

лялась более равномерно между наружным и внутренним подшипниками. Для этого при проектировании или модернизации ходовой части вагонетки необходимо стремиться к тому, чтобы линия действия весовой нагрузки, условно приложенная к середине конической образующей поверхности катания, делила пополам расстояние между центрами роликов обоих подшипников, т.е. имеет место равенство плеч приложения вертикальной нагрузки ($a \approx e$).

В действительности, при извилистом движении или на криволинейном участке пути за счет выборки зазора Δ между ребордой колеса и рельсом плечо a увеличивается на величину Δ , которая может достигать значений от 5 до 20 мм. Кроме того, на колесо начинает действовать момент осевой силы A_H , который разгружает наружный подшипник и нагружает внутренний. В силу изложенного фактический срок службы подшипников для указанной вагонетки в зависимости от условий эксплуатации и состояния рельсового полотна находится в пределах от 4500 до 280000 ч для наружного подшипника и от 880 до 2200 ч для внутреннего подшипника.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

Конструктивная схема колеса вагонетки выбрана не совсем правильно из-за того, что не учтен характер приложения вертикальных и осевых нагрузок к наружному и внутреннему подшипникам колеса.

Принятые подшипники №7520 и №7522 не обеспечат требуемой долговечности колеса без ремонта (замена одного подшипника автоматически ведет к замене и другого подшипника).

Для увеличения межремонтного периода эксплуатации ходовой части вагонетки ВГ9 (ВГ28) без замены подшипников необходимо изменить конструкцию колеса в плане смещения подшипников, чтобы уменьшить плечо установки наружного подшипника до значений $65,5 \leq a \leq 70$ мм, при этом оставив сумму плеч неизменной ($a+e$), либо изменить конструкцию колеса таким образом, чтобы отношение $(a/a+b)=0,5 \dots 0,54$ сохранялось в указанных пределах. Кроме того, для указанной вагонетки необходимо применить внутренний подшипник другой серии (например, №7522; $C=490000H$; $d=110$; $D=240$; $B=80$; №7526; $C=380000H$; $d=130$; $D=230$; $B=64$).

Практически использование предложенных рекомендаций позволит увеличить межремонтный период для колес и сделать сопоставимыми сроки службы наружного и внутреннего подшипников колеса без существенного увеличения затрат на модернизацию ходовой части.

Список литературы

1. Расчет и конструирование горных транспортных машин и комплексов / Под ред. И.Г. Штокмана. М., Недра, 1975. - 464 с.
2. Динамика и прочность горнотранспортных машин. - К., Наукова думка, 1978. - 131 с.
3. Бейзельман Р.Д., Цыпкин Б.В., Перель Л.Я. Подшипники качения / Р.Д. Бейзельман, Б.В. Цыпкин, Л.Я. Перель. - Справочник. М., Машиностроение, 1975. - 572 с.
4. Новиков Е.Е. Методика расчета подшипников качения шахтных вагонеток. В кн.: Горнорудные машины и автоматика. М., Недра, 1966. - С. 249-257.

Рукопись поступила в редакцию 01.09.11

УДК 681.5.015:697.34

О.А. ЛОГІНОВ, аспірант, В.П. ЩОКІН, канд. техн. наук, доц.

ДВНЗ «Криворізький національний університет»

М.З. КВАСКО, д-р техн. наук, проф., НТУУ «Київський політехнічний інститут»

ПОБУДОВА СТАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КОТЛА ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ В САР ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ВИХОДІ КОТЛОВОЇ СИСТЕМИ

Побудовано статичну модель котла як об'єкта керування в САР температури теплоносія на виході котлової системи та отримано його статичні характеристики за керуванням та збуренням

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Основним етапом розробки методів та алгоритмів синтезу регуляторів відпуску тепла (РВТ) є побудова моделі системи теплофікації. Особливістю задачі моделювання є неповнота інформації про структуру та параметри об'єкта керування, складність структури та наявність зовнішніх збурюючих впливів.

У зв'язку з цим, доцільним є побудова окремих моделей елементів системи теплофікації, що забезпечують можливість попереднього дослідження процесів в керованій системі теплофікації. Незважаючи на спрощений характер подібних моделей, їх використання, тим не менш,

враховує специфіку процесів в системі теплофікації, дозволяє виявити суттєві особливості процесів керування в ній, обґрунтовано підійти до синтезу алгоритмів керування відпуском тепла.

Аналіз досліджень та публікацій. Як зазначено в [1], відомі три методи автоматичного регулювання відпуску тепла на опалення:

- за відхиленням температури повітря приміщень;
- за збуренням - зміною температури зовнішнього повітря;
- комбінований (за відхиленням та збуренням).

Перший спосіб використовується при індивідуальному, а також місцевому (пофасадному) регулюванні; другий - основний спосіб - при регулюванні на ТЕЦ та в котельних, який також може бути використаний при груповому регулюванні на ЦТП; третій спосіб регулювання може використовуватись в індивідуальних теплових пунктах (ІТП).

Принцип роботи РВТ для контуру опалення полягає в наступному [1]. Блок керування визначає температуру теплоносія, що надходить до системи опалення та температуру зовнішнього повітря. Залежно від обраного графіку залежності температури теплоносія, що надходить до системи опалення від температури зовнішнього повітря блок керування визначає необхідне значення температури теплоносія, що подається в систему опалення. Блок керування формує керуючий сигнал на відкриття регулюючого клапану в момент, коли значення температури теплоносія нижче за необхідне значення.

Блок керування формує сигнал на закриття регулюючого клапану в момент, коли значення температури теплоносія нижче за необхідне значення. Блок керування має можливість ідентифікувати режими підтримки комфортної та зниженої температури теплоносія в системі опалення за заздалегідь встановленою програмою.

Постановка задачі. Метою даної роботи є побудова статичної моделі котла за збуренням та керуванням, а також подальша розробка САР стабілізації температури повітря в приміщенні шляхом контролю температури теплоносія на виході системи теплогенерації (на виході котла).

Опалювальним котлом [2] є пристрій на основі замкнутого приладу, в якому теплоносієм нагрівається до заданої температури та використовується для забезпечення споживачів теплом (або теплом разом з гарячим водопостачанням). Основними технічними параметрами котлів є номінальна потужність, ККД, використовуємий теплоносієм, робочий діапазон температури теплоносія, робочий тиск теплоносія, гідравлічний опір котла.

Відповідно до [3] для житлових будівель дозволяється будівництво прибудованих та дахових котельень. Зазначені котельні проектується з використанням водонагрівальних котлів з температурою теплоносія (води) до 115°C. Теплова потужність котельень не повинна перевищувати 3 МВт, тиск природного газу, що підведено до котельні - 5 кПа.

Найбільш часто для житлових будівель застосовуються два температурних опалювальних графіки (ТОГ): 105/70 та 95/70. Тобто температура в прямому трубопроводі - 105 або 95 °С, в зворотному - 70 °С. В даній роботі для моделювання обрано одноконтурний газовий котел з номінальною тепловою потужністю 2 МВт та температурним графіком 95/70.

Основні технічні характеристики котла:

- продуктивність: 25-70 м³/год.; споживання газу: 90-270 м³/год.;
- температура теплоносія на вході котлової системи: 5-70 °С;
- температура теплоносія на виході котлової системи: 37-95 °С.

Таким чином, узагальненою метою роботи є синтез системи автоматичного контролю та стабілізації температури теплоносія на виході з котлової системи на оптимальному рівні.

Викладення матеріалу та результати. Статичну модель об'єкту [4] отримуємо відповідно до залежностей температури теплоносія від подачі газу при фіксованих значеннях подачі теплоносія або навпаки. Може бути використано часткову інформацію, яку в подальшому буде екстрапольовано та інтерпольовано на всю робочу зону.

З факторів, що впливають на температуру, обираємо два найбільш вагомих: подачу теплоносія та подачу газу до котла. Подачу газу приймаємо за збурення, а подачу теплоносія - за керуючий вплив (рис. 1).

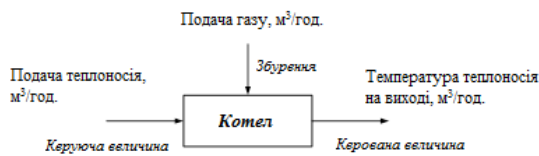


Рис. 1. Спрощена функціональна схема котла

опитуванням наладчиків відомо, що максимально припустимий темп зміни швидкості подачі теплоносія при розігріві складає 30 °С/год, а мінімальне значення подачі теплоносія для забезпечення стабільних температур - 29,75 м³/год.

Для отримання значення подачі теплоносія при роботі котла в номінальному режимі, скористаємось виразом [5]

$$G_w = Q_{ka} / c_w \Delta t_w, \quad (1)$$

де G_w - витрати теплоносія (води) через котел, кг/год.; Q_{ka} - теплова продуктивність котла, ккал/год.; c_w - питома теплоємність води, кДж/кг·°С; Δt_w - різниця температур між прямою та зворотною магістралями, °С. Це значення обирається відповідно до ТОГ 95/70 з урахуванням необхідної теплової потужності котла.

Отже, для забезпечення на виході котла значення температури теплоносія 95°С, в номінальному режимі подача теплоносія повинна становити $G_w=109,53$ м³/год.

З виразу (2) отримуємо значення подачі газу за фіксованої подачі теплоносія [5]

$$G_g = 100 c_w \Delta t_w / Q_n^p \eta_{ka}, \quad (2)$$

де Q_n^p - калорійність палива, ккал/м³; η_{ka} - ККД котла.

При значенні $G_w=29,75$ м³/год., що відповідає мінімальній величині подачі теплоносія в котлову систему, мінімальна подача газу складатиме $G_g=109,53$ м³/год. Прийнявши цю величину за фіксовану, отримаємо залежність падіння температури теплоносія на виході котла від швидкості його подачі (рис. 3).

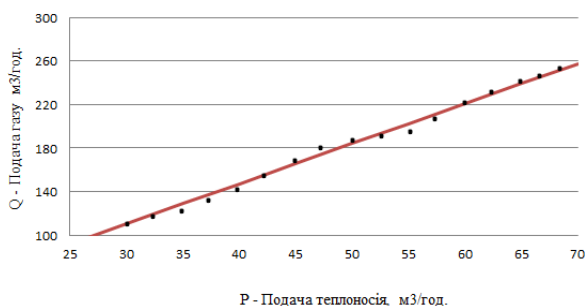


Рис. 2. Залежність величини подачі газу від подачі теплоносія при підтриманні оптимальної температури теплоносія на виході котла 95°С

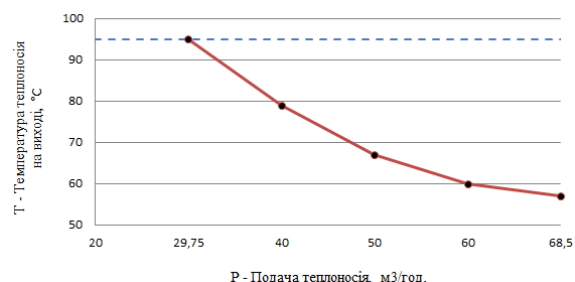


Рис. 3. Залежність падіння температури теплоносія на виході котла від швидкості його подачі при фіксованій подачі газу $G_g=109,53$ м³/год

За залежностями (див. рис. 2,3) отримуються статичні характеристики котла, як об'єкта керування в САР температури теплоносія, що представлені на рис. 4.

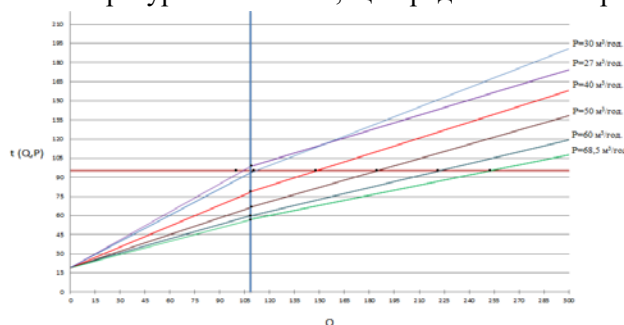


Рис. 4. Статичні характеристики котла як об'єкта керування в САР температури теплоносія

Отже, отримано вихідні дані для побудови статичної моделі котла (рис. 5) та його статичних характеристик за керуванням та збуренням (рис. 6,7).

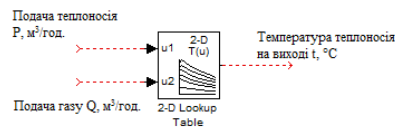


Рис. 5. Статична модель котла

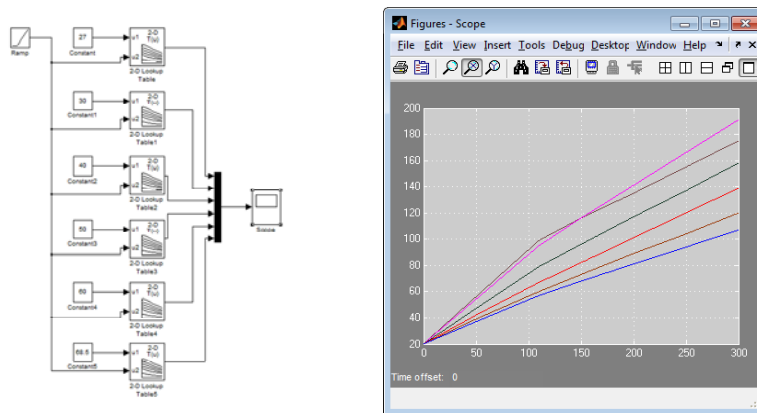


Рис. 6. Модель та статичні характеристики котла за керуванням

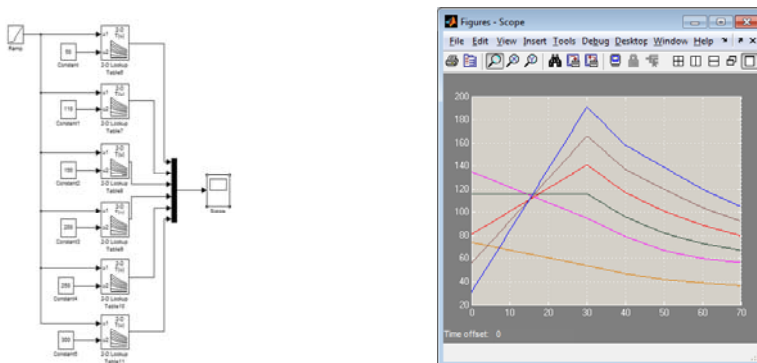


Рис. 7. Модель та статичні характеристики котла за збуренням

Висновки та напрям подальших досліджень. Проведені дослідження дозволили розробити статичну модель котла та отримати його статичні характеристики за керуванням та збуренням. У подальших дослідженнях передбачено побудову лінійної динамічної моделі котла, як другої складової частини динамічної моделі САР температури теплоносія на виході котлової системи.

Список літератури

1. Полонский В.М. Автономное теплоснабжение: Уч. пос. / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 152 с.
2. Ионин А. А. Газоснабжение. 4-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
3. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. – [Чинні від 2006-01-01]. – К.: Держбуд України, 2006. – 36 с.
4. Федосов Б.Т. Идентификация объекта управления. Построение, оптимизация и исследование моделей САР с использованием современных программных средств. – Рудный, 2007. – 226 с.
5. Ионин А.А. Теплоснабжение / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.

Рукопис подано до редакції 01.09.11

УДК 681.52: 621.7

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., Є.С. КИРСАНЬ, аспірант
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

АНАЛІЗ СТАНУ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ

Во многих областях производства, таких как металлургической, обогатительной, металлообрабатывающей и других, существуют проблемы обработки разных материалов в нагревательных устройствах разной конструкции. В работе приведен обзор основных типичных технологических процессов тепловой обработки материалов и возможность использования концепции дуального управления.

Ключевые слова: промышленные печи, нагревательные печи, автоматизация, температура газа, дуальность, аттракторы, бифуркация.