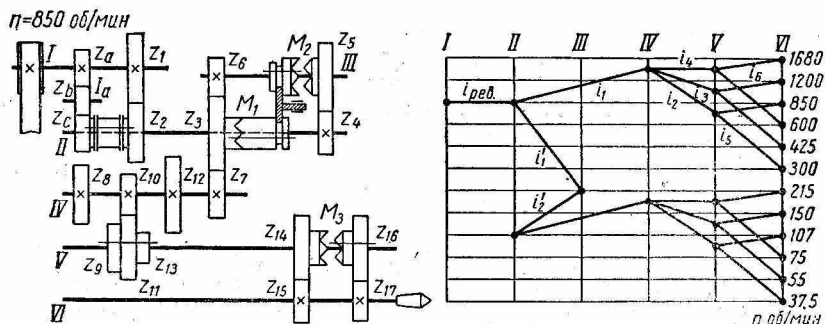


Верхняя часть диапазона регулирования привода получается по короткой кинематической цепи, являющейся основной структурой, а нижняя часть диапазона по длинной цепи $Z' \cdot Z^0$.



Фиг. 9. Кинематическая схема коробки скоростей и диаграмма чисел оборотов токарно-револьверного станка 1П365.

Структурная формула привода

$$Z = Z^0 + Z' \cdot Z^0 = (1 + Z') Z^0 = (1 + 1 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 = 12.$$

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖЕННЫХ СТРУКТУР

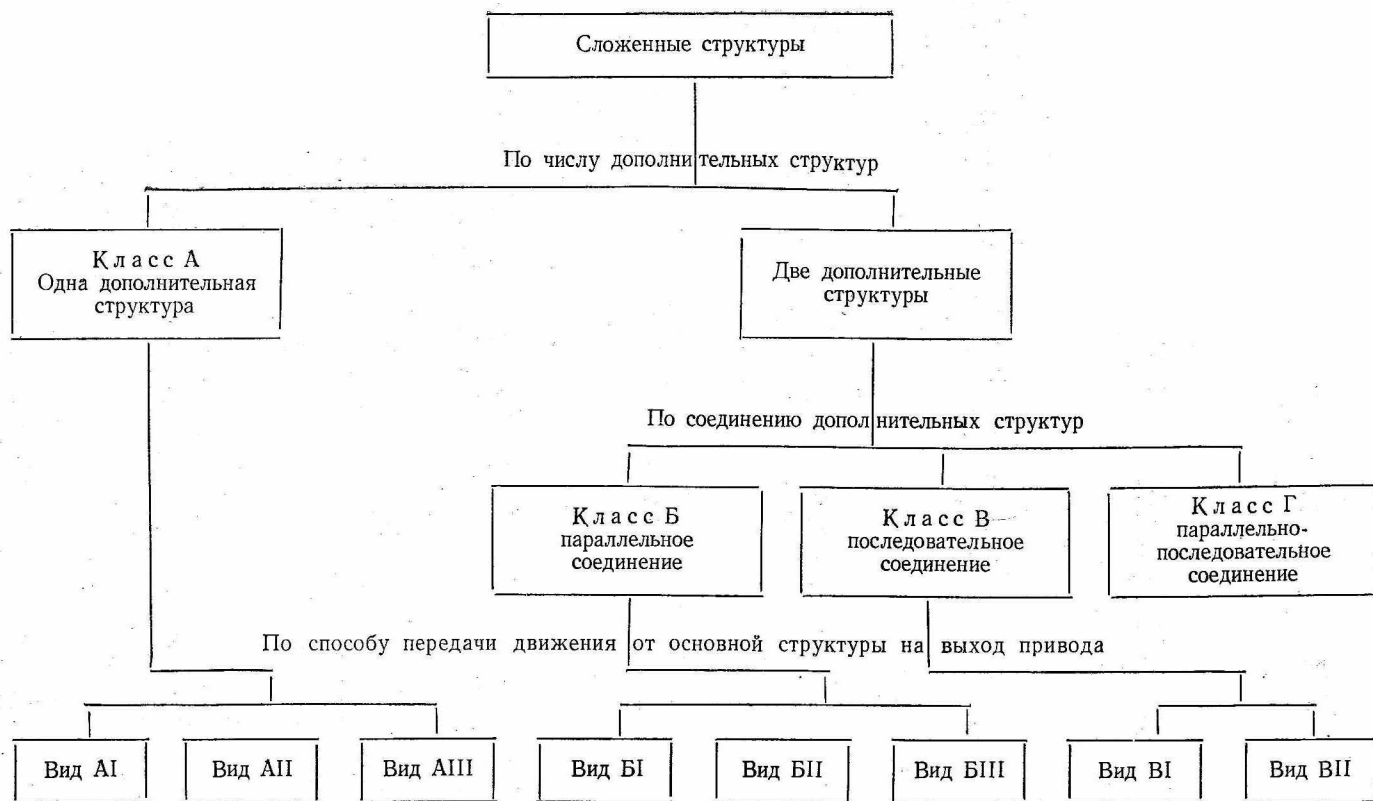
Виды сложных структур и их классификация

Даже из краткого обзора видно многообразие сложных структур. Поэтому совершенно необходима их классификация для их более полного и систематического исследования.

