

1992 – 2002
10 лет ЦЭНЭФ



**Центр по эффективному
использованию энергии**

*«Когенерационным газотурбинным
технологиям альтернативы нет...»
(стр. 20)*

№ 32

июль-сентябрь 2001

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

СОДЕРЖАНИЕ:

НОВОСТИ ПОЛИТИКИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ 2

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ТЕПЛО- И ВОДОСНАБЖЕНИЕ:
ОПЫТ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ГОРОДЕ ЧЕРЕПОВЦЕ
ВОЛОГДСКОЙ ОБЛАСТИ 2

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ:
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ 6

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ПРОЕКТЫ 11

ОПЫТ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ 11

ПРОГРАММА МОДЕРНИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ
КОТЕЛЬНЫХ В Г. АСИНО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ 16

ПОЛЬСКАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ 19

ПРЕДСТАВЛЯЕМ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПАРТНЕРА 20

КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛА НА БАЗЕ ПЕРМСКИХ
ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК 20

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ. ОБЗОРЫ 23

БАЛАНСИРОВКА КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК 23

НАШ КАЛЕНДАРЬ 26

Ежеквартальный бюллетень

ЦЭНЭФ



<http://www.cenef.ru>

экономии средств бюджета при реализации первой схемы. Бюджет планирует расходы из аккумулярованных средств на дополнительную установку пунктов учета тепла (реконструкцию системы, установку автоматизированных систем организации дежурного отопления, совершенствование теплозащиты здания, внедрение схемы пофасадного регулирования отопления и т.п.). В этом случае взаимодействие бюджета с энергосервисной компанией формируется в следующей последовательности:

1. Объявляется конкурс на подряд по освоению средств на реализацию энергосберегающих мероприятий в школе с указанием ожидаемой (планируемой) физической экономии энергоресурсов;

2. Выигравшая конкурс энергосервисная компания в рамках коммерческих предложений (по смете проекта) получает от бюджета (департамента образования мэрии) беспроцентную ссуду на реализацию проекта;

3. После реализации проекта и сдачи в эксплуатацию выполняется совместный (бюджет и энергосервисная компания) мониторинг эффекта от реализации проекта. В рамках утвержденных процедур мониторинга вычисляется экономия финансовых средств от его реализации.

4. Если достигнутая экономия выше запланированной, то эквивалент установленной разницы выплачивается в качестве поощрения энергосервисной компании.

За период с 1995 г. в городе реализовано 15 проектов по установке пунктов учета в общеобразовательных школах. Оценка эффекта, выполненная группой мониторинга по трем из этих проектов, показывает, что полученный средний годовой эффект составляет 400 тыс. рублей на один проект.

Надо подчеркнуть, что в городе создана и активно действует группа мониторинга проектов преобразований в жилищно-коммунальном хозяйстве, которая использует программу "Монитор", разработанную ЦЭНЭФ для наблюдения за исполнением проектов в области энерго- и ресурсосбережения. Группу возглавляет автор данной статьи – советник мэра города Череповца.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Ю. Матросов, И. Бутовский, НИИСФ, РААСН

Высокие требования к тепловой защите зданий, соответствующие современным задачам энергосбережения и отраженные в новых нормативах тепловой защиты зданий, диктуют необходимость разработки и внедрения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием высококачественных эффективных теплоизоляционных материалов.

Основные принципы нормирования теплозащиты зданий сформулированы в СНиП II-3-79*. Если при изменении норм и правил по проектированию покрытий, чердачных и цокольных перекрытий проблем не возникает, то проектирование наружных стен требует поиска качественно новых технических решений.

Проектирование наружных стен с учетом новых требований к теплозащите

Как известно, с теплотехнической точки зрения условно различают три основных вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные. Теплозащитные свойства стен, определяющие в конечном счете расход тепла на отопление здания, связаны с климатической характеристикой местности, выражаемой в градусо-сутках отопительного периода (ГСОП). Возможность применения той или иной конструкции ограничивается наибольшим значением ГСОП, при котором эта конструкция обеспечивает необходимый уровень теплозащиты и имеет разумную толщину.

