

## Складові задачі синтезу топології структури системи використання теплової енергії у технологічній системі

У результаті проведених досліджень синтезу топології системи використання теплової енергії в технологічній системі запропонований порядок установлення вимог до проектного рішення, умови вирішення задач:

- компонування, що дозволить визначити відповідні обмеження числа модулів блоків відповідно до вимог функціонування фрагментів і елементів;
  - розміщення, що забезпечить визначити число фрагментів і елементів;
  - трасировки, що визначить мінімально необхідне число конфігурацій ланцюгів на основі визначених чисел еквівалентних висновків фрагментів в елементах системи.
- технологія, енергія, тепло, попит, пропозиція, відносини, формування, ефект, подія, явище**

Використання енергії палива визначається здатністю систем застосовувати ефективні технологічні схеми перетворення потоків енергії і акумуляції її, що обумовлює створення ефективних теплотехнічних засобів у блок-модульному виконанні.

Подолання світової економічної кризи, що виникла внаслідок енергетичної із-за низької трансформаційної здатності сучасних генеруючих систем і енергетично недосконалих теплотехнічних систем теплопостачання. У теперішній час у всьому світі по даним МІРЕК добувається 11-12 млрд. т. умовного палива, де більше третини витрачається тепловими електростанціями. Тому актуальним питанням є створення механізму зменшення теплових викидів низькопотенціальної теплоти у навколишнє середовище, яка дозволить щорічно збільшити у міжгалузевому тепловому балансі до 24-36% використання систем теплопостачання з часткою теплової енергії, отриманої за рахунок систем акумуляції рекуперованого тепла теплогенеруючих систем [1], застосування енергетично ефективних систем термореакційного спалення палива [2] та застосування систем безпосереднього теплообміну [3] і поліпшення теплового захисту, що забезпечують зменшення ексергетичних втрат відповідно до 81% і 43% за рахунок використання систем динамічної теплоізоляції [4].

Комплексний підхід до збільшення економічної ефективності виробничих сил агропромислового комплексу зумовлює застосування механізму, що забезпечує побудову мотиваційної обґрунтованої вертикалі керування технологічним рівнем елементів систем теплогенерування і теплозабезпечення технологічних надсистем і заохочення по горизонталі керованої технологічної досконалості систем використання ресурсів при виробництві товарної продукції, побудованої на прийнятті доцільних техніко-технологічних рішень, встановленні законодавчо-правових відносин по розвитку якісних характеристик виробничих ресурсів.

Проведення прогнозування умов для мотивацій раціонального використання теплових ресурсів у виробничій матриці, як важливої умови виробництва товарних ресурсів у виробничій системі потребує визначення стану процесу формування загальних характеристик технологічної системи і оцінок доцільності їх змін в залежності від умов конкурентного середовища, на основі визначення закономірностей

формування явища, що представлене **категоріями** систем пропозиції–основним капіталом і попиту - накопичення прибутку. Якість технологічних систем агропромислового комплексу визначається критеріями – *технологічної досконалості, енергетичної ефективності, якості змінного капіталу*, які впливають на термін і послідовність змін характеристик технологічної системи .

Структура системи використання теплової енергії у технологічній системі побудована на речовинно-енергетичної і концептуальної сукупності взаємозалежних елементів з позитивними чи негативними зворотними зв'язками на основі єдності просторовій локалізації [5]. Вона складається з однорідних чи різнорідних окремоностей, що знаходяться у визначених внутрішньогрупових відносинах, більш міцних, чим з навколишнім середовищем зв'язків при міжгрупових взаєминах з нею і тому утворююча цілісність. Єдність системи використання теплової енергії у технологічній системі відноситься до саморазвинутих, саморегулюючих систем, у яких певним чином упорядкована матеріально-енергетична сукупність, що існує й керується як відносно стійке єдине ціле, формоване за рахунок внутрішньої групової взаємодії і розподілу енергетичних ресурсів по стадіям технологічного процесу і перерозподілу продукційованою сукупністю властивостей елементів і інформації забезпечуючи перевагу внутрішніх зв'язків у структурі над зовнішніми [6].

