

**УДК 621.539.4**

**Т.М. Демків, Р.А. Склярів канд. техн. наук, доц.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ**

**T.M. Demkiv, R.A. Sklyarov Ph.D., Assoc. Prof.**

### **METHODS FOR CALCULATION A PRISMATIC PART OF MACHINE TOOLS ANLISES**

Корпусні деталі є частиною несучої системи верстата. Вони забезпечують задане взаємне розташування окремих вузлів верстата. Якість несучої системи характеризується відносними зсувами її елементів, приведеними до зони різання, які виникають при дії на верстат збурень різної природи.

Конструкції окремих елементів несучих систем залежать від функціонального призначення цих елементів, компоновання верстата, його технічних характеристик.

При конструюванні корпусних деталей металорізальних верстатів в основному керуються критеріями жорсткості. Це пов'язане з тим, що дослідження жорсткості верстатів стали проводити раніше, чим дослідження й розрахунки інших показників якості (вібростійкості, теплових деформацій). При виборі розмірів і матеріалів корпусних деталей за умовами жорсткості умови міцності, як правило, забезпечуються автоматично.

Більшість корпусів шпindelних бабок, коробок швидкостей, коробок подач, фартухів і т. ін. мають форму паралелепіпеда, значно рідше застосовуються корпуси циліндричної форми (шпindelні блоки багатощпindelних токарних автоматів).

В процесі експлуатації металорізальних верстатів виникають різноманітні типи навантажень (статичні, динамічні, теплові) та кінематичні збурення. Для всіх них існують методики розрахунку.

Статичні силові навантаження, що діють на несучу систему, можна вважати відомими.

Динамічні навантаження умовно ділять на дві групи: навантаження, параметри яких можуть бути обчислені в залежності від параметрів верстату, деталі й режимів обробки (навантаження від сил інерції у верстатах з зворотно-рухомими частинами, від обертання неврівноважених деталей і інструменту і т. ін.); навантаження, параметри яких обчислити практично неможливо (навантаження від ударів у зазорах елементів приводу, при врізанні і виході зуб'їв інструмента й т. ін.).

Теплові навантаження, які залежать від багатьох невизначених факторів (тертя в рухомих з'єднаннях, умов теплопередачі й ін.).

Кінематичні збурення, які можуть характеризуватися лише деякими усередненими параметрами, наприклад похибка виготовлення окремих елементів верстата (відхилення форми напрямних).

На сьогоднішній день при розрахунку деформацій корпусних деталей металорізальних верстатів застосовують аналітичні методи й метод кінцевих елементів.

При використанні аналітичних методів конструкція, що розраховується, представляється у вигляді сукупності балок або пластин. При введенні певних допущень, для кожного із цих елементів можливо одержати розв'язок аналітичними методами. Для уточнення аналітичного розв'язку в розрахункову схему вводяться коефіцієнти, одержувані емпіричним шляхом. Дані коефіцієнти використовуються, на-

приклад, для визначення величин згинних напруг, зсуву та крутильних жорсткостей балок, що входять до складу розрахункової схеми.

Перевагою аналітичних методів є їх відносна простота, а також те, що використовувані аналітичні формули наочно показують вплив того або іншого параметра конструкції, що розраховується на її зміщення, наявність можливості швидко порівняти різні варіанти конструкції.

Але при цьому аналітичні методи мають значні недоліки – при їх використанні не можна врахувати реальну геометричну форму корпусних деталей, місцеві деформації окремих конструктивних елементів. Аналітичні рішення для деталей складної форми мають значну похибку і вимагають корекції за допомогою емпіричних коефіцієнтів, які, в свою чергу, можуть застосовуватись тільки для обмеженого набору конструкцій, аналогічних тим, для яких є експериментальні дані.

При використанні методу кінцевих елементів конструкція, що розраховується, представляється у вигляді сукупності простих геометричних об'єктів – кінцевих елементів, для кожного з яких заздалегідь визначено певний вид функціональної залежності розподілу переміщень у цьому елементі від переміщень у його вузлах. Вузли забезпечують з'єднання елементів між собою, їх переміщення визначають напружено-деформований стан конструкції.

Для кожного кінцевого елемента виходячи з його форми, властивостей матеріалу, товщини можна задати залежність між зсувами й силами у вузлах.

Для кінцево-елементних розрахунків корпусних деталей металорізальних верстатів в основному використовуються два типи кінцево-елементних моделей: із пластинчастих елементів; зі стержневих елементів і жорстких тіл.

Кінцево-елементні моделі із пластинчастих елементів застосовують для статичних розрахунків корпусних деталей складної форми з урахуванням впливу окремих конструктивних елементів – стінок, ребер жорсткості й. т. ін. Дані моделі застосовуються для порівняння різних конфігурацій корпусних деталей та вибору найбільш раціональної.

Кінцево-елементні моделі зі стержневих елементів і жорстких тіл застосовують для як при статичних, так і при динамічних навантаженнях. При цьому з'єднання окремих елементів між собою моделюються пружинами. Ці моделі використовуються для раціонального розподілу мас і жорсткостей між елементами несучої системи, а також для порівняння різних компоновань несучої системи.

На основі методу кінцевих елементів працює більшість сучасних універсальних програмних пакетів – ANSYS, Cosmos Works, NASTRAN, APM і ін.

При виконанні магістерської роботи здійснено моделювання напружено-деформованого стану коробки швидкостей токарного верстату з використанням пакетів «Компас 3-D» та APM.

### **Література**

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник: В 3-х т. / Под общ. ред. А.С. Проникова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – Т. 1 – 444 с., Т. 2, Ч. 1 – 371 с.
2. Каминская В.В., Левина З.М., Решетов Д.Н. Станины и корпусные детали станков. – М.: Машгиз, 1960. – 363 с.
3. Молчанов И.Н., Николенко Л.Д. Основы метода конечных элементов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 269 с.
4. Кириллов Ю.В., Еремин Н.В. Исследование несущей системы станка методом конечных элементов//СТИН. – 2002. – №8. – С.19–21.