

УДК 662.6:620.98

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ НА ОБЪЕКТАХ МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

О.В. Афанасьева, А.А. Галькеева, А.Р. Вафин, Г.Р. Мингалеева

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия
eccolga@mail.ru

Резюме: В работе проанализированы перспективы использования местного твердого топлива как энергоресурса на объектах малой распределенной энергетики. Проведена оценка обеспеченности углем регионов России. Запасы углей по каждому из регионов приведены к единым параметрам – в расчете на душу населения, площадь территории и валовой региональный продукт. Это позволило провести сравнительную оценку с выявлением регионов, где размещение объектов малой энергетики (мини-ТЭС) является предпочтительным.

Ключевые слова: мини-ТЭС, уголь, регионы России, местное топливо.

Благодарности: Работа, по результатам которой выполнена статья, выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-08-00295 «А».

THE ANALYSIS OF PROSPECTS OF USING COAL AT THE OBJECTS OF SMALL DISTRIBUTED GENERATION

O.V. Afanaseva, A.A. Galkeeva, A.R. Vafin, G.R. Mingaleeva

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Kazan State Power Engineering University
eccolga@mail.ru

Abstract: In the article the prospects of using local solid fuel as an energy resource at the objects of small distributed generation is analyzed. The estimation of coal supply of Russian regions is carried out. Coal reserves for each of the regions are reduced to the unitary parameters - per head of the population, area and gross regional product which allowed a comparative assessment with the identification of regions where the location of low-capacity power plant is preferable.

Keywords: low-capacity power plant, coal, regions of Russia, local fuel.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, according to the research project No. 17-08-00295 «A».

Введение

Энергетическая безопасность страны является одним из ключевых показателей ее стабильного экономического роста. Высокая степень износа энергогенерирующего оборудования крупных станций, потери в электрических сетях, неудовлетворительное качество электроснабжения потребителей – эти и многие факторы свидетельствуют о необходимости переосмысления структуры энергоснабжения нашей страны. Эти аспекты

затрагивались и на прошедшем 20 февраля 2017 года круглом столе «Распределенная энергетика, как важное направление развития современной энергетике», организованного Комитетом Государственной Думы по энергетике [1].

Участники круглого стола отметили следующие очевидные предпосылки для развития распределенной энергетике в России:

– эффективные технологии распределенной генерации, использование местных как возобновляемых, так и традиционных ресурсов, развитие технологий переработки топлива расширяют возможности для ее применения;

– расположение объектов малой распределенной энергетике в непосредственной близости от потребителей позволяет снизить потери в сетях, внедрение технологий когенерации и тригенерации повышает эффективность использования топлива;

– интеллектуализация энергетических установок, систем управления сетями и потреблением энергии, «умные сети» позволяют удовлетворить любые запросы потребителей.

Стоит отметить, что во всем мире уже давно прослеживается тенденция развития децентрализованного энергоснабжения [2; 3]. В отдельных европейских странах доля малой энергетике в среднем составляет около 10% (в Дании достигает 50%) с тенденцией к росту, в том числе за счет использования возобновляемых источников энергии. Доля малой генерации (станции мощностью до 30 МВт) в нашей стране сейчас составляет 1% в центральном федеральном округе и достигает 14% в дальневосточном федеральном округе [1]. Вместе с тем, в рамках круглого стола были отмечены и барьеры для быстрого роста доли малой энергетике в нашей стране, касающиеся, в большинстве случаев, законодательства Российской Федерации, содержащего существенное количество норм, которые сдерживают вложение инвестиций в производство установок по производству энергии на мини-ТЭС. В этой связи необходимо внесение правок в законодательные акты и совершенствование структуры малой энергетике, о чем говорилось уже ранее в статье.

Одной из сфер применения распределенной генерации является удовлетворение потребности в энергии удаленных районов, что для обширной территории нашей страны представляется особенно актуальным. Энергообеспечение промышленных предприятий, объектов военного назначения, к которым предъявляются повышенные требования по безопасности и бесперебойному снабжению энергией, в ряде случаев также может достигаться силами малой энергетике – мини-ТЭС.

Как отмечалось, малая распределенная энергетике ориентируется, главным образом, на использование местных природных ресурсов. Во-первых, за счет этого достигается автономность данных установок, так как отсутствует зависимость от привозного топлива, условий его доставки. Во-вторых, использование местного топлива позволяет значительно сократить расходы на его транспортировку, что, в конечном итоге, отражается на стоимости вырабатываемой энергии.

