



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»,
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых учёных
«Перспектив Свободный-2016»,
посвящённой Году образования
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля
2016 г.

Красноярск, 2016



ПЕРСПЕКТИВ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2016 г.

«Проектирование зданий. Энергоэффективность»



ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР В УГЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЯХ СТЕН ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

Баженов Р. В., Юрковец Л. А.

научный руководитель канд. техн. наук Назиров Р.А.

Сибирский федеральный университет

Зоны пониженных температур внутри помещений наблюдаются в узловых сопряжениях ограждающих конструкций. Это обусловлено разностью площадей внутреннего и наружного тепловых потоков, а так же фактически меньших, по отношению к расчетным, коэффициентов теплоотдачи от внутреннего воздуха в помещении.

В современных нормах проектирования тепловой защиты зданий этот вопрос разобран не досконально. В СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [2] говорится о том, что температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а так же зенитных фонарей должны быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха – t_n , °С.

Проблемой занимался доктор технических наук Константин Федорович Фокин. В книге [4] рассмотрены теплотехнические особенности наружных углов стен и предложены методы решения выявленной проблемы. К.Ф.Фокин предлагает следующие методы решения проблемы наружных угловых сопряжений стен:

- скашивание внутренних поверхностей наружного угла;
- скругление наружного угла;
- устройство на наружной поверхности угла утепляющих пилластр;

Для того, чтобы проанализировать вышеприведенные методы, был проведен ряд численных экспериментов с их применением. В качестве объекта исследования была выбрана модель углового сопряжения наружных стен. Конструкция стены была подобрана с условием, что при выбранных климатических условиях она удовлетворяет требованиям к нормам приведенного сопротивления теплопередаче и ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года [1, п.4.2]. Расчетная схема стены представлена на рисунке 1. Расчетные теплофизические характеристики материалов наружной стены приведены в таблице 1.

Численные эксперименты проводились в программном расчетном комплексе ANSYS. Моделирование производилось в программе Autodesk REVIT. Расчеты проводились для жилого помещения, в климатических условиях города Красноярска (таблица 2).

Согласно методике расчета СП 50.13330.2012 [2] приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены R_o равно $3,64 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, что больше требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции. Согласно расчету в программном расчетном комплексе ANSYS внутренняя температура поверхности стены равна $18,23^\circ\text{C}$, что удовлетворяет требованиям по ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года [1, п.4.2].

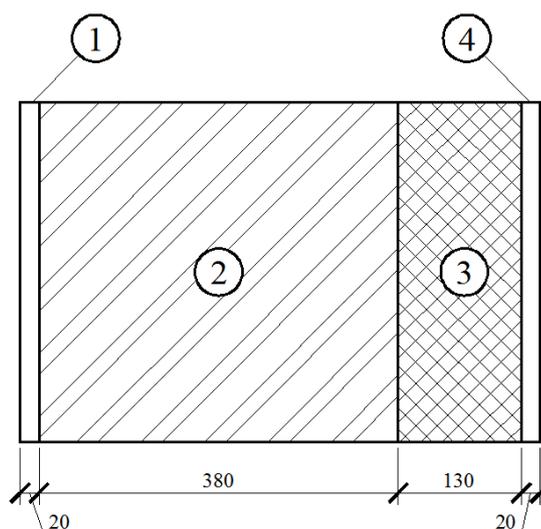


Рис. 1 – Расчетная схема наружной стены: 1 – известково-песчаный раствор; 2 - Кирпичная кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе; 3 - Утеплитель минераловатный; 4 - цементно-песчаный раствор

Таблица 1 – Характеристики материалов

№	Материал	Плотность материала в сухом состоянии ρ , кг/м ³	Теплопроводность λ , Вт/(м · °С)	Толщина слоя δ , м
1	Известково-песчаный раствор	1600	0,7	0,02
2	Кирпичная кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного	1800	0,7	0,38
3	Утеплитель минераловатный	80	0,045	0,13
4	Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,02

Таблица 2 – Расчетные граничные условия для расчета ограждающей конструкции

№	Характеристика	Значение
1	Расчетная температура наружного воздуха, °С	-37,0
2	Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	+20,0
3	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены, Вт/(м ² · °С)	8,7
4	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены, Вт/(м ² · °С)	23,0

Рассмотрим угловое сопряжение наружных стен аналогичной конструкции. На рисунке 2а приведено распределение температурных полей в горизонтальном разрезе наружного угла. По мере приближения к углу изотермы смещаются к внутренней поверхности угла, что говорит о том, что температура внутренней поверхности стены в угловой зоне ниже температуры поверхности стены по глади (рисунок 2б). Минимальное значение температуры на поверхности углового сопряжения равна 15,7°С, что не удовлетворяет требованиям норм [2].

Важно отметить, что в численном эксперименте рассматриваются идеальные условия, стена по гледи удовлетворяет всем требованиям современных норм. В действительности, многие функционирующие на данный момент здания возводились до введения современных норм энергосбережения, поэтому значение сопротивления теплопередаче используемых стен значительно меньше требуемого, а значит и температура наружных углов меньше. Кроме того, важно понимать, что в реальных условиях на температуру поверхности углов так же влияют другие факторы, например, фактическая теплопроводность материалов, отличающаяся от табличных значений.

Для всех методов утепления углового сопряжения стен, предложенных К.Ф.Фокиным в [4], минимальная температура поверхности стены в угловой зоне выше нормированного значения в $16,0^{\circ}\text{C}$. Геометрические параметры закруглений, фасок и других мер выполнены согласно рекомендациям, представленным в книге [4]. В случае закругления внутреннего угла положительный эффект достигается за счет изменения отношения площадей внутреннего и внешнего тепловых потоков, увеличения теплового сопротивления стены за счет увеличения ее местной толщины. При закруглении стены внутренняя температура поверхности повышается за счет изменения отношения площадей внутреннего и внешнего теплового потоков. При использовании внешней утепляющей пилястры на внутреннюю температуру влияет местное изменение теплового сопротивления стены в угловой зоне. В случае устройства внутренней фаски из стенового материала отношение площадей внутреннего и внешнего теплового потоков, кроме того, происходит увеличение теплового сопротивления стены за счет ее местного утолщения. Когда внутренняя фаска выполняется из материала меньшей теплопроводности, чем стена (полистиролбетон, $\rho = 250 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,085 \text{ Вт/(м} \cdot ^{\circ}\text{C)}$), внутренняя температура угловой зоны существенно повышается за счет изменения отношения площадей тепловых потоков и местного изменения теплового сопротивления стены за счет изменения габаритов и материала.

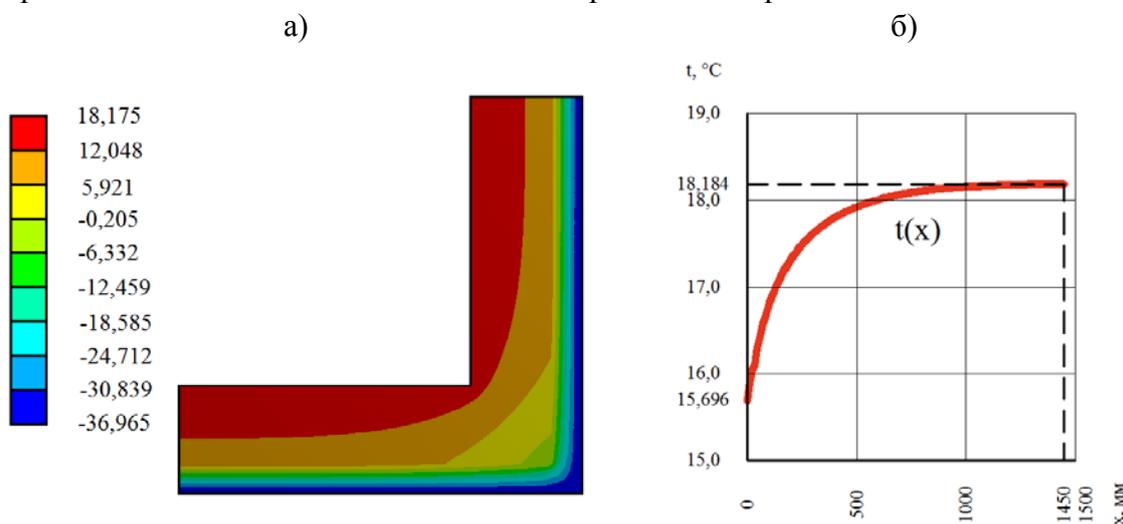


Рис.2 – а) Распределение температурных полей в горизонтальном разрезе наружного угла без мер утепления; б) График температуры $t(x)$ поверхности наружной стены в направлении от угла без мер утепления

В книге [3] Ю.А.Табунщиковым рассматривается использование для утепления угловой зоны высокотеплопроводной вставки. В качестве высокотеплопроводной вставки был использован уголок из двух стальных пластин толщиной 3 мм и шириной 100 мм (сталь, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 58 \text{ Вт/(м} \cdot ^{\circ}\text{C)}$). Влияние высокотеплопроводной

вставки на распределение температурных полей и температуру поверхности углового сопряжения стен показано на рисунке 3. В табл.3 сведены значения минимальных температур для всех рассмотренных методов утепления.

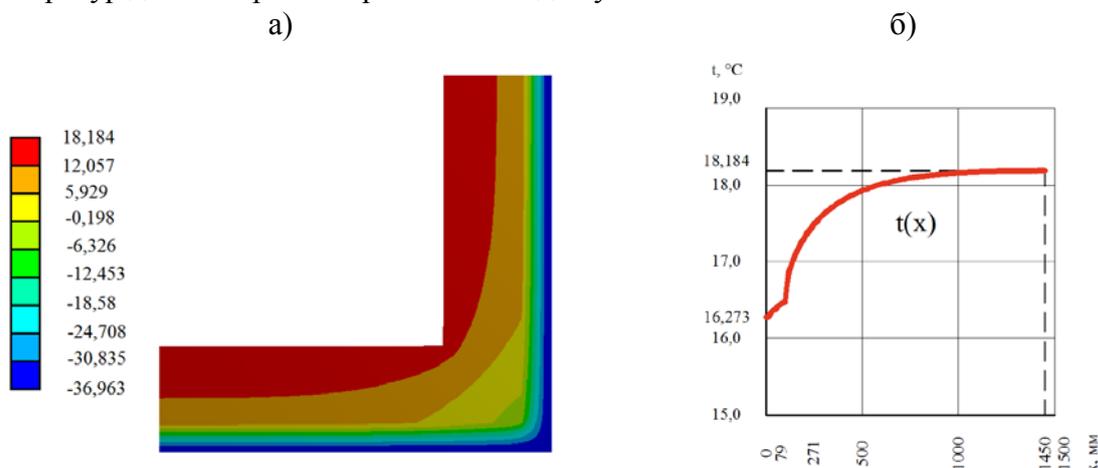


Рис.3 – а) Распределение температурных полей в горизонтальном разрезе наружного угла с использованием высокотеплопроводной вставки; б) График температуры $t(x)$ поверхности наружной стены в направлении от угла с использованием высокотеплопроводной вставки

Таблица 3 – Значения минимальных температур для методов утепления

№	Метод утепления Z	Значение минимальной температуры, °C
1	Без утепления	15,696
2	Закругление внутренней поверхности угла	16,359
3	Закругление стены	17,047
4	Наружная утепляющая пилястра	16,074
5	Внутренняя фаска из стенового материала	16,863
6	Внутренняя фаска из утепляющего материала	16,614
7	Высокотеплопроводная вставка	16,273

Все рассмотренные методы утепления углового сопряжения стен приводят к требуемому результату. Температура в угловой зоне для всех вариантов выше требуемой. Наибольший интерес представляет метод утепления путем использования высокотеплопроводной вставки. В дальнейшей работе планируется изучить особенности данного метода, сферу его применения, и оптимизировать его.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: Минрегион России, 2012.
3. Табунщиков, Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений / Ю.А. Табунщиков, Д.Ю. Хромец, Ю.А. Матросов. – М.: Стройиздат, 1986.
4. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин ; под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г.Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. –М.:АВОК-ПРЕСС, 2006.

**«УМНЫЙ ДОМ» В РОССИИ.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.**

Банникова А. С., Красноухов И. В.

научный руководитель ст. преподаватель Антоненко О. Ю.

Сибирский федеральный университет

Долгое время постулат Марка Витрувия (1 в до н.э.): Прочность – Польза – Красота, являлся и является каноном строительства, но в современных условиях требует дополнения.

Так, международная комиссия Брундтланд в 1987 году, введившая термин «устойчивое развитие», включила в это понятие безопасность и благоприятные условия жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия деятельности человека на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений.

Стратегии устойчивого развития, рост научных открытий, новые технологии - дали возможность организовать «зеленое» строительство, энергоэффективность (пассивность) зданий, строительство экодому. Все это, на наш взгляд, включено в емкое понятие – «Умный дом».

Зеленое строительство (практика строительства и эксплуатации зданий, целью которой является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка к проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и утилизации) в России неразвита, отставание в технологиях такого строительства от передовых стран значительно. Проблемой является ментальность людей, которые попросту не привыкли к энергосбережению, заботе об окружающей среде. К тому же, отмечается недостаток специалистов по зеленому строительству.

Принятый в 2009 году Федеральный закон № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» (с изменениями на 13 июля 2015 года) создал основы стимулирования энергосбережения и энергоэффективности зданий, строений, сооружений ^[1].

Под термином «Умный дом» принято понимать совокупность следующих систем в единую систему управления зданием (рисунок 1): система электропитания здания; система освещения; система отопления, вентиляции и кондиционирования; системы управления и связи; система безопасности и мониторинга.

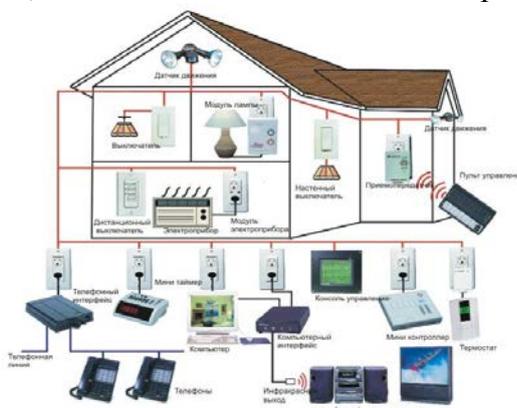


Рис.1 – Схема устройства системы «Умный дом»

Идея управлять различными датчиками и системами через электропроводку дома «родилась» в США в 1978 году. В наши дни «Умный дом» управляется при помощи сенсорных или клавишных панелей управления либо через интернет со смартфона или планшета ^[3].

Технология «умного дома» (система управления, которая обеспечивает согласованную работу всех инженерных систем в доме), имеет возможность регулировать температуру помещений, освещенность, обеспечивает комфорт и безопасность, дистанционное управление бытовой техникой, контроль расходования электроэнергии, газа, воды и т.д. ^[3].

В технологию «умный дом» в перспективе могло бы войти аварийное оповещение жителей населенных пунктов об угрозах землетрясения, наводнения, лесных пожаров и т.д., что весьма актуально для нашей страны, но требует технических разработок и поддержки со стороны власти.

В нашей стране технология «Умный дом» начала охотно внедряться только в 2000-х годах, в связи с активным развитием компьютерных технологий и телекоммуникаций. Столь удобное и инновационное решение быстро пришлось по вкусу состоятельным россиянам – системы безопасности, видеонаблюдения, управление освещением, климатом, аудио- и видеотехникой быстро стали непременным атрибутом «хорошей жизни» и показателем статуса владельца частного «умного дома».

