

## УДК 621.311

А.С. СИЧЕВСКИЙ, студент гр. ЭПб-141 (КузГТУ)  
В.А. КОВАЛЕНКО, студент гр. ЭПб-141 (КузГТУ)  
Научный руководитель: Т.Л. Долгопол, доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕТЬЕГО НЕЗАВИСИМОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ В СЭС УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Россия занимает одно из лидирующих мест по производству угля. В ее недрах сосредоточено около 35% мировых ресурсов угля и порядка 25% разведанных запасов – 194 млрд. т. В настоящее время добыча угля идет в 25 субъектах Российской Федерации. На долю Кемеровской области приходится около 60% добычи каменных углей и около 82% добычи коксующихся углей России. Угольная промышленность в Кузбассе активно развивается.

Однако, за последние годы в Кемеровской области произошло немало аварийных отключений электрической энергии угледобывающих предприятий. В качестве одного из самых ярких примеров можно привести отключение главных вентиляторов на семи шахтах Кузбасса, в следствии обрыва высоковольтной воздушной линии (ВЛ-110 кВ) «Белово - Ново-Ленинская». Все шахтеры были выведены на поверхность, поскольку прекращение работы главных вентиляторов на шахтах крайне опасно и требует срочной эвакуации всех подземных рабочих.

Шахты относятся к потребителям первой категории по надежности электроснабжения. В следствии чего, надежное электроснабжение таких объектов является одной из первостепенных задач. Потребители первой категории должны получать электрическую энергию от двух независимых источников питания [1] - двух линий электропередач, подключенных к шинам отдельных силовых трансформаторов. Стоит учесть тот факт, что часть электроприемников горных предприятий относится к первой особой категории по надежности электроснабжения, так называемая «аварийная броня». То есть, это наименьшая мощность, обеспечивающая безопасное состояние предприятия с полностью остановленным технологическим процессом как для работников, так и для окружающей среды.

Согласно Постановлению Правительства РФ №861 от 27.12.2004 г. [2] электроснабжение такого электрооборудования необходимо осуществлять от третьего независимого источника питания. В зависимости от мощности потребителя, в качестве резервного источника питания может выступать линия электропередач (ЛЭП), аккумуляторная батарея (АКБ) или дизель-генераторная установка (ДГУ).

Для оценки способов повышения надежности электроснабжения потребителей первой категории была выбрана шахта «Первомайская», расположенная в г. Березовский, Кемеровская область. На шахте добывается коксовый отощенный (КО) уголь, ведутся разработки XXVI и XXVII пластов. По данным за 2016 год, на угледобывающем предприятии работают 600 человек. На территории шахты располагается п/ст «Первомайская 35/6 кВ», которая питается по двухцепной ВЛ 35 кВ от п/ст «Крохалевская». Расчетная аварийная броня для шахты составляет 4,5 МВт. В 8,2 км от угледобывающего предприятия находится п/ст «Бирюлинская 35/6 кВ», питающая городскую котельную и имеющая резерв мощности для технологического присоединения – 7,39 МВт.

В качестве третьего источника питания были рассмотрены следующие варианты: применение ДГУ, газотурбинной электростанции (ГТЭС) или прокладка еще одной ВЛ - 6 кВ (технологическое присоединение к свободной ячейке 21 второй секции шин п/ст «Бирюлинская 35/6 кВ»). Стоимость на реализацию предложенных вариантов представлены в табл.1 и на гистограмме (рис.1).

Таблица 1. Стоимость третьего независимого источника питания

Наименование	Мощность, МВт	Кол., шт.	Стоимость, тыс.руб.
Газотурбинная электростанция			
Tedom Quanto D4500	4,5	1	130256
Дизель-генераторная установка			
С 2030×3	4,5	1	76890
ВЛ - 6 кВ			
По укрупненным показателям: 580 тыс.руб./км [3]			4645
Технологическое присоединение (21 ячейка, 2 с.ш.)			96
Итого:			4741

