




# **Наладка и кинематика токарно-винторезного станка**



# Цель работы


- Изучение методики наладки токарно-винтового станка.
- Изучение кинематической структуры токарно-винторезного станка модели 16К20.



Результатом работы металлорежущего станка является образование поверхностей детали с заданными формой, размерами, точностью и шероховатостью.

Для этого необходимо обеспечить требуемые условия кинематического согласования перемещений или скоростей исполнительных органов между собой и источником движения.

Этот процесс называется **кинематической настройкой станка**



В большинстве металлорежущих станков с механическими связями для настройки кинематических цепей применяются органы кинематической настройки в виде гитар сменных зубчатых колес, ременных передач, вариаторов, регулируемых электродвигателей, коробок скоростей и подач, характеристикой которых является общее передаточное отношение.

Значение передаточного отношения органа настройки определяют по формуле настройки и затем его реализуют в гитарах сменных зубчатых колес подбором и установкой соответствующих колес в гитаре, а в коробках скоростей и подач, - зацеплением зубчатых колес.

*Гитарой* называется устройство, обеспечивающее правильное сцепление сменных зубчатых колес.

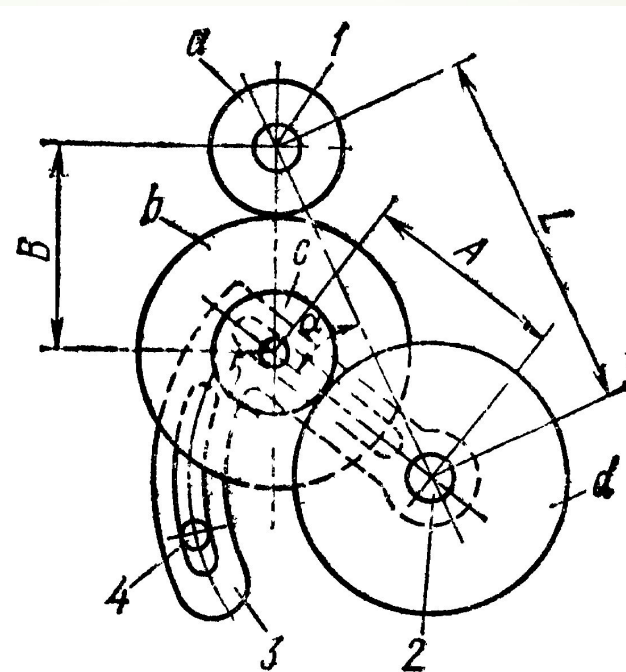


Схема двухпарной гитары

# Последовательность наладки


Наладка станка требует расчета передаточного отношения органа наладки скоростей цепи для получения заданной частоты вращения шпинделя и передаточного отношения органа наладки цепи для осуществления заданной подачи.

Для этой цели намечают расчетную кинематическую цепь, составляют расчетные перемещения конечных звеньев этой цепи и уравнение кинематического баланса, из которого выводят формулу наладки цепи.

**Уравнением кинематического баланса** называют уравнение, связывающее расчетные перемещения конечных звеньев кинематической цепи.

Оно служит основой для определения передаточных отношений органа наладки. Конечные звенья могут иметь как вращательное, так и прямолинейное движение. Если оба конечных звена вращаются, то расчетные перемещения этих звеньев условно записывают так:

$$n_H \text{ МИН}^{-1} \rightarrow n_K \text{ МИН}^{-1}$$



По этим расчетным перемещениям составляют уравнение кинематического баланса данной кинематической цепи:

$$n_H \cdot i_{\text{пост}} \cdot i_x = n_K \text{ МИН}^{-1}$$

где  $n_K$  — частота вращения в минуту конечного звена органа наладки;

$n_H$  — частота вращения в минуту начального звена органа наладки;

$i_{\text{пост}}$  — постоянное передаточное отношение органа наладки;

$i_x$  — искомое передаточное отношение органа наладки.

Решая уравнение кинематического баланса относительно  $i_x$ , получим формулу наладки рассматриваемой кинематической цепи.

