

Секція: Моделювання ефективною економікою

Білоцерківський О.Б.

доцент кафедри фінансів

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

м. Харків, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Економіко-математична модель – це математичний опис економічного процесу чи явища з метою його дослідження та керування. Вона включає в себе систему рівнянь та нерівностей математичного опису економічних процесів і явищ, які складаються з набору змінних і параметрів [1, с.5, 2, с.95].

Оптимізаційна модель дозволяє з декількох альтернативних варіантів вибрати найкращий варіант за будь-якою ознакою [1, с.5, 2, с.95]. Математична модель оптимізаційної задачі містить цільову функцію, обмеження та граничні умови. Цільова функція виражає критерій оптимальності, у якості якого найчастіше приймається економічний критерій, що являє собою мінімум витрат (фінансових, енергетичних, сировинних, трудових) на реалізацію поставленої задачі.

Л.С. Хрильов, І.А. Смирнов виділяють такі характерні особливості задач оптимізації систем теплопостачання [3, с.19]:

- 1) складність і різноманіття зовнішніх і внутрішніх взаємозв'язків;
- 2) необхідність урахування чинника часу, що визначається властивостями систем теплопостачання;
- 3) неоднозначність більшої частини початкової інформації, що використовується при оптимізації систем теплопостачання, що зростає по мірі збільшення тривалості розрахункового періоду;
- 4) відповідність допустимої точності розв'язання задач, а, отже, і точності методів, що розробляються, з точністю показників, що враховуються.

Задача оптимізації систем теплопостачання представляє велику методичну складність у зв'язку з тим, що ці системи безперервно розвиваються в часі і характеризуються багатофакторною залежністю економічних показників як від схеми, типу устаткування і режиму роботи системи централізованого теплопостачання, так і від структури устаткування і режиму роботи енергетичної системи в цілому. Зміна основних початкових показників за роками розрахункового періоду ще більше ускладнює задачу і робить необхідним проведення багатоваріантних розрахунків, що практично можливо тільки при застосуванні методів математичного моделювання за допомогою комп'ютерних програм.

Є.Я. Соколов вважає, що при розв'язуванні цих задач необхідно враховувати такі особливості [4, с.418]:

1) дискретність і цілочисельність результатів оптимізаційного розрахунку, оскільки кількість і одинична потужність турбін, казанів і іншого устаткування можуть виражатися тільки цілими числами;

2) нелінійність, що викликається наявністю багатьох нелінійних залежностей, наприклад, значення капіталовкладень в теплові мережі від теплової потужності джерела теплоти і щільності теплового навантаження;

3) динаміку, тобто розвиток системи теплопостачання з урахуванням зростання теплових навантажень.

Для оптимізації теплофікаційних систем у вітчизняній практиці розроблено комплекс математичних методів і моделей, основні з яких [4, с.419]:

а) модель розвитку ТЕЦ, що дозволяє визначити оптимальну одиничну потужність ТЕЦ, склад і терміни введення основного устаткування;

б) модель розвитку котельних, що дозволяє знаходити оптимальну кількість і одиничну потужність казанів за термінами введення з урахуванням поступовості зростання теплового навантаження;

в) модель оптимізації магістральних теплових мереж, що дозволяє визначати оптимальний варіант розвитку теплових мереж з урахуванням динаміки зростання теплових навантажень.

А.І. Юфа, Д.Р. Носулько при комплексній оптимізації основних параметрів систем централізованого теплопостачання (СЦТ) пропонують ввести такі передумови [5, с.55-58]:

1. Оптимізаційні моделі розробляються окремо для водяних і парових СЦТ.

2. Водяні СЦТ розглядаються з двохтрубною закритою і однострубною відкритою системами ГВС. Однострубна система вивчається по схемі з двохтрубною тепловою мережею в межах міської забудови. Регулювання відпустки теплоти здійснюється по графіку з температурною надбавкою, що припускає застосування двохступінчатої послідовної схеми включення підігрівача ГВС для закритої системи.

3. Для роздільної схеми енергопостачання передбачається розміщення районних водопідігрівальних котелень на газомазутному паливі в межах забудови (транзитні теплові мережі відсутні). У разі комбінованої схеми піково-резервні водопідігрівальні котельні розміщуються на тих же майданчиках, причому теплові мережі від них залишаються двохтрубними і для однострубною системи.

4. При здійсненні комбінованого вироблення електроенергії на тепловому споживанні зниження потенційне можливій конденсаційній потужності турбін унаслідок недовикористання перепаду ентальпій між відборами теплофікацій і конденсатором практично не залежить від початкових параметрів пари. При цьому залежність питомого недовиробітку електроенергії від температури пари у відборі для різного тиску пари в конденсаторі з урахуванням ступінчастого підігріву мережевої води близька до лінійної.

5. Вибір виду палива, початкових і кінцевих параметрів пари, одиничних потужностей енергоагрегатів і електростанцій в цілому визначається головним чином тенденціями розвитку паливно-енергетичного комплексу, його паливної і енергомашинобудівної бази. Тому передбачається, що існує або будується велика економічна електростанція і розглядається питання про доцільність її застосування для цілей теплофікації.

6. Незначний вплив на економічність СЦТ зміни в широких межах одиничної потужності теплових пунктів дозволяє не розглядати їх в оптимізаційній моделі СЦТ і визначати капіталовкладення у внутрішньоміські водяні теплові мережі за допомогою формул, які апроксимують дані для матеріальних характеристик водяних теплових мереж у разі застосування місцевих теплових пунктів.

7. Капіталовкладення у водяні теплові мережі визначаються при оптимальних значеннях діаметрів транзитних трубопроводів і матеріальної характеристики внутрішньоміських теплових мереж. Таким чином, число параметрів, що безпосередньо оптимізуються, зменшується на два, оскільки розрахунки проводимуться вже при оптимальних значеннях питомого падіння тиску на тертя як для транзитних, так і для внутрішньоміських мереж.

8. Витрати на абонентські установки приймаються пропорційними поверхні нагріву опалювальних приладів.

9. Витрати на компенсуючу потужність в електроенергетичній системі, що обумовлені відпусткою теплоти з відборів турбін, оцінюються за допомогою замикаючих витрат на електроенергію.

10. Залежність річного коефіцієнта теплофікації від часового подається у вигляді апроксимації узагальнених даних поліномом другого порядку.

11. Теплові втрати в мережах і витрати на перекачування враховуються при визначенні діаметрів трубопроводів і матеріальних характеристик.

12. Враховується вплив ступінчастого підігріву мережевої води на середню температуру пари у відборі.

13. Основними чинниками для оптимізаційної моделі СЦТ приймаються: розрахункові теплові навантаження в гарячій воді і технологічній парі; числа годин використання максимуму теплових навантажень в гарячій воді та технологічній парі; довжини транзитних водяних (приведена) і парових (головна магістраль) теплових мереж, м; середня питома теплощільність забудови, МВт/км²; замикаючі витрати на паливо для районних і піково-резервних котелень, грн/т; замикаючі витрати на компенсуючу електроенергію,

грн./($\text{МВт}\cdot\text{ч}$); коефіцієнт, що характеризує питому вартість теплових мереж, грн./ м^2 .

14. Основні параметри СЦТ, що підлягають комплексній оптимізації: коефіцієнти теплофікації по навантаженнях в гарячій воді та технологічній парі; відношення розрахункових витрат мережевої води в подаючих лініях транзитних і внутрішньоміських водяних теплових мереж; розрахункова температура мережевої води в подаючій лінії внутрішньоміських теплових мереж; розрахункова температура води в зворотній лінії систем опалювання (або перепад температур у внутрішньоміській мережі); розрахунковий перепад тиску в паровій мережі, МПа.

Таким чином, розглянуто основні особливості економіко-математичного моделювання систем теплопостачання, наведено економіко-математичні моделі для оптимізації теплофікаційних систем та передумови для комплексної оптимізації основних параметрів систем централізованого теплопостачання.

Список літератури:

1. Білоцерківський О.Б. Економіко-математичне моделювання: текст лекцій / О.Б. Білоцерківський, Н.В. Ширяєва, О.О. Замула. – Х.: НТУ «ХПІ», 2010. – 108 с.
2. Удосконалення економічної оцінки енергозаощадження: монографія / за заг. ред. О.М. Гаврися. – Х.: «Цифрова типографія №1», 2012. – 175 с.
3. Хрилев Л.С., Смирнов И.А. Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения / Под ред. Е.Я. Соколова. – М.: Энергия, 1978. – 264 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
5. Юфа А.И., Носулько Д.Р. Комплексная оптимизация теплоснабжения. – К.: Техника, 1988. – 135 с.