

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА, ПОСТРОЕННОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.В. Кресова¹, Д.Ю. Кузжелко¹, С.П. Кундас²

¹Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ

²Белорусский национальный технический университет

e-mail: ¹elena-kresova@mail.ru, ¹kuzhelko.dmitry@yandex.ru, ²kundas@tut.by

Summary. 3D thermal model of energy efficient individual houses which were built using eco-friendly insulation materials (eco wool-reed, reed, straw-clay-reed) was developed. The dynamics of the natural cooling of houses in winter conditions is investigated. Results of numerical and experimental studies show that all used in construction local materials provide effective thermal insulation of houses. During twenty-four hours temperature is reduced by 5-7 °C. Thermal insulation system based on eco wool is characterized higher insulation properties.

Применение новых теплоизоляционных материалов в индивидуальном домостроении требует проведение исследований их эффективности, в особенности, если указанные материалы используются в многослойных конструкциях. Перспективным направлением решения указанной задачи является компьютерное моделирование.

Современные коммерческие программные комплексы соответствующего назначения чаще всего сложно применить для указанных целей без их адаптации и доработки. Для реализации этой задачи нами использованы программные комплексы SolidWorks и COMSOL Multiphysics, в рамках которых разработаны численные модели домов, построенных фирмой «Экостроитель»: конструктивная (SolidWorks), конечно-элементная и расчётно-аналитическая (COMSOL Multiphysics).

Предварительные численные исследования разработанных тепловых моделей показали, что для проведения расчетов всего дома требуется применения специальной высокопроизводительной вычислительной техники. Поэтому в рамках настоящей работы расчёт изменения температуры был выполнен на суперкомпьютере «СКИФ» ОИПИ НАНБ.

Исследована динамика естественного охлаждения дома каркасного типа в зимних условиях в течение 7 суток, в котором в качестве теплоизоляции использовались следующие материалы: тростник (50 мм)+эковата (200 мм)+льняные волокна (50 мм).

Начальная температура воздуха в помещении задавалась равной 22°C, стен и окон – 18°C. Температура на внешней стороне ограждающей конструкции принималась равной изменению температуры атмосферного воздуха (рисунок 1) в течение всего периода моделирования. В модели были учтены теплообмен с окружающей средой и конвекция воздуха в помещении.

Как видно из рисунка 1, в течение недели температура внутри дома снижается с 22 до 12 °C. При этом более интенсивное охлаждение дома имеет место в первые трое суток и преимущественно в ночное время при более низкой температуре окружающей среды (большее значение разности температур). Из результатов 3-D моделирование распределения температуры в доме после 2-х суток более установлено, что более интенсивное снижение температуры наблюдается вблизи окон и нижней части дома, что связано с меньшим тепловым сопротивлением этих конструкций и естественной тепловой конвекцией (теплый воздух локализуется в верхней части дома). После трех суток градиент температуры внутри дома уменьшается.

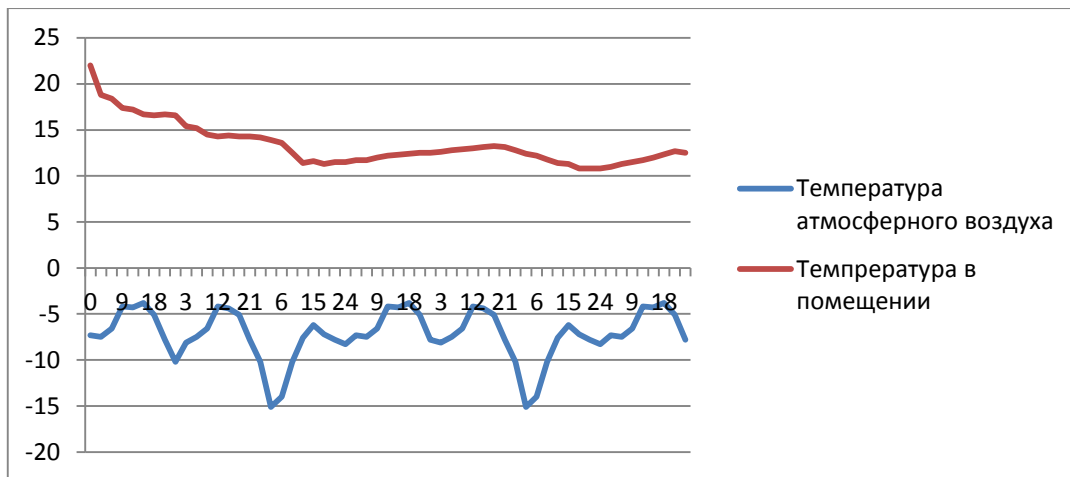


Рисунок 1 – Изменение температуры окружающей среды и внутри дома

Для анализа эффективности применения различных теплоизоляционных материалов проведен сравнительный численный анализ динамики охлаждения аналогичных по размерам и конструкции домов, построенных фирмой «Экостроитель», в которых в качестве теплоизоляционных материалов применен только тростник (400 мм), тростник и глина+солома (100мм + 300 мм), а также традиционный кирпич (400 мм).

Как видно из рисунка 2, в течение суток температура снижается на 5-7 °С (в кирпичном доме – на 14 °С). Конструкция дома с утеплителем на основе «Эковаты» даже при меньшей толщине теплоизоляционного слоя обеспечивает наибольшую степень теплоизоляции. Как и следовало ожидать, значительные теплопотери имеет традиционный кирпичный дом.

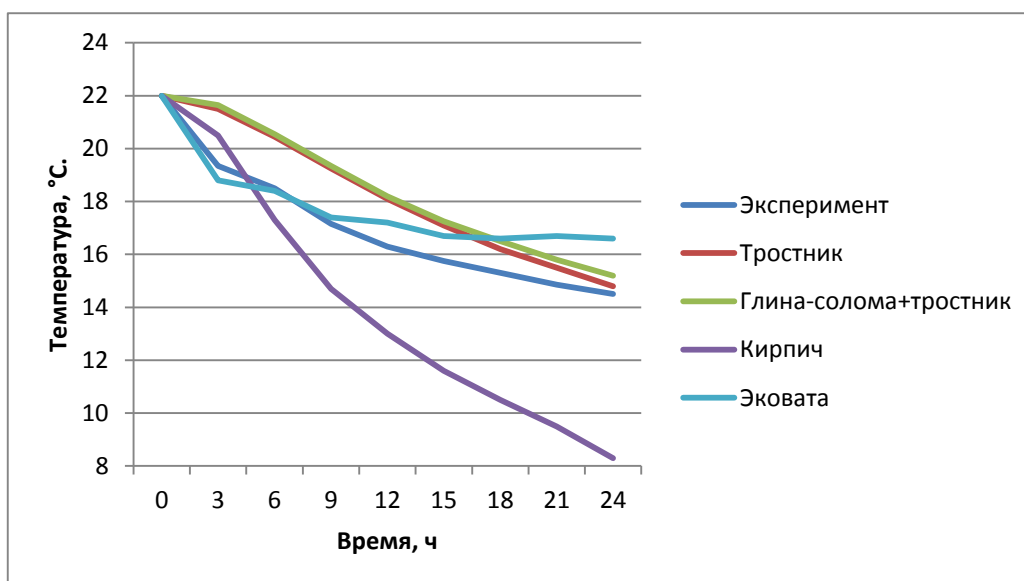


Рисунок 2 – Результаты сравнительных численных исследований динамики охлаждения в течение суток домов с различными вариантами утепления

Для оценки погрешности моделирования на рисунке 2 приведены также результаты экспериментальных измерений динамики охлаждения дома. Измерения осуществлялись с помощью электронного термометра testo 405-V1. Видно, что погрешность моделирования не превышает 15% и имеет большую величину на начальной стадии охлаждения.