

Секція: МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКОЄМНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Керівники: д.т.н., проф. Явоський Б.І., д.т.н., проф. М.В. Приймак, д.т.н., проф.

Паламар М.І., д.т.н., проф. С.А. Лупенко

Вчений секретар: к. т. н. Золотий Р.З.

УДК 62-97; 519.876.5

Галина Григорчук ассистент, Андрій Олійник, д.т.н., проф., Любомир Григорчук, к.п.н, доц.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ ДІЮЧИМИ ЦИЛІНДРИЧНИМИ
ОБЕРТОВИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

Grygorchuk G.V., Oliinyk A.P., Grygorchuk L.I.

**WAYS OF SOLVING TASKS THE MANAGEMENT PROBLEM FOR THE
ACTIVE CYLINDRICAL ROTATING OBJECTS.**

До капілярно–пористих тіл відносяться матеріали, в яких рідина в основному зв'язана капілярними силами: (вологий кварцовий пісок, будівельні матеріали, деревне вугілля тощо). В процесі обезводнення капілярно–пористі тіла стають крихкими і в висушеному стані можуть бути перетворені в порошок, вони мало стискаються і всмоктують будь–яку рідину, яка їх змочує. Для таких тіл капілярні сили значно перевищують сили тяжіння, тому вони повністю визначають розподіл рідини в тілі.

Важливим є те, що природа утворення різних видів зв'язку вологи зумовлює механізм її видалення при сушінні. Для видалення адсорбційною зв'язаною вологою її необхідно всередині матеріалу перетворити в пару, для цього необхідно затратити теплоту. Волога набухання переміщується всередині матеріалу шляхом дифузії через стінки клітинок. Волога макро– і мікрокапілярів переміщується по капілярах.

У цукробуряковому виробництві висушуванню піддаються цукор–пісок та віджятий буряковий жом. Процес сушіння полягає у видаленні вологи з матеріалів для їх кращого зберігання та надання їм транспортабельності. Теплоносієм слугує підігріте повітря, що переміщається по відношенню до висушуваного цукру протилежно або перехресним напрямком. Для процесу сушіння цукру використовують сушильно-охолоджувальні установки одно- або двобарабанні, багатотрубні сушильні агрегати або установки з псевдокиплячим шаром цукру–піску.

Для удосконалення та покращення роботи сушильно-охолоджуваної установки висушування цукру розглянемо обертові циліндричні теплотехнічні об'єкти, що характеризуються такими властивостями: неперервністю теплового процесу, розподілом температурного поля по довжині об'єкту, розбиттям обертового теплового об'єкту на зони з можливістю окремого управління температурою на кожній з них, повздовжнім переміщення оброблюваного матеріалу, сталим часом його перебування на конкретній позиції обертового об'єкту та значним впливом етапу термічної обробки та його характеристики.

При аналізі технічного стану обертових об'єктів геометричної конфігурації, крім експериментальних методів оцінки основних характеристик, широко використовуються методи математичного моделювання, реалізація яких для діючих об'єктів ускладнюється природою явищ та процесів, що моделюється. Будь яка задача управління діючими об'єктами, або оцінки його технічного стану може мати три основних підходи до її розв'язання.

1. Нехай для об'єкта, що моделюється, відомими є початкові характеристики \bar{x} , до яких входять всі проектні параметри та очікувані умови експлуатації. В такому випадку

значення параметрів \bar{y} , в які переходять в процесі експлуатації характеристики \bar{x} , можуть бути одержані шляхом розв'язання деякого функціонального рівняння виду:

$$\bar{y} = A(V_1, V_2, \dots, V_n)\bar{x} \quad (1)$$

де $A(V_1, V_2, \dots, V_n)$ - деякий оператор, який формалізує всі впливи V_1, V_2, \dots, V_n , що діють на об'єкт в процесі експлуатації; його структура є відомою. Фактично (1) - це рівняння, або система рівнянь математичної фізики з коректно поставленими граничними та початковими умовами, для яких розв'язок (точний або наближений) існує і визначається однозначно, що доводиться відповідними математичними викладками та результатами [4]. Задача (1) як правило розв'язується на етапі проектування.

2. Якщо для об'єктів відомими є характеристики \bar{x} , а також функції $V_1(t), V_2(t), \dots, V_m(t)$ задають дію найбільш загальних силових, фізичних, кліматичних та інших факторів – наприклад, робочий тиск в системі, режим обертання, теплові характеристики, тощо. Особливістю такого підходу є те що $V_1(t), V_2(t), \dots, V_m(t)$, $m < n$ є відомими функціями. В такому випадку задача записується у вигляді

$$\bar{y} = A_t(V_1(t), \dots, V_m(t))\bar{x} \quad (2)$$

де A_t відрізняється від A , наведеного в (1), більш простою структурою. При цьому для системи або рівняння (2) також встановлюється відповідності, проте більш прості, ніж в (1), граничні та початкові умови. В окремих випадках в задачі (2) враховуються зміни просторової конфігурації досліджуваного об'єкта.