«Требования российских заказчиков на данном этапе отличаются от общемировых», - утверждают эксперты комитета НП АВОК «Интеллектуальные здания и информационно управляющие системы» ^[5]. Основной целью «умных домов» в Европе и в Северной Америке является энергосбережение, так как подобные системы помогают существенно сэкономить воду и электричество, которые являются основными ресурсами для комфортного функционирования человеческого жилища. Комфорт от данных систем хоть и важен, но он играет не главную роль при их установке. В то время в России основными причинами в пользу установки интеллектуальной системы называют функциональность, удобство эксплуатации. Об энергосбережении задумываются немногие и лишь периодически. Так же следует отметить, что все участники процесса установки и использования системы вкладывают разный смысл в понятие «интеллектуального здания» (таблица 1).

Таблица 1 - Приоритеты участников процесса создания и эксплуатации интеллектуального жилья.

Строители	Снижение стоимости строительства и трудоемкости
Управляющие организации	Снижение затрат на содержание здания
Пользователи	Комфорт, стоимости коммунальных платежей

Рассматривая российский рынок интеллектуальных зданий, следует отметить, что он сосредоточен преимущественно в Москве, Санкт-Петербурге и ряде крупных промышленных центров. Однако, в последние годы прослеживается тенденция активного продвижения в регионы. По данным ряда исследований, ежегодный рост данного рынка составляет 15-20%. В связи с этим, комплексные системы автоматизации и диспетчеризации жилья становятся все более доступными для среднестатистических жителей нашей страны, а не остаются уделом элитных сегментов.

Преимущественно система «Умный дом» используется в загородных частных домах, но тем не менее сейчас возрастает спрос на интеллектуализацию жилья и со

стороны владельцев городских квартир. В данном случае потребность в умных технологиях определяется не классом жилья, а скорее, желанием хозяина получить дополнительный комфорт.

Установка системы «Умный дом» – довольно длительный процесс. Во всяком случае за границей. Так фирмы, которые устанавливают данные системы, в течение нескольких недель наблюдают за жизнедеятельностью заказчика и его семьи, чтобы знать распорядок их дня, хобби и т.п. Но такой подход может доставить заказчикам неудобства, поэтому мы считаем, что для нашей страны будет актуально в будущем разработать компьютерную программу, в которой заполняется анкета и даются рекомендации по тепловому режиму комнат в квартире или доме. В настоящее время жизненный цикл здания учитывает новые требования ресурсосбережения: к технологическим процессам, к конструкциям, к материалам, комплектующим [2].

Наиболее экономична и актуальна для владельцев квартир будет локальная автоматизация, которая предполагает установку различных датчиков (движения, освещенности, возможность полива растений, пока хозяева в отпуске и т.п.), использование пультов дистанционного управления (по ИК каналу или радиочастоте). На данный момент фирмы-изготовители предлагают различные вариации комплектов системы, что позволяет существенно сэкономить на их установке. Пример таких комплектов представлен в таблице 2 на основании цен Компании «Умный дом».

Таблица 2 - Стоимость услуг по установке системы «Умный дом»

Предложение	ЭКОНОМ	КОМФОРТ	БИЗНЕСС	ПРЕМИУМ
Состав системы	Охранно-пожарная сигнализация (до 5 извещателей)	Управление освещением (до 8 линий) либо управление электророзетками (до 8 групп)	Управление освещением (до 15 линий) либо управление электророзетками (до 15 групп)	Управление освещением (до 70 линий) либо управление электророзетками (до 70 групп)
	Возможность обесточить все потребители (380 В)	Охранно-пожарная сигнализация (до 5 извещателей)	Датчики CO ₂ для контроля чистоты воздуха	Датчики CO ₂ для контроля чистоты воздуха (до 3 шт.) Управляемые жалюзи (до 12 шт.)
	Контроль протечки воды (до 2 датчиков)	Возможность обесточить все потребители (380 В)	Управляемые жалюзи (до 12 шт.) Клапаны для отключения батарей (до 30шт.)	Клапаны для отключения батарей (до 30шт.) Контроль температуры и влажности воздуха (до 17 датчиков)
	Контроль температуры (до 3 датчиков)	Датчики движения (до 5шт.)	Контроль температуры и влажности воздуха (до 17 датчиков)	Контроль температуры теплых полов (до 7 датчиков)
		Контроль температуры (до 3 датчиков)	Клапаны для отключения батарей (до 3шт.)	Возможность управления вентиляцией
		Контроль протечки воды (до 2 датчиков)	Контроль протечки воды (до 2 датчиков)	Датчик уличной температуры и влажности Контроль протечки воды (до 5 датчиков)

		Контроль температуры (до 3 датчиков)	Контроль протечки воды (до 5 датчиков)	Датчик наружной освещенности
		Контроль температуры теплых полов (до 2 датчиков)	Датчик наружной освещенности	Антиобледенение крыши
			Мультирум	Мультирум
				Контроль уровня топлива в баке дизельного генератора
Цена системы под ключ	от 100 тыс. руб.	от 270 тыс. руб.	от 630 тыс. руб.	от 1,2 млн. руб.

В качестве примера рассмотрим среднестатистическую трехкомнатную квартиру, общей площадью 106,4 м² (рисунок 2), и рассчитаем для нее стоимость установки интеллектуальной системы [4]. Итак, при установке теплых полов в ванную комнату, кондиционера в спальную, пожарной сигнализации на кухне, охранной сигнализации и системы «Умный дом», включающей управление теплым полом, каналами света, вентиляцией с рекуперацией и кондиционерами, общая стоимость всех работ составит порядка 579 040 рублей.



Рис.2 – План трехкомнатной квартиры

При этом, дальнейшая эксплуатация системы дает нам существенную экономию: до 30-40% на плате за электроэнергию, до 40% за воду, до 50% – за отопление, до 30% на эксплуатационных расходах, а также уровень сохранения тепла при использовании технологии рекуперации может составить – от 75% до 97%.

Таким образом, рассмотрев рынок интеллектуальных зданий, мы видим, что разработчики системы «Умный дом» стремятся сделать свой продукт более доступным для всех слоев населения нашей страны. Мы считаем, что в дальнейшем изготовителям интеллектуальных систем стоит внедрять новые более доступные по цене комплектации, активно сотрудничать с государственными строительными органами и расширять рекламные компании с целью информирования граждан.

Список литературы

1. Федеральный закон № 261 Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности (с изменениями на 13 июля 2015 года).
2. ГОСТ Р 53791-2010. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения.
3. Волгунов А. Д. Обзор функциональных возможностей и перспектив развития систем домашней автоматизации // Молодой ученый. — 2015. — №8. — С. 199-202.
4. Калькулятор Умного Дома, сайт Компании «Умный дом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://krasnoyarsk.dom-automation.ru/kalkulyator.html>
5. Официальный сайт группы компаний Вира; раздел Обмен опытом / Обзоры и аналитика; статья «Перспективы рынка систем «Умный дом». [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.vira.ru/exp/reviews/umdom.html>



ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ, РЕСТАВРАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КРАСНОЯРСК

Винтер А.В., Мезенцев В.В.

научный руководитель ст. преподаватель Казакова Е.В.

Сибирский федеральный университет

Сохранение архитектурного разнообразия городов, их исторической памяти, общего национально-исторического своеобразия – одна из важнейших задач современного строительства.

С течением времени вид нашего города менялся. Особенно большие изменения претерпел облик в советский период истории нашей страны. Уничтожались храмовые комплексы, церкви, памятники культурного наследия. В целом город застраивался по так называемому «советскому» типу застройки, при котором основная значимость при строительстве любого здания отдавалась практичности, а не архитектуре. В итоге мы получили безликие кварталы, конфликтующие с историческим центром.

Актуальность этой проблемы также вызвана тем, что исторические кварталы являются туристическими центрами, формируют облик и влияют на узнаваемость города, что, безусловно, важно для развития города и региона в целом. Объекты культурного наследия – это важный актив современных городов, при правильном использовании приносящий прибыль и существенно влияющий на экономическое развитие населенного пункта, в котором он расположен.

Основой сохранения культурного наследия является соответствующая нормативно-правовая база международного, федерального и регионального уровней. В том числе:

- федеральный закон от 25.06.2002 №73-ФЗ (ред. от 09.03.2016) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»;

- постановление Совета Министров СССР от 16 сентября 1982 года № 865 «Об утверждении Положения об охране и использовании памятников истории и культуры», приказ Министерства культуры СССР от 13 мая 1986 года № 203 «Об утверждении «Инструкции о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры», приказ Министерства культуры СССР от 24 января 1986 года № 33 «Об утверждении «Инструкции по организации зон охраны недвижимых памятников истории и культуры СССР», в части, не противоречащей Федеральному закону №73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»;

- иные нормативные правовые акты Российской Федерации и Красноярского края в сфере охраны культурного наследия.

По данным городской администрации на данный момент на государственную охрану в Красноярске поставлено 123 объекта культурного наследия, из них 20 – федерального значения, 99 – регионального, 4 – местного значения; более 50 объектов рекомендованы к постановке на государственную охрану.

Реконструкция должна вестись на основе историко-культурной и историко-градостроительной экспертиз, определяющих значимость и степень сохранности объектов культурного наследия всех уровней: города в целом, как исторического поселения или достопримечательного места, его крупных фрагментов, ансамблей, отдельных зданий и сооружений. Не всеми подрядными организациями,

выполняющими реконструкцию данных объектов, в полной мере выполняются требования законодательства. Это может повлечь за собой частичную или полную утерю архитектурного стиля объекта, его архитектурной выразительности. Кроме того, следствием ошибок при реконструкции может стать полная утрата здания. Поэтому несоблюдение законодательства в этой сфере должно строго пресекаться соответствующими контролирующими органами.

Следующей тенденцией в этой сфере, о которой необходимо упомянуть, становится государственная инициатива о лишении статуса объектов архитектурного наследия с пометкой «из-за отсутствия особой исторической, архитектурной, художественной ценности, высоким техническим износом и невозможностью обновления зданий». Это решение можно рассматривать с нескольких сторон. С одной стороны, государство пытается решить проблему ветхих зданий, требующих больших инвестиций в обследование и реконструкцию. С другой – бизнес пытается пролоббировать свои интересы через государственный аппарат, тем самым расчистив землю в центре города под новое строительство. Соответственно, необходимо ужесточить процедуру лишения статуса объектов архитектурного наследия, привлекать к дискуссии различные общественные организации и проводить публичные слушания.

Существуют следующие способы сохранения и эффективного использования ОКН, реально используемые на практике как на территории РФ, так и за рубежом, которые должны найти применение и в нашем городе:

1. Музеефикация ОКН (ВОКН) с расселением жилого фонда;
2. Выделение земельных участков инвестору под новое строительство при условии сохранения ОКН (ВОКН), находящихся на участке застройки;
3. Заключение договоров аренды с условием финансовых вложений в капитальный ремонт (реконструкцию) имущества, находящегося в ОКН (ВОКН), с последующей передачей арендатору доли собственности в объекте финансовых вложений (без изменения параметров объекта);
4. Перемещение ОКН (ВОКН) за счет инвестора с целью предотвращения утраты объекта;
5. Установление при расчете арендной платы арендаторам ОКН (ВОКН), осуществившим за свой счет работы по сохранению арендуемого объекта, корректирующего коэффициента, предусмотренного нормативными правовыми актами Красноярского края;
6. Проведение мониторинга состояния и использования ОКН (ВОКН) и принятие мер правового воздействия к собственникам и пользователям объектов;
7. Формирование инвестиционного предложения по приспособлению ОКН (ВОКН) для современного использования;
8. Приведение формы собственности объекта в соответствие с его целевым назначением, в частности передача ОКН (ВОКН) в муниципальную собственность в случаях преобладания в объекте муниципального жилого фонда или нахождения в объекте социально значимых учреждений муниципального подчинения.

Таким образом, проблема сохранения объектов культурного наследия может быть решена при правильной политике местных органов власти. Сохранение исторических кварталов является первостепенной задачей в перспективе развития города.

Список литературы

1. Информационный краевой портал [электронный ресурс], Режим доступа: http://www.yarskonline.ru/news/krasnoyarsk/20_05_11_v_centre_krasnoyarska_snesut_12_pamyatnik.html



КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТОЛОВЫХ ВАХТОВЫХ ПОСЕЛКОВ

Евтухова О.М.

научный руководитель канд. техн. наук Сергуничева Е.М.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в России происходит динамичное освоение богатого природно-ресурсного потенциала – нефти, природного газа, полезных ископаемых на Дальнем Востоке и в районах Крайнего Севера.

Освоение данного потенциала всегда начинается со строительства временных вахтовых поселков, в которых рабочие трудятся вахтовым методом. Вахтовый метод - нестандартный порядок организации трудовой деятельности на предприятии, когда сотрудники выезжают на место работы и проживают в течение некоторого времени вдали от семьи.

Вахтовый поселок – необходимая составляющая любого производственного объекта, удаленного от развитой инфраструктуры. Вахтовые поселки представляют собой комплекс жилых, культурно-бытовых, санитарных и хозяйственных зданий и сооружений, предназначенных для обеспечения жизнедеятельности работников, работающих вахтовым методом. Вахтовый поселок - это замкнутая инфраструктура, состоящая из разнообразных специализированных модульных зданий, находящихся на общей, строго ограниченной территории и предназначенная для обеспечения комфортными условиями работы, проживания и досуга персонала. Проживающие в вахтовых поселках обеспечиваются транспортным, торгово-бытовым обслуживанием, а также ежедневным горячим общественным питанием.

Для обеспечения сотрудников горячим питанием на территории вахтового поселка устанавливаются столовые.

Целью работы стало изучение конструктивных решений для столовых вахтовых поселков.

В настоящее время является актуальным проектирование, строительство и монтаж быстровозводимых столовых. Сейчас столовые изготавливаются по технологии модульного строительства на основе сборно-разборных модулей. В зависимости от площади объекта и количества людей столовая может состоять как из одного, так и из ряда готовых модулей, заблокированных между собой, при этом соответствует всем санитарным правилам и нормам.

Модульные столовые являются полноценными аналогами обычных столовых, которые построены по традиционным технологиям. Особенность сборки модульных столовых состоит в том, что их устанавливают на ровной площадке, причём наличие фундамента для этого не требуется. Универсальные блок-контейнеры дают возможность возводить строения произвольной конфигурации, при этом нет ограничений по ширине, длине или высоте. Модульные конструкции дают возможность в случае необходимости легко и быстро сделать перепланировку, которая производится перемещением внутренних перегородок. Помещения можно оборудовать любой инженерной коммуникацией – электрикой, вентиляцией, канализацией и другое

Сбор необходимой информации и последующая ее обработка позволила выявить следующие данные по конструктивным решениям для столовых вахтовых поселков, используемых в России в настоящее время.

Так, компания «РосМодуль» предлагает производство модульной столовой из блок-контейнеров РосМодуль. Конструкция стандартного блок-контейнера РосМодуль

- сварной блок-модуль рамочной конструкции. Соединение рамы крыши и рамы пола с угловыми стойками - сварное. Наружная обшивка - профлист С8; теплоизоляция стен - минвата KNAUF термоплита, толщиной 100 мм; внутренняя отделка стен - ЛДСП.

ЗАО «Центр структурных расчетов» предлагает проект модульного быстровозводимого здания «Столовая» из сборно-разборных блок-контейнеров ЦСР (CSR) следующей стандартной комплектации: стальной каркас; стены - унифицированные сэндвич-панели с внутренней проводкой в противопожарных каналах; утеплитель (PIR) - пенополиизоцианурат (принципиально новый материал отличный от пенополиуретана своей не горючестью, высокой степенью огнестойкости; отличается от минеральной ваты отсутствием гигроскопичности, низким коэффициентом теплопроводности и легким удельным весом).

