



Содержание:

стр. 1–3

Терехова Ирина Анатольевна,

к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.»

Минск, Беларусь

«ПОСЛЕДНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТИПА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ»

стр. 4–10

Данилевский Леонид Николаевич,

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, первый заместитель директора ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.»

Минск, Беларусь

«ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ»

стр. 11–17

Терехов Сергей Васильевич,

к.т.н., заведующий научно-исследовательским и проектно-конструкторским отделом энергоэффективных технологий в строительстве ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.»

Минск, Беларусь

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЗДАНИЙ. ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И МИРОВОЙ ОПЫТ»

стр. 18–23

Жидович Иван Станиславович,

национальный эксперт по вопросам внедрения тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения в жилом секторе

Минск, Беларусь

«ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ»

стр. 24–27

Твердохлебов Роман Валентинович,

технический директор группы компаний «Моноракурс»

Беларусь, Украина, РФ

«ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ»

Содокладчик – **Матвеев Ю. Н.**, директор ООО «Внедренческое предприятие Альтернатива» (Брест, Беларусь)

стр. 28

Кацынель Рышард Брониславович,

заслуженный строитель, главный инженер УП «Институт Гродногражданпроект»

Гродно, Беларусь

«ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ Г. ГРОДНО»

стр. 29–33

Кондаков Алексей Александрович,

коммерческий директор ООО «НИЦ «МАГИСТР»

Минск, Беларусь

«ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

стр. 34–43

Мацко Игорь Игоревич,

главный специалист санитарно-технического отдела ОАО «Институт Гомельгражданпроект», ст. преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» УО «ГТТУ им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

«ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ»





стр. 44–46

Некрасов Валерий Павлович,

*к.ф.-м.н., заведующий лабораторией ГО «Минское городское жилищное хозяйство»
Минск, Беларусь*

«КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УТЕПЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ. ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ»

стр. 47–53

Бенуж Андрей Александрович,

*к.т.н., заведующий лабораторией «Национальные стандарты зеленого строительства» НИУ МГСУ,
член координационного экспертного совета отраслевых общественных организаций и научных институтов
по разработке дорожной карты по созданию экономических стимулов внедрения энергоэффективных технологий
и материалов в строительной отрасли, BREEAM-оценщик, DGNB-профессионал
Москва, Россия*

«МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ
С УЧЕТОМ СОВОКУПНЫХ ЗАТРАТ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕННОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА»

стр. 54–63

Герберт Лехнер,

*профессор, старший советник по энергетической политике, главный научный сотрудник,
заместитель директора Австрийского энергетического агентства
Вена, Австрия*

«ЗДАНИЯ С ПРАКТИЧЕСКИ НУЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ. ВАЖНОСТЬ ОЦЕНКИ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ»

стр. 64–66

Покотилев Виктор Владимирович,

*к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» БНТУ
Минск, Беларусь*

«ГЕЛИОСИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ»

стр. 67–70

Покотилев Виктор Владимирович,

*к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» БНТУ
Минск, Беларусь*

«СИСТЕМЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ»

стр. 71–75

Дубатовка Антон Игоревич,

*аспирант ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.»
Минск, Беларусь*

«ИННОВАЦИОННЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ СО ВСТРОЕННОЙ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ
И РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА»

стр. 76–79

Максим Заточный,

*группа архитектурных проектов AGC Flat Glass
Беларусь, Украина, Молдова*

«ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Роман Грицель,

*директор ООО «Завод противопожарных изделий»
Минск, Беларусь*

«ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

стр. 80–83

Устинчик Василий Александрович,

*член совета Ассоциации застройщиков объектов жилищного строительства,
председатель наблюдательного совета «10 УНР – Инвест»
Минск, Беларусь*

«РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕХОДА НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ.
ОПЫТ КОМПАНИИ «10 УНР – ИНВЕСТ»





ПОСЛЕДНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТНПА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ И ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ

Данилевский Л. Н.,

первый заместитель директора ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.», к.ф.-м.н., старший научный сотрудник

Терехова И. А.,

ведущий научный сотрудник, к.т.н.

Коризна И. А.,

инженер-проектировщик II категории

Минск, Беларусь

Целью последних изменений ТНПА в области строительной теплотехники и тепловой защиты было повышение качества проектирования ограждающих конструкций и оценки теплоэнергетических характеристик зданий.

Актуальность *изменения № 4 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования»* была обусловлена необходимостью обеспечения нормальных условий функционирования инженерного оборудования в технических этажах зданий без существенного увеличения теплопотерь через смежные с эксплуатируемыми этажами перекрытия при установленных нормах по сопротивлению теплопередаче. Отличие предложенного подхода установления норм к внутренним ограждающим конструкциям (перекрытиям) состоит в нормировании не фиксированного значения сопротивления теплопередаче, а теплового потока из эксплуатируемых помещений и температуры воздуха в техподполье (теплого чердака). При установленных требованиях к температуре воздуха технических этажей такой подход уравнивает теплопотери через перекрытия независимо от вида системы отопления здания и количества инженерного оборудования в техническом этаже. Методика определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций технических этажей основана на тепловом балансе технического этажа. Изменение № 4 ТКП 45-2.04-43-2006, уточняя прежние требования к внутренним ограждающим конструкциям, расширило возможности их достижения. В помощь проектировщикам разработаны рекомендации по теплотехническому расчету ограждающих конструкций технических этажей зданий.

Изменение № 5 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» касается методики расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Повышение нормативных требований к сопротивлению теплопередаче мотивирует применение слоистых ограждающих конструкций с использованием эффектив-





ных утеплителей. При определении сопротивления теплопередаче таких конструкций необходимо оценивать теплотехническую неоднородность, на которую влияют элементы крепления утеплителя, элементы фасадных систем, углы, стыки, откосы и др. В большинстве случаев при расчете сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций перечисленные элементы остаются без внимания. Для их учета необходимо применять расчеты температурных полей участков ограждений, что в практике проектирования почти не применяется.

В изменении № 5 ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» возвращается понятие «приведенного сопротивления теплопередаче» как характеристики теплотехнически неоднородной конструкции. Для упорядочивания подходов предусматривается упрощенный и детальный расчет приведенного сопротивления теплопередаче. Упрощенный расчет предполагает использование коэффициентов теплотехнической однородности. Детальный расчет производят с использованием программ расчета температурных полей. При использовании детального способа расчета имеется возможность снижения нормативного значения сопротивления теплопередаче до 20% для стен и до 10% для перекрытий при условии достижения зданием нормативного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию. В европейских нормах применяют подобные подходы, используя упрощенные расчеты для плоских участков, и детальные подходы – для неплоских участков в местах сопряжений конструкций. Результаты последних выражают в виде коэффициентов линейных или объемных «мостиков холода». Предложенная методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с применением температурных полей устанавливает правила разбиения на участки, определения количества и площади участков, расчета значения приведенного сопротивления теплопередаче конструкции по значениям этой величины отдельных участков. Несмотря на то, что разработанная методика по своей сути разъясняет требования п. 5.11 ТКП 45-2.04-43-2006 о необходимости расчета сопротивления теплопередаче неплоских и неоднородных участков ограждений с применением температурных полей, на стадии получения отзывов и согласования изменения № 5 возник негативный резонанс мнений большинства согласующих организаций. По этой причине разработанная методика детального метода расчета приведенного сопротивления теплопередаче из текста изменения № 5 ТКП 45-2.04-43-2006 была исключена и размещена в отдельных рекомендациях, а в ТКП 45-2.04-43-2006 оставлена ссылка на нее и другие подобные методики.

В результате изменением № 5 ТКП 45-2.04-43-2006 по вопросу расчета приведенного сопротивления теплопередаче предлагается, не отказываясь от старой методики, осваивать новые, более точные методы, актуальные для современных конструкций. Для повышения качества проектирования ограждений и сокращения трудозатрат целесообразно разработать альбомы типовых узлов ограждающих конструкций с указанием в них значений коэффициентов теплотехнической однородности для расчета приведенного сопротивления теплопередаче. Ускорить процесс освоения детального метода позволит применение современных программных комплексов по расчету температурных полей.





В 2013 г. институтом было разработано *изменение № 1 ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения»*, в котором для жилых зданий нормы удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию откорректированы с учетом климатических параметров областей Беларуси. Это вполне оправданно, так как разница по величине градусо-суток северных и южных областей достигает 20%, что для показателя является значимой. Методика расчета откорректирована с учетом теплопоступлений за счет солнечной радиации, пересмотрены обозначения и распределение классов зданий по потреблению тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

В 2013 г. институтом разработан СТБ «Метод выполнения энергетической паспортизации эксплуатируемых жилых зданий по потреблению тепловой энергии на отопление». В связи с принятием решения о проектировании и строительстве энергоэффективных жилых зданий в Республике Беларусь стал актуальным вопрос подтверждения заявляемых характеристик. Для возможности контроля и сравнения с расчетными или нормативными значениями потребления тепловой энергии эксплуатируемых жилых зданий в 2013 г. институтом разработан стандарт, в котором представлен метод оценки удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию. В основу метода положены разработки института по оценке теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий. Отличие метода состоит в установленной минимальной продолжительности анализируемого периода, в учете части теплоты, теряемой в циркуляционном контуре ГВС, способе определения теплоэнергетических характеристик. В помощь проектировщикам и специалистам по составлению теплоэнергетических паспортов проектируемых и эксплуатируемых зданий разработаны рекомендации.





ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Данилевский Л. Н.,

первый заместитель директора ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.»

Минск, Беларусь

Снижение экологических последствий современной энергетики может быть достигнуто развитием обратной стороны энергетики – снижением потребления энергии во всех сферах деятельности человека.

Для современных технологий доминантным направлением развития в последние десятилетия стало повышение энергоэффективности, т.е. снижение расхода энергии на произведенную единицу ВВП. Для стран Запада экономия энергии стала актуальной начиная с первого энергетического кризиса в 1968 г. Для стран бывшего Советского Союза этот процесс начался с его развалом. Республика Беларусь – лидер среди бывших республик СССР в снижении энергоемкости ВВП [1, 2].

В то же время по сравнению с Германией и Австрией у нашей страны имеются значительные резервы снижения энергоемкости ВВП. На эксплуатацию зданий расходуется около 40% потребляемой в стране тепловой энергии [3]. Поэтому экономия энергии при эксплуатации зданий является важной составляющей указанного резерва.

Следует отметить, что к настоящему времени идея экономии энергии при эксплуатации зданий очень популярна во всем мире. Уже построены здания с нулевым потреблением энергии (Null-Energie) [4–6] и даже с положительным балансом энергии (Plus-Energie), энергетические системы которых без использования ископаемых видов топлива производят больше энергии, чем потребляют [7–11]. Однако экономическое обоснование строительства таких зданий, как правило, сомнительно. Целью проектов Null-Energie или Plus-Energie здания является, скорее, демонстрация современных технических возможностей строительства, чем переход к их массовому строительству.

Энергоэффективные здания

Необходимо определиться с понятием «Энергоэффективное здание». В 70–80-е гг. прошлого столетия с первым энергетическим кризисом в Европе были сделаны первые шаги в направлении экономии тепловой энергии для эксплуатации зданий. Были построены первые здания, называвшиеся энергоэффективными [12]. Выбор технических решений при строительстве этих зданий носил случайный характер, а в понятие энергоэффективности не вкладывалось глубокого смысла. Как правило, акцент делался на





бессистемное использование альтернативных источников энергии: солнечной, энергии ветра, геотермальной. Понимание необходимости системного подхода к проектированию зданий с предельно низким уровнем тепловых потерь было продемонстрировано в проекте «Пассивный дом», выполненном в Германии в 1988–1993 гг. [13-15]. Основной идеей проекта было строительство зданий, в которых система отопления могла бы играть вспомогательную роль. Это первый в истории пример, давший толчок массовому строительству зданий указанного типа в Западной Европе. Недостатком идеологии пассивных зданий является некоторый догматизм, относящийся к уровню теплоснабжения здания (15 кВтч/м^2 в год), не учитывающий особенности объемно-планировочных решений здания, экономические условия, климатические и социальные особенности регионов строительства.

В [16] декларируется системный подход к проектированию и строительству энергоэффективных зданий, однако здание не рассматривается как развивающийся организм, увязанный с общим развитием энергоэффективных технологий. В интенсивно развивающемся технологическом мире энергоэффективное здание нельзя рассматривать как статичную систему вне общих тенденций развития энергетики и энергоэффективных технологий.

Наиболее точно энергоэффективное здание характеризует следующее определение [17]:

Энергоэффективное здание – открытая энергетическая система с оптимальным для существующих технико-экономических условий уровнем потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение и интерфейсом для подключения энергоэффективных модулей.

Это развивающееся с точки зрения уровня используемого инженерного оборудования и снижения тепловых потерь здание, энергетические характеристики которого изменяются по мере развития энергоэффективных технологий, оставаясь оптимальными по соотношению затрат с получаемой экономией энергии все время жизни здания.

Тепловой баланс в зданиях различных поколений проектирования

Говоря о тепловых потерях зданий, обычно не разделяют возвращаемые и безвозвратные потери тепловой энергии. Осознание факта, что некоторые потери в здание можно вернуть, а другие – безвозвратно уходят в окружающее пространство, позволяет по-новому подойти к оптимизации значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий. Возвращаемыми являются потери тепловой энергии с вытяжным воздухом и канализационными стоками из зданий. Использование высокоэффективных теплообменников и высокая герметичность помещений может обеспечить 100% возврата тепловой энергии вытяжного воздуха. Использование теплообменников позволяет также частично вернуть тепловую энергию, теряемую со стоками. Принципиально невозвратимыми являются трансмиссионные потери тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий.

Следовательно, трансмиссионные тепловые потери устанавливают минимальный уровень потребления тепловой энергии в здании.





Поскольку потери тепловой энергии с воздухообменом можно утилизировать, используя высокоэффективные теплообменники, значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания можно назначать исходя из равенства среднего за отопительный сезон значения трансмиссионных тепловых потерь в здании суммарному значению энергии внутренних источников теплоты в здании и солнечной энергии.

В приведенных ниже таблицах 1 и 2 представлены нормативные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций разных стран.

Таблица 1. Нормативные требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций зданий в странах ЕС [23]

Показатель	Франция	Германия		Словения	Венгрия	Румыния	Дания	Норвегия	Финляндия
Год принятия требований	2005	2009		2008/2010	2006	2006	2006	2007	2012
Тип здания	–	Жилое	Общественное	–	–	–	–	–	–
<i>Коэффициент сопротивления теплопередаче, м²·°С/Вт</i>									
Стены	2,22	2,50– 1,54	2,86/2,00 ¹	3,57	2,22	1,49	2,5	4,55	7
Кровля	3,57 (2,94) ²		2,86/2,00 ¹	5,00	4,00	3,45	4,00	5,56	11
Окна	0,38		0,53/0,34 ¹	0,77	0,62	0,56	0,50	0,63	1
Пол	2,78 (2,5) ³		2,86/2,00 ¹	3,33	4,00	4,55	3,33	5,56	11

Таблица 2. Нормативные требования к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций зданий в странах СНГ [24–26]

Страна	Россия, для 4000 градусо-суток	Казахстан, для 4000 градусо-суток	Украина
Год принятия	2012	2012	2006
	–	–	–
<i>Коэффициент сопротивления теплопередаче, м²·°С/Вт</i>			
Стены	2,8	3,2	3,3
Кровля	3,7	5	5,35
Окна	0,50	0,6	0,75
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами	3,7	2,5	3,75

¹ Для температуры внутреннего воздуха соответственно > 19°С/< 19°С.

² Для металлических крыш.

³ Для полов над подвальным помещением.





Сравнительный анализ с нормативными значениями сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий в РБ [19] показывает, что практически для всех типов ограждающих конструкций, за исключением перекрытия над подвальным помещением, сопротивление теплопередаче в РБ больше или равно аналогичному значению. Значение сопротивления теплопередаче оконных конструкций превышает аналогичное значение для всех стран, исключая Финляндию.

Было бы ошибкой выбирать сопротивление теплопередаче для зданий массового строительства методом аналогии с соседними странами. Сопротивление теплопередаче должно быть близким оптимальному значению для конкретных климатических и экономических условий. Для оптимального значения сопротивления теплопередаче разность между дополнительными капитальными затратами и экономией энергии в течение жизни системы утепления минимальна [27].

В таблице 3 приведены расчетные значения оптимального сопротивления теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций в РБ на настоящий момент.

Таблица 3. Оптимальное сопротивление теплопередаче непрозрачных ограждающих конструкций в РБ

n	m	z_1	z	$d_0 + d, \text{ м}$	$R_{\text{опт}}, \text{ м}^2\text{К/Вт}$
200	30	0,04	50	0,3	7,5

Более точное значение даст учет совокупного дохода с учетом прогноза ставки рефинансирования, уровня инфляции и роста стоимости энергоносителей [27].

Оптимальное значение сопротивления теплопередаче при использовании пенополистирола, при упрощенном расчете, составляет 7,5 м²К/Вт. Приведенные в таблице 3 значения в настоящее время существенно ниже оптимальных значений. Они были близки к оптимальным при подготовке изменения к нормативному документу [19] в 2009 г.

Из сравнительного анализа значений сопротивления теплопередаче следует, в первую очередь, увеличить сопротивление теплопередаче перекрытия над неотапливаемым подпольем до значения 6–7,5 м²К/Вт.

Для жилых зданий целесообразно сопротивление теплопередаче увеличивать в зависимости от этажности, установив для зданий 1–3 этажей сопротивление теплопередаче, равное оптимальному.

Расчитанные в соответствии с (3) значения удельных трансмиссионных тепловых потерь для зданий различной этажности для существующих нормативных требований к сопротивлению теплопередаче [20] и климатических условий г. Минска [29] представлены в таблице 4. В той же таблице приведено необходимое утепление ограждающих конструкций зданий, обеспечивающее равенство трансмиссионных тепловых потерь сумме энергии внутренних тепловыделений и солнечной энергии. Для одноэтажного здания, учитывая меньшую заселенность, эта сумма принята равной 22 кВтч/м² в год.



**Таблица 4. Трансмиссионные тепловые потери и необходимое дополнительное утепление для зданий г. Минска при температуре воздуха внутри помещений, равной 21°C**

Этажность	1	4	5	6	7	9	12
$Q_{тр}$, кВтч/м ² в год	108	46,3	44,0	41,7	40,6	39,4	38,2
Дополнительное утепление ограждающих конструкций, %	192,7	22,0	15,9	9,8	6,7	3,7	0,6
$R_{стен}$, м ² К/Вт	9,4	3,9	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2
$R_{пер}$, м ² К/Вт	5,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8
$R_{покр}$, м ² К/Вт	17,6	7,3	7,0	6,6	6,4	6,2	6,0
$R_{ок}$, м ² К/Вт	2,9	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0

Из результатов, приведенных в таблице, можно сделать вывод, что для зданий средней и повышенной этажности сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, обеспечивающее равенство среднегодовой энергии трансмиссионных тепловых потерь суммарному значению бытовых тепловыделений и поступлению в здание солнечной энергии, ниже оптимального значения и вполне может быть принято в качестве нормативного значения. Анализ приведенных цифр показывает, что значение $R_{пер}$ можно увеличить, используя принцип равенства тепловых потерь здания через кровлю и перекрытие первого этажа, принимая температуру воздуха в подполье 5°C. В этом случае значения сопротивления теплопередаче этих ограждений будут равны значениям, представленным в таблице 5.

Таблица 5. Рекомендуемые значения сопротивления теплопередаче

Этажность	1	4	5	6	7	9	12
$R_{пер}$, м ² К/Вт	12,9	5,4	5,1	4,8	4,7	4,6	4,4
$R_{покр}$, м ² К/Вт	17,6	7,3	7,0	6,6	6,4	6,2	6,0

Для одноэтажных зданий значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций выходит за пределы оптимальных значений, а сопротивление теплопередаче оконных конструкций превышает технически реализуемые в настоящее время значения.

Дальнейшую борьбу за экономию тепловой энергии для отопления и вентиляции зданий средней и повышенной этажности следует перенести в область совершенствования инженерного оборудования. Экономия тепловой энергии необходимо решать за счет полной утилизации теплоты вентиляционных выбросов из здания. Конечно, 100% утилизации теплоты вытяжного воздуха – это вопрос будущего. В то же время управляемая система воздухообмена дает возможность экономии энергии за счет управления режимами вентиляции в различное время дня. Для работающих более 70 часов в неделю, когда жители находятся вне здания, на работе, в магазине, на прогулке, можно ограничить воздухообмен 50% от нормативного. При таком управлении потери с воздухообменом в здании, оборудованном управляемой приточно-вытяжной венти-





ляцией с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха, при эффективности системы 80% составят 8,29 кВтч/м² за отопительный сезон.

Список источников

1. Schenez, L. Die Bedeutung der Energieeffizienz und der erneubaren Energien für die Energiesicherheit der Republik Belarus: Konferenz – „Zukunftwerkstatt Minsk – eine Brücke für Energieeffizienz und erneubaren Energien“ Minsk, 27 April 2010 / Minsk, 2010.
2. International Energy Agency „Key world energy statistics from the IEA“, 2009.
3. Пилипенко, В. М. Комплексная реконструкция индустриальной жилой застройки / В. М. Пилипенко. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2007. – 280 с.
4. Costa Andrea Integrated design process for affordable net-zero-energy buildings – 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, 2010, s. 485–488.
5. Szalay Zsuzsa, Brophy Vivienne, Csoknai Tamas Limits to reducing energy use – 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, 2010, s. 491–496.
6. Елохов А. Е. Отчет о проведенном туре в Германию «Пассивный дом – миф или реальность». Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий Passive House, 11–12 апреля 2012 г., Москва, с. 115–119.
7. Ronacher Herwig Passivhaus und EnergiePlusHaus – Potenziale für Regionaltypische Architektur – 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, 2010, s. 525–526.
8. Regner Pia Erkenntnisse aus der Nachbetreuung der Plusenergie-Dreifach-Sporthalle – 14. internationale Passivhaustagung 2010, Dresden, 2010, s. 203–208.
9. Панитков О. И. Первый Активный дом в Австрии как часть программы Модельный Дом 2010. Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий Passive House, 6–7 апреля 2011 г., Москва, с. 23–25.
10. Леонова В. А. Развитие индивидуального домостроения в России: проект «Активный дом». Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий Passive House, 6–7 апреля 2011 г., Москва, с. 26–29.
11. Елохов А. Е. Развитие концепции пассивного дома. Пилотные проекты в РФ. Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий Passive House, 3–4 апреля 2013 г., Москва, с. 57–64.
12. Селиванов, Н. П. Энергоактивные здания / Н. П. Селиванов, А. И. Мелуа, С. В. Заколей и др. – М.: Стройиздат. – 1988. – 376 с.
13. Feist, W. Das kostengünstige Passivhaus – Proektbeschreibung / W. Feist // Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser. Protokollband. Darmstadt. – 1996. – № 1. – 1996. – s. 9–21.
14. Feist, W. Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser / W. Feist – Verlag das Beispiel, 2001.
15. Von Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H. Faktor Vier / E. U. von Weizsäcker, A. B. Lovins, L. H. Lovins. // – München, 1996. – 352 s.
16. Табунщиков, Ю. А., Бродач, М. М., Шилкин, Н. В. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
17. Данилевский, Л. Н. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий / Л. Н. Данилевский. // Бизнесофсет. – Минск, 2011. – 375 с.
18. Строительная теплотехника: СНиП II-3-79. – Москва: Государственный Комитет по делам строительства, 1980. – 20 с.
19. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. инт. стандартизации и сертификации, 2006. – 35 с.





20. Исправление № 1 к Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 35 с.
21. Данилевский, Л. Н. Методика определения теплоэнергетических характеристик эксплуатируемых зданий. / Л. Н. Данилевский // Строительная наука и техника. – 2010. – № 6, с. 31–35.
22. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации.
23. О. Сеппанен. Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС / Энергосбережение, № 7/2010.
24. Российская Федерация: СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
25. Казахстан: МСН 2.04-02-2004 Тепловая защита зданий.
26. Украина: ДНБ В.2.6-31:2006 Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий.
27. Гагарин, В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В. Г. Гагарин // АВОК. – 2009. – № 1. – с. 10–16.





ЭКСПЛУАТАЦИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЗДАНИЙ. ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И МИРОВОЙ ОПЫТ

Пилипенко В. М., Данилевский Л. Н., Терехов С. В.

Минск, Беларусь

Прошло более 6 лет с тех пор, как в Минске был сдан в эксплуатацию первый в СНГ энергоэффективный 143-квартирный жилой дом. Он был спроектирован на базе крупнопанельного жилого здания серии 111-90. Проектировщик – ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С. С.», застройщик – ОАО «МАПИД».

При проектировании и строительстве здания были отработаны технические решения [1–4] по снижению уровня затрат тепловой энергии на отопление здания до 30 кВтч/м² в год без изменения существующих планировочных решений панельного здания и без модернизации технологического оборудования на предприятии, в том числе:

- децентрализованная система приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и утилизацией теплоты вентиляционных выбросов с эффективностью возврата тепла более 85%;
- неоднородное по контуру здания утепление оболочки, позволяющее уменьшить разницу в потреблении тепловой энергии для квартир, расположенных в различных частях здания, включая торцы и верхние этажи;
- стеновые панели с увеличенным сопротивлением теплопередаче в среднем от значения 3,2 м²·°С/Вт в середине фасада здания до 5,2 м²·°С/Вт;
- окна с сопротивлением теплопередаче $R = 1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;
- система отопления с горизонтальной разводкой, поквартирным регулированием и учетом потребленной тепловой энергии;
- поквартирные системы автоматики, управляющие уровнем воздухообмена и температурой в квартирах;
- система диспетчеризации инженерного оборудования.

По результатам опытной эксплуатации здания в течение 2-х отопительных сезонов, подтвердившей правильность использованных технических решений, институтом была разработана Комплексная программа по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на перспективу до 2020 года, утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.06.2009 № 706.

В ходе реализации указанной программы были разработаны новые научно-технические и инженерные решения, обеспечивающие переход к массовому проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов, новые





типовые конструктивные решения непрозрачных ограждающих конструкций зданий с повышенным сопротивлением теплопередаче, типовые технические решения тепловой изоляции ограждающих конструкций при реконструкции зданий старой постройки. Созданы новые конструктивно-технологические системы энергоэффективных жилых зданий индустриального домостроения.

Внесены изменения в действующие и приняты новые технические нормативные правовые акты, регламентирующие вопросы проектирования и строительства энергоэффективного жилья, нормирования потребления тепловой энергии на их отопление. Предприятиями республики налажен выпуск комплектующих и инженерного оборудования для энергоэффективных жилых домов.

В проектирование энергоэффективных многоквартирных жилых зданий активно включились УПП «Институт Гродногражданпроект», ОАО «Институт Гомельгражданпроект» и многие другие проектные организации Республики Беларусь.

Однако в подавляющем большинстве из построенных энергоэффективных жилых домов применены лишь «пассивные» формы обеспечения энергоэффективности за счет использования ограждающих конструкций зданий с повышенным сопротивлением теплопередаче. Лишь в единичных из построенных зданий использованы возможности вторичного использования тепловой энергии для целей отопления за счет применения систем приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха (таблица 1).

Не будем останавливаться на необходимости подобных систем, так как бессмысленно оспаривать факт, что в зданиях с естественной системой вентиляции теплый воздух в прямом смысле улетает в трубу, унося с собой до 50% теплоты.

Таблица 1. Энергоэффективные многоквартирные жилые здания с системами утилизации теплоты удаляемого воздуха, построенные в Республике Беларусь

Год постройки	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Брестская обл.					2	1
Витебская обл.				3	2	2
Гомельская обл.				2	1	1
Гродненская обл.			1			
Минская обл.						
Могилевская обл.						
Минск	1				2	
<i>Итого</i>	<i>1</i>		<i>1</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>4</i>

Примечание. Информация подготовлена по данным областных управлений капитального строительства.

В трех домах (1 дом в Витебске и 2 дома в Гомеле) установлены системы утилизации теплоты сточных вод, позволяющие снизить расход тепловой энергии на горячее водоснабжение. В настоящее время эти системы готовятся к вводу в эксплуатацию.

Естественно, применение в энергоэффективных жилых зданиях новых инженерных систем неизбежно приводит к удорожанию квадратного метра жилья в среднем на





6–8% (по данным областных управлений капитального строительства). Жильцы энергоэффективных жилых домов платят за потребляемую тепловую энергию в 2–4 раза меньше, чем в обычных домах.

В Республике Беларусь накоплен большой опыт строительства энергоэффективных многоквартирных жилых зданий с системами принудительной приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха (как положительный, так и отрицательный), который возможно проанализировать.

К настоящему времени с этими зданиями сложилась следующая картина. С одной стороны – выраженный позитив (дома в Минске по ул. Притыцкого, 107 и в Гродно), с другой стороны – негатив (дома в Витебске). Все остальные здания находятся между этими крайностями.

С целью совершенствования технических решений, применяемых при проектировании энергоэффективных зданий, институт дважды (в 2008 и 2011 гг.) проводил анонимное анкетирование жильцов первого энергоэффективного здания.

Результаты анкетирования (основные вопросы) приведены на рисунке 1.



Рисунок 1. Результаты анкетирования жильцов





Анализ результатов анкетирования подтверждает правильность технических решений, реализованных при проектировании и строительстве здания.

Весьма часто задается вопрос: пользуются жильцы системами рекуперации или нет?

Объективный ответ на вопрос можно получить лишь при наличии системы диспетчеризации инженерного оборудования здания.

Единственное здание, которое оборудовано подобной системой, – здание по ул. Притыцкого, 107 в Минске.

Протокол опроса системы по состоянию на 19.01.2014 г. в 17:59 приведен на рисунке 2.

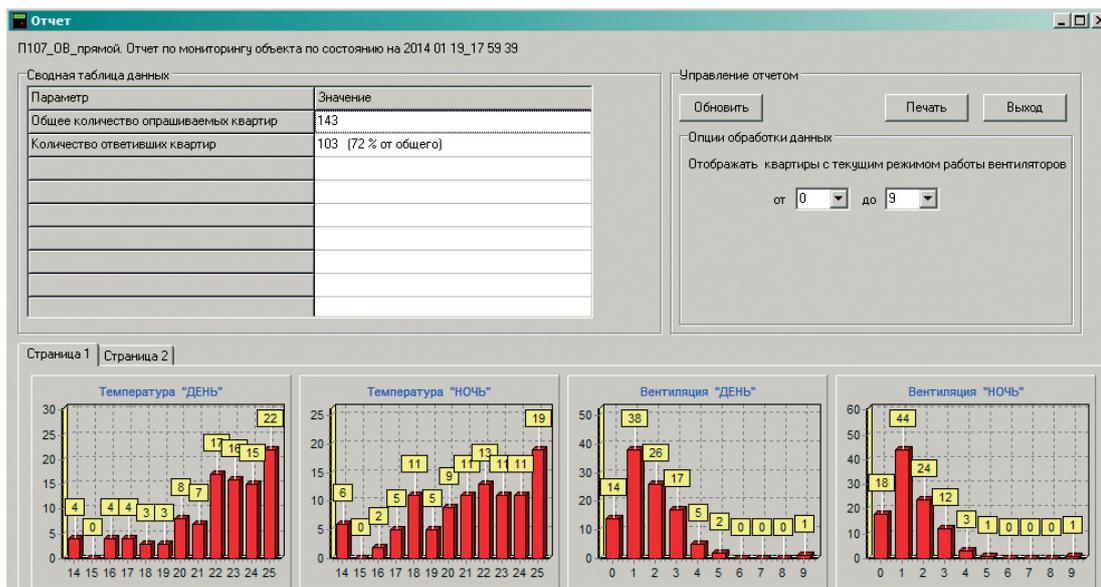


Рисунок 2. Протокол опроса системы

Из протокола видно, что из 143 квартир в 103 (72% от общего количества) системы вентиляции включены и функционируют.

В нижней части рисунка 2 приведены гистограммы настроек квартирных систем автоматики – требуемые температуры и уровни воздухообмена для дневного и ночного времени суток, что подтверждает активное использование систем жителями.

В таблице 2 приведены данные по динамике эксплуатации систем вентиляции в доме, полученные по архивным записям системы диспетчеризации инженерного оборудования

Таблица 2. Динамика эксплуатации систем вентиляции за период эксплуатации дома

Год	Ноябрь 2008	Ноябрь 2009	Ноябрь 2010	Ноябрь 2011	Ноябрь 2012	Ноябрь 2013
Процент включенных систем	65	67	69	67	71	73

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает тенденцию к увеличению числа эксплуатируемых систем.





Весьма интересен анализ функционирования систем в различные периоды года. В таблице 3 приведена динамика эксплуатации систем в течение года

Таблица 3. Динамика эксплуатации систем вентиляции в течение года

Год	Ноябрь 2008	Февраль 2009	Апрель 2009	Июнь 2009	Сентябрь 2009	Ноябрь 2009
Процент включенных систем	65	64	58	58	62	67

Анализ данных, приведенных в таблице 3, показывает факт эксплуатации систем в межсезонье и в летнее время, что обеспечивает жителей чистым, прошедшим через фильтры вентиляционных установок воздухом.

Для достижения требуемых показателей по энергопотреблению большое внимание следует также уделять работе автоматики систем отопления и горячего водоснабжения.

На рисунках 3 и 4 приведены температурные тренды регуляторов системы отопления и горячего водоснабжения, полученные через систему диспетчеризации инженерного оборудования здания по ул. Притыцкого, 107 в Минске.

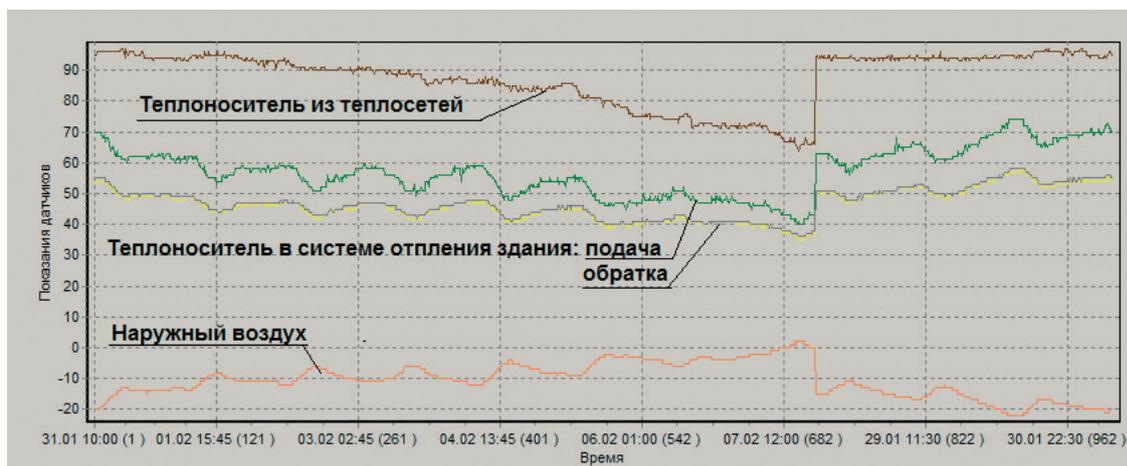


Рисунок 3. Температурные тренды регулятора системы отопления

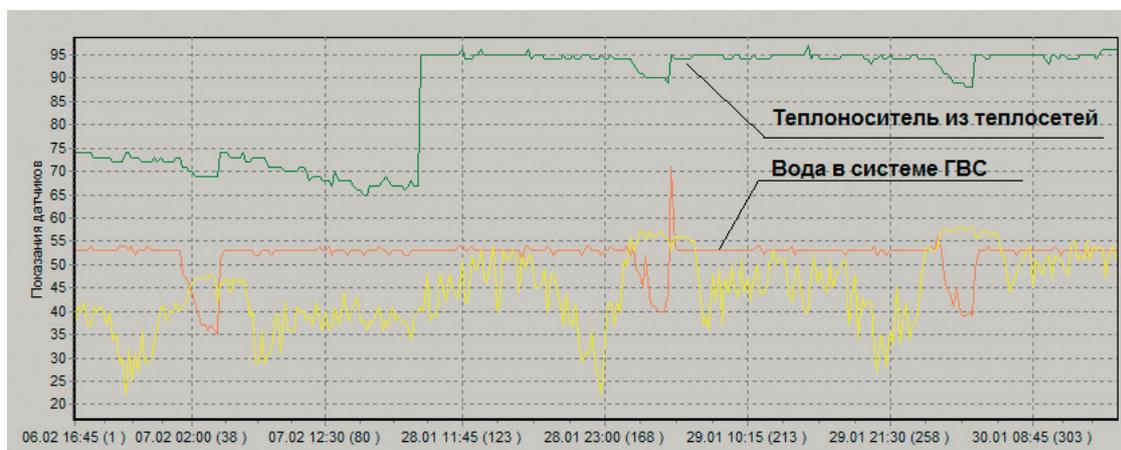


Рисунок 4. Температурные тренды регулятора системы горячего водоснабжения





Системы диспетчеризации инженерного оборудования были предусмотрены в проектах многих энергоэффективных многоквартирных жилых зданий, но, к сожалению, они либо не были закуплены, либо не были отлажены. Поэтому достоверная информация о функционировании оборудования в остальных зданиях с системами приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха отсутствует.

Следует проанализировать мотивацию государства по строительству энергосберегающих домов, граждан – по покупке квартир в энергосберегающих домах, информированности жителей энергосберегающих домов и их готовности к эксплуатации энергосберегающего оборудования.

Естественно, при эксплуатации зданий с системами приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха наряду с экономией тепловой энергии наблюдается некоторое увеличение потребления электрической энергии, расходуемой на работу вентиляторов и технологические нужды.

Критерием необходимости строительства энергосберегающих домов для государства является прямая экономия импортируемого за валюту ископаемого топлива при эксплуатации таких зданий.

К сожалению, следует отметить, что действующая тарифная политика не стимулирует жильцов к полномасштабной эксплуатации энергосберегающего оборудования. Когда цена 1 кВт·ч электрической энергии в 10 раз превышает цену 1 кВт·ч тепловой энергии, жильцу проще и дешевле открыть форточку.

Подобные перекосы тарифной политики в странах Западной Европы отсутствуют, что напрямую мотивирует граждан внедрять энергосберегающие мероприятия при финансовой поддержке государства.

Интересна и крайне противоположная странам Западной Европы ситуация в Туркменистане. При практически бесплатных энергоресурсах для населения государство уделяет большое внимание энергосберегающему строительству, видя в этом выгоду от прямой экономии газа в сфере ЖКХ и возможности его поставки на экспорт.

Проблема тарифной политики находится под контролем правительства. 28 января 2014 года премьер-министр Республики Беларусь поручил Минэкономики совместно с Госстандартом, Минжилкомхозом, Минстройархитектуры, Минэнерго, облисполкомами и Минским горисполкомом до 1 марта 2014 г. в установленном порядке ввести дифференцированные тарифы на тепловую и электрическую энергию для энергоэффективных домов.

Хочется выразить уверенность, что взвешенное решение, которое будет принято соответствующими органами, будет способствовать развитию энергосберегающего строительства в Республике Беларусь.

Анализ эксплуатации зданий с системами приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха позволяет сделать следующие выводы.

1. При качественном проектировании, строительстве и эксплуатации энергоэффективные многоквартирные жилые здания достигают расчетных значений удельного





потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию и обеспечивают жителям более высокий уровень комфорта

2. Наряду с этим мониторинг эксплуатации энергоэффективных зданий выявил ряд проблем.

3. Основная причина – несоответствие построенного здания принятым проектным решениям.

4. Достижение энергоэффективности многоквартирных жилых зданий предъявляет более высокие требования к качеству их проектирования, строительства и эксплуатации.

5. Очень тщательно следует относиться к проработке проектных решений, авторскому надзору при строительстве зданий, разъяснению жильцам особенностей эксплуатации инженерного оборудования квартир, эксплуатации мест общего пользования.

6. При выборе поставщиков инженерного оборудования особое внимание следует уделять соответствию фактических характеристик оборудования декларируемым в рекламных материалах, уровню потребления электрической энергии, шумовым характеристикам, стоимости расходных материалов при эксплуатации.

7. Существующая в настоящее время в Республике Беларусь тарифная политика на коммунальные услуги не стимулирует жильцов энергоэффективных зданий в полной мере использовать все эксплуатационные возможности здания.

8. По результатам мониторинга эксплуатации энергоэффективных многоквартирных жилых зданий в Республике Беларусь в институте разработаны рекомендации по оптимизации проектных, технических и организационных решений на стадии проектирования и эксплуатации энергоэффективных зданий.





ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Жидович И. С.,

национальный эксперт по вопросам внедрения тепловых насосов
в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения в жилом секторе,
эксперт проекта ПРООН/ГЭФ

В настоящее время в различных регионах Республики Беларусь эксплуатируется более 300 тепловых насосов разных типов и модификаций. Объектами теплоснабжения являются многоквартирные жилые дома (коттеджи), водоемкие промышленные предприятия, станции метрополитена, станции 2-го подъема и обезжелезивания питьевой воды, станции перекачки и очистки сточных вод, системообразующие трансформаторные подстанции, объекты транспортной инфраструктуры и др.

Для теплоснабжения многоквартирных жилых зданий в республике тепловые насосы сегодня не применяются, хотя специалистами уже накоплен опыт обоснования целесообразности их применения, в частности, для теплоснабжения жилой застройки при разработке генеральных планов городов и проектов детального планирования, выполняемых УП «БелНИИПградостроительства» и ПИКУП «Минскград».

Главными причинами отсутствия практической результативности этих работ являлись известные проблемы преемственности градостроительных решений, государственная недооценка системной эффективности работы тепловых насосов, существующее соотношение цен на топливо, электроэнергию и тепловую энергию от источников централизованного теплоснабжения. Положительным был опыт обоснования технических возможностей тепловых насосов, который в последующем был использован при проектировании действующих сегодня установок теплоснабжения головных сооружений инженерной инфраструктуры, предприятий, школ, торговых комплексов и других объектов.

Последние 20 лет в Европе прошли под знаком технического совершенствования и экономического стимулирования применения тепловых насосов. Их энергетическая и экологическая эффективность учитывается странами при реализации ЕС директив, направленных на сокращение выбросов парниковых газов и увеличение доли энергии из возобновляемых источников, согласно утвержденной в ноябре 2010 г. «Энергетической стратегии 2020» (ЭС 2020). Разработанные в последнее десятилетие тепловые насосы на рабочих агентах R290 (пропан) и CO₂ обеспечивают техническую возможность отбора теплоты наружного воздуха до -25°C.





В Республике Беларусь в последние годы принимаются решения по повышению энергетической эффективности жилищного строительства и тарифной политике в энергетике, которые значительно повысили конкурентоспособность теплоснабжения с применением тепловых насосов. Приоритетными являются многоквартирные жилые дома, размещаемые вне зоны действия централизованных систем теплоснабжения, а также при отсутствии резервов мощности теплоисточников или пропускной способности тепловой сети.

Сегодня нет технических ограничений на применение тепловых насосов, как по типу и мощности, так и по наличию источников низкопотенциальной теплоты (НПИТ), выбор которых определяется расчетами в зависимости от параметров и условий размещения жилых домов. Приоритетна установка компактных тепловых насосов «воздух-вода», «гликоль-вода» и «вода-вода» с электрическим приводом спиральных компрессоров, которые могут работать как автономно, так и совместно с другим теплогенерирующим оборудованием. В таблице 1 приведены общие сведения о тепловых насосах, возможных для применения в качестве источников теплоснабжения многоквартирных жилых домов, в таблице 2 – основные параметры их рабочих агентов, а в таблице 3 – основные технические характеристики тепловых насосов фирмы NIBE (Швеция).

Таблица 1. Общие сведения о тепловых насосах

Типы тепловых насосов	Виды НПИТ	Диапазон рабочих температур теплоносителей, °С		Теплопроизводительность, кВт	Рабочие агенты (см. табл. 3)
		НПИТ	на выходе конденсаторов		
«Воздух-вода»	Вытяжной воздух, наружный воздух, дымовые газы	До -25	До +65	До 150	R410A, R407C, R134a, R290 (пропан), R744(CO ₂)
«Гликоль-вода»	Грунт, сточные воды, вода поверхностных источников	До -5	-"	До 650	-"
«Вода-вода»	Подземные воды, обратная вода	До +20	-"	До 1000	-"

Таблица 2. Основные параметры рабочих агентов

Виды рабочих агентов	Потенциал GWP	Критическая точка, °С	Температура кипения, °С
R410A	1720	72	-51
R407C	1520	87	-44
R134a	1200	101	-26
R290 (пропан)	3	97	-42
R744(CO ₂)	1	31	-57





Таблица 3. Основные технические характеристики тепловых насосов FIGHTER 1345 фирмы NIBE

Показатели	$t_{\text{конд}}, ^\circ\text{C}$	Температура теплоносителя на входе в испарители, $^\circ\text{C}$								
		0	5	10	0	5	10	0	5	10
		Модель 30 кВт			Модель 40 кВт			Модель 60 кВт		
Теплопроизводительность, кВт	35	31,30	35,98	40,83	39,96	45,93	52,09	57,82	65,53	74,16
	45	30,72	35,33	40,21	39,1	44,83	51,2	55,83	63,6	71,84
	55	29,88	34,38	39,17	37,86	43,29	49,47	54,01	61,29	69,01
	65	28,75	33,14	37,7	36,24	41,3	46,91	52,39	58,62	65,67
Количество теплоты НПИТ, кВт	35	24,63	29,3	34,14	31,78	37,66	43,72	45,10	52,66	61,12
	45	22,62	27,1	31,94	29,28	34,72	40,78	40,64	48,02	55,99
	55	20,13	24,41	29,08	26,25	31,26	37,00	36,13	42,85	50,12
	65	17,15	21,22	25,57	22,69	27,27	32,37	31,57	37,14	43,53
Мощность спир. компрессоров, кВт	35	6,67	6,68	6,69	8,17	8,27	8,37	12,72	12,88	13,04
	45	8,09	8,23	8,28	9,82	10,11	10,41	15,18	15,57	15,86
	55	9,75	9,97	10,09	11,61	12,03	12,47	17,88	18,44	18,89
	65	11,64	11,92	12,12	13,55	14,03	14,54	20,82	21,48	22,14
Кoeffициент трансформации теплоты, кВт	35	4,69	5,39	6,11	4,89	5,55	6,22	4,55	5,09	5,69
	45	3,8	4,29	4,86	3,98	4,43	4,92	3,68	4,08	4,53
	55	3,06	3,45	3,88	3,26	3,6	3,97	3,02	3,32	3,65
	65	2,47	2,78	3,11	2,67	2,94	3,23	2,52	2,73	2,97
Ток при плавном пуске, А		30			30			59		
Количество хладагента, кг		2x2,3 (R407C)			2x2,5 (R407C)			2x2,4 (R410A)		
$G_{\text{исп}}, \text{ м}^3/\text{час}$		4,25			6,88			10,0		
$\Delta P_{\text{испар}}, \text{ кПа}$		15,0			17			42		
$G_{\text{конд}}, \text{ м}^3/\text{час}$		2,59			3,24			4,68		
$\Delta P_{\text{конденс}}, \text{ кПа}$		2,8			4,3			6,5		
Габариты (ширина x глубина x высота), м		0,6x0,625x1,625			0,6x0,625x1,625			0,6x0,625x1,625		
Вес, кг		338			356			350		

В последние годы активизировались работы по совершенствованию **тепловых насосов на основе двигателей внутреннего сгорания с газовым приводом компрессоров**. Основное их отличие от тепловых насосов с электрическим приводом – в использовании теплоты газового двигателя и дымовых газов. Преимуществом газовых тепловых насосов является возможность отпуска теплоносителя с более высокой температурой (до 90°C).

Определяющим условием эффективного применения тепловых насосов всех типов является наличие источника низкопотенциальной теплоты. В градостроительных условиях республики возможно использование для теплоснабжения многоквартирных жилых домов теплоты вентвыбросов, наружного воздуха, сточных вод, грунта, подземных и поверхностных вод. Отбор теплоты может осуществляться или непосредственно





в испарителях тепловых насосов, или через промежуточный контур с теплообменниками специальных конструкций. С учетом известных изменений параметров потоков НПИТ в течение суток и года для стабильной работы тепловых насосов целесообразно комбинировать их использование в структуре одной системы.

Целесообразность применения тепловых насосов в сравнении с другими вариантами теплоснабжения жилых домов определяется по трем критериям:

- **энергетическому** (требования Министерства энергетики и Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации РБ) – расходу первичного топлива (эффект для государства);
- **экологическому** – выбросам в атмосферу загрязняющих веществ;
- **экономическому** – приведенным затратам (для объектов нового строительства) и величине экономии ежегодных эксплуатационных затрат на теплоснабжение (эффект для потребителей).

В расчетах технико-экономических показателей используются типовые методики.