Наведені умови повинні враховуватись при побудові структури технічного засобу. При проектуванні системи використання теплової енергії у технологічній системі, синтез її топології побудований на основі опису технологічної схеми і бібліотеки топологічних моделей компонентів, що дозволяє: визначити характеристики системи, конструкцію технічного засобу, властивості структурованих елементів та найбільш доцільне з'єднання елементів і фрагментів технічного засобу, тому вона є однією з найбільш складних задач.

Існуючі методи розробки топології системи використання теплової енергії у технологічній системі застосовують евристичні прийоми. Наведене дозволить забезпечити високу щільність компоновки системи тим самим забезпечує утворення оптимального проекту. Але такий підхід потребує від розробника високої кваліфікації і значних витрат часу. Індивідуальний підхід до проектування системи використання теплової енергії у технологічній системі водночас накладає на проект вимоги до поєднання його з формалізованим підходом до погодження із іншими проектувальниками і вимагає створення єдиної складної методики проектування теплотехнічних систем із урахуванням впливу збурень зовнішнього середовища та взаємодії елементів ергатичних систем, яка зумовлює складнощі при застосуванні нових видів матеріалів та нових конструкторських рішень.

Вибір метода синтезу топології при проектуванні використання теплової енергії у технологічній системі повинен поєднати ряд критеріїв і вирішити задачу подолання складнощів із-за можливого протиріччя критеріїв. Тому необхідно використати принципи феноменологічного метода - **закону причинно-наслідкового зв'язку формування явища** і застосувати принципи єдиного інтегрованого критерію, який об'єднує вимоги до характеристик технічного засобу системи використання теплової енергії у технологічній системі і властивості його фрагментів та елементів за умов мінімізації функції числа паразитних елементів [7]. Це потребує для реалізації цих вимог схемотехнічного аналізу рівня використання теплової енергії у технологічній системі застосування не тільки феноменологічного метода, але, із-за використання в системі матеріальних ресурсів і методу побудованого на кінетико - молекулярній теорії [8], що значно ускладнює процес і збільшує тривалість проектування але покращує конструктивні характеристики технічного засобу по використанню теплової енергії у технологічній системі та зменшує витрати на створення серійного зразка. Враховуючи час старіння конструкцій та повсякчасне удосконалення технологій створення

технічних засобів, проведення синтезу топології системи використання теплової енергії у технологічній системі дозволяє спрощувати процес визначення споживчих характеристик технічного засобу, властивостей його складових елементів і структурованих фрагментів.

Задачі синтезу топології при створенні конструкції технічного засобу системи теплової енергії у технологічній системі визначаються в такій послідовності [9]:

- виконання технологічної схеми;
- завдання бібліотеки елементів конструкції;
- задача компоновання з використанням *критерію пов'язаності*;
- визначення характеристик конструкції технічного засобу при обраних конструкторсько-технологічних обмеженнях;
- вибір критеріїв оцінки конструкції технічного засобу;
- розрахунок властивостей технічного засобу на основі розміщення його елементів, фрагментів і з'єднань.

Модель функціонування системи використання теплової енергії у технологічній системі, побудованої на системі визначення можливих динамічних станів системи для першого, другого і третього рівнів функціонування об'єктів, представлене як добуток множин, представлених у вигляді кінетичних коефіцієнтів казуальної матриці ( $a_o^m$ ) [10]:

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= x(\tau_1); \bar{L}_1 = l(\tau_1); \bar{Z}_1 = z(\tau_1); \bar{Y}_1 = y(\tau_1); \bar{V}_1 = x(\tau_1); \\ \bar{X}_2 &= x(\tau_2); \bar{L}_2 = l(\tau_2); \bar{Z}_2 = z(\tau_2); \bar{Y}_2 = y(\tau_2); \bar{V}_2 = x(\tau_2); \\ \bar{X}_3 &= x(\tau_3); \bar{L}_3 = l(\tau_3); \bar{Z}_3 = z(\tau_3); \bar{Y}_3 = y(\tau_3); \bar{V}_3 = x(\tau_3);\end{aligned}\quad (1)$$

де  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  – відповідно умови: хронологічної локалізації; у ситуаційного часу; темпорально-просторовому часу.

