти панели, резко снижена трудоемкость возведения наружных стен по сравнению с мелкими блоками и до-

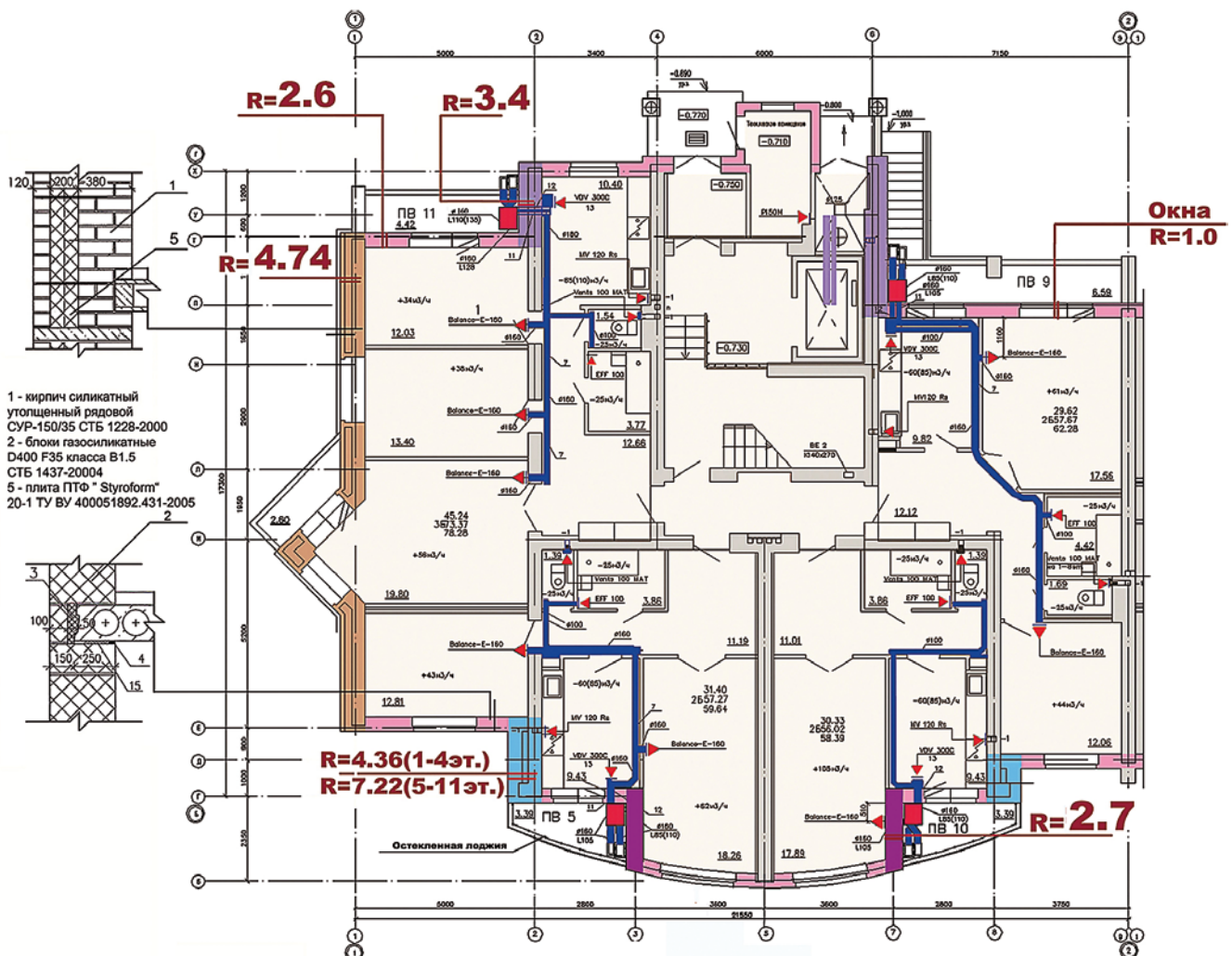


Рис. 3. План секции 69-квартирного энергоэффективного дома (г. Гродно)



Рис. 4. Фасад 69-квартирного энергоэффективного дома (г. Гродно)

стигнута хорошая энергоэффективность, тем более что для панельного дома фасад выпрямлен, т. е. ликвидированы многочисленные углы. Это уже подтвердил опыт эксплуатации дома в первый отопительный сезон 2012–2013 гг. Правда, здесь невозможно прямо измерить расход тепла на отопление, так как в этом доме применены поквартирные котлы фирмы «Альфа-Колор», которые готовят одновременно и горячую воду. Опыт применения таких котлов подтвердил высокую эффективность, ведь жильцы сами управляют климатом в квартире и, безусловно, стараются при этом экономить.