Как правило, за основу расчета **годовых расходов первичного топлива** (в условных единицах) принимаются данные Министерства энергетики РБ о значениях удельных расходов топлива на выработку электрической и тепловой энергии в энергосистеме¹ и других местных энергоисточников.

Экологические показатели теплоснабжения, включающие экономическое стимулирование применения экологически чистых технологий, определяются по известным методикам Министерства природных ресурсов РБ.

Экономические показатели рассчитываются с учетом комплекса единовременных и текущих расходов непосредственно на теплоснабжение, а также ожидаемого экологического эффекта. В частности, включаются затраты на частичное изменение дворовых и внутридомовых инженерных систем, в которые интегрируются тепловые насосы, а также ущерб от выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду при сжигании топлива (экологические преимущества тепловых насосов) или продажу квот.

В настоящее время разрабатывается проект первого в республике пилотного 120-квартирного 10-этажного энергоэффективного жилого дома с тепловыми насосами в качестве источников теплоснабжения, располагаемого в Гродно.

Расчетные параметры жилого дома для выбора структуры и параметров источника теплоснабжения:

- расчетная нагрузка отопления ($t_{\text{п.}} = -22^{\circ}\text{C}$) – 110 кВт;
- расчетная мощность системы ГВС в отопительный период – 67,8 кВт, в неотапливаемый период – 54,2 кВт;
- суточное потребление горячей воды – 28 м³;
- температура теплоносителя на выходе конденсаторов – 45°C;
- температура нагрева воды ГВС от теплового насоса – 43°C;
- температурный график системы отопления ($t_{\text{п.}} = -22^{\circ}\text{C}$) – 55/47,5°C;

¹ Удельный расход топлива на выработку 1 МВтч (2013 г.) – 254,9 кг у.т.; удельный расход топлива на выработку 1 Гкал (2013 г.) – 168,4 кг у.т.





- температура наружного воздуха, соответствующая температуре 45°C по температурному графику 55/47,5°C, –10°C;
- расчетная мощность отопления при температуре –10°C – 78,5 кВт;
- требуемая мощность тепловых насосов в период максимальной тепловой нагрузки, покрываемой от тепловых насосов (78,5 + 51,6) – 130,1 кВт;
- температура рассола на входе в испарители (в расчетных условиях) – 7°C.

С учетом условий расположения пилотного жилого дома рассматривались варианты полуавтономного источника теплоснабжения и горячего водоснабжения с применением тепловых насосов, использующих теплоту грунта (зонды, сваи) и теплоту сточных вод (двух жилых домов и городского коллектора). Во всех вариантах источниками теплоснабжения и горячего водоснабжения планируется покрытие пиков отопительной нагрузки и догрев воды в системе горячего водоснабжения по сети централизованного теплоснабжения.

По результатам технико-экономического сравнения вариантов к проектированию был принят вариант с использованием теплоты сточных вод городского коллектора, проходящего в 50 м от пилотного жилого дома, и теплоты грунта от фундаментных свай.

Структурная схема источника теплоснабжения жилого дома (ТНУ) с указанием направлений тепловых потоков приведена на рис. 1.

Результаты технико-экономического сравнения теплоснабжения от собственного энергоэффективного теплоисточника (ТНУ) и традиционного решения (только от ТЭЦ) приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты технико-экономического сравнения эффективности источников теплоснабжения и горячего водоснабжения жилого дома

Наименование источников теплоснабжения	Q ^{год} , Гкал	Расход первичного топлива, т у.т./год	Эксплуатационные расходы, тыс. долл./год
Теплонасосная установка (ТНУ) на основе тепловых насосов, использующих теплоту грунта (сваи) и сточных вод городского коллектора d500	593,6	50,1*	32,6***
Традиционное теплоснабжение по сети централизованного теплоснабжения от ТЭЦ	593,6	100,0**	24,9****

* Удельный расход топлива на выработку 1 кВтч (2013 г. – 254,9 кг у.т.).

** Удельный расход топлива на выработку 1 Гкал (2013 г. – 168,4 кг у.т.).

*** Тариф на электроэнергию из энергосистемы, обеспечивающий полное возмещение экономических обоснованных затрат энергосистемы – 97,6 долл. США.

**** Тариф на тепловую энергию из городской тепловой сети (себестоимость) – 42,0 долл. США (2013 г.).

Как следует из таблицы 4, при принятых в энергосистеме на 2013 г. удельных расходах топлива на выработку электрической и тепловой энергии расходы первичного топлива при теплоснабжении жилого дома с применением тепловых насосов значительно меньше, чем при теплоснабжении от ТЭЦ. Однако эксплуатационные расходы при теплоснабжении от ТЭЦ при действующих соотношениях стоимости 1 МВтч и 1 Гкал, потребляемой населением, несколько ниже.





Можно рассчитывать, что при ожидаемом снижении тарифов на электрическую энергию, учитывающие очевидную энергетическую эффективность применения тепловых насосов, эксплуатационные расходы на теплоснабжение от ТНУ будут снижаться. Предпосылками такого положения являются и возможности ТНУ как потребителя-регулятора графика электрической нагрузки энергосистемы при вводе в эксплуатацию Белорусской АЭС.

Кроме того, приведенные в таблице 4 значения не учитывают энергетическую и экономическую эффективность работы планируемого собственного источника электроснабжения – гелиоустановки, размещаемой на крыше проектируемого дома. Из оценки баланса выработки электрической энергии гелиоустановкой и потребляемой жилым домом следует, что технически реализуем вариант использования этой выработки не только на собственные нужды жилого дома, но и передача избытков в энергосистему.

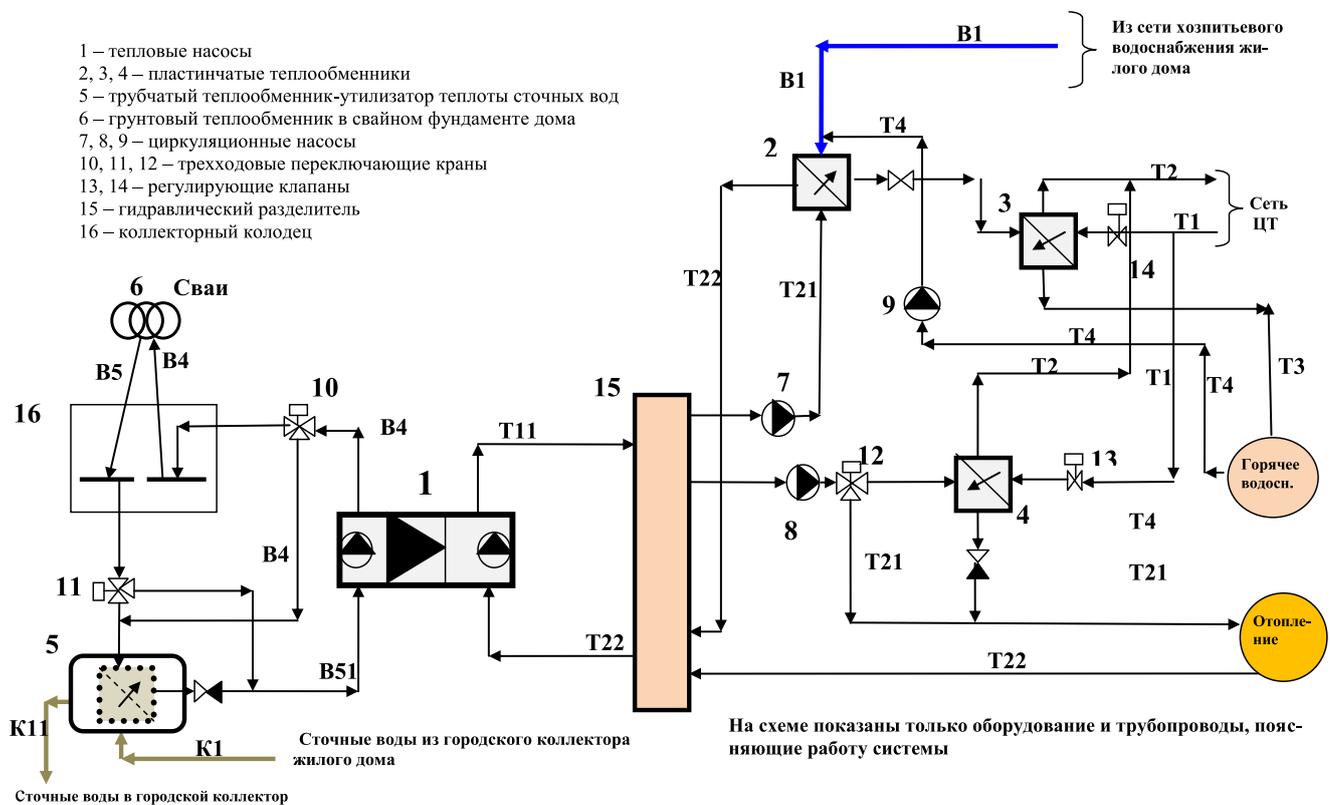


Рис. 1. Структурная схема полуавтономного источника отопления и горячего водоснабжения пилотного жилого дома





ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Твердохлебов Р.В.

технический директор группы компаний «Моноракурс»
Беларусь, Украина, РФ

Содокладчик –

Матвеев Ю. Н., директор ООО «Внедренческое предприятие Альтернатива»
Брест, Беларусь

Решающим условием повышения конкурентной способности экономики Беларуси и перехода к устойчивому развитию является становление и расширение инновационного сектора в общей структуре национальной экономики, с тем, чтобы постепенно увеличивалась доля производства интеллектуального продукта и высоких технологий в валовом национальном продукте.

Повышение энергоэффективности экономики рассматривается как один из важнейших источников будущего экономического роста страны. Беларусь обладает одним из самых больших в мире потенциалов в этой области – до 40% энергии, потребляемой в стране, можно сэкономить при энергоэффективном ведении хозяйства. Поэтому исследования в области энергосбережения и повышения энергоэффективности сегодня стали одними из приоритетных направлений в науке. Повышение энергоэффективности – это создание новых технологичных сфер бизнеса, модернизация промышленности, улучшение условий проживания граждан, производство новых высокотехнологичных товаров.

Энергосбережение можно охарактеризовать как процесс перехода определенной архитектурно-строительной системы от расточительного расходования энергоресурсов в строительной продукции и при эксплуатации построенных объектов к более экономному.

В общем случае, системный подход к инновациям и инновационному процессу представляет собой создание нового объекта, отвечающего лучшим мировым стандартам, как процесс, включающий комплекс взаимосвязанных работ.

В теории инновационного менеджмента [2, 4, 5] рассматриваются 2 фазы перехода инновационного процесса в товарный: создание новшества и его распространение – последовательные этапы НИОКР, опытного производства и коммерческого выпуска; диффузия нововведения во времени, в новых местах применения, новых условиях и т.п.

Формирование технико-экономических показателей нового строительства находится в прямой зависимости от глубины проработки конструктивных и технологических





решений на этапе проектирования. Поэтому желание застройщиков и инвесторов сэкономить на стоимости проектно-изыскательских работ является нерациональным и опрометчивым с позиций стоимости строительства и эксплуатации проектируемых объектов.

Чем выше квалификационный уровень инженерных специалистов, тем глубже уровень проработки и выше вероятность подбора наиболее рациональных решений, но также выше и стоимость проектирования.

Причем желание сэкономить на качественном уровне проектных решений проявляется не только в существенном увеличении сроков и стоимости строительства. Она может обернуться тупиковой ситуацией, когда легче свернуть проект, чем его реализовать.

ООО «ВП Альтернатива» совместно с Государственным предприятием «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.», используя зарубежный и отечественный опыт проектирования, строительства и эксплуатации систем вентиляции с утилизацией тепла для зданий различного назначения, разработали несколько решений систем вентиляции как единых комплексов, отвечающих современным требованиям.

Основная цель – создание в каждой квартире комфортных условий воздушной среды с минимальными энергетическими затратами.

Такие системы вентиляции – централизованные и децентрализованные – были реализованы в более чем десяти современных энергоэффективных жилых домах, построенных за последние годы в Республике Беларусь, и оснащенных оборудованием производства ООО «ВП Альтернатива». На сегодняшний день в Республике Беларусь децентрализованные системы вентиляции реализованы в 8 энергоэффективных жилых домах: два в г. Гомель, два в г. Новополоцке, один в г. Жлобине, один в г. Пинске, один в г. Полоцке. Также был реализован энергоэффективный жилой дом в г. Белгороде, Российская Федерация.

В ходе реализации в Республике Беларусь первых энергоэффективных домов с механической системой вентиляции был выявлен ряд первоначально скрытых проблем.

На стадии проекта:

- завышенное сопротивление вентиляционной сети;
- нерациональное применение гибких воздухопроводов;
- завышенная мощность электроприводов вентиляторов;
- значительные участки прокладки воздухопроводов на лоджиях (в холодной зоне);
- отсутствие разработанных узлов прохода воздуховода через строительные конструкции;
- отсутствие указаний на проведение испытаний на герметичность воздухопроводов.

Как результат – отсутствие теплоизоляции торцов воздухопроводов, не плотное прикрытие теплоизоляции к воздуховодам, потери воздуха в сети воздухопроводов до 60%, высокое потребление электроэнергии вентустановкой.

На стадии монтажа:

- не в полной мере учитывались требования к вентиляционному оборудованию: габариты установки, теплоизоляция корпуса, защита от замерзания конденсата;
- низкое качество строительно-монтажных работ – теплоизоляция воздухопроводов, изоляция узлов прохода через стены, не герметичное соединение воздухопроводов;
- не проводились испытания на герметичность воздухопроводов.





На стадии эксплуатации:

- повышенный расход электроэнергии на приводы вентиляторов и предподогрев;
- сложность управления установкой;
- сложность обслуживания установки;
- отсутствие квалифицированной сервисной службы.

На сегодняшний день выполнены следующие мероприятия:

- разработаны «Рекомендации по оптимизации проектных, технических и организационных решений на стадии проектирования и эксплуатации энергоэффективных зданий», УП «Институт жилища НИПТИС им. Атаева С.С.»;
- оптимизированы конструктивные решения прокладки воздухопроводов, вентиляционной установки и воздухораспределителей, это позволило снизить мощность приводов вентиляторов до 25-30Вт;
- разработаны два решения защиты от замерзания теплообменника-утилизатора: 1 – дисбаланс по воздуху; 2 – предподогрев до -11°C . В первом случае в помещение подается воздух с пониженной температурой, это решается оптимальным воздухораспределением и догревом воздуха с помощью отопительных приборов, которые поддерживают комфортную температуру с помощью термостатов.

Технические системы развиваются закономерно. Закономерности эти познаваемы, их можно использовать для сознательного совершенствования старых и создания новых технических систем, превратив процесс решения изобретательских задач в точную науку развития технических систем. При оценке эффективности работы таких систем необходимо обязательно учитывать тот факт, что для создания нового объекта, инновационной технологии отвечающих лучшим мировым стандартам, необходим процесс, включающий комплекс взаимосвязанных работ [4].

Это комплекс исследовательской, изобретательской и внедренческой деятельности с целью совершенствования всех эффективных процессов, методик, системы подготовки специалистов, получения практического опыта, его обобщения для активного распространения и внедрения.

В общем виде инновационный в этот период процесс можно было представить [5]:

ФИ - ПИ - Р - Пр - ЭС - ОС - ПП - М - Сб,

где: ФИ - фундаментальные (теоретические) исследования, ПИ - прикладные исследования, Р - разработка, Пр - проектирование – выполнены Государственным предприятием «Институт жилища - НИПТИС им. Атаева С.С.» на основе мирового опыта.

Стадии ЭС - экспериментальное строительство, ОС - освоение, ПП - промышленное производство – выполнены в тандеме с ООО «ВП Альтернатива». Завершающие этапы: М - маркетинг и Сб - сбыт – успешно реализуются не только в Беларуси, но и в России, Казахстане.

На современном этапе в Беларуси основным препятствием внедрению является несовершенство расчетных показателей стоимости тепловой и электрической энергии, когда в отличии от мировой практики формирования тарифов, где они по стоимости практически не отличаются, мы имеем до 3 раз более дорогую электрическую энергию.

Исходя из этого парадокса, судить об эффективности систем рекуперации в такой ситуации без учета мировой практики, весьма опрометчиво. Игнорировать ярко выраженный





экспортный потенциал данных систем и наши передовые позиции на рынке Таможенного Союза – неприемлемо. Ведь эти системы в комбинации с модернизированными технологиями домостроения (КПД) позволят освоить новую, востребованную нишу строительного рынка России – энергоэффективные общественные и жилые здания, увеличив объем экспорта не только систем рекуперации, но и ж/б изделий. Упускать такой шанс нельзя.

Исходя из специфики инвестиционно-строительного цикла, той колоссальной работе, проведенной в очень сжатые сроки, полученного опыта и достигнутых результатов останавливаться, а тем более ругать разработчиков и производителей данных систем – недопустимо. Надо помнить, что свято место пусто не бывает и в жесткой и конкурентной борьбе надо всегда вовремя использовать полученные преимущества, конвертируя их в рост экспортного потенциала страны.

Полезный эффект от более рациональных решений в виде экономии ресурсов, средств, времени, а также энергии в данном случае реализуется в теории на 2 фазе и должен перераспределяться между разработчиками, производителями и потребителями, однако в строительной практике напрямую этого не происходит. Исследователь-разработчик, проектировщик, подрядчик своих дивидендов от выполненной работы не получают, а их риски при внедрении инноваций и затраты на научно-исследовательскую работу очень велики [1]. Желающим критиковать и осуждать разработчиков надо это обязательно учитывать.

Бурное развитие информационных технологий в среде потребления ставит новые задачи по обеспечению уровня комфортности и насыщенности автоматикой технологического и технического окружения человека. Существует точка зрения, согласно которой преобладание «мелочи» - явление нормальное и положительное: «Как в математике бесконечно малые приращения способны образовывать конечные и вполне ощутимые суммы, так незначительные, казалось бы, но организованные и целенаправленные усовершенствования, зафиксированные юридической формулой, создают техническую базу того, что принято называть научно-технической революцией» [3].

НТР не ждет, она выдвигает сложнейшие задачи, которые необходимо решать все быстрее и быстрее...

Библиографический список:

1. Анализ существующих и потенциальных энергосберегающих технологий в России и за рубежом. Доклад Миннауки РФ. - М., 1997.
2. Ильенкова С.Д., Гохберг Л.Н., Ягудин С.Ю. и др. Инновационный менеджмент. - М., Банки и биржи, 1997
3. Изобретатель и рационализатор. —1975, № 10. — С. 42.
4. Тодосийчук А.В. Основы управления инновационной деятельностью в организации. - М., ВНИИПИ, 1997.
5. Уткин Э.А., Морозова Г.И., Морозова Н.И. Инновационный менеджмент. - М., «АКАЛИС», 1996.





ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ Г. ГРОДНО

Кацынель Р. Б.

заслуженный строитель, главный инженер УП «Институт Гродногражданпроект»

Гродно, Беларусь

Опыт внедрения систем рекуперации в зданиях общественного назначения и экспериментальном 69-квартирном энергоэффективном доме показывает и целесообразность, и результативность отбора тепла, удаляемого с вентиляцией воздуха.

Однако решение этих проблем упирается в разобщенность, незаинтересованность и даже бойкот этого направления отдельными ведомствами, до министерств включительно.

Способствует этому отсутствие соответствующей нормативной и директивной базы. Ущербным же для экономики государства является отсутствие стимулирования застройщиков во внедрении мероприятий по энергосбережению.

И при этом тарифная политика платы за потребляемые ресурсы, проводимая в течение последнего полугодия Министерством энергетики и Министерством экономики, полностью идет вразрез с заинтересованностью потребителей энергии.

Пока на уровне правительственных органов не определена четкая политика в использовании нетрадиционных источников энергии, активно применяемых в Западной Европе. Это тепло земли, тепло канализационных стоков и т.д.

Но есть надежда, что опыт строительства в 2015–2018 гг. энергоэффективных домов II поколения в Гродно и Минске с помощью ООН переломит эту ситуацию.





ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кондаков А. А.

коммерческий директор ООО «НИЦ «МАГИСТР»

Минск, Беларусь

В 2010–2012 гг. компанией ООО «НИЦ «Магистр» реализовано 2 проекта 16-этажных жилых энергоэффективных домов с поэтажной системой вентиляции в Минске.

Первый из домов, расположенный по ул. Казимировской, 17, был сдан в эксплуатацию в 2011 г., системы вентиляции запущены в 2012 г. В рамках проекта, разработанного и воплощенного в жизнь совместно с ОАО «10 Управление начальника работ», в энергоэффективном доме установлены 16 вентиляционных систем на базе устройства с теплоутилизатором роторного типа REGO 1600 VW.

Таблица 1. Основные характеристики устройства REGO 1600 VW

Наименование	Единица измерения	Значения
Производительность по воздуху	м ³ /ч	320–1600
Свободный напор	Па	50–500
Суммарная мощность электродвигателей	кВт	0,97 (макс.)
Эффективность утилизации тепла	%	82
Число ступеней регулирования	–	90
Воздушные фильтры	–	EU5
Макс. мощность водяного нагревателя	кВт	7,9
Уровень звуковой мощности (в окружение)	дБ (А)	43
Уровень звуковой мощности (в воздуховод)	дБ (А)	67
Размеры (Д×В×Г)	мм	1500×990×900
Масса	кг	275

Системы вентиляции обладают как типичными преимуществами рекуперации, так и рядом специальных характеристик.

Основные достоинства системы:

- существенная экономия тепловой энергии;
- высокий уровень воздушно-теплового комфорта;
- возможность использовать водяной воздухонагреватель;





- возможность защиты от городского, внешнего шума;
- возможность очистки приточного воздуха с помощью высокоэффективных фильтров.

Схема разводки воздуховодов

Схема разводки воздуховодов в венткамере и по помещениям оптимизирована на стадии проектирования.

- Место для венткамеры выбрано в центре этажа, что минимизирует длины воздуховодов и сокращает энергетические затраты на перемещение воздуха.
- Забор свежего воздуха производится с фасада здания при минимальной длине «заборного» воздуховода.
- Выброс отработанного воздуха производится в шахту большого сечения, предусмотренную конструкцией здания. Отработанный воздух выбрасывается выше уровня кровли.
- Внутри венткамеры расположены два воздушных коллектора. В один коллектор поступает приточный воздух от установки и раздается в 8 (либо 6 – по количеству квартир на этаже) отдельных воздуховодов, которые проходят через коридор и подают воздух в квартиры. Другой коллектор устроен таким же образом, однако поток воздуха в нем направлен от квартир к установке. Применение коллекторов позволяет решить сразу две важных задачи: исключить «перетекание» шума по воздуховодам между квартирами и обеспечить равномерное распределение воздушных потоков между квартирами.
- Воздух в квартирах подается в жилые комнаты, а удаляется из самых теплых мест в квартире: ванной комнаты и кухни. Данное решение позволяет увеличить эффективность регенерации тепла в вентиляционной установке.





Отсутствие шума

На объекте приняты все необходимые меры по снижению шума.

- Вентиляционная установка оборудована специальными низкошумными электронно-коммутируемыми вентиляторами.
- В венткамере смонтировано 5 шумоглушителей.
- Применение коллекторов в венткамере исключает «перетекание» шума по воздуховодам между квартирами.
- Воздуховоды в венткамере и в коридоре покрыты современным тепло- и шумоизолирующим материалом.
- Используются крепежные элементы (хомуты) с резиновой прокладкой.

Экономия энергии

1. Ротационный теплоутилизатор

С целью экономии тепловой энергии в вентиляционной установке Komfovent Rego 1600 VW-EC-C3 применен ротационный теплоутилизатор, который представляет собой цилиндр большого диаметра со множеством воздушных каналов, образованных чередующимися плоскими и гофрированными алюминиевыми лентами. Процесс теплопередачи происходит за счет вращения ротора в потоках вытяжного и приточного воздуха. Ротор установлен на «вечных» подшипниках. Вращение ротора теплоутилизатора осуществляется электродвигателем с регулированием скорости вращения.

В процессе теплоутилизации теплый воздух, который покидает помещение, нагревает вращающийся ротор и при этом охлаждается. Одновременно холодный воздух с улицы, проходя через ротор, нагревается.

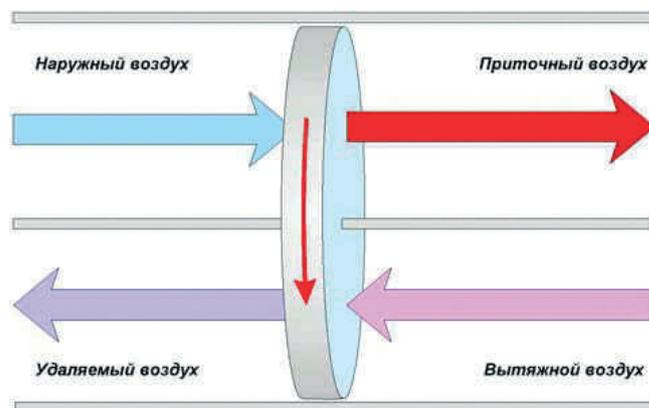


Рисунок 1. Схема ротационного теплоутилизатора

Эффективность теплоутилизатора в Komfovent Rego 1600 VW-EC-C3 достигает 84% при расходе воздуха 900 м³/ч. Это означает, что при расчетной температуре наружного воздуха –24°C и температуре внутри помещения +20°C наружный воздух нагреется в теплоутилизаторе на $(+20 - (-24)) \times 0,84 = 37^\circ\text{C}$.

Экономия при этом составит порядка 11 кВт мощности либо 0,23 Гкал в сутки.



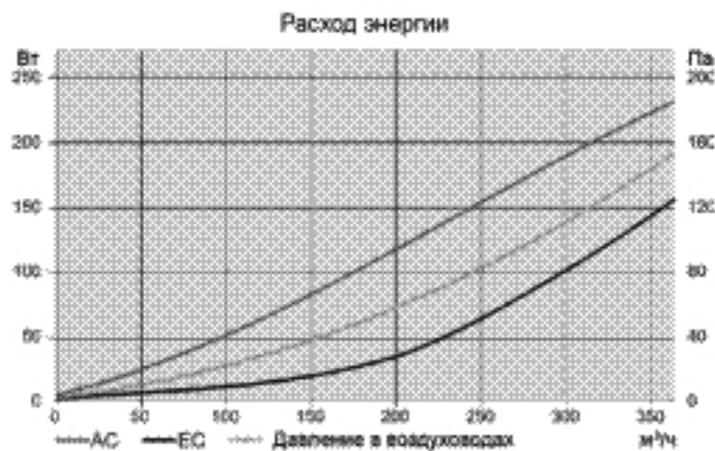


2. ЕС-вентиляторы.

ЕС-вентиляторы в Komfovent Rego 1600 VW-EC-C3 оборудованы современными электронно-коммутируемыми двигателями и позволяют при номинальных оборотах вентилятора экономить до 10% энергии по сравнению с традиционными асинхронными двигателями. Благодаря широкому диапазону регулировки вентилятор может работать точно в той рабочей точке, в которой обеспечен выбранный параметр. Таким образом, пользователь может сэкономить до 50% эксплуатационных расходов.

Кроме того, ЕС-вентиляторы обладают целым рядом преимуществ:

- **тихая работа.** Вентиляторы с двигателями ЕС издают шума на 20–35 дБ (А) меньше практически на всем рабочем диапазоне;
- **долговечность.** В конструкции двигателя отсутствует механический коллектор, а обмотка коммутируется электронно, поэтому нет трущихся деталей, требующих периодического технического обслуживания;
- **надежность.** В электронной начинке предусмотрены защитные механизмы (от перегрева, перегрузки тока, короткого замыкания и др.), обеспечивающие надежную и долговечную работу двигателя.

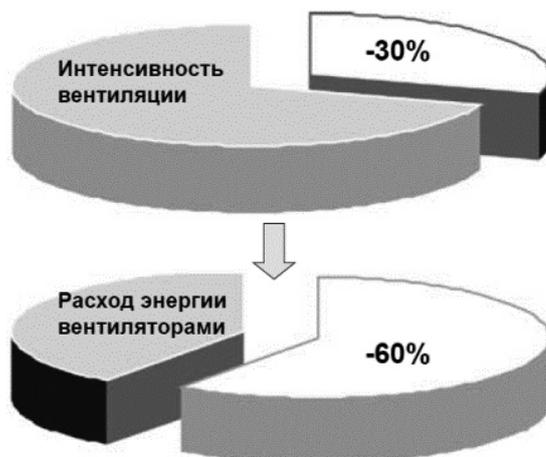


3. Современная автоматика.

Одной из функций, оптимизирующих расход энергии устройством, предусмотренных в автоматике Komfovent Rego 1600 VW-EC-C3, является функция VAV, т.е. переменного объема воздуха (англ. Variable Air Volume). В режиме переменного объема воздуха устройство будет подавать и удалять воздух в зависимости от потребностей вентиляции в разных помещениях. При часто меняющейся потребности в вентиляции этот способ поддержки необходимого количества воздуха значительно уменьшает расходы на эксплуатацию вентиляционной установки.

Например, если один из жильцов на этаже уезжает в отпуск и на это время закрывает диффузоры в своей квартире, то расход воздуха в системе будет автоматически снижен и будет достигнута экономия электроэнергии. В случае если сразу несколько жильцов будут отсутствовать, экономия растет стремительно.





4. Водяной нагреватель.

По сравнению с традиционными поквартирными системами вентиляции с теплоутилизацией поэтажная система имеет существенное преимущество: в качестве источника тепла в Komfovent Rego 1600 VW-EC-C3 используется горячая вода, а не электричество. Как известно, себестоимость тепловой энергии примерно в 3 раза ниже, чем электрической.

5. Фильтрация.

В реализованной на объекте системе вентиляции использовано три типа фильтров:

- 1) воздушные фильтры класса EU5 внутри вентиляционной установки обеспечивают очистку уличного воздуха от пыли и защищают внутренние элементы установки;
- 2) угольный фильтр на подаче очищает подаваемый в квартиры воздух от органических загрязнений и гарантирует максимальную чистоту воздуха в квартирах;
- 3) жирославляющие фильтры на кухнях обеспечивают предварительную очистку удаляемого с кухни воздуха от жира и защищают вентиляционную установку от загрязнения.





ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Мацко И. И.,

главный специалист санитарно-технического отдела ОАО «Институт Гомельгражданпроект»,
старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология»
УО «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Введение

В настоящее время появились новые технические возможности, позволяющие реализовать в системах теплоснабжения способы количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки, которые обладают целым рядом преимуществ перед качественным регулированием. Для решения этой задачи необходимы тщательный пересмотр и корректировка принципов отечественного теплоснабжения и, в частности, положений, касающихся регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения, сформулированных в 50-е годы XX века [1].

Способы количественного и качественно-количественного регулирования разработаны в 50-е годы XX века [2]. В системах теплоснабжения за основной был принят качественный способ регулирования тепловой нагрузки, и методики расчета количественного и качественно-количественного регулирования не уточнялись. Методы центрального регулирования были разработаны с учетом технических и технологических возможностей первой половины прошлого века, которые претерпели значительные изменения. При корректировке принципов регулирования тепловой нагрузки возможно частичное использование зарубежного опыта по применению других методов регулирования, в частности, количественного регулирования.

Анализ перспектив развития отечественных систем централизованного теплоснабжения показывает, что в дальнейшем в них получают все большее распространение методы количественного и качественно-количественного регулирования тепловой нагрузки. Первоочередные задачи, связанные с этим, требуют неотложного решения ряда вопросов.

К вопросу выбора схем присоединения систем отопления к водяным тепловым сетям

В соответствии с [3] «подключение к тепловым сетям **новых** потребителей предполагается осуществлять по **независимой схеме** через индивидуальные тепловые пункты, оборудованные средствами автоматического регулирования и учета потре-





бления тепловой энергии, отвечающие требованиям, выдвигаемым для включения этих индивидуальных тепловых пунктов в распределительную автоматизированную систему управления технологическими процессами теплоснабжения города (района). Применение **зависимой схемы** допускается только при реконструкции действующих систем теплоснабжения и выполнении технико-экономического обоснования». Кроме того, в [3] оговорена возможность «эффективно эксплуатировать системы с **зависимой схемой**, технически более простые и требующие более низкого температурного потенциала для передачи одного и того же количества теплоты по сравнению с системами с независимой схемой». Также в [3] в качестве обязательных условий применения независимой схемы отмечается «техническая возможность и обеспечение температурных параметров теплоносителя», а применение иных схемных решений «допускается при их технико-экономической обоснованности».

Определяющее значение на выбор схемы присоединения оказывают гидравлические и тепловые режимы работы тепловой сети и технологические особенности системы отопления. В [5, п. 6.1 и п. 6.3] сказано, что «присоединение систем теплопотребления следует выполнять на основании технических условий, выданных теплоснабжающей организацией с учетом системы теплоснабжения, гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика центрального качественного регулирования отпуска теплоты потребителям; выбор схемы присоединения (**зависимой или независимой**) следует определять индивидуально для каждой из систем отопления, <...> с учетом условий эксплуатации проектируемых систем теплопотребления, гидравлического и температурного режимов тепловой сети на вводе в ИТП». Кроме того, из девяти приведенных в приложении Б [5] рекомендуемых схем присоединения потребителей теплоты к тепловым сетям лишь две с независимым присоединением системы отопления. Наравне с ними приведены зависимые схемы с использованием двухходового клапана, трехходового клапана и элеватора.

Как видно, действующие нормы и правила не позволяют сформировать единые требования к задаче выбора схемы присоединения системы отопления к водяным тепловым сетям, а ее решение оказывает существенное влияние на надежность функционирования системы теплоснабжения в целом и качество работы отдельных ее звеньев.

Каждая из применяемых в настоящее время схем имеет как достоинства, так и недостатки, в соответствии с которыми определяется область ее предпочтительного применения в целях повышения эффективности, экономичности и надежности системы теплоснабжения. Независимое присоединение систем отопления позволяет исключить влияние гидравлического режима тепловой сети на работу системы отопления. Это избавляет систему как от повышенных давлений в тепловой сети, так и от неизбежных колебаний давления в ней.

Применение независимых схем присоединения обусловлено повышением требований к надежности теплоснабжения, а также возрастающей долей строительства повышенной этажности. Такая схема присоединения применяется также в тех частях тепловой сети, где давление в обратной линии превышает допустимое рабочее давление в системе отопления.





Независимая схема присоединения системы отопления представлена на рис. 1. Основным элементом независимой схемы присоединения является теплообменник – водо-водяной подогреватель, в котором вода, циркулирующая в системе отопления, нагревается до необходимой температуры сетевой водой. Циркуляция воды в системе отопления осуществляется при помощи насоса.

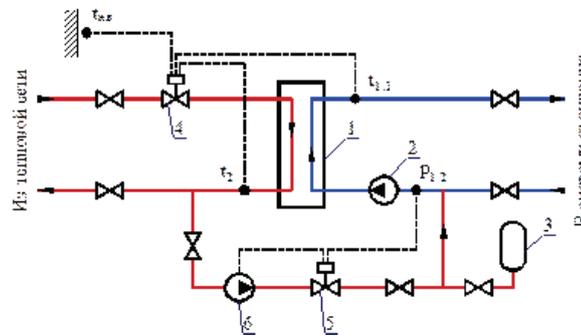


Рисунок. 1. Независимая схема присоединения системы отопления к тепловой сети:

1 – водо-водяной теплообменник; 2 – циркуляционный насос; 3 – расширительный бак; 4 – регулирующий клапан автоматики погодного регулирования; 5 – клапан системы автоматической подпитки; 6 – подпиточный насос

При независимом присоединении систем отопления требуются дополнительные капиталовложения в системы теплоснабжения, и несколько усложняется эксплуатация оборудования тепловых пунктов за счет появления дополнительных элементов (водоподогревателя, циркуляционных насосов, расширительного бака, системы подпитки).

Также увеличиваются капитальные и эксплуатационные затраты, связанные с повышением температуры обратной сетевой воды по сравнению с зависимым присоединением [6]. Избежать этих затрат можно за счет применения средне- или низкотемпературных систем отопления (с расчетными значениями температур теплоносителя в подающей и обратной линиях ниже соответствующих значений в тепловой сети). Сохранить же расход сетевой воды на отопление прежним, не увеличив его в ходе модернизации существующих зависимых систем (это увеличение противоречит требованию [5, п. 6.3], в соответствии с которым «проектируемые схемы присоединения потребителей теплоты должны обеспечивать **минимальный расход воды в тепловых сетях**»), возможно только при модернизации всей системы отопления (не только теплового пункта), что потребует значительных дополнительных капитальных затрат.

Решение вопросов автоматизации системы подпитки и компенсации изменения объема воды при ее расширении или сжатии в контуре циркуляции системы отопления также не имеет в ТНПА конкретных рекомендаций. Но любая из возможных схем требует использования дорогостоящего импортного оборудования, не имеющего отечественных аналогов. Так, установка повышения давления 14-этажного дома с отопительной нагрузкой 241 кВт оценивается в €7800, а расширительный бак закрытого типа – в €1300. Применение же данных решений при реконструкции тепловых узлов потребителей, системы отопления которых оснащены чугунными радиаторами, требует еще больших капитальных затрат. Это связано с большой емкостью таких систем, что требует установки расширительных баков больших объемов.





В качестве циркуляционных насосов системы отопления, как правило, используются бесфундаментные насосы, удовлетворяющие требованиям по снижению уровня шума и вибраций в ИТП [5, п. 13]. Отечественной промышленностью производство данного оборудования не освоено. Для рассматриваемого примера удовлетворительную работу обеспечит насос Wilo TOP-S 65/13 с примерной стоимостью €1500 (на объекте необходима установка двух насосов).

Кроме того, далеко не у всех отечественных производителей пластинчатых теплообменных аппаратов налажено собственное производство пластин.

Все это ставит под сомнение решение о повсеместном применении независимых схем присоединения систем отопления, особенно для потребителей в зоне сложившейся централизованной системы теплоснабжения, для которой свойственно широкое применение зависимых схем подключения.

К вопросу выбора схем присоединения блока горячего водоснабжения

При проектировании блока горячего водоснабжения в диапазоне отношения тепловых нагрузок $Q_{ГВ}/Q_O$ от 0,2 до 1,0 действующими нормами регламентируется подключение водоподогревателя по двухступенчатой смешанной схеме (рис. 2) [5, п. 6.8]. В этом случае происходит захлаживание сетевой воды, возвращаемой из системы отопления, что позволяет сократить ее общий расход на тепловой пункт потребителя по сравнению с подключением по параллельной схеме.

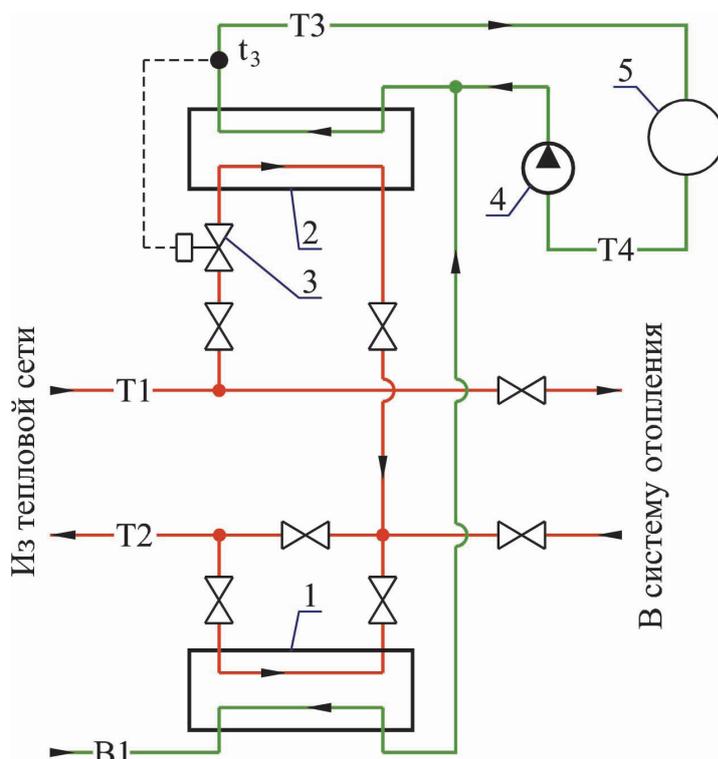


Рисунок. 2. Двухступенчатая смешанная схема присоединения системы горячего водоснабжения к тепловой сети:

1 – 1-я ступень теплообменника, 2 – 2-я ступень теплообменника; 3 – регулирующий клапан;
4 – циркуляционный насос; 5 – система горячего водоснабжения





Одним из главных вопросов, решаемых при расчете водоподогревателя, подключаемого по двухступенчатой смешанной схеме, вне зависимости от его конструктивных особенностей, является распределение расчетной тепловой мощности между первой и второй ступенями. Согласно [7], данное распределение выполняется исходя из значений температур прямой и обратной сетевой воды в точке нижнего излома температурного графика. Для современного технологического уровня исполнения водоподогревателей температурный напор в 5°C является приемлемым и не приводит к значительному превышению стоимостных и массогабаритных показателей по сравнению с напором в 10°C, который закладывался при использовании скоростных секционных кожухотрубных аппаратов [7]. Этим объясняется снижение температуры прямой сетевой воды в точке излома температурного графика с «привычного» значения в 70°C до 65°C [8] при необходимости поддержания температуры горячей воды на выходе из ЦТП на уровне 60°C.

Значения температуры сетевой воды после системы отопления, рассчитанные согласно [9], для различных температурных графиков представлены в таблице 1 (при расчетах температура внутри помещений принята 18°C, максимальная температура воды в системе отопления – 95°C).

Таблица 1

Температурный график, °C	95/70	110/70	120/70	130/70	140/70	150/70
Температура прямой сетевой воды в точке излома, °C	65					
Температура сетевой воды после системы отопления в точке излома, °C	51,2	47,0	45,0	43,4	42,1	41,1

Руководствуясь действующими нормами [7] и используя полученные значения температуры сетевой воды после системы отопления в точке излома T'_2 , можно определить температуру нагреваемой воды после первой ступени t' . При этом температура сетевой воды на входе в первую ступень принимается равной T'_2 , и температурный напор задается в 5°C. Тогда доля расчетной тепловой мощности, покрываемая первой ступенью, составит:

$$\Delta_1 = \frac{t' - t_x}{t_r - t_x} \cdot 100, \quad (1)$$

где:

t_r – температура горячей воды на выходе из водоподогревателя (для ИТП принимается равной 55°C [10, В.2]);

t_x – температура холодной воды (принимается равной 5°C [10, В.2]).

Результаты расчетов представлены в таблице 2.





Таблица 2

Температурный график, °С	95/70	110/70	120/70	130/70	140/70	150/70
$t', °С$	46,2	42,0	40,0	38,4	37,1	36,1
$\Delta_I, \%$	82,4	74,0	70,0	66,8	64,2	62,2

При качественном регулировании тепловой нагрузки именно температуры сетевой воды в точке излома температурного графика являются расчетными. Это связано с тем, что именно этот режим характеризуется минимальным температурным напором в аппарате, так как при сохранении расхода на прежнем уровне, что характерно для качественного регулирования, при повышении температуры наружного воздуха повышается и температура сетевой воды после системы отопления. Однако при переходе на качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки температура сетевой воды после системы отопления с повышением температуры наружного воздуха уменьшается. В таком случае тепловой режим работы водоподогревателя будет наихудшим (соответственно и расчетным) при максимальной температуре наружного воздуха во время отопительного периода. Характерное для данного режима значение температуры сетевой воды после системы отопления, рассчитанное по [9], составит 35,5°С. Тогда температура нагреваемой воды на выходе из первой ступени t'' будет 30,5°С, а максимальная тепловая мощность первой ступени составит:

$$\Delta_I = \frac{t'' - t_x}{t_r - t_x} \cdot 100 = \frac{30,5 - 5}{55 - 5} \cdot 100 = 51 \%. \quad (2)$$

Таким образом, распределение расчетной тепловой мощности между первой и второй ступенями водоподогревателя, выполненное по действующим нормам, при работе по любому из распространенных в отечественных системах отопления температурному графику приведет к превышению расчетной тепловой мощности первой ступени. Это, в свою очередь, ведет к занижению мощности второй ступени водоподогревателя и недопустимому ограничению расчетного расхода сетевой воды на блок горячего водоснабжения.

К примеру, при работе системы горячего водоснабжения мощностью 1 Гкал/ч по графику 95/70°С распределение мощности по ступеням, согласно действующей методике расчета, составит: 82,4% – на первую ступень и 17,6% – на вторую ступень. При этом расчетный расход сетевой воды на водоподогреватель, ограниченный дроссельной шайбой, составит:

$$G' = \frac{\Delta_{II} \cdot Q_{ГВ} \cdot 1000}{T'_1 - T'_2} = \frac{0,176 \cdot 1 \cdot 1000}{65 - 51,2} \cdot 10 = 12,75 \text{ т/ч}. \quad (3)$$





Этот же расход по **скорректированной методике распределения мощности между ступенями** составит:

$$G'' = \frac{\Delta_{II} \cdot Q_{ГВ} \cdot 1000}{t'_1 - t'_2} = \frac{0,49 \cdot 1 \cdot 1000}{65 - 35,5} \cdot 10 = 16,61 \text{ т/ч.} \quad (4)$$

Как показал расчет, для нормальной работы водоподогревателя блока горячего водоснабжения расход сетевой воды должен быть на 30,3% больше, чем определенный по действующим нормам. Недостаточной будет и площадь поверхности теплообмена второй ступени. Площадь же первой ступени, наоборот, окажется завышенной, однако это не позволит обеспечить потребителя горячей водой требуемых параметров в часы максимального водоразбора.

Помимо выявленного влияния на качественную работу системы горячего водоснабжения, как метода регулирования тепловой нагрузки, так и принятого температурного графика, необходимо также учитывать схему присоединения системы отопления. Приведенные выше расчеты справедливы для зависимых схем со смещением и без с максимальной температурой воды из системы отопления 70°C, а также независимых схем, если температура греющей сетевой воды при расчете подогревателя системы отопления принята равной температуре сетевой воды из системы отопления для случая зависимого присоединения. Но обычно при проектировании теплового пункта с независимой схемой присоединения системы отопления температура греющей сетевой воды на выходе из подогревателя принимается на 5–10°C выше максимального значения температуры воды из системы отопления. При этом мощность первой ступени водоподогревателя блока горячего водоснабжения несколько увеличится.

Тенденция же на снижение рабочих температур в централизованных системах теплоснабжения и применение переменных расходов теплоносителя, предусмотренные [3], делает двухступенчатые схемы еще менее эффективными, а в ряде случаев и нероботоспособными [11, 12], что позволяет **рекомендовать параллельные схемы присоединения для любого отношения тепловых нагрузок** $Q_{ГВ}/Q_O$. В расчетах при этом необходимо руководствоваться параметрами работы водоподогревателя, определенными в соответствии с [11, 12], что позволяет обеспечить большую эффективность по сравнению с двухступенчатыми смешанными схемами.

К вопросу формирования технических условий на теплоснабжение

В качестве расчетного температурного графика в технических условиях на теплоснабжение указываются параметры, отличные от фактически утвержденных температурных графиков (например, в Гомеле, Рогачеве, Светлогорске). Данное противоречие затрудняет выполнение гидравлических и тепловых расчетов, на основании которых производится подбор оборудования и трубопроводов при проектировании [13]. В этом случае переход теплоснабжающей организации на пониженный температурный график против проектного (согласно выдаваемым техническим условиям) потребует





переналадки гидравлических режимов, так как такой переход ведет к значительному увеличению расхода теплоносителя и еще большему увеличению гидравлических потерь. В результате произойдет гидравлическая разбалансировка тепловых сетей, при которой только ближайшие к источнику тепла потребители получат необходимое количество тепла, а остальные будут постоянно недогреваться. Попытки же увеличить расход теплоносителя у этих потребителей приведет сеть к полной разрегулировке, и гидравлическая управляемость тепловых сетей станет невозможной. Увеличение количества циркулирующей в системе воды приводит к понижению экономичности теплоснабжения вследствие повышения удельного расхода сетевой воды на отпущенную единицу теплоты и возрастания затрат электроэнергии на транспорт теплоты.

Таким образом, теплоснабжающая организация в одностороннем порядке не имеет права пересматривать расчетные проектные показатели, на основании которых подбираются диаметры трубопроводов тепловой сети и оборудование тепловых пунктов.

Для выхода из этого положения в [14] было предложено частично-компромиссное решение, которое апробировано в Москве. Оно заключается в том, что из-за кратковременности очень сильных морозов и достаточной инерционности зданий, если температурный график выдерживается до температуры наружного воздуха, равной параметрам «А» [15], то при дальнейшем понижении температуры наружного воздуха можно температуру воды в подающем трубопроводе не увеличивать до расчетных значений, соответствующих параметрам «Б» [15], и температура воздуха в отапливаемых помещениях не опустится ниже 16–18°C. То есть данное решение сводится к введению верхней срезки температурного графика без увеличения расчетного расхода теплоносителя, что противоречило ранее действовавшему (до 01.07.2010) СНиПу 2.04.06-87 «Тепловые сети».

