

УДК 621.879.3

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Каченков А.К., Болтунов А.В, студенты гр. ЭПб-221, 3 курс

Научный руководитель: Долгопол Т.Л., доцент

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

Электроснабжение потребителей на угольном разрезе происходит в основном по магистральным линиям. Это связано с постоянной сменой территории добычи угля, как следствие, перемещение всей техники (а значит и дополнительного оборудования) на новые места разработки. Под дополнительным оборудованием понимаются заправочные станции для саморазгружающихся грузовых автомобилей, связанные с ними цистерны для хранения топлива, пункты технического обслуживания и т.д. Магистральные линии ненадежны в силу большой протяженности, поэтому возможны частые обрывы линии. В таких аварийных ситуациях возможно применение мобильных электростанций для восстановления подачи электроэнергии потребителям до восстановления питания от централизованной сети [1].

В табл. 1 указаны некоторые виды мобильных электростанций.

Таблица 1

Виды мобильных электростанций

Вид мобильной электростанции	Преимущества	Недостатки	Условия применения
Газопоршневая	высокая эффективность, возможность когенерации (одновременное производство электроэнергии и тепла), низкие выбросы.	зависимость от наличия газа, высокая стоимость оборудования.	энергоснабжение промышленных объектов, использование на угольных разрезах для утилизации попутного газа.
Дизельная	высокая мобильность, простота в эксплуатации, возможность работы в любых условиях.	высокая стоимость топлива, значительные выбросы вредных веществ.	временное энергоснабжение на строительных площадках, аварийное энергоснабжение в удаленных районах.
Бензиновая	компактность и мобильность, про-	ограниченная мощность (до	бытовое использование, аварийное

	стоимость в эксплуатации, доступность топлива, низкая стоимость.	20 кВт), небольшой срок службы, значительные выбросы вредных веществ.	энергоснабжение, временное энергоснабжение небольших объектов.
Угольная	использование местного угля, низкая стоимость топлива, возможность использования низкосортного угля.	высокие выбросы, необходимость в системах очистки.	энергоснабжение угольных разрезов и шахт, использование в регионах с развитой угледобычей.
Газотурбинная	высокая мощность (подходят для крупных объектов), быстрый запуск и остановка, возможность использования в когенерационных и тригенерационных системах.	высокая стоимость оборудования и обслуживания, меньшая эффективность на частичных нагрузках.	энергоснабжение крупных промышленных объектов, использование в энергетике и нефтегазовой отрасли.
Комбинированного типа	гибкость в использовании топлива, высокая эффективность.	сложность в управлении, высокая стоимость оборудования.	энергоснабжение удаленных объектов с ограниченным доступом к топливу.
Солнечная	экологичность (отсутствие выбросов), низкие эксплуатационные затраты, возможность использования в удаленных районах.	зависимость от погодных условий и времени суток, высокая начальная стоимость оборудования	энергоснабжение удаленных объектов (метеостанций, телекоммуникационных вышек), использование в регионах с высокой инсоляцией [2].

Как следует из табл. 1, каждый вид мобильной электростанции имеет свои преимущества и недостатки и выбор производится по конкретным требуемым условиям.

Для расчета экономической выгоды применения мобильной электростанции в случае аварийной ситуации, когда невозможно подключение оборудования к централизованной сети, рассмотрим пример угольного разреза, где

используются экскаваторы ЭКГ-8И и ЭШ-20/90 с мощностью сетевого двигателя 400 кВт и 2000 кВт. Стоимость простоя экскаваторов составляет 15000 и 50000 рублей в час соответственно. Средние простои в год: 750 часов для ЭКГ-8И и 450 часов для ЭШ-20/90 [3].

Расчет срока окупаемости экскаватора ЭКГ-8И [5]:

Расчет затрат на электроэнергию:

Средняя стоимость электроэнергии для промышленных потребителей в России составляет 6,46 рублей за кВт·ч.

Экскаватор потребляет 400 кВт·ч в час, что приводит к затратам на электроэнергию в размере 2 584 рублей в час.

Расчет выгоды от мобильной электростанции:

Мобильная электростанция мощностью 400 кВт может быть приобретена за 6 млн рублей (СТГ 550D) [4].

Стоимость генерации электроэнергии на мобильной электростанции составляет 3 рубля за кВт·ч (включая затраты на топливо и обслуживание).

Затраты на электроэнергию при использовании мобильной электростанции составят 1 200 рублей в час.

Экономия:

Экономия на электроэнергии: 1 384 рублей в час.

Экономия на простое экскаватора: 15 000 рублей в час.

Срок окупаемости:

Общая экономия в час: 16 384 рублей.

Экономия в год (при 750 часов простоя в год): 12 288 000 рублей

Срок окупаемости: $\approx 5,8$ месяцев

Расчет срока окупаемости экскаватора ЭШ-20/90 [5]:

Расчет затрат на электроэнергию:

Средняя стоимость электроэнергии для промышленных потребителей в России составляет 6,46 рублей за кВт·ч.

Экскаватор потребляет 2000 кВт·ч в час, что приводит к затратам на электроэнергию в размере 12 920 рублей в час.

Расчет выгоды от мобильной электростанции:

Мобильная электростанция мощностью 2000 кВт может быть приобретена за 45 млн рублей (ТСС АД-2000С-Т400-1РМ8) [4].

Стоимость генерации электроэнергии на мобильной электростанции составляет 3 рубля за кВт·ч (включая затраты на топливо и обслуживание).

Затраты на электроэнергию при использовании мобильной электростанции составят 6000 рублей в час.

Экономия:

Экономия на электроэнергии: 6 920 рублей в час.

Экономия на простое экскаватора: 50 000 рублей в час.

Срок окупаемости:

Общая экономия в час: 56 920 рублей.

Экономия в год (при 450 часов простоя в год): 25 614 000 рублей

Срок окупаемости: ≈ 21 месяц.

Результаты расчетов занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Параметр	ЭКГ-8И	ЭШ-20/90
Мощность, кВт	400	2000
Стоимость простоя, руб./час	15 000	50 000
Число часов простоя в год	750	450
Стоимость мобильной электростанции, млн. руб.	6	45
Затраты на электроэнергию (сеть), руб./час	2 584	12 920
Затраты на электроэнергию (моб. эл), руб.час	1 200	6 000
Экономия на электроэнергии, руб./час	1 384	6 920
Общая экономия в час, руб.	16 384	56 920
Общая экономия в год, руб.	12 288 000	25 614 000
Срок окупаемости, мес.	5,8	21

Определение примерной стоимости постройки ВЛ 10 кВ до удаленных потребителей:

Удаленность добычи - 3 километра от централизованной сети, используемое оборудование [3]:

Таблица 3

Оборудование	Мощность, кВт	Годовое электропотребление, МВт*ч
4хЭКГ-8И	400*4	9 780
2хЭШ-20/90	2000*2	24 528
Дробильный комплекс	1 500	8 760
Конвейеры	500	4 380
Освещение	50*1 + 100*0,25	657
Насосы водоотлива	40*5	1 752
Связь	18	158
Бытовки и административные здания	20*4	701
ИТОГО	8 200	50 716

Допустим, что необходимо разработать участок размерами 1500 на 1500 метров, площадью 225 га. Мощность пласта угля - 5 метров, плотность - 1.3 [3].

Тогда объем масса в пласте:

$$m = 225 * 5 * 1,3 = 1462500 \text{ тонн}$$

И срок его разработки, при ежегодной разработке в 1,5 млн. тонн составляет примерно год.

Для постройки ВЛ 10 кВ 3 км на деревянных опорах будет затрачено [3]:

Таблица 4

Оборудование	Количество, шт	Стоимость, руб.	ИТОГО
Опоры	60	18 000	1 080 000
Провод (АС-240/32)	3 (км)	220 000	660 000
Изоляторы (ШФ-20)	240	1 200	288 000
Арматура	60	15 000	900 000
Монтажные работы	3 (км)	350 000	1 050 000
Заземление	60	3 500	210 000
Проектные работы	-	-	400 000
ИТОГО	4 588 000		

Эксплуатационные расходы составляют около 190 000 рублей в год (ежегодная проверка состояния линии, замена комплектующих) [2].

Срок окупаемости воздушной линии, при расходах на ее содержание 190 тыс. руб. в год и чистой прибыли в 190 млн. год, составит около 1 месяца.

Определение экономической выгоды при питании удаленных потребителей мобильными электростанциями:

При использовании мобильных электростанций вместо воздушных линий необходимо закупить 5 генераторов АД-2000-Т400-1Р, общей мощностью 10 МВт, стоимость - 40 млн. рублей каждый.

При коэффициенте спроса равном 0,85, потребляемая мощность будет равна 6,9 МВт. Так как суммарная мощность электростанций несколько больше, чем необходимо, следует одну держать в горячем резерве.

Каждая станция расходует 280 л/час, значит за год все электростанции (при условии, что горячий резерв не потребуется) используют 9 676 м³ топлива. При стоимости топлива 55 руб./л общие затраты на топливо - 368 млн. рублей.

При тарифе покупки электроэнергии системы в 6,46 руб./кВт*ч и себестоимости генерации в 4,2 руб./кВт*ч ежегодные расходы составят 390 млн. руб., а доходы 70 млн. руб. Убыток составляет 320 млн. руб. ежегодно. Система оказывается экономически невыгодна [2].

Исходя из расчетов и полученных данных, можно сделать вывод о том, что в данном случае использование мобильной электростанции экономически невыгодно, чем построение воздушной линии. Возможно, при применении каких-либо других электростанций (отличной мощности, количества и т.д.), будут другие результаты и экономически выгодным решением все-таки окажется применение мобильной электростанции [6].

Подводя итог, хотелось бы сказать, что применение мобильных электростанций в качестве постоянного круглосуточного источника питания, в данном примере, экономически невыгодно. Но, хотелось бы отметить, что их применение в качестве аварийного источника питания показывает достойные экономические выгоды, и, возможно, горнодобывающим предприятиям стоит обратить внимание на их использование. Внедрение таких решений может

стать важным шагом к повышению рентабельности и устойчивости угледобывающей промышленности.

Список литературы

1.Т.Г. Каримова, А.В. Каплан, Е.С. Селиверстов. Исследование границ экономической эффективности использования мини-ТЭЦ при освоении угольных месторождений.[Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://vestnik.susu.ru/em/article/view/2880>

2.А. Н. Асаул, М. А. Асаул, Ю. А. Левин, А. М. Платонов. Энергоснабжение изолированных территорий в контексте привлечения инвестиций и развития экономики региона. [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44092124>

3.Группа компаний ТСС, электронный каталог товаров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tss.ru/contacts/>

4.ООО «Тяжмашсервис». Каталожные данные экскаваторов. [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://tmsnab.ru/>

5.Хорошавин С.А. Повышение эффективности карьерных одноковшовых экскаваторов за счет совершенствования рабочего оборудования. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/79776/1/urfu2100_d.pdf?ysclid=m8lq4k1ns3401188167

6.Добрынин Е.В., Крылов А.Н., Батищев А.М. Оценка эффективности использования накопителей энергии. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://digital.runeft.ru/6_2020/batishchev