Отопительную часть энергии здесь можно определить только расчетным путем, исключив расход газа на приготовление горячей воды и пищи. По расчетам на основе фактических расходов по счетчикам величина отопительной составляющей равна $52 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что менее $60 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Однако при обследовании домов специалисты института столкнулись с массовым нарушением в квартирах влажностного режима в период эксплуатации, особенно в домах с поквартирными котлами и в домах последних лет, где проектируются системы центрального отопления с поквартирной разводкой и индивидуальным учетом расходования тепловой энергии.

В большинстве случаев оказалось, что жильцы с целью экономии практически не проветривают квартиры. При отсутствии обменной вентиляции резко повышается влажность воздуха в квартирах (бывает до 90%), а при включении кухонной вытяжки наблюдается засасывание через вентканал в санузел морозного воздуха в квартиру (обратная тяга). И без понимания элементарных законов физики в процессе

приток – вытяжка жильцы пишут многочисленные жалобы по поводу отпотевания стен, плесени в углах комнат и изморози на вентканалах санузла.

Для предотвращения этих негативных последствий есть одно надежное решение – удобная обменная приточно-вытяжная механическая вентиляция, которую жилец обязан включить.

При этом можно решить еще одну важную задачу – дальнейшее снижение теплотребления на отопление дома путем отбора через теплообменник тепла удаляемого воздуха из квартиры и передачу его приточному холодному (так называемая рекуперация). Опыт показывает, что таким путем можно вернуть до 80% тепловой энергии, уходящей с удаляемым воздухом.

Тем более это необходимо, что согласно расчетам по домам последних лет с хорошей теплозащитой теплотери выглядят так: стены – 23%; окна – 16%; покрытие – 4%; вентиляция – 53% (рис. 2).

Это в очередной раз подтверждает тезис о том, что наращивать еще больше теплозащиту ограждений не имеет смысла, когда через вентиляцию уходит больше половины тепла [3].

Убедителен пример строительства и трехлетней эксплуатации первого 69-квартирного энергоэффективного дома в Гродно, где применены поперечные несущие кирпичные стены и наружные стены из газосиликатных блоков. Особо отметим, что с целью уравнивания теплотерь квартир в середине дома и в торцах сопротивление теплопередаче стен увеличено до $5\text{--}7 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$. Это справедливо по отношению к жильцам разных квартир в части их расчетов за тепловую энергию при поквартирном учете.

И самое главное – в каждой квартире установлен на лоджии теплообменник (рекуператор) для механической приточно-вытяжной вентиляции с забором воздуха на вытяжку из ванной и кухни и притоком в жилые комнаты.

При этом разница в потреблении домом тепла очевидна (рис. 3). Если без рекуперации расчетный расход тепловой энергии составил $69 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ (из них окна – $12 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$; наружные стены, покрытия – $21 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$; вентиляция – $36 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$), то с учетом рекуперации – только $39 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Фактически по показателям счетчиков за отопительный период 2011–2012 гг. достигнут удельный расход тепла $39 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что существенно ниже нормативного.

Многие жильцы в декабре 2011 г. и январе 2012 г. при включенной рекуперации и использовании только выделяемого тепла за счет жизненных процессов на своих счетчиках расходуемой теплоэнергии получили 0,00.

Это ли не доказательство абсолютной правильности замысла? План секции и внешний вид дома приведены на рис. 3 и 4.

Есть еще одна важная особенность рекуперации: приток воздуха для всех квартир организован с уровня четвертого этажа через общую шахту, т. е. с чистой зоны, куда не доходят приземные загрязнения смога, пыли, автомобильных выхлопов. При этом воздух фильтруется. Все жильцы, не открывая окон, отмечают, насколько легко дышится в квартирах. И нет ни одной жалобы на отсыревание стен и плесень.

В настоящее время институт разрабатывает второй дом третьего поколения, где будет использоваться тепло земли и солнечная энергия. При этом на фасаде максимально ликвидируются места лишних потерь энергии (углы и т. д.).

По нашим расчетам, этот дом должен выйти на теплотребление около $20 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ – уровень лучших европейских образцов.

Вышеизложенное показывает, что газосиликат является удобным, легким, экологически чистым материалом с достаточно длительной практикой применения. По нашему опыту, его можно успешно использовать не только в новом строительстве, но и для утепления существующих зданий. При этом он более надежен и долговечен, чем полимерные и волокнистые минеральные утеплители.

Список литературы

1. Поплавский Я.М., Фрош А. О нормируемых характеристиках штукатурных составов для наружной отделки стен из ячеисто-бетонных блоков // Строительные материалы. 2009. № 8. С. 18–20.
2. Горшков А.С. Оценка долговечности стеновых конструкций на основании лабораторных и натуральных испытаний // Строительные материалы. 2009. № 8. С. 12–16.
3. Гагарин В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. 2008. № 8. С. 41–47.