

весное состояние сжимаемой фазы можно оценивать в качестве ключевого фактора, обуславливающего появление гидродинамических процессов высокой интенсивности наравне с действием поверхностного натяжения и кривизной поверхности.

2. При возбуждении кавитации в эмульсионных средах термодинамическое равновесие фаз может быть достигнуто в случае полного испарения жидкости, образующей дисперсную фазу.

Список литературы:

1. Ивченко В.М., Малимон Е.Д. Кинетика кавитационных методов обработки волокнистых материалов в суспензиях / Прикладная механика и теплофизика // Сб. науч. тр. Вып. 5. Красноярск. 1975. С. 50-61.
2. Ивченко В.М., Кулагин В.А., Немчин А.Ф. Кавитационная технология Красноярск: Изд-во КГУ, 1990. 200 с.
3. Knapp R.T., Hollander A. Laboratory Investigations of the Mechanism of Cavitation, *Trans. ASME*, 70, 419-435 (1948).
4. Руденко М.Г., Витер В.К. Способ создания пузырьковых течений жидкости // АС СССР №1235554.

УДК 697.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНСОЛЯЦИИ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОМЕЩЕНИЯ

Стрижак П.А.¹, д.ф.-м.н., Морозов М.Н.¹, асп.
Томский политехнический университет», г. Томск
E-mail: tpu_chm@tpu.ru

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 теплоступлений в зданиях административного и общественного назначений [4]. Цель настоящей работы заключается в оценке теплоступлений от солнечной радиации и влиянии их на тепловой режим помещения.

Объект моделирования представлен блоком погодных условий, системой теплоснабжения и ограждающими конструкциями помещения. Состав объекта детально описан в [5]. 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, приходящегося на поверхности различной пространственной ориентации;
- 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 [6].

Согласно рекомендации авторов работы [7] 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.

На основании вышеописанной математической модели разработаны функциональные блоки в среде *Matlab*, представленные на рис. 1.

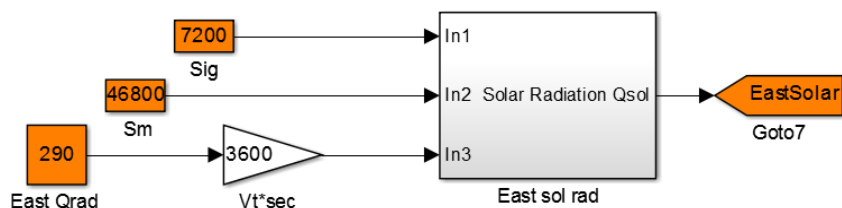


Рис. 1. Реализация модели солнечной радиации в *Matlab*

Для решения задачи, поставленной в данной работе, проведены опыты, заключающиеся в исследовании распределения энергии солнечной радиации, приходящейся на массивные ограждающие конструкции (стена из кирпичной кладки со светло-серым цветом) и окна (два двух-

камерных стеклопакета с ПВХ-профилем). На рис. 2 и 3 представлены результаты исследования для стены площадью $15,85 \text{ м}^2$ и двух окон единичной площадью $3,9 \text{ м}^2$ соответственно.

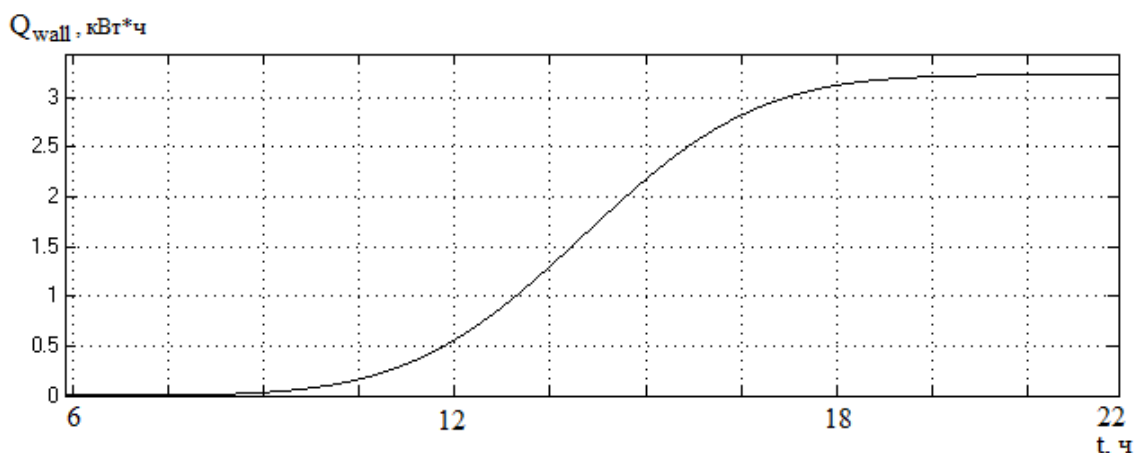


Рис. 2. Среднесуточное количество энергии Q_{wall} , поступающее на поверхность наружной стены восточной ориентации (г. Томск, январь)

Исходные данные: расчетный месяц – январь, место расположения объекта исследования – город Томск, ориентация ограждающих конструкций – восточная.

