

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ИСЛАМСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ ИРАН

Асп. МЕХДИЗАДЕХ М. А., канд. техн. наук, доц. ЛАПТЁНОК С. А.

*Белорусский национальный технический университет*

E-mail: aidaMexdizadeh33@yahoo.com

## PROSPECTS FOR USAGE OF ALTERNATIVE SOURCES FOR OBTAINING ELECTRIC POWER IN ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

MEHDIZADEH M. A., LAPTIONOK S. A.

*Belarusian National Technical University*

В статье представлены краткая характеристика состояния энергетической отрасли Исламской Республики Иран на современном этапе, вклад в валовое производство электроэнергии газотурбинных электростанций, электростанций комбинированного цикла, гидро-, ветровых и солнечных электростанций. Приведено обоснование перспективности дальнейшего развития альтернативных видов энергетики в Исламской Республике Иран с точки зрения обеспеченности территории страны соответствующими природными ресурсами, экономической эффективности и экологической безопасности.

**Ключевые слова:** альтернативные источники, электрическая энергия, перспективы использования.

Табл. 5. Библиогр.: 4 назв.

The paper briefly describes the current state of power engineering industry in the Islamic Republic of Iran, contribution to gross output of electric power of gas turbine power stations, combined-cycle power stations, hydroelectric power stations, wind power stations and solar power stations. Substantiation of prospects pertaining to further development of alternative energy sources in the Islamic Republic of Iran in the context of availability of natural resources, economic efficiency and ecological safety.

**Keywords:** alternative source, electric power, prospects of usage.

Tab. 5. Ref.: 4 titles.

**Введение.** Энергоснабжение является основой социальной и экономической стабильности любого государства, так как энергия изначально требуется человеку для получения теплоты, обеспечения освещения, производства продуктов питания, промышленных товаров, техники. В течение всего периода существования человечество использовало в качестве источников энергии такие природные ресурсы, как вода, ветер, солнце, лес, уголь, нефть и газ. Последние сто лет такого рода ресурсы потребляются в основном для получения электрической энергии как одного из наиболее универсальных в использовании видов энергии.

Расположение территории Исламской Республики Иран в богатейшем углеводородным сырьем регионе обеспечивает этой стране одно из ведущих мест в мире с точки зрения энергетической безопасности. На протяжении веков здесь использовали энергию солнца, воды и ветра, а в качестве топлива – древесину и уголь. Но в связи с развитием технического прогресса все большее место в энергообеспечении стали занимать уголь и нефть, добывавшиеся и использовавшиеся в значительных количествах, что вызвало ряд негативных последствий для окружающей среды, зачастую необратимых. Накопление такого рода последствий, представляющих

угрозу как для здоровья человека, так и для его благосостояния, обусловило необходимость пересмотра энергетической политики как в мире в целом, так и в ИРИ в частности. Авторы статьи исследовали такие альтернативные ресурсы получения электрической энергии для ИРИ, как сжигание природного газа и преобразование энергии солнца, воды и ветра, с точки зрения их эффективности при производстве электроэнергии и безопасности для окружающей среды [1–3].

**Методика.** В 2012 г. общая мощность производителей электроэнергии в ИРИ составила 65217,2 МВт, что было обеспечено работой 25 паросиловых установок, 61 газовой электростанции, 14 электростанций с комбинированным циклом, 40 дизельных электростанций, 48 гидроэлектростанций (крупных, средних, малых и мини), 168 ветровых турбин, шести фотоэлектрических единиц, двух электростанций, использующих биогаз, и 55 производителей (ТЭЦ-DG), относящихся к Министерству энергетики и некоторым крупным отраслям промышленности и частного сектора (табл. 1).

Таблица 1

**Вклад в валовое производство электроэнергии в Исламской Республике Иран различных типов электростанций (2012 г.), %**

Паровые электростанции	Газовые электростанции	Электростанции комбинированного цикла	Гидроэлектростанции	Атомные электростанции	Дизельные электростанции	Ветровые, солнечные электростанции и электростанции, использующие биогаз
28,6	23,5	28,3	16,7	1,9	0,8	0,2

Очевидно, что основное количество электроэнергии, необходимой для ИРИ, производится путем сжигания ископаемых видов топлива. Это привело к серьезным экологическим последствиям во многих регионах страны.

**Гидроэлектростанции.** Вода является одним из наиболее важных и экологически чистых возобновляемых источников энергии. В настоящее время для получения электроэнергии используется энергия речного стока (гидроэлектростанции) и морских приливов (приливные электростанции). Гидроэлектростанции имеют более длительный срок службы, более высокую эффективность и меньшую стоимость строительства по сравнению с электростанциями других типов.

