

V. Bokov, O. Sysa, M. Popova

Hydrodynamics of process of bipolar treatment by electric arc of two hard-alloyed rolls

The principle of active control hydrodynamic mode of the flow in the end clearance under the conditions of bipolar treatment by electric arc of two hard-alloyed rolls was proposed.

Одержано 23.01.12

УДК 621.311.26

Т.Г. Сабірзянов, проф., д-р. техн. наук, П.Г. Плешков, доц., канд. техн. наук, М.В. Кубкін, асист., В.П. Солдатенко, асист., В.В. Мартиненко, студ.

Кіровоградський національний технічний університет

Шляхи удосконалення систем енергопостачання

В статті розглянута проблема переходу від традиційних систем енергопостачання, що базуються на використанні переважно невідновлюваних джерел енергії, до комплексних систем з відновлюваними джерелами енергії, а також шляхи удосконалення останніх
енергопостачання, системи, удосконалення

Потреби людства в енергії задовольняються в наш час, головним чином, шляхом використання звичайного палива (в основному природного газу, нафти і кам'яного вугілля), ядерного палива (наприклад, радіоактивного урану) та потенційної енергії води на гідроелектростанціях. Вказані джерела енергії, крім останнього, є невідновлюваними. Обсяги використання звичайного і ядерного палива з кожним роком зростають, отже їх запаси стрімко скорочуються. За розрахунками фахівців через декілька десятиліть постане проблема гострої нестачі природного газу і нафти, а далі – і ядерного палива.

Спалювання звичайних видів палива призводить до забруднення довкілля. Атомна енергетика ще більш небезпечна. Глобальні техногенні катастрофи, що сталися на атомних електростанціях у 1986 р. у Чорнобилі (Україна) та у 2011 р. у Фукусімі (Японія), є дуже серйозним попередженням про те, що ядерна енергетика являє собою реальну смертельну загрозу для нашої цивілізації.

Гідроенергія річок хоча і є відновлюваною, але її використання, особливо на рівнинних ріках, супроводжується величезними безповоротними втратами земель сільськогосподарського призначення (в Україні – це прекрасні чорноземи).

Виходом із цього загрозливого становища є поступова відмова від традиційних невідновлюваних джерел енергії на користь відновлюваних джерел – енергії сонячного випромінювання, вітрової енергії, хімічної енергії відновлюваних вуглеводневих матеріалів, таких як деревина, опале листя, промислові та побутові відходи, які містять в собі горючі складові і якими можна скористатись як сировиною для виробництва, наприклад, біогазу.

Надзвичайно важливим чинником при вирішенні проблеми енергопостачання є скорочення абсолютної і відносної потреби в енергії.

Перший напрямок економії енергії полягає у поступовому зменшенні загальної

потреби в енергії шляхом відмови від надмірного виробництва і споживання та дотримання принципу, за яким у людини має бути все необхідне для комфортного життя, але не більше того, бо сучасний експоненціальний характер зростання чисельності населення на планеті та надмірність в споживанні – це прямий шлях до загибелі нашої цивілізації.

Другий напрямок економії енергії – традиційний. Він пов'язаний із скороченням питомих витрат енергії, тобто витрат її на одиницю продукції, що виробляється. Даний напрямок реалізується шляхом підвищення ефективності роботи обладнання, яке входить до складу комплексних систем енергопостачання (КСЕП) [1].

Проблема економного використання енергії є надзвичайно актуальною для України, де питомі витрати енергії в багатьох випадках у 3-4 рази більші, аніж в економічно розвинених країнах.

Таким чином, вирішення проблеми кардинального підвищення ефективності енергозабезпечення народного господарства України та інших країн світу лежить на шляху поступового переходу від систем енергопостачання з невідновлюваними джерелами енергії, до систем з джерелами відновлюваними.

Для удосконалення КСЕП її слід розглядати як деяку кібернетичну систему, яка складається з пов'язаних між собою наступних підсистем:

- сортування і переробки побутових і промислових відходів;
- вироблення із відходів твердого, рідкого чи газоподібного палива у вигляді, наприклад, брикетів, дизпалива або біогазу, відповідно;
- вироблення в енергогенеруючих пристроях теплової чи електричної енергії при використанні палива, отриманого у попередній підсистемі;
- трансформації енергії на шляху від енергогенератора до споживача;
- акумуляції надлишково виробленої енергії;
- інших підсистем.

Кожна із зазначених підсистем, як і загальна КСЕП, має свої вхідні та вихідні параметри.

