

Методология компоновок металлорежущих станков

А. М. Мамаджанов, Б. К. Асадов.

Системы автоматизированного проектирования металлообрабатывающего оборудования используют широкий спектр методик разработки модулей ранней стадии, к которым можно отнести и предлагаемую методологию.

System of the automated design of the metalworking equipment use a wide range of techniques of modules of an early stage to which it is possible to carry also the offered methodology.

Компоновка; синтез; математическая логика; ветви; формализованное описание.

Configuration; synthesis; mathematical logic; branches; the formalized description.

При создании новых видов металлорежущих станков (МС), как правило, недостаточное внимание уделяется проработке МС, хотя компоновка в целом оказывает большое влияние на качество проектируемого МС. Она является важным технико-экономическим показателем [1], влияющим на точность, производительность, металлоёмкость, вес и стоимость проектируемого оборудования.

Автоматизация выбора компоновки, затруднена сложностью формализации процесса отсева альтернативных вариантов. Наиболее развитой в настоящее время является та часть САПР компоновок, которая связана с оценкой их параметров, оптимизацией полученных вариантов по критериям точности, жесткости и металлоёмкости [2]. Сама же компоновка выбирает, как правило, интуитивно и во многом зависит от субъективного мнения проектировщика МС. Осуществляется выбор без проработки всей совокупности возможных вариантов компоновок МС, без анализа их конструктивного исполнения.

Создание САПР компоновок невозможно без их формализованного описания. В связи с растущим многообразием компоновок МС возникла необходимость в кратких записях, которые могут служить языком и инструментом исследования [3]. В структуре САПР компоновок можно выделить два объекта для формализованного описания: во-первых, собственно компоновку МС и, во-вторых, формализованное описание технического задания на проектирование компоновки МС.

Краткая запись формализованного описания компоновки должна раскрыть её структуру и пространственное расположение её узлов. Этим требованиям удовлетворяет обозначение компоновки с помощью структурных формул, отвечающих стандартам ИСО. Среди множества систем кодирования компоновок [4], лишь немногие могут служить основой для создания языка автоматизированного проектирования компоновок. Все системы кодирования используют обозначение координат и координатных перемещений по ГОСТ 23597-79.

Принцип кодирования структурными формулами, разработанный Враговым Ю. Д. предусматривает использование правой системы координат. При этом подвижные блоки компоновки МС обозначаются теми же знаками, что и выполняемые ими координатные перемещения (X, Y, Z, A, B, C). Существует положительное направление перемещений, если направление перемещений не имеет значения, то знак «+» или «-» не проставляется. В противном случае подвижный блок записывается со знаком и берется в скобки (-A, -X, -B и т.д.). Блоки записываются по порядку от концевой детали, несущей деталь, к

концевому блоку, несущему инструмент. Стационарный блок обозначается символом «О» и дает представление о составе движений в структуре компоновки МС.

Блоки, выполняющие два движения одновременно, записываются через косую черту (Z/C), это относится и к блокам, перемещающимся под углом (X/Z). Код ИСО предусматривает привязку оси Z к положению оси шпинделя, поэтому при вертикальном положении шпинделя принимается обозначение V, при горизонтальном положении обозначение – H, а при наклонном – V/H.

Структурные формулы могут иметь различные степени уточнения. По мере уточнения кода компоновки добавляются дополнительные символы. При этом выделено три основных этапа уточнения компоновки МС: координатная компоновка; базовая компоновка; конструкционная компоновка.

Задача структурного синтеза [5] решается двумя способами. Первый, как задача простого перебора подвижных и стационарного блоков в координатном коде компоновки. При отсев осуществляется наложением матрицы отбора. Второй, путем образования из базовой структуры компоновки, с применением законов алгебры логики, множества ей подобных. При этом способе не требуется матриц отбора, но есть вероятность неучтенности некоторых компоновок. Синтез структурных формул при таком подходе затруднен из-за смешанного буквенно-цифрового кода, учета знаков направлений перемещений и возможности разветвления структурной формулы компоновки (учета магазина инструментов или спутников с заготовками). Кодовая запись системы отбора компоновок, также не удовлетворяет возможности автоматизации синтеза.

Объектом исследования является компоновка МС. Дадим ряд определений, которые помогут в дальнейшем.

Элемент компоновки (ЭК) – одна или несколько деталей станка, участвующих в заданном состоянии (перемещении или покое), как одно целое.

Подвижный блок компоновки (ПБ) – сочетание ЭК и подвижного стыка. ПБ – это четко ориентированный в пространстве ЭК, имеющий плоскость соединения с последующим ЭК.

