

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УКРАИНЫ

"Киевский политехнический институт"

На правах рукописи

Абдул Сабур Мохаммед Гаус

(Афганистан)

СИНТЕЗ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АФГАНИСТАНА

Специальность: 05.14.08 - Преобразование возобновляемых
видов энергии и установки на их основе

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1995



00330502 (D)

21.311.24

Диссертацией является рукопись

Работа выполнена в Национальном техническом университете

Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев

Научный руководитель - доктор технических наук

Леонид Петрович Федосенко

Научный консультант - кандидат технических наук, доцент

Олег Георгиевич Пискунов

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор

Геннадий Федорович Курочкин

- кандидат технических наук, старший
научный сотрудник

Алексей Рувинович Ферт

Ведущее предприятие: Институт электродинамики НАН Украины (г. Киев)

Защита состоится "5 декабря" 1995г. в 14⁰⁰ часов

на заседании специализированного ученого совета Д01.59.01 в
Отделении высокотемпературного преобразования энергии Института
проблем энергосбережения НАН Украины, по адресу:

252070, г. Киев-70, ул. Андреевская, 19, тел. 416-44-60

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения высоко-
температурного преобразования энергии Института проблем энергосбе-
режения.

Автореферат разослан "4." ноября 1995 года.

Ученый секретарь

специализированного ученого совета

кандидат технических наук

Т.В. Суржик

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы и степень исследования тематики диссертации. В настоящее время основной особенностью экономики Афганистана является аграрный характер. Однако наметившийся в последнее время рост промышленного производства, связанный со строительством новых заводов и перерабатывающих предприятий, обуславливает необходимость изменения акцентов в использовании энергетических ресурсов. Очевидно, что удовлетворение растущих потребностей промышленности, транспорта и агропромышленного комплекса Афганистана требует опережающего развития энергетического комплекса с максимальным использованием таких возобновляемых ресурсов как солнечная и ветровая энергия. Широкое вовлечение последних позволит значительно снизить напряженность в энергетических балансах страны, более полно удовлетворить потребности различных, в первую очередь распределенных потребителей, предотвратить загрязнение окружающей среды.

В связи со сказанным выше исследованием в области использования возобновляемых источников энергии в экономике Афганистана являются актуальными, находят поддержку Министерства энергетики Афганистана и могут принести значительный экономический и социальный эффект.

Необходимо отметить, что исследования в области использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии широко проводятся в развитых странах по международным техническим и научным программам с целью более быстрого и рационального внедрения новых энергетических технологий в развивающихся странах. В этой связи тема диссертационной работы актуальна и для Украины, поскольку использование потенциальных возможностей украинских предприятий для экспорта энергетических технологий и оборудования в Афганистан является взаимовыгодным для обеих стран.

Накопленный к настоящему времени опыт использования возобновляемых источников показывает, что их эффективное использование для той или иной страны или региона требует анализа конкретных климатических условий и рационального выбора схем и систем электроснабжения в зависимости от типа потребителей энергии, что и является предметом исследований в диссертационной работе.

Объектом исследования являются системы энергоснабжения индивидуальных домов от возобновляемых источников.

Целью диссертационной работы является исследование и анализ факторов, определяющих целесообразность использования возобновляемых энергетических ресурсов в Афганистане, разработка методик расчета и выбора оптимальных вариантов и параметров систем энергоснабжения на основе возобновляемых источников, разработка ряда конкретных систем индивидуального энергоснабжения применительно к конкретным климатическим и социальным условиям Афганистана.

Поставленная цель потребовала решения следующих задач:

- выполнения анализа состояния и оценки тенденций развития энергетики Афганистана;
- исследования потенциалов возобновляемых источников и разработки математических моделей потенциалов солнечной и ветровой энергии применительно к климатическим условиям Афганистана;
- исследования перспективных и реальных возможностей использования солнечной энергии для теплоснабжения жилых домов в условиях Афганистана;
- анализа параметров, определяющих энергетический баланс для индивидуального жилого дома;
- разработки методики расчета и выбора рациональной схемы комбинированной системы энергоснабжения индивидуального жилого дома;
- разработки рекомендаций по использованию возобновляемых источников в условиях Афганистана.

