

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра станков и инструментов

В.К. Пашков

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОПУСТИМОЙ  
ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КРУГЛЫХ ПИЛ**

Для студентов специальности 250403 «Технология деревообработки».  
Направление 250300 «Технология и оборудование лесозаготовительных и  
деревообрабатывающих производств»

Екатеринбург  
2008

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методической комиссией  
факультета МТД  
Протокол № 5 от 12.09.07 г.

Рецензенты – заведующий кафедрой станков и инструментов, канд. техн.  
наук, доцент В.Г. Новоселов

Редактор Н.А. Майер  
Оператор А.А. Сидорова

---

Подписано в печать 22.12.08	Поз. 94
Плоская печать	Формат 60×84 1/16
Заказ №	Тираж 50 экз
	Печ. л. 1,16
	Цена 3 руб. 60 коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие положения.....	4
2. Методика расчета максимально допустимой частоты вращения пилы.....	5
3. Расчетные значения максимально допустимых частот вращения пил.....	7
4. Примеры выбора рабочей частоты вращения и толщины пил для поперечной распиловки.....	1 1
5. Примеры выбора рабочей частоты вращения и толщины пил для продольной распиловки.....	1
Рекомендуемая литература.....	2 1 2
Приложения.....	1
1. Значение коэффициента В.....	3
2. Значения функции $f'_{(c\lambda)}$ .....	1
3. Значения коэффициента $K_{\Pi}$ .....	3
4. Значения степени проковки пил.....	1
5. Значения функции $f''_{(c\lambda)}$ .....	3
6. Значения частот колебаний пил V.....	1
7. Номограммы для расчета температурных перепадов по радиусу пилы.....	3 1 3 1 4
	1 8

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для определения максимально допустимых рабочих частот вращения круглых плоских пил по ГОСТ 980-80 из условия исключения опасных изгибных колебаний. Область их применения – разработка нового и модернизация действующего круглопильного оборудования. Методика расчета может быть использована также при

уточнении толщины заказываемых пил с учетом технической характеристики круглопильного оборудования, находящегося в эксплуатации.

Материалы содержат общие сведения, методику расчета максимально допустимых частот вращения, их расчетные значения для пил по ГОСТ 980-80 и примеры практического использования. При разработке методики расчета и рассмотрении примеров выбора рабочих частот вращения пил учтены результаты теоретических, экспериментальных исследований ЦНИИМОДа, УЛТУ, ЛТА, а также опыт работы передовых отечественных и зарубежных предприятий.

Методические указания предназначены для студентов специальности 250403 при выполнении курсовых и дипломных проектов.

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При разгоне пилы до предельной частоты вращения, при которой происходит разрушение диска, он проходит ряд характерных состояний А, Б и В, показанных на рис. 1.

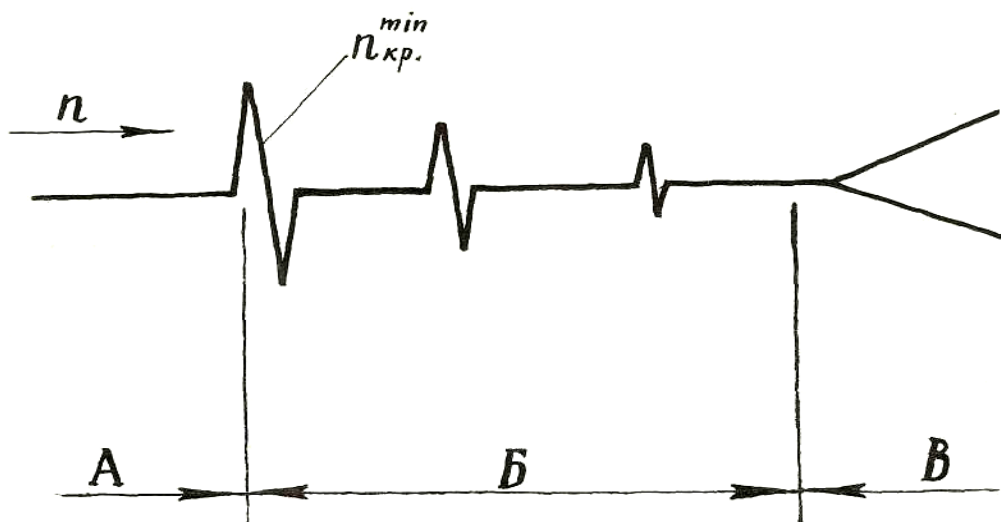


Рис. 1. Колебания диска пилы при разгонных испытаниях до предельного состояния / разрушения /

Состояние А для вращающегося диска характерно тем, что амплитуда поперечных колебаний уменьшается, а изгибная жесткость несколько увеличивается за счет гидроскопического момента по сравнению с аналогичными значениями в статике.

Состояние Б характерно наличием нескольких критических частот вращения  $n_{кр.}^{\lambda}$  диска, отличающихся формой колебаний  $\lambda \geq 2$  ( $\lambda$  – число узловых диаметров, характеризующее форму колебаний). При приложении к вращающемуся диску неподвижной в пространстве поперечной сосредоточенной силы диск прогибается в несколько раз больше, чем при состоянии А (рис. 2).

