

Дипломная работа  
на тему:  
Проектирование узла измерения тока  
саморазряда электрохимического  
источника питания

Руководитель проекта от предприятия ООО «Фирма «Алекто-Электроникс»:

Инженер-калибровщик 3 категории

Комаров А.Г.

Руководитель проекта от кафедры ТЭА, ОмГТУ:

к.т.н, доцент

Лобов Д.Г.

Разработал студент группы ЭН-121:

Суркова В.А.

# **Активатор электрохимических источников питания АЕАС-12V**

Активатор – это многофункциональное устройство для диагностики, обслуживания и испытания электрохимических источников питания.

Активатор предназначен для разряда, заряда, тренировки (для восстановления ЭХИП) и измерения параметров ЭХИП.



# Пример двух типов АКБ:

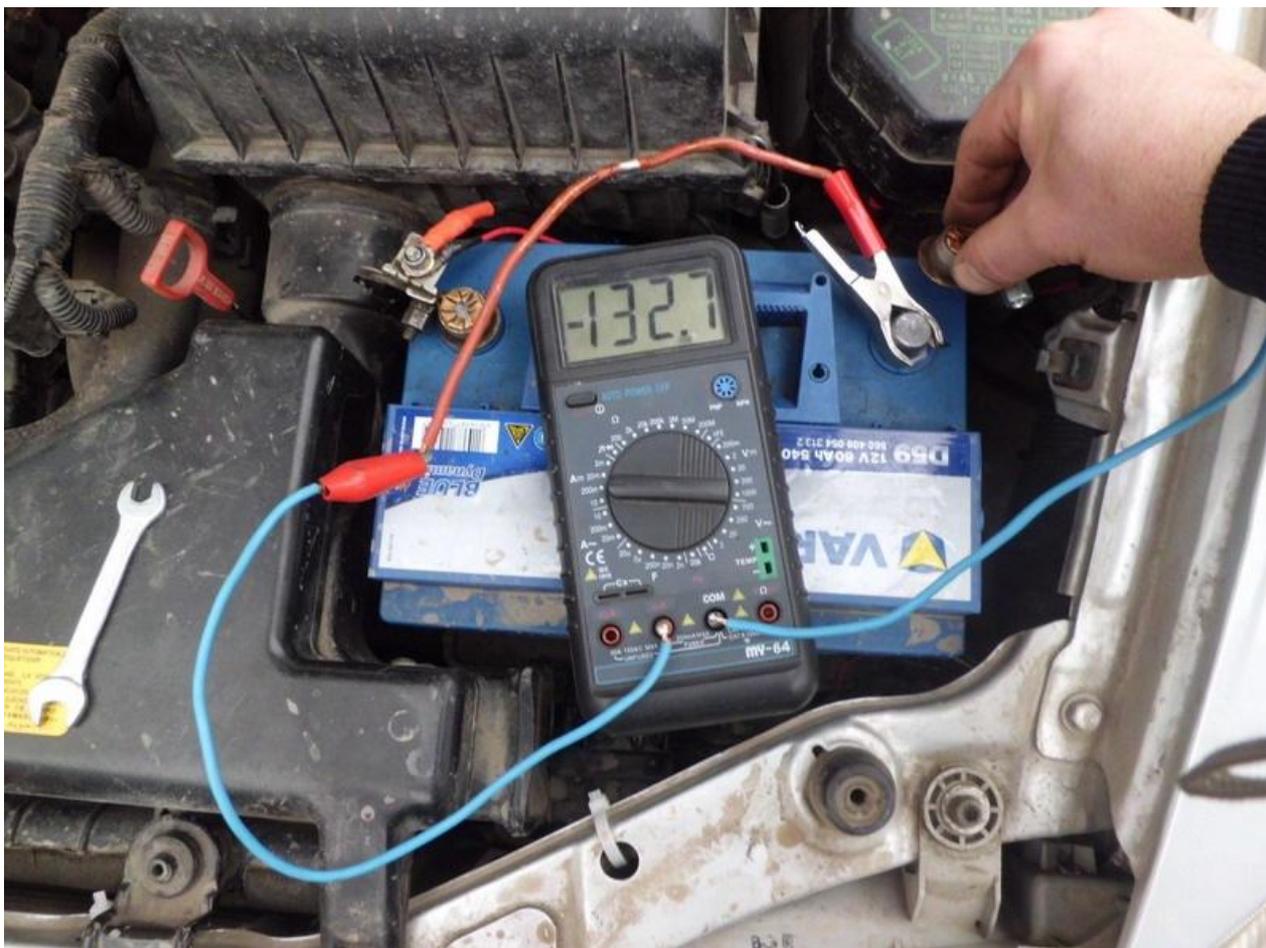
Автомобильная АКБ (60 А\*ч)



