

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бутяков Николай Анатольевич

студент

Динмухаметов Айдар Марселевич

студент

Ахметшин Роберт Султанович

канд. техн. наук, академик Академии наук Республики Татарстан, доцент

Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВПО «Казанский
(Приволжский) федеральный университет
г. Набережные Челны, Республика Татарстан

ПЕНЖИНСКАЯ ПРИЛИВНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Аннотация: в данной статье рассмотрены энергетические проблемы Камчатского полуострова. Были проанализированы источники электроэнергии полуострова и сделаны выводы о неэффективности использования районом своих природных ресурсов.

Ключевые слова: прилив, отлив, Пенжинский залив, ПЭС, приливная электростанция, ТЭЦ, Камчатка, залив, мазут, газ, Охотское море, гидротурбина.

Энергосистема Камчатки [6] наряду с энергосистемами Якутии, Магадана, Сахалина, Чукотки является изолированной. Это является основной особенностью энергосистемы Камчатки. Камчатская энергосистема функционирует на полуострове Камчатка на территории двух субъектов Российской Федерации: Камчатской области и Корякского автономного округа (КАО) и находится в управлении Акционерного общества «Камчатск-энерго». Камчатская энергосистема состоит из Центрального энергорайона, обеспечивающего централизованное электроснабжение юго-восточной части полуострова Камчатка и 10 изолированно работающих небольших энергоузлов, сформированных на базе Паужетской ГеоИС, ДЭС Южных и Центральных электрических сетей и имеющих территориальное деление по границам муниципальных образований. Крупнейшими

производителями электроэнергии на Камчатке являются работающие на мазуте ТЭЦ-1 (установленная мощность – 235 МВт) и ТЭЦ-2 (160 МВт), расположенные в Петропавловске-Камчатском; Мутновская ГеоЭС (установленная мощность 62 МВт); Толмачёвский каскад гидроэлектростанций (20 МВт); Паужетская ГеоЭС (12 МВт). Функционируют мощности малой энергетики: Быстринская гидроэлектростанция (1,7 МВт), ветровая электростанция в Алеутском районе (0,5 МВт). Основная масса энергоисточников Камчатского края работает на природном топливе. В настоящее время на ТЭЦ и дизельных станциях вырабатывается 67,4% электроэнергии, производимой в регионе. Тепловая энергия вырабатывается на двух ТЭЦ ОАО «Камчатскэнерго» в г. Петропавловске-Камчатском и котельных, имеющихся в каждом населенном пункте, находящихся в собственности ГУП «Камчатсккоммунэнерго», муниципальных предприятий коммунального хозяйства, промышленных предприятий, и на Быстриńskом и Паратунском промысловых участках геотермального теплоснабжения. Годовая потребность энергетических объектов в поставках топлива составляет 450 тыс. т мазута, 25 тыс. т дизельного топлива, 200 тыс. т угля.

Основные проблемы Камчатской энергосистемы:

- Камчатка оторвана от остальной части России, имеет изолированную энергосистему, которая зависит от поставок с материка, так как камчатские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 работают на мазуте. Топливо с учётом транспортных издержек обходится более чем в 300 долл. за тонну. В результате киловатт/час на полуострове – самый дорогой в России – свыше 3 руб.; все энергообъекты функционируют в сейсмоопасной зоне со сложными природно-климатическими условиями, поэтому Камчатка не входит и объективно не может входить в состав какой-либо объединённой энергосистемы России, в том числе и в энергосистему Дальнего Востока;
- на полуострове не могут надёжно эксплуатироваться линии электропередачи высоких классов напряжения, что исключает возможность создания единой территориальной энергосистемы и вынуждает обеспечивать потребителей элек-

троэнергией локальных энергоузлов, энергетический комплекс – один из определяющих факторов освоения промышленного потенциала края; его активное развитие – потенциальный стимул социально-экономического развития всего региона, так как Камчатский край создан 1 июля 2007 г. объединением двух глубоко дотационных регионов – Камчатской области и Корякского автономного округа; электропотребление Камчатки вышло к настоящему времени на стабильный уровень, не достигнув ещё, однако, уровня 1991 г.; в структуре потребления электроэнергии высока доля населения (38,1%) и бюджетных организаций (22,8%), в то время как доля промышленного потребления составляет всего 7%; низкий платёжеспособный спрос потребителей, обусловленный низким доходом в расчёте на душу населения;

