

О. С. Цаканян, канд. техн. наук
С. В. Кошель, канд. техн. наук

Институт проблем машиностроения
 им. А. Н. Подгорного НАН Украины,
 г. Харьков, Украина
 e-mail: koshel@nas.gov.ua

УДК 536.24

ВЛИЯНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

Розглянуто вплив різних варіантів розташування опалювальних приладів у приміщенні на енергозбереження і створення комфортного температурного поля для перебування людей. Для дослідження було вибрано квадратне приміщення з похилим дахом, яке має світлові прорізи різного розміру з трьох сторін. Дослідження показали, що оптимальним з точки зору енергоефективності, комфорту та ергономічності є варіант приміщення з конвектором, розташованим під стіною з одним вікном.

Ключові слова: конвектор, приміщення, енергоефективність, комфорт.

Введение

При проектировании отопительных систем для зданий большое внимание уделяется обеспечению энергосбережения. Стараясь минимизировать потери тепла, проектировщики не всегда могут обеспечить зоны комфортного пребывания людей в помещении, поскольку не всегда имеют достаточной информации о таких зонах. Если не хватает мощности в отопительной системе, приходится пользоваться электрическими обогревателями, что ведёт к дополнительным материальным затратам. Поэтому наряду с вопросами энергосбережения должен ставиться вопрос о максимальном комфорте людей в помещении, в зависимости от того, где находится рабочее или спальное место. Наиболее очевидное решение – управлять распределением температуры с помощью различного размещения отопительных приборов.

Для аналогичного по характеристикам помещения в [1] было установлено, что максимального энергосбережения помещения можно достигнуть, если разогрев начинать с самых теплоемких частей, то есть со стен, пола и крыши. При этом распределения температуры исследовано не было. В [2] было показано, как влияют на энергосбережение различные факторы, такие, как диапазон изменения и величина теплопроизводительности конвектора при разогреве помещения из холодного состояния, температурный суточный режим помещения, а также тепловая защита ограждающих конструкций. Исследования влияния расстановки отопительных приборов в помещении на экономию тепловой энергии и получение температурного поля проведено не было.

Целью исследования являлось определение оптимального варианта размещения отопительного прибора в помещении с точки зрения энергосбережения и создания условий для максимального комфорта находящихся в помещении людей.

Результаты исследования

В качестве объекта исследования согласно [1] было выбрано помещение размером 4x4 м с бетонными стенками толщиной 0,3 м и наклонной крышей высотой 2,7 – 3,7 м (рис. 1). Три стены помещения имели световые проемы со стеклопакетами с известным сопротивлением теплопередаче. Площадь проемов – 12,6, 2,52 и 12,6 м². Первый из них представлял собой окно с дверью, второй – небольшое окно и третий – окно почти на всю поверхность стены. В качестве отопительного прибора был выбран конвектор (рис. 2) размерами 2400x400x98 мм с четырьмя нагревательными элементами в виде параллелепипедов общей мощностью 1,5 кВт. В наибольшей мере нагрев воздуха осуществлялся естественной конвекцией. В качестве начальных и граничных условий принята температура наружного воздуха 0 °С и коэффициент теплоотдачи от воздуха на поверхностях наружных

