

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Тепловозы и тепловые двигатели»

Г. Е. БРИЛЬКОВ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВОЗОВ И ТЕПЛОВОЗНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Пособие по выполнению курсового проекта

Гомель 2004

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Тепловозы и тепловые двигатели»

Г. Е. БРИЛЬКОВ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВОЗОВ И ТЕПЛОВОЗНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Пособие по выполнению курсового проекта

Одобрено методической комиссией
механического факультета

Гомель 2004

Рецензент – главный инженер службы локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги П. Я. Тарасов

Брильков Г. Е.

Б 879 Эксплуатация тепловозов и тепловозное хозяйство: Пособие по выполнению курсового проекта. – Гомель: БелГУТ, 2004. – с.28

Определены задачи и тематика курсового проектирования по дисциплине «Эксплуатация тепловозов и тепловозное хозяйство». Рассмотрена методика выполнения курсового проекта, приведены указания, расчетные формулы и методическая литература, позволяющие качественно выполнить курсовой проект, а также закрепить и обобщить знания и подготовиться к сдаче экзамена по дисциплине.

Предназначено для студентов дневной формы обучения, изучающих дисциплину «Эксплуатация тепловозов и тепловозное хозяйство», и может быть использована студентами механического факультета специализации Т.04.04.01 «Локомотивы».

© БелГУТ, 2004

© Г.Е. Брильков, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие требования к выполнению курсового проекта.....	6
1.1 Пояснительная записка.....	6
1.2 Графическая часть.....	7
2 Указания к выполнению разделов проекта.....	7
2.1 Выбор места расположения пунктов смены тепловозных бригад, экипировки и ТО-2.....	7
2.2 Разработка графика экипировки и производства ТО-2 тепловозов.....	9
2.3 Расчет эксплуатируемого парка грузовых и пассажирских тепловозов.....	10
2.4 Расчет годовой программы и суточного фронта ремонтов и ТО-3 тепловозов.....	12
2.5 Расчет инвентарного парка локомотивов.....	15
2.6 Расчет основных качественных и количественных показателей локомотивов.....	16
2.7 Определение потребной рабочей силы для эксплуатации и ремонта локомотивов.....	17
2.8 Определение числа стойл и размеров стойловой части депо.....	21
2.9 Определение запасов экипировочных материалов.....	24
2.10 Проектирование тяговой территории депо.....	26
Список использованных источников.....	28

ВВЕДЕНИЕ

Содержанием работы локомотивного хозяйства как отрасли железнодорожного транспорта является обеспечение грузовых и пассажирских перевозок исправным локомотивным парком, проведение мероприятий, направленных на точное выполнение расписания и графика движения поездов с обеспечением безопасности движения поездов и соблюдением установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад.

Большую роль в эффективной работе локомотивного хозяйства играют внедрение наиболее совершенных технологических процессов и передовых методов труда при эксплуатации и ремонте локомотивов.

Цель курсового проектирования – научиться решать задачи, связанные с организацией локомотивного хозяйства и эксплуатацией локомотивов. В соответствии с заданием студент разрабатывает схемы участков обращения локомотивов и работы локомотивных бригад, определяет эксплуатируемый парк локомотивов и рассчитывает технико-экономические показатели использования локомотивного парка. Производит расчет программы и фронта ремонта технического обслуживания и ремонта локомотивов, разрабатывает план тяговой территории депо.

В процессе разработки курсового проекта студент самостоятельно решает поставленные задачи и ищет их рациональное решение. При этом студент должен широко использовать учебники, учебные пособия, лекционный материал, справочники и периодическую литературу.

Исходные данные на курсовой проект выдаются преподавателем. При разработке курсового проекта студент закрепляет навыки пользования справочной, технической и учебной литературой с обязательным соблюдением требований ГОСТ и других нормативных документов.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Текст пояснительной записки должен быть написан рукописным или машинным способом на одной стороне листа формата А4 (210x297 мм) и располагаться на листе в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 для оформления текстовой документации. Текст должен быть написан четко, кратко, без перечеркивания и сокращений слов (за исключением общепринятых).

Каждый раздел записки начинается с нового листа. Текст должен иллюстрироваться рисунками, схемами, таблицами. Рисунки и схемы выполняются на отдельных листах. Нумерация рисунков, таблиц, разделов и подразделов выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

В конце пояснительной записки приводится список использованных в курсовом проекте литературных источников и технической документации.

Пояснительная записка должна включать:

Титульный лист на курсовой проект и задание.

Содержание.

Введение с анатацией решаемых вопросов и задачами локомотивного хозяйства.

Выбор места расположения пунктов смены тепловозных бригад, экипировки и ТО-2.

Разработка графика экипировки и производства ТО-2 тепловозов.

Расчет эксплуатируемого парка грузовых и пассажирских тепловозов.

Расчет годовой программы и суточного фронта ремонтов и ТО-3 тепловозов.

Расчет инвентарного парка локомотивов.

Расчет основных качественных и количественных показателей локомотивов.

Определение потребной рабочей силы для эксплуатации и ремонта локомотивов.

Определение числа стойл и размеров стойловой части депо.

Определение запасов экипировочных материалов.

Проектирование тяговой территории депо

Список использованных источников.

1.2 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Графическая часть выполняется на листе формата А1 с соблюдением требований ЕСКД.

На листе должна быть представлена разработка плана тяговой территории депо с размещением устройств деповского хозяйства.