Классификация сложных структур (фиг. 10) может быть произведена по следующим признакам: числу дополнительных структур; способу соединения дополнительных структур; способу передачи движения от основной структуры на выход привода.

Классификация по числу дополнительных структур. Теоретически число дополнительных структур может быть любым. Привод с одной или двумя дополнительными структурами имеет свойства, достаточные для удовлетворения требований практики станкостроения. При количестве дополнительных структур более двух привод усложняется настолько, что делается практически неприемлемым. Поэтому исследовались только такие схемы, которые имеют не более двух дополнительных структур.

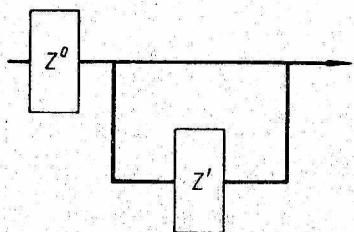
Классификация по способу соединения дополнительных структур. По этому признаку сложные структуры можно подразделить на следующие классы: А — с одной дополнительной структурой (фиг. 11); Б — с двумя дополнительными структурами, соединенными параллельно (фиг. 12, а); В — с последовательным соединением двух дополнительных структур (фиг. 12, б);



Фиг. 10. Классификация сложных структур.

Г — с параллельно-последовательным соединением двух дополнительных структур (фиг. 12, в).

Основная структура состоит из одной или нескольких групп передач, соединенных последовательно так же, как и обычные множительные структуры. Поэтому для основной структуры действительны все закономерности обычных структур. На выходном валу основной структуры Z^0 различных скоростей, которые определяются как произведение чисел скоростей множительных групп передач, т. е.

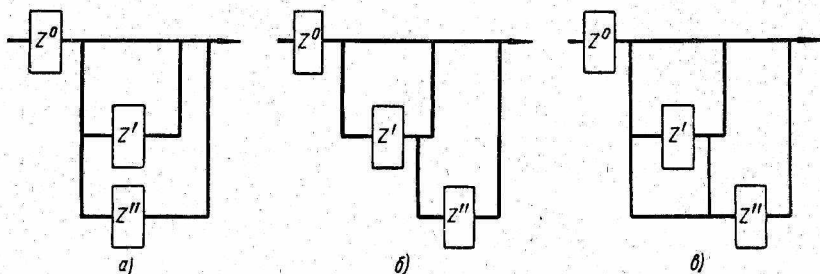


Фиг. 11. Сложенная структура с одной дополнительной структурой.

$$Z^0 = p_a^0 \cdot p_b^0 \cdot p_c^0 \dots \quad (1)$$

Здесь Z^0 — число скоростей основной структуры;

p_i^0 — числа скоростей соответствующих групп передач, входящих в основную структуру.



Фиг. 12. Сложенная структура с двумя дополнительными структурами.

Дополнительные структуры, так же как и основная, состоят из определенного количества последовательно соединенных групп передач. Числа скоростей, которые дают дополнительные структуры при условии, что входной вал дополнительной структуры вращается с постоянной скоростью:

$$Z' = p'_a \cdot p'_b \cdot p'_c \dots; \quad (2)$$

$$Z'' = p''_a \cdot p''_b \cdot p''_c \dots, \quad (3)$$

где Z' и Z'' — числа скоростей соответственно первой и второй дополнительных структур;

p'_i и p''_i — числа скоростей групп передач соответственно первой и второй дополнительных структур.

Рассмотрим класс Б — параллельное соединение дополнительных структур (фиг. 12, а). В этом случае от основной структуры на выход передается Z^0 скоростей. В то же время эта

Z^0 скоростей могут передаваться как первой, так и второй дополнительной структуре.

