

явлений в экономике и показывает на необходимость снижения стоимости электроэнергии для повышения эластичности спроса.

Список литературы:

1. <http://www.rg.ru/2006/05/31/normativy-kommunalka.html>
2. <http://www.gosthelp.ru/text/MetodicheskieukazaniyaMet16.html>
3. <http://www.bestpravo.ru/sssrgn-gosudarstvo/g4r.htm>

Оценка инсоляционных тепlopоступлений и их влияния на тепловой баланс здания

Морозов М.Н., Стрижак П.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Разработана тепловая модель системы теплоснабжения здания, состоящая из источника теплоты, индивидуального теплового пункта и системы отопления. Выполнены исследования инсоляционных процессов, характерных для климатических условий города Томска. Проведена оценка количества тепловой энергии, поступающей на поверхности с различными физическими характеристиками восточной ориентации. Также исследовано распределение тепловой энергии в случае инсоляции светопрозрачных ограждающих конструкций. Сделаны выводы о влиянии инсоляционных тепlopоступлений на тепловой баланс объекта моделирования.

На фоне роста цен на энергоносители повышается интерес к энергомоделированию зданий и сооружений различного назначения [1–3], позволяющего оптимизировать последние с учетом капитальных и прогнозируемых эксплуатационных затрат еще на этапе проектирования. На точность моделирования влияют многие факторы, в т. ч. детализация моделей ограждающих конструкций, инженерных систем, погодных условий: влияние ветровой нагрузки, инсоляции и др. Эффект от инсоляции, в зависимости от местоположения объекта, могут достигать 50% от общего баланса тепlopоступлений в зданиях административного и общественного назначений [4]. Цель настоящей работы заключается в оценке тепlopоступлений от солнечной радиации и влиянии их на тепловой режим помещения.

Объектом моделирования является система централизованного теплоснабжения здания учебного корпуса Томского Политехнического Университета, расположенного по адресу г. Томск, пр. Ленина, 30а. Система состоит из теплового пункта, магистральных подающих и отводящих трубопроводов, стояков, подводок к отопительным приборам, самих отопительных приборов и запорно-регулирующей арматуры. Теплоснабжение здания осуществляется от центрального теплового пункта (ЦТП) по температурному графику 95/70 °С. Ввод системы теплоснабжения в корпус осуществляется через узел учета индивидуального теплового пункта (ИТП).

Объект моделирования представлен блоком погодных условий, системой теплоснабжения и ограждающими конструкциями помещения. Состав объекта детально описан в [5, 6]. Отличием модели, исследуемой в данной работе, является возможность варьирования погодных условий в широком диапазоне. Для исследования тепlopоступлений от солнечной радиации ключевыми вопросами являются расчет интенсивности теплового потока на различно ориентированные поверхности, а также определение параметров светопропускания и поглощения солнечной радиации прозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций.

Мощность солнечной радиации зависит от множества факторов, главные из которых – широта района расположения объекта, состояние облачности, ориентация поверхности ограждающих конструкций. Также необходимо учитывать неравномерность распределения излучения в течение года и с учетом суточных колебаний. Также в последнее время все чаще предлагают вводить поправки на запыленность и загазованность атмосферы в районе городской застройки, что очевидно снижает светопропускающие характеристики воздушного слоя [4].

С учетом того, что для большинства зданий широко распространены горизонтальные и вертикальные поверхности различной ориентации по сторонам света, поверхностная плотность солнечного излучения может быть определена в соответствии с методикой [7].

Согласно рекомендации авторов работы [8] отраженная составляющая солнечной радиации для холодного периода года в модели не учитывается. В процессе моделирования для месяцев, характеризующих начало и конец отопительного периода, требуется вводить поправки на число «отопительных» дней в формулы, представленные выше. Все удельные показатели интенсивности солнечного излучения приняты с учетом действительных условий облачности.

Для решения поставленной задачи разработана тепловая модель здания. В качестве платформы для имитационной модели выбрано приложение *Simulink* математического пакета *Matlab* [9, 10]. Общий вид модели изображен на рис. 1. На основании вышеописанной математической модели разработаны функциональные блоки в среде *Matlab*, представленные на рис. 2.

