

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

ЛОКОМОТИВНАЯ ОТКАТКА АККУМУЛЯТОРНЫМИ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ

ПРОГРАММА РАСЧЕТА НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Транспортные машины», «Подземный транспорт» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело

Составитель В. М. Юрченко

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 20 от 30.05.2016
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специализации 21.05.04.09
Протокол № 10 от 28.06.2016
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2016

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомить с программой расчета локомотивной откатки аккумуляторными электровозами на компьютере, которая может быть использована в курсовом и дипломном проектировании и при выполнении расчетно-графической работы. Программа составлена на языке Бейсик.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Программа «Аккумулятор» позволяет рассчитать число вагонеток в составе (Z) и число рейсовых аккумуляторных электровозов (NR) для разветвленной схемы локомотивной откатки с числом погрузочных пунктов (K) не более 10 шт.

Приведенный расчет локомотивной откатки предполагает, что электровозы не закреплены за погрузочными пунктами и поэтому исходными данными будут средневзвешенные показатели (длины откатки и уклоны пути). При большем удалении погрузочных пунктов расчет локомотивной откатки осуществляется для каждого маршрута отдельно. Для этого в программе «Аккумулятор» число погрузочных пунктов принимается равным единице ($K = 1$). Расчет повторяется столько раз, сколько погрузочных пунктов насчитывает схема локомотивной откатки.

3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Прежде чем приступить к расчету (или подготовке входных данных), необходимо произвести выбор типа локомотива, его сцепной массы, типа вагонетки и их емкости.

Выбор типа локомотива производится согласно области применения (табл. 1) с учетом условной эксплуатации. Выбор сцепной массы локомотива и емкости вагонеток осуществляется согласно рекомендациям (рис. 1 и 2) и зависит от сменной нагрузки и длины откатки. При больших сменных нагрузках вагонетки предпочтительнее выбирать с данной разгрузкой типа ПС, ВДК, ВД. Такой выбор способствует увеличению пропускной способности околоствольного двора.

Таблица 1

Область применения перспективного ряда шахтных локомотивов [1]

Категория шахт по газообильности (по метану)	Пологие и наклонные пласты				Крутые пласты			
	выработки				выработки			
	со свежей струей воздуха		с исходящей струей воздуха	тупиковые	со свежей струей воздуха		с исходящей струей воздуха	тупиковые
	магистральные	промежуточные (участковые)			магистральные	промежуточные (участковые)		
Негазовые и неопасные по пыли	К 10	К 10	К 10	К 10	К 10	К 10	К 10	К 10
	К 14				К 14			
	К 28				К 28			
Опасные по пыли или 1 и 2 категория по газу	АРП 10	АРП 7	АРП 7	АРП 7	АРП 10	АРП 7	АРП 7	АРП 7
	(В 10)				(В 10)			
	АРП 14				АРП 14			
	(В 14)				(В 14)			
	АРП 28				АРП 28			
	К 10	К 10			К 10	К 10		
	К 14				К 14			
К 28				К 28				
3 категории и сверхкатегорные	АРП 10	АРП 7	Д 8	АРП 7	АРП 10	Д 8	Д 8	Д 8
	(В 10)		АРВ 7		(В 10)			
	АРП 14				АРП 14			
	В 14				В 14			
	АРП 28				АРП 28			
Выбросоопасные или с суфлярными выделениями газа	Д 8				Д 8			
		АРВ 7	Д 8	АРВ 7		Д 8	Д 8	Д 8
	АРП 14		АРП 7		АРП 14			

*Применяются с разрешения технического директора производственного объединения

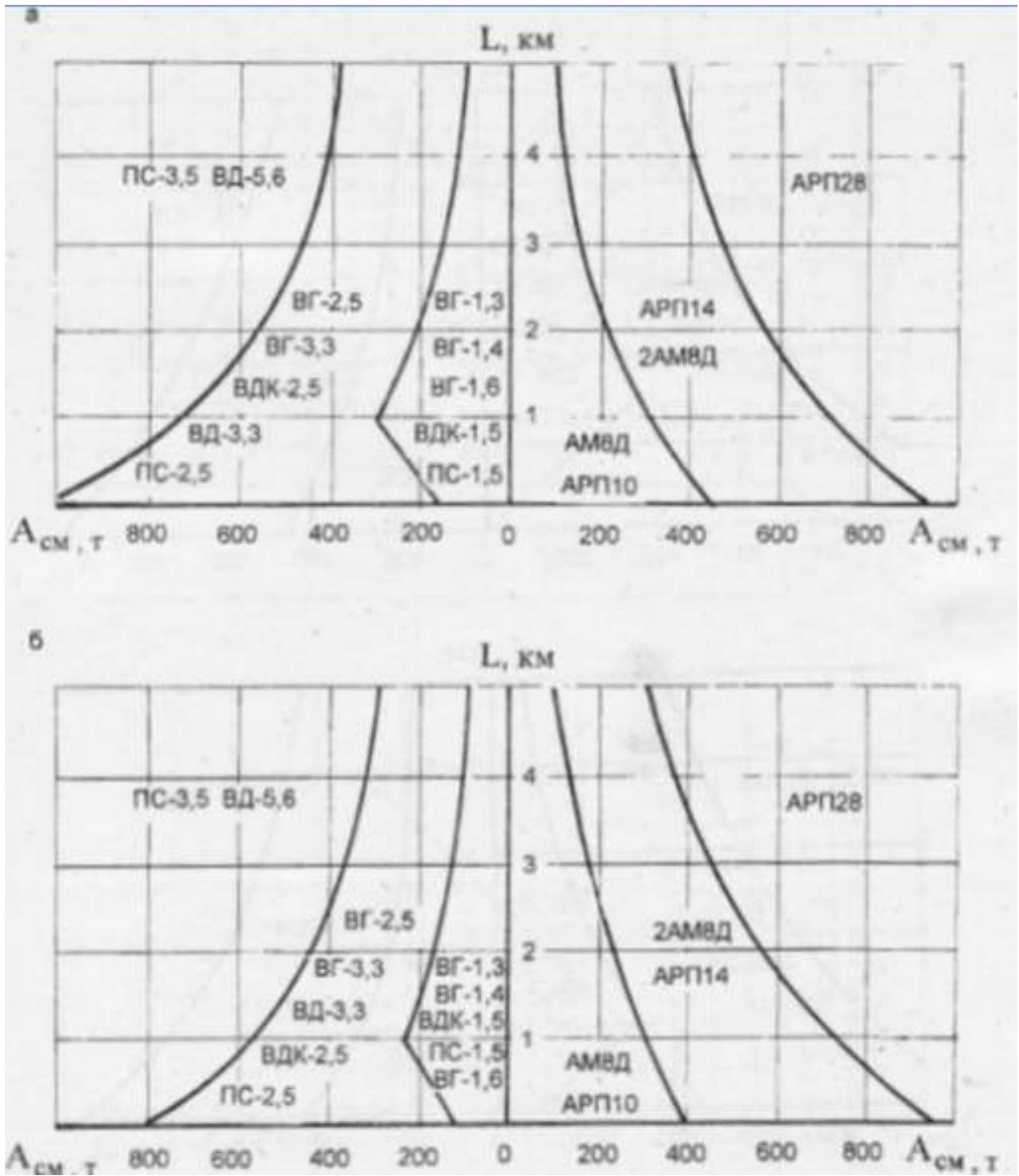


Рис. 1. Рациональные области применения аккумуляторных электровозов [2]:

- а – в двухпутной выработке;
- б – в однопутной выработке

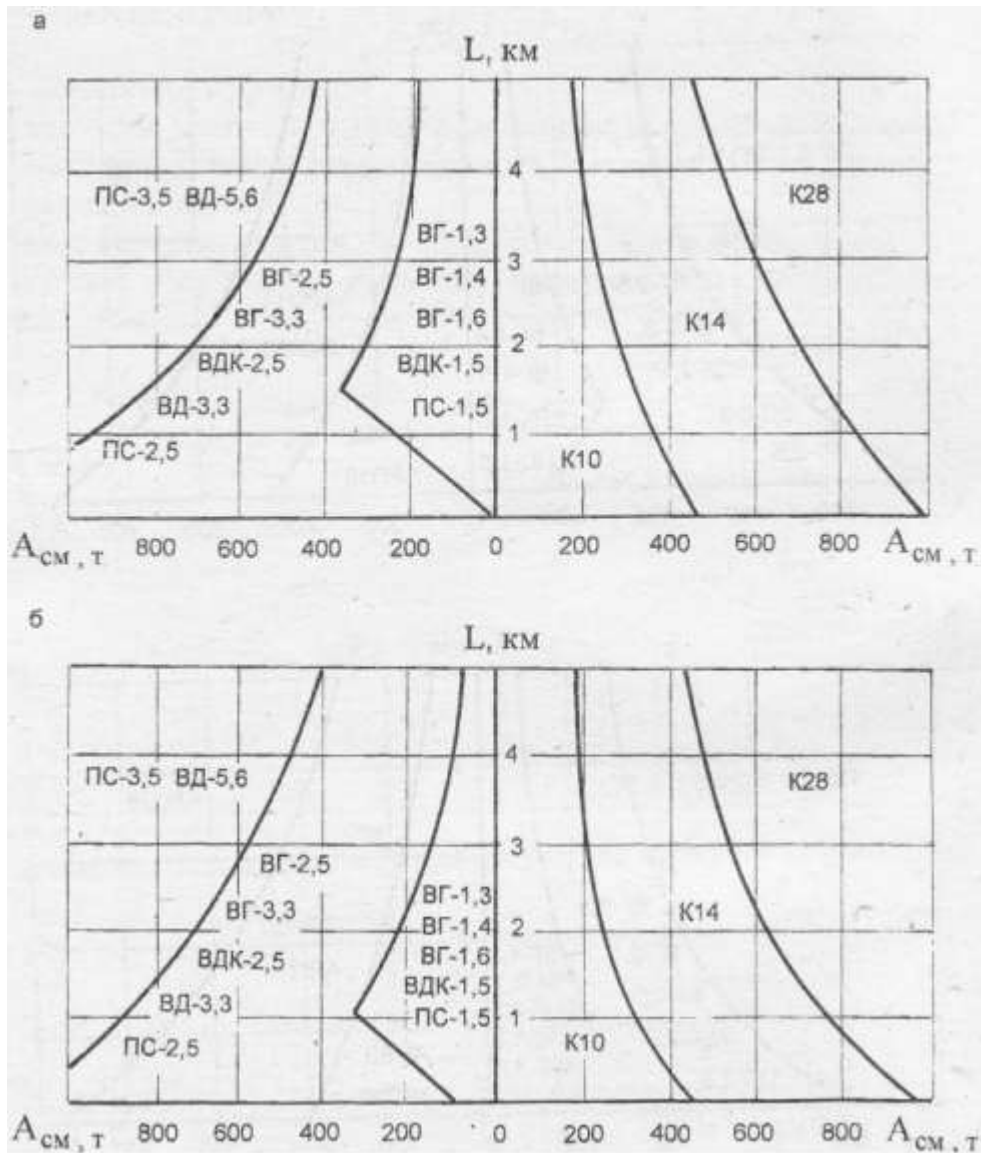


Рис. 2. Рациональные области применения контактных электровозов [2]:

а – в двухпутной выработке;

б – в однопутной выработке

Порядок расчета локомотивной откатки аккумуляторными электровозами следующий [3].

Определяется средневзвешенный уклон пути

$$i_{св} = \frac{i_{ср1} \cdot A_{см1} + i_{ср2} \cdot A_{см2} + \dots + i_{срi} \cdot A_{смi}}{\sum_{i=1}^k A_{смi}} = \frac{S_1}{S_2}, \% \quad (1)$$

Предельная масса порожнего поезда при трогании на средневзвешенном уклоне

$$m_{\Pi} = \frac{1000 \cdot P_{\text{сц}} \cdot \psi_{\text{тр}}}{w_{\Pi} + i_{\text{св}} + 108 \cdot a_{\text{min}}}, \text{ Т} \quad (2)$$

Предельная масса порожнего поезда при установившемся движении на руководящем уклоне

$$m_{\Pi} = \frac{1000 \cdot P_{\text{сц}} \cdot \psi_{\text{дв}}}{w_{\Pi} + i_p}, \text{ Т} \quad (3)$$

Из двух величин предельной массы порожнего поезда принимается меньшая и по ней определяется число вагонеток в составе:

$$Z = \frac{m_{\Pi} - P_{\text{сц}}}{m_o + c_T \cdot m}, \text{ шт.} \quad (4)$$

Действительная масса порожнего поезда составит

$$m_{\text{III}} = P + Z(m_o + c_T \cdot m), \text{ Т} \quad (5)$$

Учитывая тот фактор, что горная масса из проходческих забоев либо смешивается с углем, либо грузится в отдельные вагонетки, которые прицепляются к составу с углем, определяется приведенная грузоподъемность вагонетки:

$$m_{\text{пр}} = \frac{m}{1 - \left(\sum_{i=1}^k A'_{\text{см}i} / \left(\sum_{i=1}^k A_{\text{см}i} + \sum_{i=1}^k A'_{\text{см}i} \right) \right) (1 - m/m')} = \frac{m}{1 - (S_3/S_2 + S_3)(1 - m/m')}, \text{ Т} \quad (6)$$

Тогда действительная масса груженого (уголь с породой) поезда составит

$$m_{\text{III}} = P + Z(m_{\text{пр}} + m_o), \text{ Т} \quad (7)$$

Действительная сила тяги, которую должен развивать электровоз с данной нагрузкой (5) и (7) при движении:

$$\text{с грузом} \quad f_{\Gamma} = m_{\text{III}} (w_{\Gamma} - i_{\text{св}}), \text{ даН} \quad (8)$$

$$\text{и порожняком} \quad f_{\Pi} = m_{\text{III}} (w + i_{\text{св}}), \text{ даН} \quad (9)$$

По величине силы тяги f_{Γ} (f_{Π}) определяется действительная скорость движения груженого и порожнего поезда [1], которую способен развить тяговый электродвигатель:

$$V_{\Gamma(\Pi)} = a - b \cdot f_{\Gamma(\Pi)} + c \cdot f_{\Gamma(\Pi)}^2 - d \cdot f_{\Gamma(\Pi)}^3, \text{ км/ч} \quad (10)$$

В случае если расчет производится для спаренных электровозов 2АМ8Д и АРП28, величины f_{Γ} и f_{Π} , подставляемые в формулу (10), необходимо уменьшить в два раза. При расчетах без ЭВМ скорость $V_{\Gamma(\Pi)}$ может быть определена по электромеханическим характеристикам тяговых электродвигателей электровозов [1] или см. рис. 3–6.

Причем для пользования электромеханическими характеристиками величины f_{Γ} и f_{Π} необходимо разделить на число электродвигателей (для электровозов АМ8Д и АРП28 – разделить на 4).

Далее вычисляется допустимая скорость груженого поезда, исходя из условия соблюдения тормозного пути (L_T):

$$V_{\text{доп}} = 3,6(\sqrt{(a_3 \cdot t_{\Pi})^2 + 2a_3 \cdot (L_T) - a_3 \cdot t_{\Pi}}), \text{ км/ч} \quad (11)$$

и замедления, создаваемого силами сопротивления движению и торможениями устройствами локомотива (колодочные и магнитные рельсовые тормоза):

$$a_3 = \frac{w_{\Gamma} - i_{\text{св}} + (1000 \cdot P \cdot \psi_{\text{тр}} + P_M \cdot \psi_{\text{тр}}) / m_{\text{шг}}}{108}, \text{ м/с}^2 \quad (12)$$

где $P_M = 6000$ даН на 1 метр – сила притяжения рельсового электромагнитного тормоза (при его наличии).

Для дальнейших расчетов принимается скорость груженого поезда $V_{\Gamma} < V_{\text{доп}}$ с целью соблюдения ПБ ($L_T = 40$ м). Если $V_{\Gamma} > V_{\text{доп}}$, то в дальнейших расчетах скорость груженого поезда принимается $V_{\Gamma} = V_{\text{доп}}$. На практике это достигается назначением режима движения (например, на участке пути ... двигаться с попеременным отключением электродвигателей или двигаться на участке ... после полной остановки поезда, или двигаться на участке ... с попеременным переключением электродвигателей с параллельного соединения на последовательное).