2 УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА

2.1 ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ СМЕНЫ ТЕПЛОВОЗНЫХ БРИГАД, ЭКИПИРОВКИ И ТО-2

Расчет максимально возможных безотцепочных пробегов тепловозов грузового и пассажирского движения ведется по трем критериям:

– по лимиту топлива, км

$$L_T^{max} = \frac{0,9E_T 10^4}{Qe_T}, \quad (1.1)$$

где 0,9 - коэффициент, учитывающий 10%-ный остаток топлива в баках;

E_T - вместимость топливных баков, кг [1];

Q - масса состава брутто, т (принимается по заданию);

e_T - норма расхода натурального дизельного топлива, кг/10⁴ ткм брутто [2];

– по лимиту песка, км

$$L_n^{max} = \frac{0,9E_n 10^6}{Qe_n}, \quad (1.2)$$

где 0,9 - коэффициент, учитывающий 10%-ный остаток песка в бункерах;

E_n - вместимость песочных бункеров, м³ [2];

e_n - максимальная норма расхода песка, $\text{м}^3 / 10^6$ ткм брутто [2];

– по периодичности технического обслуживания ТО-2, км

$$L_{\text{ТО-2}}^{\text{max}} = v_{\text{уч}} t_{\text{ТО-2}}, \quad (1.3)$$

где $v_{\text{уч}}$ - средняя участковая скорость, км/ч (принимается по заданию);

$t_{\text{ТО-2}}$ - продолжительность работы тепловоза между техническими обслуживаниями ТО-2, ч.

Максимально допустимая длина участка работы локомотивных бригад определяется для случаев работы:

– с отдыхом в пункте оборота, км

$$l_{\text{бр1}}^{\text{max}} = (t_n - t_b) v_{\text{уч}}, \quad (1.4)$$

где t_n - установленная норма продолжительности непрерывной работы бригады, ч (принимается по заданию преподавателя);

t_b - общее вспомогательное время работы бригад в начальном и конечном пунктах рейса до сдачи локомотива, ч [2];

– без отдыха в пункте оборота, км

$$l_{\text{бр2}}^{\text{max}} = 0,5(t_n - t_b) v_{\text{уч}}, \quad (1.5)$$

Результаты расчетов максимальных безотцепочных пробегов тепловозов и длины участков работы тепловозных бригад представим в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Максимальные безотцепочные пробеги тепловозов и длины участков работы тепловозных бригад км

Вид движения	$L_{\text{т}}^{\text{max}}$	$L_{\text{п}}^{\text{max}}$	$L_{\text{ТО-2}}^{\text{max}}$	$l_{\text{бр1}}^{\text{max}}$	$l_{\text{бр2}}^{\text{max}}$
Грузовое					
Пассажирское					

На основании полученных данных о максимальных безотцепочных пробегах локомотивов по лимитам топлива, песка и по периодичности технического обслуживания ТО-2 необходимо принять способ обслуживания поездов локомотивами, а также установить место экипировки и ТО-2 локомотивов.

Привести схемы обслуживания поездов локомотивами и локомотивными бригадами основного депо в пассажирском и грузовом движении.

2.2 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ЭКИПИРОВКИ И ПРОИЗВОДСТВА ТО-2

ТЕПЛОВОЗОВ

Экипировкой называется комплекс операций по подготовке локомотива к очередному рейсу и снабжению его материалами, обеспечивающими нормальное функционирование агрегатов. Большинство экипировочных операций приурочивается к моменту проведения очередного технического обслуживания ТО-2 и проводится параллельно.

Для планирования проведения экипировочных операций составляются графики экипировки и графики экипировки совмещенной с техническим обслуживанием ТО-2. Пример графиков экипировки тепловоза 2ТЭ10У представлен на рисунке 2.1.

Наименование операции	Продолжительность операции, мин	Время, мин						
		5	10	15	20	25	30	
Постановка локомотива на экипировку	2							
Экипировка топливом	14							
Экипировка водой	6							
Экипировка маслом	7							
Экипировка песком	6							
Получение смазочных и обтирочных материалов	5							
Сдача локомотива	20							
Приемка локомотива	20							
Выход локомотива с экипировки	2							

Рисунок 2.1 - График экипировки тепловоза 2ТЭ10У

2.3 РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ПАРКА ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ТЕПЛОВОЗОВ

Потребное количество тепловозов эксплуатируемого парка для обслуживания поездов определяется аналитическим путем по коэффициенту потребности. Расчет ведется по формуле

$$M_э = kN, \quad (3.1)$$

где k - коэффициент потребности тепловозов;

N - количество пар поездов в сутки.

Коэффициент потребности локомотивов определяется по формуле

$$k = \frac{\Theta}{24}, \quad (3.2)$$

Θ - полный оборот локомотива на данном участке, ч.

где

Все элементы времени полного оборота локомотива необходимо представить в виде таблицы 3.1. Данные принимаются в соответствии с [4].

Таблица 3.1 – Элементы времени полного оборота

Элемент времени	Норма времени (2ТЭ10У), ч	Норма времени (ТЭП60), ч
Движение по станционным путям	0,15	0,15
Прицепка к составу	0,02	0,02
Проба тормозов	0,27	0,22
Ожидание отправления	0,08	0,08
Движение по участку А-Л ($I_{АЛ}/V_{уч}$)	12,80	10,71
Отцепка от состава	0,02	0,02
Движение по станционным путям	0,15	0,15
Стоянка на КП	0,02	0,02
Движение по деповским путям	0,10	0,10
Проведение экипировки/ТО-2	0,67	1,24
Движение по деповским путям	0,10	0,10
Стоянка на КП	0,02	0,02

Продолжение таблицы 3.1

Элемент времени	Норма времени (2ТЭ10У), ч	Норма времени (ТЭП60), ч
Движение по станционным путям	0,15	0,15
Прицепка к составу	0,02	0,02
Проба тормозов	0,27	0,22
Ожидание отправления	0,08	0,08
Движение по участку Л-А ($l_{\text{ЛА}}/v_{\text{уч}}$)	12,80	10,71
Отцепка от состава	0,02	0,02
Движение по станционным путям	0,15	0,15
Стоянка на КП	0,02	0,02
Движение по деповским путям	0,10	0,10
Проведение экипировки/ТО-2 ($(2t_{\text{э}} + t_{\text{ТО-2}})/3$) – 2ТЭ10У	0,67	-
Приемка сдача локомотива	-	0,42
Движение по деповским путям	0,10	0,10
Стоянка на КП	0,02	0,02

На основании данных таблицы 3.1 определяем полный оборот грузового и пассажирского локомотивов и коэффициент потребности грузовых и пассажирских локомотивов.

Количество пар поездов, обслуживаемых грузовыми локомотивами, в сутки определяется по формуле

$$N = \frac{\alpha \sum ML_{\text{год}}}{365 \cdot 2/Q}, \quad (3.3)$$

α - коэффициент сезонной неравномерности грузопотока, $\alpha = 1,1$;

где

$\sum ML_{\text{год}}$ - годовой грузооборот, ткм брутто; принимается по заданию.

Определить эксплуатируемый парк грузовых и пассажирских локомотивов для обслуживания поездов.

2.4 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ПРОГРАММЫ И СУТОЧНОГО ФРОНТА РЕМОНТОВ И ТО-3 ТЕПЛОВОЗОВ

Для определения годовой программы ремонта и ТО-3 поездных локомотивов необходимо знать нормы пробега между соответствующими ремонтами (принимаются в соответствии с приказом 14Н от 12.02.1996 г. [5]), км и годовой пробег, лок. км, который определяется по формуле

$$\sum MS_{\text{год}} = 365 \sum I_{\text{уч}} N, \quad (4.1)$$

а для маневровых локомотивов – эксплуатируемый парк (принимается по заданию) и нормы межремонтных периодов (принимаются в соответствии с приказом 14Н от 12.02.1996 г. [5]), сут.

Расчет годовой программы ремонта и ТО-3 поездных локомотивов ведется по формулам

$$\sum M_{\text{КР-2}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{КР-2}}}, \quad (4.2)$$

$$\sum M_{\text{КР-1}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{КР-1}}} - \sum M_{\text{КР-2}}, \quad (4.3)$$

$$\sum M_{\text{ТР-3}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{ТР-3}}} - \sum M_{\text{КР-2}} - \sum M_{\text{КР-1}}, \quad (4.4)$$

$$\sum M_{\text{ТР-2}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{ТР-2}}} - \sum M_{\text{КР-2}} - \sum M_{\text{КР-1}} - \sum M_{\text{ТР-3}}, \quad (4.5)$$

$$\sum M_{\text{ТР-1}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{ТР-1}}} - \sum M_{\text{КР-2}} - \sum M_{\text{КР-1}} - \sum M_{\text{ТР-3}} - \sum M_{\text{ТР-2}}, \quad (4.6)$$

$$\sum M_{\text{ТО-3}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{\text{ТО-3}}} - \sum M_{\text{КР-2}} - \sum M_{\text{КР-1}} - \sum M_{\text{ТР-3}} - \sum M_{\text{ТР-2}} - \sum M_{\text{ТР-1}}, \quad (4.7)$$

где $L_{\text{рем } i}$ - норма межремонтного пробега, км.

Расчет годовой программы ремонта и ТО-3 маневровых локомотивов ведется по формуле

$$\sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{КР-2}}}, \quad (4.8)$$

$$\sum M_{\text{КР-1}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{КР-1}}} - \sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}}, \quad (4.9)$$

$$\sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{ТР-3}}} - \sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{КР-1}}^{\text{ман}}, \quad (4.10)$$

$$\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{ТР-2}}} - \sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{КР-1}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}} \quad (4.11)$$

$$\sum M_{\text{ТР-1}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{ТР-1}}} - \sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{КР-1}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}}, \quad (4.12)$$

$$\sum M_{\text{ТО-3}}^{\text{ман}} = \frac{365M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{T_{\text{ТО-3}}} - \sum M_{\text{КР-2}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{КР-1}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}} - \sum M_{\text{ТР-1}}^{\text{ман}}, \quad (4.13)$$

где $T_{\text{рем}i}$ - норма межремонтного периода, сут (см. таблица 4.1).

Расчеты программы ремонта и технического обслуживания ТО-3 поездных и маневровых локомотивов представить в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет программы ремонта и технического обслуживания ТО-3
ЛОКОМОТИВОВ

Тепловоз	Программа ремонта локомотивов, локомотивов					
	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	КР-1	КР-2

На основании данных таблиц необходимо построить график полного ремонтного цикла тепловозов. Пример ремонтных циклов представлен на рисунке 4.1.

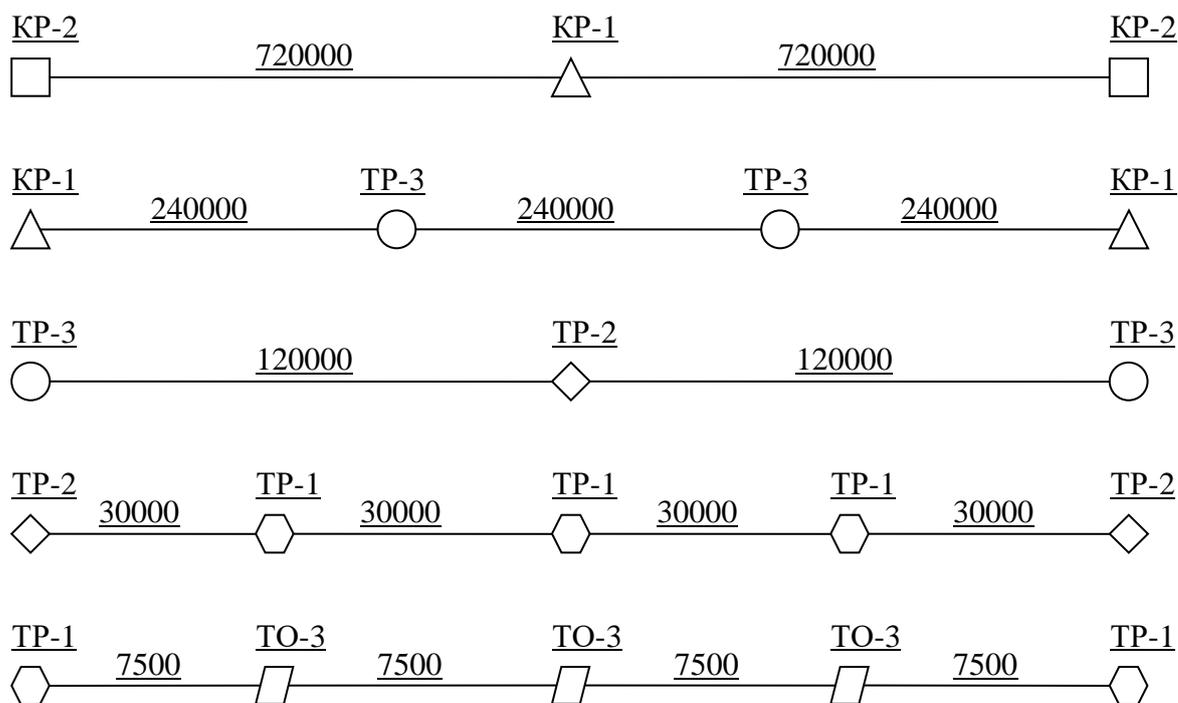


Рисунок 4.1 - График полного ремонтного цикла тепловоза 2ТЭ10У
(нормы_межремонтных пробегов приведены в километрах)

Фронт каждого вида ремонта и технического обслуживания ТО-3, локомотивов/сут, рассчитывается по формуле

$$f_{\text{рем}i} = \frac{\sum M_{\text{рем}i} t_{\text{рем}i}}{D_{\text{раб}i}} + \frac{\sum M_{\text{ремзав}} t_{\text{пер}}}{365}, \quad (4.4)$$

где $t_{\text{рем}i}$ - время простоя тепловозов в i -том виде ремонта, сут
(принимается в соответствии с приказом 14Н [5]);

$D_{\text{раб}i}$ - расчетное количество дней в году, дней;

$\sum M_{\text{ремзав}}$ - программа ремонта заводских видов ремонта, локомотивов;

$t_{\text{пер}}$ - время на передачу тепловозов для ремонта на завод, сут;

принимаем $t_{\text{пер}} = 1,5$ сут.

Фронт ремонта и технического обслуживания ТО-3 поездных и маневровых локомотивов необходимо представить в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет фронта ремонта и технического обслуживания ТО-3
ЛОКОМОТИВОВ

Тепловоз	Фронт ремонта локомотивов, локомотивов/сут					
	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	КР-1	КР-2
2ТЭ10У						
ТЭП60						
ЧМЭЗ						

2.5 РАСЧЕТ ИНВЕНТАРНОГО ПАРКА ЛОКОМОТИВОВ

Инвентарный парк тепловозов основного депо определяется отдельно по сериям локомотивов и роду работы по формуле

$$M_{\text{инв}} = M_{\text{э}} + M_{\text{нэ}} + M_{\text{ар}} + M_{\text{зап}} + M_{\text{ком}}, \quad (5.1)$$

где $M_{\text{э}}$ - эксплуатируемый парк тепловозов, лок.; данная величина была определена выше ($M_{\text{э}}^{\text{гр}} = 22$ лок., $M_{\text{э}}^{\text{пас}} = 12$ лок.);

$M_{\text{нэ}}$ - неэксплуатируемый парк тепловозов, лок.;

$M_{\text{ар}}$ - парк тепловозов, находящихся в аренде, лок.; принимаем $M_{\text{ар}} = 0$;

$M_{\text{зап}}$ - парк тепловозов, находящихся в запасе дороги, лок.; принимаем $M_{\text{зап}} = 5\%$ от эксплуатируемого парка локомотивов;

$M_{\text{ком}}$ - парк тепловозов, откомандированных на проведение капитального ремонта, лок.

Неэксплуатируемый парк тепловозов определяется отдельно по сериям локомотивов и роду работы по формуле

$$M_{\text{нэ}} = M_{\text{рем}} + M_{\text{рез}}, \quad (5.2)$$

где $M_{\text{рем}}$ - парк тепловозов, находящихся во всех видах ремонтов, которые производятся в депо, лок.;

$M_{\text{рез}}$ - парк тепловозов, находящихся в резерве, лок.; принимаем $M_{\text{рез}} = 10\%$ от эксплуатируемого парка локомотивов;

Парк тепловозов, находящихся во всех видах ремонтов, которые производятся в депо, определяется отдельно по сериям локомотивов и роду работы по формуле

$$M_{\text{рем}} = \sum f_{\text{рем } i} \cdot \quad (5.3)$$

Парк тепловозов, откомандированных на проведение капитального ремонта, определяется отдельно по сериям локомотивов и роду работы

$$M_{\text{ком}} = \sum f_{\text{рем}}^{\text{зав}} \cdot \quad (5.4)$$

Определить инвентарный парк локомотивов рассчитанных отдельно по сериям локомотивов и роду работы.

2.6 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛОКОМОТИВОВ

Линейный пробег поездных локомотивов, лок. км, определяется по формуле

$$\sum MS_x = \sum 2I_{\text{уч}} NT_x, \quad (6.1)$$

где $T_{\text{сут}}$ - период за который определяется пробег локомотивов, сут.

Определить суточный и годовой пробег поездных локомотивов

Суммарный пробег поездных локомотивов, лок км, определяется по формуле

$$\sum MS_{\text{год}} = \sum MS_{\text{год}}^{\text{гр}} + \sum MS_{\text{год}}^{\text{пас}}, \quad (6.2)$$

Объем работы поездных локомотивов, ткм брутто, определяется по формуле

$$\sum ML_x = \sum 2I_{\text{уч}} NQT_x. \quad (6.3)$$

Определить объем работы, выполняемой поездными локомотивами за сутки

Суммарный объем работы, ткм брутто, выполняемой поездными локомотивами за сутки, определяется по формуле

$$\sum M L_{\text{сут}} = \sum M L_{\text{сут}}^{\text{ГР}} + \sum M L_{\text{сут}}^{\text{ПАС}}, \quad (6.4)$$

Среднесуточный пробег поездного локомотива, км, определяется по формуле

$$S_{\text{л}} = \frac{\sum M S_{\text{сут}}}{M_{\text{э}}}, \quad (6.5)$$

Среднесуточная производительность поездного локомотива, ткм брутто, определяется по формуле

$$W_{\text{л}} = \frac{\sum M L_{\text{сут}}}{M_{\text{э}}}, \quad (6.6)$$

Общее время полезной работы локомотива, ч, определяется по формуле

$$P_{\text{о}} = \frac{S_{\text{л}}}{V_{\text{уч}}}, \quad (6.7)$$

Процент неисправных локомотивов определяется по формуле

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{д}} + \eta_{\text{з}}, \quad (6.8)$$

где $\eta_{\text{д}}$ - процент неисправных локомотивов ремонтируемых в депо;

$\eta_{\text{з}}$ - процент неисправных локомотивов ремонтируемых на заводе.

Процент неисправных локомотивов ремонтируемых в депо определяется по формуле

$$\eta_{\text{д}} = \frac{f_{\text{ТР-3}} + f_{\text{ТР-2}} + f_{\text{ТР-1}} + f_{\text{ТО-3}}}{M_{\text{ИНВ}} - M_{\text{зап}} - M_{\text{КОМ}}} 100\%, \quad (6.9)$$

Процент неисправных локомотивов ремонтируемых на тепловозоремонтном заводе определяется по формуле

$$\eta_{\text{з}} = \frac{f_{\text{КР-2}} + f_{\text{КР-1}}}{M_{\text{ИНВ}} - M_{\text{зап}} - M_{\text{КОМ}}} 100\%, \quad (6.10)$$

2.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ РАБОЧЕЙ СИЛЫ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ЛОКОМОТИВОВ

Явочное количество локомотивных бригад грузового и пассажирского движения определяется по формуле

$$B_{\text{яв}} = \frac{30,4 T_{\text{раб}}^{\text{бр}}}{\Phi_{\text{м}}} N, \quad (7.1)$$

где $T_{\text{раб}}^{\text{бр}}$ - рабочее время локомотивной бригады, ч;

$T_{\text{раб}}^{\text{бр}}$ -

$\Phi_{\text{м}}$ - месячный фонд рабочего времени локомотивной бригады, ч, принимаем в соответствии с производственным календарем

$$\Phi_{\text{м}} = 169,8 \text{ ч.}$$

Рабочим временем локомотивной бригады называют время от момента явки локомотивной бригады на работу до момента сдачи документов дежурному по депо. Все элементы рабочего времени локомотивной бригады грузового и пассажирского движения устанавливаются на основании [6] и должны быть представлены в виде таблицы. Пример выполнения расчета рабочего времени приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Элементы рабочего времени локомотивной бригады

Элемент времени	Норма времени, ч			
	ЖВ	ВЖ	ЖЛ	ЛЖ
Прохождение медосмотра	0,12	0,12	0,12	0,12
Прохождение инструктажа	0,08	0,08	0,08	0,08
Проход к локомотиву	0,20	0,20	0,20	0,05
Приемка локомотива	0,25	0,25	0,25	0,33
Движение по деповским путям	-	-	-	0,10
Стоянка на КП	-	-	-	0,02
Движение по станционным путям	-	-	-	0,15
Прицепка к составу	-	-	-	0,02
Проба тормозов	0,17	0,17	0,17	0,27
Ожидание отправления	0,08	0,08	0,08	0,08
Движение по участку ($l_{\text{уч}}/v_{\text{уч}}$)	4,76	4,76	5,37	5,37
Отцепка от состава	-	-	0,02	-

Движение по станционным путям	-	-	0,15	-
Сдача локомотива	0,25	0,25	-	0,25
Стоянка на КП	-	-	0,02	-

Продолжение таблицы 7.1

Элемент времени	Норма времени, ч			
	ЖВ	ВЖ	ЖЛ	ЛЖ
Движение по деповским путям	-	-	0,10	-
Проведение экипировки	-	-	0,37	-
Проход к дежурному по депо	0,20	0,20	0,05	0,20
Сдача документов	0,08	0,08	0,08	0,08
Итого по участку	6,11	6,11	6,94	7,04

На основании данных таблиц определяем рабочее время локомотивной бригады грузового и пассажирского движения.

Списочное количество локомотивных бригад занятых в грузовом и пассажирском движении определяем по формуле

$$B_{\text{сп}} = B_{\text{яв}} k_{\text{зам}}, \quad (7.2)$$

где $k_{\text{зам}}$ - коэффициент замещения, учитывающий отсутствие рабочих по уважительным причинам; принимаем $k_{\text{зам}} = 1,12$.

