2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КУРСОВЫХ РАБОТ

2.1. ПРИВОД МАНИПУЛЯТОРА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

На рис.2.1 представлен механизм привода вращательного движения

звеньев манипулятора промышленного робота. Он выполнен в виде комбинированного червячно-зубчатого редуктора.

Параллельно работающие зубчатые передачи из колес *20* и *12* соединены с шестерней *15*, которая выполнена заодно со ступицей червячного колеса и установлена на вал *5* с гарантированным зазором по ***D3***. Величина зазора оговорена заданием.

Обод червячного колеса *17* точно сцентрирован по ***D*2**относительно ступицы колеса *15*, закреплен болтами и двумя коническими штифтами. Передача крутящих моментов на валы *2* (или *14*) производится через шлицевые соединения. Шлицы в отверстиях зубчатых колес *20* и *12* не закалены.

По ***D*1**шестерня *4* имеет температуру окружающей среды *+*25*ºС,* установлена на конце вала *2* по плотной посадке со шпонкой и закреплена шайбой с винтом.

Зубчатое колесо *12* связано с шестернёй *9* через торсион *14*, который одним концом жёстко закреплён в отверстии вала. При монтаже редуктора производится закрутка торсиона *14* с последующей фиксацией его гайкой *8*, которая соединена со ступицей шестерни *9*.Гайка *8* имеет резьбу с мелким шагом и короткой длиной свинчивания. Зубчатая передача тихоходная, но требуется обеспечить точность угла поворота. Зубчатые колёса стальные, закаленные нагреваются до +35 º*С*, корпус выполнен из силумина и может нагреваться до +30 º*С.*

Подшипники качения (поз.*3*;*7*;*10*;*18*), установленные на опорных шейках валов, допускают перегрузку до 150%, толчки и вибрации умеренные, режим работы – нормальный.

Закладные фланцевые крышки (поз.*6*; *16* и др.) установлены в корпус *1* с гарантированным зазором и закреплены болтами с потайными головками (поз.*13*; *19*; и др.). Резьба нормальной длины свинчивания.

Между торцами подшипника *7* и крышкой *6* предусмотрен гарантированный зазор, необходимый для компенсации температурных деформаций (тепловой зазор). Величина заданного зазора обеспечивается расчетом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 и A4 – монтажная высота (ширина) подшипников;

A2 – длина ступицы зубчатого колеса *15*;

A3 – высота буртика вала;

A5 и A9 – высота буртиков крышек;

A6 и A8 – толщина прокладок;

A7 – размер корпуса *1.*

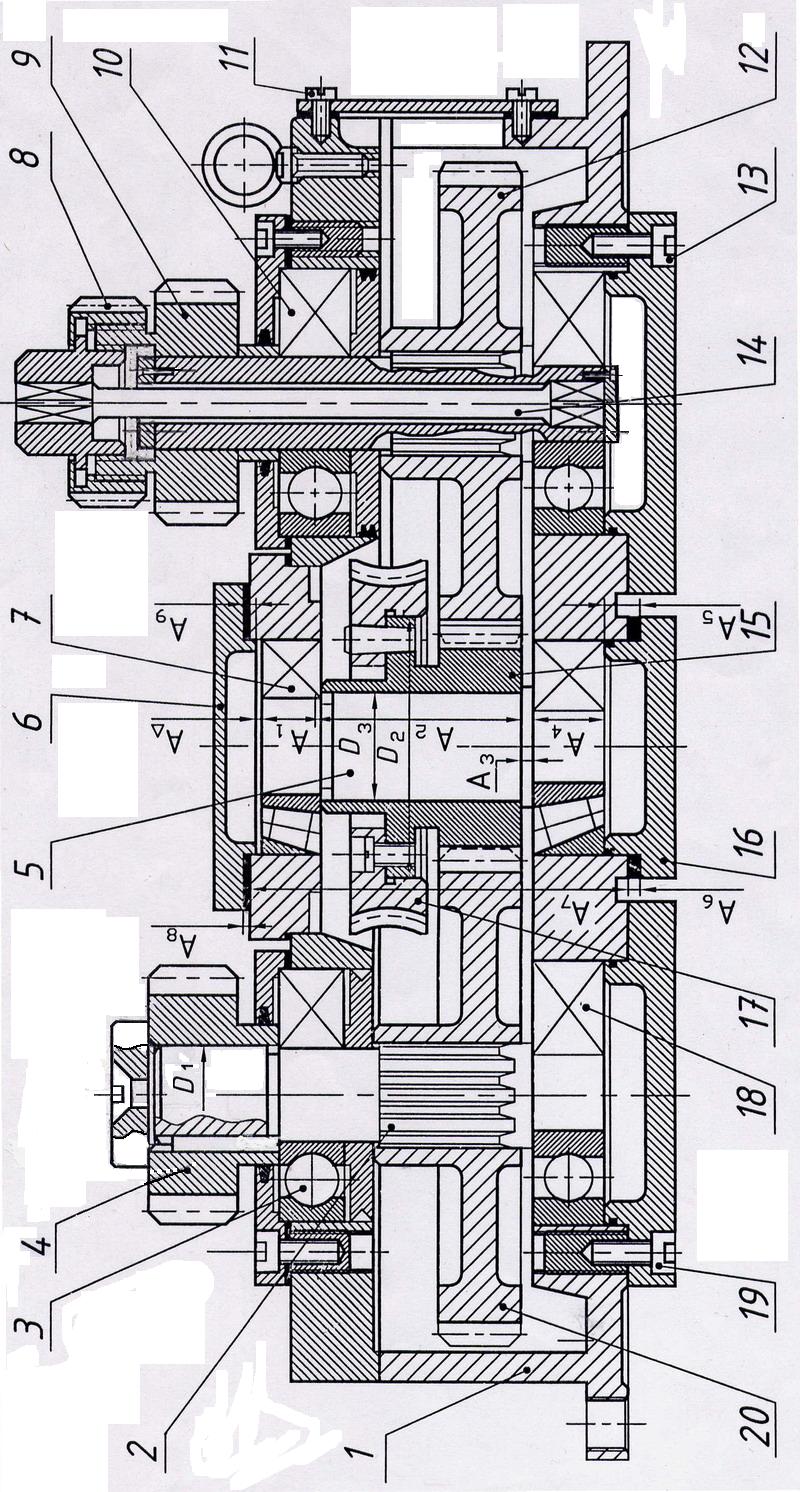


Рис. 2.1. Привод манипулятора промышленного робота

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | | *D*2 | | *D*3 | | | *S*max | | | *S*min | | Вал  *ITd1 σ*тех | | № поз | | Условное обозначе-  ние | | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | *b* | | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | |
| 1 | 24 | | | 90 | | 52 | | | 98 | | | 10 | | 5 | | 18 | | 6-305 | | | | | 7,5 | | | | 24 | | 8 | | |
| 2 | 32 | | | 110 | | 60 | | | 60 | | | 0 | | 4 | | 10 | | 180608 | | | | | 36 | | | | 32 | | 10 | | |
| 3 | 36 | | | 120 | | 45 | | | 90 | | | 10 | | 4,5 | | 7 | | 6-7206А | | | | | 20 | | | | 36 | | 10 | | |
| 4 | 30 | | | 135 | | 48 | | | 90 | | | 10 | | 4 | | 3 | | 5-307 | | | | | 40 | | | | 30 | | 8 | | |
| 5 | 36 | | | 118 | | 42 | | | 52 | | | 8 | | 5 | | 10 | | 160508 | | | | | 25 | | | | 36 | | 10 | | |
| 6 | 45 | | | 140 | | 46 | | | 72 | | | 9 | | 3,5 | | 7 | | 6-7308А | | | | | 36 | | | | 45 | | 14 | | |
| 7 | 32 | | | 115 | | 38 | | | 50 | | | 0 | | 3 | | 18 | | 180506 | | | | | 45 | | | | 32 | | 10 | | |
| 8 | 30 | | | 126 | | 36 | | | 60 | | | 10 | | 4 | | 3 | | 160504 | | | | | 10 | | | | 30 | | 8 | | |
| 9 | 40 | | | 130 | | 45 | | | 80 | | | 8 | | 5 | | 7 | | 6-7508А | | | | | 38 | | | | 40 | | 12 | | |
| 10 | 38 | | | 140 | | 55 | | | 70 | | | 10 | | 4 | | 10 | | 60309 | | | | | 32 | | | | 38 | | 10 | | |
| № варианта | Шлицевое  соединение | | | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | | №  поз. | | Обозна-  чение  резьбы | | | *d2* изм | | *Р*n | | /2пр | | | /2лев | | № поз. | | *а* | | *m* | | *Z* | | *V,*  м/с | |
| мм | | | | | | мм | | мкм | | мин | | | | | мм | | | |
| 1 | 6 | 28 | | | 32 | | | 11 | | М6 | | | 5,3 | | 12 | | +10 | | | +12 | | 4 | | 160 | | 4 | | 25 | | 25 | |
| 2 | 8 | 42 | | | 48 | | | 11 | | М60,75 | | | 5,42 | | 8 | | 0 | | | -10 | | 12 | | 120 | | 5 | | 30 | | 10 | |
| 3 | 8 | 46 | | | 54 | | | 8 | | М301,5 | | | 29,28 | | 12 | | +20 | | | -5 | | 15 | | 225 | | 3 | | 25 | | 8 | |
| 4 | 8 | 46 | | | 50 | | | 19 | | М10 | | | 8,95 | | 10 | | +40 | | | 0 | | 20 | | 224 | | 3,5 | | 38 | | 12 | |
| 5 | 8 | 42 | | | 46 | | | 8 | | М362 | | | 34,57 | | 6 | | -30 | | | +10 | | 15 | | 144 | | 3 | | 32 | | 10 | |
| 6 | 10 | 52 | | | 58 | | | 19 | | М121,5 | | | 11,88 | | 15 | | -20 | | | +20 | | 4 | | 165 | | 5 | | 22 | | 10 | |
| 7 | 10 | 36 | | | 45 | | | 13 | | М12 | | | 10,8 | | 18 | | +10 | | | 0 | | 20 | | 108 | | 4,5 | | 30 | | 6 | |
| 8 | 8 | 36 | | | 40 | | | 19 | | М60,75 | | | 5,42 | | 10 | | +12 | | | -10 | | 4 | | 119 | | 2,0 | | 34 | | 20 | |
| 9 | 8 | 36 | | | 50 | | | 13 | | М8 | | | 7,06 | | 12 | | +5 | | | -5 | | 12 | | 150 | | 4 | | 50 | | 15 | |
| 10 | 6 | 42 | | | 46 | | | 8 | | М522 | | | 50,58 | | 8 | | 0 | | | -8 | | 20 | | 120 | | 3 | | 40 | | 12 | |
| № варианта | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | | A1=A4 | | | | A2 | | | | A3 | | A5=A9 | | | | A6=A8 | | | A7 | | |
| 1 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 27,25±0,25 | | | | 100 | | | | 8 | | 8 | | | | 2 | | | 185 | | |
| 2 | | | 3,8 | | | | 0,5 | | | | 24,75±0,25 | | | | 162 | | | | 10 | | 10 | | | | 2 | | | 238 | | |
| 3 | | | 3,2 | | | | 0,5 | | | | 17,25±0,25 | | | | 92 | | | | 9 | | 6 | | | | 1,5 | | | 145 | | |
| 4 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 25,25±0,25 | | | | 120 | | | | 14 | | 10 | | | | 2,5 | | | 200 | | |
| 5 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 18,25±0,25 | | | | 105 | | | | 10 | | 8 | | | | 2 | | | 164 | | |
| 6 | | | 3,2 | | | | 0,5 | | | | 25,25±0,25 | | | | 170 | | | | 9 | | 8 | | | | 3 | | | 240 | | |
| 7 | | | 3,0 | | | | 0,5 | | | | 17,25±0,25 | | | | 116 | | | | 8 | | 8 | | | | 2,5 | | | 170 | | |
| 8 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 21,25±0,25 | | | | 90 | | | | 6 | | 10 | | | | 2 | | | 155 | | |
| 9 | | | 3,0 | | | | 0,5 | | | | 24,75±0,25 | | | | 116 | | | | 8 | | 8 | | | | 2 | | | 186 | | |
| 10 | | | 3,2 | | | | 0,5 | | | | 24,75±0,25 | | | | 102 | | | | 10 | | 10 | | | | 2 | | | 178 | | |

Таблица 2.1

**Исходные данные к рисунку**

**2.2. ЧАСТЬ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ АВТОМОБИЛЯ**

На рис.2.2 изображена часть раздаточной коробки автомобиля; эта коробка служит для передачи крутящего момента к ведущим мостам автомобиля.

Зубчатое колесо *5* включения заднего моста перемещается по шлицам передаточного вала *1* с помощью вилки *4*. Правый конец вала опирается на подшипник качения, установленный в гнездо зубчатого колеса *6*, изготовленного как одно целое с вторичным валом.

Левый конец вала *1* имеет подшипник *2*, который закрыт крышкой *18*, которая установлена на крыльчатке *19* по ***D3***  с незначительным зазором и крепится винтами *3* с нормальной длиной свинчивания к корпусу *7*.

Величина зазора должна быть строго выдержана (оговорено заданием). Гайка *20*, которая закрепляет крыльчатку, имеет короткую длину свинчивания.

На хвостовике вторичного вала *6*  по ***D2***на сегментной шпонке с незначительным зазором установлено зубчатое колесо *9* привода спидометра.

В корпус *10* установлен подшипник *8* вторичного вала. Корпус *10* точно центрируется по ***D1*** в корпусе раздаточной коробки *7.*

На шлицевом валу *15* смонтированы промежуточное колесо *13* и зубчатое колесо понижающей передачи *17.* При положении, указанном на чертеже, включена прямая передача; при введении зубчатого колеса *5* в зацепление с зубчатым колесом *17*, включается понижающая передача.

Шлицы в отверстиях зубчатых колёс закаливаются.

Зубчатая передача среднескоростная, колёса стальные с нагревом до

+70 º*С*, корпус раздаточной коробки изготавливается из силумина и нагревается до +60 º*С*.

Крышки подшипников *16* и *11* должны свободно устанавливаться в отверстия корпуса, так как их подтяжкой регулируются зазоры в конических подшипниках *14*. Крышки подшипников крепятся при помощи болтов, имеющих резьбу нормальной длины свинчивания.

Подшипники качения испытывают умеренные толчки и вибрации и при работе имеют перегрузки до 300 %. Между крышкой *16* и подшипником *14* предусмотрен тепловой зазор, величина которого обеспечивается расчетом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи*:

А1 и А5 − высота буртиков крышек *11* и *16*;

А2 и А4 − толщина прокладок;

А3 − корпусный размер;

А6 и А8 − монтажная высота подшипников;

А7 − длина шлицевой части ступени вала *15*.

Примечание. Призматическая шпонка на чертеже не показана.