Мотоциклетная АКБ (18 А\*ч)



# Ток утечки борта



# ГОСТ 28133-89

## Определение емкости батареи

- Батареи, должны быть разряжены током  $0,25 C_5A$  до конечного напряжения разряда  $1,70$  В на аккумулятор.
- Заряд проводят током  $0,20 C_5A$  до напряжения  $2,4$  В на аккумулятор. При достижении этого напряжения батарею оставляют на  $1$  ч, после чего заряд продолжают током  $0,05 C_5A$  до достижения состояния полной заряженности. Температура электролита во время заряда должна быть не более  $40$  °С.
- После заряда проверяют плотность и уровень электролита, который в случае необходимости корректируют. После корректировки проводят подзаряд током  $0,05 C_5A$  в течение не менее  $30$  мин с целью перемешивания электролита.
- Корректировку повторяют до достижения необходимой плотности электролита.
- Затем устанавливают уровень электролита согласно ГОСТ.

# ГОСТ 28133-89

## Определение саморазряда

- Испытание батарей на снижение емкости после хранения в заряженном состоянии (саморазряд)
- Испытанию подвергают батарею, прошедшую испытания, описанные выше.
- Перед испытанием батарею полностью заряжают, корректируют плотность и уровень электролита.
- Затем проводят определение емкости  $C$  согласно показанному ранее слайду.
- После определения емкости батарею полностью заряжают. Корректируют плотность и уровень электролита, протирают досуха вентиляционные пробки.
- Батарею отключают от внешней цепи и оставляют на хранение в течение 28 сут. Во время хранения температуру электролита необходимо поддерживать  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- По истечении 28 суток, не проводя заряда, определяют емкость батареи  $C_1$  согласно показанному ранее слайду.
- Снижение емкости (саморазряд) ( $S$ ) в процентах вычисляют по формуле:

- Мерой потери емкости за время хранения  $\tau$  служит величина саморазряда, выраженная в процентах:

$$S = \frac{100 * (C_0 - C_\tau)}{C_0}$$

где

$C_0$  - емкость, отдаваемая свежезаряженным источником тока;

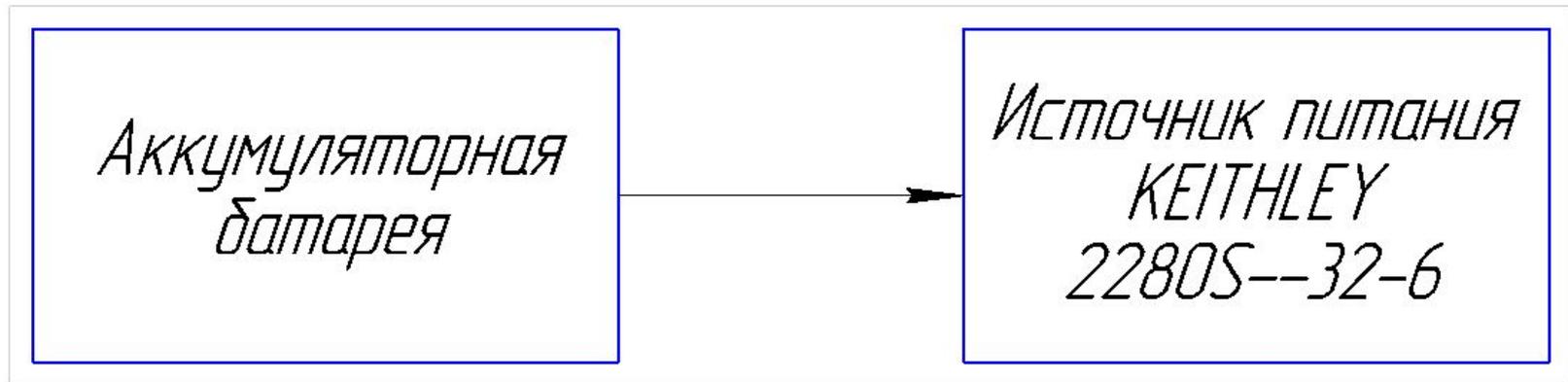
$C_\tau$  - емкость, отдаваемая после хранения в течение времени  $\tau$