– среди электростанций преобладают топливные (84%) – это работающие на мазуте ТЭЦ в Центральном энергоузле и расположенные в изолированных энергоузлах дизельные электростанции. Доля электрических мощностей края на возобновляемых источниках энергии составляет 17%, а объем произведённой на них электроэнергии в общем объеме производства – 33%; Камчатка обладает уникальными запасами геотермальных и энергетических вод, из которых 60 источников имеют температуру выше 60° С, что позволяет рассматривать их в качестве энергетического ресурса; главной проблемой энергетики Камчатки является устаревшее оборудование электростанций и электрических сетей, отслужившее расчётный срок эксплуатации. Половина установленного оборудования имеет возраст не менее 30 лет, причём более 60% выработки электро- и теплоэнергии обеспечивается разнотипными энергоблоками небольшой мощности. В результате – значительный пережог топлива, увеличение затрат на ремонт и техническое обслуживание; разведанные запасы газа на полуострове составляют около 16 млрд м³, а предполагаемые объемы достигают 49 млрд м³. Основные перспективы обнаружения месторождений нефти и газа связываются с Охотской нефтегазоносной провинцией, и особенно с её морской частью. По плотности ресурсов (до 50 тыс. т на км²) эта акватория на Дальнем Востоке уступает лишь шельфу Северного Сахалина. Завершение строительства газопровода Соболево-

Петропавловск-Камчатский позволит осуществить газоснабжение столицы края, а также перевести на газ камчатские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 и котельные по пути газопровода;

– основные причины неэффективности камчатской энергетики – дорогой уголь и дорогое привозное топливо. Топливная составляющая в тарифе в полтора раза выше, чем в среднероссийском, и это основной удорожающий фактор.

Одним из решений энергетической проблемы Камчатки является постройки приливной электростанций. В Пенжинской губе Охотского моря наблюдаются наиболее высокие приливы в Тихом океане, амплитуда которых достигает 13,4 м. Приливы в заливе Шелихова являются суточными. Площадь бассейна Пенжинской губы составляет 20530 км². Таким образом, если считать усреднённой высотой прилива значение 10 м, то в среднем в бухте за сутки проходит 410,6 км³ воды, что в 20–30 раз превышает расход воды в устье крупнейшей реки Земли Амазонки. Пенжинские ПЭС[5] располагаются также в Охотском море в заливе Шелихова. При сужении губы в створе мысов Средний и Мамечинский прилив достигает 13,4 м, поэтому рассматриваются два створа, так называемый Северный створ при площади бассейна 6788 км² и Южный (20 530 км²). Расчётная мощность составляет 35 ГВт, а выработка – 105 ТВт.ч для Северного (Мамеченского) и 100 ГВт, т.е. 300 ТВт.ч для Южного (Божедомского) створов. Сооружение ПЭС на Северном створе технически трудно. Длина Южного створа – 72 км. Общая мощность «южной» ПЭС (при 4400 агрегатах с мощностью каждого около 20 МВт) может составить 87 ГВт, а годовая выработка более 190 ТВт.ч.

Для выполнения строительства Пенжинской ПЭС потребуется 65 млн м³ бетона и выполнения 160 млн м³ земляных работ.



Рис. 1. Южный и Северный створы Пенжинской ПЭС

По схематической карте климатического районирования территории России для строительства [4] (СНиП 23-01-99 «Строительная климатология») весь Пенжинский район полностью относится к району I, подрайону IA, а узкая полоса вдоль побережья к подрайону IG.

Охотское море оказывает малое влияние на территорию района. Даже на побережье климат практически столь же континентален, как в глубинах района. Приморское положение выражено более прохладным летом и меньшим безморозным периодом. В прибрежной части преобладают ветра северо-восточного и восточного направлений. При определённых климатических условиях на побережье могут возникать штормы. Умеренно-континентальный климат характерен для территории Пенжинской низменности и Парапольского дала. Территория характеризуется холодной зимой и прохладным летом. Зимой осадков выпадает мало, оттепелей практически не бывает. Для районов с континентальным климатом характерна продолжительная, холодная зима. Средняя температура января колеблется от -24 до -26 °С. Лето короткое, средняя температура июля от +10 до +14 °С. Среднегодовая температура равняется -6,7 °С (по данным метеостанции Каменское). Первые заморозки наблюдаются во второй декаде августа, а последние – в третьей декаде июня (по данным метеостанции Каменское).

На проектируемой ПЭС будут установлены гидроагрегаты типа РИТ Caplan с прямоточными турбинами. Производителем гидроагрегатов служит чешская

компания Mavel. Гидроагрегат шахтного исполнения с двойной регулировкой с обтекаемым пилоном – сверху открытой металлической шахтой, в которой находится мультиплликатор и генератор. Использование мультиплликатора упрощает обслуживание, и ремонт генератора без осушения проточной части в более сжатые сроки. В таком гидроагрегате механическая энергия вращающегося рабочего колеса переносится на вал мультиплликатора и с него на вал генератора, где преобразуется в электрическую энергию. Конструкция турбины, по информации производителей, исключает проникновение масла в воду, что соответствует требованиям по экологии, имеющая турбину ПЛК 10 и гидрогенератор ВГС 800/110-52УХЛ4. Системой возбуждения для гидроагрегата служит СТС – 2П – 210 – 1100 – 2,5 – УХЛ4. Выбран силовой трансформатор марки ТДЦТН 80000/110.