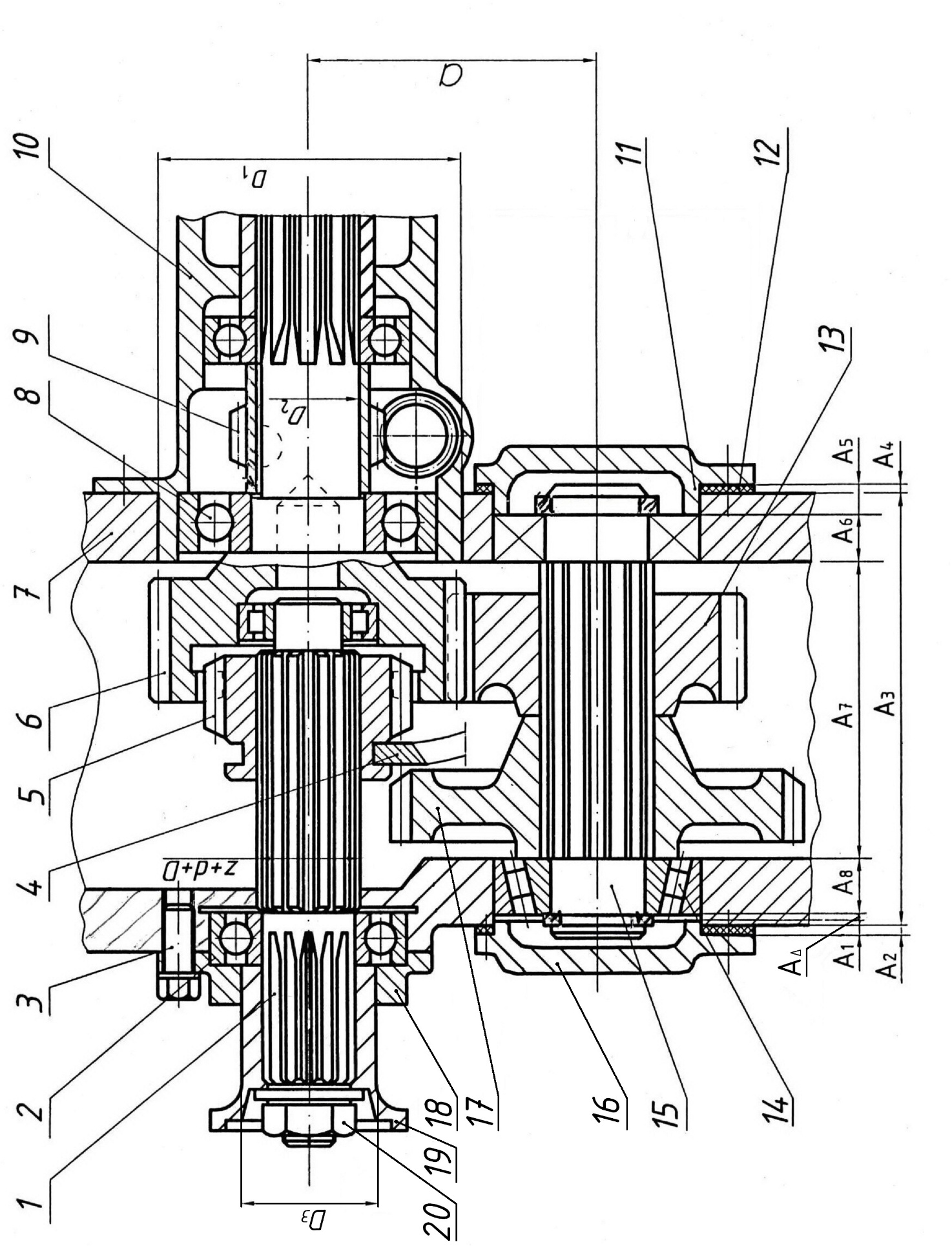


Рис. 2.2. Часть раздаточной коробки автомобиля

Рис. 2

Таблица 2.2

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиеСоединения | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | *D*3 | | | *S*max | | *S*min | | | Вал.  *ITd1 σ*тех | | | № поз | | Условное  обозначе-  ние | | | | Радиальная нагрузка, кН | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | |
| 1 | 82 | | 34 | | 58 | | | 105 | | 10 | | | 3,0 | | | 8 | | 60207 | | | | 8,0 | | | | 34 | | | 10 | |
| 2 | 80 | | 40 | | 65 | | | 110 | | 30 | | | 4,0 | | | 14 | | 7307А | | | | 9,0 | | | | 40 | | | 12 | |
| 3 | 80 | | 36 | | 90 | | | 125 | | 35 | | | 5,0 | | | 8 | | 60208 | | | | 13,0 | | | | 36 | | | 10 | |
| 4 | 90 | | 42 | | 68 | | | 71 | | 12 | | | 3,5 | | | 2 | | 180608 | | | | 38,0 | | | | 42 | | | 12 | |
| 5 | 98 | | 42 | | 70 | | | 85 | | 10 | | | 4,5 | | | 8 | | 60209 | | | | 14,0 | | | | 42 | | | 12 | |
| 6 | 80 | | 40 | | 80 | | | 90 | | 15 | | | 5,0 | | | 14 | | 7308А | | | | 13,0 | | | | 40 | | | 12 | |
| 7 | 80 | | 40 | | 50 | | | 100 | | 10 | | | 4,5 | | | 2 | | 180607 | | | | 28,0 | | | | 40 | | | 12 | |
| 8 | 82 | | 34 | | 95 | | | 125 | | 35 | | | 4,0 | | | 8 | | 60207 | | | | 32,0 | | | | 34 | | | 10 | |
| 9 | 90 | | 42 | | 64 | | | 150 | | 30 | | | 3,5 | | | 2 | | 180508 | | | | 30,0 | | | | 42 | | | 12 | |
| 10 | 80 | | 42 | | 68 | | | 160 | | 10 | | | 3,0 | | | 14 | | 7307А | | | | 37,0 | | | | 42 | | | 12 | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  Передача | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | *D* | | №  поз. | | | Обозначение  резьбы | | | *d2* изм | | *Р*п | | | */2*пр | | | */2*лев | № поз. | | | *а* | *m* | | *Z* | | | *V,*  м/с |
| мм | | | | мм | | мкм | | | мин | | | | мм | | |
| 1 | 8 | 36 | | 42 | | 3 | | | M10 | | | 8,88 | | 3 | | | +2 | | | -8 | 5 | | | 112 | 5 | | 16 | | | 10 |
| 2 | 8 | 42 | | 48 | | 3 | | | M6x0,75 | | | 5,42 | | 6 | | | +8 | | | -5 | 5 | | | 114 | 5 | | 18 | | | 15 |
| 3 | 8 | 36 | | 42 | | 18 | | | M12x1,5 | | | 10,9 | | 10 | | | -10 | | | +6 | 5 | | | 116 | 4,5 | | 22 | | | 10 |
| 4 | 8 | 46 | | 54 | | 18 | | | M16x1,5 | | | 14,9 | | 15 | | | -8 | | | -6 | 5 | | | 120 | 4 | | 24 | | | 12 |
| 5 | 10 | 42 | | 52 | | 18 | | | M18x2 | | | 16,6 | | 10 | | | +7 | | | +2 | 13 | | | 114 | 3 | | 18 | | | 10 |
| 6 | 10 | 36 | | 45 | | 18 | | | M20x2 | | | 18,6 | | 5 | | | +4 | | | -12 | 13 | | | 116 | 4 | | 22 | | | 12 |
| 7 | 8 | 42 | | 48 | | 3 | | | M8 | | | 7,05 | | 8 | | | +5 | | | -10 | 13 | | | 120 | 5 | | 24 | | | 15 |
| 8 | 10 | 32 | | 40 | | 3 | | | M6x0,75 | | | 5,45 | | 15 | | | -8 | | | +12 | 17 | | | 112 | 4,5 | | 20 | | | 10 |
| 9 | 10 | 42 | | 52 | | 18 | | | M14x1,5 | | | 12,9 | | 10 | | | -10 | | | -2 | 17 | | | 116 | 5 | | 22 | | | 12 |
| 10 | 10 | 42 | | 52 | | 18 | | | M18x1,5 | | | 16,9 | | 15 | | | +12 | | | +10 | 17 | | | 124 | 5 | | 24 | | | 15 |
| №  вари-анта | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А max | | | | | Аmin | | | | А1= А5 | | | | А2= А4 | | | | А3 | | | | А6= А8 | | | | | А7 | | |
| 1 | | 2,5 | | | | | 0,5 | | | | 5 | | | | 2,5 | | | | 160 | | | | 17,25±0,25 | | | | | 120 | | |
| 2 | | 2,5 | | | | | 0,4 | | | | 6 | | | | 3,0 | | | | 170 | | | | 22,75±0,25 | | | | | 118 | | |
| 3 | | 2,5 | | | | | 0,6 | | | | 6 | | | | 2,0 | | | | 160 | | | | 20,75±0,25 | | | | | 110 | | |
| 4 | | 3,0 | | | | | 1,0 | | | | 6 | | | | 2,0 | | | | 216 | | | | 23,75±0,25 | | | | | 160 | | |
| 5 | | 2,8 | | | | | 0,8 | | | | 5 | | | | 2,5 | | | | 190 | | | | 19,75±0,25 | | | | | 145 | | |
| 6 | | 3,5 | | | | | 0,6 | | | | 8 | | | | 2,0 | | | | 200 | | | | 25,25±0,25 | | | | | 137 | | |
| 7 | | 2,5 | | | | | 0,8 | | | | 6 | | | | 3,0 | | | | 220 | | | | 21,75±0,25 | | | | | 170 | | |
| 8 | | 2,5 | | | | | 0,7 | | | | 5 | | | | 2,5 | | | | 200 | | | | 17,25±0,25 | | | | | 160 | | |
| 9 | | 2,5 | | | | | 0,7 | | | | 6 | | | | 2,5 | | | | 225 | | | | 21,25±0,25 | | | | | 175 | | |
| 10 | | 2,8 | | | | | 0,6 | | | | 6 | | | | 2,5 | | | | 208 | | | | 22,75±0,25 | | | | | 155 | | |

2.3. МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА РУКИ МАНИПУЛЯТОРА

На рис.2.3 представлен механизм поворота руки манипулятора промыш-ленного робота «Универсал – 5». Рука манипулятора приводится во вращение двигателем *2* постоянного тока через зубчатый и червячный редукторы.

Зубчатый редуктор включает в себя вал-шестерню *9*, связанную муфтой с ротором двигателя *12*, и зубчатое колесо *15*, установленное на вал *14* с призматической шпонкой.

Передача 9-15 среднескоростная, обеспечивающая точность угла поворота, колёса стальные закаленные и могут нагреваться до +35 º*C*, корпус из силумина, нагревается до +30 º*C*. Вал *14* базируется на двух радиальных шариковых подшипниках *16*.

Червячное колесо *22* выполнено разъемным. Обод червячного колеса *8* по диаметру ***D*2** центрируется относительно ступицы *22*. Обе части стягиваются винтами *6* нормальной длины свинчивания. Ступица червячного колеса и кольцо *5* надеты на шлицы вала *4* с минимальным зазором.

Шлицы в отверстии ступицы *22* не закаливаются, так как шлицевое соединение неподвижное.

На конец вала *4* напрессована по ***D*3** шестерня *1*, работающая от привода тахометра. Предельные значения натяга оговорены заданием. Зубчатая передача тахометра тихоходная и нагрев соответствует температуре окружающей среды +25 º*C*.

Вал *4* монтируется на радиально-упорных конических подшипниках *3* и *17*, которые установлены в корпус *21* через промежуточные корпуса *2* и *20*.

Промежуточный корпус *2* точно центрируется в корпусе *21* и крепится болтами *7* с потайными головками. Подшипник *17* монтируется в промежуточном корпусе *20*, который по ***D*1**точно сцентрирован в корпусе *21*, причем предпочтительно иметь натяг.

Подшипники качения допускают перегрузку до 150%, толчки и вибрации умеренные, режим работы нормальный.

Регулировка осевого зазора подшипника *17* производится гайкой *18* с короткой длиной свинчивания и мелким шагом.

Осевой зазор между крышкой *13* и подшипником оговорен заданием и обеспечивается расчётом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1  и A3 – высота(ширина) подшипников;

A2 – длина ступени вала *14*;

A5 – размер корпуса *10*;

A4 – глубина расточки в корпусе *21*;

A6 – ширина прокладки;

A7 – высота буртика крышки *13*.

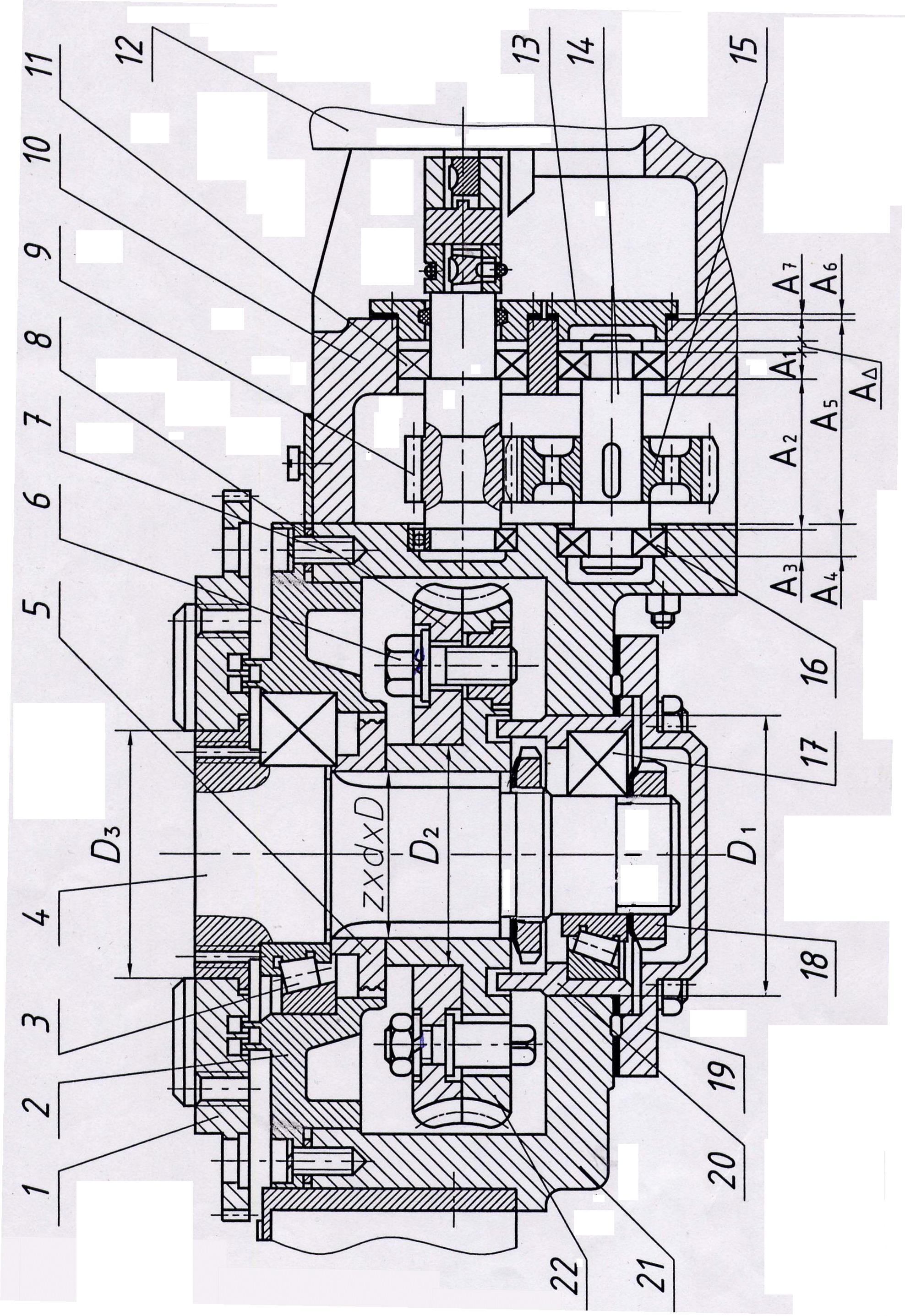


Рис. 2.3. Механизм поворота руки манипулятора

Таблица 2.3

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | *D*3 | | | *N*max | | *N*min | | | Отв.  *ITD1 σ*тех | | № поз | | Условное обозначе-  ние | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | | *b* | | |
| мм | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | | |
| 1 | 62 | | 48 | | 52 | | | 117 | | 57 | | | 5 | | 16 | | 6-308 | | | | 8,0 | | | | 24 | | | 8 | | |
| 2 | 90 | | 78 | | 78 | | | 82 | | 30 | | | 5,5 | | 17 | | 7208А | | | | 26,0 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 3 | 92 | | 88 | | 88 | | | 93 | | 38 | | | 5,8 | | 3 | | 6-7316А | | | | 20,0 | | | | 50 | | | 14 | | |
| 4 | 80 | | 70 | | 72 | | | 125 | | 71 | | | 4,6 | | 16 | | 180510 | | | | 38,0 | | | | 55 | | | 16 | | |
| 5 | 62 | | 45 | | 48 | | | 70 | | 25 | | | 4,5 | | 3 | | 7308А | | | | 25,0 | | | | 38 | | | 10 | | |
| 6 | 70 | | 54 | | 66 | | | 85 | | 17 | | | 4,8 | | 17 | | 6-7206А | | | | 12,0 | | | | 35 | | | 10 | | |
| 7 | 120 | | 98 | | 112 | | | 56 | | 15 | | | 5 | | 16 | | 80306 | | | | 13,0 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 8 | 70 | | 58 | | 66 | | | 70 | | 29 | | | 3,8 | | 17 | | 7305А | | | | 10,0 | | | | 34 | | | 10 | | |
| 9 | 110 | | 62 | | 106 | | | 76 | | 17 | | | 4,0 | | 3 | | 7311А | | | | 26,0 | | | | 30 | | | 8 | | |
| 10 | 84 | | 46 | | 56 | | | 70 | | 23 | | | 3,6 | | 16 | | 60208 | | | | 18,0 | | | | 30 | | | 8 | | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | *D* | | №  поз. | | | Обозначение  резьбы | | | *d2* изм | | *Р*п | | /2пр | | /2лев | | № поз. | | *а* | | *m* | | *Z* | | | *V*,  м/с | |
| мм | | | | мм | | мкм | | мин | | | | мм | | | |
| 1 | 8 | 32 | | 38 | | 6 | | | М12 | | | 10,66 | | 15 | | +12 | | -8 | | 15 | | 63 | | 3 | | 28 | | | 15 | |
| 2 | 8 | 46 | | 54 | | 18 | | | М422 | | | 40,57 | | 10 | | +10 | | -2 | | 9 | | 150 | | 2,5 | | 70 | | | 15 | |
| 3 | 10 | 72 | | 78 | | 7 | | | М8 | | | 7,08 | | 8 | | -5 | | +10 | | 1 | | 140 | | 2 | | 105 | | | 6 | |
| 4 | 8 | 52 | | 60 | | 18 | | | М361,5 | | | 34,88 | | 12 | | 0 | | -12 | | 15 | | 81 | | 3 | | 35 | | | 12 | |
| 5 | 10 | 28 | | 35 | | 6 | | | М8 | | | 7,12 | | 6 | | +8 | | 0 | | 9 | | 108 | | 2 | | 36 | | | 16 | |
| 6 | 6 | 28 | | 34 | | 18 | | | М301 | | | 29,25 | | 8 | | +10 | | -2 | | 1 | | 225 | | 2,5 | | 70 | | | 15 | |
| 7 | 10 | 72 | | 78 | | 6 | | | М101 | | | 9,24 | | 15 | | +8 | | 0 | | 15 | | 104 | | 4 | | 26 | | | 10 | |
| 8 | 8 | 32 | | 38 | | 18 | | | М241 | | | 23,26 | | 8 | | +5 | | -3 | | 9 | | 120 | | 2 | | 40 | | | 10 | |
| 9 | 8 | 42 | | 48 | | 7 | | | М10 | | | 8,88 | | 12 | | +8 | | -4 | | 1 | | 120 | | 2 | | 90 | | | 8 | |
| 10 | 8 | 32 | | 36 | | 6 | | | М6 | | | 5,25 | | 6 | | 0 | | +8 | | 15 | | 108 | | 3 | | 48 | | | 12 | |
| №  варианта | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | Аmin | | | | A1=A3 | | | A2 | | | A4 | | A5 | | | | A6 | | | | A7 | | |
| 1 | | | | 2,8 | | | 0,3 | | | | 23-0,.12 | | | 70 | | | 28 | | 95 | | | | 2,0 | | | | 8 | | |
| 2 | | | | 2,8 | | | 0,2 | | | | 20-0,.12 | | | 56 | | | 25 | | 78 | | | | 2,0 | | | | 8 | | |
| 3 | | | | 2,5 | | | 0,3 | | | | 19-0,.12 | | | 50 | | | 20 | | 75 | | | | 2,0 | | | | 8 | | |
| 4 | | | | 2,5 | | | 0,3 | | | | 23-0,.12 | | | 100 | | | 25 | | 128 | | | | 2,0 | | | | 5 | | |
| 5 | | | | 2,8 | | | 0,2 | | | | 20-0,.12 | | | 60 | | | 20 | | 85 | | | | 1,0 | | | | 6 | | |
| 6 | | | | 3,5 | | | 0,5 | | | | 17-0,.12 | | | 50 | | | 18 | | 70 | | | | 2,0 | | | | 4 | | |
| 7 | | | | 3,3 | | | 0,5 | | | | 19-0,.12 | | | 110 | | | 21 | | 130 | | | | 3,0 | | | | 6 | | |
| 8 | | | | 3,2 | | | 0,4 | | | | 21-0,.12 | | | 75 | | | 26 | | 95 | | | | 2,0 | | | | 5 | | |
| 9 | | | | 2,8 | | | 0,3 | | | | 19-0,.12 | | | 60 | | | 24 | | 80 | | | | 3,0 | | | | 8 | | |
| 10 | | | | 3,0 | | | 0,5 | | | | 18-0,.12 | | | 80 | | | 20 | | 100 | | | | 3,0 | | | | 6 | | |

### 2.4. РЕДУКТОР СМЕСИТЕЛЯ БЕГУНОВ

На рис.2.4 представлен редуктор смесителя бегунов, предназначенный для приготовления формировочных и стержневых смесей.