Наша страна располагает значительными запасами твердого топлива, и в этом ключе использование каменных и бурых углей на мини-ТЭС для многих регионов нашей страны является оптимальным вариантом. Для объектов малой энергетике должна быть сформирована ресурсная база, которая позволит выбрать оптимальный регион строительства и вид топлива. Необходимо учитывать, что многие угольные месторождения работают исключительно на обеспечение запросов крупных станций и не смогут обеспечить топливом малые энергетические объекты. В рамках данной статьи авторами были актуализированы данные по запасам твердым топливом (каменные и бурые угли) регионов нашей страны, выработке энергии на угольном топливе, объемам добычи. Запасы и добыча угольного топлива для каждого региона приведены к единым показателям – в расчете на душу населения, площадь и валовый региональный продукт.

Основная часть

Российская Федерация занимает 2 место в мире по запасам углей – более 157 млрд т (108 млрд т бурого и 49 млрд т каменного угля), что составляет 18% мировых запасов [4]. По итогам 2016 года Россия занимает 5 место в мире по добыче угля – 395 млн т/год, что составляет 5,2% от общей добычи. Добыча угля в России ведется в 7 федеральных округах и 25 субъектах Федерации. Ее осуществляют 192 угольных предприятия, в том числе 71 угольная шахта и 121 разрез.

По данным Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса добыча каменного угля ведется в следующих субъектах РФ: Мурманская область, Республика Коми, Ростовская область, Новосибирская область, Кемеровская область, Красноярский край, Республика Хакасия, Республика Тыва, Иркутская область, Забайкальский край, Республика Саха, Хабаровский край, Приморский край.

Бурый уголь добывают: Тульская область, Оренбургская область, Свердловская область, Челябинская область, Алтайский край, Кемеровская область, Красноярский край, Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край, Республика Саха, Амурская область, Хабаровский край, Чукотский АО, Еврейская автономная область, Приморский край, Лучегорский угольный р., Сахалинская область

Добыча угля в России сосредоточена в Сибирском ФО, на который приходится 85% общероссийской добычи. Здесь расположены крупнейшие добывающие субъекты Российской Федерации: Кемеровская область (вклад в общероссийский показатель — 58%), Красноярский край (11%) и Забайкальский край (5%). На Дальнем Востоке основная добыча ведется в Якутии (4 %), а на Северо-Западе — в Республике Коми (4%) [4].

По выработке электроэнергии Россия также занимает 5 место – 1148 млрд кВт·ч [5].

С использованием аналитических данных и информационных источников [6; 7] была актуализирована и структурирована информация о добыче и балансовым запасам угля, мощности электростанций и структуре мощностей по типу электростанций для субъектов РФ (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики угледобывающих регионов Российской Федерации

№ п/п	Округ, регион	Добыча угля, тыс. т/год	Балансовые запасы угля, млн т	Мощность Электростанций МВт; выработка электроэнергии, в год, млн т	Структура мощностей, МВт
Северо-западный федеральный округ					
1	Мурманская область (включая, арх. Шпицберген)	120	135	3643; 16565,5	ГЭС – 1589,5; ТЭЦ – 293,5, в т.ч. на угле – 266; АЭС – 1760;
2	Республика Коми	14600	7180	1243; 10261,2	ТЭЦ -1243, в т.ч. на угле – 313; ГТУ – 100; ТЭС – 1060, в т.ч. на угле – 1060;
Центральный федеральный округ					
3	Тульская область	–	1337	2528; 5465,09	ТЭС – 2396; в т.ч. на угле – 450; ТЭЦ - 367