Методы исследования. В качестве основного метода исследования использовался метод математического моделирования с реализацией вариантных расчетов на ПЭВМ. При разработке математических моделей и алгоритмов их расчета применялись элементы теории прогнозирования, вероятности и математической статистики.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что:

- впервые выполнен анализ тенденций развития энергетики Афганистана и обоснована необходимость и практическая целесообразность широкого внедрения возобновляемых источников энергии в практику энергоснабжения;
- впервые обобщены экспериментальные данные и осуществлено районирование территории Афганистана по интенсивности распределения потенциалов солнечной и ветровой энергии, а также распределению температур окружающей среды;
- разработаны ориентированные на использование ПЭВМ методики расчета систем автономного солнечного теплоснабжения применительно

но к климатическим условиям Афганистана;

- разработана методика расчета комбинированной системы энергоснабжения индивидуального жилого дома.

Теоретическая и практическая ценность работы определяется тем, что математические модели и алгоритмы расчета параметров систем энергоснабжения индивидуальных жилых домов адаптированы для использования ПЭВМ, позволяют достаточно эффективно выполнять многовариантные расчеты и тем самым осуществлять выбор оптимальных вариантов построения систем энергоснабжения, которые рационально использовать на практике применительно к различным климатическим условиям.

Конкретный личный вклад диссертанта в разработку новых научных результатов, которые выносятся на защиту:

- результаты анализа современного состояния энергетики Афганистана, тенденций ее развития на перспективу, обоснование необходимости и целесообразности широкого внедрения возобновляемых источников;

- результаты обобщения экспериментальных данных по интенсивности поступления солнечной и ветровой энергии и схемы их районирования по территории Афганистана;

- математические модели систем энергоснабжения индивидуальных жилых домов и алгоритмы их вариантного расчета на ПЭВМ;

- схемы рационального построения систем комбинированного энергоснабжения автономных жилых объектов для условий Афганистана.

Реализация результатов работы. Результаты исследований по теме диссертации использованы:

1. При формировании планов перспективного развития энергетики Афганистана;

2. При выполнении практических, расчетных и дипломных работ на кафедре "Электрические станции" Национального технического университета Украины (г.Киев);

3. При подготовке Предложений о международном сотрудничестве институтов НАН Украины с зарубежными странами в области разработки и использования возобновляемых источников энергии (Ин-т электродинамики НАН Украины, г.Киев).

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры "Электрические станции" Национального технического университета (г.Киев), на научных семинарах Отделения комплексных энергетических систем на во-

возобновляемых источниках Ин-та электродинамики НАН Украины (г. Киев).

Публикации. Основное содержание диссертационной работы изложено в двух печатных работах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, изложенных на 175 стр. машинописного текста, 40 рисунков, 18 таблиц и списка использованных литературных источников из 167 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель работы и основные задачи исследований, научная новизна результатов диссертации и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации выполнен анализ современного состояния и тенденций развития энергетики Афганистана. Приведенные данные показывают, что Афганистан обладает достаточно большими запасами собственных энергетических ресурсов (каменного угля, природного газа, нефти, гидроэнергетических ресурсов). Анализ состояния энергетики показывает, что в силу объективных технико-экономических условий наибольшие трудности сосредоточены в области электроэнергетического сектора топливно-энергетического комплекса.

По данным Министерства энергетики Афганистана в настоящее время суммарная установленная мощность электростанций составляет порядка 500 МВт. При этом производство электроэнергии осуществляется на следующих основных типах электрических станций: гидроэлектростанциях, тепловых и дизельных, на долю которых приходится соответственно 60%, 24% и 16% от суммарной выработки электроэнергии. Усредненный показатель выработки электрической энергии на душу населения в год находится в пределах 65-80 кВт*час.

Анализ электроэнергетического потенциала существующих девяти энергорайонов Афганистана (Кабул, Парван, Гори, Балх, Герат, Кандагар, Ненгархар, Газни, Логар-Пактин) свидетельствует о крайне неравномерном распределении генерирующих мощностей по регионам (от ~230 МВт Кабульского энергорайона до ~11 МВт энергорайона Ненгархар). Кроме того, генерирование электроэнергии, большая половина которой вырабатывается на гидростанциях, характеризуется существенной сезонной неравномерностью.

В процессе анализа также выявлено, что структура энергопотребления по секторам экономики Афганистана имеет существенно неравномерный характер при непропорциональной динамике роста за период 1969-1989г.г. в каждом из них (Табл.1).

Таблица 1

№ Основные сектора п/экономики	Потребление электроэнергии (% от общего)	Динамика роста (число раз)
1. Промышленность	53	5,6
2. Коммунально-бытовой	28	3,1
3. Государственно-общественный	14	2,0
4. Сельское хозяйство	4	1,25

По оценкам Министерства энергетики Афганистана минимально необходимое наращивание электроэнергетических мощностей только для Кабульского энергорайона составит в 1995г. 300-400 МВт, а на период 2000г. - 400-500МВт.

При выборе путей развития электроэнергетического потенциала Афганистана в диссертационной работе использовано несколько типов регрессионных моделей. При этом в качестве базисных данных использовались данные Министерства энергетики Афганистана за период 1968-1985г.г. Регрессионные модели и расчетные коэффициенты приведены в Табл.2.

Таблица 2

№ Уравнение регрессии п/п	Расчетные коэффициенты
1. $y = b + ax$	$b = -188,4, a = 39,4.$
2. $y = b + a_1x + a_2x^2$	$b = 291,6, a_1 = 41,3, a_2 = 1,5.$
3. $y = bx^{a_1}$	$b = 10,926, a_1 = 1,25.$
4. $y = e^{b+a_1x}$	$b = 3,12, a_1 = 0,15.$
5. $y = be^{a_1x}$	$b = 22,73, a_1 = 0,15.$

Так как с точки зрения минимума квадратичных отклонений наиболее точным является уравнение регрессии 2, для которого модель описывается уравнением

$$y = 284,1 + 42,8x + 1,57x^2,$$

(1)

то прогнозирование электропотребления осуществлялось по модели 2. При этом оказалось, что на уровне 2000г. электропотребление, например, в Кабульском энергорайоне за каждые 5 лет возрастет примерно в 1,5 раза и к 2000г. составит примерно 5 млрд. кВт·час.

В целом очевидно, что по сравнению с развитыми странами в Афганистане наблюдается значительный дефицит электроэнергии, который согласно планам Министерства энергетики предлагается компенсировать прежде всего за счет строительства гидроэлектростанций. С другой стороны, учитывая сезонную неравномерность производства электроэнергии на гидроэлектростанциях, а также то обстоятельство, что наибольшие потребности в электроэнергии имеет коммунально-бытовой и агропромышленный сектор экономики, совершенно очевидной является необходимость широкого привлечения возобновляемых энергетических ресурсов.

Вторая глава диссертационной работы посвящена исследованию потенциалов возобновляемых энергоресурсов Афганистана. Вначале дана подробная климатическая характеристика территории Афганистана, собщены экспериментальные данные существующих на территории Афганистана метеостанций по значениям среднегодовых температур по регионам Афганистана и значениям абсолютных максимумов и минимумов.

Анализ многолетних экспериментальных данных метеостанций показал, что продолжительность солнечного сияния составляет для севера страны более 2,5 тыс. часов, превышает 3 тыс. часов для центральных районов и достигает 3,5 тыс. часов на юге страны, что дает основания сделать вывод о целесообразности использования солнечной энергии.

Выполненный сравнительный анализ различных методик расчета потенциалов солнечной энергии приводит к выводу о том, что наиболее целесообразной для климатических условий Афганистана является модель, описываемая выражением

$$W_c = W_0 + A \cos \frac{\pi}{6} m + B \sin \frac{\pi}{6} m + \dots +, \quad (2)$$

в котором коэффициенты A , B , W_0 описываются соотношениями

$$W_0 = \sum_{m=1}^{12} W_m / 12,$$

$$A = \frac{1}{6} \left[W_1 - W_7 + 0,5(W_3 - W_5 - W_9 + W_{11}) + 0,866(W_2 - W_6 - W_8 + W_{12}) \right],$$

$$B = -\frac{1}{6} \left[0,5(W_2 + W_6 - W_8 - W_{12}) + 0,866(W_3 + W_5 - W_9 - W_{11}) + W_4 - W_{10} \right],$$

а W_1, \dots, W_{12} - значения суммарной солнечной энергии по месяцам года, m - порядковый номер месяца.

На основе полученной модели, которая имеет наилучшее согласие с экспериментальными данными метеостанций, выполнено районирование территории Афганистана по величине суммарной среднемесячной солнечной энергии, приходящейся на 1 кв.м. Результаты районирования показали, что практически все регионы Афганистана являются благоприятными для использования солнечной энергии, так как количество солнечных дней в году превышает ~300 с максимальными значениями плотности солнечной радиации ~1кВт/м² (в летнее время) и ~0,5 кВт/м² (в зимнее время).

