

Технико-экономическое обоснование применения СОПТ на базе литий-ионных аккумуляторных батарей



1. Сравнение СОПТ на базе ЛИА с основными типовыми существующими на рынке решениями



Литий-железо-
фосфатные
(LFP)

VS



Малообслуживаемые
намазные
(OGSM, Ogi, OP)



Малообслуживаемые
трубчатые
(OPzS)



Элементы
Планте
(GroE)



Необслуживаемые
герметичные
(AGM)



Необслуживаемые
гелевые
(GEL)

2. Определение параметров типовых объектов установки СОПТ:

значение тока постоянной нагрузки;
значение тока кратковременной нагрузки;
номинальное напряжение СОПТ;
продолжительность режима аварийного разряда АБ

3. Расчет стоимости установки и эксплуатации СОПТ различных видов на жизненном цикле 20 лет

4. Выводы

Для определения экономической целесообразности установки СОПТ на ЛИА на конкретном объекте необходимо в комплексе рассматривать группу факторов.

Факторы «ЗА» СОПТ на ЛИА

- наличие толковых нагрузок. За счет больших разрядных токов ёмкость ЛИА будет меньше необходимой ёмкости СКА
- необходимость ремонта/строительства помещения аккумуляторной. Для ЛИА оно не нужно
- объем монтажных работ и количество материалов при подключении для ЛИА в разы меньше
- ресурс ЛИА зависит от режима, но в целом он выше, чем у многих СКА
- сервисное обслуживание ЛИА дешевле, чем СКА



Факторы «ЗА» СОПТ на СКА

- батареи с высокой ёмкостью и малой мощностью без толковых токов. Ёмкость «Ач-в-Ач» у СКА дешевле;
- инфраструктура аккумуляторной есть и не требует ремонта. Ее стоимость значительна, это значимо для малообслуживаемых аккумуляторов

Выбор аккумуляторной батареи должен производиться в следующем порядке:

1. Построение диаграммы нагрузки системы оперативного постоянного тока:

2. Выбор количества аккумуляторов:

$$N = \frac{U_{\text{нб.норм.доп}}}{U_{\text{ак.пз.}}}, \text{ где } U_{\text{нб.норм.доп}} - \text{наибольшее нормально допустимое}$$

напряжение на клеммах электроприемников, В;

$U_{\text{ак.пз.}}$ - напряжение поддерживающего заряда аккумуляторов, В

3. Предварительный выбор номинальной емкости аккумуляторов:

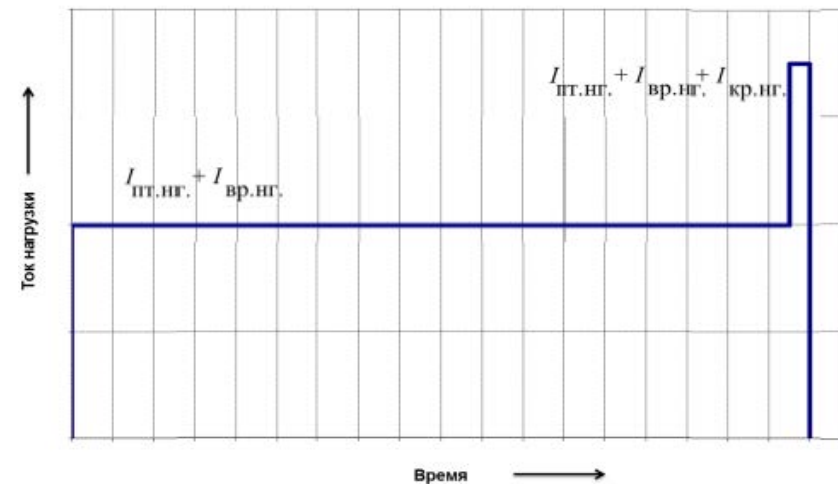
$C_{\text{пр}} = k_1 \cdot (I_{\text{пт.нг.}} + I_{\text{вр.нг.}}) + k_2 \cdot I_{\text{кр.}} \cdot t_{\text{кр.}}$, где k_1, k_2 - коэффициенты интенсивности разряда при продолжительностях разряда, равных расчетной продолжительности разряда аккумуляторной батареи и максимальной продолжительности кратковременной нагрузки соответственно, А·ч/А

4. Выбор дополнительной группы аккумуляторов, при необходимости;

5. Выбор номинальной емкости аккумуляторов:

$C = k_3 \cdot C_{\text{пр}}$, где k_3 - коэффициент, учитывающий работу АБ при температуре 10 °С и снижение располагаемой емкости до 80 % номинальной емкости к концу срока службы

Номинальная емкость аккумуляторной батареи принимается из ряда номинальных емкостей аккумуляторов выбранного типа больше, чем C .



