

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра машиноведения

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению *лабораторной работы*  
на тему: **«Вертикально-сверлильный станок мод.2Н135»**  
по дисциплине **«Технология материалов»**

для студентов специальностей:

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»,

1-36 01 03 «Технология машиностроения»,

1-36 01 01 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

Брест 2007

УДК 621.73.735

В методических указания рассмотрены особенности метода сверления, устройство, назначение, техническая характеристика и кинематика вертикально-сверлильного станка модели 2Н135; приведен пример расчета оптимального режима резания при сверлении.

Лабораторная работа предусмотрена учебной программой дисциплины «Технология материалов» для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей», 1-36 01 03 «Технология машиностроения», 1-36 01 01 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры машиноведения.

Составители: Мирошниченко И. А., старший преподаватель  
Хоронжевский Ю. А., старший преподаватель

Рецензент: А.М. Переверткин – генеральный директор ОАО «Брестмаш»

## Лабораторная работа №5

### Тема “Вертикально – сверлильный станок мод. 2Н135 ”

#### Цель работы:

- изучение устройства и кинематики вертикально – сверлильного станка;
- освоение методики расчета рационального режима резания при сверлении, исходя из возможностей станка и инструмента.

### 1. Характеристика метода сверления

Сверление – распространенный метод получения отверстий в сплошном материале. Сверлением получают сквозные и несквозные (глухие) отверстия и обрабатывают предварительно полученные отверстия в целях увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.

Сверление осуществляют при сочетании вращательного движения инструмента вокруг оси – главного движения и поступательного движения вдоль оси – движения подачи. Оба движения на сверлильном станке сообщают инструменту.

Процесс резания при сверлении протекает в более сложных условиях, чем при точении. В процессе резания затруднены отвод стружки и подвод охлаждающей жидкости к режущим кромкам инструмента. При отводе стружки происходит трение ее о поверхность канавок сверла и сверла о поверхность отверстия. В результате повышаются деформация стружки и тепловыделение. На увеличение деформации стружки влияет изменение скорости резания вдоль режущей кромки от максимального значения до нулевого значения у центра.

### 2. Устройство, назначение и техническая характеристика станка

Вертикально – сверлильный станок мод.2Н135 предназначен для сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания отверстий, нарезания резьбы метчиком и выполнения других операций обработки отверстий.

Общий вид вертикально - сверлильного станка приведен на рисунке 1.

Заготовка 1 закрепляется на столе станка 2, который может иметь вертикальное установочное  $S_z$  перемещение по направляющим колонны 3, смонтированной на фундаментной плите 4. Режущий инструмент 5, закрепленный в шпинделе, получает главное вращательное движение  $V$  от коробки скоростей 6, а движение подачи  $S_B$  – от коробки подач 7, смонтированной в кронштейне 8. Для регулирования положения шпинделя по высоте кронштейн 8 имеет установочное вертикальное перемещение.

Ручная подача инструмента производится маховиком 9. Ось обрабатываемого отверстия совмещается с осью инструмента за счет перемещения заготовки.

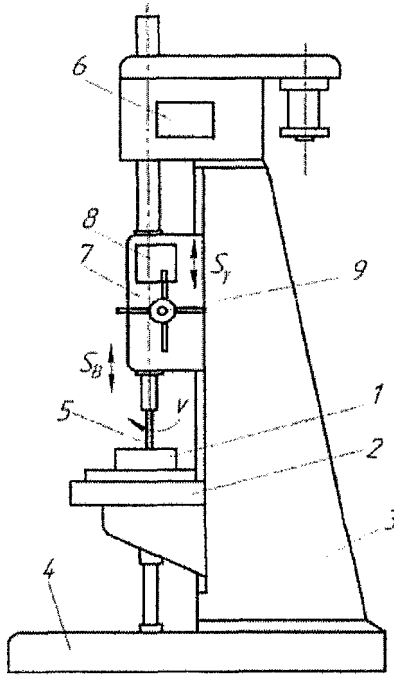


Рисунок 1. Общий вид станка.

