

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТАЛЬНОГО РАДИАТОРА ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.

*д.т.н., проф. Зайцев О.Н., аспирант Домошей Т.Д.,  
аспирант Лукьянченко Д.М.*

*Одесская государственная академия  
строительства и архитектуры, Украина*

### **Постановка проблемы.**

В Украине доля теплоснабжения в жилищно коммунальном хозяйстве занимает около 60% от общего количества вырабатываемой тепловой энергии, в тоже время, оснащение отопительных приборов индивидуальными автоматическими регуляторами теплового потока (термостатами) позволяет в зависимости от типа регуляторов и условий их эксплуатации уменьшить расход тепловой энергии на отопление на 10-20% в основном за счёт снижения непроизводительных затрат теплоты [1, 3, 5-7].

### **Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций.**

Основным недостатком в работе регулируемых систем отопления является узкая область линейного действия терморегуляторов (от 0,3 до 0,7 хода клапана), кроме того, в отличие от традиционных аналогов, для таких систем, характерны повышенные единовременные капитальные вложения при повышении рабочего давления в системе (в 3-4 раза) по сравнению с нерегулируемыми системами, что негативно сказывается на эксплуатационных расходах [8-12]. Также необходимо отметить, что, несмотря на достаточно развитую теорию гидравлического регулирования систем отопления в настоящее время отсутствуют тепловые модели работы таких систем. Особенно негативна ситуация при малом тепловом напоре в нагревательном приборе, что характерно для возобновляемых источников энергии.

**Целью работы** является совершенствование систем водяного отопления с низкотемпературным теплоносителем на основе использования гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах с сохранением постоянного в остальной части системы отопления.

### **Основной материал исследования.**

Для достижения поставленной цели был предложен способ регулирования системы отопления путем установки на каждый нагревательный прибор эжектора, связанного с термостатом, что позволяет изменить тепловой поток за счет количественного регулирования в нагревательном приборе, а осталь-

ная часть системы отопления работает в постоянном гидравлическом режиме. Однако существующие методики подбора регулирующего оборудования для водяных систем отопления не учитывают результирующий тепловой поток через нагревательный прибор. Поэтому, для моделирования влияния локального изменения температуры и расхода в нагревательном приборе был использован пакет программ CosmosFloWork на основе программного обеспечения SolidWork. Данная программа применяется для расчета гидро-, аэродинамических и тепломассообменных процессов используя уравнение неразрывности Навье-Стокса для вязкого идеального газа [2].

На оси эжектора выполняются условия симметрии и решаются уравнения энергии и движения для z-компоненты скорости. Решение задачи начинается с задания начальных условий и параметров задачи. Внутри области задаются однородные начальные условия для компонент скорости и температуры. Основываясь на этих теоретических данных, для исследования была создана компьютерная модель локального нагревательного прибора с эжектором (рис.1).

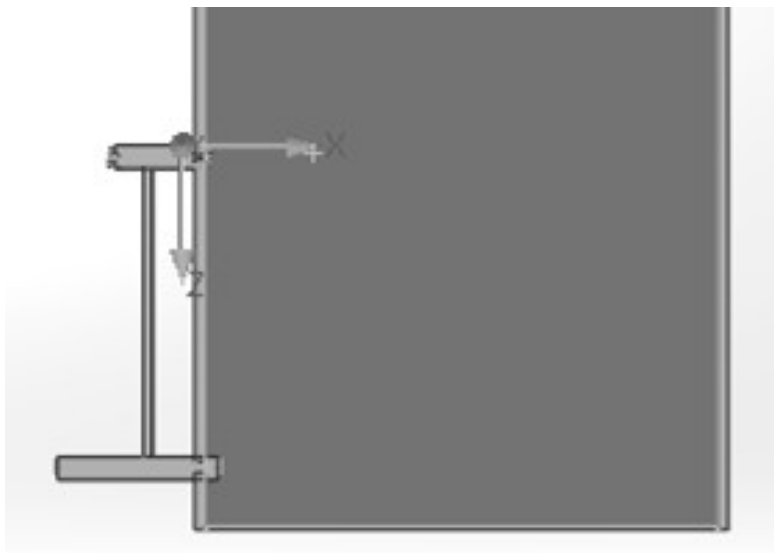


Рис.1 Общий вид модели локального регулирования теплового потока от нагревательного прибора.