Анализ данных рис. 2 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 теплопотерь с поверхности стены.

График, представленный на рис. 3, 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.

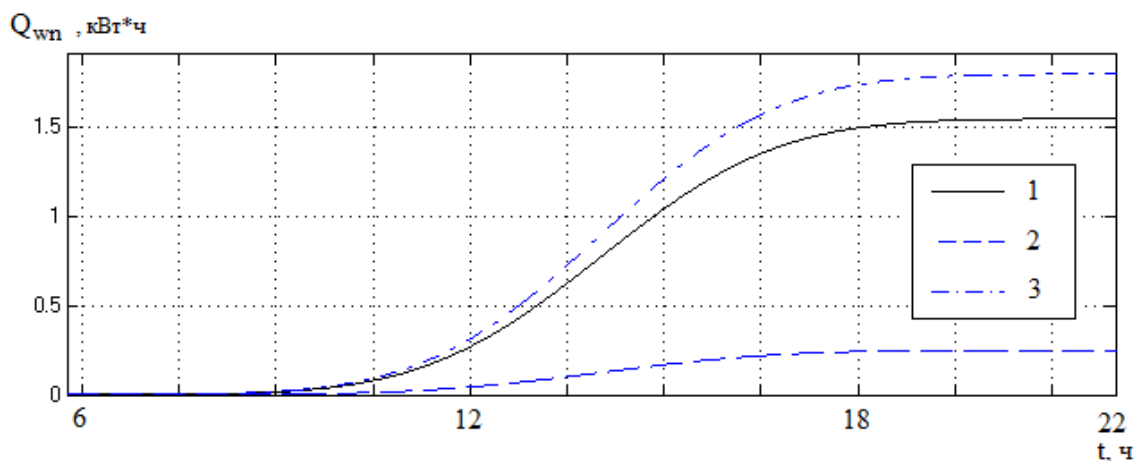


Рис. 3. Среднесуточное количество энергии Q_{wn} , поступающее на поверхность окна (г. Томск, январь): 1 – энергия Q_{wn}^{gl} , поглощаемая стеклопакетом, кВт*ч; 2 – энергия Q_{wn}^{rm} , передающаяся в помещение, кВт*ч; 3 – суммарная энергия Q_{wn}^{sum} (за вычетом отраженного излучения) солнечной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

Таким образом, благодаря представленным графикам можно оценить инсоляционные теплопоступления, 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., Гришневa 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. СП 23.101.2004. Свод правил «Проектирование тепловой защиты зданий». – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
7. Малявина Е. Г., Борщев А. Н. Расчет солнечной радиации в зимнее время // АВОК. – 2006. – № 7.

УДК 536

ОСОБЕННОСТИ ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Стрижак П.А., Волков Р.С., Высокоморная О.В., Войтков И.С.

Томский политехнический университет, Томск

E-mail: vysokomornaja@tpu.ru

Одним из наиболее распространенных способов воздействия на лесные пожары с целью их локализации и ограничения скорости распространения пламени является ввод достаточно больших (до нескольких тонн) масс воды в зону горения. Доставка воды в район лесного пожара осуществляется авиацией, поэтому тушащая жидкость сбрасывается, как правило, в массив огня достаточно компактно (без предварительного распыления) в виде «водяного снаряда». Отсутствуют также какие-либо сведения о том, насколько эффективно используется вода в рассматриваемых условиях ее ввода в массив огня. Для дальнейшего развития технологий тушения лесных пожаров целесообразна оценка полноты использования теплоты фазового перехода при движении «водяного снаряда» через массив огня определенной высоты.

Решение этой задачи в полной постановке с учетом влияния всех значимых факторов и процессов пока, очевидно, невозможно. Результаты численного решения задач о движении одиночной капли воды [1] и группы таких капель, ориентированных определенным образом относительно друг друга [2, 3], через высокотемпературные продукты сгорания различных веществ показали необходимость очень длительных вычислений для моделирования процессов тепломассопереноса и фазовых переходов даже при использовании относительно простых моделей [1–3].

Цель настоящей работы – оценка эффективности использования полноты испарения воды при движении «водяного снаряда» через массив высокотемпературных продуктов сгорания лесных горючих материалов на базе упрощенной модели теплопереноса.

Основное положение, являющееся базовым при постановке задачи, заключается в полноте испарения всей жидкости «водяного снаряда» при его движении через высокотемпературные газы. Предполагается,