### Техническая характеристика станка.

Наибольший диаметр сверления, мм	_____	35
Конус Морзе шпинделя	_____	№4
Наибольшее расстояние от шпинделя до стола, мм	_____	750
Наибольший ход шпинделя, мм	_____	250
Наибольшее перемещение сверильной головки, мм	_____	170
Размеры рабочей поверхности стола, мм	_____	500x450
Наибольшее перемещение стола, мм	_____	325
Число оборотов шпинделя, $\text{мин}^{-1}$	$\text{мин}^{-1}$ _____	31,5...1400
Количество подач	_____	9
Пределы величин подач, мм/об	_____	0,10...1,6
Мощность электродвигателя, кВт	_____	4,0
Наибольшее осевое усилие, кН	_____	16
Допускаемый крутящий момент на шпинделе, Н·м	_____	40

### 3. Кинематика станка

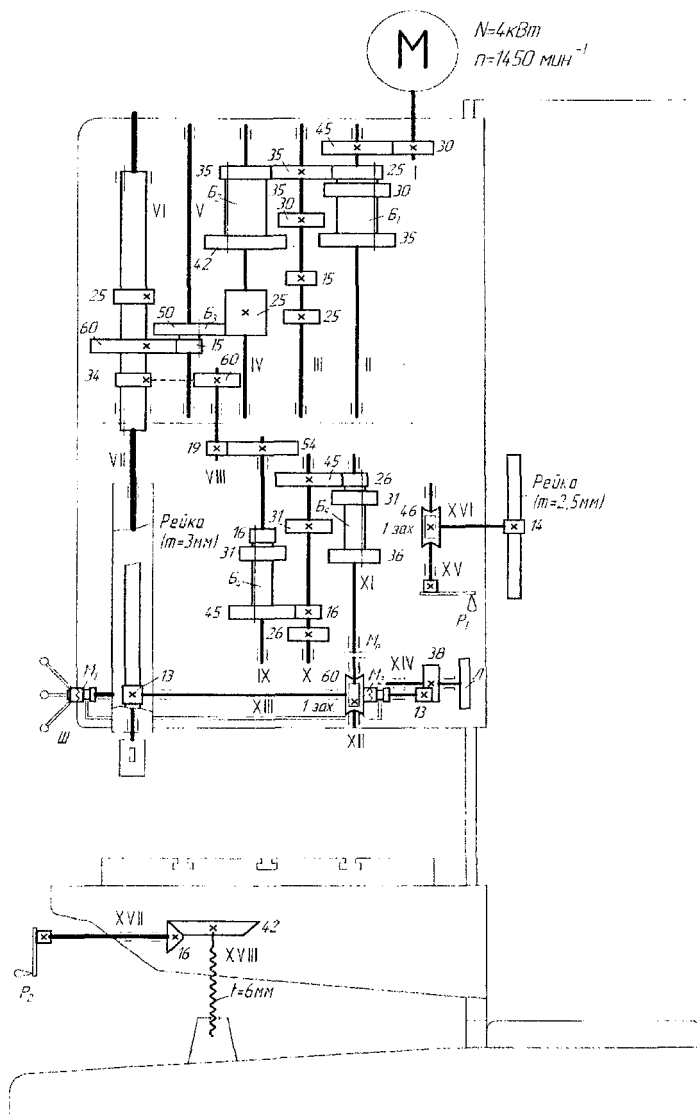


Рисунок 2. Кинематическая схема вертикально – сверлильного станка модели 2Н135.

### 3.1 Цепь главного движения

Кинематическая цепь главного движения может быть представлена в общем виде уравнением:

$$n_{шп} = n_{эд} \cdot i_{кс}, \quad (1)$$

где  $n_{шп}$  – частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$n_{эд}$  – частота вращения вала электродвигателя,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$i_{кс}$  – передаточное отношение коробки скоростей.

