

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ НА ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Цели работы

1. Изучить виды работ, выполняемых на вертикально-фрезерном станке.
2. Рассчитать режимы резания на назначенную преподавателем операцию.
3. Изучить устройство основных узлов вертикально-фрезерного станка и его технико-эксплуатационные характеристики.

Оборудование, инструменты: вертикально-фрезерный станок марки 6В11Р; приспособления – тиски, прижимы; режущий инструмент – фрезы; измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ II, линейка, микрометр, образцы шероховатости.

Краткие теоретические сведения

Фрезерование – процесс обработки плоскостей, фасонных и винтовых поверхностей, нарезания шлицев и зубчатых колес, получения винтовых канавок, пазов и т. д. Фрезерование плоскости происходит при одновременном вращательном движении фрезы и поступательном движении обрабатываемой детали.

Процесс фрезерования осуществляется специальным многолезвийным инструментом – фрезой. У фрезы по окружности или на торце расположены режущие зубья, представляющие собой простейшие резцы ([рис. 9.1](#)).

В зависимости от направления вращения фрезы и поступательного перемещения обрабатываемой детали различают следующие виды фрезерования плоских поверхностей:

встречное фрезерование применяется при черновой обработке заготовок с коркой (литье) или окалиной (поковка). Заготовка подается навстречу вращению фрезы ([рис. 9.2, а](#));

попутное фрезерование используют при чистовых работах. Направление подачи заготовки совпадает с направлением вращения фрезы ([рис. 9.2, б](#)).

Фрезы делят по назначению на различные типы:

1) цилиндрические ([рис. 9.3](#)) и торцевые ([рис. 9.4](#)) используются для обработки плоскостей;

2) концевыми, фасонными и специальными шпоночными фрезами ([рис. 9.5](#) и [рис. 9.6](#)) осуществляют фрезерование пазов и канавок;

3) по методу копирования зубчатые колеса нарезают дисковой модульной ([рис. 9.7](#)) и концевой фрезой ([рис. 9.8](#)).

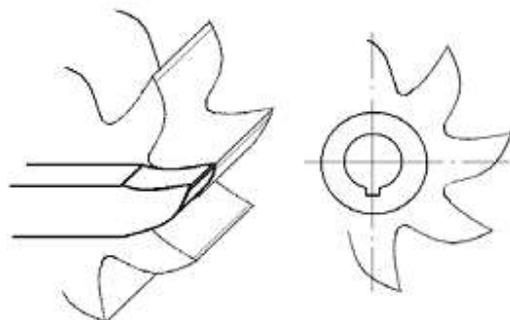


Рис. 9.1. Схема цилиндрической фрезы

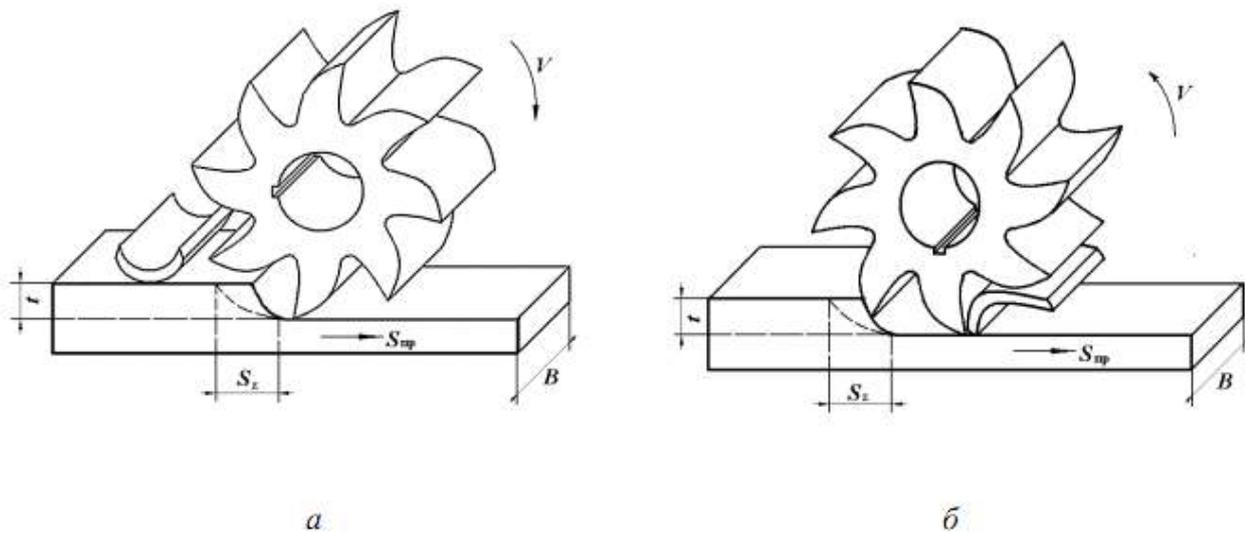


Рис. 9.2. Схема работы цилиндрической фрезы:
a – встречное фрезерование; *б* – попутное