Рассмотрены факторы, определяющие эффективность использования ветровой энергии, среди которых определяющее значение имеют режимные характеристики ветрового потока, подверженного как закономерной детерминированной, так и стохастической изменчивости.

Анализ экспериментальных данных по режимным характеристикам ветрового потока основных метеостанций Афганистана (в Фахламе, Газни, Герате, Кандагаре и др.) указывает на значительные различия параметров ветрового потока в зависимости от сезонов, времени суток, высоты над уровнем моря, характера местности. Наряду с регионами, в которых скорость ветра изменяется в интервале 0,5-4м/с, наблюдаются регионы, в которых скорости ветра достигают 13-15м/с.

Для получения обоснованных расчетных ветроэнергетических характеристик разработана и реализована на ПЭВМ инженерная методика расчета мощности, вырабатываемой ветрогенератором, в основу которой положено выражение

$$W = \frac{1}{2} \rho F \int_{V_{\min}}^{V_{\max}} V^3 f(V) \eta(V) dV, \quad (3)$$

где F - площадь, ометаемая ветроколесом, V_{\min}, V_{\max} - диапазон рабочих скоростей ветра, $f(V)$ - распределение скоростей ветра, описываемое различными аппроксимационными зависимостями, $\eta(V)$ - КПД ветроагрегата

как функции ветровой скорости. Выполненные расчетные оценки ветроэнергетических ресурсов позволяют сделать вывод о целесообразности использования ветровой энергии для отдельных регионов.

В третьей главе диссертации на основе разработанных инженерных методик расчета различных систем солнечного энергоснабжения рассмотрены системы энергоснабжения индивидуальных жилых домов. На основе анализа различных схем использования солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения предложена классификация систем, представленная на рис. I., используемых для солнечного отопления.

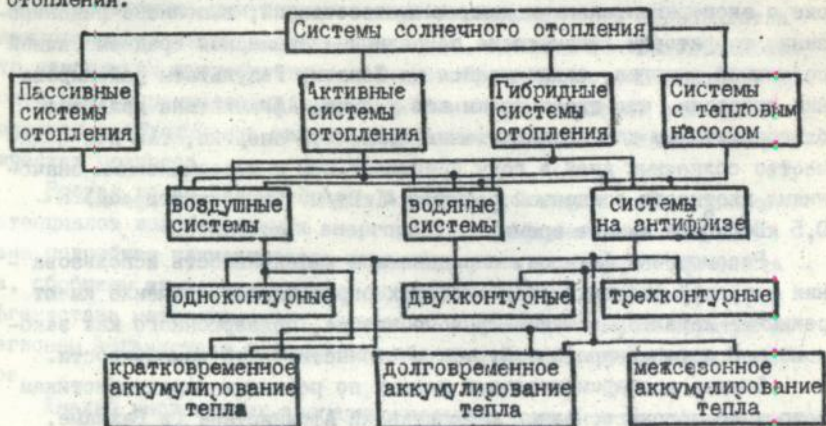


Рис. I. Классификация систем солнечного отопления.

Проанализирован анализ факторов, влияющих на энергетический баланс индивидуального жилого дома, основными из которых являются: наружная температура воздуха, скорость ветра, относительная влажность воздуха, интенсивность потока солнечной радиации, а также конструктивные параметры дома (площадь ограждений, коэффициент остекления, термическое сопротивление ограждающих конструкций, воздухопроницаемость).

В соответствии с разработанными методиками расчета проведен анализ энергетических балансов домов с различными системами солнечного отопления: пассивной, активной, гибридной, автономной; а также системой солнечного отопления типа "энергетическая крыша". Выполненные исследования показали, что основным фактором, опреде-

ляющим тепловой баланс индивидуального жилого дома является плотность поступления солнечной радиации. По этой причине были проанализированы различные типы аппроксимационных зависимостей для расчета потенциалов солнечной энергии, среди которых для расчетов была выбрана аппроксимация Говера-Макса-Кулоха

$$Q = Q_{SD} \left(0,2 \cos \varphi + 0,52 \frac{N}{N} \right), \quad (4)$$

где Q - суммарное поступление солнечной энергии на горизонтальную плоскость, кВт·час; Q_{SD} - солнечная постоянная, равная 9,83 кВт·час./м² в день, φ - географическая широта, град., N - возможное число, а n - фактическое число часов солнечного сияния за день.

