

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания по выполнению курсовой работы
для обучающихся технических специальностей и направлений

Составители Л. Е. Маметьев
А. А. Хорешок
М. К. Хуснутдинов
Ю. В. Дрозденко
А. Ю. Борисов

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 24 от 26.04.2021
Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Протокол № 3 от 27.04.2021
Электронная версия
находится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2021

ВВЕДЕНИЕ

Горный инженер должен иметь знания и навыки по эксплуатации горных машин и оборудования, которые охватывают условия эксплуатации и основные требования по обеспечению работоспособности, эффективной и безопасной работы горных и транспортных машин, а также стационарных установок, их выбор, виды техобслуживания, ремонтов и наладок, расчет и построение графиков ремонтов, смазки машин, расчет количества запчастей, диагностику технического состояния горного оборудования и ряд других вопросов. Темы курсовых работ должны соответствовать реальным условиям горного предприятия. Тема может быть предложена самим студентом и утверждена кафедрой. Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно с целью закрепления и углубления знаний и выработки умения применять их при решении конкретных практических задач.

Курсовая работа завершает подготовку специалиста по дисциплине «Эксплуатация горных машин и оборудования». Материалы курсовой работы могут быть использованы в дипломном проекте. Технические решения, принимаемые в курсовой работе должны приводить к повышению производительности горных машин и их надежности. В работе должны быть практически ценные решения или рекомендации по эксплуатации горных машин. В процессе выполнения курсовой работы каждый студент должен проявлять максимум самостоятельности в решении всех вопросов.

1. СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Эксплуатация горных машин и оборудования» закрепляет и обобщает знания, полученные студентом по дисциплинам: «Основы горного дела (подземная геотехнология)», «Основы горного дела (открытая геотехнология) », «Рабочие процессы горных машин», «Горные машины, комплексы и оборудование»; «Современные карьерные экскаваторы: конструкция и эксплуатация», «Карьерные горные машины и оборудование», «Горно-транспортные машины», «Оборудование для монтажа горных машин и оборудования», «Карьерные транспортные машины и оборудование», «Надежность горных машин и оборудования», «Конструирование горных машин и оборудования», «Стационарные установки» и др.

Темой курсовой работы может быть: организация эксплуатации, ремонта и обслуживания конкретных горных, транспортных или стационарных машин в условиях конкретного горного предприятия (шахты, разреза, карьера).

Курсовая работа должна содержать горно-технологическую, ремонтно-технологическую и экономическую части.

В горнотехнической части даются анализ условий эксплуатации горных машин и краткое обоснование их выбора, мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации, основные виды отказов и их причины.

В ремонтно-технологической части рассматриваются и предлагаются виды техобслуживания, ремонтов и наладок горной машины, краткие сведения о стратегии замены и ремонта отказавших деталей (ремонтный чертеж, способ восстановления), расчет ремонтного цикла, построение графиков ремонтов и расчет потребного количества запчастей.

Рассматриваются вопросы смазки горных машин, приводится расчет количества смазочных материалов и разрабатывается карта (схема) смазки.

В экономической части работы производится расчет технико-экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию процессов эксплуатации и ремонта машины.

Графический материал выполняется на 1 листе чертежной бумаги формата А1 (594×841 мм) и включает в себя 3 части: карту смазки машины с указанием сортов и количества смазочных материалов и периодичности смазки для всех точек; структуру ремонтного цикла и графики ремонтов; ремонтный чертеж одной из деталей, рассматриваемой горной машины.

2. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка оформляется объемом в 25–30 страниц на листах бумаги форматом А4 (297×210 мм). Сокращение слов в тексте не допускается, за исключением общепринятых.

Материал в пояснительной записке размещают в следующем порядке: титульный лист, задание на курсовую работу, оглавление частей и разделов пояснительной записки, введение и

далее пояснения и расчеты по разделам курсовой работы, список использованной литературы.

Введение должно быть кратким (не более 1 страницы) и соответствовать теме курсовой работы. Во введении необходимо осветить развитие механизации добычи полезных ископаемых, задачи и цель данной курсовой работы в соответствии с заданием.

Каждая часть работы начинается с новой страницы с основной надписью.

В записке должна быть сквозная нумерация страниц. Нумеруются все страницы, включая рисунки, таблицы и т.д.

Весь материал пояснительной записки разделяется на части и разделы, которые должны иметь наименование. Наименование частей и разделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться в виде заголовков прописными буквами.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точкой.

Всем частям присваиваются порядковые номера. Разделы в пределах части должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой. Каждую часть и раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

Пояснительная записка иллюстрируется только необходимыми для уяснения материала рисунками, схемами, графиками, вычерченными четко без излишних подробностей и в соответствии с ЕСКД.

Допускается использование фотографий, например общих видов горных машин, либо их узлов и механизмов.

Не следует применять рамок для выделения иллюстраций. Не рекомендуется использовать для иллюстраций форматы, превышающие стандартный лист.

Иллюстрации помещаются сразу после ссылки на них, в тексте. Желательно размещать иллюстрации так, чтобы их можно было рассматривать без поворота листов записки. Иллюстрации, размещенные вдоль страницы, ориентируют так, чтобы для их рассматривания нужно было повернуть записку по часовой стрелке.