Если одно из конечных звеньев имеет вращательное движение, а другое — прямолинейное, то при подаче, выраженной в миллиметрах на один оборот начального звена, расчетные перемещения можно записать так:

$$i_{\text{пост}} \cdot i_x \cdot l = S$$

1 оборот начального звена →  $S$  мм продольного перемещения конечного звена.

где  $l$  — перемещение кинематической пары, преобразующей вращательное движение в прямолинейное (например, перемещение гайки за один оборот винта),  $l = Z P_v$ , мм; (здесь  $Z$  — число заходов винта;  $P_v$  — шаг винта, мм)


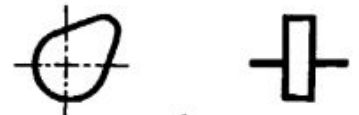
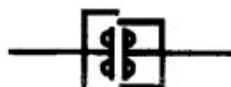
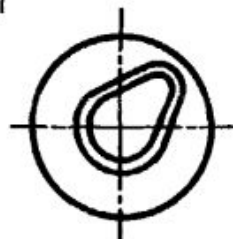

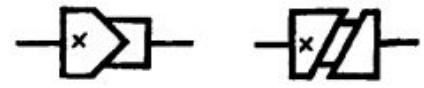

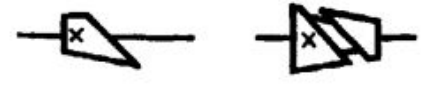

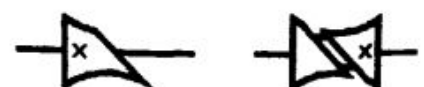

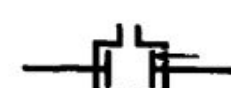

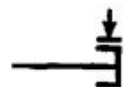






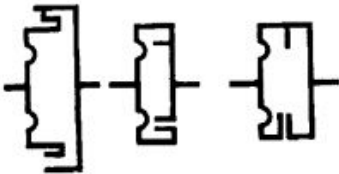
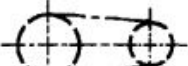

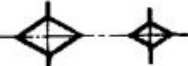
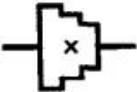



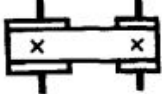
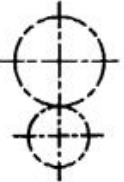
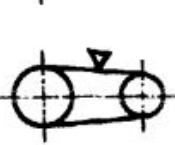
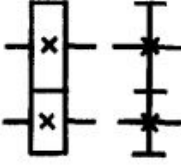
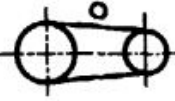
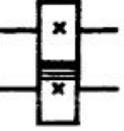
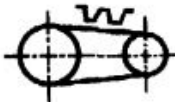
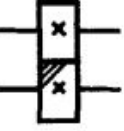


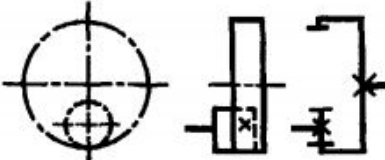
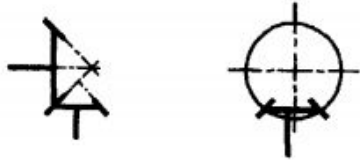

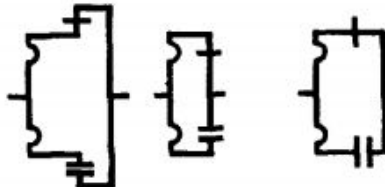
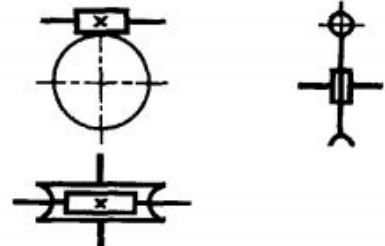
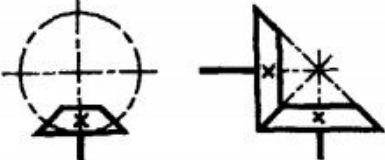
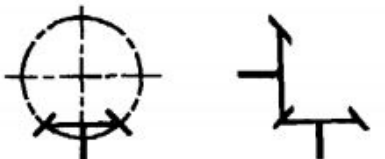
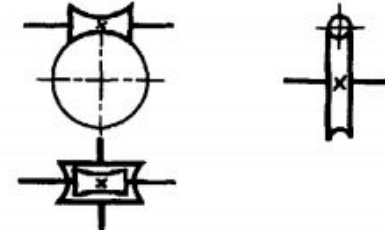