Для выполнения конкретных расчетов был разработан алгоритм и программа расчета, особенностью которых являлось то, что оптимальные углы наклона солнечного коллектора определялись как для всего года, так и отопительного периода. В итоге расчетным путем было установлено, что для климатических условий Афганистана оптимальные углы наклона солнечного коллектора составляют: для года в целом - 35°, для отопительного периода - 45° по отношению к горизонту; оптимальный азимутальный угол равен 177° (для года), а для отопительного сезона - 163°.

В случае пассивной системы солнечного отопления в качестве базового рассматривался вариант дома, в котором стены играют роль аккумулятора, а окна оборудованы дополнительными герметичными прокладками. Для данного варианта величину полезной поступающей в дом энергии можно определить соотношением

$$Q_{пол.} = I_n + D_n + S_n - \sum_{i=1}^{n+1} Q_i, \quad (5)$$

где I_n - прямая солнечная радиация, падающая на наклонную поверхность солнечного коллектора, кДж/м², S_n - количество отраженной солнечной радиации, поступающей на наклонную поверхность солнечного коллектора, кДж/м², Q_i - отраженные тепловые потоки энергии, кДж/м².

Рассмотрен также наиболее благоприятный в энергетическом отношении вариант дома с "энергетической крышей", при котором могут быть снижены требования к теплоизоляции и уменьшены эксплуатационные расходы.

Для практически всех рассмотренных типов систем солнечного теплоснабжения были построены графики энергетических балансов, на

основе которых проводилась сравнительная качественная оценка их эффективности. Кроме того, использовался также комплексный показатель экономичности систем, определяемый отношением $n = \frac{\Delta T}{\Delta K}$, где n - показатель экономической эффективности, Δ - стоимость тепловой энергии сэкономленной в течение года, ΔK - капитальные вложения в создание системы солнечного теплоснабжения, T - период времени, за который определяется суммарная экономия энергии. При выполнении условия $n > 1$ строительство той или иной системы теплоснабжения принимается экономически целесообразным. На практике величина n оказалась весьма удобной для сравнительного количественного анализа альтернативных вариантов систем солнечного отопления. В этом случае задача оптимизации систем теплоснабжения различных типов может быть сведена к выбору максимума величины, то есть оптимальной среди рассматриваемых альтернативных систем, обозначаемых индексом i , принята такая, для которой выполняется условие

$$Opt(i) \rightarrow \max \left(\frac{\Delta_i T_i}{\Delta K_i} \right). \quad (6)$$

В результате оптимизационных вариантных расчетов различных систем солнечного теплоснабжения в указанном выше смысле были получены также оптимальные значения дополнительной теплоизоляции. В итоге было установлено, что удельное количество полезной тепловой энергии, снимаемой с 1 м^2 солнечных коллекторов или стены-аккумулятора, составляет для активной системы солнечного отопления с плоскими солнечными коллекторами $\sim 750 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за год и $\sim 220 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за отопительный период; для пассивной системы отопления соответственно $\sim 550 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за год и $\sim 200 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за отопительный период; для системы с "энергетической крышей" $\sim 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за год и $\sim 280 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за отопительный период; для гибридной системы солнечного теплоснабжения $\sim 1160 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за год и $\sim 370 \text{ кВт} \cdot \text{час}$. за отопительный период.

Таким образом, было установлено, что в среднем для всей территории Афганистана оказывается возможным удовлетворить теплотребности индивидуального жилого дома от 60% до 80%.

В четвертой главе диссертации выполнен анализ комбинированной системы энергоснабжения индивидуального жилого дома, которая в условиях Афганистана позволяет обеспечить автономное энергоснабжение как тепловой, так и электрической энергией. Структурно предлагаемая система состоит из солнечных коллекторов, полностью обеспечивающих теплотребности жилого дома в период апреля-сентября и час-

точно в остальное время года, бака-аккумулятора тепла из расчета обеспечения тепловой энергией в течение трех суток, теплового насоса, работающего от ветроэнергетической установки, и ветроэнергетической установки.

