

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ С Т А Н К И

Методические указания
к проведению практических занятий
и выполнению расчетно-графической работы
по обоснованию технических характеристик
при проектировании металлорежущих станков
для студентов направления
5.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2023

УДК [621.914.3+621.941+621.952](076.5)

ББК 34.63-5я73-5

М54

Р е ц е н з е н т :

В.Я. Копп - д-р. техн. наук, профессор кафедры
«Приборостроения и автоматизации технологических процессов»

Составители: А.О. Харченко, Е.А. Владецкая

М54 Metallорежущие станки: методические указания к проведению практических занятий и выполнению расчетно-графической работы по обоснованию технических характеристик при проектировании металлорежущих станков для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт ; сост. : А. О. Харченко, Е. А. Владецкая. – Севастополь : СевГУ, 2023. – 43 с. – Текст : электронный.

Методические указания предназначены для учебно-методического обеспечения дисциплины «Металлорежущие станки». Целью методических указаний является оказание помощи студентам при выполнении расчетно-графической работы по обоснованию технических характеристик привода главного движения металлорежущих станков.

УДК[621.914.3+621.941+621.952/.95](076.5)
ББК 34.63-5я73-5

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Технология машиностроения», протокол № 2 от 14 сентября 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	
Обоснование технических характеристик станков токарной группы.....	4
1.1 Токарные и токарно-винторезные станки	4
1.2 Токарно-револьверные станки	15
1.3 Токарно-карусельные станки	16
2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	
Обоснование технических характеристик станков сверлильной группы	18
2.1 Вертикально-сверлильные станки.....	18
2.2 Радиально-сверлильные станки	19
2.3 План обоснования технической характеристики сверлильных станков.....	20
3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3	
Обоснование технических характеристик станков фрезерной группы	22
3.1 Фрезерные консольные станки	22
3.2 План обоснования технической характеристики фрезерных станков.	23
3.3 Продольно-фрезерные станки.	25
3.4 План обоснования технической характеристики продольно-фрезерных станков	26
3.5 Выбор припусков и глубины резания.	27
3.6 Выбор скорости резания, частот вращения.	27
3.7 Выбор мощности главного движения.....	28
4 Порядок выполнения работы.....	38
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	31
Приложение А.....	32
Приложение Б.....	33
Приложение В.....	34
Приложение Г.....	36
Приложение Д.....	41

1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Обоснование технических характеристик станков токарной группы

Цель работы: изучение методов расчета приводов главного движения металлорежущих станков, применение их на практике при поиске новых технических решений и модернизации базовых вариантов.

1.1. Токарные и токарно-винторезные станки

Основными размерами токарных и токарно-винторезных станков являются (рис. 1., табл. 1):

D – наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной;

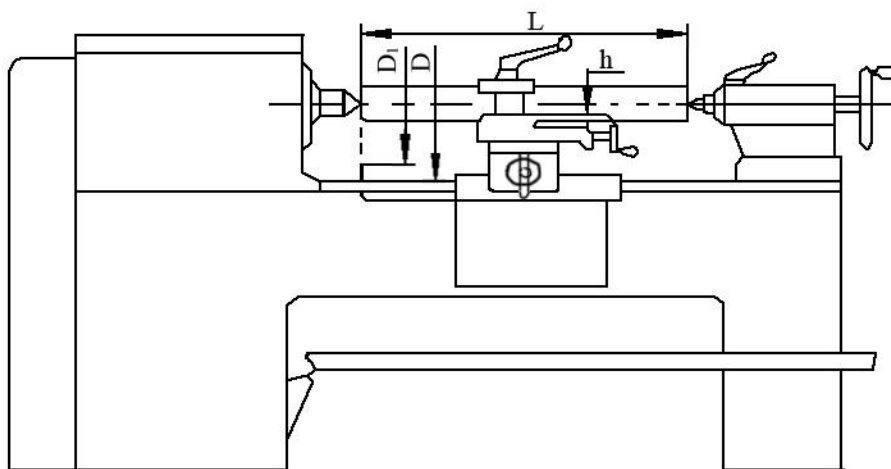
D_1 – наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом;

L – наибольшая длина обрабатываемого изделия;

h – высота резца, устанавливаемого в резцедержателе.



a



б

Рис. 1. – Общий вид токарного станка с ЧПУ СТ16А25 (*a*) и схема токарно-винторезного станка 16К20 (*б*)

Таблица 1 – Основные размеры токарных и токарно-винторезных станков

Размеры, мм				
D	250	320	400	500
D_1	125	160	210	260
L	500	500	710	1000
h	16	20	25	32
Центр в шпинделе, конус Морзе, не менее	3	4	5	6
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72 и ГОСТ 12595-92 (условный размер)	4; 5	5; 6	5; 6	6; 8

При проектировании токарных и токарно-винторезных станков должны быть известны:

- 1) D – наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной;
- 2) материалы обрабатываемых изделий;
- 3) материалы применяемых режущих инструментов;
- 4) характер производства, в котором предполагается использовать станки.

Для токарно-винторезных станков кроме этого задаются типы и диапазоны нарезаемых резьб.

1.1.2 План обоснования технической характеристики токарных и токарно-винторезных станков

По заданному наибольшему диаметру обрабатываемого изделия над станиной – D выбирается наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом D_1 (табл. 1).

Для данных станков характерна обработка изделий в центрах, поэтому величиной максимального диаметра изделий, наиболее часто обрабатываемых на станках, является D_1 , её обозначим D_{1max} .

Наименьший диаметр обрабатываемого изделия определится по выбранным диаметрам $D_{min} = 0,25D_{1max}$, мм.

Обоснование технической характеристики производится по выбранным диаметрам D_{1max} и D_{min} .

1.1.3 Выбор припусков и глубины резания (t_{max} и t_{min})

По габаритным размерам обработки изделия (D_{1max} и L_{max} изделия) выбирается максимальный припуск t_{max} на черновую обработку по ГОСТ 1855-85 (припуски на механическую обработку отливок из серого чугуна) [1] и по ГОСТ 2009-55 (припуски на механическую обработку стальных отливок), где $L_{max. изд.} = 0,5 L$, мм (L – из ГОСТ 440-71; табл. 1); t_{max} – максимальный припуск на сторону, проектируемый для снятия за один проход с учетом обеспечения максимальной производительности, мм.

Минимальный припуск t_{min} выбирается на сторону для чистового точения (как межоперационный – на чистовое обтачивание валов после чернового обтачивания) [1] с учетом допуска на припуск по минимальному диаметру изделия D_{min} и по минимальной длине $L_{min} = 0,2 L$, мм (L – из ГОСТ 440-71; табл. 1).

1.1.4 Выбор пределов скоростей резания

Предельные значения скоростей резания V_{max} и V_{min} выбираются по картам режимов резания в соответствии с заданием, по нормативному справочнику [2] или рассчитываются по формулам теории резания, причем

- V_{max} , м/мин – максимальная скорость для чистовых операций (t_{min} , s_{min}), выбирается для всех материалов инструмента и обрабатываемого материала с введением поправочных коэффициентов в зависимости от δ_{ep} и HB материала и др.;
- V_{min} , м/мин – минимальная скорость резания для черновых операций (t_{max} , s_{max}), выбирается также для всех обрабатываемых материалов и материала инструмента по заданию.

Из всех найденных (обоснованных) значений V_{max} и V_{min} выбираются самые предельные величины скорости и определяются пределы частот вращения:

$$n_{max} = 1000 V_{max} / \pi D_{min}, \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{min} = 1000 V_{min} / \pi D_{1max}, \text{ мин}^{-1},$$

где D_{min} и D_{1max} – предельные значения обрабатываемых диаметров изделия, мм.

Коробка скоростей станка должна проектироваться с учетом обоснованных предельных значений частот вращения. При этом необходимо учитывать следующее:

1) на токарно-винторезных станках могут выполняться резьбонарезные работы и зачистные проходы;

2) проектирование коробок скоростей универсальных станков с частотами вращения шпинделя $n_{max} > 3000 \text{ мин}^{-1}$ не рекомендуется в связи с увеличением дополнительных затрат, вызванных тщательной балансировкой всех деталей коробки скоростей, улучшением системы смазки и т.д. [4].

Принятые значения n_{max} и n_{min} обязательно сверяются с нормальным рядом по нормали станкостроения Н II-I (табл. 2) для выбранного значения знаменателя геометрического ряда ϕ и при необходимости корректируются для соответствия их стандартным значениям.

Таблица 2 – Нормальные ряды чисел оборотов для стандартных значений
знаменателя геометрического ряда

Значение ф							Значение ф							Значение ф						
1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0	1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	10	10	10	10	10	10	10	100	100	100	100	100	100	100
1,06							10,06							106						
1,12	1,12						11,2	11,2		11,2				112	112					
1,18							11,8							118						
1,25	1,25	1,25					12,5	12,5	12,5					125	125	125	125			125
1,32							13,2							132						
1,4	1,4		1,4				14	14						140	140					
1,5							15							150						
1,6	1,6	1,6		1,6			16	16	16	16	16		16	160	160	160		160		
1,7							17							170						
1,8	1,8				1,8		18	18				18		180	180		180		180	
1,9							19							190						
2,0	2,0	2,0	2,0			2,0	20	20	20					200	200	200				
2,12							21,2							212						
2,24	2,24						22,4	22,4		22,4				224	224					
2,36							23,6							236						
2,5	2,5	2,5		2,5			25	25	25		25			250	250	250	250	250		250
2,65							26,5							265						
2,8	2,8		2,8				28	28						280	280					
3,0							30							300						
3,15	3,15	3,15			3,15		31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5	315	315	315			315	
3,35							33,5							335						
3,55	3,55						35,5	35,5						355	355		355			
3,75							37,5							375						
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	40	40	40		40			400	400	400		400		
4,25							42,5							425						
4,5	4,5						45	45		45				450	450					
4,75							47,5							475						
5,0	5,0	5,0					50	50	50					500	500	500	500			500
5,3							53							530						
5,6	5,6		5,6		5,6		56	56				56		560	560				560	
6,0							60							600						
6,3	6,3	6,3		6,3			63	63	63	63	63		63	630	630	630		630		
6,7							67							670						
7,1	7,1						71	71						710	710		710			
7,5							75							750						
8,0	8,0	8,0	8,0			8,0	80	80	80					800	800	800				
8,5							85							850						
9,0	9,0						90	90		90				900	900					
9,5							95							950						
														1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

1.1.5 Выбор усилий резания и нормативной мощности привода главного движения и подач

Усилия резания и мощность определяются по нормативным справочникам [2] или рассчитываются по формулам.

