

УДК 697.43

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДЯНОГО ТЕПЛОГО ПОЛА

^{1,2}*Низовцев М.И., ²Сахаров И.А.*

¹*Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск*

²*Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск*

В последнее время в малоэтажном строительстве все чаще применяются системы напольного отопления, ранее они традиционно использовались как дополнение к основной системе отопления для создания комфортных условий. Наиболее важное преимущество данных систем состоит в равномерном распределении теплого воздуха в помещении. При этом на уровне ног температура воздуха на 3-5 градусов больше, чем на уровне головы. Такое распределение температуры является более естественным для организма человека и не создает ощущения перегрева [1]. За счет меньшей разности температур между греющей поверхностью и воздухом по сравнению с традиционными системами отопления с применением конвекторов и радиаторов снижается интенсивность конвективных процессов, что приводит к уменьшению скорости воздушных потоков, объемов перемещаемых загрязняющих веществ, а также повышению относительной влажности воздуха в помещении [2]. Системы теплого пола имеют более низкую температуру поверхности, что позволяет сократить затраты на подготовку теплоносителя и снизить потери энергии при его транспортировке в водяных системах отопления.

По типу источника тепла напольные системы отопления делятся на два основных вида: электрические и водяные. В электрических системах используется электрический кабель или пленка, выделяющие тепло при протекании тока. В основание пола укладывается утеплитель. Кабель заливается цементной стяжкой, а пленку можно укладывать непосредственно под напольное покрытие. Стяжка способствует равномерному распределению тепла на поверхности пола и защищает кабель от механических повреждений.

В водяных полах греющие элементы – это трубы, по которым течет горячая вода, трубы также заливают стяжкой. В целом, электрические системы быстрее устанавливаются и проще ремонтируются, но затраты на оплату электроэнергии существенно превышают затраты на эксплуатацию водяных систем [3]. Следует также отметить, что при работе электрический пол создает электромагнитное поле, которое может воздействовать на организм человека. Ремонт водяного пола достаточно сложен из-за необходимости разрушения стяжки для поиска и устранения протечек [1]. В настоящее время в России водяные теплые полы запрещено подключать к централизованным системам отопления в многоквартирных жилых домах.

При проектировании теплых полов требуется, чтобы температура поверхности пола отвечала определенным требованиям в соответствии с нормативными документами и условиями комфортности. Так согласно [4] максимальная температура поверхности пола в жилых помещениях не должна превышать 26 °С. Комфортную температуру на поверхности пола с различными покрытиями можно определить с использованием рекомендаций [5].

В литературе достаточно мало информации об общих методиках расчета систем водяного напольного отопления. Одной из причин этого является многообразие существующих на рынке систем, что затрудняет создание универсальных методик их расчета. С развитием математических методов численного моделирования появилась

возможность повысить точность при проведении расчетов тепловых параметров таких систем. В данной статье приводятся результаты расчетов процессов теплопереноса в системе водяного теплого пола в двухмерной постановке при стационарном режиме. В работе методом конечных элементов определены оптимальные конструктивные и тепловые параметры. Для расчетов использовался программный пакет COMSOL Multiphysics 4.2.

При расчетах рассматривалась следующая конструкция водяного теплого пола (рис. 1). На железобетонной плите перекрытия толщиной 0.16 м уложен слой экструдированного пенополистирола толщиной 0.045 м., на нем расположены металлопластиковые трубы с наружным диаметром 0.02 м и шагом между ними d . Трубки залиты цементной стяжкой толщиной 0.03 м над трубками. На стяжку уложен ламинат толщиной 0.008 м.

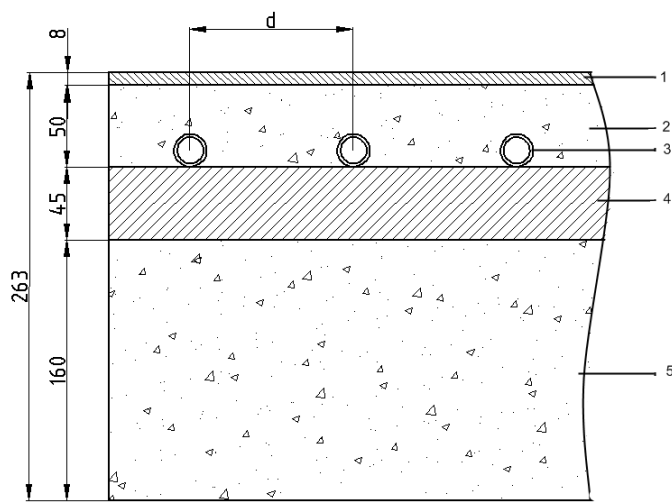


Рис. 1. Конструкция водяного теплого пола.