Однослойные стены

Однослойные стены наиболее привычны для российских проектировщиков и строителей и наиболее просты в исполнении, а при обеспечении необходимых теплозащитных свойств – и в эксплуатации. Однослойные стены выполняют из конструктивно-теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции. Требуемые параметры микроклимата в помещениях, то есть необходимые комфортные условия, обеспечиваются при соответствующем качестве материалов стен.

С учетом современных требований к теплозащите наиболее приемлемы стены из ячеистобе-

тонных блоков, изготавливаемых по различным технологиям. При плотности этого материала не более 500 кг/м^3 , толщине стены 500 мм и расчетном значении коэффициента теплопроводности не более $0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ возможно его использование в районах с ГСОП до $6000\text{-}6500$. Расширение области применения ячеистобетонных материалов для районов с ГСОП более 6500 также возможно, но при увеличении толщины стены до $700\text{-}750 \text{ мм}$. Как правило, стены из ячеистобетонных блоков проектируют как самонесущие с поэтажным опиранием на элементы перекрытия, с обязательной защитой от внешних атмосферных воздействий (облицовка, штукатурный слой и т.п.).

Производство конструкционно-теплоизоляционных блоков из ячеистых бетонов налажено на Тобольском, Оренбургском, Голицынском заводах, Калужском ДСК и других предприятиях, а блоков из особо легкого полистиролбетона (плотностью $150\text{-}550 \text{ кг/м}^3$) – на 10 предприятиях строительной индустрии.

Для однослойных стен также целесообразно применение и других бетонных материалов плотностью не более $600\text{-}700 \text{ кг/м}^3$ (легкие бетоны, пенобетоны и т.п.), однако их применение при толщине стены 500 мм ограничивается районами с ГСОП 2000 .

В определенных условиях эффективны однослойные стены из глинистого пустотелого кирпича.

Двухслойные стены

Двухслойные стены содержат несущий и теплоизоляционные слои, которые могут быть расположены как снаружи, так и изнутри. Внутренняя теплоизоляция должна обеспечивать защиту от увлажнения и накопления влаги в толще утеплителя, что требует специального теплотехнического расчета и тщательного изготовления. Системы с наружной теплоизоляцией имеют ряд существенных преимуществ (высокая теплотехническая однородность, ремонтпригодность, разнообразие архитектурных решений фасада, предпочтительность при реконструкции стен) и начали широко применяться в строительной практике. В настоящее время применяют, в основном, два варианта таких систем: вариант 1 – системы с наружным штукатурным слоем; вариант 2 – системы с воздушным зазором.

В варианте 1 применяются теплоизоляционные материалы, отвечающие специальным требованиям; толщина утеплителя из минераловатных плит – до 150 мм , из пенополистирольных плит – до 250 мм ; они закрепляются на стене дюбелями со стальными распорными элементами и гильзами из полиамида. Утеплитель от внешних атмосферных воздействий защищают базовым клеевым слоем, армированным стеклосеткой, и декоративным слоем (штукатурка, окраска). Необходимо применять безопасные, долговечные и совместимые компоненты, исключающие частичное или полное растрескивание или обрушение теплоизоляционных слоев фасадов зданий. В связи с этим компоненты и применяемые материалы и изделия должны обязательно пройти техническую оценку пригодности. Рекомендации по выбору материалов и изделий, содержащиеся в СП 12-101-98, необходимо откорректировать с учетом этой оценки.

Вариант 2 отличается от варианта 1 отсутствием ограничений на толщину применяемого утеплителя – минераловатных плит, также закрепляемых на стене дюбелями. Теплоизоляционный слой защищают фасадными плитами из различных материалов, устанавливаемыми на крепящихся к стене легких конструкциях из металлических профилей (стальных, из алюминиевых сплавов и их комбинации). Дополнительно утеплитель защищают паропроницаемой пленкой, устанавливаемой в заводских или построечных условиях. Кроме того, между фасадными плитами и утеплителем предусмотрен воздушный зазор толщиной 60 мм .

Безопасность и долговечность этого варианта зависит от многих факторов, в том числе от обеспечения требований антикоррозионной защиты крепежных элементов и их соединений. При использовании дюбелей длиной $400\text{-}450 \text{ мм}$ для крепления минераловатных плит к стене вариант 2 может найти применение в районах с ГСОП > 9000 .