Вращение от электродвигателя через муфту передаётся на коническую зубчатую передачу *1-23*, далее через прямозубую передачу *3-9* на выходную шестерню *4*.

Зубчатые передачи стальные, тихоходные, тяжелонагруженные, максимальный нагрев + 40 º*С*, корпус чугунный, нагревается до температуры +30 º*С*.

Обод зубчатого колеса *9* установлен по ***D3*** на ступицу *7* с натягом, оговоренным заданием. Дополнительно предусмотрено крепление с помощью шести болтов *8* с нормальной длиной свинчивания.

Вал *14* имеет прямобочные шлицы, на которое установлено зубчатое колесо. Шлицы в отверстии ступицы не закаливаются.

Два подшипники *12* установлены в промежуточный корпус (стакан) *11*. Стакан точно сцентрирован по отверстию ***D*2** в крышке *21* и дополнительно закреплён болтами *13*, выполненными с нормальной длинной свинчивания.

Тепловой зазор в подшипниках регулируется гайкой *16*,имеющей короткую длину свинчивания.

На конце вала *14* находится зубчатое колесо *4*, установленное по ***D*1** по переходной посадке (преобладает натяг), так как используется шпоночное соединение. От продольного смещения зубчатое колесо *4* закреплено гайкой с пружинной шайбой.

Вал-шестерня *3* смонтирован на радиально-упорных шариковых подшипниках.

Валы *1, 3* и *14* опираются на подшипники, которые при работе имеют перегрузку до 300%, толчки вибрации, режим работы тяжёлый.

Смещение торцов зубчатых колёс *3* и *9* оговорено заданием и обеспечивается расчётом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи*:

A1 − размер ото торца зубчатого колеса до упорного буртика по валу *3*;

A2 − размер до подшипника *22*;

A3 − глубина расточки в стакане *20* под подшипник;

A4 − высота стакана *20*;

A5 − глубина расточки под подшипники в стакане *11*;

A6 − ширина распорной втулки *10*;

A7 − размер ступицы *7*;

A8 − размер по зубчатому венцу *9*.

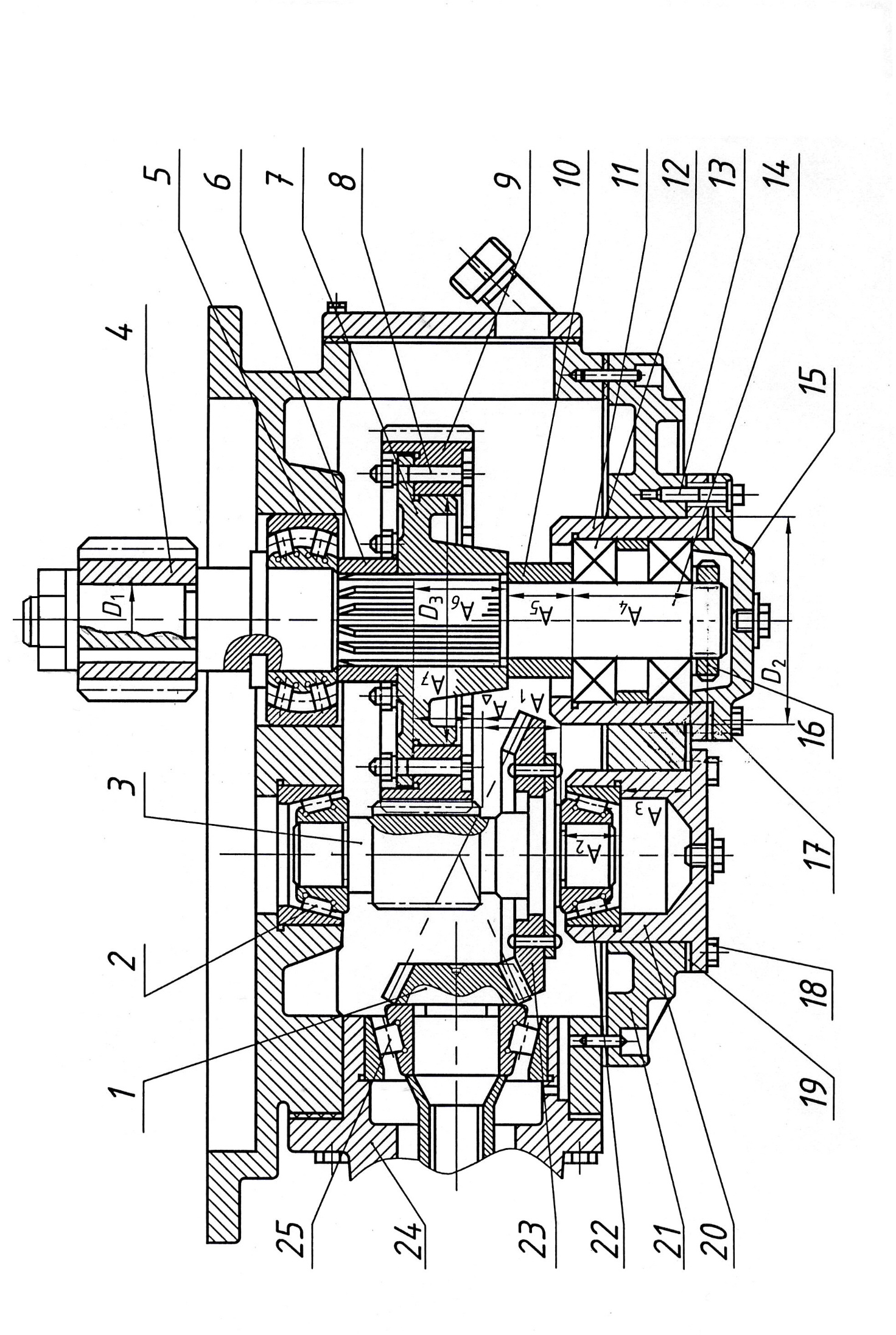


Рис. 2.4. Редуктор смесителя бегунов

Таблица 2.4

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | *D*3 | | | *N*max | | *N*min | | | Отв  *ITD1 σ*тех | | | № поз | | Условное обозначе-  ние | | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | | *b* | | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | | |
| 1 | 48 | | 90 | | | 182 | | | 70 | | 3 | | | 5 | | | 2 | | 6-36210 | | | | | 32 | | | | 48 | | | 14 | | |
| 2 | 42 | | 98 | | | 168 | | | 68 | | 2 | | | 4 | | | 12 | | 180509 | | | | | 28 | | | | 42 | | | 12 | | |
| 3 | 26 | | 85 | | | 176 | | | 90 | | 25 | | | 3,5 | | | 22 | | 46312 | | | | | 26 | | | | 30 | | | 26 | | |
| 8 | 30 | | 84 | | | 140 | | | 85 | | 25 | | | 4,5 | | | 12 | | 160606 | | | | | 25 | | | | 30 | | | 8 | | |
| 5 | 32 | | 84 | | | 136 | | | 85 | | 25 | | | 5 | | | 2 | | 46316 | | | | | 24 | | | | 32 | | | 10 | | |
| 6 | 34 | | 78 | | | 160 | | | 70 | | 5 | | | 3 | | | 12 | | 6-80206 | | | | | 35 | | | | 34 | | | 10 | | |
| 7 | 38 | | 92 | | | 170 | | | 65 | | 3 | | | 4 | | | 12 | | 80307 | | | | | 25 | | | | 38 | | | 10 | | |
| 8 | 28 | | 90 | | | 180 | | | 90 | | 30 | | | 3,5 | | | 22 | | 66308 | | | | | 36 | | | | 28 | | | 8 | | |
| 9 | 36 | | 95 | | | 150 | | | 90 | | 28 | | | 5 | | | 2 | | 66410 | | | | | 38 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 10 | 50 | | 96 | | | 184 | | | 80 | | 4 | | | 4,5 | | | 22 | | 66413 | | | | | 27 | | | | 50 | | | 14 | | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз. | | | Обозн. резьбы | | | *d2* изм | | | *Р*п | | /2пр | | | /2лев | | № поз. | | *а* | | *m* | | | *Z* | | | *V*,  м/с |
| мм | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | | мм | | | | |
| 1 | 10 | 32 | | | 40 | | 16 | | | М36х1,5 | | | 34,88 | | | 5 | | +10 | | | 0 | | 3 | | 180 | | 6 | | | 15 | | | 5 |
| 2 | 8 | 42 | | | 48 | | 8 | | | М8 | | | 7,05 | | | 6 | | -5 | | | +3 | | 9 | | 180 | | 6 | | | 45 | | | 5 |
| 3 | 10 | 36 | | | 45 | | 13 | | | М6 | | | 5,3 | | | 5 | | -8 | | | 0 | | 4 | | 150 | | 3 | | | 20 | | | 10 |
| 4 | 6 | 28 | | | 34 | | 18 | | | М10 | | | 8,9 | | | 8 | | 12 | | | -5 | | 4 | | 200 | | 4,5 | | | 18 | | | 10 |
| 5 | 8 | 46 | | | 54 | | 16 | | | М24х1,5 | | | 22,96 | | | 10 | | -3 | | | +7 | | 3 | | 210 | | 6 | | | 20 | | | 8 |
| 6 | 8 | 32 | | | 38 | | 8 | | | М8 | | | 7,1 | | | 6 | | -5 | | | +3 | | 9 | | 210 | | 6 | | | 50 | | | 8 |
| 7 | 8 | 36 | | | 42 | | 8 | | | М6 | | | 5,25 | | | 5 | | +10 | | | -6 | | 9 | | 220 | | 5 | | | 52 | | | 7 |
| 8 | 8 | 46 | | | 50 | | 16 | | | М32х1,5 | | | 30,98 | | | 12 | | -8 | | | +4 | | 4 | | 240 | | 3 | | | 18 | | | 10 |
| 9 | 10 | 36 | | | 45 | | 8 | | | М10 | | | 8,97 | | | 8 | | -6 | | | +6 | | 9 | | 180 | | 4,5 | | | 60 | | | 6 |
| 10 | 10 | 42 | | | 46 | | 13 | | | М8 | | | 7,07 | | | 10 | | +5 | | | -5 | | 3 | | 180 | | 4,5 | | | 20 | | | 6 |
| № варианта | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amax | | | | Amin | | | | A1 | | | A2 | | | | | A3 | | A4 | | | | A5 | | | A6 | | | A7 | | |
| 1 | | | | +1,0 | | | | −1,0 | | | | 54 | | | 20-0,25 | | | | | 48 | | 60 | | | | 52 | | | 60 | | | 50 | | |
| 2 | | | | +1,5 | | | | −1,5 | | | | 62 | | | 26-0,3 | | | | | 45 | | 70 | | | | 60 | | | 53 | | | 50 | | |
| 3 | | | | +1,5 | | | | −1,5 | | | | 64 | | | 31-0,6 | | | | | 42 | | 70 | | | | 47 | | | 65 | | | 45 | | |
| 4 | | | | +1,5 | | | | −1,5 | | | | 60 | | | 27-0,35 | | | | | 45 | | 75 | | | | 42 | | | 63 | | | 48 | | |
| 5 | | | | +2,0 | | | | −2,0 | | | | 56 | | | 39-0,6 | | | | | 40 | | 75 | | | | 55 | | | 55 | | | 50 | | |
| 6 | | | | +1,0 | | | | −1,0 | | | | 56 | | | 25-0,3 | | | | | 30 | | 55 | | | | 60 | | | 56 | | | 60 | | |
| 7 | | | | +1,0 | | | | −1,0 | | | | 50 | | | 27-0,45 | | | | | 30 | | 60 | | | | 50 | | | 52 | | | 55 | | |
| 8 | | | | +1,5 | | | | −1,5 | | | | 60 | | | 23-0,35 | | | | | 40 | | 65 | | | | 50 | | | 60 | | | 52 | | |
| 9 | | | | +15 | | | | −1,5 | | | | 52 | | | 31-0,35 | | | | | 35 | | 60 | | | | 50 | | | 53 | | | 45 | | |
| 10 | | | | +1,0 | | | | −1,0 | | | | 68 | | | 37-0,5 | | | | | 30 | | 70 | | | | 55 | | | 60 | | | 50 | | |

2.5. МЕХАНИЗМ ПРИВОДА ПОДАЧ СТАНКА С ЧПУ

На рис.2.5 представлен механизм привода подач с автоматическим устранением зазора специального станка с ЧПУ, который представляет собой редуктор, укрепленный на портале станка.

Зубчатое колесо *19* по ***D***2 установлено на вал *17* с помощью шпоночного соединения, обеспечивается хорошее центрирование.

Зубчатое колесо *10* крепится на валу *8* с помощью прямобочных шлицев, которые закаливаются. Между зубчатым колесом и подшипником установлена распорная втулка *7*.

Вал *8* монтируется на радиально-упорных конических подшипниках, осевое смещение которых фиксируется гайкой *15* с короткой длиной резьбы.

Подшипники допускают перегрузку до 150%, толчки и вибрации умеренные, режим работы – нормальный.

Фланцевая крышка *14* крепится болтами *12* (с потайными головками и нормальной длинной свинчивания) к крышке редуктора *11*, которая соединяется с корпусом *9* болтами и фиксируется коническими штифтами.

Радиальный, роликовый подшипник *2* монтируется в промежуточном корпусе (стакане) *3*.

Стакан *3* точно сцентрирован по ***D***1 в корпусе *9*  и крепится вместе с крышкой *1* болтами *20* (с нормальной длинной свинчивания).

Зубчатое колесо *18* выполняет роль паразитной шестерни и на вал *17* установлено по ***D***3 с гарантированным зазором, величина которого оговорена заданием.

Зубчатые передачи среднескоростные, выполнены из стальных, термически обработанных зубчатых колёс, которые нагреваются до +45 º*С*, корпус (станина) чугунный и нагревается до +30 º*С*

Смещение торцов зубчатых колес *10* и *18* оговорено заданием и обеспечивается расчетом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 − ширина зубчатого венца колеса *10*;

A2 − высота распорной втулки *16*;

A3 и A6 – монтажная высота (ширина) подшипников;

A4 и A5 − высота буртиков крышек *14;*

A7 − длина ступени вала с зубчатым колесом *18*.