Тогда первая дополнительная структура будет передавать на выход $Z^0 Z'$ скоростей, а вторая дополнительная структура $Z^0 Z''$ скоростей. Общее количество скоростей привода со сложной структурой при параллельном соединении дополнительных структур

$$Z = Z^0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z''$$

или

$$Z = Z^0 (1 + Z' + Z''). \quad (4)$$

При последовательном соединении дополнительных структур (класс В) от основной структуры на выход привода передается также Z^0 различных скоростей (фиг. 12, б). Эти же Z^0 скоростей могут передаваться первой дополнительной структуре. Вторая дополнительная структура получает вращение от первой дополнительной и передает его на выход привода.

Число скоростей на выходе после основной, первой и второй дополнительных структур будет соответственно равно Z^0 , $Z^0 \cdot Z'$ и $Z^0 \cdot Z' \cdot Z''$. Общее число скоростей привода с последовательным соединением дополнительных структур

$$Z = Z^0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z' \cdot Z''$$

или

$$Z = Z^0 (1 + Z' + Z' \cdot Z''). \quad (5)$$

Параллельно-последовательное соединение дополнительных структур (класс Г) показано на фиг. 12, в.

В этом случае от основной структуры на выход привода передается Z^0 скоростей, которые могут передаваться первой и второй дополнительным структурам так же, как и при параллельном их соединении. Кроме того, вторая дополнительная структура может получать вращение и от первой дополнительной так же, как при последовательном соединении.

Число скоростей по схеме с параллельно-последовательным соединением дополнительных структур

$$Z = Z^0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z'' + Z^0 \cdot Z' \cdot Z''$$

или

$$Z = Z^0 (1 + Z' + Z'' + Z' \cdot Z''). \quad (6)$$

Если в приводе применена только одна дополнительная структура (класс А), то вопрос о способах соединения дополнительных структур отпадает; схема и структурная формула привода упрощаются. Классу А (фиг. 11) соответствует структурная формула

$$Z = Z^0 + Z^0 \cdot Z'$$

или

$$Z = Z^0 (1 + Z'). \quad (7)$$

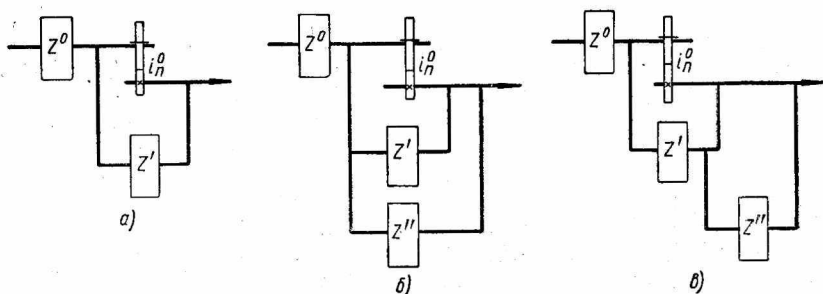
Структуры класса Г в дальнейшем не рассматриваются, так как они неоправданно усложняют привод и не дают строгого геометрического ряда чисел оборотов на выходе привода (см. стр. 40—42).

Классификация по способу передачи движения от основной структуры на выход привода. По этому признаку сложные структуры можно подразделить на следующие виды:

I. Движение от основной структуры передается на выход привода через постоянную передачу.

II. Движение от основной структуры передается на выход привода непосредственно (без постоянной передачи).

III. Движение от основной структуры на выход привода не передается.



Фиг. 13. Сложные структуры I вида.

Эти виды сложных структур повторяются в каждом классе. Подразделение на классы и виды делает возможным обозначение любой сложной структуры соответствующим шифром. Например, шифр БII означает структуру с двумя параллельно соединенными дополнительными структурами и с передачей движения на выход привода непосредственно (без постоянной передачи).

Далее рассмотрены все возможные для классов А, Б и В виды сложных структур.

Структурные формулы схем I вида, когда основная структура передает движение на выход с помощью постоянной передачи (фиг. 13, а — в), будут следующие:

для структуры AI

$$Z = Z^0 \cdot i_n^0 + Z^0 \cdot Z' = Z^0 (i_n^0 + Z'); \quad (8)$$

для структуры BI

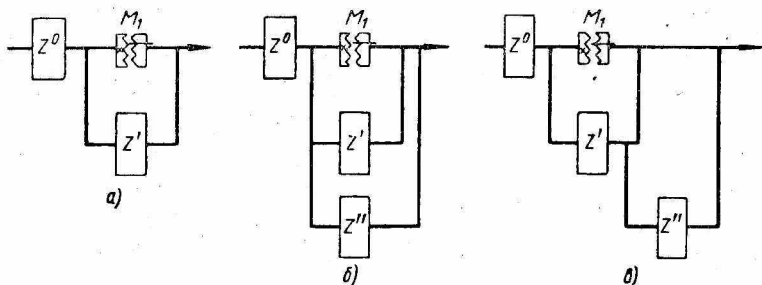
$$Z = Z^0 \cdot i_n^0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z'' = Z^0 (i_n^0 + Z' + Z''); \quad (9)$$

для структуры VI

$$Z = Z^0 \cdot i_n^0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z' \cdot Z'' = Z^0 (i_n^0 + Z' + Z' \cdot Z''). \quad (10)$$

Здесь i_n^0 — постоянная передача между основной структурой и выходом привода.