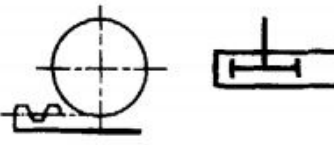
**Единая система конструкторской документации**  
**ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ**  
**В СХЕМАХ. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ**

**ГОСТ**  
**2.770—68\***

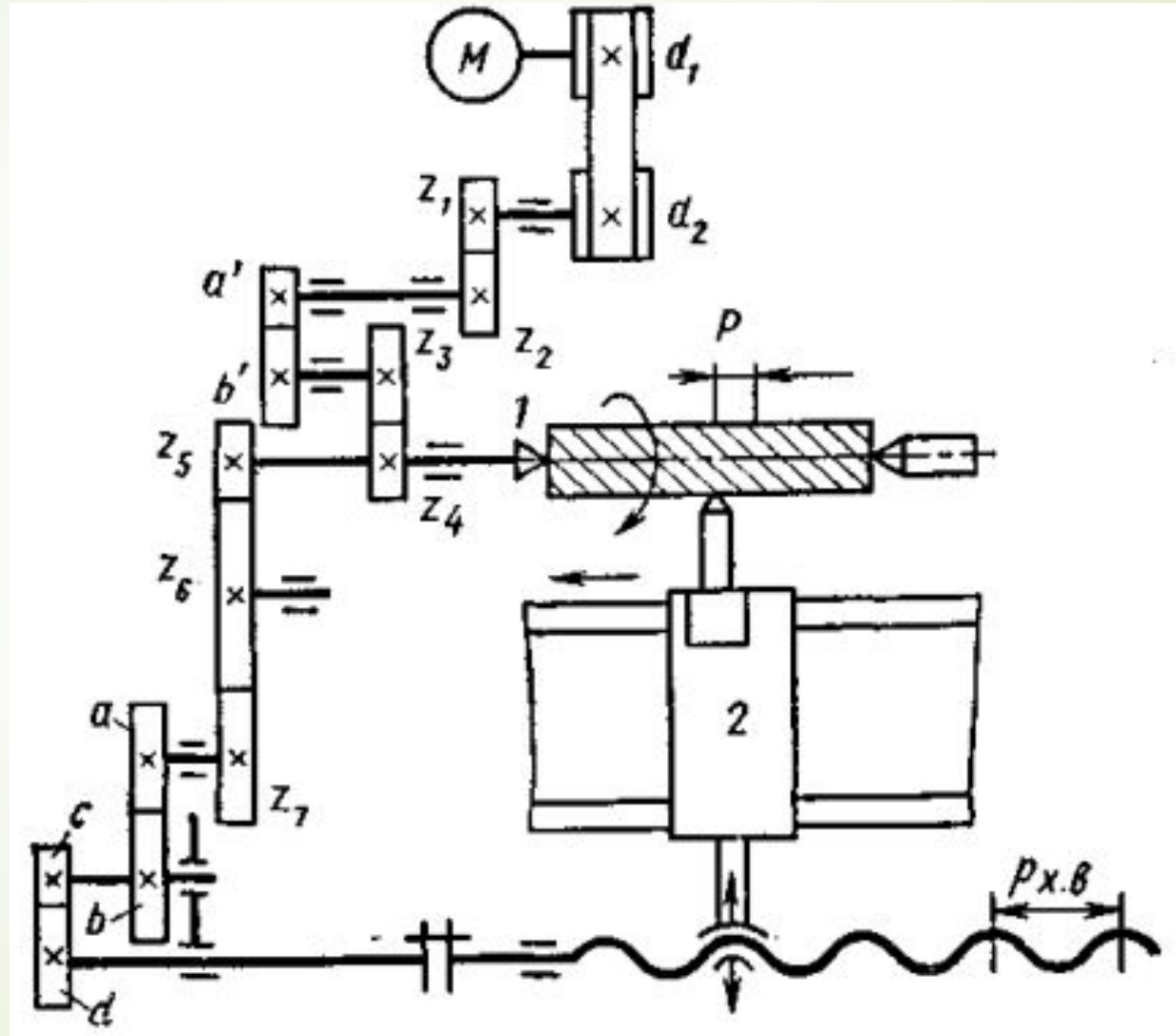
Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
7. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа):		10. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа	
а) радиальные		11. Муфта нерасцепляемая (неуправляемая)	
б) (Исключен, Изм. № 1)		а) глухая	
в) упорные		б) (Исключен, Изм. № 1)	
8. Подшипники скольжения:		в) упругая	
а) радиальные		г) компенсирующая	
б) (Исключен, Изм. № 1)			
в) радиально-упорные: односторонние		д), е) ж), з) (Исключены, Изм. № 1)	
двусторонние			
г) упорные: односторонние		12. Муфта сцепляемая (управляемая)	
двусторонние		а) общее обозначение	
9. Подшипники качения:		б) односторонняя	
а) радиальные		в) двусторонняя	
б), в) г) (Исключены, Изм. № 1)			
д) радиально-упорные: односторонние		13. Муфта сцепляемая механическая	
двусторонние		а) синхронная, например, зубчатая	
е) (Исключен, Изм. № 1)		б) асинхронная, например, фрикционная	
ж) упорные: односторонние			
двусторонние		в) — о) (Исключены, Изм. № 1)	
з) (Исключен, Изм. № 1)			