В залежності від рівня досліджень стану системи використання теплової енергії у технологічній системі визначені властивості явища розглядаються: при *статичних процесах* – за умов просторової і хронологічної локалізації [5]; при *динамічних процесах* - у просторовій ситуації, розташованій в хронологічному порядку при сформованому ситуаційному часі; *кінетичних процесах* - в загальному, просторі [11] і часі (темпорально-просторовому часі) [12]. В залежності від напрямку вектора дій факторів у аналітичній моделі якісні процеси можуть бути негативні або позитивні [13].

Тоді процес функціонування системи використання теплової енергії у технологічній системі при першому, другому і третьому рівні взаємовідносин в часі може бути представлений значеннями вектора входу-виходу і стану системи, що утворюючих відповідні множини, представлені зміни стану системи у вигляді змін кінетичних коефіцієнтах перетвореної матриці (1) [10] на каузальну:

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}; \bar{L} = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_n \end{pmatrix}; \bar{Z} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \dots \\ z_n \end{pmatrix}; \bar{Y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}; \bar{V} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де  $x_1, l_1, z_1, y_1, v_1$  – відповідні значення векторів подій у ланцюгу: *події-причини*

→ *події-засоби* → *події-наслідки* → *події-мета*.

Обмеженням (1) виступає вплив міжгрупових факторів зовнішнього середовища, що зумовлює стійкість системи під впливом збурень зовнішнього середовища представлене у каузальній матриці (1), що визначає регресійну залежність між скалярними змінними зовнішнього впливу подію-наслідок  $\{Z\}$  і представляє стан

об'єкту, як результат міжгрупового зв'язку між подією-наслідку змінна  $Z$  і подією-засобу змінна  $L$  і наслідок – реакцією  $Y$  у вигляді множини параметрів  $\Pi_{\tau_x N}$  [14]:

$$Y = f[\{x\} \Pi_{\tau_x N}]. \quad (3)$$

Статистична модель, що встановлює якісні перетворення, як наслідок зв'язку між вхідними та вихідними змінними і параметрами об'єкту і визначається у вигляді оператора  $F$  в діапазоні змін збурень зовнішнього фактора  $\{Z_Q\}$ :

$$Y = F\left(X_Q, \Pi_{\tau_x N}\right). \quad (4)$$

Використання *критерію пов'язаності* у ланцюгу *події-причини*  $\rightarrow$  *події-засоби*  $\rightarrow$  *події-наслідки*  $\rightarrow$  *події-мета* при визначенні стану системи дозволяє розподілити її елементи по блоках  $B_1, B_2, B_3, B_4$  цього ланцюга. системи використання теплової енергії у технологічній системі за умов формування події  $S_i$  з мінімізацією числа зв'язків між блоками і реалізації логічної функції системи. Ці умови використання статистичної моделі для застосування при прийнятті рішення визначені методом динамічного програмування за умов ймовірності досягнення події-мети в каузальній матриці (1)  $Y \in B$  [15]:

$$\Pr(S/Y \in B) = \frac{P_j \cdot \Pr\left(Y \in \frac{B}{S_i}\right)}{\sum_k^n P_k \cdot \Pr\left(Y \in \frac{B}{S_i}\right)}, \quad (5)$$

де  $\Pr\left(Y \in \frac{B}{S_i}\right)$  - представляє апостеріорну ймовірність перебування події у стані  $S_j$ , яка задовольнить досягнення мети.

Обмеженнями виконання схеми конструкції технічного засобу системи використання теплової енергії у технологічних системах є облік індивідуальних характеристик елементів [16] і технологічних особливостей створення системи (витрата невідтворюваних енергетичних ресурсів, обмеження на процес трансформації і використання теплової енергії у технологічній системі, термодинамічних перетворень у теплоносії) [17].