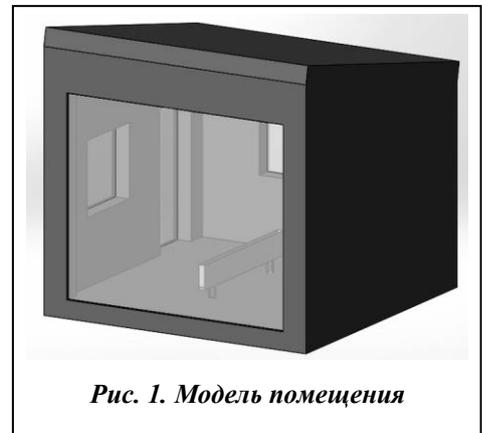
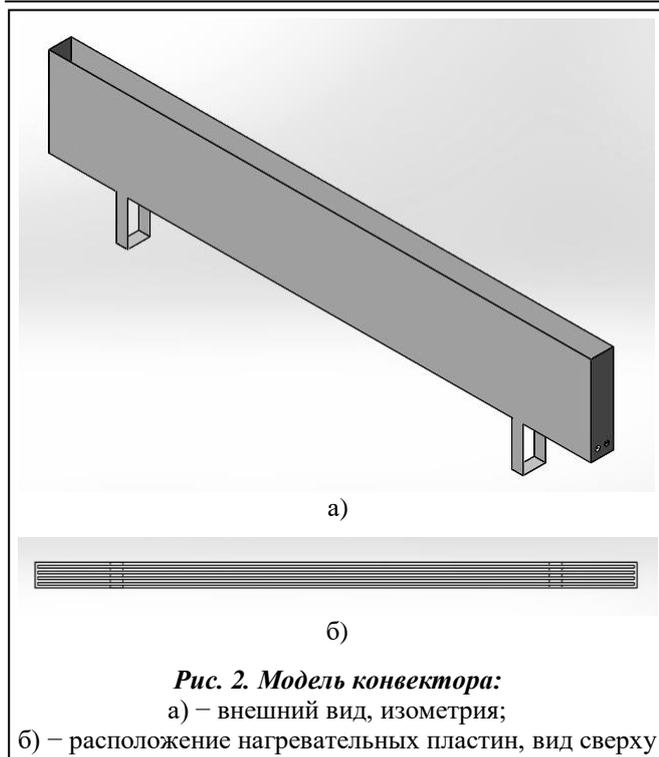


Рис. 1. Модель помещения

© О. С. Цаканян, С. В. Кошель, 2018



стен на уровне $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, что соответствует безветренной погоде. Влияние солнечного излучения не рассматривалось.

Задачи решались в стационарной и нестационарной постановках. Это позволило получить более точные данные по распределению температуры в помещении. Всего было исследовано 4 различных варианта размещения отопительных приборов: посередине помещения (вариант 1), под стеной без светового проема (вариант 2), под стеной с окном (вариант 3) и под стеной с окном и дверью (вариант 4). Также был исследован вариант обогрева помещения с помощью теплого пола той же мощности, что у конвекторов (вариант 5). В качестве критерия для определения комфортности (неравномерности распределения температуры воздуха) была выбрано отношение отклонений максимального и минимального значений температуры воздуха в горизонтальном сечении на уровне $1,3 \text{ м}$ от пола помещения