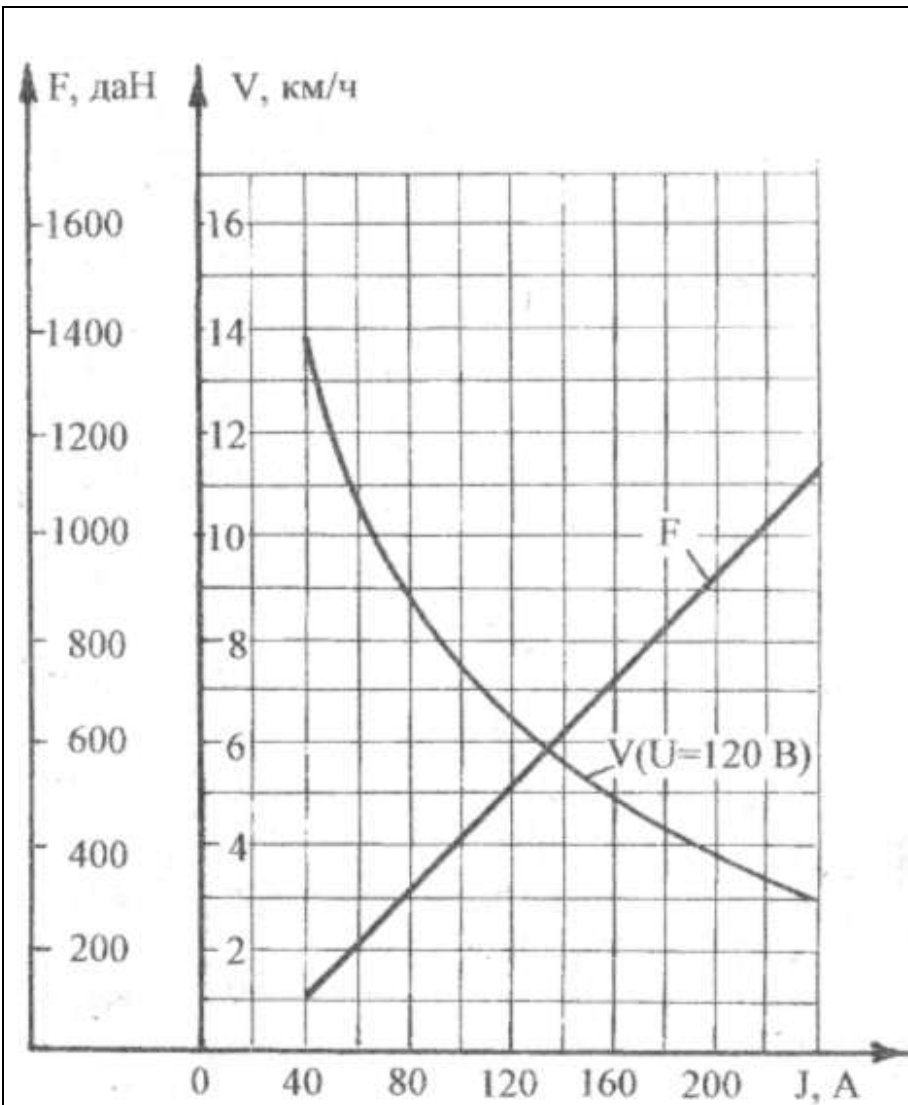


Рис. 3. Электромеханическая характеристика двигателя ДРТ-10 (АРП7, АРВ7)

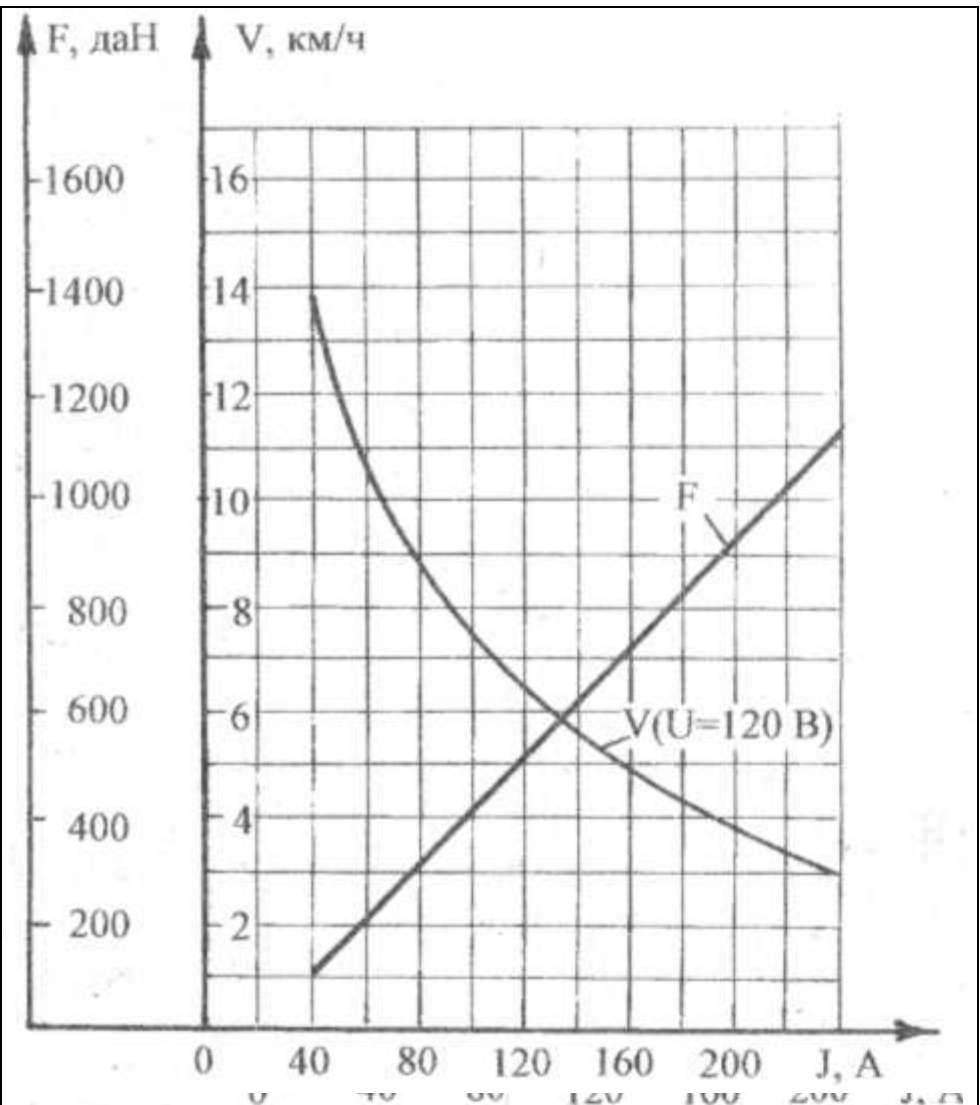


Рис. 4. Электромеханическая характеристика двигателя ДПТР-12 (АМ8Д)

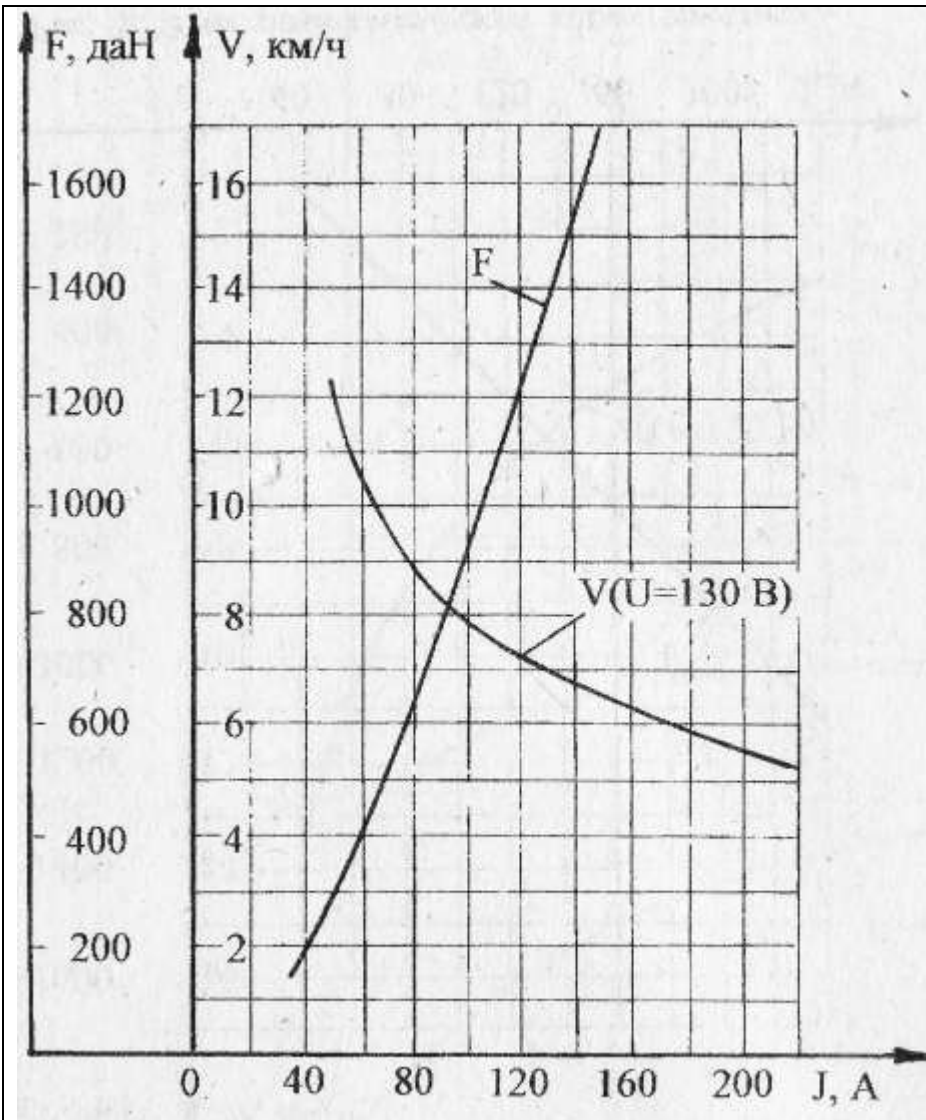


Рис. 5. Электромеханическая характеристика двигателя ДРТ-13 (АРП10)