Для расчетного случая принят объект со следующими характеристиками:

номинальное напряжение СОПТ – 220 В, расчетная продолжительность режима аварийного разряда АБ – 2 ч.

Нагрузка СОПТ:

Суммарный ток постоянной и временной нагрузки – 20 А;

Ток кратковременной нагрузки – 720 А в течении 1/360 мин.

Необходимая минимальная расчетная емкость для питания постоянной нагрузки:

$$C' = k_{\text{ср}} \cdot t \cdot I_{\text{ср}} = 1,5 \cdot 2 \cdot 20 = 60 \text{ А} \cdot \text{ч},$$

где $I_{\text{ср}}$ – усредненное за время разряда суммарное значение тока постоянной и временной нагрузок, А;

t – расчетная продолжительность разряда аккумуляторной батареи, ч;

$k_{\text{ср}}$ – усредненное значение коэффициента интенсивности разряда аккумуляторной батареи.



Произведем расчет аккумуляторных батарей в соответствии с методикой, представленной выше.

Результаты сведем в таблицу

Пример расчета для реального объекта

Тип АБ, ближайшая к расчетной емкости	Ток разряда по разрядной характеристике, А		k2 (1/360 мин), А*ч/А	k1 (120 мин), А*ч/А	С10 без учета повышающих коэффициентов, А*ч	С10 с учетом повышающего коэффициента 1,5, А*ч	АБ из стандартного типового ряда	Количество элементов АБ исходя из условия соблюдения максимального напряжения на нагрузке 242 В, шт
	1/360 мин	120 мин						
2 OGi 55 (C10=55 А*ч)	103,3	19,6	0,53	2,81	450,12	675,18	2 OGi 680 (C10=680Ач)	120
3 GroE 75 (C10=75 А*ч)	135,6	28,8	0,55	2,60	461,38	692,06	7 GroE 700 (C10=700Ач)	120
2 OPzS 100 (C10=105 А*ч)	97,6	34,3	1,08	3,06	857,33	1286,00	12 OPzS 1200 (C10=1380Ач)	120
OP3 (C10=73 А*ч)	98,9	23,7	0,74	3,08	607,81	911,72	OP36 (C10=960Ач)	120
АГН 2-200Д (C10=200 А*ч)	289	106	0,69	1,89	549,85	824,77	АГН 2-800Д (Сн=800Ач)	120
IPCorp-86 (C10=86 А*ч)	287	39	0,30	2,21	266,10	399,15	2xIPCorp-200 (Сн=400Ач)	68

АБ из стандартного типового ряда	Цена на 31.01.23		
	Цена за партию АБ с НДС, руб.	Цена стеллажа с НДС, руб.	Итого, руб.
2 OGi 680 (C10=680Ач)	7 947 300,00 Р	257 175,00 Р	8 204 475,00 Р
7 GroE 700 (C10=700Ач)	18 567 750,00 Р	456 435,00 Р	19 024 185,00 Р
12 OPzS 1200 (C10=1380Ач)	12 759 300,00 Р	342 180,00 Р	13 101 480,00 Р
OP36 (C10=960Ач)	11 325 706,50 Р	320 917,50 Р	11 646 624,00 Р
АГН 2-800Д (Сн=800Ач)	10 921 000,50 Р	330 092,94 Р	11 251 093,44 Р
2xIPCorp-200 (Сн=400Ач)	7 001 708,90 Р	*	7 001 708,90 Р