В Исламской Республике Иран для производства электроэнергии используется энергия речного стока. Кроме того, вода из водохранилищ, образованных плотинами, может применяться в сельском хозяйстве (для орошения земель), промышленности и коммунальном хозяйстве, в рекреационных целях. Следует отметить и некоторые недостатки ГЭС, в том числе изменения в экосистемах, вызванные строительством плотин, затопление сельскохозяйственных угодий, вынужденное перемещение населения. Высокая стоимость и значительный экологический ущерб, характерные для строительства крупных ГЭС, являются одними из факторов, которые сдерживают развитие этой отрасли энергетики, особенно в развивающихся

странах. Поэтому значительное внимание в таких государствах уделяется малым ГЭС. Это обусловлено рядом преимуществ, в частности: долговечностью, экономией средств, универсальностью, возможностью развития сельских регионов, экологическими соображениями.

Исламская Республика Иран географически расположена в зоне полупустынь и пустынь, что определяет значительную неравномерность распределения атмосферных осадков. На территории республики имеется множество больших и малых рек, наиболее значительные из которых – Карун, Атрака, Горган, Таджан, Кархе, Гильменд и др. Сейчас большинство из упомянутых рек маловодные или высохшие из-за сокращения площади горных ледников и снижения количества атмосферных осадков. Вода в них появляется только в течение нескольких месяцев в году. Тем не менее малые и крупные ГЭС, построенные на этих реках, обеспечивают поставку электрической энергии, необходимой для страны. Упомянутые ГЭС делятся на шесть категорий: крупные (мощностью 100 МВт), средние (10–100 МВт), малые (1–10 МВт), мини-ГЭС (100–1000 кВт), микро-ГЭС (10–100 кВт) и пико-ГЭС (менее 10 кВт). ГЭС средней мощности строятся, как правило, на маловодных реках, и поскольку таких рек в Иране большинство, ГЭС средней мощности преобладают над другими типами станций. Плотины таких станций используются, в частности, и в целях предотвращения водопотери. Мини- и микро-ГЭС расположены преимущественно в северной части страны, многие из них являются экспериментальными.

В валовом производстве электроэнергии ИРИ на начало 2012 г. 16,7 % составляла электроэнергия, полученная от 48 ГЭС [4]. Доля в этом количестве крупных, средних, малых, мини- и микро-ГЭС соответственно (%) 9,19; 7,40; 0,67 и 0,03 (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристика ГЭС, эксплуатировавшихся в ИРИ на начало 2012 г.**

Электростанция	Провинция	Мощность, МВт	Валовое производство, ГВт
Крупные ГЭС			
Калан	Тегеран	115,5	125,9
Карун 3	Хузестан	2000	2643,8
Карун 4	Хузестан и Чехармехаль, Бахтияри	750	1246,0
Дез	Хузестан	520	1658,9
Кархе	Хузестан	399,9	154,4
Средние ГЭС			
Арас	Восточный Азербайджан	22	115,6
Заяндех Род	Исфахан	55,5	123,9
Амир Кабир	Тегеран	90	134,9
Талеган	Тегеран	17,8	30,5
Сефидруд	Гилян	87,5	171,3
Джирофт	Керман	32,4	28,7
Моласадра	Фарс	100	72,9

Окончание табл. 2

Электростанция	Провинция	Мощность, МВт	Валовое производство, ГВт
Малые ГЭС			
Махабад	Западный Азербайджан	6	11,2
Пиран	Керманшах	8,4	0,6
Асиябак	Маркази	5,2	1,5
Гамасияб	Хамадан	2,8	5,8
Мандж	Чехармехаль и Бахтияри	5,0	3,6
Мини- и микро- ГЭС			
Кахдан	Кохкилюе и Боерахмад	0,85	6,3
ВСЕГО		4218,85	6535,8

Общая протяженность рек с постоянным водостоком в ИРИ составляет более 2,5 тыс. км. Кроме того, в центральной части страны имеется значительное количество малых рек с сезонным водостоком, потенциал которых в настоящее время используется для получения электроэнергии не в полной мере.

Следует отметить, что строительство ряда ГЭС было приостановлено из-за экономических проблем и невозможности приобретения современного импортного оборудования, но легко может быть возобновлено после преодоления данных проблем.