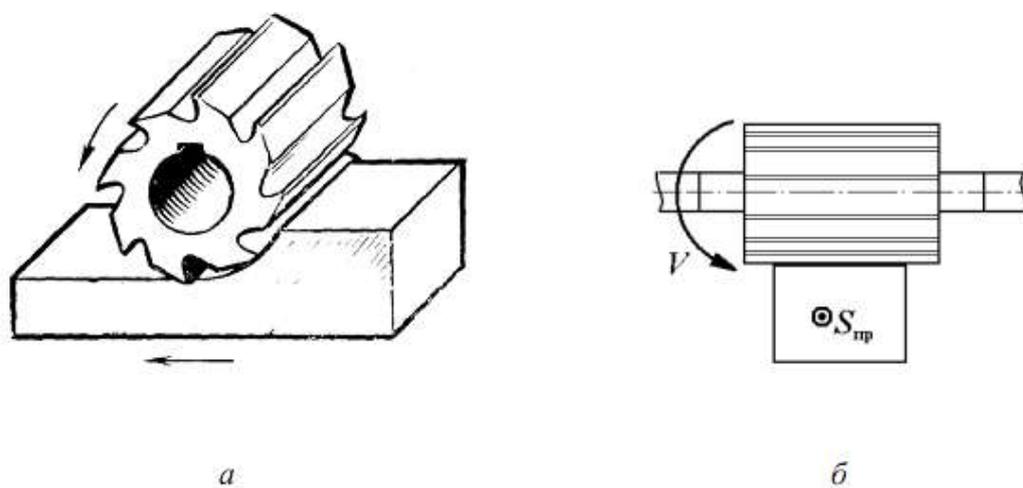


Рис. 9.3. Обработка плоскостей цилиндрической фрезой

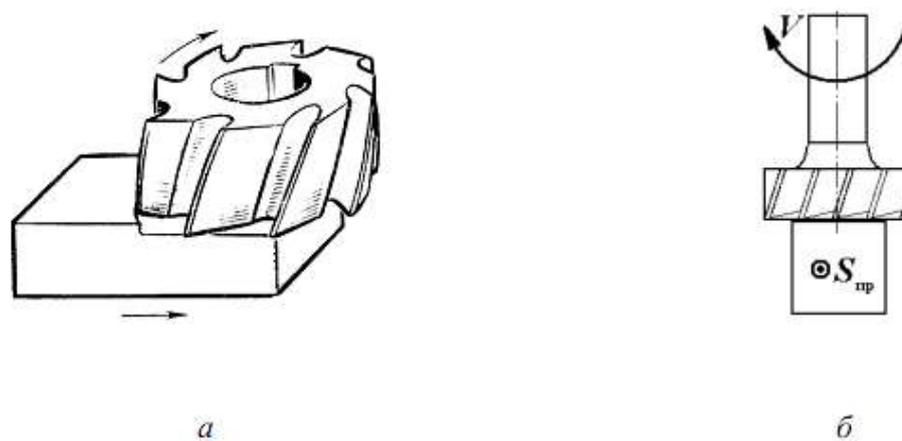


Рис. 9.4. Обработка плоскостей торцевой фрезой

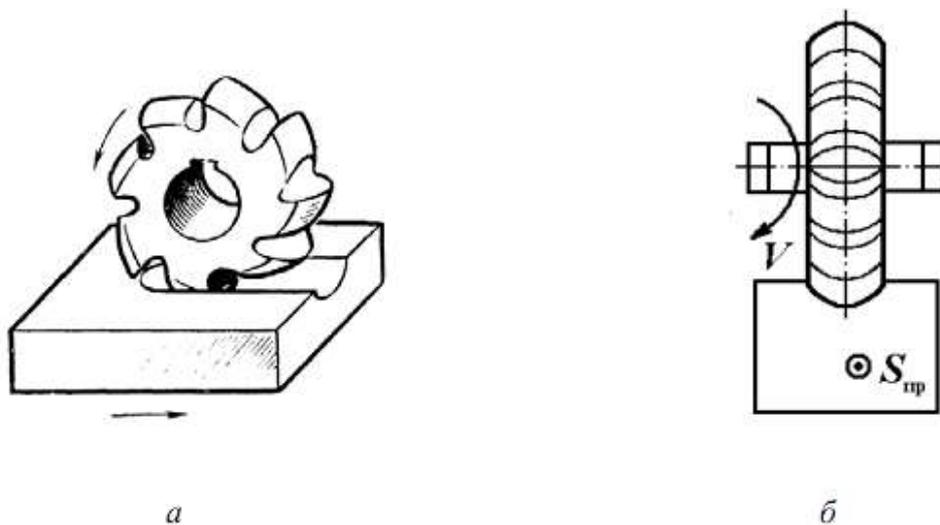


Рис. 9.5. Фрезерование пазов

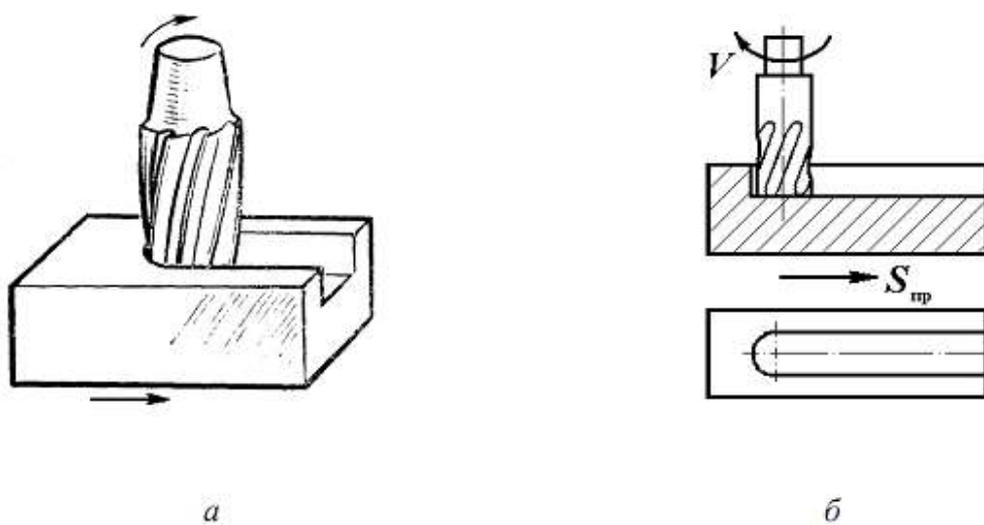


Рис. 9.6. Фрезерование шпоночных канавок

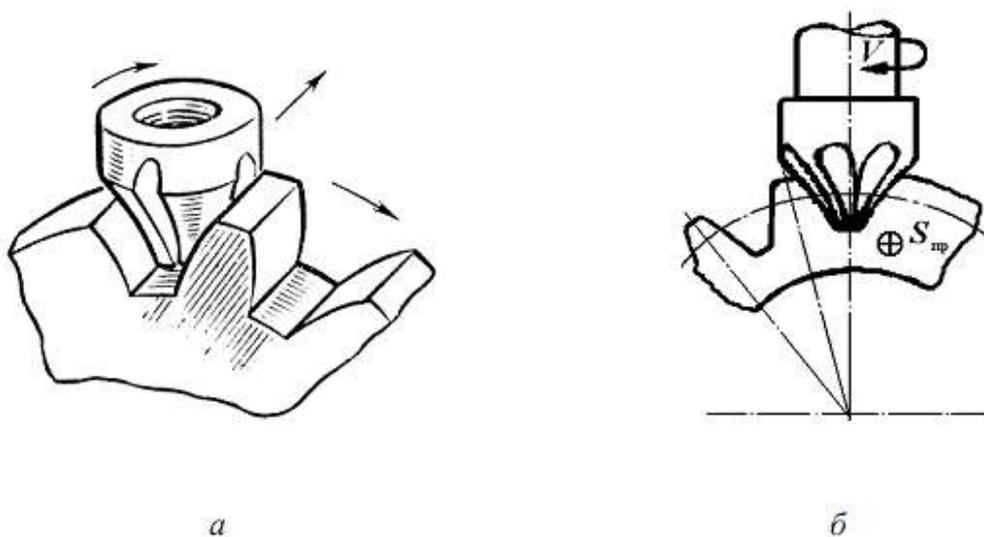