Вхідні параметри в підсистемах і в КСЕП можна поділити на три групи:

- регульовані;
- такі, що фіксуються, але не регулюються;
- невідомі випадкові, а отже такі, що не регулюються і не фіксуються.

Вихідні параметри – це величини, які характеризують різноманітні результати функціонування як окремих підсистем, так і КСЕП в цілому. Однак оптимізувати останню можна лише за якимось одним критерієм – параметром оптимізації, який найкращим чином відображає результати роботи КСЕП. Таким параметром може бути, наприклад, питома витрата енергії на одиницю продукції, що виробляється споживачем енергії (підприємство, агропромислове господарство, будівля тощо). Тоді решта вихідних параметрів виконуватимуть роль обмежень, які обов'язково фіксуються з метою недопущення виходу їх значень за встановлені межі.

Питання про можливі параметри оптимізації та їх визначення розглянуто в роботі [2].

Для оптимізації КСЕП за критерієм питомої витрати енергії треба домогтися того, щоб втрати енергії в кожній підсистемі і у КСЕП в цілому були мінімальними, а коефіцієнти корисної дії в усіх процесах трансформації енергії на шляху від її генерації до використання споживачем – максимальними. Крім того, сполучення регульованих вхідних величин має бути оптимальним, тобто таким, яке забезпечує максимальну техніко-економічну ефективність функціонування КСЕП.

Остання мета може бути досягнута при використанні методу планування екстремальних експериментів [3, 4, 5], ідея якого вперше була сформульована Р.Фішером в середині тридцятих років минулого століття. В подальшому завдяки працям Ч.Хікса, Д.Фінні, Д. Бокса, К. Уілсона, В.В. Налімова та інших вчених метод сформувався настільки, що набув широкого використання в багатьох галузях науки і техніки.

Метод надає можливість, по-перше, одержувати статистичну математичну модель складного багатокомпонентного об'єкту дослідження і, по-друге, в разі необхідності здійснювати його оптимізацію, наприклад, методом крутого сходу. Дуже важливо підкреслити, що ці дві задачі розв'язуються при мінімальній кількості необхідних дослідів, а отже при мінімальних витратах на проведення експерименту.

Характерною відмінністю методу, що розглядається, у порівнянні з класичним методом регресійного аналізу, є те, що в його основі лежить активний експеримент, при якому вхідні величини (фактори), що впливають на вихідні величини (функції відгуку), фіксуються на конкретних рівнях згідно з конкретним планом проведення експерименту (матрицею планування факторного експерименту).

Статистична залежність між параметром оптимізації і факторами відшукується здебільшого у вигляді полінома першого або другого степеня. Останній може бути неповним або повним (квадрикою).

Експеримент планується так, що коефіцієнти полінома знаходяться за дуже простою процедурою, розглянутою нижче.

Одержана математична модель після перевірки на адекватність може бути використана для розв'язання різноманітних задач, таких як оцінка значущості факторів, визначення причин того чи іншого виду браку, проведення модельного експерименту, розрахунок крутого сходу з метою визначення тієї сукупності факторів, якій відповідає найкраще (в певному розумінні) значення функції відгуку.

Математичне планування експерименту починається з чіткого визначення об'єкта і предмета дослідження, а також мети експерименту.

Наступний крок – визначення всіх факторів x_j , які суттєво впливають на вихідні величини y_i .

До факторів ставляться такі вимоги: вони мають бути керованими і їх вимірювання повинно здійснюватись з достатньою точністю; вони не повинні бути корельованими; сукупність факторів має бути сумісною і достатньо повною.

Фактори можуть бути кількісними і якісними.

Параметри оптимізації теж можуть бути кількісними і якісними, але в будь-якому разі параметр оптимізації має виражатись певним числом, для чого у випадку якісних параметрів оптимізації проводиться їх ранжування – процедура присвоєння певного числа тому чи іншому якісному рівню параметра.

До параметра оптимізації ставляться наступні додаткові вимоги: він має бути однозначним, ефективним з точки зору досягнення поставленої мети експерименту і, по можливості, універсальним.

Далі для кожного фактора приймається рішення про область визначення фактора, його нульовий рівень і величину інтервалу варіювання.

Область визначення фактора – це той інтервал, в якому можуть змінюватись значення фактора.

Нульовий рівень фактора – це його початкове значення в даному експерименті.

Сукупність нульових рівнів всіх факторів називається центром плану експерименту або нульовою точкою.

В кожному досліді активного експерименту значення кожного фактора, згідно з планом експерименту, підтримується на строго фіксованому рівні, який більше або менше нульового рівня на одну і ту ж величину – інтервал варіювання фактора.