Все иллюстрации именуется рисунками. Рисунки должны нумероваться последовательно в пределах раздела арабскими цифрами с указанием раздела. Например: Рис. 1.2. Рис. 2.5. и т.д.

Надписи на рисунках необходимо размещать горизонтально, без рамок, вблизи детали, к которой они относятся.

Каждый рисунок должен сопровождаться подписью. Подпись помещается под рисунком с его номером.

Значением применяемых в формулах символов должно быть разъяснено только один раз при первом их использовании.

При расшифровке значения каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой он приведен в формуле.

При ссылке на графическую часть указывается номер листа, где помещено соответствующее изображение, а при ссылке на литературный источник – его номер по списку литературы. При ссылке на формулу, заимствованную из литературного источника, указывается не только номер литературного источника, но и номера формулы в нем и страницы (пример смотрите ниже).

3. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

В расчетно-пояснительной записке должны быть следующие разделы и их ориентировочный объем

Введение	1 с
Горнотехническая часть	5–8 с
Ремонтно-технологическая часть	12–15 с
Экономическая часть	3–5 с
Заключение	1 с
Список литературы	1 с

Изложению материала должны предшествовать титульный лист, задание на курсовую работу и реферат.

Реферат содержит сведения об объеме пояснительной записки и графической части работы. Текст реферата должен отражать сущность выполненной работы.

Во введении приводятся цели и задачи курсовой работы, характеристика предприятия, по которому выполняется работа (название, географическое положение, энерго- и водоснабжение, транспорт, связь).

Содержание горно-технической, ремонтно-технологической и экономической частей должно соответствовать изложенным в разделе 1 содержанию и составу курсовой работы.

В разделе «Заключение» приводятся краткие итоги проделанной работы и конкретные предложения по совершенствованию эксплуатации горных машин.

Список используемой литературы является весьма важным разделом пояснительной записки. Он показывает, насколько глубоко разработана студентом тема работы, и какой материал был при этом использован. В списке приводятся монографии, учебники, учебные пособия, научные статьи из журналов и сборников трудов, методические указания, интернет-ресурсы.

Ссылки на цитированную литературу приводятся в квадратных скобках, например [1, 2, 3] или [1–3]. При этом используемая в курсовой работе литература должна быть представлена общим списком в конце пояснительной записки. Библиографическое описание литературы должно приводиться в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Произведения (книги, статьи) одного автора, а также двух и трех авторов приводятся по их фамилиям. При четырех и более авторах – по заглавиям. При ссылке на авторское свидетельство или патент, указываются их номер, название, авторы изобретения.

Например (научная статья из журнала, книга, патент):

Анистратов, К. Ю. Методика определения оптимальных сроков службы техники при техническом перевооружении горнодобывающего предприятия / К. Ю. Анистратов, В. Я. Стремилев, Р. Г. Гасанов // Горная промышленность. – 2012. – № 1. – С. 34–37.

Гидроструйные технологии в промышленности. Гидромеханическое разрушение горных пород / В.А. Бреннер [и др.]. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2000. – 343 с.

Исполнительный орган проходческого комбайна : пат. 2455486 РФ на изобретение: МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01) / Маметьев Л. Е, Хорешок А. А., Борисов А. Ю., Кузнецов В. В., Мухортиков С. Г. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2010141881/03 ; заявл. 12.10.2010; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Ремонтно-технологическая часть работы является основной и должна включать:

- выбор и обоснование системы технического обслуживания и ремонта оборудования;
- расчет ремонтного цикла;
- расчет и построение годового графика ремонтов;
- расчет потребного количества запчастей;
- технология ремонта типовой детали машины и ее ремонтный чертеж;
- описание смазки и расчет количества смазочных материалов.

Выбор и обоснование системы техобслуживания и ремонта оборудования производятся на основании инструкций заводов-изготовителей горных машин и оборудования, рекомендаций и нормативных документов.

Для расчета периодичности текущих ремонтов и структуры ремонтного цикла используется комбинаторный анализ.

4.1. РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ РЕМОНТНОГО ЦИКЛА

В основу расчета должна быть положена наработка самой быстроизнашиваемой детали (t_{\min}).

Для определения возможного количества структур ремонтного цикла и видов ремонта определяется ρ и его каноническое разложение вида $\rho = t_{\sigma} / t_{\min} = y_1^{a_1} \cdot y_2^{a_2} \cdot \dots \cdot y_k^{a_k}$, (4.1) где t_{σ} и t_{\min} – наработка базовой и быстроизнашиваемой деталей, маш.-ч; y_1, y_2, \dots, y_k – ряд простых чисел (2, 3, 5, 7, 11, 13); a_1, a_2, \dots, a_k – натуральные числа (показатели канонического разложения).

Возможное число структур ремонтного цикла:

$$N_{\text{стр}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k a_i \right)!}{a_1! \cdot a_2! \cdot \dots \cdot a_k!} \quad (4.2)$$

Максимальное число видов ремонта, не считая T_1 :

$$N_p = \sum_{i=1}^k a_i \quad (4.3)$$

Составляется матрица перестановки, число строк которой равно $N_{\text{стр}}$, а число столбцов k .

$$\begin{vmatrix} Y_{11} & Y_{21} & Y_{31} & \dots & Y_{k1} \\ Y_{12} & Y_{22} & Y_{32} & \dots & Y_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{kn} & Y_{(k-1)n} & \dots & Y_{1n} & \dots \end{vmatrix}. \quad (4.4)$$

Определяются коэффициенты периодичности $g_1 = 1$; $g_{2i} = y_{1i}$; $g_{3i} = y_{1i} y_{2i}$; $g_{4i} = y_{1i} y_{2i} y_{3i}$ и т.д.