**Газотурбинные электростанции.** Значительная часть электроэнергии в ИРИ на начало 2012 г. была произведена 61 газотурбинной электростанцией и 14 электростанциями комбинированного цикла. Вклад в валовое производство энергии газотурбинных станций и станций комбинированного цикла составил 23,5 и 28,3 % соответственно. Названные два типа станций построены в различных регионах страны и имеют широкий спектр мощностей, распределение которых по провинциям ИРИ представлено в табл. 3.

Разведанные запасы природного газа на территории ИРИ составляют более 33 трлн м<sup>3</sup>, среднегодовой объем добычи природного газа – более 100 млрд м<sup>3</sup>.

Таблица 3

**Мощность газотурбинных электростанций  
и электростанций комбинированного цикла в ИРИ на начало 2012 г.**

Провинция	Электростанции, МВт	
	Газотурбинные	Комбинированного цикла
Западный Азербайджан	1020,0	349,3
Тегеран	1933,4	2548,0
Хорасан Разави	345,6	1387,2
Фарс	782,7	2407,3
Казвин	1154,2	1042,8
Гилян	648,0	1305,6
Мазандаран	60,0	435,0
ВСЕГО	5943,9	9475,2

**Ветровые электростанции.** Энергия ветра, как и другие возобновляемые источники энергии, широко доступна, но нестабильна. Тем не менее во всем мире, а особенно в регионах, где непрерывно происходит переме-

шение значительных воздушных масс, наблюдается рост доли ветровых электростанций в производстве электроэнергии. Это обусловлено низкой себестоимостью производства, заметным снижением уровня воздействия на окружающую среду, сохранением целостности ландшафтов.

В силу природных условий своей территории ИРИ располагает значительным потенциалом для производства электроэнергии с использованием энергии ветра и поставки ее в национальную энергосистему. В настоящее время в ИРИ ветровые установки производят около 98,2 МВт/ч электроэнергии. Все функционирующие в стране ветроэлектростанции имеют мощность 660 кВт. Их вклад в валовое производство небольшой и составляет около 2 %, но имеется значительный потенциал для использования данного ресурса в будущем.

Распределение ветровых энергоустановок по провинциям ИРИ представлено в табл. 4. Очевидно, что большинство из них установлено в области Манджил (провинции Гилян, Газвин и Хорасан), ландшафтные характеристики которой (озера и горы вокруг них) делают регион наиболее благоприятным для данного вида энергетики: сильные ветры дуют здесь практически постоянно. Подобный тип рельефа характерен для значительной части территории Ирана, следовательно, перспективность выработки электроэнергии ветровыми электростанциями не вызывает сомнений. Исследования и оценки потенциала ветроэнергетики в Иране показывают, что в 26 районах страны (в том числе на 45 подходящих площадках) можно разместить ветроэлектростанции общей мощностью около 6500 МВт. Согласно проектным расчетам, мощность ветровых установок в Иране на 2030 г. должна составить около 2000 МВт. Иранская Республика – единственный производитель ветряных турбин на Среднем Востоке.

Таблица 4

**Распределение ветровых энергетических установок по провинциям ИРИ на начало 2012 г.**

Провинция	Количество установок	Номинальная мощность, кВт
Гилян	117	77220
Газвин	91	60000
Хорасан	43	28380
Восточный Азербайджан	4	1990
Систан и Белуджистан	1	660
Фарс	1	660
Хузестан	1	660
Исфахан	1	660
ВСЕГО	259	170230

**Солнечные электростанции.** Солнце – крупнейший энергетический ресурс, который является экологически чистым, недорогим и неисчерпаемым. В годы энергетического кризиса сокращение ископаемых ресурсов и глобальные климатические изменения значительно повысили интерес к данному источнику энергии во всем мире, и особенно в странах, имеющих высокий потенциал инсоляции. В силу территориальных и климатических условий данный потенциал ИРИ более чем значителен. Министерство энергетики Ирана разрабатывает и внедряет ряд проектов в данной области (табл. 5). Но большинство из них выполняются в научно-исследова-

тельских целях либо в целях электрификации мелких населенных пунктов, и мощность используемых устройств незначительна. Общая мощность солнечных электростанций в Иране в начале 2012 г. составляла около 97 кВт, что крайне мало по сравнению с другими видами энергетики. Кроме того, в настоящее время многие из проектов свернуты в связи с экономическими проблемами. Тем не менее данный способ производства электроэнергии представляется для ИРИ чрезвычайно перспективным. Иран имеет значительный потенциал для развития солнечной энергетики, учитывая, что количество солнечных дней в году достигает 300 и в среднем на 1 кв. м приходится 2200 кВт·ч солнечной радиации.

