

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННО- КАЧЕСТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В статье приведены результаты теоретических исследований поля температуры, скорости и давления в предлагаемой конструкции терморегулятора. Показано, что в данном случае наблюдается практически линейный режим регулирования расхода теплоносителя, что позволяет работать системе водяного отопления в постоянном гидравлическом режиме с изменением количественной и качественной характеристик теплоносителя только в нагревательных приборах.

Постановка проблемы.

В Украине, как и во всем остальном мире одной из острейших проблем современности является снижение энергетических затрат на системы отопления в промышленных и гражданских зданиях и сооружениях различного назначения, при этом доля теплотребления 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]. Это значительно превышает уровень экономии тепловой энергии с помощью ручного регулирования кранами или вентилями (обычно 4-9% при нормально работающем ручном регуляторе).

Основным препятствием, сдерживающим внедрение регулируемых систем отопления, является узкая область 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 от 1,5 до 4 раз по сравнению с нерегулируемыми системами, что негативно сказывается на эксплуатационных издержках [8-12]. Вместе с тем их применение позволяет не только обеспечить экономию энергоресурсов, но и получить значительный экологический эффект от сокращения сжигания

традиционного органического топлива [4]. Также необходимо отметить, что, несмотря на достаточно развитую теорию гидравлического регулирования систем отопления в настоящее время отсутствуют тепловые модели работы таких систем. Особенно это проявляется при уменьшении теплового напора от нагревательных приборов к воздушной среде отапливаемых помещений – то есть при использовании низкотемпературного теплоносителя, который получают в основном от 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 и увеличения диапазона эффективной работы терморегуляторов.

Моделирование гидравлически изменяемого режима в нагревательных приборах.

Существующие методики подбора регулирующего оборудования для водяных систем отопления не учитывают результирующий тепловой поток через нагревательный прибор, что требует дальнейших исследований для предложенного способа регулирования системы отопления с помощью эжектора-терморегулятора с изменением теплового потока нагревательного прибора. Для упрощения исследования 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].

Решение задачи зависит от граничных условий и геометрических параметров расчетной области. Кроме того, решение задачи зависит от параметров, входящих в граничные условия на входе и выходах в эжектор.

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).

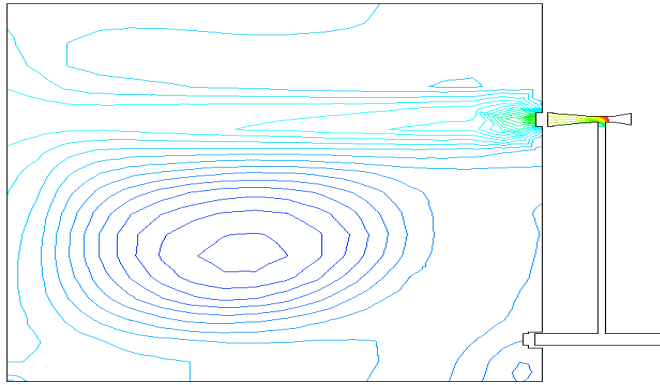


Рис.1 Общий вид модели локального регулирования теплового потока от нагревательного прибора.

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.2-9.

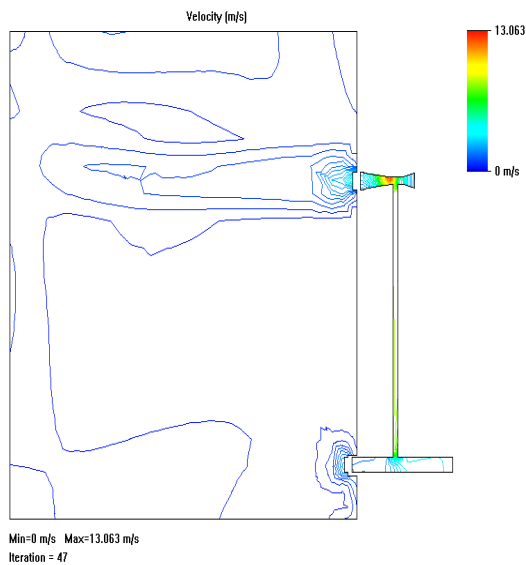


Рис.2 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 1.5.

