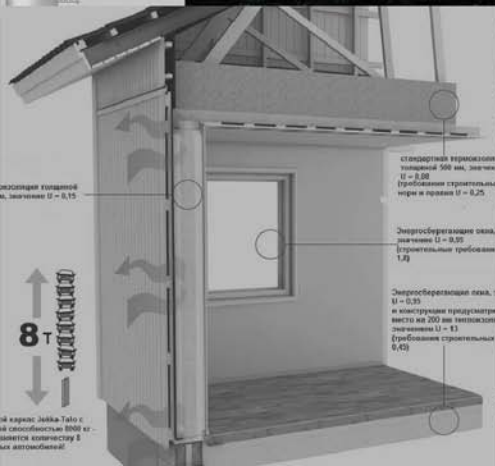


**строительство
и архитектура**

Г. М. Бадьин, С. А. Сычёв, Г. Д. Макаридзе

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ



Г. М. Бадьин
С. А. Сычёв
Г. Д. Макаридзе

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»

2017

УДК 69
ББК 38
Б15

Бадьин, Г. М.

Б15 Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычёв, Г. Д. Макаридзе. — СПб.: БХВ-Петербург, 2017. — 464 с.: ил. — (Строительство и архитектура)

ISBN 978-5-9775-3819-0

Обобщены и систематизированы практические рекомендации и научно-методические указания по современным технологиям строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. Рассмотрены основные принципы функционирования энергосберегающих и «пассивных» домов, а также различные градостроительные и архитектурно-планировочные решения по энергосбережению. Подробно описаны конструктивно-технологические решения по теплоизоляции различных конструктивных элементов зданий (крыш, стен, фасадов, окон и др.), а также современные тепловые системы. Обобщен опыт строительства энергоэффективных зданий в России и за рубежом, а также инновационные решения в области энергоэффективного строительства. Рассмотрены особенности строительства в сложных природно-климатических и геологических условиях. Уделено внимание нетрадиционных возобновляемых источников энергии и технологии их освоения.

*Для широкого круга специалистов строительной отрасли,
студентов и учащихся строительных специальностей*

УДК 69
ББК 38

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. И. Шишкин, д-р техн. наук, профессор, директор Института экономики Карельского научного центра РАН;

А. Н. Панин, канд. техн. наук, декан строительного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

Подписано в печать 31.03.17.

Формат 60×90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 29.

Тираж 700 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

ООО "Печатное дело",

142300, МО, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

Оглавление

Благодарности	11
Об авторах	13
Введение.....	15
Концепция «пассивного дома»	15
Концепция здания с нулевым энергопотреблением.....	17
Концепция «активного дома»	20
Ситуация с энергосберегающим строительством в России	20
Перспективы.....	25
Глава 1. Градостроительные и архитектурно- планировочные решения по энергосбережению.....	29
Градостроительные решения, предлагаемые отечественными специалистами.....	29
Энергосберегающие архитектурно-планировочные решения	31
Ширококорпусные дома.....	31
Жилые дома вторичной застройки	34
Роль ШКД и ДВЗ в реализации программы энергосбережения	35
Типы зданий в малоэтажном строительстве.....	43
Градостроительные решения в малоэтажном строительстве.....	44
Требования и особенности архитектурно-строительного проектирования в малоэтажном строительстве	45
Выбор земельного участка.....	45
Приобретение участка	46
Геологическое, геодезическое и экологическое исследование участка	48
Разработка архитектурного проекта.....	51

Проектирование энергосберегающих и «пассивных» домов	52
Примеры эскизных проектов пассивных домов.....	59
Дом «Нордендорф» (разработка Института пассивного дома).....	61
Куполообразные дома	64
Энергетическая эффективность купольного дома	66
Преимущества купольных домов	68
Недостатки геодезических куполов.....	73
Проектирование домов в соответствии с «зелеными стандартами»	74
Местоположение здания.....	76
Расположение площадки застройки	77
Возобновляемые источники энергии	78
Ориентация.....	79
Учет формы здания.....	82

Глава 2. Принципы функционирования энергосберегающих и «пассивных» домов.....85

Общие понятия тепловой защиты зданий.....	91
Ощущение комфорта в помещениях	91
Температурные режимы в помещении.....	91
Относительная влажность воздуха в помещениях	95
Циркуляция воздуха в помещениях.....	95
Теплоизоляция здания	96
Основные требования	96
Расчет теплоизоляции.....	100
Коэффициент теплопроводности λ	100
Коэффициент теплопередачи U	100
Сопротивление теплопередаче R	101
Коэффициент теплообмена α	101
Потери тепла через ограждения помещения	101
Материалы с высокими теплоизоляционными характеристиками	105
Тепловые мостики	109
Конструирование зданий без «тепловых мостиков».....	112
Примеры решения проблемы «тепловых мостиков»	115
Тепловые мостики между подвальными перекрытиями или грунтом и внешними стенами.....	115
«Тепловые мостики» между лестничными пролетами и теплоизолированными стенами или плитой основания	118

«Тепловые мостики» на вертикальных поверхностях пересечения «теплых» и «холодных» стен.....	119
«Тепловые мостики» на пересечениях «теплых» и «холодных» стен	121
«Тепловые мостики» на стыках «теплых» и «холодных» стен.....	123
Решение проблемы «тепловых мостиков» для балконов и выступающих элементов конструкции	124
Герметичность здания	125
Проблемы обеспечения герметичности зданий.....	126
Поиск утечек воздуха	127
Обеспечение герметичности здания при строительстве новых домов	132
Образование плесени на стенах и перекрытиях	134
Диффузия пара	137
Принцип оптимизации теплоизоляции	140
Выбор теплоизолирующих материалов	140
Об экологически вредных материалах.....	142
Качество теплоизоляции для пассивных домов	144

Глава 3. Конструктивно-технологические решения по теплоизоляции зданий.....147

Основные элементы здания	147
Типовые варианты теплоизоляции различных конструктивных элементов здания	149
Комплексная система термоизоляции.....	149
Навесные вентилируемые фасады.....	150
Теплоизоляция с внутренней стороны наружных стен здания	151
Теплоизоляция двойных стен	152
Теплоизоляция скатов крыши.....	152
Теплоизоляция скатов крыши под стропилами.....	154
Установка теплоизоляции поверх стропил.....	155
Утепление плоской кровли.....	155
Теплоизоляция межэтажных перекрытий.....	156
Теплоизоляция подвальных перекрытий	157
Выбор остекления	157

Глава 4. Стены и фасады.....161

Классификация стен	162
Герметизация стыков, швов и трещин строительных конструкций.....	165

Кладка наружных стен.....	170
Технологии колодезной кладки кирпичных стен	174
Трехслойная кладка	179
Конструкция внешней стены из керамических крупноформатных поризованных блоков	179
Конструкция внешней стены из газосиликатных блоков	180
Фасад «мокрого типа»	181
Технологии утепления каменных и кирпичных наружных стен.....	182
Комплексные системы стен (перегородок)	186

Глава 5. Крыши.....191

Скатные крыши.....	194
Плоские крыши.....	199
Материалы для кровельных покрытий	202
Рулонные и мастичные кровельные материалы	202
Черепица и волнистые кровельные материалы	209
Технические требования и конструктивные решения кровель	210
Утепление кровли	213
Пароизоляция, гидроизоляция и теплоизоляция кровли	213
Схемы устройства кровельного покрытия плоской кровли	220
Покрытие по профилированному стальному листу	220
Покрытие по железобетонному основанию.....	221
Инверсионные кровли	222
Водоотведение с плоских крыш	225
«Зеленые кровли».....	226
Кабельная антиобледенительная система «Теплоскат».....	229
Контроль системы снеготаяния: терморегулятор DEVI (Дания).....	231

Глава 6. Окна.....233

Остекление	238
Стеклопакеты	242
Теплоизоляция (теплозащита)	244
Материалы для изготовления рам	252
Дерево	252
Деревянные окна для пассивного дома.....	254
Комбинация «дерево-алюминий»	254
Пластик	255
Алюминий.....	256
Сталь	256