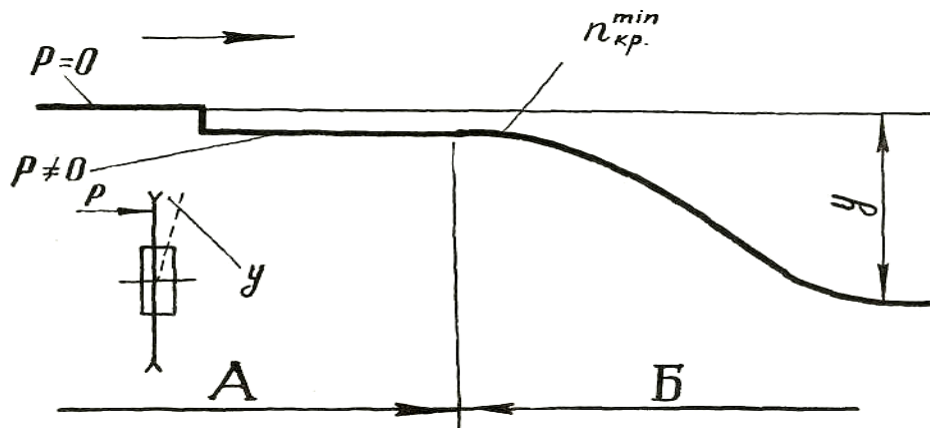


Рис. 2. Поперечные отклонения диска пилы «у» под действием неподвижной в пространстве поперечной сосредоточенной силы Р.

Диск пилы при состоянии Б динамически неустойчив. Зона неустойчивости непрерывна и с увеличением частоты вращения расширяется из-за нелинейности при больших амплитудах колебаний. При снятии поперечной силы диск пилы совершает медленные затухающие колебания.

Состояние В характерно наличием изгибных колебаний диска пилы, амплитуда которых увеличивается с увеличением частоты вращения и приводит диск к разрушению. При вращении пилы в вакууме состояние В не наступает, поэтому при вращении пил, например, диаметром 500 мм, толщиной 1,2 и 2,5 мм на воздухе разрушение происходит, соответственно, при 10 и 17 тыс. об/мин, а при вращении в вакууме – в обоих случаях при 26 тыс. об/мин.

Рабочая частота вращения пил должна соответствовать состоянию А. Назначается по условиям или минимальной энергоемкости процесса резания, или получения требуемого качества обработанной поверхности, или минимального шума и т.д. и не должна превышать  $0,85 n_{кр}^{min}$ . По рис. 1  $n_{кр}^{min}$  - минимальная критическая частота вращения пилы. Частота вращения равная  $0,85 n_{кр}^{min}$ , называется максимально допустимой рабочей частотой вращения.

## 2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПИЛЫ

Критическая частота вращения рассчитывается по формуле

$$n_{кр} = \sqrt{\frac{K_n^2 V_l^2 - C_l D T}{I^2 - B_l}}, \quad (1)$$

где  $V_\lambda$  – частота собственных колебаний невращающейся пилы с нулевыми начальными напряжениями, 1/с (прил. 7);

$K_{\Pi}$  – коэффициент проковки (вальцевания) (прил. 3);  
 $C_{\lambda}$  – температурный коэффициент,  $1/с^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  
 $\Delta T$  – разность температур на окружности впадин зубьев и в зоне зажимных фланцев,  $^\circ\text{C}$ ;

$\lambda$  – число узловых диаметров ( $\lambda \geq 2$ );

$V_{\lambda}$  – динамический коэффициент (прил. 1).

Для определения  $n_{кр}$  в формулу 1 подставляются значения  $\lambda = 2, 3, 4 \dots$ .  
 Наименьшая величина  $n_{\lambda кр}$  и будет  $m_{кр}^{\min}$ .

Частота собственных колебаний невращающейся пилы с нулевыми начальными направлениями:

$$V_l = m_1 \frac{S}{R_p^2} \sqrt{f_{(cl)}^I}, \quad (2)$$

где  $S$  – толщина диска пилы, см;

$R_p$  – расчетный радиус пилы, равный радиусу окружности впадин зубьев плюс половина высоты зубьев, см;

$f_{(cl)}^I$  – безразмерная функция (прил. 2);

$C$  – отношение радиуса зажимных фланцев к расчетному радиусу пилы;

$m_1$  – коэффициент для диска пилы из стали 9ХФ равен  $2,5 \times 10^4 \text{ см}^2/\text{с}$ .

Коэффициент проковки  $K_{\Pi}$  – отношение частоты собственных колебаний пилы после проковки к расчетной частоте для пилы с нулевыми начальными напряжениями. Предельные значения коэффициента  $K_{\Pi}$  при проковке (вальцевании) пилы по оптимальной зоне (ограниченной окружностью с относительным радиусом, равным 0,8) до критического состояния (соответствующего потере устойчивости по форме  $\lambda=0$ ) приведены в прил. 3. Обычно зона проковки (вальцевания) меньше оптимальной, а степень проковки пил ниже критической. Значения степени проковки пил по ГОСТ 980-69 (отношение вогнутости после проковки к расчетной величине вогнутости для пилы с нулевыми начальными напряжениями) приведены в прил. 4. На практике  $K_{\Pi} = 0,85 \dots 1,3$ . Значение  $K_{\Pi} = 1$  указывает на то, что проковкой только компенсированы напряжения сжатия в периферийной зоне диска пилы, возникшие при термообработке.

