

**РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЗАРЯДНОГО
АГРЕГАТА АЗАТ-2**

Г. Г. ОКУНЕВ, А. В. КОБЗЕВ

(Представлена научно-техническим семинаром
отдела статических преобразователей НИИ АЭМ при ТПИ)

Автоматизированный двухканальный зарядный агрегат АЗАТ-2 разработан и изготовлен Томским научно-исследовательским институтом автоматики и электромеханики по договору и техническому заданию автохозяйства треста «Кемеровостройтранс». Он выполнен специальным назначением для автоматизации процессов зарядки аккумуляторных батарей различных типов и марок автомашин [6]. Новый зарядный агрегат обеспечивает более совершенный технологический процесс зарядки аккумуляторов двухступенчатыми стабилизированными токами и имеет лучшие технико-экономические характеристики по отношению с действующими в автохозяйстве зарядными установками ВСА-5. При новой технологии зарядки аккумуляторных батарей на АЗАТ-2 достигается:

1. Сокращение цикла (базовой продолжительности) зарядки аккумуляторов на 2,34 часа, или на 27%.

2. Значительное уменьшение трудоемкости, что позволяет автохозяйству сократить численность аккумуляторщиков на 26—27%.

3. Экономия потребляемой электроэнергии.

4. Намного облегчает физический труд аккумуляторщиков.

Кроме этого, из литературы известно, что проводимая зарядка двухступенчатым стабилизированным током способствует хорошему формированию пластин и повышает срок службы аккумуляторных батарей на 30—33% [2, 3].

Дополнительные капитальные вложения, связанные с внедрением АЗАТ-2, окупаются получаемой экономией на эксплуатационных расходах всего за один месяц.

В данном расчете за базу сравнения вариантов приняты действующие в автохозяйстве зарядные установки (выпрямители) ВСА-5 [5, п. 4].

Расчет проведения зарядных циклов и нормированного количества зарядки аккумуляторных батарей в год по сопоставляемым вариантам характеризуется данными табл. 1 [6].

**Расчет базовой трудоемкости и численности аккумуляторщиков
по автохозяйству**

Нормативы трудоемкости по видам технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава автотранспорта характеризуются следующими показателями из [5] (табл. 2):

Таблица 1

№ пп.	Наименование показателей	Единица измерения	Базовый вариант, зарядная установка ВСА-5	Новый вариант зарядный агрегат АЗАТ-2	Отклонения показателей больше + меньше
1	Нормы времени (средние):				
	а) на зарядку одной аккумуляторной батареи	в часах	8,0	6,0	-2,0
	б) на контрольно-тренировочный цикл:				
	заряд	»	8,0	6,0	
	разряд	»	10,0	10,0	
	заряд	»	8,0	6,0	
	Всего		26,0	22,0	-4
2	Среднее количество циклов, проводимых в году на одну батарею:				
	а) зарядов и подзарядов	раз	10,0	10,0	-
	б) контрольно-тренировочных циклов	»	2,0	2,0	-
	Всего		12,0	12,0	-
3	Средняя продолжительность циклов на зарядку и контрольно-тренировочные работы в год на одну батарею: (10 · 8 + 2 · 26) и (10 · 6 · 2 · 22)	в часах	132 : 12 = 11	104 : 12 = 8,66	2,34
4	Количество циклов:				
	а) в сутки при непрерывном процессе зарядки, подзарядки	цикл	24 час : 11 = 2,18	24 : 8,66 = 2,78	-0,6
	б) в году (255 раб. дней)	»	2,18 · 255 = 556	2,78 · 255 = 709	+153
5	Возможная одновременная зарядка 6 вольтовых аккумуляторных батарей в цикле	шт.	8,0	40,0	+32
6	Годовая производительность по количеству зарядов (подзарядов) и контрольно-тренировочных циклов с учетом коэффициента загрузки агрегатов по времени 0,8% (556 · цикл · 8 · 0,8) и (709 цикл · 40 · 0,8)	шт. бат.	3558	22688	+19132
7	Рост количества зарядов аккумуляторных батарей на АЗАТ-2 по отношению ВСА-5 составляет	в %	22688	: 3558 =	638%
8	Установленная мощность зарядных устройств	квт.	1,5	4,0	+2,5

1. Суммарной трудоемкостью по техническому обслуживанию и текущему ремонту автотранспорта

$$\Sigma T_{\text{н}} = \Sigma t_{\text{ТО-1}} + \Sigma t_{\text{ТО-2}} + \Sigma t_{\text{ТР}}, \quad (1)$$

где

$\Sigma t_{\text{ТО-1}}$ — суммарная трудоемкость по первому техническому обслуживанию в нормо-часах;

$\Sigma t_{\text{ТО-2}}$ — суммарная трудоемкость по второму техническому обслуживанию в нормо-часах;

$\Sigma t_{\text{ТР}}$ — суммарная трудоемкость по текущему ремонту подвижного состава автотранспорта в нормо-часах.

Категория условий эксплуатации	Типы грузовых автомашин	Год пробег в км.	Периодичность тех. обслуживания через км пробега		Кол-во тех. обслуживаний в год на 1 машину		Нормативы трудоемкости в чел. часах			Средняя трудоемкость в н. час.	
			ТО=1	ТО=2	ТО=1	ТО=2	на одно тех. обслуж.				
							ЕО	ТО=1	ТО=2		
			На 1000 км. пробега т. ремонт								
2	Грузовые автомашины										
	а) средней грузоподъемности 2,5 ÷ 3,4 т	70000	1500	7000	47	10	0,40	3,0	11,50	7,00	741
	»	60000	1500	7000	40	8	0,40	3,0	11,50	7,00	
	»	50000	1500	7000	33	7	0,40	3,0	11,50	7,00	
2	б) повышенной грузоподъемности 3,5 ÷ 5 т	60000	1500	7000	40	8	0,55	3,50	13,50	7,70	736
	»	50000	1500	7000	33	7	0,55	3,50	13,50	7,70	
	»	40000	1500	7000	27	6	0,55	3,50	13,50	7,70	
2	в) большой грузоподъемности 5,1 ÷ 10 т	50000	1500	7000	33	7	0,65	4,40	21,50	12,00	974
	»	45000	1500	7000	30	6	0,65	4,40	21,50	12,00	
	»	40000	1500	7000	27	6	0,65	4,40	21,50	12,00	
2	г) особо большой грузоподъемности 10,1 ÷ 15 т	45000	1500	7000	30	6	1,20	6,30	29,50	25,00	1641
	»	40000	1500	7000	27	6	1,20	6,30	29,50	25,00	
	»	35000	1500	7000	23	5	1,20	6,30	29,50	25,00	

Таблица 3

Категория условий эксплуатации	Грузовые автомашины с карбюраторными и дизельными двигателями	Годовой пробег в т. км	Нормативная трудоемкость тех. обслужив. в год на одну автомашину в чел. час.			Удельная трудоемкость в %, приходящаяся на обслуживание и ремонт аккумуляторных батарей						Средн. трудоемкость в н. час.	
			ТО=1	ТО=2	на 1000 км пробега, тек. ремонт	ТО=1		ТО=2		на 1000 км пробега (тек. ремонт)			t _{акк}
						%	нормо-час	%	нормо-час	%	нормо-час		
			↙										
Бортовые автомашины составляют 50% Самосвалы — 50%													
а	Машины средней грузоподъемности 2,5 ÷ 3,4 т	70,0	141,0	115,0	490,0	8,5	11,9	3,4	3,90	1,75	8,57	24,00	
	»	60,0	120,0	92,0	420,0	8,5	10,2	3,4	4,08	1,75	7,35	21,63	20,75
	»	50,0	99,0	80,0	350,0	8,5	8,5	3,4	3,36	1,75	6,12	17,63	
б	Машины повышенной грузоподъемности 3,5 ÷ 5 т	60,0	140,0	108,0	462,0	8,5	11,9	3,4	3,67	1,75	8,08	23,70	
	»	50,0	116,0	94,0	385,0	8,5	9,86	3,4	3,20	1,75	6,74	19,80	19,80
	»	40,0	91,0	81,0	308,0	8,5	7,73	3,4	2,75	1,75	5,40	15,90	
в	Машины большой грузоподъемности 5,1 ÷ 10 т	50,0	145,0	150,0	600,0	8,5	12,32	3,4	5,10	1,75	10,50	27,92	
	»	45,0	132,0	129,0	540,0	8,5	11,22	3,4	4,38	1,75	9,45	25,05	25,28
	»	40,0	119,0	129,0	480,0	8,5	10,11	3,4	4,38	1,75	8,40	22,89	
г	Машины особо большой грузоподъемности 10,1 ÷ 1,5 т	45,0	189,0	177,0	1125,0	8,5	16,06	3,4	6,00	1,75	19,70	41,76	
	»	40,0	170,0	177,0	1000,0	8,5	14,45	3,4	6,00	1,75	17,50	38,00	37,46
	»	35,0	145,0	147,0	875,0	8,5	12,32	3,4	5,00	1,75	15,31	32,63	

Нормативы удельной трудоемкости и суммарная трудоемкость по техническому обслуживанию и текущему ремонту аккумуляторных батарей характеризуются показателями табл. 3 [5].

2. Удельной суммарной трудоемкостью по техническому обслуживанию и текущему ремонту аккумуляторных батарей

$$\Sigma t_{\text{акк}} = \frac{\Sigma t_{\text{ТО-1}}}{100} n_1 + \frac{\Sigma t_{\text{ТО-2}}}{100} n_2 + \frac{\Sigma t_{\text{т.р.}}}{100} n_3, \quad (2)$$

где

n_1 , n_2 и n_3 — норма времени в % на обслуживание и ремонт аккумуляторных батарей от общей трудоемкости планируемых работ ТО-1, ТО-2 и текущего ремонта.

Для определения численности аккумуляторщиков рассчитываем среднюю трудоемкость, складывающуюся из нормативных затрат на обслуживание и ремонт аккумуляторов по 4 группам автомашин (табл. 3), которая представляется следующими показателями:

а) $24,0 + 21,63 + 17,63 = 62,26$ н/ч, средняя трудоемкость $62,26:3 = 20,75$ н/ч;

б) $23,7 + 19,8 + 15,9 = 59,4$ н/ч, средняя трудоемкость $59,4:3 = 19,8$ н/ч;

в) $27,92 = 25,05 + 22,89 + 75,86$ н/ч, средняя трудоемкость $75,86:3 = 25,28$ н/ч;

г) $41,76 + 38,0 + 32,63 = 112,40$ н/ч, средняя трудоемкость $112,40:3 = 37,46$ н/ч.

По автохозяйству в целом средняя трудоемкость в год для вы-
($20,75 + 19,8 + 25,28 + 37,46$): $4 = 25,82$ н/ч на весь парк автомашин
($25,82$ н/ч \cdot 690 машин) = 17816 н/ч. Годовой фонд рабочего времени на одного аккумуляторщика составляет 1780 часов. Исходя из трудоемкости и фонда рабочего времени, численность аккумуляторщиков по автохозяйству составляет:

$$17816 : 1780 = 10 \text{ чел.}$$

При внедрении АЗАТ-2 и применении новой технологии зарядки аккумуляторных батарей двухступенчатыми стабилизированными токами цикл зарядки (продолжительность в часах) сократился на $2,34$ часа, или на 27% , а трудоемкость аккумуляторщиков уменьшилась по автохозяйству на

$$17816 \cdot 0,27\% = 4810 \text{ человеко-часов,}$$

что при годовом фонде рабочего времени 1780 часов высвобождает трех аккумуляторщиков. Это дает экономию по фонду заработной платы.

$$\Sigma_{\text{эл}} = r_{\text{т.с.}} \cdot t_{\text{г}} \cdot P_{\text{п}} \cdot K \cdot D \cdot O = 0,474 \cdot 4810 \cdot 1,25 \cdot 1,15 \cdot 1,07 = 3769 \text{ руб.,}$$

где $r_{\text{т.с.}}$ — часовая тарифная ставка аккумуляторщиков в коп.;

$t_{\text{г}}$ — трудоемкость в человеко-часах;

$P_{\text{п}}$ — премиальные при повременно премиальной системе оплаты труда;

K — районный коэффициент в % к основной зарплате и премиальным суммам;

D — размер дополнительной заработной платы;

O — отчисления органом специального страхования.

Расчет затрат на электроэнергию по вариантам

Установленная мощность одной базовой установки ВСА-5 составляет $1,5$ квт. В пересчете на уровень производственной мощности нового зарядного агрегата АЗАТ-2 автохозяйству потребуется иметь 6 уста-

новок ВСА-5 (табл. 1), установленная мощность которых будет 9 квт. Затраты на электроэнергию шести ВСА-5 составят:

$$9 \text{ квт} \cdot 255 \text{ дн.} \cdot 24 \text{ час.} \cdot 0,8 \cdot 0,014 = 617 \text{ руб.}$$

Установленная мощность нового зарядного агрегата — 4 квт и затраты на электроэнергию в год составят:

$$4 \text{ квт} \cdot 255 \text{ дн.} \cdot 24 \text{ час.} \cdot 0,8 \cdot 0,014 = 274 \text{ руб.}$$

Экономия электроэнергии:

$$\mathcal{E}_{эл} = 617 \text{ руб.} - 274 \text{ руб.} = 343 \text{ руб.}$$

Расчет экономии от повышения срока службы аккумуляторных батарей

Из литературы отечественной и зарубежной (США) известно, что быстродействующие автоматические зарядные агрегаты, производящие зарядку аккумуляторных батарей двухступенчатыми постоянными стабилизированными токами, обеспечивают хорошее формирование пластин и повышают срок службы аккумуляторных батарей на 30÷33% [2, 3]. Если принять, что в среднем срок службы аккумуляторов возрастает на 25÷30%, то экономия от этого автохозяйством будет получена тоже не малая. Средний срок службы аккумуляторов при зарядке на действующих зарядных установках составляет 20 месяцев (по [6] — 18÷24 месяца). При новой технологии зарядки срок службы составит

$$20 \cdot 1,3 = 26 \text{ месяцев.}$$

Средняя стоимость аккумуляторных батарей действующего парка автомашин:

6-СТ-128—40 руб.

3-СТ-98—14,90 руб.

3-СТ-98ПД—18,15 руб.

3-СТ-84—14,20 руб.

3-СТ-70—11,80 руб.

Всего: 99 руб. : 5 = 19 руб. 80 коп.

Стоимость батарей (исходя из срока службы) в расчете на один месяц эксплуатации:

а) при зарядке на ВСА-5 (19,8 руб. : 20 м-цев) = 0,99 руб.;

б) при зарядке на АЗАТ-2 (19,8 руб. ÷ 26 м-цев) = 0,77 руб.

Экономия в месяц на одну батарею: 0,99—0,77 = 0,22 руб.;

на весь парк в год: $\mathcal{E}_{сл} = 0,22 \cdot 12 \cdot 1890 \text{ автомашин} = 4990 \text{ руб.}$

Суммарная экономия равна:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{эл} + \mathcal{E}_{сл} = 3769 + 343 + 4990 = 9102 \text{ руб.}$$

Внедрение автоматизированного зарядного агрегата вызовет в автохозяйстве дополнительные капитальные вложения. Общая стоимость шести базовых установок ВСА-5 составляет: $80 \cdot 6 = 480 \text{ руб.}$

Полная стоимость АЗАТ-2 по условиям завода массового изготовления равна 1068 руб. Дополнительные капиталовложения без включения стоимости заменяемых старых установок будут равны:

$$K_n 1068 \text{ руб.} - K_c 480 \text{ руб.} = \Delta K 588 \text{ руб.,}$$

где

K_n — новые капитальные вложения;

K_c — старые капитальные вложения;

ΔK — сумма дополнительных капитальных вложений.

Срок окупаемости за счет экономии на эксплуатационных расходах: $588 \text{ руб.} : 9102 \text{ руб.} = 0,065 \text{ года, или } 24 \text{ календарных дня. Коэффициент}$

эффективности: $9102 \text{ руб.} : 588 = 1550\%$, или каждый вложенный рубль дает отдачи в год 15 руб. 50 коп.

Автоматизированные двухканальные зарядные агрегаты, обладая высокой производительностью и экономичностью, безусловно, найдут широкое применение в крупных автохозяйствах I и II категории. В средних и мелких автохозяйствах (III, IV и V категорий) с небольшим количеством автомашин, где не будет обеспечена полная загрузка 2-канальных зарядных агрегатов, целесообразно применять одноканальные зарядные агрегаты АЗАТ-1, разработанные также в НИИ АЭМ при ТПИ. Проведенные расчеты показали большую экономическую целесообразность создания централизованных или участковых зарядных станций для обслуживания нескольких мелких и средних автохозяйств. В таких станциях зарядные агрегаты будут использоваться более рационально и при наименьшем штате аккумуляторщиков.

Первые образцы зарядных агрегатов АЗАТ-2 (1) прошли успешные испытания. Их конструкционные, электрические и технические характеристики отвечают современным требованиям, и поступило большое количество запросов на изготовление этих агрегатов.

Имеющаяся потребность в АЗАТ-2 и АЗАТ-1 может быть удовлетворена за счет организации серийного производства зарядных агрегатов на одном из заводов министерства электротехнической промышленности, а широкое внедрение устройств дает эксплуатационникам автотранспорта экономический эффект, исчисляемый по стране миллионами рублей в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ, разработанные Государственным комитетом по координации научно-исследовательских работ СССР, 1964.
2. Методика определения годового экономического эффекта, получаемого в результате внедрения новой техники, утвержденная Государственным научно-техническим комитетом Совета Министров СССР, 1961.
3. Бюллетень иностранной технической информации ТАСС, № 37 (1935), 1969.
4. И. А. Агуф. Работа III международного симпозиума по аккумуляторным батареям. «Наука», 1963.
5. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденное Государственным комитетом по автоматизации и машиностроению при Госплане СССР и Министерством автомобильного транспорта и шоссейных дорог, 1965.
6. Правила эксплуатации и ухода за автомобильными свинцово-кислотными батареями, разработанные заводами-изготовителями, 1967.
7. В. П. Обрусник, А. В. Кобзев, В. Г. Киселев, С. К. Земан. Автоматизированный агрегат АЗАТ-2 для зарядки автомобильных аккумуляторов. Известия ТПИ, т. 243. Изд-во ТГУ, 1970.