Рис. 9.7. Обработка зубчатых колес модульными пальцевыми фрезами

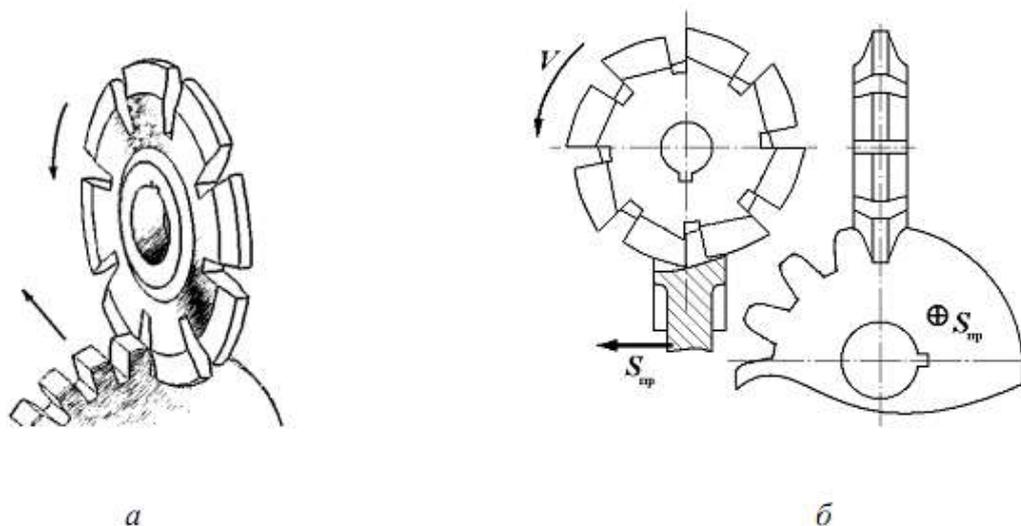


Рис. 9.8. Обработка зубчатых колес дисковыми модульными фрезами

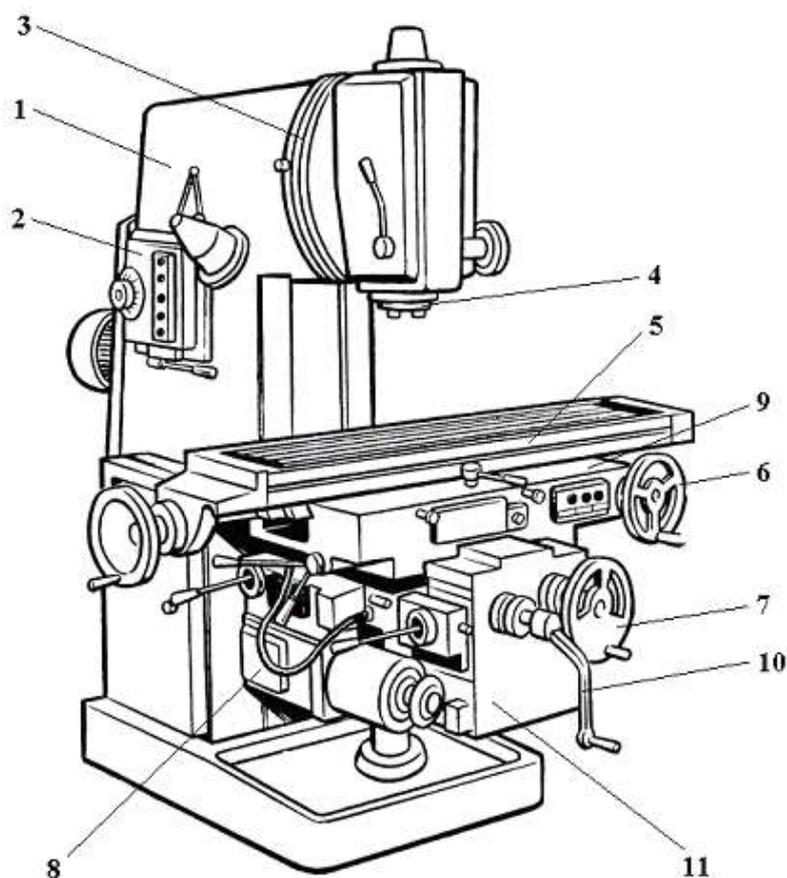


Рис. 9.9. Вертикально-фрезерный станок: 1 – станина; 2 – коробка скоростей; 3 – механизм для поворота шпиндельной головки в вертикальной плоскости; 4 – шпиндель; 5 – рабочий стол; 6 – маховик, служащий для ручного перемещения стола в продольном направлении; 7 – маховик, служащий для ручного перемещения стола в поперечном направлении; 8 – коробка подач; 9 – салазки, по которым осуществляется перемещение стола; 10 – рукоятка для ручного перемещения стола в вертикальном направлении; 11 – консоль