Списочная численность рабочих занятых в грузовом и пассажирском движении, чел, определяется по формуле

$$Ч_{\text{сп}} = 2B_{\text{сп}}, \quad (7.4)$$

Явочное количество локомотивных бригад маневрового движения определяется по формуле

$$B_{\text{яв}}^{\text{ман}} = 4M_{\text{э}}^{\text{ман}}, \quad (7.5)$$

Списочное количество локомотивных бригад маневрового движения определяется по формуле

$$B_{\text{сп}}^{\text{ман}} = B_{\text{яв}}^{\text{ман}} k_{\text{зам}}, \quad (7.6)$$

Явочная численность рабочих маневрового движения, чел., определяется по формуле

$$Ч_{яв}^{ман} = Б_{яв}^{ман}, \quad (7.7)$$

Общая явочная численность рабочих занятых в эксплуатации, чел., определяется по формуле

$$Ч_{яв} = Ч_{яв}^{гр} + Ч_{яв}^{пас} + Ч_{яв}^{ман}, \quad (7.9)$$

Общая списочная численность рабочих занятых в эксплуатации, чел., определяется по формуле

$$Ч_{сп} = Ч_{сп}^{гр} + Ч_{сп}^{пас} + Ч_{сп}^{ман}, \quad (7.10)$$

Явочная численность рабочих занятых в ремонте, чел., определяется по формуле

$$A_{яв} = \frac{\sum M_{рем i}^{год} q_{рем i}}{\Phi_r} \quad (7.11)$$

где $q_{рем i}$ - трудоемкость работ ремонта i -того вида, чел.ч/лок.[6];

Φ_r - годовой фонд рабочего времени локомотивной бригады, ч, принимаем в соответствии с производственным календарем .

Аналогичный расчет явочной численности рабочих занятых в ремонте, чел, необходимо представить в виде таблиц. Пример выполнения расчета приведен таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Расчет явочной численности рабочих занятых в ремонте тепловозов

Наименование специальности	ТО-3		ТР-1		ТР-2		ТР-3	
	q, чел.ч/сек.	A, чел.	q чел.ч/сек.	A, чел.	q чел.ч/сек.	A, чел.	q чел.ч/сек.	A, чел.
Комплексные бригады по ремонту:								
экипажной части	30	10	60	5	166	2	200	2
электрооборудования	32	11	42	4	220	3	290	3
дизеля и вспомогательного оборудования	56	19	164	14	1044	15	1520	14
Специализированные								

бригады по ремонту:								
дизеля и вспомогательного оборудования	14	5	48	4	430	6	882	8
топливной аппаратуры	16	5	32	3	220	3	244	2
экипажной части	2	1	12	1	50	1	290	3

Продолжение таблицы 7.3

Наименование специальности	ТО-3		ТР-1		ТР-2		ТР-3	
	q, чел·ч/сек.	A, чел.	q чел·ч/сек.	A, чел.	q чел·ч/сек.	A, чел.	q чел·ч/сек.	A, чел.
электрических машин	4	1	18	2	114	2	810	8
колесных пар и роликовых букс	2	1	8	1	12	0	120	1
аккумуляторной батареи	8	3	14	1	100	1	110	1
тормозного пневматического оборудования	10	3	50	4	168	2	220	2
скоростемеров и измерительных приборов	4	1	12	1	50	1	68	1
АЛСН, автостопов и поездной радиостанции	2	1	6	1	18	0	36	1
Прочие	34	12	68	6	338	5	950	9
Всего	220	74	560	47	3000	45	6000	57

Списочная численность рабочих занятых в ремонте (по видам ремонта), чел., определяется по формуле

$$A_{\text{сп}}^{\text{рем}} = A_{\text{яв}}^{\text{рем}} k_{\text{зам}} \quad (7.12)$$

2.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СТОЙЛ И РАЗМЕРОВ СТОЙЛОВОЙ ЧАСТИ ДЕПО

Так как техническое обслуживание тепловозов ТО-2 выполняется в оборотных депо А и Л, то в основном депо позиции для проведения ТО-2 не предусматриваются.

Необходимое количество позиций для экипировки локомотивов определяется по формуле

$$A_{\text{ст}} = \frac{N_{\text{эк}} t_{\text{эк}} \gamma}{1440}, \quad (8.1)$$

где $N_{\text{эк}}$ - количество локомотивов заходящих на экипировку в сутки;
 $t_{\text{эк}}$ - продолжительность по времени экипировочных операций, мин;
 γ - коэффициент неравномерности постановки локомотивов на экипировку; принимаем $\gamma = 1,1$.

Количество локомотивов заходящих на экипировку после простоя под операциями по техническому обслуживанию или текущему ремонту в сутки определяется по формуле

$$N_{\text{эк}}^{\text{рем}} = \frac{M_{\text{ТО-3}} + M_{\text{ТР-1}} + M_{\text{ТР-2}} + M_{\text{ТР-3}}}{365}, \quad (8.2)$$

Количество маневровых локомотивов заходящих на экипировку определяется по формуле

$$N_{\text{эк}} = \frac{M_{\text{э}}^{\text{ман}}}{L_i}, \quad (8.3)$$

где L_i - лимит времени работы, сут, по i -тому экипировочному материалу.

Лимит времени работы маневрового локомотива по топливу, сут., определяется по формуле

$$L_{\text{т}} = \frac{E_{\text{т}}}{e_{\text{т}} 24}, \quad (8.4)$$

где $E_{\text{т}}$ - вместимость топливных баков, кг [1];

$e_{\text{т}}$ - удельный расход натурального дизельного топлива, кг/ч[2].;

Лимит времени работы маневрового локомотива по песку, сут., определяется по формуле

$$L_n = \frac{E_n}{e_n}, \quad (8.5)$$

где E_n - вместимость песочных бункеров, кг [1];

e_n - удельный расход песка, кг/ч [2].

Общее количество позиций для экипировки определяется по формуле

$$A_{\text{ЭК}}^{\text{общ}} = A_{\text{ЭК}}^{\text{ГР}} + A_{\text{ЭК}}^{\text{ПАС}} + A_{\text{ЭК}}^{\text{МАН}}, \quad (8.6)$$

Потребное количество ремонтных позиций для проведения технического обслуживания ТО-3 и текущего ремонта ТР-1 определяется по формуле

$$A_{\text{ТО-3(Т-1)}} = f_{\text{ТО-3(Т-1)}} \varphi, \quad (8.7)$$

где φ - коэффициент неравномерности постановки локомотивов на ТО и ТР; принимаем $\varphi = 1,12$.

