

Частина III. ГІРНИЧА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

УДК 629.423.31.004.68

В.А. Браташ, д-р техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Днепропетровский национальный университет \ железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЯГОВЫХ АГРЕГАТОВ ТИПА ОПЭА С АСИНХРОННЫМИ ТЯГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

Настоящая работа является продолжением исследований [1]. В ней выполнено сравнение по стоимости жизненного цикла и срока окупаемости самого дорогого агрегата ОПЭА1 с тяговым агрегатом ОПЭА1АМ.

Общая потребность карьера в рабочем парке тяговых агрегатов определяется следующим выражением [2]:

$$N_{A/P} = \frac{W_{Г.М.} \cdot t_p}{T \cdot M_{Н.П.}},$$

где $W_{Г.М.}$ – годовая производительность карьера по горной массе (объем вывозки горной массы из карьера), т; t_p – общее время рейса (одного цикла работы), ч; T – годовой фонд рабочего времени, ч (для ОПЭА1АМ $T=7200$ ч, для ОПЭА1 $T=8000$ ч); $M_{Н.П.}$ – грузоподъемность (масса нетто) поезда, т:

$$M_{Н.П.} = M_{Н.Д.} + M_{Н.С.}$$

Здесь $M_{Н.Д.}$ – грузоподъемность моторных думпкаров, т (для ОПЭА1АМ $M_{Н.Д.}=84$ т, для ОПЭА1 $M_{Н.Д.}=120$ т.); $M_{Н.С.}$ – грузоподъемность состава, т:

$$M_{Н.Д.} = M_{Н.С.} \cdot n_D,$$

где $M_{Н.Д.}$ – грузоподъемность прицепного думпкара, т (для думпкара 2ВС–105 $M_{Н.Д.}=105$ т); n_D – количество думпкаров в составе

$$n_D = \frac{M_{Б.П} - M_{БР.А}}{M_{БР.Д}}.$$

$M_{БР.Д}$ агрегата ОПЭА1АМ равно 368 т, ОПЭА1 – 448 т. $M_{БР.Д}$ для думпкара 2ВС–105 равно 155 т. Масса брутто поезда определяется из условия его движения по траншее с уклоном i_p с расчетной скоростью V_p и силой тяги F_p , т.е.

$$M_{БР.П} = \frac{F_p}{(w_0 + i_p) \cdot g},$$

где F_p – сила тяги, Н (для ОПЭ1АМ $F_p=875-103$ Н, для ОПЭА1 $F_p=1260-103$ Н); w_0 – удельное сопротивление движению поезда по постоянным путям траншеи ($w_0=2,5$ Н/кН); i_p – расчетный подъем траншеи (принимается равным 60 ‰).

Для выполнения сравнительного расчета принимаются параметры карьера, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры карьера			
№ п/п	Наименование параметров	Величина	
1	Производительность карьера, млн.т	40	
2	Максимальная глубина карьера, м	400	
3	Средняя глубина вывозки горной массы, м	250	
4	Уклон вывозной траншеи, ‰	60	
5	Среднее время погрузки поезда, ч:	ОПЭ1АМ	0,5
		ОПЭА1	0,75
6	Средний уклон передвижных путей в забое, ‰	10	
7	Время движения груженого поезда в забое, ч	0,25	
8	Время движения груженого поезда по траншее, ч	0,3	
9	Средний уклон путей на поверхности, ‰	10	
10	Время движения груженого поезда на поверхности, ч	0,5	
11	Среднее время разгрузки поезда, ч	ОПЭА1	0,35
		ОПЗ1АМ	0,5
12	Время движения порожнего поезда на поверхности, ч	0,5	
13	Время спуска порожнего поезда по траншее, ч	0,3	
14	Время движения поезда в забое, ч	0,25	
15	Общее время рейса, ч:	ОПЭ1АМ	2,95
		ОПЗА1	3,35

Годовой объем вывозки горной массы одним тяговым агрегатом определяется соотношением

$$W_{Г.М.} = M_{Н.П.} \cdot \frac{T}{t_p}.$$

Для сравнительного расчета принимаются одинаковые условия: движение груженого поезда в режиме тяги на всех участках с подъемом, а порожнего поезда на спусках в режиме электрического торможения.

При общем годовом фонде времени T_0 коэффициент инвентарного парка тяговых агрегатов может быть определен из соотношения

$$K_{ИНВ} = T_0 / T.$$

Затраты на приобретение тяговых агрегатов для заданного объема вывозки горной массы составят

$$Z_A = C_A \cdot N_{A.IHB},$$

где C_A – цена 1 тягового агрегата, млн.дол США; $N_{A.IHB}$ – инвентарный парк тяговых агрегатов.

Рабочий парк экскаваторов определяется соотношением

$$N_{Э.Р.} = \frac{W_{Г.М.}(M_{Н.П.} + Э_ч \cdot t_0)}{T \cdot Э_ч \cdot M_{Н.П.} \cdot K_{И}},$$

где $Э_ч$ – часовая производительность экскаватора, т/ч (принимается равной $Э_ч = 1500$ т/ч); t_0 – время простоя экскаватора при обмене поездов, ч (среднее значение $t_0 = 0,5$ ч); $K_{И}$ – коэффициент использования экскаватора ($K_{И} = 0,9$). Затраты на приобретение парка экскаваторов составят

$$Z_{Э} = N_{Э.Р.} \cdot C_{Э} \cdot K_{ЭР},$$

где $C_{Э}$ – цена экскаватора ($C_{Э} = 1,2$ млн дол. США – ЭКГ10И); $K_{ЭР}$ – коэффициент, учитывающий простой экскаваторов в ремонте ($K_{ЭР} = 1,2$).

Потребность карьера в парке думпкаров равна: рабочий парк $N_{д.р.} = N_{А.Р.} \cdot N_{д}$ инвентарный $N_{д.и.} = 1,1 \cdot N_{д.р.}$, а затраты на их приобретение составят

$$Z_{д} = N_{д.и.} \cdot C_{д},$$

где $C_{д}$ – цена одного думпкара ($C_{д} = 96000$ дол США).

Общая стоимость приобретения горнотранспортного оборудования карьера

$$Z_{ГТО} = Z_A + Z_{Э} + Z_{д}.$$

Среднегодовые капитальные затраты на приобретение горнотранспортного оборудования, отнесенные к одному году срока службы тягового агрегата ($T_{сл}$) будут равны

$$Z_k = \frac{Z_{ГТО}}{T_{сл}}.$$

Результаты произведенного расчета представлены в табл. 2.

Расход электроэнергии на тягу поезда при его движении в режиме тяги на каждом участке j определяется соотношением

$$a_{ЭТj} = \frac{F_j \cdot V_j}{3.6 \eta_A \cdot K_{\phi}} \cdot t_j,$$

Таблица 2

Результаты расчета затрат на горнотранспортное оборудование

№ п/п	Наименование	Величина	
		ОПЭ1АМ	ОПЭА1
1	Масса брутто поезда, т	1415	2040
2	Количество прицепных думпкаров, шт.	7	11
3	Грузоподъемность (масса нетто) поезда, т	820	1275
4	Годовой объем вывозки горной массы 1 тяговым агрегатом, млн. т	2,0	3,08
5	Рабочий парк тяговых агрегатов, шт.	20	13
6	Инвентарный парк тяговых агрегатов, шт.	24	14
7	Затраты на приобретение тяговых агрегатов, млн дол. США	72	82,6
8	Инвентарный парк экскаваторов, шт.	10	7
9	Затраты на приобретение экскаваторов, млн дол. США	12	8,4
10	Общий парк думпкаров 2ВС-105, шт.	116	121
11	Затраты на приобретение парка думпкаров, млн дол. США	11,14	11,62
12	Общая стоимость приобретения горнотранспортного оборудования, млн дол. США	95,14	102,62
13	Среднегодовые затраты на горнотранспортное оборудование, отнесенные к 1т горной массы млн дол. США	0,127	0,114
14	Среднегодовые затраты на горнотранспортное оборудование за период службы тягового агрегата млн дол. США	3,806	3,42

где F_j, V_j – соответственно сила тяги и скорость движения на участке j ; η_A – к.п.д. тягового агрегата; K_ϕ коэффициент мощности тягового агрегата (для ОПЭ1АМ – $K_\phi=0,85$, для ОПЭА1 – $K_\phi=1$).

$$F_j = M_{БР.П.} (w_j + i_j) \cdot g .$$

Удельное сопротивление движению поезда (w_j) на передвижных путях (равно 5 Н/кН). Средняя скорость движения на передвижных путях принимается равной 10 км/ч, по траншее V_p и V_t , а $V_{cp} = 30$ км/ч.

Движение порожнего поезда по траншее осуществляется в режиме электрического торможения: для тягового агрегата ОПЭ1АМ – реостатного, а для ОПЭА1 – рекуперативного, при этом возврат электроэнергии определяется по формуле

$$a_{эреко} = \frac{B_j \cdot V_j \cdot \eta_A \cdot K_\phi}{3.6} .$$

Тормозная сила B_j определяется по формуле

$$B_j = M_{Т.П.} (i_j - w_j) \cdot g ,$$

где $M_{Т.П.}$ – масса порожнего поезда, т.

Общий расход электроэнергии за 1 рейс будет равен

$$a_{\text{эп}} = a_{\text{ЭТ}} - a_{\text{ЭРЕК}},$$

где $a_{\text{ЭТ}} = \sum_1^j a_{\text{ЭТ}j}$ – расход энергии в режиме тяги, кВт·ч; $a_{\text{эрек}} = \sum_1^j a_{\text{эрек}j}$ – возврат электроэнергии в режиме рекуперации, кВт·ч.

Расход электроэнергии на вывозку 1 т горной массы за один рейс (кВт·ч) составит

$$a_{\text{э.уд}} = \frac{a_{\text{э.р}}}{M_{\text{н.л}}}.$$

Годовой расход электроэнергии на один тяговый агрегат равен

$$A_{\text{Э.Т.}} = a_{\text{э.р}} \cdot \frac{T}{t_p},$$

а на тягу поездов в целом по карьере составит

$$A_{\text{Э.Т.}} = A_{\text{Э.А.}} \cdot N_{\text{А.Р.}}$$

Годовой расход электроэнергии на один работающий экскаватор составляет $A_{\text{Э.Э}} = 8,4$ млн.кВт·ч (ЭКГ10И).

Тогда общие затраты на приобретение электроэнергии для добычи и транспортировки горной массы в течение года будут равны

$$Z_{\text{ЭН}} = (A_{\text{ЭТ}} + A_{\text{Э.Э}} \cdot N_{\text{Э.Р}}) \cdot C_{\text{Э}},$$

где $C_{\text{Э}}$ – стоимость 1 кВт·ч (принимается $C_{\text{Э}} = 0,035$ дол. США).

Затраты на приобретение электроэнергии для работы горнотранспортной системы, отнесенные к 1 т горной массы, составят

$$Z_{\text{ЭН}}^{\text{}} = Z_{\text{ЭН}} / W_{\text{Г.М.}}$$

Годовой объем возврата электроэнергии от рекуперации одним тяговым агрегатом равен

$$A_{\text{Э.РЕК.}}^{\text{}} = a_{\text{ЭРЕК}} \cdot \frac{T}{t_p},$$

а общий возврат электроэнергии рабочим парком тяговых агрегатов в течении 1 года составит

$$A_{\text{Э.РЕК.}} = A_{\text{Э.РЕК.}}^{\text{}} \cdot N_{\text{А.Р.}}$$

При этом стоимость возвращенной электроэнергии (экономия) будет равна

$$Z_{PEK} = A_{Э.PEK} \cdot C_{Э}.$$

Результаты проведенного расчета сведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета на приобретение электроэнергии

№ п/п	Виды расхода (экономии) электроэнергии	Показатель	
		ОПЭ1АМ	ОПЭА1
1	Расход электроэнергии за один рейс при движении груженого поезда в режиме тяги, кВт·ч, в т.ч.:	3985	4599
	– при движении в забое	202	233
	– при движении по траншее	2774	3200
	– при движении по поверхности	1009	1166
2	Рекуперация электроэнергии за один рейс при движении поезда, кВт·ч, в т.ч.:	–	1241
	– при движении по поверхности	–	215
	– при движении по траншее	–	990
	– при движении в забое	–	36
3	Общий расход электроэнергии за один рейс, кВт·ч	3985	3358
4	Расход электроэнергии на вывозку 1т горной массы за один рейс, кВт·ч/т	4,86	2,63
5	Годовой расход электроэнергии на тягу поездов рабочим парком тяговых агрегатов, млн кВт·ч	194,6	104,3
6	Годовой расход электроэнергии на один тяговый агрегат, млн кВт·ч	9,73	8,02
7	Удельный расход электроэнергии на вывозку 1 тонны горной массы, кВт·ч/т	4,9	2,6
8	Годовой возврат электроэнергии одним тяговым агрегатом, млн кВт·ч	–	2,964
9	Годовой возврат электроэнергии парком тяговых агрегатов, млн кВт·ч	–	38,53
10	Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, дол. США	0,035	0,035
11	Годовые затраты на приобретение электроэнергии на тягу поездов, млн дол.США	6,811	3,65
12	Годовые затраты на приобретение электроэнергии на тягу поездов и работу экскаваторов, млн дол. США	9,261	5,4
13	Экономия затрат на электроэнергию от применения рекуперации в течении 1 года:		
	– на один тяговый агрегат, тыс.дол.США, – на рабочий парк тяговых агрегатов, млн дол. США	– –	104 1,35
14	Затраты на приобретение электроэнергии, отнесенные к добыче и транспортировке 1 т горной массы, дол. США	0,232	0,135

Периодичность обслуживания и ремонтов тягового агрегата ОПЭ1АМ принимается в соответствии с [3] и [4], а для ОПЭА1 на основании опыта эксплуатации электровозов с асинхронным приводом в Западной Европе и нормативов Украины [5]. Расчеты показывают, что общая стоимость технических обслуживаний и ремонтов составляет: для тягового агрегата ОПЭ1АМ – 1724 тыс.дол. США, для ОПЭА1 – 769 тыс.дол. США. Среднегодовые затраты на текущее обслуживание и ремонты всего парка тяговых агрегатов будут равны: для ОПЭ1АМ – 1655 тыс.дол. США, для ОПЭА1 – 359 тыс.дол. США. Общегодовые затраты, согласно расчетным выражениям из [7], на оплату труда локомотивных и экскаваторных бригад составят для тягового агрегата ОПЭ1АМ $Z_{бр} = 1,798$ млн дол. США, для тягового агрегата ОПЭА1 $Z_{бр} = 1,229$ млн дол. США. Среднегодовые затраты на оплату труда бригад, отнесенные на 1 т горной массы будут равны.

$$Z_{бр} = Z_{л.бр} / W_{Г.М}.$$

Для тягового агрегата ОПЭ1АМ $Z_{бр} = 0,06$ дол. США/т, для тягового агрегата ОПЭА1 $Z_{бр} = 0,04$ дол. США/т.

Стоимость жизненного цикла инвентарного парка тяговых агрегатов может быть определена по формуле [6]:

$$C_{жца}^{инв} = T_{сл} U + \sum_1^{T_{сл}} k \cdot a_{\partial i},$$

где $T_{сл}$ – срок службы тягового агрегата, лет; $\sum U$ – ежегодные эксплуатационные расходы по горнотранспортной системе, млн дол. США; $\sum_1^{T_{сл}} k$ – среднегодовые капитальные затраты по горнотранспортной системе за период $T_{сл}$, млн дол. США; $a_{\partial i}$ – коэффициент дисконтирования.

$$\sum U = Z_{ЭН} + Z_p + Z_{БР},$$

$$\sum_1^{T_{сл}} k = Z_k.$$

Коэффициент дисконтирования определяется по формуле [7]:

$$a_{\partial i} = \left[\frac{1}{1 + E_p} \right]^{i-1},$$

где E_p – ставка рефинансирования всего срока службы, которая принимается

равной 0,1; i – расчетный год эксплуатации тягового агрегата (в первом расчетном году $a_{di}=1$). Результаты расчета приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты расчета стоимости жизненного цикла

№	Наименование показателей	Показатели	
		ОПЭ1АМ	ОПЭА1
1	Ежегодные эксплуатационные расходы по горно-транспортной системе, млн дол. США	13,87	8,01
2	Среднегодовые капитальные затраты по горно транспортному оборудованию, отнесенные к одному году срока службы тягового агрегата, млн дол. США	3,806	3,420
3	Коэффициент дисконтирования	9,198	9,895
4	Стоимость жизненного цикла, млн дол. США	381,76	274,14 1

Экономический эффект от внедрения тяговых агрегатов ОПЭА1 вместо агрегатов ОПЭ1АМ составит

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{ОПЭА1} &= C_{ЖЦ.ОПЭА1АМ}^{ИНВ.} - C_{ЖЦ.ОПЭА1}^{ИНВ.} = \\ &= 381,76 - 274,14 = 107,62 \text{ млн. дол. США,} \end{aligned}$$

а экономический эффект на 1 т горной массы будет равен

$$\mathcal{E}'_{ОПЭА1} = \mathcal{E}_{ОПЭА1} / W_{Г.М} \cdot T_{сл}.$$

При этом срок окупаемости тягового агрегата ОПЭА1 будет равен

$$T_{ок} = \frac{(C_{ОПЭА1} \cdot N_{ОПЭА1}^{ИНВ.} - C_{ОПЭА1АМ} \cdot N_{ОПЭА1АМ}^{ИНВ.}) \cdot T_{сл}}{\mathcal{E}_{ОПЭА1}} = 2,95 \text{ года,}$$

где – $N_{ОПЭА1}^{ИНВ.}$ и $N_{ОПЭА1АМ}^{ИНВ.}$ – соответственно инвентарные парки агрегатов ОПЭА1 и ОПЭ1АМ, $C_{ОПЭА1}$ и $C_{ОПЭА1АМ}$ – соответственно цены ОПЭА1 и ОПЭ1 АМ, млн дол. США.

Технико-экономические показатели сравниваемых тяговых агрегатов ОПЭА1 и ОПЭ1АМ сведены в табл. 5.

На основании приведенного расчета можно сделать следующие **выводы**.

1. Затраты на приобретение парка тяговых агрегатов ОПЭА1 на 14,7% выше затрат на приобретение агрегатов ОПЭ1АМ, но среднегодовые затраты на приобретение горнотранспортного оборудования за период срока службы агрегата ОПЭА1 на 11% меньше, чем для тягового агрегата ОПЭ1АМ.

Таблица 5

Технико-экономические показатели сравниваемых тяговых агрегатов

№ п/п	Наименование показателей	Показатели	
		ОПЭ1АМ	1 ОПЭА1
1	Параметры карьера: –производительность по горной массе, млн т –средняя глубина вывозки горной массы, м –уклон вывозной траншеи, ‰ –среднее время рейса тягового агрегата, ч –грузоподъемность поезда, Т	40 250 60 2,95 820	40 250 60 3,35 1275
2	Потребность в горнотранспортном оборудовании: –тяговых агрегатов, шт. –экскаваторов, шт. –думпкаров, шт.	24 10 116	14 7 121
3	Стоимость горнотранспортного оборудования: –тяговых агрегатов, млн дол.США –экскаваторов, млн дол. США –думпкаров, млн дол. США –общая стоимость ГТО, млн дол. США	72 12 11,14 95,14	82,6 8,4 11,62 102,62
4	Среднегодовые затраты на приобретение горнотранспортного оборудования, отнесенные к одному году срока службы тягового агрегата, млн дол. США	3,806	3,42
5	Годовой расход электроэнергии по горнотранспортной системе карьера, млн кВт·ч: –на тягу поездов –экономия электроэнергии от рекуперации –на экскаваторы –на добычу и транспортировку горной массы	194,6 – 70 264,6	104,3 38,53 50 154,3
6	Затраты на приобретение электроэнергии, млн дол.США: –на тягу поездов –на добычу и транспортировку горной массы	6,81 9,26	3,65 5,4
7	Годовые затраты на текущее обслуживание и ремонты горнотранспортного оборудования, млн дол. США: –тяговые агрегаты –экскаваторов –думпкаров –общие по горнотранспортной системе	1,655 0,6 0,557 2,812	0,359 0,42 0,581 1,36
8	Годовые затраты на оплату труда бригад, млн дол. США: –тяговых агрегатов –экскаваторов –общие по горнотранспортной системе	1,191 0,531 1,798	0,774 0,379 1,229
9	Капитальные затраты по горнотранспортному оборудованию, отнесенные на один тяговый агрегат и приведенные к 1 году срока его службы, млн.дол. США	3,806	3,420
10	Коэффициент дисконтирования	9,198	9,895
11	Срок службы тягового агрегата, лет	25	30
12	Эксплуатационные расходы по горнотранспортной системе в год, млн дол. США	13,87	8,01
13	Стоимость жизненного цикла, млн дол.США	381,76	274,14
14	Экономический эффект от внедрения тяговых агрегатов ОПЭА1 вместо ОПЭ1АМ, млн дол.США	–	107,62
15	Срок окупаемости тягового агрегата ОПЭА1, год	–	2,95

2. Годовой расход электроэнергии на тягу поездов тяговыми агрегатами ОПЭА1 на 86,6% ниже тяговых агрегатов ОПЭ1АМ, а общие затраты на приобретение электроэнергии по горнотранспортной системе карьера на 71,5% ниже при эксплуатации тяговых агрегатов ОПЭА1. При этом экономия за счет применения рекуперации составляет 25% от затрат на тягу поездов.

3. Затраты на текущее содержание и ремонты тяговых агрегатов ОПЭА1 в 4,6 раза ниже аналогичных затрат тяговых агрегатов ОПЭ1АМ, а общие затраты на содержание и ремонты всего горнотранспортного оборудования в 2 раза ниже при эксплуатации тяговых агрегатов ОПЭА1.

4. Годовые затраты на оплату труда локомотивных и экскаваторных бригад на 46% ниже при эксплуатации тяговых агрегатов ОПЭА1.

5. Годовые эксплуатационные расходы по горнотранспортной системе карьера в случае применения тяговых агрегатов ОПЭА1 на 71% ниже, чем для ОПЭ1АМ.

6. Стоимость жизненного цикла парка тяговых агрегатов ОПЭА1 за 30 лет эксплуатации на 39% ниже, чем тяговых агрегатов ОПЭ1АМ за 25 лет.

7. Экономический эффект от внедрения тяговых агрегатов ОПЭА1 вместо агрегатов ОПЭ1АМ составит 107,62 млн.дол. США, а срок их окупаемости 2,95 года. При этом затраты по депо приняты одинаковыми, которые при меньшем парке тяговых агрегатов ОПЭА1 и меньшей трудоемкости их ремонтов будут меньше, чем для ОПЭ1АМ.

8. По всем технико-экономическим показателям создание тягового агрегата ОПЭА1 для замены устаревших тяговых агрегатов является высокоэффективным, а его технический уровень не уступает лучшим мировым образцам электровозов и не имеет аналогов на горнодобывающих предприятиях развитых стран.

Список литературы

1. Браташ В.А. Тяговые агрегаты типа ОПЭА с асинхронными тяговыми двигателями для открытых горных разработок. Конструкция и параметры. //Гірн. електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 2007. – Вип.79. – С. 93-98.
2. Браташ В.А., Дриженко А.Ю. Тяговые агрегаты на железнодорожном транспорте глубоких карьеров. – М.: Недра, 1989. – 150 с.
3. Агрегат тяговый переменного тока ОПЭ1АМ. Технические условия ТУ У.3.3.14–00216450–016–99. Д.: ДИИТ. – 1999. – 25 с.
4. Электроподвижной состав промышленного транспорта. Справочник. – М.: Транспорт, 1987. – 340 с.
5. Расчет технико-экономической эффективности от внедрения четырехосного грузопассажирского электровоза переменного тока типа ДСЗ с асинхронными тяговыми двигателями. – Д.: ДИИТ, – 1999. 135 с.
6. Стоимость жизненного цикла электровоза. Загребельный А.М и др. // Железнодорожный транспорт. Наук.–техн. зб. – 1998 – № 12. С. 12-16.
7. Болотин А.В. Нормирование рентабельности капитальных вложений. // Железнодорожный транспорт. Наук.–техн. зб. – 1997 – № 9. С.28-33.