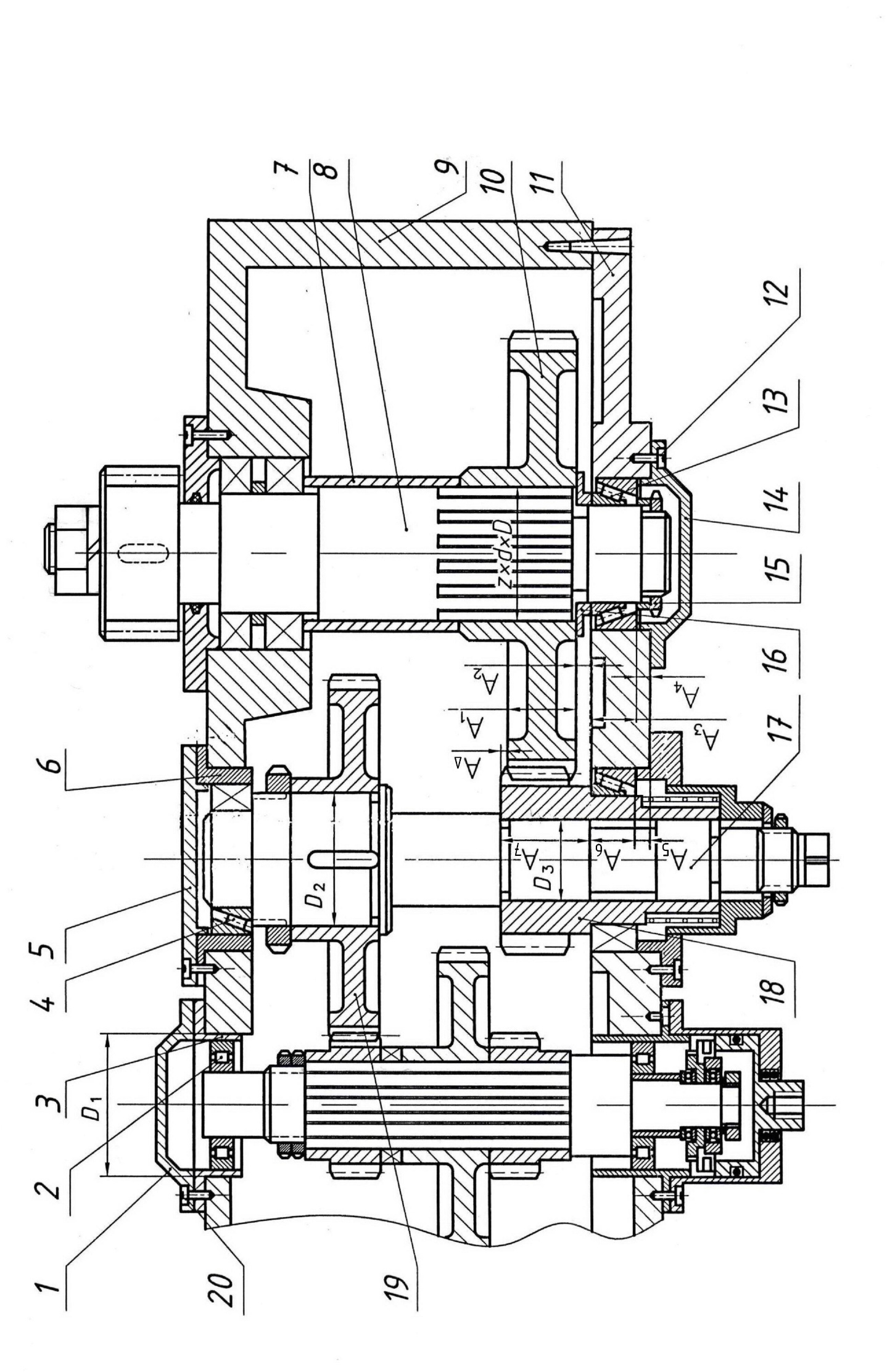


Рис. 2.5. Механизм привода станка с ЧПУ

Таблица 2.5

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | *D*3 | | | *S*max | *S*min | | | | Вал  *ITd1 σ*тех | | | № поз | | | Условное обозначе-  ние | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | |
| 1 | 140 | | 42 | | | 34 | | | 75 | | 27 | | | 5 | | | 4 | | | 6-7306А | | | 15 | | | | 42 | | | 12 | |
| 2 | 110 | | 66 | | | 50 | | | 72 | | 27 | | | 4 | | | 2 | | | 2609 | | | 8,5 | | | | 66 | | | 20 | |
| 3 | 160 | | 50 | | | 48 | | | 95 | | 25 | | | 3,5 | | | 13 | | | 7208А | | | 20 | | | | 50 | | | 14 | |
| 4 | 150 | | 52 | | | 34 | | | 130 | | 50 | | | 5,5 | | | 4 | | | 6-7510 | | | 14,5 | | | | 52 | | | 16 | |
| 5 | 120 | | 46 | | | 32 | | | 65 | | 10 | | | 4,5 | | | 2 | | | 2611 | | | 7 | | | | 46 | | | 14 | |
| 6 | 200 | | 52 | | | 40 | | | 80 | | 27 | | | 4 | | | 4 | | | 7308А | | | 12 | | | | 52 | | | 16 | |
| 7 | 125 | | 58 | | | 36 | | | 130 | | 60 | | | 6 | | | 13 | | | 7209А | | | 16 | | | | 58 | | | 16 | |
| 8 | 100 | | 50 | | | 42 | | | 180 | | 80 | | | 3,5 | | | 2 | | | 6-2607 | | | 7 | | | | 50 | | | 14 | |
| 9 | 125 | | 45 | | | 34 | | | 130 | | 50 | | | 4 | | | 4 | | | 7208А | | | 18 | | | | 45 | | | 14 | |
| 10 | 180 | | 40 | | | 45 | | | 120 | | 50 | | | 5,5 | | | 13 | | | 7307А | | | 14 | | | | 40 | | | 12 | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое  cоединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз. | | Обозначение резьбы | | | | *d2* изм | | | *Рn* | | /2пр | | | /2лев | № поз. | | | *а* | *m* | | | *Z* | | *V,*  м/с |
| мм | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | мм | | | |
| 1 | 6 | 28 | | | 34 | | 15 | | М272 | | | | 25,66 | | | 20 | | +10 | | | -10 | 10 | | | 81 | 3 | | | 36 | | 10 |
| 2 | 8 | 46 | | | 50 | | 20 | | М12х1,5 | | | | 10,88 | | | 28 | | -40 | | | +35 | 10 | | | 250 | 5 | | | 66 | | 12 |
| 3 | 8 | 42 | | | 48 | | 12 | | М6 | | | | 5,25 | | | 12 | | +8 | | | -12 | 19 | | | 160 | 4 | | | 52 | | 15 |
| 4 | 8 | 46 | | | 54 | | 20 | | М16 | | | | 14,60 | | | 15 | | +18 | | | -15 | 19 | | | 210 | 3,5 | | | 50 | | 8 |
| 5 | 10 | 42 | | | 46 | | 12 | | М8 | | | | 7,10 | | | 30 | | -15 | | | +10 | 19 | | | 180 | 3 | | | 48 | | 5 |
| 6 | 8 | 36 | | | 40 | | 15 | | М36 | | | | 34,62 | | | 20 | | +8 | | | -4 | 10 | | | 150 | 5 | | | 40 | | 18 |
| 7 | 8 | 46 | | | 54 | | 20 | | М14 | | | | 12,65 | | | 15 | | +10 | | | +8 | 19 | | | 240 | 6 | | | 36 | | 12 |
| 8 | 10 | 42 | | | 46 | | 12 | | М8 | | | | 7,07 | | | 15 | | 0 | | | +6 | 19 | | | 180 | 3,5 | | | 50 | | 15 |
| 9 | 8 | 43 | | | 50 | | 15 | | М361,5 | | | | 35,85 | | | 12 | | -2 | | | +8 | 10 | | | 210 | 5 | | | 56 | | 8 |
| 10 | 10 | 36 | | | 45 | | 20 | | М10 | | | | 8,88 | | | 20 | | -4 | | | +10 | 19 | | | 140 | 4 | | | 42 | | 10 |
| № варианта | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | | А1 | | | А2 | | | | A3=A6 | | | | | A4=A5 | | | | А7 | | | | |
| 1 | | | | 1,0 | | | | -1,5 | | | | 30 | | | 6 | | | | 20,75±0,25 | | | | | 8 | | | | 36 | | | | |
| 2 | | | | 1,5 | | | | -1,0 | | | | 50 | | | 6 | | | | 20,75±0,25 | | | | | 6 | | | | 56 | | | | |
| 3 | | | | 1,5 | | | | -1,0 | | | | 40 | | | 5 | | | | 19,75±0,25 | | | | | 8 | | | | 45 | | | | |
| 4 | | | | 1,2 | | | | -0,8 | | | | 35 | | | 5 | | | | 24,75±0,25 | | | | | 5 | | | | 40 | | | | |
| 5 | | | | 1,0 | | | | -1,6 | | | | 30 | | | 8 | | | | 22,75±0,25 | | | | | 6 | | | | 38 | | | | |
| 6 | | | | 1,0 | | | | -1,0 | | | | 50 | | | 8 | | | | 25,25±0,25 | | | | | 5 | | | | 58 | | | | |
| 7 | | | | 1,0 | | | | -2,0 | | | | 60 | | | 10 | | | | 20,75±0,25 | | | | | 10 | | | | 70 | | | | |
| 8 | | | | 1,5 | | | | -1,5 | | | | 35 | | | 10 | | | | 21,75±0,25 | | | | | 5 | | | | 45 | | | | |
| 9 | | | | 1,0 | | | | -1,0 | | | | 50 | | | 10 | | | | 19,75±0,25 | | | | | 8 | | | | 60 | | | | |
| 10 | | | | 1,2 | | | | -1,2 | | | | 40 | | | 6 | | | | 22,75±0,25 | | | | | 6 | | | | 46 | | | | |

**2.6. ШПИНДЕЛЬНАЯ ГРУППА СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНКА**

На рис.2.6 показана шпиндельная группа специального станка.

Шпиндель станка *5* установлен на основных подшипниках в гильзе *12*. Гайка *11* с короткой длиной свинчивания регулирует зазор в подшипниках шпинделя. Особый механизм может перемещать гильзу *12* вместе со шпинделем вдоль оси.

По диаметру ***D3*** необходим зазор, предельные значения которого предусмотрены заданием.

Зубчатые колеса *2* и *8* должны быть хорошо сцентрированы на валах. На вал *13* по ***D*2** установлено зубчатое колесо *2****.*** Передача вращения обеспечивается призматическими шпонками.

Зубчатое колесо *8* установлено на шлицевую втулку *9*. Шлицевый хвостовик шпинделя *5* должен свободно перемещаться вдоль оси шлицевой втулки *9*. Шлицы в отверстии втулки закаливаются.

Зубчатая передача скоростная, испытывает значительные нагрузки и нагревается до +60 ºС. Колёса выполняются из стали, а зубчатые венцы закаливаются и шлифуются. Станина станка (корпус *1*) выполняется из чугуна и нагревается не более + 30 ºС*.*

Промежуточный корпус *4* подшипника *6* монтируется в гнездо корпуса *1* с точным центрированием по диаметру ***D*1**, после чего окончательно крепится болтами *7* с нормальной длиной свинчивания.

Концы вала *13* опираются на шариковые подшипники *3* и *14*.

Подшипники имеют перегрузку до 150%, толчки и вибрации умеренные, режим работы нормальный.

Между крышкой и подшипником *3* предусмотрен тепловой зазор, величина которого обеспечивается расчетом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1и A5 − высота буртиков крышек;

A2 и A4 − толщина прокладок;

A3 – корпусной размер;

A6 и A10 – ширина подшипников;

A7 − длина ступени вала;

A8 − ширина ступицы зубчатого колеса;

A9 − высота распорной втулки.

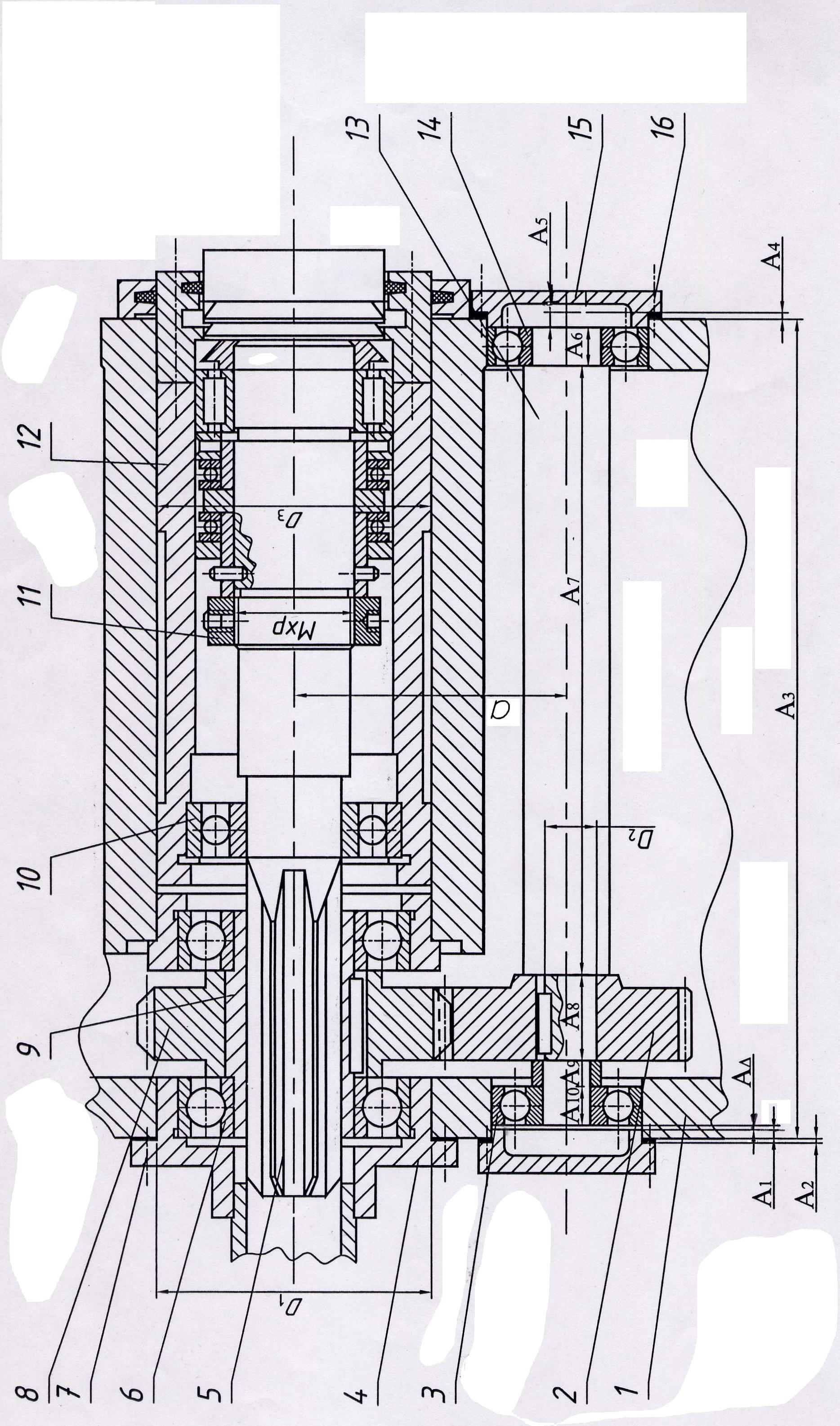
****

Рис. 2.6. Шпиндельная группа специального станка

Таблица 2.6

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | | Гладкие цилиндрические соединения | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | | *D*3 | | *S*max | | *S*min | | Отв.  *ITD1 σ*тех | | | №  поз | | Условное обозначе-ние | | | | Радиаль-ная на-грузка кН | | | | *d* | | | *b* | | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | мм | | | | | |
| 1 | | 230 | | 50 | | | | 200 | | 125 | | 50 | | 4 | | | 6 | | 6-320 | | | | 15 | | | | 50 | | | 14 | | |
| 2 | | 280 | | 60 | | | | 260 | | 120 | | 55 | | 3 | | | 3 | | 5-80310 | | | | 10 | | | | 60 | | | 18 | | |
| 3 | | 250 | | 70 | | | | 220 | | 90 | | 15 | | 3 | | | 3 | | 5-312 | | | | 25 | | | | 70 | | | 20 | | |
| 4 | | 220 | | 60 | | | | 200 | | 90 | | 15 | | 5 | | | 10 | | 660613 | | | | 15 | | | | 60 | | | 18 | | |
| 5 | | 200 | | 50 | | | | 180 | | 80 | | 15 | | 4,5 | | | 10 | | 160612 | | | | 13 | | | | 50 | | | 14 | | |
| 6 | | 190 | | 55 | | | | 180 | | 110 | | 45 | | 4,0 | | | 6 | | 160614 | | | | 30 | | | | 65 | | | 18 | | |
| 7 | | 240 | | 65 | | | | 220 | | 145 | | 50 | | 3,5 | | | 3 | | 6-309 | | | | 25 | | | | 65 | | | 18 | | |
| 8 | | 220 | | 36 | | | | 210 | | 125 | | 40 | | 3 | | | 3 | | 5-307 | | | | 18 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 9 | | 190 | | 45 | | | | 160 | | 125 | | 45 | | 3,5 | | | 3 | | 80208 | | | | 15 | | | | 45 | | | 14 | | |
| 10 | | 220 | | 65 | | | | 200 | | 110 | | 40 | | 4 | | | 6 | | 6-318 | | | | 20 | | | | 65 | | | 18 | | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое соединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая передача | | | | | | | | | |
| *Z* | | *d* | | | *D* | №  поз | | Обзначение  резьбы | | *d2* изм | |  | | | /2пр | | | | /2лев | | №  поз | | *a* | | *m* | | *Z* | | | *V*  м/с |
| мм | | | | мм | | мкм | | | мин | | | | | | мм | | | |
| 1 | 10 | | 82 | | 88 | | 7 | | М10 | | 8,94 | | 15 | | | -8 | | | | +10 | | 8 | | 240 | | 3 | | 80 | | | 10 |
| 2 | 10 | | 72 | | 82 | | 11 | | М80х2 | | 78,58 | | 60 | | | +25 | | | | +45 | | 2 | | 200 | | 4 | | 40 | | | 15 |
| 3 | 8 | | 62 | | 68 | | 7 | | М8 | | 7,15 | | 25 | | | -10 | | | | +15 | | 2 | | 210 | | 3 | | 35 | | | 12 |
| 4 | 8 | | 56 | | 62 | | 11 | | М76х2 | | 74,6 | | 26 | | | +9 | | | | -9 | | 8 | | 228 | | 3 | | 78 | | | 10 |
| 5 | 8 | | 52 | | 60 | | 11 | | М80х2 | | 78,6 | | 30 | | | +8 | | | | -6 | | 8 | | 180 | | 4 | | 76 | | | 18 |
| 6 | 16 | | 56 | | 65 | | 11 | | М90х2 | | 88,6 | | 60 | | | +40 | | | | -45 | | 2 | | 225 | | 5 | | 45 | | | 20 |
| 7 | 10 | | 72 | | 78 | | 7 | | М8 | | 7,08 | | 20 | | | 0 | | | | +10 | | 8 | | 225 | | 3 | | 75 | | | 15 |
| 8 | 10 | | 82 | | 92 | | 7 | | М6 | | 5,25 | | 15 | | | +8 | | | | -10 | | 8 | | 246 | | 3 | | 82 | | | 12 |
| 9 | 16 | | 52 | | 60 | | 7 | | М8 | | 7,12 | | 18 | | | +10 | | | | -5 | | 2 | | 140 | | 4 | | 35 | | | 10 |
| 10 | 10 | | 72 | | 78 | | 7 | | М12 | | 10,8 | | 30 | | | -30 | | | | +15 | | 2 | | 152 | | 4 | | 38 | | | 18 |
| №  варианта | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | Аmin | | | A1=A5 | | A2=A4 | | | | A3 | | | A6=A10 | | | A7 | | | | A8 | | | | A9 | | |
| 1 | | | 2,8 | | | 0,8 | | | 5 | | 2,0 | | | | 218 | | | 21-0.12 | | | 120 | | | | 40 | | | | 10 | | |
| 2 | | | 2,5 | | | 0,5 | | | 6 | | 2,5 | | | | 245 | | | 27-0.12 | | | 120 | | | | 52 | | | | 12 | | |
| 3 | | | 2,5 | | | 0,5 | | | 5 | | 1,5 | | | | 267 | | | 31-0.12 | | | 145 | | | | 48 | | | | 15 | | |
| 4 | | | 3,5 | | | 1,0 | | | 7 | | 2,0 | | | | 258 | | | 25-0.12 | | | 110 | | | | 70 | | | | 18 | | |
| 5 | | | 3.0 | | | 0,5 | | | 8 | | 2,5 | | | | 275 | | | 20-0,12 | | | 144 | | | | 65 | | | | 15 | | |
| 6 | | | 2,8 | | | 0,6 | | | 10 | | 2,0 | | | | 264 | | | 23-0,12 | | | 124 | | | | 60 | | | | 18 | | |
| 7 | | | 3,2 | | | 0,8 | | | 7 | | 1,5 | | | | 270 | | | 25-0,12 | | | 125 | | | | 72 | | | | 12 | | |
| 8 | | | 2,8 | | | 0,5 | | | 8 | | 2,0 | | | | 290 | | | 21-0,12 | | | 146 | | | | 80 | | | | 10 | | |
| 9 | | | 2,6 | | | 0,5 | | | 5 | | 2,0 | | | | 226 | | | 18-0,12 | | | 105 | | | | 65 | | | | 14 | | |
| 10 | | | 2,8 | | | 0,5 | | | 7 | | 2,5 | | | | 270 | | | 25-0,12 | | | 136 | | | | 60 | | | | 15 | | |

# **2.7. ЧАСТЬ КОРОБКИ ОТБОРА МОЩНОСТИ АВТОМОБИЛЯ**

На рис.2.7 показана часть коробки отбора мощности автомобиля, которая устанавливается в тех случаях, когда автомобиль имеет дополнительные агрегаты, получающие привод от двигателя.

