

УДК 621.31.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГЭУ В СЭС УДАЛЕННЫХ ПОСЕЛКОВ

А.С. Сичевский, студент гр. ЭПб-141, IV курс

В.А. Коваленко, студент гр. ЭПб-141, IV курс

Научный руководитель: Т.Л. Долгопол, доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В Российской Федерации огромное число районов, где плотность населения не превышает отметку в 1 чел./км²: Дальний Восток, Якутия, Камчатка, Сибирь и др. Число людей, проживающих в этих населенных пунктах, в среднем составляет от сотни до нескольких тысяч человек. Как правило, они удалены от систем централизованного электроснабжения на десятки и сотни километров. Электрические нагрузки таких потребителей невелики и достигают порядка несколько сотен киловатт. Проблема надежного и качественного электроснабжения удаленных и малонаселенных поселков, рассредоточенных по огромной территории России, остается весьма острой в социальном, техническом и экономическом аспектах и в настоящее время. Данная проблема является важным ориентиром государственной политики, отраженным в энергетической стратегии развития России до 2035 года.

Для оценки целесообразности использования автономных гибридных электроустановок (АГЭУ) в системах электроснабжения (СЭС) удаленных населенных пунктов был выбран поселок Усть-Анзас, расположенный на северо-востоке Таштагольского района Кемеровской области и входящий в состав Шерегешского городского поселения. На территории поселка проживает 87 человек (данные переписи за 2010 г.). Усть-Анзас известен музеем под открытым небом «Тазгол», который знакомит посетителей с жизнью и бытом коренного населения Кузбасса – шорцев. Поселок пользуется популярностью у туристов из России и зарубежья, занимающихся сплавом по рекам и предпочитающих активный отдых. В последние десятилетия в Усть-Анзасе были построены школа и фельдшерско-акушерский пункт, а районная потребкооперация обеспечивает торговое обслуживание поселка.

Поселок располагается в 48 км от районного центра – г. Таштагол. Электроснабжение поселка Усть-Анзас осуществляется от дизельной электростанции (ДЭС) мощностью 200 кВт. Поселковая электрическая сеть выполнена воздушными линиями с использованием голых проводов марки А на деревянных опорах, все линии двухпроводные. Электроснабжение поселка от ДЭС осуществляется в течение 3-8 часов в сутки, что обусловлено не только высокой ценой дизтоплива в качестве энергоносителя, но и большими транспортными расходами на его доставку.

С целью повышения надежности и качества электроснабжения поселка в статье рассмотрена возможность использования в качестве источника питания АГЭУ и оценена экономическая целесообразность этого решения.

Определение капитальных затрат на приобретение и монтаж АГЭУ приведено в табл.1.

Таблица 1. Капитальные затраты на АГЭУ

№ п/п	Наименование	Требуемое количество, шт.	Цена, тыс. руб.
1	Дизель генератор АД-100С-Т400-1Р	2	960,00
2	Солнечный модуль НН-MONO100W	145	942,50
3	Инвертор МАП SIN PRO 12-2	5	162,50
4	Контроллер КЭС MPPT PRO 100-60	145	1450,00
5	Аккумулятор АКБ 2-210	290	5206,00
6	Дополнительное оборудование		280,00
7	Монтажные работы		1500,00
Итого			10501,00

Поселок Усть-Анзас располагается на 53° северной широты (с. ш.), то есть суммарная солнечная радиация в данном поселке составляет порядка $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в сутки, и продолжительность солнечного сияния более 2000 часов в год. В зависимости от времени года будет изменяться объем вырабатываемой солнечной батареей энергии в сутки. Суточные графики нагрузок поселка и выработка электроэнергии фотоэлектрической системой (ФЭС) и дизельно-генераторной установки (ДГУ), а также выдача накопленной электроэнергии аккумуляторными батареями (АКБ), в зависимости от времени года, представлены на рис.1.