1 – ламинат, 2 – цементная стяжка, 3 – РЕХ труба, 4 – ЭПП, 5 – плита перекрытия.

Расчеты проводились при следующих граничных условиях: температура воздуха в помещении принималась $+21^{\circ}\text{C}$, коэффициенты теплоотдачи на верхней и нижней границе были одинаковы, $\alpha = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ [6]. Расчеты выполнялись при разном шаге укладки греющих трубок d и различной температуре теплоносителя (воды) t_g . Ниже приведены некоторые результаты расчетов.

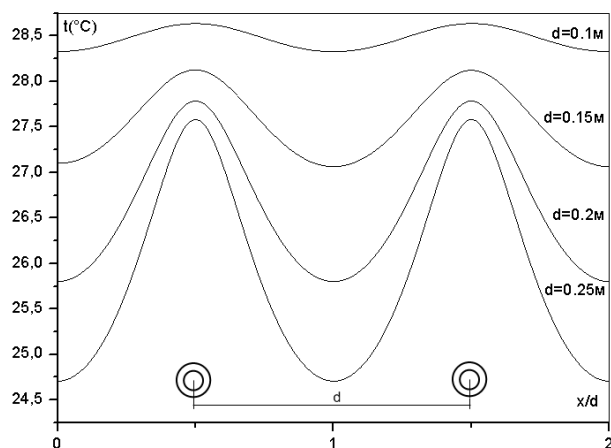


Рис. 2. Температура на поверхности водяного теплого пола.

На рис. 2 приведены распределения температур на поверхности пола при температуре теплоносителя $t_e = 35\text{ }^\circ\text{C}$ и различном шаге укладки греющих трубок. Как следовало из результатов расчетов, зоны поверхностей пола с наиболее высокой температурой располагались над греющими трубками, с увеличением шага укладки снижалась температура поверхности пола и увеличивалась ее неравномерность.

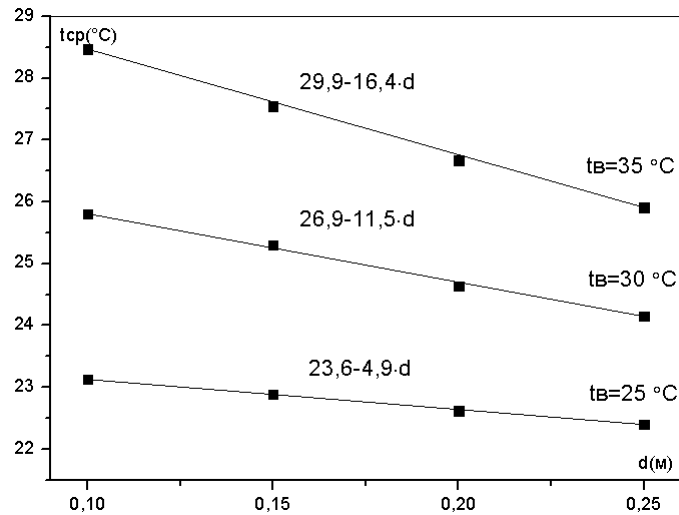


Рис. 3. Зависимость средней температуры поверхности теплого пола от шага укладки и температуры теплоносителя.

Зависимость средней температуры поверхности греющего пола от шага укладки трубок имела линейный характер (рис. 3).

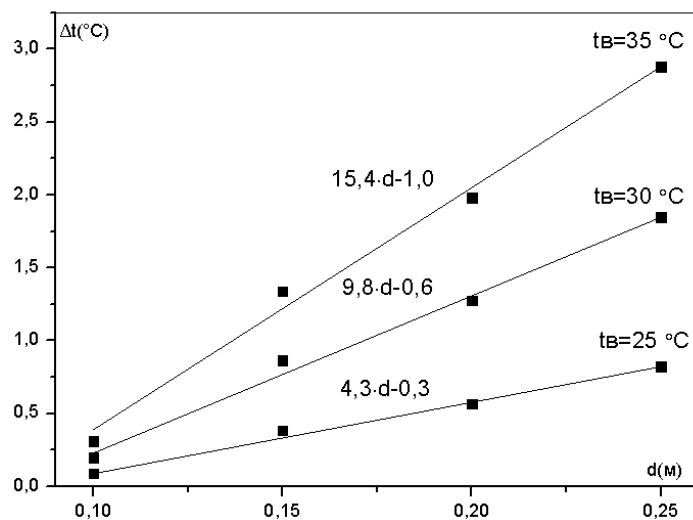


Рис. 4 Зависимость максимального перепада температуры на поверхности теплого пола от шага укладки и температуры теплоносителя.