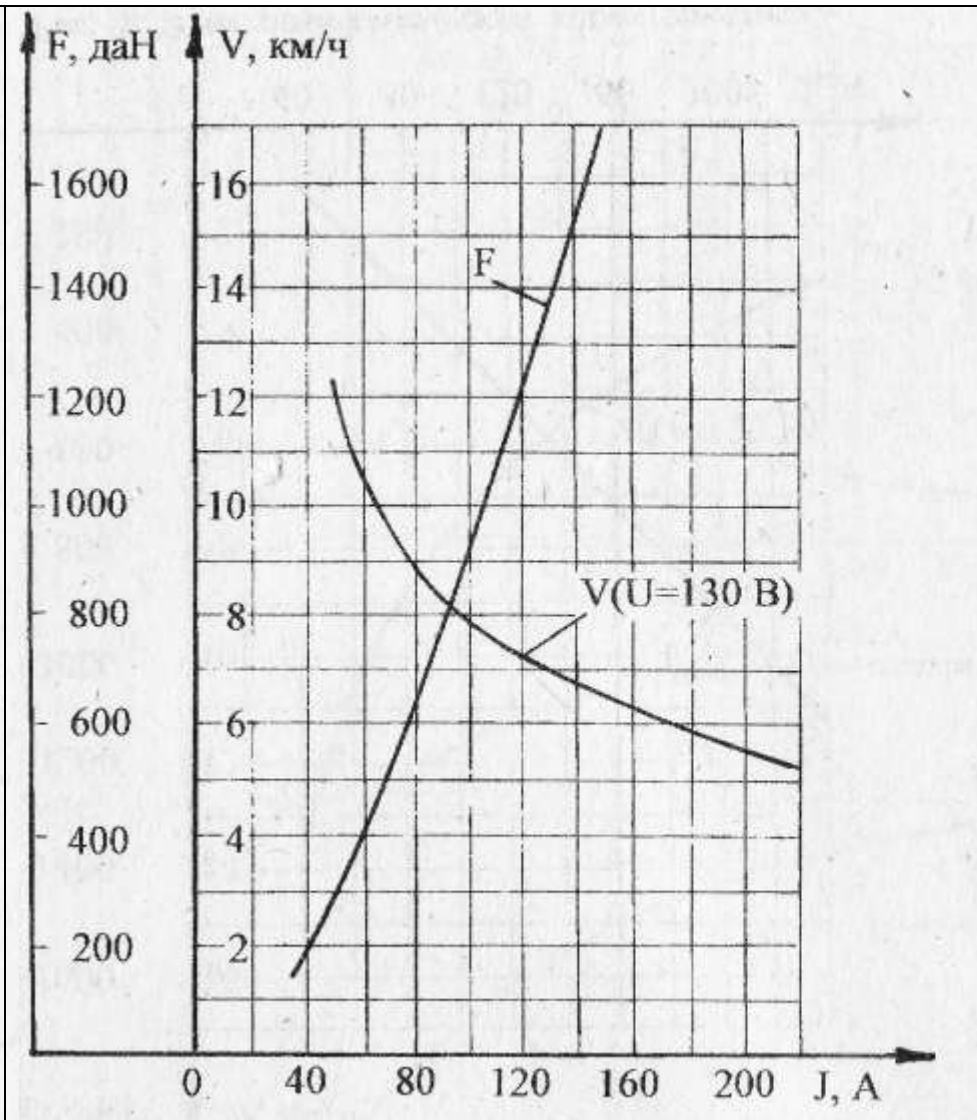


Рис. 6. Электромеханическая характеристика двигателя ДРТ-23,5 (АРП14)

По величине скорости движения поезда $V_{\Gamma(\Pi)}$ определяется ток, потребляемый тяговым электродвигателем:

$$I_{\Gamma(\Pi)} = a' - b' \cdot V_{\Gamma(\Pi)} + c' \cdot V_{\Gamma(\Pi)}^2 - d' \cdot V_{\Gamma(\Pi)}^3, \text{ А} \quad (13)$$

Далее производится проверка принятого числа вагонеток по нагреву тяговых электродвигателей. Электродвигатель не перегревается, если $I_{\text{э}} \leq I_{\text{дл}}$. Ток длительный принимается по технической характеристике электровоза (см. табл. 5), а ток эквивалентный определяется по формуле

$$I_{\text{э}} = 1,15 \sqrt{\frac{I_{\Gamma}^2 \cdot t_{\text{p}} + I_{\Pi}^2 \cdot t_{\text{x}}}{T}}, \text{ А} \quad (14)$$

Продолжительность рейса T состоит из времени движения состава вагонеток с грузом и порожняком и времени пауз на рейс (времени, затрачиваемого на маневровые и погрузочные-разгрузочные операции), т. е.

$$T = t_{\text{p}} + t_{\text{x}} + O_{\text{ц}}, \text{ мин} \quad (15)$$

Определяется время движения состава вагонеток с грузом и порожняком

$$t_{\text{p(x)}} = \frac{60 \cdot L_{\text{св}}}{0,75 \cdot V_{\Gamma(\Pi)}}, \text{ мин} \quad (16)$$

При ориентировочном определении времени пауз $O_{\text{ц}}$ на рейс в проектировочных расчетах можно принимать для составов вагонеток с глухим кузовом – $O_{\text{ц}} = 15 + 10 + (5 - 10) = 30 - 35$ мин. Соответственно длительность нахождения электровоза в околоствольном дворе, на погрузочном пункте и длительность дополнительных остановок в местах пересечения транспортных магистралей для составов вагонеток с данной разгрузкой $O_{\text{ц}} = 10 + 10 + (5 - 10) = 25 - 30$ мин. При более точном определении времени пауз на рейс (например, при построении графика движения поезда по маршруту) следует суммировать время на выполнение отдельных маневровых операций: проезд одной стрелки или съезда 20 с, прицепка или отцепка электровоза 10 с, перемена хода электровоза 20 с, перевод централизованных стрелок и подготовка маршрута диспетчером 10 с. Скорость движе-

ния электровоза при выполнении маневров в околоствольном дворе и на погрузочном пункте следующая:

- в конце состава при заталкивании 1 м/с,
- в голове порожнего состава 1,5 м/с,
- в голове груженого состава 1,25 м/с,
- без состава 2 м/с,
- при прохождении стрелок и вентиляционных дверей 1–1,5 м/с,
- при разгрузке специализированных составов с донной разгрузкой 1 м/с,
- для смешанных составов вагонеток с донной разгрузкой 0,5 м/с.

Входящая в формулу (16) средневзвешенная длина откатки определяется следующим образом:

$$L_{\text{св}} = \frac{L_1 \cdot A_{\text{см1}} + L_2 \cdot A_{\text{см2}} + \dots + L_k \cdot A_{\text{смк}}}{\sum_{i=1}^k A_{\text{см}i}} = \frac{S_4}{S_2}, \text{ км} \quad (17)$$

Определяется средний ток электровоза, необходимый для вычисления электроэнергии, см. формулу (25):

$$I_{\text{ср}} = \frac{I_{\Gamma} \cdot t_{\text{p}} + I_{\Pi} \cdot t_{\text{x}}}{t_{\text{p}} + t_{\text{x}}}, \text{ А} \quad (18)$$

В результате проверки электродвигателя по нагреву может возникнуть случай, когда $I_{\text{э}} > I_{\text{дл}}$, что свидетельствует о перегреве. В такой ситуации возможны два решения: уменьшить число вагонеток в составе или принять локомотив с большей сцепной массой. Таким образом, после окончательного принятия числа вагонеток в составе определяется необходимое число рейсовых электровозов в смену:

$$N_{\text{рейс}} = \frac{1,5 \left(\sum_{i=1}^k A_{\text{см}i} + \sum_{i=1}^k A'_{\text{см}i} \right) \cdot T}{360 \cdot Z \cdot m_{\text{пр}} \cdot K_{\text{вм}}} = \frac{1,5(S_2 + S_3) \cdot T}{360 \cdot Z \cdot m_{\text{пр}} \cdot K_{\text{вм}}}. \quad (19)$$

Кроме того исходя из баланса времени смены определяется возможное число рейсов:

$$\tau = \frac{60T_0}{T}. \quad (20)$$

Исходя из сменного грузопотока и емкости состава определяется необходимое число рейсов на вывоз груза:

$$\tau_{\text{шт}} = \frac{(\sum A_{\text{сми}} + \sum A'_{\text{сми}}) \cdot K_{\text{н}}}{Z \cdot R_3 \cdot V_{\text{к}} \cdot \gamma} \quad (21)$$

Если к полученному числу рейсов $\tau_{\text{шт}}$ добавить рейсы, необходимые для перевозки людей, материалов и оборудования $\tau_{\text{л}}$, то определяется полное число рабочих рейсов в смену:

$$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{шт}} + \tau_{\text{л}}. \quad (22)$$

и число рабочих электровозов на шахте (откаточном горизонте):

$$N_{\text{р}} = \frac{\tau_{\text{п}}}{\tau}. \quad (23)$$

Определяется также интервальное число электровозов

$$N_{\text{и}} = N_{\text{р}} + N_{\text{рез}}. \quad (24)$$

Далее определяется расход электроэнергии на шинах переменного тока зарядного устройства:

за один рейс аккумуляторного электровоза

$$W_{\text{а}} = \frac{\alpha_{\text{э}} \cdot U_{\text{ср}} \cdot I_{\text{ср}} \cdot T}{6 \cdot 10^4 \cdot \eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{зц}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (25)$$

и за смену

$$W_{\text{с.а}} = W_{\text{а}} \cdot \tau, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (26)$$

Это позволяет определить удельный расход электроэнергии:

$$\delta = \frac{W_{\text{с.а}}}{\left(\sum_{i=1}^k A_{\text{сми}} + \sum_{i=1}^k A'_{\text{сми}} \right) \cdot L_{\text{св}}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т} \cdot \text{км} \quad (27)$$

По этому показателю можно сравнивать между собой варианты оснащения электровозной откатки различным оборудованием. Средние величины удельного расхода электроэнергии находятся в пределах 0,075–0,5 кВт·ч/т·км. При локомотивной откатке аккумуляторными электровозами необходимо убедиться, что энергоемкость аккумуляторной батареи достаточна для работы в течение всей смены.

Определяется возможное число рейсов электровоза до полной разрядки аккумуляторной батареи:

$$\tau_{\text{раз}} = \frac{E}{\alpha_{\text{э}} \cdot U_{\text{ср}} \cdot I_{\text{ср}} \cdot T}. \quad (28)$$

Если выполняется условие $\tau < \tau_{\text{раз}}$, то замены батареи до конца смены не потребуется.

Если это условие не выполняется, то определяется необходимая энергоёмкость батареи для работы электровоза в течение смены:

$$E_1 = \frac{\alpha_{\text{э}} \cdot n \cdot U_p (I_{\Gamma} \cdot t_p + I_{\Pi} \cdot t_{\Pi})}{60 \cdot 1000} \cdot \tau, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (29)$$

Исходя из необходимой энергоёмкости аккумуляторной батареи определяется их число для всех рабочих электровозов:

$$m_{\text{р.б.}} = \frac{E_1}{E} \cdot N_p. \quad (30)$$

Учитывая, что на каждом электровозе установлена одна батарея (на электровозах 2АМ8Д и АРП14 – по две), общее число батарей составит

$$m_{\text{р.б.э.}} = m_{\text{р.б.}} + N_p, \quad (31)$$

а инверторное число батарей

$$m_{\text{сум}} = m_{\text{р.б.э.}} + 2N_{\text{рез.}} \quad (32)$$

Количество зарядных столов определяется из соображения, что число одновременно заряженных батарей равно числу рабочих электровозов:

$$n_{\text{ст}} = m_{\text{сум}} - N_p + n_{\text{рем.}} \quad (33)$$

Согласно нормативам для угольных шахт:

при $N_p \leq 10$ число зарядных столов для обмена и ремонта батарей $n_{\text{рем}} = 2$;

при $N_p > 10$ $n_{\text{рем}} = 4$.

4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАМЯТИ

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
IR	i_p	руководящий (максимально встречающийся) уклон пути, ‰
MP	m_o	масса порожней вагонетки
MU	m	грузоподъемность вагонетки (по углю), т
MR	m'	грузоподъемность вагонетки по породе, т

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
F	$\Psi_{\text{тр}}$	коэффициент сцепления при трогании
	$\Psi_{\text{дв}}$	коэффициент сцепления при движении
SP	$w_{\text{п}}$	коэффициент сопротивления движению порожней вагонетки, даН/т
SG	$w_{\text{г}}$	коэффициент сопротивления движению грузовой вагонетки, даН/т
	$O_{\text{ц}}$	время пауз на цикл (рейс), мин
	$t_{\text{п}}$	время подготовки тормозов к действию, с (состоит из времени реакции (1,4 с) машиниста и времени срабатывания тормозов, т. е. касания колодками бандажей колес. Время срабатывания ручного колодочного тормоза с однозаходным винтом 3,5 с
	$c_{\text{т}}$	коэффициент, учитывающий налипание груза, принимается 0,1–0,15
	a_{min}	минимальное ускорение поезда при трогании 0,04–0,05 м/с ²
FG	$f_{\text{г}}$	действительная сила тяги, развиваемая электродвигателем, при движении грузовой поезда по средневзвешенному уклону (вниз), даН
FP	$f_{\text{п}}$	Действительная сила тяги, развиваемая электродвигателем, при движении поезда по средневзвешенному уклону (вверх) порожняком, даН
ISV	$i_{\text{св}}$	средневзвешенный уклон пути, ‰
LSV	$L_{\text{св}}$	средневзвешенная длина откатки, км
ASM	$A_{\text{сви}}$	сменная производительность погрузочного пункта по углю, т
ASM1	$A'_{\text{сви}}$	сменная производительность погрузочного пункта по породе, т
A1, B1,	a', b'	адреса ячеек памяти, в
C1, D1	c', d'	которых записаны коэффициенты уравнения для определения тока, потребляемого электродвигателем электровоза: АМ8Д, АРП7, АРП10 и АРП14 (см. формулу 13)
A, B, C, D	a', b', c', d'	адреса ячеек памяти, в которых записаны коэффициенты уравнения для определения

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
		скорости поезда с электровозами: АМ8Д, АРП7, АРП10 и АРП14 (см. формулу 10)
TR	T	продолжительность рейса (время цикла), мин
IEF	$I_э$	эквивалентный ток, А
S_1		вспомогательный параметр, см. формулу (1)
S_2		вспомогательный параметр, см. формулу (1)
Мп	$m_{п}$	минимальная масса порожнего поезда, принятая из двух величин, вычисленных по формулам (2) и (3), т
S_3		вспомогательный параметр, см. формулу (6)
V		минимальная скорость движения груженого поезда, принятая из двух величин, вычисленных по формулам (10) и (11), км/ч
S_4		вспомогательный параметр, см. формулу (16)
IDL	$I_{дл}$	сила тока электродвигателя в длительном режиме, А (см. табл. 5)
NR	$n_{эл.р}$	число рейсовых электровозов, обеспечивающих вывоз угля и породы от погрузочных пунктов, шт. (число погрузочных пунктов не более 10 шт., число марок электровозов, для которых рассчитана программа АМ8Д, АРП7, АРП10, АРП14 и ДРУГОЙ)
NPP	K'	число коэффициентов в уравнении скорости (10) или тока (13) – 4
QPT	$m_{п1}$	предельная масса порожнего поезда при трогании на участке пути со средневзвешенным уклоном, т
QPD	$m_{п2}$	предельная масса порожнего поезда при установившемся движении на участке пути с руководящим уклоном, т
Z	Z	число вагонеток, определенное из наименьшей массы порожнего поезда, шт.
QP	$m_{пп}$	действительная масса порожнего поезда, т
MUR	$m_{пр}$	приведенная грузоподъемность вагонеток, т
QG	$m_{пг}$	действительная масса груженого поезда, т
VG	$V_{г}$	действительная скорость движения груженого поезда, развиваемая тяговым электро-

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
		двигателем, км/ч (см. рис. 3–6)
VP	V_{Π}	действительная скорость движения порожнего поезда, развиваемая тяговым электродвигателем, км/ч (см. рис. 3–6)
IG	I_{Γ}	ток, потребляемый электродвигателем при движении груженого поезда, А
VD	$V_{\text{доп}}$	допустимая скорость груженого поезда, исходя из условий соблюдения тормозного пути (L_T), км/ч
IP	I_{Π}	ток, потребляемый электродвигателем при движении порожнего поезда, А
	a_3	замедление поезда при торможении, м/с ²
TG	t_p	время движения поезда с грузом, мин
TP	t_x	время движения поезда порожняком, мин
	L_T	допустимый тормозной путь по ПБ, принимается 40 м и 20 м соответственно для перевозки грузов и людей
D(1)	L_i	расстояние от погрузочного пункта до околоствольного двора (длина маршрута, км, число погрузочных пунктов максимально равно 10)
U(1)	$i_{\text{ср}}$	средний уклон пути на маршруте,
U	U	рабочее напряжение аккумуляторной батареи, В
UR	U_p	среднеразрядное напряжение аккумуляторной батареи (определяется как произведение числа аккумуляторов в батарее на 1,15 В)
SRU	$U_{\text{ср}}$	среднее напряжение аккумуляторной батареи (определяется как произведение числа аккумуляторов на 1,2 В)
EMK	E	энергоемкость аккумуляторной батареи, кВт·ч (см. Приложение, табл. П2)
EK	V_K	емкость кузова вагонетки, т
TAU	τ	число возможных рейсов, шт., для проектных расчетов принимается $T_0 = T_{\text{см}} - 0,5, \text{ч}$
TRG	$\tau_{\text{ПГ}}$	необходимое число рейсов для вывоза груза, шт.