Завод Бытовых Конструкций ООО «Стройсервис» предлагает проект здания столовой из блок-контейнеров следующей характеристики: герметичный цельносварной стальной лист; стены - сэндвич-панель на каркасе: утеплитель пароизоляционный слой «Мегаизол» и «Изовер»; внешняя обшивка - оцинкованный профилированный лист С8; внутренняя отделка - ПВХ панели.

ООО Торгово-строительная компания «Подрядчик» предлагает проект здания модульной одно- или двухэтажной столовой из блок-контейнеров «Иркут», имеющих следующую характеристику: утепленные рамы пола и потолка, холодногнутый прокат, утепление ПСБ-25. Стеновые утепленные сэндвич-панели - производятся по собственной технологии; соединяются между собой за счет замков из пенополистирола специальной конфигурации, позволяющих создать непрерывный тепловой контур по периметру транспака; в центре панели энергосберегающий пенополстирол; снаружи - металлический полимерно окрашенный лист, внутри - ЛДСП/ ПВХ-панели. Утеплитель - энергосберегающий экструдированный пенополистирол (ПСБ-25).

Компания «Ависта Модуль» разработала два варианта планировок модульных зданий столовых. Первый - проект здания столовой состоявшей из 8 лайфбоксов Хаски - этот вариант не предполагает наличие кухни для приготовления пищи. Второй проект - рассчитан на организацию питания с кухней полного цикла приготовления блюд; состоит из 14 сборно-разборных модулей. Проекты имеют следующую характеристику: внешняя отделка - оцинкованный профлист с полимерным окрашиванием; внутренняя отделка - стены и потолок - ЛДСП; утеплитель - минераловатная плита.

Примеры реализованных зданий по предложенным проектам: Республика Коми, Воркута - модульная столовая из блок-контейнеров на 86 человек; Республика Коми, Воркута - быстровозводимая столовая на 250 человек; Мурманская область, г. Ковдор - быстровозводимая модульная столовая из блок-контейнеров на 32 человека; Горнообогатительный комбинат «Быстринский» Забайкальский край - модульная столовая на 188 человек и другие.

После детального изучения было установлено, что модульные столовые обладают следующими основными преимуществами:

- Сжатые сроки производства модульного здания – 2-3 недели.
- Возможность возводить объекты строительства 12 месяцев в году, в том числе в труднодоступных регионах, где невозможно и невыгодно использование традиционных и обычных стройматериалов.
- Удобство использования модульных зданий и прекрасный внешний вид.
- Значительная скорость монтажа здания блочно-модульного типа.
- Возможность демонтажа блок-модулей.
- Высокие теплоизоляционные и огнеупорные качества модульных зданий.
- Современные, инновационные материалы и комплектующие используемые при изготовлении блочно-модульных зданий.



– Режим эксплуатации при температурах среды от +60 до –70 °С, снеговой нагрузки до VI, способность выдерживать ветровую нагрузку до 125 км/ч (по скоростному напору ветра I-IV районах), использования быстровозводимых модульных зданий в сейсмически опасных районах – до 8 баллов, а также в пожароопасных областях – степень огнестойкости II за счет нанесения огнезащитного покрытия.

– Возможность быстрого и легкого монтажа модульных зданий с предусмотренным доступом электроснабжения, отопления и водопровода делает блочно-модульные здания удобными для жизнедеятельности человека в любой географической точке.

– Долговечность блок-модульных зданий, рассчитанных как минимум на 50 лет безупречной службы, а при хорошем уходе и более.

– Стоимость блок-модульных быстровозводимых зданий не менее чем на 30-60% дешевле аналогичных капитальных строений, за счет экономии на инженерных и фундаментных работах, а также меньшей траты человеко-часов на возведение модульного здания по сравнению с аналогичным капитальным.

Таким образом, изучение конструктивных решений для столовых вахтовых поселков показало возможность широкого использовать данных сооружения практически в любой климатической зоне России. Позволило выявить основное преимущество модульных столовых то, что в любое время их можно разобрать, перевезти в другое место и оперативно собрать снова. Такие модульные столовые особенно подойдут тем компаниям, которые работают в газовой или нефтяной отрасли и их рабочие площадки постоянно перемещаются.

Список литературы

1 ГОСТ 25957-83. Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения. Введ. 01.07.1984. – М : Издательство стандартов, 1984.

2 Об утверждении основных положений о вахтовом методе организации работ [Электронный ресурс] : постановление Правительства Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам от 31.12.1987 г. № 794/33-82 (с изменениями на 19 февраля 2003 года). // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://base.consultant.ru>



КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ В ДОМАХ УСАДЕБНОГО ТИПА

Елисеев Р.О.

научный руководитель д-р техн. наук Пантелеев В.И.

Сибирский федеральный университет

Целью работы является снижение энергозатрат в домах усадебного типа в условиях Сибири путем использования нетрадиционных источников электроэнергии и повышения энергоэффективности за счёт рационального управления бытовыми процессами.

Проблема энергоэффективности частного дома не является новой, и в мире существует множество различных примеров ее решения. Так в Германии, давно применяется строительство, так называемых, активных домов. Их особенность заключается не только в более экономичном использовании тепло- и электроресурсов, но и в способности вырабатывать данные ресурсы автономно от сетей центрального снабжения. В общем случае система «Активный дом» жилищном строительстве — сочетание идей энергоэффективности, создания здорового микроклимата и бережного отношения к природе. При этом энергоэффективность достигается не только за счёт максимального энергосбережения, но и за счёт активного использования возобновляемых источников энергии, в особенности солнечной энергии. Возобновляемые источники энергии помогают превратить здание из потребителя энергии в производителя. Посредством солнечных коллекторов можно нагревать воду и отапливать помещение. Продуманные архитектурные решения позволяют обеспечить до 50% энергосбережения в тепловом балансе здания. Кроме солнечных батарей активные дома берут на вооружение еще несколько зеленых технологий. Это и светодиодное освещение, и солнечные коллекторы для нагрева воды и тепловые насосы, и вентиляция с рекуператором, и использование ветровой энергии. Идеал для активного дома – нулевой энергодоланс. Естественно, построить такое здание, которое даже пасмурным зимним днем сможет полностью обеспечить себя электричеством и теплом за счет солнца, практически нереально. Поэтому в активных домах используются сложные системы, состоящие из солнечных батарей, ветро- и дизельгенераторов объединенных между собой, а также из аккумуляторных батарей, необходимых для стабильной работы системы и надежного электроснабжения в любое время суток и при любых погодных условиях. Кроме того, в Европе существует практика отдавать в сеть излишки электричества, вырабатываемые активным домом. Это позволяет не только экономить на энергопотреблении, но и получать реальную прибыль от своего жилища!

В современных российских условиях такой вариант невозможен не по климатическим соображениям, а по юридическим: энергосети не покупают электричество у домохозяйств. Впрочем, даже активных домов в России в настоящее время очень мало. Кроме того, огромную проблему для проектирования таких домов в России создает жесткий климат. Пока что единственный, действительно северный, нулевой дом построен в Финляндии студентами Университета Аалто. Это одноэтажный полностью деревянный садовый домик по имени Luukku всего около 60 кв. м площадью.

Проблема теплоснабжения энергоэффективного дома в Российских условиях, а конкретно в суровых условиях Сибири встает еще более остро. Дело в том, что для тепловых насосов, обычно используемых при строительстве активных домов,

существенную роль играет перепад температуры в грунте и глубина его промерзания. Так в европейской части России, использование теплового насоса не является ключевым вопросом при проектировании. В Сибири же данное инженерное решение зачастую просто невозможно, ввиду того, что глубина промерзания грунта во многих районах является слишком большой и использование теплового насоса технически неосуществимо. В связи с этим встает вопрос теплоснабжения дома: использовать ли центральную систему теплоснабжения, электричество, выработанное в процессе эксплуатации автономных источников электроэнергии либо традиционные топливные ресурсы. Если учесть тот факт, что использование централизованных систем теплоснабжения не всегда возможно, остается выбор между двумя оставшимися альтернативными вариантами, причём анализируя данные варианты, требуется применить системный подход для наиболее рационального решения проблемы. С экономической точки зрения, использование электроэнергии для отопления выгоднее, так как при таком варианте отопления отсутствуют затраты на транспортировку ресурсов, а стоимость проточного электроводонагревателя соизмерима со стоимостью теплового котла. Однако стоит обратить внимание на надежность данной системы. Так при использовании электроотопления необходимо использование более мощных источников электроэнергии. Кроме того необходимо резервирование альтернативных источников электроэнергии, например дизельгенератором, ввиду большой вариативности характеристик гибридных автономных систем, основанных на нетрадиционных электроэнергетических ресурсах. Долгосрочная пасмурная погода в Сибири не является редкостью, особенно в зимнее время, когда наиболее заметен смог от промышленных и транспортных выбросов в атмосферу. Если прибавить к этому не всегда достаточную величину скорости ветра, то становится очевидным, что при отсутствии резерва велика опасность отказа системы электроснабжения, что в свою очередь повлечет за собой остановку системы теплоснабжения дома и невозможность его эксплуатации в качестве жилища.

Так из вышесказанного видно, что для создания энергоэффективного дома в России существует ряд технических трудностей, особенно заметных в тяжелых климатических условиях. Кроме того в России пока нет системного и продуманного подхода к строительству пассивных и активных домов, к так называемой «зелёной» архитектуре, и в первую очередь — из-за недостаточности государственной поддержки. К тому же практика строительства энергоэффективных домов в России показывает, что цифры энергопотребления для одинакового по конструктиву дома выше Европейских норм на 35-50%. Однако, это значительно эффективнее, чем традиционные методы строительства в России.

Вторым аспектом данной работы является внедрение сетей по рациональному управлению расходованием энергоресурсов. Это позволит сделать из активного дома – умный дом: способный не только вырабатывать электро- и теплоэнергию, но и эффективно ее использовать.

Система управления микроклиматом отслеживает такие параметры, как влажность, уровень CO₂, яркость солнца, скорость ветра, внутренняя и наружная температура, и в зависимости от этого регулирует уровень естественной или искусственной вентиляции. Кроме этого, также регулируется уровень электропотребления, выбирается оптимальный режим работы источников света и электроприборов. Кроме элементарных бытовых потребителей, умный дом может производить контроль и управление за системами связи, пожаротушения, охранных сигнализаций, телефонных линий и многим другим, включая инженерные коммуникации. Имеются модификации, в которых управление происходит через интерфейс Ethernet; к ним дополнительно подключаются коммутаторы и Wi-Fi роутеры

для беспроводного управления, если они не встроены в контроллер. В общем случае система управления энергопотреблением умного дома состоит из следующих элементов:

- контроллер умного дома (главный и дискретные модуляторы ввода-вывода);
- модули расширения и связи (коммутаторы, роутеры, GPS/GPRS модули);
- элементы коммутации электрической цепи (реле, диммеры, блоки питания);
- измерительные приборы, датчики и сенсоры (движения, температуры, света и др.);
- элементы управления системой (пульта, сенсорные панели, КПК, планшеты);
- исполнительные механизмы (клапаны воды, вентиляции, газа, ролеты и т. д.).

Данная система позволяет достичь заявленных задач и обеспечить оптимальное управление энергопотреблением дома.

Из вышесказанного следует, что хоть область изучения данной работы не является новой, однако многие ее аспекты, несомненно, актуальны для России, с ее уникальным климатом, а также другими особенностями, не позволяющими применять разработанные зарубежные схемы. Кроме того, системы типа «Умный дом» являются инновационными системами, и в России, на данный момент существует огромный резерв для их применения.

Список литературы

1. Научный и общественно- просветительский журнал: «Инициативы XXI века» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ini21.ru/arhiv/4-5-11/1511.php>
2. Активный эффект [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/1643073>
3. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию Часть.2 [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/489/>
4. Умный дом [электронный ресурс]. Режим доступа: http://electromost.com/news/umnyj_dom_chast_pervaja/2012-08-24-73
5. Составляющие элементы системы умный дом, их назначение и принцип работы [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mastery-of-building.org/sostavlyayushhie-elementy-sistemy-umnyj-dom-ix-naznachenie-i-princip-raboty/>
6. Умный дом: новейшие технологии для реальной жизни [электронный ресурс] <http://koffkindom.ru/umnyj-dom-novejshie-texnologii-dlya-realnoj-zhizni.htm>



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

Жанкова С.А., Огорельцева Н.В.

научный руководитель канд. тех. наук Добросмыслов С.С.

Сибирский федеральный университет

При проектировании и эксплуатации стен с утеплителем существует одна проблема - это конденсация влаги внутри конструкции. Водяной пар, в результате диффузии попадающий в толщу стен, может привести к накоплению влаги внутри утеплителя, а это в последствие приведет ухудшению теплофизических свойств. Следовательно, проблема конденсации внутри ограждающей стеновой конструкции актуальна.

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита здания» задача «недопустимости» выпадения конденсата водяного пара по толще стены проводится для одномерной задачи. Однако, в реальных условиях (угловых соединений, стыков стен и др.) данного расчета может быть недостаточно. Следовательно, возникает необходимость решать двухмерную задачу. Однако, двумерная задача не решается аналитическими методами, соответственно необходимо применять численные методы.

Целью исследовательской работы является решения задачи теплопереноса в двумерном случае для угловых ограждающих конструкций.

Задачи:

1. Решить двумерную задачу теплопереноса для угловой ограждающей конструкции;
2. Рассмотреть зависимость выпадения конденсата (распределение температуры, концентрации) для различных утеплителей, имеющих разные теплофизические свойства;
3. Выполнить сравнительный анализ полученных данных в результате проведенной работы.

Методика исследования.

Для одномерного случая расчет проводился аналитическим методом по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита здания». Двумерная задача решалась в пакете программ COMSOL Multiphysics 3.5a.

Решения задачи теплопереноса в многослойных ограждающих конструкциях сводятся к решению уравнений теплопроводности и диффузии:

$$\nabla \lambda \nabla T = 0, \quad (1)$$

$$\nabla D \nabla C = 0, \quad (2)$$

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м×К); T – температура, С°; D – коэффициент диффузии, м²/с; C – концентрация мол/м³.

Для связи уравнений теплопроводности и диффузии использовались следующие зависимости. Водяной пар рассматривался в рамках приближения идеального газа (выполнялось уравнение Менделеева-Клапейрона):

$$C = \frac{E}{RT}, \quad (3)$$

Парциальное давление водяного пара определялось[1]:

$$E = 1,84 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-5330}{T+273}\right) \times \frac{\varphi}{100}, \quad (4)$$

Коэффициент диффузий определялся[3]:

$$D = \frac{\mu R}{MT}, \quad (5)$$

μ – коэффициент паропроницаия, кг/(Па×с×м); R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль×К; T – температура, С°; M – молярная масса воды, кг/моль, φ – влажность воздуха, %.

Результаты проведенной работы.

На рис. 1 представлено распределение действительного парциального давления водяного пара по толще стены, рассчитанное аналитическим методом и в пакете программ COMSOL Multiphysics 3.5a. Расчет двумя методами проводился с целью верификации.