Отже, інтервал варіювання фактора – це величина, яку треба додати до основного рівня фактора або відняти від нього, щоб одержати, відповідно, верхній і нижній рівні фактора.

Інтервал варіювання фактора може бути вузьким, середнім або широким. Він вважається вузьким, якщо становить менше 10 % від величини області визначення фактора, середнім – при 10-30 % від цієї області і широким, якщо він більше 30 % області визначення фактора. Вибір величини інтервалу варіювання фактора залежить від конкретних умов проведення експерименту. Звуженню інтервалу варіювання сприяють висока точність фіксації фактора і параметра оптимізації, а також велика кривизна поверхні відгуку.

Кількість потрібних дослідів залежить від кількості факторів, а також від того, на кількох рівнях фіксується кожний фактор в активному експерименті. При даній кількості факторів k кількість дослідів N є найменшою у тому випадку, коли фактор фіксується лише на двох рівнях – верхньому і нижньому. У цьому випадку кількість дослідів визначається за формулою $N = 2^k$.

При великій кількості факторів кількість потрібних дослідів може бути зменшеною у два, чотири, вісім і т.ін. разів. Такі скорочені плани експерименту називаються, відповідно, півреплікою, чвертьреплікою, 1/8-реплікою і т.ін. Використання реплік, з одного боку, зменшує витрати на експеримент, але з іншого боку, приводить до змішування оцінок коефіцієнтів поліноміальної математичної моделі, яка будуватиметься за результатами експерименту.

Заради зручності планування експерименту та обробки його результатів проводиться кодування факторів, внаслідок якого будь-який фактор на верхньому рівні набуває значення +1, на нижньому рівні фактор дорівнює -1, на нульовому – 0. З метою скорочення записів в кодованих значеннях факторів одиниці відкидаються і залишаються одні лише знаки: “плюс” означає, що фактор знаходиться на верхньому рівні, а “мінус” – на нижньому.

Останній крок у математичному плануванні експерименту – це побудова матриці планування у вигляді таблиці, в якій вказуються умови проведення всіх дослідів, тобто для кожного дослідів наводяться чисельні значення кожного фактора.

Вертикальні колонки в матриці планування називаються вектор-стовпцями, горизонтальні – вектор-рядками.

В матриці планування перший вектор-стовпець містить номери дослідів, другий – значення фіктивного фактора x_0 , третій – значення першого фактора x_1 і т.ін. Останнім є вектор-стовпець значень параметра оптимізації в експерименті.

Перший вектор-рядок відповідає позначенням факторів, їх взаємодій та параметра оптимізації; другий – умовам першого дослідів; третій – умовам другого дослідів і т.ін.

Існує три способи побудови матриці планування, з яких найбільш простим є спосіб чергування знаків. Він полягає в тому, що у вектор-стовпці, наприклад, першого фактору, знаки чергуються через один; у вектор-стовпці другого фактору – через два знаки; у вектор-стовпці третього фактору – через чотири знаки і т.ін. Тобто чергування знаків у кожному вектор-стовпці відбувається через 2^n знаки, де $n = 0, 1, 2, \dots$ – своя для кожного вектор-стовпця фактора величина. Вектор-стовпець фіктивного фактора має одні плюси. Вектор-стовпці взаємодій факторів типу x_1x_2 , x_1x_3 і т.ін. заповнюються шляхом перемноження елементів вектор-стовпців відповідних факторів.

План факторного експерименту, побудований у такий спосіб, має наступні властивості:

1. В будь-якому вектор-стовпці сума всіх елементів завжди дорівнює нулю. Ця властивість називається симетричністю відносно центру плану.
2. Сума квадратів елементів кожного вектор-стовпця дорівнює кількості дослідів. Ця властивість називається умовою нормування.

3. Якщо елементи двох будь-яких вектор-стовпців перемножити, то вийде новий вектор-стовпець, який має ті ж самі вищезазначені властивості, що і решта вектор-стовпців факторів чи їх взаємодій. Ця властивість матриці планування називається її ортогональністю.

4. Точки, що відповідають дослідом, розташовані в матриці планування так, що точність прогнозування значень параметра оптимізації однакова на однакових відстанях від центру плану незалежно від напрямку. Ця властивість матриці планування називається її ротатабельністю.

Після реалізації плану експерименту і заповнення вектор-стовпця значень параметра оптимізації знаходять коефіцієнти полінома математичної моделі об'єкта дослідження як поділену на кількість дослідів алгебраїчну суму добутків елементів вектор-стовпця параметра оптимізації і вектор-стовпця відповідного фактора чи взаємодії факторів.