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
13а. Муфта сцепляемая электрическая		б) вращающиеся	
13б. Муфта сцепляемая гидравлическая или пневматическая		в) вращающиеся пазовые	
14. Муфта автоматическая (самодействующая)		17. Кулачки барабанные:	
а) общее обозначение		а) цилиндрические	
б) обгонная (свободного хода)		б) конические	
в) центробежная фрикционная		в) криволинейные	
г) предохранительная с разрушаемым элементом		18. Толкатель (ведомое звено)	
с неразрушаемым элементом		а) заостренный	
15. Тормоз. Общее обозначение без уточнения типа		б) дуговой	
16. Кулачки плоские:		в) роликовый	
а) продольного перемещения		г) плоский	

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
и) с гибкими роликами (волновые)		34. Передача цепью: а) общее обозначение без уточнения типа цепи	
27. Маховик на валу		б) круглозвенной	
28. Шкив ступенчатый, закрепленный на валу		в) пластинчатой	
29. Передача ремнем без уточнения типа ремня		г) зубчатой	
30. Передача плоским ремнем		35. Передачи зубчатые (цилиндрические): а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
31. Передача клиновидным ремнем		б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями	
32. Передача круглым ремнем			
33. Передача зубчатым ремнем			

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
в) внутреннее зацепление		37. Передачи зубчатые со скрещивающимися валами: а) гипоидные	
г) с некруглыми колесами			
35а. Передачи зубчатые с гибкими колесами (волновые)		б) червячные с цилиндрическим червяком	
36. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические: а) общее обозначение без уточнения типа зубьев			
		в) червячные глобоидные	
б) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями		38. Передачи зубчатые реечные: а) общее обозначение без уточнения типа зубьев	

# Упрощенная кинематическая схема токарно-винторезного станка.



## Необходимо произвести наладку токарно-винторезного станка(схема станка условная) на нарезание резьбы

Шпиндель 1 получает вращение от электродвигателя ( $n_{эл} = 960$  мин-1) через ременную передачу со шкивами  $d_1 = 100$  мм и  $d_2 = 250$  мм, зубчатую пару  $z_1/z_2$  ( $z_1=30$ ,  $z_2=50$ ) пару сменных зубчатых колес  $\frac{a'}{b'}$  и зубчатые колеса  $z_3/z_4$  ( $z_3=25$ ,  $z_4=48$ )

Резец, укрепленный на суппорте 2, получает прямолинейное движение вдоль оси заготовки от ходового винта ( $p_{х.в.} = 8$  мм), который приводится во вращение от шпинделя 1 через передачу цилиндрических зубчатых колес  $\frac{z_5}{z_6} \frac{z_7}{z_8}$  ( $z_5 = 20$ ;  $z_6 = 60$ ;  $z_7 = 40$ ) и сменные зубчатые колеса  $\frac{a}{b} \frac{c}{d}$ .