Для обоснования технических параметров системы комбинированного энергоснабжения разработана и реализована на ПЭВМ инженерная методика расчета основных параметров и их оптимизации: часовой тепловой нагрузки, требуемой площади поверхности солнечных коллекторов, объема теплового аккумулятора, мощности привода теплового насоса, мощности ветроэнергетической установки. Оптимизация названных выше параметров для различных вариантов системы осуществлялась выбором максимальных значений согласно соотношениям

$$\left. \begin{aligned} & \left(\frac{W_p \tau}{C_{\text{ВД}}} \right)_i \\ & \left(\frac{q^{yd} F_{\text{КС}} \tau}{C_s} \right)_i \end{aligned} \right\} \longrightarrow \max, \quad (7)$$

$$q^{yd} F_{\text{КС}} + W_p = Q_T + Q_{\text{БАТ}} + Q_{\text{эл}} + Q_{\text{АБ}}, \quad (8)$$

где W_p - годовая выработка электроэнергии i -ым вариантом ветроэнергетической установки, кВт·час; τ - нормативный срок окупаемости i -го варианта ветроэнергетической установки или системы солнечного теплоснабжения, лет; $C_{\text{ВД}}$, C_s - стоимость i -го варианта ветроэнергетической установки и i -го варианта системы солнечного теплоснабжения соответственно; q^{yd} - удельная выработка тепловой энергии за год солнечным коллектором, кВт·час/м²; $F_{\text{КС}}$ - площадь поверхности солнечного коллектора, м²; Q_T - потребности жилого дома в тепловой энергии, кВт·час; $Q_{\text{эл}}$ - потребности дома в электрической энергии, кВт·час; $Q_{\text{БАТ}}$ - тепловая емкость теплового аккумулятора, кВт·час; $Q_{\text{АБ}}$ - электрическая емкость аккумуляторной батареи. Характерные численные значения параметров необходимого оборудования могут быть проиллюстрированы следующими данными: для жилого дома общей площадью 54 м² необходимая площадь солнечных коллекторов составляет 15 м², мощность ВЭУ - 3,5 кВт, мощность теплового насоса - 1,7 кВт.

При проектировании систем комбинированного энергоснабжения жилых индивидуальных домов в условиях Афганистана наиболее важным является правильный выбор параметров ветроэнергетической установки с обязательным учетом особенностей ветрового потока в планируемом месте использования. В результате сопоставительного

анализа различных видов методик расчета ветроэнергетических установок предпочтение было отдано подходу, разработанному Клиффором и Пауэллом, согласно которому расчет ВЭУ проводится по средней годовой мощности ВЭУ, определяемой выражением

$$\bar{P}_{эф} = \int_{V=0}^{V_{откл}} f(V) P(V) dV \quad (9)$$

с учетом зависимости мощности ВЭУ в определенный момент от частоты появления определенной скорости ветра. При использовании параболической аппроксимации $P(V)$ представленное выше выражение может быть преобразовано к виду

$$\bar{P}_{эф} = \frac{4P_{ном} \bar{V}^2}{\pi(V_{ном}^2 - V_{вкл}^2)} \left[\exp\left(-\frac{\pi V_{вкл}^2}{\bar{V}^2}\right) \exp\left(-\frac{\pi V_{ном}^2}{4\bar{V}^2}\right) \right] - P_{ном} \exp\left(-\frac{\pi V_{откл}^2}{4\bar{V}^2}\right), \quad (10)$$

где \bar{V} - среднегодовая скорость ветра, м/сек; $V_{вкл}$, $V_{ном}$, $V_{откл}$ - характерные значения скорости ветра, соответствующие режиму включения ВЭУ, номинальному режиму ВЭУ и режиму отключения.

Результаты расчетов по реализованной на ПЭВМ методике представляются в виде диаграммы зависимости вырабатываемой ВЭУ в течение года электрической энергии от характерного значения средней скорости ветра для различных значений мощности ВЭУ при фиксированных значениях $V_{вкл}$, $V_{ном}$, $V_{откл}$. Пример такой диаграммы представлен на рис. 2 кВт·ч/год

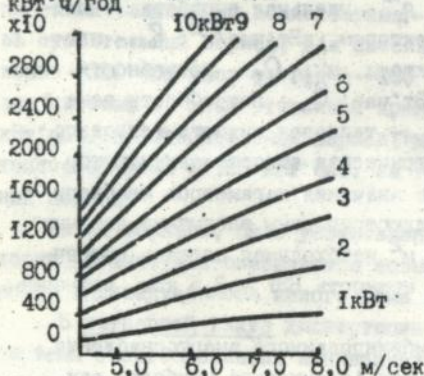


Рис. 2. Диаграмма определения энергии, вырабатываемой ВЭУ для различной мощности ВЭУ и скорости ветра.