- Для сортировки аккумуляторов по этому параметру необходима оценка, которая может быть получена за значительно меньший период времени, даже при потере ее точности.
- Измерение не требует большой точности, поскольку оценки с точностью 20 – 50% достаточно. Поврежденные (дефектные) АКБ имеют ток саморазряда в разы превышающий ток саморазряда исправной АКБ.
- Главное значение имеет разрешающая способность измерителя тока саморазряда. Поскольку для исправных АКБ емкостью 60 Ампер часов нормальное значение тока саморазряда 1 – 3 миллиампера, то нам нужна разрешающая способность около 50 микроампер. Ее может быть достаточно и для работы с АКБ емкостью 7 – 10 Ампер часов.

Измерение тока саморазряда компенсационным методом и измерение тока утечки борта близки по техническому исполнению. Поэтому было принято решение реализовать обе функции, что обеспечит активатору большие конкурентные преимущества.



# Экспериментальная установка

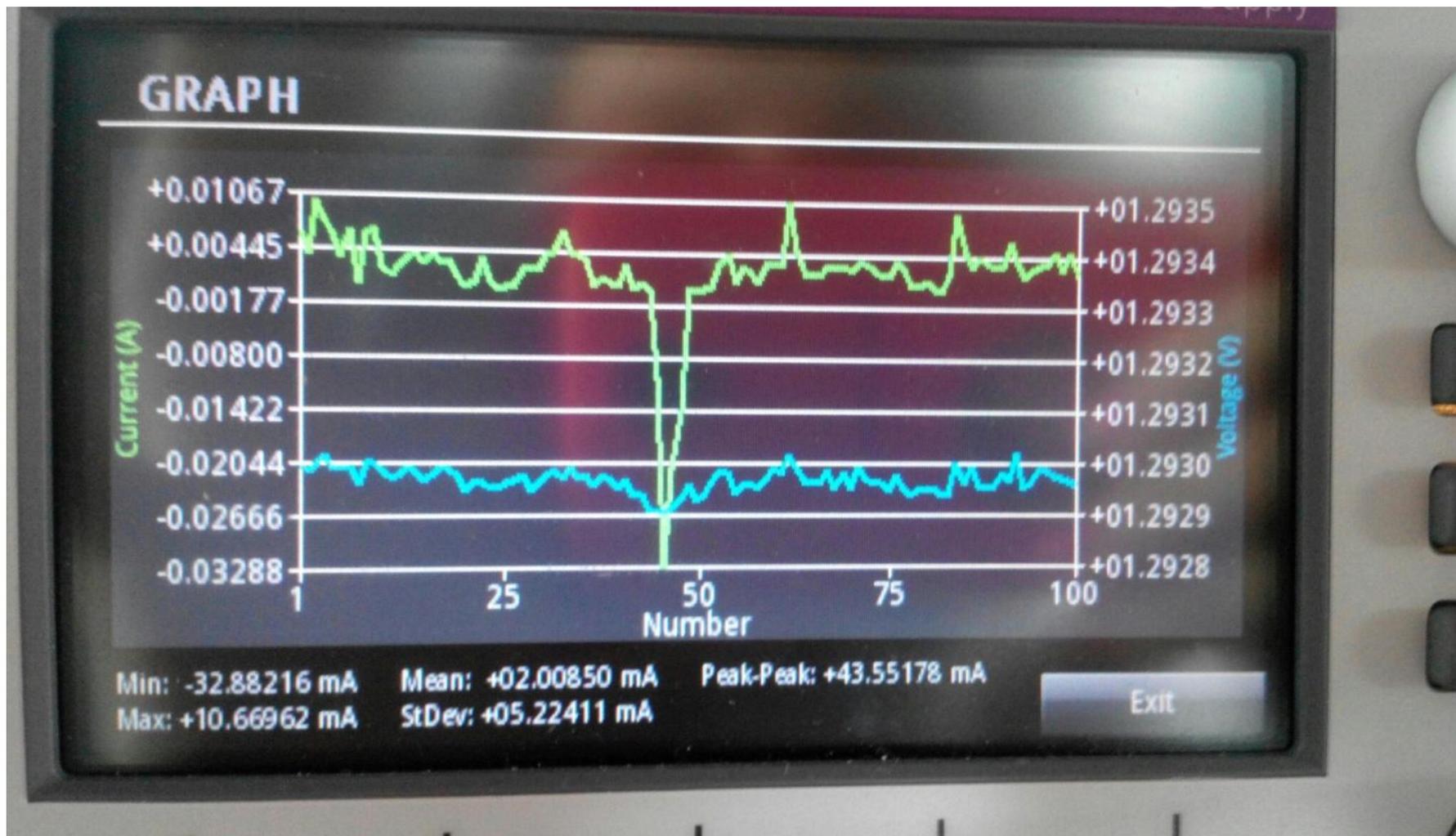


# Прибор, используемый для проведения экспериментов



- KEITHLEY источник питания постоянного тока для высокоточных измерений серии 2280.
- Точность измерения тока до 10 нА.

# Ток саморазряда



# Никель-кадмиевые аккумуляторы



# 20 авиационных никель-кадмиевых аккумуляторов

## НКБН-25

№	Voltage, V	F	Z, mΩ	R, mΩ	X, mΩ	A, deg	I, mA
1	1,30004	20.00	0.611	0.538	-0.291	-28.40	1,69..7,43
		100.0	0.515	0.515	0.014	1.557	
		500.0	1.288	0.548	1.166	64.82	