Вертикальная (тангенциальная) составляющая усилия резания $P_{z\max}$, N определяется как для мягких, так и для твердых материалов. Для последующих расчетов деталей механизмов подачи необходимо выбрать радиальную силу резания $P_{y\max}$ и осевую силу (силу подачи) $P_{x\max}$.

Выбор нормативной (эффективной) мощности $N_{\text{эф. max}}$ производится для различных материалов изделия и инструмента для черновых операций ($t_{\max}$, $S_{\max}$, $V_{\min}$), причем $V_{\min}$ – соответствующая этим же условиям скорость резания.

Мощность электродвигателя главного движения определяется по формуле:

$$N_{\text{эл. дв.}} = N_{\text{эф. max}} / \eta \cdot k, \text{ кВт},$$

где η – коэффициент полезного действия станка, который принимается для станков токарной группы приблизительно в пределах $\eta = 0,70 \dots 0,85$;

k – коэффициент перегрузки двигателя для универсальных станков, может быть принят $k = 1,25 \dots 1,30$ (при кратковременной перегрузке не более 16 мин).

В случае применения резцов, оснащенных пластинками твердого сплава (Т15К6 и т.п.), мощность двигателя по величине получается большой.

Однако, как показывают статистические данные по использованию станков, универсальные станки значительную часть общего времени работают при сравнительно небольшой мощности (выполнение 93 % работ требует мощности до 0,75 от номинальной). Поэтому мощность электродвигателя привода проектируемого станка можно принять такой же, как на современных станках данного типоразмера, что обеспечит выполнение основной массы характерных работ.

Или же, исходя из условий средней загруженности станков по мощности, устанавливаемую мощность $N_{\text{уст}}$ привода можно принимать для универсальных станков равной:

$$N_{\text{уст}} = (0,3 \div 0,7) N_{\text{эл дв}}, \text{ кВт}.$$

Если в проектируемом станке предусматривается только один электродвигатель, то при определении его мощности должна быть учтена мощность, необходимая для подачи и вспомогательных движений.

Мощность, потребная на подачу, обычно невелика: для токарных и револьверных станков она составляет 3-4 %, для сверлильных – 4-6 % , для фрезерных – 15-20 % от мощности привода главного движения и может быть учтена при его расчете.

Если же подача и другие движения осуществляются от отдельных электродвигателей, то для каждой кинематической цепи потребную мощность подсчитывают отдельно.

Окончательно по каталогу электродвигателей выбирается тип мотора и записывается его характеристика.

Таблица 3 – Технические характеристики асинхронных электродвигателей серии 4А

Тип двигателя	$P_{\text{ном}},$ кВт	$n,$ мин ⁻¹	$\frac{M_{\text{кр}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_n}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{I_n}{I_{\text{ном}}}$	$J, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
$n_0=3000 \text{ мин}^{-1}$							
4А71В2У3	1,1	2810	2,2	2,0	1,5	5,5	$10,5 \cdot 10^{-4}$
4А80А2У3	1,5	2850	2,6	2,1	1,4	6,5	$18,3 \cdot 10^{-4}$
4А80В2У3	2,2	2850	2,6	2,1	1,4	6,5	$21,3 \cdot 10^{-4}$
4А90Л2У3	3,0	2840	2,5	2,1	1,6	6,5	$35,3 \cdot 10^{-4}$
4А100S2У3	4,0	2880	2,5	2,0	1,6	7,5	$59,3 \cdot 10^{-4}$
4А100Л2У3	5,5	2880	2,5	2,0	1,6	7,5	$75,0 \cdot 10^{-4}$
4А112М2У3	7,5	2900	2,8	2,0	1,8	7,5	$1,0 \cdot 10^{-2}$
4А132М2У3	11,0	2900	2,8	1,7	1,5	7,5	$2,25 \cdot 10^{-2}$
4А160S2У3	15,0	2940	2,2	1,4	1,0	7,0	$4,75 \cdot 10^{-2}$
4А160М2У3	18,5	2940	2,2	1,4	1,0	7,0	$5,25 \cdot 10^{-2}$
4А180S2У3	22,0	2940	2,5	1,4	1,1	7,0	$7,0 \cdot 10^{-2}$
4А180М2У3	30,0	2945	2,5	1,4	1,1	7,5	$8,5 \cdot 10^{-2}$
$n_0=1500 \text{ мин}^{-1}$							
4А80А4У3	1,1	1420	2,2	2,0	1,6	5,0	$32,3 \cdot 10^{-4}$
4А80В4У3	1,5	1415	2,2	2,0	1,6	5,0	$33,3 \cdot 10^{-4}$
4А90Л4У3	2,2	1425	2,4	2,1	1,6	6,0	$56,0 \cdot 10^{-4}$
4А90S4У3	3,0	1435	2,4	2,0	1,6	6,0	$86,8 \cdot 10^{-4}$
4А100Л4У3	4,0	1430	2,4	2,0	1,6	6,0	$1,13 \cdot 10^{-2}$
4А112М4У3	5,5	1445	2,2	2,0	1,6	7,0	$1,75 \cdot 10^{-2}$
4А132S4У3	7,5	1455	3,0	2,2	1,7	7,5	$2,75 \cdot 10^{-2}$
4А132М4У3	11,0	1460	3,0	2,2	1,7	7,5	$4,0 \cdot 10^{-2}$
4А160S4у3	15,0	1465	2,3	1,4	1,0	7,0	$10,3 \cdot 10^{-2}$
4А160М4У3	18,5	1465	2,3	1,4	1,0	7,0	$12,8 \cdot 10^{-2}$
4А180S4У3	22,0	1470	2,3	1,4	1,0	6,5	$19,0 \cdot 10^{-2}$
4А180М4У3	30,0	1470	2,3	1,4	1,0	6,5	$23,3 \cdot 10^{-2}$
$n_0=750 \text{ мин}^{-1}$							
4А90Л8У3	1,1	700	1,9	1,6	1,4	3,5	-
4А100Л8У3	1,5	700	1,9	1,6	1,3	4,0	-
4А112МА8У3	2,2	700	2,2	1,9	1,5	5,0	-
4А112МВ8У3	3,0	700	2,2	1,9	1,5	5,0	-
4А132S8У3	4,0	720	2,6	1,9	1,7	5,5	-
4А132М8У3	5,5	720	2,6	1,9	1,7	5,5	-
4А160S8У3	7,5	730	2,2	1,4	1,0	6,0	-
4А160М8У3	11,0	730	2,2	1,4	1,0	6,0	-

Таблица 4 – Основные размеры и масса асинхронных электродвигателей серии 4А, установленных на лапах (рис. 2)

Тип двигателя	Число полюсов	Габаритные размеры			Установочно-присоединительные размеры, мм							Масса, кг
		L	H	D	l_1	l_{10}	l_{31}	d_1	d_{10}	b_{10}	h	
4A71B	2,4,6,8	285	203	170	40	90	45	19	7	112	71	15,1
4A80A	2,4,6,8	300	218	186	50	100	50	22	10	125	80	17,4
4A80B	2,4,6,8	320	218	186	50	100	50	22	10	125	80	20,4
4A90L	2,4,6,8	350	243	208	50	125	56	24	10	140	90	28,7
4A100S	2,4	362	263	235	60	112	63	28	12	160	100	36,0
4A100L	2,4,6,8	392	263	235	60	140	63	28	12	160	100	42,0
4A112M	2,4,6,8	452	310	265	80	140	70	32	12	190	112	56,0
4A132S	4,6,8	480	350	302	80	140	89	38	12	216	132	77,0
4A132M	2,4,6,8	530	350	302	80	178	89	38	12	216	132	93,0
4A160S	2,4,6,8	624	430	358	110	178	108	42	15	254	160	130,0
4A160M	2,4,6,8	667	430	358	110	210	108	48	15	254	160	160,0
4A180S	2,4	662	470	410	110	203	121	55	15	279	180	175,0
4A180M	2,4,6,8	702	470	410	110	241	121	55	15	279	180	195,0

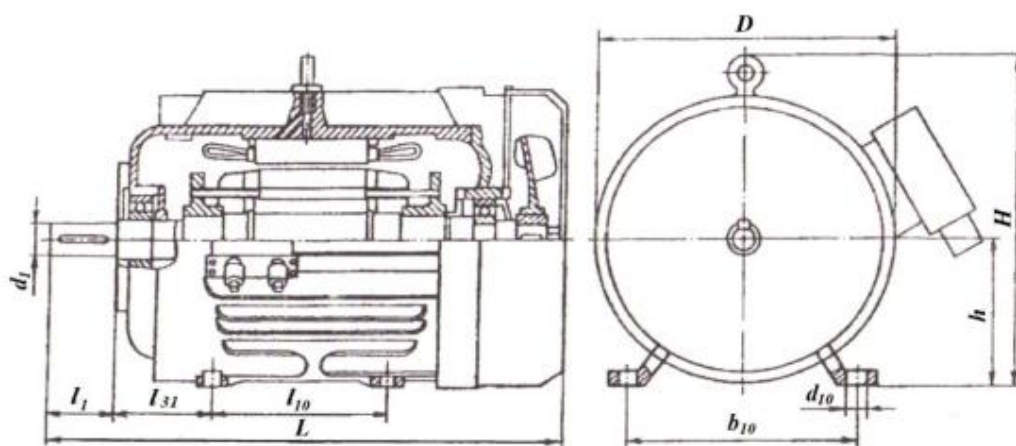


Рис. 2 – Общий вид электродвигателей серии 4А при установке на лапах

Таблица 5 – Основные размеры и масса асинхронных электродвигателей серии 4А, установленных на фланец (рис. 3)