Потребное количество ремонтных позиций для проведения текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3 определяется по формуле

$$A_{\text{ТР-2(Т-3)}} = f_{\text{ТР-2(Т-3)}}, \quad (8.8)$$

Потребное количество позиций для проведения реостатных испытаний определяется по формуле

$$A_{\text{реост}} = \left(\sum M_{\text{ТР-1}} t_{\text{ТР-1}}^{\text{реост}} + \sum M_{\text{ТР-2}} t_{\text{ТР-2}}^{\text{реост}} + \sum M_{\text{ТР-3}} t_{\text{ТР-3}}^{\text{реост}} \right) \frac{\psi}{365 \cdot 24}, \quad (8.9)$$

где $t_{\text{реост}}^{\text{рем}i}$ - норма времени на проведение реостатных испытаний тепловозов после i -того вида ремонта, ч; принимаем

$$t_{\text{ТР-1}}^{\text{реост}} = 4 \text{ ч}, \quad t_{\text{ТР-2}}^{\text{реост}} = 7 \text{ ч}, \quad t_{\text{ТР-3}}^{\text{реост}} = 9 \text{ ч};$$

ψ - коэффициент, учитывающий постановку локомотивов на реостатные испытания днем, принимаем $\psi = 1,6$.

В соответствии с приведенными выше расчетами необходимо длину зданий для участков ТО-3, ТР-1, ТР-2 и ТР-3 [2]. Длина здания при постановке двух локомотивов, м, определяется по формуле

$$L_3 = l_{\text{лок}1} + l_{\text{лок}2} + 2(a + b) + e, \quad (8.10)$$

где $l_{\text{лок}1}$ - длина по осям автосцепки первого локомотива, м [1];

$l_{\text{лок 2}}$ - длина по осям автосцепки второго локомотива, м [1];

a - расстояние от оси автосцепки до края канавы, м; принимаем

$$a = 1,2 \text{ м [2];}$$

b - расстояние от края канавы до торцевой стены, м; принимаем

$$b = 2,3 \text{ м [2];}$$

e - расстояние между локомотивами, установленными на одном пути; принимаем $e = 2 \text{ м [2]}$.

Окончательно длину зданий для участков ТО-3, ТР-1, ТР-2 и ТР-3 принимаем из ряда стандартных [2].

2.9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ЭКИПИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Так как экипировка поездных локомотивов производится в оборотных депо А и Л, то суточный расход экипировочных материалов на экипировку в основном депо Ж принимается равным нулю.

Суточный расход дизельного топлива, т, на экипировку маневровых локомотивов определяется по формуле

$$B_{\text{т}}^{\text{ман}} = \frac{M_{\text{э}}^{\text{ман}} e_{\text{т}}^{\text{ман}} t_{\text{раб}}^{\text{ман}}}{1000}, \quad (9.1)$$

где $t_{\text{раб}}^{\text{ман}}$ - время работы маневровых локомотивов в течение суток, ч;

$$\text{принимаем } t_{\text{раб}}^{\text{ман}} = 23,5 \text{ ч.}$$

Суточный расход дизельного топлива на проведение реостатных испытаний, т, определяется по формуле

$$B_{\text{т}}^{\text{реост}} = \frac{\sum M_{\text{ТР-1}} e_{\text{ТР-1}}^{\text{реост}} + \sum M_{\text{ТР-2}} e_{\text{ТР-2}}^{\text{реост}} + \sum M_{\text{ТР-3}} e_{\text{ТР-3}}^{\text{реост}}}{365}, \quad (9.2)$$

где $e_{\text{рем}}^{\text{реост}}$ - норма расхода топлива на проведение реостатных испытаний, т/секцию[2].

Суточный расход дизельного топлива на экипировку локомотивов после выхода из текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3, т, определяется по формуле

$$B_T^{\text{рем}} = \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{гр}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{гр}}}{365} V_T^{\text{гр}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{пас}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{пас}}}{365} V_T^{\text{пас}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}}}{365} V_T^{\text{ман}}, \quad (9.3)$$

где V_T - объем топливных баков тепловоза, т [1].

Суммарный расход дизельного топлива в депо, т, определяется по формуле

$$B_T = B_T^{\text{ман}} + B_T^{\text{реост}} + B_T^{\text{рем}}, \quad (9.4)$$

Создаваемый запас топлива, м³, определяется по формуле

$$B_T^{\text{зап}} = \frac{B_T t_T^{\text{зап}}}{\rho_T}, \quad (9.5)$$

где $t_T^{\text{зап}}$ - период, на который создается запас дизельного топлива, сут; п

ρ_T - плотность дизельного топлива, т/м³, $\rho_T = 0,84$ т/м³.

Для хранения рассчитанного объема топлива необходимо выбрать резервуары для хранения топлива и привести их характеристики.

Суточный расход песка, т, на экипировку маневровых локомотивов определяется по формуле

$$B_n^{\text{ман}} = \frac{M_{\text{э}}^{\text{ман}} e_n^{\text{ман}}}{1000 \rho_n}, \quad (9.6)$$

где ρ_n - плотность песка, т/м³, $\rho_n = 1,54$ т/м³.

Суточный расход песка на экипировку локомотивов после выхода из текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3, м³, определяется по формуле

$$B_n^{\text{рем}} = \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{гр}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{гр}}}{365} V_n^{\text{гр}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{пас}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{пас}}}{365} V_n^{\text{пас}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}}}{365} V_n^{\text{ман}}, \quad (9.7)$$

где V_n - объем песочных бункеров тепловоза, м³ [2].

Суммарный расход песка в депо, м³, определяется по формуле

$$B_n = B_n^{\text{ман}} + B_n^{\text{рем}}, \quad (9.8)$$

Создаваемый запас песка, м³, определяется по формуле

$$B_n^{\text{зап}} = B_n t_n^{\text{зап}}, \quad (9.9)$$

где $t_n^{\text{зап}}$ - период, на который создается запас песка, сут;

Для хранения рассчитанного объема сырого песка необходимо предусмотреть склад сырого песка (открытую площадку), для хранения сухого песка – железобетонные хранилища. Указать их количество и основные характеристики.

