последующего магнитного мониторинга выявленных опасных зон КН, что требует проведения значительного объема экспериментальных исследований.

Литература:

1. *ГОСТ 27751-88*. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. - Введ. 1988-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 7 с.

2. *Дмитрюк, Г. Н.* Надежность механических систем / Г. Н. Дмитрюк, И. Б. Пясик. - М.: Машиностроение, 1966. - 182 с.

3. *ГОСТ 27.002-89*. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. [Текст].-Введ. 1990-07-01.-М.: Изд-во стандартов, 1989. - 39 с.

4. *Иванов, Е. А.* Аттестация - критерий технологической дисциплины НК на опасных производственных объектах / Е. А. Иванов, В. С. Котельников, Н. А. Хапонен, Н. Н. Коновалов, О. В. Покровская, В. П. Шевченко // В мире НК. - 2002. - № 3. - С. 8-10.

5. *Металлические* конструкции: в 3 т. / под общей ред. В. В. Кузнецова [ЦНИИпроекг-стальконструкцияим. М. П. Мельникова],-М.: Изд-во АСВ, 1998. -Т. 1: Общая часть. [Справочник проектировщика] / под ред. В. В. Кузнецова. - 2004. - 576 с.

6. *Шахназаров, С. С.* Оценка технического состояния и прогнозирование остаточного ресурса эксплуатируемых стальных стержневых конструкций: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ С. С. Шахназаров. - JL, 1984. - 24 с.

7. *Винокуров, В. А.* Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев. - М.: Машиностроение, 1996. - 576 с.

8. *Прочность* сварных соединений при переменных нагрузках / Под ред. В. И. Труфякова. - Киев: Наукова думка, 1990. - 256 с.

9. *Большаков, В. Н.* Влияние механических напряжений на локальную остаточную намагниченность / В. Н. Большаков, В. Г. Горбаш, Т. В. Оленович // Известия АН БССР. Серия физико-технических наук. - 1980. - № 1. - С. 109-112.

10. *Горкунов, Э. С.* Устойчивость остаточной намагниченности термически обработанных стальных изделий к действию упругих деформаций / Э. С. Горкунов, В. Ф. Новиков, А. П. Ничипурук [и др.] // Дефектоскопия. - 1991. - № 2. - С. 68-76.

11. *Новиков, В. Ф.* Магнитоупругие свойства композиционных материалов, содержащих кабальт / В. Ф. Новиков, А. Е. Прожерин // Физика металлов и металловедение. - 1991. - № 1, - С. 202-205.

12. *Новиков, В. Ф.* Устойчивость остаточно-намагниченного состояния инструментальных сталей / В. Ф. Новиков, Б. В. Федоров, В. А. Изосимов // Дефектоскопия, - 1995. - №2. - С. 68-71.

В. *Новиков, В. Ф.* О магнитоупругом гистерезисе в сплавах железа с тербием / Ф. Новиков, Е. В. Долгих // Физика металлов и металловедение. - 1980. - Т. 49. - Вып. 2. - 292-295.

13. *ГОСТ 1497-84*. Металлы. Методы испытаний на растяжение.

14. *ГОСТ 24450-80*. Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения. - Введ. 1982-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 13 с.

К.В. Кенден
Тувинский государственный университет

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В статье дается текущее состояние системы энергообеспечения Республики Тыва, а также приведен анализ использования возобновляемых источников энергии Республики Тыва.

Ключевые слова: энергообеспечение, возобновляемые источники энергии, теплоэлектростанции, Тыва, энергия биомассы, энергия солнца, энергия малых рек, энергия ветра.

K.V. Kenden

ASSESSMENT OF RESOURCE POTENTIAL OF RENEWED ENERGY SOURCES OF REPUBLIC TYVA AND POSSIBILITY OF ITS USE

The current condition of the system of Tuvan Republic is given in the article, also were made analyses of renewing energy sources of Tuvan Republic.

Key words: power supply, renewing energy sources, Tuva, energy of a biomass, solar energy, energy of the small rivers, wind power.

Проблема энергообеспечения является одной из важнейших для республики Тыва. Значительная часть мелких теплоэлектростанций и котельных использует оборудование и технологии середины прошлого века, многие из них имеют крайне высокую степень износа, потребляют почти в два раза больше топлива, чем современные станции.