Переключение частот вращения шпинделя производится блоками зубчатых колес Б1; Б2;Б3, установленными на II; IV и V валах коробки скоростей (рисунок 2).

Уравнение баланса цепи главного движения в числовом выражении:

$$n_{шп} = 1450 \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{30}{25} \cdot \frac{30}{35} \cdot \frac{15}{42} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{25}{15} \cdot \frac{50}{60}, \text{ мин}^{-1} \quad (2)$$

Из уравнения видно, что шпиндель станка получает 12 различных частот вращения.

Изменение направления вращения шпинделя, необходимое при резьбонарезных работах, осуществляется реверсированием электродвигателя.

### 3.2 Цепь подач

Рабочая подача шпинделя осуществляется при помощи реечной передачи. Реечное колесо находится в зацеплении с рейкой пиноли. При вращении колеса пиноль перемещается вертикально вместе со шпинделем.

Кинематическая цепь подач может быть представлена в общем виде уравнением:

$$S = 1_{об.шп.} \cdot i_{кп} \cdot \pi \cdot m \cdot z_{рк}, \quad (3)$$

где  $i_{кп}$  - передаточное отношение коробки подач;

$m$  - модуль реечного колеса;

$z_{рк}$  - число зубьев реечного колеса.

Переключение различных вариантов подач производится при помощи блоков зубчатых колес Б4; Б5 на валах IX и XI коробки подач.

Уравнение баланса цепи подач в числовом выражении:

$$S = 1_{об.лит} \cdot \frac{34}{60} \cdot \frac{19}{54} \cdot \frac{45}{31} \cdot \frac{45}{31} \cdot \frac{45}{31} \cdot \frac{16}{31} \cdot \frac{26}{31} \cdot \frac{16}{26} \cdot \frac{26}{26} \cdot \frac{1}{60} \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 13, \text{ мм/об} \quad (4)$$

Механизм коробки подач обеспечивает 9 различных подач.

Графики чисел оборотов шпинделя и подач станка представлены на рисунках 3 и 4.

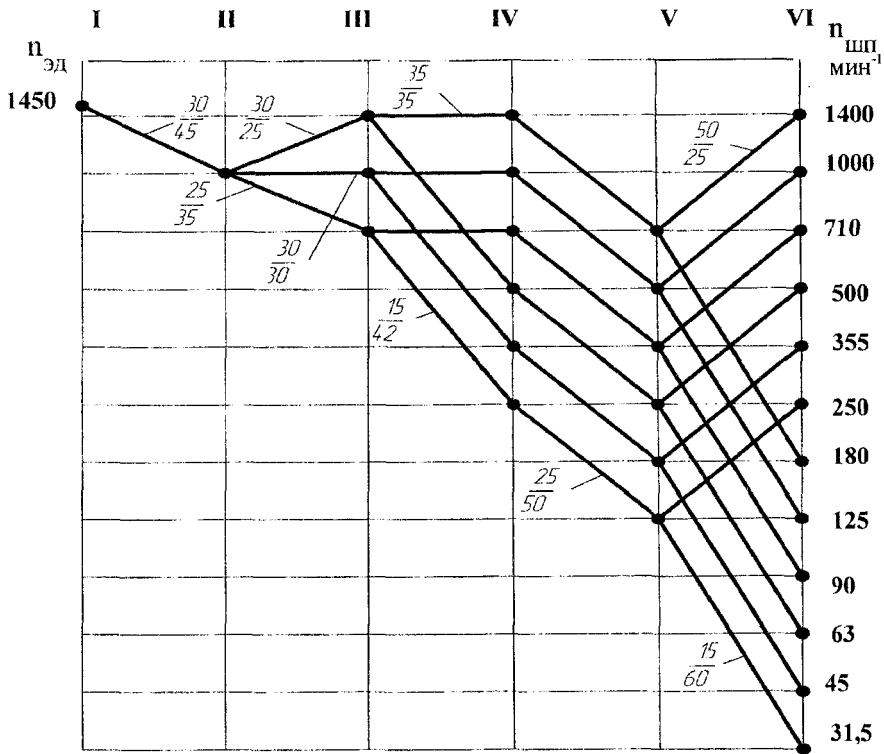


Рисунок 3. График частот вращения шпинделя.

