

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ

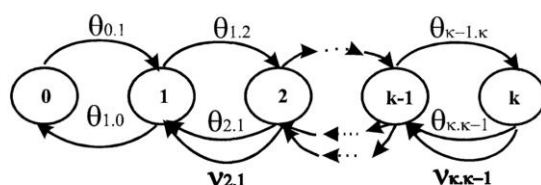
¹Клименко Г.П., ²Заковоротний О.Ю., ²Васильченко Ю.В.

(¹Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна)

Використання систем автоматичного проектування процесів металообробки вимагає оцінки правильності організаційно-технічних рішень, що приймаються на вибір марки матеріалу різального інструменту та призначення основних параметрів процесу його експлуатації. Тому вирішення завдань, пов'язаних з отриманням кількісних оцінок надійності різального інструменту на стадії розробки технологічних процесів, є актуальним завданням, що дозволяє підвищити їх ефективність, знизити витрати матеріальних та трудових ресурсів, підвищити конкурентоспроможність продукції, що випускається. Моделювання умов експлуатації різального інструменту до його виходу з ладу через виникнення якогось переважного виду відмови пропонується здійснювати роботою багатоканальних систем масового обслуговування (СМО). Граф станів такої системи масового обслуговування наведено на рис.1.

Відповідно до графа система масового обслуговування може перебувати у



таких станах: "0" - система "готова до обслуговування" або містить "обслуговувану вимогу", що відповідає виходу інструменту з ладу; "1" - у системі відбувається обслуговування вимоги у всіх каналах при обробці першої партії заготовок; "2" - в системі відбувається обслуговування вимоги у всіх каналах при обробці першої партії заготовок та повторне обслуговування того інструменту, який отримав "відмову в обслуговуванні" при обробці першої партії заготовок; "к" - в системі відбувається обслуговування інструменту у всіх каналах при обробці першої партії заготовок та повторне обслуговування інструменту після першого, другого, третього, . . . "к" відмов у обслуговуванні.

Параметри даної системи масового обслуговування визначаються виразами:

$$Q_{0.1.i} = Q_{1.2.i} = Q_{2.3.i} = Q_{k-1.k.1.i} = \frac{1}{N_d},$$

$$Q_{1.0.i} = Q_{2.1.i} = Q_{3.2.i} = Q_{k.k-1.i} = \frac{1}{N_{d0.i}},$$

$$V_{2.1.i} = \frac{l_i^2 N_d}{N_{0,i}^2}, V_{3.2.i} = 2 \frac{l_i^2 N_d}{N_{0,i}^2}, \dots, V_{k.k-1.i} = (k-1) \frac{l_i^2 N_d}{N_{0,i}^2}.$$

Функціонування даної системи в стаціонарному режимі описується системою алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} -Q_{0.1.i}P_{0.i} + Q_{0.1.i}P_{l.i} = 0, \\ -(Q_{0.1.i} + Q_{1.2.i})P_{l.i} + Q_{0.1.i}P_{0.i} + (Q_{2.1.i} + V_{2.1.i})P_2 = 0. \\ P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_k + \dots = 1 \end{cases}$$

Імовірність відсутності при експлуатації інструменту i -го виду переважної відмови оцінюється виразом:

$$P_{n.i} = 1 - \left(1 + \beta_i \left[1 + \frac{\beta_i^2}{1+\beta_i} + \frac{\beta_i^4}{(1+\beta_i)(2+\beta_i)} + \frac{\beta_i^4}{(1+\beta_i)(2+\beta_i)(3+\beta_i)} + \dots \right] \right)^{-1}, \beta_i = \frac{N_{0.i}}{N_d l_i}$$

де $N_{0.i}$ - середнє число заготовок, обробка яких можлива до виникнення i -ї відмови в інструменті; l_i - число елементів інструменту найбільш критичних для виникнення i -го виду відмови; N_d - число заготовок в партії.

Для комплексної оцінки надійності функціонування інструменту на технологічній операції з урахуванням відсутності виникнення всіх переважних видів відмов пропонується використовувати багатоканальну СМО з двома станами, кожен канал якої є одноканальною системою-аналогом, отриманою в результаті згортки багатоканальної СМО з параметрами:

$$Q_{0.1.} = \frac{1}{N_d}; Q_{1.0.i} = Q_{0.1.} \frac{1-P_{n.i}}{P_{n.i}},$$

де $P_{n.i}$ - імовірність відсутності i -ї переважної відмови інструменту.

Імовірність безвідмовної роботи інструменту приймаємо рівній імовірності перебування системи в стані «1». Функціонування даної СМО в нестаціонарному режимі описується системою дифференціальних рівнянь Колмогорова:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\theta_{0.1}P_0(t) + (\mathcal{G}_{1.0.1} + \mathcal{G}_{1.0.2} + \dots + \mathcal{G}_{1.0.i})P_1(t) \\ \frac{dP_1}{dt} = +\theta_{0.1}P_0(t) - (\mathcal{G}_{1.0.1} + \mathcal{G}_{1.0.2} + \dots + \mathcal{G}_{1.0.i})P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) = 1 \\ P_0(0) = 0 \end{cases}$$

Рішення даної системи дає наступну оцінку імовірності:

$$P_1 = \frac{1}{A_m} [1 + (A_m - 1) \exp(-A_m)], A_m = \sum_{i=1}^{L_m} \frac{1}{P_{n,i}} - (L_m - 1),$$

де L_m - кількість переважних видів відмов на технологічній операції; $P_{n,i}$ – імовірність відсутності переважного виду відмов.

Створене на базі розробленої методики програмне забезпечення дозволяє прогнозувати ймовірність виникнення переважних видів відмов різального інструменту та ймовірність безвідмовної роботи різального інструменту з урахуванням відсутності всіх видів переважних відмов.