Температурный коэффициент  $C_{\lambda}$  рассчитывается по формуле

$$C_l = m_2 \alpha_{\lambda} \Psi \frac{f_{(cl)}^{II}}{R_p^2}, \quad (3)$$

где  $m_2$  – постоянный коэффициент (для стального диска  $m_2 = 6,85 \times 10^9 \text{ см}^2/\text{с}^2$ );

$\alpha_{\lambda}$  – коэффициент линейного расширения материала пилы (для стали  $\alpha_{\lambda} = 12 \times 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$ );

$f_{(cl)}^{II}$  – безразмерная функция (прил. 5)

Температурный перепад  $\Delta T$  для пилы, вращающейся на спокойном воздухе без принудительного охлаждения, определяется по формуле:

$$\Delta T = 1550 \frac{KN}{D^{1,3} n^{0,4} b^{0,5}}, \quad (4)$$

где  $K$  – часть мощности резания, расходуемая на нагрев диска без зубьев;  
 $N$  – мощность резания, кВт;  
 $D$  – диаметр пилы, мм;  
 $n$  – частота вращения пилы, об/мин;  
 $b$  – толщина пилы, мм.

Графическое решение уравнения (4) в виде приспособляемой циркульной номограммы приведено на рис. Пб.1 (прил. 6).

Для пил, принудительно охлаждаемых с обеих сторон направленной струей охлаждающей среды, температурный перепад  $\Delta T$  определяется по формулам (5) и (6):

при охлаждении водовоздушной смесью

$$\Delta T = 233 \frac{KN}{D^{0,8} n^{0,15} b^{0,5} Q_{\text{жд}}^{0,17}}, \quad (5)$$

при охлаждении водой

$$\Delta T = 208 \frac{KN}{D^{0,65} n^{0,075} b^{0,5} Q_{\text{жд}}^{0,24}}, \quad (6)$$

где  $Q_{\text{жд}}$  – расход жидкости на один диск, кг/ч.

Графическое решение уравнений (5) и (6) в виде составных сетчато-циркульных номограмм приведено соответственно на рис. Пб.2 и Пб.3.

При работе без принудительного охлаждения для разведенных пил  $K=0,03$  и для пил, оснащенных пластинками твердого сплава,  $K=0,015$ . При работе с охлаждением инструмента водовоздушной смесью или водой – для разведенных пил  $K=0,01$  и для твердосплавных пил  $K=0,005$ .

В процессе пиления диск пилы защемлен распиливаемым материалом.

Это увеличивает допустимую рабочую частоту и частоты собственных колебаний  $V_\lambda$  на 5-20% (в зависимости от высоты пропила), допустимую рабочую частоту вращения пыльного вала на 5-10%. Оба фактора являются положительными с позиции повышения динамической устойчивости диска пилы. В расчетах они не учитываются, что увеличивает надежность полученных результатов с практической точки зрения.

### 3. РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ

## ЧАСТОТ ВРАЩЕНИЯ ПИЛ

В табл. 1 приведены расчетные значения минимальных критических частот вращения  $n_{кр}^{min}$  пил с нулевыми начальными напряжениями при нулевом температурном перепаде. Расчетный диаметр пил  $D_p$  соответствует пилам с 48 зубьями 1-го профиля по ГОСТ 980-80. Диаметр зажимных фланцев по ОСТ 2ДМ11-1-76 и РИ06-00. Промежуточные расчетные значения частот собственных колебаний  $V_\lambda$  приведены в прил. 7. Эти сведения облегчают выполнение числовых расчетов с введением дополнительных условий.



Таблица 1

## Значения минимальных критических частот вращения

Диаметр пилы, мм	Диаметр зажимных фланцев, мм	Минимальная критическая частота вращения $n_{кр}^{min}$ , об/мин, при толщине пил, мм															
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,5
250	100	7458	8950	10442	11934	13424	14917	16408	18646	20883	22375	23867	26850	29883	33662	37292	41021
315	100	4112	4934	5757	6580	7402	8224	9047	10280	11514	12336	13158	14803	16448	18504	20560	22616
360	100	3013	3637	4243	4850	5456	6062	6668	7578	8487	9093	9699	10912	12124	13640	15155	16671
400	125	2539	3047	3555	4062	4570	5078	5586	6347	7109	7617	8125	9140	10156	11426	12695	13965
450	125	1940	2328	2714	3104	3492	3880	4268	4850	5432	5820	6208	6984	7780	8730	9700	10370
500	125	1536	1843	2150	2457	2765	3072	3379	3840	4301	4608	4915	5529	6144	6912	7680	8447
560	160	1257	1508	1760	2011	2262	2514	2765	3142	3519	3770	4022	4225	5027	5657	6284	6912
630	160	973	1168	1362	1557	1751	1946	2141	2433	2725	2819	3114	3503	3892	4379	4865	5352
710	160	724	869	1014	1158	1303	1448	1593	1810	2027	2172	2317	2606	2896	3258	3620	3982
800	160	535	642	749	856	963	1070	1177	1338	1498	1605	1712	1926	2140	2408	2675	2943
900	200	447	536	625	714	804	893	982	1116	1250	1340	1428	1607	1786	2009	2233	2456
1000	200	343	411	480	548	607	686	754	857	960	1028	1097	1234	1371	1543	1714	1885
1250	240	215	258	301	344	387	430	473	538	603	646	689	775	861	968	1076	1184
1500	300	152	183	213	244	274	304	335	381	426	457	487	548	609	685	761	837



В табл. 2 приведены расчетные значения максимально допустимых рабочих частот вращения пил с учетом их нагрева при эксплуатации ( $\Delta T \geq 0$ ) и характерных начальных напряженных состояний для условий поставки с Горьковского опытно-промышленного металлургического завода. Коэффициент проковки  $K_{\text{П}}$  принят равным 1,06 для пил диаметром 250-710 мм и 1,0 для пил диаметром 800-1500 мм. Значения коэффициента проковки определены на основании оценки пил, поставленных предприятиям п/о «Северолесэкспорт» в 1975-80 гг. Также учтено, что по ГОСТ 980-80 прокованные пилы диаметром 710-1500 мм имеют одинаковый уровень начального напряженного состояния (прил. 4), а у пил диаметром 250-630 мм при минусовых допусках на степень проковки уровень начального напряженного состояния выравнивается и снижается.