Текущее состояние существующей системы энергообеспечения республики

Менее 10% потребностей в электроэнергии покрывается за счет собственных источников. К ним относятся Кызылская теплоцентраль (ТЭЦ) (8 МВт), на которой, ввиду износа фондов, работает только половина агрегатов, и дизельные электростанции общей мощностью 5,5 МВт в удаленных районах республики. По причине аварии на Саяно-Шушенской гидроэлектроэлектростанции (ГЭС) и невозможности поддержки необходимого объема балансового перетока из энергосистемы Хакасии, в Тыву также была временно доставлена мобильная газотурбинная установка мощностью 22,5 МВт.

Оставшаяся часть электроэнергии поставляется из Хакассии по высоковольтной линии 220 с Саяно-Шушенской ГЭС. В моменты пиковой нагрузки (в зимний период) наблюдается дефицит электрической мощности.

Тарифы в республике субсидируются через трансферты из регионального бюджета муниципалитетам, использующим дизельные генераторы (свыше 100 млн. руб. в год), и через установление Федеральной службы по тарифам.

Другой характерной особенностью энергетического хозяйства республики является низкая плотность покрытия энергетических сетей (более 40% территории относится к зоне децентрализованного энергоснабжения). Существующие сети характеризуются чрезвычайно высокой степенью износа (свыше 80%).

Возведение собственных генерирующих мощностей и обновление энергетической инфраструктуры осложняется дефицитом республиканского бюджета (3%), проблемой неплатежей (задолженность составляет 37% стоимости проданной электроэнергии, или 790 млн. руб.) и регулированием тарифов для населения и организаций со стороны Федеральной службы по тарифам Республика Тыва включена в число регионов, где, несмотря на либерализацию рынка, будет продолжено регулирование тарифов.

Перечисленные выше факторы обуславливают потребность республики в технологических решениях для децентрализованной генерации электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии [1].

Оценка использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Возобновляемыми источниками энергии следует считать ресурсы, которые невозможно исчерпать, потому что они – объективная природная данность.

К возобновляемым источникам энергии относятся неисчерпаемая энергия солнца, ветра, водотоков, биомассы (лесной, энергетических культур, органических отходов), тепла земли (геотермальная энергетика).

Тыва располагает значительным потенциалом ВИЭ, который в разы превышает энергетические потребности республики. Рассмотрим наиболее перспективные виды ВИЭ и возможность их использования для сельскохозяйственных потребителей Тывы.

Оценка энергии биомассы

Технологию производства биогаза отличает повсеместная доступность ресурсов и возможность их накопления,

возможность производства органических удобрений как часть технологического процесса, утилизация вредных выбросов и отсутствие эмиссии парниковых газов, большой опыт использования технологии, как в развитых, так и в развивающихся странах, в частности, в соседнем Китае.

Суммарный энергетический потенциал отходов сельского хозяйства в республике может составлять 100-150 тыс. т в год, или порядка трети топливно-энергетического баланса (ТЭБ) Тывы.

Тем не менее, реализация этого потенциала в условиях Тывы затруднена и сталкивается с рядом технологических и производственных рисков и ограничений. Это связано с малым размером хозяйств республики и климатическими условиями региона.

Мобильные биогазовые установки малой мощности, которые производятся в том числе и в России, крайне подвержены влиянию низких температур. Это связано с отсутствием достаточного уровня герметичности и теплоизоляции, что в условиях резкоконтинентальных зим Тывы может привести к остановке процесса метанового брожения и выхода установки из строя.

По мере роста тарифов на электроэнергию в пригородных районах Кызыла и Ак-Довурака, биогазовые технологии станут более рентабельны.

Основным возобновляемым энергетическим ресурсом лесной биомассы являются пеллеты (спрессованные древесные гранулы). Они производятся из отходов лесозаготовки и лесопереработки и могут быть использованы как топливо в муниципальных котельных, в том числе для генерации электроэнергии.

Площадь лесов республики составляет 80 тыс. км^2, или почти половину территории Тывы. Несмотря на существенный ресурсный потенциал, лесное хозяйство развито слабо (вырубка составляет менее 5% расчетной лесосеки на заготовительных участках), а почти половина заготовки древесины делается в энергетических целях (дрова используются для теплоснабжения).

Установление железнодорожного сообщения между Тывой и Красноярским краем должно стимулировать развитие лесопромышленного комплекса региона, что создаст достаточный объем отходов лесозаготовки и лесопереработки для развития пеллетного производства, а затем и пеллетной генерации. В этом направлении, в частности, происходит развитие муниципальной энергетики ряда регионов Европейской части России (Вологодской области, Карелии, Краснодарского края).

