

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dean J. *Big Data, Data Mining, and Machine Learning: Value Creation for Business Leaders and Practitioners* / J. Dean. – North Carolina: Wiley, 2014. – 265 p.
2. *Big data mapping in the ge positioning systems for fishing industry* / V. V. Vychuzhanin, D. S. Shibaev, V. D. Boyko, N. O. Shibaeva, N. D. Rudnichenko // *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. – 2017. – P. 28–31.
3. Walunj Swapnil K. *Big Data: Characteristics, Challenges and Data Mining* / K. Walunj Swapnil, H. Yadav Anil, Sonu Gupta // *International Journal of Computer Applications*. – 2016. – P. 25–29.
4. Рудніченко Н. Д. *Применение кластерного анализа данных для выделения меры схожести факторов влияния на работоспособность сложных технических систем* / Н. Д. Рудніченко, В. В. Вычужанин, Д. С. Шибяев // *Информатика и математические методы в моделировании*. – 2017. – № 3. – С. 214–219.

РОЗДІЛ 8 НАДІЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

НАДІЙНІСТЬ ІНСТРУМЕНТІВ ЗБІРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЯК СИСТЕМИ

Клименко Г. П.

ДДМА, м. Краматорськ

Особливістю роботи збірної багатозубової інструменту є одночасна участь в роботі декількох ріжучих зубців. Аналіз роботи збірних кінцевих фрез у виробничих умовах показав, що при відмові одного зубця фрези інструмент не знімається з верстата. Статистичний аналіз роботи 22 фрез з $z = 4$ в виробничих умовах ПАТ «НКМЗ» при обробці сталі 9ХС з глибиною різання $t = 4..6$ мм, подачею $S_z = 0,12 \dots 0,15$ мм / зуб і швидкістю різання $V = 62,8$ м / хв показав, що найчастіше (92% випадків обробки) фреза знімається з верстата при виході з ладу всіх 4-х зубців. Така експлуатація фрез призводить до підвищеної витрати інструментальних матеріалів. Характерною відмовою пластин фрези є їх руйнація, а не досягнення критерію затуплення пластини. Статистичний аналіз довів, що закон розподілу стійкості фрез не суперечить експоненціальному. Прогнозування рівня надійності інструментів дозволяє організувати регламентовану заміну інструменту і скоротити простої верстата.

Метою роботи є підвищення ефективності металообробки шляхом прогнозування надійності збірних різців та фрез і скорочення простоїв у зв'язку з їх відмовами.

При розробці математичних моделей збірний різальний інструмент розглядається як система.

З точки зору надійності різці з твердосплавними багатогранними непереточуваними пластинами мають паралельне з'єднання ріжучих елементів, так як система (інструмент) відмовляє тільки після виходу всіх елементів (ріжучих вершин) з ладу [1]. Найбільш ефективним методом підвищення

надійності таких систем є метод резервування. Існує два методи резервування: загальне, при якому резервується система в цілому, і роздільне (поелементне) резервування, при якому резервуються окремі елементи системи.

Загальне резервування для збірної ріжучої інструменту можливо реалізувати застосуванням різних зміцнюючих технологій, що підвищують надійність всієї багатогранної пластини. Поелементне резервування для збірної різця здійснюється введенням в зону обробки нового різального елемента при відмові попереднього шляхом повороту багатогранної пластини. При обробці збірними фрезами характер резервування дещо інший, так як при відмові однієї ріжучої вершини фрези її працездатність не порушується до деякого часу, а навантаження ріжучого елемента який відмовив приймають на себе працездатні ріжучі грані що залишилися [2, 3].

При цьому, в першому випадку резервування здійснюється з цілою кратністю, при якому нормальна робота різця здійснюється шляхом заміни грані яка відмовила послідовно $(n-1)$ гранню n -гранної пластинки. Резервуванням з дробовою кратністю називають таке резервування, при якому резервні елементи припадають на кілька основних, як у випадку фрезерування, наприклад, торцевими збірними фрезами [4].

Розглядаючи працездатність збірної різця з точки зору його надійності заміщенням, можливі три види умов роботи граней пластини до моменту їх включення в різання.

Перший вид – навантажений резерв, при якому ресурс граней пластини починає витрачатися з моменту включення всієї пластини в роботу. При цьому необхідно враховувати теплові потоки і напруження всієї пластини, хоча в зоні різання знаходиться одна вершина. Закони розподілу стійкості та ймовірність безвідмовної роботи для всіх вершин будуть однаковими.

Другий вид резерву характеризується тим, що зовнішні умови, що впливають на ріжучі грані, які не перебувають в роботі, до моменту їх включення в роботу – полегшені. У цьому випадку інтенсивність витрати резервних граней трохи нижче, ніж в першому випадку. Це відповідає стану всієї ріжучої пластини досить великих розмірів з достатнім віддаленням від робочої ріжучої кромки всіх інших граней.

Третій вид резерву – холодний або ненавантажений. Цією моделлю надійності можна користуватися при припущеннях, що ріжуча грань починає витрачати свій ресурс тільки з моменту повороту пластини і заміни грані яка відмовила. При цьому на рівень надійності різця буде впливати інтенсивність заміни грані що відмовила, яка залежить від конструкції різця та є показником його ремонтпридатності.

Загальна формула для розрахунку надійності збірної різця з n – гранною пластиною має вигляд:

$$R_n(t) = R_{n-1}(t) + \int_0^t R(t, \tau) a_n(t) d\tau, \quad (1)$$

де $R_n(t)$ - надійність різця з n – гранною пластиною;

$R(t, \tau)$ – надійність однієї резервної грані у період часу $t - \tau$ за умови, що до моменту часу τ вона працездатна;

$a_{n-1}(\tau)$ - частота відмов збірного різця при $(n - 1)$ поворотах пластини.
Імовірність відмови різця:

$$Q_n(t) - Q_n(t) = \int_0^t Q(t, \tau) a_{n-1}(\tau) d\tau, \quad (2)$$

де $Q(t, \tau)$ – імовірність відмови резервної грані протягом часу $t - \tau$.