Мансардные окна.....	258
Установка окон	258
Герметичность швов и стыков.....	263
Шумоизоляция	264
Глава 7. Современные тепловые системы.....	265
История воздушного отопления	265
Альтернатива воздушному отоплению — теплонасосные системы	271
Тепло Земли с точки зрения теплофизики.....	272
Выбор мощности теплового насоса при проектировании.....	277
Краткий обзор существующих воздухонагревателей.....	280
Тепловые насосы и устройства геотермального кондиционирования.....	282
Тепловая энергия низкого потенциала: принцип действия.....	283
Современные тепловые насосы	284
Шесть главных вопросов о тепловых насосах.....	288
Что представляет собой геотермальная система в частном доме?	288
Насколько эффективна работа насоса?.....	289
Варианты размещения теплообменников	289
Обслуживание оборудования.....	290
Сколько стоит производство энергии таким методом?.....	290
С какими инстанциями нужно согласовывать установку подобных приборов?	291
Производители тепловых насосов	291
Тепловые насосы европейского производства.....	291
Российские производители тепловых насосов	292
Тепловые насосы, произведенные в Китае.....	292
Воздушная климатическая система (воздушное отопление)	
«АНТАРЕС Комфорт».....	293
Воздушное отопление.....	304
Отличительные особенности системы воздушного отопления	
«АНТАРЕС Комфорт».....	308
Глава 8. Опыт строительства энергоэффективных зданий в России и за рубежом	315
Основные принципы проектирования и строительства энергоэффективных зданий по пассивной технологии	315
Рекуперация тепла и вентиляция — основа для создания современных условий для проживания человека.....	324

Автоматизированная система управления техническими устройствами в здании — дополнительная экономия тепловой энергии.....	325
Оптимальные архитектурно-планировочные решения зданий — резерв экономии тепловой энергии.....	326
Опыт строительства энергоэффективных зданий по пассивной технологии за рубежом.....	327
Развитие энергосберегающих технологий и строительство на их основе домов в России	330
Российский Институт пассивного дома	332
Примеры энергоэффективного строительства	333
Идеология «трех Э»	336
Экология энергоэффективных зданий, построенных по пассивной технологии.....	338
Вредные для здоровья человека строительные материалы.....	340
Шунгит и его целебные свойства	344
Экологические аспекты сжигания различных видов топлив	346
Экономические аспекты строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий	348
Еще о концепции «пассивного» дома.....	354
Основные критерии «пассивного» дома	355
Дополнительное отопление и охлаждение «пассивного» дома	356
Распространение технологии «пассивный» дом.....	357
Энергоэффективный подход к возведению зданий	357
Концепция энергоэффективного индустриального «чистого» скоростного возведения полносборных зданий из высокотехнологичных систем	360
Система энергоснабжения здания	362
Получение электрической энергии, тепла и воды в топливных элементах.....	363
Получение электрической энергии в фотоэлектрических панелях.....	364
Система климатизации энергоэффективного «чистого» строительства зданий.....	364
Получение холодной и горячей воды для охлаждения и отопления здания	365
Строительство полносборных зданий из модулей на основе каркаса из металлоконструкций	366

Экотехнологии строительства с учетом критериев энергоэффективного здания.....	368
Энергоэффективное высотное здание.....	375
Архитектурно-планировочная концепция	377
Ограждающие конструкции здания и солнцезащитные устройства.....	379
Аэродинамика и система естественной вентиляции здания.....	381
Система климатизации	384
Использование естественного освещения	385
Особенности конструкции	385
Наружное освещение	386

Глава 9. Инновационные решения в области энергоэффективного строительства.....389

Устройство солнечного освещения в зданиях.....	389
Энергоэффективный дом Natural Balance.....	393
Пять самых важных нововведений в строительстве современных домов.....	394
Новый тип стеновой панели на основе нанотехнологий.....	395
Новая система естественной вентиляции крыши.....	396
Новые прозрачные окна, генерирующие электричество от энергии солнца	397
Гранд Канкун: первый проект морского экоострова, который очищает океан и генерирует энергию.....	399
Австралийский «активный» дом.....	400
Дом, устойчивый к ураганам и наводнениям	400
Солнечная черепица	401
Смарт-стекло, собирающее энергию от дождя	403
Новые энергогенерирующие окна.....	404
Новый накопитель тепла	405
Электричество из мусора: технология из Дании.....	406
Новая недорогая «строительная оболочка» охлаждает здание без использования энергии	407
Новый энергогенерирующий материал для фасадов.....	408
Новая гибридная солнечная система для домов.....	409
Солнечные воздушные шары.....	410
«Деревья», генерирующие энергию из вибраций города	412

Глава 10. Реализация элементов энергосбережения и энергоэффективности в мировой практике	415
Виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии и технологии их освоения	416
Солнечная энергия	416
Ветровая энергия.....	419
Малая гидроэнергетика	424
Волновая энергия	426
Энергия биомассы.....	426
Низкопотенциальное тепло	429
Геотермальная энергия	429
Гидротермальная энергетика	433
Петротермальная энергетика	437
Атомная энергия	437
Стоимость возобновляемой энергии.....	439
Возобновляемые источники энергии в России до 2020 года	441
Заключение	445
Список литературы	447
Предметный указатель	453

Благодарности

Авторы выражают признательность и глубокую благодарность за содействие и помощь в подготовке и выпуске этой книги заместителю главного редактора издательства «БХВ-Петербург» Игорю Шишигину. Мы также высоко ценим труд Григория Добина — за кропотливую и трудоемкую работу по редактированию и структурированию материалов. Наконец, за огромную помощь в подготовке, компьютерной обработке разделов книги и в проведенных исследованиях в области энергоэффективного строительства материала авторы выражают благодарность студенткам 3-го курса (гр. ИНН-3) Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ): Татьяне Касьминой, Алисе Бугорковой и Валерии Чапуровой.

Об авторах

Бадьин Геннадий Михайлович, д. т. н., профессор, заслуженный деятель кафедры строительного производства СПбГАСУ, лауреат Государственной премии правительства России по науке и технике за 2006 год, академик Петровской академии наук и искусств, почетный доктор Петрозаводского университета, член секции строительства Восточно-Европейского союза экспертов, член редакционного совета международного журнала по инженерным наукам International Engineering Journal Society (<http://www.iaeng.org/>), автор более 200 научных трудов, 17 изобретений и патентов, 2 учебников, 19 монографий и учебных пособий, а также 6 справочников для строителей, среди которых «Справочник по измерительному контролю качества строительных работ», «Справочник технолога-строителя» (3 издания) и др.

Сычев Сергей Анатольевич, к. т. н., доцент кафедры строительного производства СПбГАСУ, член Ученого совета «НТО строителей Санкт-Петербурга», член-корреспондент Петровской академии наук и искусств и Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, Санкт-Петербургской инженерной академии и Российской инженерной академии, автор более 120 научных трудов, 11 изобретений и патентов, 2 справочников строителя, 7 монографий и 16 учебно-методических пособий.

Макардидзе Гела Духунаевич, к. т. н., старший преподаватель кафедры строительного производства Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Член-корреспондент Петровской академии наук и искусств. Награжден дипломом Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) за разработку новых технологий в строительстве. Стаж работы в строительстве более 25 лет, прошел путь от мастера до генерального директора ООО «МастерСтройКомпания». Автор 17 научных трудов.

Введение

Тема энергосбережения в строительстве получила развитие во второй половине 70-х годов XX века вследствие осознания необходимости экономии энергетических ресурсов после мирового экономического кризиса 1974 года. Сама идея энергетически эффективного строительства зародилась на фоне кризиса строительной отрасли, который был связан с неодинаковой степенью развития строительных технологий, относящихся к ограждающим конструкциям здания и его инженерным системам.

Концепция «пассивного дома»

Как раз в то время (вторая половина 70-х годов XX века) было реализовано несколько проектов энергетически эффективных зданий, но повсеместное внедрение энергосберегающих технологий ограничивалось отсутствием соответствующих строительных норм и стандартов. Однако к середине 80-х годов прошлого века в ряде стран Европы, например в Дании, Швеции и Германии, такая нормативная база была сформирована. Примерно тогда же немецкий архитектор Вольфганг Файст (Wolfgang Feist) разработал концепцию так называемого *пассивного дома* (Passivhaus). На настоящий момент «пассивный дом» представляет собой строительный стандарт, следование которому позволяет не только экономить энергию, но и создавать максимально комфортные условия для проживания. При этом пассивный дом экономичен и оказывает минимальное негативное влияние на окружающую среду. В наиболее благоприятных обстоятельствах «пассивный дом» не требует дорогостоящего отопления вообще! Это достигается за счет того, что для отопления в нем используются преимущественно внутренние тепловые ресурсы. Чтобы достичь этого, необходимо максимально утилизировать тепло выбросов, а также за счет эффективной теплоизоляции обеспе-

чить минимизацию тепловых потерь. Надо отметить, что к принципу работы «пассивного дома» сначала относились с недоверием и в самой Германии, где эта концепция как раз и была разработана. Однако практика показала эффективность этого метода строительства, и все заказчики остались в высшей степени довольны полученными результатами.