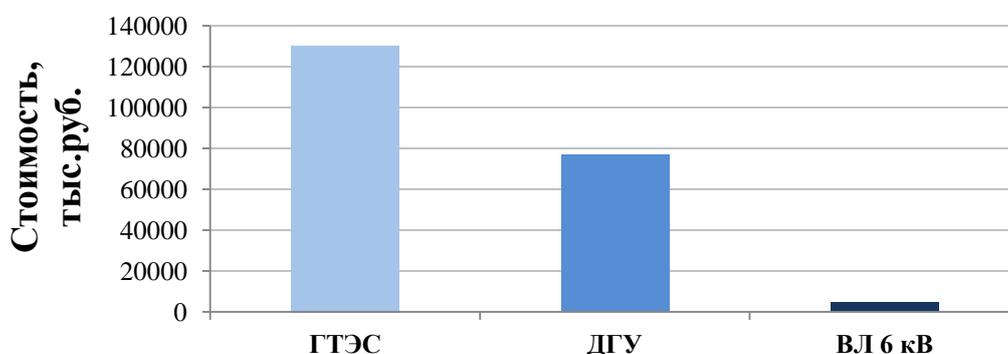


Рис. 1. Стоимость третьего независимого источника питания

Из рис.1 видно, что стоимость ГТЭС и ДГУ в десятки раз превышает стоимость строительства ВЛ-6 кВ.

Стоит заметить еще тот факт, что стоимость затрат на приобретение автономных источников питания в большей мере зависит от нагрузки потребителей (в данном случае от величины аварийной брони), в то время как стоимость ВЛ зависит от удаленности потребителя от источника питания с имеющейся резервной мощностью.

Целесообразно сравнить стоимость строительства линий различной протяженности со стоимостью автономных источников питания. При длине ВЛ 75 км затраты на строительство линии будут превышать затраты на приобретение ДГУ, а при длине более 150 км –затраты на ГТЭС. Но стоит учесть тот факт, что в большинстве случаев географическое положение населенных пунктов определяется местом разработки угольных месторождений, то есть подстанции, располагающие резервными мощностями, находятся на достаточно близком расстоянии от горных предприятий.

Надежность работы линии в качестве третьего независимого источника питания зависит от марки проводов. В связи с этим, было произведено сравнение ВЛ, выполненной проводами марок А, АС, СИП, АСРС и АССС. Последние находят все более широкую популярность как за рубежом, так и в РФ. Это объясняется тем, что провода АСРС и АССС изготавливаются из алюминиевого сплава повышенной проводимости, что позволяет увеличить пропускную способность линии. Использование проводов меньшего сечения приводит к уменьшению массы провода и возможности увеличения длины пролета, а, следовательно, к уменьшению числа опор и изоляторов.

Сравнение затрат на строительство ВЛ с использованием разных марок проводов представлено в табл.2.

Таблица 2. Сравнение затрат при использовании разных марок проводов

Марка провода	Стоимость, тыс.руб.				
	Провода	Опоры	Изоляторы	Монтажные работы	Итого
А	2005,15	665,57	369,63	1572,27	4612,61
АС	2262,22	665,57	369,63	1572,27	4869,68
СИП	2543,45	665,57	-	2431,65	5640,67
АСРС	2262,22	399,34	224,77	1495,80	4382,14
АССС	2416,46	399,34	224,77	1495,80	4536,38

Полученные результаты представлены в виде гистограммы (рис.2).

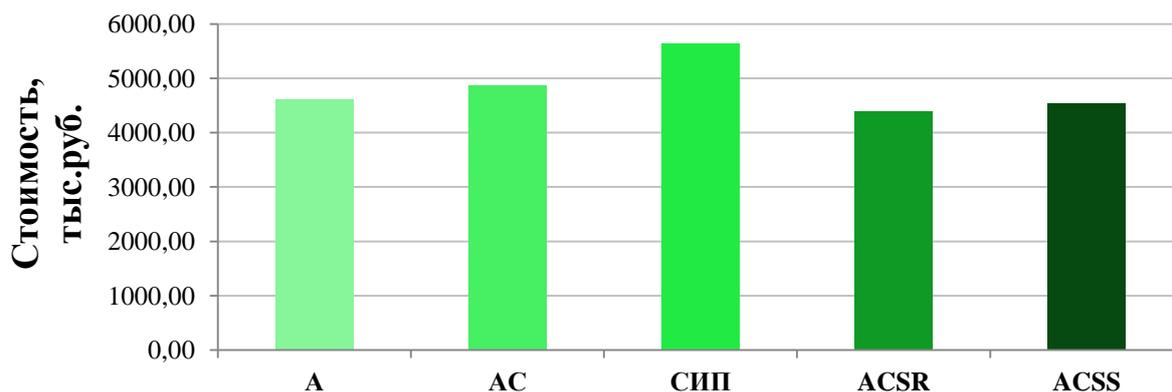


Рис. 2. Затраты на строительство ВЛ-6 кВ с разными проводами

Как следует из рис.2, самым экономичными вариантами являются монтаж ВЛ с использованием провода марки АCSR и АССС, несмотря на их дороговизну. Однако, такое соотношение затрат при использовании для ВЛ традиционных проводов и новых марок соблюдается не всегда, так как стоимость строительства ЛЭП зависит от длины.