Чтобы на подобном станке можно было нарезать резьбу на заготовке, необходимо сообщить резцу вполне определенное по отношению к частоте вращения шпинделя прямолинейное движение вдоль оси заготовки.

Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$

$$n_{\text{шп}} = 1000 \cdot v / \pi \cdot d ,$$

где  $n$  — скорость резания, м/мин;  $d$  — диаметр заготовки, мм.

Вращение шпинделя с заготовкой в данном примере является **главным движением**, а движение резца вдоль оси заготовки — **движением подачи**.

Прежде всего проведем расчет наладки кинематической **цепи главного движения**.

Для этого составим уравнение кинематического баланса от электродвигателя к шпинделю (заготовке) из условия:

$$n_{\text{эл}} \frac{d_1}{d_2} \frac{z_1}{z_2} \frac{a'}{b'} \frac{z_3}{z_4} = n_{\text{шп}}$$

Нужно выразить:

$$\frac{a'}{b'} = ???$$



$$\frac{a'}{b'} = \frac{d_2 z_2 z_4 n_{\text{шп}}}{d_1 z_1 z_3 n_{\text{эл}}} = \frac{250 \cdot 50 \cdot 48 n_{\text{шп}}}{100 \cdot 30 \cdot 25 \cdot 960} = \frac{n_{\text{шп}}}{120}$$

Если вместо  $n_{\text{шп}}$  подставить его значение, выраженное через скорость резания  $n_{\text{шп}} = 1000 \cdot v / \pi \cdot d$ , получим

$$\frac{a'}{b'} = \frac{n_{\text{шп}}}{120} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d \cdot 120} \approx \frac{2,6 \cdot v}{d}$$

скорость резания находят по справочнику режимов резания

Подобрав сменные колеса,  $\frac{a'}{b'}$  осуществим наладку цепи частоты вращения шпинделя

Теперь проведем расчет наладки кинематической цепи движения подачи. Для этого составим уравнение кинематического баланса от шпинделя к ходовому винту из расчета, чтобы за один оборот шпинделя резец переместился вдоль оси заготовки на величину шага  $P$  нарезаемой резьбы (расчетные перемещения 1 оборот шпинделя  $\rightarrow P$  мм продольного перемещения резца):

$$\frac{z_5}{z_6} \frac{z_6}{z_7} \frac{a}{b} \frac{c}{d} P_{x.v.} = P$$


Найти

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d} = \text{?????}$$

Подобрав сменные зубчатые колеса

$$\frac{a}{b} \frac{c}{d}$$

, произведем наладку цепи движения подачи



При наладке станков в общем случае необходимо: по технологическому процессу обработки детали установить характер движений в станке и их взаимосвязь; определить все кинематические цепи, по которым будет осуществляться движение; составить соответствующие уравнения кинематических цепей, связывающих попарно рабочие органы станка; по полученным передаточным отношениям вычислить и подобрать сменные зубчатые колеса и т. п.

При составлении уравнения кинематической цепи безразлично, в каком порядке рассматривается эта цепь — от первого элемента ее (считая в направлении передачи движения) к последнему или от последнего к первому.