для различных значений мощностей ВЭУ в диапазоне 1-10 кВт и в интервале скоростей ветра от 4,5 до 8 м/сек. Расчетные диаграммы типа представленной на рис. 2 дают удобный в инженерной практике способ выбора мощности ВЭУ и соответственно ее типа при заданной выработке электрической энергии и известном ветровом режиме того или иного региона Афганистана либо конкретного места установки ветроэнергетической установки.

В результате выполнения расчетно-теоретических исследований возможных вариантов систем комбинированного электро-теплоснабжения разработан ряд перспективных схем, одна из которых представлена на рис.3. и позволяет обеспечить автономное энергоснабжение индивидуального жилого дома в климатических условиях Афганистана.

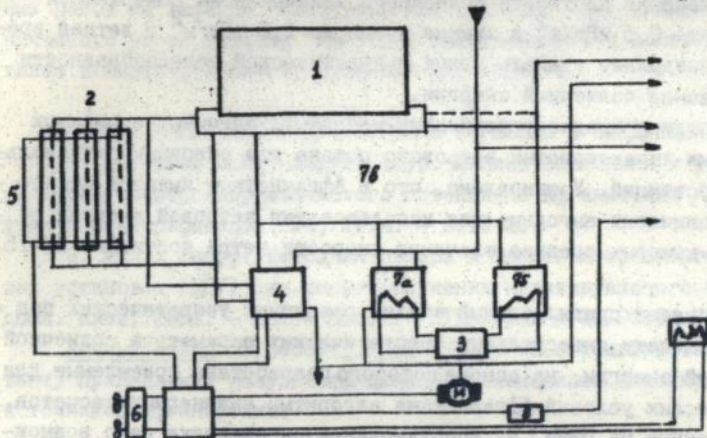


Рис.3. Схема комбинированного энергоснабжения автономного жилого дома: 1 - система коллекторов солнечной энергии, 2 - гелиоконцентратор, 3 - компрессионный тепловой насос, 4 - термоэлектрический тепловой насос; 5 - кремниевые фотобатареи, 6 - ветроэнергетическая установка; 7 - аккумуляторные батареи.

В заключении обобщены и сформулированы основные результаты и выводы по диссертации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Выполнен анализ современного состояния и тенденций развития энергетики Афганистана. Показано, что в Афганистане прогнозируется существенный рост энергопотребления, обеспечение которого может быть реализовано как за счет традиционных энергоресурсов (угля, нефти, природного газа, гидроэнергетических ресурсов), так и за счет возобновляемых источников (солнечной и ветровой энергии).

2. Обобщены экспериментальные данные по месячной интенсивности, региональному распределению потенциалов солнечной энергии. Установлено, что продолжительность солнечного сияния по территории Афганистана изменяется от $\sim 2,5 \cdot 10^3$ до $\sim 3,5 \cdot 10^3$ часов, а характерные значения плотности солнечного излучения на поверхности составляют $\sim 0,5$ кВт/м² в зимнее время до $1,0$ кВт/м² в летнее время, что позволяет сделать вывод о практической целесообразности использования солнечной энергии.

3. Выполнен анализ усредненных месячных, суточных и часовых скоростных характеристик ветрового потока для основных региональных метеостанций. Установлено, что в Афганистане имеются отдельные экономически выгодные для использования ветровой энергии регионы, в которых средние значения скорости ветра достигают 10-15 м/сек.

4. Проведен сравнительный анализ различных теоретических подходов к расчету интегральных энергетических параметров солнечной и ветровой энергии, на основе которого разработаны приемлемые для климатических условий Афганистана алгоритмы инженерных расчетов, реализованные на ПЭВМ. Их использование на практике дало возможность осуществить районирование территории Афганистана по прогнозируемой выработке энергии нетрадиционными и возобновляемыми источниками.

5. Разработаны и реализованы на ПЭВМ методики расчета энергетического баланса индивидуальных жилых домов с различными типами систем солнечного отопления, учитывающие основные климатические факторы и конструктивные параметры домов. В результате оптимизационных вариантных расчетов показано, что наилучшим с точки зрения экономической эффективности для условий Афганистана является использование системы солнечного отопления типа "энергетическая крыша", для которой полезное количество тепловой энергии с 1 м² площади поверхности составляет $\sim 10^3$ кВт·час за год и ~ 280 кВт·час за отопительный период.

6. Предложена и теоретически обоснована комбинированная система автономного энергоснабжения индивидуального жилого дома. В результате вариантного расчета определены технические параметры составляющих элементов системы и показано, что ключевыми из них являются ветроэнергетическая установка и система коллекторов солнечной энергии.

7. Создано эффективное программное обеспечение для реализа -

ции инженерных методик расчета интегральных энергетических параметров ветроэнергетических установок, других элементов систем энергоснабжения на возобновляемых источниках, а также энергетических балансов индивидуальных жилых домов, которые используются при выполнении практических, расчетно-графических и дипломных работ на кафедре "Электрические станции" национального технического ун-та Украины "Киевский политехнический институт", а также в Институте электродинамики НАН Украины.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ.

1. Пискунов О.Г., Абдул Сабур. Анализ состояния и тенденций развития электроэнергетического потенциала Афганистана // Энергетика и электрификация, №4, 1994. - С.19-20.

2. Абдул Сабур. Методика выбора мощности ветроэнергетических установок (ВЭУ) для энергоснабжения индивидуального жилого дома. Киев, 1994. - 6с. - Деп. в ГНТБ Украины 30.08.94. №1910-Ук-94.

Личный вклад. В работе, опубликованной в соавторстве диссертанту принадлежат результаты анализа потенциалов возобновляемых источников Афганистана.

ЛНБ им. В. Стефа
АН України

АНОТАЦІЯ

Абдул Сабур Мохаммед Гаус. Синтез систем комплексного енергопостачання індивідуальних жилих будинків від поновлюваних джерел енергії в умовах Афганістану.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук із спеціальності 05.14.08 - Перетворення відновлюваних видів енергії і установки на їх основі, Національний технічний ун-т України "Київський політехнічний ін-т, Київ", 1995.

Робота містить в собі теоретичні передумови, обґрунтовуючі стан, тенденції розвитку проблеми енергозабезпечення Афганістану та технічну, економічну і екологічну доцільність використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергопостачання в розглядаємому регіоні. В результаті досліджень визначені математичні моделі відновлюваних енергоресурсів, розроблені методи вибору, розрахунків і оптимізації параметрів систем комплексного енергопостачання індивідуальних будинків від ВДС, сформульовані практичні рекомендації їх використання в умовах Афганістану.

ANNOTATION

abdul Sabur Mohammed Gaus. Synthesis of the Systems of Complex Power Supply of Individual Houses from Renewable Power Sources under the Conditions of Afghanistan.

Thesis for a candidate's degree on a profession line 05.14.08 - Transforming of renewable species of energy and installations on there base. The National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnical Institute", Kiev, 1995.

The work includes theoretical preconditions substantiating the state, tendencies of development, problems of power supply of Afghanistan and technical, economical and ecological expediency of the use of nontraditional, renewable sources of power supply in the region under consideration. As a result of studies mathematical models of renewable power resources have been determined, methods of choice, calculation and optimization of the parameters of systems of complex power supply to individual houses from RPS have been developed, practical recommendations of their use under the conditions of Afghanistan have been formulated.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, енергобаланс, сонячна енергія, вітряний режим, системи, схеми енергопостачання.

РСС.СБ 97

Подписано к печати 21.10.1995г. Формат 60x84/16
Бумага офсетная Усл.-печ.лист.10 Уч.-изд.лист 10.
Тираж 100. Заказ 438.

Полиграф. уч-к Института электродинамики АН Украины,
252057, Киев-57, проспект Победы, 56.

Abstract of the report of the Scientific Committee on the
Development of the Energy Sector in the USSR, 1970-1980.

The report is divided into three main parts: 1. General
characteristics of the energy sector; 2. Development of the
energy sector in the USSR; 3. Development of the energy sector
in the USSR in the 1970-1980 period.

The report is divided into three main parts: 1. General
characteristics of the energy sector; 2. Development of the
energy sector in the USSR; 3. Development of the energy sector
in the USSR in the 1970-1980 period.

ABSTRACT

Abstract of the report of the Scientific Committee on the
Development of the Energy Sector in the USSR, 1970-1980.

The report is divided into three main parts: 1. General
characteristics of the energy sector; 2. Development of the
energy sector in the USSR; 3. Development of the energy sector
in the USSR in the 1970-1980 period.

The work includes theoretical and experimental studies
of the energy sector in the USSR, 1970-1980. The report
is divided into three main parts: 1. General characteristics
of the energy sector; 2. Development of the energy sector
in the USSR; 3. Development of the energy sector in the
USSR in the 1970-1980 period.