При рішенні *задачі розміщення* виробляється оптимальне обране розміщення фрагментів і елементів системи використання теплової енергії у технологічній системі у заданій області по сукупності *критеріїв якості* [17] з забезпеченням конструкторсько-технологічних обмежень [18].

Синтез топології системи використання теплової енергії у технологічній системі розділяють на задачі *компонування*, *розміщення* і *трасування* умовно, тому що вони зважаються з урахуванням загальних вимог.

При визначенні загальних видів блок - модулів системи використання теплової енергії у технологічній системі призначаються  $n$  елементів в  $l$  блоках з обмеженнями  $n_1, \dots, n_l$  на число блоків у відповідності з вимогами функціонування фрагментів і елементів системи, тоді число варіантів компоновки при застосуванні метода комбінаторики [19] складає:

$$N_k = C_n^{n_1} C_{n-n_1}^{n_2} \dots C_{n-k}^{n_l} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_l!}, \quad (6)$$

$$\text{де } k = \sum_{\alpha=1}^{l-1} n_{\alpha}.$$

Число варіантів розміщення  $n$  елементів на  $n$  позиціях оцінюється числом можливих перестановок:

$$N_p = n!. \quad (7)$$

Розглянувши застосовані в топологічній структурі системи використання теплової енергії у технологічній системі класи з'єднань елементів можливо уявити складність задачі трасування. Число конфігурацій ланцюгів, виконаних у вигляді дерева без додаткових вершин складає:

$$N_T = \prod_{i=1}^M m_i^{m_i-2}, \quad (8)$$

де  $m$  – число еквіпотенціальних виводів  $i$ -го ланцюга;  
 $i = 1, \dots, M$ .

Вираз (8) дозволяє оцінити складність трасування. Більш точне значення можливо отримати після виявлення числа варіантів призначення дерев в області трасування з врахуванням числа конфігурацій ланцюгів в (8) -  $N_T$ .

Наведена методика синтезу топології структури системи використання теплової енергії у технологічній системі забезпечує використання статистичної моделі (8) при розробці технічних засобів по перетворюванню потоків теплової енергії з довготерміновим її акумулюванням у речовині [20] і досягнення мінімальної кількості елементів за умов раціонального розміщення їх у структурі.

В результаті проведених досліджень синтезу топології системи використання теплової енергії у технологічній системі запропоновано порядок встановлення вимог до проектного рішення, умови вирішення задач:

- *компоновки*, яка дозволить визначити відповідні обмеження числа блоків у відповідності з вимогами функціонування фрагментів і елементів;
- *розміщення*, що забезпечить визначити число фрагментів і елементів;
- *трасування*, що визначить мінімально необхідне число конфігурацій ланцюгів на основі визначених чисел еквіпотенціальних виводів фрагментів у елементах системи.

## Список літератури

1. Кирницький С.Р. Использование систем аккумуляции рекуперованного тепла теплогенерирующих систем с фазовым переходом. – Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - №3. – 1993. – С. 63-66.
2. Димо Б.В., Кирницький Р.С. Наукові основи застосування теплоенергетичної ефективних систем термореакційного спалення палива. – Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 10. – 2000. – С. 15-21.
3. Кирницький С.Р. Теплотехническая эффективность применение систем непосредственного теплообмена. – Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 9. – 1999. – С. 14-21.
4. Яковенко В.І., Кирницький С., Островський М., Сікорський В. Розрахунок витрат ресурсів в виробничій і комунальній інфраструктурі. – Збірник наукових праць Львівського державного аграрного університету “Еколого-економічні проблеми розвитку АПК; Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-й річниці конференції ООН з питань охорони навколишнього середовища, Т.1, Львів, Львівський ДАУ, 2002. - С. 239-245.
5. Гойчук А.Ф., Кирницький С.Р. Формирование явления, как результат внутригруппового развития событий, в условиях пространственной и хронологической локализации / Бюлетень наукових праць Прибужжя. – № 5. – 2005. – С. 18-25.
6. Погорельый Л.В., Кирницький С.Р., Святецкий Н.В. Проектирование топологии модуль - блочного технического средства методом иерархического синтеза. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 10. – 2000. – С. 126-132.