При этом в технических условиях помимо расчетного температурного графика, необходимого главным образом для выполнения гидравлического расчета, должны быть указаны дополнительные параметры. Это требуется для гармонизации работы системы теплоснабжения, связанной с одинаковыми условиями функционирования аналогичного оборудования на тепловых пунктах потребителей. В первую очередь это относится к температурам, фигурирующим при подборе теплообменного оборудования тепловых пунктов.

Для подогревателей системы горячего водоснабжения необходимо задавать фактическую температуру нижней срезки утвержденного температурного графика и температуру греющей среды на выходе из подогревателя. Ее рекомендуется принимать равной 30°C [4, п. 9.4], но это не всегда соблюдается. Так, в целях удешевления теплообменного аппарата нередко в расчетах фигурирует температура 40°C, что приводит к увеличению расхода сетевой воды для обеспечения нагрузки горячего водоснабжения.

В случае применения двухступенчатой смешанной схемы необходимо указывать в технических условиях температурный напор на выходе из первой ступени подогревателя, к принятию величины которого также нет однозначных рекомендаций. Это приводит к расхождениям и при определении расчетного расхода теплоносителя на нужды горячего водоснабжения.





При подборе подогревателей для системы отопления (в случае применения независимой схемы присоединения) также необходимо указывать в технических условиях ряд параметров [6]. Это относится к расчетной температуре сетевой воды на выходе из теплообменника. Для этого варианта, если система теплоснабжения имеет привычную расчетную температуру в обратном трубопроводе 70°C, необходим дополнительный температурный график для температуры сетевой воды на выходе из водоподогревателя, декларируемый в технических условиях. Например, в Москве – 150/76°C [14].

Выводы

1. Технические условия на теплоснабжение должны составляться так, чтобы они строго регламентировали обязанности покупателя и продавца тепловой энергии и стимулировали рациональное ее использование при сохранении сложившегося в тепловых сетях гидравлического режима.

2. При разработке тепловых и гидравлических режимов работы систем централизованного теплоснабжения необходимо ориентироваться на необходимость работы тепловых сетей со значительными колебаниями расхода сетевой воды при повышенных температурах наружного воздуха.

3. Необходима разработка научно-обоснованного температурного графика отопительных систем, что позволит значительно сократить расход энергетических ресурсов на теплоснабжение. Выбор температурного графика необходимо осуществлять на основании технико-экономических расчетов, так как от параметров графика зависит экономичность работы теплоисточника, уровни максимально и минимально допустимых напоров в теплосети, капиталовложения в системы теплоснабжения, связанные с подбором диаметров тепловой сети и оборудования абонентских вводов, затраты на транспорт теплоносителя, удельный расход сетевой воды на абонентскую установку, тепловые потери в тепловой сети.

Литература

1. Шарапов, В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В. И. Шарапов, П. В. Ротов. – М.: Новости теплоснабжения, 2007. – 164 с.
2. Дюскин, В. К. Количественно-качественное регулирование тепловых сетей / В. К. Дюскин. – М.: Госэнергоиздат, 1959. – 145 с.
3. Концепция развития теплоснабжения в Республике Беларусь на период до 2020 года.
4. Тепловые сети. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.02-182-2009 (02250). – Введ. 01.07.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 56 с.
5. Тепловые пункты. Правила проектирования: ТКП 45-4.02-183-2009 (02250). – Введ. 01.07.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 47 с.
6. Мацко И. И. Выбор оптимальных параметров при проектировании установок с независимым присоединением систем отопления / И. И. Мацко // Энергетика и ТЭК. – 2009. – № 7/8, с. 20–22.
7. Руководство по проектированию тепловых пунктов. – М.: Стройиздат, 1983. – 72 с.





8. Температурный график настройки систем регулирования на отопление от теплоисточников РУП «Гомельэнерго», 2010 г.
9. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для ВУЗов / Е. Я. Соколов. 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
10. Схемы теплоснабжения населенных пунктов. Правила разработки: ТКП 45-4.02-204-2010 (02250). – Введ. 01.01.2011. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 38 с.
11. Мацко И. И. Анализ эффективности схем подключения современных водоподогревателей систем горячего водоснабжения / И. И. Мацко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2008. – № 3–4, с. 59–64.
12. Мацко И. И. Сравнение схем подключения водоподогревателей блока горячего водоснабжения в тепловых пунктах централизованных систем теплоснабжения / И. И. Мацко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Материалы VIII Международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. – Гомель, 2008. с. 159–163.
13. Мацко И. И. Анализ вариантов функционирования систем теплоснабжения от теплоисточников РУП «Гомельэнерго» по утвержденному температурному графику / И. И. Мацко // Энергия и менеджмент. – 2009. – № 2, с. 13–15.
14. Ливчак В. И. Как встретить морозы с минимальными потерями для населения / В. И. Ливчак // Энергосбережение. – 2007. – № 2.
15. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. – Введ. 01.01.2005. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2004. – 81 с.





ВЛИЯНИЕ СТОИМОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЯ

Некрасов В. П.,

к.ф.-м.н., заведующий лабораторией технической диагностики
ГО «Минское городское жилищное хозяйство»

Минск, Беларусь

Активное строительство современных энергоэффективных зданий с сопротивлением теплопередаче $R = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для наружных ограждающих конструкций и $R = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для оконных заполнений должно приводить к уменьшению затрат на отопление зданий.

Использование приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего воздуха приводит к еще большей экономии тепловой энергии для обогрева зданий. Однако, как показано в [1], при температурах ниже -4°C приточно-вытяжная вентиляция увеличивает затраты на эксплуатацию зданий.

Утепление зданий для сокращения тепловых потерь проводится уже более 15 лет. Однако в литературе нет оценки стоимости утепления ограждающих конструкций различными утеплителями и их сроков окупаемости. В таблице 1 приведены такие расчеты. Они выполнены для следующих исходных данных:

- тепловые потери с одного квадратного метра $Q = \frac{18^\circ + 0.6^\circ}{R \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}} \times 198_{\text{суток}} \times 24_{\text{часа}}$ (кВт·ч);
- стоимость тепловой энергии $G_{\text{кал}} = 300\,000 \text{ руб.}$, $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 0,0008598 \text{ Гкал}$;
- $\lambda = 0,05 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ для минеральной ваты и пенопласта.

Таблица 1. Срок окупаемости утепления зданий начиная с $R = 1$ без стоимости работ

$R \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$	Q потери (кВт·ч/м ²) в год	Стоимость теплопотерь $C_{300} 30.92 \$$	Стоимость утеплителя минвата $C_m \text{ руб.}$	Стоимость утеплителя пенопласт $C_n \text{ руб.}$	$\frac{C_m}{C_{300}}$ лет Окупаемость	$\frac{C_n}{C_{300}}$ лет Окупаемость
1	88.38	2.35 \$				
2	44.19	1.22 \$	6.5 \$ 0.05 м	3 \$ 0.05 м	2.76	1.28
3	29.41	0.77 \$	13 \$ 0.1 м	6 \$ 0.1 м	10.7	4.92
4	22.1	0.59 \$	19.5 \$ 0.15 м	9 \$ 0.15 м	25.3	11.7





$R \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$	$Q \frac{\text{потери}}{(\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2) \text{ в год}}$	Стоимость теплопотерь $C_{300} \text{ 30.92 \$}$	Стоимость утеплителя минвата $C_m \text{ руб.}$	Стоимость утеплителя пенопласт $C_n \text{ руб.}$	$\frac{C_m}{C_{300}}$ лет Окупаемость	$\frac{C_n}{C_{300}}$ лет Окупаемость
5	17.7	0.46 \$	26 \$ 0.20 м	12 \$ 0.20 м	44	20
6	14.7	0.32 \$	32 \$ 0.25 м	15 \$ 0.25 м	70.1	32.6

Использование оконных блоков с $R = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ на первый взгляд должно приводить к уменьшению тепловых потерь по сравнению $R = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Но при этом в жилые помещения происходит уменьшение поступления дневного света, что приводит к более раннему включению электрического освещения [2].

Для составления теплового баланса этого процесса рассмотрим два окна: стандартное окно с двойным остеклением, у которого сопротивление теплопередаче R_1 и коэффициент светопропускания T_1 , и стеклопакет с тройным остеклением, имеющий соответственно R_2 и T_2 .

Тепловых потерь за отопительный период через стандартное окно вычисляется следующим образом

$$Q_1 = \left(\frac{\Delta t}{R_1} \tau_{om} - Q_s T_1 \tau_{ocb} \right) S, \quad (1)$$

где S – площадь светопрозрачного проема;

Q_s – средняя плотность световой энергии, падающей на окно;

Δt – средняя разность температур внутреннего и наружного воздуха за отопительный период $\tau_{от}$.

Как видно из (1), первое слагаемое учитывает собственные тепловые потери через окно, а второе – их частичную компенсацию за счет светового потока, проникающего в комнату в светлое время суток (τ_{ocb}).

При использовании трех стекол (2-камерный стеклопакет) к тепловым потерям за отопительный период:

$$Q_2 = \left(\frac{\Delta t}{R_2} \tau_{om} - Q_s T_2 \tau_{ocb} \right) S + Q_{эл} \quad (2)$$

следует добавить количество электроэнергии $Q_{эл}$, потребляемой осветительными приборами для компенсации уменьшения освещенности при использовании окна с сопротивлением теплопередаче $R = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Это количество можно определить следующим образом:

$$Q_{эл} = \frac{1}{\eta} (T_1 - T_2) Q_s \tau_{ocb} S + Q_{эл}^n \quad (3)$$

Здесь η – КПД осветительных приборов;

$Q_{эл}^n$ – количество электроэнергии, потребляемой осветительными приборами для компенсации недостатка освещенности в неотапливаемый период (апрель–октябрь).





Если не учитывать последнюю величину $Q_{эл}^n = 0$, величина энергосбережения выглядит следующим образом:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = \left(\left[\frac{1}{\alpha \kappa_1} - \frac{1}{\alpha \kappa_2} \right] \Delta t \tau_{om} - \left[1 + \frac{1}{\eta} \right] Q_s (T_1 - T_2) \tau_{ocв} \right) S. \quad (4)$$

Проведенные численные оценки (1–4) показали, что дополнительный расход электрической энергии для окна с сопротивлением теплопередаче $R = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ может достигать 10%.

Список использованной литературы

1. Некрасов В. П. Расчет расхода электрической энергии на работу системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего воздуха в энергоэффективном доме. Сборник докладов V международной конференции. «Энергоэффективное строительство в Республике Беларусь». Минск, 23 февраля 2013 г., с. 74–75.
2. Герман М. Л., Некрасов В. П. и др. Некоторые аспекты энергосбережения при использовании стеклопакетов с различным светопропусканием. Сб. трудов Институт «НИПТИС». Минск, 1998 г.





МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ СОВОКУПНЫХ ЗАТРАТ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕННОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА

Бенуж А. А.,

заведующий лабораторией
«Разработка и внедрение Национальных стандартов
«зеленого» строительства» НИУ МГСУ,
к.т.н., BREEAM оценщик, DGNB профессионал,
LEED консультант.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Москва, Россия

В зарубежных странах направление, связанное с развитием теоретических и практических методов экологизации и энергосбережения в архитектурно-строительной деятельности, получило название «Зеленое» строительство. очевидно, по аналогии с таким понятием, как «зеленое» движение.

«Зеленое» строительство (от англ. green building – зеленые здания) – это совокупность архитектурно-планировочных, конструктивных, технологических и инженерных решений, направленных на снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на всех этапах жизненного цикла здания при одновременном создании комфортной среды обитания для конечного пользователя здания и минимизации воздействия на окружающую среду.

«Зеленые» стандарты призваны ускорить переход от традиционного проектирования и строительства зданий и сооружений к устойчивому.

В настоящий момент в мире существует 32 Национальные рейтинговые системы оценки объектов «зеленого» строительства (ЗС) в 24 странах (рис. 1).





Рис. 2. Распределение баллов в рейтинговых системах BREEAM и LEED

В перспективе «зеленые» стандарты нацелены на крайне сложную задачу – рассмотрение проблематики экологической экономии с конца в начало, то есть с конца жизненного цикла здания или его полной утилизации. Они будут рассматривать полную и безвредную утилизацию с расчетом всей энергии, затраченной в процессе проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации, переработки. Под энергией подразумевается комплексная экономика в рамках, как минимум, шести разделов проектирования: территория, вода, энергия и атмосфера, материалы и ресурсы, внутреннее качество среды, инновации.

Указом Президента РФ от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» предусмотрено снижение к 2020 году энергоёмкости валового внутреннего продукта РФ, в том числе жилищного строительства, не менее чем на 40 %. С целью создания правовых, экономических и организационных механизмов, стимулирующих применение энергосберегающих и экологически чистых технологий в строительстве, был принят Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности РФ». В Государственной программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», принятой распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 2446-р, содержится требование по стадийному повышению энергетической эффективности на 15 % до 2015 г., еще на 15 % с 2016 г. и еще на 10 % с 2020 г. Таким образом, строительство жилых домов должно вестись с поэтапным увеличением требований по энергоэффективно-





сти зданий, что сопряжено с увеличением стоимости строительства квадратного метра жилья.

Вместе с тем Указом Президента РФ от 07 мая 2012 г. № 600 «О мерах по обеспечению граждан РФ доступным и комфортным жильём и повышению качества жилищно-коммунальных услуг» Правительству РФ поручено до 2018 года обеспечить снижение стоимости одного квадратного метра жилья на 20% путём увеличения объёма ввода в эксплуатацию жилья экономического класса.

Решение этих двух, казалось бы, взаимоисключающих задач становится возможным, если рассматривать не только первоначальную стоимость строительства жилья, но и совокупную стоимость владения на всех стадиях жизненного цикла здания: проектирование, строительство с учетом затрат на энергоэффективные мероприятия, эксплуатация и обеспечение коммунальными ресурсами, ремонт и снос. В этом случае первоначальное удорожание строительства от внедрения энергоэффективных технологий в разы компенсируется экономией, полученной в период жизненного цикла эксплуатации здания.

Государственной Думой 22 марта 2013 года принят, а 27 марта Советом Федерации РФ одобрен Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Указанный закон регулирует отношения, направленные на обеспечение государственных и муниципальных нужд в целях повышения эффективности, результативности осуществления закупок товаров, работ, услуг, обеспечения гласности и прозрачности осуществления таких закупок, предотвращения коррупции и других злоупотреблений в сфере таких закупок (статья 1). Одним из основных принципов контрактной системы в сфере закупок – принцип стимулирования инноваций, в соответствии с которым заказчики при планировании и осуществлении закупок должны исходить из приоритета обеспечения государственных и муниципальных нужд путем закупок инновационной и высокотехнологичной продукции (Статья 10). Новацией данного закона является положение (статья 32, пункт 1) по которому для оценки заявок участников устанавливается не один критерий, как было ранее (цена контракта), а четыре следующих критерия:

- 1) цена контракта;
- 2) расходы на эксплуатацию и ремонт товаров, использование результатов работ;
- 3) качественные, функциональные и экологические характеристики объекта закупки;
- 4) квалификация участников закупки, в том числе наличие у них финансовых и материальных ресурсов, опыта работы и деловой репутации работников определенного уровня квалификации.

При этом первые три критерия (цена контракта, расходы на эксплуатацию и ремонт, а также экологические и энергоэффективные характеристики) являются составными элементами жизненного цикла. Всем этим критериям присваиваются весовые коэффициенты, которые суммируются при подведении итогов конкурсов по закупкам.

Более того, в установленных Правительством РФ случаях для оценки заявок участников закупки заказчик в документации о закупке вместо таких критериев, как цена





контракта и расходы на эксплуатацию и ремонт, вправе устанавливать в качестве критерия стоимость жизненного цикла товара или созданного в результате выполнения работы объекта. Критерий стоимости жизненного цикла товара или созданного в результате выполнения работы объекта включает в себя расходы на выполнение работы, последующие обслуживание, эксплуатацию в течение срока их службы, ремонт, утилизацию созданного в результате выполнения работы объекта (статья 32, пункт 3).

Закон получил крайне важное практическое значение. На встрече с Президентом России В. В. Путиным министр обороны России С. К. Шойгу представил новую систему по обслуживанию вооружения и техники, заключающуюся в том, что Минобороны будет заключать с производителями сквозные контракты по обеспечению полного жизненного цикла на обслуживание, ремонт и утилизацию вооружений и военной техники. Министр обороны РФ отметил, что такая система позволит «минимизировать риски некачественного и несвоевременного выполнения запланированных заданий госзаказа и повысить боеготовность парка вооружений».

Применительно к жилищному строительству особенно актуален подход с использованием стоимости затрат жизненного цикла для государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства, который в рамках реализации программы по переселению граждан из ветхого и аварийного жилья в субъектах РФ построил более 40 и строит еще 17 энергоэффективных домов класса А и В+.

По данным экспертов, потенциал энергосбережения в России только в сфере строительства и ЖКХ составляет не менее 400 миллионов тонн условного топлива в год, а это около 30–40% энергопотребления всей страны. Однако действующая система нормирования цены строительства жилья по программе Фонда ЖКХ по переселению граждан из аварийных домов не учитывает требования по повышенному уровню энергоэффективности зданий. Это одна из основных проблем, сдерживающая применение энергоэффективных решений и требующая нового подхода к формированию цены строительства энергоэффективных объектов с учетом стоимости жизненного цикла зданий и совокупных затрат.

Основываясь на новом подходе к формированию цены, МГСУ и МАИФ для целей Фонда ЖКХ разработали новую методику по расчету стоимости жизненного цикла энергоэффективного жилого дома с учетом совокупных затрат и применения лучшей зарубежной практики экологичного и энергоэффективного строительства – «зеленого» строительства.

Анализ стоимости жизненного цикла (СЖЦ) может определить, является ли экономически эффективным включение инновационных утеплителей или высокопроизводительного энергоэффективного оборудования еще на стадии проектирования энергоэффективного дома.

В настоящее время указанная методика прошла практическую апробацию при проведении расчетов затрат жизненного цикла (ЗЖЦ) энергоэффективных домов, построенных в регионах России. Общий вид запатентованного в Роспатенте программного обеспечения представлен на рис. 3.





Программное обеспечение расчета ЗЖЦ МКД

Планный расчет стоимости ЖЦ

№	Наименование	Ед. измерения	Общие затраты в течение ЖЦ
1	Сумма единовременных затрат жизненного цикла жилого дома	Руб.	34 800 000
2	Сумма периодических затрат жизненного цикла жилого дома	Руб.	62 700 000
3	Поправочный коэффициент	-	1,4
4	Совокупная стоимость затрат жизненного цикла (п. 1+п. 2)	Руб.	300 900 000
5	Общая площадь жилого и нежилого помещений дома, за исключением площади общего пользования	кв.м.	900
6	Количество лет планового периода эксплуатации	лет	30
7	Стоимость затрат ЖЦ дома на единицу площади в год	Руб. / кв.м * год	3 740

Рис. 3. Общий вид программного обеспечения для расчета ЗЖЦ

Уже первые результаты расчетов ЗЖЦ для трех многоквартирных жилых домов (МКД) показали, что за 30 лет эксплуатации стоимость владения этими эффективными домами будет в 2,5 раза меньше, чем аналогичного без применения энергоэффективных и экологичных технологий (рис. 4).

Расчет затрат жизненного цикла дома (ЗЖЦ)

	Стандартный дом	12-квартирный жилой дом «Экодолье» г.Оршаница	27-квартирный трехэтажный жилой дом г.Горьковск	125-квартирный жилой дом г.Климовск, ул.Советская д.16
Общая площадь	1 000	1 000	950	7 420
Стоимость строительства 1 кв.м., руб.	25 800	34 800	34 000	46 700
Сумма единовременных затрат жизненного цикла жилого дома, руб.	25 800 000	34 800 000	32 300 000	346 500 000
Сумма периодических затрат жизненного цикла жилого дома, руб.	156 500 000	62 600 000	71 060 000	493 500 000
Совокупная стоимость затрат жизненного цикла, руб.	182 300 000	97 400 000	103 360 000	840 000 000
Стоимость затрат жизненного цикла дома на единицу площади в год (Руб./кв.м в год)	6 077	3 247	3 627	3 774
Руб. на 1 кв.м в месяц	506	271	302	314

Рис. 4. Расчет ЗЖЦ эффективных жилых домов





Положения разработанной экспертами МГСУ и МАИФ методики по определению СЖЦ предназначены в первую очередь для расчета предельных цен строительства эффективных домов и методического обеспечения по определению приоритетности выделения средств на реализацию программ по переселению граждан из ветхого и аварийного жилья в субъектах РФ, а также могут применяться региональными и муниципальными органами власти и коммерческими организациями, проводящими конкурсные процедуры по отбору застройщиков и поставщиков оборудования для строительства эффективных жилых домов.





ЗДАНИЯ С ПРАКТИЧЕСКИ НУЛЕВЫМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ И ВАЖНОСТЬ ОЦЕНКИ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Герберт Лехнер,

профессор, старший советник по энергетической политике,
главный научный сотрудник, заместитель директора
Австрийского энергетического агентства

Вена, Австрия

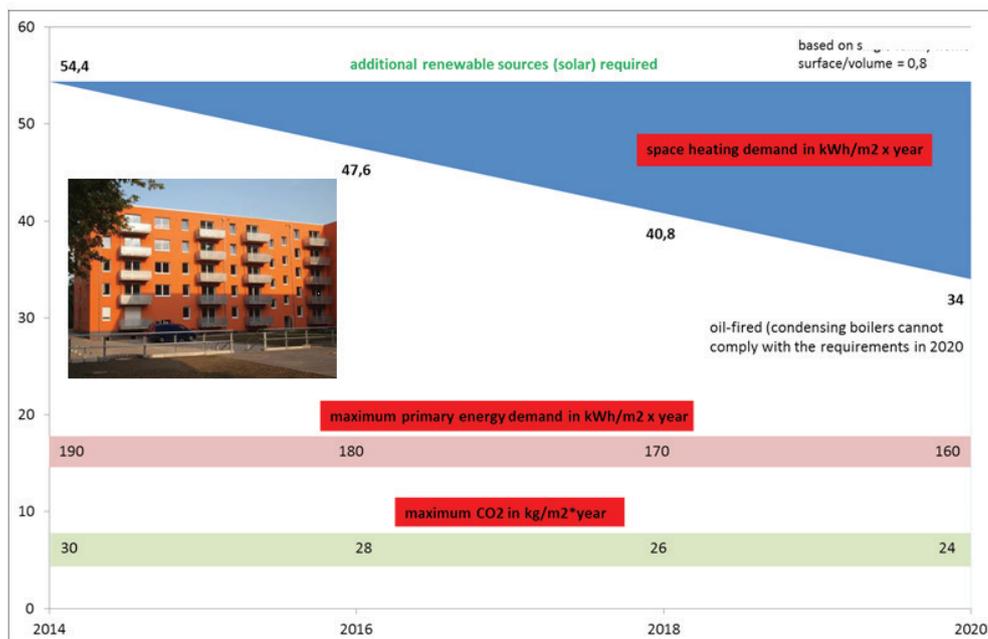
Требования, установленные директивой 2010/31/ЕС об энергетических характеристиках зданий

- Методика расчета энергетических характеристик зданий
- Установка минимальных требований к энергетической эффективности
- Расчет оптимальных, с точки зрения затрат, уровней стандартов минимальной энергетической эффективности
- Новые здания
 - Учитывая альтернативы высокого КПД (возобновляемые источники энергии, малую когенерацию, сеть отопления и охлаждения, тепловые насосы)
- Уже существующие здания
 - Обеспечение повышения энергоэффективности, когда здания подвергаются капитальному ремонту
 - Обеспечение установки альтернативных систем с высоким коэффициентом полезного действия
- Требования к техническим строительным системам
 - По крайней мере, для отопления, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха, большой вентиляции и их комбинации
- Осмотр систем отопления и кондиционирования воздуха (в т.ч. отчеты)
- Учитывая финансовые поощрения/льготы и устранение препятствий
- Национальные планы для зданий с практически нулевым энергопотреблением
 - К 31 Декабря 2020: все новые здания
 - После 31 Декабря 2018: все здания заняты и принадлежат органам государственной власти
 - Создание системы сертификатов энергетической эффективности