Первый экспериментальный проект «пассивного дома» в истории Германии был реализован в 1991 году в городе Дармштадте. Авторами архитектурной части проекта явились архитекторы проф. Ботт (Bott), Риддер (Ridder) и Вестермайер (Westermeyer), разработкой и реализацией проекта руководил доктор Вольфганг Файст. Здание было полностью построено в 1991 году, сейчас в нем проживают четыре семьи. Само здание нуждается в столь малом количестве тепла, что его жильцы действительно могли бы отказаться от отдельной системы отопления, — расходы на отопление составляют менее 1 л жидкого топлива в год на 1 м² отапливаемой площади¹. В 1996 году в Дармштадте был создан «Институт пассивного дома» (Passivhaus Institut)². В течение нескольких лет его сотрудники разработали эффективные проектно-конструкторские решения, которые позволили начать массовое строительство энергетически эффективных домов.

Согласно статистике, к 1999 году в Германии было построено около 300 таких зданий, а к середине 2007 года — уже более 7000. Современному «пассивному дому» требуется на 90% энергии меньше, нежели обычно, а годовой расход тепла в нем не превышает 15 кВтч/(м²×год). Такие показатели достигаются за счет эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций здания. По причине минимального теплообмена с окружающей средой «пассивные дома» часто называют «термосами». Не менее важную роль играют интеллектуальные системы отопления с высоким КПД, а также возврат (рекуперация) тепла в системах вентиляции в сочетании с пассивным использованием солнечной энергии за счет увеличения площади остекления с южной стороны зданий.

Помимо Германии, энергетически эффективные здания строятся и в других странах Европы: Швеции, Финляндии, Дании и Швейцарии. Хорошим примером реализации концепции пассивного дома является Исследовательский центр группы компаний ROCKWOOL в Хедехузене (Hedehusene), Дания, признанный одним из наиболее энергетически эф-

¹ Более подробно о конструкции этого дома, который полностью оправдал возложенные на него ожидания, можно прочесть здесь:

<http://www.passiv-rus.ru/?page=54>.

² См. http://www.passiv.de/index_phi.html, <http://www.passiv-rus.ru/>.

фективных зданий не только в Европе, но и во всем мире³. При его строительстве применялись решения, которые позволили исключить возможность возникновения «мостиков холода» (thermal bridges). Тепловые потери через ограждающие конструкции значительно снижены благодаря применению теплоизоляции собственного производства. Помимо этого, в здании установлены трехслойные окна VELUX с низкой теплопроводностью, а работа вентиляции оптимизируется при помощи компьютерной системы.

Приобретенный опыт успешно применяется при реализации других проектов энергетически эффективных зданий. В качестве еще одного примера можно привести проект по реконструкции жилого дома в датском городе Нестервед (Næstved)⁴, построенного в 70-х годах XX века. Использование теплоизоляции из минеральной ваты ROCKWOOL обеспечило снижение потребляемой на отопление энергии почти на 70%. Эксперимент особенно важен, т. к. доказывает наличие значительного потенциала энергосбережения в сооружениях постройки 70-х годов прошлого века, что особенно актуально для нашей страны, где повышение энергетической эффективности существующих зданий является одним из наиболее приоритетных направлений.

Концепция здания с нулевым энергопотреблением

Примерно в то же самое время в США и Канаде получила развитие концепция здания с нулевым энергопотреблением (ZEB, Zero Energy Building). В целом концепция ZEB имеет ряд сходных черт со стандартом «пассивного дома» (Passivhaus), но существует и ряд различий. ZEB уделяет повышенное внимание использованию альтернативных источников энергии — например, ветровых генераторов или солнечных батарей на основе фотоэлектрических преобразователей.

В рамках ZEB в США уже построено несколько экспериментальных энергетически эффективных зданий. Одно из них — жилой дом в городе Хоупвелл (Hopewell), штат Нью-Джерси (New Jersey). Интерес представляет тот факт, что дом этот является полностью энергонезависимым. Он практически сразу же был назван «идеальным» или «солнечно-водородным». Этот дом был построен американским инженером Май-

³ См. <http://tinyurl.com/355gdkf>.

⁴ Подробнее об этом проекте см. <http://tinyurl.com/32cez3p>.

ком Стризки (Mike Strizki), который и прославился на весь мир благодаря этому проекту. С технологией ему помогли компании Sharp, Swagelok⁵ и Proton Energy Systems⁶. Летом солнечные батареи обеспечивают на 60% больше энергии, чем необходимо для комфортного проживания. Избыток идет на электролиз воды для получения водорода, который используется для обогрева в холодные месяцы, когда солнечного тепла недостаточно⁷. Все энергетическое хозяйство этого «солнечно-водородного дома» состоит из 56 солнечных панелей, которыми оборудована крыша гаража. В том же гараже у Майка стоит электролизер — семейству Майка необходимо в среднем 10 кВтч электричества на один день, в то время как в обыкновенный летний день солнечные батареи дают до 90 кВтч. Избыточную электроэнергию Майк запасает в виде газообразного водорода и хранит его в баллонах. Батарея топливных элементов, которые соединяют водород с кислородом, вырабатывая электричество, расположена рядом с гаражом. На всякий случай, у Майка всегда есть 100 полностью заряженных аккумуляторов. Осенью 2006 года дом перешел на полностью автономное энергообеспечение, в результате чего Майк Стризки с тех пор не платит ни цента ни за электричество, ни за газ, ни даже за бензин, поскольку автомобиль Майка работает на водородном двигателе — 10 экземпляров таких автомобилей было выпущено на заводах Форда для проверки того, как они поведут себя в «крэш-тестах», и каждый экспериментальный экземпляр обошелся Форду в три миллиона долларов. Майк Стризки ездит на этом автомобиле, начиная с 2000 года. Автомобиль этот действительно экологически чист — на выхлопе у него чистая вода, а для заправки его водородом Майку требуется не больше 10 минут.

ВОДОРОДНЫЕ АВТОМОБИЛИ

В настоящее время экспериментальные экземпляры «водородных автомобилей» производят многие крупнейшие корпорации, включая Toyota, Honda, BMW, Renault. Что же касается крэш-тестов, то они показали, что автомобили на водороде будут безопаснее бензиновых⁸. Естественно, чтобы такие автомобили получили распространение, необходимо и соответствующее развитие водородной автомобильной

⁵ См. <http://www.swagelok.com/>
и <http://www.swagelok.ru/landingpages/index-ru.htm>.

⁶ См. <http://www.protonenergy.com/>.

⁷ Подробнее об этом проекте см. <http://tinyurl.com/2u6fvn2>,
<http://www.hopewellproject.org/pages/project.html>, <http://tinyurl.com/2vcy6p>.

⁸ См. <http://www.rosinvest.com/news/36468/>.

инфраструктуры. И такая инфраструктура уже создается — так, к концу 2006 года во всем мире функционировало более 140 водородных автомобильных заправочных станций. Из общего количества заправочных станций, построенных 2004–2005 гг., всего 8% работают с жидким водородом, остальные с газообразным.

Необходимо отметить, что запуск в серию зданий с нулевым энергопотреблением сегодня сложен по причине высокой стоимости некоторых инженерных решений. Так, строительство небольшого по площади «солнечно-водородного» дома Майка Стризки в Хоупвелле обошлось ему в сумму порядка полумиллиона долларов США (100 тыс. долл. личных накоплений + 400 тыс. долл. гранта, полученного от New Jersey Board of Public Utilities⁹). За последние годы более широкое распространение получила альтернатива ZEB — целевая общенациональная программа Near-Zero Energy House (NZEH), которая ставит своей целью снижение энергопотребления без перехода к самостоятельному обеспечению энергией. В рамках этой программы наибольшее внимание уделяется пассивным способам снижения энергопотребления: повышению энергетической эффективности ограждающих конструкций, сокращению утечек нагретого воздуха через системы естественной вентиляции и внедрению энергосберегающих архитектурно-планировочных решений. В процессе реализации NZEH на текущий момент построено несколько сотен энергетически эффективных зданий. Уровень потребления энергии в них снижен на 50% по сравнению с обычными домами.

Основными факторами снижения потребления энергии создатели NZEH считают эффективную теплоизоляцию ограждающих конструкций, которая должна обеспечивать минимальные утечки нагретого воздуха, а также «экономичный» дизайн. Под этим термином подразумевается необходимость проектирования домов с учетом ориентации фасадов по сторонам света, количества и размеров оконных проемов, формы и размеров кровельных выступов. Все эти меры в совокупности способны обеспечить экономию энергии на отоплении зданий вплоть до 60–70%.

Подводя некоторые итоги, можно сказать, что зарубежное энергетически эффективное строительство на данном этапе развивается в русле использования технологий пассивного энергосбережения. Прямое доказательство — концепция Passivhaus и программа Near-Zero Energy House, в рамках которых осуществляется массовое строительство энергетически эффективных зданий.

⁹ См. http://en.wikipedia.org/wiki/New_Jersey_Board_of_Public_Utilities.