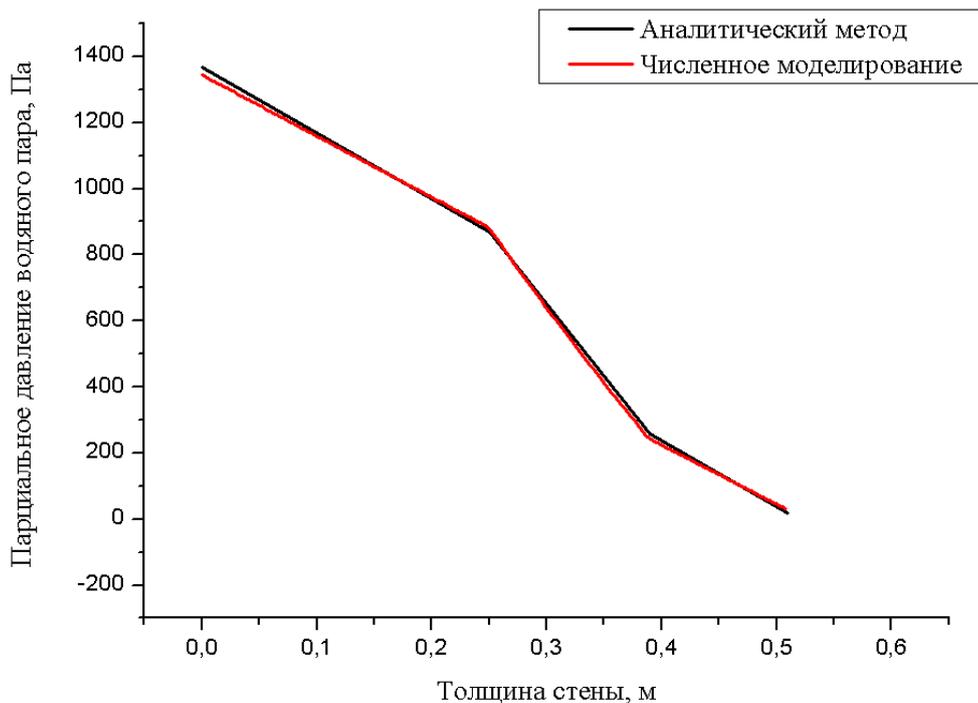


Рис.1 – Распределение действительного парциального давления водяного пара по толще стены

Так как расхождения не значительные, можно считать любой подход к решению данной задачи равнозначным. Следовательно, данная методика численного расчета может быть применена для решения задачи в угловых ограждающих конструкциях.

Расчитанное количество выпавшего конденсата по данной методике приведено на рисунке 2.

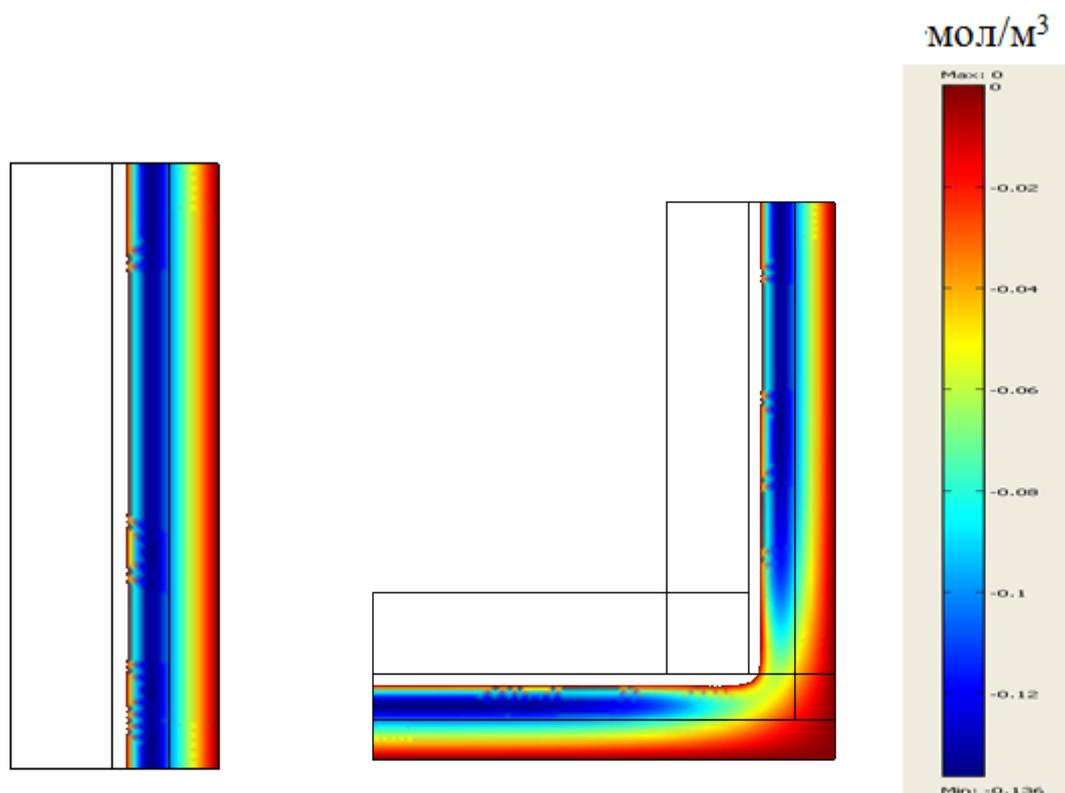


Рис.2 – Количество выпавшего конденсата по глади и для углового стыка

Как следует, из приведённого рисунка максимальное количество конденсата выпадает в слой утеплителя. Причем в угловом стыке конденсат практически не выпадает.

Заключение.

Было проведено численное моделирование в ходе которого, рассчитали зависимость количества и место выпадения конденсата (распределение температуры, концентрации) для различных утеплителей, имеющих различные теплофизические свойства.

Было показано, что предложенная методика расчета может быть использована при проектировании сложных ограждающих конструкций.

Список литературы

- 1 СП 50.13330.2012 Тепловая защита здания. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. –Введ.01.07.2013. – Москва. – 32 с.
- 2 СП 50 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. Взамен СП 23-101-2000. –Введ.01.06.2004. – Москва. – 128 с.
- 3 Исследование влагофизических свойств пенополиэтилена энергофлекс® [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mognovse.ru/ins-issledovanie-vlagofizicheskikh-svoystv-penopolietilena-ener.html>

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ БЛОЧНЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Лямзина П.В.

научный руководитель канд. техн. наук Сергуничева Е.М.

Сибирский федеральный университет

Главным направлением индустриализации строительства остается и получает свое дальнейшее развитие комплектно-блочный метод. Строительство таким способом особо незаменимо при обустройстве нефтяных и газовых месторождений северных районов, а также в связи с государственными мероприятиями, направленными на социально-экономическое развитие районов Севера.

В настоящее время самыми распространенными видами застройки вахтовых поселков являются блочно-модульное (рис. 1а) и блочно-контейнерное строительство (рис. 1б).

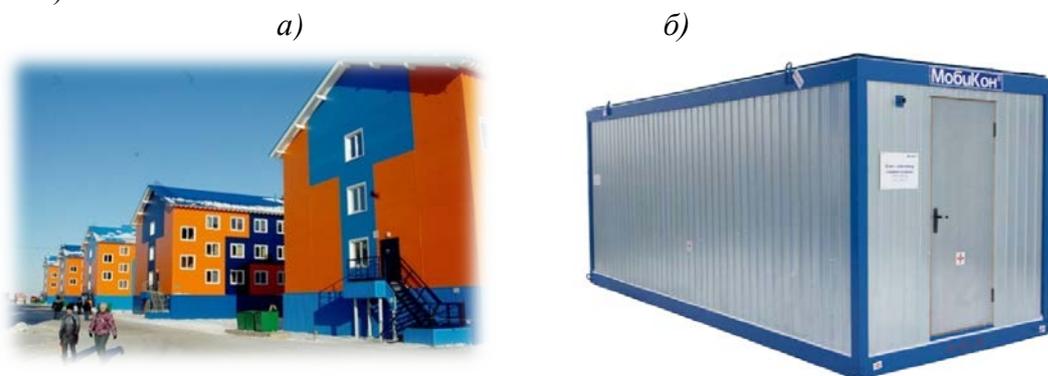


Рис.1 – Застройка вахтовых поселков а – блочно-модульное здание, б – блок-контейнер

С точки зрения эксплуатации блочно-контейнерное строительство – наиболее практичный вариант. Однако, требования СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» не распространяются на жилые, общественные, производственные, сельскохозяйственные и складские здания площадью менее 50 м². Уровень тепловой защиты таких зданий устанавливается собственниками (заказчиками) **при соблюдении санитарно-гигиенических норм** [1].

На данном этапе предметом изучения являются наружные ограждающие конструкции таких зданий – сэндвич-панели. В настоящее время наиболее широко используются панели с теплоизоляционным слоем из экструдированного пенополистирола и минеральной ваты (табл. 1). Основываясь на представленных данных, для дальнейших расчетов энергетических показателей блочного здания принимаем характеристики экструдированного пенополистирола (так как он дешевле, имеет лучшие теплофизические характеристики и больший срок службы).

Как известно, требования тепловой защиты зданий выполняются при одновременном выполнении поэлементных, санитарно-гигиенических и комплексных требований. Для климатических условий п.г.т. Диксон (t_{ext} - минус 40°C, $h_{от}$ – 365 сут, $t_{от}$ - минус 11,5°C) и оптимальных параметров микроклимата жилого здания (t_{int} - +21°C, f_{int} – 55%) минимальная требуемая толщина стеновых сэндвич-панелей составляет 200 мм. Что же касается выполнения санитарно-гигиенических требований, то для заданных условий температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже 11,6 °С.

Таблица 1 - Технические характеристики теплоизоляционных материалов, применяемых при изготовлении сэндвич-панелей

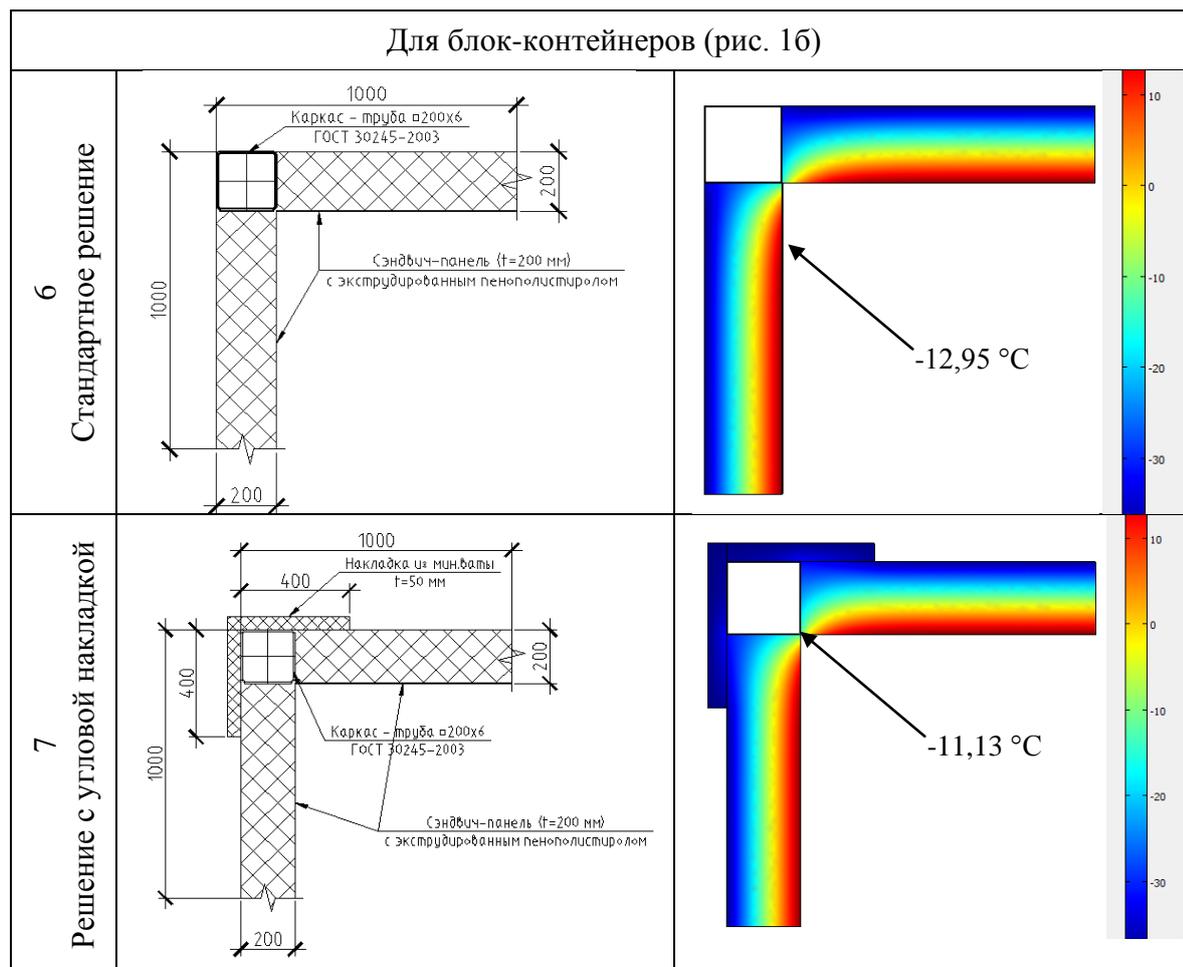
Показатель \ Материал	Экструдированный пенополистирол Thermit XPS	Минеральная вата ROCKWOOL	
		СЭНДВИЧ БАТТС С (стенная)	СЭНДВИЧ БАТТС К (кровельная)
Плотность, кг/м ³	35	115	140
Коэффициент теплопроводности (для условий эксплуатации Б), Вт/м*°С	0,032	0,046	0,049
Предел прочности на сжатие, МПа	0,25	0,06	0,1
Группа горючести	Г3	НГ	
Срок службы	50 лет	15-20 лет	
Средняя стоимость 1м ³ , рублей	4850	4520	6 328

В рамках данной статьи была проведена серия расчетов с различными видами устройства углового соединения стеновых сэндвич-панелей. В качестве выходного показателя была принята минимальная на внутренних ограждающих конструкциях. Конструкции изучаемого узла и результаты расчетов в виде температурных полей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение температурных полей стеновых ограждающих конструкций блочных зданий

№ п/п	Схема устройства углового соединения	Распределение температурных полей
Для блок-модулей (рис. 1а)		
1 Стандартное решение с несущим каркасом		

<p>2</p> <p>Стандартное решение без несущего каркаса</p>		
<p>3</p> <p>Решение с угловым соединением панелей</p>		
<p>4</p> <p>Решение с угловой панелью</p>		
<p>5</p> <p>Решение с помощью «зуба»</p>		



Исходя из результатов расчетов, можно сделать следующий вывод: санитарно-гигиеническим требованиям тепловой защиты блочного здания в части невыпадения конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций соответствуют угловые соединения №3, 4 и 5. Полученные данные являются основанием для дальнейшего изучения данных типов соединений и возможности их доработки для обеспечения их несущей способности с целью применения в качестве самостоятельной бескаркасной конструкции блочного строительства.

Список литературы

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М., Госстрой России, 2012. 27 с.
2. СТО 86621964-001-2010 «Проектирование тепловой защиты жилых и общественных зданий». – Красноярск, НПСРпроект, 2010. 34 с.
3. СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий». – М., РОИС, 2006. 64 с.
4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. МЕТОДЫ РАСШИРЕНИЯ УСЛУГ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Петрова.С.Ю.

научный руководитель канд .техн. наук Сергуничева Е.М.