В схемах II вида структур выходной вал основной структуры при некоторых скоростях привода должен сцепляться с выходным валом привода непосредственно с помощью муфты. В этих случаях выходные валы основной структуры и всего



Фиг. 14. Сложенные структуры II вида.

привода сливаются в один вал. При других скоростях привода между валами включаются дополнительные структуры (фиг. 14). Структурными формулами для структур видов АII, БII, ВII будут соответственно формулы (7), (4) и (5).

Очевидно, что схема с одной дополнительной структурой вида АII является ни чем иным, как обычной схемой со ступенью возврата, т.е. схемой перебора, и общее число скоростей привода будет: при $Z'=1$ $Z=Z^0(1+1)=2Z^0$ — одинарный перебор; при $Z'=2$ $Z=Z^0(1+2)=3Z^0$ — двойной перебор и т.д. Таким образом, переборная схема является частным случаем сложенных структур.

Рассмотрим схему III вида сложенных структур, когда основная структура не передает движения на выход (фиг. 15).

Структурная формула для структуры вида АIII (фиг. 15, а)

$$Z = Z^0 \cdot 0 + Z^0 \cdot Z' = Z^0 \cdot Z'.$$

Очевидно, что структура вида АIII превращается в обычный множительный привод с последовательным соединением групп передач. Следовательно, обычная множительная структура является также частным случаем сложенных структур.

Структурная формула для структуры вида БIII (фиг. 15, б)

$$Z = Z^0 \cdot 0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z'' = Z^0(0 + Z' + Z''). \quad (11)$$

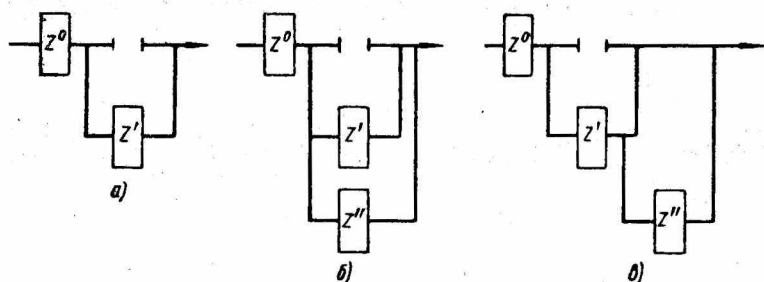
Структурная формула для структуры вида ВIII (фиг. 15, в)

$$Z = Z^0 \cdot 0 + Z^0 \cdot Z' + Z^0 \cdot Z' \cdot Z'' = Z^0(0 + Z' + Z' \cdot Z''),$$

или иначе, обозначив $Z^0 \cdot Z' = Z_1^0$, получим формулу схемы с одной дополнительной структурой

$$Z = Z_1^0 (1 + Z'').$$

Эта структура соответствует шифру АІІ. Следовательно, структура с шифром ВІІІ как самостоятельная не существует, поэтому в схему классификации (фиг. 10) она не включена.



Фиг. 15. Сложенные структуры ІІІ вида.

Из рассмотрения классификации сложных структур можно сделать следующие выводы:

1. Сложенные структуры представляют собой наиболее общий вид кинематических структур приводов станков, в который входят как частные случаи обычные множительные и переборные схемы.

2. Сложенные структуры приводов весьма многообразны и разобраться в них без предложенной классификации невозможно.

3. Многообразие сложных структур требует создания методики их анализа и выбора наилучшего варианта для заданных конкретных условий.

Постоянные передачи

Постоянные передачи в сложных структурах применяют при необходимости: 1) реверсирования вращения в основной или дополнительных структурах для получения на выходе привода постоянства направления вращения независимо от переключения скоростей; 2) понижения или повышения скорости после основной или дополнительных структур или внутри них.

Постоянные передачи удлиняют кинематическую цепь и тем самым усложняют конструкцию и снижают к.п.д. привода. Поэтому вопрос о необходимости и целесообразности введения того или иного количества постоянных передач должен быть решен особо в каждом конкретном случае.