

УДК 621.9.06.001

Г.В. Бочагин (5 курс, каф. ГАК), В.А. Шмаков, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНОВОК СТАНКА НА БАЗЕ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Развитие технологического оборудования с точки зрения повышения надежности, точности, производительности, снижения издержек при его производстве, повышения гибкости, сокращения сроков проектирования и поставки позволит станкостроительным предприятиям России выйти на мировой рынок с конкурентоспособными технологиями и оборудованием.

Целью данной работа является анализ компоновок станка (типа обрабатывающий центр) на базе мехатронных узлов по ряду количественных и качественных критериев.

Тяжелый металлорежущий станок разрабатывается как машина блочно – модульной конструкции [1], построенная на базе мехатронных узлов. Для разработки компоновок принят следующий подход. Выделены основные мехатронные узлы – поворотный стол, узел поступательного перемещения, главный привод. Из этих узлов составлены модули обработки (несущие инструменты) и модули изделия (несущие изделия). Эти модули собраны на однотипных корпусных деталях типа стойка, станина, угловая станина и сани.

Учитывая технические возможности и перспективы развития мехатронных модулей, был выбран размер изделия 800 x 800 x 800 мм как базовый для проектирования.

Всего для анализа выбрано восемь различных компоновок. Рассмотрены компоновки от традиционной четырехкоординатной, используемой для станков расточно – фрезерно – сверлильной группы, до нетрадиционных пятикоординатных с возможностью введения шестой координаты. При введении дополнительной координаты происходит изменение модуля изделия, а иногда и модуля обработки.

Методика анализа компоновок включает следующие процедуры.

Каждая компоновка представлена рядом параметров как количественных, так и качественных. К количественным характеристикам относятся: геометрическая точность, статическая жесткость, динамические характеристики (низшие собственные частоты), производительность, температурные деформации, относительная металлоемкость, занимаемая площадь. К качественным характеристикам относятся: надежность, гибкость, простота конструкций, технологичность, техническая эстетика, ремонтпригодность.

Каждому варианту компоновки ставят в соответствие действительное число, называемое его рангом. Пусть имеется n вариантов $A_1, A_2 \dots A_n$ компоновок с m параметрами, из которых m_1 – количественные (числовые), а m_2 – качественные. Числовые параметры характеризуются положительными числами, которые сравниваются с помощью эталона (0 или $+\infty$: больше – лучше или больше – хуже), причем имеет место пропорциональность между числовым значением и предпочтительностью варианта.

За оценку k - варианта 1-го параметра примем:

$$\gamma_{kl} = \sum_{j \neq k} \left(\frac{x_{kl}}{x_{jl}} \right)^{\chi}$$

где x_{kl} - числовое значение 1-го параметра в k -том варианте;

$$\chi = \begin{cases} 1 \text{ эталон} - & +\infty \\ -1 \text{ эталон} - & 0 \end{cases}$$

Качественные параметры получают числовое значение путем экспертной оценки. По пяти бальной системе Q экспертов натуральными единицами a оценивают параметры, выражая свое понимание их отношений. Пусть Z_{qkl} оценка q -го эксперта k -му варианту 1-го параметра. Усредненная оценка k -го варианта 1-го параметра имеет вид:

$$\alpha_{kl} = \frac{1}{a} \sum_{q=1}^Q Z_{qkl} .$$

Таким образом, можно оценивать количественно варианты по всем m параметрам. Теперь необходимо сопоставить варианты в целом. При этом надо определить значимость параметров и состыковать числовые оценки разной природы.

Значимость (веса) параметров определяют те же Q экспертов по уже принятым правилам. Пусть Y_{ql} – балл, которым q -й эксперт оценил значимость l -го параметра. Тогда усредненная оценка (вес) l -го параметра

$$\beta_l = \frac{1}{a} \sum_{q=1}^Q Y_{ql} .$$

В соответствии с применяемым способом оценки количественных и качественных параметров вводится поправочный коэффициент p_k , определяемый из условия равенства усредненных оценок параметров разной природы:

$$\frac{1}{m_1} \sum_{l=1}^{m_1} \gamma_{kl} = p_k \frac{1}{m_2} \sum_{l=1}^{m_2} \alpha_{kl} .$$

Ранг V_k для k -го варианта компоновки определяется как сумма оценок его параметров взятых с их весами:

$$V_k = \sum_{l=1}^{m_1} \beta_l \gamma_{kl} + \sum_{l=1}^{m_2} \beta_{l+m_1} p_k \alpha_{kl} .$$

Наилучшим является вариант, имеющий наибольший ранг.

При появлении в процессе проектирования новых модификаций или даже новых принципиальных решений по компоновкам выбор той или иной базы для технического и рабочего проектирования может производиться при сравнении методом многокритериального анализа новой компоновки с базовой, ранее выбранной.

Выводы. Методика многопараметрического анализа адаптирована к оценке вариантов компоновки станков на базе мехатронных модулей. Методика позволяет выделить основные количественные и качественные характеристики и дать оценку компоновки с этими характеристиками. Полученные результаты показывают, что ряд традиционных компоновок не уступает вновь предлагаемым, а по некоторым качественным параметрам превосходит их.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1987. 232с.