Построим таблицу выработки электроэнергии за один прилив одного агрегата.

Таблица 1

Выработка электроэнергии за один прилив одного агрегата

$H, \text{ м}$	$h_y, \text{ ч}$	$W_{\text{в}}, \text{ МВт} \cdot \text{ч}$
2	1	5,2
4	1	10,4
6	1	15,6
8	1	20,8
10	1	26
12	1	31,5

За сутки один агрегат выработает $W_{\text{в}} = 109,5 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$.

Рассчитаем годовую выработку электроэнергии

$$W_{\text{в}} = 109,5 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 30 \cdot 6 = 315360 \text{ МВт} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

Годовой расход электроэнергии на собственные нужды

$$W_{\text{с.н.}} = \frac{K_{\text{с.н.}}}{100} \cdot W_{\text{в}}, \text{ МВт} \cdot \text{ч}, \quad (2)$$

где $K_{\text{с.н.}}$ – коэффициент расхода на собственные нужды.

По формуле (2): $W_{\text{с.н.}} = \frac{0,2}{100} \cdot 315360 = 630,72 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$.

Годовой отпуск электроэнергии с шин ГЭС:

$$W_{\text{отп}} = W_{\text{в}} - W_{\text{с.н.}}, \text{МВт} \cdot \text{ч}. \quad (3)$$

По формуле (3): $W_{\text{отп}} = 315360 - 630,72 = 314729,28 \text{ МВт} \cdot \text{ч.}$

Таблица 2

Калькуляция себестоимости электроэнергии отпущеной с шин ГЭС

№	Наименование статей калькуляции	Годовые издержки И, тыс. руб.	$S_{\text{отп}}$	Структура себестоимости, %
1	Расходы на оплату труда производственных рабочих	3510	1,1	8,5
2	Отчисления на социальное страхование	912,6	0,28	2,2
3	Амортизационные отчисления на содержание гидроооружений	29025	9,2	70,6
4	Цеховые расходы	2902,5	0,92	7,06
5	Общестанционные расходы	4752,75	1,5	11,5
	Итого	41102	13,06	100

Таблица 3

Технико-экономические показатели ГЭС

№	Наименование показателя	Основные обозначения	Единицы измерения	Величина
1	Установленная мощность станции	N_y	МВт	125
2	Число часов использования установленной мощности	h_y	час	4320
3	Годовая выработка электроэнергии	$W_{\text{в}}$	МВт · ч	315360
4	Годовой отпуск электроэнергии	$W_{\text{отп}}$	МВт · ч	314729
5	Удельные расходы электроэнергии на собственные нужды	$W_{\text{с.н.}}$	МВт · ч	631
6	Капиталовложения в строительство станции	$K_{\text{ст}}$	тыс. руб.	3375000
7	Удельные капиталовложения	$K_{\text{уд}}$	тыс. руб.	27000
8	Удельная численность эксплуатационного персонала	$\Psi_{\text{экс}}$	чел/МВт	0,13
9	Себестоимость отпущеной электроэнергии	$S_{\text{отп}}$	коп кВт·ч	13,06
10	Общие годовые издержки производства электроэнергии	$I_{\text{гэс}}$	тыс. руб.	41102

Таблица 4

Расчёт эксплуатационной экономической характеристики

Число часов использования установленной мощности $h_y, \text{ч}$	1000	2000	3000	4000	5000
Себестоимость $S_3, \frac{\text{коп}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$	32,9	16,5	10,9	8,2	6,6

Базовая стоимость капиталовложений составляет 3375000 тыс. руб. Годовая выработка электроэнергии составляет 315360 МВт·ч. Себестоимость отпущен-ной электроэнергии составляет 13,06 коп/(кВт·ч).

Вывод. Строительство Пенжинской ПЭС даст мощный экономический тол-чок в развитии Камчатского полуострова. Во-первых, это дешёвая и экологиче-ский чистая электроэнергия для населения, во-вторых, дополнительные мощно-сти для развития производства, в-третьих, новые рабочие места.

Список литературы

1. Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования. – 2008.
2. Основы гидроэнергетики. Горизонтальные поворотно-лопастные гидро-агрегаты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.rushydro.ru/>
3. Прилив и отлив. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%E8%EB%E8%E2_%E8_%EE%F2%EB%E8%E2
4. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.
5. Совет ветеранов энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.npsve.ru/>
6. Состояние и особенности энергосистемы Камчатки [Электронный ре-сурс]. – Режим доступа: <http://www.kamlib.ru/resources/suglobov.htm>
7. СТО 56947007-29.240.30.010-2008 Схемы электрические принципиаль-ные распределительных устройств подстанций 35-750кВ, 2007.
8. Электротехнический справочник. Т. 2. – М.: МЭИ, 2003.