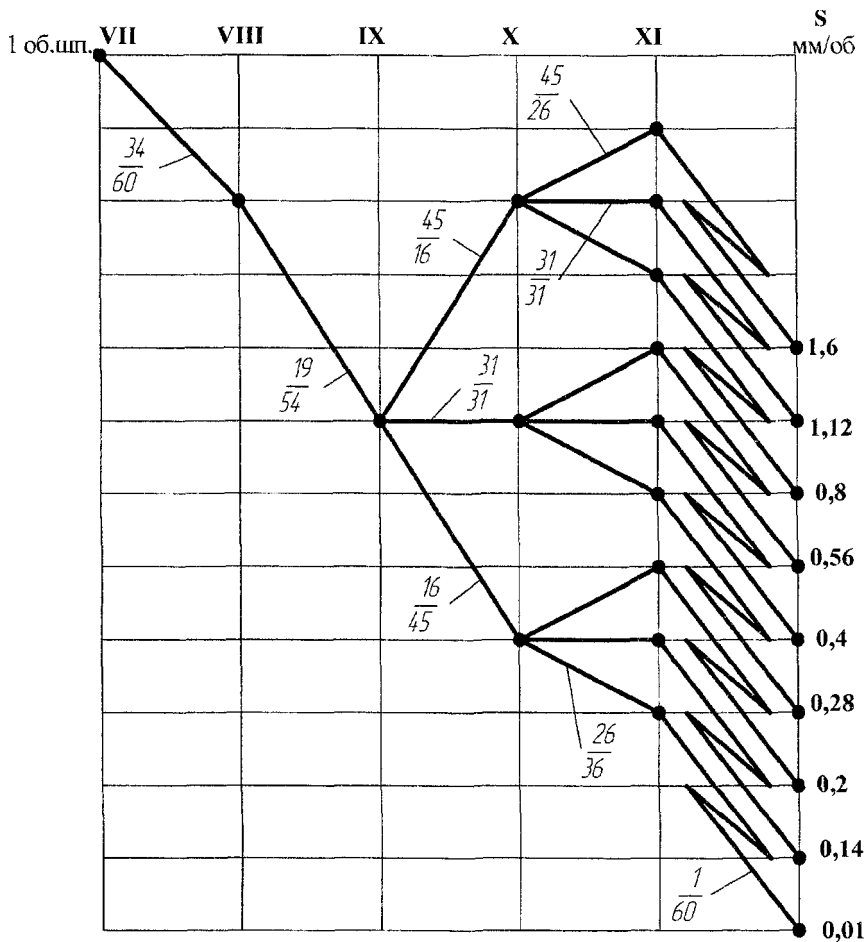


Рисунок 4. График величин подач.

#### 4. Определение оптимального режима резания

Способ определения оптимального режима резания при сверлении покажем на примере.

Пусть, например, требуется просверлить отверстие в заготовке из стали 45 Г2 ( $\sigma_B = 700$  МПа) толщиной  $l = 50$  мм сверлом из быстрорежущей стали Р6М5, диаметром  $d = 25$  мм на вертикально-сверлильном станке модели 2Н135.



#### 4.1 Подача сверла:

$$S = C_s \cdot d^{0.6}, \quad (5)$$

где  $S$  – подача сверла, мм/об;

$C_s$  – коэффициент, учитывающий механические и технологические факторы (приложение, таблица 3);

$d$  – диаметр сверла, мм.

$$S = 0,047 \cdot 25^{0.6} = 0,324 \text{ мм/об}$$

Подача принимается равной расчетной или ближайшая меньшая, имеющаяся на станке.

Принимаем  $S=0,28$  мм/об.

#### 4.2 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot d^{n_v}}{T^m \cdot S^{y_v}}, \quad (6)$$

где  $C_v$  – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал и материал сверла;

$T$  – стойкость сверла (время непосредственной работы сверла от заточки до переточки), мин.

Значения  $T$ , коэффициента  $C_v$  и показателей степени  $n_v, y_v$  и  $m$  приведены в приложении (таблицы 2;4)

$$V = \frac{8,17 \cdot 25^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0,28^{0.5}} = 29,4 \text{ м/мин} \quad (7)$$

#### 4.3 Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,4}{\pi \cdot 25} = 375 \text{ мин}^{-1} \quad (8)$$

Полученное число оборотов шпинделя корректируется по имеющимся на станке, принимая ближайшее меньшее значение.  $\text{мин}^{-1}$

Принимаем по паспорту станка  $n=355 \text{ мин}^{-1}$ .

#### 4.4 Осевое усилие при сверлении:

$$P_0 = 10 \cdot C_0 \cdot d^{x_p} \cdot S^{y_p} = 10 \cdot 73,5 \cdot 25^1 \cdot 0,28^{0.7} = 7538 \text{ Н.} \quad (9)$$

Коэффициенты  $C_0, x_p, y_p$  – выбираем из приложения (таблица 4).

$$M_{\dot{\epsilon}} = C_M \cdot d^{x_M} \cdot S^{y_M} = 0,304 \cdot 25^2 \cdot 0,28^{0,8} = 13,7 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (10)$$

Значение коэффициента  $C_M$  и показателей степени  $x_M$  и  $y_M$  выбираем из приложения (таблица 4).

В случае, если потребный крутящий момент не обеспечивается станком ( $M_{к.доп} = 40 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ), следует уменьшить подачу.

Используя формулу 9 и приравнявая потребный крутящий момент  $M_k$  к допускаемому  $M_{к.доп}$  можно определить искомую подачу из выражения:

$$S = \left( \frac{M_{к.доп}}{C_M \cdot d^{x_M}} \right)^{\frac{1}{y_M}} \quad (11)$$

4.6 Эффективная мощность:

$$N_{\text{Э}} = \frac{M_k \cdot n}{9740} = \frac{13,7 \cdot 355}{9740} = 0,5 \text{ кВт}. \quad (12)$$

4.7 Мощность электродвигателя станка:

$$N_{\text{ЭД}} = \frac{N_{\text{Э}}}{\eta} = \frac{0,5}{0,7} = 0,71 \text{ кВт}, \quad (13)$$

где  $\eta=0,7$  - коэффициент полезного действия (КПД).

Если окажется, что потребная мощность на сверление превысит мощность электродвигателя станка, следует уменьшить число оборотов шпинделя, определив его по формуле:

$$n = \frac{9740 \cdot N_{\text{ЭД}} \cdot \eta}{M_k}, \text{ мин}^{-1} \quad (14)$$

4.8 Основное технологическое время<sub>св</sub>:

$$T_0 = \frac{L}{S_M} = \frac{\ell + \ell_1 + \ell_2}{S \cdot n} \text{ мин}, \quad (15)$$

где  $L$  – расчетная глубина сверления, мм (рисунок 5);

$S_M$  – минутная подача, мм/мин;

$\ell$  – длина (глубина) отверстия, мм;

$l_1$  – путь врезания, мм (при сверлении  $l_1 = \frac{d}{2} \cdot \text{ctg} \varphi$ )

$l_2$  – величина перебега, мм (при сверлении  $l_2 \geq 3 \cdot S$ ).