Блок зубчатых колес *2* смонтирован на оси *1* на игольчатом подшипнике. Неподвижность оси *1* в корпусе ***D1***обеспечивается штифтом *4.*

На конце вала *8* установлено по ***D2*** с точным центрированием зубчатое колесо *7*, имеющее шпоночное соединение, оно закреплено шайбой с винтом.

Зубчатое колесо *5* перемещается вдоль шлицевой части вала *8* вилкой *12*. Шлицы в отверстии зубчатого колеса закаливаются.

Зубчатые передачи среднескоростные, закалённые венцы, допустимый нагрев до +60 ºС*,* корпус силуминовый с допустимым нагревом до +55 ºС.

Отбор мощности производится с вала *8*, смонтированного на двух конических роликовых подшипниках *6*. Подшипники качения *6* испытывают умеренные толчки и вибрации, имеют перегрузки до 300%.

Управление коробкой осуществляется водителем из кабины посредством рычага, который перемещает шток *9* в пределах, ограниченных фиксаторами *11*. Зазор между штоком *9* и корпусом *16* по ***D3*** оговорен заданием.

На шток *9* установлены защитные гайки *10* и *13*, имеющие резьбу с мелким шагом и нормальной длиной свинчивания.

Крышка *15* крепится к корпусу *16* с помощью винтов *14*, имеющих нормальную длину свинчивания.

Между крышкой *15* и подшипником предусмотрен тепловой зазор, величина которого обеспечивается расчетом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 и A5– высота буртиков крышек;

A2 и A4 – толщина прокладок;

A3 – корпусной размер;

A6 и A8 – монтажная ширина конических подшипников;

A7 – длина ступени вала.

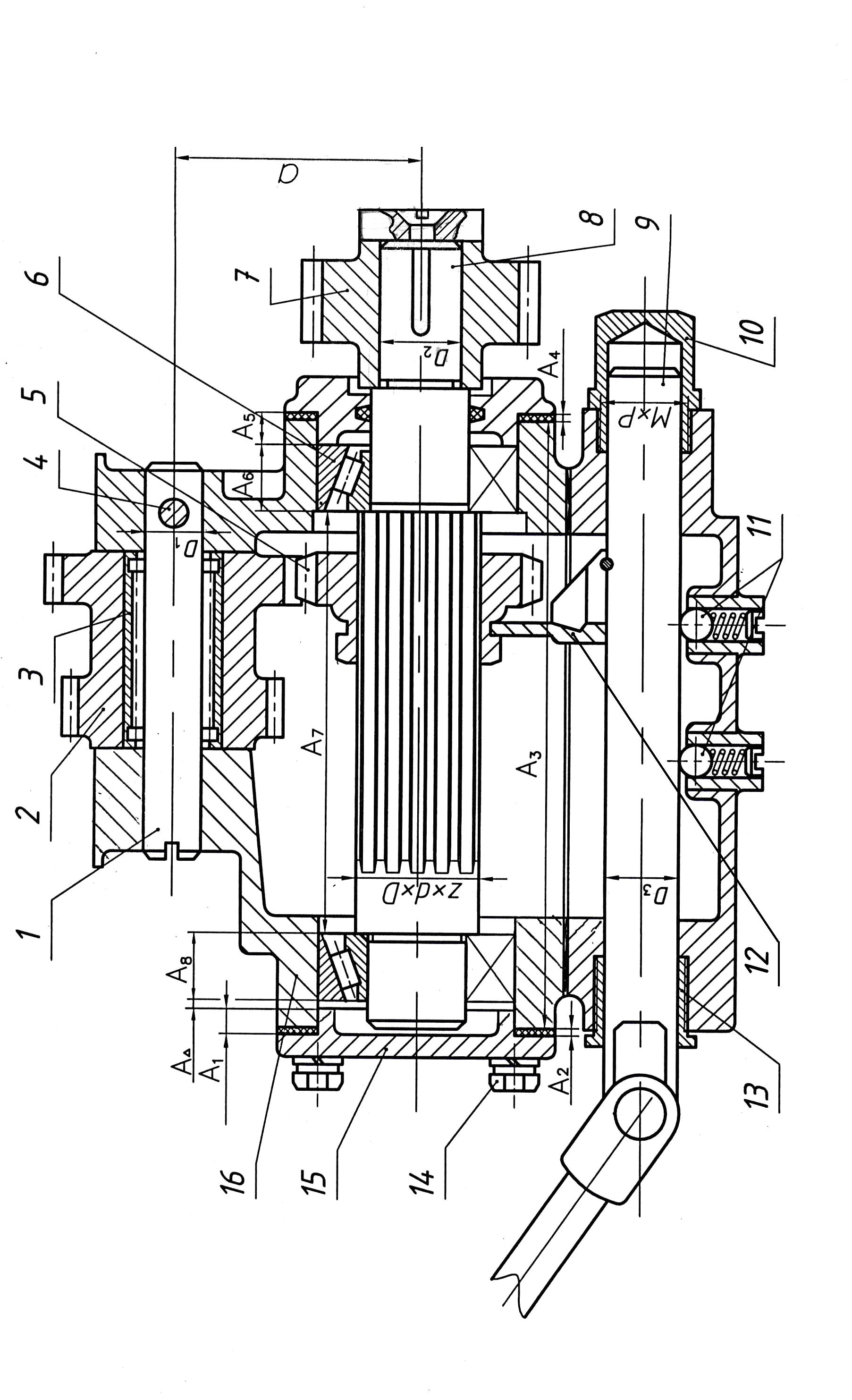
****

Рис. 2.7. Часть коробки отбора мощности автомобиля

Таблица 2.7

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрические соединения | | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | | *D*2 | | | | *D*3 | | | *S*max | | *S*min | | Отв.  *ITD1*  *σ*тех | | | №  поз | | | Условное обозначе­ние | | | Радиаль­ная на­грузка кН | | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | | | | мкм | | | | мм | | | | |
| 1 | 16 | | 34 | | | 20 | | | | | 65 | | 20 | | 4 | | | 6 | | | 7207А | | | 10 | | | | | 34 | | | 10 | |
| 2 | 12 | | 36 | | | 22 | | | | | 47 | | 7 | | 5 | | | 6 | | | 6-7308А | | | 13 | | | | | 36 | | | 10 | |
| 3 | 15 | | 40 | | | 34 | | | | | 90 | | 25 | | 4,5 | | | 6 | | | 7209А | | | 14 | | | | | 40 | | | 12 | |
| 4 | 14 | | 36 | | | 28 | | | | | 66 | | 20 | | 3 | | | 6 | | | 6-7207А | | | 28 | | | | | 32 | | | 10 | |
| 5 | 20 | | 42 | | | 30 | | | | | 95 | | 40 | | 4 | | | 6 | | | 6-7509А | | | 15 | | | | | 42 | | | 12 | |
| 6 | 18 | | 40 | | | 32 | | | | | 105 | | 22 | | 5 | | | 6 | | | 7310А | | | 30 | | | | | 40 | | | 12 | |
| 7 | 16 | | 28 | | | 25 | | | | | 55 | | 7 | | 4,5 | | | 6 | | | 7506А | | | 25 | | | | | 28 | | | 8 | |
| 8 | 15 | | 34 | | | 22 | | | | | 78 | | 20 | | 3,5 | | | 6 | | | 7307А | | | 25 | | | | | 34 | | | 10 | |
| 9 | 12 | | 40 | | | 20 | | | | | 85 | | 20 | | 5 | | | 6 | | | 6-7209А | | | 28 | | | | | 40 | | | 12 | |
| 10 | 14 | | 26 | | | 36 | | | | | 105 | | 25 | | 4 | | | 6 | | | 7206А | | | 20 | | | | | 26 | | | 8 | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое соединение | | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз | | | Обозна-чение резьбы | | | | *d2* изм | | |  | /2пр | | /2лев | | | №  поз | | *a* | *m* | | | | *Z* | | | *V*  м/с |
| мм | | | | | мм | | | мкм | мин | | | | | мм | | | | |
| 1 | 8 | 36 | | | 42 | | 10 | | | М32х1 | | | | 31,3 | | | 8 | +2 | | -8 | | | 7 | | 84 | | 2 | | | | 42 | | 10 |
| 2 | 10 | 42 | | | 52 | | 13 | | | М32х2 | | | | 31,6 | | | 15 | -4 | | +6 | | | 5 | | 250 | | 5 | | | | 50 | | 15 |
| 3 | 8 | 46 | | | 54 | | 10 | | | М36х1 | | | | 35,3 | | | 5 | -4 | | +12 | | | 2 | | 108 | | 3 | | | | 36 | | 12 |
| 4 | 10 | 36 | | | 45 | | 14 | | | М8 | | | | 7,12 | | | 10 | -5 | | +5 | | | 5 | | 160 | | 4 | | | | 40 | | 8 |
| 5 | 8 | 46 | | | 54 | | 14 | | | М10 | | | | 8,9 | | | 12 | -2 | | +6 | | | 7 | | 175 | | 5 | | | | 35 | | 16 |
| 6 | 16 | 52 | | | 60 | | 10 | | | М42х1 | | | | 41,3 | | | 20 | +8 | | -4 | | | 5 | | 220 | | 4 | | | | 50 | | 12 |
| 7 | 10 | 32 | | | 40 | | 13 | | | М36х2 | | | | 34,6 | | | 10 | +6 | | -5 | | | 7 | | 92 | | 2 | | | | 46 | | 10 |
| 8 | 8 | 36 | | | 42 | | 10 | | | М32х1 | | | | 31,3 | | | 12 | +10 | | -6 | | | 2 | | 156 | | 3 | | | | 52 | | 15 |
| 9 | 8 | 46 | | | 54 | | 14 | | | М8 | | | | 7,14 | | | 8 | +5 | | -8 | | | 2 | | 114 | | 3 | | | | 38 | | 8 |
| 10 | 8 | 42 | | | 48 | | 10 | | | М42х1 | | | | 41,2 | | | 15 | -8 | | +10 | | | 7 | | 88 | | 2 | | | | 44 | | 10 |
| № варианта | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | | | Аmin | | | A1=A5 | | | | A2=A4 | | | A3 | | | A6=A8 | | | | | | A7 | | | | | |
| 1 | | | 3,5 | | | | | | 1,0 | | | 5 | | | | 1,0 | | | 132 | | | 18,25±0,25 | | | | | | 86 | | | | | |
| 2 | | | 3,0 | | | | | | 0,5 | | | 6 | | | | 1,5 | | | 180 | | | 25,25±0,25 | | | | | | 120 | | | | | |
| 3 | | | 2,8 | | | | | | 0,5 | | | 5 | | | | 2,0 | | | 148 | | | 20,75±0,25 | | | | | | 100 | | | | | |
| 4 | | | 3,2 | | | | | | 0,8 | | | 5 | | | | 2,0 | | | 152 | | | 18,25±0,25 | | | | | | 106 | | | | | |
| 5 | | | 2,8 | | | | | | 0,6 | | | 6 | | | | 2,0 | | | 190 | | | 24,75±0,25 | | | | | | 130 | | | | | |
| 6 | | | 3,5 | | | | | | 1,0 | | | 5 | | | | 2,0 | | | 190 | | | 29,25±0,25 | | | | | | 125 | | | | | |
| 7 | | | 2,5 | | | | | | 0,5 | | | 5 | | | | 1,5 | | | 150 | | | 21,25±0,25 | | | | | | 100 | | | | | |
| 8 | | | 2,8 | | | | | | 0,3 | | | 6 | | | | 1,5 | | | 187 | | | 22,75±0,25 | | | | | | 134 | | | | | |
| 9 | | | 2,5 | | | | | | 0,5 | | | 5 | | | | 1,5 | | | 140 | | | 20,75±0,25 | | | | | | 92 | | | | | |
| 10 | | | 3,5 | | | | | | 0,8 | | | 6 | | | | 1,0 | | | 145 | | | 17,25±0,25 | | | | | | 100 | | | | | |

2.8. ЧАСТЬ КОРОБКИ ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ

На рис.2.8 изображена часть коробки перемены передач автомобиля, которая имеет несколько пар зубчатых колес, вводимых в зацепление в разных сочетаниях для изменения крутящего момента и скорости.

С помощью вилки *4* производится переключение **1, 2, 3, 4** передач. Вилка *4* закреплена неподвижно болтами с нормальной длиной свинчивания на штоке переключения передач *3*, который рычагом свободно перемещается вдоль оси в отверстиях ***D3***корпуса коробки передач. Предельные значения зазора даны в задании.

Промежуточный вал *13* с блоком шестерен свободно вращается в подшипниках.

Крышка *1* подшипника *2* крепится к корпусу болтами *15* с нормальной длиной свинчиванияи по размеру ***D2*** сопрягается с основным корпусом, обеспечивается точное центрирование.

Подшипники качения испытывают толчки и вибрации и при работе имеют перегрузки до 300%, режим работы тяжелый.

Шпоночное соединение используется при установке зубчатого колеса *9* на вал *13*; по ***D1*** обеспечивается хорошее центрирование.

Зубчатые колёса *12* и *14* имеют направляющую шпонку. Зубчатые передачи среднескоростные имеют закалённые венцы и могут нагреваться до +65º*С,* а корпус силуминовый с нагревом до +50º*С*.

Гайка *11* имеет короткую длину свинчивания. Болт *10* с нормальной длинной свинчивания.

Зазор между ступицей зубчатого колеса *9* и торцом наружного кольца подшипника *8* указан в задании и обеспечивается на производстве согласно расчету размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 – ширина ступицы зубчатого колеса *9*;

A2  – длина ступени вала-шестерни *13*;

A3 – высота стопорного кольца;

A4 и А8 – ширина подшипников;

A5 – размер корпуса;

A6 –толщина прокладки;

A7 – высота крышки корпуса.

Примечание. Шлицевое соединение на чертеже не показано, принять, что шлицы в отверстии колеса не закаливаются, соединение неподвижное.

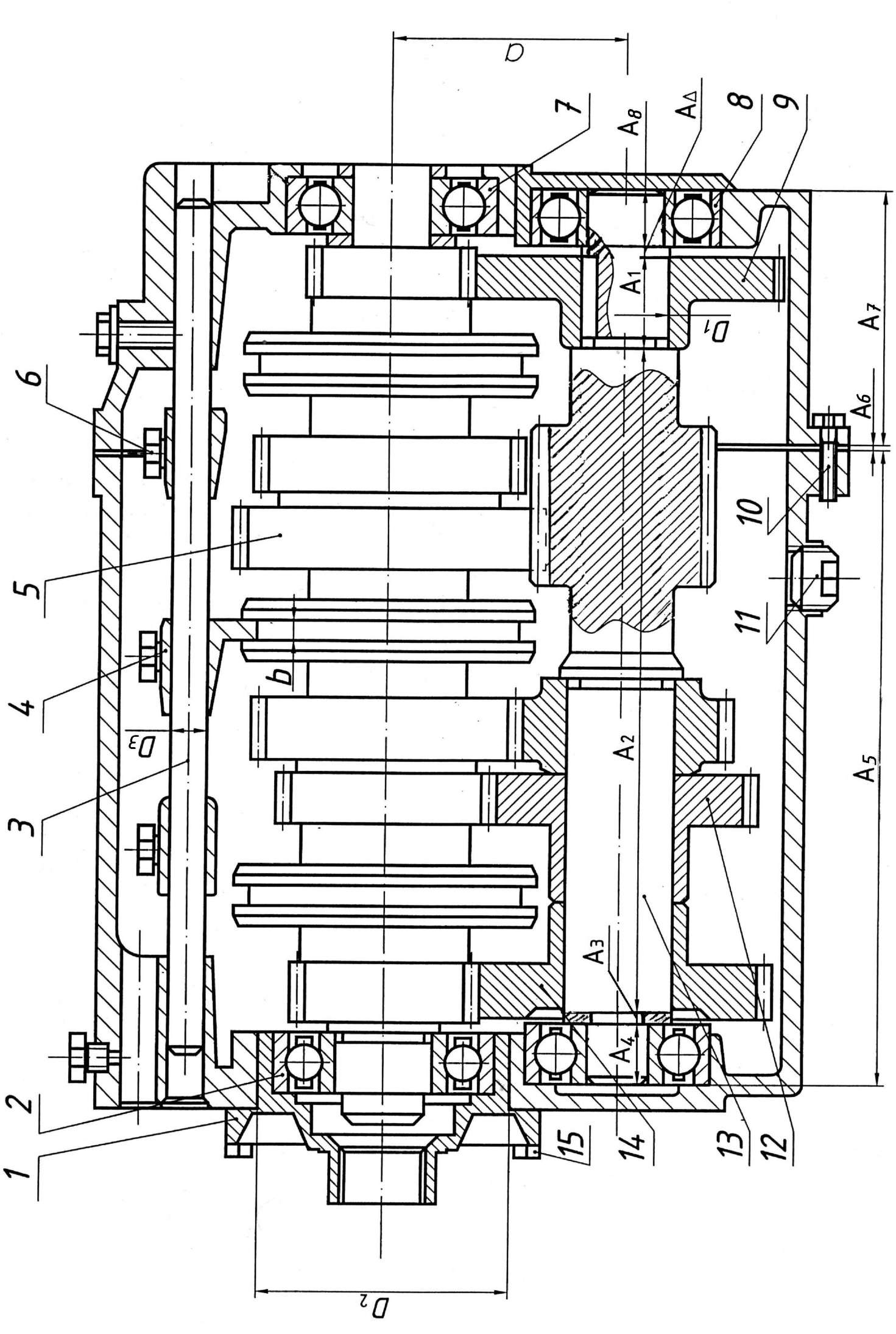


Рис. 2. 8. Часть коробки перемены передач автомобиля

Таблица 2.8

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | *D*3 | | | *S*max | | | *S*min | | | Отв.  *ITD2*  *σ*тех | | № поз | | Условное обозначение | | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | | мм | | | | |
| 1 | 42 | | 62 | | | 14 | | | 125 | | | 30 | | | 3,5 | | 2 | | 60207 | | | | | 10,0 | | | | 42 | | | 12 | |
| 2 | 36 | | 72 | | | 15 | | | 130 | | | 20 | | | 4,0 | | 8 | | 6-80206 | | | | | 9,0 | | | | 36 | | | 10 | |
| 3 | 28 | | 90 | | | 16 | | | 100 | | | 32 | | | 5,0 | | 2 | | 60208 | | | | | 13,0 | | | | 28 | | | 8 | |
| 4 | 36 | | 80 | | | 18 | | | 105 | | | 35 | | | 4,5 | | 8 | | 5-80208 | | | | | 12,0 | | | | 36 | | | 10 | |
| 5 | 18 | | 85 | | | 14 | | | 125 | | | 20 | | | 5,0 | | 8 | | 80206 | | | | | 14,0 | | | | 18 | | | 6 | |
| 6 | 30 | | 75 | | | 16 | | | 120 | | | 40 | | | 4,5 | | 2 | | 6-60108 | | | | | 10,0 | | | | 30 | | | 8 | |
| 7 | 28 | | 90 | | | 20 | | | 135 | | | 40 | | | 4,0 | | 8 | | 80108 | | | | | 11,0 | | | | 28 | | | 8 | |
| 8 | 35 | | 62 | | | 22 | | | 150 | | | 40 | | | 5,0 | | 2 | | 5-60208 | | | | | 10,0 | | | | 35 | | | 10 | |
| 9 | 40 | | 72 | | | 18 | | | 110 | | | 20 | | | 4,5 | | 2 | | 60206 | | | | | 14,0 | | | | 40 | | | 12 | |
| 10  № варианта | 38 | | 80 | | | 20 | | | 130 | | | 20 | | | 4,0 | | 8 | | 80105 | | | | | 15,0 | | | | 38 | | | 10 | |
|  | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз. | | | Обозначение  резьбы | | | *d2* изм | | | *Р*п | | /2пр | | | /2лев | № поз. | | | *а* | | *m* | | | *Z* | | *V*,  м/с |
| мм | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | мм | | | | |
| 1 | 10 | 23 | | | 29 | | 6 | | | М8 | | | 7,12 | | | 6 | | +30 | | | 0 | 9 | | | 130 | | 3,5 | | | 30 | | 10 |
| 2 | 10 | 36 | | | 45 | | 10 | | | М10 | | | 8,86 | | | 2 | | +8 | | | +2 | 12 | | | 150 | | 3,5 | | | 36 | | 6 |
| 3 | 8 | 42 | | | 48 | | 10 | | | М12 | | | 10,76 | | | 2 | | +3 | | | +5 | 14 | | | 120 | | 3,5 | | | 30 | | 16 |
| 4 | 10 | 42 | | | 52 | | 10 | | | М16 | | | 14,53 | | | 10 | | -2 | | | +2 | 9 | | | 150 | | 3,5 | | | 36 | | 6 |
| 5 | 16 | 52 | | | 60 | | 10 | | | М20 | | | 18,35 | | | 5 | | +3 | | | -5 | 12 | | | 130 | | 3,5 | | | 36 | | 16 |
| 6 | 10 | 36 | | | 45 | | 11 | | | М221 | | | 21,25 | | | 6 | | +5 | | | -5 | 14 | | | 150 | | 4,0 | | | 40 | | 10 |
| 7 | 10 | 46 | | | 56 | | 11 | | | М241 | | | 23,27 | | | 2 | | +6 | | | -4 | 9 | | | 120 | | 4,0 | | | 40 | | 16 |
| 8 | 8 | 46 | | | 54 | | 11 | | | М221 | | | 21,3 | | | 2 | | -8 | | | +2 | 12 | | | 130 | | 4,0 | | | 43 | | 10 |
| 9 | 10 | 52 | | | 60 | | 11 | | | М271,5 | | | 25,76 | | | 30 | | -10 | | | +10 | 9 | | | 150 | | 4,0 | | | 40 | | 6 |
| 10 | 10 | 32 | | | 40 | | 11 | | | М241,5 | | | 22,88 | | | 40 | | -20 | | | +30 | 12 | | | 150 | | 4,0 | | | 36 | | 16 |
| № варианта | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | А1 | | | А2 | | | А3 | | | А5 | | | А6 | | | А7 | | | А4= А8 | | | |
| 1 | | | | 5,3 | | | | 2,4 | | | 45 | | | 230 | | | 3 | | | 250 | | | 2 | | | 63 | | | 17-0,12 | | | |
| 2 | | | | 5,5 | | | | 2,5 | | | 46 | | | 238 | | | 4 | | | 245 | | | 2 | | | 75 | | | 16-0,12 | | | |
| 3 | | | | 5,3 | | | | 2,4 | | | 46 | | | 220 | | | 4 | | | 246 | | | 3 | | | 60 | | | 18-0,12 | | | |
| 4 | | | | 5,5 | | | | 2,6 | | | 48 | | | 225 | | | 3 | | | 250 | | | 3 | | | 60 | | | 17-0,12 | | | |
| 5 | | | | 5,5 | | | | 2,5 | | | 50 | | | 230 | | | 4 | | | 260 | | | 3 | | | 60 | | | 18-0,12 | | | |
| 6 | | | | 5,6 | | | | 2,6 | | | 44 | | | 230 | | | 3 | | | 250 | | | 3 | | | 64 | | | 18-0,12 | | | |
| 7 | | | | 5,4 | | | | 2,4 | | | 42 | | | 240 | | | 4 | | | 248 | | | 2 | | | 70 | | | 15-0,12 | | | |
| 8 | | | | 5,5 | | | | 2,5 | | | 42 | | | 200 | | | 4 | | | 238 | | | 2 | | | 45 | | | 18-0,12 | | | |
| 9 | | | | 5,6 | | | | 2,6 | | | 40 | | | 230 | | | 3 | | | 240 | | | 3 | | | 65 | | | 16-0,12 | | | |
| 10 | | | | 5,5 | | | | 2,5 | | | 50 | | | 222 | | | 4 | | | 240 | | | 3 | | | 60 | | | 12-0,12 | | | |

2.9. ЧАСТЬ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО

СТАНКА

На рис. 2.9 представлена часть коробки скоростей металлорежущего станка.

Вращение с вала *1* на вал *13* обеспечивается зубчатой передачей, состоящей из колёс *5* и *15*. Зубчатые колёса установлены на валы с помощью шпоночных соединений. Обеспечивается точное центрирование по диаметру ***D2***.

Зубчатые передачи скоростные, стальные, закаленные, могут нагреваться до температуры +70°*С*. Корпус *8* (станина) из чугуна и нагревается не более, чем до +30º*С*.

Крышки подшипников крепятся к станине болтами *17* и *12* с нормальной длиной свинчивания.

Подшипник *7* установлен в корпус *8* с помощью стакана *6*, который точно сцентрирован в отверстии ***D1*** корпуса и крепится болтами с потайными головками и нормальной длиной свинчивания.

Осевое перемещение подшипника *3* ограничено втулкой *4,* установленной на вал с гарантированным зазором по ***D3***, величина которого оговорена заданием. Гайки *16* имеют мелкий шаг и короткую длину свинчивания.

Подшипники работают в нормальном режиме, толчки и вибрации умеренные, допускается перегрузка до 150%.

Относительное осевое смещение торцов зубчатых колёс *5* и *15* обеспечивается путём расчёта размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 – размер на валу;

A2 – ширина подшипника *3*;

A3 – глубина расточки в корпусе *8*;

A4 – корпусный размер;

A5 – размер глубины расточки в корпусе;

A6 – ширина распорной втулки;

A7 - ширина ступицы зубчатого колеса *15*.

Примечание. Шлицевое соединение на чертеже не показано, принять, что шлицы в отверстии колеса закаливаются, соединение подвижное.

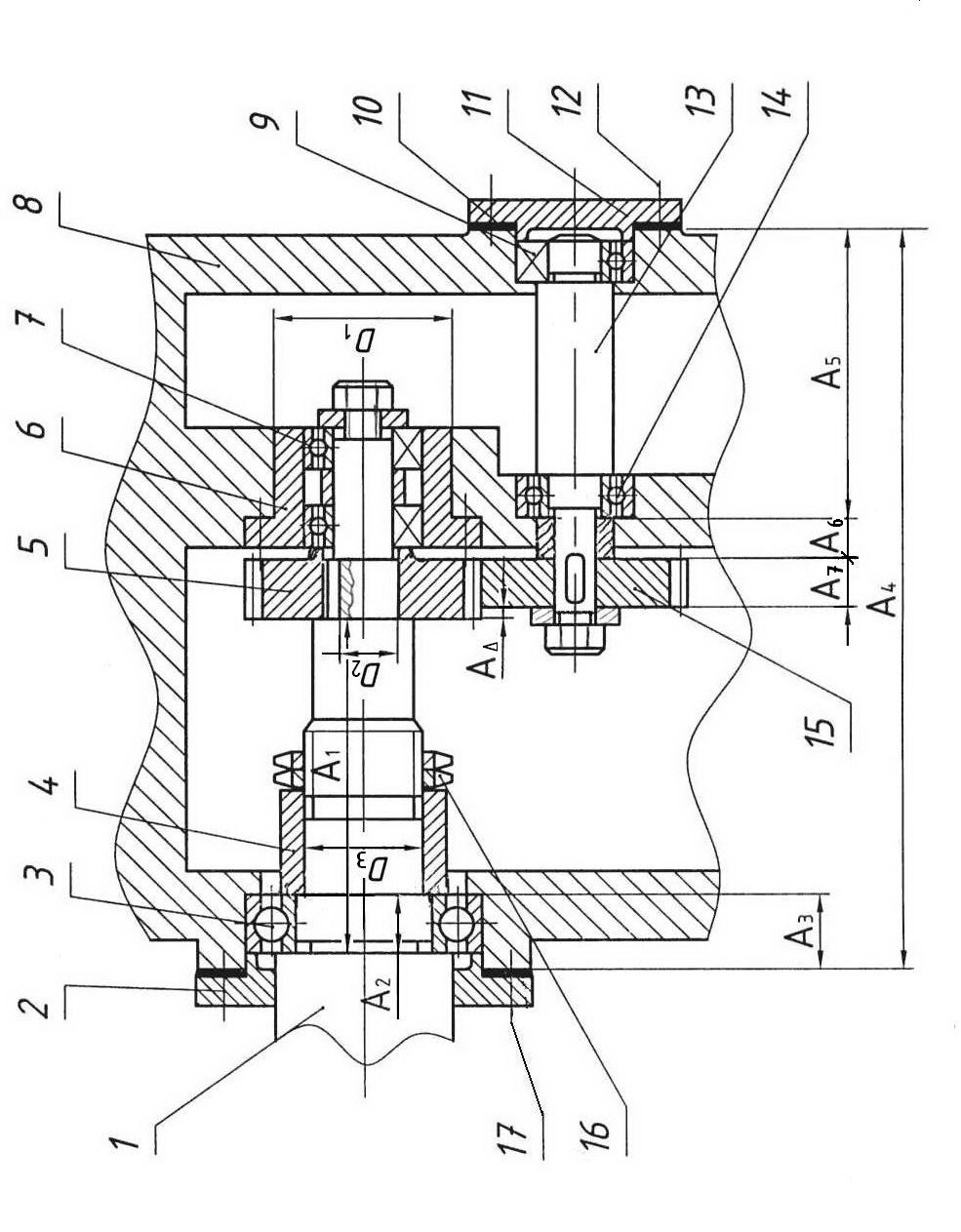


Рис. 2.9. Часть коробки скоростей металлорежущего станка

Таблица 2.9

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | *D*3 | | *N*max | | | *N*min | | Вал  *ITd1*  *σ*тех | | | № поз | | | Условное обозначение | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | |
| 1 | 60 | | 24 | | | 28 | | 110 | | | 8 | | 4 | | | 3 | | | 180506 | | | | 20 | | | | | 24 | | | 8 | |
| 2 | 62 | | 26 | | | 30 | | 75 | | | 7 | | 5 | | | 7 | | | 6-204 | | | | 15 | | | | | 26 | | | 8 | |
| 3 | 85 | | 40 | | | 36 | | 90 | | | 10 | | 5.5 | | | 9 | | | 307 | | | | 12 | | | | | 40 | | | 12 | |
| 4 | 50 | | 28 | | | 46 | | 130 | | | 10 | | 3.5 | | | 3 | | | 180510 | | | | 18 | | | | | 28 | | | 10 | |
| 5 | 72 | | 30 | | | 45 | | 145 | | | 20 | | 4 | | | 7 | | | 6-305 | | | | 22 | | | | | 30 | | | 8 | |
| 6 | 75 | | 36 | | | 48 | | 110 | | | 25 | | 4.5 | | | 9 | | | 160506 | | | | 24 | | | | | 36 | | | 10 | |
| 7 | 82 | | 34 | | | 38 | | 130 | | | 10 | | 4.5 | | | 3 | | | 160608 | | | | 18 | | | | | 34 | | | 10 | |
| 8 | 85 | | 42 | | | 52 | | 120 | | | 30 | | 5.5 | | | 7 | | | 207 | | | | 20 | | | | | 42 | | | 12 | |
| 9 | 75 | | 36 | | | 48 | | 150 | | | 25 | | 5 | | | 9 | | | 180506 | | | | 15 | | | | | 36 | | | 10 | |
| 10 | 95 | | 50 | | | 58 | | 180 | | | 30 | | 4 | | | 3 | | | 180512 | | | | 25 | | | | | 50 | | | 14 | |
| № варианта | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз. | | Обозна-  чение  резьбы | | | *d2* изм | | | *Р*п | | /2пр | | | /2лев | | № поз. | | | *а* | | *m* | | *Z* | | | *V*,  м/с |
| мм | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | | мм | | | |
| 1 | 6 | 26 | | | 30 | | 16 | | М24х1 | | | 23,3 | | | 8 | | +10 | | | -5 | | 5 | | | 117 | | 3 | | 26 | | | 10 |
| 2 | 8 | 32 | | | 36 | | 17 | | М8 | | | 7,16 | | | 10 | | 0 | | | +15 | | 15 | | | 135 | | 3 | | 60 | | | 15 |
| 3 | 6 | 23 | | | 28 | | 12 | | М6 | | | 5,23 | | | 5 | | +5 | | | -5 | | 5 | | | 168 | | 4 | | 24 | | | 18 |
| 4 | 8 | 36 | | | 42 | | 16 | | М42х2 | | | 40,6 | | | 12 | | -15 | | | +5 | | 15 | | | 180 | | 2 | | 60 | | | 12 |
| 5 | 8 | 46 | | | 50 | | 17 | | М6 | | | 5,25 | | | 6 | | +5 | | | 0 | | 5 | | | 144 | | 3 | | 32 | | | 15 |
| 6 | 8 | 52 | | | 60 | | 12 | | М8 | | | 7,08 | | | 12 | | +8 | | | -10 | | 15 | | | 140 | | 4 | | 50 | | | 16 |
| 7 | 6 | 18 | | | 22 | | 16 | | М36х1,5 | | | 34,9 | | | 10 | | +15 | | | -10 | | 5 | | | 150 | | 3 | | 25 | | | 10 |
| 8 | 8 | 42 | | | 46 | | 17 | | М10 | | | 8,92 | | | 6 | | 0 | | | +12 | | 15 | | | 200 | | 5 | | 60 | | | 12 |
| 9 | 6 | 26 | | | 32 | | 12 | | М8 | | | 7,1 | | | 5 | | -10 | | | 0 | | 5 | | | 144 | | 4 | | 24 | | | 15 |
| 10 | 8 | 32 | | | 38 | | 16 | | М56х3 | | | 53,9 | | | 15 | | +12 | | | -10 | | 15 | | | 225 | | 5 | | 60 | | | 10 |
| №  варианта | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Amax | | | Amin | | | A1 | | | | A2 | | | | A3 | | | A4 | | | A5 | | A6 | | | | A7 | | |
| 1 | | | | +1,8 | | | -1,8 | | | 145 | | | | 20-0,12 | | | | 25 | | | 282 | | | 96 | | 30 | | | | 6 | | |
| 2 | | | | +1,5 | | | -1,5 | | | 145 | | | | 20-0,12 | | | | 25 | | | 280 | | | 94 | | 30 | | | | 6 | | |
| 3 | | | | +1,85 | | | -1,85 | | | 130 | | | | 21-0,12 | | | | 28 | | | 290 | | | 108 | | 40 | | | | 5 | | |
| 4 | | | | +1,75 | | | -1,75 | | | 172 | | | | 23-0,12 | | | | 30 | | | 315 | | | 104 | | 22 | | | | 10 | | |
| 5 | | | | +1,9 | | | -1,9 | | | 130 | | | | 23-0,12 | | | | 35 | | | 320 | | | 140 | | 30 | | | | 8 | | |
| 6 | | | | +2,0 | | | -2,0 | | | 145 | | | | 20-0,12 | | | | 30 | | | 330 | | | 130 | | 40 | | | | 5 | | |
| 7 | | | | +1,0 | | | -1,0 | | | 188 | | | | 33-0,12 | | | | 35 | | | 380 | | | 150 | | 30 | | | | 10 | | |
| 8 | | | | +1,75 | | | -1,75 | | | 180 | | | | 25-0,12 | | | | 30 | | | 350 | | | 110 | | 50 | | | | 5 | | |
| 9 | | | | +1,6 | | | -1,6 | | | 145 | | | | 20-0,12 | | | | 28 | | | 345 | | | 145 | | 40 | | | | 7 | | |
| 10 | | | | +1,7 | | | -1,7 | | | 150 | | | | 28-0,12 | | | | 32 | | | 360 | | | 150 | | 50 | | | | 6 | | |

2.10. РЕДУКТОР МУНДШТУЧНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ МАШИНЫ

На рис.2.10 представлен редуктор, который является частью мундштучной стержневой машины, предназначенной для изготовления стержней постоянного сечения.

Вращение редуктору передаётся электродвигателем на шкив *12* через клиноременную передачу. Шкив закреплён на валу *11* с помощью шлицевого соединения и двух гаек *13* с мелким шагом и короткой длиной свинчивания.

Шлицы в отверстии шкива не закаливаются, так как соединение неподвижное.