Продолжение таблицы 1

Приволжский федеральный округ					
4	Оренбургская область	570	737	3739; 14555,06	ТЭС – 2400; ТЭЦ – 1211; ГЭС – 30
Южный федеральный округ					
5	Ростовская область	9500	501	3007,2; 32127,9	ТЭЦ – 714; ТЭС – 2293,2, в т.ч. на антраците - 79,2; АЭС – 2000; ГЭС – 211,5; МГЭС – 3,5
Уральский федеральный округ					
6	Челябинская область	–	497	5629,6; 18594,25	ТЭЦ – 1785,8, в т.ч. на угле – 330; ТЭС – 3824, в т.ч. на угле – 2234; ГТ ТЭЦ - 18
Сибирский федеральный округ					
7	Новосибирская область	5400	168	3024,5; 14264,9	ТЭЦ – 2549,5, в т.ч. на угле – 2549,5; ГЭС – 475;
8	Кемеровская обл.	227400	52500	5353; 25758,8	ТЭЦ – 5353, в т.ч. на угле – 4964;
9	Красноярский край	40000	72000	17653; 68939,4	ТЭЦ – 7615, в т.ч. на угле – 6180; ГЭС - 10038
10	Республика Бурятия	2000	2701	1308,77; 5407,0	ТЭЦ – 1308, 77, в т.ч. на угле – 1380,77
11	Республика Хакасия	16000	5300	6996,2; 23164,0	ТЭЦ – 270, в т.ч. на угле – 270; ГЭС – 6721; Солнечные – 5,2
12	Республика Тыва	1221	2091	17; 84,9	ТЭЦ - 17
13	Иркутская область	16800	5900	13492,4; 48642,3	ТЭЦ – 3952,2, в т.ч. на угле 3865,2; ГЭС – 9540,2
14	Забайкальский край	12200	6900	1565,2; 7263,9	ТЭЦ – 910,2, в т.ч. на угле – 910,2; ТЭС – 655, в т.ч. на угле 655
15	Алтайский край	–	26,5	1262; 5801,07	ТЭЦ – 1426, в т.ч. на угле – 1226,; ГТ ТЭЦ – 36
Дальневосточный федеральный округ					
16	Республика Саха	15246	2573	2356,6; 9006	ТЭС – 986, в т.ч. на угле – 618; ТЭЦ – 67,5, в т.ч. на угле - 67,5; ГЭС – 957,5; ДЭС – 345,6
17	Амурская область	3381	3630	3722; 13797,16	ТЭЦ – 280, в т.ч. на угле 280; ТЭС – 102, в т.ч. на угле 102; ГЭС – 3340

Продолжение таблицы 1

18	Хабаровский край	7000	1604	2723; 9553,7	ТЭЦ – 2639,1, в т.ч. на угле - 285; ТЭС – 84, в т.ч. на угле - 84;
19	Чукотский автономный округ	233	29,02	201,15; 475,2	ТЭЦ – 119,15, в т.ч. на угле 119,15; ТЭС – 34, в т.ч. на угле – 34; АЭС - 48
20	Еврейская автономный округ	110	3,5	0,63	ТЭЦ – 0,63, в т.ч. на угле – 0,63
21	Приморский край	800	329	3907,8; 11565,3	ТЭЦ – 946,8 в т.ч. на угле – 897; ТЭС – 1715, в т.ч. на угле – 1670; ВЭС - 576
22	Сахалинская область	5500	2500	844; 1973,16	ТЭЦ – 691,8; ТЭС – 48; ДЭС – 4,8; ВЭС – 0,45

Среди ТЭЦ и ТЭС угледобывающих регионов на твердом топливе работают станции, представленные в табл. 2 [7]. Большая часть из них обеспечивают теплом и электричеством крупные населенные пункты. При этом для многих регионов России остро стоит вопрос энергообеспечения отдаленных населенных пунктов и промышленных предприятий. Для определения возможности строительства мини-ТЭС на местном твердом топливе расчетным путем было определено количество угля, потребляемого электростанциями в угледобывающих регионах. Полученные данные использовались для определения характеристик (табл. 3).

Таблица 2

Угольные электростанции угледобывающих регионов Российской Федерации

№ п/п	Угледобывающий регион Российской Федерации	Угольные электростанции	Мощность, МВт
1	Мурманская область	Апатитская ТЭЦ	266
2	Республика Коми	Воркутинская ТЭЦ-2	270
		Воркутинская ТЭЦ-1	25
		Интинская ТЭЦ	18
3	Тульская область	Черепетская ГРЭС	450
4	Челябинская область	Троицкая ГРЭС / ТЭЦ ММК	2234 / 330
5	Ростовская область	Экспериментальная ТЭС	79,2
6	Новосибирская область	Новосибирская ТЭЦ-2	340
		Новосибирская ТЭЦ-3	511,5
		Новосибирская ТЭЦ-4	384
		Новосибирская ТЭЦ-5	1200
		Барабинская ТЭЦ	114
7	Кемеровская область	Западно-Сибирская ТЭЦ	600
		Ново-Кемеровская ТЭЦ	565
		Южно-Кузбасская ГРЭС	554
		Кемеровская ГРЭС	485
		Кузнецкая ТЭЦ	108
		Центральная ТЭЦ	100
Кемеровская ТЭЦ	80		