Результаты оценки влияния длины питающей линии на ее стоимость при использовании проводов различных марок сведены в табл.3 и приведены на рис.3.

Таблица 3. Стоимость ВЛ в зависимости от длины

Длина ВЛ, км	Стоимость, тыс.руб.				
	А	АС	СИП	АCSR	АССС
1	887,07	918,42	855,59	819,58	838,39
2	1404,50	1467,20	1520,19	1314,38	1352,00
3	1921,94	2015,99	2184,78	1809,18	1865,61
4	2439,38	2564,78	2849,37	2303,98	2379,22
5	2956,81	3113,56	3513,97	2798,78	2892,83
6	3474,25	3662,35	4178,56	3293,58	3406,44
7	3991,69	4211,14	4843,15	3788,38	3920,05
8	4509,12	4759,92	5507,75	4283,18	4433,66
9	5026,56	5308,71	6172,34	4777,98	4947,27
10	5544,00	5857,50	6836,94	5272,78	5460,88

Как видно из графика (рис.3), наиболее экономичным вариантом является строительство ВЛ с использованием проводов АCSR и АССС.

В итоге, можно сделать вывод о том, что в качестве третьего независимого источника питания для повышения надежности внешнего электропитания шахт более целесообразно использовать третью питающую линию при наличии резервной мощности на ближайших к угольному предприятию подстанциях.

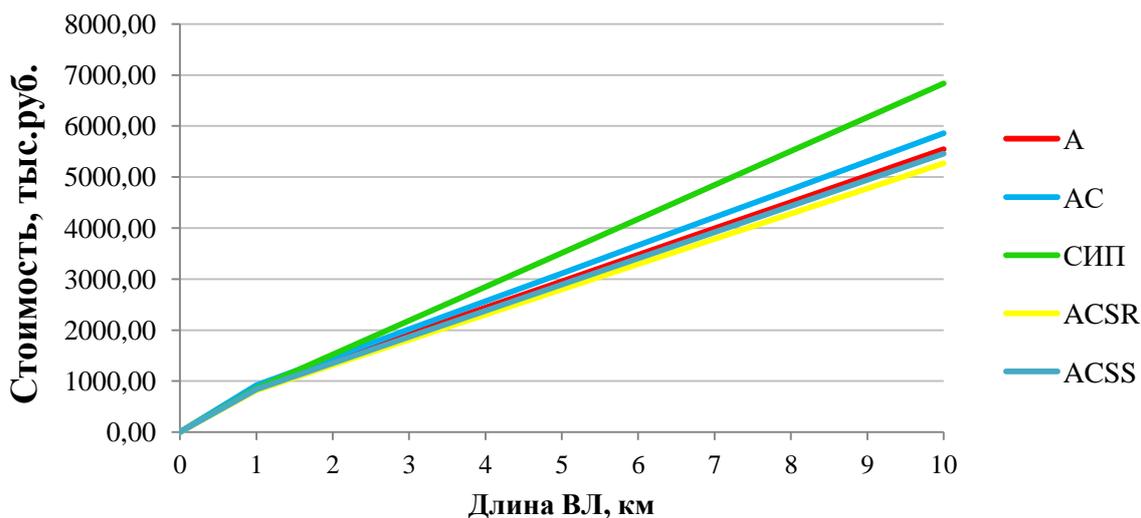


Рис. 3. Стоимость сооружения ВЛ в зависимости от длины

Лишь при длине питающей линии более 75 км можно говорить, что менее затратным техническим решением будет использование автономного источника питания – ДГУ. И такое соотношение стоимости ВЛ-6 кВ и ДГУ определено только по капитальным вложениям в проекты. Если учесть эксплуатационные расходы, в которых превалирует оплата используемых энергоносителей, то с учетом почти в 2 раза больших затрат на приобретение дизельного топлива и его доставку, чем стоимость объемов электрической энергии на бесперебойное питание аварийной брони шахт, преимущества использование в качестве третьего независимого питания линии электропередач станет еще более очевидным.

#### Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок – 7-е изд.: Мин-во энергетики РФ, 2003. – 136 с.
2. Об утверждении правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг и т.д. [Текст]: Постановлению Правительства РФ №861 от 27.12.2004 г.
3. Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 6-750 кВ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fsk-ees.ru>.
4. Глушкова, А. И. Сравнительный анализ способов повышения надежности электроснабжения угольных шахт Кузбасса [Текст] /А.И. Глушкова, Т.Л. Долгопол // Вестник КузГТУ. – Кемерово: 2016/6. – 140-144 с.