		1000.	2.410	0.647	2.322	74.43	
2	1,29812	20.00	0.606	0.557	-0.241	-23.39	1,53..8,47
		100.0	0.513	0.513	-0.015	-1.674	
		500.0	1.059	0.564	0.897	57.83	
		1000.	2.007	0.635	1.904	71.55	
3	1,27144	20.00	0.667	0.592	-0.309	-27.56	1,68..9,56
		100.0	0.545	0.545	0.008	0.840	
		500.0	1.491	0.653	1.341	64.03	
		1000.	2.353	0.676	2.254	73.30	
4	1,30395	20.00	0.605	0.550	-0.254	-24.78	0,63..6,11
		100.0	0.504	0.502	-0.054	-6.139	
		500.0	0.939	0.555	0.758	53.78	
		1000.	1.711	0.613	1.598	69.01	
5	1,29952	20.00	0.600	0.536	-0.271	-26.82	2,15..6,94
		100.0	0.524	0.523	-0.040	-4.373	
		500.0	1.185	0.627	1.006	58.06	
		1000.	1.758	0.625	1.644	69.18	
6	1,30471	20.00	0.610	0.551	-0.264	-25.60	3..7,57
		100.0	0.521	0.521	-0.007	-0.769	
		500.0	1.062	0.540	0.915	59.45	
		1000.	2.218	0.636	2.125	73.33	
7	1,30652	20.00	0.594	0.546	-0.236	-23.37	3,1..9
		100.0	0.528	0.526	0.049	5.322	
		500.0	1.334	0.547	1.217	65.79	
		1000.	2.837	0.644	2.763	76.87	
8	1,17194	20.00	0.845	0.775	-0.337	-23.50	0,02..3,53
		100.0	0.684	0.682	-0.059	-4.944	
		500.0	1.106	0.635	0.906	54.97	
		1000.	2.163	0.740	2.033	69.99	
9	1,30682	20.00	0.603	0.556	-0.234	-22.82	0,2..4,78
		100.0	0.537	0.537	-0.013	-1.386	
		500.0	1.207	0.607	1.044	59.82	
		1000.	1.857	0.642	1.743	69.77	
10	1,30671	20.00	0.601	0.546	-0.252	-24.77	1,58..7,34
		100.0	0.525	0.525	-0.002	-0.218	
		500.0	1.092	0.535	0.952	60.66	
		1000.	2.349	0.629	2.264	74.47	