В настоящее время системы с наружной теплоизоляцией реализуются на большинстве строящихся зданий с монолитным железобетонным каркасом и при реконструкции панельных и кирпичных зданий.

Трехслойные стены

Трехслойные стены, возводимые на строительной площадке с применением различных видов мелкоштучных изделий и расположенного между наружным и внутренним слоями утеплителя, применялись и раньше в строительстве в виде колодцевой кладки. Невысокая теплотехническая однородность (менее $0,5$), вызванная рассекающими утеплитель кирпичными перемычками, а также проблемы контроля исполнения кладки сильно ограничивают ее применение при новых требованиях к энергосбережению.

Кладка с применением мелкоштучных изделий должна обеспечивать большую теплотехническую однородность стен – до $0,64\text{-}0,74$. Для гибких связей в таких стенах используется сталь-

ная арматура с соответствующими антикоррозионными свойствами стали или защитных покрытий. Применение таких конструкций ограничено толщиной стен в 2,5-3 кирпича.

Довольно давно в индустриальном домостроении применяются бетонные трехслойные стены, но они обладают более низким приведенным сопротивлением теплопередаче, чем это необходимо по современным требованиям. Для повышения теплотехнической однородности жесткие связи между наружным и внутренним слоями были заменены гибкими стальными связями в виде отдельных стержней или их комбинаций. Для той же цели применяются плитно-заливочные или заливочные утеплители. Многочисленные расчеты по определению приведенного сопротивления теплопередаче с учетом трехмерных температурных полей, выполненные в НИИСФ, ЦНИИЭП жилища и других организациях, показали, что коэффициент теплотехнической однородности таких конструкций составляет 0,67-0,8, что уже вполне приемлемо для решения поставленной задачи.

Трехслойные стены толщиной 350-450 мм с утеплителем толщиной 200-300 мм из пенополистирола и минеральной ваты на гибких связях могут применяться в регионах, где показатель ГСОП достигает 6000-7000.

В настоящее время имеются многочисленные примеры изготовления трехслойных ограждающих конструкций, отвечающих требованиям второго этапа внедрения СНиП II-3-79*. Так, например, московские ДСК и предприятия промышленности строительных материалов на основе энергосберегающих проектных решений успешно освоили производство жилых домов серий П44Т, ПЗМ, КОПЭ, П46М, Пд4 общей площадью более 2,2 млн м² в год, с приведенным сопротивлением теплопередаче стеновых панелей 3,16-3,28 м²·°С/Вт, что выше требований для второго этапа (3,15 м²·°С/Вт). Аналогичные трехслойные панели применяют при возведении зданий домостроительные комбинаты в Подольске, Щелково, Тучково, Электростали, Орехово-Зуеве, Челябинске, Республике Татарстан, Бурятии, Карелии, Хабаровском крае, Свердловской, Ленинградской, Архангельской, Орловской, Псковской, Новгородской, Томской и Самарской областях.

Очевидно, что отсутствие новой редакции ГОСТ 11024 "Панели наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия" сдерживает развитие этого перспективного направления.

Стены из трехслойных легких сэндвич-панелей продолжают широко применяться, прежде всего, в промышленном строительстве. Здесь так же, как и в предыдущем случае, решающее слово за нормативной базой, и, прежде всего, это разработка стандарта на сэндвич-панели с минераловатным утеплителем.

Применение расчетных теплофизических характеристик строительных материалов

Как известно, имеется существенное различие в коэффициентах теплопроводности материалов в сухом состоянии и этих же материалов в ограждающей конструкции в условиях эксплуатации. Например, пенополистирольные плиты плотностью 40 кг/м³ имеют коэффициент теплопроводности в сухом состоянии 0,038 Вт/(м·°С), а в ограждающей конструкции здания, расположенного в центральной полосе России, с учетом увлажнения стены при эксплуатации тот же коэффициент имеет значение 0,05 Вт/(м·°С), т.е. на 30% выше. Зарубежные и отечественные производители теплоизоляционных материалов при продаже часто сообщают данные, полученные при лабораторных испытаниях своего материала в сухом состоянии, и эта величина по ошибке и в нарушение СНиП II-3-79* иногда используется при проектировании.

СНиП II-3-79* требуют при проектировании использовать только расчетные значения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов при условиях эксплуатации. Табличные значения в этих СНиП установлены на базе материалов, выпускаемых отечественной промышленностью. Поскольку на рынке стройматериалов России появились теплоизоляционные материалы, производимые по новейшим технологиям и с улучшенными теплоизоляционными свойствами, возникла необходимость в разработке стандартизированной методики определения расчетных значений для этих материалов в эксплуатационных условиях. Такая методика разработана и приведена в принятом Госстроем России СП 23-101-2000 "Проектирование тепловой защиты зданий". Методика предназначена для аккредитованных Госстроем России испытательных лабораторий, устанавливает процедуру определения расчетных значений для конкретных марок и типов строительных материалов, в том числе и зарубежных.

Аналогичный подход при определении расчетных значений используется и за рубежом. Так например, Международная организация по стандартизации (ИСО) разработала стандарт 10456 "Определение декларированных и расчетных теплофизических характеристик теплоизоляционных материалов". В ФРГ действует стандарт DIN 4108, содержащий таблицу расчетных значе-

ний коэффициентов теплопроводности строительных материалов и изделий. В Дании ведущими производителями теплоизоляционных материалов, научных и других организаций в 1997 г. создана независимая организация (VIK), которая контролирует применение расчетных значений теплопроводности при проектировании на базе датского стандарта DS 418. Аналогичные подходы использованы в стандартах Норвегии (NS 3031), Швеции (BBR 99), Эстонии (EVS 724:1996), Литвы ((STR 2.01.03:1999) и других стран.

Утепление наружных стен

Существует мнение, что расположение утеплителя снаружи несущей части стены вызывает снижение ее долговечности за счет скапливания влаги у наружного отделочного слоя и попеременного замораживания и оттаивания ее в процессе эксплуатации в холодный и переходный периоды года.

Однако результаты расчетов и натурных исследований влажностного режима таких стен, проведенных в ряде исследовательских институтов, показывают, что при правильном их проектировании недопустимого накопления влаги у наружного отделочного слоя не происходит. Так, в ЦНИИЭП жилища были проведены комплексные исследования долговечности конструкций наружных стен, утепленных минераловатными плитами на основе базальтового волокна с отделочным штукатурным слоем. Наружное утепление однослойных стен было выполнено в жилых домах серии 1-515 в г. Москве. Эта система наружной теплоизоляции привела к улучшению теплового и влажностного режима жилых помещений и стен; в течение длительного времени эксплуатации зданий не было выявлено никаких дефектов.

Аналогичные результаты с наружной теплоизоляцией были получены в Литовском НИИ Строительства, где такая конструкция без изменения своих свойств выдержала более 70 циклов замораживания и оттаивания. Опыт массовой эксплуатации наружной теплоизоляции в Польше и Германии в течение более чем 25 лет также не выявил ухудшения эксплуатационных качеств наружной теплоизоляции и ее облицовочных слоев.

Защита многослойных стен от диффузии водяного пара

Теплозащитные свойства многослойной конструкции зависят от установившейся влажности теплоизоляции. Вследствие разницы давлений водяного пара снаружи и внутри здания через ограждающую конструкцию происходит диффузия водяного пара в наружную сторону. При проектировании многослойных ограждающих конструкций задача состоит в ослаблении диффузии водяного пара во внутренние слои стены и отвода влаги, проникшей внутрь ограждения. С этой целью проектируют пароизоляционные слои, которые следует располагать как можно ближе к внутренней поверхности стены. Применять теплоизоляцию с внутренней стороны допустимо только при условии надежного пароизоляционного слоя со стороны помещения, что на практике трудно выполнимо.

Светопрозрачные ограждающие конструкции

Новое поколение оконных конструкций основано на использовании в качестве светопрозрачных элементов одно- и двухкамерных стеклопакетов, которые позволяют существенно повысить уровень теплозащиты по сравнению с ранее выпускавшимися светопрозрачными конструкциями. Применение в стеклопакетах стекол с селективным покрытием увеличивает сопротивление теплопередаче оконных блоков до значений 0,6-0,65 м²·°С/Вт, лучше решаются и вопросы герметизации притворов.

Внедрение в практику отечественного строительства окон в пластмассовых переплетах с повышенной теплозащитой повлекло за собой ряд ошибок в теплотехническом проектировании фасадов зданий и монтаже светопроемов. Одна из ошибок первоначального внедрения таких окон связана с малой, в пределах 50-55 мм, толщиной пластмассовых оконных блоков, в связи с чем на внутренних поверхностях оконных откосов возникают зоны с пониженными температурами, приводящие к выпадению конденсата или даже его замерзанию. Для устранения этой ошибки необходимо выбирать светопрозрачную конструкцию с увеличенной толщиной – не менее 80 мм – и размещать ее в оконном проеме на глубину обрамляющей с от плоскости фасада стены, заполняя пространство между оконной коробкой и внутренней поверхностью “четверти” вспенивающимся теплоизоляционным материалом.

Другие ошибки связаны с недостаточным учетом воздухопроницаемости окон. Нормируемая воздухопроницаемость заполнений светопроемов окнами в деревянных переплетах равна 6 кг/(м²·ч), в пластмассовых переплетах – 5 кг/(м²·ч) при разности давлений 10 Па, причем эта величина установлена с учетом воздухопроницаемости примыканий оконной коробки к стене. Результаты сертификационных испытаний окон в пластмассовых переплетах показывают, что

воздухопроницаемость притворов открываемых элементов окон находится в пределах от 0,5 до 2 кг/(м²·ч). Из-за пониженной воздухопроницаемости притворов окон в пластмассовых переплетах (и новейших типов окон в деревянных переплетах) и высокой герметизации примыкания окон к стенам происходит недостаточный воздухообмен и, как следствие, повышенная влажность в помещениях. Чтобы избежать этого явления, необходимо осуществлять периодическое проветривание помещений; открывание окна или форточки на 10-15 мин обеспечивает требуемый воздухообмен и не несет заметных теплопотерь. Вместе с тем современные оконные конструкции уже оснащаются регулируемыми приборами вентилирования (шумозащитными клапанами, специально организованными отверстиями в оконном профиле, поворотными откидными устройствами, фиксаторами), которые могут обеспечить любой вариант проветривания помещения по желанию пользователя.

Для оценки влияния ограждающих конструкций на воздухообмен в помещениях действующие нормативные документы по методам определения воздухопроницаемости (ГОСТ 25891-83, ГОСТ 26602.2-99) должны быть дополнены новыми стандартами. Такие методики уже нашли распространение за рубежом в ряде стандартов зарубежных стран и в новом стандарте ИСО 9972.

Внедрение новых технических решений по теплозащите зданий

Накопленный опыт и перспективы разработки и внедрения новых теплозащитных конструкций зданий можно суммировать следующим заключением:

- Новые конструктивные решения ограждающих конструкций, ориентированные на новейшие технологии, в том числе на системы наружной теплоизоляции, вентилируемые ограждения, трехслойные конструкции на точечных связях, а также опыт, накопленный в регионах РФ при разработке этих решений на практике, подтверждают их энергоэффективность.
- Новые нормативные требования стимулировали отечественную промышленность к выпуску новых прогрессивных строительных материалов и изделий на уровне мировых стандартов и, в частности, к увеличению производства высококачественных эффективных теплоизоляционных материалов, энергосберегающих ограждающих конструкций и новых типов энергоэффективных окон.
- Значительная часть субъектов РФ, осознав необходимость решения проблемы энергосбережения, эффективно перестраивает свою строительную индустрию с учетом новых нормативных требований. Разработаны и введены территориальные нормы, обеспечивающие такой же, как и федеральные нормы, энергосберегающий эффект и учитывающие климатические, энергетические, строительные и другие региональные особенности и возможности местной строительной промышленности. Происходит апробация в регионах новой идеологии нормирования.
- В регионах существуют определенные трудности с разработкой и производственным освоением новых технических решений, касающихся тепловой изоляции наружных стен, с обеспечением строительства недорогими, но качественными отечественными теплоизоляционными и другими строительными материалами. Преодоление этих трудностей требует систематической работы.