Периодичность выполнения каждого вида ремонта определяется путем умножения t_{\min} на g_i , после чего возможные структуры ремонтного цикла изображаются графически. Для всех возможных структур определяются затраты на обслуживание и ремонт с учетом убытков от простоев. За оптимальную принимается структура с минимальными удельными затратами.

Пример.

Рассчитать возможные структуры ремонтного цикла для горной машины при $t_{\min} = 531$ маш.-ч и $t_6 = 22400$ маш.-ч.

Решение:

1. Каноническое разложение:

$$\rho = \frac{t_6}{t_{\min}} = y_1^{a_1} \cdot y_2^{a_2} \cdot \dots \cdot y_k^{a_k} = \frac{22400}{531} \approx 42 = 2^1 \cdot 3^1 \cdot 7^1,$$

т.е. $y_1 = 2$; $y_2 = 3$; $y_3 = 7$; $a_1 = a_2 = a_3 = 1$; $k = 3$.

2. Число возможных структур ремонтного цикла (число строк в матрице перестановок):

$$N_{\text{стр}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^k a_i\right)!}{a_1! a_2! \dots a_k!} = \frac{(1+1+1)!}{1! 1! 1!} = \frac{3!}{1} = 6.$$

3. Максимальное число видов ремонта для каждой из структур, не считая T_1 (число столбцов в матрице перестановок):

$$N_p = \sum_{i=1}^3 a_i = 1 + 1 + 1 = 3 \quad (\text{т.е. } T_2, T_3 \text{ и } K).$$

4. Матрица имеет число строк $N_{стр} = 6$ и столбцов $N_p = 3$.

Y_{1i}	Y_{2i}	Y_{3i}
2	3	7
2	7	3
3	2	7
3	7	2
7	2	3
7	3	2

5. Определяем коэффициенты g_i . Значение $g_1=1$ для всех шести структур. Вычисленные значения g_2 ; g_3 и g_4 приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ структуры ремонтного цикла	Коэффициент периодичности			
	g_1	g_2	g_3	g_4
1	1	2	6	42
2		2	14	42
3		3	6	42
4		3	21	42
5		7	14	42
6		7	21	42

6. Умножением g_1 ; g_2 ; g_3 и g_4 на $t_{min} = 531$ маш.-ч, получим продолжительность межремонтных периодов (T_1 , T_2 , T_3 и K), приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Структуры ремонтного цикла	Межремонтные периоды, ч				Число текущих ремонтов			Трудо- ем- кость
	T_1	T_2	T_3	K	$n_{\tau 1}$	$n_{\tau 2}$	$n_{\tau 3}$	$T_{\Sigma i}$
1	531	1062	3186	22302	21	14	6	67
2		1062	7434		21	18	2	63
3		1593	3186		28	7	6	60
4		1593	11151		28	12	1	55
5		3717	7434		36	3	2	48
6		3717	11151		36	4	1	47

7. Определяем число текущих ремонтов $n_{\tau 1i}$, $n_{\tau 2i}$, $n_{\tau 3i}$ и результаты фиксируем в табл. 2.

Число текущих ремонтов $n_{\tau 3i}$ определится как частное от деления продолжительности ремонтного цикла (22302) на соответствующие межремонтные периоды T_{3i} минус 1 (капитальный ремонт K), то есть $n_{\tau 3i} = \frac{K}{T_{3i}} - 1$, тогда получим:

для первой и третьей структур

$$n_{\tau 3} = \frac{22302}{3186} - 1 = 7 - 1 = 6;$$

для второй и пятой структур

$$n_{\tau 3} = \frac{22302}{7434} - 1 = 3 - 1 = 2;$$

для четвертой и шестой структур

$$n_{\tau 3} = \frac{22302}{11151} - 1 = 2 - 1 = 1.$$

Число текущих ремонтов $n_{\tau 2i}$ получаем также делением ремонтного цикла (22302) на соответствующие межремонтные периоды T_{2i} за вычетом общего числа ремонтов T_{3i} и K , то есть

$$n_{\tau 2i} = \frac{K}{T_{2i}} - n_{\tau 3i} - 1, \text{ тогда получим}$$

для первой структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{1062} - 6 - 1 = 21 - 6 - 1 = 14;$$

для второй структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{1062} - 2 - 1 = 21 - 2 - 1 = 18;$$

для третьей структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{1593} - 6 - 1 = 14 - 6 - 1 = 7;$$

для четвертой структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{1593} - 1 - 1 = 14 - 1 - 1 = 12;$$

для пятой структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{3717} - 2 - 1 = 6 - 2 - 1 = 3;$$

для шестой структуры

$$n_{\tau 2} = \frac{22302}{3717} - 1 - 1 = 6 - 1 - 1 = 4.$$

Число текущих ремонтов $n_{\tau li}$ получаем, вычитая из общего числа ремонтов ($K/T_1 = 22302/531 = 42$) суммарное количество ремонтов $n_{\tau 2i}$, $n_{\tau 3i}$ и K , то есть $n_{\tau li} = \frac{K}{T_{li}} - n_{\tau 2i} - n_{\tau 3i} - 1$, тогда