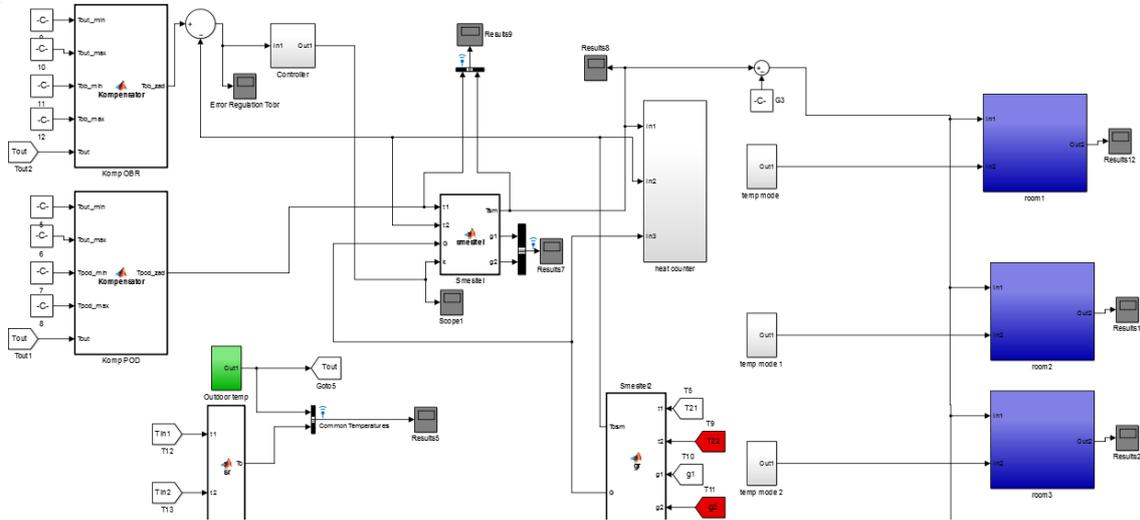


Рис. 1. Тепловая модель системы теплоснабжения здания

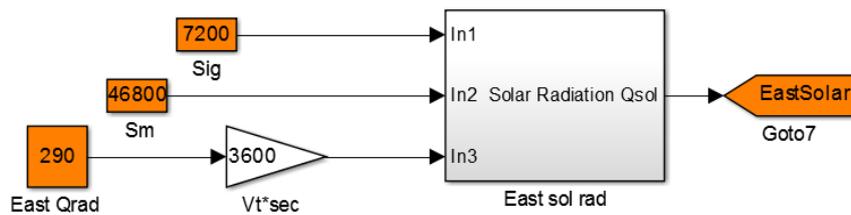


Рис. 2. Реализация модели солнечной радиации в Matlab

Для решения задачи, поставленной в данной работе, проведены опыты, заключающиеся в исследовании распределения энергии солнечной радиации, приходящейся на следующие ограждающие конструкции:

- массивная стена из кирпичной кладки, цвет наружной поверхности – светло-серый;
- окна в составе двух двухкамерных стеклопакета с ПВХ-профилем.

На рис. 3 и 4 представлены результаты исследования для стены площадью $15,85 \text{ м}^2$ и двух окон единичной площадью $3,9 \text{ м}^2$ соответственно.

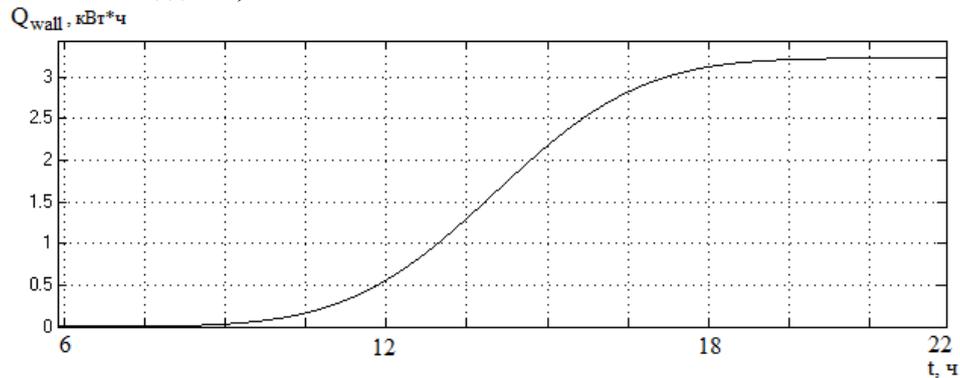


Рис. 3. Среднесуточное количество энергии Q_{wall} , поступающее на поверхность наружной стены восточной ориентации (г. Томск, январь)

Исходные данные:

- расчетный месяц – январь,

- место расположения объекта исследования – город Томск,
- ориентация ограждающих конструкций – восточная,
- средняя температура наружного воздуха – минус 20 °С

Анализ данных рис. 3 позволяет сделать вывод о суммарном количестве солнечной радиации Q_{wall} , которая передается непосредственно на поверхность стены с учетом коэффициента поглощения энергии. На величину последнего влияют такие параметры, как цвет и материал ограждающей конструкции. Однако, неверно считать, что данный тепловой поток полностью пойдет на изменение теплового баланса помещения. Определенная часть энергии Q_{wall} , рассеивается в окружающую среду в виде теплотерь с поверхности стены.