Принимаем угол при вершине сверла в плане:  $2\varphi = 118^\circ$ .

Получим:

$$T_0 = \frac{50 + 12,5 \cdot \text{ctg} 59^\circ + 3 \cdot 0,28}{0,28 \cdot 355} = 1,4 \text{ мин}$$

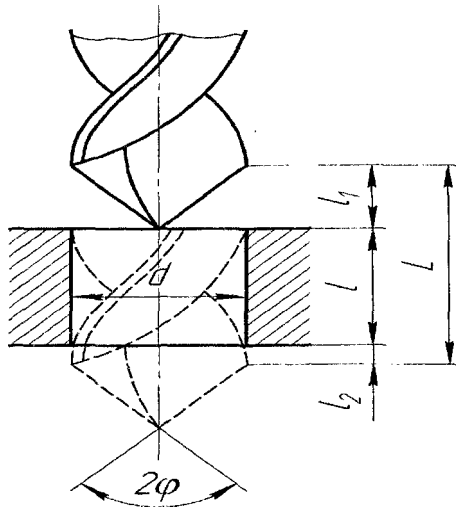


Рисунок 5. Расчетная глубина сверления.

4.9. Для найденных значений  $n$  и  $s$  записываем уравнения кинематического баланса, пользуясь графиками (рисунки 3;4):

$$n_{\text{шт}} = 1450 \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{15}{42} \cdot \frac{25}{50} \cdot \frac{50}{25} = 345 \text{ мин}^{-1};$$

$$S = l_{\text{об.шт.}} \cdot \frac{34}{60} \cdot \frac{19}{54} \cdot \frac{31}{31} \cdot \frac{26}{36} \cdot \frac{1}{60} \cdot \pi \cdot 3 \cdot 13 = 0,29 \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с методом сверления, назначением, конструкцией и технической характеристикой вертикально – сверлильного станка мод. 2Н135.
2. Изучить кинематическую схему станка: цепь главного движения, цепь подач.
3. Выполнить расчет режима резания в соответствии с вариантом индивидуального задания.
4. Для найденных значений  $n$  и  $S$  записать кинематические цепи, используя графики (рисунок 3;4).

### Содержание отчета:

1. Цепь главного движения: уравнение кинематического баланса в общем виде, в числовом выражении.
2. Цепь подач: уравнение кинематического баланса в общем виде, в числовом выражении.
3. Расчет режима резания.
4. Уравнение кинематического баланса для найденных значений  $n$  и  $S$ .

### Контрольные вопросы:

1. Характеристика метода сверления.
2. Назначение вертикально-сверлильного станка модели 2Н135.
3. Основные узлы и органы настройки станка.
4. Цепь главного движения – показать по кинематической схеме.
5. Цепь подач – показать по кинематической схеме.
6. Основные характеристики режима резания.
7. В каком случае при расчете режима резания уменьшается подача  $S$ , число оборотов шпинделя  $n$ ?
8. Из каких параметров складывается глубина сверления?
9. Поясните параметр «стойкость сверла».
10. Как определяются величины врезания и перебега при сверлении.

## Литература.

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панова и др. - М.: Машиностроение, 1988.
2. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев и др. – Л.: Машиностроение, 1987.
3. Колев Н.С. Металлорежущие станки. – М.: Машиностроение, 1990.