Таблица 9.1

**Припуск на сторону при обработке плоскостей деталей из черных металлов
(размеры в мм)**

Метод обработки плоскости	Наибольший размер обрабатываемой поверхности							
	До 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 260	Св. 260 до 500	Св. 500 до 800	Св. 800 до 1250	Св. 1250 до 2000	Св. 2000 до 3150
Черновое фрезерование после литья:								
в песчаную форму	0,9–1,0	1,1–1,2	1,5–1,6	2,2–2,3	3,1–3,2	4,5–4,6	7,0–7,1	10–11
в постоянную форму (кокиль)	0,7	0,8	1,0	1,6	2,2	3,1	4,6	7,0
в оболочковую форму	0,5	0,6	0,8	1,4	2	2,9	–	–
по выплавляемой модели	0,3	0,4	0,5	0,8	–	–	–	–
Получистовое фрезерование после чернового	0,25	0,25	0,3	0,3	0,35	0,4	0,5	0,65
Чистовое фрезерование после получистового	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,2	0,2

Таблица 9.2

Подачи S_z , мм/зуб, при черновом фрезеровании плоскостей торцевыми фрезами при мощности станка 5–10 кВт

Быстрорежущая сталь P18				Из пластин твердого сплава		
Фрезы	Жесткость системы СПИД			Обрабатываемый материал	Марка твердого сплава	Подача (табл.)
	средняя	пониженная	повышенная			
С крупным зубом	0,04–0,06	0,04–0,06	0,12–0,2	Сталь, $\sigma_b < 600$ МПа	T5K10	0,15–0,18
				Сталь, $\sigma_b \geq 600$ МПа	T15K6	0,12–0,15
С мелким зубом	0,04–0,06	0,04–0,06	0,08–0,12	Чугун, HB < 180	BK6	0,19–0,24
					BK8	0,24–0,29
				Чугун, HB ≥ 180	BK6	0,14–0,18
					BK8	0,20–0,24

Таблица 9.3

Подачи при чистовом фрезеровании плоскостей торцевыми фрезами S_0 , мм/об

Из быстрорежущей стали P18				С пластинами твердого сплава					
Обрабатываемый материал	Шероховатость обрабатываемой поверхности			Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане, град	Шероховатость обрабатываемой поверхности			
	$Rz80$	$Rz20$	$Rz6,3$			$Rz20$	$Rz6,3$	$Rz3,2$	$Rz1,6$
Сталь 45 прокат	2,7–1,2	1,2–0,5	0,5–0,23	Сталь, $\sigma_b < 600$ МПа	5	0,9–0,6	0,6–0,45	0,3–0,25	0,2
Сталь 35	3,1–1,4	1,4–0,5	0,5–0,30		2	1,8–1,2	1,3–0,9	0,6–0,45	0,4
Сталь 45 улучшенная	5,6–2,6	2,6–1,0	1,0–0,40	Сталь, $\sigma_b \geq 600$ МПа	5	1,2–0,8	0,7–0,6	0,35–0,2	0,25–0,2
Стали 10, 20, 20X	3,9–1,8	1,8–0,7	0,7–0,3		2	2,3–1,6	1,4–1,1	0,7–0,5	0,45–0,3

Таблица 9.4

**Скорость резания V (м/мин) при фрезеровании стали $\sigma_b > 600$ МПа
торцевыми фрезами цельными из быстрорежущей стали P18**

Диаметр фрезы D , мм	Число зубьев z	Припуск t , мм	Подача S_z , мм/зуб						
			0,03	0,05	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
40	12	3	72	64	50	45	39	39	35
		10	64	50	45	39	35	35	32
60	10	3	69	61	55	49	43	38	34
		10	61	55	49	43	38	34	31
60	16	3	67	59	53	47	41	37	33
		10	59	53	47	41	37	33	30
75	18	3	67	60	52	47	41	37	33
		10	60	52	47	41	37	33	30