На конце вала *18* на шлицах установлена смотровая муфта *4*, в которую по диаметру ***D*1** запрессован палец *1*, закреплённый гайкой *22* с короткой длинной свинчивания.

Головка шатуна *2* имеет гайку *3* с увеличенной длиной свинчивания, необходимой для регулировки хода шатуна. Шлицы в отверстии муфты не закаливаются.

Вращение с вала *11* на вал *18* передаётся с помощью косозубой зубчатой передачи, состоящей из колёс *9* и *19*. Зубчатые колёса на валы установлены с помощью шпоночных соединений и имеют хорошее центрирование по ***D*2**.

Зубчатые передачи скоростные, выполнены из закаливаемых марок сталей и могут нагреваться до температуры +60 º*С*. Корпус редуктора *8* и крышка (на рисунке не показана) выполнены из серого чугуна и нагреваются не более чем до +30 º*С*.

Вал *18* установлен на опоры из радиально-упорных подшипников. Подшипники при работе имеют перегрузку до 150% вибрации умеренные, режим работы нормальный.

Крышки подшипников крепятся болтами *5* с нормальной длиной свинчивания (по 4 штуки на каждую крышку) к корпусу. В крышках находятся уплотнительные кольца *14*, необходимые для удержания смазки.

В корпусе *8* между подшипниками установлена втулка по ***D*3** с зазором, величина которого оговорена заданием. При расчёте посадки учесть, что по этому диаметру выполнена посадка наружных колец подшипников.

Между крышкой *15* и подшипником *16* предусмотрен тепловой зазор, величина которого обеспечивается расчётом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 и A5 – высота буртиков крышек;

A2 и A4 – толщина посадок;

A3 – размер корпуса;

A6, A7, A9 – монтажная высота подшипников;

A8 – размер ступени вала.

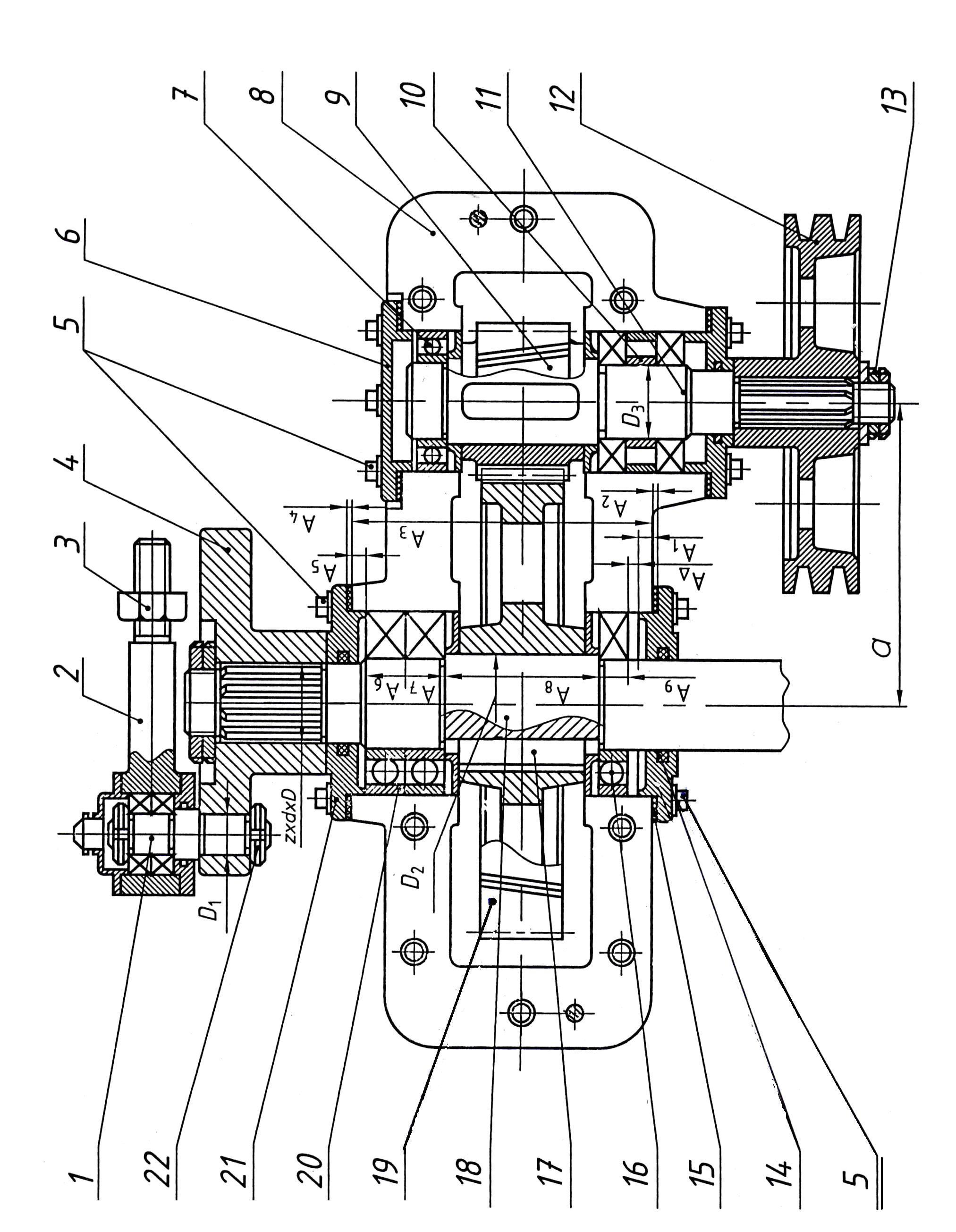


Рис. 2.10. Редуктор мунштучной стержневой машины

Таблица 2.10

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | | |
| *D*1 | | | *D*2 | | *D*3 | | | *S*max | | | *S*min | | Отв.  *ITD3*  *σ*тех | | | №  поз | | | Условное обозначение | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | | *b* | | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | | |
| 1 | 16 | | | 36 | | 62 | | | 90 | | | 7 | | 5 | | | 20 | | | 46206 | | | | 15,0 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 2 | 18 | | | 54 | | 130 | | | 120 | | | 15 | | 3 | | | 16 | | | 66410 | | | | 18,7 | | | | 54 | | | 16 | | |
| 3 | 20 | | | 50 | | 80 | | | 88 | | | 10 | | 3,5 | | | 7 | | | 6-36208 | | | | 20,5 | | | | 50 | | | 14 | | |
| 4 | 22 | | | 62 | | 72 | | | 95 | | | 15 | | 4 | | | 16 | | | 46306 | | | | 16,0 | | | | 32 | | | 10 | | |
| 5 | 18 | | | 47 | | 90 | | | 110 | | | 12 | | 4,5 | | | 20 | | | 46308 | | | | 45,0 | | | | 47 | | | 14 | | |
| 6 | 15 | | | 58 | | 90 | | | 95 | | | 10 | | 5 | | | 7 | | | 6-36210 | | | | 12,0 | | | | 58 | | | 16 | | |
| 7 | 14 | | | 36 | | 72 | | | 90 | | | 10 | | 5,5 | | | 16 | | | 46306 | | | | 32,0 | | | | 36 | | | 10 | | |
| 8 | 28 | | | 47 | | 80 | | | 90 | | | 12 | | 4 | | | 20 | | | 36208 | | | | 26,0 | | | | 47 | | | 14 | | |
| 9 | 16 | | | 38 | | 72 | | | 88 | | | 10 | | 3,5 | | | 7 | | | 6-36207 | | | | 20,0 | | | | 38 | | | 10 | | |
| 10  № варианта | 30 | | | 60 | | 110 | | | 120 | | | 15 | | 3 | | | 16 | | | 46310 | | | | 30,0 | | | | 60 | | | 18 | | |
|  | Шлицевое соединение | | | | | | | Резьбовое  соединение | | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | | №  поз. | | Обозна-  чение резьбы | | | *d2* изм | | | *Р*п | | /2пр | | | /2лев | | № поз. | | *а* | | *m* | | | *Z* | | *V*,  м/с | |
| мм | | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | | мм | | | | |
| 1 | 6 | 18 | | | 22 | | | 3 | | М18 | | | 16,27 | | | 2 | | +5 | | | -3 | | 19 | | 200 | | 4 | | | 80 | | 15 | |
| 2 | 8 | 42 | | | 46 | | | 5 | | М8 | | | 7,15 | | | 3 | | -6 | | | 0 | | 19 | | 220 | | 5 | | | 66 | | 10 | |
| 3 | 6 | 26 | | | 30 | | | 22 | | М16х1 | | | 15,28 | | | 4 | | +8 | | | 0 | | 9 | | 200 | | 4 | | | 20 | | 12 | |
| 4 | 6 | 23 | | | 28 | | | 3 | | М20 | | | 18,18 | | | 5 | | -6 | | | +3 | | 19 | | 180 | | 3 | | | 80 | | 25 | |
| 5 | 8 | 32 | | | 36 | | | 22 | | М18х2 | | | 16,6 | | | 4 | | +5 | | | -2 | | 19 | | 250 | | 5 | | | 75 | | 20 | |
| 6 | 8 | 36 | | | 42 | | | 5 | | М6 | | | 5,25 | | | 2 | | 0 | | | +6 | | 9 | | 250 | | 5 | | | 25 | | 22 | |
| 7 | 6 | 23 | | | 28 | | | 13 | | М30х2 | | | 28,6 | | | 5 | | +10 | | | -5 | | 19 | | 300 | | 6 | | | 70 | | 15 | |
| 8 | 8 | 32 | | | 36 | | | 5 | | М10 | | | 8,95 | | | 3 | | +2 | | | -3 | | 19 | | 280 | | 5 | | | 72 | | 12 | |
| 9 | 6 | 16 | | | 20 | | | 22 | | М12х1 | | | 11,23 | | | 2 | | +4 | | | -1 | | 9 | | 240 | | 4 | | | 40 | | 30 | |
| 10 | 10 | 36 | | | 45 | | | 3 | | М16 | | | 14,67 | | | 5 | | -6 | | | +3 | | 19 | | 240 | | 4 | | | 80 | | 20 | |
| № варианта | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | | А1= А5 | | | | А2= А4 | | | | А3 | | | А6= А7 | | | | А8 | | | А9 | | | |
| 1 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 5 | | | | 1,5 | | | | 106 | | | 16-0,25 | | | | 50 | | | 16-0,25 | | | |
| 2 | | | 3,0 | | | | 0,3 | | | | 5 | | | | 2,0 | | | | 160 | | | 31-0,35 | | | | 60 | | | 31-0,35 | | | |
| 3 | | | 3,0 | | | | 0,4 | | | | 4 | | | | 1,5 | | | | 112 | | | 18-0,25 | | | | 52 | | | 18-0,25 | | | |
| 4 | | | 3,7 | | | | 0,5 | | | | 5 | | | | 2,0 | | | | 104 | | | 19-0,45 | | | | 40 | | | 19-0,45 | | | |
| 5 | | | 3,8 | | | | 0,6 | | | | 4 | | | | 1,5 | | | | 135 | | | 23-0,45 | | | | 60 | | | 23-0,45 | | | |
| 6 | | | 3,0 | | | | 0,5 | | | | 5 | | | | 1,0 | | | | 143 | | | 20-0,25 | | | | 74 | | | 20-0,25 | | | |
| 7 | | | 3,8 | | | | 0,4 | | | | 6 | | | | 2,0 | | | | 138 | | | 19-0,45 | | | | 72 | | | 19-0,45 | | | |
| 8 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 4 | | | | 1,5 | | | | 126 | | | 18-0,25 | | | | 66 | | | 18-0,25 | | | |
| 9 | | | 3,0 | | | | 0,4 | | | | 5 | | | | 2,0 | | | | 110 | | | 17-0,25 | | | | 52 | | | 17-0,25 | | | |
| 10 | | | 3,7 | | | | 0,5 | | | | 5 | | | | 2,0 | | | | 148 | | | 27-0,45 | | | | 60 | | | 27-0,45 | | | |

2.11. ЧАСТЬ УЗЛА ВКЛЮЧЕНИЯ КРИВОШИПА ПРЕССА

На рис.2.11 изображена часть узла включения кривошипа пресса.

При включении муфты *17* шкив *15* посредством клиноременной передачи вращается вокруг неподвижного вала *19* на двух шариковых подшипниках *18*.

При выключенной муфте шкив вращается вместе с валом.

Шкив *15* установлен с небольшим зазором на полумуфте *16* и дополнительно закреплен болтами. Гарантированный зазор по***D*3** оговорен заданием.

На конце вала *19* находится зубчатое колесо *5*, установленное по диаметру ***D*1** на две диаметрально расположенные шпонки.

Осевое перемещение колеса *5* ограничено по торцу вала шайбой и болтом *6* с мелким шагом и нормальной длиной свинчивания.

Зубчатые передачи тихоходные, колеса выполнены из стали, не закаливаются, так как работают в условиях окружающей среды с температурой от +10 до + 30 º*С*.

Зубчатое колесо *9* смонтировано на шлицевом валу *10*, шлицы в отверстии не закаливаются. С колеса *9* движение передаётся ползуну пресса (на рисунке не показано).

В корпус *1* установлен стакан *3*, который точно сцентрирован по отверстию ***D2*** в корпусе и закреплён болтами *8* с нормальной длиной свинчивания.

Радиально-упорные подшипники *4* и шариковые подшипники *18* фиксируются на валу *19* с помощью втулки *13*. Подшипники *18* испытывают колебательный режим нагружения, а внутреннее кольцо подшипника *4* − циркуляционную нагрузку, оговоренную заданием,

Подшипники работают в тяжёлом режиме, толчки и вибрации значительные, допускаются перегрузки до 300%.

Тепловой зазор между крышкой *2* и подшипником *4* обеспечивается расчётом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 – размер до фланца крышки *2*;

A2 – толщина прокладки *11*

A3 – глубина расточки в стакане *3*;

A4 и A6 – монтажная высота подшипников *4*;

A5 – высота распорной втулки *12*.