8	Красноярский край	Красноярская ТЭЦ	481
		Красноярская ТЭЦ-2	465
		Красноярская ТЭЦ-3	208
		Минусинская ТЭЦ	85
		Канская ТЭЦ	24
9	Иркутская область	Иркутская ТЭЦ-10	1110
		Ново-Иркутская ТЭЦ	655
		Усть-Илимская ТЭЦ	525
		Иркутская ТЭЦ-9	475
		Иркутская ТЭЦ-11	350,3
		Иркутская ТЭЦ-6	270
		Ново-Зиминская ТЭЦ	240
		Иркутская ТЭЦ-1	185
		Иркутская ТЭЦ-16	18
		Иркутская ТЭЦ-5	18
		Иркутская ТЭЦ-3	11,7
Иркутская ТЭЦ-12	7,5		
10	Республика Хакасия	Абаканская ТЭЦ	270
11	Забайкальский край	Харанорская ГРЭС	655
		Читинская ТЭЦ	452,8
		ТЭЦ ПШХО (Краснокаменская ТЭЦ)	410
		Приаргунская ТЭЦ	24
		Читинская ТЭЦ-2	12
		Шерловогорская ТЭЦ	12
12	Алтайский край	Бийская ТЭЦ-1	535
		Барнаульская ТЭЦ-3	430
		Барнаульская ТЭЦ-2	200
		Рубцовская ТЭЦ	61
13	Республика Бурятия	Гусиноозерская ГРЭС	1160
		Улан-Удэнская ТЭЦ-1	148,77
14	Амурская область	Благовещенская ТЭЦ	280
		Райчихинская ГРЭС	102
15	Еврейская автономная область	Ургальская котельная Биробиджанской ТЭЦ	0,63
16	Республика Саха	Нерюнгринская ГРЭС	618
		Чульманская ТЭЦ	48
		Якутская ТЭЦ	12
		Депутатская ТЭЦ	7,5
17	Чукотский АО	Анадырская ТЭЦ	84,65
		Чаунская ТЭЦ	34,5
		Эгвекинотская ГРЭС	34
18	Хабаровский край	Сахалинская ГРЭС	84
		Амурская ТЭЦ-1	285
19	Приморский край	Партизанская ГРЭС	203
		Приморская ГРЭС	1467
		Владивостокская ТЭЦ	497
		Артемовская ТЭЦ	400

Авторами статьи был проведен анализ обеспеченности и применения угля в энергетике угледобывающих субъектов РФ с целью определения регионов для строительства объектов малой распределенной энергетики, работающих на местном твердом топливе.

В табл. 3 представлены приведенные характеристики добычи угля в регионах за вычетом количества, используемого угольными электростанциями, на валовой региональный продукт (ВРП) и запасов углей на душу населения и площадь рассматриваемых регионов.

Таблица 3

Приведенные характеристики

№ п/п	Округ, регион	Приведенные параметры			ВРП, млн руб.	Население, тыс.	Площадь региона, тыс. кв. км
		добыча/ВРП т/ млн руб.	запасы/ население, т/чел.	запасы/ площадь региона, т/кв. км			
1	Мурманская область и архипелаг Шпицберген)	—*	178,2	931,7	390390	757,6	144,9
2	Республика Коми	16,9	8442,1	17263,8	523211	850,5	415,9
3	Тульская область	—*	891,9	52065,9	476,6	1499	25,7
4	Оренбургская область	0,73	370,5	5957,9	774,9	1 989	123,7
5	Ростовская обл.	9,16	118,3	4970,2	1000247	4236	100,8
6	Челябинская область	—*	141,9	5614	1170,3	3 502	88,5
7	Новосибирская область	—*	62	942,8	980250	2709,4	178,2
8	Кемеровская область	245,1	19380,9	549738,2	842619	2708,8	95,5
9	Красноярский край	—*	25185,6	30769,2	1618166	2858,8	2340
10	Алтайский край	—*	11,2	157,7	492,1	2 365	168
11	Республика Бурятия	31,3	2744,9	7687,8	204,2	984	351, 3
12	Республика Хакасия	46,4	9857,4	85622	320095	537,7	61,9
13	Республика Тыва	25,8	6557,9	12263,9	150258	318,9	170,5
14	Иркутская область	1,3	2449,2	7683,3	419885	2408,9	767,9
15	Забайкальский край	—*	6395	15990,7	229303	1078,9	431,5
16	Республика Саха	7,3	2672,3	834,3	1699932	962,8	3084
17	Амурская область	2,54	4531,8	10030,2	276,9	801	361, 9

