

УДК 536.75:621.90

Казингуфу Палуку (6 курс, каф. САУ), А.Н.Кривцов, к.т.н., доц.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ КОНГО

Демократическая республика Конго – одна из крупнейших стран Африки площадью 2,3 млн. км² расположена в экваториальной тропической зоне. Население - около 60 млн. человек.

Страна является по преимуществу аграрной, с развитой горнодобывающей промышленностью. Энергетика ориентировано на гидростанции, общая мощность которых в 90х годах составляла около 8 млн. кВт. Особенностью размещения гидростанций является их сосредоточение в западной, прибрежной к Атлантике, части страны в низовьях река Конго и ее крупнейших притоков. В то же время горнодобывающие предприятия расположены на востоке и юго-востоке страны. Эти районы разделяет зона топей и джунгли, поэтому ни одной ЛЭП, пересекающей страну с запада на восток (свыше 2,5 тыс. км), не построено. Имеется лишь одна ЛЭП напряжением 220 кв. на юге страны протяженностью около 1500 км (Инга - Катанга), проведенная по предгорным районам. Этим объясняется то, что энергия ГЭС востребована лишь в объеме 8 % от ее возможного производства.

Ввиду этого горнодобывающие предприятия востока страны и небольшие города снабжаются от дизельных электростанций, доставка топлива к которым вглубь страны весьма дорога. Стоимость 1 кВт–ч достигает 40-50 центов, что резко удорожает стоимость добываемых минералов и изделий заводов и фабрик. В настоящее время электрифицировано мене 20 % территории страны.

Сложная политическая обстановка в стране, вооруженные выступления отрядов оппозиции, плохое финансовое состояние центрального правительства привели к тому, что сколько-нибудь крупных новых проектов в области строительства электростанции и линий распределения электроэнергии не осуществлялось с 1985г.

Для удешевления электроснабжения востока страны требуется создавать маломощные быстро окупаемые электростанции, обеспечивающие электроснабжение малых горнорудных предприятий, малых заводов, фабрик и малых поселков.

В настоящее время можно выделить три направления в энергетике:

1. Ветроэнергетика в горных районах и на Атлантическом побережье при средне-годовой скорости ветра 6-8 м/с;
2. Гелиоэнергетика, учитывая обилие солнечных дней в тропиках ($E=1000 \text{ Вт/м}^2$);
3. Малая гидроэнергетика, ввиду насыщенности территории страны малыми и крупными реками. (Гидроэлектрические ресурсы страны имеют потенциал, оцененный в 13 процентов от гидропотенциала мира, что составляет мощность свыше 400 млн. кВт).

Нами было выполнено технико-экономическое сопоставление затрат на 1 кВт установленной мощности для этих видов малых электростанции. При этом были использованы результаты научно- исследовательских работ, выполненных на кафедре САУ [1], [2].

Оценим стоимость электроэнергии производимой на фотоэлектрической установке (ФЭУ), ветроэлектрической установке (ВЭУ), малой ГЭС (МГЭС). Мы располагаем данными по ФЭУ мощностью 5 кВА, ВЭУ-15 кВА и ГЭС – 40 кВА

Базовые затраты приведены для возможности их сопоставления на 1 кВт установленной мощности:

1. Оценка стоимости ФЭУ .

Основные компоненты: - Фотобатарея – 25000 у.е., стабилизатор-котроллер-1600 у.е., аккумуляторная батарея 1260 у.е., инвертор - 2000 у.е., конструкция - 4800 у.е., система слежения - 1200 у.е., информационно-управляющий комплекс – 2100 у.е..

Общая стоимость: 37960 у.е. Удельная стоимость составляет: $C_{\text{ФЭУуд}} = 7592 \text{ у.е./кВт}$.

2. Оценка стоимости ВЭУ.

В настоящее время для автономных ВЭУ мощностью от 5 до 40 кВА на рынке ветроагрегатов установлена удельная цена $C_{ВЭУуд} = 1800$ у.е./кВт.

3. Оценка стоимости малой ГЭС.

Основные компоненты: - рулонная стальная плотина – 2000 у.е., свайные опоры – 680 у.е., электрогенератор и возбудитель -9000 у.е., система выпрямитель-инвертор – 10880 у.е., управляющий контроллер и система диагностики – 2100 у.е., гидрозатворы – 1840 у.е., гидротурбина – 18600 у.е.

Общая стоимость: 45100 у.е. Удельная стоимость составляет: $C_{ГЭСуд} = 1128$ у.е./кВт.