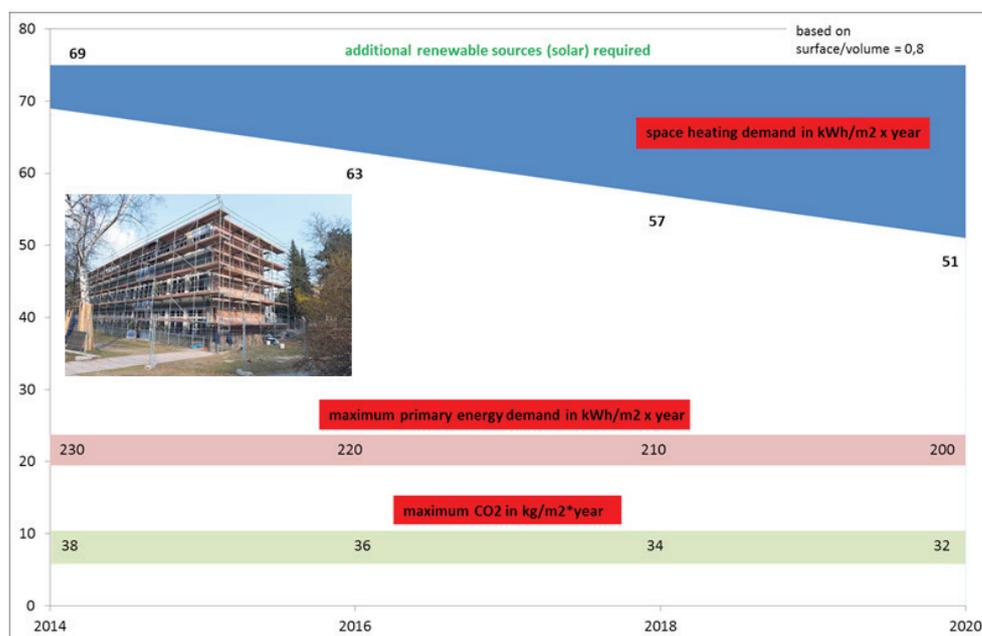




Австрийский национальный план для новых жилых домов



Австрийский национальный план для капитального ремонта жилых домов



Сертификаты энергоэффективности содержат 4 показателя:

- Отопительная нагрузка (HWB)
- Общий фактор энергоэффективности (fGEE)
- Общий спрос на первичную энергию (PEB)
- Общие выбросы CO₂ (CO₂)





Критерии: HWB, PEВ, CO₂, энергоэффективность

Критерии энергоэффективности:

- соответствие строгим требованиям по HWB или
- соответствие строго fGEE путем использования более эффективных систем здания и/или теплоутилизации, PV, энергии ветра на месте и т. п. (FGEE = 1 соответствует требованиям 2007)

Новое: первый пассивный дом в рамках социального жилья (39 квартир)

- Высокоэффективная структура затрат (была достигнута цель сохранения затрат на строительство для субсидируемого жилья в пределах 1 055 евро за м² жилой площади)
- Дополнительные затраты на реализацию стандарта Пассивного Дома только ок. 4 %
- Интегральный процесс планирования, оптимизирующий компоненты сооружения
- Сопутствующий долгосрочный контроль и социологические исследования



BGF / GFA 4.145 m²
HWB / HED 14,5 кВт/ч/м²а

Новое: многоквартирный жилой дом roschégasse 114 квартир

- Панельное здание; окончено 12/2006, на тот момент самый большой Пассивный жилой Дом в мире
- Децентрализованные средства вентиляции со встроенными, ультра-эффективными теплообменниками (90 % рекуперации тепла)
- Свежий воздух нагревается посредством геотермальных свай ок. 100 м в глубину
- Фотогальванические панели, расположенные на южной стороне частей структурных оболочек, поставляют одну треть электроэнергии, необходимой каждый год для отопления и вентиляции
- Сопутствующее изучение аспектов энергоэффективности и строительной биологии



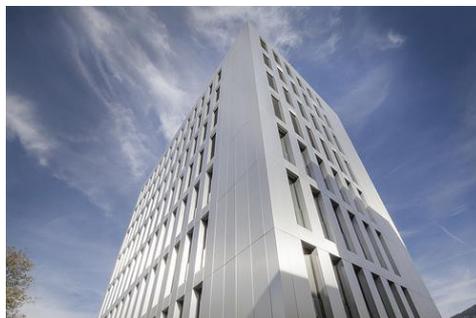
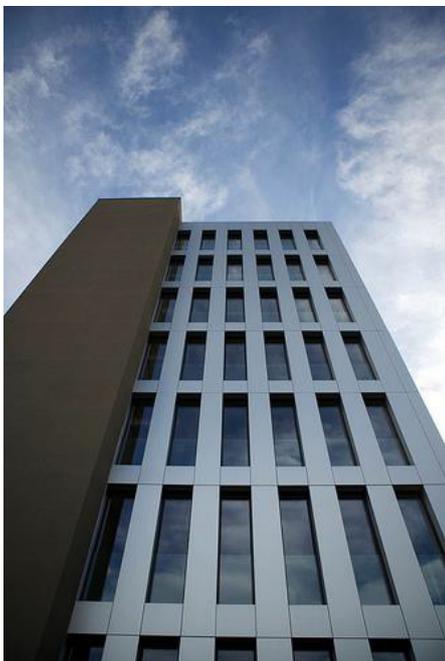
EBF / TFA 9.377 m²
HWB / HED 13 кВт/ч/м²а





Life-cycle tower энергосберегающее здание из гибрида древесины (блочная постройка, до 30 этажей)

- Короткая фаза планирования, сроки строительства сокращены в два раза до 1 года с помощью массового производства



BGF / GFA 2.355,19 m²
 HWB / HED 10,57 кВт/ч/m²a

Реконструкция: многоквартирный дом линц, makartstrasse

- Построен в 1958, отремонтирован в 2006
- Впервые реконструкция в стандарт Пассивного Дома (3.106 м2)
- Спрос на тепловую энергию сократился с 179 kWh/m²a до 13.3 kWh/m²a
- Были разработаны сборные фасадные элементы со встроенными окнами и трубопровод для контролируемой вентиляции
- Был использован сотовый солнечный фасад
- Жилая площадь вентилируется механически с помощью однокомнатного устройства
- Балконы были закрыты, что увеличило полезную жилую площадь
- Увеличение расходов, связанное с достижением стандарта Пассивного Дома, было примерно 27 %



Foto: Givog





Новое: aspern iq энергоэффективное офисное здание

- Первый высотный проект в Aspern Urban Lakeside (6.000 m²)
- На годичной основе энергия, необходимая для кондиционирования воздуха, может быть покрыта генерацией энергии самого здания
- Стандарт избыточной энергии достигается за счет встроенных фотогальванических компонентов и средств малой ветроэнергии
- Термически оптимизированная ограждающая конструкция здания
- Совмещенные функции суперпозиционных/наложенных дополнений фасада, такие как выработка электроэнергии, обеспечивающие тень или зеленый фасад
- Использование отходящего от серверных комнат тепла для кондиционирования воздуха
- Контролируемая механическая вентиляция, зависящая от наружной температуры и качества воздуха внутри



Реконструкция: венский технический университет – самое большое энергоэффективное здание в австрии

- Комплексная тепловая реконструкция в стандарт Пассивного Дома
- Самая большая, встроенная в здание, фотогальваническая установка
- Централизованное проветривание в ночное время отдельных комнат, соединенных термически
- Были использованы ультра эффективные компоненты инженерного строительства с низким потреблением электроэнергии в режиме ожидания и работы
- Зеленые ИТ (серверы, портативные ПК/ ПК, сети)
- Предельная оптимизация всех офисных и кухонных приборов
- Смарт электросеть обеспечивает незначительное энергопотребление в режиме ожидания





- Оптимизированное освещение
- Регулировка температуры в помещении через ультра-эффективные термо-активные инженерные системы
- Сверхэффективное устройство вентиляции с оптимальным тепло- и влаго-восстановлением.

BGF / GFA 6.840 m² (only offices)
 HWB / HED 1,12 kWh/m²a

Лучшее еще впереди: от здания к городу

Стимулы общественных R&D программ

2008 – 2012: Строительство Tomorrow PLUS

- 3 конкурса заявок, 35 млн EUR бюджет
- ~ 160 проектов, 8 флагманских проектов
- 55 демонстрационных проектов (с 1999)

Октябрь 2013: Городские Технологии

- R&D/НИОКР технологий и систем для «умных городов»
- Оптимизация структуры строительства; городская гибридная сеть; «городская добыча»; городское управление и т.д.
- Начало: Бюджет: 5 млн EUR (1. конкурс заявок)



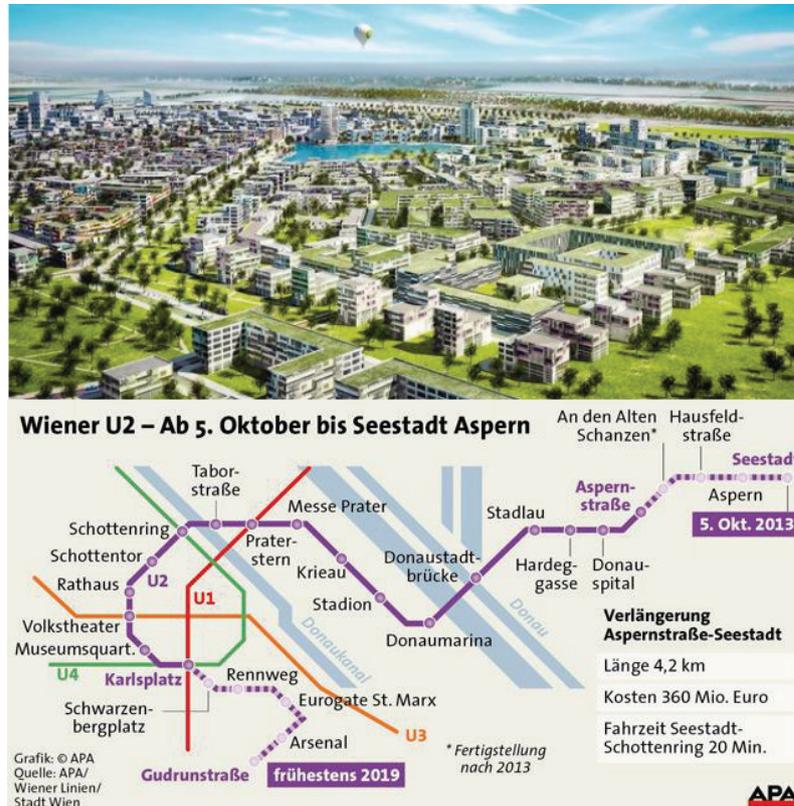
Aspern vienna´s urban lakeside

- Флагманский проект для устойчивого развития городов/ «умных городов»
- Территория под застройку - 240 га
- Для 20 000 жителей и 20 000 рабочих мест
- Снабжение и потребление энергии поперечно связано между несколькими зданиями

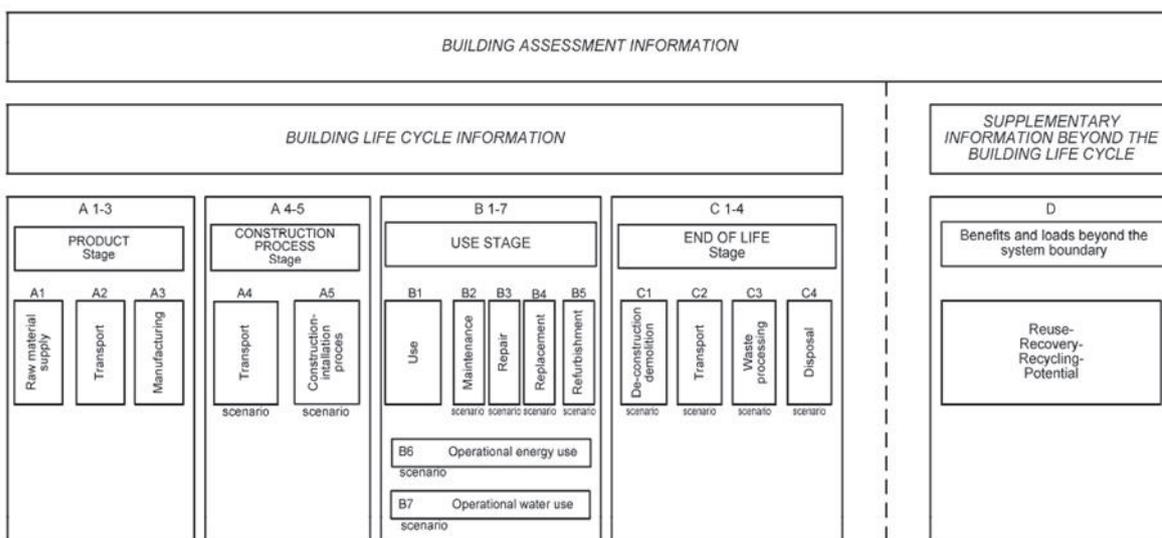




- Возведение демонстрационных проектов как «маячных проектов», например, aspern IQ
- Качественный контроль, сопровождающий стадию планирования и централизованный контроль энергопотребления



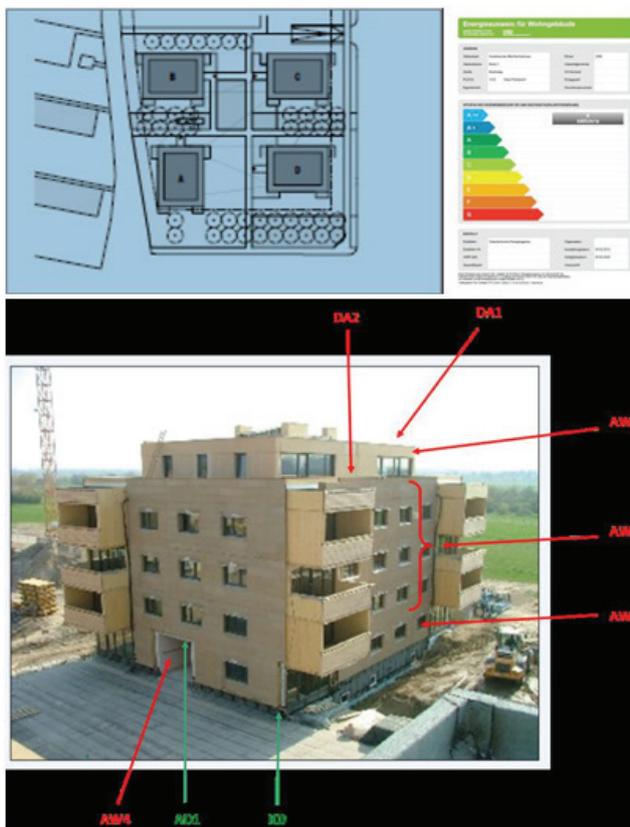
Стандартизированный период эксплуатации (EN 15804 / EN 15978) покрывает весь цикл, от начала до конца



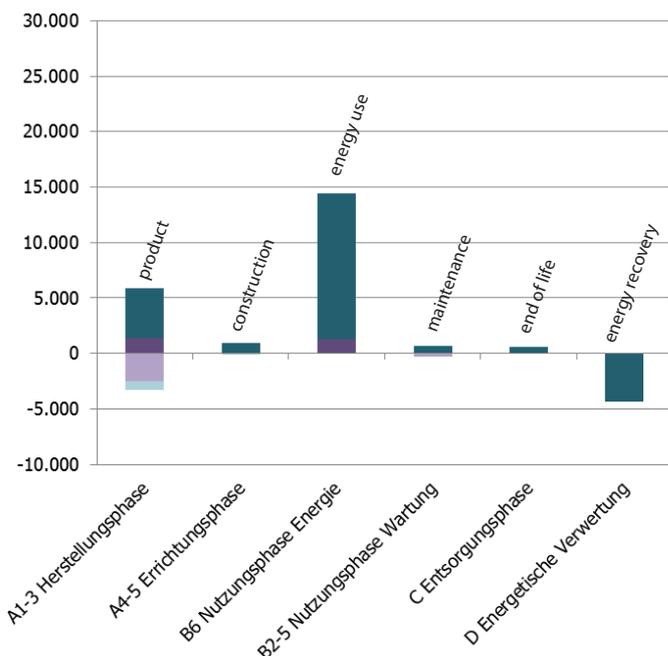


Оценка периода эксплуатации многоквартирного жилого здания

- 4 структуры, каждая 1.565 м² жилой площади
- 18 квартир в структуре
- Прочная деревянная конструкция (перекрестно склеиваемые панели), бетонный подвал
- Спрос на отопление помещения: 8,3 kWh/m²a
- Окончательный спрос на энергию: 42,3 kWh/m²a
- Центральный конденсаторный газовый котел, солнечно-тепловая система
- Альтернативные конструкции (см. красные буквы): кирпич / бетон, с равным спросом на отопление помещений
- Детальное описание всех элементов



Топ-актуальность использования Энергии, но не забывайте о продуктах и их восстановлении



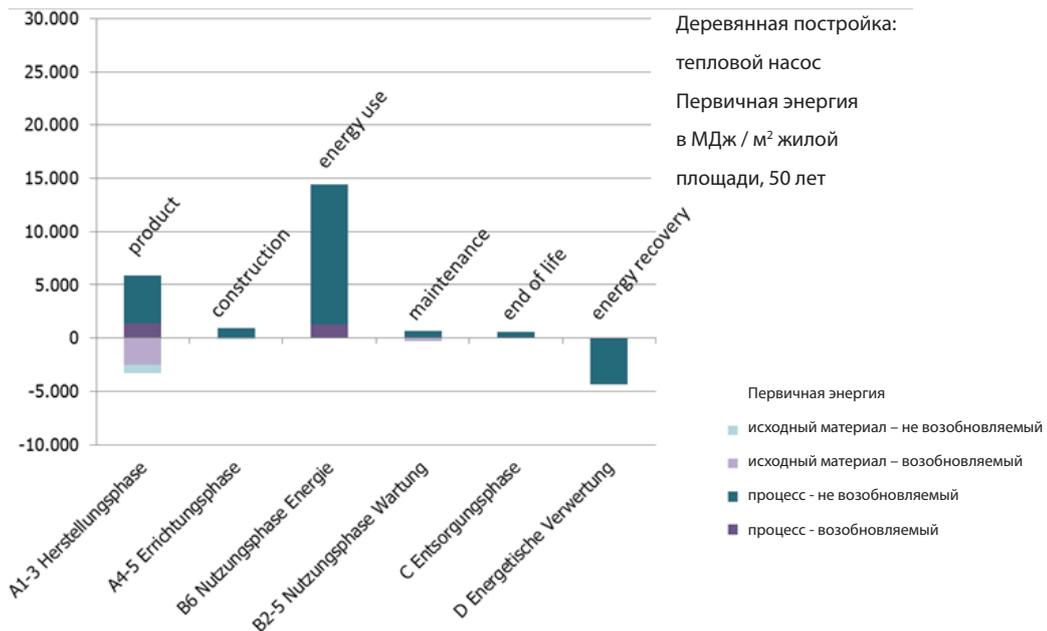
Деревянная постройка:
газ & солнце
Первичная энергия
в МДж / м² жилой
площади, 50 лет

- Первичная энергия
- исходный материал – не возобновляемый
- исходный материал – возобновляемый
- процесс - не возобновляемый
- процесс - возобновляемый

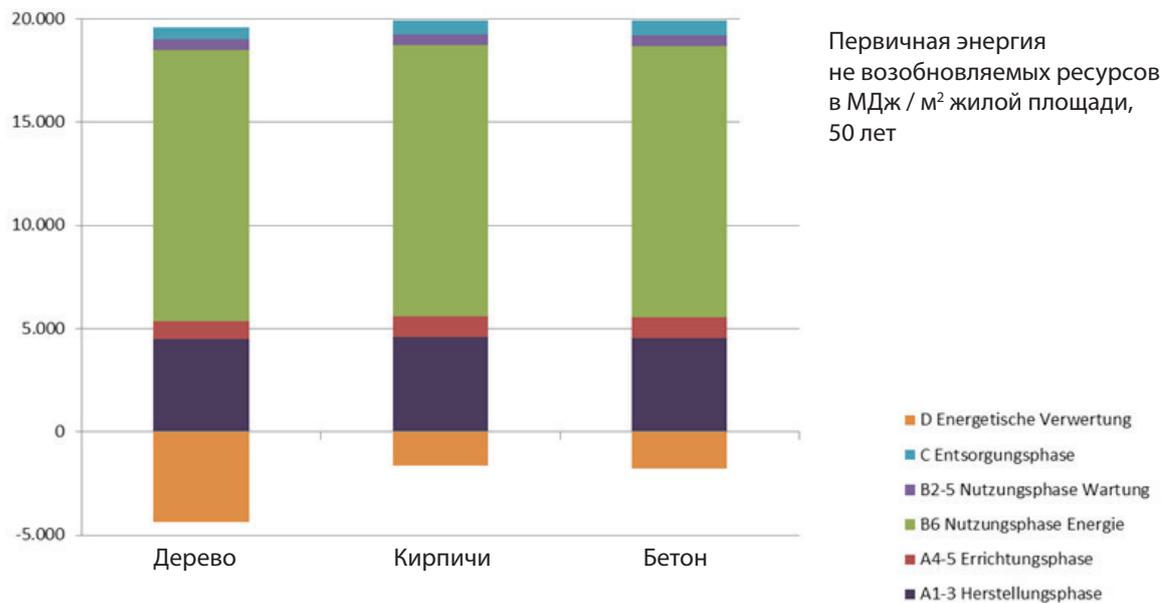




Эффективность системы отопления имеет большое влияние



Сравнение конструкций из дерева, кирпича и бетона





Заключение

- Спрос на энергию для отопления в Австрии уже уменьшается
- Цель – не менее 10% до 2020 г. (по сравнению с 2005 г.)
- эталоны в национальном плане поддерживают эту цель для новых и реконструируемых зданий
- «Средние» субсидированные здания почти соответствуют требованиям Национального плана на 2020 г.
- Несколько «передовых» проектов показывают, как достичь более высокой эффективности с относительно низкими затратами на строительство, экологическое качество играет все большую роль (строительные материалы)
- Оценка периода эксплуатации может объединить эти аспекты и обеспечить прочную основу для принятия решений





ГЕЛИОСИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Гребеньков А.,

к.т.н., руководитель проекта ПРООН/ГЭФ

Покотилов В.,

к.т.н., эксперт проекта ПРООН/ГЭФ

Рутковский М.,

аспирант БНТУ

Для перехода к массовому строительству энергоэффективных зданий, соответствующих новым стандартам ЕС, необходимо традиционные источники теплоты для горячего водоснабжения заменить или значительно компенсировать возобновляемыми источниками энергии – тепловыми гелиосистемами и тепловыми насосами.

Конструирование гелиосистемы зависит от задаваемых исходных данных. Для систем с гелиоколлектором примерно до 20 м² применяют бак-аккумулятор воды горячего водоснабжения со встроенными поверхностями нагрева. Таким образом, с помощью одного устройства обеспечивается температурное расслоение по высоте бака, суточное аккумулирование тепловой энергии, нагревание воды от гелиосистемы и от дополнительных источников энергии.

В настоящем проекте имеет место крупноразмерная гелиосистема, для которой следует предусматривать бак-аккумулятор с промежуточным теплоносителем. В практике такие баки обычно называют буферными. Буферные баки емкостью 1–2 м³ выпускаются с встроенными змеевиками гелиосистемы и змеевиком для нагревания воды горячего водоснабжения.

Крупные гелиосистемы, позволяющие компенсировать до 40% годовых теплозатрат на горячее водоснабжение, планируется реализовать на примере трех жилых энергоэффективных домов в трех городах Беларуси. В частности, для проектируемого в Гродно 120-квартирного 10-этажного энергоэффективного жилого дома предусматривается гелиоколлектор площадью 384 м² и безнапорный бак-аккумулятор 11,3 м³ гелиосистемы, приоритетной в использовании относительно теплового насоса.

Основные параметры системы были приняты на основании заданных исходных нормативов, характеристик климата и технических характеристик элементов проектируемой гелиосистемы.

Годовая теплопроизводительность гелиосистемы составляет:

$$174720 \text{ кВт}\cdot\text{ч (летний период)} + 71808 \text{ кВт}\cdot\text{ч (зимний период)} = 246528 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$





Годовая потребность в тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения при наличии 492 жильцов и нормы воды горячего водоснабжения 105 л/человека в сутки составляет:

$$485760 \text{ кВт}\cdot\text{ч (летний период)} + 601037 \text{ кВт}\cdot\text{ч (зимний период)} = 1086797 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Таким образом, расчетная экономия энергоресурсов составляет 13% в зимний период и 37% в летний. В приведенных расчетах мы ограничились площадью гелиоколлектора 384 м² (что составляет примерно 3,2 м² на одну квартиру и 0,78 м² гелиоколлектора на человека) по следующим причинам. В европейской практике в условиях схожего климата удельная площадь гелиоколлектора составляет 0,6–0,7 м² на человека, что обеспечивает годовую экономию до 40–60%. Различия полученных результатов предопределены исходными нормами горячей воды. Например, средний расход воды в г. Минске на человека не превышает 150 л, из которых примерно 70 л – горячая вода. Поэтому реальная экономия энергоресурсов составит не менее 20% в зимний период и 55% – в летний.

На рис. 1 показана общая схема гелиосистемы для 120-квартирного 10-этажного энергоэффективного жилого дома в г. Гродно. Применяется циркуляционный насос с электронным управлением частотой вращения, которая изменяется при изменении сопротивления системы под воздействием клапана (поз. 8). Приведенный принцип управления позволяет почти в 1,5 раза увеличить годовую теплопроизводительность гелиосистемы за счет эффективного использования малой интенсивности излучения в облачный период, а также в утренние и вечерние часы.

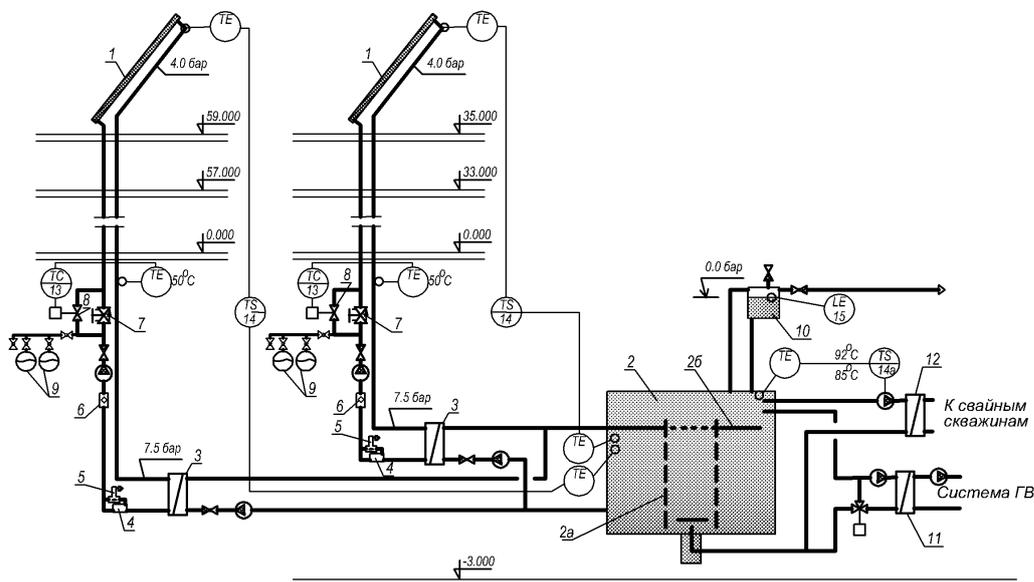


Рисунок 1. Схема гелиосистемы 120-квартирного 10-этажного жилого дома:

- 1 – гелиоколлекторы по 192 м²; 2 – буферный бак 12 м³; 3 – пластинчатые разборные теплообменники; 4 – воздухоотборник; 5 – сепаратор воздушный; 6 – визуальный расходомер; 7 – балансовый вентиль минимального расчетного расхода; 8 – клапан повышения расхода; 9 – расширительные баки; 10 – расширительный бак; 11 – разборный теплообменник горячего водоснабжения; 12 – разборный теплообменник для теплоносителя скважин; 13 – пропорциональный регулятор; 14 (14а) – контроллер гелиосистемы; 15 – датчик уровня системы подпитки





Позиционный регулятор (поз.14а) настраивается на температуру 92°C, при превышении которой с помощью циркуляционных насосов и теплообменника (поз.12) излишки производимой гелиосистемами теплоты перекачиваются в грунт через свайные теплообменники. При понижении температуры до 85°C позиционный регулятор (поз.14а) выключает циркуляционные насосы.

Буферный бак-аккумулятор (поз. 2) заполняется водой из тепловой сети по датчику уровня (поз. 15). Бак работает под атмосферным давлением, имеет систему аварийной сепарации и сброса пара в атмосферу при аварийном закипании воды в баке. Бак изготавливается из котловой или обычной стали. Внутренние элементы бака: сепаратор (поз. 2а), перфорированный распределитель (поз. 2б) и др., предназначенные для поддержания температурного расслоения в баке, – изготавливаются из нержавеющей стали.





СИСТЕМЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Гребеньков А.,

к.т.н., руководитель проекта ПРООН/ГЭФ

Глинцерер Г.,

доктор наук, владелец компании HERZ Armaturen, Вена, Австрия

Покотилов В.,

к.т.н., эксперт проекта ПРООН/ГЭФ

Качество теплового комфорта отапливаемых помещений повышается при значительном понижении расчетной температуры теплоносителя системы отопления. Такие системы называются низкотемпературными, и максимальная температура теплоносителя в них задается от 45°C [1] до 70°C [2]. Практика современных систем низкотемпературного водяного отопления (СНВО) обусловлена в основном использованием низкопотенциальных, в том числе возобновляемых, источников энергии, энергоэффективность которых значительно повышается при снижении температуры теплоносителя менее 50°C. К низкотемпературным источникам относят гелиосистемы, тепловые насосы, утилизаторы тепловых сбросов, системы с аккумуляторами тепловой энергии, низкотемпературные конденсатные водогрейные котлы, энергоэффективные низкотемпературные тепловые сети. СНВО технически реализуются в виде систем напольного, панельного и конвективного отопления.

СНВО в сравнении с другими системами имеют значительные преимущества:

- ввиду более высокой радиационной температуры помещения повышается качество теплового комфорта для человека, при этом снижается температура воздуха и, соответственно, теплотери через наружные ограждения;
- из-за более низкой температуры поверхностей отопительных приборов значительно снижается скорость свободноконвективных потоков, и, как следствие, значительно снижается запыленность воздуха в помещении;
- использование СНВО позволяет увеличить энергоэффективность применяемых невозобновляемых и возобновляемых источников тепловой энергии.

Востребованность возобновляемых источников энергии связана с экологическими проблемами, с непрерывным ростом стоимости невозобновляемых источников, а также с осознанием конечности их добычи. Однако кажущаяся простота перехода к СНВО для энергоэффективных зданий приводит зачастую к созданию дискомфорта





и энергозатратных систем. Причин здесь множество, но главной из них является идентичность переноса технологии проектирования автоматики и тепломеханической части, принятой для современных систем, на проектирование СНВО. Теплотехнические отличия СНВО и особенности их автоматизации требуют особых подходов к проектированию и расчету этих систем.

СНВО наряду с множеством положительных вышеприведенных характеристик имеют следующие особенности, существенно изменяющие технологию проектирования:

- расчетная разность температур подающего и обратного теплоносителя не превышает 10...15°C. Как правило, эту разность температур принимают равной 10°C;
- низкая расчетная температура подающего теплоносителя – не более 50°C.

Эти обстоятельства определяют особенности в проектировании как системы отопления, так и оборудования индивидуального теплового пункта (ИТП).

Особенности проектирования ИТП

1. При применении множества источников теплоты приоритетность их использования следует выстраивать, начиная с возобновляемых и заканчивая невозобновляемыми источниками теплоты. Например, приоритетность может быть в следующей последовательности: гелиосистема, утилизатор тепловых сбросов, тепловой насос, тепловые сети или котельная.

2. Для получения требуемой температуры подающего теплоносителя желательно не применять схемы зависимого присоединения с узлами смешения. Следует использовать независимые схемы присоединения к источникам тепловой энергии.

3. При независимой схеме присоединения применяют расширительные баки мембранного типа, объем которых для больших зданий превышает 1 м³. Обслуживание таких баков сопровождается определенными проблемами, особенно для зданий высокой этажности. В прошлом веке широко применялся открытый расширительный бак, единственной проблемой которого было значительное испарение воды с его открытой поверхности. Проблема решается путем применения обратных клапанов, отсекающих поверхность испарения от атмосферного воздуха [4]. Работоспособность этого предложения проверена на ряде объектов, где подпитка системы не требовалась в течение отопительного периода. На рис. 1 показан вариант крупного бака на примере современной реконструкции системы отопления учебного корпуса № 15 БНТУ. Подобное решение предлагается для низкотемпературных систем отопления многоквартирных жилых домов.

4. Низкое качество регулирования температуры подающего теплоносителя по графику ЦКР (из-за небольшого диапазона +30°C...+50°C) следует компенсировать применением качественных, простых и надежных систем индивидуального регулирования температуры воздуха в отапливаемых помещениях.





5. Циркуляционный насос следует подбирать с электронным управлением частотой вращения без «запаса» по задаваемому расходу теплоносителя, чтобы не уменьшить и без того малую разность температур теплоносителя.

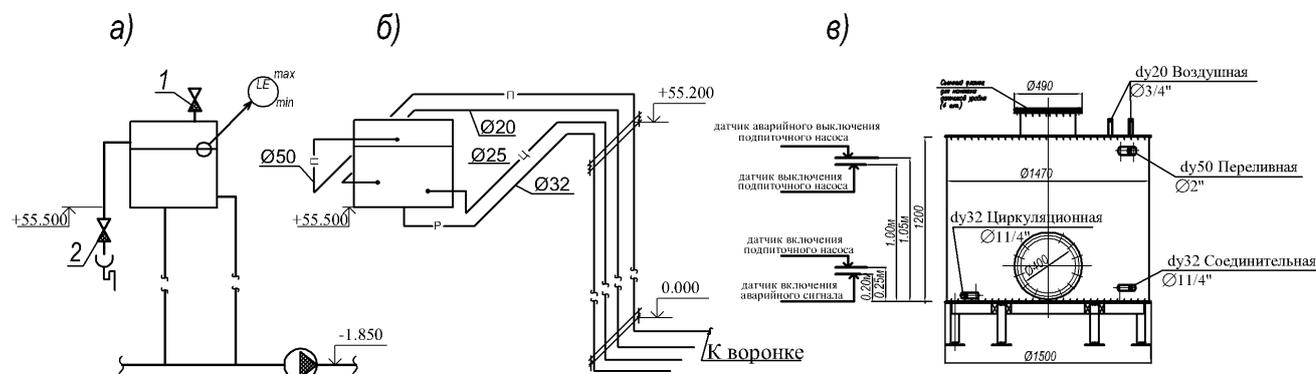


Рисунок 1. Предлагаемый расширительный бак, устанавливаемый в верхней точке системы низкотемпературного водяного отопления

(на примере реконструкции системы отопления учебного корпуса № 15 БНТУ):

- а) принципиальная схема: 1 – обратный клапан для входа воздуха, 2 – обратный клапан на переливной трубе;
- б) фрагмент схемы проектного решения; в) фрагмент сборочного чертежа расширительного бака емкостью 3 м³

Особенности проектирования системы отопления

1. Исключается применение однотрубных систем. Следует проектировать двухтрубные системы отопления.

2. Расчетные расходы теплоносителя при прочих равных условиях в сравнении с традиционными водяными системами в 2–3 раза выше. При этом в случае возникновения эксплуатационного разбаланса в системе из-за несанкционированного вмешательства жильцов возникают более значимые дискомфортные явления в сравнении с традиционными системами.

3. Требуемые поверхности нагревательных приборов почти в 2 раза больше, поэтому следует применять пластинчатые конвекторы или стальные плоские радиаторы высотой не более 400 мм с расположением термостатического клапана с жидкостным датчиком или с датчиком с твердым наполнителем ближе к полу. Отопительные приборы следует оборудовать термостатическими клапанами со встроенной задаваемой предустановкой пропускной способности, но при значении kvs в пределах 0,35...0,45 м³/ч (рис. 2), что в сочетании с правильно подобранным циркуляционным насосом исключает нарушение работы в системе при любых вмешательствах жильцов в гидравлику системы [4].

4. Напольное отопление и конвективное отопление квартиры предлагается подключать к единой распределительной гребенке (рис. 3).



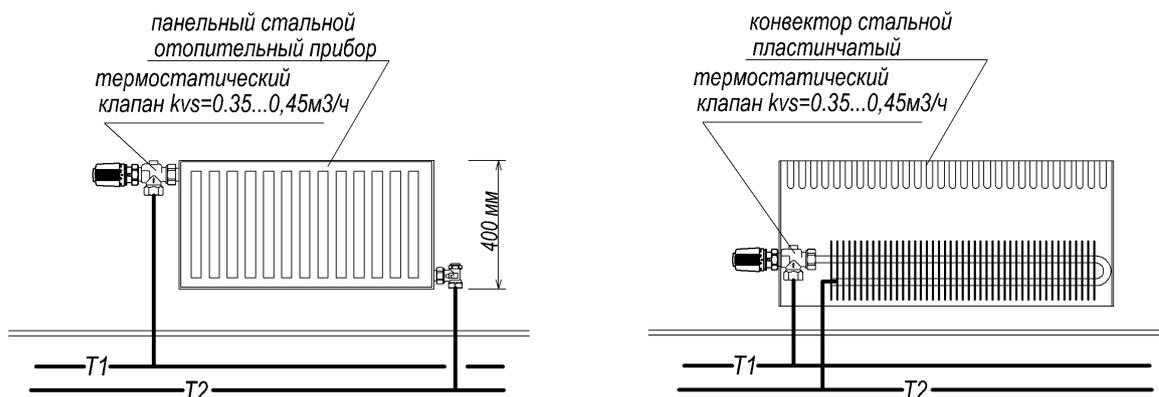


Рисунок 2. Предлагаемые варианты конвективного низкотемпературного отопления

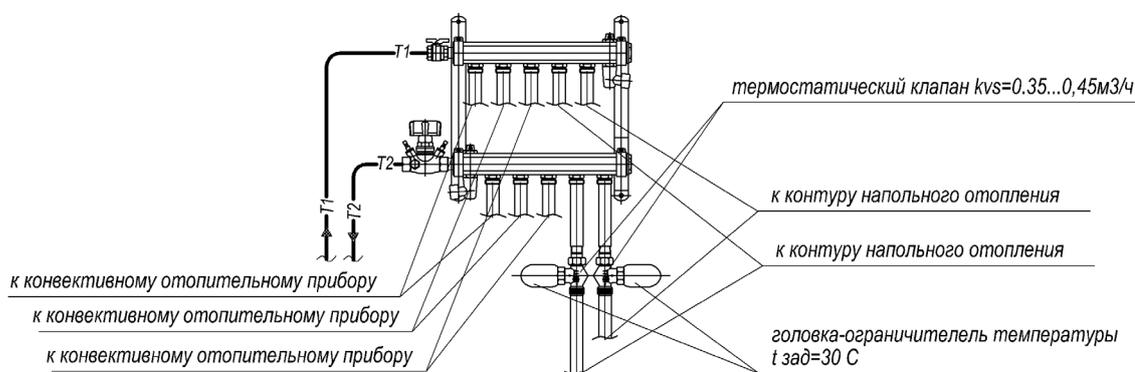


Рисунок 3. Предлагаемый вариант гребенок квартирного распределителя

Напольное отопление комнат следует применять нерегулируемое по теплоотдаче в сочетании с регулируемым конвективным, задавая нагрузку напольного не более 50% от расчетной. На обратном трубопроводе каждого контура напольного отопления следует устанавливать термостатический клапан (в разрыв трубы без контакта с гребенкой) с ограничителем температуры теплоносителя при «уставке» примерно на 30°C (рис. 3).

Список использованных источников

1. Крафт Г. Системы низкотемпературного отопления / Пер. с нем. С. Г. Булкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 108 с.
2. Сканави А. Н., Махов Л. М. Отопление: Учебник для вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 576 с.
3. Покотилов В. В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена: Изд-во фирмы ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х., 2010. – 176 с.
4. Глинцерер Г., Фурман К., Покотилов А. Г., Рутковский В. В. Поквартирное отопление многоэтажных зданий с использованием шкафов управления // Сборник докладов международной конференции «Энергоэффективное строительство в Республике Беларусь», 28 февраля 2013 г., с. 50–55.





ИННОВАЦИОННЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ СО ВСТРОЕННОЙ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА

Дубатовка А.И.,

аспирант ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.»

Рост требований к проектированию энергосберегающих зданий, выполнение которых возможно с применением эффективных теплоизолирующих материалов, ведет к популяризации легких каркасных конструкций на основе ЛСТК во всем мире.

Новые архитектурные и проектные решения требуют и новых технических решений систем жизнеобеспечения жилых зданий, которые не только обеспечивают необходимый уровень комфорта, но определяют качество воздушной среды и энергоэффективность жилых зданий.

Активное применение современных окон и дверей с повышенной герметичностью приводит к тому, что вентиляции квартир, рассчитанная на инфильтрацию воздуха через неплотности в заполнении проемов, практически не функционирует. Таким образом нарушается постсоветская система приточной вентиляции, что приводит к невозможности выполнения нормативных требований по кратности воздухообмена. Это чревато ухудшением качества воздуха, увеличением влажности в помещениях, образованием патогенной флоры (грибков, плесени), появлением избыточной влажности внутри ограждающих конструкций, снижению их фактического сопротивления теплопередаче.

Ситуация усугубляется тем, что дефицит приточного воздуха толкает жильцов на систематическое открывание форточек и окон, что приводит к неконтролируемому выветриванию тепла, «обогреву улиц», а в итоге к увеличению затрат на отопление.

Без решения вопросов организации приточной вентиляции в новых зданиях потери от выветривания тепла приведут к серьезному ежегодному перерасходу энергоресурсов, а эффективность тепловой модернизации зданий снизится. Ведь в структуре потерь тепловой энергии свыше 50% приходится именно на систему вентиляции (рис. 1).

При этом не утилизируется тепловая энергия, выделяемая в процессе жизнедеятельности человека и не применяются системы, использующие возобновляемые источники энергии для энергообеспечения зданий.



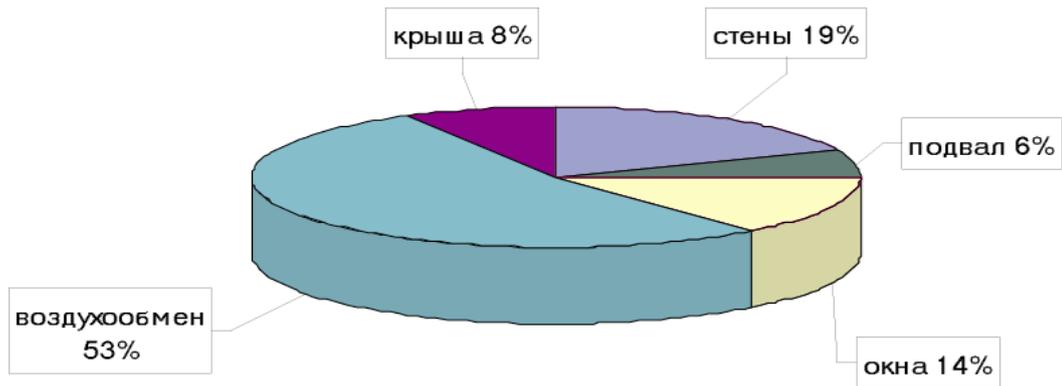


Рис. 1. Распределение потерь тепла в здании

Вентилируемые ограждающие конструкции

Идея стен с внутренней системой вентиляции не нова. В отечественной науке начиная с 70-х годов данным вопросом занимается Беляев В.С. (ЦНИИЭП жилища, г. Москва). На рис. 2 приведены некоторые варианты приточной вентиляции через стены.

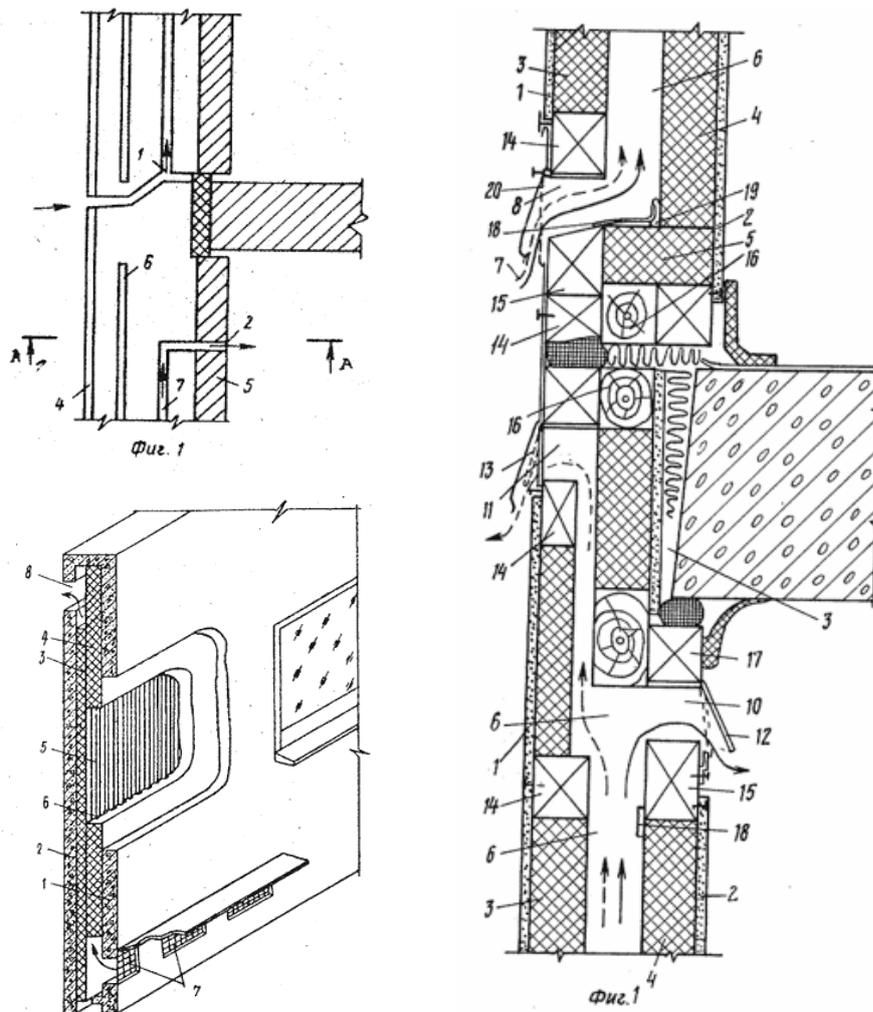


Рис. 2. Варианты приточной вентиляции через стены.





В настоящее время у НИИСФ, г. Москва есть решение децентрализованной приточно-вытяжной вентиляции, совмещенной с наружными ограждающими конструкциями (Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л., 2013) (Рис. 3).

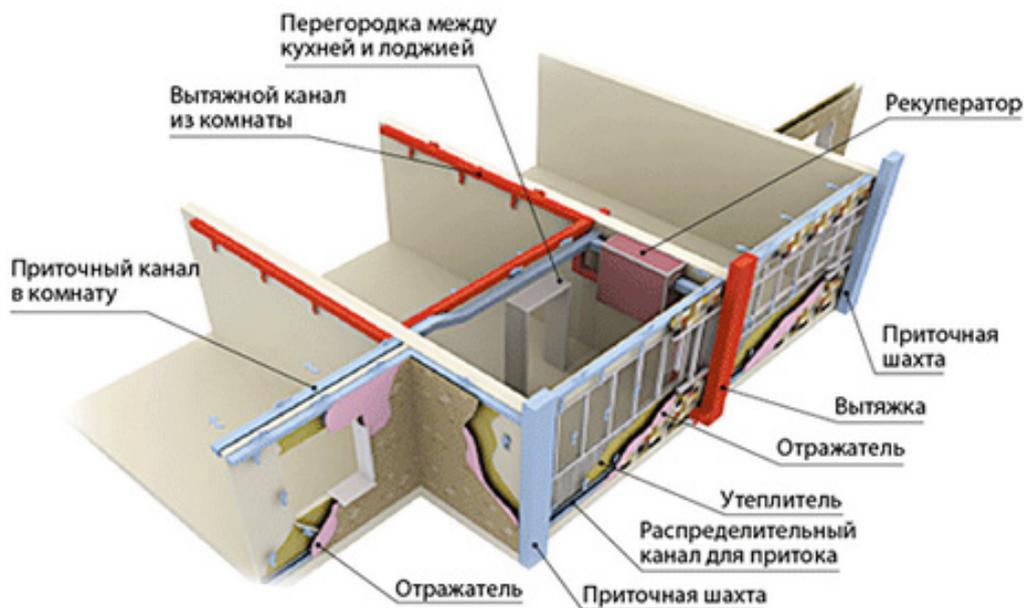


Рис. 3. Вариант локальной приточно-вытяжной вентиляции через стены, НИИСФ, г. Москва.