Таблица 5

**Проекты, осуществляемые Министерством энергетики Ирана в области использования солнечной энергии (на начало 2012 г.)**

Характер проекта	Провинция	Мощность, кВт	Срок службы, лет	Тип сетевого подключения
Коммунальное энергоснабжение	Дарбид, Йезд	12	25	Автономно
	Саркавир, Семнана	15	25	В сети
	Алборз, Талеган	30	25	В сети
	Алборз, Талеган	10	25	Автономно
Автономные системы подогрева воды	Йезд, Хорасан, Систан и Белуджистан	4132 м <sup>3</sup>	20	Автономно
Энергоснабжение домов до 60 сельских семей	Хорасан	50	20	Автономно
Коммунальное энергоснабжение, Шираз	Фарс	250	20	Автономно
Коммунальное энергоснабжение, Тебриз	Восточный Азербайджан	24	25	В сети
Обеспечение электроэнергией 634 сельских семей	Общенациональный	650	20	Автономно

Эксперты считают, что Иран при использовании солнечной энергии может не только удовлетворить собственные потребности в ней, но и экспортировать ее в некоторые страны региона.

**ВЫВОДЫ**

1. Наличие на территории Исламской Республики Иран множества рек с различным водным режимом составляет значительный потенциал развития сети ГЭС разной мощности для обеспечения потребностей промышленности и бытового потребления в электроэнергии.

2. Значительные запасы природного газа, которыми обладает Иран, позволяют активно развивать такой вид энергетики, как газотурбинные электростанции и электростанции смешанного цикла, являющиеся экономически более эффективными и экологически менее опасными, чем станции, использующие жидкое и твердое углеводородное топливо.

3. В силу природных и климатических особенностей территория Ирана имеет значительный потенциал для развития ветровой и солнечной энергетики, являющихся наиболее экономически эффективными и экологически безопасными видами получения электроэнергии. Имеются также соответствующие технологии, но экономические проблемы и отсутствие конкретных государственных программ сдерживают их использование. При благоприятных условиях в ближайшее время вклад этих видов энергетики в валовое производство электроэнергии может быть увеличен как минимум в два раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *BP Statistical Review of World Energy 2012 г.*
2. Деловой Иран. Т. V: Экономика и связи с Россией в 2003–2005 гг. – М.: Агентство «Бизнес-Пресс», 2005. – 27 с.
3. Бубнов, В. П. Нетрадиционная энергетика как элемент энергосбережения // В. П. Бубнов, М. А. Мехдизадех // Сахаровские чтения 2012 г.: экологические проблемы XXI в.: материалы 12-й Междунар. науч. конф., 17–18 мая 2012 г., Минск, Республика Беларусь / под ред. С. П. Кундаса [и др.]. – М.: МГЭУ имени А. А. Сахарова, 2012. – С. 405.
4. Министерство энергетики Ирана. Энергетический баланс за 2012 г. Сайт Министерства энергетики Исламской Республики Иран. – Режим доступа: <http://www.saba.org.ir/fa/energyinfo/tashilat/taraz>, <http://pep.moe.gov.ir/Home.aspx>. – Дата доступа: 25.11.2013.

#### REFERENCES

1. *BP Statistical Review of World Energy 2012*. Available at: [http://www.pro-gas.ru/images/data/gallery/0\\_1735\\_statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2012.pdf](http://www.pro-gas.ru/images/data/gallery/0_1735_statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf)
2. *Business in Iran. Vol. V. Economics and Relations with Russia in 2003–2005*. Moscow: Business-Press Agency, 2005.
3. B u b n o v, V. P., & Mehdizadeh, M. A. (2012) Non-Conventional Power Engineering as an Element of Energy Saving. *Sakharovskie Chteniia 2012: Ekologicheskie Problemy XXI v.: Materialy 12-i Mezhdunarodnoi Nauchnoi Konferentsii [Sakharov Readings 2012: Environmental Problems of XXI Century: Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Scientific Conference]*. Moscow: Sakharov ISEU.
4. M i n i s t r y of Energy of the Islamic Republic of Iran. Energy Balance for 2012. Available at: <http://www.saba.org.ir/fa/energyinfo/tashilat/taraz>, <http://pep.moe.gov.ir/Home.aspx> (accessed 25 November 2013).

Представлена кафедрой экологии

Поступила 05.12.2013