для первой структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 14 - 6 - 1 = 21;$$

для второй структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 18 - 2 - 1 = 21;$$

для третьей структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 7 - 6 - 1 = 28;$$

для четвертой структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 12 - 1 - 1 = 28;$$

для пятой структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 3 - 2 - 1 = 36;$$

для шестой структуры

$$n_{\tau 1} = 42 - 4 - 1 - 1 = 36.$$

Для обоснования выбора того или иного варианта структуры ремонтного цикла устанавливается, какой из них обеспечивает минимальную трудоемкость (табл. 2).

8. Суммарную трудоемкость ремонта можно определить из следующего выражения:

$$T_{\Sigma i} = \sum_{i=1}^n n_{\tau i} \cdot T_{pi}, \quad (4.5)$$

где T_{pi} – трудоемкость ремонтов, ч (для расчетов принимаем $T_{p1} = 1$, $T_{p2} = 2$, $T_{p3} = 3$, что соответствует их сложности).

Расчет трудоемкости необходимо производить для каждой строки табл. 2.

Для каждой из структур получаем следующие трудоемкости:

$$T_{\Sigma 1} = 21 \cdot 1 + 14 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 67;$$

$$T_{\Sigma 2} = 21 \cdot 1 + 18 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 63;$$

$$T_{\Sigma 3} = 28 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 60;$$

$$T_{\Sigma 4} = 28 \cdot 1 + 12 \cdot 2 + 1 \cdot 3 = 55;$$

$$T_{\Sigma 5} = 36 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 3 = 48;$$

$$T_{\Sigma 6} = 36 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 1 \cdot 3 = 47.$$

Так как минимальная трудоемкость прослеживается в шестой строке ($T_{\Sigma 6} = 47$), поэтому строим структуру ремонтного цикла только для этой строки (табл. 2). Графическое отображение данной структуры ремонтного цикла представлено на рис. 1.

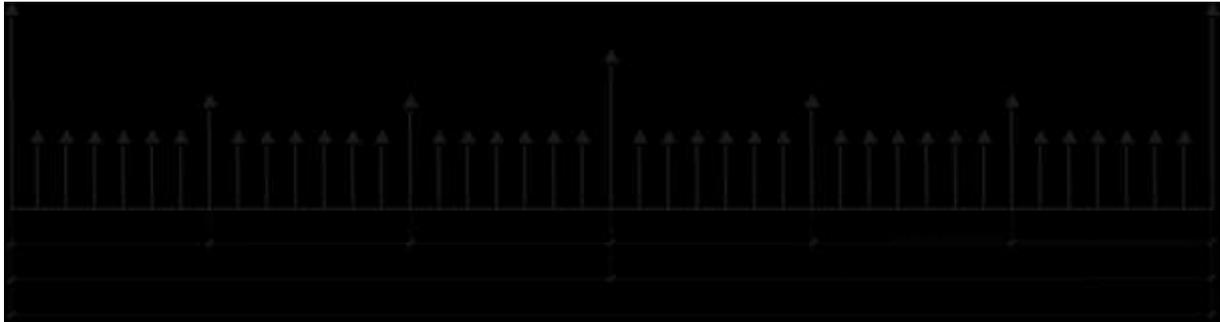


Рис. 1. Структура ремонтного цикла

Формула для данной структуры ремонтного цикла имеет вид:
 $H(K) - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_3 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - K$

4.2. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ГОДОВОГО ГРАФИКА РЕМОНТОВ

Число ремонтов в предстоящем календарном году можно определять *аналитическим, графическим методами и методом номограмм.*

Аналитическим методом определяют число ремонтов с учетом трех основных формул [1, 2, 3]:

$$N_K = \frac{H_r + H_K}{K}; \quad (4.6)$$

$$H_{KTi} = H_K / T_i, \quad (4.7)$$

$$N_{Ti} = \frac{H_r + H_{KTi}}{T_i} - N_K, \quad (4.8)$$

где N_K и N_{Ti} – число капитальных (К) и текущих ремонтов T_i в предстоящем календарном году; H_r – планируемая годовая наработка машины, маш.-ч; K и T_i – межремонтные сроки (табл. 2) до капитального или текущего ремонта, маш.-ч; H_K и H_{KTi} – наработки машины от последнего ремонта, маш.-ч.

$$H_r = N \cdot n \cdot t \cdot k_r, \quad (4.9)$$

где N – количество рабочих дней в году; n – количество смен в сутки; t – продолжительность смены, ч; k_r – коэффициент готовности горной машины.

Пример.