Тип двигателя	Число полюсов	L	H	D	l_1	l_2	l_3	d_1	d_2	d_3	d_4	b	h_1	h_2	Масса, кг
4А71	2,4,6	285	130	200	40	3,5	10	19	165	12	130	6	6	21,5	15,7
4А80А	2,4,6,8	300	138	200	50	3,5	10	22	165	12	130	6	6	24,5	18,3
4А80В	2,4,6,8	320	138	200	50	3,5	10	22	165	12	130	6	6	24,5	21,3
4А90L	2,4,6,8	350	153	250	50	4,0	12	24	215	15	180	8	7	27,0	30,0
4А100S	2,4,6,8	362	163	250	60	4,0	14	28	215	15	180	8	7	31,0	37,0
4А100L	2,4,6,8	392	163	250	60	4,0	14	28	215	15	180	8	7	31,0	42,8
4А112М	2,4,6,8	452	198	300	80	4,0	16	32	265	15	230	10	8	35,0	58,0
4А132S	2,4,6,8	480	218	350	80	5,0	18	38	300	19	250	10	8	41,0	82,0
4А132М	2,4,6,8	530	218	350	80	5,0	18	38	300	19	250	10	8	41,0	97,0

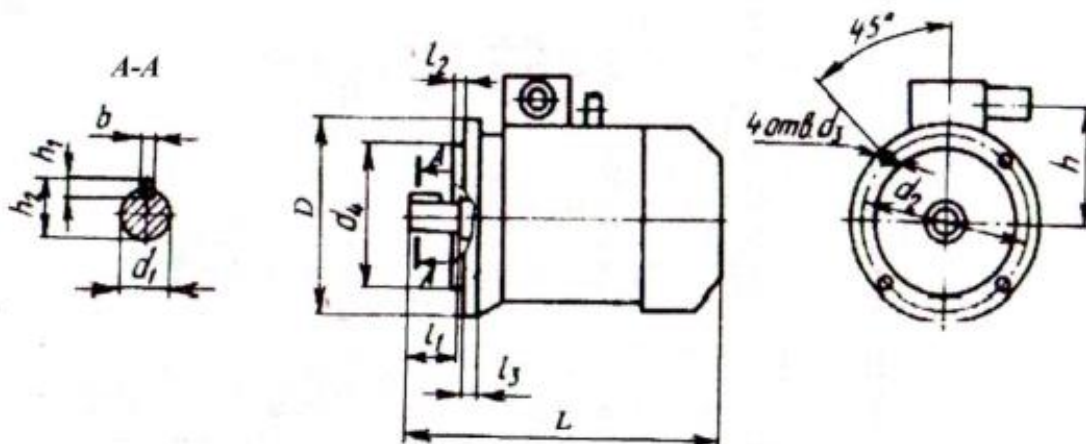


Рис. 3 – Общий вид электродвигателей серии 4А при установке на фланец

Таблица 6 – Технические характеристики и основные размеры двухскоростных асинхронных электродвигателей серии 4А

Тип двигателя	$P_{ном}$, кВт	n , мин ⁻¹	Основные размеры, мм				
			на лапах				на фланцах
			d_1	L	h	H	d_4
А61-4/2	7,5/10	1470/2920	35	580	200	440	250
А62-4/2	10,5/14,0	1480/2920	35	580	200	440	250
А61-8/4	3,5/5,0	720/1440	45	562	200	440	300
А62-8/4	5,0/7,0	720/1450	45	562	200	440	300
А71-8/4	7,0/10,0	725/1450	55	665	236	517	350
А72-8/4	10,0/14,0	725/1450	55	665	236	517	350
А81-8/4	14,0/20,0	730/1460	65	838	280	616	450
А82-8/4	20,0/28,0	730/1460	65	838	280	616	450

1.1.6 Обоснование чисел ступеней частот вращения и подач

При обосновании чисел ступеней частот вращения и подач рекомендуется исходить из следующих условий:

а) для чисел ступеней Z_n привода главного движения:

$$Z_n = 1 + \frac{\lg R_n}{\lg \varphi}$$

где R_n - диапазон (область) регулирования частот вращения шпинделя

$$R_n = n_{\max} / n_{\min} .$$

При выполнении данного этапа работ выбор знаменателей φ рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Частоты вращения шпинделя и величины подач должны выбираться по геометрическому ряду с одинаковыми φ на всем диапазоне регулирования или с различными φ на отдельных его участках. Применение каких-либо других рядов частот вращения нецелесообразно ввиду значительных конструктивных трудностей в осуществлении негеометрических рядов в многоваловой коробке скоростей.

2. Наиболее распространенные значения $\varphi = 1,26$ являются основными, т.к. при переходе на $\varphi = 1,41$ и $\varphi = 1,58$ заметное снижение эксплуатационных способностей универсального станка обычно не оправдывается упрощением коробок скоростей.

Структурная формула привода главного движения будет иметь вид:

$$Z_n = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_n .$$

Кинематически оптимальными для многоваловых коробок являются числа ступеней скоростей, разлагающиеся на множители 2 и 3.

После обоснования технической характеристики станка следует выполнить кинематические и последующие этапы обоснования конструкции, расчеты деталей, узлов станка.

1.2 Токарно-револьверные станки

Основными размерами токарно-револьверных станков по ГОСТ 3179-72 являются (рис. 4, табл. 7):

- d – наибольший диаметр обрабатываемого прутка;
- D – наибольший диаметр изделия, обрабатываемого над станиной;
- D_1 – наибольший диаметр изделия, обрабатываемого над поперечным суппортом;
- L – наибольшее расстояние от переднего торца шпинделя до револьверной головки;
- h – наибольшая высота резца, установленного в резцедержателях поперечного суппорта;
- H – расстояние от низа основания станка до оси шпинделя и др.

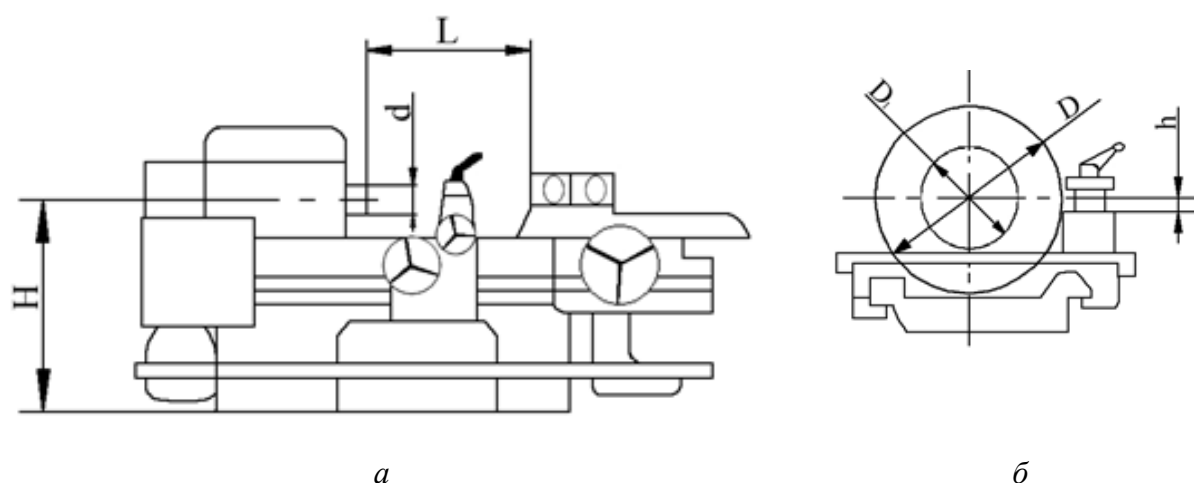


Рис. 4 – Общий вид токарно-револьверного станка (а) и вид сбоку на его рабочую зону (б)

Таблица 7 – Основные размеры токарно-винторезных станков

Размеры, мм				
d	25	40	65	100
D	320	400	500	630
D_1	160	200	260	350
L	500	710	1000	1400
h	20	25	32	40
Конец шпинделя по ГОСТ 12595-72 (условный размер)	5,6	6,8	8,11	11,15
H	1060		1120	

Примечание: из ГОСТов выбраны только те размеры, которые необходимы для выполнения индивидуальных заданий по РГР и курсовым проектам.

Обоснование технической характеристики токарно-револьверных станков производится аналогично вышеприведенному плану обоснования характеристики токарных и токарно-винторезных станков:

- 1) для обработки штучных изделий в патроне с наибольшим диаметром D_1 обрабатываемого изделия над поперечным суппортом;
- 2) для обработки изделий из прутка с наибольшим диаметром обрабатываемого прутка d .

Максимальную длину наиболее часто обрабатываемых изделий можно принять равной:

$$L_{\max \text{ изд}} \approx (0,3 \div 0,4) L, \text{ мм (табл. 7),}$$

наименьшую длину:

$$L_{\min \text{ изд}} \approx 0,5 L_{\max \text{ изд}}, \text{ мм.}$$

1.3 Токарно-карусельные станки

Основными размерами токарно-карусельных станков по ГОСТ 600-72 являются (рис. 5, табл. 8):

- D – наибольший диаметр устанавливаемого изделия;
- D_1 – диаметр планшайбы стола;
- H – наибольшая высота устанавливаемого изделия;
- h – наибольшая высота сечения резца;
- L – наибольшая длина хода ползуна верхнего суппорта;
- Q – наибольшая масса устанавливаемого изделия, кг.

Обоснование технической характеристики токарно-карусельных станков производится по плану обоснования токарных и токарно-винторезных станков. Максимальный $D_{\max}$ и минимальный $D_{\min}$ диаметры

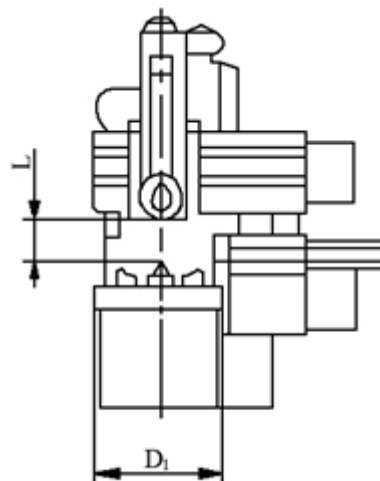
обрабатываемых изделий рекомендуется принимать из следующих соотношений:

$$D_{max} = 0,8 \cdot D_1, \text{ мм};$$

$$D_{min} = 0,2 \cdot D_{max}, \text{ мм}.$$



а



б

Рис. 5 – Общий вид токарно-карусельного станка с ЧПУ RAL-1 (а) и схема токарно-карусельных станков (б)

Соответственно максимальную $L_{max \text{ изд.}}$ и минимальную $L_{min \text{ изд.}}$ длины обрабатываемых изделий выбирают из соотношений:

$$L_{max \text{ изд.}} = (0,4 \div 0,5) \cdot H, \text{ мм};$$

$$L_{min \text{ изд.}} = 0,5 \cdot L_{max \text{ изд.}}, \text{ мм}.$$

Дальнейшее обоснование технической характеристики данных станков производится аналогично приведенному ранее плану обоснования токарно-винторезных станков.