Концепция «активного дома»

В последнее время набирает силу концепция системы *активного дома* (active house). Базовым принципом активного дома является объединение решений, разработанных Институтом пассивного дома (Германия), технологий «Умного дома» и использования альтернативной энергетики. Здания, выстроенные в соответствии с этой концепцией, тратят на собственные нужды минимум энергии. В дополнение к этому, они еще и сами вырабатывают энергию в таких количествах, что могут не только обеспечивать собственные потребности (освещение, обеспечение энергией бытовой техники и даже подогрев воды в бассейне), но и поставлять ее в сети центрального снабжения, за что в большинстве стран можно получать деньги. Таким образом, активный дом становится источником дохода, а не затрат. К примеру, в Дании разработчики первого в мире активного дома утверждают, что этот дом полностью окупит себя за 30 лет¹⁰.

Ситуация с энергосберегающим строительством в России

Говоря о внедрении энергетически эффективных технологий в российском строительстве, прежде всего следует отметить, что энергопотребление в зданиях старой постройки достигает $600 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \times \text{год})$. В то же время большинство домов, сданных в эксплуатацию после выхода СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», потребляют порядка $350 \text{ кВтч}/(\text{м}^2 \times \text{год})$, что незначительно превышает показатели немецких зданий постройки 70-х — начала 80-х годов XX века. В первую очередь такая ситуация обусловлена тем, что проблемам энергосбережения в СССР уделялось недостаточно внимания, — гораздо более важным считалось снижение капитальных затрат на строительство.

Строительство энергетически эффективных домов в России находится на начальной стадии развития — сказывается отсутствие механизмов стимулирования и проработанных концепций энергосбережения в строительстве, аналогов немецкого стандарта Пассивного дома (Passivhaus). Одним из главных факторов, сдерживающих внедрение энерго-

¹⁰ См. <http://www.activehouse.info/>.

сберегающих технологий, является то, что строительство 1 м² жилой площади в энергетически эффективном жилом доме в среднем обходится на 8–12% дороже, чем строительство 1 м² традиционного для России жилого помещения. Поэтому многим компаниям выгодно финансировать строительство «энергорасточительных» жилых домов и этим обеспечивать себе более высокую прибыль.

Несколько иной подход к энергосбережению складывается в строительстве объектов коммерческой недвижимости, где заказчик стремится к повышению теплотехнических характеристик здания и снижению эксплуатационных расходов. При этом дополнительные затраты на повышение энергетической эффективности здания окупаются в течение 7–10 лет эксплуатации. Поэтому энергосберегающие технологии получили несколько более широкое распространение в строительстве объектов коммерческой недвижимости: банков, административных, офисных и торговых сооружений.

На сегодняшний день энергопотребление существующих жилых и общественных зданий в России в среднем примерно в 3 раза превышает аналогичные показатели в технически развитых странах Скандинавии со сходными природно-климатическими условиями. Абсурдность сложившейся ситуации подчеркивается тем, что в действительности повышение энергетической эффективности зданий не только экологически целесообразно, но и экономически выгодно. Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) приведет к приближению тарифов на тепло к уровню цен в западных странах. Правительство РФ подтвердило, что рост тарифов ЖКХ после этого составит примерно 20% ежегодно. А с 2011 года оптовые цены на природный газ рассчитываются по формуле равной доходности с его экспортными продажами. Нельзя не отметить и тот факт, что необходимость внедрения энергосберегающих технологий в отечественном строительстве обусловлена и более суровыми, чем в Европе, климатическими условиями. В подтверждение можно привести такой показатель, как *градусо-сутки отопительного периода*, который является основным критерием для оценки суровости климата. Его среднее значение для стран Западной Европы составляет 2000, тогда как для европейской части России — 5000.

ГРАДУСО-СУТКИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) — условная единица измерения превышения средней суточной температуры над заданным минимумом («базовой температурой»). Вычисляется как сумма отклонений среднесуточной температуры от базовой температуры за заданный промежуток времени по следующей формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер.}}) \times Z_{\text{от.пер.}}$$

где:

t_b — расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая в соответствии с нормами проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{от.пер.}$ — средняя температура, °С, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С;

$Z_{от.пер.}$ — продолжительность (в сутках) периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С.

По этим причинам за последние 10 лет в России все же началось строительство энергетически эффективных домов. Например, за период с 1998 по 2002 годы проект многоквартирного дома с низким энергопотреблением был реализован в микрорайоне Москвы Никулино-2. Его особенностью стало применение тепловой насосной установки для горячего водоснабжения, а также наружных ограждающих конструкций с повышенной теплозащитой. В данный момент похожие программы реализуются в Юго-Восточном и Северо-Западном округах Москвы.

В 2000 году в Санкт-Петербурге был реализован проект реконструкции пятиэтажного панельного дома (ул. Торжковская, 16). Использование эффективной теплоизоляции ROCKWOOL для тепловой защиты ограждающих конструкций здания и применение других энергосберегающих технологий позволили сократить энергопотребление реконструированного здания за весь отопительный сезон на 51% по сравнению с другими домами этого типа. По расчетам проектировщиков, ресурс такого модернизированного здания составляет не менее 50–60 лет.

Основными причинами нерационального расходования тепловой энергии являются:

- недостатки архитектурно-планировочных и инженерных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично-лифтовых блоков;
- недостаточное теплоизоляционное качество наружных стен, покрытий, потолков подвалов и прозрачных для света ограждений;
- несовершенство нерегулируемых систем естественной вентиляции;
- низкое качество и неплотности сопряжения деревянных оконных переплетов и балконных дверей;
- отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и горячего водоснабжения;
- протяженная сеть наружных теплотрасс с недостаточной или нарушенной теплоизоляцией;
- устаревшие и непроизводительные типы котельного оборудования;

- недостаточное использование нетрадиционных и вторичных источников энергии.

Устранение указанных недостатков, проведение энергосберегающей политики, повышение общей энергетической эффективности экономики являются одной из центральных задач современного этапа экономического развития. Позиция государства по этому вопросу отражена в Федеральном законе № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятом ноябре 2009 года¹¹. Этот закон, который в широких кругах сразу же стал известен как «закон об энергоэффективности», возлагает основную долю ответственности за его своевременную реализацию на органы местной исполнительной власти. Уже с 1 января 2011 года «не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов» (п. 6 ст. 11).

В свою очередь, положительным моментом является и то, что в последнее время создавались и создаются целевые программы по повышению энергетической эффективности. Это Федеральная программа «Повышение эффективности энергопотребления в Российской Федерации» с 2008 по 2015 годы, «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», а также Совместный проект Россия-ЕС «Энергоэффективность на региональном уровне в Архангельской, Астраханской и Калининградской областях», результаты которых еще предстоит проанализировать.

Кроме того, были введены новые жесткие нормативы по теплозащите зданий и тепловым потерям трубопроводов и оборудования, определяемые СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 взамен СНиП П-3-79) и СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 взамен СНиП 2.04.14-88). С 1 января 2007 года введен ГОСТ 31309-2005 «Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия». В 2008–2009 годах произведено обновление стандартов по методикам определения свойств теплоизоляционных материалов. С 1 июля 2009 года введен в действие ГОСТ Р 52953-2008 (ЕН ИСО 9229:2004) «Материалы теплоизоляционные. Термины и определения». Нацио-

¹¹ См. <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html>.

нальный стандарт является модифицированным по отношению к европейскому стандарту EN ИСО 9229:2004 «Теплоизоляция — Определения терминов» (EN ISO 9229:2004 «Thermal insulation — Definitions of terms»).

АО «ТЕПЛОПРОЕКТ» разработало «Кадастр сырья для производства минераловатных изделий на основе горных пород». С помощью этого документа на основе отечественного сырья отрабатываются такие составы шихт, которые по своим характеристикам соответствуют шихтовым составам ведущих европейских фирм: PARTEC, ROCKWOOL, SAINT GOBAIN.

Международная организация по стандартизации (ISO) ведет разработку международного стандарта ISO 50001 «Energy management systems — Requirements with guidance for use» («Системы энергоменеджмента — Требования с руководством по использованию»). В Европе формируется аналогичный стандарт EN 16001.

Как известно, действующее издание стандарта ISO 19011:2002 в России — ГОСТ Р ИСО 19011-2003 включает указания по проведению аудитов лишь двух систем: системы менеджмента качества (ISO 9001:2008) и системы экологического менеджмента (ISO 14001:2004). Предполагается, что область аудита будет расширена с учетом стандарта по энергетическому менеджменту.