Определяем планируемую годовую наработку машины

$$H_r = N \cdot n \cdot t \cdot k_r = 326 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0,8 \approx 6260, \text{ маш.-ч.}$$

Определяем число капитальных ремонтов в предстоящем календарном году

$$N_k = \frac{H_r + H_K}{K} = \frac{6260 + 8750}{22302} = 0,673 < 1. \text{ Принимаем } N_k = 0.$$

Прежде чем определить число текущих ремонтов T_1 , T_2 и T_3 в предстоящем календарном году, определим наработки машины на отказ (с учетом данных строки шесть табл. 2):

$$N_{T3} = H_K / T_3 = 8750 / 11151 = 0,784 < 1,$$

тогда $N_{T3} = 8750$ маш.-ч.

$$N_{T2} = H_K / T_2 = 8750 / 3717 = 2,35 = 2 \cdot (1316 / 3717),$$

тогда $N_{T2} = 1316$ маш.-ч.

$$N_{T1} = H_K / T_1 = 8750 / 531 = 16,47 = 16 \cdot (254 / 531),$$

тогда $N_{T1} = 254$ маш.-ч.

Теперь определяем число текущих ремонтов в предстоящем календарном году с учетом N_{T3} , N_{T2} , N_{T1}

$$N_{T3} = \frac{H_r + N_{T3}}{T_3} - N_k = \frac{6260 + 8750}{11151} - 0 = 1,3 < 2.$$

Принимаем $N_{T3} = 1$.

$$N_{T_2} = \frac{H_r + H_{T_2}}{T_2} - N_k - N_{T_3} = \frac{6260 + 1316}{3717} - 0 - 1 = 1,03 < 2.$$

Принимаем $N_{T_2} = 1$.

$$N_{T_1} = \frac{H_r + H_{T_1}}{T_1} - N_k - N_{T_3} - N_{T_2} = \frac{6260 + 254}{531} - 0 - 1 - 1 = 10,2.$$

Принимаем $N_{T_1} = 10$.

Всего в течение года должно быть выполнено ремонтов: десять текущих ремонтов T_1 , один T_2 и один T_3 .

Метод номограмм.

Построение номограмм производят в соответствии с действующими нормами на ремонт и техническое обслуживание [2, 3]. На осях абсцисс и ординат откладывают в одинаковом масштабе *структуру ремонтного цикла* для рассматриваемой горной машины в определенных единицах (маш.-ч, м³, км пробега) и т.д.

Затем одноименные мероприятия по ремонту на осях соединяют прямыми линиями. После этого на оси абсцисс откладывают отрезок, равный отработанному объему после капитального ремонта (H_k) или с начала эксплуатации, а на оси ординат – годовой планируемый объем на машину (H_r). Перпендикуляры, восстановленные в конечных точках откладываемых отрезков, позволяют определить необходимое количество и вид ремонтов.

Например, горная машина после капитального ремонта отработала 8750 маш.-ч, а на текущий год ей предстоит отработать по плану 6260 маш.-ч. На рис. 2 откладываем на осях абсцисс и ординат структуру ремонтного цикла и отрезки, равные соответственно $H_k = 8750$ (отрезок 0А) и $H_r = 6260$ (отрезок 0В) маш.-ч. Восстанавливаем перпендикуляры из точек А и В, и находим точку их пересечения С.

Только пересечение отрезка АС с наклонными линиями покажет, какие ремонты в течение года должны быть выполнены в соответствии со структурой ремонтного цикла.

В итоге под изображением с методом номограмм (рис. 2) перечисляются запланированные ремонты. *Количество получен-*

ных ремонтов в методе номограмм должно совпадать с количеством ремонтов в аналитическом методе.

