

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 недоступны 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 |

| | | | |
|-----------------------|--|--|---|
| | стота 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 простоя 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 550Д) [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: ≈ 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 |
| Стоимостьостоя, руб./час | 15 000 | 50 000 |
| Число часовостоя 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 |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 4xЭКГ-8И | 400*4 | 9 780 |
| 2xЭШ-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