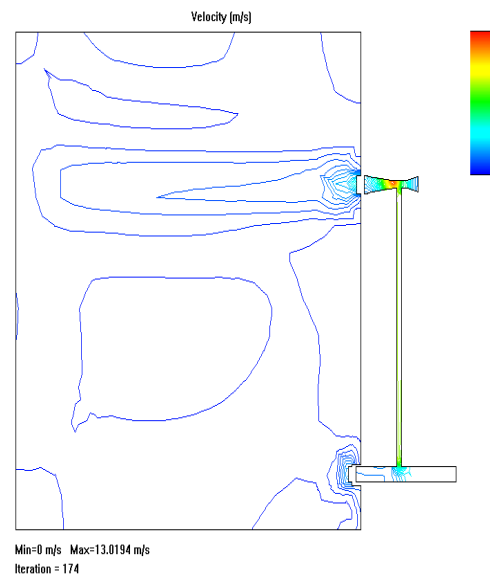


Рис.3 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 2.2.

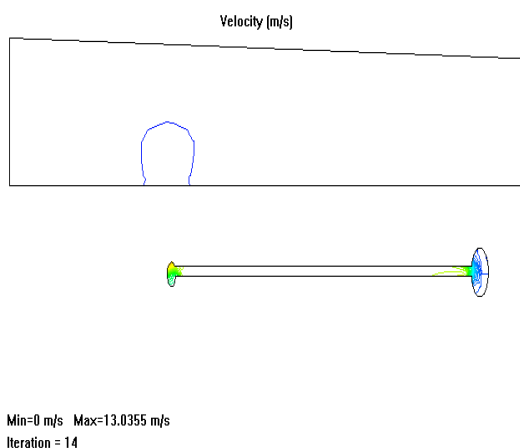


Рис.4 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 1.5 (вид сверху).

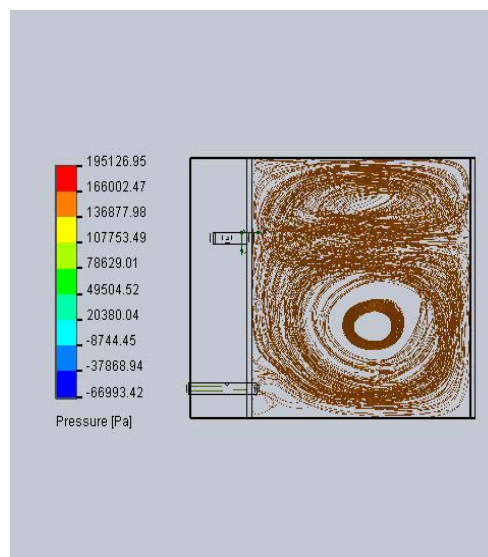


Рис.5 Распределение теплоносителя в нагревательном приборе и эжектирующем устройстве при коэффициенте подмешивания 2.2.

Анализ представленных на графиках (рис.2-5) 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 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 запираение эжектора и теплоноситель поступает в нагревательный прибор с температурой T_2 , что соответствует нулевому тепловому потоку и соответственно отсутствию нагрева помещения.

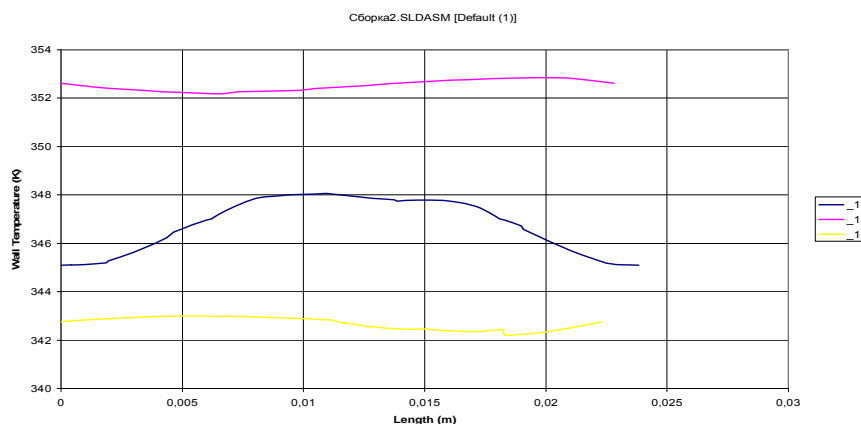


Рис.6 Распределение температуры в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

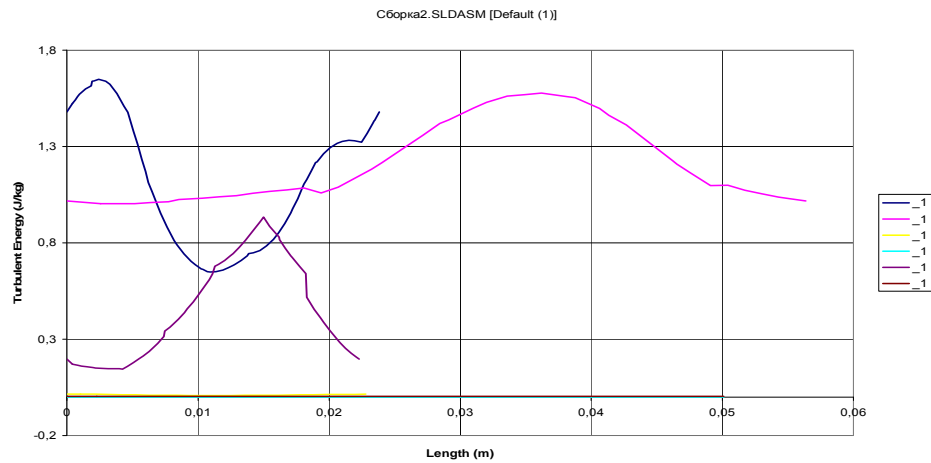


Рис.7 Распределение коэффициента турбулентности в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

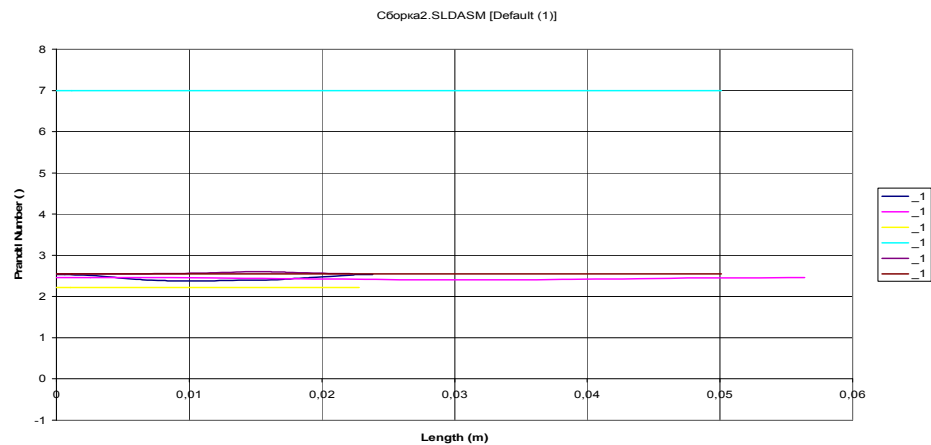


Рис.8 Распределение числа Pr в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

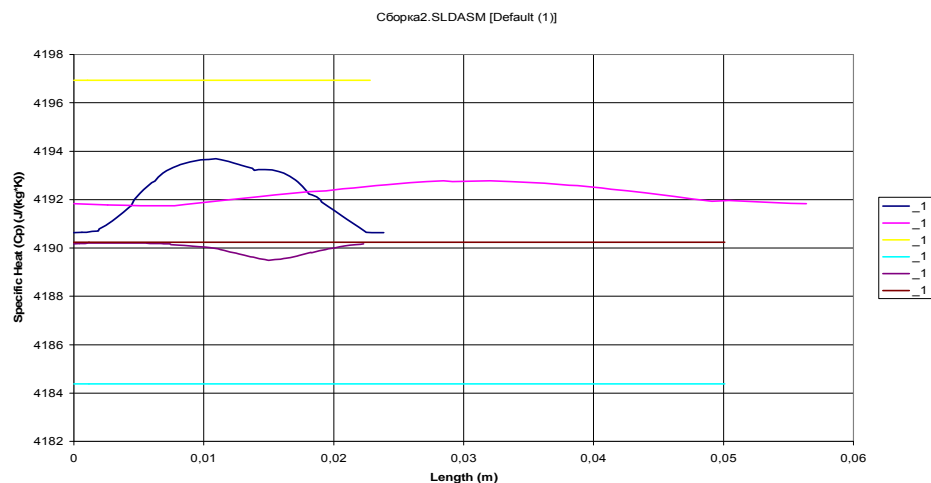


Рис.9 Распределение теплового потока в эжекторе и нагревательном приборе по ходу движения теплоносителя (коэффициент смешения 1.5)

Однако при этом сохраняется постоянство гидравлического режима остальной системы отопления, что позволяет не устанавливать балансировочные клапаны на каждые 6-8 нагревательных приборов. Зависимости, приведенные на рис.6-9, показывающие изменение

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. Теоретические и экспериментальные исследования поля температуры, скорости и давления в предложенной конструкции терморегулятора выявили практически линейный режим регулирования расхода теплоносителя, отличающееся тем, что при в центральной области отсутствует локальная завихренность и доказали возможность работы системы водяного отопления в постоянном гидравлическом режиме с изменением количественной и качественной характеристик теплоносителя только в нагревательных приборах.

2. Предложена конструкция терморегулятора, позволяющая выполнять линейное регулирование расхода теплоносителя практически во всем диапазоне работы системы отопления;

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.

Литература

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. Покотиллов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения / В.В. Покотиллов. – 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.: Стандартиформ, 2005.
12. Wytczne projektowania instalacji centralnego ogrzewania. – Warszawa.: COBRTI «INSTAL», «UNIA CIEPLOWNICTWA». – Supplement do wydania II. 1993. –, 1994. – 43 p.

**ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ І ГІДРАВЛІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ПРИ КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО РЕГУЛЮВАННЯ
ТЕПЛОНОСІЯ У НАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ**

О. Зайцев, Д. Лук'яненко, І. Пермінов, Л. Петрекевіч

У статті наведено результати теоретичних досліджень поля температури, швидкості і тиску в запропонованій конструкції терморегулятора. Показано, що в даному випадку спостерігається практично лінійний режим регулювання витрати теплоносія, що дає можливість працювати системі водяного опалення в постійному гідравлічному режимі з зміною кількісної та якісної характеристик теплоносія тільки в нагрівальних приладах.

**THEORETICAL ANALYSIS OF TEMPERATURE AND HYDRAULIC
PROCESSES IN THE QUANTITATIVE-QUALITATIVE REGULATION
OF THE COOLANT IN THE HEATING APPLIANCE**

O.N. Zaitsev, D.M. Luk'yanchtnko, I.A. Perminov, L.A. Petrekevich

The results of theoretical research fields of temperature, pressure and velocity in the proposed design thermostat. It is shown that in this case there is almost a linear regime coolant flow, which gives the opportunity to work in a hot water heating system with a constant hydraulic regime change in the quantitative and qualitative characteristics of the coolant only heating devices.