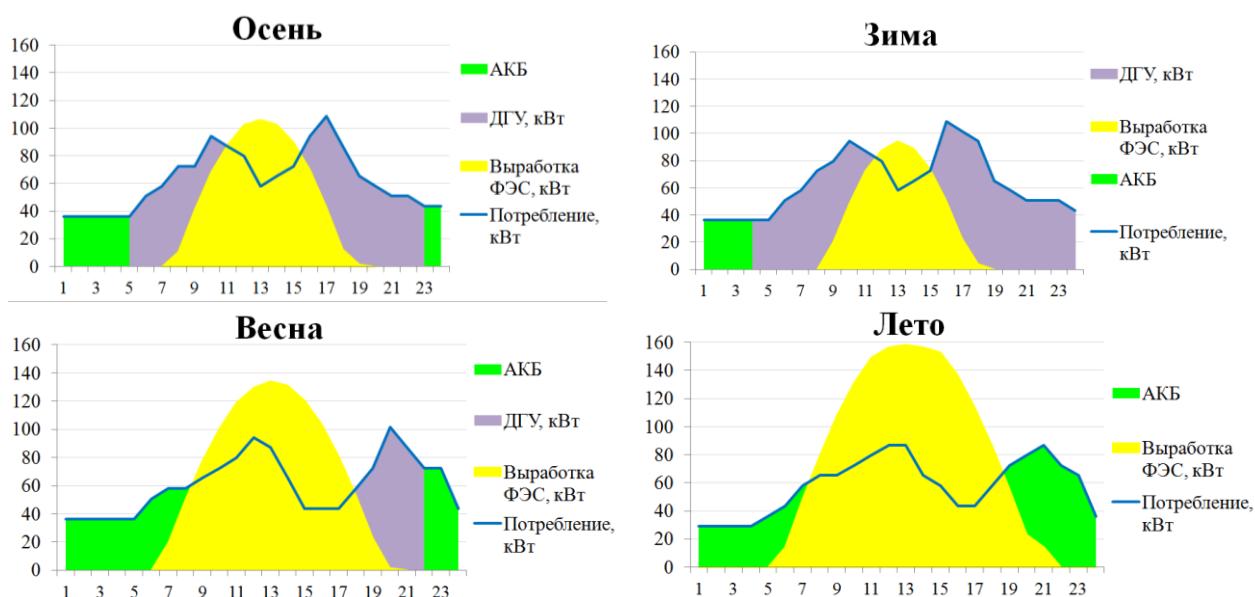


Рис. 1. Суточные графики потребления и генерации мощностей поселка

Как видно из графиков, в летнее время года генерации ФЭС будет достаточно для покрытия суточного графика нагрузки поселка, весной эксплуатация ДГУ будет минимальной (в работе будет 1 генератор), а осенью и зимой – 2 дизельных генератора будут работать практически наравне с солнечной электростанцией. А, следовательно, потребление дизельного топлива (ДТ) значительно сократится (рис.2).

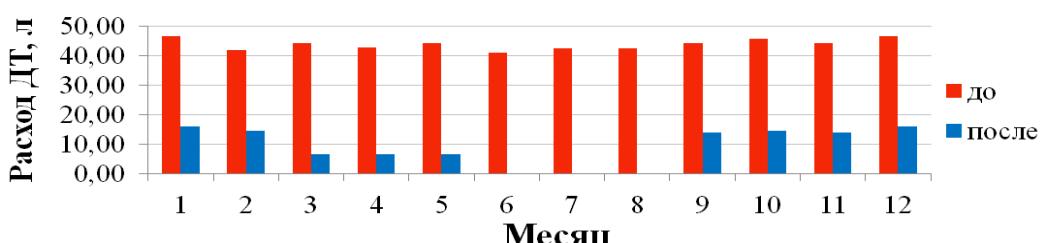


Рис. 2. Расход дизельного топлива до и после внедрения системы АГЭУ

Как следует из рис.2, потребление ДТ после монтажа АГЭУ уменьшится в 3 раза, а следовательно, уменьшится загрязнение окружающей среды.

Валовый выброс веществ за год (т/год) ДГУ определяется по формуле:

$$W_{\text{эн}} = q_{\text{эн}} \cdot G_T \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

где $q_{\text{эн}}$ – удельный выброс n-ого вредного вещества, г/кг топл.; G_T – расход топлива за год, кг.

Полученные результаты по объемам выбросов вредных веществ в атмосферу, до и после установки АГЭУ, представлены в табл.2.

Таблица 2. Объем выбросов вредных веществ в атмосферу

		CO	NO _x	CH	C	SO ₂	CH ₂ O
$W_{\text{эн}}$, т/год	до	6,039	9,291	5,575	0,929	2,323	0,232
	после	0,00121	0,00186	0,00111	0,00019	0,00046	0,00005

По полученным результатам видно, что выбросы в атмосферу CO уменьшились в 6000 раз, NO_x – в 9000 раз, а SO₂ – в 5000 раз. Это объясняется тем, что в весенний период будет работать всего один генератор, а в летний период – оба генератора не будут эксплуатироваться.

Важным показателем является стоимость электроэнергии от автономных источников питания. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой ДГУ:

$$T_{\text{ЭЭ(ДГУ)}} = \frac{K_{\text{ДГУ}}}{N_{\text{ДГУ}}} \cdot \frac{V_{\text{ДТ}} \cdot S_{\text{ДТ}}}{W_P} = 43,67 \text{ руб./кВт}\cdot\text{ч} \quad (2)$$

где $K_{ДГУ}$ – стоимость ДГУ, 960 тыс.руб.; $N_{ДГУ}$ – моточасы, 10000 час.; $V_{ДТ}$ – расход ДТ, л/час.; S – стоимость ДТ, 38,2 руб./л; W_P – выработанная электроэнергия, кВт·ч.