Оценка энергии малых рек

По потенциалу развития гидроэнергетики Тыва входит в число ведущих регионов России. Суммарный гидроэнергетический потенциал рек Тывы оценивается в 8 ГВт, что превышает текущие потребности республики в электроэнергии в 40 раз.

Основной гидроэнергетический потенциал сосредоточен в восточной части республики, где расположены крупнейшие реки – Большой и Малый Енисей и их притоки. Для строительства малой гидроэлектростанции (МГЭС) также пригодны реки западной части Тувинской котловины – Хемчик с притоками, Тес-Хем, Моген-Бурен. Створы, пригодные для строительства МГЭС мощностью от 50 кВт, существуют, в том числе, в основных сельскохозяйственных районах.

Выделяют два основных вида МГЭС - плотинные, для работы которых необходимо перекрытие створа реки, и бесплотинные, вода для которых подается по шлангам или каналам напорной деривации. Также существуют погружные и переносные микроГЭС мощностью 5-15 кВт. Бесплотинные МГЭС обладают рядом экономических и экологических преимуществ перед плотинными МГЭС - быстрые сроки возведения, отсутствие затопляемых территорий, простота обслуживания, создание мощностей, не требующих

подключения к централизованной системе энергоснабжения (до 200 кВт).

Существенным ограничением развития малой гидроэнергетики в республике является неравномерность стока большинства рек в течение года – на летние месяцы приходится 80-95% стока. По этой причине возможности строительства МГЭС на основе технологии напорной деривации или погружных микроГЭС в республике сильно ограничены (напор в зимнюю межень будет едва достаточен для запуска турбины, либо коэффициент использования установленной мощности станций будет ниже 30%). Для эффективной эксплуатации МГЭС необходимо создание водохранилищ и плотин.

В Республике Тыва уже имеется опыт эксплуатации малых ГЭС деривационного типа. В 2001 г. в поселке Кызыл-Хая (Монгун-Тайгинский кожуун) на реке Моген-Бурен была введена МГЭС мощностью 150 кВт, состоящая из трех гидроагрегатов единичной мощностью 50 кВт, произведенных петербургской компанией «МНТО ИНСЭТ». Она заменила действующую на тот момент в поселке дизельную электростанцию.

Одной из наиболее серьезных проблем, с которой столкнулись операторы станции, стала проблема малых объемов стока в зимний период, что приводило к уменьшению мощности МГЭС более чем в 3 раза. Также возникла проблема неплатежей местного населения, которое до этого получало электроэнергию бесплатно.

Для погружных и переносных МГЭС мощностью 5-15 кВт также существует проблема неравномерности стока. Например, река Барлык, расположенная в пределах Овюрского и Барун-Хемчинского кожуунов, пересыхает летом и промерзает зимой в верховьях.

Другим ограничением использования микроГЭС является отсутствие их серийного производства в России. Разработки в этой области имеют ряд американских и японских производителей, но импорт МГЭС из этих стран пока отсутствует.

Перспективы развития малой гидроэнергетики в Тыве связаны со строительством плотинных станций с гидроагрегатами мегаваттного класса, ориентированных на сетевую генерацию электроэнергии.

Оценка энергии ветра

Формирование над регионом барического максимума Азиатского антициклона в зимний период и особенности орографии территории обуславливают в целом низкие значения средних скоростей ветра в Тыве.

Средняя скорость ветра в Тыве на высоте 10 м составляет 3,2 м/с, что сопоставимо с показателями Центральной России. Данный показатель оказывается слишком низким даже для включения ветростанции (ВЭС) в системы комбинированной генерации электроэнергии (ветро-солнечные, ветро-дизельные).

Это связано с техническими особенностями существующих ветрогенераторов – они начинают выдачу электроэнергии только со скорости ветра 3 м/с и выходят на номинальную мощность при скорости свыше Юм/с, причем в промежутке между скоростями 3 и 15 м/с мощность увеличивается как кубическая парабола.

Даже ортогональные ветрогенераторы, у которых ось вращения расположена перпендикулярно земной поверхности, малоэффективны. Особенности конструкции позволяют таким агрегатам выдавать электроэнергию начиная со скорости ветра 1,4 м/с, однако, при средней скорости ветра 3,2 м/с они работают только на 10% своей мощности.

Атмосферный режим межгорных котловин создает горно-долинные ветры. Это делает возможным наличие локальных точек со средней скоростью ветра выше, чем в среднем по республике. Для получения метеоданных по этим точкам в регионе существует пять действующих метеостанций.

Анализ имеющихся метеоданных может позволить определить перспективные участки для использования энергии ветра в республике. Но массовое развитие малой ветровой энергетики для энергоснабжения чабанских стоянок существенно ограничено.

Оценка энергии солнца

По уровню инсоляции территории Тыва относится к числу ведущих регионов России. Действие Азиатского максимума обеспечивает максимально число ясных дней в зимний период, когда наклон солнца над горизонтом и продолжительность дня минимальны.

При установке солнечных модулей под наклоном 55°С к горизонтальной поверхности достигается максимальный приход солнечной радиации на единицу площади в 4,65 кВт-ч/м^2 в день. Максимальный приход солнечной радиации характерен для южных районов республики в пределах Убсунурской котловины, где максимально развито кочевое овцеводство.

Также развитию солнечной энергетики способствуют низкие средние температуры в Республике (-2 - 4°С), которые позволяют достигать максимального значения коэффициента полезного действия солнечных модулей.

Среднее число солнечных дней в году в Кызыле составляет более 200, а в южных и западных районах республики еще больше. В холодное время года почти все дни являются ясными, это делает возможным эксплуатацию солнечной фотоэлектрической установки (СФЭУ) без резервных источников питания, что значительно снижает стоимость СЭС.

Приход солнечной радиации может использоваться установками любой мощности, как централизованно, так и децентрализовано. Опыт реализации проектов всех типов имеют соседние Китай и Монголия, имеющие сопоставимые показатели инсоляции.

В 2010 г. во Внутренней Монголии (Китай) началось строительство крупнейшей в мире СЭС, суммарной мощностью 2 ГВт. Последняя очередь станции должна быть введена в 2020 г. В реализации проекта участвуют американские и китайские инвесторы.

В Монголии реализуется государственная программа «10000 солнечных юрт» и программа Всемирного банка REAP, в рамках которых было установлено более 40000 СФЭУ малой мощности.

Германия, уровень инсоляции которой существенно уступает показателю Тывы, является лидером в Европе по объему установленной мощности СФЭУ (17 ГВт).

В Тыве была реализована РЦП «Энергосбережение и внедрение альтернативных источников энергии», в рамках которой установлен ряд децентрализованных систем, но значительный потенциал ВИЗ все еще почти не используется.

Основные выводы:

Тыва более чем на 90% зависит от перетока электроэнергии из соседних энергосистем. Сегодня существуют планы по развитию энергетической инфраструктуры региона, инвестиционные проекты подготовлены «ФСК ЕЭС», «ТГК13» и «РусГидро». Даже частичная реализация этих планов существенно улучшит ситуацию с энергоснабжением в Республике.

Однако перспективы улучшения ситуации с энергоснабжением отдаленных районов, которые сегодня обеспечиваются электроэнергией, произведенной на дизельных генераторах, или же вообще изолированы, маловероятны. Это обусловлено:

– Особенностями размещения будущих генерирующих мощностей.

– Отсутствием планов по развитию распределительных сетей.

– Низкой плотностью населения и кочевым укладом хозяйства.

Существующие системы энергоснабжения отдаленных районов крайне неэффективны и нуждаются в модернизации. Это обусловлено:

– Высокой ценой дизельного топлива в регионе.

– Перегруженностью бюджета затратами, связанными с поддержанием текущей инфраструктуры.

– Низкой мобильностью дизельных генераторов ввиду потребности в снабжении топливом.

Эти факторы предопределяют потребность Тывы в технологических решениях для децентрализованной генерации электроэнергии на основе ВИЗ. С точки зрения климатических и хозяйственных особенностей региона, наиболее эффективным источником является солнечная энергетика.

По уровню инсоляции территории Тыва относится к числу ведущих регионов России. При установке солнечных модулей под наклоном 55°С к горизонтальной поверхности достигается максимальный приход солнечной радиации на единицу площади в 4,65 кВт-ч/м^2 в день. Максимальный приход солнечной радиации характерен для южных районов республики в пределах Убсунурской котловины.

Таким образом, энергоснабжение на сегодняшний день возможно либо с использованием традиционных дизельных генераторов и электростанций, либо посредством СЭС малой мощности.

Объединение их усилий уже доказало свою эффективность в соседней Монголии и может быть применено в Республике Тыва. Реализация существующего потенциала солнечной энергетики существенно повысит эффективность системы энергоснабжения жителей республики Тыва.

Литература:

1 Рекомендации по развитию альтернативных источников энергии для сельских районов Республики Тыва // А.И.Бондарев. Красноярск: WWF России, Oxfam – GB,AEnergy.ru, 2011г. – 44с.