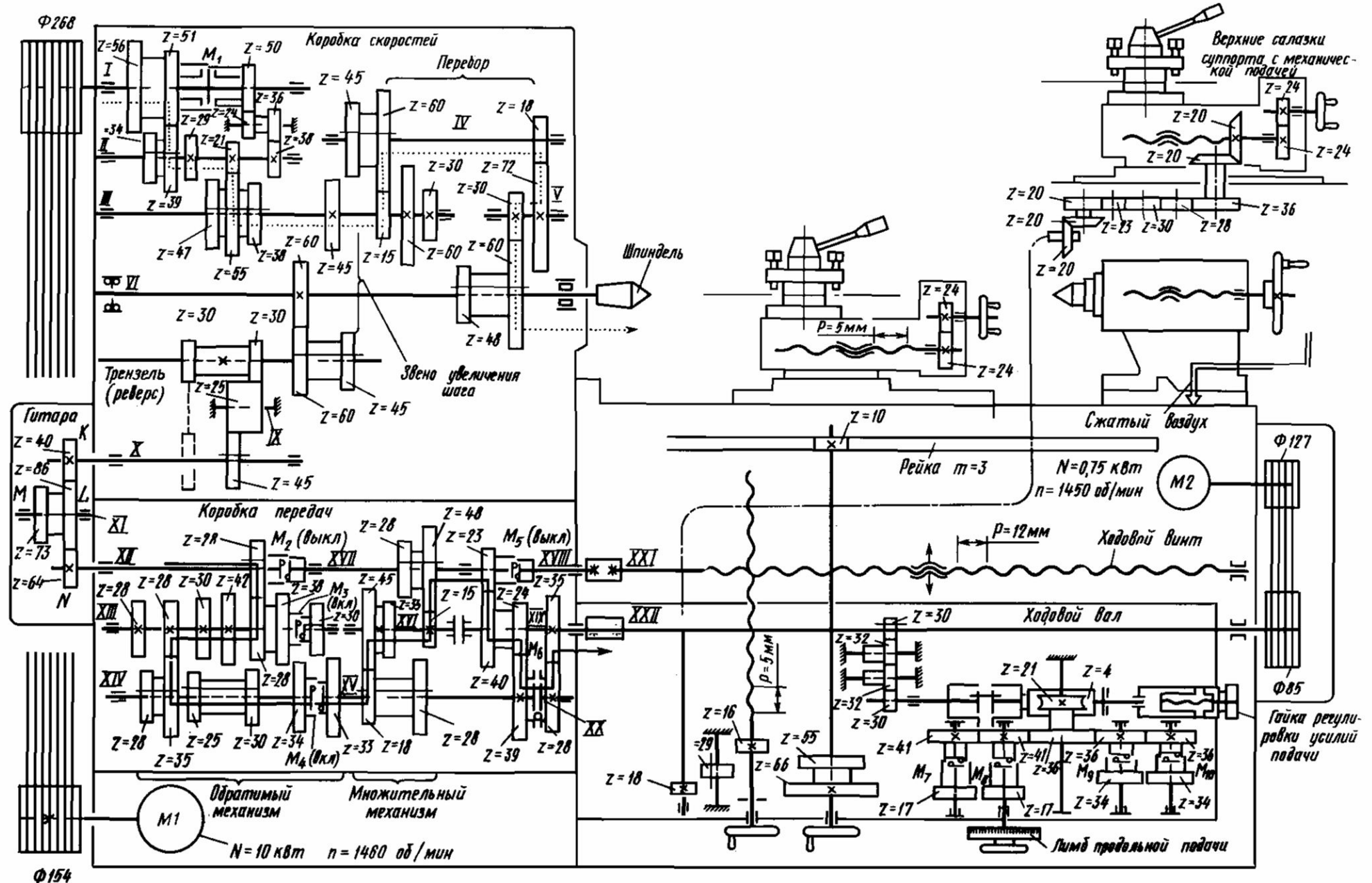
# Токарно-винторезный станок

## мод. 16К20

### Техническая характеристика

□ Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм.	400
□ Расстояние между центрами, мм	710, 1000, 1400, 2000
□ Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	50
□ Пределы частот вращения шпинделя, об/мин.	12,5...1600
□ Число продольных и поперечных подач	24
□ Пределы подач, мм/об:	
продольных	0,05...2,8,
поперечных	0,025...1,4
□ Пределы шагов нарезаемых резьб:	
метрических, мм	0,5...112
дюймовых, ниток на 1"	56...0,5
модульных, мм	(0,5...112)π
питчевых, питч	56...0,5
□ Мощность главного электродвигателя, кВт	10