Стационарный блок (основание) – ЭК, находящийся в непосредственном контакте с фундаментом станка.

Ветвь компоновки – участок компоновки от ЭК, несущего инструмент или деталь, до стационарного блока.

Структура компоновки – последовательность сочетания ПБ с начала ветвей к стационарному блоку, записанная в кодах определенного вида. Структура к стационарному блоку, записанная в кодах определенного вида. Структура компоновки выражается в сочетании структурных формул ветвей компоновки.

Компоновка МС – это совокупность подвижных и стационарных блоков, сочетание которых определяется процессом формообразования, требованиями к технико-экономическим показателям станка и различается свойствами и структурой.

Код ПБ имеет следующую структуру:

ПБ (K1, K2, K3, K4, K5, K6 K7)

K1 – тип перемещения ЭК;

К2 – направление перемещения (ось вращения) ЭК;

К3 – направление нормали к плоскости стыка (при отсутствии угла наклона);

К4 – наличие угла наклона стыка к одной из координатных плоскостей;

К5 – тип стыка;

К6 – направление перехода через стык, от подвижной части подвижного стыка к неподвижной части подвижного стыка;

К7 – тип ЭК.

Код ПБ можно представить формулой:

$$K(i) = f(K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7) \quad (1)$$

где, $K(i)$ – код подвижного блока с номером i в структуре компоновки.

Код стационарного блока записывается следующим образом:

$$K(0) = 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0.$$

Соединяются основания ветвей с помощью неподвижных стыков, хотя иногда основания ветвей могут совпадать или значительно перекрываться. Общее основание является объединением оснований ветвей.

Для структуры компоновки характерна следующая формула вывода общего основания

$$[ОСН] = [ОСИ(I)] + [ОВД(J)] = [ОВ(K)] \quad (2)$$

где I – количество ветвей инструмента в компоновке МС;

J – количество ветвей деталей в компоновке МС;

K – общее количество ветвей;

ОСИ – основание ветви инструмента;

ОСД – основание ветви детали;

ОВ – основание.

Процесс структурного синтеза сводится не только к решению переборных задач. Одно из главных мест в этом процессе занимает целенаправленный отбор вариантов структурных формул компоновок МС.

Описанная математическая формула подчиняется законам теории множеств и алгебры и логики. Этот математический аппарат назван алгеброй компоновок МС.

Основными логическими функциями, используемыми при описании компоновок МС, служат: конъюнкция или логическое «и», дизъюнкция или логическое «или», инверсия «не». Все приведенные выше операции алгебры логики решают задачи целенаправленного синтеза.

Отбор компоновок на этапе структурного синтеза производится с помощью условий отбора I . Условие отбора I можно разделить на две части: I_1 – привязка I к определенному параметру структуры (в качестве параметра может быть сам элемент

структуры или его место в структуре компоновки), I_2 – желаемый результат отбора (результат может быть как положительным так и отрицательным). Обе части условия I должны быть связаны логическим знаком отсутствия, присутствия, существует, не существует. Условия отбора сводятся к обязательному наличию ПБ определенной структуры в компоновке МС, к его отсутствию, или существованию условия, при котором он может как присутствовать, так и отсутствовать.

Одним из условий получения компоновки токарного станка с горизонтальным положением шпинделя является обязательное наличие (присутствие) в ветви детали вращательного движения вокруг оси Y , причем на первом месте.

$$I = I_1 \cdot I_2 \quad (3)$$

где, I_1 – привязка элемента структуры к первому месту;

I_2 – этим элементом структуры должен быть ПБ, совершающий вращательное движение вокруг Y .

Подобная интерпретация структурного синтеза позволяет полностью проследить процесс образования компоновок по параметрам структурных формул.

Вывод. В результате формализованного описания компоновок стало возможным организовать решение задачи синтеза, а массивы ограничений делают этот синтез целенаправленным и определенным.

Список литературы

1. Врагов Ю. Д. Анализ компоновок металлорежущих станков/Основы компнетики / . -М.: Машиностроение, 1978-208 с.
2. Давыдав И. И., Лехмус М. Ю. Математическое моделирование процесса синтеза компоновок металлообрабатывающих станков. // программно-технические комплексы САПР и АСТПП: Тез. докл. н.-т. конф. -Ижевск, 1988, -с. 117-118 с.
3. Портман В. Т. Синтез компоновок станков на основе анализа процесса формообразования. - Станки и инструмент, 1982, N7, с. 8-11.
4. Металлорежущие станки / под. ред. Пуша В. Э. -М.: Машиностроение. 1985. – 256 с.