Цена выработанной электрической энергии АГЭУ равна:

$$T_{\text{ЭЭ(АГЭУ)}} = \frac{K_{\text{АГЭУ}}}{W_P} = 10,23 \text{ руб./кВт}\cdot\text{ч} \quad (3)$$

где $K_{\text{АГЭУ}}$ – стоимость АГЭУ, 10501 тыс.руб.; W_P – выработанная электроэнергия, кВт·ч.

Стоимость электроэнергии за год для ДГУ составит порядка 1860 тыс. руб., а для АГЭУ – 448 тыс. руб., что на 1412 тыс. руб. меньше.

Кроме этого, с учетом большой степени износа поселковой электрической сети, произведена оценка реконструкции внутреннего электроснабжения поселка с использованием изолированных проводов (СИП) и железобетонных опор.

Предлагаемая схема поселковой сети представлена на рис.3.

Условные обозначения:

- – дизель-генераторная установка (ДГУ)
- – потребитель (жилое здание)
- – ж/б опора одностоечная
- СИП 2x50
- СИП 2x35
- СИП 2x16
- 24 – школа
- 27 – фельшерско-акушерский пункт

п. Усть-Анзас

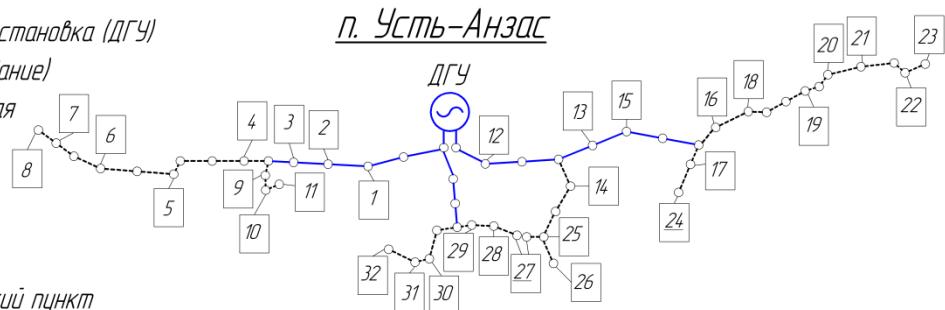


Рис. 3. Поопорная схема поселковой сети

Таблица 3. Максимальная токовая нагрузка и выбранные элементы СЭС

Линия	Участок	I_p , А	Провода		Опоры	
			Марка	Длина, м	Марка	Кол-во, шт.
1	1.1	105,85	СИП-2 3×50+1×50	236	СВ 95	6
	1.2	42,20	СИП-2 3×35+1×50	340	СВ 95	9
	1.3	25,32	СИП-2 3×35+1×50	60	СВ 95	3
	1.4	50,65	СИП-2 3×50+1×50	120	СВ 95	3
	1.5; 1.6	25,32	СИП-2 3×35+1×50	128	СВ 95	7
2	2.1	112,85	СИП-2 3×50+1×50	140	СВ 95	4
	2.2	85,41	СИП-2 3×50+1×50	150	СВ 95	4
	2.3	59,09	СИП-2 3×35+1×50	372	СВ 95	11
	2.4	16,88	СИП-2 3×35+1×50	90	СВ 95	2
	2.5	33,76	СИП-2 3×35+1×50	185	СВ 95	5

С учетом стоимости всех элементов ВЛ и их монтажа затраты на реконструкцию СЭС поселка составят 645,51 тыс. руб.

Тогда, срок окупаемости АГЭУ без реконструкции СЭС поселка по выражению (5) или с реконструкцией по выражению (6) составит:

$$DP_{AG\mathcal{E}U} = \frac{K_{AG\mathcal{E}U}}{\Delta C_{\mathcal{E}E}} = 7,43 \text{ года}, \quad (4)$$

$$DP_{AG\mathcal{E}U+C\mathcal{E}C0,4} = \frac{K_{AG\mathcal{E}U} + K_{C\mathcal{E}C0,4}}{\Delta C_{\mathcal{E}E}} = 8 \text{ лет}, \quad (5)$$

где $K_{AG\mathcal{E}U}$ – стоимость закупки и монтажа АГЭУ, тыс.руб.; $K_{C\mathcal{E}C0,4}$ – стоимость реконструкции СЭС поселка, тыс. руб.; $\Delta C_{\mathcal{E}E}$ – экономия затрат на выработку электроэнергии, тыс.руб./год.

Как видно из полученных результатов, срок окупаемости при использовании АГЭУ с реконструкцией СЭС поселка отличается менее чем на полгода, поэтому реконструкция поселковой распределительной сети является весьма полезным техническим решением, так как это приведет к уменьшению потерь электроэнергии и к повышению ее качества.

Таким образом, использование АГУЭ в качестве источника питания для удаленных населенных пунктов полностью оправдывает себя и приводит к значительному снижению выброса вредных веществ в атмосферу.

Список литературы:

1. Постановление Госстроя РФ от 26 октября 2003 г. № 194. Свод правил по проектированию и строительству СП 31-110-2003.
2. Стоимость ДТ в Кемеровской области за 2017 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.benzin-price.ru/price.php?region_id=42