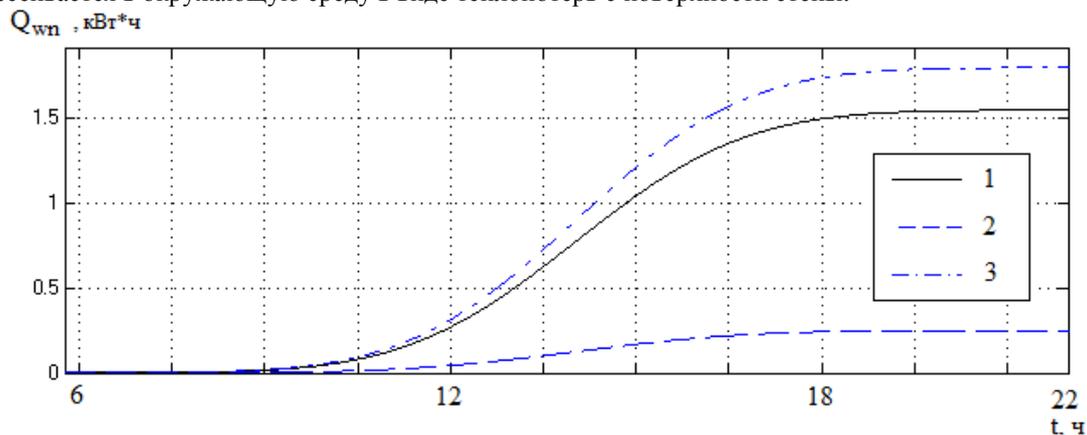


Рис. 4. Среднесуточное количество энергии Q_{wn} , поступающее на поверхность окна (г. Томск, январь): 1 – энергия Q_{wn}^{gl} , поглощаемая стеклопакетом, кВт*ч; 2 – энергия Q_{wn}^{rm} , передающаяся в помещение, кВт*ч; 3 – суммарная энергия Q_{wn}^{sum} (за вычетом отраженного излучения) солнечной радиации, кВт*ч

График, представленный на рис. 4 позволяет оценить инсоляционные тепlopоступления через светопрозрачные конструкции. Особенностью процесса является неполное пропускание излучения через стеклопакет. После отражения части потока в окружающую среду, часть солнечной радиации Q_{wn}^{gl} поглощается самим окном в виде тепловой энергии. Оставшаяся энергия Q_{wn}^{rm} попадает непосредственно в помещение, где аккумулируется стеной, полом и другими конструкциями, облученными солнечным светом.

Таким образом, благодаря представленным графикам можно оценить инсоляционные тепlopоступления, влияющие на тепловой баланс помещения в разрезе ограждающих конструкций различных типов (стены, окна) и размеров. Разработанный в пакете Matlab функциональный блок позволяет моделировать различные погодные условия. Моделирование инсоляционных явлений в приложении Simscape позволяет учесть различные механизмы теплообмена, тепловую инерцию ограждающих конструкций, что максимально увеличивает точность модели, расширяет ее функционал и сферу применения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (госконтракт 2.1321.2014) и субсидии ТПУ (ВИУ_ЭНИН_94_2014).

Список литературы:

1. Дубягин Ю.П., Дубягина О.П., Марченко Е.М. Стратегия национальной безопасности России и ее соотносимость с энергетической безопасностью и важными системными составляющими: энергосбережением и водоподготовкой // Энергосбережение и водоподготовка. – 2013. – № 3. – С. 11–16.
2. Парыгин А.Г., Волкова Т.А., Куличихин В.В. О энергонезависимости и надежности тепловых пунктов // Энергетик. – 2013. – № 3. – С. 41–43.
3. Самарин О.Д., Гришнева Е.А. Повышение энергоэффективности зданий на основе интеллектуальных технологий // Энергосбережение и водоподготовка. – 2011. – № 5. – С. 12–14.
4. Аваньев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: Интердиалект, 2003. – С. 416.
5. Стрижак П.А., Морозов М.Н. Тепловой режим здания при аварийной работе системы теплоснабжения // Главный энергетик. – 2014. – № 7. – С. 39–45.