С учетом того, что централизованные системы вентиляции стоят в половину дешевле локальных систем, они являются более интересными. Данный подход отображен в патенте ГП «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» ВУ 11343 С1 2008.12.30 (автор Данилевский Л.Н.) (Рис. 4).

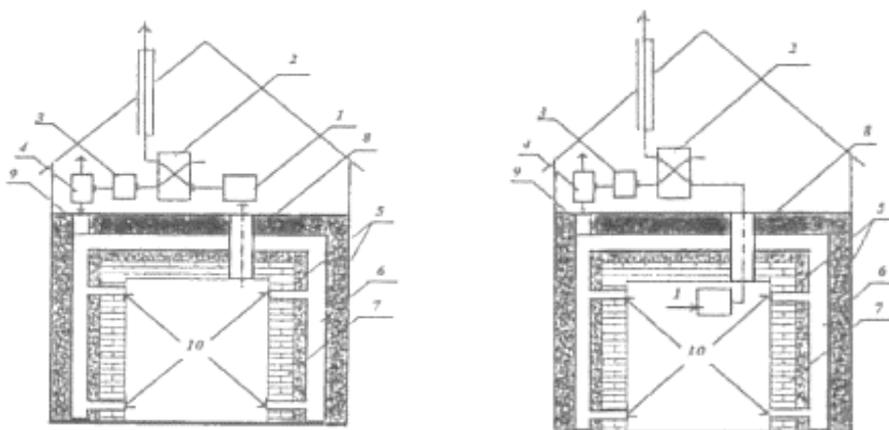


Рис. 4. Вариант централизованной приточно-вытяжной вентиляции через стены, НИПТИС, г. Минск.

Распространение ограждающих конструкций на основе тонкостенных холодногнутых профилей позволяет решить вопрос инженерных коммуникаций и, в частности, вентиляции в стенах на принципиально новом конструктивном уровне.





Для организации приточной вентиляции нами разрабатывается встроенная система вертикальных каналов для подачи приточного воздуха в предлагаемой легкой стеновой панели (рис. 5). Поставленная задача решается созданием вентилируемой прослойки в виде вертикальных щелей (на рис. 5 показаны белыми полосами) в температуро-влажнорегулирующей вставке ТВРВ, расположенной между наружным и внутренним слоями утеплителя внутреннего теплоизоляционного слоя панели. Вертикальные каналы будут сообщаться по всей высоте здания, что стало возможным благодаря решению стыков панелей посредством специальных соединительных элементов.

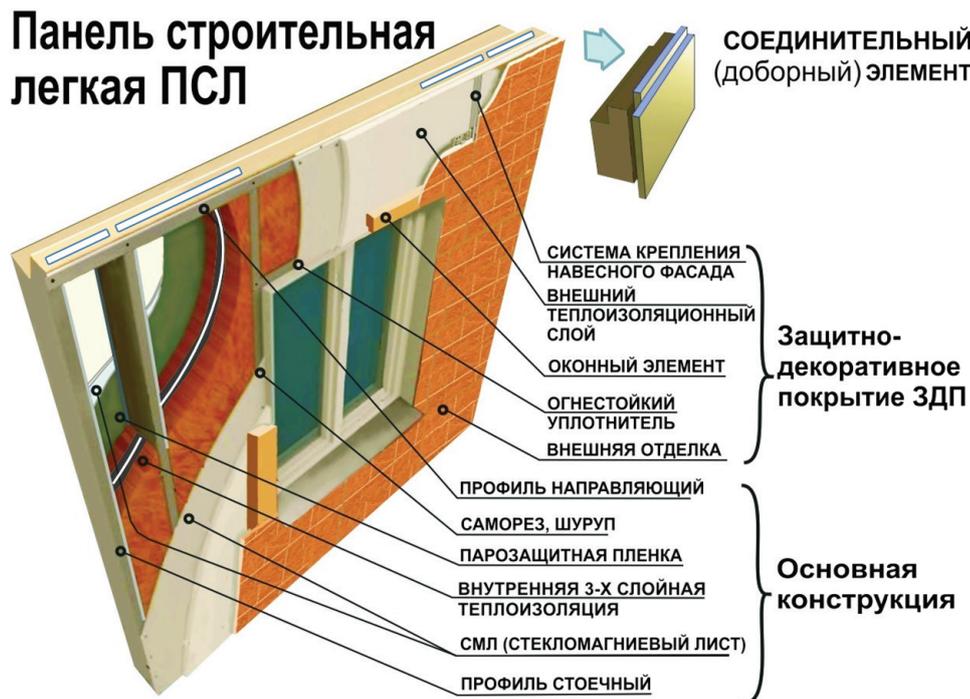


Рис. 5. Принципиальная схема устройства ПСЛ.

Благодаря этому, предлагаемая нами панель строительная легкая (далее – ПСЛ) приобретает функции вентилируемого ограждения здания. На данный момент ведутся совместные с профильными организациями опытно-конструкторские разработки системы соединений ПСЛ для образования замкнутого контура вертикальных каналов с целью организации подачи приточного воздуха и планируются тестовые испытания для доработки и выявления «узких» мест разработки.

При условии удачного завершения тестовых испытаний, планируется сделать постановочные испытания на экспериментальном здании. Для продолжения данной работы и повышения ее эффективности мы выносим эту разработку на Ваше обсуждение для ее совершенствования, а также поиска партнеров – заинтересованных инженеров и предприятий, специализирующихся в области вентиляционных систем и автоматики для совместной доработки и внедрения в экспериментальном строительстве. Такой симбиоз позволит предложить на базе ПСЛ систему вентилируемых ограждений для регулирования микроклимата.





Используя лучшие отечественные разработки, оборудование и автоматику ведущих европейских производителей, мы сможем улучшить качество воздуха в помещениях и показатели энергоэффективности здания в целом.

При внедрении энергоэффективных технологий не стоит забывать про проблему культуры эксплуатации постсоветской территории (Ливчак И.Ф., Наумов А.Л., 2005).

В качестве вывода можно привести следующую цитату:

«Необходимым условием внедрения систем механической и гибридной вентиляции является наличие квалифицированной службы эксплуатации. ...»

Массовое внедрение систем вентиляции, обеспечивающих снижение затрат энергии на подогрев приточного воздуха при одновременном повышении качества микроклимата, возможно либо при условии экономической заинтересованности инвестора, в том случае, когда организация-инвестор одновременно является и заказчиком, и эксплуатирующей организацией, либо при условии стимулирования со стороны государства.»

(Бобровицкий И.И., Шилкин Н.В., 2010)

Таким образом, только системный подход позволит перейти на новый энергосберегающий тип систем вентиляции зданий в соответствии с отечественными и европейскими т. Для решения поставленных целей и задач мы готовы к конструктивной критике, активному научному взаимодействию с оппонентами для совершенствования предлагаемой системы. Мы открыты к сотрудничеству как с отдельными специалистами, проектировщиками, строителями, так и с организациями, застройщиками, инвесторами.

Список литературы:

1. Дубатовка А.И. Конструктивные системы зданий с применением ограждающих конструкций из стеновых панелей на основе стекломгнезитовых листов: Дис. ...магистра строительства. – БНТУ, Минск, 2012. – 86 с.
2. Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла// Энергосбережение – 2013.– № 4. (http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5551)
3. Ливчак И. Ф., Наумов А. Л. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 134 с.
4. Бобровицкий И.И., Шилкин Н.В. Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых зданиях// АВОК – 2010.– № 3. (http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4573)





ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Максим Заточный,

группа архитектурных проектов AGC Flat Glass

Беларусь, Украина, Молдова

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Роман Грицель,

директор ООО «Завод противопожарных изделий»

Минск, Беларусь

В настоящее время растет потребность в стеклах, одновременно сочетающих в себе разные функции, такие как: *теплоизоляция, защита от солнца, звукоизоляция, безопасность, защита от огня.*

Теплоизоляция

Совершенствование технологий нанесения покрытий на стекла – значительный шаг вперед в улучшении теплоизоляции остекления. Нанесение металлического покрытия на стекло делает его энергоэффективным (также используются названия низкоэмиссионное, суперизоляционное или Low-E).

Используются покрытия следующих видов:

- магнетронные (вакуумные), которые должны располагаться внутри стеклопакета;
- пиролитические, имеющие несколько меньшую эффективность, чем вакуумные.

Защита от солнца

Тепло, проникающее снаружи в помещение, происходит от общего потока солнечного излучения, т.е. видимого света, ультрафиолетового и инфракрасного излучения.

Можно ограничить количество тепла, поступающего в здание, без снижения уровня освещенности, применяя стекла с высокоэффективными покрытиями, задерживающими ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, но пропускающими видимый свет. Такие стекла называются селективными.





Нагрев помещений – парниковый эффект

В здания с большой площадью остекления попадает слишком много солнечного тепла. Солнечное тепло проникает в комнату путем прямого пропускания или вторичной теплопередачи после поглощения излучения остеклением. Солнечное излучение, проникая в здание, попадает на стены, полы и мебель, которые сначала его поглощают, а потом испускают тепло. Они возвращают тепло в виде инфракрасного теплового излучения с длиной волны больше 2,500 нм (длинноволновое инфракрасное излучение). Тем не менее стекло практически непрозрачно для длинноволнового излучения, которое, следовательно, отражается внутрь. Это приводит к постепенному повышению температуры, возникает парниковый эффект.

Хорошо ощущается парниковый эффект в автомобиле, припаркованном на солнце: температура внутри существенно повышается, в особенности нагреваются сиденья и рулевое колесо.

Солнцезащитные стекла

Серийно выпускаются два типа солнцезащитных стекол: поглощающее стекло и стекло с покрытием.

Обе эти функции могут быть у одного стекла.

- Поглощающее стекло.

Это окрашенное в массе стекло (бронзовое, серое, зеленое, синее и т.д.) с добавками оксидов металлов. В зависимости от цвета и толщины такого стекла его солнечный фактор варьируется от 40% до 80%.

Стекла такого типа поглощают часть энергии солнечного спектра, перед тем как снова отдать его (как наружу, так и внутрь помещения) в виде тепла.

Поглощающие стекла все меньше и меньше используются в качестве солнцезащитных, так как развитие технологии нанесения покрытий сделало возможным массовое производство высокоэффективных стекол с покрытиями.

- Стекло с покрытием.

Стекло с покрытием отражает часть падающей энергии. Применяются следующие типы покрытий:

- металл-оксидные пиролитические покрытия, наносимые на бесцветные и окрашенные стекла в процессе производства на флоат-линии: они применяются в позиции 1 или 2, как в одинарном остеклении, так и в стеклопакете;
- металлические или металл-оксидные магнетронные покрытия: т.к. эти покрытия менее стойкие, чем пиролитические, они используются в положении 2 или 3 (в зависимости от вида и назначения покрытия) и должны располагаться внутри стеклопакета; стекла этого типа производятся в широкой цветовой гамме.





Звукоизоляция

Любое остекление, установленное в раму, обеспечивает определенный уровень шумоизоляции. Тем не менее некоторые типы остекления, такие как многослойное стекло с акустическим полимерным слоем или шумозащитной пленкой PVB, а также некоторые виды стеклопакетов обладают существенно более высокой акустической эффективностью.

- Одинарное остекление:
 - увеличение толщины: небольшое улучшение;
 - использование многослойного или шумозащитного многослойного стекла: значительное улучшение.
- Стеклопакет:
 - всегда используйте асимметричную конструкцию;
 - используйте широкий воздушный зазор;
 - используйте по мере возможности толстое стекло;
 - используйте многослойное стекло (обычная пленка PVB или безопасная) вместо одного или обоих монолитных стекол;
 - используйте многослойное стекло с шумозащитной пленкой PVB для достижения высокого уровня звукоизоляции.

Факторы, не влияющие на уровень звукоизоляции остекления:

- ориентация стекол;
- покрытия на стекле;
- закалка стекла;
- использование аргона (улучшающего теплоизоляцию).

Безопасность

Безопасность – широкое понятие, включающее много аспектов:

- защита людей от ран:
 - острыми осколками стекла;
 - при падении (выпадении из окна).

Если речь идет о предотвращении ран, то основное значение имеет характер разрушения стекла: важно гарантировать, что при разрушении стекла не образуются осколки, которые могут нанести раны. Если стоит задача предотвратить выпадение, необходимо обеспечить целостность остекления;

- защита товаров и безопасность жилья, магазинов и офисов от взлома и вандализма; для этой цели остекление должно сохранять свою целостность и препятствовать проникновению чего или кого-либо;
- защита от огнестрельного оружия;
- защита от взрыва.





Только небольшое число видов стекла имеют необходимую фрагментацию при разрушении и соответствуют критериям безопасности, указанным выше: это термически закаленное стекло и многослойное стекло. Остальные стекла, включая флоат, термоупрочненное стекло и армированное стекло, не являются безопасными.

Флоат-стекло, термоупрочненное и армированное стекло

Флоат-стекло и термоупрочненное стекло при разрушении образуют крупные острые осколки, поэтому не могут рассматриваться как безопасные.

Термически закаленное стекло

Закаленному стеклу в процессе изготовления придаются внутренние напряжения, и при ударе оно разбивается на мелкие притупленные фрагменты. Закаленное стекло можно рассматривать как безопасное, если характер его разрушения соответствует требованиям стандарта EN 12150.

Многослойное стекло

Многослойное стекло состоит как минимум из двух листов стекла, соединенных по всей поверхности полимерным промежуточным слоем. Для многослойного безопасного стекла, чаще всего в качестве промежуточного слоя, используется пленка PVB (поливинилбутираль), но также применяются пленки EVA (этилвинилацетат) или заливные полимеры. В случае разрушения межстекольная прослойка удерживает вместе фрагменты стекла (по крайней мере какое-то время или до определенного уровня нагрузки).

Защита от огня

Pyrobел и Pyrobелите

Pyrobел и Pyrobелите со вспенивающимся промежуточным слоем. Под действием огня, когда температура стекла достигает примерно 120°C, промежуточные слои расширяются и образуют твердый экран, служащий барьером для распространения пламени, горячих газов и теплового излучения.

Под действием огня стекло марки Pyrobелите превращается в жаростойкий непрозрачный экран, препятствующий проникновению пламени, газа и дыма через остекление перегородки, а также значительно снижающий количество теплового излучения, проходящего сквозь перегородку. Pyrobелите может обеспечить классы защиты EW 30 и EW 60.

Под действием огня стекло марки Pyrobел также превращается в жаростойкий непрозрачный экран, препятствующий проникновению пламени, газа и дыма через остекление перегородки, а также полную теплоизоляцию. Стекла марки Pyrobел могут обеспечить классы защиты от EI 30 до EI 120.





РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕХОДА НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ. ОПЫТ КОМПАНИИ «10 УНР – ИНВЕСТ»

Устинчик В. А.,

член совета Ассоциации застройщиков объектов жилищного строительства, председатель наблюдательного совета «10 УНР – Инвест»

Минск, Беларусь

Немногие строительные компании, а тем более частные, в Беларуси могут похвастаться тем, что являются пионерами энергоэффективного домостроения. ОАО «10-е Управление начальника работ», одна из старейших организаций в сфере строительных услуг – вот уже последние 8 лет вплотную занимается возведением энергоэффективных домов с расходом на отопление и вентиляцию менее 40 кВт·ч/м² в год.



«Управление начальника работ» – предприятие, которое было рождено в годы гражданской войны. В то время активно формировались отделы и управления окружных комиссариатов, в ведении которых было строительство. В 1920 г. такой организацией стало объединенное управление производителя работ 1-го и 2-го районов, которое в скором времени получило название 10-е УНР. До Великой Отечественной войны оно располагалось в Гомеле, а потом, когда началось восстановление Минска, переместилось в столицу, где стало заниматься не только военной инфраструктурой, но и возведением жилищно-бытовых объектов.

После распада СССР встал вопрос, быть или не быть организации как таковой? Решени е нашлось в и зменени и формы собственности . Предприятие было акционировано. Сегодня его владельцы – порядка 300 акционеров, в основном бывшие и действующие работники, у которых никогда не было сомнений относительно полного официального названия. Изменить его если хотите, – перечеркнуть прошлое, изменить судьбу, отправить богатый и уникальный опыт в историю. Мы оставили фундамент нашего прошлого, и на его основе, невзирая на все перипетии времени, продолжаем дело, начатое нашими дедами и отцами.





Достаточно сказать, что с 1945 по настоящее время 10-е УНР сдало в эксплуатацию 367 жилых зданий на 21,80 тыс. квартир, общей площадью 1,3 млн м², более тысячи объектов соцбыткульты, промышленного и военного назначения.

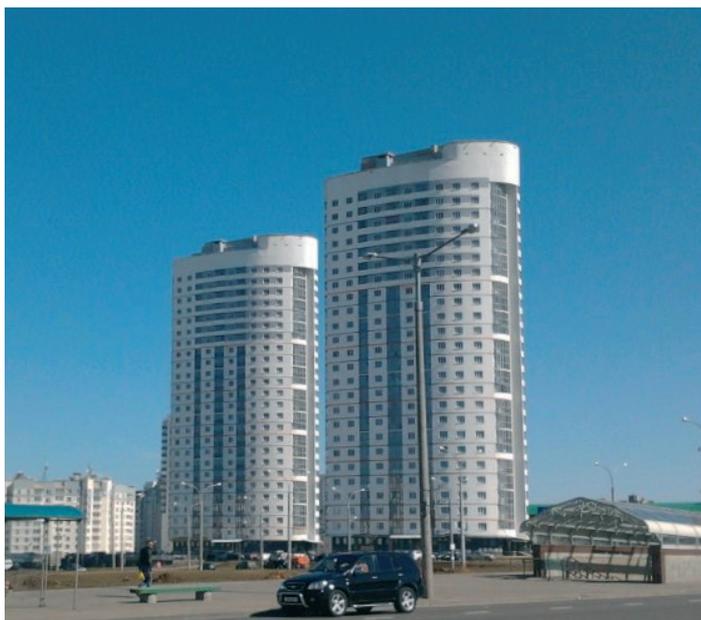
Главное в нашей работе – качество, и от этой данности мы никогда не отступали. Что касается энергоэффективного строительства, то это не просто тренд, а норма современной жизни. Это только в нашей стране, недавно начали говорить о нем, как об инновационном и по-прежнему больше обращаем внимания на экономию, чем на экологию жизни. А понятие «пассивный дом» и труднопроизносимые слова типа «система вентиляции с рекуперацией тепла» или «вихревой термогенератор» создают ауру дорогого и высокотехнологичного здания, которое и строить нужно как космический корабль. А между тем это не так.

Прежде чем прийти к развитию идеи энергоэффективного жилищного строительства, мы многому учились в Западной Германии, Норвегии, Швеции, Швейцарии. В результате были проанализированы строительные технологии, выявлены слабые места и на их ликвидации построена система базовых стандартов современного домостроения – сохранение тепла стен, окон, чердака и техподполья, организация системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. Даже выбор формы здания и его ориентация север-юг дают экономию теплотерьер до 30%, причем на это мероприятия не требуют финансовых затрат. Окупаемость других мероприятий колеблется от 5 до 10 лет даже при относительно дешевой сегодня стоимости тепловой энергии в республике.

На самом деле, к примеру, теплое окно изготовить не проблема, и никаких сложных конструктивных изменений проектного решения не требуется, важно и правильно его установить! Точно так же и теплую стену с коэффициентом теплопроводности 3,2 мы в своих проектах закладывали в 2005 г., а выполняли в строительстве, еще в 2006. Хотя на Западе он равен 5 и никто его не обсуждает. Более того, самого понятия энергосберегающего дома уже нет, есть технологии с нулевым потреблением или «энергопроизводящий» дом.

Хочу обратить внимание на тот факт, что простая замена окон, имеющих естественную вентиляцию, что было «характерно» для недавнего строительства, на пластиковые или деревянные герметичные с двойным или тройным контуром уплотнения не решает всех проблем, а где-то даже создает новые, поскольку затрудняет приток свежего воздуха.

Если воздухообмен не происходит, трудно дышится, появляется определенный дискомфорт. Мы предлагаем «дышащие» окна, которые изначально имеют микропроветривание, заложен-





ное в конструкции, а также систему вентиляции с рекуперацией. Кстати, окна производятся из профиля брестской компания по немецким технологиям нашими давними партнерами ЗАО МЕРИДИАН. Их преимущество еще и в том, что кроме воздушной микроподушки, создающейся за счет усиления пластмассового профиля металлом, стеклопакет заполняется аргоном, а наружные и внутренние стекла низкоэмиссионные, то есть с одной стороны отражают солнечные лучи летом, а с другой – зимой сохраняет тепло. К сожалению, такой вид стекла пока не освоен отечественными производителями, а оно очень нужно потребителю.

Так система вентиляции не только экономит до 40% тепла, но и имеет КПД порядка 80–90%, а также то, чему потребитель пока не придает значения, высокую комфортность проживания.

Оборудование настроено так, что оно гарантирует постоянный температурный режим, приятный микроклимат, позволяет улавливать пыль. В отдельных случаях при необходимости в него можно встраивать угольную фильтрацию воздуха, что особенно важно для людей, страдающих аллергией. В конечном итоге потребитель получает неоспоримые преимущества – нет шума, нет пыли, нет аллергенов, сохраняется тепло и деньги. А если к этим плюсам еще и добавить экологический – уменьшение количества выбросов CO₂ в окружающую среду, то эффект будет еще больше. Пока в Беларуси таких проектов немного. Радует то, что начало положено, есть единичные решения, когда вентиляционные системы устанавливаются в уже эксплуатируемых зданиях и поквартирно, успешно делают наши коллеги из Института жилища — НИПТИС им. С.С. Атаева. Но поквартирные приборы внедрять в панельном доме сложно, да и требуют они от жильцов определенных навыков управления. Умная система ставится пока импортная. Правда, есть попытки и отечественного производства. Предприятие «Альтернатива» в городе Бресте выпускает оборудование по рекуперации, не совсем экономично получается, однако для промышленного строительства их решения уже приемлемы.

Особых трудностей в эксплуатации наших энергоэффективных зданий нет, но знания, как пользоваться оборудованием, необходимы. Именно поэтому мы выдаем вместе с ключами от квартиры инструкцию о порядке технической эксплуатации помещения и его инженерных систем, в которой содержатся нормы по эксплуатации окон и дверей, а также изложены требования в отношении работы вентиляционного агрегата, в



частности, требование не открывать окна для проветривания. Система принудительной приточно-вытяжной вентиляции настроена на оптимальный режим работы, который обеспечивает необходимый температурный режим и воздухообмен.

Энергоэффективное строительство в Беларуси пока не получило столь широкого распро-





странения, как в европейских странах. Кстати, мы-10 УНР- уже сегодня построили 60000 м² энергоэффективного жилья с потреблением на отопление и вентиляцию менее 40 кВт*ч/м² год, а такой показатель обязательным станет только с 2015 года. Отечественные проекты, в которых используются подобные технологии, можно пересчитать по пальцам. Объясняется это тем, что в нашей республике много говорят об экологическом строительстве, экономии энергии, а вот дел мало. Например, в Европе невозможно



получить разрешение на строительство здания, в котором не будут использованы энергоэффективные технологии. Там правительство и государство активно стимулируют тех, кто их использует и получают за это определенные налоговые льготы. Кроме этого, при продаже любой коммерческой недвижимости в Европе на стоимость здания оказывает влияние наличие экологических сертификатов LEED и BREEAM. Способствуют развитию энергоэффективного строительства дешевое кредитование и дороги энергоносители. Европейским девелоперам выгоднее построить здание с использованием пассивных технологий, которые повысят стоимость проекта, но зато в дальнейшем позволят экономить на оплате коммунальных услуг.

У нас в стране такая характеристика, как энергоэффективность здания, пока не оказывает влияние, например, на величину арендной ставки или цену квадратного метра. Совершенно очевидно, что будущее за пассивными домостроением, но пока сложно сказать, насколько быстро оно будет разворачиваться. К этой теме стоит вернуться лет через 5, когда на рынке уже будет 10 – 20 подобных проектов, опыт управления такими зданиями, а также расчеты экономии. Если европейские страны делать это заставила жизнь – дорогое топливо, дефицит площадей, то в Беларуси потребности в сбережении еще не назрела. Поэтому только рыночные механизмы, государственное стимулирование и поддержка, а также налоговые льготы могут повлиять на ситуацию. Разработка и строительство энергоэффективных проектов, подталкивается госпрограммой, согласно которой к 2015 г. отечественный жилой фонд должен получить до 6 млн м² энергоэффективного жилья. Хотя и заказчики, и застройщики немного пугаются этого слова, видимо боятся увеличения себестоимости.