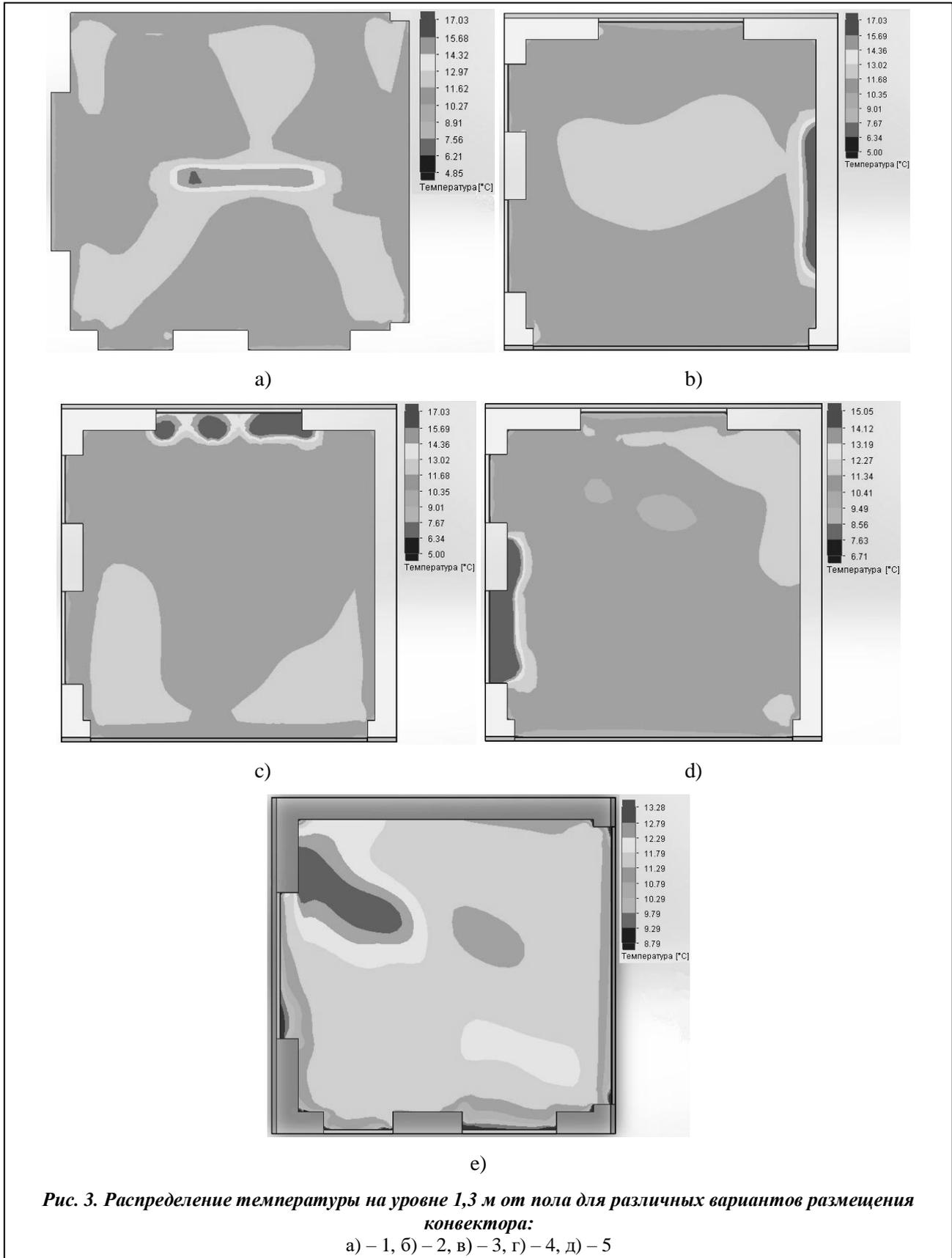
относительно средней температуры в этом сечении. При обработке результатов анализ также проводился по средней температуре воздуха в помещении и температуре внутренних стен.

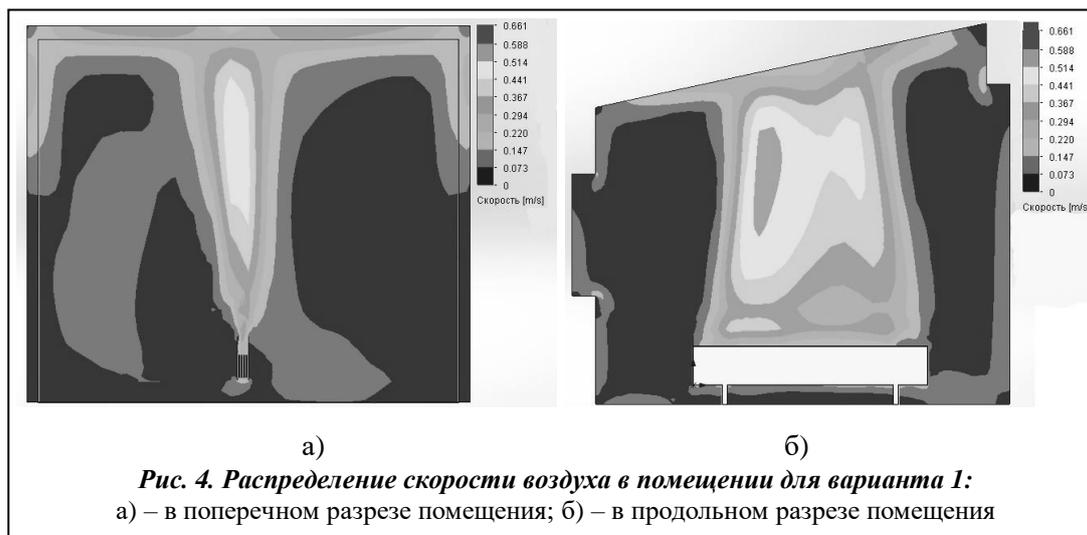
Исследования показали, что для всех вариантов расположения конвектора наблюдается достаточно равномерное распределение температуры на уровне $1,3 \text{ м}$ от пола (рис. 3). Перегретыми являются места над отопительными приборами, но уже на небольшом удалении от них перегрева не чувствуется, что говорит о хорошем перемешивании воздуха в помещении. Что касается средней температуры в помещении (таблица), то наибольшая ее величина наблюдается для варианта размещения 1. Это может быть вызвано тем, что остальные способы предполагают близкое расположения конвектора к стенкам, вследствие чего радиационная часть тепловой энергии отбирается ими. Установка экранов поможет решить данную проблему, в результате чего средняя температура воздуха в помещении увеличится. Для варианта 5 присутствует непосредственный контакт с полом, который имеет конечное тепловое сопротивление, из-за чего уменьшается средняя температура в помещении.