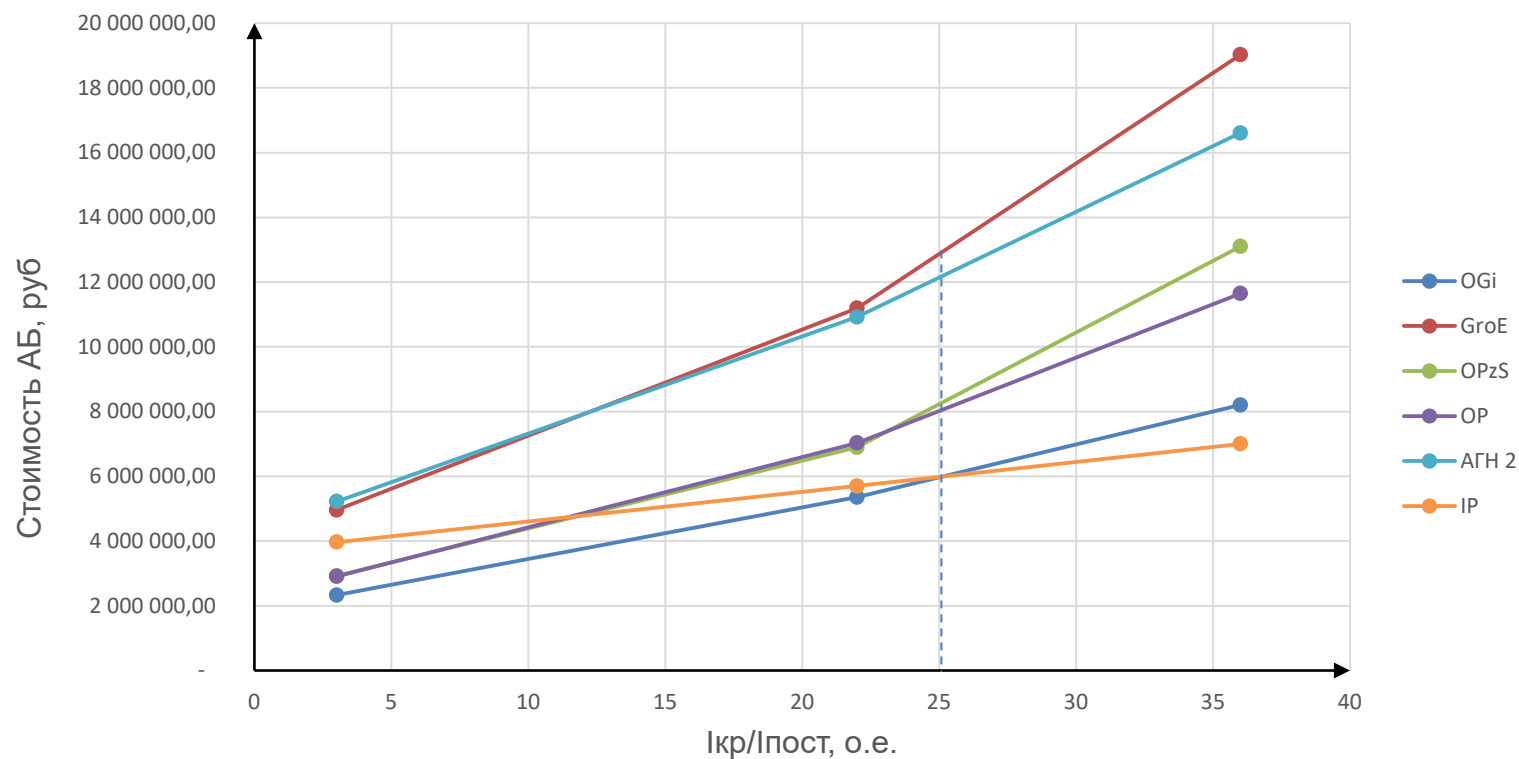
Таким образом, результаты расчета показали, что литий-ионная аккумуляторная батарея является наиболее предпочтительным вариантом для СОПТ на данном объекте, вследствие высоких значений кратковременных токов нагрузки.

* - цена за партию включает в себя стоимость стеллажа, электроники и оборудования



Произведем аналогичные расчеты при изменении кратковременной составляющей тока нагрузки ($I_{кр}$).

Зависимость стоимости АБ от величины кратковременной составляющей тока нагрузки



При соотношении токов нагрузки $\frac{I_{кр}}{I_{пост}} = 25$ установка литий-ионной аккумуляторной батареи для СОПТ становится экономически обоснованной.

1. При выраженной толчковой нагрузке экономический эффект установки СОПТ на ЛИА более очевиден за счет хороших токовых характеристик аккумуляторов
2. СОПТ на ЛИА имеет аналогичные с СОПТ на базе необслуживаемых аккумуляторов (AGM, GEL) преимущества в плане компактности, отсутствия потребности в оборудовании аккумуляторных помещений, возможности размещения в непосредственной близости с нагрузкой. Однако выигрывает у них за счет лучших разрядных характеристик и большего ресурса
3. СОПТ на базе намазных и трубчатых аккумуляторов (OCSM, OGi, OP, OPzS) требуют оснащения аккумуляторного помещения. Кроме того, обслуживание данных СОПТ также является более сложным и дорогим.
4. СОПТ на базе аккумуляторов GroE также, как и СОПТ на ЛИА, имеет хорошие токовые характеристики, но при этом, также как и другие малообслуживаемые аккумуляторы, должен размещаться в специальном помещении.
5. В настоящем сравнении не учтен ряд преимуществ СОПТ на ЛИА:
 - *меньшая зависимость ресурса ЛИА от температуры, нежели у СКА;*
 - *повышение уровня цифровизации при установке СОПТ на ЛИА. Возможность мониторинга состояния АКБ, накопления архивной информации*