При изменении нормативов степени проковки, нормировании зоны обработки (в ГОСТ 980-80 это требование отсутствует), изменении технологии изготовления пил на АО «Сталь» коэффициент  $K_{\text{П}}$  подлежит уточнению.

При проектировании и модернизации оборудования определение максимально допустимых рабочих частот вращения пил производится по номинальной установленной мощности электродвигателя с учетом размеров пильного диска по его максимальному диаметру.

При решении задач, связанных с выбором толщины пильного диска, для конкретных условий распиловки используют фактическую мощность резания, определенную расчетом или непосредственным ее измерением.

Таблица 2

Значения максимальных допустимых частот вращения

Диаметр пилы, мм	Диаметр фланцев, мм	Толщина пилы, мм	Максимально допустимая частота вращения $n_{\text{доп}}^{\text{max}}$ (об/мин) пил при $\Delta T, ^\circ\text{C}$						
			0	5	10	15	20	30	50
250	100	1,2	8050	7800	7550	7250	6950	6850	4850
		1,4	9400	9200	8950	8700	8500	7950	6850
		1,6	10750	10550	10350	10150	9950	9500	8600
315	100	1,6	5950	5700	5450	5200	4950	4350	2850
		1,8	6650	6450	6250	6050	5800	5300	4200
		2,0	7400	7250	7050	6850	6650	6200	5300
		2,2	8150	8000	7800	7650	7450	7100	6300
360	100	1,8	4900	4700	4450	4250	3950	3400	1800
		2,0	5450	5250	5050	4850	4650	4150	3000
		2,2	6000	5850	650	5450	5250	4850	3900
		2,5	6800	6650	6500	6350	6200	5850	5050

Окончание табл. 2

Диаметр пилы, мм	Диаметр фланцев, мм	Толщина пи- лы, мм	Максимально допустимая частота вращения $n^{\max}_{\text{доп}}$ (об/мин) пил при $\Delta T, ^\circ\text{C}$						
			0	5	10	15	20	30	50
400	125	1,8	4100	3900	3700	3450	3200	2600	450
		2,0	4550	4350	4150	3950	3750	3250	2000
		2,2	5050	4850	4700	4500	4300	3900	2900
		2,5	5700	5550	5400	5250	5100	4750	4000
450	125	2,0	3500	3300	3100	2850	2600	2050	-
		2,2	3850	3650	3500	3300	3050	2600	1200
		2,5	4350	4200	4050	3900	3700	3300	2400
		2,8	4900	4750	4600	4450	4300	4000	3250
500	125	2,2	3050	2850	2650	2450	2200	1650	-
		2,5	3450	3300	3150	2950	2750	2350	1050
		2,8	3850	3750	3600	3450	3200	2900	2050
560	160	2,2	2500	2300	2100	1900	1650	1000	-
		2,5	2850	2650	2500	2350	2150	1700	-
		2,8	3150	3050	2900	2750	2550	2200	1200
630	160	2,2	1950	1750	1550	1300	1000	-	-
		2,5	2200	2050	1850	1650	1450	850	-
		2,8	2450	2300	2150	2000	1800	1400	-
		3,0	2650	2500	2350	2200	2050	1700	350
710	160	2,2	1450	1250	970	600	-	-	-
		2,5	1650	1450	1250	1000	650	-	-
		2,8	1800	1650	1500	1300	1050	-	-
		3,0	1950	1800	1650	1450	1250	700	-
		3,2	2100	1950	1800	1650	1450	1000	-
800	160	2,8	1250	1100	850	550	-	-	-
		3,0	1350	1200	1000	750	350	-	-
		3,2	1450	1300	1100	900	600	-	-
		3,6	1650	1500	1350	1150	950	250	-
900	200	3,2	1200	1050	900	650	300	-	-
		3,6	1350	1250	1100	900	700	-	-
		4,0	1500	1400	1250	1150	950	750	-
1000	200	3,6	1050	900	750	500	-	-	-
		4,0	1150	1050	900	700	500	-	-
		4,5	1300	1200	1100	950	750	200	-
1250	240	4,0	750	600	400	-	-	-	-
		4,5	800	700	550	350	-	-	-
		5,0	900	800	700	550	350	-	-
1500	300	4,5	600	450	300	200	-	-	-
		5,0	650	550	400	250	-	-	-
		5,5	700	550	500	350	100	-	-

#### 4. ПРИМЕРЫ ВЫБОРА РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И ТОЛЩИНЫ ПИЛ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАСПИЛОВКИ

Максимально допустимая рабочая частота вращения определяется по табл. 2 с учетом величины температурного перепада по радиусу диска пилы  $\Delta T$ . В случаях, когда время пиления в цикле составляет менее 10%, можно считать, что температурный перепад по радиусу диска пилы равен нулю ( $\Delta T \approx 0$ ).

Рассмотрим примеры использования результатов расчетов при решении прямой задачи, связанной с выбором частоты вращения.

*Пример 1.* Разрабатывается новый станок, например, концевик. Диаметр пил 400 мм, установленная мощность на одну пилу 7,0 кВт. По ГОСТ 980-69 пилы этого диаметра с зубьями 4-го профиля имеют толщину 1,8; 2,0; 2,2; 2,5 мм. По номограмме (прил. 6) для предлагаемой частоты вращения пилы  $n=3000$  об/мин температурный перепад  $\Delta T = (30 \pm 5)^\circ\text{C}$  для всех возможных толщин пилы. По табл. 2 максимально допустимая рабочая частота вращения этих пил при  $\Delta T = 30^\circ\text{C}$  равна, соответственно, 2600, 3250, 3900 и 4750 об/мин. Таким образом, если предполагается устанавливать пилы непосредственно на валу электродвигателя серии МД, то пилы толщиной 1,8 мм при полной нагрузке электродвигателя по мощности не могут быть использованы по условию исключения опасных изгибных колебаний. Если не ограничивать применения пил толщиной 1,8 мм, то частота вращения пильного вала не должна превышать 2600 об/мин.

*Пример 2.* Разрабатывается новый станок модели АЦ-2 для поперечной распиловки бревен. Диаметр пилы 1000 мм. Установленная мощность механизма резания 10 кВт. По ГОСТ 980-80 пилы этого диаметра имеют толщину 3,6; 4,0 и 4,5 мм. Так как время пиления в цикле составляет менее 10%, принимается, что температурный перепад по радиусу диска пилы равен нулю ( $\Delta T \approx 0$ ). По табл. 2 максимально допустимая рабочая частота вращения этих пил равна, соответственно, 1050, 1150 и 1300 об/мин. Поэтому частота вращения пильного вала не должна превышать 1050 об/мин.

Рассмотрим пример использования результатов расчетов при решении обратной задачи, связанной с выбором толщины пил.

*Пример.* Эксплуатируется шипорезный станок модели Ш2ПА-2 с двумя торцовочными шпинделями. Диаметр пил 360 мм, частота вращения пильного вала 2880 об/мин. По ГОСТ 980-80 пилы этого диаметра имеют толщину 1,8; 2,0; 2,2 и 2,5 мм. Торцуются сосновые заготовки толщиной 80 мм, скорость подачи 8 м/мин. Для данного режима распиловки мощность на резание составляет 1,9 кВт (рассчитывается по одной из известных методик). По номограмме (рис. Пб.1 прил. 6) температурный перепад  $\Delta T=10^\circ\text{C}$ . По табл. 2 максимально допустимая рабочая частота вращения данных пил равна, соответственно, 4450, 5050, 5650, 6500 об/мин. На этой операции могут эксплуатироваться пилы диаметром 360 мм любой из стандартных толщин.

## 5. ПРИМЕРЫ ВЫБОРА РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И ТОЛЩИНЫ ПИЛ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ

При продольном пилении максимально допустимая частота вращения определяется по табл. 2 с учетом величины температурного перепада по радиусу диска пилы  $\Delta T$ , определяемого по номограммам рис. Пб.1, Пб.2 и Пб.3 прил. 6.

Рассмотрим пример использования результатов расчетов при решении прямой задачи, связанной с выбором частоты вращения.

*Пример.* Разрабатывается новый многопильный станок (8 пил) для продольной распиловки брусьев. Установленная мощность механизма резания 100 кВт (12,5 кВт на одну пилу). Диаметр пил 560 мм. По ГОСТ 980-80 пилы этого диаметра имеют толщину 2,2; 2,5 и 2,8 мм. Температурный перепад по радиусу диска для пил, работающих без принудительного охлаждения,  $\Delta T \approx 30^\circ\text{C}$  (номограмма рис. Пб.1 прил. 6). По табл. 2 максимально допустимая рабочая частота вращения пил в этих условиях для перечисленных толщин равна, соответственно, 1000, 1700 и 2200 об/мин. При охлаждении пил водовоздушной смесью с расходом жидкости 10 кг/ч на одну пилу, температурный перепад  $\Delta T \approx 7^\circ\text{C}$  (номограмма рис. Пб.2 прил. 6). По табл. 2 допустимая рабочая частота вращения равна, соответственно, 2200, 2600 и 3000 об/мин. Целесообразно в проектируемом многопильном станке использовать охлаждение пил водовоздушной смесью и назначить частоту вращения пильного вала не более 2200 об/мин.

Рассмотрим пример использования результатов расчетов при решении обратной задачи, связанной с выбором толщины пил.

*Пример.* Эксплуатируется прирезной станок с вальцово-дисковой подачей ЦА-2. Диаметр пилы 450 мм, частота вращения пильного вала 2870 об/мин. Распиливаются заготовки толщиной 50 мм со скоростью подачи 52 м/мин. Мощность на резание составляет 7,5 кВт (рассчитывается по одной из известных методик). Температурный перепад по радиусу диска  $\Delta T = 28^\circ\text{C}$  (номограмма рис. Пб.1 прил. 6). По табл. 2 максимально допустимая рабочая частота вращения при  $\Delta T = 30^\circ\text{C}$  равна 2600 об/мин для пил толщиной 2,2 мм и 3300 об/мин для пил толщиной 2,5 мм. На данной операции следует использовать пилы толщиной не менее 2,5 мм.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пашков, В.К. Режимы пиления в круглопильных станках и линиях [Текст] / В.К. Пашков – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- 187 с.
2. Пашков, В.К. Теплофизика резания древесины круглыми пилами [Текст] / В.К. Пашков. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007.- 306 с.

### Приложение 1

С	Коэффициент В при $\lambda$ , равном		
	2	3	4
0,2	2,45	4,27	6,28
0,3	2,59	4,34	6,75
0,4	2,83	4,48	6,78

### Приложение 2

$\lambda$	$f'_{(c\lambda)}$ при С, равном					
	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
2	32,2	42,7	51,7	64,7	83,3	110,7
3	166,4	162,2	167,0	177,5	195,9	225,3
4	590,4	523,0	507,1	502,0	509,3	532,3

### Приложение 3

С	Коэффициент $K_{II}$ при $\lambda$ , равном		
	2	3	4
0,1	1,49	1,30	1,17
0,2	1,39	1,32	1,20
0,3	1,26	1,29	1,21
0,4	1,14	1,23	1,20

### Приложение 4

Диаметр пил	250	315	360	400	450	500	560	630	710... 1500
Степень проковки	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1

### Приложение 5

$\lambda$	$f'_{(c\lambda)}$ при С, равном				
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
2	0,95	0,91	0,87	0,81	0,75
3	2,85	2,81	2,75	2,68	2,59
4	5,52	5,47	5,39	5,30	5,17

Температурный перепад по радиусу диска  $\Delta T$  для пил, работающих без принудительного охлаждения и охлаждаемых направленной струей водовоздушной смеси или воды определяется по номограмме рис. П6.1, П6.2 и П6.3.

Способ пользования номограммами рассмотрим на примере приспособляемой циркульной номограммы для пилы, работающей без охлаждения (рис. П6.1). Пусть требуется определить температурный перепад  $\Delta T$  по известным значениям  $D$ ,  $n$ ,  $b$ ,  $k$  и  $N$ . На бинарных полях  $(D, n)$  и  $(D, b)$  отмечаем точки, соответствующие заданным значениям  $D$ ,  $n$ ,  $b$ . Измеряем циркулем расстояние между этими точками. Оставляя неизменным полученный раствор циркуля, помещаем одну из его ножек в точку на поле  $(k, N)$ , соответствующую заданным значениям  $k$  и  $N$ , а другую его ножку в поле  $(k, \Delta T)$  на заданное значение  $k$  и читаем ответ  $\Delta T$ .

Особенностью номограмм для охлаждаемых дисков пил (рис. П6.2 и П6.3) является то, что они состоят из двух частей: сетчатой номограммы для определения произведения  $kN$  и циркульной номограммы, связывающей параметры  $D$ ,  $n$ ,  $b$ ,  $Q_{\text{жд}}$ ,  $kN$  и  $\Delta T$ . По параметрам  $k$  и  $N$  сетчатой номограммы определяется произведение  $kN$ , а в остальном способ пользования номограммой не отличается от рассмотренного выше.



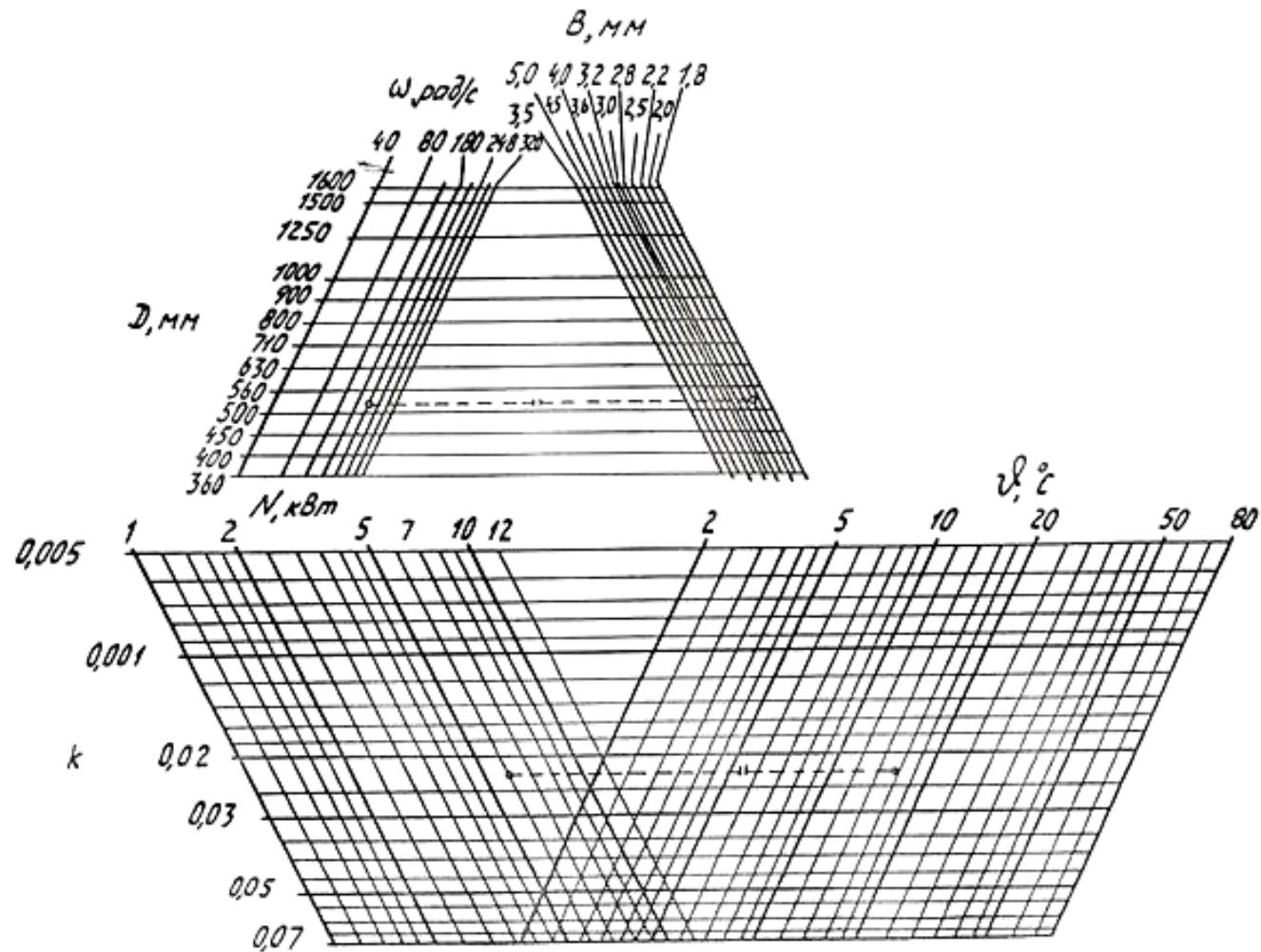


Рис. П6.1. Номограмма для расчета температурных перепадов в дисках пил при резании без охлаждения

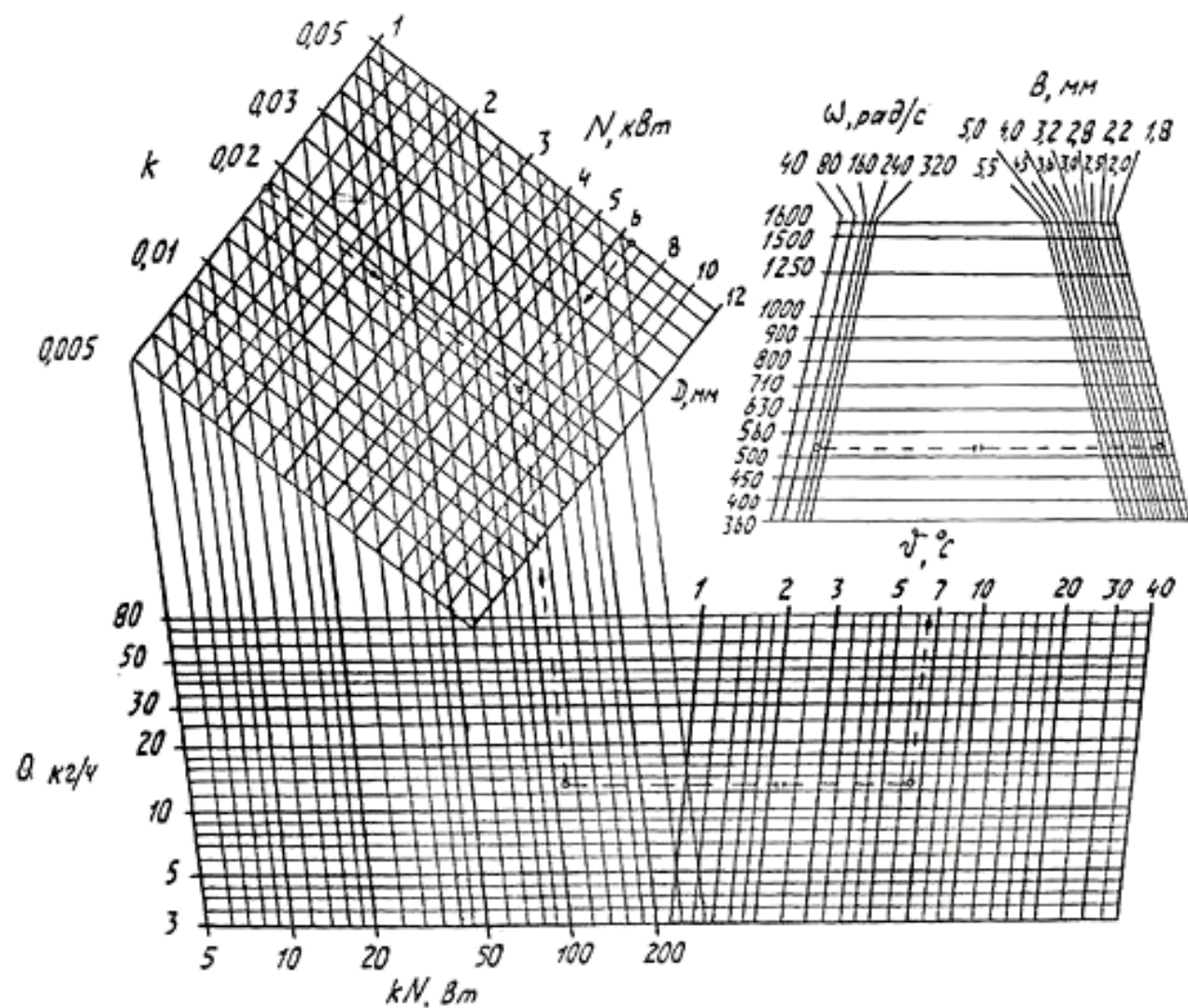


Рис. П6.2. Номограмма для расчета температурных перепадов в дисках пил при резании с охлаждением водо-воздушной смесью

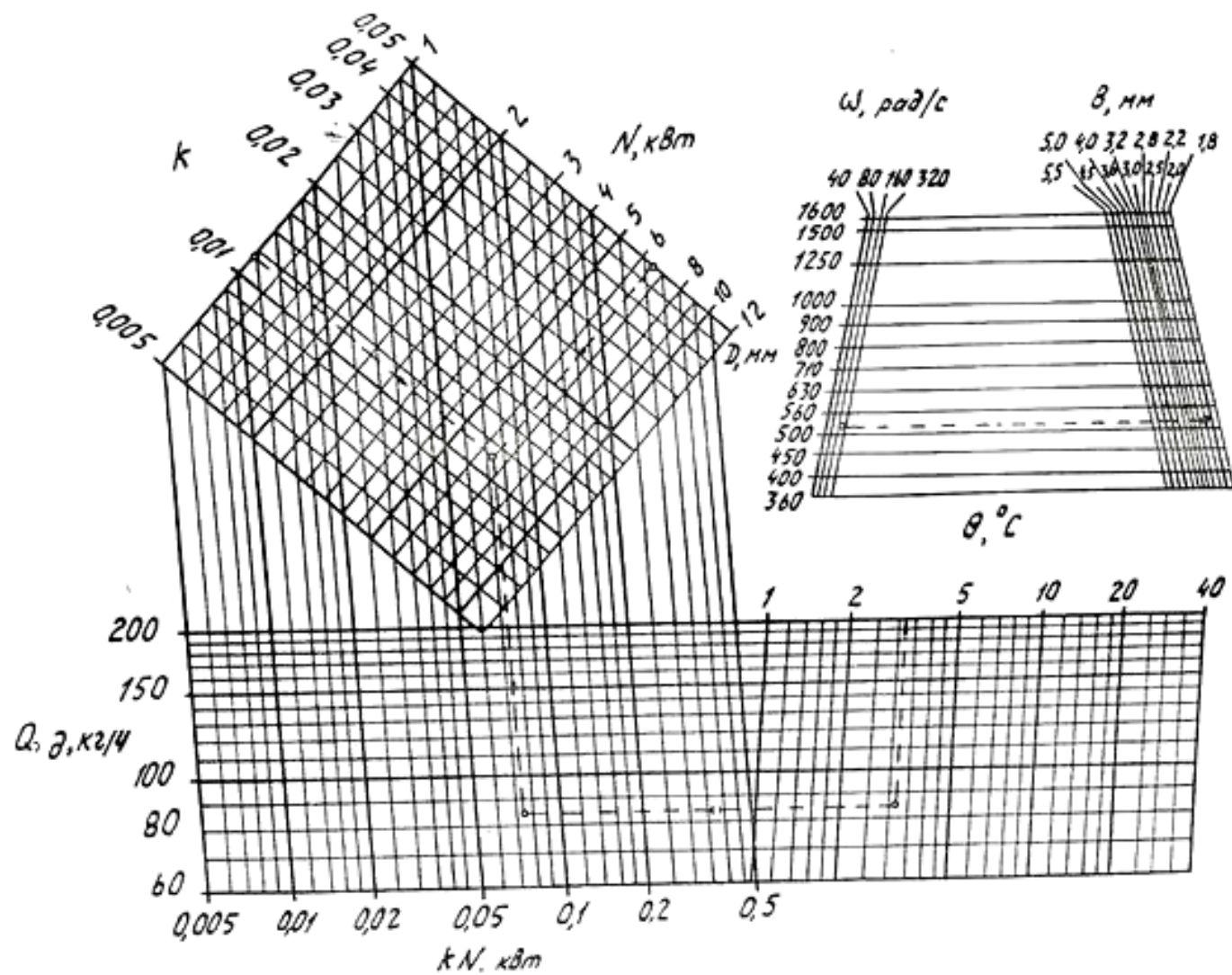


Рис. П6.3. Номограмма для расчета температурных перепадов в дисках пил при резании с охлаждением водой

Приложение 7

Диаметр пилы, мм	Расчетный диа- метр пилы, мм	Диаметр фланцев, мм	Толщина пилы, мм	V <sub>λ</sub> Гц при λ, равном		
				2	3	4
315	305	100	1,6	149,1	235,7	386,9
			1,8	167,7	265,2	435,3
			2,0	186,3	294,6	483,7
			2,2	205,0	324,1	532,0
360	348	100	1,8	116,4	196,5	333,5
			2,0	129,3	218,3	370,5
			2,2	142,3	240,2	407,6
			2,5	161,7	272,9	463,1
400	387	125	1,8	102,9	163,9	270,2
			2,0	114,3	182,1	300,2
			2,2	125,7	200,3	330,2
			2,5	142,9	227,6	375,2
450	435	125	2,0	82,8	139,7	237,1
			2,2	91,0	153,7	260,8
			2,5	103,5	174,7	296,4
			2,8	115,8	195,6	332,0
500	484	125	2,2	68,9	122,0	211,3
			2,5	78,3	138,6	240,1
			2,8	87,7	155,2	268,9
560	542	160	2,2	59,6	99,5	167,9
			2,5	67,8	113,0	190,8
			2,8	75,9	126,6	213,7
630	609	160	2,2	44,0	77,3	133,4
			2,5	50,0	87,8	151,6
			2,8	55,7	98,0	169,3
			3,0	60,0	105,4	181,9
710	687	160	2,2	32,5	59,9	105,5
			2,5	36,9	68,1	119,9
			2,8	41,4	76,3	134,3
			3,0	44,3	81,7	143,9
			3,2	47,3	87,2	153,5
800	774	160	2,8	31,0	59,7	106,7
			3,0	33,2	63,9	114,3
			3,2	35,4	68,2	121,9
			3,6	39,8	76,7	137,1
900	871	200	3,2	29,3	54,2	95,6
			3,6	32,9	61,0	107,5
			4,0	36,6	67,7	119,5
1000	967	200	3,6	25,5	49,1	87,9
			4,0	28,4	54,6	97,6
			4,5	31,9	61,4	109,8
1250	1209	240	4,0	17,8	34,9	62,6
			4,5	20,1	39,2	70,5
			5,0	22,3	43,6	78,3
1500	1451	300	4,5	14,2	27,3	48,8
			5,0	15,7	30,3	54,2
			5,5	17,3	33,3	59,6