Разброс средней температуры для всех способов размещения отопительного прибора не превышает $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Наименьшая средняя температура наблюдается у варианта 4, где присутствуют большие тепловые потери из-за близости окна и двери, а также варианта 5, где присутствует непосредственный контакт с полом.

Таблица. Результаты моделирования

Вариант размещения конвектора	Средняя температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Средняя скорость воздуха, м/с	Средняя температура наружных стенок, $^\circ\text{C}$	Средняя температура внутренних стенок, $^\circ\text{C}$	Средняя температура поверхности пластины конвектора, $^\circ\text{C}$
1	11,9659	0,0858	0,9870	7,6273	59,1855
2	11,9273	0,0874	1,0459	8,0996	57,9192
3	11,8277	0,0833	1,0071	7,7911	61,5812
4	11,5856	0,0866	1,0030	7,7641	56,6596
5	11,7586	0,144	–	–	–





Вариант 5 показал также наименьшую равномерность распределения температуры на высоте 1,3 м от пола из-за того, что доля передачи тепла конвекцией для теплого пола значительно меньше, вследствие чего воздух плохо перемешивается. Диапазон изменения температуры на этой высоте в различных частях помещения достигает 2 °С (15 % в относительных единицах), тогда как у остальных вариантов он не превышает 1 °С (7,5 %).

Поверхности внутренних и наружных стен наименьше прогреваются в случае, когда конвектор размещен посередине помещения, что объясняется его значительным удалением от стен. Воздух обтекает внутренние поверхности стенки уже порядком охлажденный, в то время как для вариантов 2–4 горячий воздух температурой с порядка 50–60 °С почти сразу приходит в соприкосновение с близстоящей поверхностью стены. Также не стоит забывать про теплообмен излучением, поскольку корпус конвектора также прогревается.

Скорость движения воздуха во всем помещении в установившемся режиме для вариантов 1–4 составляет порядка 0,085 м/с. Наибольшее движение воздуха чувствуется над конвектором и в районе потолка (вариант 1 на рис. 4). Для улучшения равномерного распределения температуры в горизонтальной плоскости помещения (вариант размещения 5) следует увеличить плотность теплового потока поверхности пола вдоль границы со стенами по сравнению с остальной поверхностью пола.

Выводы

1. Учитывая, что все варианты размещения конвектора имеют практически одинаковую эффективность, для достижения максимального комфорта пребывания в помещении людей стоит остановиться на варианте размещения 3. За счет выходящей из конвектора струи теплого воздуха он обеспечивает отсечение притока холодного воздуха из окон, что позволит уберечься от сквозняков.

2. Для каждого рассмотренного варианта размещения конвекторов можно достичь еще большего энергосберегающего эффекта. Например, установка экранов на стене напротив конвектора или дополнительное утепление несущих конструкций уменьшат тепловые потери и повысят среднюю температуру в помещении.

Литература

1. Табунищев Ю. А., Бродач М. М. Экспериментальные исследования оптимального управления расходом энергии. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2006. № 1. С. 32–39.
2. Цаканян О. С., Кошель С. В., Цаканян С. О. Управление расходом тепловой энергии при отоплении помещений. Сантехника. Отопление. Кондиционирование. 2009. № 6. С. 38–45.

Поступила в редакцию 02.03.2018