Дополнительные статьи расходов на 1 кВт установленной мощности включают: инженерные изыскания - (2 – 3,2)%; маркетинг – 4 %; проектирование – 4,8%; транспортные расходы -(4 - 6)%; монтаж и отладка- (4 - 5)%; строительство ЛЭП (3-8)%.

Дополнительные расходы в сумме увеличивают стоимость установок в (1,21 - 1,36) раза (применяем $K_{доп} = 1,3$).

Общая удельная стоимость составляет: $C_{уст i} = C_{уд} \cdot K_{доп}$, где $C_{уд} = C_{ГЭСуд}, C_{ВЭУуд}, C_{ФЭУуд}$, $C_{устФЭУ} = C_{ФЭУуд} \cdot K_{доп} = 9870$ у.е, $C_{устВЭУ} = 2340$ у.е, $C_{устГЭС} = 1466$ у.е.

Реальная мощность, получаемая с 1 кВт установленной мощности, должна учитывать условия эксплуатации.

Для ВЭУ при среднегодовой скорости ветра 6,5 м/с ее мощность снижается в $K_{снВЭУ} = (V/V_{расч})^3$ раз, что при $V_{расч} = 9$ м/с - составляет $K_{снВЭУ} = 0,27$, где $K_{снВЭУ}$ коэффициент снижения отдачи по мощности.

Для ФЭУ с одноосным слежением необходимо учесть снижение интенсивности солнечного потока в $K_{сн1} = (E_{сргод}/E_{расч}) = 330/1000 = 0,33$, где $E_{сргод}$ средне годовая мощность солнечного потока. $E_{расч} = 1000$ Вт /м² и снижение в $K_{сн2}$ раз за счет облачности и рассеяния в атмосфере $K_{сн2} = 0,8$, т.е. имеем $K_{снВЭУ} = K_{сн1} \cdot K_{сн2}$. Следовательно реальная удельная мощность ФЭУ составляет $P_{реалФЭУ} = P_{устФЭУ} \cdot K_{снВЭУ} = 0,26 \cdot P_{устФЭУ}$,

Для малой ГЭС, за счет снижения гидропотенциала реки в летнее (сухое) время $K_{снГЭС} = 0,8$, $P_{реалГЭС} = P_{устГЭС} \cdot K_{снГЭС} = 0,8 \cdot P_{устГЭС}$.

Расчет затрат ведём исходя из 20 летнего срока эксплуатации с нормой амортизационно-эксплуатационных расходов 6 % тогда $C_{затр i} = [C_{уст i} \cdot (1+0,06 \cdot 20)] = 2,2 \cdot C_{уст i}$.

Имеем суммарные затраты на покупку оборудования и 20-летнюю эксплуатацию:

$C_{зат.ГЭС} = C_{устГЭС} \cdot 2,2 = 3226$ у.е./кВт, $C_{зат.ВЭУ} = 5148$ у.е./кВт, $C_{зат.ФЭУ} = 24714$ у.е./кВт.

Производимая энергия рассчитывается по выражению $W_{уд i} = 365 \cdot 24 \cdot P_{реал i}$.

Энергия, производимая за год на 1 кВт установленной мощности: $W_i = K_{сн i} \cdot 365 \cdot 24$,

$W_{ВЭУ} = 0,27 \cdot 8760 = 2365$ Вт-ч/кВт, $W_{ФЭУ} = 2278$ Вт-ч/кВт, $W_{ГЭС} = 7008$ Вт-ч/кВт.

Себестоимость 1 кВт-часа произведенной энергии: $C_{(кВт-ч) i} = (C_{затр i} \cdot K_{но} \cdot K_{пр}) / (20 \cdot W_i)$, где $K_{пр}$ - коэффициент учитывающий норму прибыли компании 15% и $K_{но}$ - налогообложения 22%. $C_{(кВт-ч)ВЭУ} = (5148 \cdot 1,22 \cdot 1,15) / (20 \cdot 2365) = 0,15$ у.е./кВт., $C_{(кВт-ч)ФЭУ} = 0,76$ у.е., $C_{(кВт-ч)ГЭС} = 0,03$ у.е.

Из сравнительного анализа технико-экономических показателей 3-х видов установок следует, что для условий Конго наиболее выгодно с экономической точки зрения использовать малые ГЭС, у которых стоимость 1 кВт-часа вырабатываемой энергии в несколько раз ниже, чем у других источников.