

УДК 519.248: 005.6

Фролов М.В.<sup>1</sup>, Глушко П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ВІДМІННОСТІ В ПЛАНУВАННІ  
ЕКСПЕРИМЕНТІВ ЗА ФАКТОРНИМИ ПЛАНАМИ ТА ПЛАНАМИ  
ТАГУЧІ**

Для дослідження технічних об'єктів взагалі та зокрема об'єктів пов'язаних з обробкою металів різання широко використовується методика многофакторного експерименту, коли за визначеними правилами змінюються не один фактор а всі, що має назву планування експерименту. На відміну від однофакторного експерименту такий підхід відрізняється значним скороченням кількості дослідів. Класичним многофакторним експериментом є повний факторний експеримент який вперше був представлений Р. Фішером ще в 1920 році [1] – при цьому  $m$  факторів змінюється на 2 рівнях, що потребує проведення  $N$  дослідів:

$$N = 2^m \quad (1)$$

Але такий підхід частіше не дає уявлення про форму поверхні відгуку бо в якості моделі використовується поліном першого ступеню. Тим не менш таке обмеження не є суттєвим при вирішенні задач оптимізації – тому що поліном першого ступеню в цьому випадку прогнозує напрям до оптимального рішення. При досягненні «майже стаціонарної зони» полінома першого ступеню стає недостатньо і тоді можуть бути використані більш складні плани як то ортогональні центральні композиційні плани що дозволяють в якості моделі отримати вже поліном другого ступеню. Одним з найважливіших властивостей зазначених вище планів є можливість отримати

незалежні оцінки для кожного фактору якими є коефіцієнти рівняння регресії при відповідному факторі, а також оцінити взаємодію факторів за рахунок того, що плани є ненасиченими. Подальше скорочення кількості експериментів може бути досягнуто використанням дробового факторного експерименту за рахунок нехтування деякими взаємодіями, але тут оцінки у будь якому випадку будуть змішаними – тобто деякі коефіцієнти будуть оцінювати вплив декількох факторів. Таким чином основною областю застосування зазначених планів є вирішення задач оптимізації коли треба оцінити вплив на критерій оптимізації (він же відгук експерименту) кожного фактору окремо.

Стандартизовані плани Тагучі або «Orthogonal Arrays» (OAs) активно стали використовуватися в 80-х годах XX сторіччя. В цих планах фактори можуть варіюватися на двох чи більше рівнях, причому різні фактори можуть мати різну кількість рівнів. Слід зазначити що всі фактори при цьому поділяються на контрольовані та неконтрольовані.

Останнім часом завдяки тому що OAs потребують суттєво меншу кількість дослідів особливо при великій кількості факторів (наприклад 5 факторів на 4 рівнях потребують всього 16 дослідів), деякі дослідники використовують їх для пошуку «оптимальних рішень» (наприклад [2]). Для того щоб оцінити правомірність такого застосування треба повернутися до первісної області застосування OAs які стали логічним продовженням визначення якості продукції через функцію втрат суспільства, запропонованих Тагучі. Тобто сфера застосування – управління якістю, а мета застосування – зменшення варіацій вихідного фактору відносно цільового значення. Ще однією суттєвою метою використання OAs є досягнення «робастності» або стійкості виробу що полягає в мінімізації впливу на його функціонування неконтрольованих факторів за рахунок конструктивних та/або технологічних рішень. Виходячи з зазначених цілей та особливостей планів, метою використання OAs не є оцінка впливу кожного окремого фактору - за OAs не будується ніяка модель процесу або об'єкту, а навпаки пошук і оцінка взаємодій (комбінацій) факторів, що забезпечує зменшення варіацій та збільшує робастність, а оцінюється специфічною характеристикою «співвідношення сигнал-шум» - Signal/Noise або  $S/N$ . Для розрахунку зазначеної характеристики використовуються ряд формул в залежності від вимог до якості об'єкта, що поділяються на наступні категорії – «менше – краще», «номінал – краще», «більше – краще». В загальному вигляді  $S/N$  розраховується:

$$S/N = -10\lg(MSD), \quad (2)$$

де  $MSD$  – середньоквадратичне відхилення від цільового значення. Більше значення  $S/N$  свідчить про меншу варіацію та/або більшу робастність.

Таким чином принципова різниця між факторними експериментами та ОАs Тагучі полягає в тому, що перші призначені для визначення цільового (оптимального) значення вихідного фактору при якому об'єкт буде функціонувати найкращим чином, а другі – для забезпечення стабільності цього значення (мінімізація варіацій та/або збільшення робастності) в процесі виробництва шляхом впливу на конструкцію та/або параметри технологічного процесу.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Roy R. K. A primer on the Taguchi method [Text] / R. K. Roy. – Dearborn, MI: SME, 2010. – 329 p.
2. El-Hossainy T. M. Cutting parameter optimization when machining different materials [Text] / T. M. El-Hossainy, A. A. El-Zoghby, M. A. Badr et al // Materials and manufacturing processes. – 2005. – Vol. 20. – № 5. – P. 1101–1114.