

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОПОТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЯ
ПО БЕСКОНТАКТНЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ ТЕМПЕРАТУР**

В последнее время актуальность вопроса энергосбережения очень высока, особенно это касается отопления зданий. Для проведения мероприятий по снижению энергозатрат здания на его отопление необходимо знать основные характеристики (параметры) теплопотерь через ограждающие конструкции и с вентиляцией, для чего определяются термические сопротивления ограждающих конструкций и кратность воздухообмена. Для выяснения этих параметров существует ряд методик, позволяющих анализировать потери тепловой энергии через наружные ограждающие конструкции здания [1]. В этих методиках термические сопротивления окон и наружных стен определяются раздельно. Недостатком такого подхода является то, что он не учитывает теплопотери с вентиляцией (воздухообменом). Учет потерь тепловой энергии с вентиляцией достаточно сложен и нуждается либо в дорогостоящем и длительном по времени проведении эксперименте, либо в сложной математической модели рассматриваемого помещения, учитывающей основные процессы теплообмена и аэродинамики как внутри, так и снаружи помещения.

В существующих на данный момент нормативных документах, регламентирующих методы определения термических сопротивлений ограждающих конструкций (например [2]), проведение измерений температур ограждающих конструкций для оценки термического сопротивления, а в последствии и анализа теплопотерь, должно производиться контактным способом в течении достаточно длительного периода времени (до 2-х недель). В современных условиях проведение длительных контактных измерений часто невозможно. Реализовать такой эксперимент сложно даже в новых и, тем более, в уже существующих и эксплуатируемых зданиях и помещениях.

Поэтому представляет интерес развитие методов ускоренного обследования зданий и помещений с использованием кратковременных бесконтактных измерений температур элементов помещения, но при использовании более слож-

ных чем в [2] расчетных моделей этих помещений. При этом, также как и в [2], нужно использовать период слабо изменяющейся температуры наружного воздуха, но применять более сложные и более информативные модели стационарного теплового режима помещения.

Целью работы является разработка и апробация методики последовательной идентификации параметров теплопотерь помещения в стационарном режиме по данным кратковременных бесконтактных измерений температур воздуха и ограждающих конструкций, проверка возможности проводить комплексную оценку теплопотерь помещений и вырабатывать решения по их снижению.

Для определения теплового режима помещения была создана компьютерная комбинированная (0-1-мерная) математическая модель в сосредоточенных параметрах, состоявшая из 44 узлов и 116 связей между ними, в которой учитывается конвективный и радиационный теплообмен между ограждающими конструкциями и радиатором. Было проведено измерение значений температуры всех поверхностей внутри помещения, а также воздуха. Задача идентификации параметров теплопотерь ставится как задача определения параметров модели по имеющимся экспериментальным данным с помощью решения обратных задач на базе разработанной модели помещения. Параметрами помещения являются параметры теплопотерь – коэффициенты теплопроводности ограждающих конструкций и кратность воздухообмена.

Вначале предложенная методика была опробована на тестовых задачах с использованием данных вычислительного эксперимента, а затем, на данных натурного эксперимента.

Тестовая проверка алгоритма

В результате проведения вычислительного эксперимента (решение прямой задачи) с точными (известными) значениями параметров теплопотерь помещения были получены точные значения всех температур в узлах модели. В тем-

пературы, используемые для идентификации, искусственно вносились случайные погрешности (максимальные значения составляли до 5 %), имитирующие погрешности реального эксперимента. Идентификация проводилась как по точным данным, так и по возмущенным. Идентификация параметров по точным данным показала полное совпадение найденных параметров с точными значениями. Результаты идентификации параметров по не точным (возмущенным) данным также показало достаточно хорошее совпадение найденных параметров с точными, при этом погрешность определения не превысила 13 %.

Проверка алгоритма по данным натурного эксперимента

Полученные в результате идентификации данные показывают возможность определения параметров и теплопотерь помещения на базе экспериментальных данных с использованием методики последовательной идентификации и их значения находятся в допустимых физических пределах. Идентификация параметров теплопотерь помещения, проведенная выше, позволяет проводить детальный анализ теплопотерь помещения, результаты которого приведены в табл. 1.

Табл. 1. Теплопотери помещения

Наименование теплопотерь	Величина, Вт
Теплопотери через окна	256,7
Теплопотери через наружную стену	163,7
Теплопотери через потолок	143,8
Теплопотери с воздухообменом	94,1

Выводы

1. Проведен кратковременный эксперимент по измерению температур ограждающих конструкций комнаты бесконтактным методом, для которого была разработана модель теплового состояния.

2. Разработана методика последовательной идентификации параметров теплопотерь помещения (тепловые проводимости ограждающих конструкций и кратность воздухообмена) в стационарном режиме.

3. Показана пригодность разработанной методики при идентификации параметров помещения по данным кратковременных измерений (2...6 часов). Были определены значения тепловых проводимостей ограждающих конструкций комнаты и величина кратности воздухообмена, равные 1,29 Вт/(м²·К) для наружной стены, 3,2 Вт/(м²·К) для окон, 3,14 Вт/(м²·К) для потолка и кратность воздухообмена 0,21.

4. Идентификация параметров теплопотерь позволила получить значения теплопотерь помещения через окна, наружную стену, потолок и с воздухообменом, а также полные теплопотери помещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВЕМО 05.00.00.000 ДМ. Методика диагностики и энергетических обследований наружных ограждающих конструкций строительных сооружений тепловизионным бесконтактным методом (летний вариант). <http://www.wemo.ru/offers/metodiki.htm>.

2. ГОСТ 26254 – 84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций».