

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Дата подписания: 13.03.2025 10:14:45

Уникальный программный идентификатор:

528682d78e671e566ab07f01fe1b52172f735a12

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный университет генетики,  
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

## **Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Техническая эксплуатация деревобрабатывающего оборудования»**

Направление подготовки  
**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих  
производств**

Направленность (профиль)  
**«Деревообработка и производство мебели»**

**Саратов, 2024**

**Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Техническая эксплуатация деревообрабатывающего оборудования» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств / Сост.: Д.А. Колганов // ФГБОУ ВО Вавиловский университет. – Саратов, 2024. – 20 с.**

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Техническая эксплуатация деревообрабатывающего оборудования» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств содержат варианты заданий на курсовую работу, методику ее выполнения. В приложениях даны необходимые справочные материалы.

## ВВЕДЕНИЕ

В основных направлениях развития деревообрабатывающей промышленности намечены главные тенденции дальнейшего развития отечественного деревообрабатывающего оборудования и технологических процессов изготовления технических изделий из древесины и древесных материалов. Это переход от механизации отдельных участков к комплексной механизации и автоматизации всего технологического процесса при максимальной унификации оборудования. Создание оборудования, обеспечивающего комплексное и полное использование древесины. Широкое внедрение оборудования с программным управлением и систем автоматического управления технологических процессов. Внедрение современных обрабатывающих центров и роботов. Повышение производительности деревообрабатывающего оборудования, увеличение его надежности, точности и долговечности.

Эффективное использование большого количества машин и механизмов, различных по конструкции и назначению, во многом зависит от качества их монтажа, содержания в исправном состоянии и правильной эксплуатации. Для этого необходимо совершенствование существующих и создание новых прогрессивных систем технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) машин.

В настоящее время в стране на деревообрабатывающих предприятиях установлена единая плано-предупредительная система ремонтов (ППР).

В перспективе предполагается переход от действующей системы ППР к ППР с оптимальной периодичностью по данным о надежности элементов машин, ППР с периодическим контролем их технического состояния. Для этого необходим анализ действующей системы ППР и одного из аспектов оптимизации работ по ТО и Р деревообрабатывающего оборудования, изложенной в данных методических указаниях.

Целью курсовой работы является разработка систем ППР конкретной группы деревообрабатывающего оборудования.

В работу входят:

- разбивка оборудования на четыре группы по массе;
- определение структуры ремонтного цикла выбранного оборудования;
- определение продолжительности межремонтных и межсмотровых циклов;
- расчет оптимальной периодичности работ по ремонту детали или узла станка с использованием ЭВМ;
- разработка конструкции и расчет демонтажного приспособления.

## 1. СТРУКТУРА РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки, включающей титульный лист (прил. 1); задание на курсовую работу (перечислить номера строчек из табл. 2.1 индивидуального задания); реферат, кратко отражающий основное содержание с указанием страниц, разделов и подразделов; введение; основную часть; заключение; список используемых источников, включая нормативные материалы и стандарты; приложения. Графическая часть включает в себя рабочий чертеж Ф. А2-А3 монтажного приспособления.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4, (гост 9327-75). Текст должен располагаться так, чтобы оставались поля: левое – не менее 30мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 15-20мм.

Введение не нумеруется, а текст основной части делится на разделы, подразделы и пункты, которые нумеруются арабскими цифрами через точку. Разделы начинаются с новой страницы, подразделы и пункты продолжаются. Заголовки разделов располагаются симметрично тексту, а заголовки подразделов и пунктов начинаются с абзацев. Заголовки не подчеркиваются, а выделяют размерами букв и расстоянием между ними. Слова на заголовках не переносят. Точки в конце заголовков не ставят. Номера страниц проставляются арабскими цифрами в правом верхнем углу. Титульный лист включается в общую нумерацию расчетно-пояснительной записки, но номер на нем не ставится.

Иллюстрации (схемы, рисунки, графики) и таблицы небольших размеров помещаются в тексте после первой ссылки на них. Иллюстрации размером более чем в одну страницу расчетно-пояснительной записки и, особенно, чертежи должны быть приведены на соответствующих форматах ГОСТовского размера со штампом и рамкой и выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Все иллюстрации обозначаются словами «Рис» и нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела (аналогично нумеруются таблицы и формулы). Номер и наименование рисунка, а также все подрисуночные надписи располагаются под рисунком. В тексте на рисунок делается ссылка, например (Рис. 3.2) (в данном случае имеется в виду второй рисунок из третьего раздела). Если приводится таблица, то в верхнем правом углу помещается надпись «табл.» с указанием раздела и номера, ниже дается наименование таблицы, а в тексте приводится сноска: (Табл. 2.1). Номера формул заключают в круглые скобки и проставляют их с правой стороны листа. В тексте дается сноска: «в формуле (3.2)...». Единица измерения непосредственно после формулы не проставляется, а пояснения обозначений числовых значений с единицами измерений

приводят непосредственно после формулы с новой строки после слова «где» без двоеточия.

Единицы измерения физических величин приводятся в международной системе единиц (СИ) согласно ГОСТ 8.417-81. Ссылки в тексте на источники должны выделяться двумя косыми чертами. Например, /5/, т.е. источник указаний в списке используемых источников под номером «5». Сами же источники в списке приводятся в порядке появления ссылок на них в тексте.

Пример обозначения литературного источника:

Амалицкий В.В., Комаров Г.А. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования: Учебник для вузов.- М.: Лесн. Пром-сть, 1989.- 400с.

## **2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

**2.1.** В соответствии с порядковым номером в алфавите первой буквы Вашей фамилии выбрать из табл. 2.1 первую строку индивидуального задания. Вторая и последующая строки задания получаются сложением номера предыдущей строки из табл. 2.1 с числом букв в фамилии. Таким образом, надо набрать 20 единиц оборудования, а если сумма превысит 100, то следует считать, что табл. 2.1 имеет продолжение при возврате к первой строчке, т.е. сумме 110, 210 или 310 соответствует 10-я строка из табл. 2.1.

Например: Ваша фамилия – Николаев. Первая буква Н является 14-й в алфавите, поэтому первая строка задания, получается, от сложения 14 и 8 (8 – число букв в фамилии), т.е. №22 из табл. 2.1. Следовательно, последующие строчки имеют номера 30, 38, 46, 54, 62, 70, 78, 86, 94, 2, 10, 18, 26, 34, 42, 50, 58, 66.

**2.2.** Все оборудование разбить на четыре группы по массе: 1-я группа – до 1т, 2-я группа – до 5т, 3-я группа – до 10т, 4-я группа – более 10т.

**2.3.** По табл. 2.2 определить структуру ремонтного цикла для оборудования массой до 5 т и более.

**2.4.** По табл. 2.3, используя данные табл. 2.4 – 2.7 определить продолжительность межремонтных и межосмотровых циклов (в часах и месяцах), считая, что оборудование работает в две смены (16 ч) и в каждом месяце 20 рабочих дней (320 ч). Режим производства – мелкосерийное.

На основании расчетов заполнить форму 1 прил.2.

**2.5.** Составить предварительный график ППР, заполнив форму 2 прил. 2, считая для простоты продолжительность каждого месяца равной 320 ч.

Табл. 2.1

№ п/п	Модель	Масса, т	Категории ремонтной сложности, ЕРС		Год выпуска	Последний в предыдущем году ППР	
			R <sub>м</sub>	R <sub>эл</sub>		вид	Дата (месяц)
1	ОК 35М	3,5	5,7	9,4	1980	К	06
2	ОК 40-1	5,6	8,5	7,0	1980	К	08
3	ОК 63	9,5	7,3	10,0	1980	К	10
4	ОК 66	8,3	9,9	10,2	1980	К	12
5	ОК 80-1	8,5	9,3	11,1	1975	С1	07
6	РД 50-3	16,5	14,5	17,5	1975	С1	09
7	РД 75-7	17,0	15,2	26,4	1975	С1	11
8	2Р 80-2	18,4	17,9	15,1	1975	С1	12
9	2Р 100-2	19,1	17,3	22,5	1975	С2	07
10	РК	4,5	8,3	9,4	1978	С	05
11	ЛБ 240	25,0	12,4	34,4	1978	С2	06
12	ЛД 140-2	6,1	5,0	6,0	1978	С2	08
13	ЛС 80	1,0	3,0	2,6	1970	Т1	04
14	ЛС 80-5	0,9	3,2	3,3	1980	Т1	05
15	ЛС 100	1,1	4,0	4,0	1970	Т1	06
16	ЦДТ 5-2	2,5	7,2	5,7	1970	Т1	07
17	ЦР-2	2,0	2,2	5,6	1970	Т2	08
18	ЦА-3	1,1	4,4	5,5	1975	Т2	09
19	Ц2Д-7	3,4	7,0	9,8	1985	Т2	10
20	ЦДК4-3	1,5	7,6	8,5	1985	Т2	11
21	ЦДК-5	2,7	5,4	6,0	1975	Т3	12
22	АЦ-2М	4,5	5,3	8,0	1975	Т3	11
23	ЦПА-40	0,6	4,6	4,5	1975	Т3	10
24	ЦФ-1	7,5	2,6	3,4	1970	Т3	09
25	ДР	2,1	4,5	5,2	1972	Т4	07
26	ДМ-1М	2,4	3,8	6,7	1972	Т4	06
27	МРН-100	8,0	19,8	31,0	1982	Т4	07
28	МРГ-35	6,3	11,1	12,4	1982	Т5	06
29	ДМ-7	2,8	5,1	8,7	1982	Т1	05
30	СФ6	0,9	3,0	3,3	1972	Т1	04
31	СФК6	1,4	4,8	6,5	1972	Т1	04
32	СФА3	0,9	3,0	3,3	1972	Т1	04
33	С2Ф4	0,9	4,5	6,0	1970	Т2	05
34	СР3-2	0,8	3,0	5,3	1970	Т2	06
35	СР6-7	1,7	4,3	5,0	1980	Т2	05
36	СР12-1	3,3	8,7	9,5	1980	Т2	06
37	С2Р8	3,5	8,9	9,5	1980	Т3	07
38	С10-3	2,6	7,2	10,5	1978	Т3	08
39	С16-4А	4,0	8,5	13,0	1982	Т3	09
40	ЦТЗФ-1	3,7	6,8	13,8	1982	Т4	08

Продолжение табл. 2.1

№ п/п	модель	Масса, т	Категории ремонтной сложности, ЕРС		Год выпуска	Последний предыдущем ППР		в году
			R <sub>м</sub>	R <sub>эл</sub>		Вид	Дата (месяц)	
								41
42	ПАРК-1	2,5	6,8	9,5	1978	T4	11	
43	ПАРК-5	3,0	7,0	10,0	1980	T4	12	
44	ПАРК-7	3,3	8,0	10,0	1980	T4	12	
45	ФЛ	0,7	3,5	3,3	1978	T4	11	
46	ФА	0,8	4,5	4,5	1978	T1	10	
47	ФСШ-1	0,9	4,9	3,1	1982	T1	09	
48	Ф1К	5,6	8,5	5,0	1982	T5	08	
49	ВФК-1	0,8	3,0	4,5	1980	T1	07	
50	ФТШ-1	1,1	5,5	3,5	1980	T1	06	
51	ШО16-4	1,2	7,5	13,0	1982	T2	06	
52	ШО15Г-5	1,9	7,5	9,5	1982	T2	07	
53	ШД15-3	3,8	7,4	18,0	1985	T2	08	
54	ШПА40	0,9	6,6	5,4	1975	T2	09	
55	ШЛХ-3	1,0	4,7	4,1	1975	T3	10	
56	Ш2ПА	3,0	8,2	12,0	1985	T3	11	
57	СВП	0,4	4,4	2,7	1970	T3	12	
58	СВПА	0,7	4,8	4,7	1978	T3	12	
59	СВА	0,6	4,4	4,1	1978	T4	11	
60	СВ8	1,6	4,7	14,0	1980	T4	10	
61	СВ12	2,1	7,0	17,5	1982	T4	09	
62	СВПГ-2	0,8	5,0	3,0	1975	T4	08	
63	ДЦА	0,8	3,8	2,8	1975	T1	07	
64	ШлПС-2	1,2	2,0	2,5	1978	T2	07	
65	ШлК6	2,4	7,3	4,5	1982	T3	08	
66	ШлЗЦ-12	6,7	8,1	11,4	1982	T5	09	
67	ШлДБ-4	1,1	3,0	5,7	1980	К	10	
68	ФШЛ-8	5,8	8,7	12,0	1970	T5	11	
69	ДКШ	10,0	21,4	20,0	1972	T6	12	
70	ТВ300	2,2	4,4	4,3	1978	К	11	
71	ПА 714	25,0	13,1	7,8	1978	T6	10	
72	ПР-6	30,0	49,6	21,5	1982	T6	09	
73	ЛМ-3	3,0	5,9	6,0	1985	С	08	
74	П1Б	2,8	5,3	5,0	1980	К	07	
75	П6Б	7,6	11,2	15,5	1982	T6	07	
76	ППА-3	3,0	5,0	5,6	1980	С	06	
77	БКФС	5,7	6,5	11,0	1985	T1	06	
78	БС-2	2,1	6,9	7,3	1975	T1	05	
79	ТБС	4,8	5,2	6,3	1975	T1	04	
80	ТДС	3,8	4,8	5,5	1978	К	04	
81	ЛУ17-4	11,5	12,2	10,3	1975	С2	07	

№ п/п	модель	Масса, т	Категории ремонтной сложности, ЕРС		Год выпуска	Последний в предыдущем году ППР	
			R <sub>м</sub>	R <sub>эл</sub>		Вид	Дата (месяц)
82	ЛУ17-10	11,2	14,0	11,0	1982	С2	08
83	НФ-5	3,8	4,4	2,5	1975	С2	09
84	КФ-9	3,6	5,7	6,7	1980	С	08
85	РС-8	1,8	4,5	5,0	1978	С	09
86	СУР-4	75,0	31,0	11,5	1980	К	08
87	СРГ 25	124,0	25,0	17,0	1980	С2	09
88	МФП	36,0	28,5	19,8	1982	С1	10
89	МФК	31,7	46,0	55,0	1980	С1	11
90	МЛН	17,0	39,8	42,3	1985	Т6	12
91	МГП	14,0	29,8	29,8	1980	Т5	11
92	МКП	9,0	25,4	28,3	1982	Т4	10
93	ТчПА-2	0,7	5,0	4,2	1975	Т3	09
94	ТчПР-2Г	0,6	6,1	5,0	1978	Т2	08
95	ТчПК-8	0,7	5,4	4,0	1980	Т1	07
96	ТчПН	0,6	4,2	2,0	1975	К	06
97	ТчПТ	0,5	5,8	4,1	1978	С	05
98	ТчПА-5	0,8	4,6	3,1	1980	Т1	04
99	ТчН12	0,8	4,9	4,8	1975	К	04
100	ТчНТ-6	1,2	5,7	5,2	1980	К	05

**Примечание:** К – капитальный ремонт, С – средний ремонт, Т – текущий ремонт, Т6 – шестой по порядку текущий ремонт; 04...12 – апрель – декабрь.

Табл. 2.2

### Структура ремонтного цикла

Масса оборудования	Количество в цикле			
	ремонтов			осмотров
	капитальных	средних	текущих	
До 5 т	1	1	4	12
Более 5 т	1	2	6	18

**2.6.** Пользуясь табл. 2.8, рассчитать трудозатраты по месяцам для слесарей и станочников и заполнить форму 3 прил. 2. Трудозатраты равны произведению нормативных трудозатрат на число ЕРС.



Табл. 2.3

**Зависимости для определения продолжительности ремонтных циклов,  
межремонтных и межосмотровых периодов.**

Ремонтный цикл	Межремонтный цикл	Межосмотровый период
$T_{\text{ц}}=15800 K_{\text{ро}} \times$  $\times K_{\text{р}} K_{\text{см}} K_{\text{в}}$	Для оборудования массой до 5 т $T_{\text{мр}}=T_{\text{ц}}/6$	$T_{\text{мо}}=T_{\text{мр}}/3$
	Для оборудования массой более 5 т $T_{\text{мр}}=T_{\text{ц}}/9$	$T_{\text{мо}}=T_{\text{мр}}/3$

Здесь  $K_{\text{ро}}$  – коэффициент учитывающий ремонтные особенности оборудования;  
 $K_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий режим использования оборудования;  
 $K_{\text{см}}$  – коэффициент, учитывающий сменность работы оборудования;  
 $K_{\text{в}}$  – возрастной коэффициент.

Табл. 2.4

**Коэффициент  $K_{\text{ро}}$**

Группа оборудования	$K_{\text{ро}}$
Оборудование общего назначения для д/о производств	1,12
Специальное и специализированное оборудование	1,00
Оборудование вспомогательное	1,00
Оборудование для заточки и подготовки д/р инструмента	1,50

Табл. 2.5

**Коэффициент  $K_{\text{р}}$**

Использование оборудования в режиме производства	Количество смен работы без непадалок	$K_{\text{р}}$
Крупносерийного	3 смены и более	1,00
Серийного	1-3 смены	1,25
Мелкосерийного	0,5-1 смены	1,50

Табл. 2.6

**Коэффициент сменности  $K_{\text{см}}$**

сменность	$K_{\text{см}}$	сменность	$K_{\text{см}}$	сменность	$K_{\text{см}}$
1,0	1,0	2,0	0,5	3,0	0,33

Табл. 2.7

**Коэффициент возрастной  $K_v$** 

Время эксплуатации оборудования, год	Количество капитальных ремонтов	$K_v$
До 10	До 5	1,0
Свыше 10	Свыше 5	0,9
		0,8

Табл. 2.8

**Нормативы трудоемкости Р и ТО на ремонтную единицу (ЕРС), чел.-ч**

Виды работ	К	С	Т	О
Слесарные	23	16	4	0,75
Станочные	10	7	2	0,1
Прочие	2	0,5	0,1	-
Всего	35	23,5	6,1	0,85
Электрослесарные	10	5	1,2	0,25
Станочные	2,5	1	0,3	-
Всего	12,5	6	1,5	0,25

**Примечание:** К – капитальный ремонт, С – средний, Т – текущий, О – осмотр.

**2.7.** Составить окончательный график ППР, добиваясь равномерности распределения трудозатрат по месяцам, для чего следует перемещать те или иные виды работ в соседний месяц. Основное внимание обратить на равномерность загрузки слесарей. Заполнить форму 4 прил. 2.

**2.8.** Рассчитать число слесарей, необходимых для проведения плановых ремонтов, по формуле:

$$K_{сл} = T_{мсл} / \lambda \Phi \quad (2.1)$$

где  $T_{мсл}$  – годовые трудозатраты на плановый ремонт для слесарей, чел.ч;  
 $\lambda$  – коэффициент переработки норм (принять равным 1,05);  
 $\Phi$  – годовой фонд времени рабочего, ч. Принять равным с учетом отпуска  $320 \times 11 = 3520$ ).

**2.9.** Рассчитать число станочников, необходимых для проведения плановых ремонтов по механической части (то же, п.2.8).

**2.10.** Определить количество материалов, необходимых для проведения плановых ремонтов и технического обслуживания, пользуясь табл. 2.9.

Табл. 2.9

**Нормы расхода материалов на Р и ТО на 1 ЕРС, кг**

Масса оборудования, т	Чугун	Сталь конструкционная	Сталь легированная	Стальное литье	Цветные сплавы
<b>Капитальный ремонт</b>					
До 1	2,4	7,8	2,0	0,2	0,2
Св. 1 до 5	4,0	10,2	2,1	0,5	0,3
Св. 5 до 10	5,2	13,5	3,2	0,8	0,4
Св. 10	8,6	22,2	3,8	1,0	0,5
Средняя норма	4,2	10,7	2,2	0,6	0,3
<b>Средний ремонт</b>					
До 1	0,96	4,06	1,04	0,04	0,12
Св. 1 до 5	1,6	5,3	1,1	0,26	0,19
Св. 5 до 10	2,1	7,02	1,66	0,42	0,25
Св. 10	3,44	11,5	1,96	0,52	0,31
Средняя норма	1,7	5,56	1,14	0,31	0,19
<b>Текущий ремонт</b>					
До 1	0,36	1,25	0,22	0,02	0,036
Св. 1 до 5	0,66	1,63	0,23	0,06	0,054
Св. 5 до 10	0,78	2,16	0,35	0,09	0,072
Св. 10	1,29	3,55	0,42	0,11	0,1
Средняя норма	0,63	1,71	0,24	0,07	0,054
<b>Техническое обслуживание</b>					
До 1	0,264	0,86	0,22	0,022	0,033
Св. 1 до 5	0,44	1,12	0,23	0,055	0,033
Св. 5 до 10	0,572	1,49	0,35	0,08	0,044
Св. 10	0,95	2,44	0,42	0,011	0,055
Средняя норма	0,46	1,18	0,24	0,066	0,033

**2.11.** Определить количество покупных комплектующих и вспомогательных материалов, необходимых на Р и ТО, пользуясь табл. 2.10.

**Примечание:** Коэффициенты отношения расхода на средний и текущий ремонты и на техническое обслуживание, соответственно, 0,5; 0,14.

**2.12.** Определить годовую потребность в смазочных материалах, пользуясь табл. 2.11.

Табл. 2.10

**Нормы расхода покупных комплектующих и вспомогательных материалов на капитальный ремонт на 1 ЕРС.**

Наименование материала, ГОСТ	Норма на ЕРС при <i>K</i>
Подшипники качения, шт.	2
Цепи втулочно-роликовые, м, ГОСТ 10947-64	0,9
Масленки колпачковые, шт, ГОСТ 1303-56	1,0
Ремни прорезиненные, м, ГОСТ 101-54	0,1
Ремни клиновые, усл. Ед., ГОСТ 1284-68	0,15
Шланги дюритовые, м	0,17
Резина листовая, кг	0,045
Войлок, кг, ГОСТ 288-77	0,027
Картон асбестовый, кг, ГОСТ 9347-74	0,0017
Шнур асбестовый, кг, ГОСТ 1779-72	0,1
Текстолит, кг	0,29

Табл. 2.11

**Нормы расхода смазочных материалов для д/о оборудования за 1000 отработанных часов на 1 ЕРС**

Группа оборудования	Норма расхода, кг	
	Индустриальное масло, ГОСТ 20799-75	Консистентные смазки
Лесопильные рамы	40	12,5
Станки:		
Ленточнопильные	2,1...3,0	1,7...2,1
Круглопильные	3,1...4,0	1,3...3,0
Фуговальные	0,6...1,5	0,9...1,3
Рейсмусовые	1,6...3,6	2,5...3,6
Фрезерные	3,0...3,6	-
Продольно-фрезерующие		
4-сторонние	4,0...5,1	1,3...4,0
Шипорезные	1,5...4,0	2,1...4,5
Сверлильно-пазовальные	2,1...2,5	0,9...1,3
Окорочные	3,7	10,0
Комбинированные	0,9	1,25
заточные	2,5	1,3

### 3. РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ДЕТАЛИ ИЛИ УЗЛА СТАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

Рациональная система ремонта должна обеспечить предупреждение всех основных отказов при наиболее полном использовании потенциальных сроков службы деталей и узлов станка.

В общем случае задача оптимизации периодичности обслуживания решается из условия обеспечения заданного уровня технического состояния при минимальных затратах.

Для технологического оборудования деревообрабатывающих предприятий в качестве критерия оптимизации приемлемо принять минимум затрат на техническое обслуживание и ремонты в единицу времени фактической работы оборудования:

$$\frac{Z_{\text{общ}}(T)}{T_{\text{ф}}(T)} \rightarrow \min, \quad (3.1)$$

где  $Z_{\text{общ}}(T)$  – общие затраты на техническое обслуживание, плановые и аварийные ремонты;

$T_{\text{ф}}(T)$  – фактическое время работы оборудования;

$T$  – период проведения технических обслуживаний и ремонтов.

Общие затраты на эксплуатацию оборудования определяются:

- затратами от проведения планового ремонта (или технического обслуживания) при отсутствии отказа:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{ср п}} P(T), \quad (3.2)$$

где  $Z_{\text{ср п}}$  – средние затраты на проведение планового ремонта, ТО;

$P(T)$  – вероятность безотказной работы за время  $T$ ;

- затратами на проведение ремонта вследствие отказа:

$$Z_{\text{а}} = Z_{\text{ср а}} [1 - P(T)], \quad (3.3)$$

где  $Z_{\text{ср а}}$  – средние затраты на проведение ремонта вследствие отказа (аварийного ремонта);

- ущербом от простоя при проведении ремонта вследствие отказа:

$$Y_{\text{п}} = t_{\text{в}} Y_{\text{ср}} [1 - P(T)], \quad (3.4)$$

где  $t_{\text{в}}$  – время восстановления после отказа;

$Y_{\text{ср}}$  – средний ущерб от простоя оборудования, руб./ч;

- ущербом из-за недоиспользования ресурса детали (узла) при плановых ремонтах:

$$Y_p = C[1 - P(T)], \quad (3.5)$$

где  $C$  – стоимость деталей (узла), руб.;

$T_{cp}$  – средний ресурс детали, ч.

Фактическое время работы оборудования  $T_\phi$ :

$$T_\phi = \int_0^T P(t) dt \quad (3.6)$$

Таким образом, критерий оптимальности примет вид

$$\frac{Z_{cpa} + t_\phi Y_{cp} + c + (Z_{cpn} - Z_{cpa} - t_\phi Y_{cp} - C)P(T)}{\int_0^T P(t) dt} \rightarrow \min \quad (3.7)$$

Средние затраты на проведение планового ремонта в общем случае будут включать в себя стоимость сборочно-разборочных, слесарных и станочных работ, а так же стоимость покупных деталей, необходимых для восстановления работоспособности оборудования:

$$Z_{cpn} = t_b \sum_{i=1}^6 n_i \Phi_i + C_{п}, \quad (3.8)$$

где  $n_i$  – количество ремонтных рабочих  $i$ -го разряда;

$\Phi_i$  – тарифная ставка рабочего  $i$ -го разряда, руб./ч;

$C_{п}$  – стоимость покупных деталей (узлов), необходимых для восстановления работоспособности оборудования:

Средние затраты на проведение аварийного ремонта, как правило, больше из-за доплат за сверхурочные работы и из-за повышения затрат на поиски покупных деталей, необходимых для восстановления работоспособности оборудования:

$$Z_{cpa} = K Z_{cpn}, \quad (3.9)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 1,1...1,5.

Для расчета оптимальный периодичности работ по ремонту детали (узла) станка следует полностью или частично взять данные на одном из деревообрабатывающих предприятий, а в случае их отсутствия воспользоваться рекомендациями, которые носят условный характер (причем не менее четырех цифровых значений в индивидуальном задании должны отличаться от предельных, приведенные ниже): вероятность безотказной работы детали (узла) подчиняется нормальному закону распределения случайных величин с параметрами  $T_{cp}=500...150$  ч; стоимость детали (узла)  $C=50...150$  руб.; время восстановления

работоспособности станка  $t_b=5...20$  руб./ч; средний ущерб от простоя станка  $У_{cp}=10...20$  р.;  $K=1,1...1,5$ .

Расчет ведется на ЭВМ путем перебора  $T$  с шагом 10 ч. По результатам расчета построить графики зависимостей вероятности безотказной работы и затрат на проведение ремонта от времени работы оборудования. В расчетно-пояснительной записке привести алгоритм расчета, сформулировать выводы и рекомендации.

#### 4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДЕМОНТАЖНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Разработка соединений, имеющих посадки с натягом, производится с помощью винтовых или гидравлических съемников, конструкция и размеры которых зависят от объекта демонтажа. Ниже приводится порядок расчета основных деталей съемника для подшипников качения (номер подшипника указывается в индивидуальном задании или выбирается самостоятельно).

##### 4.1. Рассчитать давление посадки $p_b$ , МПа:

«подшипник – стальной вал»

$$P_b = H_b [1 - (d/d_1)^2] E / 2d \quad \text{или} \quad (4.1)$$

«подшипник – корпус»

$$P_b = H_k [1 - (D_2/D)^2] E / 2D, \quad (4.2)$$

где  $H_b$  – эффективный посадочный натяг на валу, мм;

$H_k$  – эффективный посадочный натяг в корпус, мм;

$$H_{b\ k} = H_{\text{наиб}} - \Delta H, \quad (4.3)$$

где  $H_{\text{наиб}}$  – наибольший посадочный натяг, мм;

$\Delta H$  – потеря натяга от шероховатости контактирующих поверхностей (табл.4.1);

$E$  – модуль упругости (принять  $E=2,08 \cdot 10^5$  МПа);

$D$  – внутренний диаметр подшипника, мм;

$D$  – наружный диаметр подшипника, мм;

$$d_1 = d + (D - d)/4; \quad D_2 = D - (D - d)/4.$$

Табл. 4.1

Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм	Потеря натяга $\Delta H$ , мм
2,5...1,25	0,012
1,25...0,63	0,008
0,63...0,32	0,004

**4.2.** Рассчитать усилие  $F$ , Н для напрессовки и демонтажа

На вал:  $F_B = f p_b \pi d$  или

На корпус:  $F_K = f p_k \pi D B$ ,

где  $f$  – коэффициент трения (принять  $f=0,25$ );

$p$  – давление посадки, МПа;

$B$  – ширина подшипника, мм.

**4.3.** Расчет допустимой осевой нагрузки на подшипник  $A$ , Н, при демонтаже

$$A = C/m$$

где  $C$  – статическая грузоподъемность подшипника, Н;

$m$  – коэффициент приведения (табл. 4.2.)

Табл. 4.2

Тип подшипника	Коэффициент $m$
Радиальный однорядный	1,5
Радиальный сферический	3,0
Радиально-упорный	
Серия 36000	1,5
Серия 66000	0,5
Конический	1,8

**4.4.** Проверка возможности передачи усилия при демонтаже

$$A > F \quad (4.4)$$

**4.5.** Для создания осевого усилия использовать винтовую гайку с трением скольжения. Материал – сталь 45.

**4.6.** Рассчитать диаметр резьбы  $d$ , мм:

$$d \geq \sqrt{2F / \pi \gamma [p]}, \quad (4.5)$$

где  $F$  – усилие напрессовки, Н;

$\gamma$  – отношение высоты гайки к диаметру ( $\gamma = H/d$ ), мм;

$[p]$  – допустимое давление резьбы на смятие, МПа (принять  $[p]=6$  МПа для стали по стали и  $[p]=12$  МПа для стали по бронзе).

**4.7.** Проверить винт на устойчивость при сжатии

$$n_y = F_{кр} / F \geq 4, \quad (4.6)$$

где  $F_{кр} = \pi d(a - b\lambda)/4$ ,

$\lambda$  – гибкость винта ( $\lambda = 50 \dots 90$ );

$a = 345$  МПа;  $b = 1,24$  МПа;

$d$  – диаметр резьбы, мм.



Форма 1

№ п/п	Наименование оборудования	модель	Масса, т	T <sub>ц</sub> , ч/мес	T <sub>мр</sub> , ч/мес	T <sub>мо</sub> , ч/мес
1	Станок ленточнопильный столярный	ЛС 80-5	0,9	13272/41	2212/7	737/2,3
2						
3						
...						
20	Станок плоскошлифовальный трехцилиндровый	ШЛЗЦ-12	6,7	7900/25	878/3	299/1

Форма 2

№ п/п	Модель	Год выпуска	Последний в предыдущем Году ППР		Виды мероприятий по месяцам								
			Вид	Дата	1	2	3	4	5	6	...	12	
1	ЛС 80-5	1980	Т1	05	Т		О		О				О
2					2								
3													
...													
20	ШЛЗЦ-12	1982	Т5	09	Т	О	О	К	О				О
					6								

Форма 3

№ п/п	Модель	R <sub>м</sub> , ЕРС	Трудозатраты, чел.-ч, по месяцам слесарей/станочников				
			1	2	3	...	12
1	ЛС 80-5	3,2	12,8		2,4		2,4
2			6,4		0,32		0,32
3							
...							
20	ШЛЗЦ-12	8,1	32,4	6,1	6,1	186,3	6,1
			16,2	0,8	0,8	81,0	0,8

Форма 4

№ п/п	Модель	Виды мероприятий и трудозатраты по месяцам слесарей/станочников				
		1	2	3	...	12
1	ЛС 80-5	T2 $\frac{12,8}{6,4}$		O $\frac{2,4}{0,32}$		O $\frac{2,4}{0,32}$
2						
.						
.						
.						
20						
Итого						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
1. Структура курса.....	5
2. Порядок выполнения курсового проекта.....	6
3. Расчет оптимальной периодичности работ по ремонту детали или узла станка с использованием ЭВМ.....	14
4. Разработка конструкции демонтажного приспособления.....	16
Приложения.....	18