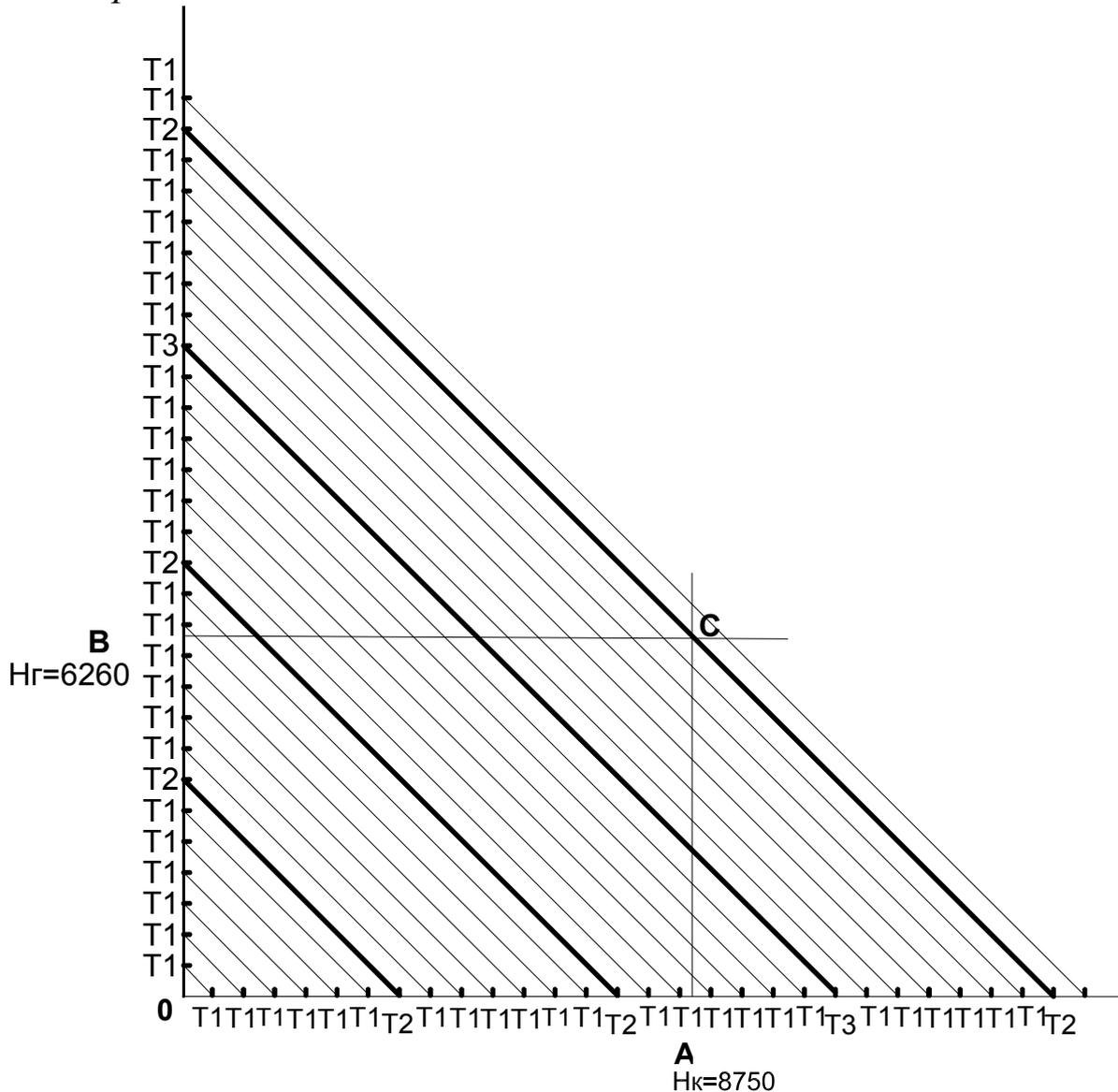


Рис. 2. Метод номограмм
(запланированные ремонты: $4T_1 - T_3 - 6T_1 - T_2$)

Графическим метод.

Этим методом определяется как число ремонтов, так и сроки их проведения [2, 3]. Для построения графика на оси абсцисс откладывают календарное время в месяцах, а на оси ординат – структуру ремонтного цикла для данной горной машины. Зная распределение плановой годовой наработки по месяцам, откладываем ее нарастающим итогом соответственно к концу месяца. Соединяя найденные точки, получаем интегральную линию. Для но-

вой машины за начало отсчета для планируемых объемов работы принимают нулевую точку графика, а для машины, ранее эксплуатируемой, должен учитываться уже выполненный объем (рис. 3). Этот же график может быть использован для нескольких горных машин, для чего добавляют столько же шкал ординат.

Например, требуется определить сроки проведения ремонтов для горной машины, которая к началу года отработала 8750 маш.-ч. В течение планируемого периода она должна отработать 6260 маш.-ч, т.е. по 521 маш.-ч ежемесячно. Откладываем на оси ординат ее наработку к началу года и от нее плановую наработку нарастающим итогом по месяцам. Полученная интегральная линия АВ показывает ремонты, и в какие сроки они должны быть выполнены (рис. 3). Для этого необходимо провести горизонтальные линии от точек T_1 , T_2 и т.д. до пересечения с полученной интегральной линией и опустить из точек пересечения перпендикуляры на ось абсцисс. Полученные данные используются при составлении общего годового графика ремонта оборудования предприятия.