Формули (1) і (2) дозволяють обчислити рівень надійності збірних різців з n - гранними пластинами (кратність резервування дорівнює $n - 1$).

У випадку, коли резервні грані пластини втрачають надійність з моменту заміни елемента, що відмовив (третій вид резерву), відмова $(n - 1)$ граней пластини до моменту τ статися не може, тобто накопиченням ушкоджень у всій пластині при роботі однією гранню нехтуємо.

Імовірність безвідмовної роботи збірного різця в цьому випадку визначається:

$$R_n(t) = R_{n-1}(t) + \int_0^t R(t, \tau) a_n(t) d\tau = 1 - \int_0^t Q(t, \tau) a_{n-1}(\tau) d\tau. \quad (3)$$

Формула (3) дозволяє обчислити рівень надійності збірного різця при будь-яких законах розподілу часу роботи кожної грані пластини.

У випадку експоненціального закону розподілу стійкості кожної грані збірного різця, розрахунок його показників надійності:

а) при полегшеному резерві:

$$R(t) = e^{-\lambda_0 t} \prod_{i=1}^n \left[1 + \sum_{i=0}^{n-1} \frac{a_i}{i!} (1 - e^{-\lambda_0 t})^i \right]; \quad (4)$$

б) при ненавантаженому резерві:

$$R(t) = e^{-\lambda_0 t} \prod_{i=1}^n \left[\sum_{i=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^i}{i!} \right]. \quad (5)$$

Доцільний рівень надійності збірного різця, який закладається на стадії його проектування визначається виходячи з економічних критеріїв: витрат на інструмент та експлуатаційних витрат. Залежність приведених витрат від рівня надійності збірного різця не має оптимуму, тому що підвищення надійності завжди потребує додаткових витрат. Однак, швидкість цих витрат [5] істотно підвищується в діапазоні ймовірності безвідмовної роботи, що дорівнює 0,7–0,8. Таким чином, здобуті наступні висновки роботи.

1. Розглядаючи збірний різальний інструмент як систему, застосовуючи методи теорії надійності, пов'язані з різними видами резервування, отримані математичні моделі для визначення показників безвідмовності збірних інструментів з багатогранними непереточуваними пластинами.

2. На стадії проектування інструментів, розроблені залежності дозволяють визначати конструктивні параметри інструменту в залежності від необхідного рівня його надійності.

3. Отримані залежності дозволяють розраховувати рівень надійності інструменту при будь-якому законі розподілу його стійкості на стадії експлуатації.

4. Доцільний рівень надійності, визначений в залежності від сумарних витрат, забезпечується регламентованою заміною ріжучих пластин, що відмовили.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко Г. П. Применение марковских и полумарковских цепей при оценке надежности технологической системы / Г. П. Клименко // Прогрессивные технологии и системы машиностроения : Межд. сб. научных трудов. – Донецк : ДонНТУ, 2004. – Вып. 28. – С. 71–76.
2. Клименко Г. П. Определение надежности концевых фрез сборной конструкции / Г. П. Клименко, А. В. Хоменко, К. С. Чабан // Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. – Краматорск : ДГМА, 2010. – Вып. 26. – С. 63–67.
3. Клименко Г. П. К вопросу определения надежности многолезвийного инструмента / Г. П. Клименко, А. О. Денисова // Материалы IX международного научно - технического семинара. Тяжелое машиностроение. – Краматорск : ДГМА, 2011. – С. 59.
4. Клименко Г. П. Определение качества сборных торцовых фрез / Г. П. Клименко, А. О. Денисова // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. – Краматорск : ДГМА, 2011. – Вып. 28. – С. 56–60.
5. Клименко Г. П. Підвищення стабільності обробки деталей збірними різцями важких верстатів з ЧПК / Г. П. Клименко, О. Ю. Андронов // Сучасні технології в машинобудуванні : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПИ», 2010. – Вип. 4. – С. 239–246.
6. Клименко Г. П. Повышение точности обработки деталей на станках с ЧПУ [Электронный ресурс] / Г. П. Клименко, С. А. Полонников // Научный Вестник ДГМА. – Краматорск : ДГМА, 2014. – № 1(13E). – С. 46–54. – Режим доступа: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/№1\(13E\)_2014/article/10.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/№1(13E)_2014/article/10.pdf).

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Козинко О. С., Жидков А. Б.
СНУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк

Метою роботи є аналіз наявних технологій для підвищення якості електропостачання та оцінка їх перспективності для України.

Якість електропостачання можна охарактеризувати наступними показниками:

- безперебійність (забезпечення постійного надання електроенергії споживачам без відключень);
- стабільність напруги (зниження кількості відхилень амплітуди від номінального значення, провалів напруги, зменшення кількості та величини імпульсів напруги, та тимчасових перенапружень);
- стабільність частоти (забезпечення стабільної частоти з відхиленням від номінального значення в межах норми);
- стабільність форми напруги (зниження коефіцієнту спотворення кривої напруги та коефіцієнту n-й гармонійної складової напруги.

Для забезпечення надійності електропостачання доцільними є організаційно-технічні заходи: підвищення якості експлуатаційного персоналу, раціональна організація ремонтів та профілактики, зменшення радіусу дії електричних мереж згідно європейських норм (лінії 10 кВ до – 15–7 км),