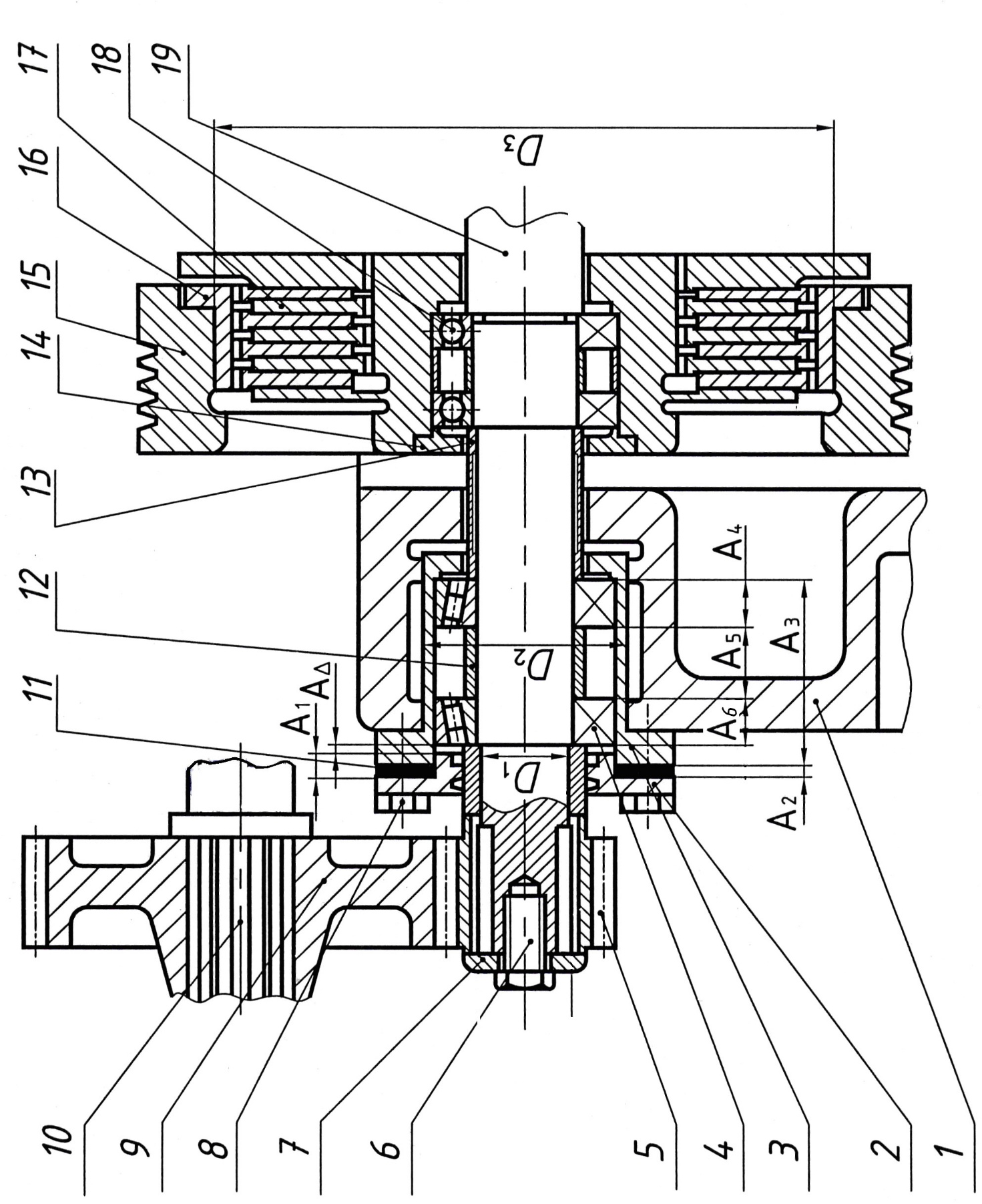


Рис. 2.11. Часть узла включения кривошипа пресса

Таблица 2.11

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрические соединения | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | *D*2 | | | *D*3 | | | *S*max | | *S*min | | Отв.  *ITD1 σ*тех | | | №  поз | | Условное обозначение | | | | Радиальная нагрузка,  кН | | | | *d* | | *b* | | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | мм | | | | |
| 1 | 100 | | 220 | | | 306 | | | 180 | | 15 | | 4 | | | 4 | | 7522А | | | | 20 | | | | 100 | | 28 | | |
| 2 | 110 | | 290 | | | 386 | | | 225 | | 0 | | 5 | | | 18 | | 6-326 | | | | 30 | | | | 110 | | 28 | | |
| 3 | 75 | | 200 | | | 398 | | | 145 | | 20 | | 4,5 | | | 4 | | 7318А | | | | 25 | | | | 75 | | 20 | | |
| 4 | 96 | | 230 | | | 346 | | | 210 | | 50 | | 3 | | | 18 | | 6-324 | | | | 26 | | | | 96 | | 28 | | |
| 5 | 110 | | 288 | | | 340 | | | 190 | | 16 | | 4 | | | 4 | | 7324А | | | | 32 | | | | 110 | | 28 | | |
| 6 | 82 | | 220 | | | 376 | | | 285 | | 50 | | 5 | | | 18 | | 6-220 | | | | 15 | | | | 82 | | 22 | | |
| 7 | 85 | | 220 | | | 320 | | | 230 | | 0 | | 4,5 | | | 4 | | 7221А | | | | 23 | | | | 85 | | 22 | | |
| 8 | 130 | | 290 | | | 356 | | | 260 | | 20 | | 3,5 | | | 18 | | 230 | | | | 20 | | | | 130 | | 32 | | |
| 9 | 95 | | 280 | | | 330 | | | 280 | | 0 | | 5 | | | 4 | | 7322А | | | | 35 | | | | 95 | | 25 | | |
| 10  № варианта | 108 | | 296 | | | 308 | | | 280 | | 15 | | 4 | | | 18 | | 6-226 | | | | 18 | | | | 108 | | 28 | | |
|  | Шлицевое соединение | | | | | | Резьбовое  Соединение | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | №  поз. | | | Обозначение  резьбы | | *d2* изм | | | *Р*п | | /2пр | | /2лев | | № поз. | | *а* | *m* | | | *Z* | | *V*,  м/с | |
| мм | | | | | мм | | | мкм | | мин | | | | мм | | | |
| 1 | 10 | 72 | | | 82 | | 6 | | | М18х1 | | 17,28 | | | 8 | | +15 | | -8 | | 5 | | 200 | 4 | | | 50 | | 8 | |
| 2 | 20 | 82 | | | 92 | | 8 | | | М8 | | 7,25 | | | 12 | | -10 | | +5 | | 9 | | 200 | 4 | | | 75 | | 8 | |
| 8 | 16 | 62 | | | 72 | | 6 | | | М14х1,5 | | 12,95 | | | 12 | | -8 | | +15 | | 5 | | 210 | 5 | | | 52 | | 6 | |
| 4 | 10 | 92 | | | 102 | | 8 | | | М10 | | 8,92 | | | 15 | | -15 | | +5 | | 9 | | 250 | 5 | | | 80 | | 6 | |
| 5 | 10 | 102 | | | 112 | | 8 | | | М20 | | 18,25 | | | 10 | | -20 | | +15 | | 5 | | 360 | 6 | | | 60 | | 10 | |
| 6 | 16 | 72 | | | 82 | | 8 | | | М24 | | 21,9 | | | 16 | | +12 | | -18 | | 9 | | 360 | 4 | | | 90 | | 10 | |
| 7 | 20 | 92 | | | 102 | | 6 | | | М6 | | 5,25 | | | 6 | | -8 | | +4 | | 5 | | 250 | 5 | | | 40 | | 8 | |
| 8 | 10 | 112 | | | 125 | | 6 | | | М16х1 | | 15,23 | | | 15 | | +12 | | -10 | | 9 | | 250 | 5 | | | 60 | | 8 | |
| 9 | 20 | 102 | | | 115 | | 8 | | | М8 | | 7,15 | | | 12 | | +8 | | -5 | | 5 | | 240 | 4 | | | 48 | | 6 | |
| 10 | 16 | 72 | | | 82 | | 6 | | | М10х1 | | 9,28 | | | 20 | | -5 | | +10 | | 9 | | 240 | 4 | | | 72 | | 6 | |
| № вариан-та | | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | А1 | | | А2 | | | А3 | | | А4= А6 | | | | | А5 | | | | |
| 1 | | | | 2,5 | | | | 1,0 | | | 12 | | | 3 | | | 146 | | | 56,0±0,5 | | | | | 25 | | | | |
| 2 | | | | 3,0 | | | | 1,2 | | | 8 | | | 3 | | | 140 | | | 54,5±0,5 | | | | | 25 | | | | |
| 3 | | | | 2,8 | | | | 1,0 | | | 6 | | | 2 | | | 125 | | | 46,5±0,5 | | | | | 28 | | | | |
| 4 | | | | 3,5 | | | | 2,0 | | | 8 | | | 2 | | | 115 | | | 37,0±0,5 | | | | | 34 | | | | |
| 5 | | | | 3,2 | | | | 1,2 | | | 12 | | | 2 | | | 145 | | | 54,5±0,5 | | | | | 25 | | | | |
| 6 | | | | 4,0 | | | | 2,0 | | | 10 | | | 3 | | | 152 | | | 54,5±0,5 | | | | | 36 | | | | |
| 7 | | | | 2,8 | | | | 1,0 | | | 8 | | | 2 | | | 128 | | | 39,5±0,5 | | | | | 32 | | | | |
| 8 | | | | 3,0 | | | | 1,2 | | | 10 | | | 3 | | | 120 | | | 42,5±0,5 | | | | | 28 | | | | |
| 9 | | | | 2,5 | | | | 0,5 | | | 8 | | | 3 | | | 160 | | | 54,5±0,5 | | | | | 45 | | | | |
| 10 | | | | 3,5 | | | | 1,2 | | | 10 | | | 3 | | | 155 | | | 56,0±0,5 | | | | | 35 | | | | |

**2.12. ШПИНДЕЛЬНАЯ ГРУППА ФРЕЗЕРНОЙ ГОЛОВКИ СТАНКА**

На рис. 2.12 представлена шпиндельная группа фрезерной головки специального станка. Фрезерная головка симметрична

На обоих концах шпинделя установлены фрезы *11*, периодически снимаемые для заточки или переналадки станка. Зазор по посадочному диаметру***D*3** оговорен заданием. При выборе посадки следует учесть, что по ***D*3** установлены ещерегулировочная шайба и защитное кольцо.

Передача крутящего момента от шпинделя *6* на фрезы осуществляется посредством торцевых шпонок (на рисунке не показаны).

Крышка *7* установлена в корпус по ***D*1** с незначительным зазором и крепится болтами *12* с нормальной длиной свинчивания.

Косозубое зубчатое колесо *4* по ***D*2**  хорошо сцентрировано относительно оси шпинделя и имеет две диаметрально расположенные призматические шпонки. Косозубое колесо *1* установлено на шлицевом валу *3*. Шлицы в отверстии зубчатого колеса не закаливаются.

Зубчатая передача *1*-*4* скоростная, крупномодульная. Зубчатые колёса выполнены из закаливаемых марок сталей и могут нагреваться до температуры +65˚*С*. Станина выполнена из серого чугуна и нагревается не более чем до +30˚*С*.

Шпиндель и ведущий вал *3* монтируются на радиально-упорных подшипниках. Подшипники при работе имеют перегрузки до 300%, толчки и вибрации значительные, режим работы тяжёлый.

Гайки *14* ограничивают осевое смещение подшипников и имеют короткую длину свинчивания.

Между крышкой *7* и подшипником *5* предусмотрен тепловой зазор, величина которого обеспечивается расчётом размерной цепи.

*Перечислим звенья размерной цепи:*

A1 и A6 – монтажная высота подшипников *5* и *9*;

A2 и A5 – высота распорных втулок *8*;

A4 – ширина зубчатого колеса *4*;

A7 и A11 – высота буртиков фланцев *7*;

A8 и A10 – толщина прокладок *13*;

A9 – корпусный размер.

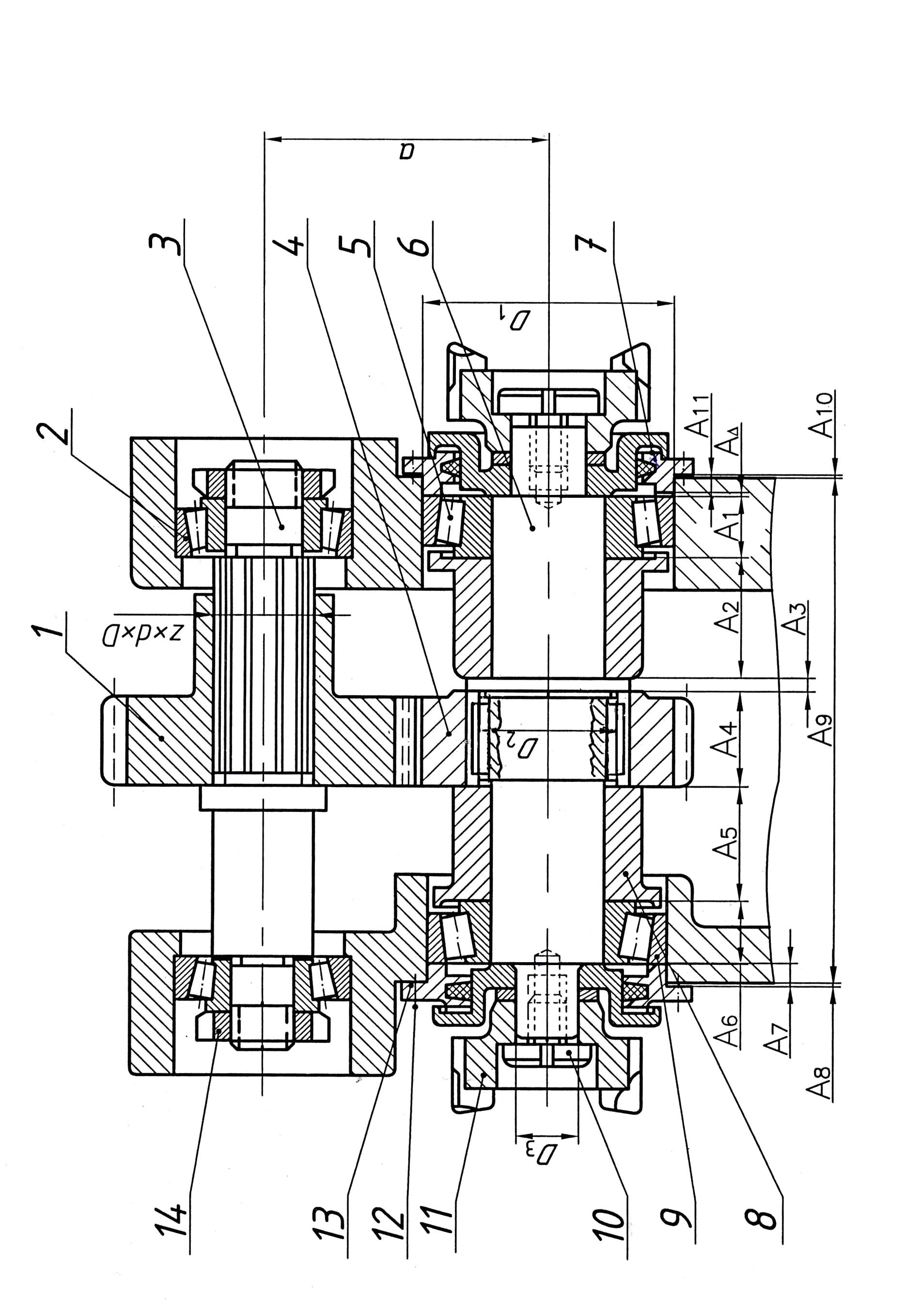


Рис. 2.12. Шпиндельная группа фрезерной головки станка

Таблица 2.12

**Исходные данные к рисунку**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Гладкие цилиндрическиесоединения | | | | | | | | | | | | | | | | Подшипники качения | | | | | | | | | | | Шпоночное соединение | | | | |
| *D*1 | | | *D*2 | | *D*3 | | | *S*max | | | *S*min | | Отв.  *ITD3*  *σ*тех | | | №  поз | Условное обозначение  подшипника | | | | | | Радиальная нагрузка, кН | | | | *d* | | | *b* | |
| мм | | | | | | | | мкм | | | | | мм | | | | |
| 1 | 100 | | | 50 | | 30 | | | 30 | | | 7 | | 5,5 | | | 2 | 6-7211А | | | | | | 18 | | | | 50 | | | 14 | |
| 2 | 130 | | | 65 | | 32 | | | 25 | | | 0 | | 5 | | | 5 | 7312А | | | | | | 20 | | | | 65 | | | 18 | |
| 3 | 130 | | | 80 | | 40 | | | 55 | | | 25 | | 4 | | | 9 | 7513А | | | | | | 22 | | | | 80 | | | 22 | |
| 4 | 110 | | | 60 | | 32 | | | 38 | | | 10 | | 4,5 | | | 2 | 7310А | | | | | | 15 | | | | 60 | | | 18 | |
| 5 | 120 | | | 70 | | 60 | | | 50 | | | 10 | | 3 | | | 5 | 6-7213А | | | | | | 18 | | | | 70 | | | 20 | |
| 6 | 140 | | | 85 | | 42 | | | 40 | | | 0 | | 3,5 | | | 9 | 7516А | | | | | | 30 | | | | 85 | | | 22 | |
| 7 | 150 | | | 75 | | 35 | | | 55 | | | 25 | | 4 | | | 2 | 6-7314А | | | | | | 25 | | | | 75 | | | 20 | |
| 8 | 100 | | | 55 | | 28 | | | 40 | | | 5 | | 4,5 | | | 5 | 7309А | | | | | | 16 | | | | 55 | | | 16 | |
| 9 | 130 | | | 80 | | 38 | | | 52 | | | 8 | | 5,5 | | | 9 | 6-7514А | | | | | | 28 | | | | 80 | | | 22 | |
| 10  № варианта | 110 | | | 65 | | 36 | | | 42 | | | 2 | | 5 | | | 5 | 7512А | | | | | | 25 | | | | 65 | | | 18 | |
|  | Шлицевое соединение | | | | | | | Резьбовое  Соединение | | | | | | | | | | | | | | Зубчатая  передача | | | | | | | | | | |
| *Z* | *d* | | | *D* | | | №  поз. | | Обозначение  резьбы | | | *d2* изм | | *Рп* | | | /2пр | | /2лев | | | № поз. | | *а* | | *m* | | *Z* | | | *V*,  м/с |
| мм | | | | | | мм | | мкм | | | мин | | | | | мм | | | |
| 1 | 8 | 62 | | | 68 | | | 14 | | М48х2 | | | 46,54 | | 12 | | | +5 | | -3 | | | 1 | | 150 | | 5 | | 36 | | | 30 |
| 2 | 10 | 72 | | | 82 | | | 10 | | М20х2 | | | 18,55 | | 10 | | | +8 | | -5 | | | 4 | | 150 | | 5 | | 24 | | | 15 |
| 3 | 10 | 82 | | | 88 | | | 12 | | М6 | | | 5,28 | | 5 | | | -3 | | +5 | | | 1 | | 144 | | 4,5 | | 40 | | | 18 |
| 4 | 8 | 56 | | | 62 | | | 12 | | М8 | | | 7,12 | | 8 | | | +5 | | +10 | | | 4 | | 144 | | 4,5 | | 24 | | | 10 |
| 5 | 10 | 72 | | | 78 | | | 10 | | М16х1 | | | 15,26 | | 12 | | | 0 | | -12 | | | 1 | | 225 | | 6 | | 45 | | | 16 |
| 6 | 10 | 82 | | | 92 | | | 14 | | М56х2 | | | 54,58 | | 15 | | | +15 | | -10 | | | 4 | | 225 | | 6 | | 30 | | | 28 |
| 7 | 20 | 82 | | | 92 | | | 10 | | М18х1,5 | | | 16,95 | | 14 | | | +10 | | -8 | | | 1 | | 200 | | 5 | | 48 | | | 16 |
| 8 | 8 | 46 | | | 54 | | | 12 | | М8 | | | 7,13 | | 8 | | | +5 | | -5 | | | 4 | | 200 | | 5 | | 32 | | | 25 |
| 9 | 10 | 72 | | | 78 | | | 14 | | М52х2 | | | 50,58 | | 16 | | | +8 | | +6 | | | 1 | | 140 | | 4 | | 42 | | | 10 |
| 10 | 16 | 62 | | | 72 | | | 12 | | М8х1 | | | 7,28 | | 12 | | | -6 | | +4 | | | 4 | | 140 | | 4 | | 28 | | | 30 |
| № варианта | | | Размерная цепь, размеры в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аmax | | | | Аmin | | | | А1= А6 | | | | | А2= А5 | | | А3 | | А4 | | | А7= А11 | | А8= А10 | | | | А9 | | |
| 1 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 22,75±0,25 | | | | | 45 | | | 6 | | 50 | | | 4 | | 2,0 | | | | 196 | | |
| 2 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 33,5±0,25 | | | | | 48 | | | 6 | | 50 | | | 5 | | 2,5 | | | | 235 | | |
| 3 | | | 2,8 | | | | 0,3 | | | | 33,5±0,25 | | | | | 42 | | | 6 | | 45 | | | 5 | | 2,5 | | | | 200 | | |
| 4 | | | 3,2 | | | | 0,6 | | | | 29,25±0,25 | | | | | 40 | | | 4 | | 45 | | | 4 | | 2,0 | | | | 192 | | |
| 5 | | | 3,0 | | | | 0,4 | | | | 24,75±0,25 | | | | | 55 | | | 5 | | 60 | | | 5 | | 2,5 | | | | 230 | | |
| 6 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 35,25±0,25 | | | | | 60 | | | 4 | | 60 | | | 5,5 | | 3,0 | | | | 260 | | |
| 7 | | | 3,0 | | | | 0,5 | | | | 38,0±0,25 | | | | | 50 | | | 3 | | 50 | | | 5 | | 2,0 | | | | 236 | | |
| 8 | | | 2,7 | | | | 0,4 | | | | 27,25±0,25 | | | | | 48 | | | 4 | | 50 | | | 5 | | 2,5 | | | | 210 | | |
| 9 | | | 2,5 | | | | 0,5 | | | | 33,5±0,25 | | | | | 46 | | | 4 | | 40 | | | 4 | | 2,5 | | | | 210 | | |
| 10 | | | 3,5 | | | | 0,5 | | | | 29,75±0,25 | | | | | 44 | | | 7 | | 40 | | | 5 | | 2,5 | | | | 210 | | |