3. Найбільш загальним та природнім випадком, що виникає при розв'язанні задач управління, або аспекти технічного стану досліджуваними об'єктами є наступний: в початковий момент часу (наприклад, на початку експлуатації) відомими є характеристики \bar{x} об'єкта, а за результатами технічного обстеження визначаються характеристики \bar{y} об'єкта, що є фактично зміненими в процесі експлуатації характеристиками \bar{x} . В реальних випадках \bar{x} та \bar{y} визначаються не на всій поверхні досліджуваного тіла (часто це є практично неможливим), а лише на деякій частині (підмножини) цього об'єкта. В такому випадку задача управління або технічного стану об'єкта формалізується наступним чином: необхідно розв'язати задачу:

$$\begin{cases} \bar{y} = A\bar{x} \\ \bar{x}(\Omega) = \bar{x}_B \\ \bar{y}(\Omega) = \bar{y}_B \end{cases} \quad (3)$$

де Ω – частина області, на якій задаються \bar{x}_B та \bar{y}_B , A – оператор з невідомою структурою, \bar{x}_B та \bar{y}_B значення параметрів стану об'єкта на всій області простору, який він займає. Очевидно, задача (3) є некоректно поставленою, для її розв'язання необхідно запропонувати певні умови регуляризації [5]. В такому випадку задача (3) розкладається на такі під задачі:

а) визначення \bar{x} та \bar{y} на всій області, яку займає досліджуваний об'єкт за відомими значеннями \bar{x}_B та \bar{y}_B ;

б) встановлення структури оператора A для визначення природи сил та навантажень, що діють на досліджуваний об'єкт та їх кількісних характеристик.

Розв'язання задачі:

а) розв'язання з вибором апарату інтерполяції або апроксимації даних, який дозволяє відтворити \bar{x} та \bar{y} за відомими \bar{x}_B та \bar{y}_B . При цьому застосовується апарат інтерполяційних кубічних сплайнів або цих же сплайнів із згладжуванням, а також апарату апроксимації в залежності від інформації про точність вимірювання \bar{x}_B та \bar{y}_B або про природній характер зміни величини \bar{x} та \bar{y} в процесі експлуатації (лінійність залежностей, виділення найбільш характерних сил та навантажень, температурні режими, тощо).

На етапі б) за визначеними \bar{x} та \bar{y} відновлюється структура оператора А. Наприклад, вибирається модель процесу деформації та напруженого стану, наслідок чого розв'язується задача типу (2) за відомим \bar{x} визначаються

$$\bar{y}_t = A_t^*(V_1(t), \dots, V_m(t))\bar{x}. \quad (4)$$

Вибір оператора A_t вважається завершеним, якщо значення \bar{y}_t мало відрізняється від \bar{y} . За знайденим оператором

$$A_t = \lim_{T \rightarrow N} A_t^*,$$

Який є результатом підбору A_t^* протягом N-разового розв'язання задачі (4) визначають не тільки значення \bar{y} , але і прогнозовані значення \bar{y}_B , які дозволяють робити прогнози стосовно оцінки залишкового ресурсу об'єкта.

Отже при моделюванні процесу деформування та напруженого стану з використанням інтерполяційних процедур здійснюється відтворення просторового положення циліндричних, ділянок в контрольний та початковий моменти часу, визначаються компоненти вектора переміщень пов'язаних з досліджуваним тілом в системах координат. При цьому будуються алгоритми регуляції відповідних некоректних задач. Компоненти тензорів деформації та напружень визначаються в рамках моделі пружньодеформованого тіла. За складеною математичною моделлю розроблено програмний комплекс розрахунку параметрів деформації та напруженого стану для циліндричних ділянок, при цьому враховується точність вимірювання переміщень точок поверхні та іншої діагностичної інформації, а також умови спряження елементів конструкції з використанням техніки інтерполяційних поліномів Ерміта. Розроблено методику аналізу інформації про переміщення об'єктів з використанням методу Хіммельблау для виявлення завідомо невдалих результатів вимірювання.

Література

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочное пособие. – Под редакцией В.В.Клюева. – М: машиностроение, 2003-654с
2. Вологжанинов Ю.И. Приближенные методы разделения напряженной и экспериментальной механике. – Ю.И.Вологжанинов. – К.:Наукова думка – 1993 – 157с
3. Олійник А.П. Математичний апарат для контролю НДС трубопроводів при зміні їх просторового положення. - /А.П.Олійник, Л.М.Заміховський. – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2008-306с.
4. Седов Л.И. – Механика сплошних сред. - /Л.И.Седов – М.: Наука 1984-572с
5. Тихонов А.Н. Методи рішення некоректних задач. - /А.Н.Тихонов, В.Я.Аренів. – М.:Наука 1979- 285с
6. Штангеев К.О. - Випарні установки та теплові схеми цукрових заводів. ЮНІДО 2015