Продолжение таблицы 3

18	Еврейская автономная область	2,35	21,34	96,5	44,9	164	36,3
19	Хабаровский край	12,7	1203	2034	427651	1333,3	788,6
20	Чукотский автономный округ	—*	542,2	175	63900	49	721,4
21	Приморский край	—*	171	1983,1	371098	1923,3	165,9
22	Сахалинская область	5,5	5133,5	28702,3	999,1	487	87,1

* – на основании расчета в данных регионах потребление угля электростанциями превышает добычу

Заключение и выводы

В результате анализа полученных приведенных параметров запасов углей по угледобывающим регионам РФ были установлены наиболее и наименее перспективные субъекты с точки зрения возможности строительства объектов малой распределенной энергетики, работающих на местном твердом топливе. По всем трем приведенным параметрам лидером является Кемеровская область. Это является прогнозируемым результатом ввиду того, что данный регион обладает высокими показателями по запасам и добыче углей в России. Также стоит отметить Республику Коми, Хакасию, Бурятию, Тыву, приведенные характеристики которых имеют высокие значения.

При существующем уровне добычи угля для Мурманской, Тульской, Челябинской, Новосибирской областей, Красноярского, Приморского и Забайкальского края, Чукотского АО строительство мини-ТЭС, согласно расчетам, является нецелесообразным.

Литература

1. Рекомендации круглого стола на тему: «Распределенная энергетика, как важное направление развития современной энергетики». URL: <http://www.komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/221570/> (дата обращения 01.07.2017).
2. Kosmadakis G. Renewable and conventional electricity generation systems: technologies and diversity of energy systems renewable energy governance. G. Kosmadakis, S. Karellas, E. Kakaras. Lecture Notes in Energy 23. pp 9-30. DOI: 10.1007/978-1-4471-5595-9_2.
3. Chodkowska-miszczuk, J. Small-scale renewable energy systems in the development of distributed generation in Poland. J. Chodkowska-miszczuk. Moravian geographical reports. 2014. Vol. 22. pp. 34–43.
4. ТЭК России – 2015. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/9162.pdf> (дата обращения 05.07.2017).
5. Презентация Минэнерго России «Итоги работы Минэнерго России и основные результаты функционирования ТЭК в 2016 году. Задачи на среднесрочную перспективу». URL: <https://minenergo.gov.ru/node/7687> (дата обращения 05.07.2017).
6. Российский федеральный геологический фонд «Росгеолфонд». URL: www.rfgf.ru.
7. Энергетика регионов России. URL: <http://energybase.ru/region> (дата обращения 05.07.2017).

Авторы публикации

Афанасьева Ольга Валерьевна – канд. техн. наук, начальник Отдела инноваций и международного сотрудничества Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). E-mail: eccolga@mail.ru

Галькеева Айгуль Ахтамовна – инженер Отдела инноваций и международного сотрудничества Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

Вафин Артем Ринатович – аспирант кафедры «Энергетическое машиностроение» (ЭМ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

Мингалеева Гузель Рашидовна – д-р техн. наук, зав. кафедрой «Энергетическое машиностроение» (ЭМ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

References

1. Recommendations of the round table on the topic: «Distributed energy as an important direction of modern energy development». URL: <http://www.komit2-13.km.duma.gov.ru/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/221570/>.

2. Kosmadakis G. Renewable and conventional electricity generation systems: technologies and diversity of energy systems renewable energy governance. G. Kosmadakis, S. Karellas, E. Kakaras. Lecture Notes in Energy 23. pp 9-30. DOI: 10.1007/978-1-4471-5595-9_2.

3. Chodkowska-miszczuk, J. Small-scale renewable energy systems in the development of distributed generation in Poland. J. Chodkowska-miszczuk. Moravian geographical reports. 2014. Vol. 22. pp. 34–43.

4. Fuel and energy complex of Russia – 2015. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/9162.pdf>.

5. Presentation of the Ministry of Energy of Russia «Results of the work of the Ministry of Energy of Russia and the main results of the functioning of the fuel and energy complex in 2016. Challenges for the medium term. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/7687>.

6. Russian Federal Geological Foundation «Rosgeolfond». URL: www.rfgf.ru.

7. Energy of Russian regions URL: <http://energybase.ru/region>.

Authors of the publication

Olga V. Afanaseva – Cand. Sci. (Techn.), Head of innovation and international communication department.

Aygul A. Galkeeva – engineer of innovation and international communication department.

Artem R. Vafin – postgraduate of faculty of Power engineering.

Guzel R. Mingaleeva – Dr. Sci. (Techn), Chairholder of Power engineering.

Поступила в редакцию

12 сентября 2017 г.