# Кинематическая схема станка



# Кинематическая настройка

□ Главное движение.  $\Phi(VI)$

$$\boxed{n_{\text{ЭЛ.}} \rightarrow n_{\text{ШП}}} \quad n_{\text{ШП}} = \frac{1000V}{\pi \cdot D}$$

УКБ  
без перебора

$$1460 \cdot \frac{148}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{56}{34} \left( \text{или} \frac{51}{39} \right) \times$$
$$\frac{29}{47} \left( \text{или} \frac{21}{55}, \text{ или} \frac{38}{38} \right) \cdot \frac{60}{48} \left( \text{или} \frac{39}{60} \right) = n_{\text{ШП}}$$

# Кинематическая настройка

Главное движение

с перебором

$$1460 \cdot \frac{148}{268} \cdot 0,985 \cdot \frac{56}{34} \left( \text{или } \frac{51}{39} \right) \cdot \frac{29}{47} \left( \text{или } \frac{21}{55}, \text{ или } \frac{38}{38} \right) \times$$
$$\frac{45}{45} \left( \text{или } \frac{15}{60} \right) \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = n_{\text{ШП}}$$

# Кинематическая настройка движения ПОДАЧ

□ Продольная подача  $\Phi(\Pi 2)$

$$\boxed{1 \cdot \text{оборот} \cdot \text{шпинделя} \rightarrow S_{\text{пр}}}, (\text{мм}).$$

$$1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{24} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \left( \text{или } \frac{30}{25}, \text{ или } \frac{28}{35}, \text{ или } \frac{28}{28} \right) \times$$

$$\frac{18}{45} \left( \text{или } \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{28}{35} \left( \text{или } \frac{15}{48} \right) \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{32} \cdot \frac{32}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{17}{66} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 10 = S_{\text{пр}}$$



# Кинематическая настройка движения

ПОДАЧ

□ Поперечная подача  $\Phi(\text{ПЗ})$

$$1 \cdot \text{оборот} \cdot \text{шпинделя} \rightarrow S_{\text{ПОП}}$$

$$1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{24} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \left( \text{или} \frac{30}{25}, \text{ или} \frac{28}{35}, \text{ или} \frac{28}{28} \right) \frac{18}{45} \times$$
$$\times \left( \text{или} \frac{28}{35} \right) \frac{35}{28} \left( \text{или} \frac{15}{48} \right) \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{32} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{34}{55} \times$$
$$\times \frac{55}{29} \cdot \frac{29}{16} \cdot 5 = S_{\text{поп}}$$

# Кинематическая настройка нарезания резьбы

□ Метрической.  $\Phi(B1П2)$ .

$$1 \cdot \text{оборот} \cdot \text{шпинделя} \rightarrow P_p$$

$$1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \left( \text{или} \frac{30}{25}, \text{ или} \frac{28}{35}, \text{ или} \frac{28}{28} \right) \cdot \times$$

$$\frac{18}{45} \cdot \left( \text{или} \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{35}{28} \left( \text{или} \frac{15}{48} \right) \cdot 12 = P_p$$

# Кинематическая настройка нарезания резьбы

□ Дюймовой  $\Phi(V1П2)$ .

$$1 \cdot \text{оборот} \cdot \text{шпинделя} \rightarrow P_p = \frac{25,4}{n_p}$$

$$1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{38}{34} \cdot \frac{30}{42} \left( \text{или} \frac{25}{30}, \text{ или} \frac{35}{28}, \text{ или} \frac{28}{28} \right) \times \\ \times \frac{30}{33} \cdot \frac{18}{45} \left( \text{или} \frac{28}{35} \right) \cdot \frac{35}{28} \left( \text{или} \frac{15}{48} \right) \cdot 12 = \frac{25,4}{n_p}$$

# Кинематическая настройка нарезания резьбы

□ Точная резьба **Ф(В1П2)**.

(с нестандартным шагом)

$$1 \cdot \text{оборот} \cdot \text{шпинделя} \rightarrow P_p$$

$$1 \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} P_{\text{см}} \cdot 12 = p$$