Таблица 8 – Основные размеры токарно-карусельных станков

Размеры, мм							
одностоечные станки					двухстоечные станки		
D	8000	1000	1250	1600	2000	2500	3150
D_1	710	900	1120	1400	1800	2240	2800
H	800	800	1000	1000	1250	1600	2000
h	40	40	40	40	50	50	50
L	480	480	600	600	750	950	1180
$Q, \text{ кг}$	1600	2500	4000	6300	10000	16000	25000

2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Обоснование технических характеристик станков сверлильной группы

2.1. Вертикально-сверлильные станки

Основными размерами вертикально-сверлильных станков по ГОСТ 1227-70 являются (рис. 6, табл. 9):

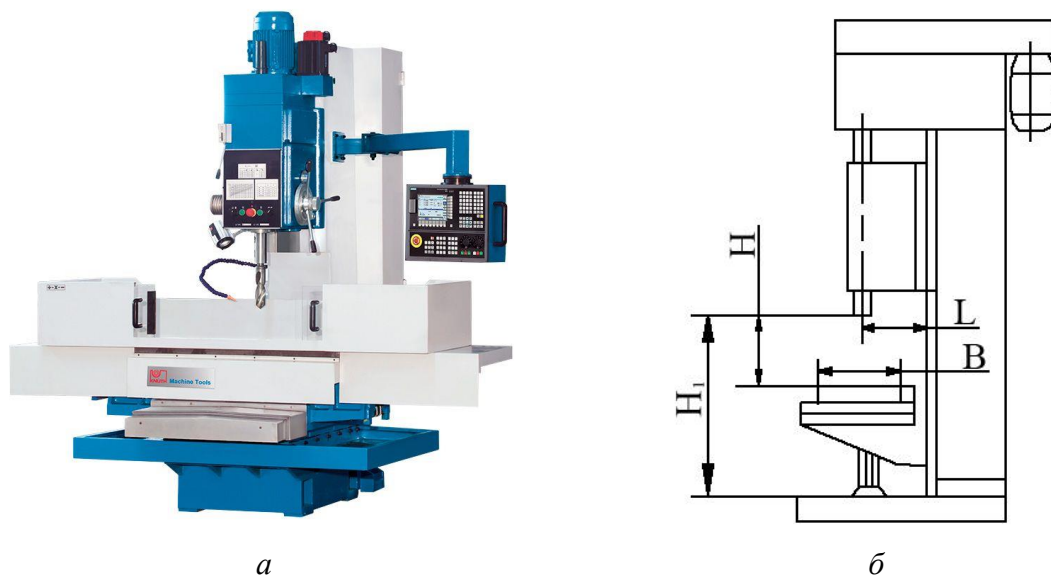


Рис. 6 – Общий вид вертикально-сверлильного станка с ЧПУ Knuth KSB 40 (а) и схема вертикально-сверлильного станка (б)

D_1 – наибольший условный диаметр сверления в стали 45 по ГОСТ 1050-74

L – вылет шпинделя от колонны, не менее;

H – наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола;

h – наибольший ход шпинделя;

B – ширина или диаметр рабочей поверхности стола;

H_1 – наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, не менее.

Таблица 9 – Основные размеры вертикально-сверлильного станка

D	18	25	35	50	75
L	200	250	300	350	400
H	650	700	750	800	350
h	150	200	250	300	350
B	320	400	450	500	560
H_1	1000	1060	1120	1250	1320
Конус конца шпинделя (внутренний по ГОСТ 2701-72)	2	3	4	5	6

2.2. Радиально-сверлильные станки

Основными размерами по ГОСТ 1222-71 являются (рис. 7, табл. 10):

D – наибольший условный диаметр сверления в стали 45 по ГОСТ 1050-60;

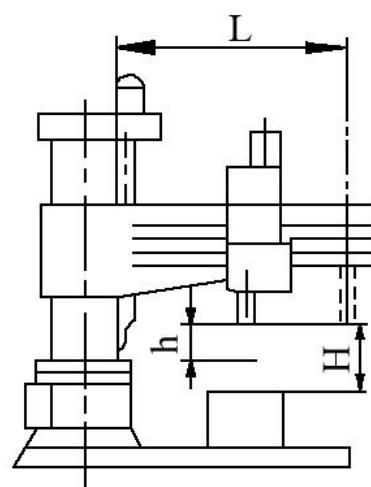
L – наибольший вылет шпинделя от образующей (направляющих) колонны;

H – наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты;

h – ход шпинделя, не менее.



a



б

Рис. 7 – Общий вид радиально-сверлильного станка (а) и схема размеров станка (б)

Таблица 10 – Основные размеры радиально-сверлильного станка

Размеры, мм					
D	25	35	50	75	100
L	600	1000	1600	2000	3150
H	1000	1250	2000	2500	2500
h	250	320	400	500	630
Конус шпинделя по ГОСТ 2701-72	3	4	5	6	6

При проектировании вертикально-сверлильных станков должны быть заданы:

1) D_{max} – наибольший диаметр сверления, мм (из ГОСТ 1222-71 и 1227-70);

- 2) материалы обрабатываемых деталей;
- 3) материалы режущих инструментов.

2.3 План обоснования технической характеристики сверлильных станков

По заданному наибольшему диаметру D_{max} сверления определяется наименьший диаметр сверления D_{min} :

$$D_{min} = (0,16 \div 0,25) \cdot D_{max}, \text{ мм.}$$

Из всех обоснованных значений V_{max} и V_{min} выбираются предельные, с помощью которых определяются пределы частот вращения шпинделя n_{max} и n_{min} .

Выбранные значения округляются до нормальных значений по нормали Н II-I.

Отношение предельных значений частот вращения представляет собой диапазон регулирования коробки скоростей станка, т.е.

$$R_n = n_{max} / n_{min}.$$

Выбор наибольших значений осевой силы, крутящего момента, эффективной мощности привода главного движения производится по соответствующим картам нормативного справочника [2].

Мощность электродвигателя подсчитывается по формуле:

$$N_{эд.} = N_{эф. max} / \eta \cdot k, \text{ кВт,}$$

где η – к.п.д. кинематической цепи станка, $\eta = 0,70 \div 0,85$;

k – коэффициент перегрузки электродвигателя;

$k = 1,25 \div 1,30$ (при кратковременной перегрузке не более 15 мин).

Окончательный выбор мощности привода и знаменателей ϕ для станков сверлильной группы производится по аналогии с приведенным ранее выбором для станков токарной группы.

После расчета мощности и выбора ϕ необходимо обосновать число ступеней частот вращения Z_n . Определив Z_n , можно записать структурную формулу привода главного движения:

$$Z_n = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_n.$$

После обоснования технической характеристики станка следует выполнить кинематические и последующие этапы обоснования конструкций и расчеты деталей и узлов станка.

3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Обоснование технических характеристик станков фрезерной группы

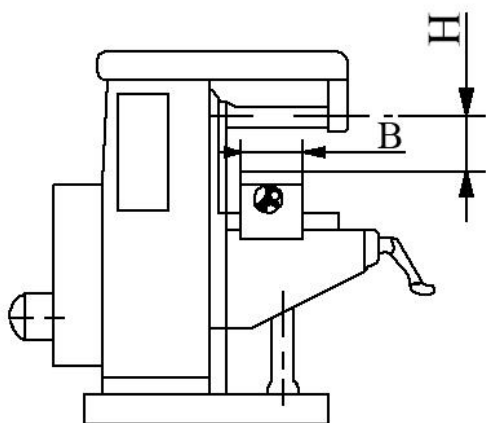
3.1. Фрезерные консольные станки

Основными размерами консольно-фрезерных станков по ГОСТ 166-72 являются (рис. 8, табл. 11):

B – ширина рабочей поверхности стола;

L – длина рабочей поверхности стола;

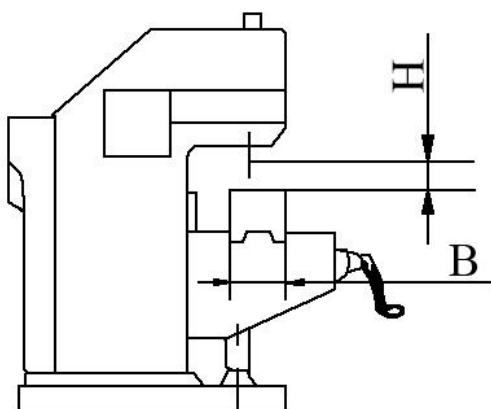
H – расстояние от оси горизонтального или от торца вертикального шпинделя до рабочей поверхности стола.



a



б



в



г

Рис. 8 – Схемы и общие виды консольно-фрезерных станков: *a, б* – горизонтального мод. 6K82Г; *в, г* – вертикального мод. BM127M

Таблица 11 – Основные размеры консольно-фрезерных станков

Размеры, мм				
<i>B</i>	200	250	320	400
<i>L</i>	800	1000	1250	1600
<i>H</i> (наибольший)	350	400	450	450
Наибольший ход стола				
– продольный	500	630	800	1000
– поперечный	160	200	250	320
Конец шпинделя по ГОСТ 836-72	40	45	50	50

В практике проектирования и освоения новых моделей станков установлено, что наиболее полноценным исходным параметром при обосновании технической характеристики станков фрезерной группы ("универсальных", в том числе консольно-фрезерных станков) и др. является ширина *B* рабочей поверхности стола.

При проектировании фрезерных станков универсального назначения обычно должны быть известны:

- 1) ширина *B* и длина *L* стола (по ГОСТ 166-72);
- 2) материалы обрабатываемых деталей;
- 3) материалы режущих инструментов;
- 4) характер производства, в котором предполагается использовать станки.