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
K_H		коэффициент неравномерности поступления груза: 1,5 – при отсутствии аккумулярующих емкостей, но не ниже 1,2 – при наличии емкостей
K_{BM}		$K_{BM} = 0,7$ – коэффициент использования сменного времени аккумуляторного электровоза
X	$\sum_{i=1}^k A'_{cmi}$	суммарный сменный грузопоток по породе, т
J	$\sum_{i=1}^k A_{cmi}$	суммарный сменный грузопоток по углю, т
GN	γ	насыпная масса груза, т/м
R_3		коэффициент заполнения вагонетки принимается равным единице
TL	τ_L	необходимое число рейсов для перевозки людей, шт.
PKR	τ_{Π}	полное число рейсов в смену, шт.
NR	N_p	число рабочих электровозов, шт.
NREZ	$N_{рез}$	число резервных электровозов (1 – при $N_p \leq 6$, при $7 \leq N_p \leq 12,4$ – при $N_p \leq 13$)
NI	$N_{и}$	инвентарное число электровозов, шт.
LR	Q_p	сменная производительность одного рабочего электровоза, т·км
LI	$Q_{и}$	сменная производительность одного инвентарного электровоза, т·км
ISP	I_{cp}	средний ток электровоза, А
WA	W_a	расход электроэнергии на шинах переменного тока зарядного устройства для выполнения одного рейса, кВт·ч
		$\eta_6 = 0,3$ – общий энергетический КПД аккумуляторной батареи, $\eta_{з.у} = 0,85–0,92$ – КПД зарядного устройства
	α_3	коэффициент, учитывающий расход электроэнергии во время маневров и потери в реостатах (в расчетах коэффициент принят равным 1,15)
N	n	число тяговых электродвигателей на электровозе

Машинная переменная	Обозначение параметра	Наименование, единица измерения
WCA	$W_{с.а}$	расход электроэнергии при откатке аккумуляторными электровозами на шинах ЦПП за смену, кВт·ч
SIGMA	δ	удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т·км
TRAZ	$\tau_{раз}$	возможное число рейсов электровоза до полной разрядки аккумуляторной батареи
AB	E_1	необходимая энергоемкость аккумуляторной батареи для работы электровоза в течение смены, кВт·ч
MRB	$m_{р.б.}$	потребное число рабочих батарей для всех рабочих электровозов, шт.
MO	$m_{р.б.э.}$	общее число батарей, шт.
MS	$m_{сум}$	инвентарное число батарей, шт.
PSC	$P_{сц}$	сменная масса локомотива, т
NST	$n_{ст}$	инвентарное число зарядных столов, шт.
NREM	$n_{рем}$	число зарядных столов, шт.

5. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Данное программное средство реализовано на компьютере.

6. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Входные и выходные данные, а также их обозначения приведены в разделе 4. Входные данные характеризуют условия локомотивной откатки. При подготовке входных данных следует пользоваться таблицами 1–5, приведенными в настоящих методических указаниях и научно-технической литературе. Входные данные характеризуют режим работы и параметры локомотивной откатки (см. текст программы «Результаты»).

Таблица 2

Значения коэффициентов сцепления шахтных локомотивов

Состояние поверхности рельсов	Коэффициент сцепления Ψ		
	при движении	при трогании	при торможении с песком
Угольные шахты			
Покрытые жидкой грязью	0,09	0,10	0,14
Мокрые чистые	0,10	0,12	0,16
Сухие чистые	0,17	0,18	0,20
Железородные шахты			
Покрытые жидкой грязью	0,11–0,20	0,12–0,20	0,15–0,18
Сухие чистые	0,21	0,22	0,22–0,24
Сухие, покрытые пылью	0,24	0,25	0,23

Таблица 3

Значение удельного сопротивления движению шахтных вагонеток

Емкость кузова вагонетки секции, м ³	Удельное сопротивление, даН/т				
	порожней вагонетки $W_{п}$	груженой вагонетки $W_{г}$ при насыпной плотности груза, т/м ³			
		0,8–1,4	1,5–2,1	2,2–3,2	3,3 и
0,8–1,6	11	9	8	7	6,5
2,2–2,5	10	8	7	6	5,5
3,3–4,0	8	6	5,5	5	4,5
10	6	4,5	4	3,5	3

7. ИНСТРУКЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

7.1. Включить компьютер.

7.2. Работа на машине, загрузка программы.

Запустить программу TRAN/BAS на выполнение, используя интерпретатор Basic. Например: для TurboBasic: набрать TBTRANBAS и нажать кнопку Enter.

7.3. Обращение к программе

- нажатием клавиш 1 и Enter осуществляется просмотр программы;

- нажатием клавиши 2 осуществляется вызов программы для ввода исходных данных;

- ввод исходных данных производится нажатием необходимых клавиш, после набора каждого значения нажимать клавишу Enter.

Типы и технические характеристики шахтных вагонеток

Назначение	Обозначение модели	Емкость кузова, м ³	Допустимая нагрузка, т	Колея, мм	Габариты, мм			Жесткая база, мм	Коэффициент тары	Масса порожней вагонетки	Оптовая цена, руб. за 1 штуку
					длина	ширина	высота				
Для угольной промышленности	ВГ1,1	1,1	2,0	600	1800	850	1300	500	0,45	0,58	180
	ВГ1,6	1,6	3,0	600	2700	850	1200	800	0,45	0,69	197
	ВГ2,5	2,5	4,5	900	2800	1240	1300	800	0,40	1,0	384
	ВГ3,3	3,3	6,0	900	3450	1240	1300	1100	0,40	1,26	415
	ВДК1,5	1,5	2,7	600	2400	850	1400	1200		1,4	
	ВДК2,5	2,5	4,5	900	2900	1240	1500	1650		1,44	910
	ПС1,5	1,5	2,7	600	1800	950	1450		0,45		
	ПС2,5	3,0	5,4	900	2520	1350	1400		0,40		
	ПС3,5	3,5	6,3	900	3240	1350	1600	2800	0,32	1,35	990
	ВД3,3	3,3	6,0	900	3575	1350	1400	1100	0,52	1,65	910
	ВД5,6	5,6	10,0	900	4900	1350	1550	1500	0,45	2,76	1540
ВД8,0	8,0	14,5	900	6300	1500	1550	1950	0,45	3,0		
Для рудной промышленности	ВГ2,2	2,2	5,5	750	2950	1200	1300	1000	0,40	1,53	695
	ВГ2,2	4,0	10,0	750	3900	1320	1550	1250	0,40	2,72	1180
	ВГ9,0	9,0	22,5	750	7850	1350	1550	1100	0,40	7,85	3210
	ВБ1,6	1,6	4,0	750	2950	1300	1300			2,11	1190
	ВБ2,56	2,5	6,0	750	3600	1350	1400	1000	0,5	2,61	1380
	ВБ4,0	4,0	10,0	750	4590	1380	1550	1250	0,4	3,88	1680

Таблица 5

Технические характеристики рудничных электровозов

Тип	Масса сцепная, т	Колея, мм	Габариты, мм			Жесткая база, мм	Часовой режим			Длительный режим			Тип двигателя, мощности, кВт	Оптовая цена, руб. за 1 штуку
			длина	ширина	высота		сила тяги, кН	сила тока, А	скорость, км/ч	сила тяги, кН	сила тока, А	скорость, км/ч		
АМ8Д*	8	600, 900	4550	1345	1415	1200	11,5	113	7,2	3,25	50	12,0	ДПТР-12	11000
2АМ8Д*	16	600,000	9470	1345	1415	1200	23,0	113	7,2	6,5	50	12,0	ДПТР-12	22500
АРП7, АРПВ7	7	600,000	4200	1350	1450	1200	8,8	115	7,5	2,3	50	11,4	ДРТ-10	27000
АРП10	10	600,000	5080	1350	1500	1300	12,8	135	8,0	3,5	60	13,0	ЭТ-16	22600
АРП14	14	900	5850	1350	1650	1650	17,8	148	8,0	4,4	68	13,0	ЭТ-23,5	47900
АРП28	28	900	11700	1350	1650	1650	35,6	148	8,0	8,8	68	13,0	ЭТ-23,5	
7КР1*	7	600,900	4500	1350	1500	1200	16,5	115	10,5	4,4	50	16,2	ЭДР-25В	5640
10КР2*	10	600,900	4500	1350	1500	1200	16,5	115	10,5	4,4	50	16,2	ЭДР-25Б	
14КР2*	14	900	4920	1340	1650	1700	24,0	200	12,6	6,5	80	18,4	ДК-809А	
К10	10	600,900	4520	1350	1650	1200	18,0	142	12,2	4,8	62	18,0	ЭТ-31	9900
К14	14	900	5200	1350	1650	1800	24,0	204	12,8	7,0	85	22,0	ЭТ-46	15200
КТ28	28	900		1350	1650	1800	48,0	204	12,8	14,0	85	22,0	ЭТ-46	

габариты электровозов приведены для колеи 900 мм;

контрактные электровозы для рудников выпускаются для колеи 750 мм;

* – электровозы, снятые с производства, но находятся в эксплуатации.