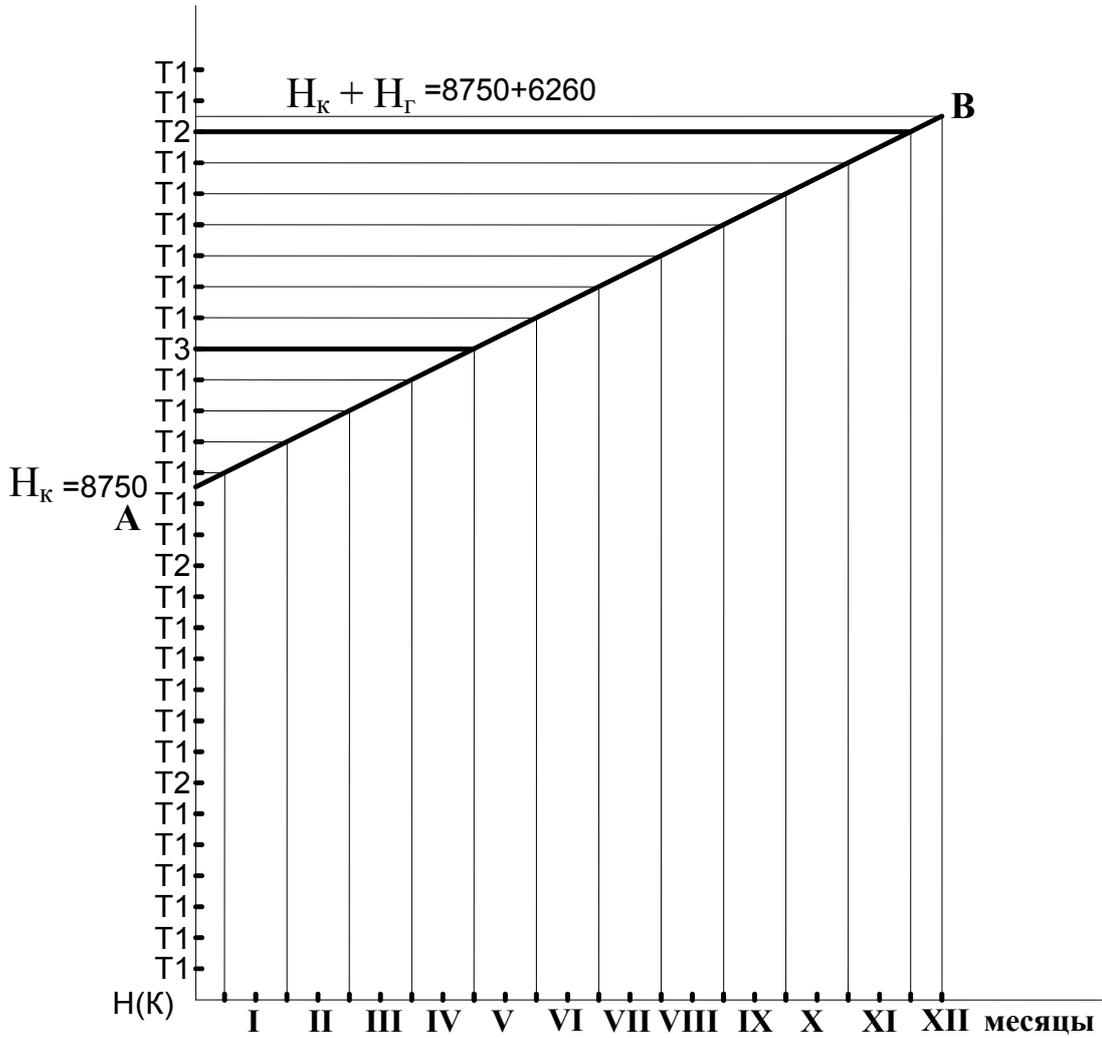


Рис. 3. Графический метод

В итоге под графическим методом рис. 3 строится табл. 3, в которой перечисляются запланированные ремонты и их дата проведения.

Таблица 3

Текущий ремонт	T ₁	T ₁	T ₁	T ₁	T ₃	T ₁	T ₂					
Дата	15.01	15.02	15.03	15.04	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10	15.11	15.12

Вывод. Определено число ремонтов в предстоящем календарном году аналитическим и графическим методами, методом номограмм. *Правильность решения заключается в одинаковом количестве ремонтов во всех трех методах.*

4.3. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ЗАПЧАСТЕЙ

В этой части курсовой работы рассчитывается потребное количество запчастей для бесперебойной работы машины в течение года (t_i ч).

Исходные данные для расчета, средний срок службы детали T_o (ч) берутся по данным практики или из литературы.

В качестве быстроизнашивающихся деталей могут быть приняты втулки, шестерни, валы и др.

Необходимое для бесперебойной работы в течение времени t_c число деталей:

$$n = n_{cp} + K_a \gamma \left[0,5K_a \gamma - \sqrt{n_{cp} + 0,25(K_a \gamma)^2} \right], \quad (4.10)$$

где $n_{cp} = \frac{t_c}{T_o}$ – среднее требуемое число деталей;

t_c – время работы машины в рассматриваемый период времени, ч;

$\gamma = \frac{\sigma}{T_o}$ – коэффициент вариации срока службы одной детали

($\gamma = 0,5 \div 2,0$);

σ – среднеквадратичное отклонение случайной величины (для упрощения расчетов σ принимается равной $0,6 T_o$);

T_o – математическое ожидание срока службы, ч;

$K_a = \frac{t_c - nT_o}{\sigma\sqrt{n}}$ – квантиль, соответствующий степени риска α .

При $n_{cp} > 4$ и $\gamma \leq 1,5$ можно принимать

$$n = n_{cp} + K_a \gamma \left(0,5K_a \gamma - \sqrt{n_{cp}} \right). \quad (4.11)$$

Задаваясь величиной α по таблице квантилей и нормального распределения, находим соответствующий квантиль, имея в виду,

что $\alpha = \Phi(K_a) = \Phi\left(\frac{t_c - nT_o}{\sigma\sqrt{n}}\right)$.

Например, при $\Phi(-0,524) = 0,3$ и т.д. (табл. 4).

Таблица 4

P	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
α	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
K_a	-0,524	-0,674	-0,842	-1,036	-1,2281	-1,645	-2,326

Обычно принимают $\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,10$ и $K_a = -1,645$ и $K_a = -1,2281$.

Соответственно имеем для $\alpha = 0,05$

$$n = n_{cp} + 1,645\gamma(0,82\gamma + \sqrt{n_{cp}}),$$

для $\alpha = 0,10$ $n = n_{cp} + 1,28\gamma(0,64\gamma + \sqrt{n_{cp}})$.

Если число деталей больше 10–12 и простой не вызывает больших затрат, можно воспользоваться приближенной формулой $n = n_{cp} - K_a\gamma\sqrt{n_{cp}}$.

$$K_a = \frac{1}{\gamma}(\sqrt{n_{cp}} - \sqrt{2n - n_{cp}}) \quad \text{или по приближенной формуле}$$

$$K_a = \frac{n_{cp} - n}{\gamma\sqrt{n_{cp}}}.$$

Пример.