Сибирский федеральный университет

Проектирование зданий складывается из творческого многоуровневого процесса на основе единых государственных норм и стандартов.

Проектирование является важным и ответственным этапом реализации любого проекта. По этапам проектирования производят разработку технологического функционирования будущего здания и его архитектурного образа [7]. Также необходимо учесть сбор нагрузок, выбор и детальный расчет конструктивных и инженерных решений.

От качественного выполнения работ зависит правильное функционирование, надежность, удобство, долговечность проектируемого здания. Поэтому проектные работы должны выполняться только опытными специалистами, с достаточным практическим опытом проектирования.

Рынок проектных работ очень важен в развитии функционирования и надежности здания. Также для дальнейшего обеспечения строительства и эксплуатации зданий [4].

Во времена экономического кризиса особо четко прослеживаются проблемы в сфере проектирования, и в сфере практической реализации проекта.

Анализ проектирования и разработки представляет собой особый процесс взаимоотношений между заказчиком и проектировщиком, с ее дальнейшей выдачей качественной продукции. В данном случае проектно-сметной документации (ПСД).

Данная взаимосвязь анализа проектирования представлена на рисунке 1.



Рис.1 - Схема анализа проектирования и разработки

Несмотря на то, что проектные организации, состоящие в СРО, имеют поддержку со стороны компенсационного фонда СРО, в данное время количество организаций сокращается [8].

По данным РОССТАТа почти 30 % проектных организаций ушли из рынка проектирования [9;10].

Можно рассмотреть проблемы, существующие в проектной сфере. Почему проектировщики прекращают свою деятельность? Несмотря на то, что в советские годы

был накоплен огромный опыт комплексного проектирования зданий, эпоха рыночных отношений практически сводит его к нулю.

К основным «проблемам» рынка услуг проектирования можно отнести:

– отсутствие культуры управления проектированием зданий и сооружений.

Проектировщики около 40 % своего времени делают ненужную работу. Поскольку им ставятся некорректные задачи, их действия не согласуются друг с другом, нет должной коммуникации с заказчиками. Свободные рыночные отношения привели к повсеместному использованию фрилансеров.

Фрилансер (проектировщик) – компетентный специалист, занимающийся проектированием здания. Проблема с фрилансерами состоит не в их квалификации, а в подходе к работе. Они стремятся сделать проект минимальными усилиями и получить гонорар, не желая вносить необходимые изменения в выполненную работу. В результате проект может остаться незавершенным, и затягивается время на его исполнение. Услугами фрилансеров зачастую удобно и выгодно пользоваться, но лучше не поручать им большую и сложную работу.

– отсутствие общения между проектировщиком и заказчиком.

Это одна из основных проблем отечественного современного проектирования. Основная задача руководителя проектного бюро – это создать условия, в которых проектировщики, заказчики, смежники, и представители городских властей будут комфортно общаться между собой. Однако обычно общение ведется только между руководителями и только посредством официальных писем. И это зачастую затягивает процесс и вносит некие недопонимания в задачах поставленных перед исполнителем.

В итоге процессы, которые могли бы длиться несколько дней растягиваются на недели, а то и месяцы. Особенно это характерно для крупных проектных институтов.

– появление на рынке проектных работ случайных, профессионально неподготовленных, но привлекательных по стоимости проектных работ проектировщиков (подразумеваются юридические и физические лица), объединенных в небольшие, носящие зачастую временный характер, коллективы;

– в невосполнимых потерях проектировщиков: старшее поколение, прошедшее надежную школу в проектных институтах СССР, уходит из активного проектирования. У институтов снижается компетенция, и от многих из них остались только престижные названия.

В учебных институтах обучение на проектировщика практически отсутствует, если раньше этот пробел восполняли многоопытные и высокопрофессиональные кадры специалистов проектных институтов, то теперь подавляющее большинство даже очень одаренных выпускников в силу ряда обстоятельств по прошествии незначительного времени превращаются в ремесленников, или идут на стройки и уже редко когда возвращаются в проектирование хотя на стройках тоже нужны специалисты, а если и начинают свою профессиональную деятельность в качестве проектировщика набираться опыта ему не у кого. Так как проектировщикам с опытом работы не предоставляют такой возможности для обучения молодого специалиста, ввиду занятости из сильно сжатых сроков времени для проектирования объекта и прохождения экспертизы, а также устранения замечаний по ней.

Если раньше каждый проектный институт имел свой почерк проектирования, который невозможно было перепутать с почерком другого института и молодые специалисты набирались профессиональных знаний в стенах одного проектного института, а затем долгие годы своей жизни связывали с одним местом работы, то в настоящее время текучесть кадров – обычное явление.

Все это обостряется еще и перед подготовкой архитекторов на фоне нехватки других специальностей. В настоящее время прослеживается острый дефицит в



конструкторах, специалистах генплана, специалистах инженерных специальностях, и совсем уже катастрофическое положение с главным инженером. В любом проектном институте раньше Главный инженер - (ГИП) проекта не только отвечал за проект, но и руководил им. В настоящее время ГИП стал главным исполнителем по согласованию проектной документации, поскольку на согласование ее требуется значительно больше времени, чем на его разработку. Особенно влияет позиция согласовывающих организаций, выдвигающих, как правило, достаточно спорные требования, что приводит к затягиванию процесса проектирования и как следствие строительства.

Подавляющее большинство проектных организаций относится к среднему и малому бизнесу - и, что ожидает их в развивающемся кризисе, если уже сейчас на начальной его стадии давят неплатежи за выполненные проектные работы в условиях кризиса, усиливается зависимость проектировщиков от заказчиков и строителей.

Намечающийся спад в строительстве вплоть до консервации отдельных объектов негативно отразится на финансовом положении проектировщиков, особенно, если учесть, что проектирование, в отличие от строительства, финансируется не по процентовкам, а по законченным этапам. При этом объем проектных работ, обеспечивающий выпуск документации в сроки определенные этапом, как правило, невозможно выполнить без частичного выполнения работ последующих этапов.

В условиях кризиса конкуренция между проектными организациями усиливается, и победят не самые сильные, в профессиональном смысле слова, организации, а те, кто предложат наиболее низкую цену проектных работ.

Следовательно, встает дилемма: отказываться от низких цен на проектные работы и обрекать организацию на сокращение штатов, на уменьшение должностных окладов, а в каких-то случаях и на прекращение ее деятельности, или выполнять проектирование по явно заниженным ценам, что неминуемо приводит к снижению заработной платы и, как следствие, к уходу из организации (не исключено, что и из проектирования вообще) высококвалифицированных кадров.

Исходя из изложенного выше, предлагаю методы для расширения услуг проектной деятельности, которые, будут иметь положительную динамику:

- повышение активности рекламной деятельности, развитие веб сайтов;
- снижение цен на выполняемые работы (услуги);
- использование новых информационных технологий (ВІМ) для разработки проектно-сметной документации;
- активное участие в выставках, семинарах и научных конференциях;
- привлечение посреднических фирм для распространения предложения своих услуг;
- необходимость расширения видов услуг проектной организации не должна ориентировать руководство на поиск только новых, нетрадиционных видов услуг;
- вести более жесткий контроль проектной организацией своих смежников (НИИ, изыскательские организации и т. п.) – регрессивная интеграция;
- слияние, приобретение во владение или более жесткий контроль конечными пользователями продукции проектной организации (строительно-монтажные организации, заводы - поставщики оборудования и др.) - прогрессивная интеграция;
- слияние, приобретение во владение или более жесткий контроль предприятий-конкурентов (проектных организаций в рамках одной или нескольких отраслей, ассоциаций, союзов и т.п.).
- необходимо менять культуру и СТИЛЬ работы в работе с коллективом руководителя ;
- также договорные схемы, как внутри проектных соисполнителей, так и между заказчиками и подрядчиками;



- рассматривать и делить риски; рассматривать и делить выгоды; менять подход к графикам исполнения выполнения работ;
- менять отношение к совместной работе между коллегами (проводить совещания, обмен информацией, документирование данных, четкое их отслеживание и контроль);
- переносить принятия решений на более ранний срок (это самое сложное, на мой взгляд, в условиях инертности заказчиков, так как необходимо поработать, согласовать, и утвердить множество проектных решений).

Список литературы

1. Сергеев, С.В. Архитектурное наследие России. Михаил и Константин Быковские. Книга 6- дата введ. 10.11.2011. – М.: 2011. – 320 с.
2. Печенкин, И.Е, Архитектурное наследие России. Сергей Соловьев -М, 2012. – 228 С.
3. Зуковски, Д. Современная архитектура в деталях. Как такое могли построить.- дата введ. 10.11.2015. – М.: 2015. – 224 с.
4. Брукс, Ф. Проектирование процесса.– дата введ. 02.11.2013. – М.:2013. - 464 с.
5. Нефф, Л. Строительство и архитектура дата введ. 8.11.2005. – М.:2011.- 264 с.
6. СанOFF, Г. Соучаствующее проектирование-дата введ.25.08.2015-- М.: 2011. – 270 с.
7. Кушнер, М. Будущее архитектуры. 100 самых необычных зданий.-дата введ. 10.11.2015. – М.: 2011. – 287 с.
8. Реестр СРО Красноярского края. [электронный ресурс] Режим доступа://www.reestr-sro.ru/sro/sibirskiy-federalniy-okrug/krasnoyarskiy-kray/.
9. Рейтинговое агентство строительного комплекса[электронный ресурс] Режим доступа:: <http://rask.ru/>.
- 10.Федеральная служба государственной статистики: [электронный ресурс] Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru/>



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В НАРУЖНОМ УГЛУ ЗДАНИЯ**Подковырин В.С., Подковырина К.А.****научный руководитель д-р техн. наук Назиров Р.А.***Сибирский федеральный университет*

Как известно, на внутренней поверхности наружного угла, по сравнению с гладью стены, температура ниже, что является причиной выпадения конденсата, промерзания углов, а так же дополнительных теплопотерь здания. Одни из главных задач проектировщика заключаются в обеспечении санитарно-гигиенического показателя тепловой защиты здания и гарантировании удельного расхода тепловой энергии на отопление здания не более нормируемого значения. Основным документом для этого является СП50.13330.2012 [1], где изложены методики расчета величины сопротивления теплопередачи и температуры глади конструкции. Для остальных случаев температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей, что является достаточно трудоемким процессом. В СТО17532043-001-2005 [2] приведена формула для нахождения температуры внутренней поверхности только прямого угла. В статье приводится методика нахождения температуры для различной геометрии углов зданий, без расчета температурных полей.

Цель работы состояла в разработке метода определения температуры внутренней поверхности наружного угла здания, при его различной геометрии.

Поставленная цель достигалась решением следующих задач:

1. Определить формулу для вычисления температуры наружного угла.
2. Получить температуры для всех наружных углов (15-165°) и при различных теплопроводностях (0,04-1 Вт/(м*°C)).
3. Вычислить недостающий коэффициент x для каждого угла.
4. Определить величину ошибки.

Согласно п 2.9 [2]: температуру в прямом наружном углу $t_{уг}$, следует определять по формуле

$$t_{уг} = t_{в} - \frac{A*n(t_{в}-t_{н})}{(R_0*\alpha_{в})^{2/3}}, \quad (1)$$

где $n \leq 1$ - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 2);

$t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно [3];

$t_{н}$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °C, принимаемая равной средней температуре наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92($t_{н1}$ 0,92) по[4];

$\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по [1 т. 4].

A - коэффициент, равный 1 - для однослойных конструкций и 0,75 - при наличии эффективного утеплителя и внутреннего теплопроводного слоя [2];

R_0 - сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м².°C/Вт.

Температуру внутренней поверхности в любом наружном углу $t_{уг}$ следует определять по формуле

$$t_{уг} = t_{в} - \frac{A*n(t_{в}-t_{н})}{(R_0*\alpha_{в})^x}, \quad (2)$$

где n , $t_{в}$, $t_{н}$, $a_{в}$, A , R_0 – то же, что и в формуле 1;
 x – коэффициент, зависящий от геометрии угла.

Температура внутренней поверхности при различных геометриях наружных углов здания определена с помощью программного комплекса «ANSYS». Шаг углов принят 15°.

За исходные данные были приняты следующие параметры:

- наружная стена однослойная ($n=1$, $a_{в}=8,7$, $a_{н}=23$, $A=1$) толщиной 400 мм с несколькими теплопроводностями (0,04; 0,1; 0,2; 0,5; 0,75; 1 Вт/(м*°C));
- температура внутреннего воздуха 21°C [3];
- температура внешнего воздуха минус 37°C [4].

Верификация проводилась по прямому углу и по глади стены. Результаты отражены в таблице 1. Коэффициенты x для каждого угла вычислены при помощи программы «STATISTICA». Результаты отражены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты расчетов температуры углов в программе «ANSYS»

Угол R	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0,3584	-10,97	-10,21	-9,46	-8,52	-7,58	-6,50	-5,31	-4,01	-2,61	-1,08	0,59	2,40
0,4251	-8,20	-7,40	-6,62	-5,64	-4,67	-3,56	-2,35	-1,03	0,38	1,91	3,55	5,32
0,5584	-4,23	-3,38	-2,61	-1,58	-0,61	0,52	1,74	3,04	4,42	5,88	7,43	9,06
1,1584	4,14	4,98	5,64	6,63	7,48	8,50	9,57	10,67	11,79	12,94	14,09	15,25
2,1584	9,32	0,07	10,54	11,41	12,08	12,92	13,78	14,63	15,48	16,32	17,13	17,91
5,1584	14,43	14,98	15,20	15,83	16,23	16,79	17,34	17,86	18,37	18,85	19,30	19,71

Таблица 2 – Коэффициенты x для различных углов

Угол,°	15	30	45	60	75	90
Коэффициент x	0,5350	0,5564	0,5747	0,6026	0,6291	0,6624
Угол,°	105	120	135	150	165	180
Коэффициент x	0,7006	0,7439	0,7937	0,8516	0,9194	1,0000

Во время проверки полученных коэффициентов на различных примерах (разные формы углов, толщины, теплопроводности), нам не удалось превысить величину абсолютной ошибки на более чем 0,36°C (в среднем она составила 0,09°C).

Список литературы

1. СП50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
2. СТО17532043-001-2005 «Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий», Москва 2006.
3. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
4. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».



СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Подковырин В.С., Подковырина К.А.

научный руководитель д-р. техн. наук Назиров Р.А.

Сибирский федеральный университет

Современное общество с каждым днем потребляет все больше энергии, и это связано с ростом численности жителей Земли, модернизацией оснащённости их жилищ, а также с наращиванием масштабов промышленного производства. В то же время ограниченность запасов невозобновляемых энергетических ресурсов (нефти, угля и газа) сказывается на стоимости их добычи, а в результате – на тарифах для конечных потребителей. Чрезвычайно важна экологическая составляющая в вопросах энергосбережения. Выдающийся архитектор сэра Норман Фостер пишет: «Проблемы окружающей среды воздействуют на архитектуру на каждом ее уровне. Половина потребления энергии в развитых странах приходится на здания, и еще четверть – на транспорт. Архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но мы можем проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии. Расположение и функциональное назначение сооружения, его конструктивная гибкость и технологический ресурс, ориентация, форма и конструкция, его системы обогрева и вентиляции, характеристики используемых при строительстве материалов – все эти параметры влияют на количество энергии, требующейся для возведения, эксплуатации и технического обслуживания здания».

Для проработки и оценки методов проектирования энергоэффективных зданий был выбран объект исследования - общежитие Сибирского Федерального Университета (СФУ) №27 по адресу пр. Свободный, 76к, т.к. оно является одним из самых энергоэффективных зданий г. Красноярска.