3.2 План обоснования технической характеристики фрезерного станка

По заданному размеру *B* определяется максимальная и минимальная ширина фрезеруемой поверхности B_{max} и B_{min} :

$$B_{max} = (0,3 \div 0,4) \cdot B, \text{ мм},$$

$$B_{min} \approx 0,5 \cdot B_{max}, \text{ мм}.$$

Определяются средние значения максимальных D_{max} и минимальных D_{min} диаметров:

а) для цилиндрических фрез

$$D_{max} = (0,5 \div 1,0) \cdot B_{max}, \text{ мм};$$

$$D_{min} = (0,20 \div 0,25) \cdot D_{max}, \text{ мм};$$

б) для торцевых

$$D_{max} = (1,25 \div 1,6) \cdot B_{max}, \text{ мм};$$

$$D_{min} = (0,20 \div 0,25) \cdot D_{max}, \text{ мм}.$$

Рассчитанные диаметры фрез сверяются с нормами для фрез [1, 2].

По габаритным размерам обрабатывают детали (B_{max} и L_{max} – заготовки) выбирается припуск на черновую обработку (t_{max}).

Минимальные чистовые припуски (t_{min} , мм) выбираются по справочнику [1] как межоперационные (припуски на чистовую обработку плоскостей) по габаритным размерам обрабатываемых деталей: B_{min} и L_{max} заготовки.

Величины L_{max} и L_{min} заготовки – соответственно максимальная $L_{max \text{ заг}}$ и минимальная $L_{min \text{ заг}}$ длины обрабатываемой заготовки определяются

$$L_{max \text{ заг}} = 0,5 \cdot L, \text{ мм};$$

$$L_{min \text{ заг}} \approx 0,5 \cdot L_{max \text{ заг}}, \text{ мм},$$

где L стола выбирается по ГОСТ 165-72.

При обосновании технической характеристики **вертикально-фрезерных станков** следует учитывать работу как **торцевыми фрезами**, так и **концевыми**. Для **горизонтально-фрезерных станков** – **цилиндрическими и дисковыми фрезами**.

Выбор пределов скоростей резания (V_{max} и V_{min}), пределов частот вращения (n_{max} и n_{min}) и эффективной мощности производится по справочнику [2].

При этом следует иметь в виду, что для отыскания значений V_{max} и соответственно n_{max} надо рассматривать варианты фрезерования наиболее легко обрабатываемых материалов при снятии незначительных слоев

металла, т.е. при режимах, свойственных чистовым проходам (t_{min} и $S_{z\ min}$). Наоборот, при определении значений V_{min} и n_{min} следует иметь в виду фрезерование наиболее труднообрабатываемых материалов при тяжелых силовых режимах (t_{max} , S_{zmax}).

Максимальная потребная мощность определяется условиями эксплуатации режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, по справочнику [2].

Мощность электродвигателя $N_{эд.}$ привода главного движения определяется по формуле:

$$N_{эд.} = N_{эф. max} / \eta \cdot k, \text{ кВт},$$

где η – к.п.д. привода главного движения станка, $\eta = 0,70 \div 0,85$;

k – коэффициент перегрузки двигателя, $k = 1,25 \div 1,30$ (при кратковременной перегрузке не более 15 мин).

Окончательный выбор мощности привода ($N_{эд.}$), числа ступеней привода главного движения (Z_n), знаменателей (φ) и выбор структурной формулы привода производится по плану обоснования технических характеристик, аналогичному приведенному плану для станков токарной группы.

3.3 Продольно-фрезерные станки

Основными размерами продольно-фрезерных станков по ГОСТ 6965-70 являются (рис. 9, табл. 12);

B_1 – ширина рабочей поверхности стола;

L – длина рабочей поверхности стола;

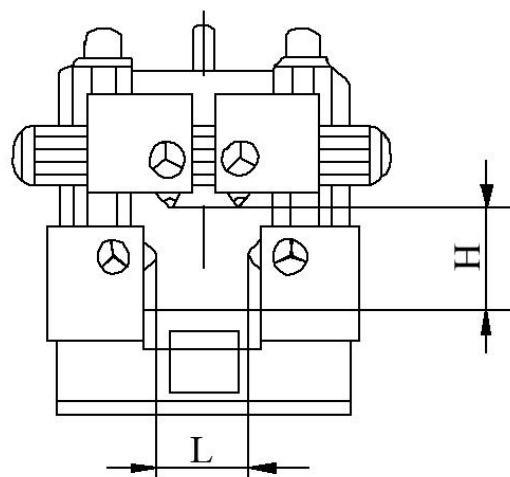
H – наибольшая высота обрабатываемых изделий.

При проектировании продольно-фрезерных станков должны быть известны:

- 1) размеры рабочей поверхности стола станка;
- 2) обрабатываемые материалы;
- 3) материал режущего инструмента;
- 4) характер производства, в котором предполагается использовать станки этого типа.



а



б

Рис. 7 – Общий вид (а) и схема (б) продольно-фрезерного станка

Таблица 12 – Основные размеры продольно-фрезерного станка

Размеры, мм						
B_l	500	630	800	1000	1250	1600
L	1600	2000	2500	3150	4000	5000
B	500	630	800	1000	1250	1600
H	500	630	800	1000	1250	1600
Номер конуса шпинделя по ГОСТ 836-72	3	3	3	3	4	4

3.4 План обоснования технической характеристики продольно-фрезерного станка

По размерам рабочей поверхности стола станка определяются:

- 1) максимальная B_{max} и минимальная B_{min} ширина фрезеруемой поверхности:

$$B_{max} = (0,3 \div 0,4) \cdot B_1, \text{ мм};$$

$$B_{min} = 0,5 \cdot B_1, \text{ мм};$$

2) максимальные D_{max} и минимальные D_{min} диаметры:

– для торцевых фрез:

$$D_{max} = (10 \div 12) \cdot B_1 \cdot 0,5, \text{ мм};$$

$$D_{min} = (0,2 \div 0,25) \cdot D_{max}, \text{ мм};$$

– для цилиндрических фрез:

$$D_{max} = (0,5 \div 1,0) \cdot B_{max}, \text{ мм};$$

$$D_{min} = (0,2 \div 0,25) \cdot D_{max}, \text{ мм}.$$

Рассчитанные диаметры фрез D_{max} и D_{min} сверяются с нормами для фрез, после чего выбираются окончательные значения D_{max} и D_{min} и числа зубьев [1, 2];

3) длина обрабатываемой поверхности (максимальная $L_{max \text{ заг}}$ и минимальная $L_{min \text{ заг}}$):

$$L_{max \text{ заг}} = (0,4 \div 0,5) \cdot L, \text{ мм};$$

$$L_{min \text{ заг}} = 0,2 \cdot L, \text{ мм}.$$

3.5 Выбор припусков и глубины резания

Черновые припуски t_{max} выбираются в зависимости от B_{max} и t_{max} заготовки с учетом характера производства и допуска на припуск [1].

Чистовые припуски t_{max} выбираются для чистового фрезерования плоскостей (как межоперационный припуск) в зависимости от размеров заготовки B_{min} и $L_{min \text{ заг}}$ [1].

3.6 Выбор скоростей резания, частот вращения

Максимальные частоты вращения шпинделя фрезерной головки выбираются по картам режимов резания [2] при чистовой обработке (t_{min}, S_{lmin})

легкообрабатываемых материалов фрезами минимального диаметра (D_{min}) при минимальной ширине фрезеруемой поверхности (B_{min}).

Минимальные частоты вращения выбираются по справочнику [2] при черновом фрезеровании (t_{max} , s_{lmin}) труднообрабатываемых материалов фрезами максимального диаметра (D_{max}) при максимальной ширине фрезеруемой поверхности (B_{max}).

Привод шпиндельных головок продольно-фрезерных станков унифицирован и имеет следующие предельные значения частот вращения (табл 13).

Таблица 13 – Предельные значения частот вращения привода шпиндельных головок продольно-фрезерного станка

Ширина стола, мм	500; 630	800; 1000	1250; 1600	2000; 2500
Пределы частот вращения, $мин^{-1}$	20...1600	16...1250	12,5...1000	10...800

Для конструктивного упрощения привода шпиндельных головок число ступеней Z_n частот вращения выбирают не более 16.

Большинство же современных продольно-фрезерных станков имеет фрезерные головки различной модификации по частоте вращения. Так, для станков с шириной стола 500 мм и 630 мм существует три модификация фрезерных головок с пределами частот вращения (при знаменателе $\varphi = 1,26$): 1) 20...630 $мин^{-1}$; 2) 40...1250 $мин^{-1}$; 3) 50...1600 $мин^{-1}$ (различные числа частот вращения в этих модификациях получены путем изменения передаточного отношения одной пары зубчатых колес).

Величину скорости вспомогательного быстрого перемещения стола станка принимают равной 3...5 $мин$.

3.7 Выбор мощности привода главного движения

Значение данной мощности выбирается по нормативному справочнику [2] для чернового фрезерования фрезами максимального диаметра,

максимальной ширины фрезерования при соответствующей этому режиму минутной подаче.

Исходя из средней величины мощности, потребляемой за время работы электродвигателя, для продольно-фрезерных станков берется поправочный коэффициент по мощности $k_N = 0,76$, откуда:

$$N_{\text{э. д.}} = 0,76 \cdot N_{\text{эф. max.}} / \eta, \text{ кВт},$$

где $\eta = 0,72 \div 0,87$ – коэффициент полезного действия фрезерных головок продольно-фрезерных станков.

Окончательно по каталогу электродвигателей выбирается тип мотора и записывается его характеристика.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Ознакомиться с методами расчета приводов станков.

4.2 По заданным параметрам для конкретной модели станка составить блок-схему алгоритма кинематического расчета.

4.3 Составить программу расчета на одном из алгоритмических языков.

4.4 Перечислить характерные операции и виды обработки деталей на заданном станке.

4.5 Выбрать необходимое инструментальное обеспечение.

4.6 Подобрать наибольший D_{1max} и наименьший D_{min} диаметры обработки (для токарных станков) или инструмента D_{max} и D_{min} при обработке (для других).

4.7 Выбрать пределы скоростей резания V_{max} и V_{min} и определить пределы частот вращения n_{max} и n_{min} .