Таблица 9.5

**Скорости резания V (м/мин) при фрезеровании конструкционных сталей
торцевыми фрезами с пластинами твердого сплава**

Диаметр фрезы D , мм	Число зубьев z	Припуск t , мм	Подача S_z , мм/зуб					
			0,07	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
80	5	1,5	442	390	350	314	276	244
		5	390	350	314	276	244	217
110	4	1,5	442	390	350	314	276	244
		5	390	350	314	276	244	217
150	6	5	390	350	312	276	244	217
		16	350	312	276	244	217	196
200	8	5	372	330	262	232	206	206
		16	330	262	232	206	186	186
250	8	5	372	330	296	262	232	206
		16	330	296	262	232	206	186
320	10	5	368	318	280	250	221	197
		16	318	280	250	221	197	175
400	12	5	330	296	262	232	206	186
		16	296	262	232	206	186	129

Для того чтобы качественно обработать какую-нибудь поверхность, необходимо правильно выбрать режимы резания. Выбор режимов резания выполняется на основании вида обработки, чертежа детали, ее размеров, материала детали и инструмента, паспортных данных станка.

К режимам резания при фрезеровании относят глубину резания t , подачу S , скорость резания V , ширину фрезерования B .

Глубина резания (припуск) t (мм) и ширина фрезерования B (мм) показаны на [рис. 9.2](#). Глубину резания при обработке выбирают по [табл. 9.1](#).

Подача – величина перемещения заготовки относительно вращающейся фрезы. При фрезеровании различают подачу на один зуб фрезы – S_z , на один оборот – S_o и за минуту – S_m .

S_z (мм/зуб) – величина перемещения обрабатываемой заготовки за время углового поворота фрезы на один зуб ([рис. 9.2](#)) выбирается по [табл. 9.2](#).

S_o (мм/об) – перемещение заготовки за время одного оборота фрезы ([табл. 9.3](#)).

S_m (мм/мин) – величина перемещения обрабатываемой заготовки в минуту.

Подачи при фрезеровании связаны между собой зависимостью

$$S_m = S_o n = S_z z n,$$

где z – число зубьев фрезы; n – частота вращения фрезы, об/мин.

Окончательно минутная подача S_m корректируется по станку, т. е. выбирается ближайшая из имеющихся. После этого определяются реальные

$$S_z = \frac{S_m}{z n_{ст}} \quad \text{и} \quad S_o = \frac{S_m}{n_{ст}}.$$

Скорость резания V – это окружная скорость вращения фрезы (м/мин):

$$V = \frac{\pi D n}{1000},$$

где D – диаметр фрезы (мм).

Скорость резания назначается по [табл. 9.4](#) и [табл. 9.5](#) в зависимости от свойств обрабатываемого материала и материала режущей части фрезы, ее диаметра, подачи, глубины резания, числа зубьев фрезы и т. д.

Зная табличное значение скорости резания, определяют *число оборотов фрезы (об/мин)*:

$$n = \frac{1000 V_{табл}}{\pi D}.$$

Затем подбирают по станку ближайшее число оборотов $n_{ст}$. По принятому числу оборотов находят действительную скорость резания:

$$V_{ст} = \frac{\pi D n_{ст}}{1000}.$$

Порядок выполнения работы и оформления отчета

1. Познакомиться с устройством вертикально-фрезерного станка (рис. 9.9). Зарисовать схему станка, указав основные узлы и схемы видов работ, выполняемых на фрезерных станках.
2. Привести технические характеристики станка марки 6В11Р:
габариты рабочей поверхности стола (мм);
число скоростей;
диапазон числа оборотов (об/мин);
число ступеней передач;
диапазон передач (мм/мин);
мощность электродвигателя (Вт).
3. Зарисовать схемы видов работ, выполняемых на фрезерных станках.
4. Рассчитать и скорректировать режимы резания для обработки полученной заготовки, значения режимов резания занести в [табл. 9.6](#).

Таблица 9.6

Режимы резания

№ п/п	Наименование операции	Инструмент (размеры, материал режущей части)	Режимы резания						
			Подача			t , мм	$n_{ст}$, об/мин	$V_{ст}$, м/мин	B , мм
			S_z , мм/зуб	S_o , об/зуб	S_m , мм/мин				
1									
2									

5. Провести настройку и наладку станка под руководством учебного мастера.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «подача» и «скорость резания» при фрезеровании.
2. Назовите основные типы инструментов при фрезеровании и приведите их назначение.
3. Объясните принципы устройства и работы вертикально-фрезерного станка.
4. Перечислите виды работ, выполняемых на фрезерных станках.
5. Укажите приспособления, применяемые для закрепления инструмента и заготовки на фрезерных станках.