Текст программы

```

10 DATA "[1]-АМ8Д 900", "[2]-АРП7 900", "[3]-АРП10 900", "[4]-АРП14 900", "[5]-Другой"
20 CLS: INPUT "Количество погрузочных пунктов", NPP
30 FOR I=1 TO NPP: PRINT "Величина";I;"уклона (промилле)"; INPUT U(I)
40 PRINT "Длина";I;"маршрута (км.)"; INPUT D (I)
50 PRINT "Сменная производительность по углю";I;"бункера (т/см)"; INPUT ASM(I)
55 PRINT "Сменная производительность по породе";I;"бункера (т/см)"; INPUT ASM1(I)
56 ASM=ASM(I)+ASM1(I)
57 ASMU=ASMU+ASM(I): ASMP=ASMP+ASM1(I)
60 S=S+D(I): SI=S1+U(I)*D(I): J=J+ASM(I): X=X+ASM(I)*D(I): NEXT I
70 ISV=S1/S: LSV=X/J: INPUT "Насыпная масса угля "; GN
80 INPUT "Величина руководящего уклона (промилле)"; IR
90 PRINT "Электровоз:" : FOR I=1 TO 5: READ A$: PRINT A$: NEXT
100 INPUT E6: ON E6 GOTO 110,130,150,170,190
110 A=13.87: B=.01137: C=.0000045: D=1E-09: PSC=8: IDL=50: SRU=134.4: UR=128.8:
EMK=70
120 A1=342.4: B1=59.86: C1=4.16: D1=.099: E$="АМ8Д": GOTO 210
130 A=22.46: B=.0176: C=.000004: D=0: PSC=7: IDL=48: SRU=122.4: UR=117.3: EMK=67
140 A1=487.2: B1=71.76: C1=4.45: D1=.1: E$="АРП7": GOTO 210
150 A=13.87: B=.01173: C=.0000045: D=1E-09: PSC=10: IDL=50: SRU=134.4: UR=128,8:
EMK=73.9
160 A1=342.4: B1=59.86: C1=4.16: D1=.099: E$="АРП10":GOTO 210
170 A=16.71: B=.01173: C=5.35E-06: D=1E-09: PSC=14: IDL=68: SRU=193.3: UR=185:
EMK=106
180 A1=601: B1=100.1: C1=5.9: D1=.11: E$="АРП14": GOTO 210
190 INPUT "Коэффициенты А, В, С, D";A,B,C,D: INPUT "коэффициенты А1, В1, С1, D1"; A1,
В1,С1, D1: INPUT "Рабочее напряжение (Вольт)"; U
200 INPUT "Сцепная масса (т) ", PSC: INPUT "Ток длительный Iдл (А)"; IDL: INPUT
"Энергоемкость батареи (кВт*ч)"; EMK
210 PRINT "Вагонетка": PRINT "[1] ВГ-2.5": PRINT "[2] ВГ-3.3"; PRINT "[3] ВД-3.3": PRINT
"[4] ВД-5.6": PRINT "[5] ПС-2.5": PRINT [6] ПС-3.5"; PRINT "[7] Другая":
220 INPUT V6: ON V6 GOTO 230,240,250,251,252,253,255
230 EK=2.5; MP=1.15: MR=3.75; SG=9: SP=11: V$=ВГ-2.5": GOTO 260
240 EK=3.3: MP1.28: MR=5: SG=7: SP=9: V$="ВГ-3.3": GOTO 260
250 EK=3.3: MP=1.6; MR=5: SG 7: БР9: VS- ВД-3.3": GOTO 260
251 EK=5.6: MP=2.76: MR=7: SG=5.5: SP=7: V$="ВД-5.6": GOTO 260
252 EK=3.0: MP=1.2: MR= 4: SG=8: SP=10; V$="ПС-2.5": GOTO 260
253 EK=3.5: MP=1.35: MR=5; SG=6: SP=8: V$="ПС-3.5": GOTO 260
255 INPUT "Масса порожней (т)";MP: INPUT "Емкость кузова (М^3)";ЕК: INPUT
"Сопротивление движению порожней, груженой Sp,Sr (даН/т)";SP,SG
260 PRINT "Состояние рельсов при трогании:"
270 PRINT "[1]-Покрыты жидкой грязью"
280 PRINT "[2]-Влажные, практически чистые"
290 PRINT "[3]-Мокрые, чистые"
300 PRINT "[4]-Сухие, практически чистые"
310 PRINT "[5]-Посыпаны песком"

```

```

320 PRINT E8: ON E8 GOTO 330,340,350,360,370
330 F=.1: RT$="Покрыты жидкой грязью": GOTO 380
340 F=.11:RT$="Влажные, практически чистые": GOTO 380
350 F=.12:RT$="Мокрые, чистые": GOTO 380.
360 F=.18:RT$="Сухие, практически чистые": GOTO 380
370 F=.24:RT$="Посыпаны песком"
380 QGT=PSC*((1000*F)/(SG-ISV+3.3)-1): QGT=PSC*((1000*F)/(SP+IR+3.3)-1)
390 PRINT "Состояние рельсов при установившемся движении:"
400 PRINT "[1]-Покрыты жидкой грязью"
410 PRINT "[2]-Влажные, практически чистые"
420 PRINT "[3]-Мокрые, чистые"
430 PRINT "[4]-Сухие, практически чистые"
440 PRINT "[5]-Посыпаны песком"
450 INPUT E8, INPUT "Количество рейсов для перевозки людей";TL: CLS: ON E8 GOTO
460, 470,480,490,500
460 F=.07: GOTO 510
470 F=.09: GOTO 510
480 F=.10: GOTO 510
490 F=.14: GOTO 510
500 F=.18: GOTO 510
510 QGD=PSC*((1000*F)/(SG-ISV}-1): QPD=PSC*((1000*F)/(SP+IR)-1)
520 IF QGT<QGD THEN QG=QGT ELSE QG=QGD
530 IF QPT<QPD THEN QP=QPT ELSE QP=QPD
531 MU=(EK*GN)
535 MUP=MU/(1-(ASMP/(ASMU+ASMP))*(1-MU/MR))
540 ZG=QG/(MUR+MP}: ZP=QP/MP+MU*0.15
550 IF ZG>ZP THEN Z=INT(ZP) ELSE Z=INT(ZG)
560 QG=PSC+Z*(MUR+MP): QP=PSC+Z*(MP+0.15*MU)
570 FG=QG*(SG-ISV); FP=QP*(SP+ISV)
580 VG=A-B*FG+C*FG^2-D*FG^3: VP=A-B*FP+C*FP^2-D*FP^3
581 AZ=(SG-ISV+(1000*PSC*F)/QG)/108
590 BT=(1000*PSC*.18)/(PSC+QG): VD=3.6*((AZ*3.4)^2+2*AZ*40))-AZ*3 4)
600 IF VG>VD THEN VG=VD
610 TG=(60*LSV)/(.75*VG): TP=(60*LSV)/(.75*VP}: TR=INT(TG+TP+35}
620 IG=A1-B1*VG+C1*VG^2-D1*VG^3: IP=A1-B1*VP+C1*VP^2-D1*VP^3
630 IEF=1.15*SQR((IG^2*TG+IP^2*TP)/TR)
640 IF IEF>IDL THEN Z=Z-1: CLS: LOCATE 12,28: PRINT "Подожди немного ": COTO 560
660 CLS: TAU=INT(60*5. TR): TRG=INT((J*1.25)/(Z*EK*GN}+.9)
680 PKR=TRG+TL; NR=INT((PKR/TAU)+.9): IF NR<6 THEN NREZ=1
685 IF NR>6 AND NR<12 THEN NREZ=2
690 IF NR>13 THEN NREZ=4
700 NI=NR+NREZ: LR=(LSV*3)/NR: LI=(LSV*J)/NI
710 NSR=2*(IG*TG+IP*TP)/(TG+TP): WA=(1.1*SRU*ISR*TR)/(60000*.3*.85): WCA=WA*TMU
720 SIGMA=-WCA/(J*LSV}: TRAZ=EMK/(LSV*SRU*ISR*TR): IF E6=4 THEN N=4 ELSE N=2
730 AB=1.1*N*UR*(IG*TG+IP*TP)*TAU/60000: MRB=AB*NR/EMK: MO=MRB+NR:
M=MO+2*NREZ
735 BEEP: PRINT "++++++"РЕЗУЛЬТАТЫ"++++++"

```

```

736 PRINT " Электровоз";E$;"Вагонетка";V$
737 PRINT "Состояние рельсового пути";RT$: print
740 PRINT "Допустимое число вагонок в составе (шт.)-----";INT(Z)
750 PRINT "Потребное число рабочих электровозов (шт.)-----";INT(NR)
760 PRINT "Потребное число инвентарных электровозов (шт.)-----";INT(NI) .
765 PRINT "Допустимая скорость электровоза (км/ч)----- ";INT (VD*1000+.5)/1000
770 PRINT «Скорость груженого состава (км/ч)----- ";INT(VG*1000+.5)/1000
780 PRINT "Скорость порожнего состава (км/ч)----- ";INT(VP*1000+.5)/1000
781 PRINT "Ток длительный (А)----- ";INT(IDL*1000+.5)/1000
782 PRINT "Ток эквивалентный (А)----- ";INT(IEL*1000+.5)/1000
783 PRINT "Ток, потребляемый эл.дв. при движении с груженым составом";
INT(IG*1000+.5)/1000
784 PRINT "Ток, потребл. эл.дв. при движении эл-воза с порожним составом";
INT(IP*1000+.5)/1000
790 PRINT "Время рейса (минут)----- ";INT(TR+.5)
800 PRINT "Время движения груженого состава (мин)-----";INT(TG*1000+.5)/1000
810 PRINT "Время движения порожнего состава (мин)-----";INT(TP*1000+.5)/1000
820 PRINT "Сменная производительность одного рабочего электровоза (т*км)";
INT(LR*1000+.5)/1000
830 PRINT "Сменная производительность одного инвентарного электровоза
(Т*км)", INT(LI*1000+.5)/1000
840 PRINT "Расход электроэнергии на шинах переменного тока за 1 рейс
(кВт*ч)"; INT(WA*1000+.5)/1000
850 PRINT "Расход электроэнергии на шинах ЦПП в смену (кВт*ч)---- ";INT(LR*
1000+.5)/1000
860 PRINT "Удельный расход электроэнергии (кВт*ч/т*км)---- ";INT(SIGMA*
1000+.5)/1000
870 PRINT "Потребное число аккумуляторных батарей (шт.)----- " INT(M+.5)
880 DELAY 5
890 LPRINT "++++++"РЕЗУЛЬТАТЫ"++++++"
900 LPRINT " Электровоз ";E$;" Вагонетка ";V$ .
905 LPRINT "Состояние рельсового пути - ";RT$:LPRINT
910 LPRINT "Допустимое число вагонок в составе (шт.)-----";INT(Z)
920 LPRINT "Потребное число рабочих электровозов (шт.)-----";INT(NR)
930 LPRINT "Потребное число инвентарных электровозов (шт.)-----";INT(NI)
935 LPRINT "Допустимая скорость электровоза (км/ч)-----";INT(VD*1000+.5)/1000
940 LPRINT "Скорость груженого состава (км/ч)----- ";INT(VG*1000+.5)/1000
950 LPRINT "Скорость порожнего состава (км/ч)----- ";INT(VP*1000+.5)/1000
955 LPRINT "Ток длительный (А)-----";INT(IDL*1000+.5)/1000
956 LPRINT "Ток эквивалентный (А)-----";INT(IEF*1000+.5)/1000
957 LPRINT "Ток, потребляемый эл. дв. при движении с груженым составом-----
-----";INT(IGP*1000+.5)/1000
958 LPRINT "Ток, потребляемый эл. дв. при движении с порожним составом -----
-----";INT(IP*1000+.5)/1000
660 LPRINT "Время рейса (минут)- -----";INT(TR+.5)
970 LPRINT "Время движения груженого состава (мин)- -----";INT(TG*1000+.5)/1000
980 LPRINT "Время движения порожнего состава (мин)-- -----";INT(TP*1000+.5)/1000

```



```

990 LPRINT "Сменная производительность одного рабочего электровоза (т*км)-----
-----";INT(LR*1000+.5)/1000
1000 LPRINT "Сменная производительность одного инвентарного электровоза
(т*км)";INT(LI*1000+.5)/1000
1010 LPRINT "Расход электроэнергии на шинах переменного тока за 1 рейс (кВт*ч)---
";INT(WA*1000+.5)/1000
1020 LPRINT "Расход электроэнергии на шинах ЦПП в смену (кВт*ч)--
";INT(WCA*1000+.5)/1000
1030 LPRINT "Удельный расход электроэнергии (кВт*ч )----- ";INT(SIGMA*1000+.5)/1000
1040 LPRINT "Потребное число аккумуляторных батарей (шт.)-----";INT(M+.5)
1050 END

```

Литература

1. Справочник. Подземный транспорт шахт и ротиков / под общ. ред. Г. Я. Пейсаховича и И. П. Ремизова. – Москва: Недра, 1985. – 565 с.
2. Ренгевич А. А. Расчет электровозного транспорта / А. А. Ренгевич, М. К. Мехеда. – Киев: УМКВО, 1988. – 56 с.
3. Транспорт на горных предприятиях / под ред. Б. А. Кузнецова. – Москва: Недра, 1976. – 552 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Аккумуляторные батареи [1]

Для питания тяговых электродвигателей рудничных электровозов применяются щелочные никель-железные (ТНЖ и ТНЖШ) и никель-кадмиевые (ТНК) шахтные тяговые аккумуляторные батареи. Тяговая аккумуляторная батарея – это ряд последовательно соединенных аккумуляторов (напряжение аккумуляторов суммируется), размещенных в батарейном ящике. Типы аккумуляторных батарей, применяемых на электровозах, приведены в табл. П1.

Аккумуляторы по ГОСТ 19484-80 по сравнению с аккумуляторами, изготавливаемыми по техническим условиям, при тех же габаритах имеют значительно более высокую энергоемкость и наработку; негорючее изоляционное покрытие стального бака: полиэтиленовые поддон и крышку, создающие между аккумуляторами пространство для стока пролитого электролита и улучшающие охлаждение аккумуляторов.

Таблица П1

Тяговые аккумуляторные батареи для рудничных электровозов

Электровоз	Батарея по техническим условиям	Батарея по ГОСТ 19484-80
АК2У	36ТНЖ-300	36ТНЖШ-350-У5
4,5АРП2М	66ТНЖ-300	66ТНЖШ-350-У5
5АРВ2М	66ТНЖ-270П300	66ТНЖШ-300П-У5
АРП7		<u>90ТНЖШ-550(500В)-У5</u> 102ТНЖШ-550(500В)-У5
АРВ7	88ТНК-400-У5	–
АМ8Д	<u>96ТНЖ-350-У5*</u> 112ТНЖ-350-У5*	<u>96ТНЖШ-500-У5*</u> 112ТНЖШ-500-У5*
2АМ8Д	2×112ТНЖ-350-У5	2×112ТНЖШ-550-500В)У5
АРП10		112ТНЖШ-550-(500В)У5
АРП14	161ТНКШ-550-У5	–
АРП28	2× 161ТНКШ-550-У5	–

*Батарея для электровозов на колею 600 мм.

Условные обозначения тягового щелочного аккумулятора: Т – тяговый. Ж – никель железный, Ш – шахтный, П – пластмассо-

вый бак. Для рудничных электровозов тяговые батареи (аккумуляторы) имеют исполнение У и категорию размещения 5 для работы при температуре окружающей среды от минус 20 °С до плюс 45 °С. Цифры, стоящие перед обозначением типа аккумулятора, указывают на число последовательно соединенных элементов в батарее, а цифры после букв обозначают номинальную (пятчасовую) емкость в ампер-часах. Эта емкость гарантируется заводом-изготовителем при установленном режиме разряда до конечного напряжения 1 В при температуре элемента от 16 до 35 °С (табл. П2).

Таблица П2

Технические характеристики аккумуляторных батарей

Батарея	Номинальная емкость E_n , А·ч	* Энергоемкость аккумуляторной батареи E , кВт·ч	Напряжение батареи, В			Электро-воз
			конечное при заряде	среднее при 5-часовом разряде	конечное при 5-часовом разряде	
66ТНЖШ-300	300	24,5	120	80	65	4АРП2М
36ТНЖШ-350	350	14,7	65	43	35	АК2У
66ТНЖШ-350	350	27,0	120	80	65	5АРВ2М
96ТНЖШ-500	500	56,0	173	115	94	АМ8Д
112ТНЖШ-500	500	67,0	202	135	110	АМ8Д
112ТНЖШ-550	550	72,5	202	135	110	АРП10
126ТНЖШ-550	550	82,4	227	148	123	13АРП
154ТНЖШ-550	550	100,0	278	185	151	АРП14
154ТНЖШ-600	650	110,0	278	185	151	АРП14

Примечание

* $E = \frac{E_a \cdot n_a}{1000}$, кВт ·ч – энергоемкость аккумуляторной батареи

Среднеразрядное напряжение одного аккумулятора составляет 1,2 В.

Технические характеристики аккумуляторов приведены в табл. П3.

Таблица ПЗ

Технические характеристики аккумуляторов

Параметры	Тип аккумулятора				
	ТНЖ-300	ТНЖШ-350	ТНЖШ-500	ТНЖШ-550	ТНКШ-550
Масса одного элемента, кг	11,7	13,3	16,5	16,5	-
Масса электролита, кг	5,7	5,8	8,3	5,5	-
Полная масса элемента, кг	17,4	19,1	24,8	22,0	33
Основные размеры, мм:					
длина	142	132	155	133	132
ширина	175	169	169	171	169
высота	461	460	520	586	660
Разрядное напряжение при 5-часовом разряде $U_{\text{ср.р.}}$, В:					
номинальное	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
среднее	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
минимально допустимое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Разрядный ток, $I_{\text{ср.р.}}$, А:					
трехчасовой	100	116	167	183	183
пятичасовой	60	70	100	110	110
*** Номинальная разрядная емкость пятичасового режима, E_{H} , А·ч	300	350	500	500	550
Нормальный зарядный ток, А	75	90	125	140	140
Время зарядки (без охлаждения), ч	6	6	6	6	6
*** Энергоемкость, E_{a} , Вт·ч	360	420	600	660	660
Удельная:					
масса, кг/кВт·ч	48	45	41	33	-
емкость, А·ч/кг	17,2	18,3	20,2	25,0	-
энергия, Вт·ч/кг	20,6	22,0	24,2	30,0	-

Примечание

$$** E_{\text{H}} = I_{\text{ср.р.}} \cdot t_{\text{p}}, \text{ А} \cdot \text{ч};$$

$$*** E_{\text{a}} = U_{\text{ср.р.}} \cdot I_{\text{ср.р.}} \cdot t_{\text{p}}, \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

Составитель
Вадим Максимович Юрченко

**ЛОКОМОТИВНАЯ ОТКАТКА
АККУМУЛЯТОРНЫМИ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ**

ПРОГРАММА РАСЧЕТА НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Транспортные машины», «Подземный транспорт» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»

Печатается в авторской редакции

Рецензент Т. Ф. Подпорин

Подписано в печать 25.07.2016. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе.

Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 30 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а.