4.8 Рассчитать число ступеней Z_n вращения привода главного движения для $\varphi = 1,26$.

4.9 Выбрать усилия резания и нормативную мощность привода главного движения, рассчитать мощность электродвигателя $N_{э.д.}$ и подобрать необходимый его тип.

4.10 Построить структурную сетку и график частот вращения на основе заданного алгоритма расчетов и составленной программы для ЭВМ.

4.11 Составить отчет о выполненной расчетно-графической работе.

Объем – 8...10 страниц формата А4 с указанием использованных источников и ссылок на них.

Список использованных источников

1. Панов А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 304 с.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1987. – 312 с.
3. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.
4. Проников А.С. Расчет и конструирование металлорежущих станков: Учебное пособие / А.С. Проников. – М.: Высшая школа, 1967. – 276 с.
5. Проников А.С. Металлорежущие станки и автоматы: Учебное пособие / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
6. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие / А.О. Харченко. – Киев: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
7. Харченко, А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: Учеб. пособие / А.О. Харченко. 2-е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2020. – 260 с.: ил. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>].
8. Харченко А.О. Анализ и синтез структур современных многооперационных станков: Практикум / А.О. Харченко, С.М. Братан, Е.А. Владецкая, С.И. Рощупкин. – Москва: Центркаталог, 2022. – 144 с.
9. Харченко А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: Учебн. пособие ISBN-online: 975-5-16-102790-5 (размещение в ЭБС Znaniium.com: 17.03.2015) <http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=502151.-260c>.

Приложение А

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
Кафедра «Технология машиностроения»

Задание на расчетно-графическую работу по дисциплине

«Металлорежущие станки» для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Студенту _____ гр. КТП/б- _____ -о

Для обработки на станке мод. _____ деталей из материалов: **конструкционные, жаропрочные, легированные, инструментальные стали, серые, ковкие, высокопрочные чугуны, латуни, бронзы, алюминиевые сплавы** (нужное подчеркнуть) произвести обоснование технической характеристики его главного привода (коробки скоростей), для чего необходимо выполнить следующие мероприятия:

- 1) Перечислить характерные операции и виды обработки деталей на заданном станке;
- 2) Выбрать необходимое инструментальное обеспечение;
- 3) Подобрать наибольший D_{1max} и наименьший D_{min} диаметры обработки (для токарных станков) или инструмента D_{max} и D_{min} при обработке (для других);
- 4) Выбрать пределы скоростей резания V_{max} и V_{min} и определить пределы частот вращения n_{max} и n_{min} ;
- 5) Рассчитать число ступеней Z_n вращения привода главного движения для $\phi = 1,26$;
- 6) Выбрать усилия резания и нормативную мощность привода главного движения, рассчитать мощность электродвигателя $N_{э.д.}$ и подобрать необходимый его тип;
- 7) Построить структурную сетку и график частот вращения на основе заданного алгоритма расчетов и составленной программы для ЭВМ.

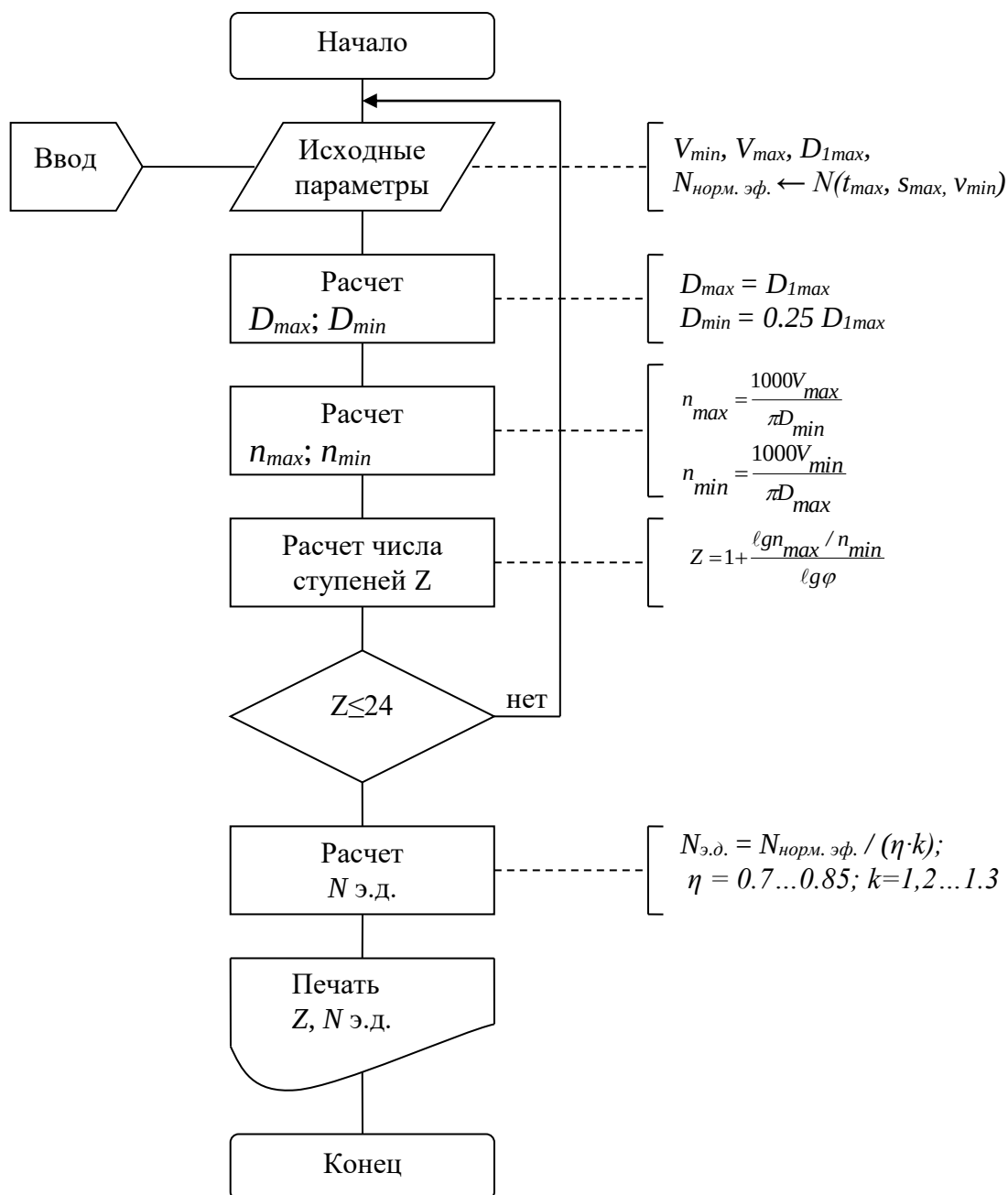
Объемом 8...10 страниц формата А4 с указанием использованных источников и ссылок на них.

Рекомендуемая литература:

1. Панов А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 304 с.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1987. – 312 с.
3. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.
4. Проников А.С. Расчет и конструирование металлорежущих станков: Учебное пособие / А.С. Проников. – М.: Высшая школа, 1967. – 276 с.
5. Проников А.С. Металлорежущие станки и автоматы: Учебное пособие / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.
6. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие / А.О. Харченко. – Киев: ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
7. Харченко, А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: Учеб. пособие / А.О. Харченко. 2-е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2020. – 260 с.: ил. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>].
8. Харченко А.О. Анализ и синтез структур современных многооперационных станков: Практикум / А.О. Харченко, С.М. Братан, Е.А. Владецкая, С.И. Рошупкин. – Москва: Центркаталог, 2022. – 144 с.
9. Харченко А.О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: Учебн. пособие ISBN-online: 975-5-16-102790-5 (размещение в ЭБС Znaniium.com) <http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=502151.-260c>.

Выдал: к.т.н., профессор _____ А.О. Харченко
Дата выдачи _____

Пример блок-схемы алгоритма кинематического расчета
токарного станка



Приложение В

Пример программы кинематического расчета
токарного станка

```

1 LET A=SYS(7,0)
2 DIM A=(60)
3 PRINT "КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТОКАРНОГО СТАНКА"
5 PRINT "УКАЖИТЕ Ф.И.О. ГРУППУ, ВИД РАБОТЫ. НАПРИМЕР"
6 PRINT "СИДОРОВ А.В. КТПБ.22.1.О. РГР»
8 INPUT Ал
10 PRINT "ВВЕДИТЕ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ VMIN, VMAX. М/МИН.
    НАПРИМЕР:"
12 PRINT "25.0.505.5"
13 INPUT V1,V2
15 PRINT "ВВЕДИТЕ НОРМАТИВНУЮ МОЩНОСТЬ N,КВТ.
    НАПРИМЕР:"
16 PRINT "7.5"
17 INPUT N
20 PRINT "ВВЕДИТЕ ДИАМЕТР D,ММ. НАПРИМЕР:"
22 PRINT "150.25"
25 INPUT D
30 LET D1=D
33 LET D2=25 D1
35 LET W1=1000*V1 (P1*D2)
37 LET W2=1000*V2 (P1*D1)
40 LET Z=1+(LOG10(W2*W1))(LOG10(1.26))
45 Z=INT(Z)
47 IF Z>=24 THEN 10
50 LET N2=N*(.7*1/25)
51 IF N2<=1 THEN N2=1.1 \ GO TO 65
52 IF N2<=1.5 THEN N2=1.5 \ GO TO 65
53 IF N2<=2.2 THEN N2=2.2 \ GO TO 65
54 IF N2<=3 THEN N2=3 \ GO TO 65
55 IF N2<=4 THEN N2=4 \ GO TO 65
56 IF N2<=5.5 THEN N2=5.5 \ GO TO 65
57 IF N2<=7.5 THEN N2=7.5 \ GO TO 65
58 IF N2<=11 THEN N2=11 \ GO TO 65
59 IF N2<=15 THEN N2=15 \ GO TO 65
60 LET N2=22
65 OPEN "LP:" FOR OUTPUT AS FILE #1
70 PRINT #1 Ал
71 PRINT #1 "*****"
72 PRINT #1 "                П Р О Г Р А М М А                *"
73 PRINT #1 "                КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТОКАРНОГО СТАНКА                *"
74 PRINT #1 "*****"
75 PRINT #1
76 PRINT #1
77 PRINT #1 "                И С Х О Д Н Ы Е    Д А Н Н Ы Е                "
78 PRINT #1
79 PRINT #1
80 PRINT #1 " МИНИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ      VMIN=",V1," М,МИН      "