Варьировались следующие параметры:

- Расход теплоносителя через подающий трубопровод;
- Диаметр сопла эжектора;
- Расход теплоносителя эжектируемого потока;
- Температура и давление на входе и выходе из модели.

Результаты моделирования тепловых и гидравлических процессов при количественно-качественном регулировании теплоносителя в нагревательных приборах представлены на рис.2-3.

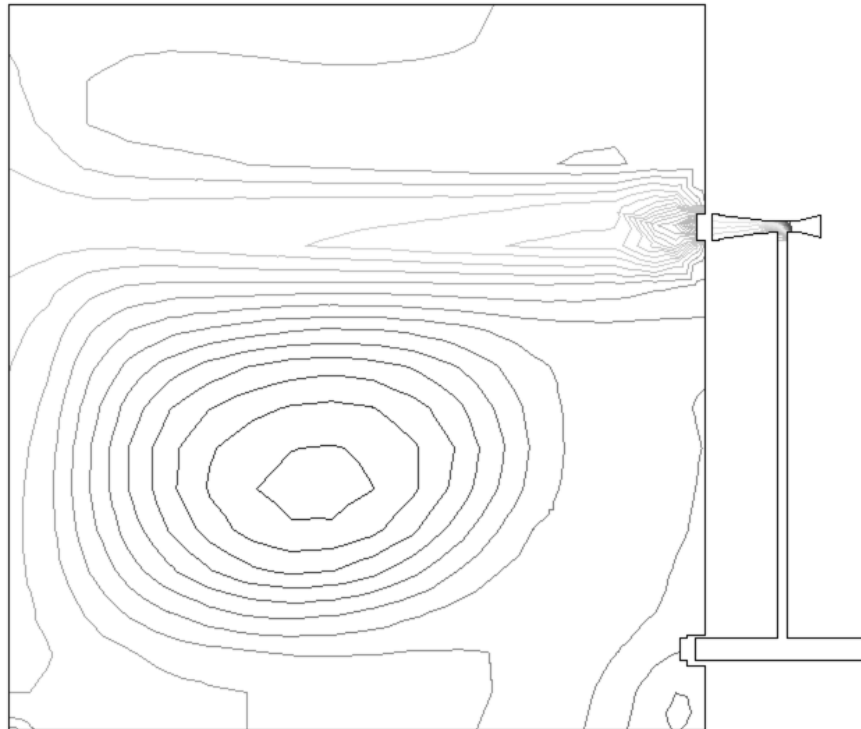


Рис.2 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 1.5.

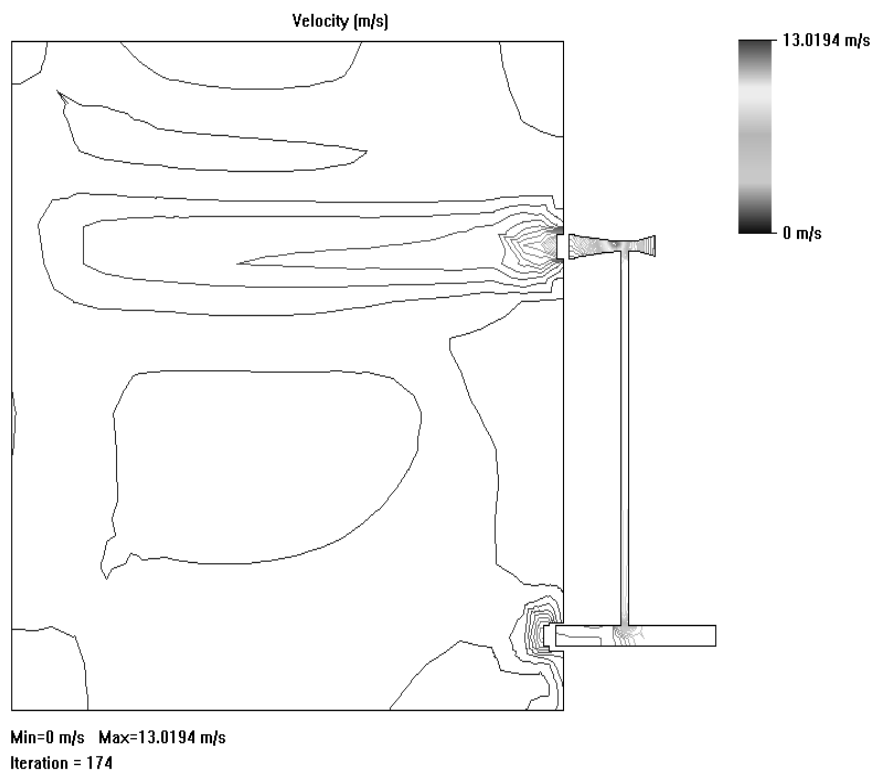


Рис.3 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 2.2.