7. Погорелый Л.В., Кирницкий С.Р. Тенденции развития технических средств. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 9. - 1999. - С. 21-27.
8. Климонтович Ю.Л. Статистическая теория неравновесных процессов в плазме // М.: МГУ, 1964.
9. Погорелый Л.В., Кирницкий С.Р., Святецкий Л.В. Проектирование топологии модуль -блочного технического средства методом синтеза разногабаритных фрагментов. . - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 10. - 2000. - С. 126-132.
10. Погорелый Л.В., Ясенецкий В.А., Мечта Н.П. Испытания техники для животноводства и кормопроизводства. - К.: УСХА, 1991. - 392 с.
11. Гойчук А.Ф., Кирницкий С.Р. Формирование характеристики явления в результате межгруппового взаимодействия событий в общем пространстве и темпорально -пространственном времени / Бюлетень наукових праць Прибужжя, 2005, № 7. - С. 27-39.
12. Гойчук А.Ф., Кирницкий С.Р. Закон причинно-следственной связи формирования явления // Бюлетень наукових праць Прибужжя, №7. - С. 16-18.
13. Кирницкий С.Р. Визначення характеру якісних процесів у аналітичній моделі системи-процесу. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 15. - 2005. - С. 57-63.
14. Кирницкий С.Р. Использование интегрального энергоэкономического критерия Погорелого при определении признаков стойкости, роста, потенциала технического средства / Бюлетень наукових праць Прибужжя, № 5, 2005. - С. 59-64.
15. Кирницкий С.Р. Определение образования структурных форм в теплотехнических системах преобразования и аккумуляции энергии /Бюлетень наукових праць Прибужжя.- № 5.- 2005.- С.43-52.
16. Кирницкий С.Р. Визначення технологічних особливостей створення теплотехнічної системи з урахуванням обмеження на процес трансформації і використання теплової енергії у технологічній системі та термодинамічних перетворень у теплоносії. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 15. - 2005. - С. 63-72.
17. Кирницкий С.Р. Визначення теплової ефективності протитечієвої сушарки для качанів кукурудзи // “Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини”, СІЕТ 6-9, Збірник наукових праць, вип. № 6, К.: Фада, 2000. - С. 704-707.
18. Погорелый Л.В., Кирницкий С.Р., Святецкий Л.В. Задачи синтеза топологии структуры коммутационного пространства модуль - блочного технического средства. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 9. - 1999. - С. 34-42.
19. Кирницкий С.Р., Святецкий Л.В. Использование метода оптимальной укладки соединений произвольной циклической структуры коммутационного пространства модуль-блочного технического средства.- Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения.- № 9.- 1999. - С.27-34.
20. Кирницкий С.Р. Задачі розробки технічних засобів по перетворюванню потоків теплової енергії з довготерміновим її акумулюванням у речовині. - Сборник научных трудов Первомайского государственного научно-инженерного центра по проблемам ресурсосбережения и энергосбережения. - № 15. - 2005. - С. 72-79.

В результате проведенных исследований синтеза топологии системы использования тепловой энергии в технологической системе предложен порядок установления требований к проектному решению, условия решения задач:

- компоновки, которая позволит определить соответствующие ограничения числа модуль - блоков в соответствии с требованиями функционирования фрагментов и элементов;
- размещения, которые обеспечат определение числа фрагментов и элементов;
- трассировки, что определит минимально необходимое число конфигураций цепей на основе определенных чисел эквипотенциальных выводов фрагментов в элементах системы.

As a result called on studies of the syntheses to topologies of the system of the use to heat energy in technological system is offered order of the determination of the requirements to design decision, condition of the decision of the problems:

- an arrangements, which will allow to define the corresponding to restrictions of the number module- block in accordance with requirements of the operation fragment and element;
- an accommodations, which define the number a fragment and element;
- an trasirjvk that is determined minimum necessities number dockside of the chains on base determined чисел есвипотential conclusion fragment in system element.

*Отримано 05.11.06*