```

```

81 PRINT #1 " МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ   VMAX=",V2,"М,МИН   "
82 PRINT #1 " НОРМАТИВНАЯ МОЩНОСТЬ               N=",N,"КВТ"       "
83 PRINT #1 " ДИАМЕТР                             D=",D,"ММ"       "
84 PRINT #1
85 PRINT #1
90 PRINT #1 "*****"
91 PRINT #1 "*"                РЕЗУЛЬТАТЫ СЧЕТА                "*"
92 PRINT #1 "*****"
93 PRINT #1
95 PRINT #1 "      Ч И С Л О  С Т У П Е Н Е Й           Z=",Z"       "
96 PRINT #1 "      М О Щ Н О С Т Ь  Э Л. Д В И Г А Т Е Л Я   N=",N2,"КВТ"   "
100 CLOSE #1
1000 STOP

```

СИДОРОВ А.В. КТПБ.22.1.О.РГР

Программа

Кинематического расчета токарного станка

Исходные данные

Минимальная скорость резания	$V_{\min}=15.5$ м/мин
Максимальная скорость резания	$V_{\max}=540.5$ м/мин
Нормативная мощность	$N=12.5$ кВт
Диаметр	$D=170$ мм

Результаты счета

Число ступеней $z=10$

Мощность эл. двигателя $N=14.286$ кВт

Приложение Г

Таблица Г.1 – Технические характеристики регулируемых двигателей постоянного тока серии 2П для привода главного движения

Тип двига- теля	Р _{ном} , кВт	n ₀ =750 мин ⁻¹				Р _{ном} , кВт	n ₀ =1000 мин ⁻¹				Р _{ном} , кВт	n ₀ =1500 мин ⁻¹				J, кг·м ²
		П _{пл} , мин ⁻¹					П _{пл} , мин ⁻¹					П _{пл} , мин ⁻¹				
		110В	220В	340В	440В		110В	220В	340В	440В		110В	220В	340В	440В	
2ПБ112Л	0,5	3000	2500	2000	1500	0,63	4000	3500	2500	2000	1,0	4000	4000	3500	3000	0,017
2ПБ132М	1,1	3000	2500	2000	1500	1,6	4000	3500	2500	2000	2,4	4000	4000	3500	3000	0,0375
2ПБ132Л	1,6	3000	2500	2000	1500	1,9	4000	3000	2500	2000	3,2	4000	4000	3500	3000	0,0468
2ПБ160М	2,1	3000	2500	2000	1500	2,5	4000	3000	2500	2000	4,2	4000	4000	3500	3000	0,0835
2ПБ160Л	2,5	3000	2500	2000	1500	3,2	4000	3000	2500	2000	5,3	4000	4000	3500	3000	0,104
2ПБ180М	3,4	3000	2500	2000	1500	4,5	3500	3000	2500	2000	7,1	3500	3500	3500	3000	0,20
2ПБ180Л	4,2	3000	2500	2000	1500	5,6	3500	3000	2500	2000	8,5	3500	3500	3500	3000	0,229
2ПБ200Л	6,0	3000	2500	2000	1500	8,0	3000	2500	2500	2000	11,0	3500	3500	3500	3000	0,30
2ПО132М	1,3	3000	2500	2000	1500	1,8	4000	3000	2500	2000	2,8	4000	4000	3500	3000	0,0375
2ПО132Л	1,6	3000	2500	2000	1500	2,2	4000	3000	2500	2000	3,4	4000	4000	3500	3000	0,0468
2ПО160М	2,5	3000	2500	2000	1500	3,2	4000	3000	2500	2000	6,0	4000	4000	3500	3000	0,0835
2ПО160Л	3,2	3000	2500	2000	1500	4,0	4000	3000	2500	2000	7,1	4000	4000	3500	3000	0,104
2ПО180М	4,5	3000	2500	2000	1500	6,3	350	3000	2500	2000	10,0	3500	3500	3500	3000	0,20
2ПО180Л	5,2	3000	2500	2000	1500	7,5	3500	3000	2500	2000	-	-	-	-	-	0,229
2ПО200М	6,0	3000	2500	2000	1500	9,0	-	3000	2500	2000	14,0	-	-	3500	3000	0,25
2ПО200Л	7,1	3000	2500	2000	1500	11,0	-	3000	2500	2000	17,0	-	-	3500	3000	0,30

Таблица Г.1 –
Продолжение

Тип дви- гателя	Р _{ном} , кВт	П _{пак} , мин ⁻¹				Р _{ном} , кВт	П _{пак} , мин ⁻¹				Р _{ном} , кВт	П _{пак} , мин ⁻¹				J, кг·м ²
		n ₀ =750 мин ⁻¹					n ₀ =1000 мин ⁻¹					n ₀ =1500 мин ⁻¹				
		110В	220В	340В	440В		110В	220В	340В	440В		110В	220В	340В	440В	
2ПН100L	0,42	-	1500	900	-	-	-	3500	2500	-	4000	3000	1800	-	0,012	
2ПН112М	0,6	3000	2500	2000	1500	0,85	4000	3500	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,014	
2ПН112L	0,8	3000	2500	2000	1500	1,25	4000	3500	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,017	
2ПН132М	1,6	3000	2500	2000	1500	2,5	4000	3500	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0375	
2ПН132L	1,9	3000	2500	2000	1500	3,0	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0468	
2ПН160М	3,0	3000	2500	2000	1500	4,5	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0835	
2ПН160L	4,0	3000	2500	2000	1500	6,3	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,104	
2ПН180М	5,6	3000	2500	2000	1500	8,0	3500	3000	2500	2000	3500	3500	3500	3000	0,20	
2ПН180L	7,1	3000	2500	2000	1500	10,0	3500	3000	2500	2000	3500	-	3500	3000	0,229	
2ПН200М	8,5	3000	2500	2000	1500	13,0	3500	3000	2500	2000	3500	-	3500	3000	0,25	
2ПН200L	11,0	3000	2500	2000	1500	16,0	-	3000	2500	2000	3000	-	3500	3000	0,30	
2ПФ132М	2,0	3000	2500	2000	1500	3,0	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0375	
2ПФ132L	2,8	3000	2500	2000	1500	4,2	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0458	
2ПФ160М	4,2	3000	2500	2000	1500	6,0	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,0835	
2ПФ160L	5,6	3000	2500	2000	1500	8,0	4000	3000	2500	2000	4000	4000	3500	3000	0,104	
2ПФ180М	9,0	3000	2500	2000	1500	12,0	3500	3000	2500	2000	3500	3500	3500	3000	0,20	
2ПФ180L	10,0	3000	2500	2000	1500	14,0	3500	3000	2500	2000	-	3500	3500	3000	0,229	
2ПФ200М	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3500	3000	0,25	
2ПФ200L	15,0	3000	2500	2000	1500	20,0	-	3000	2500	2000	-	3500	3500	3000	0,30	

Таблица Г.2 – Основные размеры и масса электродвигателей серии 2П для привода главного движения

Тип двигателя	Основные размеры, мм						Масса, кг исполнения	
	b_{10}	d_1	d_{20}	D	l_{10}	L	на ла- пах	на флан- цах
2ПН100L 2ПН100ЛГ	160	22	130	220	140	434 558	39 44	43 48
2ПН112М 2ПБ112М 2ПН112МГ 2ПБ112МГ 2ПН112L 2ПБ112L 2ПН112ЛГ 2ПБ112ЛГ	190	24	165	237 218 237 218 237 218 237 218	159	490 640 530 680	47 52 56 61	51 56 60 65
2ПН132М 2ПБ132М 2ПН132МГ 2ПБ132МГ 2ПН132L 2ПБ132L 2ПН132ЛГ 2ПБ132ЛГ				277 258 277 258 277 258 277 258		610 760 650 805	86 91 96 101	95 100 105 110
2ПН160М 2ПБ160М 2ПН160МГ 2ПБ160МГ 2ПН160L 2ПБ160L 2ПН160ЛГ 2ПБ160ЛГ				333 314 333 314 333 314 333 314		645 800 695 850	141 147 159 165	146 152 164 170
2ПН180М 2ПБ180М 2ПН180МГ 2ПБ180МГ 2ПН180L 2ПБ180L 2ПН180ЛГ 2ПБ180ЛГ				373 354 373 354 373 354 373 354		765 925 805 965	213 219 234 240	221 227 242 248

Таблица Г.2 – Продолжение

2ПН200М 2ПБ200М 2ПН200МГ 2ПБ200МГ 2ПН200L 2ПБ200L 2ПН200ЛГ 2ПБ200ЛГ	318	42	350	413 394 413 394 413 394 413 394	190	785	282	287
940				288		293		
845				325		330		
1000				331		336		
2ПФ132М 2ПФ132Г	216	38	215	280	203	895 940	98 108	107 117
2ПФ160М 2ПФ160L						254	38	265
2ПФ180М 2ПФ180L	279	42	300	300	279	1080 1120	236 257	244 265
2ПФ200М 2ПФ200L						318	48	350