## **Обсуждение результатов.**

Анализ представленных на графиках (рис.2-3) распределения теплоносителя по скорости и давлению при различных коэффициентах подмешивания показал, что изменение перепада давления между эжектирующей жидкостью и эжектируемой путем увеличения сопротивления в перемычке между подающим и обратным трубопроводами от 0 до 1,5 кПа при постоянной скорости жидкости в подающем и обратном трубопроводах (1.5 м/с) позволяет изменить температуру входящего в нагревательный прибор от  $T_1$  до  $T_2$ , что соответствует при нулевом перепаде давления – эжекция отсутствует и нагревательный прибор дает максимальный тепловой поток с максимальным температурным напором. А при перепаде давления 1,5 кПа происходит заклинивание эжектора и теплоноситель поступает в нагревательный прибор с температурой  $T_2$ , что соответствует нулевому тепловому потоку и соответственно отсутствию нагрева помещения. Однако при этом сохраняется постоянство гидравлического режима остальной системы отопления, что позволяет не устанавливать балансировочные клапаны на каждые 6-8 нагревательных приборов. Анализ данных по изменению температуры, коэффициента турбулентности, числа  $Pr$  и теплового потока в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя показали, что основные пульсации по температуре, коэффициенту турбулентности и изменению теплового потока происходят на узком участке – в эжекторе и при входе в нагревательный прибор, что подтверждает гипотезу о применимости предложенного локального управления тепловым потоком в водяной системе отопления.

## **Выводы.**

1. Предложена система водяного отопления с низкотемпературным теплоносителем на основе использования гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах с сохранением постоянного в остальной части системы и увеличения диапазона эффективной работы терморегуляторов, позволяющая снизить требуемое давление в системе отопления и капитальные затраты за счет уменьшения количества требуемых балансировочных клапанов в системе отопления.

2. Полученные теоретические данные о тепловых и гидравлических процессах в предложенной конструкции терморегулятора выявили практически линейный режим регулирования расхода теплоносителя и доказали возможность работы системы водяного отопления в постоянном гидравлическом режиме с изменением количественной и качественной характеристик теплоносителя только в нагревательных приборах.

3. Уточнена методика гидравлического расчета для систем водяного отопления с низкотемпературным теплоносителем на основе использования гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах с сохранением постоянного в остальной части системы.

## **Использованные источники.**

1. Нудлер Г.И., Тульчин И.К. Автоматизация инженерного оборудования жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1988. – 223 с.
2. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен: Пер. с англ./ Герхарт Б., Джалурия И., Махаджан Р.Л., Саммакия Б. – М.: Мир, В 2-х книгах. Кн. 2., 1983. – 528 с.
3. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование / В.В. Пырков. – К.: И ДП «Такі справи», 2007. – 251 с.
4. Грановский В.Л. Основные принципы конструирования и испытаний отопительных приборов со встроенными терморегуляторами / В.Л. Грановский // АВОК. – 2005. – №4. – С. 48-52.
5. Дзелтис Э.Э. Управление системами кондиционирования микроклимата: Справочное пособие / Э.Э. Дзелтис. – М.: Стойиздат, 1990. – 176 с.
6. Petitjean R. Total hydronic balancing: A handbook for design and troubleshooting of hydronic HVAC systems / R. Petitjean. – Gothenburg: TA AB, 1994. – 530 p.
7. Покотилев В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения / В.В. Покотилев. – Вена.: фирма «HERZ Armaturen», 2010. – 176 с.
8. EN 215-1: 1987 Thermostatic radiator valves. Part 1. Requirements and test methods.
9. ГОСТ 30815-2002 МГС. Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий. Общие технические условия. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002
10. ГОСТ 14770-69 Устройства исполнительные. ГСП. Технические требования. Методы испытаний. – М.: Изд. Стандартов, 1988. – 10 с.
11. ГОСТ 28923-91 МГС. Регуляторы температуры, работающие без постороннего источника энергии. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2005.
12. Wytczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania. – Warszawa.: COBRTI «INSTAL», «UNIA CIEPLOWNICTWA». – Supplement do wydania II. 1993. –, 1994. – 43 p.