Требуется с гарантией $p = 0,95$ найти необходимое количество запасных деталей для обеспечения бесперебойной работы горной машины в течение $t_c = 6260$ ч. Средний срок службы детали $T_o = 531$ ч, $\sigma = 60$ ч.

Решение.

$$n_{cp} = \frac{t_c}{T_o} = \frac{6260}{531} = 11; \quad \alpha = 1 - 0,95 = 0,05; \quad \gamma = \frac{\sigma}{T_o} = \frac{60}{531} = 0,113;$$

$$K_a = -1,645;$$

$$n = n_{cp} + 1,645\gamma(0,82\gamma + \sqrt{n_{cp}}) = 11 + 1,645 \cdot 0,113(0,82 \cdot 0,113 + \sqrt{11}) \approx 15.$$

4.4. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ТИПОВОЙ ДЕТАЛИ

В этом разделе курсовой работы представляют ремонтный чертеж типовой детали, краткое его описание и технологию ремонта [4].

При выполнении ремонтного чертежа используются символические обозначения согласно технической документации.

4.5. СМАЗКА МАШИНЫ

В этом разделе приводятся схема и таблица смазки горной машины или ее узла с указанием мест смазки, ее периодичности и расхода.

В качестве примера можно использовать информацию из учебных пособий [1, 2, 3].

5. ПОДГОТОВКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ

Завершенная курсовая работа предварительно просматривается руководителем и, если он считает ее выполненной в соответствии с заданием и в требуемом объеме, принимается к защите. Защита курсовой работы проводится до начала экзаменационной сессии в установленный для каждого студента срок.

Сдача и защита курсовой работы после этого срока допускается лишь по уважительной причине с разрешения дирекции горного института.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квагинидзе, В. С. Эксплуатация карьерного оборудования: учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Квагинидзе, В. Ф. Петров, В. Б. Корецкий. – Москва : Мир горной книги, Изд-во МГГУ, Изд-во «Горная книга», 2007. – 587 с.

2. Замышляев, В. Ф. Эксплуатация и ремонт карьерного оборудования / В. Ф. Замышляев, В. И. Русихин, Е. Е. Шешко. – Москва : Недра, 1991. – 285 с.

3. Русихин, В. И. Эксплуатация и ремонт механического оборудования карьеров: учеб. для вузов. – Москва : Недра, 1982. – 214 с.

4. Бубновский, Б. И. Ремонт шагающих экскаваторов: справочник / Б. И. Бубновский, В. Н. Ефимов, В. И. Морозов. – Москва : Недра, 1991. – 347 с.

5. Зайков В. И. Эксплуатация горных машин и оборудования: учеб. пособие. – 4-е изд. / В. И. Зайков, Г. П. Берлявский. – Москва : Изд-во МГТУ, 2006 – 257 с.

6. Экскаваторы на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет: учеб. пособие / В. С. Квагинидзе, Ю. А. Антонов, В. Б. Корецкий, Н. Н. Чунейкин. – Москва: Изд-во «Горная книга», 2009. – 409 с.

7. Буровые станки на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет: учеб. пособие / В. С. Квагинидзе [и др.]. – Москва : Изд-во «Горная книга», 2011. – 291 с.

8. Бульдозеры на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет: учеб. пособие / В. С. Квагинидзе, Г. И. Козовой, Ф. А. Чацветадзе, Ю. А. Антонов, В. Б. Корецкий. – Москва : Изд-во «Горная книга», 2011. – 396 с.

9. Подэрни, Р.Ю. Механическое оборудование карьеров: учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГГУ, 2003. – 606 с.

10. Сафохин, М. С. Машинист буровой установки на карьерах / М. С. Сафохин, Б. А. Катанов. – Москва: Недра, 1992. – 312 с.

11. Сафохин, М. С. Горные машины и оборудование: учеб. для вузов / М. С. Сафохин, Б. А. Александров, В. И. Нестеров. – Москва: Недра, 1995. – 443 с.

12. Морозов, В. И. Очистные комбайны / В. И. Морозов, В. И. Чуденков, Н. В. Сурина: справочник / под общ. ред. В. И. Морозова. – Москва: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2006. – 650 с.

13. Клишин, В. И. Адаптация механизированных крепей к условиям динамического нагружения. – Новосибирск : Изд-во Наука, 2002. – 200 с.

14. Техническое обслуживание и ремонт горношахтного оборудования / А. Н. Коваль, А. М. Горлин, В. И. Чекавский [и др.]. – Москва : Недра, 1987. – 344 с.

15. Курбатова, О. А. Монтаж и ремонт горных машин: учеб. пособие. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 1999. – 119 с.

16. Капитальный ремонт горно-шахтного оборудования / В. И. Остапенко [и др.]. – Москва : Недра, 1986. – 240 с.

Составители

Леонид Евгеньевич Маметьев
Алексей Алексеевич Хорешок
Михаил Константинович Хуснутдинов
Юрий Вадимович Дрозденко
Андрей Юрьевич Борисов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания по выполнению курсовой работы
для обучающихся технических специальностей и направлений

Рецензент *Буялич Геннадий Данилович*

Подписано в печать 28.06.2021. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,1.

Тираж 36 экз. Заказ .

Кузбасский государственный технический университет имени
Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр Кузбасского государственного технического универ-
ситета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.