Таким образом, формируется правовая и нормативная основа внедрения энергосбережения во всех областях строительства и ЖКХ. Программы по повышению энергетической эффективности призваны решить следующие задачи:

- модернизация нормативно-технической документации и системы сертификации, включая создание системы энергосберегающих стандартов в строительной отрасли;
- повышение энергетической и экологической эффективности продукции массового строительства;
- разработка и введение в действие рыночных механизмов, стимулирующих внедрение в городское строительство новых энергетически эффективных материалов, конструкций, оборудования;
- развитие экспериментального проектирования и строительства, включая создание и введение в действие механизмов инновационной стратегии строительного комплекса города, предусматривающее натурную апробацию эффективных материалов, технологий, оборудования на экспериментальных объектах;

- создание системы научно-технического обеспечения энергосберегающего домостроения и организацию научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок энергетически эффективных материалов, конструкций, технологий и оборудования.

Стратегия энергосбережения в сфере строительства и эксплуатации зданий и сооружений строится на системном подходе к выполнению энергосберегающих мероприятий градостроительного, архитектурно-планировочного, конструктивного, инженерного и эксплуатационного характера. Программно-целевой метод ориентирован на максимальную экономию топливных ресурсов при минимальных затратах средств и времени на достижение этой цели. По экспертным оценкам, системная реализация энергосберегающих мероприятий позволяет сократить эксплуатационные энергетические затраты в жилищном секторе в 2,0–2,5 раза. При этом удельная доля энергосбережения за счет совершенствования градостроительных решений составит 10%, архитектурно-планировочных решений — 15%, конструктивных систем — 25%, инженерных систем, включая системы вентиляции, — до 30%, а доля энергосбережения за счет совершенствования технологии эксплуатации, включая установку приборов учета, контроля и регулирования тепло-, водо- и электропотребления, — до 20%.

Перспективы

Анализируя перспективы внедрения энергосберегающих технологий в российском строительстве, нельзя не учитывать большой процент домов, сданных в эксплуатацию до середины 90-х годов XX века. Согласно статистике, в некоторых городах доля зданий старой постройки достигает 80–85%. Таким образом, наравне с использованием энергосберегающих технологий в строительстве новых домов, приоритетное направление — это повышение энергетической эффективности уже существующих зданий и сооружений.

К числу факторов, стимулирующих развитие энергосбережения в России, можно отнести:

- повышение цен на энергоносители;
- увеличение объемов частного домостроения (коттеджей, дач), владельцы которых платят за фактически потребленную энергию (водоснабжение, электричество, отопление), а не фиксированную стоимость коммунальных услуг, как владельцы квартир в многоквартирных домах;

- положительный международный опыт в сфере энергосбережения;
- появление новых энергосберегающих материалов, технологий.

Основной потенциал энергосбережения заложен в зданиях, построенных до 2000 года, — до введения новых норм по энергетической эффективности зданий. В России практически 90% домов не соответствуют современным требованиям по энергопотреблению. Поэтому важным направлением в энергосбережении является модернизация существующих зданий с целью повышения их энергетической эффективности до действующих норм.

Впрочем, отдельные «прорывные» проекты есть и в России. Так, в Подмоскowie началось строительство первого в России активного дома — его первый камень был заложен вблизи поселков Власово и Крекшино в 20 километрах от Москвы¹². В соответствии с расчетными данными, этот дом должен производить энергии примерно на 9,4 кВтч/(м²×год) больше, чем потребляет (рис. В1).

Инициатором проекта выступила датская компания Velux, развивающая программу «Образцовый дом 2020», в рамках которой проектируются и строятся энергетически эффективные и экологически чистые экспериментальные «дома будущего» в различных странах Европы, в разных географических условиях. Первые два таких дома уже были построены в Дании в конце 2009 года, в течение 2010 года велось строительство экспериментальных домов в Великобритании, Германии, Австрии и Франции. В мае 2011 года завершено строительство активного дома в России, ставшего седьмым по счету. На его основе планируется выработать новый стандарт индивидуального жилого домостроения в России, максимально соответствующий требованиям современного общества и обеспечивающий здоровый образ жизни без ущерба для окружающей среды.

Таким образом, можно констатировать определенные успехи России в области внедрения энергосберегающих технологий, хотя сделать предстоит еще очень многое.

¹² См. <http://www.smpl.ru/news/sector/546>.

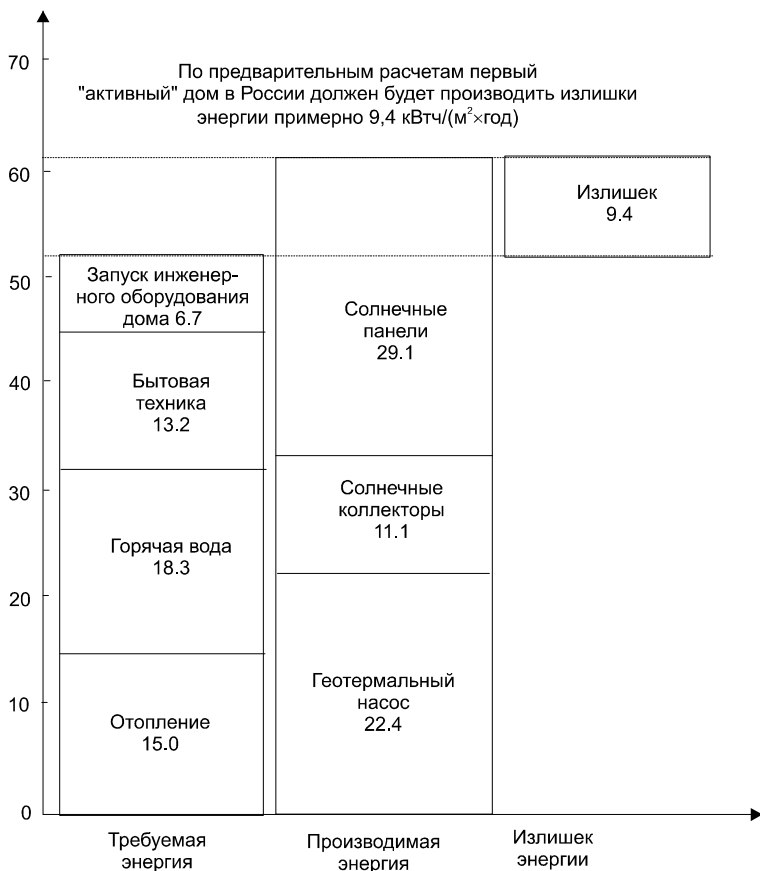


Рис. В1. Проектное производство избыточной энергии первым «активным» домом в России

ГЛАВА 1

Градостроительные и архитектурно-планировочные решения по энергосбережению

Граждане РФ практически ежедневно ощущают проблемы, вызванные кризисом теплоэнергетического комплекса страны. Тарифы на энергоносители постоянно возрастают. К сожалению, наше общество пока так и не научилось экономно использовать имеющиеся ресурсы, в России отсутствует должная координация в деятельности всех структур, причастных к этой проблеме. Поэтому неотложная задача настоящего времени заключается в том, чтобы за счет внедрения энергосберегающих технологий существенно снизить удельное энергопотребление в строительстве, на транспорте и в ЖКХ.

Градостроительные решения, предлагаемые отечественными специалистами

Во второй половине XX века на территории СССР, практически во всех крупных и средних городах, велось массовое жилищное строительство по типовым проектам индустриальных серий. За истекшие 40–50 лет эксплуатации большая часть этих домов устарела как морально, так и физически, и в настоящее время нуждается в безотлагательной реконструкции. Эксплуатационное энергопотребление существующих жилых и общественных зданий в России примерно в 3 раза превышает аналогичные показатели в технически развитых странах со сходными природно-климатическими характеристиками. Более того, многие здания, построенные в конце 50–60-х годов прошлого века, на сегодняшний день являются ветхими и аварийными.

За последние 10–15 лет осуществлялись теоретические разработки, активно обсуждались энергосберегающие программы, был построен ряд экспериментальных объектов. Изучая зарубежный опыт и отдельные

примеры реконструкции жилых домов первых индустриальных серий в городах России, Белоруссии и других стран СНГ, группа ученых, архитекторов и специалистов-проектировщиков под научным руководством академика С. Н. Булгакова разработала концепцию, технические решения и социально-экономические обоснования окупаемой реконструкции жилых домов пяти- и меньшей этажности по методу вторичной застройки реконструируемых кварталов и микрорайонов без сноса или с минимальным сносом существующих зданий и 2–3-кратным приростом жилых площадей. На настоящий момент вокруг этих тем ведется оживленная полемика, в ходе которой был выработан ряд реалистичных рекомендаций, которые должны помочь снизить энергопотребление зданий и сооружений. В частности, в области градостроительной политики были выработаны следующие рекомендации, краткая сводка которых приведена в работе [9].