№	Voltage, V	F	Z, mΩ	R, mΩ	X, mΩ	A, deg	I, mA
11	1,30632	20.00	0.618	0.552	-0.278	-26.73	2,7..9,30
		100.0	0.532	0.522	-0.106	-11.47	
		500.0	0.706	0.534	0.462	40.86	
		1000.	1.349	0.626	1.195	62.35	
12	1,30273	20.00	0.617	0.546	-0.289	-27.89	3,69..9,47
		100.0	0.525	0.514	-0.107	-11.75	
		500.0	0.662	0.548	0.373	34.24	
		1000.	1.140	0.652	0.936	55.13	
13	1,30131	20.00	0.635	0.562	-0.297	-27.85	2,02..7,08
		100.0	0.541	0.527	-0.126	-13.44	
		500.0	0.701	0.570	0.409	35.66	
		1000.	1.123	0.630	0.930	55.88	
14	1,29269	20.00	0.601	0.547	-0.251	-24.64	7,06..1,41
		100.0	0.536	0.529	-0.087	-9.339	
		500.0	0.793	0.526	0.594	48.47	
		1000.	1.573	0.622	1.445	66.71	
15	Поврежден						
16	1,29951	20.00	0.622	0.559	-0.274	-26.11	2,2..8,04
		100.0	0.542	0.536	-0.081	-8.593	
		500.0	0.896	0.580	0.683	49.66	
		1000.	1.501	0.640	1.358	64.76	
17	1,3017	20.00	0.617	0.551	-0.278	-26.77	0,2..7,42
		100.0	0.518	0.517	-0.044	-4.864	
		500.0	0.896	0.554	0.705	51.83	
		1000.	1.749	0.638	1.629	68.61	
18	1,30372	20.00	0.629	0.548	-0.309	-29.41	1,5..6,5
		100.0	0.522	0.521	-0.044	-4.827	
		500.0	1.059	0.564	0.897	57.83	
		1000.	1.875	0.646	1.761	69.85	
19	1,30345	20.00	0.609	0.546	-0.271	-26.39	1..6,05
		100.0	0.507	0.507	-0.029	-3.273	
		500.0	0.955	0.543	0.786	55.36	
		1000.	1.933	0.641	1.824	70.63	
20	1,30292	20.00	0.584	0.565	-0.149	-14.77	0,84..9,55
		100.0	0.527	0.527	0.005	0.543	
		500.0	1.003	0.546	0.842	57.03	
		1000.	2.050	0.665	1.940	71.07	

# Четыре никель-кадмиевых аккумулятора

№	Voltage, V	F	Z, mΩ	R, mΩ	X, mΩ	A, deg	I, mA
11	1,30632	20.00	0.618	0.552	-0.278	-26.73	2,7..9,30
		100.0	0.532	0.522	-0.106	-11.47	
		500.0	0.706	0.534	0.462	40.86	
		1000.	1.349	0.626	1.195	62.35	
12	1,30273	20.00	0.617	0.546	-0.289	-27.89	3,69..9,47
		100.0	0.525	0.514	-0.107	-11.75	
		500.0	0.662	0.548	0.373	34.24	
		1000.	1.140	0.652	0.936	55.13	
18	1,30372	20.00	0.629	0.548	-0.309	-29.41	1,5..6,5
		100.0	0.522	0.521	-0.044	-4.827	
		500.0	1.059	0.564	0.897	57.83	
		1000.	1.875	0.646	1.761	69.85	
19	1,30345	20.00	0.609	0.546	-0.271	-26.39	1..6,05
		100.0	0.507	0.507	-0.029	-3.273	
		500.0	0.955	0.543	0.786	55.36	
		1000.	1.933	0.641	1.824	70.63	

# Структурная схема узла

Состоит из:

- 1) Измеритель тока. (Сравнивается реальный ток с установленным током.  
Управляет регулирующим элементом.)
- 2) Измеритель напряжения. (Такой же канал, работающий с напряжением.  
Также управляет регулирующим элементом. )
- 3) Измеритель действительного напряжения акб

Вместо текста будет структурная схема!

Добавь 11,12,18,19

# Библиографический список

- Багоцкий В.С. Химические источники тока. - М.: Энергоиздат, 1981. — 360 с.
- Таганова А.А. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации. - СПб.: Химиздат, 2005. - 264 с.
- ГОСТ 28133-89 Батареи аккумуляторные свинцовые тяговые. Технические требования и методы испытаний