Исследовались следующие параметры:

- оптимальная геометрия здания;
- применение эффективного стеклопакета;
- снижение площади остекления;
- ориентация окон по сторонам света;
- установка рольставен;
- установка приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией;
- увеличение толщины утеплителя.

На изменение каждого параметра нами был составлен энергетический паспорт здания и локальный сметный расчет, рассчитано увеличение стоимости 1м² квартиры, а так же вычислен срок окупаемости применения этого принципа (без учета временной стоимости денег).

Сравнительный анализ методов повышения энергоэффективности рассматриваемого объекта представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов повышения энергоэффективности рассматриваемого объекта

Метод	Затраты на реализацию, тыс.руб	Увеличение стоимости 1 м ² квартиры, тыс.руб	Экономия за отопительный период			Срок окупаемости, лет	Срок службы, лет	Экономия затрат на отопление и вентиляцию за срок службы, тыс.руб
			тепла, МВт·ч/год	тыс.руб	CO ₂ , т			
Геометрия здания	-11147 - 0	-1,487 - 0	79	67	43	0	100 (срок здания)	6691 - 17838
Снижение площади остекления	-7426 - 0	-0,991 - 0	20	17	11	0	100 (срок здания)	1658 - 9084
Ориентация окон по сторонам света	0	0	16	14	9	0	100 (срок здания)	1393
Эффективный стеклопакет	139	0,019	69	59	38	2,4	30	1618
Рольставни	12418	1,657	87	74	47	168,9	20	-10951
Приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла	2970	0,396	684	581	372	5,2	20	8605
Увеличение толщины утеплителя стены	1220	0,163	47	40	25	30,8	30	-32

Сравнение экономии тепла за отопительный период при применении различных методов, сравнение затрат на реализацию различных методов и сравнение экономии затрат на отопление и вентиляцию за срок службы при применении различных методов представлены на рисунках 1-3 соответственно.



Рис.1 – Сравнение экономии тепла за отопительный период при применении различных методов



Рис.2 – Сравнение затрат на реализацию различных методов

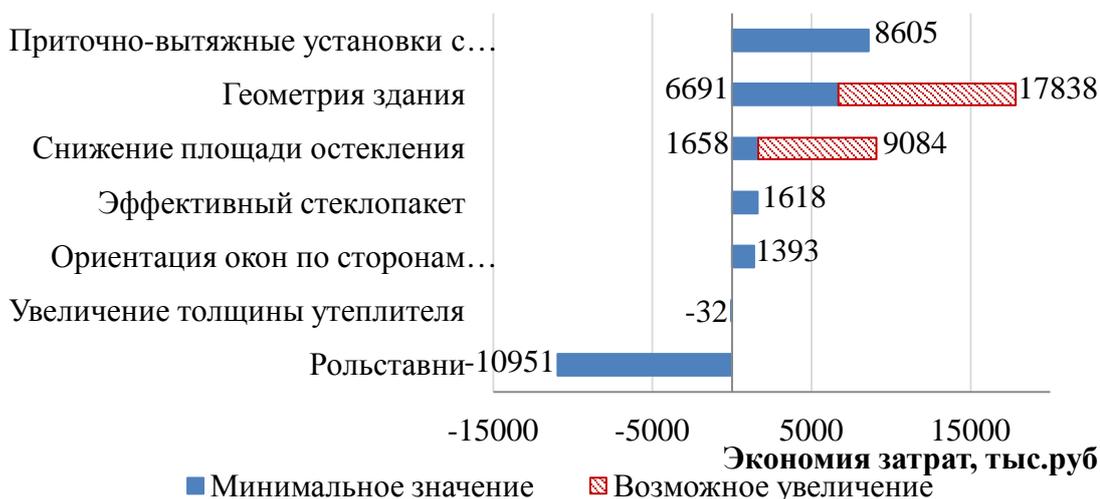


Рис.3 – Сравнение экономии затрат на отопление и вентиляцию за срок службы при применении различных методов

На основании нашего исследования, сделаны выводы:

Самыми эффективными принципами являются установка приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла и применение правильной геометрии здания.

Менее эффективными принципами являются снижение площади остекления, применение эффективного стеклопакета и ориентация окон по сторонам света.

Увеличение толщины утеплителя будет эффективным, если использовать качественный материал, который прослужит более 30 лет.

Установка рольставен эффективна, но не целесообразна при текущих ценах на их устройство.

При применении всех принципов (за исключением рольставен) стоимость 1 м² квартиры увеличится не более чем на 578 рублей, в зависимости от экономии затрат на реализацию этих способов.

Следует отметить, что данные выводы сделаны для определенного здания и при определенных климатических, рыночных и прочих условиях и не обязательно будут

справедливы в ином случае. Вопрос должен прорабатываться при проектировании в текущих условиях.

Список литературы

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.01.2012. - Москва : ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 1.01.2013. - Москва : ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
4. СП 60.13330.2011 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2001. – Введ. 01.01.2013. - Москва: ОАО «НИЦ «Строительство», 2013.
5. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2010. — 148 с
6. Доклад о ходе выполнения в 2012 г. комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 г.
7. Ю.А.Табунщиков, М.М.Бродач, Н.В.Шилкин - Энергоэффективные здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003-200 с.
8. Подолян Л.А. Энергоэффективность жилых зданий нового поколения: дис. на соискание ученой степени к.т.н/Подолян Леонид Алексеевич.



ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОЗИЦИИ НОРМИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

Подковырина К.А., Подковырин В.С.
научный руководитель д-р. техн. наук Назиров Р.А.
Сибирский федеральный университет

В настоящее время проблема энергоэффективности является одной из наиболее актуальных для развития России. В частности в жилищном хозяйстве России имеется огромный потенциал эффективного использования энергии. Согласно структуре теплопотерь жилых зданий (рисунок 1), наибольшее количество тепла уходит через глухие и светопрозрачные ограждающие конструкции.



Рис.1 – Структура теплопотерь жилого здания

Следует отметить, что площадь остекления фасада, меньше площади глухих стен, а теплопотери через окна близки, и даже больше, теплопотерь через стены. Исходя из этого, теплотехническим характеристикам светопрозрачных ограждающих конструкций следует уделять первоочередное внимание.

С целью оптимизации конструкции стеклопакета нами получено уравнение регрессии влияния геометрии конструктивных элементов и теплопроводности газа, заполняющего камеры стеклопакета, на сопротивление теплопередаче. В качестве варьируемых факторов были приняты: ширина дистанционной рамки, толщина стекла и теплопроводность газа.

Расчеты проводились в общедоступной программе LBNL Window 7.4. с граничными условия третьего рода (для г. Красноярск): температура внешнего воздуха минус 37 °С [3], коэффициент теплоотдачи наружной поверхности 23 Вт/(м²·°С) [2], температура внутреннего воздуха 21 °С [4], коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности 8 Вт/(м²·°С) [2].

Для реализации оптимизации параметров светопрозрачных конструкций применен метод математического планирования эксперимента, осуществленный в программе «STATISTICA».

Матрица планирования эксперимента и реализация плана эксперимента представлены в таблице 1 и в таблице 2 соответственно. Проверка адекватности уравнения регрессии представлена на рисунке 2.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Обозначение факторов	Наименование факторов варьирувания	Уровни варьирувания		
		1	0	-1
b	Ширина дистанционной рамки, мм	22	16	10
δ	Толщина стекла, мм	8	6	4
λ	Теплопроводность газа, Вт/(м·°C)	0,024069	0,020209	0,016349

Таблица 2 – Реализация плана эксперимента

№ расчет а	Наименование и значения факторов варьирувания			Сопротивление теплопередаче R, м ² ·°C/Вт
	b	δ	λ	
1	0 (16)	1 (8)	0 (0,020209)	0,5473
2	0 (16)	-1 (4)	-1 (0,016349)	0,5602
3	-1 (10)	0 (6)	-1 (0,016349)	0,5624
4	0 (16)	-1 (4)	1 (0,024069)	0,5133
5	0 (16)	1 (8)	-1 (0,016349)	0,5731
6	1 (22)	-1 (4)	0 (0,020209)	0,5230
7	0 (16)	0 (6)	0 (0,020209)	0,5402
8	0 (16)	-1 (4)	0 (0,020209)	0,5341
9	-1 (10)	1 (8)	0 (0,020209)	0,5385
10	1 (22)	0 (6)	-1 (0,016349)	0,5556
11	-1 (10)	0 (6)	1 (0,024069)	0,5120
12	1 (22)	1 (8)	0 (0,020209)	0,5359
13	-1 (10)	-1 (4)	0 (0,020209)	0,5263
14	1 (22)	0 (6)	1 (0,024069)	0,5076
15	0 (16)	1 (8)	1 (0,024069)	0,5266

Согласно полученным результатам в программе «STATISTICA», уравнение регрессии имеет вид

$R = 0,0540200 - 0,002800 \cdot b - 0,008400 \cdot b^2 + 0,006600 \cdot \delta + 0,000500 \cdot \delta^2 - 0,023350 \cdot \lambda + 0,002600 \cdot \lambda^2 + 0,000175 \cdot b \cdot \delta + 0,001325 \cdot b \cdot \delta^2 - 0,000325 \cdot b^2 \cdot \delta - 0,001375 \cdot b^2 \cdot \delta^2 + 0,000600 \cdot b \cdot \lambda - 0,001250 \cdot b^2 \cdot \lambda + 0,000100 \cdot \delta \cdot \lambda - 0,000050 \cdot \delta \cdot \lambda^2$ где b, δ, λ – значения факторов варьирувания.

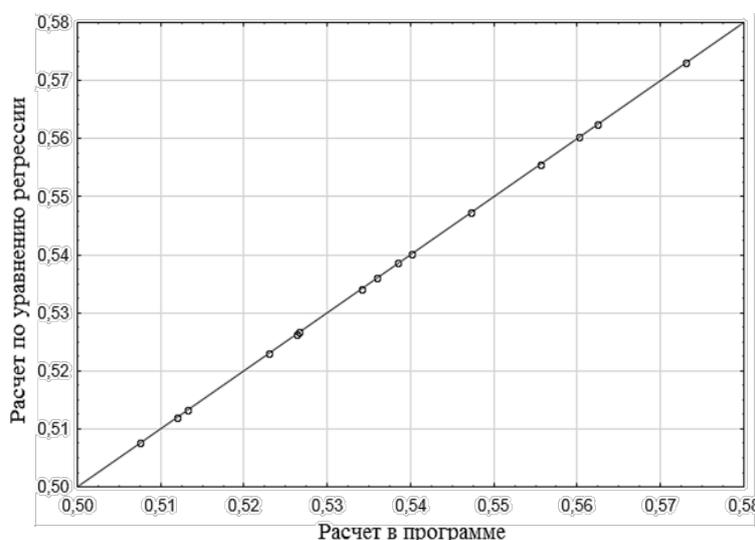


Рис. 2 – Проверка адекватности уравнения регрессии

Полученная формула позволяет оптимизировать параметры стеклопрозрачных конструкции с позиции сопротивления теплопередаче с помощью функции желательности Харрингтона. Расчет предсказанных значений и функции желательности для сопротивления теплопередаче представлен на рисунке 3.

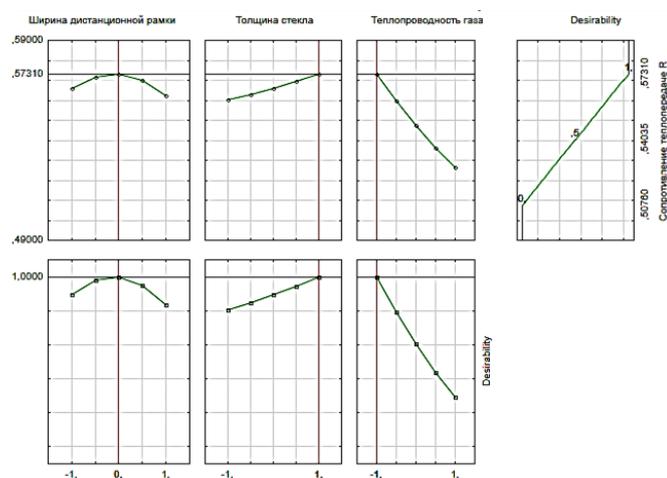


Рис.3 – Расчет предсказанных значений и функции желательности для сопротивления теплопередаче

Анализ уравнения регрессии позволяет констатировать, что наибольшее влияние на увеличение сопротивления теплопередаче оказывает теплопроводность газа, заполняющего камеры стеклопакета (λ). Меньшее воздействие происходит от увеличения толщины стекла (δ). Значение коэффициента при δ почти в 3,5 раза меньше, чем при λ . Самое незначительное влияние имеет увеличение ширины камеры стеклопакета (b). Квадратичные члены уравнения указывают, что имеются значения, при которых изменение варьируемого параметра относительно какого-либо его значения приведет к изменению влияния этого фактора на выходной параметр на противоположное значение.

На рисунке 3 хорошо видно, что максимальное значение сопротивления теплопередаче достигается при ширине камеры 16 мм, заполненной аргоном и толщине стекла 8 мм. При этом сопротивление теплопередаче составит $0,5731 \text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Список литературы

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.01.2012. - Москва : ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 1.01.2013. - Москва : ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
5. Конопленко Е.И., Хореева Н.К., Лапуть А.П. Методические указания по курсу "Планирование эксперимента" для студентов заочной формы обучения.
6. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из ПВХ профилей. Общие технические условия.
7. ГОСТ 26602.1-99 Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ С ПОЗИЦИИ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ НОРМИРОВАНИЯ
СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПОЗИЦИЙ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ**

**Подковырина К.А., Подковырин В.С.
научный руководитель д-р. техн. наук Назиров Р.А.
Сибирский федеральный университет**

В настоящее время проблема энергоэффективности является одной из наиболее актуальных для развития России. Половина потребления энергии в развитых странах приходится на здания. Повышение их энергоэффективности является одной из составляющих концепции устойчивого развития страны. Существуют различные методы проектирования энергоэффективных зданий, но они не учитывают их влияние друг на друга. Для оптимизации тепловой оболочки здания с позиции экономической целесообразности нормирования сопротивления теплопередаче отдельных позиций конструкций здания, применен метод математического планирования эксперимента, осуществленный в программе «STATISTICA». За объект исследования принято общежитие Сибирского Федерального Университета (СФУ) №27 по адресу пр. Свободный, 76к, так как имеет класс энергетической эффективности – А.

С целью оптимизации тепловой оболочки здания нами получено уравнение регрессии влияния приведенного сопротивления теплопередаче отдельных конструкций здания на расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период. В качестве варьируемых факторов были приняты: навесная фасадная система с основанием из кирпича, окна и балконные двери, входные двери, перекрытие «теплого» чердака, перекрытие над неотапливаемым подвалом. Интервал варьирования принят равным 30% от исходного значения. Значения взяты из энергетического паспорта здания.