При эксплуатации теплого пола человек не должен ощущать дискомфорт, из-за большого перепада температуры по поверхности пола. Согласно [5] перепад температуры $>2\text{ }^\circ\text{C}$ воспринимается человеком, как дискомфортный. Поэтому, для рассматриваемой конструкции водяного теплого пола по результатам расчетов рекомендована укладка трубок с шагом от 0,1 м до 0,25 м при температуре теплоносителя 25 – 30 $^\circ\text{C}$.

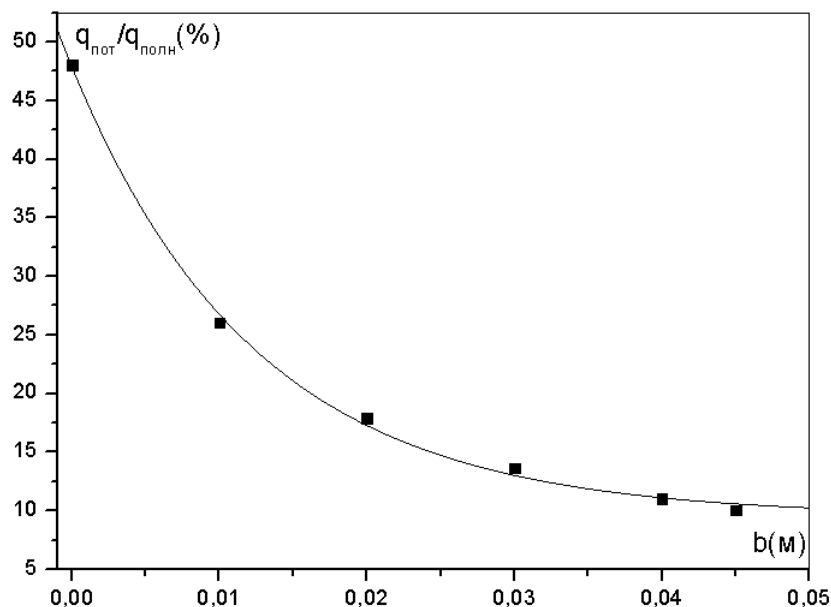


Рис. 5. Зависимость тепловых потерь от толщины теплоизоляции.

Для снижения тепловых потерь и наиболее полного использования тепловой энергии в конструкции теплого пола применяется утеплитель. Относительную величину тепловых потерь можно характеризовать отношением плотности тепловых потерь на единицу поверхности теплого пола $q_{\text{пот}}$ пола к полной плотности теплового потока, выделяемой греющими трубками на единицу площади пола $q_{\text{полн}}$. Согласно результатам расчетов (рис.5) использование в качестве теплоизоляции в водяном теплом полу экструдированного пенополистирола толщиной 0.03 м позволяет снизить величину тепловых потерь до значения <15%. Дальнейшее увеличение толщины теплоизоляции дает существенно меньший эффект в снижении тепловых потерь.

Выводы

В результате выполненных расчетов определен характер взаимного влияния конструктивных и тепловых параметров водяного теплого пола. Были найдены зависимости средней температуры и перепада температур на поверхности теплого пола от шага укладки греющих трубок и температуры теплоносителя, а также величины тепловых потерь от толщины слоя теплоизоляции. Анализ полученных результатов позволяет дать рекомендации по выбору шага укладки, температуры теплоносителя толщины слоя теплоизоляции.

Литература

1. Писарев Е. Теплый пол. Водяной или электрический. «Самиздат». 2012.
2. Bearzi V. Теплые полы. Теория и практика // АВОК.- 2005. №7.- С. 70-82.
3. Почему водяной теплый пол, а не электрический. ООО «ВАНТУБО-СЕРВИС» [Электронный ресурс] URL: <http://www.vantubo-service.ru/neelectro>.
4. СНиП 41-01-2003. «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
5. ГОСТ 13732-2-2008. «Эргономика термальной среды. Методы оценки реакции человека при контакте с поверхностями. Часть 2. Контакт с поверхностью умеренной температуры».
6. СНиП II-3-79. «Строительная теплотехника».