В процесі статистичної обробки експериментальних даних за допомогою *t*-критерію Стюдента проводиться перевірка на брак підозрілих результатів вимірювань параметра оптимізації, визначаються його дисперсії і похибки в окремих дослідів і в експерименті в цілому; перевіряється однорідність дисперсій дослідів за допомогою *F*-критерію Фішера; перевіряється математична модель на адекватність; проводиться перевірка значущості коефіцієнтів поліноміальної математичної моделі об'єкта дослідження.

Нарешті, в залежності від мети експерименту, а також від адекватності чи неадекватності математичної моделі, значущості чи незначущості коефіцієнтів полінома, а також інформації щодо розташування області оптимуму, приймається одне з таких рішень: припинити експеримент, побудувати і реалізувати план другого порядку, скористатись одним із градієнтних методів для пошуку оптимуму. Найчастіше приймається останнє рішення, тому що його реалізація ціною небагатьох дослідів може значно покращити стан об'єкта дослідження за рахунок віднайдення його оптимальної області і покращення параметра оптимізації.

В деяких спрощених випадках математичну модель КСЕП можна знайти не у вигляді рівняння регресії, як у методі планування екстремальних експериментів, а більш простим способом, а саме у вигляді сукупності балансових співвідношень, що зв'язують між собою окремі параметри КСЕП.

Таким чином, удосконалення систем енергопостачання має відбуватись шляхом використання КСЕП з відновлювальними джерелами енергії, а також їх оптимізації різними методами, в тому числі методом планування екстремальних експериментів.

Список літератури

1. Т.Г. Сабірзянов, М.В. Кубкін, В.П. Солдатенко. Методика вибору структури і складу систем електропостачання з відновлюваними джерелами // 36. наук. праць КНТУ. – 2011. – В.24. – ч. II. – С. 146 – 151.
2. П.Г. Плешков, В.П. Солдатенко. Визначення економічної ефективності комплексної електроенергетичної системи для сільського господарства // Констр., вир-во та експлуатація с/г машин. – 2010. – В.40. – ч. II. – С. 266 – 270.
3. В.В. Налимов, Н.А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 341 с.
4. Т.Г. Сабірзянов. Математичне моделювання технологічних процесів лиття. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 74 с.
5. Т.Г. Сабірзянов, В.В. Мошнягул, М.В. Новіков. Ресурсозберігаючі технології виробництва феронікелю. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – 97 с.

Т. Сабирзянов, П. Плешков, М. Кубкин, В. Солдатенко, В. Мартыненко
Пути усовершенствования систем энергоснабжения

В статье рассмотрена проблема перехода от традиционных систем энергоснабжения, базирующихся преимущественно на невозобновляемых источниках энергии, к комплексным системам с возобновляемыми источниками энергии, а также указаны пути усовершенствования этих систем.

T. Sabirjanov, P. Pleshkov, M. Kubkin, V. Soldatenko, V. Martynenko

The ways of improvement of the energysupply systems
In the article is regarded the problem of passage from the traditional systems of energysupply, wich are based on unresumption energy sources, to the resumption ones. The ways of improvement of the systems are outlined.

Одержано 03.01.12

УДК 621.9.06

І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахніченко, асп.
Кіровоградський національний технічний університет

Визначення параметрів ВПК при виконанні свердлильних операцій

В статті визначаються конструктивні параметри верстатів з паралельною кінематикою при виконанні типових технологічних рухів механізмів з паралельною кінематикою.
верстат, гексапод, МПК, ВПК, верстат з паралельною кінематикою

Ефективне використання механізмів з паралельною кінематикою (МПК) як основи відповідних верстатів можливе при умові обґрунтованого визначення їх конструктивних параметрів.

Подальші дослідження конструктивних параметрів ВПК – гексаподів виконано на прикладах реалізації різних типових варіантів свердлильних операцій.[4]

Для кожного із варіантів обробки складається своя розрахункова схема на якій наведено основні параметри, що характеризують даний процес обробки. В роботі наведено більш загальний варіант обробки представлений на рис.1. На даній схемі вказані розміри оброблюваних деталей по горизонталі - D_{∂} ; d_{∂} та по вертикалі H_{∂} ; h_{∂} , а також глибина оброблюваних отворів l_o та координати їх розміщення T, φ .

На схемі суцільною лінією показано вихідне положення рухомої платформи відведене від оброблюваної деталі на величину H_V , що необхідно для виводу вершини різального інструменту на позицію початку обробки. Ця величина (H_V) буде відповідати швидкому установчому руху інструменту до деталі за яким почнеться процес обробки на величину: