

тиви. В [4] надані рекомендації, співвідношення, розрахункові формули. Зокрема, відзначено актуальність застосування нових нормативних документів серії ІЕС 61508.

Література

1. Мойсеєнко, В. І. Безпечність спеціалізованих комп'ютерних систем: навч. посіб. / В. І. Мойсеєнко, В. М. Бутенко. – Харків : УкрДУЗТ, 2021. – 112 с.

2. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробування. Каталог нормативних документів. – К. : Держспоживстандарт України, 2003.

3. Методика доказу функціональної безпечності мікроелектронних комплексів систем керування та регулювання руху поїздів. – К. : Міністерство транспорту України. Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2002

4. Бутенко, В. М. Аналіз методик розрахунку надійності систем залізничної автоматики з електронними компонентами / В. М. Бутенко, О. В. Головка, С. Г. Чуб // Зб. науков. праць. УкрДУЗТ – Харків : УкрДУЗТ. – 2023. – № 204. – С. 115–124.

Яковенко І.Є, Скороход М.С., Пермяков О.А.
НТУ «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна

СЕРТИФІКАЦІЯ ВУЗЛІВ І АГРЕГАТІВ, ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЕВОГО ЦИКЛУ ВЕРСТАТІВ МОДУЛЬНОЇ КОМПОНОВКИ

Конкурентна боротьба в сучасному промисловому виробництві заснована на неухильному зростанні науково-технічного прогресу, який постійно підвищує вимоги до експлуатаційних, естетичних та ергономічних характеристик продукції, що випускається. Це, у свою чергу, веде до скорочення термінів реальної експлуатації виробів за рахунок її швидкого морального старіння, появи нових моделей у конкурентів, що потребує постійного вдосконалення технології виробництва, використання нового технологічного обладнання. Забезпечити

стійкість підприємства у конкурентній боротьбі можливо з одного боку, за рахунок високої продуктивності технологічного обладнання (для швидкого насичення ринку), а з іншого – за рахунок можливості швидкого його переналагодження/перекомпонування (для переходу на випуск нових моделей виробів), що викликає організаційно-технологічну та технічну суперечність.

Вирішення протиріч між технологічною гнучкістю та продуктивністю може йти на підставі створення модульних систем верстатів на основі певного модельного ряду базових комплектуючих елементів (технологічних модулів).

Устаткування, компонування якого засноване на модульному або агрегатному принципі, має низку істотних переваг у певних виробничих умовах, коли потрібно за короткий термін організувати масовий випуск виробів:

- точне забезпечення вимог виробництва при вирішенні конкретної технологічної задачі в одноваріантній постановці, що дозволяє практично повністю автоматизувати процес обробки;
- налагодженість конструкції, що значно покращує експлуатаційні характеристики, ремонтпридатність, взаємозамінність;
- можливість багаторазового використання частини агрегатів при зміні об'єкта виробництва та перекомпонування обладнання;
- скорочення термінів проектування та запуску у виробництво (термін освоєння та розробки нового верстата становить до 24 місяців для верстатів з використанням близько 25% уніфікованих елементів та до 10 місяців з використанням 75%).

Таким чином, агрегатно-модульний підхід до створення металорізального обладнання стає особливо актуальним у сучасних умовах виробництва, коли життєвий цикл об'єкта обробки постійно скорочується, а використовуване для його виробництва обладнання використовує лише незначну частину свого експлуатаційного ресурсу. Забезпечення технологічної гнучкості не переналагодженням, а перекомпонуванням – одна з очевидних переваг агрегатно-модульного принципу в верстатобудуванні.

Розвиток концепції «Індустрія 4.0», удосконалення CALS технологій, впровадження мехатроніки та широка дигіталізація виробництва дає можливість побудови інтегрованої системи інформаційної підтримки життєвого циклу виробу з використанням цифрових технологій для більш ефективної реалізації агрегатно-модульного принципу у верстатобудуванні. Укрупнено етапи життєвого циклу

спеціального верстата можна представити у вигляді послідовності *«маркетингові дослідження – проектування-підготовка виробництва – випуск – монтаж – експлуатація – утилізація»*.

Автори пропонують дещо змінену концепцію життєвого циклу складного технологічного обладнання, побудованого за агрегатно-модульним принципом *«проектування – аналіз сертифікованих модулів – підготовка виробництва – випуск – монтаж – експлуатація – демонтаж – сертифікація модулів – складування або утилізація»*. При такому підході обов'язковою є сертифікація (паспортизація) кожного технологічного модуля, незалежно від того виготовлений він на підприємстві або надійшов на виробництво, як комплектуючий елемент. У паспорті мають бути відображені конкретні технічні параметри, різні для кожного типу технологічного модуля (геометричні та кінематичні характеристики, жорсткість, програмовані рухи тощо). Конструктор на підставі паспортних даних (які можуть бути представлені і у форматі QR-коду), підбирає та резервує технологічні модулі, які здатні реалізувати запропоноване технологічне компонування (що значно спрощує процес проектування), а також проектує оригінальні системи та елементи верстата, які необхідні для його нормального функціонування. Застосування сучасних CAD/CAM систем дозволяє прискорити процес проектування компонувальних схем та змоделювати процес обробки, перевірити працездатність та вихідні характеристики обладнання, а також перевірити забезпечення заданих параметрів виробу, що обробляється, уточнити конструкторські параметри при необхідності. Після демонтажу верстата всі його модулі проходять сертифікацію на підприємстві виробника. Придатні для подальшої експлуатації модулі паспортизуються з новими даними, непридатні модулі утилізуються.

Такий підхід дозволяє продовжити термін експлуатації наявного агрегатованого обладнання, а також значно підвищити технологічну гнучкість за рахунок використання змінних паспортизованих модулів. Особливо ефективно його використання на підприємствах, що випускають портативні верстати агрегатно-модульної конструкції з коротким періодом експлуатації та необхідністю монтажу/демонтажу безпосередньо на об'єкті обробки.

Література

1. Yakovenko, I. Prospects for the Development of Process Equipment in Aggregate-Modular Design for Sustainable Mechanical Engineering /

I. Yakovenko, A. Permyakov, S. Dobrotvorskiy, Yev. Basova, A. Kotliar, A. Zinchenko // Inter. J. of Mechatronics and Applied Mechanics. – 2023ю – № 13. – P. 145–156.

2. Yakovenko, I. Analysis and Synthesis of Mobile Portable Machine Tools Layouts. / I. Yakovenko, D. Shepeliev, V. Sharlay, A. Permyakov, S. Slipchenko, Yu. Havryliuk // Inter. Conf. on Reliable Systems Eng. (ICoRSE). – 2022. – P. 160–171.

Яценко І.В., Ващенко В.А., Нікітенко П.І. Черкаський державний технологічний університет, Черкаси,
Антонюк В.С. Національний технічний університет України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНІ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ВИРОБІВ З ОПТИЧНИХ КЕРАМІК ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ОБРОБКИ

Експерименти з електронної обробки виробів з оптичних керамік (КО-1, КО-2, КО-4, КО-12) показали, що вони не можуть бути оплавлені у вакуумі внаслідок високої пружності парів. Так, попередній нагрів у вакуумі виробів з КО-2 та КО-4 навіть до 1100 К, призводить до розвинутого випаровування матеріалу, а при намаганні його оплавлення рідка фаза практично не утворюється. Термічний нагрів у вакуумі виробів з КО-2 та КО-12 вище 1100 К призводить до рекристалізації даних матеріалів і, як наслідок, різко збільшується поглинання у ІЧ-області спектру, тобто погіршуються основні експлуатаційно-технічні характеристики.

Таким чином, електронне оплавлення виробів з оптичних керамік у одних випадках фізично неможливе, а у інших – недоцільно з практичної точки зору.

Однак, як показали попередні дослідження, електронна обробка виробів з оптичної кераміки без попереднього нагріву призводить до підвищення їхньої мікротвердості, впорядкування структури та зміцнення за рахунок формування у при поверхневих шарах стискаючих напружень і тим самим до підвищення міцності виробів на ударні теплові впливи, яким вони піддаються в умовах експлуатації.