Матрица планирования эксперимента и реализация плана эксперимента представлены в таблице 1 и в таблице 2 соответственно.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Обозначение факторов	Наименование факторов варьирования	Уровни варьир.		
		1	0	-1
X1	1.Навесная фасадная система с основанием из кирпича	2,62	3,74	4,86
X2	2.Окна и балконные двери	0,46	0,65	0,85
X3	3.Входные двери	1,54	2,2	2,86
X4	4.Перекрытие "теплого" чердака	3,96	5,65	7,35
X5	5.Перекрытие над неотапливаемым подвалом	1,48	2,12	2,76

Таблица 2 – Реализация плана эксперимента

№	Значения факторов варьирования					Расход тепловой энергии, кВт·ч/год
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	2	3	4	5	6	7
1	1 (4,86)	-1 (0,46)	1 (2,86)	-1 (3,96)	1 (2,76)	974877,9

2	-1 (2,62)	-1 (0,46)	1 (2,86)	1 (7,35)	-1 (1,48)	1151024
3	-1 (2,62)	1 (0,85)	-1 (1,54)	-1 (3,96)	1 (2,76)	908546,5
4	1 (4,86)	1 (0,85)	1 (2,86)	1 (7,35)	1 (2,76)	725830,5
5	1 (4,86)	-1 (0,46)	-1 (1,54)	-1 (3,96)	-1 (1,48)	991564,2
6	-1 (2,62)	-1 (0,46)	-1 (1,54)	1 (7,35)	1 (2,76)	1136331
7	-1 (2,62)	1 (0,85)	1 (2,86)	-1 (3,96)	-1 (1,48)	923239,6
8	1 (4,86)	1 (0,85)	-1 (1,54)	1 (7,35)	-1 (1,48)	742516,8

Уравнение регрессии для расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период имеет вид

$$Q = 944241 - 85544 \cdot X_1 - 119208 \cdot X_2 - 498 \cdot X_3 - 5316 \cdot X_4 - 7845 \cdot X_5, \quad (1)$$

Все коэффициенты регрессии имеют отрицательный знак, значит, снижение входного параметра любого фактора варьирования увеличивает выходной параметр.

Проверка адекватности уравнения регрессии представлена на рисунке 1.

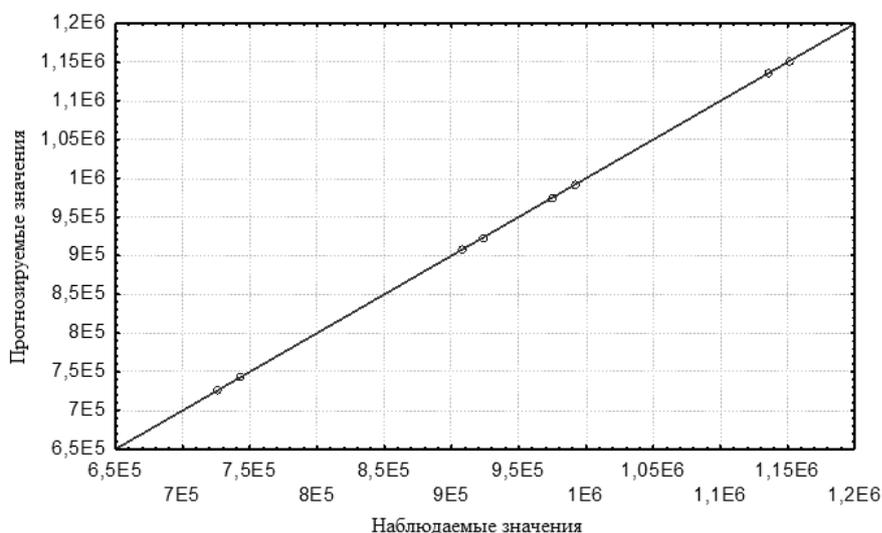


Рис.1 – Проверка адекватности уравнения регрессии

Для составления уравнения регрессии стоимости всей оболочки здания приняты те же факторы варьирования, что и в предыдущем уравнении регрессии. Характеристики ограждающих конструкций с учетом уровней варьирования и реализация плана эксперимента представлены в таблице 4 и в таблице 5 соответственно.

Таблица 4 – Характеристики ограждающих конструкций с учетом уровней варьирования

Факторы варьирования	Приведенное сопротивление теплопередаче, (м ² ·°C)/Вт			Стоимость 1 м ² , руб			Площадь, м ²
	-1	0	1	-1	0	1	
X1	2,62	3,74	4,86	5148	5455	5751	5656,38
X2	0,46	0,65	0,85	10336	10466	10596	1390,20

X3	1,54	2,20	2,86	2760	2857	2954	19,34
X4	3,96	5,65	7,35	3815	4074	4328	620,50
X5	1,48	2,12	2,76	3523	3614	3717	620,50

Таблица 5 – Реализация плана эксперимента

№	Наименование и значения факторов варьирования					Стоимость всей оболочки здания, руб
	X1	X2	X3	X4)	X5	
1	1 (32529841)	-1 (14369107)	1 (57130)	-1 (2367208)	1 (2306399)	51629685
2	-1 (29119044)	-1 (14369107)	1 (57130)	1 (2685524)	-1 (2186022)	48416827
3	-1 (29119044)	1 (14730559)	-1 (53378)	-1 (2367208)	1 (2306399)	48576588
4	1 (32529841)	1 (14730559)	1 (57130)	1 (2685524)	1 (2306399)	52309453
5	1 (32529841)	-1 (14369107)	1 (57130)	-1 (2367208)	-1 (2186022)	51505556
6	-1 (29119044)	-1 (14369107)	1 (57130)	1 (2685524)	1 (2306399)	48533452
7	-1 (29119044)	1 (14730559)	1 (57130)	-1 (2367208)	-1 (2186022)	48459963
8	1 (32529841)	1 (14730559)	-1 (53378)	1 (2685524)	-1 (2186022)	52185324

Уравнение регрессии для стоимости всей оболочки здания имеет вид

$$Q = 50202106 - 1705398 \cdot X1 - 180726 \cdot X2 - 1876 \cdot X3 - 159158 \cdot X4 - 60188 \cdot X5, \quad (2)$$

Все коэффициенты регрессии имеют положительный знак, значит, снижение входного параметра любого фактора варьирования уменьшает выходной параметр.

Проверка адекватности уравнения регрессии представлена на рисунке 2.

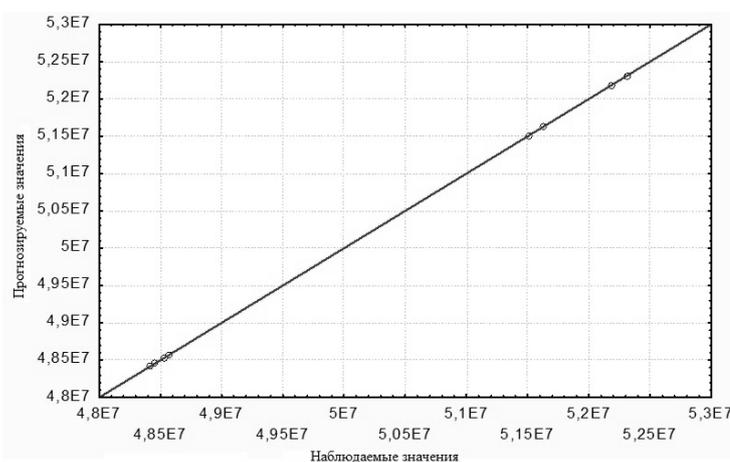


Рис.2 – Проверка адекватности уравнения регрессии

Применение функции Харрингтона позволяет найти такие значения сопротивления теплопередаче, которые обеспечат тепловую защиту всего здания на уровне минимальных значений расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период и стоимости всей его оболочки в рассматриваемом диапазоне и номенклатуры сопротивления теплопередаче. То есть, выходным параметрам обеих функций, присваивалось минимальное значение - минус 1.

Расчет предсказанных значений и функции желательности и зависимость функции желательности от стоимости окон и стен представлены на рисунке 3.

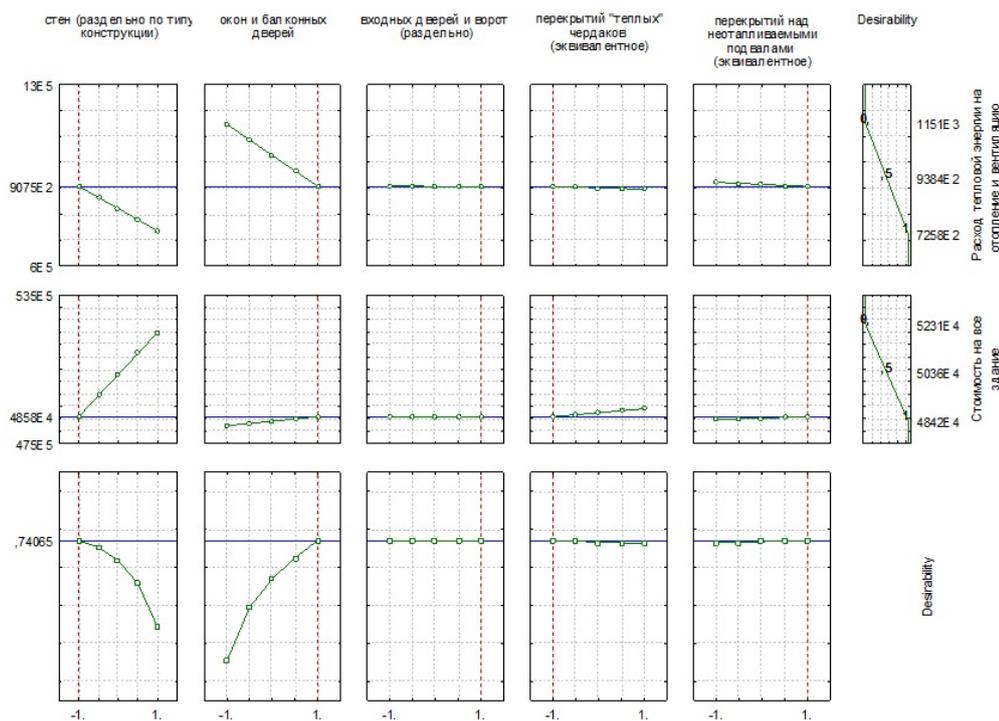


Рис. 3 – Расчет предсказанных значений и функции желательности

Исходя из рисунка 3 можно сделать вывод, что значение функции желательности оказалось равным 0,74 при значении приведенного сопротивления теплопередаче для навесной фасадной системы с основанием из кирпича -1 (2,62 (м²·°C)/Вт), для окон и балконных дверей 1 (0,85 (м²·°C)/Вт), для входных дверей -1 (1,54 (м²·°C)/Вт), для перекрытия «теплого» чердака 1 (7,35 (м²·°C)/Вт), для перекрытия над неотапливаемым подвалом 1 (2,76 (м²·°C)/Вт). При этом стоимость оболочки здания составила 48580000 рублей, а расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период – 907500 кВт·ч/год.

Значение функции желательности равное 0,74 соответствует оценке «хорошо». Когда обобщенный коэффициент желательности приближается к 0,8 можно утверждать, что система теплоизоляции близка к оптимальной и дальнейшее повышение ее характеристик может потребовать больших затрат.

Список литературы

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Доклад о ходе выполнения в 2012 г. комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 г.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.01.2012. - Москва : ОАО «НИЦ «Строительство», 2012.
4. Бобылев С.Н., Аверченков А.А., Соловьева С.В., Кирюшин П.А. Энергоэффективность и устойчивое развитие. — М.: Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2010. — 148 с
5. Конопленько Е.И., Хореева Н.К., Лапуть А.П. Методические указания по курсу "Планирование эксперимента" для студентов заочной формы обучения.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УЗЛОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Рудаков Ю.Л., Соломонов В.В.

научный руководитель канд. техн. наук Портнягин Д.Г.

Хакасский технический институт

Экономия энергии, сокращение вредных выбросов пыли и газов, защита окружающей среды – это одни из самых актуальных вопросов современного строительства. Ограждающая конструкция должна быть энергоэффективной, пожаробезопасной, не должна содержать опасных для здоровья веществ, оставаясь при этом надежной и долговечной, а также должна обеспечивать звукоизоляцию помещений.

При проектировании энергоэффективных типов зданий в реальных условиях температурных воздействий окружающей среды большое значение имеет комплекс теплотехнических и физико-механических показателей ограждающих конструкций, которые позволят значительно уменьшить расход энергоресурсов для формирования комфортного теплового режима помещений [1-3]. В большинстве методик в основе расчета энергоэффективности ограждающих конструкций лежит коэффициент теплопроводности эффективного утеплителя. Однако не только коэффициент теплопроводности является необходимым критерием выбора теплоизоляционного материала.

Согласно ВСН 58-88р срок эффективной эксплуатации материалов при строительстве составляет:

- Бетон – 80 лет;
- Кирпич – 50 лет;
- Применяемые теплоизоляционные материалы: пенопласты, минеральные ваты, ячеистые бетоны от 10 до 25 лет.

Пеностекло и пеностеклокристаллический материал (ПСКМ) наиболее сопоставимы по долговечности с конструкционными материалами (бетон, кирпич). Срок эффективной службы пеностекла и ПСКМ соизмерим с долговечностью стекла, оно экологично, является негорючим и достаточно прочным материалом, по теплопроводности сопоставим с минераловатными плитами и пенопластами.

Для достижения высокой энергоэффективности возведенного здания необходимо учитывать факторы на всех стадиях его жизненного цикла. Так, на стадии проектирования необходимо рационально выбрать тип теплоизоляционного материала с учетом его теплотехнических и физико-механических характеристик (в том числе с учетом долговечности); конструктивную схему здания; способы эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций с исключением мостиков холода и возможности накопления влаги внутри утеплителя. На стадии строительства от качества выполнения работ напрямую зависят теплозащитные свойства ограждающих конструкций, их надежность и долговечность. При эксплуатации здания или сооружения необходимо обеспечивать те условия работы (в частности – микроклимат помещения), на которые были рассчитаны ограждающие конструкции.

Только при комплексном решении вопросов энергоэффективности на всех стадиях жизненного цикла объекта начиная от производства теплоизоляционного материала и включая период эксплуатации здания можно значительно снизить затраты на тепло- и энергоресурсы.

Однако, в настоящее время возводятся малоэтажные здания с применением различных теплоизоляционных материалов по типовым проектам, взятым из альбомов технических решений, без привязки к району строительства в г. Абакане республики Хакасия. Один из вариантов узлов такого возведенного здания рассчитан в программе Elcut в нестационарном режиме. Задан промежуток времени равный 7 дней с наружной температурой равной $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Расчетом установлено (рисунок 1 б), что перепад значений между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции более $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, что не удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям (СП 50.13330.2012, таблица 5).

После устройства теплоизоляционной юбки образование конденсата не происходит (рисунок 1 в).

Таким образом, возведение зданий по типовым проектным решениям без их теплотехнической привязки к району строительства может привести к несоблюдению санитарно-гигиеническим требований.

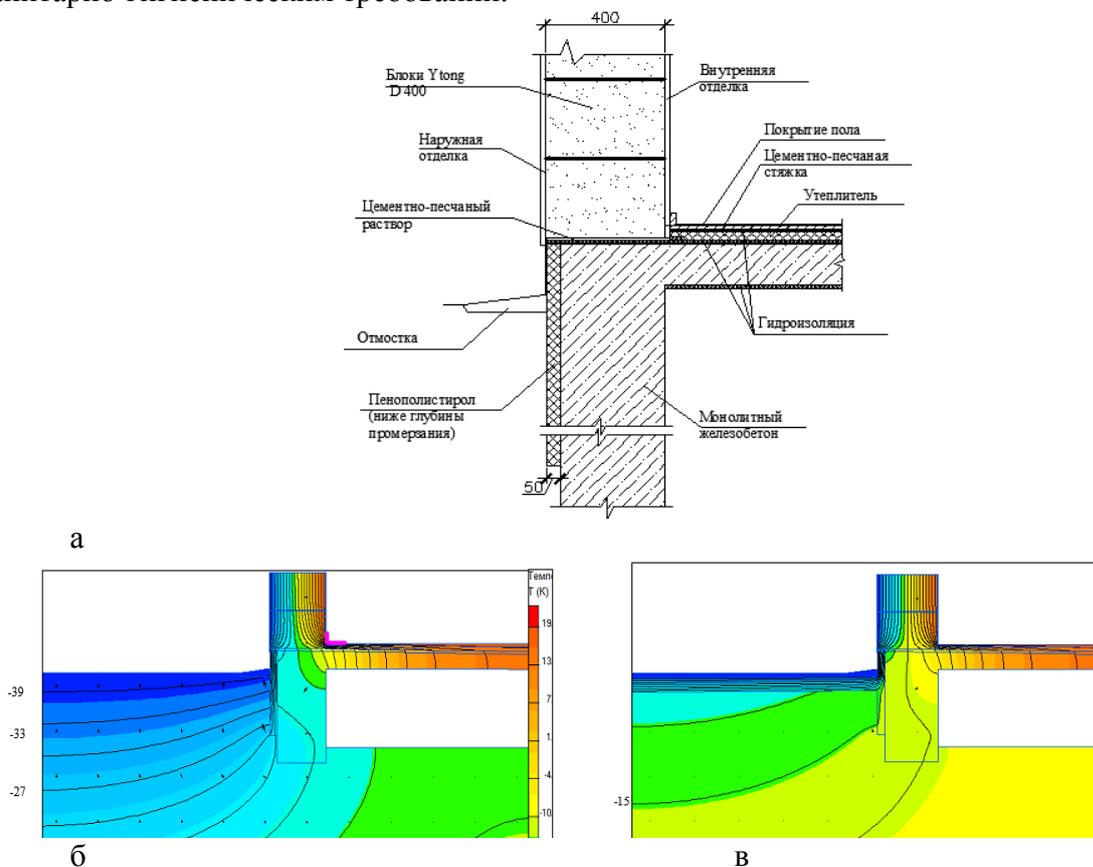


Рис.1 – Узел примыкания стены к фундаменту и его расчет в программе Elcut: а – узел примыкания; б – тепловое поле узла (вариант 1); в – тепловое поле узла с теплоизоляционной юбкой (вариант 2)

Для проверки энергоэффективности ограждающей конструкции выбран цокольный узел с устройством наружной теплоизоляции стены подвала (рисунок 2). Расчетные характеристики материалов стеновой конструкции приведены в таблице 1.

Рассмотрено четыре варианта его исполнения [4]:

Вариант 1. Устройство теплоизоляции стены подвала до уровня низа облицовочной версты;

Вариант 2. Устройство теплоизоляции стены подвала до уровня низа облицовочной версты, при этом нижний ряд забутовки заменен на теплоизоляционный кирпич ПСКМ;

Вариант 3. Устройство теплоизоляции стены подвала на высоту 65 мм выше уровня низа облицовочной версты, при этом нижний ряд забутовки заменен на теплоизоляционный кирпич ПСКМ;

Вариант 4. Устройство теплоизоляции стены подвала на высоту 130 мм выше уровня низа облицовочной версты, при этом нижний ряд забутовки заменен на теплоизоляционный кирпич ПСКМ (рисунок 3).

Таблица 1 – Расчетные характеристики материалов ограждающей конструкции

№ поз. (рис. 2)	Слой, материал	Толщина слоя, м	Плотность материала, кг/м ³	Расчётный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
1	Кладка из керамического кирпича	120	1800	0,67
2	ПСКМ	180	300	0,06
3	Кладка из керамического кирпича	380	1800	0,67
4	Штукатурка (цементно-песчаный раствор)	20	1800	0,90

Мощности потоков теплоты через каждое теплопроводное включение определены с помощью расчета температурных полей в программе Elcut в стационарном режиме.

Заданы граничные условия:

1. Температуры окружающего воздуха: $t_{в} = 21\text{ °С}$ и $t_{н} = -35\text{ °С}$;

2. Коэффициенты теплоотдачи:

для внутреннего и подвального контура $\alpha_{стены} = 8,7\text{ Вт/м}^2\cdot\text{°С}$;

для наружного контура $\alpha_{стены} = 23,7\text{ Вт/м}^2\cdot\text{°С}$

Типовым решением теплоизоляции цокольного узла является устройство наружной теплоизоляции стены подвала до уровня низа облицовочной версты. Для данного конструктивного решения характерен значительный «мостик холода» в направлении к облицовочной версте, проходящий через забутовку и поперечное сечение плиты перекрытия под теплоизоляцией стены. При температуре наружного воздуха -35 °С температура в стыке теплоизоляции стены подвала с облицовочной верстой составляет $-23,80\text{ °С}$ (рисунок 2). Такое отклонение температур объясняется прохождением тепловых потоков по данному сечению, в результате чего стык обогревается за счёт тепловых потерь помещения.

Для устранения «мостика холода» через стык наружной теплоизоляции стены подвала и облицовочной версты предложены варианты 3 и 4 конструктивного исполнения узла (вариант 3 и 4). Устройство наружной теплоизоляции стены подвала на высоту 65 мм и 130 мм выше уровня низа облицовочной версты повышают энергоэффективность узла на 18,77 и 20,83 % соответственно. Кроме того, повышается «тепловой комфорт» помещения, заключающийся в отклонении значений температуры на поверхности стены не более, чем на 2 °С и минимальных перепадах теплового потока по исследуемым контурам в сравнении с вариантом 1.

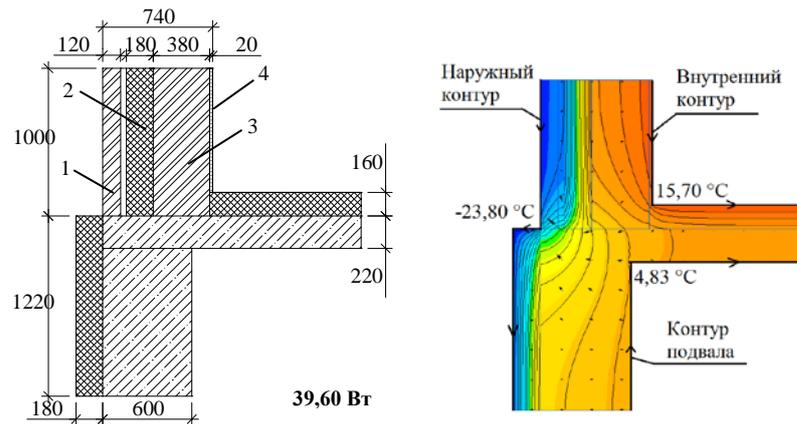


Рис.2 – Цокольный узел с теплоизоляцией стены подвала

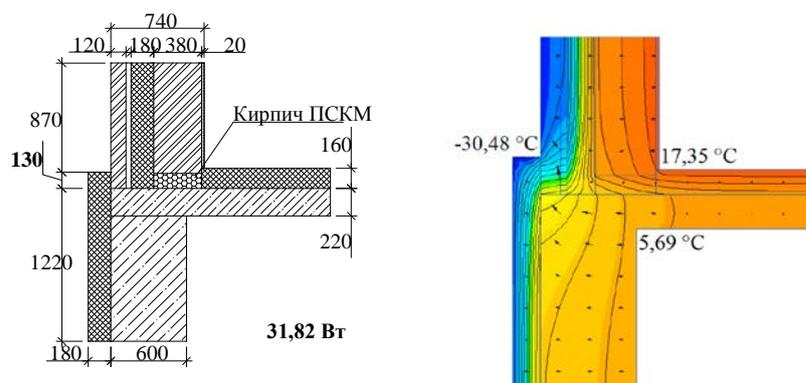


Рис.3 – Цокольный узел с теплоизоляцией стены подвала (вариант 4)

Таким образом, с точки зрения энергоэффективности наиболее рациональным вариантом является вариант 4 (рисунок 3): устройство теплоизоляции стены подвала на высоту 130 мм выше уровня низа облицовочной версты, при этом нижний ряд забутовки заменен на теплоизоляционный кирпич ПСКМ, что позволяет снизить теплопотери помещения через узел на 20,83 °С.

Таким образом, при проектировании решений ограждающих конструкций снижение теплопотерь может достигать 20 % и более только за счет устранения «мостиков холода», что наглядно демонстрирует программа Elcut. Рационально выбирая вид теплоизоляционного материала и способ его применения, не только снижаются теплопотери и повышается «тепловой комфорт» помещения, но и увеличивается срок службы ограждающей конструкции.

Список литературы

1. Гиндоян, А. Г. Тепловой режим конструкций полов / А. Г. Гиндоян. – М. : Стройиздат, 1984. – 222 с.
2. Карауш, С. А. Математическое моделирование теплового состояния подвального помещения / С. А. Карауш, И. А. Лысак, М. В. Анисимов // Вестник : ТГАСУ. – Томск, 2006. – №2. – С. 133–141.
3. Лысак, И. А. Решение уравнения теплопроводности для некоторых задач стройиндустрии / И. А. Лысак // Ползуновский альманах. – 2011. – №1. – С. 41–46.
4. Портнягин, Д.Г. Повышение теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий с применением пеностеклокристаллического материала / Д.Г. Портнягин // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – №8. – С. 56–67.

**НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
СУХИХ ТОРКРЕТ-СМЕСЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПАРКА
АБАКАНО-ЧЕРНОГОРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

Рудаков Ю.Л., Соломонов В.В.

научный руководитель канд. техн. наук Портнягин Д.Г.

Хакасский технический институт

В процессе работы оценены характеристики местного сырья в виде инертных материалов карьера Калининский с целью использования его в производстве сухих строительных смесей (ССС). Отмечено его соответствие требованиям ГОСТ для использования в производстве ССС. Разработаны составы и технология получения ССС на основе местного сырья.

Разработан состав и технология получения и применения сухой торкрет-смеси. Проведена промышленная апробация применения разработанного состава торкрет-смеси при усилении кирпичной кладки гаражей грузовой техники в пгт. Усть-Абакан республики Хакасия и п. Тарутино Красноярского края (рисунок 1, 2). Разработан генеральный план участка на территории Промышленного парка Абакано-Черногорской агломерации для организации производства ССС. Подобрана автоматизированная технологическая линия производства ССС. Подобрана и налажена работа торкрет-установки при промышленной апробации.



Рис.1 - Подготовка поверхности, зачистка, анкеровка металлических сеток, обеспыливание

Для исследований в качестве вяжущего вещества был выбран портландцемент ЦЕМ I 42.5 Н производства г. Топки. Основные характеристики портландцемента определенные в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 31108-2003. «Цементы общестроительные. Технические условия», ГОСТ 310.1-76. «Цементы. Методы испытаний. Общие положения», ГОСТ 310.2-76. «Цементы. Методы

определения тонкости помола», ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема», ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при сжатии и изгибе», ГОСТ 5382-91 «Цементы и материалы цементного производства» приведены в таблице 1.



Рис.2- Фактура поверхности торкрет-бетона с применением дробленого песка

Таблица 1 – Физико-механические характеристики портландцемента завода г. Топки

Нормальная плотность, %	Удельная плотность, г/см ³	Сроки схватывания, ч-мин		Прочность в возрасте 28 суток, МПа	
		Начало	Конец	При сжатии	При изгибе
25,8	3765	1-30	3-35	49	5,6

В качестве мелкого заполнителя использовался песок карьерный Калининского месторождения. Основные характеристики были определены в соответствии с требованиями ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» и ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия».

За счет введения различных модифицирующих добавок улучшались эксплуатационные характеристики вяжущих и материалов на их основе. Модифицирующие добавки регулируют сроки схватывания смеси, увеличивают водоудерживающую способность, подвижность, пластичность, прочность сцепления, создают особую поровую структуру, снижают риск трещинообразования. Так, добавка «Химком Ф-1» по сравнению с современными суперпластификаторами отечественного производства «Полипласт СП-1», «ЦемАктив СУ-1» и «Динамикс СП 180-2» придает бетону большую динамику набора прочности как при твердении в нормальных условиях, так и в случае проведения ТВО, а также обеспечивает долговременную сохраняемость подвижности бетонной смеси. При этом, требуется более низкая его дозировка.

Выбор состава торкрет-бетонной смеси, в том числе в части заполнителей, воды и любых добавок или армирующего волокна, должен обеспечивать достижение всех технологических качеств и эксплуатационных характеристик, заданных для свежесделанного и затвердевшего торкрет-бетона.

Исходя из опыта проведенных работ песок и щебень, используемые для приготовления смеси должны быть природными (окатанными), модуль крупности песка не менее двух, предельное содержание глинистых частиц – до 0,5%. Содержание зерен фракций меньше 0,14 мм – до 10%, превышение этих показателей влияет на водопотребность и ведет к снижению прочности торкрет-бетона. Максимальный размер крупных частиц заполнителей назначается с учетом технических характеристик используемого оборудования и толщины наносимого торкрет-бетонного покрытия. В покрытиях толщиной до 5 см максимальный размер зерен крупного заполнителя не должен превышать 10 мм. Применение фракций заполнителя на основе дробленных материалов не рекомендуется, поскольку форма их поверхности приводит к усложнению технологического процесса и транспортирования свежеприготовленной смеси в трубопроводе (в шлангах) торкрет установки, обуславливает ускоренный износ резиновых уплотнителей и самих трубопроводов, сокращая срок их службы, увеличивает опасность последствий при рикошете в процессе распыления торкрет-бетонной смеси. Заполнители для получения торкрет-бетонной смеси должны быть фракционированными и мытыми. Содержание влаги в заполнителе базовой смеси не должно превышать 6-10 %, так как эффективная производительность значительно снижается при засорении линии трубопровода и повышается риск его полной закупорки.

Данные работы выполнены в лаборатории строительных материалов ХТИ – филиала СФУ в рамках проекта № 18/15 РЦП от 05.05.2015 г. по теме «Научное сопровождение организации производства сухих строительных смесей на основе местного сырья на территории Промышленного парка Абакано-Черногорской агломерации» для ООО «Богградский ГОК». Проект предусматривает строительство, оснащение и запуск цеха по производству сухих строительных смесей на основе местного сырья республики Хакасия и юга Красноярского края.

Общая производительность установки сухих строительных смесей 2 т/ч (1 очередь) с последующим увеличением до 6 т/ч (2 очередь). Будет запущено производство наиболее востребованных составов сухих строительных смесей, разработанных совместно с лабораторией Хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета.

В производстве будет задействована высокоэффективная современная производственная технология, использование которой позволяет достигнуть максимальной отдачи производства и качества конечного продукта. Кроме того, будет создан новый источник налоговых поступлений во все уровни бюджетной системы.

Разработка настоящего проекта базируется на необходимости поиска оптимальных технических и технологических решений в области эффективного использования производственного потенциала, обеспечивающего устойчивое развитие в условиях рыночной экономики.

Список литературы

1. Корнеев, В.И. Сухие строительные смеси (состав, свойства): учеб. пособие /В.И. Корнеев, П.В. Зозуля. – Москва: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. – 320 с.
<http://www.masterbetonov.ru/content/view/540/239/>
2. Баженов Ю.М., Магдеев У.Х., Алимов Л.А., Воронин В.В., Гольденберг Л.Б. Мелкозернистый бетон. – Москва, 1998, 148с.
3. Белан, И.В. Сухие строительные смеси с активными и микроармирующими добавками / Белан И.В., Пичугин А.П., Денисов А.С. // Инновационные разработки и новые технологии в строительном материаловедении. – Междун. сб. научн. тр. Новосибирск– НГАУ-ТГАСУ-РАЕН, 2014. – С.186-190.