- Установить мораторий на расширение границ городов на сроки 20–30 лет. В течение этого периода развитие городов должно осуществляться за счет более рационального использования территорий, уплотнения застройки до нормативного уровня без освоения новых пригородных территорий и без увеличения протяженности магистральных теплопроводов, других энергосетей и транспортных маршрутов.
- Разработать технико-экономические обоснования комплексного использования традиционных централизованных и нетрадиционных систем теплоснабжения, в том числе локальных, с применением котельных контейнерного типа, размещаемых на крышах или вблизи отапливаемых зданий.
- Разработать программы завершения застройки жилых кварталов и микрорайонов с ликвидацией сквозных ветрообразующих пространств и организацией замкнутых дворовых и внутриквартальных территорий.
- Разработать генеральные планы, программы и бизнес-планы вторичной застройки реконструируемых малоэтажных жилых кварталов. Проработать вопросы, связанные с утеплением ограждающих конструкций существующих домов, в соответствии с новыми теплотехническими нормативами.
- Выработать планы перехода на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты и планы реконструкции тепловых сетей.
- Осуществить переход на использование крышных котельных для отопления и горячего водоснабжения с учетом прироста жилых площадей.

- Реализовать комплекс мер по экономии электроэнергии с организацией на основе этих кварталов энергетически эффективных зон городского хозяйства.
- Разработать программы использования подземного пространства (подземная урбанизация) для размещения стоянок автомашин, складских и вспомогательных помещений с использованием естественной теплоты земли или искусственных источников подогрева воздуха до положительной температуры.

Энергосберегающие архитектурно-планировочные решения

Существенное влияние на удельные тепловые потери в жилых и общественных зданиях оказывают их объемно-планировочные решения и, в частности, такие показатели, как:

- соотношение площади ограждающих конструкций и общей площади зданий;
- соотношение площади оконных проемов и площади наружных стен;
- конфигурация зданий в плане, размещение их на рельефе и относительно стран света.

В Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) разработана система так называемых *ширококорпусных жилых домов* (ШКД) для массового строительства (авторы: академики РААСН А. Г. Рочегов и С. Н. Булгаков). Правительство РФ отметило эту работу и ее авторов своей премией.

Ширококорпусные дома

Ширококорпусные дома (ШКД) представляют собой одну из последних отечественных разработок. Принципиальное их отличие от домов типовых серий, строившихся до сих пор, состоит в увеличении ширины корпуса дома до 18–20 м (теоретически до 23,6 м) с соблюдением всех норм естественной освещенности, инсоляции, воздухообмена.

Поскольку ШКД почти в 1,5 раза шире обычных домов¹ (рис. 1.1), отношение полезной жилой площади к площади наружных стен увеличи-

¹ Довольно полную информацию о домах различных серий (как обычных, так и ширококорпусных) см. здесь: <http://www.prime-realty.ru/tip/tip.htm>.

ваются. За счет этого тепловые потери снижаются на 20–40%. По этой же причине, а также за счет возможности доведения площади жилья на один лестнично-лифтовой блок до нормативов, и более рационального использования участков застройки, стоимость квадратного метра жилья сокращается на 15–20% по сравнению с самыми экономичными сериями домов массовой застройки. Простое на первый взгляд изменение планировочных параметров ШКД обеспечивает целую гамму их преимуществ. Во-первых, повысилась планировочная маневренность — ШКД можно проектировать с любым набором квартир от 1 до 6 комнат в квартирах, расположенных как на одном, так и на двух уровнях. Во-вторых, ШКД на 20–25% экономичнее в эксплуатации, чем обычные.

План первого этажа



План типового этажа

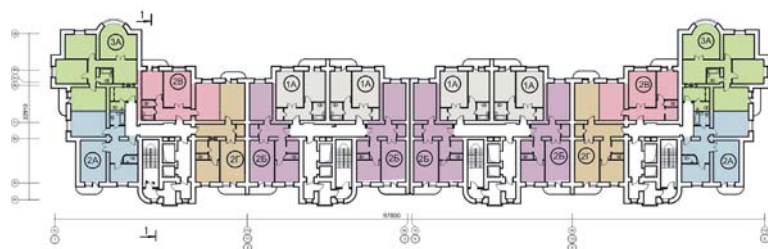


Рис. 1.1. Типовой план ширококорпусного жилого дома

На первых (нежилых) этажах таких домов без дополнительных пристроек можно размещать торговые предприятия, а в цокольных и подвальных этажах — двухрядные стоянки автомашин. Дома могут иметь любую этажность и разнообразную конфигурацию в плане (башенные,

протяженные, угловые), широтную и меридиональную ориентацию, строиться на простом и сложном рельефе.

Указанное изменение планировочных габаритов при соблюдении всех нормативов и требований к жилищу обеспечивает:

- свободную многовариантную планировку квартир на одном и двух уровнях с любым числом жилых комнат, с возможной последующей трансформацией помещений;
- снижение стоимости строительства кв. м жилья на 15–20% по сравнению с самой экономичной серией ныне строящихся домов, возводимых из одинаковых конструкций;
- снижение расхода материалов на наружные стеновые и светопрозрачные ограждения, отнесенного к единице площади жилья, на 40% и более;
- сокращение удельного теплopotребления на отопление здания на 25–30%;
- ШКД могут возводиться в любом городе из сборных монолитных и смешанных конструкций и иметь высоту от 3 до 22 этажей.

Реализация идеи перехода к проектированию и строительству ширококорпусных домов может быть осуществлена повсеместно в городах России с использованием существующей базы кирпичного, блочного и панельного домостроения, а также при возведении домов из монолитного железобетона. К настоящему времени накоплен богатый опыт проектирования и строительства ШКД. Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии и экспериментального проектирования (МНИИТЭП)² запроектировал, а фирма «Тема» построила более 20 ШКД. Такие дома возводятся в шести городах Подмосковья, в экспериментальном порядке ШКД строятся в Орле, Белгороде, Владимире, Казани. Проектная документация ШКД, разработанная МНИИТЭП, прошла всестороннюю и тщательную экспертизу и проверку на практике.

Наконец, при разработке вариантов конструктивных решений ШКД с монолитным железобетонным каркасом возникла идея использования их при реконструкции не подлежащих сносу домов первых индустриальных серий. При этом ШКД строится на месте существующей «пятиэтажки» или домов с меньшей этажностью, которые включаются в объемно-планировочную структуру нового ширококорпусного дома. Такие дома были названы *Домами вторичной застройки* (ДВЗ).

² См. <http://www.mniitp.com/>.

Жилые дома вторичной застройки

Объемно-планировочная и конструктивная системы домов вторичной застройки (ДВЗ) состоят из двух частей: новая часть многоэтажного ШКД в монолитном или сборно-монолитном исполнении и старая часть дома, представляющая собой пятиэтажный или меньшей этажности дом, подлежащий реконструкции, которые объединяются в единую архитектурно-строительную композицию (рис. 1.2). Инженерные системы и оборудование такого дома общие (4). Конструктивно новая часть дома опирается на самостоятельные фундаменты (5), и нагрузки от нее не передаются на реконструируемый дом. С одной стороны реконструируемого дома на всю его высоту возводятся пилоны (1), с другой — монолитная или сборно-монолитная этажерка шириной 5–6 м (2). На уров-



Рис. 1.2. Принципиальная схема конструктивных решений ДВЗ

не шестого этажа бетонируются балки-стенки, по верхнему поясу которых устраивается монолитное перекрытие-платформа, воспринимающая нагрузки от надстраиваемых этажей (4). Этажность ДВЗ может быть любой (7, 10, 17 и более этажей).

Архитектурно-планировочные решения такого дома становятся общими. Единными для всего дома проектируются также инженерные системы и оборудование тепло-, водо-, энергоснабжения, пожаротушения, канализации, лифты и слаботочные системы телевидения, радио, телефонизации и др.

Площади малометражных квартир на 1–5 этажах расширяются за счет пристраиваемой этажерки и устройства лоджий или эркеров между пилонами. На шестом этаже планировка квартир регулируется шагом несущих балок-стенок, а на всех вышележащих этажах применяется свободная планировка.

Конструкции старой части ДВЗ при необходимости усиливаются, и их жизненный цикл продлевается на время эксплуатации новой части дома. Техничко-экономические показатели ДВЗ аналогичны ШКД.

Использование проектов ширококорпусных домов при комплексной реконструкции жилых кварталов и микрорайонов, для строительства стартовых домов на свободных участках и для возведения ширококорпусных домов вторичной застройки на месте существующих домов, подлежащих реконструкции без их сноса, послужило фундаментальной основой для новой концепции реконструкции жилья методом вторичной застройки жилых территорий, ранее недостаточно плотно застроенных домами первых массовых серий.