Таблица 1

Исходные данные

Вариант	Диаметр сверла	Обрабатываемый материал (сталь - $\sigma_B$ , чугун - HB, МПа)	Материал сверла	Толщина заготовки, мм
1	10	$\sigma_B=550$	P6M5	10
2	13	$\sigma_B=650$	P6M5	12
3	16	$\sigma_B=750$	P6M5	14
4	20	$\sigma_B=800$	P6M5	16
5	25	HB=1650	BK8	18
6	30	HB=1750	BK8	20
7	11	HB=1850	BK8	22
8	10	HB=1950	BK8	24
9	13	HB=1850	BK8	26
10	6	$\sigma_B=550$	P6M5	28
11	20	HB=1900	BK8	30
12	12	HB=1900	BK8	11
13	7	$\sigma_B=750$	P6M5	13
14	8	$\sigma_B=750$	P6M5	15
15	9	$\sigma_B=450$	P6M5	17
16	11	$\sigma_B=550$	P6M5	19
17	12	$\sigma_B=650$	P6M5	21
18	25	$\sigma_B=750$	P6M5	23
19	14	HB=1500	BK8	25
20	15	HB=1550	BK8	27
21	17	HB=1750	BK8	31
22	18	HB=1850	BK8	4
23	22	HB=1950	BK8	5
24	3	$\sigma_B=600$	P6M5	6
25	4	$\sigma_B=495$	P6M5	7
26	24	HB=1500	BK8	8
27	26	HB=1600	BK8	9
28	28	HB=1800	BK8	32
29	14	$\sigma_B=500$	P6M5	33
30	15	$\sigma_B=700$	P6M5	29

Таблица 2

## Средние периоды стойкости сверл

Быстрорежущие Р6М5		Твердосплавные ВК8	
Диаметр сверла, мм	T, мин	Диаметр сверла, мм	T, мин
2...5	6	10	20
6...14	10	12	24
15...19	12	16	32
20...24	18	20	40
25...29	25	26	52
30...34	30	30	60

Таблица 3

## Значение коэффициента Cs

Сталь	$\sigma_B$ , МПа	Cs
	до 600	
Чугун	св. 600 до 850	0,047
	$HВ$ , МПа	
	до 1700	0,097
	св. 1700	0,058

Таблица 4

Значение коэффициентов  $C_v$ ,  $C_m$ ,  $C_0$  и показателей степени

	$\sigma_B$ , МПа	Для быстрорежущих сверл Р6М5							
		$C_v$				$C_m$		$C_0$	
		d до 10 мм		d свыше 10 мм		для всех размеров сверл			
Сталь	410...500	3,18		7,76		0,230		55,6	
	501...600	3,86		9,35		0,272		65,4	
	601...700	3,36		8,17		0,304		73,5	
	701...900	3,00		7,26		0,333		82,5	
		$p_v$ 0,65	$y_v$ 0,8	$p_v$ 0,4	$y_v$ 0,5	$x_m$ 2,0	$y_m$ 0,8	$x_p$ 1,0	$y_p$ 0,7
$m=0,2$									
Чугун	$HВ$ , МПа	$C_v$				$C_m$		$C_0$	
	1510...1600	56,9				0,295		148	
	1610...1700	52,5				0,306		154	
	1710...1800	48,5				0,317		160	
	1810...1900	46,2				0,327		165	
	1910...2000	42,2				0,338		170	
	$p_v$ 0,5	$y_v$ 0,5	$x_m$ 2,0	$y_m$ 0,94	$x_p$ 0,9	$y_p$ 1,0			
$m=0,4$									

Учебное издание

Составители: Мирошниченко Игорь Александрович  
Хоронжевский Юрий Анатольевич

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы  
на тему: «*Вертикально-сверлильный станок мод.2Н135*»  
по дисциплине «Технология материалов»

для студентов специальностей

1-37.01.06 «Техническая эксплуатация автомобилей»,

1-36.01.03 «Технология машиностроения»,

1-36.01.01 «Технологическое оборудование машиностроительного производства»

Ответственный за выпуск: Мирошниченко И. А.  
Редактор: Строкач Т. В.  
Корректор: Никитчик Е.В.  
Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 17.07.2007 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Усл.печ.л. 0,93.  
Уч. изд.л. 1. Заказ № 357. Тираж 100 экз. Отпечатано на ризографе учреждения  
образования «Брестский государственный технический университет, 224017, г. Брест,  
ул. Московская, 267.