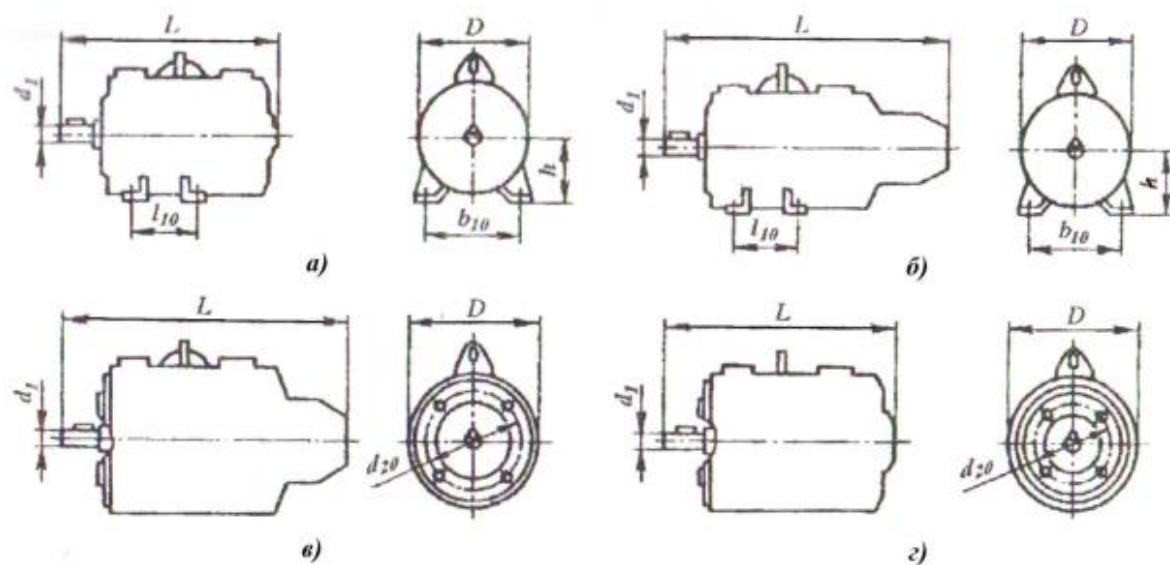


Рис. Г.1 – Общий вид электродвигателей серии 2П: на лапах без тахометра (а); на лапах с тахометром (б); на фланце с тахометром (в); на фланце без тахометра (г)

Таблица Г.3 – Технические характеристики регулируемых электродвигателей постоянного тока серий ПБС, ПБСТ для привода главного движения

Тип двигателя	$P_{\text{ном}},$ кВт	$n_{\text{ном}},$ мин^{-1}	$n_{\text{тах}},$ мин^{-1}	$M_{\text{ном}},$ Н·м	$U_{\text{ном}},$ В	$J,$ $\text{кг}\cdot\text{м}^2$	Масса, кг
ПБС22 ПБСТ22	0,4 0,6 0,85 1,0	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	3,9 3,9 3,8 3,24	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,011 0,012	56 66
ПБС23 ПБСТ23	0,55 0,85 1,15 1,3	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	5,37 5,52 5,1 4,23	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,012 0,014	64 74
ПБС32 ПБСТ32	0,8 1,2 1,5 1,75	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	7,8 7,8 6,64 5,5	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 220, 340	0,024 0,025	81 91
ПБС33 ПБСТ33	1,0 1,6 2,1 2,35	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	9,75 10,4 9,3 7,6	110, 220, 340 110, 220, 340 220, 340 220, 340	0,031 0,038	93 103
ПБС42 ПБСТ42	1,4 2,1 2,9 3,4	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	13,6 13,6 12,8 11,0	110, 220, 340, 440 110, 220, 340, 440 110, 220, 340, 440 220, 340, 440	0,045 0,046	97 107
ПБС43 ПБСТ43	1,9 2,8 3,8 4,3	1000 1500 2200 3000	2500 3750 4000 4000	18,5 16,3 16,8 14,0	110, 220, 340, 440 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,056 0,058	113 123
ПБС52 ПБСТ52	2,5 4,1 5,5 6,5	1000 1500 2200 3000	3000 3600 3600 3600	24,4 26,6 24,4 21,2	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,109 0,110	145 155
ПБС53 ПБСТ53	3,3 4,8 6,3 8,0	1000 1500 2200 3000	3000 3600 3600 3600	32,2 31,2 28,0 26,0	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,129 0,130	164 174
ПБС62 ПБСТ62	4,7 7,2 10,0 11,3	1000 1500 2200 3000	3000 3600 3600 3600	46,8 46,3 44,4 36,6	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,256 0,258	198 208
ПБС63 ПБСТ63	5,4 7,8 11,0 12,0	1000 1500 2200 3000	3000 3600 3600 3600	52,7 50,6 48,7 44,0	110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340 110, 220, 340	0,306 0,308	240 250

Приложение Д

**Основные технические характеристики и размеры бесконтактных
электромагнитных муфт**

Таблица Д.1 – Основные технические характеристики муфт серии Э1М

Габарит муфты	M _Н , Н·м	M _В , Н·м	M _{О,В} , Н·м	ω, рад/с		ΔP, Вт	
	для муфт исполнения						
	2,4	6	2, 4, 6	2	4,6	2,6	4
04	16	10	0,1	600	800	50	75
05	25	16	0,15	500	700	80	120
06	40	25	0,25	450	600	100	150
07	63	40	0,4	400	500	140	210
08	100	63	0,7	350	450	180	270
09	160	100	1,0	300	400	210	315
10	250	160	1,2	280	360	250	375
11	400	250	2,0	250	330	300	450
12	630	400	2,5	220	300	350	525
13	1000	630	4,0	200	290	470	705
14	1600	1000	6,5	180	270	600	900
15	2500	1600	8,0	160	250	750	1125
16	4000	2500	10,0	140	214	1000	1500

Таблица Д.2 – Размеры шлицевых посадочных отверстий группы В, мм

Габарит муфты	Группа отверстий 1Н				Группа отверстий 2Н				Группа отверстий 3Н			
	D	d	b	z	D	d	b	z	D	d	b	z
04	20	16	4	6	16	13	3,5	6	14	11	3	6
05	22	18	5	6	20	16	4	6	16	13	3,5	6
06	25	21	5	6	22	18	5	6	20	16	4	6
07	30	26	6	6	25	21	5	6	22	18	5	6
08	34	28	7	6	30	26	6	6	25	21	5	6
09	40	36	7	8	34	28	7	6	30	26	6	6
10	46	42	8	8	40	36	7	8	34	28	7	6
11	54	46	9	8	46	42	8	8	40	36	7	8
12	65	56	10	8	54	46	10	8	46	42	8	8
13	82	72	12	10	72	62	12	8	65	56	10	8
14	92	82	12	10	82	72	12	10	72	62	12	8
15	102	92	14	10	92	82	12	10	82	72	12	10
16	112	102	16	10	102	92	14	10	92	82	12	10

Таблица Д.3 – Основные размеры
электромагнитных муфт серии
Э1М9 04...16, мм

Габарит муфты	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	L	I	I1	I2	I3	I4	I5	Ход f	d	d1	h, не более	b	Число пазов	Число дисков нар./вн.
04	72	72	28	67	37,5	65	50	36	10,7	2	15	4,9	3	7	1,2	M5	3	4	10	4	3/4
05	80	78	32	70	41	75	60	38	11	2	15	4,9	3,3	7	1,1	M5	3	4,5	10	6	3/4
06	90	88	35	80	46,5	85	70	42,5	12,5	2	18	5,6	3,3	10	1,2	M5	3	5	12	6	3/4
07	100	98	42	90	54	95	80	45	15	3	20	7,2	3,8	10	1,6	M5	3	5	12	6	4/5
08	110	110	50	100	61,4	100	90	48	16	3	24	7,2	4,5	10	2,1	M5	4	7	12	6	4/5
09	120	120	55	110	69	110	100	55	18,5	3	26	9	4	10	2,3	M5	4	6	16	6	4/5
10	135	135	60	125	78,2	125	110	60	22	3	26	11	4	12	3,2	M6	4	6,5	16	6	4/5
11	150	150	70	140	90	140	120	68	23,5	4	32	10,8	5,5	12	3,3	M6	4	9	16	8	5/6
12	170	170	80	160	104,2	160	140	74	27	4	39,5	13,2	5,5	13	4,1	M6	4	9	20	8	6/7
13	190	190	100	180	123,2	180	165	86	32,5	5	32	17,6	5,5	18	3,6	M8	5	11	20	8	6/7
14	215	215	110	200	132,2	200	180	100	37,5	5	42,5	20,8	5,5	18	4,0	M8	5	14	20	8	6/7
15	240	240	130	220	152	220	200	110	43	5	58	24	5,5	20	5,5	M8	6	14	25	8	7/8
16	270	270	140	250	168	250	230	120	49	5	55	27,2	5,5	20	7,0	M10	6	18	25	10	8/9

Таблица Д.4 – Размеры шпоночных посадочных отверстий группы А, мм

Габарит муфты	Группа отверстий 1А			Группа отверстий 2А			Группа отверстий 3А		
	d	b	t	d	b	t	d	b	t
04	18	5	19,8	16	5	18,3	14	5	16,3
05	20	5	22,3	18	5	19,9	16	5	18,3
06	22	5	23,9	20	6	22,3	18	5	19,9
07	25	6	27,3	22	6	24,3	20	6	22,3
08	30	8	32,6	25	8	27,6	22	6	24,3
09	35	10	37,9	30	8	32,6	25	8	27,6
10	40	10	42,9	35	10	37,9	30	8	32,6
11	50	14	53,3	40	12	42,9	35	10	37,9
12	60	14	63,3	50	16	53,6	40	12	42,9
13	80	16	82,9	60	16	74,3	50	14	64,0
14	90	18	92,9	80	18	84,4	60	16	74,3
15	100	18	104,4	90	18	94,4	80	18	84,4
16	110	25	115,4	100	25	105,4	90	25	95,4

Таблица Д.5 – Размеры шлицевых посадочных отверстий группы Н, мм

Габарит муфты	Группа отверстий 1Н				Группа отверстий 2Н				Группа отверстий 3Н			
	D	d	b	z	D	d	b	z	D	d	b	z
04	20	16	4	6	16	13	3,5	6	14	11	3	6
05	22	18	5	6	20	16	4	6	16	13	3,5	6
06	25	21	5	6	22	18	5	6	20	16	4	6
07	30	26	6	6	25	21	5	6	22	18	5	6
08	34	28	7	6	30	26	5	6	25	21	5	6
09	40	36	7	8	34	28	6	6	30	26	6	6
10	46	42	8	8	40	36	7	8	34	28	7	6
11	54	46	9	8	46	42	7	8	40	36	7	8
12	65	56	10	8	54	46	9	8	46	42	8	8
13	82	72	12	10	72	62	12	8	65	56	10	8
14	92	82	12	10	82	72	12	10	72	62	12	8
15	102	92	14	10	92	82	12	10	82	72	12	10
16	112	102	16	10	102	92	14	10	92	82	12	10

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Методические указания

Составители: **Харченко** Александр Олегович,
Владецкая Екатерина Александровна

В авторской редакции

Изд. № 203/2022. Объем 2,75 п.л. Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,695.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»