Суточный расход воды, м³, на экипировку маневровых локомотивов определяется по формуле

$$B_B^{\text{ман}} = \frac{M_{\text{э}}^{\text{ман}} e_B^{\text{ман}}}{1000 \rho_B}, \quad (9.10)$$

где ρ_B - плотность воды, т/м³.

Суточный расход воды на экипировку локомотивов после выхода из текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3, м³, определяется по формуле

$$B_B^{\text{рем}} = \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{гр}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{гр}}}{365} V_B^{\text{гр}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{пас}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{пас}}}{365} V_B^{\text{пас}} + \frac{\sum M_{\text{ТР-2}}^{\text{ман}} + \sum M_{\text{ТР-3}}^{\text{ман}}}{365} V_B^{\text{ман}}, \quad (9.11)$$

где V_B - объем водяных баков тепловоза, м³ [1].

Суммарный расход воды в депо, м³, определяется по формуле

$$B_B = B_B^{\text{ман}} + B_B^{\text{рем}}, \quad (9.12)$$

Создаваемый запас воды, м³, определяется по формуле

$$B_B^{\text{зап}} = B_B t_B^{\text{зап}}, \quad (9.13)$$

где $t_B^{\text{зап}}$ - период, на который создается запас воды, сут.

Для хранения рассчитанного объема воды выбрать резервуар и привести его характеристику.

2.10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЯГОВОЙ ТЕРРИТОРИИ ДЕПО

Комплекс железнодорожных путей, зданий и сооружений (локомотивные здания для текущих ремонтов и технических обслуживаний; экипировки локомотивов; служебно-бытовые вспомогательные помещения; склады топлива, смазочных материалов и песка; здания пескосушилки и котельной) называют тяговой территорией депо.

Пути тяговой территории специализируются для перемещения локомотивов от контрольного поста станции в депо и обратно; технического обслуживания ТО-2, экипировки и стоянки локомотивов, ожидающих работы; подачи и разгрузки топлива, смазочных и обтирочных материалов, песка, запасных частей; реостатных испытаний тепловозов после ремонта; поворотных устройств и других целей.

Тяговая территория депо должна обеспечить: необходимую пропускную способность с учетом перспективы развития, поточное продвижение по территории без встречных и возвратных движений. Должны также соблюдаться строительные и санитарные нормы и правила [2].

Деповские пути должны удовлетворять следующим требованиям:

- минимальный радиус кривых 200 м;
- пути в стойлах депо, на экипировочных площадках и смотровых канавах прямые и горизонтальные с полезной длиной равной длине трех тепловозов плюс 5 м;
- перед воротами стойл локомотивного здания прямые вставки длиной не менее 12 м, а перед ремонтными – не менее длины локомотива, при этом полезная длина путей перед воротами должна быть не менее длины локомотива плюс 5 м;
- пути для отстоя локомотивов, ожидающих работы и находящихся в запасе, для разгрузки топлива, песка, смазочных, обтирочных и других материалов, а также запасных частей размещают на площадке;
- расстояние между осями путей на экипировочной площадке 5,5 – 6 м; для ходовых и путей отстоя локомотивов, ожидающих работы 4,5 – 4,9 м;
- марка крестовин стрелочных переводов не круче 1/9, а для симметричных стрелочных переводов – 1/6 или 1/9;
- позиция для обмывки и обдувки тепловозов должна быть перед экипировочными позициями и иметь объездной путь [2].

План тяговой территории проектируемого депо необходимо выполнить в соответствии с выше перечисленными требованиями и должен быть представлен в графической части проекта на листе формата А1.

Список использованных источников

1 *Айзинбуд, С. Я.* Локомотивное хозяйство [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп/ *С. Я. Айзинбуд, В. А. Гутковский, П. И. Кельперис*; под общ. ред. *С. Я. Айзинбуда.* – М.: Транспорт, 1986. – 263 с.

2 *Айзинбуд, С. Я.* Тепловозное хозяйство [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп/ *М. Н. Беленький, Б. И. Вилькевич, В. А. Гутковский, В. Н. Казаков, П. К. Крюгер*; под общ. ред. *П. К. Крюгера и С. Я. Айзинбуда.* – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 255 с.

3 *Гутковский, В. А.* Организация эксплуатации и работы локомотивных бригад [Текст]: учебно-методическое пособие для курсового проектирования/ *В. А. Гутковский, М. П. Кучма*; под общ. ред. *В. А. Гутковского.* – Гомель: 1980. 44 с.

4 Методические указания по проектированию норм выработки, нормированных заданий и нормативы времени на подготовительно-заключительные вспомогательные операции для локомотивных бригад [Текст] – М. Транспорт, 1988. – 57 с.

5 Приказ 14Н от 12.02.1996 г. О мерах по улучшению технического содержания, обслуживания и эксплуатации тягового подвижного состава Белорусской железной дороги [Текст] – Мн., 1996. – 15 с.

6 *Рымкевич А. П.* Сборник задач по физике [Текст] – М.: Просвещение, 1991. – 190 с.

7 *Айзинбуд, С. Я.* Эксплуатация локомотивов [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп/ *С. Я. Айзинбуд, П. И. Кельперис*; под общ. ред. *С. Я. Айзинбуда.* – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 261 с.

8 *Гутковский, В. А.* Организация экипировки и текущего содержания тепловозов [Текст]: методические указания по дипломному проектированию/ *В. А. Гутковский, П. К. Крюгер, Рафаловский В. В*; под общ. ред. *В. А. Гутковского.* – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель: БИИЖТ, 1971. – 45 с.

9 *Чмыхов Б. А.* Производство и эффективность капитального ремонта тягового подвижного состава в условиях локомотивного депо [Текст]: пособие. – Гомель: БелГУТ, 2003. 155 с.