Роль ШКД и ДВЗ в реализации программы энергосбережения

Общая концепция реализации программы энергосбережения за счет перехода на проектирование ширококорпусных домов и вторичной застройки микрорайонов без сноса существующих зданий заключается в следующем:

- За объект реконструкции и вторичной застройки принимается жилой квартал или микрорайон.
- На свободных участках возводятся стартовые многоэтажные ШКД. Для возведения стартовых домов и вставок между домами на свободных участках реконструируемого квартала (микрорайона) ис-

пользуются проекты энерго- и ресурсоэкономичных комфортных многоэтажных ШКД (патент № 2048648)³.

- На месте существующих «пятиэтажек» без их сноса возводятся многоэтажные энергетически эффективные комфортные ШКД вторичной застройки (ДВЗ). Пятиэтажные дома, включаемые в объемно-планировочную структуру ШКД вторичной застройки, реконструируются с расширением площадей и перепланировкой квартир. Для застройки участков, занятых не подлежащими сносу жилыми зданиями, которым предстоит реконструкция, используются проекты жилых ДВЗ (патент № 2112850)⁴.
- Этажность домов вторичной застройки (ДВЗ) определяется с учетом градостроительной ситуации и условий инсоляции. Часть пятиэтажных домов реконструируется с надстройкой мансард и расширением корпуса, часть по условиям инсоляции переводится в состав нежилых помещений.
- С учетом прироста жилых площадей и числа жителей модернизируются объекты социальной и инженерной инфраструктуры. На первых этажах ШКД и в зданиях, переводимых в разряд нежилых помещений, размещаются объекты социального назначения и малые предприятия.
- При вторичной застройке микрорайона решается проблема размещения автостоянок, в том числе под городскими автодорогами, и совершенствуется схема транспортного и пешеходного движения.
- На базе реконструируемого и вторично застроенного квартала (микрорайона) создается энергетически эффективная зона.

Преимущества предложенного подхода заключаются в следующем:

- социальная ориентация проекта реконструкции и вторичной застройки;
- архитектурно-градостроительная совместимость вторичной застройки с окружающей, в том числе исторической застройкой;
- гармонизация застройки и жилой среды квартала (микрорайона);
- системное взаимосогласованное решение градостроительных, архитектурных, экологических, социальных и экономических проблем;
- индивидуальный подход к каждому объекту при комплексной реконструкции жилого квартала или микрорайона;

³ См. <http://ru-patent.info/20/45-49/2048648.html>.

⁴ См. <http://ru-patent.info/21/70-74/2174579.html>.

- минимизация бюджетных капитальных вложений при соблюдении норм и требований к потребительским качествам реконструируемого жилья;
- минимизация эксплуатационных затрат;
- окупаемость затрат на реконструкцию.

Наиболее важные результаты, которые могут быть получены при реализации концепции в течение ближайших 15–20 лет:

- архитектурно-градостроительное преобразование и гармонизация жилой среды застройки квартала (микрорайона);
- прирост площадей жилья в 2–3 раза, жилых квартир в 2–2,5 раза при соблюдении норм плотности застройки. Осуществление основного (до 80 и более процентов) прироста площадей жилья на освоенных и обустроенных городских территориях;
- все малометражные квартиры превращаются в полнометражные. Каждый владелец квартиры (квартиросъемщик) получает комфортную квартиру площадью, соответствующей действующим социальным нормам;
- продление жизненного цикла существующего жилищного фонда до продолжительности эксплуатации нового жилья;
- восстановление потребительской стоимости реконструируемых квартир;
- сокращение удельного потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение в 2 раза;
- снижение стоимости строительства жилья на 15–20%, а с учетом аренды земли — до 40%, окупаемость затрат за счет рыночной реализации дополнительных квартир, аренды нежилых помещений и снижения затрат на отопление, аренду земли и обустройство территории;
- снижение эксплуатационных затрат, в том числе затрат на ремонтные работы в течение 20 лет;
- решение социальной проблемы — расселение жителей «пятиэтажек» в благоустроенные квартиры в том же микрорайоне с доведением потребительской стоимости и качества квартир до уровня новых;
- на базе реконструируемого и вторично застроенного квартала или микрорайона создается энергетически эффективная зона с двукратным сокращением удельного теплоснабжения на 1 кв. м жилья;

- город в течение 15–20 лет может развиваться без расширения границ, при этом администрация города получает дополнительный инвестиционный ресурс — престижные территории для жилищного строительства (ранее застроенные, но недостаточно плотно), и дополнительные средства в бюджет за счет аренды стоянок автомашин под городскими автодорогами.

Основное содержание вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов состоит в совмещении во времени и пространстве разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов нового строительства современных многоэтажных жилых домов и обязательной (принудительной) реконструкции существующих домов первых массовых серий в единый инвестиционный процесс реновации и развития жилищного фонда. Ведущим процессом при этом является строительство новых жилых домов на свободных территориях и на месте реконструируемых домов, соподчиненным — процесс реконструкции существующих домов и квартир с отнесением затрат на вновь создаваемые площади жилья. Концепция вторичной жилой застройки ширококорпусными экономичными домами территорий, застроенных жилыми домами, подлежащими реконструкции, предопределяет новый этап и стратегическое направление жилищного строительства в городах на несколько десятилетий вперед без расширения границ городов.

Основное содержание этого направления и прогнозируемые последствия реализации концепции вторичной застройки представляют собой комплекс крупномасштабных мер и результатов социального, градостроительного и экономического характера государственного значения.

К сожалению, основная сложность в реализации большинства этих рекомендаций связана с тем, что большинство отечественных градостроителей пользуются устаревшими понятиями. Примером такой не соответствующей современным тенденциям концепции является, например, функциональное зонирование города (необходимость которого даже закреплена в Градостроительном кодексе РФ⁵). Понятие функционального зонирования города родилось в первой половине XX века, а сегодня с точки зрения мировой урбанистической науки функциональное зонирование города крайне негативно влияет на качество жизни в городе и вступает в конфликт с такими актуальными понятиями, как связность города (connectivity), прозрачность (проницаемость, permeability), целостность (cohesiveness) и множеством других. Уже достаточно давно урбанисты всего мира отказались от планирования города по принципу

⁵ См. <http://tinyurl.com/2f7343y>.

функционального зонирования, на смену этому понятию пришло представление о смешанном использовании (mixed-use), которое выражается в так называемой концепции «live, work and play» («жить, работать и отдыхать в одном месте»). Основными преимуществами такой концепции является решение двух проблем: проблемы городских пробок в дорожном движении и проблемы снижения загрязнения городского воздуха. Надо ли говорить о том, какое значение имеют эти проблемы для крупных городов России! Поэтому основным принципом градостроительного планирования должна стать так называемая концепция *умной дороги*, под которой подразумевается следующее:

- грамотно решенные транспортные потоки (внимательная разработка полос, разметки, виадуктов, развязок);
- организация парковок, подземных и наземных паркингов;
- стимуляция развития общественного транспорта;
- предпочтение современным технологическим решениям в общественном транспорте;
- создание пешеходных зон и велодорожек.

В течение последних лет во всем мире набирают силу такие тенденции, как *зеленое строительство* (green construction, green buildings) — такая практика строительства и эксплуатации зданий, цель которой заключается не только в снижении уровня потребления энергетических и материальных ресурсов, но и в повышении качества зданий и их комфортности. Практика «зеленого строительства» расширяет и дополняет классическое строительное проектирование, и основной заботой такого подхода является сокращение общего влияния постройки на окружающую среду и человеческое здоровье за счет:

- эффективного использования энергии, воды и других ресурсов;
- внимания к поддержке здоровья обитателей и повышению продуктивности служащих;
- сокращения отходов, вредных выбросов и других воздействий на окружающую среду;
- учета интересов будущих поколений.

В большинстве промышленно развитых стран коллективными усилиями разработчиков были разработаны так называемые *Зеленые стандарты строительства*, представляющие собой комплексные подходы к проектированию и строительству, наиболее известными из которых являются нижеприведенные.

- LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) — «Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании». Эта система была разработана американским Советом по экологическому строительству (USGBC) и предоставляет владельцам здания и операторам недвижимости удобный инструмент для оценки экологичности проекта, а также соответствующие решения для управления такой недвижимостью. Кроме того, LEED является всемирно признанной системой добровольной экологической сертификации недвижимости, обеспечивающей независимую оценку таких параметров, как подход к использованию участка, экономия энергии и воды, сокращение выбросов окиси углерода, управление ресурсами, экология внутренних помещений и инновации в архитектуре.

Важно отметить, что LEED не заменяет собой требования нормативных документов, установленных в той или иной стране государственными ведомствами (в России ГОСТы и СНиПы призваны обеспечить необходимый минимум безопасности для людей). Она только дополняет их более совершенными, отвечающими запросам современности, критериями оценки качества. Российским инвесторам стоит обратить внимание на LEED главным образом потому, что эта система формирует у проектировщиков ответственность за эффективность решений и будущие функции систем.

- BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) — разработанный в 1990 году британской компанией BRE Global метод оценки экологической эффективности зданий, используемый по всему миру. Система стандартов BREEAM⁶ является наиболее известным в мире и широко используемым методом экологической экспертизы объектов недвижимости. Она широко применяется как универсальный метод в Европе, на территории которой действуют самые разные строительные нормы и правила.
- DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) — система сертификации, разработанная немецким Советом по устойчивому строительству⁷ для использования в качестве инструмента при проектировании и оценке качества зданий во всесторонней перспективе. Являясь гибкой рейтинговой системой сертификации второго поколения, система DGNB охватывает все значимые вопросы устойчивого строительства и отмечает выдающиеся здания по категориям: бронза, серебро и золото. Существует шесть аспектов, влияющих на

⁶ См. <http://www.breem.org>.

⁷ См. http://www.dgnb.de/_de/.

оценку: экология, экономика, социально-культурный и функциональный аспекты, методы, процессы, а также расположение. Сертификат свидетельствует о положительном воздействии строительства на окружающую среду и общество в количественном выражении.

Разработка и внедрение стандартов «зеленого строительства» стимулирует развитие бизнеса, инновационных технологий и экономики, улучшает качество жизни общества и состояние окружающей среды. Сертификация по «зеленым стандартам» и достижение высоких показателей по энергетической эффективности становятся значимыми конкурентными преимуществами, которые высоко ценятся потенциальными инвесторами.

Преимущества строительства по «зеленым стандартам» для окружающей среды:

- значительное сокращение выбросов парниковых газов, мусора и загрязненных вод;
- расширение и защита естественной среды обитания и биологического разнообразия;
- сохранение природных ресурсов.

Преимущества строительства по «зеленым стандартам» для здоровья и общества:

- создание более комфортных условий в помещениях по качеству воздуха, а также тепловым и акустическим характеристикам;
- снижение уровня загрязнений, попадающих в воду, почву и воздух, и, как следствие, сокращение нагрузки на городскую инфраструктуру;
- повышение качества жизни с помощью оптимального градостроительного проектирования — размещения мест приложения труда в непосредственной близости жилых районов и социальной инфраструктуры (школы, медучреждения, общественный транспорт и т. д.).

Экономических плюсов сертификации по «зеленым стандартам» тоже немало⁸. Так, помимо снижения энергопотребления, уменьшается и потребление воды, наблюдается снижение затрат на обслуживание здания, снижаются издержки городского хозяйства, связанные с дорожными пробками (за счет оптимизации градостроительных решений).

⁸ См. <http://www.rugbc.org/green-building/benefits/>.

Современные тенденции сбережения энергии и заботы об окружающей среде в градостроительстве сводятся к следующему:

1. В новых населенных пунктах или в новых кварталах городов этажность жилых объектов составляет не выше 5 этажей, планировочные решения учитывают создание удобной транспортной инфраструктуры, легкую доступность административных, деловых и торговых центров, социальных учреждений.
2. Застройка ведется по принципу ячеек, т. е. создаются зеленые двory, детские площадки.
3. При создании транспортной инфраструктуры предпочтение отдается наиболее приемлемому с экологической точки зрения транспорту (троллейбусы, трамваи, фуникулеры, надземные и наземные электропоезда и т. п.).
4. Выполняется достоверный расчет парковочных мест вблизи жилых массивов и административно-деловых центров.
5. Создаются искусственные водоемы (где есть возможность), парки, аллеи, обустраиваются набережные и т. п.
6. При создании инженерной инфраструктуры учитывается возможность использования локальных источников возобновляемой энергии в каждом квартале в сочетании с применением внутридомовых энергосберегающих технологий (устройства для обеспечения естественной вентиляции и освещения) в привязке к возможностям региональной энергосистемы.
7. Создается эффективная система водоснабжения и водоотведения (канализация с максимальной первичной очисткой перед сбросом в водоемы) в комплексе с локальными системами рециркуляции сточных вод.
8. Реализуется комплексный подход к решению проблемы с рационализацией сортировки и переработки мусора: создается система раздельного сбора твердых бытовых отходов, максимальной рециркуляции вторичных материалов, прорабатываются удобные для населения схемы по компостированию нетвердых бытовых отходов.
9. Архитектурный облик зданий согласовывается с особенностями местного ландшафта, с имеющимися национальными архитектурными традициями.

Российский рынок, как показывает практика, адаптирует на себя западные технологии с опозданием на 2–3 года. Тем не менее, и в России уже существует Совет по экологическому строительству, действующий

в сотрудничестве с Британской системой «зеленых стандартов» BREEAM, и появились первые проекты («Славянка»⁹, «Театральный квартал») с использованием «зеленых» (энергетически эффективных) инженерных технологий и решений.

Типы зданий в малоэтажном строительстве

Малоэтажное строительство характеризуется тремя типами зданий: одноквартирные дома (коттеджи), таун-хаусы — малоэтажные сблокированные дома, состоящие из двух и более квартир, имеющих смежные стены, отдельные входы и прилегающий земельный участок, и малоэтажные многоквартирные дома.

Общее качество малоэтажных домов — это наиболее приближенная к «дачной» организация жилища. С одной стороны, люди проживают в отдельных изолированных квартирах, с другой — имеют озелененный приквартирный участок, который обеспечивает им контакт с природой. К сожалению, градостроительная политика в России предусматривала в основном развитие многоэтажного жилищного строительства, и свертывание малоэтажного как нерентабельного. Развитие малоэтажного строительства в нашей стране было на долгие годы заторможено, во многом — из-за искусственного формирования завышенного спроса на панельное и монолитное жилье.

Однако сегодня все больше и больше людей отдают предпочтение не многоэтажным жилым домам, а собственным коттеджам, из которых формируются целые районы и кварталы. Несмотря на то, что такое строительство в крупных городах требует множества различных разрешений и согласований, у тех, кто избрал такой путь, будет уникальный шанс построить дом рядом с существующими инженерными коммуникациями, не тратя лишние деньги на их проведение, а просто подключившись к ним. С другой стороны, такое малоэтажное строительство необходимо вести только в определенное время суток, не допуская лишнего шума и не доставляя неприятностей жильцам соседних домов.

Во всем мире малоэтажные здания «на одну семью» являются основной разновидностью жилой недвижимости. Сегодня и в России специалистами отмечается рост интереса к малоэтажной загородной недвижимости. Малоэтажное строительство привлекает своей относительно невысокой стоимостью, возможностью жить в наиболее комфортных для

⁹ Подробнее об этом проекте см. <http://tinyurl.com/39e1974>.

человека условиях и в более благоприятной по сравнению с городской средой экологической обстановке. Во многих отношениях небольшой загородный дом оказывается удобнее и экономичнее, чем квартира в городском многоквартирном доме. В настоящее время власти предпринимают множество законодательных инициатив, направленных на повышение доступности малоэтажного загородного жилья, упрощение всех операций и процедур, связанных с оформлением права на строительство, права собственности, что также должно способствовать развитию малоэтажного строительства в России.

Градостроительные решения в малоэтажном строительстве

При проектировании и строительстве малоэтажных жилых комплексов огромную помощь может оказать зарубежный опыт, особенно опыт стран с развитой экономикой, — например, США и Канады.

Так, одним из наиболее ценных достижений американских архитекторов является система «суперблоков» — больших длинных кварталов, лишенных сквозного транспортного движения, с внутренней озелененной зоной для отдыха, спорта, прогулок и детских игр (рис. 1.3).

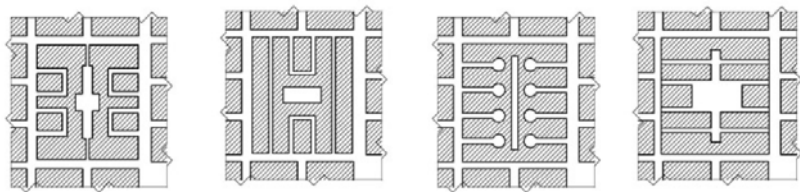


Рис. 1.3. Типичная схема планировки «суперблоков» кварталов малоэтажной застройки в США

Для России эта идея дает огромное преимущество в смысле безопасности пешеходного движения. Такие поселки обеспечивают уют, тишину и очень нравятся жителям.

Интересен и опыт малоэтажной застройки в Канаде. Например, крупнейший город этой страны, Торонто, представляет собой скопление поселков площадью по 150–200 га, соединенных между собой автобанами. Канадский опыт привлекателен отлаженной системой комплексной застройки территорий, где компании-девелоперы выкупают на аукционе земельные участки, к которым уже подведены все инженерные коммуникации, производят инженерную подготовку участков, нарезают зем-