6. Стрижак П.А., Морозов М.Н. Моделирование аварийного режима работы системы отопления здания // Промышленная энергетика. – 2014. – № 9. – С. 30–34.
7. СП 23.101.2004. Свод правил «Проектирование тепловой защиты зданий». – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
8. Малявина Е. Г., Борщев А. Н. Расчет солнечной радиации в зимнее время // АВОК. – 2006. – № 7.
9. Добротин С.А., Прокопчук Е.Л. Синтез системы упреждающего управления процессом подачи тепла на отопление здания // Проблемы региональной энергетики. – 2011. – № 2. – С. 53–65.
10. Солдатенков А.С., Потапенко А.Н., Глаголев С.Н. Исследование математической модели управления автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом с типовыми регуляторами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 1 (2). – Том 14. – С. 679–684.

Повышение энергоэффективности как фактор роста экономики иркутской области

Музычук С.Ю.

Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск, Россия

Среди регионов Сибирского федерального округа (СФО), по площади Иркутская область занимает второе место (после Красноярского края) и территориально является одним из крупнейших субъектов Российской Федерации (РФ), доля которой составляет 4,5 % от площади страны и 15,1% от площади СФО (табл.1).

По численности населения Иркутская область занимает четвертое место в СФО, уступая Красноярскому краю, Кемеровской и Новосибирской областям, доля населения в РФ - 1,7 %, в СФО – 12,6%. Однако по такому важному показателю как плотность населения область находится на седьмом месте среди регионов СФО. Низкие значения этого показателя косвенно свидетельствуют о наличии (или о необходимости дополнительного создания) в регионе протяженной транспортной, коммуникационной, энергетической инфраструктур, что влияет на повышенный расход топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и ухудшение энергоэффективности экономики. Плотность населения в Иркутской области в 2012 г. составляла 3,1 чел./км², что в 2,7 раза ниже, чем в среднем по РФ и на 20% меньше, чем в СФО (для сравнения, первое место в СФО занимает Кемеровская область – 28,7 чел./км², последнее Забайкальский край – 1,2 чел./км²).

Иркутская область производит 1,5% ВВП России и 14,4% СФО. ВРП на душу населения в области составляет 306,9 тыс. руб./чел., что на 12 % меньше, чем в среднем по России, но на 14,9% больше, чем в СФО. Среднедушевые доходы в области ниже на 23,1% среднероссийских и на 3,3% меньше чем в СФО. Это оказывает отрицательное влияние на качество жизни и привлекательность территории области для населения, поэтому уже длительное время происходит сокращение его численности, в том числе и за счет оттока в западные, высокодоходные регионы страны и за рубеж (ежегодно из области выезжает 5-6 тыс. чел.). Одним из факторов привлекательности территории области для населения является увеличение в регионе производства ВРП.

Значительную часть ВРП области составляет промышленное производство – около 35%. Иркутская область является крупным промышленным регионом. При этом, промышленность сконцентрирована в основном в областном центре – г. Иркутске и ряде крупных городов области (доля городского населения в области одна из самых высоких в РФ и СФО – 79,5% в 2012 г.). При этом, вклад Иркутской области в объем промышленного производства России в 2012 г. составил лишь 1,5%, в СФО – 13,4%, хотя потенциал региона здесь гораздо выше.

Производство промышленной продукции на душу населения в области на 26,1 тыс. руб./чел. (на 9,8%) меньше, чем среднее по стране. Это во многом связано с эффективностью использования основных производственных фондов, основным показателем которой является фондоотдача.

В Иркутской области фондоотдача ВРП на 16,8% меньше, чем в среднем по России и на 23,7% ниже, чем в СФО. Рост эффективности использования основных фондов в области может быть достигнут за счет технического перевооружения, реконструкции действующих предприятий и строительства новых, внедряющих инновационные, наукоемкие решения. Однако, это связано с необходимостью больших финансовых вложений.

В настоящее время отставание Иркутской области по объему удельных инвестиций, приходящихся на 1 руб. основных фондов, от страны в целом составляет 30,5%, что свидетельствует о пониженной инвестиционной привлекательности региона. В государственной программе